



**HORTIKULTURA – možnosti, priložnosti,
prenos dobre prakse,
zbornik 6. strokovnega posveta s temo
*Drevesa, naše bogastvo***



Celje, 15. oktober 2014



Izdajatelj:	ŠOLA ZA HORTIKULTURO IN VIZUALNE UMETNOSTI CELJE Višja strokovna šola Ljubljanska cesta 97, 3000 CELJE www.hvu.si
Naslov	Hortikultura – možnosti, priložnosti, prenos dobre prakse, zbornik 6. strokovnega posveta s temo Drevesa, naše bogastvo
Zbrala in uredila:	Barbara Pajk

Odgovornost za vsebino prispevkov nosijo avtorji.
80 izvodov

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

633/635.055(082)

STROKOVNI posvet s temo V sonaravni vrt po znanje in spretnost (6 ; 2014 ; Celje)

Hortikultura - možnosti, priložnosti, prenos dobre prakse : zbornik 6. strokovnega posveta s temo Drevesa, naše bogastvo, Celje, 15. oktober 2014 / [zbrala in uredila Barbara Pajk]. - Celje : Šola za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje, Višja strokovna šola, 2014

ISBN 978-961-6703-59-8

1. Gl. stv. Nasl. 2. Dodat. Nasl. 3. Pajk, Barbara , 1968-
277133824

**HORTIKULTURA – možnosti, priložnosti,
prenos dobre prakse,
zbornik 6. strokovnega posveta s temo
*Drevesa, naše bogastvo***

Celje, 15. oktober 2014

KAZALO

PREDGOVOR.....	1
VLOGA DREVES PRI KROŽENJU OGLJIKA V NARAVNIH EKOSISTEMIH.....	2
DREVESNE KORENINE – SKRITA POLOVICA	12
OHRANJANJE GOZDNIH GENSKIH VIROV, SPOZNAVANJE PRILAGODITVENO POMEMBNIH GENSKIH ZNAKOV IN POMEN IZVAJANJA GENETSKEGA MONITORINGA GOZDOV	20
EKOLOŠKE ZNAČILNOSTI VISOKODEBELNIH JABLAN.....	30
HORMONSKI MOTILCI, KAJ JE TO? ALI SPLOH SO?	36
VLOGA DREVJA PRI ČIŠČENJU ZRAKA V URBANIH IN INDUSTRIJSKIH OKOLJIH	40
IZBIRA DREVESNIH VRST NA NEKATERIH JAVNIH POVRŠINAH V CELJU GLEDE ONESNAŽENOSTI ZRAKA.....	48
PLATANE Z NARAVOVARSTVENIM POMENOM V MESTU CELJE.....	58
BOLEZNI IN ŠKODLJIVCI PLATAN	63
TRŽENJE ANTISTRESNIH TERAPIJ V BOGATIH SLOVENSKIH GOZDOVIH.....	68
MEHANIZACIJA ZA PRIPRAVO ENERAGENTOV IZ LESA.....	79
POMEN DREVES NEKOČ IN DANES SKOZI VRTNARJEVE OČI	93

PREDGOVOR

6. posvet Hortikultura, možnosti priložnosti-primeri dobrih praks s temo Drevesa -naše bogastvo je. gotovo zanimiva tematika v razvoju hortikulture v Sloveniji. Pester izbor strokovnjakov s tega področja omogoča spremljanje tega razvoja, hkrati pa odpira številna vprašanja in razprave kako ohraniti drevo kot naravno bogastvo. Drevesa so v širšem pomenu besede ključ za ohranjanje narave v sodobnem času, hkrati pa ohranjanje narave kot kulturne dediščine. Posamezne predstavitve na današnjem posvetu posegajo na področje genetike dreves, vloge dreves v naravnih ekosistemih, ekoloških značilnostih drevesnih vrst, področje rastlinskih hormonov, vloge dreves pri čiščenju zraka v različnih okoljih, predstavljena bodo posebna drevesa na javnih površinah v Celju in pravilna izbira rastlin glede na onesnaženost zraka, prav tako v Celju.

Zakaj smo se odločili za temo Drevesa, naše bogastvo?

Ne glede na dogodke letošnjega leta v povezavi z žledolomom, se nam je zdelo, da moramo to temo enkrat uvrstiti v sklop drugih tem, ki so sestavni del naših posvetov.

Več kot polovica naše dežele porašča gozd, ki ima dolgo in zanimivo zgodovino. Za bogati gozdni svet Slovenije je značilna velika raznolikost drevesnih vrst. To pripisujemo naravni odprtosti in reliefni razgibanosti Slovenije. Nekatere drevesne vrste, ne le gozdne, so tudi avtohtone, druge so na naših tleh živeče že stoletja (npr. oljka, oreh), mnoge se uporabljajo v okrasne namene.

Vsaki drevesni vrsti bi lahko pripisovali poseben pomen in tudi simboliko. Pomembna pa je vloga dreves v našem okolju. Z njo in bivanjem dreves v našem okolju pa se pojavljajo tudi teme za raziskovanje in proučevanje le- teh.

Kaj od vsega je raziskano in kaj še moramo raziskati pa je cilj današnjega posveta. Vabljeni predavatelji, strokovnjaki in izkušeni poznavalci dreves, nam bodo odgovorili na nekatera vprašanja, hkrati pa si bomo v razpravi zastavili nova vprašanja in določili teme naslednjim posvetom.

Vsem želim prijeten dan.

Nada Reberšek Natek, ravnateljica VŠŠ

VLOGA DREVES PRI KROŽENJU OGLJIKA V NARAVNIH EKOSISTEMIH

Dr. Tanja Bagar, Lara Resman
Javno podjetje Center za ravnanje z odpadki Puconci d.o.o.
Raziskovalna skupina Zeleni rudnik Pomurja
Vaneča 81 B, 9201 Puconci
tanja.bagar@cerop.si, lara.cerop@gmail.com

Izvleček

Drevesa igrajo izjemno pomembno vlogo v naravnih ekosistemih. Sodelujejo pri kroženju vseh pomembnih elementov v naravi. Ogljik je osnovni gradnik vsega organskega na zemlji, v zadnjih desetletjih pa dobiva čedalje več pozornosti zaradi vloge CO₂ pri globalnem ogrevanju ozračja. Ogljik ima svoj naravni tokokrog, ki poteka že tisočletja. Največji delež ogljika na zemlji je shranjen v zemeljski skorji v obliki karbonatov in fosilnih goriv. Le 1% ogljika aktivno kroži, 99% pa miruje v plasteh našega planeta. Ko pogledamo krog ogljika, sta najpomembnejša procesa, ki delujeta: fotosinteza kot ponor ogljika in respiracija kot sproščanje ogljika iz organskih spojin. Če sta procesa uravnovežena, je tak ekosistem v homeostazi-naravnem dinamičnem ravnovesju, ki nudi ugodne pogoje za življenje. Ko pride do porušanja ravnotežja, največkrat zaradi humanih posegov v ekosisteme, pa vidimo spremembe v naravi, od majhnih premikov v biotskem ravnotežju, do tektonskih premikov in naravnih katastrof. Ko opazimo vidne spremembe v svojem okolju, je naravno ravnotežje že močno ranjeno, vendar lahko s zavestnimi smotrnimi spremembami v ravnanju popravimo škodo in omogočimo ponovno vzpostavitev ravnovesja v naravi.

Gozdovi so edinstveni ekosistemi, ki delujejo kot nekakšna shramba ogljika, drevesa fiksirajo CO₂ iz ozračja in ga vgradijo v svojo biomaso, gozdna tla pa s svojim peštrim mikro in makro življenjem prav tako shranjujejo ogljik v obliki humusa in drugih organskih spojin. Krčenje gozda predstavlja največjo grožnjo za dokončno porušenje ravnovesja kroženja ogljika. Da bi omogočili gozdovom, da opravljajo svojo naravno funkcijo, je potrebo v prvi vrsti ustaviti krčenje gozdov, omogočiti prirast biomase, preprečevati požare ter ozavestiti smotro energetsko in snovno uporabo drevesne biomase.

Ključne besede: drevesa, gozdovi, ogljik, ekosistemi, bioogljje, piroliza, ponor CO₂, humus, zastirke

1. Osnove kroženja ogljika v naravnih ekosistemih

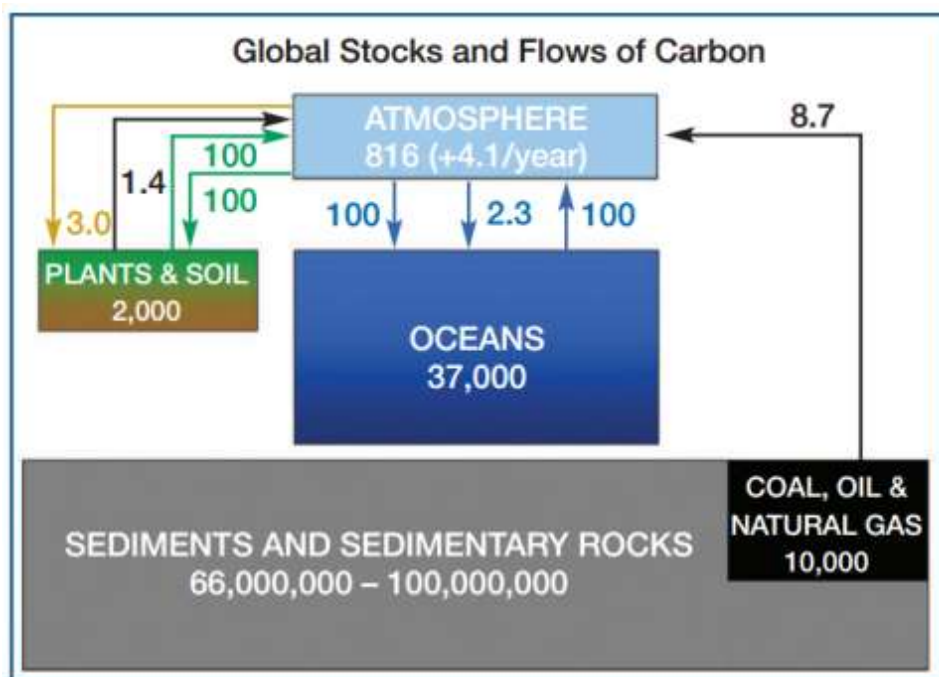
Biogeokemijsko kroženje ogljika je v naravi osrednjega pomena. Vsa živa bitja smo sestavljena iz ogljika. Sposobnost fiksacije ogljika v zelenih rastlinah je v preteklosti ustvarila O₂ v atmosferi. Ogljik je v naravi vezan v anorganski obliki (HCO₃⁻ in CO₃²⁻) in organski obliki (v organizmih, fosilnih gorivih in organskih spojinah v kamninah, vodi in atmosferi). V naravi obstaja stalna izmenjava med anorgansko in organsko vezanim ogljikom. 99% celotnega ogljika je v zemeljski skorji vezano tako v anorganski

(večina) kot organski obliki in ne sodeluje v kroženju – njegov rezidenčni čas je $2,7 \cdot 10^8$ let. Ogljik v zemeljski skorji je večinoma biogenega izvora – CaCO_3 ostanki odmrlih morskih organizmov, iz katerih je skozi geološki proces metamorfoze nastal apnenec. Ko pa se organska snov ob pomanjkanju kisika ujame v plasti sedimentov, pa nastanejo fosilna goriva. Človek je z zgorevanjem fosilnih goriv spremenil dinamiko globalnega kroženja ogljika.

1.1. Fotosinteza in respiracija

Najpomembnejša tokova v procesu kroženja ogljika sta fotosinteza in respiracija. S fotosintezo zelene rastline na kopnem in v morju atmosferski CO_2 reducirajo v organsko vezan ogljik. Respiracija pa je obraten proces, je oksidacija organskega ogljika, kjer se ob prisotnosti O_2 sprošča CO_2 , je eksotermne narave in organizmom zagotavlja energijo za rast. Oksidacija organskega ogljika lahko poteka tudi anaerobno.

Povprečni rezidenčni čas CO_2 v atmosferi je 3,2 leti. Povprečna koncentracija CO_2 v atmosferi pa 350ppm in niha zaradi sezonskih variacij privzema CO_2 s fotosintezo (predvsem na severni polobli, kjer cca. 50% celotnega CO_2 s fotosintezo vgradi kopenska vegetacija), razlik v uporabi fosilnih goriv ter izmenjave CO_2 z oceanom. Naraščanje CO_2 v atmosferi je predvsem posledica uporabe fosilnih goriv, saj se približno 60% CO_2 iz fosilnih goriv akumulira v atmosferi, ostanek pa se raztopi v oceanih.



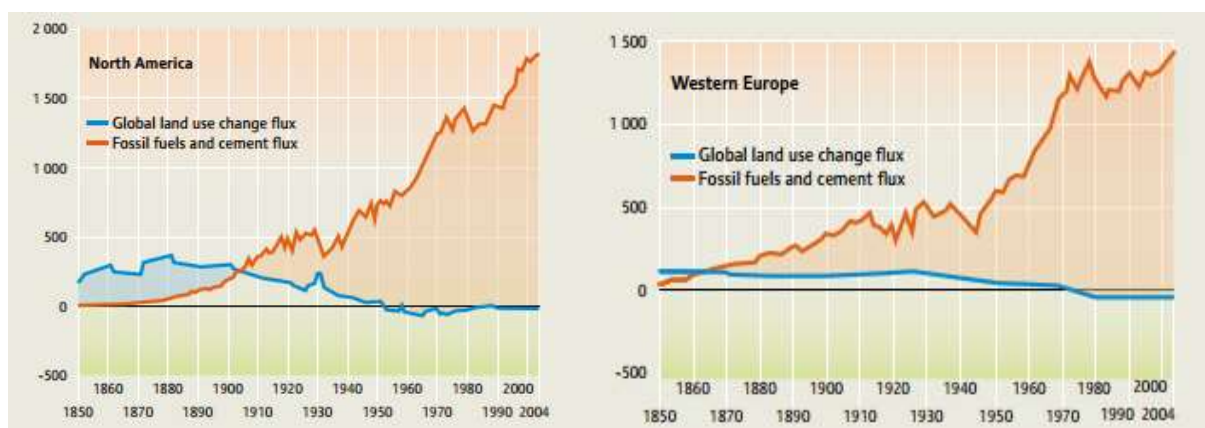
Slika 1: Rastline in tla igrajo pomembno vlogo v globalnem ciklu ogljika kot je razvidno iz svetovnih zalog (škatle) in tokov (puščice) ogljika v 10^{12} kilogramov (petagrami).

Slika 1 nam da vtis o količinah tokov v globalnem kroženju ogljika. Številke v svetlo modri in zeleni so zgodovinski tokovi med oceani, atmosfero, rastlinami in zemljo in ki bi se zgodili brez človekovega vpliva. Številka v temno modri barvi je dodatna absorpcija CO_2 v oceane, ki je posledica povečanega CO_2 v atmosferi zaradi industrializacije. Številke v črni barvi so tokovi v ozračje zaradi izgorevanja fosilnih goriv in krčenja gozdov. Številke v rjavi so tokovi iz atmosfere v zemljo, večinoma zaradi prirasta gozdov.

2. Vpliv človeka na kroženje ogljika

Koncentracija CO₂ v atmosferi je odvisna od kroženja CO₂ med zemljo in njeno atmosfero. CO₂ je pomemben toplogredni plin, ki ujame toploto sevanja sonca in tako prispeva k segrevanju zemeljskega ozračja. Višje koncentracije toplogrednih plinov v ozračju, večji toplogredni učinek. Pred industrijsko revolucijo je bila koncentracija CO₂ v atmosferi približno 280 ppm, do danes pa je predvsem na račun sežiganja fosilnih goriv, krčenja gozdov in drugih človekovih posegov v naravo narasla na 395 ppm (leta 2014), temperatura na površju Zemlje pa je od leta 1800 narasla za 0,74°C. Segrevanje ozračja vpliva na klimo planeta, klimatske spremembe, ekosisteme, mnogih posledic pa se še ne zavedamo.

Da bi preprečili segrevanje našega ozračja, bi morali intenzivno zniževati globalne emisije CO₂. Vendar namesto zmanjšanja, se količina emisij v svetu še vedno povečuje. Od leta 1850 se je po podatkih sprostito 500Gt CO₂, največji viri CO₂ so sežiganje fosilnih goriv (2/3), spreminjanje uporabe pokrajine (krčenje gozdov v namene kmetijstva, za pozidavo) doprinese slabo tretjino in okrog 5% emisij doprinese proizvodnja cementa (sežiganje kalcijevega karbonata, pri čemer se sprošča CO₂). Od teh 500 Gt predvidevajo, da so 150Gt vsrkali oceani, 130 Gt kopenski ekosistemi, ostalih 220 Gt pa je ostalo v atmosferi. (houghton v the natural fix). Najnovejša dognanja kažejo, da človekove aktivnosti povzročijo nastanek 10Gt emisij CO₂ letno, od tega 1,5 GT kot posledica spreminjanja uporabe zemljišč, ostalo pa odpade na uporabo fosilnih goriv in cementa (Slika 2). Velik vpliv na nastanek toplogrednih plinov pa ima tudi povečanje živinoreje, še posebno prežvekovalcev. V njihovih prebavilih nastaja zelo potenten toplogredni plin - metan.



Slika 2: Spremembe v emisijah CO₂ skozi čas v severni Ameriki in Zahodni Evropi.

Da zavremo ta trend bodo potrebni odločni ukrepi, nove prakse in trajnostni pristopi. Nujno je potrebno preprečiti izgube ogljika iz naravnih ekosistemov kot so šotišča, gozdovi in tla, ki so izjemni ponori ogljika. Najti je potrebno pristope aktivnega upravljanja s temi ekosistemi ne samo v smeri zmanjšanja izgub ogljika temveč tudi spodbujanja njihovih zmožnosti shranjevanja ogljika. Najpomembnejši globalni ukrepi v tej smeri so preprečevanje nadaljnjega krčenja tropskih gozdov, preprečevanje izkoriščanja in krčenja šotišč ter vpeljevanje kmetijskih praks, ki preprečujejo izgube ogljika iz kmetijskih površin.

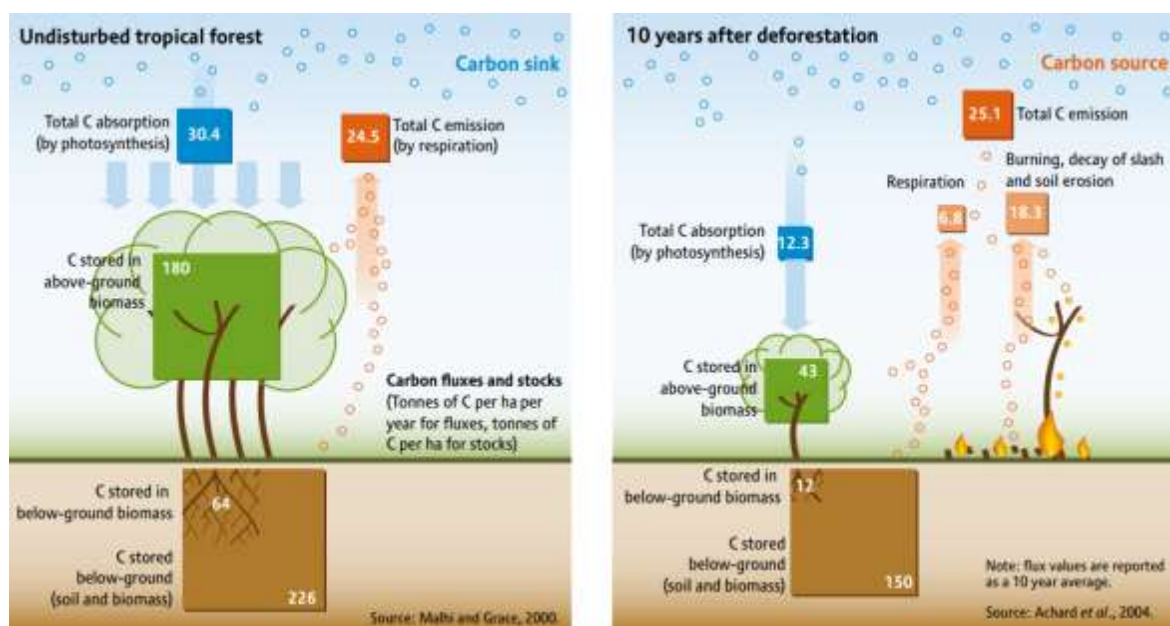
3. Naravni ponori ogljika (iz The natural fix)

Kopenski ekosistemi shranjujejo okrog 2100 Gt ogljika v živih organizmih, stelji in talni organski snovi, kar je trikrat več kot je prisotnega ogljika v atmosferi. Tla kopenskih sistemov lahko opravijo levji delež ponora ogljika, če jim le omogočimo, da opravijo svojo vlogo. Na kopnem je največ ogljika shranjeno v tropskih gozdovih (drevesa in tla) ter v ekosistemihi višjih zemljepisnih širin – v permafrostu in v šotiščih.

3.1. Gozdovi kot shramba ogljika

Gozdovi največ prispevajo pri shranjevanju ogljika s hitrim prirastom biomase, saj pri tem aktivno vežejo velike količine ogljika iz atmosfere v svojo biomaso. Tako so mladi aktivno rastoči gozdovi najboljši ponor ogljika.

Največ ogljika je shranjenega v biomasii tropskih gozdov in so hkrati aktiven ponor ogljika. Ti gozdovi so tudi najbolj podvrženi krčenju in degradaciji in zato največja grožnja za porušenje ravnovesja v tokokrogu ogljika. Predvideva se, da tropski gozd shranjuje 160 t/ha ogljika v biomasii nad površjem ter približno 40 t/ha v koreninah. Globalno gledano delujejo kot ponor ogljika, ki letno prevzame 1,3 Gt ogljika. Zaradi krčenja 6,5-14,8 milijonov ha teh gozdov na leto pa se v atmosfero sprosti 0,8-2,2 Gt ogljika, kot prikazuje Slika 3.



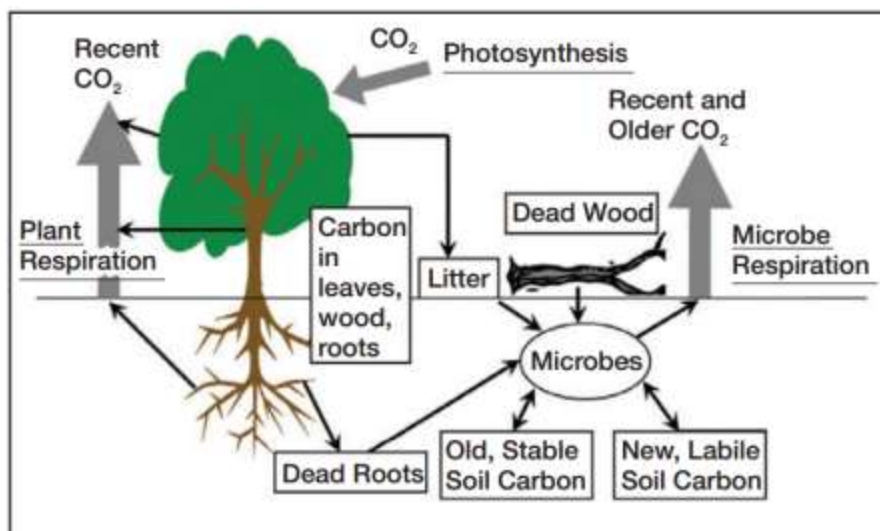
Slika 3: Spremembe v kroženju ogljika, ki so posledica krčenja gozdov.

Drug največji bazen ogljika so borealni gozdovi, kjer je večina ogljika shranjena v tleh in talni prekrivki. Prirast biomase tukaj ni tako hiter, vendar pa so kljub temu pomemben ekosistem v kroženju ogljika. Izsuševanje in izkopavanje šotišč, neprimerne prakse upravljanja z gozdovi (prekomerna sečnja in rudarstvo) in slaba zaščita pred požari so glavne nevarnosti zaradi katerih ogljik izgineva iz teh ekosistemov. Ker je hitrost dekompozicije nizka in iz prirasle biomase nastaja šota, imajo ti gozdovi velik potencial za shranjevanje ogljika kljub nizkemu prirastu.

Gozdovi zmernege pasu pa so aktiven ponor ogljika, saj je hitra prirast biomase je v ravnotežju s hitro dekompozicijo in pa celotnim krogom ogljika. Krčenje gozdov (v preteklosti zaradi pridobivanja visoko rodovitne zemlje teh območij v kmetijske namene) se je v teh območjih sveta ustavilo in se trend preveša k širjenju gozdov in pogozdovanju. Okrog 60% ogljika je v teh gozdovih shranjenega v biomasii, 40% pa v gozdnih tleh.

3.2. Gozdovi kot aktivni udeleženci v kroženju ogljika

Gozdovi tako z živo kot tudi olesenelo biomaso sodelujejo v kroženju ogljika. Tudi gozdna tla shranjujejo ogromne količine ogljika in s tem znižujejo koncentracijo CO₂ v atmosferi. Izračuni iz leta 2003 kažejo, da so gozdovi v svojo priraslo biomaso ter predelava v lesne produkte vgradili cca. 12% emisij CO₂ zaradi izgorevanja fosilnih goriv (Slika 4).



Slika 4: Tokovi ogljika iz atmosfere v gozd in nazaj. Največ ogljika se shrani v živih in olesenelih drevesih aktivno rastočih gozdov.

Shranjevanje ogljika v gozdu se razlikuje od ostalih mehanizmov, ki kontrolirajo koncentracijo CO_2 v atmosferi, saj imajo gozdovi življenjski cikel tekom katerega se zaloge ogljika povečujejo in zmanjšujejo in variirajo v odvisnosti od starosti gozda.

Ogljik vstopi v gozd s fotosintezo, kjer se v listih s pomočjo sončne energije in svetlobe CO_2 spremeni v sladkorje, ki omogočijo rast novih listov, lesa, korenin in celotnega drevesa. Približno polovico sladkorjev porabijo drevesa za svoj metabolizem in se z respiracijo kot CO_2 sprosti nazaj v atmosfero, drugo polovico pa vgradijo kot organski ogljik v svojo biomaso. Približno 50% biomase drevesa je sestavljeno iz ogljika. Medtem ko drevesa rastejo in živijo, odmetavajo listje in posušene veje ter korenine, nekatera drevesa pa tudi odmrejo. Mikroorganizmi razgradijo ta mrtev material in sprostijo CO_2 nazaj v atmosfero, vendar pa nekaj ogljika ostane v zemlji. V odraslem gozdu je 60% ogljika vezanega v živi in mrtvi biomasii dreves, 40% pa ga vsebuje gozdna zemlja in stelja.

Razen z respiracijo (tako dreves kot mikroorganizmov) lahko ogljik zapusti gozdni ekosistem na več različnih načinov. Denimo gozdni požari, neurja, izbruhi insektov povzročijo propadanje gozdnih dreves in tako se poveča količina materiala na razpolago za dekompozitorje. Tudi s sekanjem dreves odstranjujemo ogljik iz gozda – če iz lesa naredimo produkte, shranimo ogljik in preprečimo njegovo takojšnje sproščanje. Pri sežiganju lesne biomase v energetske namene pa se CO_2 sicer sprošča, vendar le-ta ne prispeva k zvišanju koncentracije CO_2 v atmosferi, saj se CO_2 iz atmosfere ponovno vgradi nazaj v novo nastalo lesno biomaso. Zato je energetska izraba lesne biomase z vidika emisij CO_2 dobro uravnovešena in primerno nadomestilo fosilnih goriv. Tudi voda (nalivi) lahko z odnašanjem gozdne zemlje in/ali gozdne prekrivke pripomore k sproščanju CO_2 iz gozdnega ekosistema.

4. Upravljanje z ogljikom iz gozda

Vsi produkti, ki nastanejo iz gozdne biomase se slej ko prej razgradijo, vendar preden pride do tega, shranjujejo v sebi ogljik in so iz tega vidika delujejo kot shrambe ogljika. Nekateri produkti imajo kratko življenjsko dobo – npr. ograje iz lesa, drugi pa daljšo – npr. lesene hiše. Daljša kot je življenjska doba produkta, več ogljika je shranjenega. Če les ni pravilno deponiran – npr. na odlagališčih odpadkov ali drugih anaerobnih pogojih, pri njegovi razgradnji nastaja metan, ki je dosti bolj potenten toplogredni plin od CO_2 , kar izniči korist shranjevanja ogljika v lesnih produktih. Po drugi strani pa les, ki se uporablja za pridobivanje energije in ogrevanje, zmanjša emisije CO_2 povzročene zaradi uporabe fosilnih goriv. Sledi opis strategij-praks za povečanje zaloge CO_2 v gozdovih.

4.1. Izogibanje krčenju gozdov

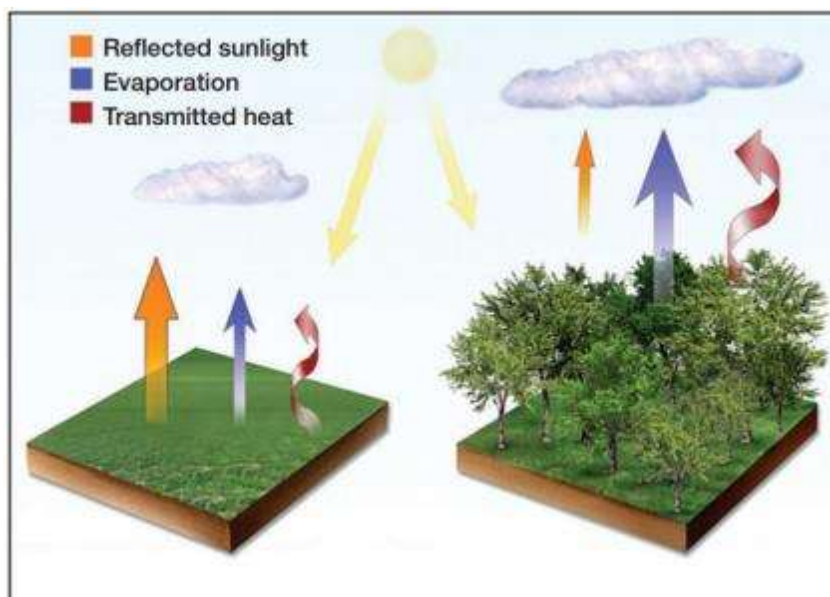
Krčenje gozdov za pridobivanje površin, uporabnih v druge namene, ima zelo velik vpliv na globalne emisije CO₂. Letno skrčijo 90.000 km² gozdov oz. 0,2% vseh gozdov, kar povzroči sproščanje količin CO₂ v atmosfero, ki so ekvivalentne 17-25% emisij povzročenih zaradi izgorevanja fosilnih goriv. 2/3 emisij se sprostijo zaradi krčenja tropskih gozdov. V drugih delih sveta (ZDA, Evropa) se gozdne površine večajo, saj gozdov več ne krčijo v tolikšni meri, poleg tega pa nekatera kmetijska zemljišča ponovno pogozdujejo (plantaže) ali se zaraščajo zaradi opuščanja kmetijske proizvodnje.

Zaradi porušeni naravnih ravnovesij prihaja do problemov kot so povečana pojavnost gozdnih požarov, izbruhi bolezni v gozdovih (predvsem več žuželk) in večje pojavnosti neurij, kar vse vodi do povečanega naravnega umiranja gozdov. Če je s tem okrnjena tudi naravna sposobnost gozdov, da se sami obnovijo, je treba pristopiti k aktivnemu pogozdovanju.

4.2. Pogozdovanje

Pogozdovanje velja tako na površinah, kjer so v preteklosti gozd izkrčili in nekaj časa gozda ni bilo, kakor tudi na površinah, kjer v preteklosti ni bilo gozdov, saj pogozdovanje lahko odstrani precejšno količino CO₂ iz atmosfere. Največjo korist dosežemo, če pogozdujemo z vrstami, ki so značilne za območje ali dopustimo naravni sukcesiji, da se na novo vzpostavi združba, ki je bila že v preteklosti značilna za območje. Domače vrste pogosto rastejo sicer počasnejše kot tuje rodne hitrorastoče na monokulturnih plantažah, vendar prednosti zaradi večje biotske diverzitete in naravnega habitata za druga bitja odtehta nižjo stopnjo privzema CO₂.

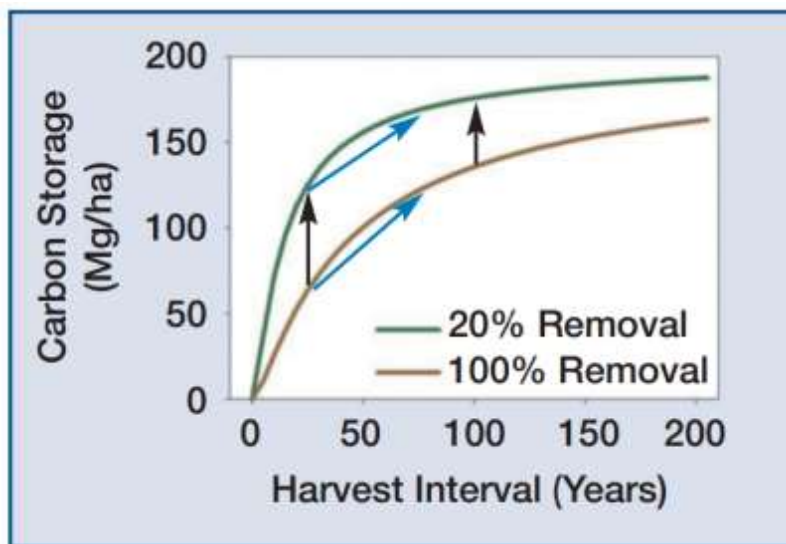
Pogozdovanje pa ima lahko tudi negativen vpliv na okolje (Slika 5), še posebno, če pogozdujemo na območjih, kjer v preteklosti gozdov ni bilo (npr. avtohtone travnate pokrajine) – lahko se zniža biotska diverzitet območja, gozd pa tudi porabi več vode kot travnine ali kmetijske rastline in spremeni vodni režim območja. Če pogozdovanje zahteva gnojenje z dušikovimi gnojili, pride tudi do sproščanja N₂O, ki je 300x močnejši toplogredni plin kot CO₂. Zato je pri pogozdovanju nujen celostni pristop in tehten večplastni razmislek.



Slika 5: Pogozdovanje vpliva tudi na klimo območja, saj se spremeni količina odboja sončnih žarkov, evaporacija in oddane toplote.

4.3. Zmanjšanje izgub ogljika

Če podaljšamo interval med sečnjami ali pa če zmanjšamo količino posekanega lesa, povečamo zalogo ogljika v gozdu. Na primer če podaljšamo interval med sečnjami za 5 let iz 25 na 30 let, s tem dosežemo že 15% povečanje zaloge ogljika. Če zmanjšamo količino posekanega drevja iz 100% na 20% živih dreves, to poveča zalogo ogljika v gozdu za 97% pri intervalu sečnje 25 let.



Slika 7: Povprečna količina ogljika, ki jo shrani krajina je odvisna od časa med žetvami in od tega koliko biomase se odstrani s sečnjo.

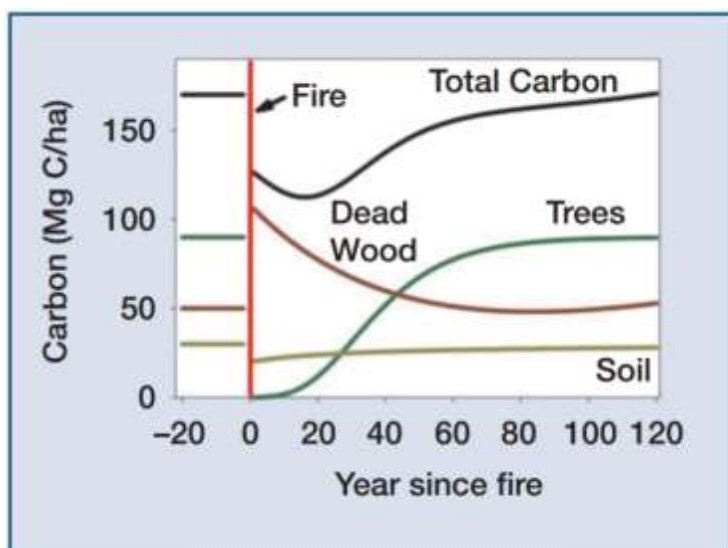
4.4. Povečana rast obstoječih gozdov

Z regeneracijo po sečnji ali naravni motnji lahko dosežemo povečano prirast. V obstoječih gozdovih pa s kontrolo kompetentne vegetacije, smotrnim gnojenjem, selekcijo vrst s hitrim prirastom. Kot primer je borov gozd na jugu ZDA, kjer so z aktivno vzgojo povečali rast lesa in s tem stopnjo zaloge ogljika za 10-30%, gnojenje pa lahko tudi do 100% poveča prirast biomase in je lahko ob zavestni smotrni rabi pomemben faktor pri upravljanju gozdov v smeri ponora ogljika. Stopnja rasti gozda se naravno upočasni, ko se gozd postara. Zato bi prakse upravljanja z gozdom morale vzeti v obzir tudi starost gozda ter izbiro produktov ter življenjsko starost produktov iz lesa, ko se odločamo o sečnji dreves. Slabosti upravljanja z gozdom v smeri povečane rasti pa morajo vzeti v obzir tudi možnost emisij N_2O zaradi gnojenja gozdov, večja poraba vode in zmanjšanje biodiverzitete, če se uporabi pristop gojenja monokultur.

4.5. Upravljanje z gozdom v smeri zmanjšanja nevarnosti gozdnih požarov

Tako upravljanje pride v poštev na območjih sveta, kjer so pogosti naravni gozdni požari, ki sprostijo v kratkem času velike količine CO_2 v atmosfero, še posebno, če je gozdna vegetacija popolnoma uničena. Gozdni požari lahko potekajo na dva načina – gorenje krošenj in pa talni požar. Eden izmed pristopov je redčenje, saj se na ta način zmanjša listna biomasa in tako se zniža nevarnost požara v krošnjah. Redčenje seveda začasno zmanjša zalogo ogljika v gozdu, vendar dolgoročno pozitivno vpliva - če je gozd zređen do te mere, da se požar iz krošenj preseli na tla, lahko veliko dreves preživi požar v nasprotju s popolnim uničenjem dreves v gostem gozdu, ki ga uniči požar v krošnjah. Na ta način odstranitev nekaj ogljika lahko pripomore k zaščiti večine ogljika v gozdu. Poleg zaščite pred požari ima redčenje tudi druge prednosti – spodbuja rast preostalih individualnih dreves, ki dobijo večja in bolj ravna stebila ter poveča odpornost dreves na bolezni in insekte. Taka drevesa so pozneje

uporabnejša za predelavo v dolgo živeče lesne produkte. Slika 3 prikazuje primer dinamike ogljika po gozdnem požaru. Po požaru je potrebno 80 do 100 let, da se ponovno vzpostavi kroženje ogljika in da obnovljeni gozd veže ogljik iz CO₂ sproščeni med požarom nazaj v svojo biomaso.



Slika 8: Če se gozd obnovi po požaru, se v doglednem času ves v požaru izgubljen ogljik ponovno vgradi v drevesa. Ta slika nakazuje ta koncept s prikazom ogljika shranjenega v živih drevesih, mrtvem lesu in gozdnih tleh ter dinamiko sprememb po požaru.

4.6. Ogljik iz mestnih gozdov

Mestni gozdovi imajo sicer majhen potencial za shranjevanje ogljika, vendar so pomembni zaradi estetskega in okolijskega vpliva na življenje v mestu in bi morali spodbujati njihovo ohranjanje in širjenje. Njihova korist je predvsem v reguliranju mestne klime – imajo ohlajevalni učinek zaradi senčenja in evaporacije in če so drevesa posajena blizu stavb, lahko na ta način stavbe ohladimo in privarčujemo energijo potrebno za ohlajanje stavb s klimatskimi napravami. Prav tako bistveno prispevajo k kvaliteti zraka in življenja v delih mesta poraščenih z drevesi.

5. Energija iz biomase in shranjevanje ogljika v produktih

5.1. Energija iz biomase

Uporaba energije iz gozdne biomase zmanjša emisije CO₂ v primerjavi z uporabo fosilnih goriv. Biomasa se uporablja prvenstveno za proizvodnjo električne energije, ogrevanje gospodinjstev in v prihodnosti pa bi lahko bila pomembna surovina za izdelavo tekočih biogoriv. Predvidevajo, da bi lahko lesna biomasa nadomestila uporabo fosilnih goriv v takšni meri, da bi se zmanjšale emisije CO₂ zaradi uporabe fosilnih goriv za kar 12%.

5.2. Bioogljje

Pomemben vidik uporabe gozdne biomase je tudi piroliza, ki omogoča energetske izrabo biomase, pri čemer nastane oglje. Postopek pirolize poteka brez kisika pri visokih temperaturah. Pri tem ogljik iz biomase deloma zgoreni, deloma pa zgoreva do ogljikovodikov, ki se energetske izkoriščajo. Prednosti tega procesa so na več ravneh. Sam postopek pirolize je že tehnološko dodelan in izjemno energetsko učinkovit. Emisij je znatno manj kot pri gorenju, cca. 10% ogljika pa se spremeni v oglje. V oglju je

ogljik zelo trdno vezan in ostane stabilen več stoletij. To je isti ogljik, ki bi se v klasičnem izgorevanju sprostil v atmosfero v obliki CO₂. Oglje nastalo s pirolizo, ki se uporablja kot izboljševalec tal je dobilo naziv bioogljje. Le-to se je izkazalo za izjemno pomemben in potreben dodatek k prsti. Bioogljje s svojo luknjičasto strukturo nudi habitat za številne talne mikroorganizme, zato se število mikroorganizmov poveča. Prav tako se poveča sposobnost zadrževanje vlage, zračnost, kationsko izmenjevalna kapaciteta,... in še bi lahko naštevali. V najbolj rodovitnih tleh na svetu terra preti so prav tako našli oglje, kot enega od ključnih faktorjev izjemne rodovitnosti.

5.3. Zastirke

Tla so živa struktura. V zdravih tleh so milijoni mikroorganizmov, kilometri gliv in stotine živalskih vrst. Ta celotna združba tvoji ravnovesje potrebno za nastanek rodovitnih tal in vzdrževanje te rodovitnosti. Nikjer v naravi ne najdemo odkritih tal, razen tam kjer je posegel človek s svojimi intenzivnimi agrarnimi praksami. Kamorkoli se v naravi ozremo, vidimo tla-prst pokrito z listjem, travo, steljo, drevesi,...vedno vidimo zastirko. Ta pomaga ohranjati ugodne pogoje za življenje v tleh in shranjevanje ogljika. Vsak neoporečen organski material je primeren za zastirko in vsaka zastirka je boljša kot izpostavljena prst. Za najboljšo zastirko pa so se izkazali lesni sekanci – drobni koščki odpadlega vejevja. Če s tem pokrijemo prst, kjer gojimo rastline bomo kmalu opazili izjemne dobrodejne učinke na rasti, hkrati pa bomo tlom dali pogoje, da delujejo kot izjemen naravni ponor in rezervoar ogljika.

5.4. Shranjevanje ogljika v lesnih in papirnih produktih

Lesni produkti se nahajajo v dveh velikih 'bazenih' - tisti, ki so v uporabi ter tisti, ki so izven uporabe. V svetu je trenutno trend naraščanja lesnih produktov, kar povečuje stopnjo ogljika, ki je shranjen v teh bazenih in prekaša sproščanje CO₂ iz teh bazenov zaradi razgradnje lesnih produktov. Kljub temu je večina lesnih in papirnih produktov izven uporabe in se na raznih odlagališčih počasi razkraja. Ker razkroj tam poteka večinoma brez prisotnosti kisika, se pri tem sprošča CH₄, katerega toplogredni potencial je 25x večji od CO₂. Ker ulovijo le cca. 50% sproščenega metana, preostanek pa se sprosti v atmosfero, to deloma izniči korist shranjevanja ogljika na tak način.

5.5. Zamenjava gradbenih materialov z lesnimi produkti

Emisije CO₂ lahko zmanjšujemo tudi z nadomeščanjem gradbenih materialov, ki zahtevajo za svojo proizvodnjo velik vložek energije (beton, jeklo) in s tem povečajo emisije CO₂ z naravnimi materiali, lesom in izdelki iz lesa, kjer je to možno. Vsak prispevek šteje in ima svoje mesto v globalnem kroženju ogljika.

6. Zaključek

Da se ravnovesje poveča v korist zalog ogljika je najbolj smiselno, da kombiniramo različne strategije. Na primer: v gozd vpeljemo periodično sečnjo, les se uporabi za gradbeni material, biomasa za predelavo v tekoča goriva ali pirolizo, posekana drevesa pa nadomestimo s sajenjem novih.

Prispevek nakazuje možnosti, ki jih lahko kot posamezniki uporabimo in damo svoj pozitiven prispevek k ponoru ogljika, hkrati pa kaže na nujno potrebo po ozaveščanju in globalnim spremembam v ravnanju z naravnimi viri.

7. Viri in literatura

Kashian, D.M., W.H. Romme, D.B. Tinker, and M.G. Ryan. 2007. Fire and carbon cycling in Yellowstone NP. Fire and Carbon Storage in Forests, a workshop for Land Managers, Berol Lodge, AMK Ranch, Moran Junction, WY, May 2007.

Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silvius, M., Stringer, L., (Eds.) (2008). Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report. Global Environment Centre and Wetlands International: Kuala Lumpur, Malaysia, and Wageningen, Netherlands.

Raven, J. A. and Falkowski, P. G. (1999). Oceanic sinks for atmospheric CO₂. Plant, Cell and Environment 22, 741-755

Reid, H. and Swiderska, K. (2008). Biodiversity, climate change and poverty: exploring the links. International Institute for Environment and Development: London, UK

Rights and Resources Initiative (2008). Seeing people through the trees: scaling up efforts to advance rights and address poverty, conflict and climate change. Rights and Resources Initiative, RRI: Washington, D.C., USA

Ryan MG, ME Harmon, RA Birdsey, CP Giardina, LS Heath, RA Houghton, RB Jackson, DC McKinley, JF Morrison, BC Murray, DE Pataki and KE Skog. 2010. A Synthesis of the science on forests and carbon for U.S. forests. Issues in Ecology. 13, Spring 2010

Skog, K.E. 2008. Carbon storage in forest products for the United States. Forest Products Journal. 58:56-72

Trumper, K., Bertzky, M., Dickson, B., van der Heijden, G., Jenkins, M., Manning, P. June 2009. The natural fix? The Role of Ecosystems in Climate Mitigation. A UNEP rapid response assessment. United Nations Environment Programme, UNEPWCMC, Cambridge, UK.

DREVESNE KORENINE – SKRITA POLOVICA

Dr. Peter Železnik, dr. Tine Grebenc, prof. dr. Hojka Kraigher
Gozdarski inštitut Slovenije
peter.zeleznik@gozdis.si

Izvleček

Drevesa se morajo kot v tla pritrjeni organizmi znati zelo dobro prilagajati spremembam v okolju. Tla so del ekosistema, ki omogočajo drevesom sidranje v tleh, rast, privzemanje in zadrževanje vode in hranil in hkrati tudi življenjsko okolje za številne druge organizme. Tla v urbani krajini se od tal v naravnih okoljih značilno razlikujejo predvsem v zbitosti in vsebnosti hranil ter onesnažil, kar predstavlja težave za urbana drevesa. Koreninski sistem pri drevesih ima v začetku značilno glavno korenino, ki se prej ali slej razveji. Rast korenin lahko po potrebi poteka skozi vse leto, v zimskem času so glavna omejitev nizke talne temperature, pomanjkanje vode in pa splošna nizka fiziološka aktivnost dreves. Pri urbanem drevju je zaradi večje izpostavljenosti nizkim temperaturam še posebej potrebno paziti pri njihovem umeščanju v prostor. Pri umeščanju drevnine v urbani krajini je prav tako potrebno biti pozoren pri zagotavljanju prostora za rast korenin v tleh in uporabi kvalitetnega talnega substrata z zadostno preskrbljenostjo z vodo, saj tako zmanjšamo poškodbe infrastrukture, ki jo lahko povzročajo drevesne korenine v iskanju hranil in vode. Uporaba drevnine pri stabiliziranju brežin in rečnih bregov ter uporaba talnih koreninskih simbiotov pri zagotavljanju dolgotrajne in uspešne rasti dreves v urbanem okolju je v Sloveniji premalo poznana.

Ključne besede: koreninski sistem, drobne korenine, mikoriza, rizosfera

1. Rastline in okolje

Drevesa morajo biti kot pritrjeni organizmi dobro prilagojena na svoje okolje. V ta namen so razvila veliko mehanizmov in sistemov, ki jim omogočajo preživetje v spreminjajočem se okolju in v krajših obdobjih neugodnih življenjskih pogojev. Pomemben anatomski del dreves so tudi korenine, ki z interakcijami s talnim okoljem omogočajo prilagajanje na spremembe in zagotavljajo blaženje sprememb.

1.1. Gozdna tla kot ekosistem

Tla so del naravnih ekosistemov, ki omogočajo drevesom sidranje v tleh, rast, privzemanje in zadrževanje vode in hranil. So tudi življenjsko okolje za številne druge organizme: živali, glive in mikroorganizme. Nastajajo pod vplivi tlotvornih dejavnikov kot so podnebje, številni (mikro)organizmi, ki občasno ali stalno živijo v ali na tleh, relief in matične podlage. Nastajanje tal je počasen proces, saj za nastanek 1 cm tal povprečno mine več kot 1000 let. Zaradi časovne dimenzije tal je vsaka izguba tal praktično nepovratna (Simončič *et al.* 2010).

Tla so heterogena struktura, ki jo sestavljajo snovi v trdni, plinasti ali tekoči fazi. Snovi v vseh treh stanjih so vključene v prenos hranil do površine korenin. Anorganski talni delci (minerali) so vir ionov kalija, kalcija, magnezija, železa in več mikroelementov. S trdnimi delci so povezani tudi organski delci, ki vsebujejo ogljik, dušik, fosfor in žveplo. V tekoči fazi je talna raztopina z raztopljenimi minerali in hranili, ki predstavlja medij za gibanje ionov do površin za privzem hranil na oziroma v koreninah. Plini (kisik in ogljikov dioksid) so lahko raztopljeni v talni raztopini, vendar njihova izmenjava z dihalnimi celicami korenin poteka navadno v plinasti fazi, ki je v zračnih prostorčkih med delci tal. Dostopnost kisika koreninam je nujna za celično dihanje, ki je vir energije, in za selektivni sprejem hranil.

V tleh lahko na navpičnem prerezu prepoznamo več slojev. Najbolj ohranjeno slojevitost opazimo v gozdnih tleh, ki so tipično sestavljena iz več horizontov (slojev):

- O – organski horizont (različno razkrojen rastlinski opad)
- A – humificirane organske snovi,
- B – kambični horizont (lat. cambio – spremeniti; horizont spremembe na mestu med O ali A in C ali R horizonti, je rjav, rumen, rdeč in je nastal zaradi preperevanja matične podlage),
- C – zdrobljena matična podlaga,
- R – čvrsta (nepreperela) matična podlaga.

V gramu gozdnih tal lahko določimo na desettisoče vrst bakterij, nekaj tisoč gliv vrst in več sto vrst mikroskopskih živali. Število organizmov je lahko na enoto volumna različno, odvisno od lastnosti tal. Vrstna pestrost biokomponente gozdnih tal je eden večjih izzivov za raziskovalce, enako zanimivo je delovanje organizmov v tleh. Že majhne spremembe v strukturi tal, temperaturi ter vodno-zračnih lastnostih, ki nastanejo zaradi velikih pritiskov, onesnaževanja in razgaljenja tal, lahko privedejo do velikih sprememb v sestavi in delovanju organizmov, ki so bistveni za procese v tleh. Vsako od živih bitij, sodelujočih v talnih procesih, ima določeno vlogo, na primer v kroženju hranil in vode ter oblikovanju stabilnih talnih agregatov, torej obstojnosti tal – pri varovanju pred erozijskimi procesi.

Za razliko od gozdnih tal pa tla, nastala kot posledica delovanja človeka (antropogena tla) največkrat nimajo (vseh) značilnih slojev gozdnih tal. Organski horizont večinoma ni razvit, tam ni zastirke – tla so gola. Pri njivskih tleh so prvotni zgornji horizonti zaradi obdelovanja premešani in homogenizirani v eno samo plast – ornico. Pri antropogenih tleh pogosto prihaja tudi do vnosa kemičnih snovi z gnojenjem, škropivi, onesnaževanja s težkimi kovinami, pogosto se pojavlja tudi zbijanje tal. Tovrstni človekovi vplivi negativno delujejo na korenine rastlin, saj je v tako spremenjenih tleh podrti ravnovesje sožitelskih organizmov, razmerja med plinasto, vodno in trdno fazo otežujejo dihanje koreninam, sama zbitost pa vpliva na možnost njihove rasti in vejanja ter posledično osvajanja virov hranil (Medved *et al.* 2011).

2. Koreninski sistemi pri gozdnem drevju

Koreninski sistemi rastlin po strukturi in načinih rasti med seboj niso enaki. Prvo možnost delitve lahko naredimo med obema glavnima skupinama rastlin - enokaličnicami in dvokaličnicami. Pri enokaličnicah se koreninski razvoj začne s 3 do 6 primarnimi koreninami, ki rastejo v globino. Kasneje se na obodu pojavijo nodalne ali drugotne korenine, ki rastejo v vse smeri. Izgled koreninskega sistema je šopast, premeri korenin pa večinoma majhni. Pri dvokaličnicah, med katere spadajo drevesa, se ob začetku klitja oblikuje značilna glavna korenina, ki se kasneje razvejuje v stranske. Glavna korenina se pri nekaterih vrstah hitro razveji ali celo odmre, tako da ima lahko tak koreninski sistem bolj šopast izgled. Vendar pa korenine pri dvokaličnicah dosegajo veliko večje premere kot korenine enokaličnic. Pri ravnanju s koreninskim sistemom sadik drevja se pogosto pojavljajo poškodbe glavne korenine (slučajne ali celo kot oblika nege), ki lahko značilno vplivajo na uspešno zakoreninjanje rastlin pri presajanju in na dolgotrajno uspešno rast.

Koreninske sisteme drevesnih vrst zmerne podnebja lahko glede na razrast delijo na tri skupine (Larcher 2003):

- Koreninski sistem z glavno (globinsko) korenino (*Abies*, *Quercus*, *Fraxinus*, *Ulmus*). Te vrste večinoma koreninijo zelo globoko.
- Srčast koreninski sistem: glavna korenina kmalu odmre, ali pa se zelo razveji. Premer korenin zelo hitro pade. (*Fagus*, *Carpinus*, *Acer*, *Tilia*)
- Koreninski sistem z iskalnimi koreninami (*Populus*, *Salix*): debelejšje korenine rastejo plitko pod površjem tal, v globino rastejo iskalne korenine.

Delitev je splošna in temelji na t.i. »idealnih« koreninskih sistemih. V naravnih pogojih na razrast koreninskega sistema vpliva več dejavnikov: vrsta tal, klimatske razmere, vpliv ostalih organizmov v ekosistemu. Ti dejavniki lahko arhitekturo koreninskega sistema precej preoblikujejo.

2.1. Prostorska razporeditev korenin gozdnega drevja in njihova masa

Študij rasti, razporeditve in biomase korenin gozdnega drevja ni enostavna naloga, saj so koreninski sistemi veliki in skriti v tleh. Schenk in Jackson (2002) sta analizirala podatke 475 izkopov talnih profilov pri katerih sta analizirala tudi korenine. Za posamezne biome sta določila na kateri globini se nahaja 50 in 95 % korenin. Ugotovila sta, da vsaj 50% koreninske biomase v vseh biomi najdemo do globine tal 30 cm. 95 % korenin pa je razporejenih v zgornjem 1,5 m tal. Z globino koreninjenja sta povezala dolžino rastne sezone, letno potencialno evapotranspiracijo (PET), količino padavin, padavinski presežek, zemljepisno širino in debelino organskega horizonta. Razlike so tudi glede na teksturo tal. Peščena tla imajo višjo maksimalno globino koreninjenja kot ilovnata ali glinasta tla. Debelejši kot je organski horizont, manjša je globina koreninjenja (Železnik 2006). Največ koreninskih poškodb pri urbanem drevju nastane prav zaradi zbijanja zgornjih plasti tal, ki vsebujejo večino drobnih korenin, ki imajo glavno vlogo v privzemu vode in hranil.

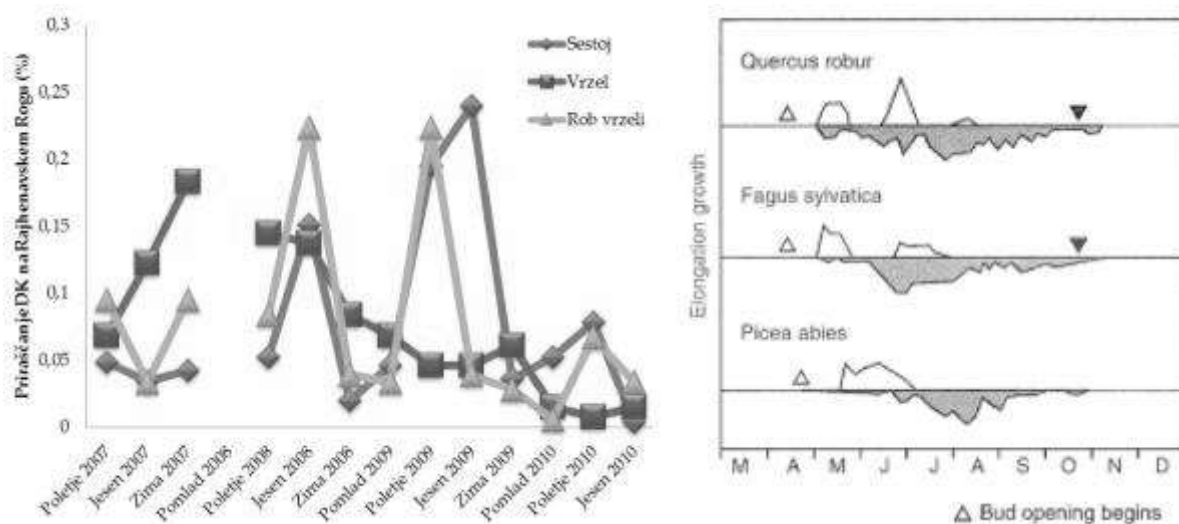
Horizontalna razporeditev korenin v tleh je raznolika, kot so raznolike razmere v tleh, saj korenine ne rastejo v naprej določeni smeri, ampak pretežno v smeri virov hranil in/ali vode. Koreninski sistem drevesa se tako v iskanju hranil in vode lahko razširja veliko dlje od oboda drevesne krošnje. Drobne korenine različnih dreves se lahko prepletajo v istem volumnu tal daleč stran od dreves, ob samih deblih pa najdemo samo več kot 10 cm debele korenine (Perry 1982). Za zagotavljanje dolgotrajnega uspevanja drevnine in minimalne škode na infrastrukturi zaradi koreninskih sistemov je pri umeščanju dreves v urbano krajino pomembno, da se koreninskemu sistemu zagotovi dovolj prostora in s hranili bogato zemljino v bližini debla.

Drevesa za rast in razvoj korenin porabijo do 50 % svoje letne primarne bruto produkcije (Janssens *et al.* 2002). Med vsemi ekosistemi je največja masa korenin v gozdnih ekosistemi (do 5 kg/m²). Drobne korenine, tj. korenine s premeri do 2 mm, predstavljajo 10 do 20 % mase vseh korenin (Jackson *et al.* 1997). V Sloveniji smo izmerili maso drobnih korenin v različnih gozdnih ekosistemi: v dinarskih gozdovih jelke in bukve je bila izmerjena masa drobnih korenin od 0,6 do 1,2 kg/m² (Železnik 2013). Povsem drugače je na kmetijskih površinah, kjer praviloma izmerimo manjšo biomaso korenin. Najmanjše vrednosti, pogosto pod 1,5 kg/m² so objavljene za poljske površine porastle z enoletnimi kulturami (Jackson *et al.* 1996).

2.2. Dinamika rasti in razvoja korenin

Koreninski sistem se na spremembe v okolju odziva z neprestano rastjo in odmiranjem najtanjših delov koreninskega sistema, ti. drobnih korenin, ki so v splošnem tanjše od 2 mm. Pravilno delovanje

koreninskega sistema je za proces fotosinteze in preživetje dreves prav tako pomembno, kot so ostali deli rastlin, v katerih se vrši fotosinteza. Za razliko od nadzemnih delov v zmernem podnebju korenine gozdnih dreves (lahko) rastejo preko celega leta (levi graf na sliki 1) oziroma takrat, kadar so za to v tleh ugodne razmere in za rast obstaja fiziološka potreba v rastlini (Železnik 2013). Predvsem starejši podatki tovrstne rasti praviloma niso zaznali ali niso upoštevali, kar lahko vidimo iz več starejših objav (desna shema na sliki 1).



Slika 1: Levi grafikon = Medletna rast drobnih korenin (DK; premeri < 2mm) bukve v dinarskih jelovo-bukovih gozdovih; desna shema = shema letnega cikla rasti drobnih korenin pri izbranih drevesih (povzeto po Larcher 2003).

Dinamika rasti korenin se med letom spreminja glede na razmere in potrebe dreves, kar je opazno v vrstno značilni razporeditvi obdobjev povečane aktivnosti korenin (slika 1). Kljub rasti preko celega leta (Železnik 2013) korenine začnejo intenzivneje rasti šele konec marca ali v začetku aprila pred olistanjem dreves. Rast v poletnih mesecih niha, lahko je bolj enakomerna ali pa se pojavijo značilna obdobja velike rasti. Rast se zelo upočasni do konca oktobra oz. začetka novembra. Raziskave v slovenskih gozdovih pa kažejo, da se rast korenin nikoli ne ustavi popolnoma.

Največji omejitveni dejavnik rasti korenin poleg pomanjkanja vode in zraka v tleh je temperatura tal. Optimalne temperature za rast korenin so v razponu 15 do 30 °C (Lyr, Garbe 1995), pri temperaturah pod 4 °C se rast ustavlja, dlje trajajoče temperature pod - 4 °C pa že povzročajo odmiranje korenin (Alvarez-Uria, Körner 2007). Tla v naravnih ekosistemih v Sloveniji med zimo redko zmrznejo globlje od nekaj cm, zato odmiranje zaradi nizkih temperatur v naravnih gozdnih ekosistemih zmernega podnebja pasu ni pogosto.

Nizke temperature pa lahko povzročajo poškodbe in odmiranje korenin gozdnih dreves v urbanih okoljih. Drevesa, gojena v urbani krajini, praviloma ne rastejo v tleh z ohranjeno slojevitostjo. V tovrstnih tleh pogosto primanjkuje ali je povsem odsoten zgornji, organski sloj, ki nudi zaščito pred mrazom. Za dolgoročno preživetje in uspešen razvoj je potrebno v mestih rastoča drevesa primerno zaščititi pred nizkimi temperaturami s primerno izolacijo oz. s premikanjem dreves v mrzli dobi leta iz izpostavljenih mest na bolj zaščitena.

3. Funkcije korenin

3.1. Podpora in sidranje

Sidranje drevesa v tla (gosto prepletena mreža tankih korenin) in podpora nadzemnim delom (ogrodje, oblikovano iz zelo debelih korenin) sta dve od primarnih funkcij koreninskega sistema. Drevesa se aktivno odzivajo na mehanski stres in v izogib izkoreninjenju prilagajajo obliko koreninskega sistema. Spremembe vključujejo morfološke, anatomske, fiziološke in biokemijske lastnosti koreninskega sistema. Rezultati raziskav nakazujejo, da so drevesa glede na vrsto bolj ali manj sposobna kadarkoli in kjerkoli vzdolž glavne korenine v vaskularnem kambiju spodbuditi razvoj usmerjenih lateralnih korenin, ki izboljšajo ukoreninjenost v tleh (Chiatante *et al.* 2007). Zaradi tega so posamezne vrste zelo uporabne za ekološki inženiring: pri sidranju tal in za stabilizacijo rečnih brežin, nasipov, plazišč, ipd. (Reubens *et al.* 2007). V Sloveniji pogosto opažamo predvsem plazenje tal ali poškodbe brežin, vse omenjene težave so na gozdnih površinah dosti redkejša in/ali manj obsežna, kot na antropogenih tleh.

3.2. Absorpcija vode in hranil

Ena od bistvenih vlog korenin je tudi privzemanje hranil in vode. Gole korenine lahko v zapletenih kemičnih procesih privzemajo vodo in hranila s talnih delcev. Ti procesi le redko potekajo brez sodelovanja drugih skupin organizmov. V procese privzemanja in prenašanja hranil in vode so največkrat vključeni številni simbioti, na primer mikoriza, ki deluje kot organi za privzem, ki poleg samega privzema in transporta do koreninskih celic zagotavljajo tudi povečano absorpcijsko površino, boljši izkoristek razpoložljivih virov hranil in vode ter povečujejo dostopnost do virov, ki bi bili goli korenini drevesa sicer nedostopni. Pri tem si tako glive v sožitju kot tudi same korenine lahko pomagajo z različnimi izločki, ki omogočajo prilagajanje bližnje okolice korenin in simbiotskih organizmov (t.i. rizosfere oz. mikorizosfere) v svoj prid, bodisi s spreminjanjem pH, aktivnim privzemom hranil ali izločanjem posebnih snovi za vezavo točno določenih elementov v tleh (na primer siderofori za privzem železa).

3.3. Založni organ

Korenine pri drevesih predstavljajo velik založni organ za organske snovi. Velika večina hranil, potrebnih za spomladanske razvojne procese pred olistanjem, prihaja ravno iz korenin.

3.4. Vzpostavljanje trajnejših ekoloških razmerij s talnimi organizmi in sosednjimi rastlinami

Drevesa vzpostavljajo večino talnih ekoloških razmerij v območju rizosfere oz. mikorizosfere (Lynch, de Leij 2001). Rizosfera je del tal, kjer drevesne korenine tla in talni organizmi vstopajo v interakcije. Korenine večine domačih gozdnih drevesnih in grmovnih vrst v naravnem okolju vzpostavljajo sožitje s hifami mikoriznih gliv, zato se namesto termina rizosfera pogosto uporablja termin mikorizosfera, to je rizosfera mikoriznih korenin.

- **Mikoriza** (iz grško - mykos = gliva, riza = korenine)

Mikoriza je simbioza (sožitje) gliv in korenin višjih rastlin na, v in okoli katerih te glive živijo. Le približno 10% rastlin v naravnih ekosistemih je nemikoriznih (Brundrett 2009). Te za prilagajanje zahtevam življenjskega okolja uporabljajo druge prilagoditve: parazitizem, mesojedost, grozdaste korenine ipd. Drevo ima preko glivnega partnerja olajšan dostop do fosforja, dušika in drugih

mineralov. Povečan je privzem vode, boljša zaščita pred koreninskimi patogeni in herbivori ter vplivom težkih kovin. Preko glivnega micelija lahko drevo komunicira s svojimi sosedi. Gliva pa od drevesa dobi v fotosintezi sintetizirane ogljikove hidrate, vitamine in razne druge snovi, ki jih sama težko sintetizira (Kraigher 1996).

Najbolj pogoste oblike mikorize so **arbuskularna mikoriza** (gliva se vrašča v koreninske celice), **ektomikoriza** (najbolj pogosta pri gozdnem drevju, gliva tvori glivni plašč na površini korenine) in mikorize, vezane na specifične rastlinske rodove (npr., orhidejska, erikoidna mikoriza ipd.) (Kraigher 1995).

Uporaba mikoriziranih sadik rastlin je v Sloveniji le točkovno prisotna. V tujini so znane mikorizirane sadike kulturnih rastlin kot so jagode, paradižniki, detelja ipd. Močno je prisotna tudi uporaba drevesnih sadik, na katerih so kolonizirane različne vrste gomoljik.

- **Simbiotska fiksacija dušika**

Ekološko gledano je fiksacija dušika za fiksacijo CO₂ drugi najpomembnejši biološki proces na Zemlji. Fiksacija dušika je vezana na simbiotske bakterije (npr. rodovi *Azotobacter*, *Rhizobium*, cianobakterije, aktinomicete), ki živijo kot simbionti v posebnih gomoljih na koreninah rastlin (npr. siva jelša ali metuljnice – graf, fižol, detelja) ali pa so prostoživeče in rastline z njimi sodelujejo preko izločkov (Vacheron *et al.* 2013).

- **Zraščanje korenin**

Fenomen zraščanja korenin istih drevesnih vrst je poznan že dolgo (Perry 1982). V tleh z veliko koncentracijo korenin različnih osebkov iste vrste pride do zraščanja korenin – med drevesi poteka izmenjava vode, hranil ipd. Preko korenin poteka tudi transport snovi, ki jih izločajo napadena ali obolela/oslabiljena drevesa. Tako se lahko sosednja drevesa pripravijo na škodljivce.

3.5. Zaznavanje okoljskih stresov

Koreninski sistem kot rastlinski organ zaznava spremembe razmer v tleh, se na njih prilagaja ali aktivno deluje v smeri prilaganja razmer v tleh svojim potrebam. Preko hormonalnega sistema vpliva na delovanje ostalih delov rastline. Zaradi tega je drevesni koreninski sistem z mikorizo dober indikator razmer in/ali sprememb v tleh oz. bioindikator (mikobioindikator).

3.6. Korenine kot ponor ogljika v tleh

Drevesne korenine letno prispevajo od 14 do 27 t C ha⁻¹ k talni zalogi ogljika v gozdnih ekosistemih (Brunner, Godbold 2007). Zaradi tega slovenski gozdovi zaenkrat še predstavljajo ponor ogljika. Večji del omenjenega ogljika je v odmrlih delih rastlin. Podnebne spremembe v prihodnosti bi lahko pospešile odmiranje drobnih mikoriznih korenin in razpad odmrle organske mase v tleh, tako da bi se gozdovi lahko iz ponora spremenili v vir CO₂ (Grebenc, Kraigher 2009).

4. Literatura in viri

Alvarez-Uria, P. / Körner, C., 2007. Low temperature limits of root growth in deciduous and evergreen temperate tree species.- *Functional Ecology*, 21, 2, p. 211-218.

Brundrett, M., 2009. Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis.- *Plant and Soil*, 320, 1-2, p. 37-77.

Brunner, I. / Godbold, D. L., 2007. Tree roots in a changing world.- *Journal of Forest Research*, 12, 2, p. 78-82.

Chiatante, D./ Di Iorio, A. / Scippa, G. S., 2007. Modification of root architecture in woody plants is possible for the presence of two different mechanisms of lateral root production: The effect of slope in *Spartium junceum* L. seedlings.- *Plant Biosystems*, 141, 3, p. 502-511.

Grebenc, T. / Kraigher, H., 2009. Interakcije v mikorizosferi določajo dinamiko ogljika v ekosistemu bukovih gozdov.- *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 88, p. 1- 62.

Jackson, R. B./ Canadell, J./ Ehleringer, J. R./ Mooney, H. A./ Sala, O. E. / Schulze, E. D., 1996. A global analysis of root distributions for terrestrial biomes.- *Oecologia*, 108, 3, p. 389-411.

Jackson, R. B./ Mooney, H. A. / Schulze, E.-D., 1997. A global budget for fine root biomass, surface area, and nutrient contents.- *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 94, p. 7362-7366.

Janssens, I. A./ Sampson, D. A./ Curiel-Yuste, J./ Carrara, A. / Ceulemans, R., 2002. The carbon cost of fine root turnover in a Scots pine forest.- *Forest Ecology and Management*, 168, 1–3, p. 231-240.

Kraigher, H., 1995. Mikoriza nekaterih drevesnih in grmovnih vrst v Sloveniji = Mycorrhiza of some tree and shrub species in Slovenia.- In: *Prezrte drevesne vrste : zbornik seminarja : proceedings*, Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in gozdne vire, p. 127-138.

Kraigher, H., 1996. Tipi ektomikorize - taksonomija, pomen in aplikacije.- *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 49, p. 33-66.

Larcher, W., 2003. *Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups*, Springer.

Lynch, J. M. / de Leij, F., 2001. Rhizosphere.- In: *eLS*, John Wiley & Sons, Ltd.

Lyr, H. / Garbe, V., 1995. Influence of root temperature on growth of *Pinus sylvestris*, *Fagus sylvatica*, *Tilia cordata* and *Quercus robur*.- *Trees - Structure and Function*, 9, 4, p. 220-223.

Medved, M./ Bajc, M./ Božič, G./ Čas, M./ Čater, M./ Ferreira, A./ Grebenc, T./ Kobal, M./ Kraigher, H./ Kutnar, L./ Mali, B./ Planinšek, Š./ Simončič, P./ Urbančič, M./ Vilhar, U./ Westergren, M./ Krajnc, N./ Kušar, G./ Levanič, T./ Poljanšek, S./ Jurc, D./ Jurc, M./ Ogris, N./ Klun, J./ Premrl, T./ Robek, R./ Železnik, P./ Gričar, J. / Piškur, M., 2011. *Gospodarjenje z gozdom za lastnike gozdov.-, Kmečki glas*

Perry, T. O., 1982. The ecology of tree roots and the practical significance thereof.- *Journal of Arboriculture*, 8, 8.

Reubens, B./ Poesen, J./ Danjon, F./ Geudens, G. / Muys, B., 2007. The role of fine and coarse roots in shallow slope stability and soil erosion control with a focus on root system architecture: a review.- *Trees*, 21, 4, p. 385-402.

Schenk, H. J. / Jackson, R. B., 2002. The global biogeography of roots.- *Ecological Monographs*, 72, 3, p. 311-328.

Simončič, P./ Robek, R./ Mali, B./ Železnik, P. / Kraigher, H., 2010. Vpliv težke mehanizacije na procese v gozdnih tleh.- Kmečki glas, 67, p. 13-15.

Vacheron, J./ Desbrosses, G./ Bouffaud, M.-L./ Touraine, B./ Moëgne-Loccoz, Y./ Muller, D./ Legendre, L./ Wisniewski-Dyé, F. / Prigent-Combaret, C., 2013. Plant growth-promoting rhizobacteria and root system functioning.- *Frontiers in Plant Science*, 4.

Železnik, P., 2006. Vertikalna porazdelitev korenin lesnatih rastlin na izbranih vzorčnih ploskvah. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 15.

Železnik, P., 2013. Dinamika razvoja drobnih korenin gozdnega drevja kot indikator razmer v okolju: doktorska disertacija (Fine root growth dynamics of forest trees as indicator of environmental conditions: doctoral dissertation)Ljubljana, University of Ljubljana, Biotechnical faculty, 150 p.



OHRANJANJE GOZDNIH GENSKIH VIROV, SPOZNAVANJE PRILAGODITVENO POMEMBNIH GENSKIH ZNAKOV IN POMEN IZVAJANJA GENETSKEGA MONITORINGA GOZDOV

Gregor BOŽIČ¹, Marjana WESTERGREN², Domen FINŽGAR³, Ivan KREFT⁴,
Hojka KRAIGHER⁵

Izvleček

Drevesa so zaradi dolge življenjske dobe nenehno izpostavljena močnim večstranskim in spreminjajočim se razmeram življenjskega okolja. Velik genetski potencial je pogoj za njihovo prilagodljivost spremembam življenjskega okolja, razmnoževanje in preživetje. V prispevku prikazujemo značilnosti gozdnega drevja v primerjavi s kmetijskimi rastlinami, pomen genetske pestrosti v naravnih ekosistemih, metode za prepoznavanje prilagoditveno pomembnih genetskih znakov in vzpostavljanje sistema genetskega monitoringa gozdov v Evropi. V drugi polovici leta 2014 smo v Nemčiji, Sloveniji in Grčiji pričeli z izvajanjem šestletnega mednarodnega LIFE+ projekta, ki ga vodi Gozdarski inštitut Slovenije. V prispevku prikazujemo pomen projekta ter možnosti za sodelovanje pri njegovi izvedbi.

Ključne besede: gozd, gozdni genetski viri, prilagoditvena sposobnost, genetski označevalci, genetski monitoring, LIFE GEN MON

¹Dr., Oddelek za gozdno fiziologijo in genetiko, Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, gregor.bozic@gozdis.si

²Dr., Oddelek za gozdno fiziologijo in genetiko, Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, marjana.westergren@gozdis.si

³Univ. dipl. inž. gozd, Oddelek za gozdno fiziologijo in genetiko, Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, domen.finzgar@gozdis.si

⁴Akademik prof. dr., Oddelek za gozdno fiziologijo in genetiko, Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, ivan.kreft@gozdis.si

⁵Prof. dr., Oddelek za gozdno fiziologijo in genetiko, Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, hojka.kraigher@gozdis.si

1. Uvod

Pogosto slišimo, da sta kmetijstvo in gozdarstvo sorodni panogi. Obe spadata med primarne proizvodne panoge, imata velik pomen pri negi krajine, pri varovanju okolja in sta nepogrešljivi v eksistenci podeželja. Med obema panogama pa kljub temu obstaja velika načelna razlika: kmetijstvo temelji na ustvarjanju umetnih ekosistemov (njivske kulture, nasadi...), ki terjajo umetno vzdrževanje in znatna vlaganja, s čemer obremenjujemo tudi okolje. V gozdarstvu puščamo gozdu značaj naravnega ekosistema, ki se lahko ohranja sam, brez pomoči človeka. Z drugimi besedami, v kmetijstvu ne gre brez večjega odmika od naravnosti, v gozdu pa ta ni potreben, kar je prednost tako z energijskega kot biotskega vidika.

Gozdno drevje se s svojo dolgoživostjo, ko potrebuje do gospodarske zrelosti 100 in več let, močno razlikuje od kratkoživih kmetijskih rastlin, ki potrebujejo le nekaj mesecev od setve do žetve. Zaradi tega morajo drevesa iz leta v leto, iz generacije v generacijo, kljubovati raznovrstnim vremenskim, podnebnim in biotskim stresorjem brez pomoči agrotehnike in agrokemije, ki v umetnih kmetijskih ekosistemih zmanjšujeta tveganje za preživetje. Bistvo gozdarske etike in vodilo strokovnega dela v gozdarstvu mora biti zato usmerjeno v obzirno sonaravno gospodarjenje z gozdom z upoštevanjem načela trajnosti, predvsem genetske, da bi lahko zagotavljalo vse koristi gozda tudi za bodoče rodove.

2. Genetska pestrost gozdov

Gozdne drevesne vrste so razširjene v zelo različnih ekoloških razmerah, na katere so se v procesu naravne selekcije prilagodile. V povprečju imajo visoko genetsko pestrost. Znatni delež le-te je opazen znotraj populacij. Visoka genetska pestrost znotraj populacij predstavlja porazdelitev tveganja na različne genetske zasnove, kar omogoča populacijam na dolgi rok preživetje, pa čeprav del populacij zaradi različnih ujm in kalamitet ne bo preživel. Visoka genetska pestrost je torej pomemben mehanizem gozda, ki je potreben za zagotavljanje njegovega preživetja.



Slika 1: Pobočja Kučlja pri Grosupljem (747 m), 14. 4. 2007

Vir: Sinjur, 2007

Genetsko pestrost dreves je težko opazovati in kvantificirati. Najlažje jo opazujemo v obliki:

- fenološke različnosti,
- razlik v priraščanju,
- oblikovanosti debel,
- stopnji odpornosti na biotske in/ali abiotske škodljive vplive,
- polimorfizma alelov v populaciji in med populacijami.

Ohranjanje in negovanje genetske pestrosti gozdov je v okviru sonaravnega in trajnostnega gospodarjenja z gozdom nujno, ni pa enostavno. Že v osnovi je genetska pestrost gozda po vsem svetu ogrožena zaradi siromašenja več tisočletne dediščine naravne biološke evolucije. V preteklosti (in v večjem delu sveta še danes) gozd, ekosistemske funkcije, ki jih opravlja, in njegovi genski viri v praksi ne predstavljajo velike vrednosti.

Gozd, stabilnost gozda in njegovi genski viri so na svetovni ravni ogroženi predvsem zaradi:

- grobega eksploatacijskega in industrijskega gozdarstva,
- urbanizacije,
- požarov, krčitev in fragmentacije,
- izgube habitatov,
- premene avtohtonih gozdov z nasadi tujerodnih drevesnih vrst,
- nenadzorovane uporabe gozdnega semena,
- izginevanja in izgube krajevnih ras in avtohtonih populacij,
- klimatskih sprememb.

Glede na nepredvidljive spremembe življenjskega okolja v prihodnosti je nujno, da stabilnost in genetsko variabilnost gozdov ohranimo. Gozdni genski viri (GGV) so ogroženi kljub naravni obnovi sestojev, saj lahko antropogeni vplivi neposredno ali posredno vplivajo na biološko pestrost na ravni ekosistema, vrstne raznolikosti in genetske variabilnosti znotraj vrste (Muhs, 1997). Na nevarnost izgube genetske informacije skozi gojitvene in žlahtniteljske posege so opozorili že v sedemdesetih letih in to dokumentirali z raziskavami (Rotach, 1994). Tako je ohranjanje stabilnosti gozdnega ekosistema ena najpomembnejših nalog za znanstveno raziskovalno delo v gozdu in za gozdarsko prakso. Zahteva razvijanje koncepta trajnosti z upoštevanjem načel genetske trajnosti, kar pomeni varovanje gozdnih genskih virov in ohranjanje genetskega prilagoditvenega potenciala.

3. Spoznavanje prilagoditveno pomembnih genetskih znakov

Vse prilagoditvene odzive na spremenjene življenjske razmere, ki se pojavijo v obliki fizioloških in/ali morfoloških prilagoditvenih reakcij posameznih osebkov, opisujemo kot fiziološko prilagoditveno sposobnost ali plastičnost. V primerih, ko se vsi osebki populacije na takšen način ne morejo več prilagoditi, učinkujejo sile selekcije. Spremeni se genetska struktura populacije. Prilagoditev dela osebkov v populaciji na nove življenjske razmere okolja je možna le, če obstaja v sestoji prilagoditveni potencial v obliki genetske variabilnosti. Kadar je genetski potencial v danem obdobju pod selekcijskim pritiskom, ga označujemo kot prilagoditveni potencial. Če je ta funkcija dosežena šele po spremembah življenjskega okolja, govorimo o preadaptivnem potencialu. Ocena obeh potencialov se nanaša večinoma na direktna opazovanja. Da bi ju lahko spoznali, moramo uporabiti ustrezne genske označevalce, torej genotipske ali fenotipske znake, ki posredno ali neposredno odražajo razlike med genomi organizmov in/ali skupin organizmov. Taki genski označevalci so lahko metrični znaki, izoencimski označevalci ter molekulski označevalci.

Uporaba metričnih znakov je zaradi neposredne povezave z ohranjanjem sposobnosti prilagajanja pomembna zlasti pri žlahtnjenju (Muhs in Wühlisch, 1993) in pri spoznavanju učinkov prenosa gozdnega reprodukcijskega materiala (GRM) v nove, to je spremenjene življenjske razmere okolja (Mátyás in sod. 2009). Njihovo opazovanje zahteva dolga časovna obdobja, saj jih lahko spremljamo le v dolgotrajnih provenienčnih testih ali z vzajemnimi presaditvami. Za varovanje genetske prilagoditvene sposobnosti lahko uporabimo samo metrične znake, za katere poznamo interakcijo med genotipom in okoljem oziroma njihovo reakcijsko stopnjo, kar omogoča napoved odziva v drugih okoljih (Wühlisch in Muhs, 1986). V zadnjih dveh letih se pojavljajo težnje po uporabi orodij genomike za namene žlahtnjenja, predvsem za iglavce s sekvenciranim genomom (*Picea abies*, *Picea glauca*, *Pinus taeda*).

Molekula DNK v sebi nosi ogromno informacij, njena dolžina pa bi v razvitem stanju merila okoli 3 centimetre. Kljub temu je s prostim očesom ne moremo opaziti, saj je zavita v mikroskopsko majhne kroglice in shranjena v celicah. Pri gozdnih drevesnih vrstah so v preteklosti najpogosteje proučevali biokemijske oz. izoencimske genske označevalce (Hattemer in sod., 1993). Čeprav je z njihovo pomočjo možen vpogled le v majhen del celotne genske informacije, so tako pridobljene informacije zelo pomembne za opredeljevanje genskih virov (Hamrick in sod., 1991). Za širše interpretacije so potrebne dodatne raziskave soodvisnosti med vsakokratno genetsko variacijo (alel, genotip) in njenim fiziološkim vplivom, vendar o tem še vedno obstaja le malo raziskav. S prihodom rekombinantne DNK tehnologije v populacijsko genetiko sredi 80-ih let se je izbor genskih označevalcev, primernih za populacijsko genetske študije drevesnih vrst, izredno povečal. Molekulski označevalec je lahko katerokoli zaporedje DNK, ki ga lahko brez težav odkrijemo in katerega dedovanje lahko spremljamo. Prednost molekulskih označevalcev v primerjavi z metričnimi ali biokemijskimi je, da lahko genetsko informacijo spoznamo neposredno na ravni DNK. Pri proučevanju rastlinskih genomov prevladujejo jedrni in organelni mikrosateliti, RAPD (ang. random amplified polymorphic DNA) ter AFLP (ang. amplified fragment length polymorphism). Zadnja dva se v zadnjem desetletju skoraj ne uporabljata več. Vsak tip označevalcev ima prednosti in slabosti, zato njihovo izbiro v največji meri narekuje specifična aplikacija (Božič in sod., 2000).

4. Ohranjanje gozdnih genskih virov

Poznavanje različnih modelov in konceptov nudi možnost izbire primernih metod za izbor in formalno ohranjanje genskih virov. Ker na izvajanje in uspeh varstvenih ukrepov lahko vpliva veliko dejavnikov, mora odločitev o ohranjanju genskih virov temeljiti na čimbolj objektivnih kriterijih. Pri ohranjanju GGV izbiramo metode za njihovo opredelitev, varstvene ukrepe in oblike ohranjanja glede na postavljeni cilj. V primerih, ko se kot cilj postavlja ohranjanje genetske prilagoditvene sposobnosti, mora biti temu ustrezno izbran tudi biološki material - genski vir, ki kaže določene ali posebej za prilagajanje pomembne genetske znake. Ko so ti znaki proučeni in genetski viri opredeljeni, sledi preverjanje možnosti za ohranitev teh genskih virov glede na postavljeni cilj.

Genske vire lahko ohranjamo s statičnimi in dinamičnimi postopki, *ex situ* ali *in situ* (Koski in sod., 1997). Prevladuje soglasje, da so za ohranitev prilagoditvene sposobnosti najprimernejši dinamični postopki *in situ*.



Slika 2: Mrazišče Smrekova draga (1408 m) pod vrhom Snežnika, 21. 5. 2005
Vir: Sinjur, 2005

Pri ohranjanju GGV moramo upoštevati tudi učinke in procese, ki lahko vplivajo na dinamiko spreminjanja genetske variabilnosti. Tu mislimo predvsem na velikost populacije, njeno reprodukcijsko sposobnost in heterogenost okolja. Posebej pomembno je tudi dejstvo, da ohranjanje in varovanje GGV ne pomeni izključitve gospodarjenja z gozdom, le vsak ukrep je potrebno premisliti z vidika njegovih posledic na genetsko pestrost in strukturo populacije izbrane drevesne vrste ali skupine vrst. Priporočljivo je preveriti še uspeh ohranitvenih ukrepov. To pomeni sposobnost populacije za regeneracijo (sposobnost trajnega uspevanja te populacije na danem rastišču, torej generativno ali vegetativno razmnoževanje). V primeru ohranjanja *in situ* to opravimo z raziskavo genetske strukture potomstva posamezne varovane populacije. Za ohranjanje genetske variabilnosti in prilagoditvenega potenciala, ki poleg vsega predstavljata še ključne sestavne dele biološke raznovrstnosti, moramo biti sposobni še pravočasno zaznati vpliv učinkov in procesov, ki lahko v življenjski dobi populacije spremenijo stopnjo njene genetske pestrosti in genetske strukture. Pravočasno moramo tudi preveriti sposobnost za regeneracijo gozdnih genskih virov v času in prostoru. To lahko dosežemo le z monitoringom genetske pestrosti gozdov.

Gozdna genetika je torej osnovna in sestavna komponenta gospodarjenja z gozdom. Njene naloge so predvsem:

- izvajanje nalog v gozdnem semenarstvu,
- spoznavanje populacij avtohtonih gozdnih drevesnih vrst in njihovih gozdnogojitvenih posebnosti,
- preizkušanje različnih gojitvenih postopkov s stališča ohranjanja genetske pestrosti, genetske strukture in v izogib inbridingu,
- oblikovanje strategij za ohranitev ranljivih GGV pred izginevanjem,
- vzpostavitev mreže gozdnih genskih rezervatov za dinamično ohranjanje naravne genetske pestrosti *in situ*,

- spremljanje dinamike spreminjanja genetske variabilnosti gozdov (monitoring genetske pestrosti) z namenom pravočasnega ukrepanja.

5. Primeri izvajanja nalog v gozdni genetiki

5.1. Gozdno semenarstvo

Izločanje ustreznih semenskih sestojev in pridobivanje genetsko pestrega GRM v teh sestojih mora slediti ne samo gospodarskim zahtevam po kvalitetnem lesu v bodočih sestojih, temveč (zaradi ohranjanja sposobnosti prilagajanja spremembam v okolju) predvsem genetskim zakonitostim. Tako mora biti v semenskih sestojih prisotno zadostno število semenjakov (nadvladajočih in sovladajočih dreves, ki cvetijo, se medsebojno oprašujejo in se jih uporablja za pridobivanje semena) v zadostni medsebojni oddaljenosti v izogib družinskim genetskim strukturam in posledično inbridingu, manjši prilagoditveni sposobnosti in vitalnosti dreves. Tudi seme moramo nabirati iz zadostnega števila dreves, da zagotovimo primerno genetsko pestrost v sestojih, osnovanih iz nabranega semena. Pomembno je paziti tudi na izvor GRM. Kljub različnim vidikom še vedno velja, da je uporaba lokalnega GRM najbolj zaželen. Pri zagotavljanju primerneGA izvora GRM je v veliko pomoč certifikacija GRM. Ta je predpisana v Pravilniku o potrdilih in glavnih spričevalih za gozdni reprodukcijski material (2003, 2004, 2012) in je bila na Gozdarskem inštitutu Slovenije (GIS) razvita za smreko (Westergren in sod., 2010). Temelji na dodeljevanju neznane partije semena določenemu geografskemu območju na podlagi referenčnih vzorcev, nabranih s posameznih dreves ob nabiranju semena v semenskih letih. Referenčne vzorce hranimo v semenski banki GIS. Cena tovrstne certifikacije z molekulskimi metodami je na prvi pogled visoka, vendar so kasnejši finančni in ekološki izpadi zaradi sadnje neprimerne provenience precej višji. Tak prostovoljen način certifikacije GRM je zaživel na Bavarskem, kjer je lastnik gozda pripravljen plačati ceno semena s certificiranim izvorom, ker to pomeni boljši uspeh sadnje, hitrejše priraščanje in boljšo kvaliteto lesa. Takšen način certifikacije s pravilniki pa je predpisan v Avstriji in Sloveniji.

5.2. Karakterizacija semenskih plantaž: identifikacija klonov poljskega jesena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) na semenski plantaži Hraščica

Analiza klonov (neaktivne) semenske plantaže poljskega jesena Hraščica, osnovane spomladi leta 1989 na površini 1,70 ha, je odkrila neujemanje klonov na plantaži, s tistimi v načrtu plantaže. Namesto 40- je bilo na semenski plantaži identificiranih le 30 klonov. Od teh 30- klonov tudi niso bili vsi poljski jesen. Dva klona sta se izkazala za veliki jesen, eden pa za križanca (Westergren in sod., 2013). Raziskava je poudarila pomembnost sledljivosti GRM od njegovega nabiranja pa vse do saditve pri osnovanju plantaž. Preverjanje identitete klonov je smiselno predvsem v začetnih fazah osnovanja, dokler posamezne klone še lahko presajamo oz. po potrebi dopolnjujemo.

5.3. Ohranjanje gozdnih genskih virov jesenov

GGV velikega in poljskega jesena so zelo ogroženi zaradi napada invazivne glive *Hymenoscyphus fraxineus* (anamorf *Chalara fraxinea*), ki je v Evropo prišla leta 1992, najverjetneje iz Azije. Po ocenah strokovnjakov iz Poljske in Danske kaže znake odpornosti med 5 % in 20 % dreves. V skandinavskih

državah trenutno potekajo akcije identifikacije odpornih dreves za žlahtniteljske programe. V Sloveniji puščamo drevesa, ki kažejo znake odpornosti, v gozdu, za nasemenitev.

5.4. Ohranjanje gozdnih genskih virov smreke

Izoencimska genetska diferenciranost avtohtonih populacij smreke z njenih naravnih rastišč v Sloveniji in na Hrvaškem je razmeroma majhna. Rezultati študije (Božič in sod., 2003) nakazujejo geografsko združevanje populacij v dve skupini: Alpsko skupino s Trnovskim gozdom in osrednje dinarsko skupino. Skupini se na območju Snežnika tudi prekrivata. Obnavljanje smrekovega sestoja z naravnim pomlajevanjem zagotavlja trajnost ohranjanja GGV smreke in je v primeru večjih pomladitvenih jeder tudi zagotovilo za neprekinjeno ohranjanje njene prilagoditvene sposobnosti (Božič 2005). Odločitve, ki bi jih oblikovali na osnovi rezultatov teh raziskav, morajo pri ohranjanju gozdnih genskih virov smreke *in situ* upoštevati naslednje: i) populacije osrednjega dinarskega fitogeografskega prostora obravnavamo ločeno od populacij alpskega fitogeografskega območja; ii) najmanjša izbrana enota za ohranjanje GGV smreke mora zagotavljati možnosti trajnega prenosa genskih virov na naslednjo generacijo z naravnim pomlajevanjem.

5.5. Preizkušanje različnih gojitvenih postopkov s stališča genetike

Sonaravno spolnjenjeno skupinsko postopno gojenje gozdov je imelo zanemarljiv vpliv na genetsko pestrost populacije bukve z Osankarice na Pohorju, preučevano na šestnajstih (16) mikrosatelitnih lokusih (Westergren in sod., 2014). V primerjavi s pragozdnim rezervatom so bili genetski procesi v gospodarjenem gozdu dobro ohranjeni.

5.6. Monitoring genetske pestrosti gozdov

Monitoring genetske pestrosti gozdov je sestavni del gospodarjenja z GGV (Koskela in sod., 2013). Predstavlja orodje za oceno relevantnih sprememb v vrstni / populacijski prilagoditveni in nevtralni genetski variabilnosti v času. Temelji na kazalnikih, ki jih merimo z verifikatorji - parametričnimi podatki. Služi lahko kot opozorilni sistem za oceno odziva vrst na spremembe v okolju na dolgi rok. Najbolj relevantne zasnove sistema monitoringa genetske pestrosti so razvili Namkoong in sod. (1996, 2002), Aravanopoulos (2011), Konnert in sod. (2011) in Aravanopoulos in sod. (2014). Namkoongov koncept se je izkazal za delovno prezahtevnega in predragega. Ostali (izjema je pilotna študija nemškega sistema na Bavarskem) niso bili izvedeni v praksi. Sistematičnega monitoringa genetske pestrosti gozdov tako zaenkrat ne izvajamo še nikjer, kljub dejstvu, da je genetska variabilnost osnovna komponenta biodiverzitete in omogoča prilagajanje vrst / populacij na spremembe v okolju.

6. Predstavitev projekta Lifegenmon

Julija 2014 smo začeli z izvajanjem šestletnega LIFE+ projekta LIFEGENMON (LIFE for EUROPEAN FOREST GENETIC MONITORING SYSTEM) z namenom razvoja evropskega sistema monitoringa genetske pestrosti gospodarskih gozdov na transektu od Nemčije do Grčije. V projektu sodeluje šest partnerjev iz treh držav (Nemčije, Slovenije, Grčije). V projekt so vključeni tudi predstavniki držav med Nemčijo in Grčijo (Avstrija, Hrvaška, Srbija, Bosna in Hercegovina, Makedonija). V Sloveniji v

projektu sodelujejo Gozdarski inštitut Slovenije, ki je vodilni partner projekta, Zavod za gozdove Slovenije in Zavod Center za informiranje, sodelovanje in razvoj nevladnih organizacij.

V projektu bomo osnovali raziskovalne ploskve za monitoring genetske pestrosti dveh drevesnih vrst: bukve in jelke. Po ena ploskev za bukev in ena za jelko bosta osnovani v treh državah partnericah v projektu. Skupno jih bo 6. Na ploskvah se bo izvajal monitoring genetske pestrosti. V prvem letu projekta bo potekalo prvo, osnovno vzorčenje odraslih dreves, mladja in semen za potrebe molekulskih analiz. Po preteku štirih let bomo ponovno vzorčili mladje. Na ploskvi genetskega monitoringa bomo spremljali tudi demografske kazalnike, ki predstavljajo kazalce prilagojenosti populacije na obstoječe ekološke razmere (porazdelitev razvojnih faz, prisotnost in obilje pomladka, cvetenje in semenenje, mortaliteto in reproduktivni fitnes) v 2 do 10-letnih intervalih.

Raziskovalne ploskve bomo ohranili tudi po zaključku trajanja projekta, z namenom, da bi monitoring genetske pestrosti postal stalnica in prispeval pomembne podatke, ki bi omogočili določanje in izvajanje gozdnogojitvenih ukrepov v luči ohranjanja in gospodarjenja z genetsko pestrostjo. Lokacija ploskev bo postala »dislocirani razvojni center« za monitoring genetske pestrosti. Same ploskve bodo opremljene z informacijskimi tablamami in v času trajanja projekta precej obiskane za potrebe izobraževanja gozdarskih strokovnjakov in javnosti (šol in vrtcev, nevladnih organizacij, interesnih združenj idr.).

Cilji projekta LIFE GENMON so:

- definiranje optimalnih kazalnikov in verifikatorjev za monitoring sprememb v genetski pestrosti v času na transektu od Nemčije do Grčije za dve izbrani drevesni vrsti / kompleks vrst: sestojni listavec (*Fagus sylvatica*) in sestojni iglavec (kompleks *Abies alba* / *A. borisii-regis*),
- priprava smernic za monitoring genetske pestrosti dreves za zgornji vrsti in dodatnih pet vrst, ki se razlikujejo v svoji biologiji in razširjenosti: *Populus nigra*, *Fraxinus excelsior*, *Pinus nigra*, *Prunus avium*, kompleks *Quercus petraea* / *Q. robur*,
- priprava priročnika za genetski monitoring,
- priprava sistema za pomoč pri odločanju za izbiro optimalne stopnje intenzivnosti monitoringa na podlagi potreb in sredstev,
- organizacija serije delavnic / treningov za gozdarski sektor, ki bodo izobrazile strokovnjake za izvajanje monitoringa genetske pestrosti gozdov na podlagi standardiziranih postopkov v svojih državah,
- priprava osnutkov za profesionalne dokumente / smernice za politike na nacionalni, regionalni in EU ravni za podporo razvoja smernic za evropsko gozdarstvo in varstvo biodiverzitete,
- razprava in širjenje znanja o varstvu, gospodarjenju in monitoringu genetske pestrosti dreves,
- oblikovanje mednarodne skupine gozdarskih strokovnjakov, ki delajo z GGV in njihovim monitoringom.

Spremljanje očem skritega dela gozda, ki poleg vsega s svojimi lastnostmi vpliva predvsem na dolgoročni razvoj gozdov, je na prvi pogled morda neprivlačno za naključnega obiskovalca ploskev genetskega monitoringa. Le z informiranjem o gozdni genetiki lahko obiskovalec spozna, da pred njim stoji gozd, ki s svojimi lastnostmi predstavlja enega najustrežnejših predstavnikov svojega tipa, na njegovem opazovanju pa bodo v prihodnosti sprejete odločitve za celotno Slovenijo in širše. Ko se obiskovalec zave pomena take ploskve, verjamemo, da jo bo ponovno obiskal in preveril kakšne so ugotovitve naših raziskav in katere dejavnosti načrtujemo v prihodnosti na njej.

Vse, ki vas je prispevek prepričal v pomembnost gozdnih genskih virov, vas zanima monitoring genetske pestrosti gozdov ali ste zainteresirani za obisk ploskev genetskega monitoringa ter udeležbo na načrtovanih delavnicah, vabimo, da se prijavite na diseminacijske aktivnosti projekta LIFE GEN MON na e-pošti boris.rantasa@gozdis.si.



7. Zahvala

Prispevek je nastal v okviru diseminacijskih aktivnosti LIFE+ projekta LIFE GEN MON. Projekt sofinancira Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije. Zahvaljujemo se vodstvu Višje strokovne šole za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje za povabilo k objavi prispevka. Za lektoriranje prispevka se zahvaljujemo prof. Sergeji Jekl. Hvala tudi Vladu Planinšku in Tjaši Baloh za koristne nasvete pri oblikovanju prispevka.

8. Viri in literatura

Aravanopoulos F.A. 2011. Genetic monitoring in natural perennial plant populations. *Botany* 89: 75–81

Aravanopoulos F.A., Tollefsrud M.M., Kätzel R., Soto de Viana A., Graudal L., Nagy L., Koskela J., Bozzano M., Pilipovic A., Zhelev P., Bozic G. 2014. Development of genetic monitoring methods for genetic conservation units of forest trees. EUFORGEN Working Group on Genetic Monitoring, Draft Report November 2013. Bioversity, Rome, Italy.

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

Božič, G., Konnert, M., Zupančič, M., Kraigher, H., Kreft, I. 2003. Genetska diferenciacija avtohtonih populacij smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) v Sloveniji, ugotovljena z analizo izoencimov. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 71:19-40, <http://eprints.gozdis.si/id/eprint/291>.

Božič, G. 2005. Genetski vidik naravne obnove smrekovega sestoja na nastali raziskovalni ploskvi Šijec na Pokljuki. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 77: 43-60, <http://eprints.gozdis.si/id/eprint/243>.

Hamrick J. L., Godt M., J., W., Murawski D. A., Loveless M. D. 1991. Correlations between species traits and allozyme diversity: Implications for conservation biology. V: Falk D. A. (ur.), Holsiger K. E. (ur.). *Genetics and conservation of rare plants*, Oxford University Press, New York: 75-86

Hattemer H. H., Bergmann F., Ziehe M. 1993. Einführung in die Genetik für Studierende der Forstwissenschaft: 492 str.

Konnert M., Maurer W., Degen B., Kätzel R. 2011. Genetic monitoring in forests – early warning and controlling system for ecosystemic changes. *IForest*, 4: 77-81, doi: 10.3832/ifor0571-004

Koskela J., Lefèvre F., Schöler S., Kraigher H., Olrik D. C., Hubert J., Longauer R., Bozzano M., Yrjänä L., Alizoti P., Rotach P., Vietto L., Bordács S., Myking T., Eysteinnsson T., Souvannavong O., Fady B., Cuyper B. de, Heinze B., Wühlisch G. von, Ducousso A., Ditlevsen B. 2013. Translating conservation genetics into management: Pan-European minimum requirements for dynamic conservation units of forest tree genetic diversity. *Biological Conservation*, 157: 39-49, doi: 10.1016/j.biocon.2012.07.023

Koski V., Skroppa T., Paule L., Wolf H., Turok J. 1997. Technical guidelines for genetic conservation of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). EUFORGEN, IPGRI, Rome: 42 str.

Mátyás, C., Bozic, G., Gömöry, D., Ivankovic, M., Rasztovits, E. 2009. Juvenile growth response of European beech (*Fagus sylvatica* L.) to sudden change of climatic environment in SE European trials. *IForest*, 2: 213-220, doi: 10.3832/ifor0519-002.

Muhs H. J., 1997. Characterisation, testing and use of forest genetic resources. V: Jurc M. (ur.), Hočevár, M. (ur.). Znanje za gozd: Zbornik ob 50. obletnici obstoja in delovanja Gozdarskega inštituta Slovenije, Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije: 331-340

Muhs H. J., Wühlisch G. von 1993. Research on the evaluation of forest genetic resources of beech – A proposal for a long range experiment. V: Muhs H. J. (ur.), Wühlisch G. von (ur.). The scientific basis for the evaluation of forest genetic resources of beech. Working document on the EC, DG 6, Brussels: 257-261

Namkoong G., Boyle T., Gregorius H. R., Joly H., Savolainen O., Ratman W. 1996. Testing criteria and indicators for assessing the sustainability of forest management: genetic criteria and indicators. Centre for International Forestry Research (CIFOR) Working paper No. 10, Bogor, Indonesia.

Namkoong, G., Boyle T., El-Kassaby Y. A., Palmberg - Lerche C., Eriksson G., Gregorius H -R., Joly H., Kremer A., Savolainen O., Wickneswari R., Young A., Zeh-Nlo M., Prabhu R., 2002: Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management: Assessment and Monitoring of Genetic Variation. FGR 37. FAO

Pravilnik o potrdilih in glavnih spričevalih za gozdni reprodukcijski material. Ur. l. RS št. 11/2003, 19/2004, 55/2012

Rotach P. 1994. Genetische Vielfalt und praktische forstliche Tätigkeit: Probleme und Handlungsbedarf. *Schweiz. Z. Forstwes.*, 145: 999-1020

Wühlisch G. von, Muhs H. J. 1986. Frühtests für die Vorhersage Wertbestimmender Merkmale. *AFZ*, 41: 1299-1302

Westeregren M., Konnert M., Brus R., Kraigher H. 2010. Kakovostno seme - kakovostni proizvodi. *Les*, 62, 5: 142-148

Westeregren M., Božič G., Köves I., Kraigher H. 2013. Identifikacija klonov poljskega jesena (*Fraxinus angustifolia* Vahl.) na semenski plantaži Hraščica (Slovenija) z genetskimi metodami. *Les*, 65, 1-2: 21-29

Westeregren M., Božič G., Ferreira A., Kraigher H. 2014. Insignificant effect of management using irregular shelterwood system on the genetic diversity of European beech (*Fagus sylvatica* L.): A case study of managed stand and old growth forest in Slovenia. *Forest Ecology and Management*, v tisku, doi: 10.1016/j.foreco.2014.09.026.

EKOLOŠKE ZNAČILNOSTI VISOKODEBELNIH JABLAN

Dr. Tanja Bagar

Javno podjetje Center za ravnanje z odpadki Puconci d.o.o.

Raziskovalna skupina Zeleni rudnik Pomurja

Vaneča 81 B, 9201 Puconci

tanja.bagar@cerop.si

Izvleček

Visokodebelne jablane in sadovnjaki predstavljajo edinstven ekosistem. Šele po hitrem upadu števila visokodebelnih jablan in ekstenzivnih sadovnjakov se je pokazala njihova resnična vrednost in pomen, predvsem iz ekološkega vidika. Ta izjemen habitat s svojimi značilnostmi nudi zatočišče – refugij številnim vrstam, zanimivo pa je da nudi dom tudi mnogim ogroženim vrstam.

Ključne besede: visokodebelne jablane, ekstenzivni sadovnjaki, refugij, biotska pestrost

1. Uvod

Nasadi dreves z užitnimi sadovi so znani že vsaj 3.500 let, saj so omenjeni že v najstarejših tekstih, jabolka pa so uživali in celo shranjevali pečke že pred 8.000 leti v Jerihu. Kot vse kaže jabolko izvira iz Azije, po mnenju nekaterih iz območja današnjega Kazahstana. Zanimiva je večplastna vloga oziroma simbolika, ki jo igra jabolko v mnogih starodavnih mitologijah in izročilih.

Najverjetneje je uporaba jabolk doživela svoj razmah s širitvijo Rimskega cesarstva, zagotovo pa je jabolko nekaj običajnega že v prvih stoletjih našega štetja. Verjetno so se – podobno kot danes –s kultiviranjem sadja ukvarjali tudi menihi v samostanih nekaterih redov. To priča tudi o tem, da so skozi celotni srednji vek s sajenjem jablan poskušali vsaj delno omiliti lakoto med prebivalstvom, ki si sadja ni moglo privoščiti. To je logično tudi zato, ker imajo stare sorte jablan razmeroma dolgo življenjsko dobo, so nezahtevne za vzdrževanje, odporna na mnoge rastlinske bolezni in imajo okusen ter obilen plod.

V bistvu lahko o travniških ekstenzivnih sadovnjakih govorimo kot o »klasičnih« sadovnjakih, saj do pred 50 – 60 let drugačnih niti ni bilo. Šele po drugi svetovni vojni so se z razmahom kemične industrije in okrepljenega kapitalističnega trga, ki je postajal vse bolj globalen, tudi na tem segmentu zgodile mnoge in drastične spremembe. Pojav večjih površin industrijsko-intenzivnih plantažnih nasadov tako zasledimo v 50-ih letih prejšnjega stoletja. Vse dotlej so na podeželju še bile dovolj pogoste tudi majhne in srednje velike kmetije, kar je pomenilo, da so tudi travniški ekstenzivni sadovnjaki bili še razmeroma zelo pogosti. Starost mnogih današnjih ekstenzivnih sadovnjakov kaže na to, da so jih zasadili prav takrat – torej v 50-ih in 60-ih letih prejšnjega stoletja, ko so te spremembe šele začele dobivati prave razsežnosti, oziroma ko posledice spremenjenih tržnih in družbeno-ekonomskih sprememb še niso bile zelo očitne. To po drugi strani pomeni, da so v tistem času njihovi lastniki še vedno verjeli, da imajo ti sadovnjaki svojo prihodnost v 70-ih in 80-ih letih 20.

stoletja (ali pa še pozneje), saj je ena od značilnosti teh sadovnjakov prav ta, da se jih ne sadi za dobo 10 ali 20 let, marveč za vsaj 50 let, pogosto še dlje.

Čas njihovega največjega razmaha sega torej vsaj dve stoletji v preteklost, ko je zlasti v tedanji Avstro-ogrski monarhiji prav sadjarstvo postalo pomemben del strategije zagotavljanja dostopnih virov hrane ter s tem preprečevanja lakote. V enem delu je posledica tega tudi razcvet sadjarstva kot stroke in števila novih sort, ki so bile pridobljene tudi z namenom, da dajejo svoj pridelek preko kar se da širokega časovnega pasu ter za različne namene. Tako je vseh sadnih sort, ki jih je takrat premogel srednjeevropski prostor, bilo zagotovo več tisoč: v to število so namreč prištete vse sorte jabolk, hrušk, sliv, češenj, marelic in drugih vrst sadja. Spekter je bil zelo širok, saj so nekateri plodovi bili zreli že julija, drugi šele novembra, nekateri so bili primernejši za presno uživanje, drugi so bili namenjeni bolj za predelavo v sokove, marmelade, žganja, kise in podobno. Določene sorte so bolje uspevale na nižjih legah, druge spet na višjih.

Travniški sadovnjaki so tako nekoč bili izredno pomemben in nepogrešljiv sestavni del skoraj vsake kmetije in s tem tudi ekstenzivne mozaične kulturne krajine. Že najmanjše med njimi so imele vsaj nekaj sadnih dreves, ki so zagotavljale različne koristi, zlasti kot vir hrane in pijače ter kot zaščita pred različnimi zunanjimi vplivi. Pogoji za uspevanje teh sadovnjakov so na različnih območjih Slovenije sicer različni, vendarle pa je moč ugotoviti, da so le-ti dovolj ugodni v večini naše domovine, z izjemo nekaterih območij, kot je na primer visokogorje. Z drastičnimi spremembami v agrarni politiki po drugi svetovni vojni, z naraščanjem industrijsko pridelane hrane, ki je bila dostopna v velikih količinah in po nizkih cenah, z migracijo ruralnega prebivalstva v mesta ter še zaradi nekaterih drugih vzrokov se je povsem spremenila ekonomija malih in srednje velikih kmetij. Ena izmed posledic je bila tudi opuščanje gospodarjenja s travniškimi sadovnjaki. V tem obdobju je bilo tako posekanih mnogo sadovnjakov ali pa so njihovi lastniki popolnoma opustili njihovo vzdrževanje.

2. Prezrta biotska pestrost visokodebelnih jablan

V zadnjih desetletjih je zanimanje za visokodebelne jablane vedno večje zaradi novih spoznanj o njihovem pomenu in zaradi mnogih pozitivnih učinkov, ki jih imajo tako za človeka z vidika zagotavljanja zdravih prehrabnih izdelkov, kot za prostor z vidika zagotavljanja ekoloških pogojev, ki so potrebni za ohranjanje naravnih ravnovesij in s tem tudi predstavljajo pogoj obstoja mnogih redkih in ogroženih živalskih vrst.

Po nekaterih ocenah je v Sloveniji še vedno okoli dva milijona visokodebelnih jablan, kar je kljub očitnemu trendu njihovega zmanjševanja še vedno razmeroma veliko. Natančne podatke je dokaj težko pridobiti, vendar je zdaj že več kot desetletje trajajoči projekt Kozjanskega parka med drugim pokazal, da je na tem območju od sprva ocenjenih 100.000 jablan le-teh polovico manj. Nekaj podobnega velja tudi za območje Krajinskega parka Goričko.

visokodebelnih jablan je pokazalo presenetljive rezultate. Ugotovili so, da je na enem samem drevesu prisotnih preko 350 živalskih vrst ter številne glive, alge, mahove in lišaji. Predvidevamo, da je mikrobna raznovrstnost še večja, vendar o tem še ni podatkov. Že ena sama visokodebelna jablana je zakladnica vrst, podatki o pestrosti življenja v sadovnjakih pa so še bolj presenetljivi. V enem ekstenzivnem sadovnjaku so našli 2500 do 3000 različnih vrst. Raziskave dr. Hammer-a na nemških ekstenzivnih sadovnjakih so pokazale prisotnost sledečih vrst:

- 21 vrst alg in lišajev,
- 261 rastlinskih vrst,
- 22 vrst kobilic,
- 307 vrst stenice,
- 867 vrst hroščev,
- 460 vrst kožekrilcev,

- 44 vrst mravelj,
- 292 vrst metuljev,
- 6 plazilskih vrst,
- 85 vrst ptic,
- 26 vrst sesalcev.

Presenetljivo pestrost za tako majhen habitat. Ko so podrobneje pogledali, katere vrste se najpogosteje pojavljajo, so našli še večje presenečenje. 20% ptic, 18.5% metuljev, 24.5% solitarnih čebel, 19.5% hroščev in 41% mravelj je bilo iz seznama ogroženih vrst. Zato so opisali ta ekosistem kot refugij, saj njegove ekološke značilnosti nudijo dom mnogim vrstam, še posebej varno zavetje pa najdejo ogožene vrste. V svetu, kjer smo priča izginetju biotske pestrosti na vsakem koraku, so ekosistemi, ki omogočijo preživetje tako velikemu številu vrst, še posebej ključnega pomena.

Raziskovanja visokodebelnih dreves in sadovnjakov pa je prineslo še druga pomembna spoznanja:

- so zakladnica bogatega genskega materiala,
- so prostor pomembnih rastlinskih vrst,
- pomembno vplivajo na značilnosti lokalne mikrokline,
- imajo pomemben protierozijski učinek,
- delujejo kot ekoton,
- predstavljajo pomembno zalogo hrane za nekatere prostoživeče živali,
- z njimi se lažje zaustavlja nezaželeno širjenje gozdnega roba,
- omogočajo ekološko stabilnost širšega okolja,
- stabilizirajo in soupravnavajo vodni režim,
- določajo puferske značilnosti tal,
- so indikator določenih okoljskih značilnosti,
- so potencialni refugij za mnoge vrste iz neposredne okolice.

Pomembni pa so navsezadnje tudi sociološko-kulturni vidiki ekstenzivnih sadovnjakov, ki hkrati predstavljajo pomembne argumente za njihovo varstva:

- v njih se simbolno odraža možno skladje med delovanjem človeka in naravo,
- so nepogrešljivi element estetike kulturne krajine,
- z njimi je povezana tradicija, izročila, šege in običaji,
- do njih imajo lastniki pogosto tudi močan čustveni odnos,
- so atraktiven prostor za sprostitev in rekreacijo,
- so trajna komponenta podobe domačije zmerno toplega pasu,
- predstavljajo poligon naravovarstvene, domoznanske vzgoje in izobraževanja.

Potrebno bi bilo še natančneje raziskati povezavo med visokodebelnimi sadovnjaki in netopirji, saj je vsaj za brkatega netopirja (*Myotis mystacinus*) že znano, da je aktiven tudi v sadovnjakih. Vse bolj se izpostavljajo tudi mravlje (*Formicidae*), kot tista družina žuželk, ki ima za dobro kondicijo tega habitata zelo velik, čeprav še vedno ne docela razjasnjen pomen. Med številnimi zanimivostmi iz živalskega sveta je tudi t.i. mravljinčenje – pojav, katerega si strokovnjaki ne znajo dobro razložiti – ko se nekatere vrste ptic drgnejo po perutih z mravljami. Morda je prisotnost ptic in mravljišč v mnogih sadovnjakih deloma povezana tudi s tem fenomenom. Vsekakor pa je prisotnost velikega števila mravelj v sadovnjakih že sam po sebi dokaz sonaravnega antropogenega habitata. Nesporo bi bilo naravovarstveno in strokovno utemeljeno načrtovati in izvesti natančnejše raziskave favne zgoraj navedenih skupin živali in v kolikor bi rezultati teh raziskav pokazali na visoko stopnjo biodiverzitete, to ne bi bilo nobeno presenečenje. Posebej velja izpostaviti solitarne (včasih imenovane tudi divje) čebele, med katerimi so mnoge med njimi zelo ogrožene, nekatere pa so že izginile iz slovenskega prostora. V Sloveniji je znanih čez 550 vrst, mnoge med njimi si ustvarijo dom v rovi v tleh ali v luknjicah v lesu, zlasti starejšem sadnem drevju. Ta skupina čebel namreč ne ustvarja družin ali panjev in za zarod poskrbi vsaka čebela posamič in to v ločenih kamricah rova. Niso vse enako

pomembne opraševalke visokodebelnih nasadov, vendar pa je med množico vrst veliko tudi takih, ki imajo svoj neposredni vpliv na življenje in razvoj visokodebelnih sadovnjakov.

Za mnoge vrste med njimi je zadostni pogoj njihove prisotnosti namreč že to, da površina ni poraščena z gozdom in da ni nobenega vnosa biocidov in umetnih gnojil v tla. Ker torej ne gre za klasično zasičenje tal z dušikovimi in drugimi hranilnimi snovmi, pa se z odpadom sadežev z dreves morda le spremenijo nekatere ekološke značilnosti v takšni meri, da to predstavlja specifičen in odločilen dejavnik znotraj visokodebelnih travniških sadovnjakov in vpliva na vrstno sestavo tal. Vsekakor je to tema, ki bi jo veljalo v prihodnosti še raziskati.

Rezultati, ki jih imamo iz Slovenije, Krajinskega parka Goričko leta iz 2013, pridobljeni prav v okviru projekta Upkač, so med drugim znova potrdili dolgo znano dejstvo: pomembno je vsako visokodebelno sadno drevo. Smrdokavra – Upkač je v ptičja vrsta, ki v Sloveniji gnezdi prav v visokodebelnih drevesih, predvsem jablanah. Populacija smrdokavre je v nadaljnjem upadanju, morda se trend sicer le nekoliko zaustavlja, so pa zato med redkimi najdenimi gnezdi smrdokavre na območju Goriškega tudi take, ki so v osamljeni stari jablani sredi polja (DOPPS, 2013). To kaže na izjemen pomen prizadevanj za ohranitev tudi takih zelo majhnih habitatov (mikrohabitatov).

3. Zaključek

Kljub nadaljevanju zmanjševanja števila visokodebelnih dreves oziroma nasadov nasploh, pa jih je v prostoru še vedno dovolj veliko, da se na njihovi osnovi lahko uspešno pristopi k projektu oživljanja in ponovnega večanja. Zlasti v zavarovanih območjih narave, območjih Nature 2000, biosfernih rezervatih, kulturnih krajinah posebnega pomena ter še kje bi bilo potrebno tovrstno problematiko obravnavati prednostno.

V nadaljevanju raziskovalnega dela in priprav na razglasitev omrežja Nature 2000 v Sloveniji so se raziskave aviofavnice na celotnem območju naše države samo še intenzivirale, kar je vodilo tudi do tega, da so se visokodebelni travniški sadovnjaki sicer postopoma, a nazadnje vendarle dokončno in nedvomno identificirali kot izredno pomemben habitat.

To je navsezadnje razvidno tudi iz naslednjih citatov: »Prijetno presenečenje načrtnih raziskav v zadnjih letih je bilo odkritje močne populacije velikega skovika (*Otus scops*). Njen pomen je še toliko večji, ker leži na samem severnem robu areala vrste v Evropi. Višinska distribucija kaže, da večina skovikov naseljuje pas v katerem se nahaja največ visokodebelnih sadovnjakov, domnevno najpomembnejšega gnezdišča te vrste.« in še: »Najpomembnejši vir ogrožanja naravovarstveno najpomembnejših ptic na Goriškem je opuščanje tradicionalnih načinov rabe prostora in pospeševanje intenzivnega kmetijstva.

Na območju Krajinskega parka Goričko, nekdanj mozaično kulturno krajino z visokodebelnimi sadovnjaki in tradicionalnimi sortami kulturnih rastlin, opazamo izpodrivanje z obilno škropljenimi plantažnimi sadovnjaki in intenzivnimi koruznimi njivami.

4. Viri in literatura

Bagola M. 2010. Narcise na zahodnem Goriškem. Inventarizacija rastišč narcise in ukrepi za njeno ohranjanje v Krajinskem parku Goričko. Končno poročilo. Krajinski park Goričko, interno gradivo.

Bakan B. 2006. Slikovni pregled višjih rastlin: prispevek k poznavanju flore Prekmurja. Razvojni center, Lendava.

Baumhof-Pregitzer M. in Langer S. 1997. Streuobst: Ideen-Aktionen-Konzepte zum Erhalt der Streuobstwiesen in Baden-Württemberg. Themenhefte Naturschutzfonds. Hrsg.: Stiftung Naturschutzfonds beim Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg. Stuttgart.

Boettger A. W. 2003. Grünspechtprodukte. In: Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.): Streuobst in der Kulturlandschaft - Tagungsband, S. 32-35. Freising.

Božič L. 2003. Mednarodno pomembna območja za ptice v Sloveniji 2. Predlogi posebnih zaščitnih območij (SPA) v Sloveniji. Društvo za opazovanje in proučevanje ptic Slovenije DOPPS - Birdlife Slovenia. Ljubljana.

Bünger L. in Kolbach, D. 1995. Streuobst – Bindeglied zwischen Naturschutz und Landschaft. Dokumentation Natur und Landschaft. Sonderheft 23, Bibliographie No. 69. Bundesamt für Naturschutz, Bonn, Germany.

Čelik T. 2007. Dnevni metulji (Lep.: Papilionoidea in Hesperioidea) kot bioindikatorji za ekološko in naravovarstveno vrednotenje Planinskega polja. Varstvo narave, let. 20, str. 83 – 105.

Černelč A. 2012. Projekt Od vijeglavke do soka – cilji, rezultati in izkušnje. Ustno.

Kern R. 2006. Bedeutung und Wirtschaftlichkeit des Streuobstbaus in Österreich. Diplomsko delo. Dunaj.

Kocon L. 2010. Dnevni metulji Lendavskih goric: razširjenost in ogroženost. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta. Diplomsko delo, Ljubljana.

Kuralt F. 1878. Umni sadjerejec: slovenskim kmetom v poduk. Družba sv. Mohorja, Celovec.

Logl 2002. Streuobst in der Kulturlandschaft - Leitfaden für die Anlage und Pflege von Streuobstwiesen. Hrsg. Landesverband für Obstbau, Garten und Landschaft Baden-Württemberg e.V.(LOGL), Arbeitsgruppe Streuobst.

Mader H. J. 1982. Die Tierwelt der Obstwiesen und intensiv bewirtschafteten Obstplantagen im quantitativen Vergleich. In: Natur und Landschaft 57: 371 - 377. NABU (2004): Vögel der Agrarlandschaft - Bestand, Gefährdung, Schutz. Naturschutzbund Deutschland e.V., Bonn.

Ministrstvo za okolje in prostor. 2002. Strategija ohranjanja biotske raznovrstnosti v Sloveniji. Ferlin F., Kraigher H., Veselič T., Golob A. in Kolar-Planinšič V., avtorji.

Rey A., Wiedemeier P. 2004. Tagfalter als Ziel- und Leitarten. Planungshilfe für Vernetzungsprojekte und Landschaftsentwicklungskonzepte im landwirtschaftlichen Kulturland. Pro Natura, Basel; Beiträge zum Naturschutz in der Schweiz Nr. 27/2004.

Rösler M. 1996. Erhaltung und Förderung von Streuobstwiesen - Analyse und Konzept - Modellstudie, dargestellt am Beispiel der Gemeinde Boll - 261 S. Boll.

Rösler M. 2003. Aufpreisvermarktung und Naturschutz - Streuobstbau als Trendsetter - Zur Entwicklung neuer Leitbilder im Naturschutz. in: Natur u. Landschaft. Kohlhammer, Stuttgart; S. 9-10, 295-298.

Rösler S. 2003. Die Natur- und Sozialverträglichkeit des Integrierten Obstbaus -Ein Vergleich des integrierten und des ökologischen Niederstammobstbaus sowie des Streuobstbaus im

Bodenseekreis, unter besonderer Berücksichtigung ihrer historischen Entwicklung sowie von Fauna und Flora; Diss. Univ. Kassel, 431 S.

Senekovič V. 2011. Fenološka opazovanja jablan različnih sort na Kočevskem. Univerza v Ljubljani, Biotehniška Fakulteta, Oddelek za agronomijo. Diplom. delo.

Snoj M. 2009. Slovenski etimološki slovar. Modrijan, Ljubljana.

Štumberger B. 2000. Veliki skovik *Otus scops* na Goričkem. *Acrocephalus* let. 21, št. 98-99; str. 23 – 26.

Ulrich B. 1975. Bestandsgefährdung von Vogelarten im Ökosystem "Streuobstwiese" unter besonderer Berücksichtigung von Steinkauz *Athene noctua* und den einheimischen Würgerarten *Lanius*. - Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ. 7:90-110.

Wegener U. 1998. Naturschutz in der Kulturlandschaft. Schutz und Pflege von Lebensräumen. G. Fischer, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm.

Weller F. in Walz W. 2006. Streuobstwiesen. 3. Aufl., Stiftung Landesbank Baden-Württemberg: 32 S.

HORMONSKI MOTILCI, KAJ JE TO? ALI SPLOH SO?

Doc. dr. Lucija Kolar, dr. vet. med.

Inštitut za raziskovanje narave in razvoj okoljskih tehnologij, Lopata 60, SI-3000 Celje, Slovenija

www.Complementarium.si

lucija@complementarium.si

Izvleček

Prispevek govori o hormonskih motilcih, njihovem izvoru, pomenu in na primerov pesticidov opisuje nekatere možne posledice delovanja hormonskih motilcev (HM).

Motilci delovanja endokrinega sistema - HM ali tudi endokrini disruptorji, so sintetične snovi, ki spremenijo delovanje endokrinega oz. hormonalnega sistema in so posledično zdravju škodljive. Gre za snovi, ki „motijo“ delovanje naravnih hormonov v telesu ter vplivajo na (ne)ravnovesje-homeostazo v telesu (celično presnovo, plodnost, vedenje in razvoj). Izraz hormonski motilec je sorazmerno mlad in ga je v znanstveno literaturo uvedla dr. Theo Colborn.

Obstajajo znanstveno podkrepljeni dokazi, da HM prispevajo k najpogostejšim boleznim „sodobnega časa“, pa vendar je pri tem potrebno biti zelo previden preden dajemo znanstvena mnenja ali celo postavljamo medicinske diagnoze. Gre za to, da so HM kot snovi še vedno izjemno težko dokazljivi, sploh v nizkih koncentracijah – kjer pa že imajo učinek, zato je najpomembnejše naše osebno zavzemanje in okoljska ozaveščenost ter spoštovanje narave, da se trudimo s trajnostim vedenjem in razmišljanjem, preprečevati uporabo, predvsem pa zlorabo kemikalij – v veliki meri HM.

Ključne besede: hormonski motilci, zdravje, okolje, ljudje, živali, rastline.

1. Hormonski motilci – kaj so?

Motilci delovanja endokrinega sistema - hormonski motilci (HM) ali tudi endokrini disruptorji, so sintetične snovi, ki spremenijo delovanje endokrinega oz. hormonalnega sistema in so posledično zdravju škodljive.

Gre za snovi, ki „motijo“ delovanje naravnih hormonov v telesu ter vplivajo na (ne)ravnovesje-homeostazo v telesu (celično presnovo, plodnost, vedenje in razvoj). Izraz hormonski motilec je sorazmerno mlad in ga je v znanstveno literaturo uvedla dr. Theo Colborn, leta 1991, ki je zaradi svojih raziskovalnih dognanj, organizirala prvo znanstveno srečanje posvečeno odkritju različnih kemijskih snovi, katerim je skupno to, da učinkujejo na hormonski sistem različnih organizmov v zelo nizkih količinah in predstavljajo dolgotrajno nevarnost zlasti za otroke že v fazi nosečnosti (<http://endocrinedisruption.org/>, 18. 4. 2014). Pomembno je poudariti, da se učinki lahko odvijajo že pri izjemno nizkih odmerkih; kot taki lahko prizadanejo številne signalne sisteme, ki nadzirajo telesne funkcije in razvoj. Učinki HM so tako lahko posredni ali neposredni, dolgotrajni ali z zamikom.

Že med embrionalnim razvojem, ko se razvijajo spolne žleze in kasneje determinira spol (spolni dimorfizem v možganih) lahko pride zaradi vplivov na endogene steroidne hormone do poškodb oziroma do zapisa, ki se bo, lahko takoj ali kasneje pokazal kot neka patološka sprememba (Colborn, 2006). Takšni mehanizmi so se skozi evolucijo človeške in živalske vrste razvijali, saj je bilo s tem zagotovljeno preživetje in obstoj vrste, hkrati pa tudi njihova odpornost. Pri tem pa obstaja zelo pomembno, a prepogosto spregledano dejstvo, da gre za zelo občutljivo, pravzaprav nizko mejo, ki lahko predstavlja resno nevarnost za zdravje, saj je danes v našem okolju že toliko onesnaževalcev različnih izvorov, da je izpostavitvev oziroma izogib temu preprosto nemogoč (Colborn in Carroll, 2007).

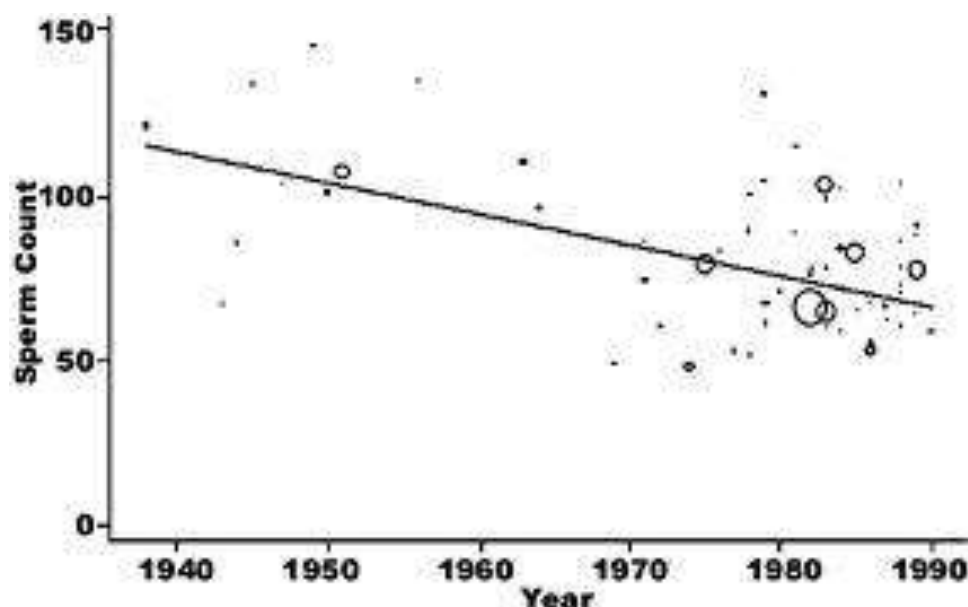
Tisoče kemikalij (nekatero so prepovedane, nekatere so še vedno v uporabi), med drugim tudi zdravila, so bila klasificirana kot hormonski motilci. Svoje učinke HM sprožajo preko posnemanja, nasprotnega delovanja ali celo s spreminjanjem nivoja hormonov v krvi (androgeni, estradiol, E2) in sicer preko mehanizma sinteze oziroma metabolizma ali pa preko vezave na določen receptor (De Coster in Larebeke, 2012).

2. Hormonski motilci: kateri so?

Danes ima torej veliko kemikalij oznako hormonskih motilcev, med najpogostejšimi so bisfenol A, organoklorne snovi, polibromirane in poliflourirane spojine, ftalati, pesticidi, policiklični aromatski ogljikovodiki. Med njimi najdemo tudi mnoga zdravila – za rabo v humani in veterinarski medicini ter snovi, ki jih uporabljamo v gospodinjstvu – čistilna sredstva, osveževalci zraka, kozmetika, barve, pršila za lase in še bi lahko naštevali. Celotne nekatere kovine imajo dokazane lastnosti hormonskih motilcev (De Coster in Larebeke, 2012).

Veliko znanstvenih opazovanj predlaga, da HM prispevajo k pojavu rakastih obolenj, sladkorni bolezni, neplodnosti, debelosti in mnogim drugim metabolnim motnjam, pa tudi alergijam.

3. Hormonski motilci: ali sploh so?



Slika 1. Prikaz raziskave upada kakovosti semenčic v zadnjih 50. letih.

Vir: Evidence for decreasing quality of semen during past 50 years. E. Carlsen, A. Giwercman, N. Keiding, N. E. Skakkebaek, BMJ 1992.

Problemi, ki se najpogosteje povezujejo z hormonskimi motilci, tako pri ljudeh kot živalih, celo rastlinah so: rak na dojkah, prostati, modih in povečani neplodnosti, ki se opaža v zadnjih petdesetih letih. Vsekakor to ni nujno posledica delovanja (samo) HM, pač pa (tudi) hitrega tehnološkega napredka v znanosti, glede občutljivosti zaznavanja različnih orodij – kromatografov, računalniških simulacij ipd., tako da je zelo neznanstveno in nestrokovno trditi, da omenjene bolezni povzročajo HM, onesnaženo okolje in kar je še podobnih, zelo pogosto raziskovalno zlorabljenih povzetkov v (ne)strokovnih revijah in predvsem javnih medijih (Frye et al., 2013; De Coster in Larebeke, 2012).

Med hormonskimi motilci se pogosto omenjajo pesticidi. Študija, ki je bila izvedena na dveh populacijah - eni živeči v dolini in druga v hribih Mehike, je pokazala hude posledice izpostavitve otrok pesticidom v dolini. Glavna izpostavitvev je bila preko hrane – mestni otroci so uživali s pesticidi onesnaženo hrano, zdravi otroci iz gorskih območij pa, ki so jedli hrano po poreklu enako sicer kot mestni otroci, le da ta ni bila onesnažena, saj uporaba pesticidov ni bila potrebna (Guillette et al., 1998), niso imeli nikakršnih posledic v razvoju. Otroci iz visokogorja so se namreč normalno razvijali, medtem ko so dolinski zaostajali tako fizično kot psihično; npr. niso bili sposobni narisati človeka na način, ki pritiče njihovi starosti ob običajnem razvoju, imeli so vrsto motoričnih težav ipd.

4. Razprava in zaključki

Kaj so alternative? Ena od možnosti so zagotovo t.i. biopesticidi – to so snovi pridobljene iz naravnih virov s pomočjo živali, rastlin, bakterij in določenih mineralov. Razdelimo jih v tri skupine: a.) tiste iz mikroorganizmov, b.) t.i. Plant-Incorporated-Protectants (PIPs) in c.) biokemijske biopesticide (<http://www.epa.gov/opbpbpd1/biopesticides/whatarebiopesticides.htm>, 17. 5. 2014). Pri nas je po podatkih SURS-a njihova prodaja zelo majhna in se nanaša samo na - 11 kg bioloških fungicidov in 111 kg bioloških insekticidov, drugih skupin pa sploh ne zajema (<http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp>, 17. 5. 2014).

Hormonski motilci torej obstajajo. Glede na zapisano je potrebno, da upoštevamo dva dejavnika: lastno ozaveščenost, kar se tiče prekomerne rabe kemikalij in pa predvsem stremenje k trajnostnim metodam reševanja problematike in iskanja okolju prijaznih načinov ravnanja z naravnimi viri, od katerih je človeštvo vedno bolj odvisno. Vsekakor pa čim bolj izkoriščati naravne vire in izvore za zdravljenje oziroma skušati razvijati zavest, da je narava glavni in edini vir zaradi katerega človeštvo sploh obstaja.

5. Viri in literatura

Colborn, T. A case for revisiting the safety of pesticides: a closer look at neurodevelopment. *Environmental Health Perspectives*, 2006, let. 114, št. 1, str. 10-17.

Colborn, T., Carroll, L.E. Pesticides, sexual development, reproduction and fertility: current perspective and future direction. *Human and Ecological Risk Assessment*, 2007, št. 13, str. 1078–1110.

De Coster, S. in Larebeke, N. Endocrine-Disrupting Chemicals: Associated disorders and mechanisms of action. *Journal of Environmental and Public Health*, 2012, št. 2012, 52 pp, <http://dx.doi.org/10.1155/2012/713696>.

Frye, C. A., Bo E., Calamandrei, G., Calza, L., Dessì-Fulgheri F., Fernandez M., Fusani L., Kah O., Kajta, M., Le Page, Y., Patisaul, H. B., Venerosi, A., Wojtowicz, A. K. in Panzica, G. C. Endocrine disruptors: A review of some sources, effects, and mechanisms of actions on behaviour and neuroendocrine systems. *Journal of Neuroendocrinology*, 2013, št. 24, 144–159.

Guillette, E.A., Mercedes Meza, M., Aquilar M.G., Delia Soto, A., Garcia, I.E. An anthropological approach to the evaluation of preschool children exposed to pesticides in Mexico. *Environmental Health Perspectives*, 1998, let. 106, št. 6, str. 347-353.

VLOGA DREVJA PRI ČIŠČENJU ZRAKA V URBANIH IN INDUSTRIJSKIH OKOLJIH

mag. Nataša Dolejši, univ. dipl. inž. agronomije
dolejsi.natasa@siol.net

Izvleček

Obstoj zelenja v urbanih naseljih je za mnoge tako samoumeven, da se skoraj ne zavedamo njegove vrednosti. V mestni krajini je zelenje nepogrešljivo za doseganje določene ravni kakovosti življenja. Mesta, ki imajo veliko zelenja, ustvarjajo raznolika delovna in življenjska okolja in so privlačna za prebivalce, obiskovalce in investitorje. Drevje ima pomembno vlogo pri izboljšanju kakovosti zraka, kar je posebej pomembno v današnjem času, ko predstavlja onesnažen zrak velik družbeni problem. V zraku imajo med škodljivimi snovmi na zdravje ljudi negativen vpliv predvsem fini prašni delci in ozon.

Ključne besede: urbano drevje, onesnažen zrak, fini prašni delci, ozon, čiščenje zraka, mesto, industrijski predeli

1. Vloga drevja v urbanem okolju

Obstoj zelenja v urbanih naseljih je za mnoge tako samoumeven, da se skoraj ne zavedamo njegove vrednosti. V mestni krajini je zelenje nepogrešljivo za doseganje določene ravni kakovosti življenja. Mesta, ki imajo veliko zelenja, ustvarjajo raznolika delovna in življenjska okolja in so privlačna za prebivalce, obiskovalce in investitorje. Iz psihološkega vidika ustvarjajo drevesa prijetnejše bivanjsko okolje. Drevesa dajo ljudem občutek sproščenosti in ugodja. Drevesa pomembno prispevajo h čiščenju zraka v urbanih in industrijskih okoljih.

2. Vpliv drevja na kakovost zraka

Drevje ima pomembno vlogo pri izboljšanju kakovosti zraka, kar je posebej pomembno v današnjem času, ko predstavlja onesnažen zrak velik družbeni problem. V zraku imajo med škodljivimi snovmi na zdravje ljudi negativen vpliv predvsem fini prašni delci in ozon. Posebej problematična so območja, ki so močno obremenjena in kjer so ljudje stalno izpostavljeni škodljivim snovem v zraku. Razlikujemo t. i. obremenitev iz ozadja, ki nastopa regionalno v večjem obsegu, in lokalno obremenitev, ki ima manjši obseg in na katero lahko vplivamo (Menke in sod., 2008).

Raziskave kažejo, da se koncentracija prašnih delcev z drevesi zmanjša. V zraku merimo prisotnost finih prašnih delcev velikosti 10 in 2,5 μm , kar označujemo s PM_{10} in $\text{PM}_{2,5}$. Fini prašni delci, ki so manjši od 10 μm (1 μm = 0,01 mm), zajemajo mnoge strupene spojine, kot so težke kovine in organske snovi, ki so za zdravje ljudi še posebej škodljive. Menke in sod. (2008) menijo, da izkazujejo ljudje, ki stanujejo blizu močno prometne ceste, 2-krat višje tveganje, da bodo umrli zaradi srčnih obolenj, bolezni ožilja ali dihal v primerjavi z ljudmi, ki ne stanujejo ob prometnicah. Fini prašni delci zaidejo direktno v pljuča oziroma v pljučno tkivo in lahko deloma prodrejo celo v krvni obtok. Vir finih

prašnih delcev kategorije PM₁₀ so predvsem avtomobilski izpušni plini, nastajajo pa tudi ob zaviranju, ko prihaja do trenja med avtomobilsko gumo in zavoro.

Preglednica 1: Kratek pregled vpliva onesnaženega zraka, ki je posledica cestnega prometa, na zdravje ljudi (Menke in sod., 2008: 12)

Onesnaženje	Oznaka	Zdravstvene težave in poškodbe
Fini prašni delci	PM ₁₀	a) snovno pogojena kemična obremenitev na zdravje ljudi, b) vnetje pljučnega tkiva, c) povišana sedimentacija krvi in nevarnost infarkta, d) motnje srčnega ritma. Fini prašni delci povzročajo zdravstvene poškodbe in znižujejo pričakovano življenjsko dobo.
Dušikovi oksidi	NO + NO ₂	Dušikovi oksidi so strupeni, zmanjšujejo sprejem kisika v krvi in so rakotvorni.
Hlapljive organske snovi	HOS	Iz NO _x in HOS se pod vplivom sončne svetlobe tvori ozon (O ₃). V poletnih mesecih povzročajo povišane koncentracije ozona zdravstvene poškodbe in znižujejo pričakovano življenjsko dobo.

Drevesa sprejemajo iz zraka škodljive snovi po principu absorpcije (mehansko kemičen proces) in impaktacije (način odlaganja in filtriranja delcev). Vse drevesne vrste nimajo enakega učinka na izboljšanje kakovosti zraka. Da bi zajeli čim več različnih škodljivih snovi iz zraka, je potrebno v urbanih naseljih posaditi ustrezno pestrost različnih dreves in grmov. Pline, kot so NO_x in O₃, dobro prestrezajo listavci s širokimi in gladkimi listi. Organske snovi dobro ulovijo iglavci, ki imajo na listu debelo voščeno prevleko. Listavci z grobimi, poraščenimi in lepljivimi listi so dobri za prestrezanje prašnih delcev. Ti delci ostanejo na listu, čež pa jih odplakne v tla (Menke in sod., 2008).

Preglednica 2 podaja pregled različnih mehanizmov, s katerimi odstranjujejo listi iz zraka škodljive snovi. Čeprav lahko mehanizmi variirajo, je rezultat v vseh primerih zmanjšana količina škodljivih snovi v zraku. Pri tem velja, da večja kot je ponudba onesnaževanja, toliko več drevo odvzame oziroma veže. V bližini vira onesnaževanja, kjer so koncentracije visoke, sprejme torej drevo več škodljivih snovi kot drevesa v večji oddaljenosti od vira onesnaževanja. Zavedati se moramo, da škodljive snovi, ki jih drevo absorbira oziroma adsorbira, vplivajo tudi na njegovo zdravstveno stanje, zato je potrebno takšna drevesa opazovati, njihovo stanje spremljati in po potrebi strokovno izvajati ukrepe nege (Menke in sod., 2008).

Preglednica 2: Sprejem škodljivih snovi iz zraka skozi liste pri različnih vrstah (Menke in sod., 2008: 15)

Škodljive snovi	Mehanizem sprejema	Primerne značilnosti listov
Ozon, dušikovi oksidi	absorpcija*	Ravni in široki listi listavcev
Hlapljive organske snovi (PCB, dioksidi, furani)	absorpcija*	Debela in mastna voščena plast (kutikula) na listu, predvsem pri iglavcih
Fini prašni delci (PM ₁₀)	impaktacija**	Koničasta oblika - kot iglice iglavcev; grobi, kosmati, lepljivi listi listavcev

*absorbicija: vpijanje, vsrkanje, sprejemanje snovi

**impaktacija: zagozditi se

V primerjavi z nepropustnimi zelenimi elementi so v procesu čiščenja zraka propustni zeleni elementi veliko učinkovitejši, saj je pri njih onesnažen zrak v stiku tudi z listi v notranjosti drevesne krošnje. Čeprav je sposobnost filtriranja oziroma prestrezanja prahu vedno zelenih oziroma pozimi zelenih rastlin večja, se tudi pri drevesnih vrstah, ki pozimi odvržejo listje, kaže vpliv tokovnega polja, ki omogoča druge vrste odlaganja škodljivih snovi (Swaagstra in Kluiver, 2006, cit. po Menke in sod., 2008).

Nekatera drevesa oddajajo v atmosfero organske zmesi, kot so izopren in monoterpeni. To so naravne sestavine, iz katerih nastajajo olja, smole in drugi rastlinski izločki, ki pomagajo, da se polutanti usedejo na drevesne površine oziroma da se z njihovo pomočjo drevo brani pred škodljivci (Kramer in Kozłowski, 1979, cit. po Nowak, 2002). Količina hlapljivih organskih zmesi je odvisna od vplivov okolja, temperature zraka, drevesne vrste in količine biomase urbanih dreves. Nizko stopnjo oddajanja imajo *Fraxinus* sp., *Ilex* sp., *Malus* sp., *Pyrus* sp. in *Ulmus* sp., visoko pa *Eucalyptus* sp., *Quercus* sp., *Platanus* sp., *Populus* sp., *Rhamnus* sp. in *Salix* sp. (Benjamin in sod., 1996, cit. po Nowak, 2002).

Preglednica 3: Ocena učinkovitosti najpomembnejših rastlinskih vrst na znižanje koncentracije finega prahu, NO_x in O₃ (Menke in sod., 2008: 31)

Drevesa	ADSORPCIJA in ABSORPCIJA			EMISIJA
	fini prah PM ₁₀	dušikovi oksidi: NO in NO ₂	ozon O ₃	
<i>Acer platanoides</i> ★	■	■ ■ ■	■ ■ ■ +	●
<i>Acer pseudoplatanus</i> ★	■	■ ■ ■	■ ■ ■ +	●
<i>Aesculus</i>	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	●
<i>Ailanthus altissima</i>	■	■ ■ ■	■ ■ ■	■
<i>Alnus cordata</i>	■	■ ■ ■	■ ■ ■ +	●
<i>Alnus glutinosa</i> ★	■	■ ■ ■	■ ■ ■ +	●
<i>Alnus x spaethii</i>	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■ +	●
<i>Betula ermanii</i> ★	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■ +	■
<i>Betula nigra</i>	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■ +	■
<i>Betula pendula</i>	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■ +	■
<i>Betula utilis</i> ★	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■ +	■
<i>Carpinus betulus</i> ★	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	■
<i>Crataegus x persimilis</i> ★	■	■ ■ ■	■ ■ ■ +	●
<i>Fagus sylvatica</i> ★	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	●
<i>Fraxinus angustifolia</i> ★	■	■ ■ ■	■ ■ ■	●
<i>Fraxinus excelsior</i> ★	■	■ ■ ■	■ ■ ■ +	●
<i>Fraxinus ornus</i> ★	■	■ ■ ■	■ ■ ■	●
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	●
<i>Gleditsia triacanthos</i> ★	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	●
<i>Koelreuteria paniculata</i>	■	■ ■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■
<i>Liquidambar styraciflua</i>	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■
<i>Liriodendron tulipifera</i>	■	■ ■ ■	■ ■ ■	●
<i>Magnolia kobus</i>	■	■ ■ ■ +	■ ■ ■	■
<i>Malus</i> ★	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■ +	●
<i>Parrotia persica</i>	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	
<i>Platanus x hispanica</i> ★	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■

<i>Populus</i> ★	■ ■	■ ■ ■	+	■ ■ ■	-	■ ■ ■
<i>Prunus</i> ★	■ ■	■ ■ ■	+	■ ■ ■	+	●
<i>Pyrus callaryana</i> ★	■	■ ■ ■		■ ■ ■		●
<i>Quercus palustris</i>	■ ■	■ ■ ■	+	■ ■ ■	-	■ ■ ■
<i>Quercus robur</i> ★	■	■ ■ ■	+	■ ■ ■	-	■ ■ ■
<i>Salix alba</i> ★	■ ■	■ ■ ■	+	■ ■ ■	-	■ ■ ■
<i>Sophora japonica</i>	■ ■	■ ■ ■		■ ■ ■		●
<i>Sorbus</i>	■ ■	■ ■ ■		■ ■ ■	+	■
<i>Tilia cordata</i> ★	■ ■	■ ■ ■		■ ■ ■		■
<i>Tilia europaea</i> ★	■	■ ■ ■		■ ■ ■	+	■
<i>Ulmus</i> ★	■ ■	■ ■ ■		■ ■ ■	+	■

*absorpcija: fizikalno-kemičen proces vezave atomov, ionov ali molekul na površino druge snovi

Legenda

★	Omenjene lastnosti veljajo tudi za sorte naštetih vrst
■	Najmanj učinkovita
■ ■ ■	Najbolj učinkovita
+	Vrste, ki niso občutljive na NO _x in absorbirajo veliko NO _x
+	Vrste, ki učinkovito znižajo koncentracijo ozona v mestu
-	Vrste, ki višajo koncentracijo ozona
■	Majhna emisija
■ ■ ■	Velika emisija
●	Emisije hlapljivih organskih snovi pri teh vrstah ni mogoče meriti

V mestih se čez leto spreminja vpliv dreves na zmanjšanje onesnaženosti. Kako vplivajo drevesa na zmanjšanje onesnaženosti, je odvisno od zdravstvenega stanja listne površine in dolžine obdobja olistanja, stopnje transpiracije, usedanja in koncentracije lokalnih polutantov ter lokalnega vremena (Nowak, 2002). S strokovnim znanjem, pravilno izbiro in razporeditvijo rastlin lahko pozitivno vplivamo na kakovost zraka in mestno klimo (Menke in sod., 2008).

2.1. Analiza deleža dreves, ki so učinkovita pri znižanju koncentracije finega prahu, NO_x in O₃ v Mestni občini Velenje

V letih 2008 in 2009 smo v MO Velenje izdelali kataster urbanega drevja, ki zajema 7203 dreves. V katastru smo evidentirana drevesa, ki rastejo na površinah, ki so v lasti MO Velenje, Republike Slovenije ali so na površinah v okolici večstanovanjskih objektov – blokov. Ugotovili smo, da je 42,29 % evidentiranih dreves takšnih, ki dokazano učinkovito vplivajo na znižanje koncentracij finega prahu, NO_x in ozona in ki torej s svojim vplivom verjetno prispevajo k čistejšemu zraku v urbanem okolju.

Preglednica 4: Ocena učinkovitosti najpomembnejših rastlinskih vrst na znižanje koncentracije finega prahu, NO_x in O₃ (Menke in sod., 2008: 31) in njihova zastopanost v nasadih na površinah MO Velenje

Drevesa	ADSORPCIJA in ABSORPCIJA				EMISIJA izločanje hlapljivih organskih snovi	ŠTEVILO DREVES NA POVRŠINA H MOV	DELEŽ DREVES NA POVRŠINA H MOV v %
	fini prah PM ₁₀	dušikovi oksidi: NO in NO ₂	ozon O ₃				
<i>Acer platanoides</i> ★	■	■ ■ ■	■ ■ ■	+	●	582	8,08
<i>Acer pseudoplatanus</i> ★	■	■ ■ ■	■ ■ ■	+	●	301	4,18
<i>Aesculus</i>	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■		●	123	1,71

<i>Ailanthus altissima</i>	■	■ ■ ■	■ ■ ■	■	18	0,25
<i>Betula pendula</i>	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■ +	■	574	7,97
<i>Carpinus betulus</i> ★	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	■	72	1,00
<i>Fagus sylvatica</i> ★	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	●	47	0,65
<i>Fraxinus excelsior</i> ★	■	■ ■ ■	■ ■ ■ +	●	152	2,11
<i>Gleditsia triacanthos</i> ★	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	●	2	0,03
<i>Liquidambar styraciflua</i>	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	14	0,19
<i>Liriodendron tulipifera</i>	■	■ ■ ■	■ ■ ■	●	39	0,54
<i>Magnolia kobus</i>	■	■ ■ ■ +	■ ■ ■	■	14	0,19
<i>Malus</i> ★	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■ +	●	115	1,60
<i>Parrotia persica</i>	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■		4	0,06
<i>Platanus x hispanica</i> ★	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	246	3,42
<i>Populus</i> ★	■ ■	■ ■ ■ +	■ ■ ■ -	■ ■ ■	58	0,81
<i>Prunus</i> ★	■ ■	■ ■ ■ +	■ ■ ■ +	●	294	4,08
<i>Quercus palustris</i>	■ ■	■ ■ ■ +	■ ■ ■ -	■ ■ ■	1	0,01
<i>Quercus robur</i> ★	■	■ ■ ■ +	■ ■ ■ -	■ ■ ■	15	0,21
<i>Salix alba</i> ★	■ ■	■ ■ ■ +	■ ■ ■ -	■ ■ ■	23	0,32
<i>Sophora japonica</i>	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	●	3	0,04
<i>Sorbus</i>	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■ +	■	17	0,24
<i>Tilia cordata</i> ★	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■	■	306	4,25
<i>Ulmus</i> ★	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■ +	■	26	0,36
SKUPAJ					3046	42,29

Legenda

★	Omenjene lastnosti veljajo tudi za sorte naštetih vrst.
■	Najmanj učinkovita
■ ■ ■	Najbolj učinkovita
+	Vrste, ki niso občutljive na NO _x in absorbirajo veliko NO _x
+	Vrste, ki učinkovito znižajo koncentracijo ozona v mestu
-	Vrste, ki višajo koncentracijo ozona
■	Majhna emisija
■ ■ ■	Velika emisija
●	Emisij hlapljivih organskih snovi pri teh vrstah ni mogoče meriti.

3. Priporočila za izbor urbanega drevja

Od posajenih dreves pričakujemo, da bodo zrasla v zdrave odrasle osebkke z značilnim habitusom in bodo v urbanem okolju prispevala k višji kakovosti bivanja. Drevesa morajo biti ustrezno vitalna in ne smejo ogrožati mimoidočih oziroma povzročati materialne škode. Strokovni izbor dreves za urbana okolja je takšen, da omogoča drevesu dočakati čim daljšo življenjsko dobo ob minimalnih stroških nege.

3.1. Evidenca drevesnih vrst po primernost za zasaditve v urbanem okolju

Različne drevesne vrste se na urbano okolje različno odzovejo, nekatere zaradi stresnih dejavnikov hitro propadejo, druge dejavnikom v urbanem okolju uspešno kljubujejo. Preglednica 5 prikazuje izbor drevesnih vrst, ki uspešneje kljubujejo dejavnikom stresa v urbanih okoljih in pomembno

prispevajo h čistejšemu zraku. Podatki so povzeti iz različnih virov (Brus, 2004; Johnson, 2004; Šiftar, 1974, 2001; Bruns ..., 2011).

Preglednica 5: Drevesne vrste, katere doprinesejo h čistejšemu zraku v urbanih okoljih in ki v primerjavi z drugimi drevesnimi vrstami bolje kljubujejo dejavnikom stresa v urbanem okolju

Zap. št.	Botanično poimenovanje	Višinski razred odraslega drevesa v metrih	Za suha rastišča	Za vlažna rastišča	Dobra raščavost drevesa	Za sončne lege	Toleranca na senco	Toleranca na veter	Toleranca na vplive urbanega okolja	Primerna za industrijska območja	Toleranca na zasoljenost tal
1.	<i>Acer platanoides</i> L.	20–30 (35)	x					x	x	x	x
2.	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	20–30 (40)						x			x
3.	<i>Aesculus x carnea</i> Hayne	10–15 (20)							x	x	x
4.	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	20–25 (30)						x			x
5.	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	20–25	x						x	x	x
6.	<i>Betula pendula</i> Roth.	10–25 (30)	x			x		x	x	x	x
7.	<i>Carpinus betulus</i> L.	15–20 (30)			x		x	x	x		
8.	<i>Fagus sylvatica</i> L.	25–30 (40)			x		x	x		x	
9.	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	25–40		x	x			x		x	x
10.	<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	10–25 (30)	x	x		x				x	x
11.	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	25–35		x						x	
12.	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	10–20 (40)		x		x					
13.	<i>Platanus x hispanica</i> Münchh.	20–35 (40)	x	x	x	x		x	x	x	x
14.	<i>Populus alba</i> L.	20–35	x	x	x	x		x			x
15.	<i>Populus nigra</i> L.	25–30 (35)	x	x	x	x		x			
16.	<i>Populus nigra</i> L.'Italica'	25–30	x	x	x	x		x			
17.	<i>Populus tremula</i> L.	(8) 10–20 (30)	x	x	x	x		x	x	x	x
18.	<i>Prunus avium</i> L.	15–20 (30)								x	x
19.	<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	5–8						x	x	x	
20.	<i>Prunus padus</i> L.	6–15 (18)		x	x		x	x		x	x
21.	<i>Prunus serrulata</i> Linl.	9 – 25)								x	
22.	<i>Quercus palustris</i> Muenchh.	15–20 (30)		x				x	x	x	
23.	<i>Quercus robur</i> L.	25–35 (40)	x	x	x			x	x	x	x
24.	<i>Salix alba</i> L.	10–25 (30)		x	x	x		x	x	x	x
25.	<i>Sophora japonica</i> L.	15–20 (25)	x			x			x	x	x
26.	<i>Sorbus acuparia</i> L.	5–10 (15–22)			x		x	x			
27.	<i>Tilia cordata</i> Mill.	18–25 (30)		x	x				x	x	x
28.	<i>Ulmus carpinifolia</i> Gled.	25–30 (40)		x	x						x
29.	<i>Ulmus glabra</i> Huds.	25–35 (40)		x	x			x		x	x
30.	<i>Ulmus laevis</i> Pallas	15–25 (35)		x	x			x			x

Aktualen seznam priporočenih vrst in sort drevja za urbana okolja v srednjeevropskih razmerah (Šiftar in sod., 2011) je lahko usmeritev za izbor dreves za obcestni prostor in sajenje na parkovnih

površinah. Povzetek omenjenega seznama za drevesa, ki so učinkovita pri znižanju koncentracije finega prahu, NO_x in O₃ je predstavljen v nadaljevanju.

Drevesa, ki so učinkovita pri znižanju koncentracije finega prahu, NO_x in O₃ in so primerna za zasaditve na parkovnih in drugih zelenih površinah, vendar ne za zasaditve v drevoredih (Šiftar in sod., 2011):

<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	<i>Populus tremula</i> L.
<i>Acer pseudoplatanus</i> L. 'Erectum'	<i>Salix alba</i> L.
<i>Acer pseudoplatanus</i> L. 'Negenia'	<i>Salix alba</i> L. 'Liempde'
<i>Acer pseudoplatanus</i> L. 'Rotterdam'	<i>Ulmus</i> 'Lobel'
<i>Populus canescens</i> (Ait.) Smith	

Drevesa, ki so učinkovita pri znižanju koncentracije finega prahu, NO_x in O₃ in so primerna za zasaditve v mestnem obcestnem prostoru brez omejitev (Šiftar in sod., 2011):

<i>Alnus x spaethii</i> Call.	<i>Tilia cordata</i> L. 'Greenspire'
<i>Gleditsia triacanthos</i> L. 'Skyline'	<i>Tilia x europaea</i> L. 'Palida'

V mestnem obcestnem prostoru lahko sadimo z manjšimi omejitvami, ki jih predstavljajo klima in emisije okolja, naslednje drevje, ki učinkovito znižuje koncentracije finega prahu, NO_x in O₃ (Šiftar in sod., 2011) :

<i>Carpinus betulus</i> L. 'Fastigiata'	<i>Platanus x hispanica</i> Münchh.
<i>Carpinus betulus</i> L. 'Frans Fontaine'	<i>Prunus x schmittii</i> Rehd.
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	<i>Quercus palustris</i> Muenchh
<i>Fraxinus excelsior</i> L. 'Atlas'	<i>Quercus robur</i> L.
<i>Fraxinus excelsior</i> L. 'Diversifolia'	<i>Quercus robur</i> L. 'Fastigiata'
<i>Fraxinus excelsior</i> L. 'Geessink'	<i>Quercus robur</i> L. 'Fastigiata Koster'
<i>Fraxinus excelsior</i> L. 'Globosa'	<i>Sorbus intermedia</i> (Ehrh.) Pers.
<i>Fraxinus excelsior</i> L. 'Westhofs Glorie'	<i>Sorbus intermedia</i> (Ehrh.) Pers. 'Bouwers'
<i>Fraxinus ornus</i> L.	<i>Sorbus thuringiaca</i> (Ilse) Fritsch. 'Fastigiata'
<i>Fraxinus ornus</i> L. 'Rotterdam'	<i>Tilia cordata</i> Mill. 'Erecta'
<i>Gleditsia triacanthos</i> L. 'Inermis'	<i>Tilia cordata</i> Mill. 'Rancho'
<i>Gleditsia triacanthos</i> L. 'Shademaster'	<i>Tilia cordata</i> Mill. 'Roelvo'

V mestnem obcestnem prostoru lahko sadimo naslednje vrste dreves, ki so učinkovita pri znižanju koncentracije finega prahu, NO_x in O₃, vendar moramo upoštevati, da je na mnogih rastiščih mogoče pričakovati pojav škodljivcev in bolezni ter da so navedene rastline občutljive na zbita tla in druge neugodne vplive mestnega okolja (Šiftar in sod., 2011):

<i>Acer platanoides</i> L.	<i>Alnus cordata</i> (Loisel.) Desf.
<i>Acer platanoides</i> L. 'Deborah'	<i>Betula pendula</i> Roth.
<i>Acer platanoides</i> L. 'Emerald Queen'	<i>Carpinus betulus</i> L.
<i>Acer platanoides</i> L. 'Farlake Green'	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl 'Raywood'
<i>Acer platanoides</i> L. 'Royal Red'	<i>Gleditsia triacanthos</i> L. 'Sunburst'
<i>Acer platanoides</i> L. 'Summershade'	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.
<i>Aesculus x carnea</i> Hayne	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.
<i>Aesculus x carnea</i> Hayne 'Brioti'	<i>Malus</i> Mill. spec.
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	<i>Populus x berolinensis</i> Dipp.
<i>Aesculus hippocastanum</i> L. 'Baumannii'	<i>Populus simonii</i> Carr.
<i>Populus simonii</i> Carr. 'Fastigiata'	<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz 'Magnifica'

Prunus avium L. 'Plena'

Prunus L. sp.

Sophora japonica L.

Sophora japonica L. 'Regent'

Sorbus aria (L.) Crantz

Sorbus aria (L.) Crantz 'Majestica'

Tilia cordata Mill.

Ulmus 'Regal'

4. Zaključek

Mestna okolja so vedno bolj betonska in iz leta v leto manj zelena. Kljub temu, da marsikje odstranjeno drevje tudi nadomestijo, imajo mlade sadike v primerjavi s habitusom odraslega drevesa bistveno manj listne mase in bistveno manjše habituse. Manjša listna masa in habitus pa sta pri čiščenju zraka manj učinkovita. Smiselno bi bilo pri izboru drevesne vrste, ki se na novo posadi v urbanem okolju, upoštevati tudi njen vpliv na čiščenje zraka. Potrebno bi bilo okrepiti zavedanje, da so odrasla drevesa, ki so v urbanih okoljih zdrava in vitalna, izredno pomembna in da lahko bistveno vplivajo k čistejšemu zraku in nenazadnje k boljšemu počutju in zdravju ljudi.

5. Viri in literatura

Bruns catalogue of trees and shrubs. 2011. Bremen, Zertani GmbH & Co. Die Druckerei: 1126 str.

Brus R. 2004. Drevesne vrste na Slovenskem. Ljubljana, Mladinska knjiga: 399 str.

Johnson O., 2004. Tree guide. The most complete field guide to the trees of Britain and Europe. London, HarperCollins Publishers: 464 str.

Menke P., Thönnessen M., Beckröge W., Bauer J., Schwarz H., Groß W. 2008. Bäume und Pflanzen lassen Städte atmen. Schwerpunkt – Feinstaub. Düsseldorf, Agentur und Verlag GmbH: 36 str.

Nowak D.J. 2002. The effects on urban forests on the physical environment. V: Urban forests and trees. European cooperation in the field of scientific and technical research: proceedings no. 1 of COST Action E12. Randrup T.B. (ed.). Luxemburg, Office for Official Publications of the European Communities: 22–42

Šiftar A. 1974. Vrtno drevje in grmovnice. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 289 str.

Šiftar A. 2001. Izbor in uporaba drevnine za javne nasade. Ljubljana, Zavod za tehnično izobraževanje: 193 str.

Šiftar A., Maljevac T., Simoneti M., Bavcon J. 2011. Mestno drevje. Ljubljana, Botanični vrt, Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta: 207 str.

IZBIRA DREVESNIH VRST NA NEKATERIH JAVNIH POVRŠINAH V CELJU GLEDE ONESNAŽENOSTI ZRAKA

Barbara Pajk
Šola za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje
barbara.pajk@hvu.si

Izvleček

Zrak vsebuje plinaste in trdne snovi, od katerih imajo nekatere negativen vpliv na zdravje ljudi. Največ škode povzročajo fini prašni delci in ozon. Posebej problematična so področja, ki so močno obremenjena in kjer so ljudje stalno izpostavljeni škodljivim snovem v zraku. Drevesa imajo pomembno vlogo pri izboljšanju kakovosti zraka, saj delujejo drevesne krošnje kot filter, iz ozračja lahko odstranjujejo ozon, CO, NO₂, SO₂, CO₂, in nekatere druge plinaste onesnaževalce, posebno listi z veliko listno ploskvijo in dlačicami pa zadržijo prašne delce, ki se z dežjem spirajo. Fini prašni delci pogosto vsebujejo težke kovine in organske snovi. Pri premočnih koncentracijah onesnaževalcev le-ti lahko na drevju povzročajo poškodbe. Evropski in slovenski predpisi med drugim opredeljujejo vrste ukrepov za zmanjšanje onesnaženosti zraka in čeprav v njih drevesa oz. rastline kot možni 'čistilci' zraka niso omenjeni, bi lahko pri virih onesnaževanja igrali pomembno vlogo. V prispevku je predstavljen nekaj primerov stanja zelenih površin z drevesi in možnosti vključitve dreves pri novih zasaditvah ali pri zamenjavah dreves, ki so odmrle, na javnih površinah Celja.

Ključne besede: drevesa, javne površine, onesnaženost zraka, emisije, kakovost zraka

1. Uvod

Pri načrtovanju mestnega prostora kot kulturno-arhitekturnega, socialnega in naravnega okolja je za fiziološke in psihološke potrebe ljudi pomembno premišljeno urejanje in komplementarnost elementov grajenega okolja in zelenih površin. Zelene površine, izražene ali opredeljene z bogastvom dreves, določajo talni, vodni in klimatski pogoji. Prebivalci ali obiskovalci mesta, ki ga doživljajo kot pragmatični ali percepcijski prostor, imajo od dreves ekološke, fiziološke in psihološke koristi, ki se jih navadno ne zavedajo najbolj. Pomembna korist je lahko v ustrezni izbiri dreves glede onesnaženosti zraka.

Na kakovost zunanjega zraka v Sloveniji največ vplivajo emisije snovi v zrak v sami državi, delno pa je tudi posledica prenosa onesnaženja čez meje. Za pojavljanje povišanih koncentracij snovi v zunanjem zraku so pomembni še drugi dejavniki, ki vplivajo na širjenje onesnaženosti: meteorološki pojavi, fizikalno-kemijski procesi pretvorbe snovi v zraku in topografija. (Vogrinčič, 2006, 7) Pozimi je zaradi temperaturne inverzije značilna vertikalna cirkulacija zraka, zato se emitirane snovi zadržujejo v dolinah in kotlinah, v poletnem času pa je zaradi sončnega sevanja značilen nastanek prizemnega ozona in prenos onesnaženih snovi v zraku na večje razdalje (ogroženost Primorske, kjer nastajajo prekomerne količine prizemnega ozona in z zahodnimi vetrovi prihaja onesnažen zrak iz Padske

nižine). Sicer pa lahko glavne vire onesnaževanja zraka iščemo v prometu, industriji in ogrevanju s tekočimi ali trdimi gorivi.

V letu 2011 je bilo v Sloveniji 36 stalnih merilnih mest in ena mobilna postaja, kjer so se izvajale meritve meteoroloških parametrov in onesnaževal kot so: SO₂, O₃, dušikovi oksidi NO₂ in NO_x, delci PM₁₀ in PM_{2,5}, CO, lahko hlapni ogljikovodiki, težke kovine (arzen, kadmij, nikelj in svinec) in policiklični aromatski ogljikovodiki PAH v delcih PM₁₀, težke kovine in ioni v delcih PM_{2,5}, žveplove in dušikove spojine v obliki anorganskih ionov in živo srebro. Vsa onesnažila se ne merijo na vseh postajah.

Konec leta 2013 in v aprilu 2014 so bili izdani Odloki o načrtu za kakovost zraka na območjih Mestne občine (MO) Ljubljana (Ur.l. RS, št. 24/14), MO Celje (Ur.l. RS, št. 108/13), MO Kranj (Ur.l. RS, št. 108/13), MO Maribor (Ur.l. RS, št. 108/13), MO Novo mesto (Ur.l. RS, št. 108/13), MO Murska Sobota (Ur.l. RS, št. 88/13) in za območje Zasavja (Ur.l. RS, št. 108/13). (http://www.mko.gov.si/si/zakonodaja_in_dokumenti/veljavni_predpisi/okolje/zakon_o_varstvu_okolja/kakovost_zraka/)

Odloki opredeljujejo opise onesnaženosti zraka, programe za analizo vzrokov, ukrepe za zmanjšanje onesnaženosti, spremljanje učinkov ukrepov ter spodbude države in občine za zmanjšanje onesnaženosti zraka. Odpornejša drevesa, ki lahko pripomorejo k zmanjševanju onesnaženosti zraka, v odlokih niso omenjena, prav tako ne škodljivost vplivov prekomernega onesnaženja zraka na stanje dreves. Nekatera drevesa so lahko pri višjih temperaturah vir sproščanja hlapnih organskih snovi v zrak (listavci imajo manjši spekter kot iglavci), a tudi ta v odloku niso omenjena kot vir onesnaževanja zraka.

2. Viri onesnaženega zraka v Celju

Merilna mesta v Celju merijo količine SO₂, O₃, dušikove okside, CO, delce PM₁₀ in meteorološke parametre. (http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/KA_KOVOST_ZRAKA%202011.pdf, str. 17) Merilna mesta se nahajajo v industrijski coni, Lava 2, Lopata, Teharje Ježovnik, Teharje Dimec, Bukovžlak 84, Zvodno 56 in Tovarniška 6. (http://moc.celje.si/images/Datoteke/porocilo_z_letno_2010.pdf)

Stanje kakovosti zraka se spreminja dolgoročno, z letnimi časi, dnevno in urno. V Direktivi 2008/50EC o kakovosti zunanjega zraka so opredeljene vrednosti za varovanje zdravja in posebej za varstvo rastlin in naravnih ekosistemov, prav tako v Pravilniku o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka (Ur.l., št.55/11) ter Uredbi o kakovosti zunanjega zraka (Ur. l., št. 9/11). Okoljski podatki Mestne občine Celje so dnevno dostopni na spletnih straneh MO Celje na <http://eko.celje.si/Stran/grafPrah.html>.

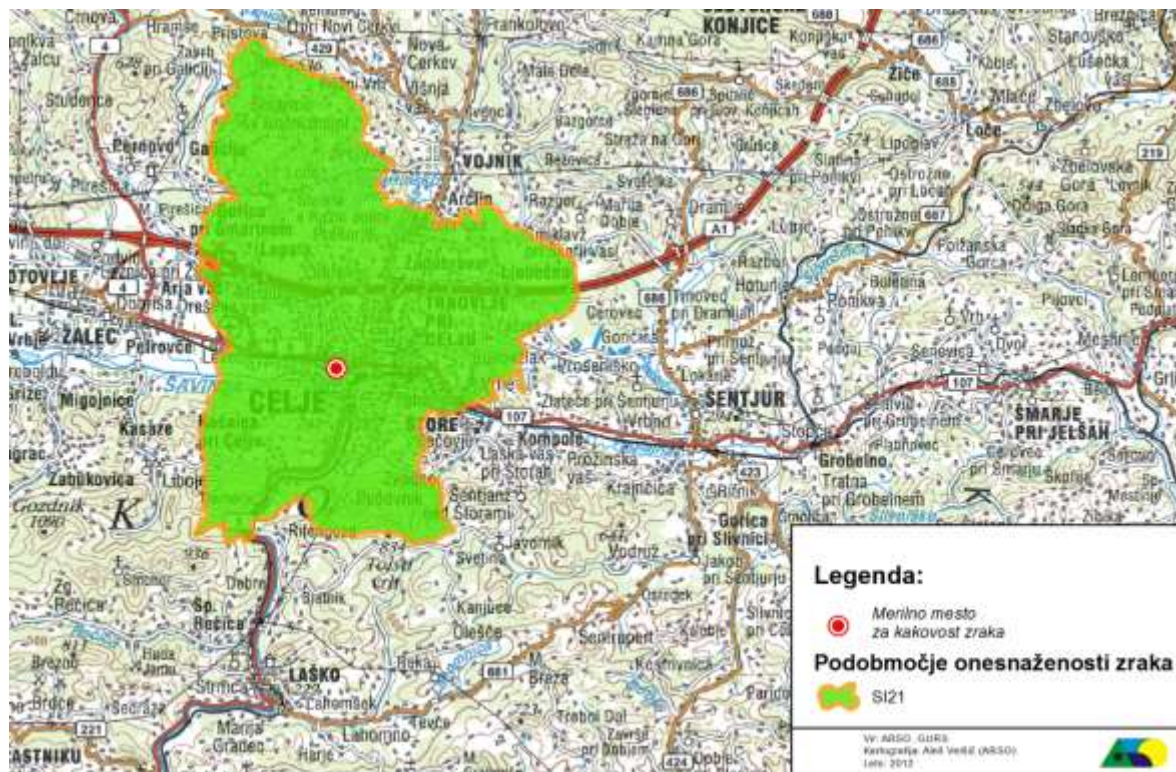
Zmanjšala se je predvsem količina SO₂, ki je pod mejno vrednostjo, določeno v Uredbi o kakovosti zunanjega zraka, kar je pripisati kakovostnejšim gorivom in čistilnim napravam, nekoliko višja je pozimi zaradi kurišč. V zadnjih dneh (13. in 14.10.2014) je v Celju pod 10 µg/m³ (mejna vrednost 350 µg/m³). (<http://eko.celje.si/Stran/grafSO2.html>)

Največji vir CO je promet v mestu z dnevnimi jutranjimi in popoldanskimi konicami v delovnih dneh, a podatki po iskanih virih niso dostopni ali niso merjeni. Dostopni so dnevni podatki Energetike Celje (<http://www.energetika-ce.si/r.content/29-Prikazovalnik-emisij.html>), kjer polurni podatki ne dosega vrednosti 2 mg/m³ (mejna vrednosti 100 mg/m³).

Najbolj pereč problem predstavljata ozon poleti in prašni delci PM₁₀ v hladni polovici leta od oktobra do marca.

Pogoji za nastanek ozona so pri močnejšem sevanju in višjih temperaturah ugodnejši. V Celju so v zadnjih dneh (13. in 14.10.2014) izmerjene vrednosti dosegale do $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Koncentracije PM_{10} delcev pa od leta 2009 v Celju in drugih slovenskih mestih naraščajo. V Celju (slika 1) dosegajo letno do $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mejna vrednost pa je $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. V skupni prašni usedlini se merijo tudi vrednosti svinca, kadmija, titana in cinka. V zadnjih dneh (13. in 14. 10. 2014) so občasno vrednosti dosegle mejno vrednost. Največji delež z 31 % dosegajo emisije iz prometa in industrije, nato s 24 % kurjenje lesa, 17 % pride od drugod.



Slika 2: Zemljevid območja čezmerne onesnaženosti zraka z delci PM_{10}

Vir:

[http://www.mko.gov.si/index.php?id=1333&tx_ttnews\[tt_news\]=6182&tx_ttnews\[backPid\]=12029&L=0&no_cache=1](http://www.mko.gov.si/index.php?id=1333&tx_ttnews[tt_news]=6182&tx_ttnews[backPid]=12029&L=0&no_cache=1)

Mejne vrednosti dušikovih oksidov so se zaradi uporabe katalizatorjev v avtomobilih prav tako zmanjšale in urnih preseganj v Celju od leta 2011 ni več. V poletnem času je NO_2 manj, ker se porablja za izgradnjo ozona. (http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=17) Najvišje zabeležene vrednosti so navadno ob cestah v času prometnih konic. V zadnjih dneh (13. in 14.10.2014) je v povprečju pod $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mejna vrednost $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$). (<http://eko.celje.si/Stran/grafNO2.html>)

Ciljne in mejne vrednosti onesnažil zunanjega zraka so predstavljene v tabeli 1.

Tabela 1: Ciljne in mejne vrednosti onesnažil zunanjega zraka za varovanje zdravja

	Mejne vrednosti	Ciljna vrednost
SO_2	V 1 uri $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ne sme biti preseženo več kot 24-krat v koledarskem letu. Na dan $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ne sme biti presežena več kot 3-krat v koledarskem letu.	Ciljne vrednosti so bile dosežene do 2010 leta in se gibajo pod $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ letno.
CO	Dnevna osemurna srednja vrednost $100 \text{ mg}/\text{m}^3$.	Že več let pod spodnjim ocenjevalnim pragom.

O ₃	V eni uri 80 µg/m ³ opozorilna 180 µg/m ³ .	Vrednost 120 µg/m ³ ne sme biti presežena več kot 25 dni v koledarskem letu triletnega povprečja. Datum ni opredeljen.
PM ₁₀	V 1 uri 50 µg/m ³ , ne sme biti preseženo več kot 35-krat v koledarskem letu. V koledarskem letu 40 µg/m ³ . Sprejemljiva so manjša odstopanja.	20 µg/m ³ do 1.1.2020.
N dioksid	V 1 uri 200 µg/m ³ , ne sme biti preseženo več kot 18-krat v koledarskem letu. V koledarskem letu 40 µg/m ³ . Sprejemljiva so manjša odstopanja.	Zdajšnje mejne vrednosti so bile ciljne do 2010 leta in so bile dosežene. Nova ciljna vrednost je 80 µg/m ³ .

Vir: Ur. L. RS, št. 9/2011 in http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=552

3. Drevesa kot čistilci zraka

Rastline se lahko uporablja kot bioindikatorje, tudi drevesa. Odzivajo se na vplive iz okolja, prekomerna onesnažila pa pustijo na njih akutne ali kronične posledice v obliki kloroz listov, nekroz tkiv, odpadanja listov, cvetov, plodov, upočasnitve rasti itd. Spremembe so na biokemični, fiziološki in morfološki ravni.

Z listnimi režami in kutikulo se lahko regulira prehajanje plinastih snovi v liste in iz njih, na površju listov se nalagajo predvsem prašni delci. Npr. dušikovi oksidi in ozon kot plinasta onesnažila dospejo v celična tkiva skozi reže predvsem podnevi (ponoči so listne reže zaprte) (primernejša so drevesa z ravnimi, gladkimi in širokimi listi), mnoge hlapne organske spojine pa se topijo v maščobah, ki sestavljajo povrhnjico in to poteka tako podnevi kot ponoči (primernejši iglavci z debelejšo in voščeno povrhnjico). Metabolične motnje in genetske poškodbe nastajajo ravno zaradi tega, ker nastaja večja prepustnost povrhnjice in celičnih membran in imajo prosti radikali večjo možnost prehajanja. Zadrževanje prašnih delcev na listih je večje pri drevesih z grobo povrhnjico, izrastki- dlačicami in večjimi listnimi ploskvami.

Pri večji koncentraciji ali daljši izpostavljenosti pride do poškodb, odziv dreves na določeno onesnažilo pa je odvisen od doze onesnaževala, od fiziološkega stanja rastline in od dejavnikov neživega okolja. Rastline (drevesa) pripomorejo k zmanjševanju zračnih obremenitev le v okviru takšnih koncentracij onesnažil, ki še omogočajo njihovo zdravo rast oz. so še v njihovem območju tolerance na onesnažilo. To pomeni, da onesnažila po različnih poteh (skozi korenine, listne reže, priže ipd.) pridejo v rastlino in njena tkiva, nekatera delno skozi reže izhlapijo v ozračje, druga se v posameznih rastlinskih tkivih kopičijo ali pa razgradijo v rastlinskih metabolnih procesih.

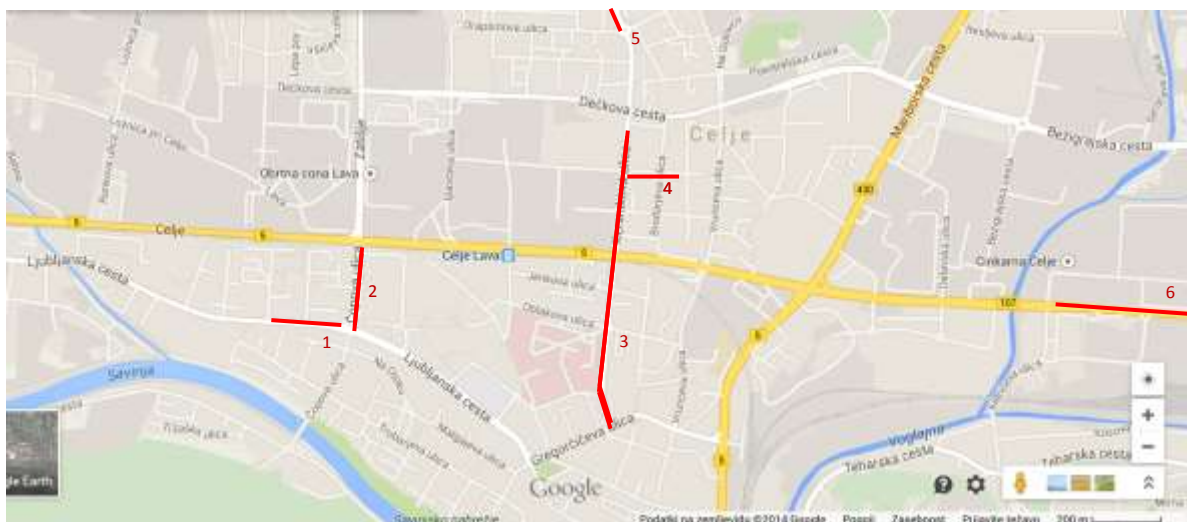
Drevesa, sajena v zelenih pasovih, ki ščitijo pred vetrom oz. ga zadržijo, imajo vlogo bariere, ki preprečuje širjenje onesnaženih snovi v zraku in mešanje zraka, čeprav ni nujno, da bi imela kakršnokoli sposobnost sprejemanja, kopičenja ali razgradnje onesnaževal v zraku. Pomembno je le, da je protiprašna bariera sestavljena iz grmov in dreves v različnih višinah, da je zadosti široka in da je glede vetra posajena v ustrezni legi.

Drevesa, ki bi bilo idealno za zmanjšanje vseh vrst onesnaženosti zunanjega zraka, ni. Uspešnejša pri lovljenju prašnih delcev so rodovi: *Aesculus*, *Betula*, *Carpinus*, *Fagus*, *Gleditsia*, *Liquidambar*, *Malus*, *Parrotia*, *Platanus*, *Populus*, *Prunus*, nekateri *Quercus*, *Salix alba*, *Sophora*, *Sorbus*, nekatere *Tilia*, *Ulmus*. Posebno uspešne za lovljenje dušikovih oksidov so *Salix alba*, *Quercus*, *prunus*, *Populus* in *Magnolia kobus*. Najboljši razgrajevalci ozona so: *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Crataegus*, *Fraxinus excelsior*, *Malus* in *Prunus*, vendar ostali rodovi niso nepomembni pri tej nalogi.

4. Stanje in možnosti izbire dreves na nekaterih javnih površinah Celja glede onesnaženosti zraka

Glede na popis dreves za potrebe katastra mestne drevnine bi lahko izračunali delež in število dreves na površino, drevesa pa bi razvrstili glede na adsorpcijske in absorpcijske lastnosti. Za zmanjšanje onesnaženosti zraka bi se sčasoma po potrebi deleži dreves spremenili. Glede na vrsto onesnažila v bližini bi dali prednost drevesnim vrstam z veliko zmožnostjo čiščenja zraka. Hkrati bi bilo smiselno upoštevati rastni prostor in ekološke značilnosti z odpornostjo dreves na onesnažen zrak, saj želimo, da bi drevesa uspevala in bi bila v primernem zdravstvenem stanju.

V kratki predstavitvi so zajeta drevesa na lokacijah, označenih na sliki 2.



Slika 3: Izbrane lokacije predstavljenih dreves v Celju

Vir: <https://www.google.si/maps/@46.2377914,15.2618777,15z?hl=sl>

Lokacija 1 na sliki 2 označuje približno 100 m dolg drevored srebrastega javorja – *Acer saccharinum* (slika 3) na obeh straneh Ljubljanske ceste, kjer so za drevesi stanovanjski bloki. Cesta je zelo prometna, drevesa ob cesti pa imajo dovolj odprtega ravnega prostora. Drevesa so vitalna, kljub temu, da so bila pred nekaj leti krajšane nekatere veje, debele okrog 10 cm. Drevesa so najbolj izpostavljena tistim onesnažilom, ki izvirajo iz prometa. Ne glede na zmožnost odstranjevanja zračnih onesnažil (najbolj ozon), je ta vrsta za mesta neprimerna, saj so veje krhke, drevesa so občutljiva na vetrolom, veje pa močno segajo preko širokih pločnikov, ki jih stanovalci pogosto uporabljajo. V prihodnosti, če bo močno zmanjšana vitalnost, bo izbor nove drevesne vrste lahko širok, če bo le rastni prostor ostal tako velik, kot je sedaj.



Slika 4: *Acer saccharinum* na Ljubljanski cesti

Vir: Pajk, 2014

Na lokaciji 2 na sliki 2 se ob Čopovi cesti med križiščem in železniško progo ob cesti nahajajo pretežno srebrasti javorji, katerih stanje je podobno tistim na Ljubljanski cesti. Ob zahodni strani ceste pa se na dolžini slabih 100 m nahaja tudi drevored cigararjev – *Catalpa bignonioides*. Glede koristnosti odstranjevanja zračnih onesnažil avtorji cigararjev ne omenjajo, zaradi pepelaste plesni pa omenjajo neprimernost izbire te drevesne vrste za mesta, kar v tem primeru tudi drži. Sklepamo lahko, da drevesa zaradi bolnih listov ne morejo zmanjševati onesnažil v zraku. Pri morebitni nadomestitvi teh dreves v prihodnosti bi bilo smiselno v prvi vrsti upoštevati značilnosti rastnega prostora, saj se le-ta nahaja med pločnikom ob cesti in med parkiriščem stanovanjskih stolpnic. Drevesa na omenjenem rastišču prikazuje slika 4.



Slika 5: Drevored cigararjev na Čopovi

Vir: Pajk, 2014

Lokacija 3 na sliki 2 označuje daljši obojestranski drevored ameriškega javorja jesenovca – *Acer negundo* na Kersnikovi ulici (slika 5), ki leži dobršen del vzdolž vzhodne strani bolnišničnih stavb. Po ulici poteka gost promet, ki je glavni vir onesnaženja v tem delu Celja. Skoraj vsa drevesa imajo slabo vitalnost, celo nekatera mlada drevesa, ki so bila sajena kot nadomestilo za propadla. Razlog je potrebno iskati predvsem v majhnosti in drugih negativnostih rastnega prostora, ki jih drevesa morajo trpeti, saj so posajena na pločniku. Drevo, ki se bori za preživetje, ni drevo, pri katerem bi pričakovali koristi pri zmanjševanju zračnih onesnažil. Nadomeščanje propadlih dreves z isto ali drugimi drevesnimi vrstami, ki bi imele dober učinek glede zmanjševanja zračnih onesnažil, je nesmiselno oz. je delo za kratek rok vse dotlej, dokler bodo rastni pogoji tako skromni.



Slika 6: *Acer negundo* na Kersnikovi ulici
Vir: Pajk, 2014

Lokacija 4 na sliki 2 označuje obojestranski drevored jesena – *Fraxinus excelsior* (slika 6) na Stritarjevi ulici, ki je ozka in malo prometna. Kljub podobnemu rastišču kot je na Kersnikovi ulici, so ta drevesa vitalnejša. Za mestno okolje je to primerna drevesna vrsta in kot vsi jeseni najbolj učinkovita pri razgradnji dušikovih oksidov in ozona, za zmanjšanje finih prašnih delcev pa je slabo učinkovita. Za bližnje stanovalce imajo visoki jeseni pretežno pozitivne učinke.



Slika 7: *Fraxinus* na Stritarjevi ulici
Vir: Pajk, 2014

Lokacija 5 na sliki 2 označuje krajši drevored ginka – *Ginkgo biloba* (slika 7) na Ulici mesta Grevenbroich. Ginko uvrščamo med zelo odporne drevesne vrste na onesnažen zrak. Podatkov o učinkovitosti adsorpcije in absorpcije zračnih onesnažil ginka v meni dostopni literaturi ni zaslediti, glede vitalnosti omenjenih dreves pa zaenkrat ni opaziti bistvenih sprememb, drevesa so odporna in prilagodljiva na dejavnike okolja. Sklepamo lahko, da prometna ulica ne predstavlja drevesom močnega stresa. Ginko je sicer zmožen v listih kopičiti velike količine žvepljenih spojin, ki listnih struktur ne poškodujejo veliko. Če bodo rastne razmere za ta drevesa v prihodnosti ostala nespremenjena, še dolgo nihče ne bo pomislil o nadomestitvi teh dreves.



Slika 8: Ginkgo na Ulici mesta Grevenbroich
Vir: Pajk, 2014

Šesta lokacija na sliki 2 označuje dvojni drevored na delu Kidričeve ceste, ki se nahaja le na severni strani zelo prometne ceste ob zemljišču, ki pripada Cinkarni Celje. To celjsko območje velja za izredno onesnaženo, tako tla kot zrak. Desetletja delujoča bližnja industrija je na okoliških območjih pustila precejšnje onesnaženje, ki mu vsakodnevni gost promet še prida svoje. Na sliki 8 je vidna linija gorskih javorjev – *Acer pseudoplatanus* v ospredju in platan – *Platanus × hispanica* v ozadju. Oba drevoreda loči suh jarek, dreves imajo dovolj odprtega rastnega prostora. Gorski javor velja za odporno vrsto na onesnažen mestni zrak, platane pa za zelo odporno drevesno vrsto. Ta javor učinkovito znižuje raven ozona in dušikovih oksidov v zraku, slabo pa fine prašne delce. Platane zvišujejo raven ozona, učinkovito zmanjšujejo dušikove okside in so srednje učinkovite pri finih prašnih delcih.



Slika 9: Javorji in platane ob Kidričevi cesti
Vir: Pajk, 2014

5. Zaključek

Vloga drevesne vegetacije v urbanem okolju je ne samo estetska, temveč vpliva na vlažnost, temperaturo, osončenost, hrup, vetrovnost, k zmanjševanju obremenjenosti in kvaliteti tal, zraka in vode, nudi življenjski prostor živalim itd. Z ustreznim izborom in sajenjem dreves lahko le-ta pripomorejo k proizvodnji kisika, porabi ogljikovega dioksida in k zmanjšanju z onesnažili

obremenjenega zraka (žveplov dioksid, prašni delci, ozon, ogljikov monoksid, dušikovi oksidi, hlapne organske spojine, smog, svinec, vodikov sulfid, vodikov fluorid). Pri nekaterih drevesnih vrstah (hrast, smreka, topol, vrba, citrusi), lahko pride do negativnega učinka pri višjih temperaturah ozračja, ko izločajo hlapne organske snovi (terpeni, izopren, p-cimol, propan, n-butan), ki so katalizatorji pri tvorbi ozona v prizemni plasti zraka, iz nekaterih pa nastajajo sekundarna organska onesnažila.

Koristi dreves so večje od neprijetnosti, zato jih je vredno upoštevati pri načrtovanju novih zasaditev zelenih površin, pri njihovi rekonstrukciji, sajenju in vzdrževanju. Drevesa, ki na določenih obremenjenih lokacijah (predvsem kjer so povišane koncentracije ozona, dušikovih oksidov in prašnih delcev) pomagajo čistiti onesnažen zrak, ugodno vplivajo na večjo kakovost bivalnega okolja. Cilj Slovenije, opredeljen v Tematski strategiji o onesnaževanju zraka, predvideva, da bi se v obdobju od leta 2000 – 2020 zmanjšala koncentracija ozona pri tleh za 60 % in prašnih delcev PM_{2,5} za 75%, emisije primarnih trdnih delcev PM_{2,5} za 59 %, dušikovih oksidov za 60 %, SO₂ za 82 %, hlapnih organskih spojin za 51 % in amonijaka za 27 %. (Volfand, 2012, str. 11)

Doprinos k svetovnemu zmanjšanju vpliva človekove dejavnosti na okolje pa je Slovenija opravila tudi s podpisom Okvirne konvencije Združenih narodov o spremembi podnebja. Slovenija se je s podpisom Kjotskega protokola, ki so ga leta 2012 podaljšali do leta 2020, zavezala za zmanjšanje svojih emisij za 8 %. Več kot 56 % površine, pokrite z gozdovi in zelena mesta, pa lahko k temu znatno pripomorejo.

V Celju so občasno povišane vrednosti onesnažil zraka in navadno nastajajo pri virih, kjer bi bilo smiselno kot dopolnilo ali dodatni ukrep za zmanjšanje emisij izbrati za posamezno vrsto onesnaževalca primerna drevesa v bližini takrat, ko bi se prostor ponovno urejal. Pri izbiri sajenja dreves na določeno mesto bi v mestnem okolju bilo zaželeno upoštevati tako zbita tla kot pomanjkanje kisika in vode v tleh, verjetno izpostavljenost mehanskim poškodbam, boleznim in škodljivcem ter onesnaženosti tal in zraka, mnogo bolje pa bi bilo, da bi se izboljšale rastne razmere za drevesa. Takrat bi nadomeščanje odmrlih in poškodovanih dreves lahko bilo brez slabe vesti z isto drevesno vrsto kot je bila prej. Izbira je vedno težka, presoja in dobra odločitev v nekem trenutku pa še ne pomeni, da bodo čez čas razmere ostale enake. Želimo si le čist zrak in zdrava, mogočna drevesa.

6. Viri in literatura

Batič, Franc et al. 1999. Bioindikacija prizemnega ozona: interdisciplinarni pristop: priročnik za naravoslovne krožke in interesne dejavnosti v šoli. Ljubljana: Zavod RS za šolstvo. Str.123. ISBN 961-234-179-6.

Bolte, Tanja. 2012. Zrak v Sloveniji, Kakovost zraka v Sloveniji. Celje: Fit media. ISBN 978-961-6283-49-6.

Dolejši, Nataša. 2013. Urbano drevje Mestne občine Velenje - analiza stanja in smernice upravljanja Urbano drevje Mestne občine Velenje - analiza stanja in smernice upravljanja, magistrsko delo. Ljubljana: BTF, Agronomija. SI-ID 7622777.

Menke P., Thönnessen M., Beckröge W., Bauer J., Schwarz H., Groß W. 2008. Bäume und Pflanzen lassen Städte atmen. Schwerpunkt – Feinstaub. Düsseldorf, Agentur und Verlag GmbH: 36 str.

Mestna občina Celje. 2014. Okolje in prostor ter promet, Podatki o onesnaženosti zraka v Celju, Okoljski podatki. [Online]. Dostopno na: <http://eko.celje.si/Stran/grafPrah.html>.

Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 2014. Kakovost zraka, ukrepi varstva okolja. [Online]. Dostopno na: http://www.mko.gov.si/si/zakonodaja_in_dokumenti/veljavni_predpisi/okolje/zakon_o_varstvu_okolja/kakovost_zraka/

Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. 2013. Osnutek odloka o načrtu za kakovost zraka na območju Mestne občine Celje. [Online]. Dostopno na: [http://www.mko.gov.si/index.php?id=1333&tx_ttnews\[tt_news\]=6182&tx_ttnews\[backPid\]=12029&L=0&no_cache=1](http://www.mko.gov.si/index.php?id=1333&tx_ttnews[tt_news]=6182&tx_ttnews[backPid]=12029&L=0&no_cache=1).

Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, Agencija RS za okolje. 2012. Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2011. [Online, publikacija]. Dostopno na: http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/KAKOVOST_ZR_AKA%202011.pdf
http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/KAKOVOST_ZR_AKA%202011.pdf.

Ministrstvo za okolje in prostor. 2013. Kazalci okolja v Sloveniji. [Online]. Dostopno na: http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=552.

Rihtar, France in Zupančič Strojani Tadeja. 1996. Prostor mesta. Ljubljana: Fakulteta za arhitekturo. ISBN 961-6160-01-X.

Šiftar Aleksander, Maljevac Tanja, Simoneti Maja, Bavcon Jože 2011. Mestno drevje. Ljubljana: Botanični vrt, Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta. ISBN 978-961-6822-11-4.

Uradni list EU. 2008. Direktiva 2008/50 evropskega parlamenta in sveta z dne 21. Maja 2008 o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo. [Online]. Dostopno na: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0050&from=EN>.

Uradni list RS, št. 9/2011. 2011. Priloga Meje prednosti za varovanje zdravja ljudi. [Online]. Dostopno na: http://www.uradni-list.si/files/RS_-2011-009-00368-OB~P002-0000.PDF#!/pdf.

Uradni list RS, št. 9/2011. 2011. Priloga Ciljne vrednosti in dolgoročni cilji za ozon. [Online]. Dostopno na: http://www.uradni-list.si/files/RS_-2011-009-00368-OB~P004-0000.PDF#!/pdf.

Uršič, Andrej et al. 2011. Monitoring onesnaženosti zraka v Celju in okolici, poročilo o rezultatih meritev prašnih usedlin za leto 2010. [Online]. Dostopno na: http://moc.celje.si/images/Datoteke/porocilo_za_leto_2010.pdf

Vogrincič, Verica. 2006. Okolje je del nas, mi smo del okolja. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje. Str. 7. 1439956.

Volfand, Jože et al. 2012. Zrak v Sloveniji. Celje: Fit media. ISBN 978-961-6283-49-6.

PLATANE Z NARAVOVARSTVENIM POMENOM V MESTU CELJE

Andreja Gerčer

Šola za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje
andreja.gercer@guest.arnes.si

Izvleček

Članek predstavlja javorolistne platane (*Platanus × hispanica*) s posebnim naravovarstvenim statusom v mestu Celju. Javorolistne platane so križanci med vzhodno (*Platanus orientalis*) in zahodno platano (*Platanus occidentalis*) in so zaradi svoje odpornosti posebej primerna drevesa za urbano okolje. Dobro prenašajo onesnažen zrak, sušo, steptana mestna tla ter napade bolezni in škodljivcev. Vse omenjene platane so častitljive starosti nad 120 let in so mogočna drevesa z debelimi, okrasnimi debli in širokimi krošnjami. Predstavljajo pomemben estetski element v urbanem okolju. Drevesa so zavarovana kot naravne vrednote in naravni spomeniki. Predstavljene so naslednje platane: platane v Medlogu, platana pri železniški postaji, platana pri dvorcu Zgornji Lanovž in platana pri hotelu Štorman-na Mariborski ulici 5. Stanje in vzdrževanje platan dokazuje, da je Celje zeleno mesto s pridihom trajnostnega razvoja.

Ključne besede: javorolistna platana, naravna vrednota, naravni spomenik

1. Uvod

Mestu Celju lahko upravičeno rečemo »zeleno« mesto, saj ima veliko zelenih površin ter dreves, ki bogatijo podobo mesta in nas varujejo pred vročino poletnega sonca. Med temi drevesi je veliko zavarovanih dreves. Drevesa so zavarovana kot naravne vrednote ter kot naravni spomeniki. Večina izmed njih ima status obojega. Med najpogostejša mestna drevesa v Sloveniji spadajo javorolistne platane in tudi Celje ni izjema. Prav tako se med zavarovanimi drevesi pojavlja veliko javorolistnih platan, ki dajejo poseben, veličasten pečat mestu Celju. Gre za velika, mogočna drevesa, ki so ena izmed najbolj prilagodljivih drevesnih vrst, saj odlično prenašajo onesnaženje, steptana mestna tla, sušo, sorazmerno pa so odporna proti boleznim in škodljivcem. Javorolistne platane so zelo pomembne kot okrasne drevesne vrste. Privlačne so v vsakem letnem času zaradi široke krošnje in čudovitega debela z nenavadno skorjo, ki pride do izraza še posebej pozimi. Članek v nadaljevanju predstavlja javorolistne platane v Celju, ki imajo poseben naravovarstveni status kot naravne vrednote in naravni spomeniki. Te platane so: platane v Medlogu, platana pri železniški postaji, platana pri dvorcu Zgornji Lanovž in platana pri hotelu Štorman-na Mariborski ulici 5.

2. Platane z naravovarstvenim statusom v Celju

2.1. Opis javorolistne platane (*Platanus × hispanica*)

Javorolistna platana (*Platanus × hispanica*) je križanec med vzhodno (*Platanus orientalis*) in zahodno platano (*Platanus occidentalis*), ki je bila najprej znana kot "španska ali javorolistna platana"

Platanus × acerifolia (sopomenka *P. × hispanica*). Pri nas jo imenujemo javorolistna platana. Kot križanec združuje dobre lastnosti obeh platan (vzhodne in zahodne). Tu mislimo predvsem na lastnosti kot so: odpornost na sušo, tolerantnost proti prahu in dimu ter odpornost proti boleznim. Te platane so tudi dobro raščave. Dobre lastnosti platan oziroma njihova odpornost so se vidno dobro izkazale v Londonu, kjer je pogost smog, zato se je drevesa prijelo ime »londonska platana«. Po prvi svetovni vojni je bilo v Londonu izmed vseh dreves prisotnih kar 60% platan.

Pomen javorolistne platane je v njeni okrasni vrednosti. Sadimo jo zaradi okrasnega debla z nenavadno skorjo, lepega listja in široke, sicer redke, krošnje zanimive oblike. Zaradi potrebe po večjem prostoru so zanjo primerna odprta mesta po parkih, kjer jo sadimo posamezno ali pa v redkih skupinah. Primerna je tudi za sajenje v drevoredih kot to dokazuje obrežje reke Savinje v Celju. Sadimo jo lahko tudi v večjih vrtovih ter ob parkiriščih. Poleg odpornosti na onesnažila in sušo, jo odlikuje velika sposobnost obraščanja. Dobro prenaša tudi pomanjkanje ravnega prostora. To listopadno drevo doseže nekje do 30 metrov višine. Odlikuje jo velika, široka, redka krošnja. Drevo zacveti v maju. Njena lepota se odraža tudi v značilnem vzorcu njene skorje. Za rast potrebuje odcedna vlažna tla. Za rast ji prija svetla mesta, dobro pa prenaša tudi polseno.

2.2. Platane kot naravne vrednote v mestu Celje

Občina Celje se ponaša z mnogimi naravnimi vrednotami (slika 1), med katerimi je večina drevesne zvrsti. Gre za drevesa, ki so bodisi izjemnih dimenzij, izjemnega habitusa, izjemne starosti, ekosistemsko pomembna, znanstveno raziskovalno pomembna ali pričevalno pomembna. (8. odstavek 3. člena Uredbe o zvrsteh naravnih vrednot).

Mednje uvrščamo mnoge hraste (Boštjanova hrasta, Plevčakov hrast, hrasta doba v Celju ter na Teharjih), bukev na Anskem vrhu in Trobiševo bukev, duglaziji na Pečovniku, Intiharjevo lipo, Martunovo hruško ter mnoge javorolistne platane (platane v Medlogu, platana pri železniški postaji, platana pri dvorcu Zgornji Lanovž in platana pri hotelu Celeia na Mariborski cesti 5).



Slika 10: Naravne vrednote v občini Celje

Vir: <http://www.naravovarstveni-atlas.si/nvajavni/profile.aspx?id=Nv@ZRSVNJ>

2.2.1. Platana pri Zgornjem Lanovžu

To mogočno drevo, javorolistna platana (*Platanus × hispanica*), raste pri graščini Zgornji Lanovž v Celju (slika 2). Graščina Zgornji Lanovž ima korenine že iz 15. stoletja, kajti leta 1437 so jo oddali celjski grofje Jakobu Haidel s Kamna v najem. Graščina je večkrat menjala lastnike, ki so bili grofi, baroni, meščani, v letu 1916 pa je bila v lasti znane družine Rakusch. V njej so se nahajala tudi delavska stanovanja. Graščina je bila pod okriljem Mestne občine Celje sanirana v najnujnejšem smislu in zaščiten pred propadanjem. Sicer je pripravljena za nadaljnjo obnovo, na žalost pa danes sameva, saj so jo večkrat poskusili prodati, vendar je bilo to doslej neuspešno. Platana pred graščino je mogočne, celo nenavadne oblike. Zaradi odlomljenega stranskega vrha se je v deblu pojavila luknja, vendar je rana lepo zaraščena, saj je drevo zelo trdoživo. Njen naravovarstveni status se kaže kot naravna vrednota in naravni spomenik; oboje lokalnega pomena.



Slika 11: Platane pri Zgornjem Lanovžu

Vir: Gerčer, 2014

2.2.2. Medloške platane

Medloške platane predstavljajo tri izjemno velike in mogočne javorolistne platane (*Platanus × hispanica*). Rastejo v šolskem parku na dvorišču Šole za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje ter na parkirišču ob bivšem podjetju Vrtnarstvo Celje. Predstavljajo naravno vrednoto državnega pomena, saj so le-te najmogočnejše platane v Sloveniji. Platane so označene tudi kot naravni spomenik lokalnega pomena.

Najmogočnejša platana izmed vseh treh pa je najvišje in najdebelejše drevo izmed javorolistnih platan v Sloveniji. Najvišja platana je visoka okoli 50 metrov, njen obseg debla v prsni višini znaša 777 centimetrov. Njeno krošnjo tvorijo trije vrhovi. Platane so častitljive starosti, saj dosegajo starost 150 let, nekateri strokovnjaki pa menijo, da so stare do 250 let.

Platano (slika 3), ki raste prav na dvorišču Šole za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje, je bilo potrebno v letu 2007 sanirati. Poletno neurje jo je namreč zelo poškodovalo, saj je sunek vetra nagnil dve ogrodni veji in povzročil, da je drevo počilo. Zaradi nevarnosti odloma ogrodne veje je Zavod RS za varstvo narave izdal strokovno mnenje o njeni sanaciji. V ta namen je bilo izbrano podjetje Arborist, Tanja Grmovšek, s.p.



Slika 3: Platane Medlog (*Platanus x acerifolia*)

Vir: Gerčer, 2014

2.2.3. Platana pri železniški postaji

Ta javorolistna platana (*Platanus x hispanica*) ima zaradi svoje lege, oblike in starosti veliko naravovarstveno vrednost. Leta 2006 je bila celo razglašena za Drevo leta. Ima status naravne vrednote in naravnega spomenika; oboje lokalnega pomena. Platana (slika 4) je bila posajena okoli leta 1880. Njena posebnost se kaže tudi v zelo redkem fenomenu, saj se je cesta ob širitvi umaknila drevesu in ne obratno kot je to običajno. Drevo ima tudi izjemno krajinsko vrednost in je pomemben estetski element v urbanem okolju. Njeni pomembni lastnosti sta tudi hitra rast in dobro prenašanje onesnaženega zraka.

Platana predstavlja simbolni pomen in daje navdih trajnostnemu razvoju mesta Celja.



Slika 4: Platane pri železniški postaji v Celju

Vir: Gerčer, 2014

2.2.4. Platana pri hotelu Štorman

Gre za lepo raščeno javorolistno platano (*Platanus x hispanica*), ki raste ob hotelu Štorman. Mogočno drevo, z ogromnim deblom, je eno najlepših mestnih dreves in ga odlikuje lepa ter široko razvejana krošnja. S svojimi 39 metri je najvišje drevo v središču mesta Celje. Starost drevesa je ocenjena na 120 let. Platana je uspešno kljubovala letom hudega industrijskega onesnaževanja. Drevo je uspešno dokazalo svojo odpornost, vitalnost in življenjsko moč. Zavedati pa se je potrebno, da obstaja še vedno potencialna ogroženost zaradi mestnega okolja. Platana predstavlja pomemben estetski

element in pomembno prispeva k privlačnosti lokacije. V preteklem času je bila platana tudi uspešno sanirana, kar dokazuje slika 5 spodaj.



Slika 5: Platana pred hotelom Štorman
Vir: Gerčer, 2013

3. Zaključek

Drevesa z naravovarstvenim statusom v mestu Celju dajejo mestu poseben pečat in dokazujejo, da mesto diha z naravo. Med njimi je veliko javorolistnih platan, (*Platanus x hispanica*) ki dokazujejo, da je mesto zeleno in trajnostno naravnano. Gre za mogočna drevesa, častitljive starosti in ogromnih dimenzij, ki uspešno kljubujejo težavam urbanega okolja in predstavljajo pomemben estetski element v prostoru. Vse platane, ki jih omenja članek, imajo status naravne vrednote in naravnega spomenika.

4. Viri in literatura

Gradovi. Grad Lanovž. (b.d.). Pridobljeno 4.9.2014, iz http://www.gradovi.net/grad/lanovz_zgornji_dvor_dvorec

Naravne vrednote. Naravovarstveni atlas Slovenije. (b.d.). Pridobljeno 3.9.2014, iz <http://www.naravovarstveni-atlas.si/ISN2KJ/profile.aspx?id=Nv@ZRSVN>

Petkovšek, M. in Tomažič M. (2006). Strokovna ekskurzija v okviru projekta Partnerstvo izobraževanja in dela v letih 2006-2007. Celje: Zavod R Slovenije za varstvo narave.

Uredba o zvrsteh naravnih vrednot. Ur. L .RS št. 52/02 in 67/03

Urejeno-zeleno Celje. (b.d.). Pridobljeno 5.9.2014 iz <http://urejeno-zeleno.celje.si/index.php/zavarovana-drevesa>

Varstvo naravnih vrednot. Agencija republike Slovenije za okolje. (b.d.). Pridobljeno 3.9.2014, iz <http://www.arso.gov.si/narava/naravne%20vrednote/>

BOLEZNI IN ŠKODLJIVCI PLATAN

Anja Žužej Gobec
Šola za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje
anja.gobec@gmail.com

Izvleček

*Drevesa v mestu zvišujejo kakovost bivanja, vplivajo na zdravje ljudi, oblikujejo mestno okolje ustvarjajo njegovo prepoznavnost. V urbanem okolju uspevajo predvsem tiste drevesne vrste, ki kljubujejo neugodnim življenjskim pogojem v mestih. Ena izmed teh drevesnih vrst je tudi platana. Najdemo jo praktično v vseh velikih mestih širom Evrope in ZDA. Poleg vseh neugodnih neživih dejavnikov, ki vplivajo na rast mestnih dreves, pa jim pretijo številne bolezni in škodljivci. Najpogostejše glivično obolenje platan pri nas je platanova listna sušica, ki jo povzroča gliva *Apiognomonia veneta*. Našim platanam preti tudi karantenska bolezen platanov obarvani rak, ki jo povzroča glivica *Ceratocystis platani*. Propad okuženega drevesa se zgodi v treh do šestih letih. Leta 2013 je bila tudi v Ljubljani na platanah ugotovljena bolezen, ki so jo poimenovali masarijsko odmiranje platane in jo povzroča gliva *Splanchnonema platani*. Poleg teh nevarnih glivičnih obolenj pa napadajo platane tudi škodljivci. Na naših platanah je pogosta platanova čipkarica, ki s svojim sesanjem slabi gostitelja. Na pohodu pa je tudi velik hrošč kitajski kozliček, katerega ličinke vrtajo velike luknje. Posledica je odmiranje vej in propad celotnega drevesa.*

Ključne besede: platana, platanova listna sušica, platanov obarvani rak, masarijsko odmiranje platane, platanova čipkarica

1. Uvod

Življenje dreves v mestih je zelo težko. Spopadati se morajo s številnimi težavami kot so revna, največkrat stlačena tla, velika nihanja temperature, slab vodni režim, slab sprejem hranil zaradi suše ali neustreznosti Ph, večkrat ekstremne vrednosti temperatur zaradi sevanja objektov, ki so v bližini, smog, dim, prah... Poleg vseh teh neugodnih neživih dejavnikov, ki vplivajo na rast mestnih dreves, pa jim pretijo še številne bolezni in škodljivci.

Ena izmed drevesnih vrst, ki bolj ali manj kljubuje težkemu življenju v urbanem okolju je tudi javorolistna platana. V nekaterih mestih širom Evrope in ZDA so še pred nedavnim sadili izključno platane. Že v starem veku je bila platana največkrat omenjeno drevo in ker ni imela koristnih plodov so jo uvrščali med aristokratka drevesa, ki so bila namenjena za gosto senco oz. zaščito pred poletnim soncem. Tako ni naključje, da imamo v Celju med zavarovanimi drevesi, kar šest platan, ki dajejo pomemben pečat mestni občini.

Na žalost pa platane napadajo številne bolezni in škodljivci.

2. Bolezni platan

Najpogostejše glivično obolenje platan pri nas se imenuje **platanova listna sušica**, ki jo povzroča gliva **Apiognomonia veneta** (Sacc. & Speg.) Höhn (1920). Bolezen se na platanah pojavlja že praktično na vseh kontinentih. Izbruh bolezni je močno odvisen od vremena. Glivici ustreza vlažno in hladno spomladansko vreme. Tipični simptomi se kažejo kot nekroze nepravilnih oblik na listih in ob listnih žilah kmalu po tem, ko drevje ozeleni. Listi se sušijo, zgrbančijo in največkrat odpadejo. Če listi odpadejo zgodaj spomladi, lahko listi ponovno odganjajo. Okužba je navadno najmočnejša v spodnjem delu krošnje. Če je poleti veliko dežja, listje rjavi po krošnji navzgor. Odmiranje lista poteka najprej po listnih žilah in se kasneje širi na listno ploskev in na listni pecelj. Na robovih listov redko nastanejo nekroze. Gliva raste iz listov, ki se sušijo skozi peclje do vejice. V času zimskega mirovanja pride do nastajanja rakavih tvorb, odmiranja lubja in brstov. Pogosto lahko simptome te glivice zamenjamo za simptome, ki jih lahko povzroča suša, pomanjkanje kalija, spomladanska pozeba ali poškodbe, ki nastanejo zaradi trosenja soli v zimskih mesecih. Bolezen lahko omejimo z odstranjevanjem in sežiganjem okuženega listja. Sadike platan, ki so okužene pa lahko tretiramo s FFS (ditiokarbamatnimi ali bakrenimi pripravki) vsaj dvakrat v razmaku 14 dni.



Slika 1: Nekroze na listih platane ob listnih žilah je povzročila *Apiognomonia veneta*

Vir: http://en.wikipedia.org/wiki/Apiognomonia_veneta

Glivica, ki jo sedaj znanstveno poimenujemo **Ceratocystis platani** je karantenski škodljiv organizem za platane (*Platanus* spp.) To nevarno bolezen platan smo pri nas poimenovali **platanov obarvani rak**. Razširjena je v nekaterih evropskih državah kot so Švica, Španija, Francija Italija in ponekod v Severni Ameriki. Okužena drevesa pa so našli tudi v Armeniji. Posebno občutljiva je javorolistna platana. Gliva prodre v drevo skozi rane. Bolezen se lahko prenaša skozi korenine s stroji, ki pri obdelavi tal povzročajo poškodbe korenin, tudi z okuženim orodjem. Posebno nevarni za prenos bolezni so vsi lesni ostanki in orodje, ki se je uporabljalo pri poseku okuženih platan.

Glivica je parazit skorje in prevodnega sistema. Tako se simptomi kažejo v obliki uleknjene skorje, ki spremeni barvo (vijoličasto rjavo.), na skorji se pojavijo nekroze v obliki prog. Te lahko v lesu postanejo črno modre ali rdečkasto rjave. V primeru večjih okužb skorje so ta razbarvanja v obliki zagozd, ki segajo v sredino debla. Listi so majhni, redki, pogosto klorotični in venijo.

Propad okuženega drevesa se zgodi v 3-6 letih.

Ker ta bolezen v Sloveniji še ni razširjena je potrebno strogo upoštevanje fitokarantenskih predpisov. Gliva se prenaša večinoma pri obžagovanju. Zato lahko njeno širjenje preprečimo z ustreznimi higienskimi ukrepi.



Slika 2: Razbarvanja v obliki zagozd, ki segajo v sredino debla je povzročila gliva *Ceratocystis platani*
Vir: https://www.eppo.int/fungi/Ceratocystis_fimbriata_platani/CERAFF_images.htm

Leta 2013 je bila tudi pri nas v Ljubljani na platanah ugotovljena bolezen, ki so jo poimenovali **masarijsko odmiranje platane** in jo povzroča gliva *Splanchnonema platani*. Gliva *Splanchnonema platani* povzroča odmiranje skorje platanovih vej, odmiranje celih vej in naglo razgradnjo lesa v okuženih vejah. Spremembe barve okužene skorje in njeno odmiranje pa so pogosto opazne le na zgornji strani vej. Okužene veje se pogosto zlomijo. To seveda lahko ogroža ljudi v mestih. Bolezen je povezana z velikimi stroški, saj je potrebna kontrola varnosti in odstranjevanje obolelih vej. Priporočajo, da se zdravje dreves platane, predvsem v sušnih obdobjih, ko se pojavi masarijsko odmiranje, pregleda najmanj trikrat in čim prej odstrani okužene veje. Bolezen je v Evropi že dolgo razširjena. Najprej se je pojavila v Italiji in Španiji, kasneje še v Nemčiji, Švici, Avstriji in Veliki Britaniji. Vzrok razširitve te bolezni v severnejšo Evropo pripisujejo povišanim temperaturam in sušnim obdobjem v poletnih mesecih. Tako oslABLJENA drevesa gliva hitro okuži.



Slika 3: Okužene veje se pogosto zlomijo zaradi glive *Splanchnonema platani*
Vir: <http://www.landscapejuicenetwork.com/profiles/blogs/london-tree-officers-association-offer-free-guide-to-massaria-dis>

3. Škodljivci platane

Najpogostejši škodljivec platan pri nas je sesajoča žuželka, ki smo jo v Sloveniji poimenovali platanova čipkarica. Ime je dobila zaradi sivo srebrnih, prozornih mrežastih kril in izrastkov na oprsju, ki spominjajo na čipko. Njeno znanstveno ime je *Corythucha ciliata* Say. V Evropo so je prenesli iz Amerike, leta 1972 pa je bila odkrita v Sloveniji. Odrasla žuželka je dolga približno 4 mm. Na ovratniku imajo te žuželke mrežast mehur hruškaste oblike, ki zakriva glavo. V ugodnih razmerah ima pri nas tri

generacije letno. Aktivna je vse od konca aprila pa do decembra. Na spodnji strani lista platan opazimo veliko temnih ličink in veliko majhnih črnih iztrebkov. Odrasle žuželke prezimijo pod lubjem gostitelja. Škodo delajo odrasli osebki, ki sesajo rastlinski sok iz listov. Poškodbe se največkrat pojavijo ob glavnih listnih žilah in na listnih pecljih. Listi porumenijo in se ob močnem napadu sušijo in odpadajo. Zaradi ponavljajočih se napadov gostitelj slabi. Te stenice pa so tudi prenašalke platanove listne sušice in platanovega raka, ki sta smrtno nevarne bolezni platan.



Slika 4: Odrasli imago, temne nimfe in črni iztrebki.

Vir: Žužej Gobec, 2014



Slika 5: Listi porumenijo in se ob močnem napadu sušijo in odpadajo

Vir: Žužej Gobec, 2014

Novo grožnjo lesnatim rastlinam predstavljata kitajski kozliček (*Anoplophora chinensis*) in azijski kozliček (*Anoplophora glabripennis*). Našli so jih že v številnih evropskih državah, na najrazličnejših drevesnih vrstah. Napadena drevesa so manj vitalna, listje veni in rumeni. Drevesa slabijo in se sušijo, ob močnejšem vetru se lahko lomijo veje ali pade celo drevo. Pomemben znak napada obeh kozličkov je tudi žagovina. Značilne so tudi popolnoma okrogle izletne odprtine velikosti od enega do 1,5 centimetra, skozi katere izletijo odrasli hrošči.

4. Zaključek

Novih bolezni in škodljivcev je zaradi globalnega trgovanja vse več. Zdravljenje dreves z uporabo FFS pri tako velikih drevesih praktično ne pride v poštev.

Verjetno bomo morali razmisliti o sajenju nekaterih domačih drevesnih vrst, ki so vsaj za zdaj brez resnejših bolezni in škodljivcev.

5. Viri in literatura

Maček, J. 2008. Gozdna fitopatologija. Ljubljana: Zavod za gozdove Slovenije, Zveza gozdarskih društev Slovenije – Gozdarska založba.

Platanov obarvani rak. [Online]. [8. sept. 2014]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.zdravgozd.si/prirocnik/zapis.aspx?idso=195z>.

Novice iz varstva gozdov, št.6. [Online]. [10. sept. 2014]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.zdravgozd.si/nvg/prispevek.aspx?idzapis=6-7>.

Platanova listna sušica. [Online]. [10. sept. 2014]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.zdravgozd.si/prirocnik/zapis.aspx?idso=92>.

Urejeno – zeleno Celje.(b.d.). [Online]. [5. sept. 2014]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://urejeno-zeleno.celje.si/index.php/zavarovana-drevesa>.

Platana (*Platanus* sp.) – les, skorja in kulturna zgodovina. (b.d.). [Online]. [6. sept. 2014]. Dostopno na spletnem naslovu: www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:doc-MSPW8QK5/8dad49d4.

Zdravstveno varstvo rastlin. (b.d.). [Online]. [14. sept. 2014]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.slideshare.net/Lasta5/prirocnik-za-usposabljanje-odgovornih-oseb-zvr-2008nov11>.

TRŽENJE ANTISTRESNIH TERAPIJ V BOGATIH SLOVENSKIH GOZDOVIH

Darija Cvikl
boreas658@gmail.com

Barbara Pajk
Šola za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje
barbara.pajk@hvu.si

Izvleček

Nacionalni gozdni program Slovenije zajema poleg upoštevanja gospodarjenja z gozdom tudi ekološko in socialno funkcijo, vendar se v praksi tovrstna usmeritev ovrednotenja teh funkcij še ne uresničuje, razen z redkimi izjemami. Ena takih izjem je mesto Celje, ki delno uresničuje zastavljeni cilj skozi 14 km urejenih gozdnih poti Mestnega gozda in v okviru učne poti Celjska koča. V članku smo navedli tudi primer dobre prakse, ki je zaživel v letošnjem letu 2014, izvaja ga LTO Laufar Cerkno.

Ideja trženja antistresnih terapij v gozdu je v Sloveniji še kako primerna, saj ima Slovenija skoraj 60 % pokritost z gozdovi. Na podlagi blagodejnih učinkov posameznih vrst gozda, so vsaj tri vrste gozda zaradi razširjenosti in zastopanosti drevesnih vrst primerne za izvajanje ti. Selfness gozdnih terapij, ki poleg terapevtskih učinkov spodbujajo tudi trajnostni razvoj, na katerem temelji strategija razvoja slovenskega turizma, kakor je zapisano v Strategiji slovenskega turizma 2012 – 2016.

Glede na dejstvo, da imamo na področju turizma v zadnjih desetih letih izrazito pozitivna gibanja tako po rasti števila turistov in prenočitev, kot po rasti prihodkov iz naslova turizma, je v luči pospeševanja prodajnih učinkov smiselno opredeliti trženjski koncept za izkoriščanje socialne funkcije gozda, ki smo ga v članku predstavili. Slednji zajema opredelitev antistresne terapije, pozicioniranje storitve na trgu, definiranje posameznih velneških produktov, segmentiranje ciljnih odjemalcev in izvajanje učinkovitega trženjskega spleta.

Izkoriščanje gozda v Sloveniji v smislu trženja antistresnih terapij je zagotovo tržna niša, na kateri lahko Slovenija v okviru trajnostnega razvoja znatno poveča svoje prihodke iz naslova turizma.

Ključne besede: stres, upravljanje s stresom, sproščanje, komunikacija, trženje, gozd, drevesa, terapija, velnes, selfness

1. Uvod

Gozd kot naravni habitat, gozd kot pomemben vir energije, gozd, ki obnavlja in celi, drevesa kot osnovni gradniki gozda...gozd, ki zdravi.

Gozd je okolje, v katerem se lažje umirimo, saj varuje pred hrupom urbanizacije. V gozdu se srečamo z zvoki, ki imajo lahko tudi terapevtski učinek, npr. šumenje potoka, šelestenje listja itn. (Mlakar Močilnik, Pirnat, 2010)

Slovenija je dežela gozdov, saj pokrivajo 58,4 % površine (1.184.526 ha) (podatek za leto 2012). 70 % gozdov je bukovih, jelovo-bukovih in bukovno hrastovih. Najmanjši delež gozdov je v vzhodni Sloveniji, kjer so predvsem v Prekmurju in v ravninskih delih Podravja deleži do 25 % ali od 25-50 %. Območja z deležem gozdov nad 90 % so na Pohorju, Dolenjskem, Kočevskem, Postojnskem, Trnovskem gozdu in drugih območjih. (http://www.zgs.si/fileadmin/zgs/main/img/CE/gozdovi_SLO/Karte/Gozdnatost_KO.jpg)

Koriščenje naravnih danosti gozda kot vira zdraviliškega turizma in velnesa je eden od alternativnih pristopov oblikovanja velneških storitev v turizmu.

Ko govorimo o neizkoriščenih resursih, o novih metodah zdravljenja, predvsem pa o antistresnih terapijah, imamo na voljo v Sloveniji bogato paleto naravnih danosti, ki so potencialnim odjemalcem – ciljni skupni tistih, ki predvsem trpijo za povečano anksiozno motnjo in prekomernim stresom – zelo potrebna.

2. Kaj je stres? Koliko smo podvrženi stresnim dejavnikom? Ali se jim lahko učinkovito upremo?

To so aktualna vprašanja predvsem z vidika antistresnih terapij. Večina se sicer niti ne zaveda, da je pod stresom, saj je težko vzpostaviti neposredni stik s samim sabo, če jim to vsakdanje stresno delo in obremenjenost z njim ne omogoča. Da bi si lahko pomagali, je potrebno razviti določene komunikacijske spretnosti, ki nas približajo odgovorom na vprašanja: ali smo nezadovoljni pri vsakdanjem delu, ali imamo premalo potrpljenja in nizko raven strpnosti do sodelavcev in podrejenih ter nadrejenih v službi in članov družine.

Stres je fiziološki, psihološki in vedenjski odziv posameznika na vsako spremembo, ki se ji moramo prilagoditi. Stres je lahko pozitiven, če doživljamo spremembe kot izziv. Škodljiv in zdravju nevaren pa je takrat, ko imamo občutek, da zahteve okolja presegajo naše zmožnosti. [...] Daljša obdobja stresa lahko vodijo v kronično izčrpanost ali bolezen. (http://www.institutsatori.si/Stres.pdf)

Podatki raziskav kažejo, da je kar 70 - 80% vseh obiskov pri zdravniku je tako ali drugače povezanih s stresom. Stres in dejavniki stresa niso za vse ljudi enaki in enako težko (ali lahko) rešljivi. Razmerje med našimi lastnimi zahtevami in zahtevami okolja ter sposobnostjo reševanja le-teh je namreč tisto, kar nam pove, ali bo stres škodljiv in uničevalen, tj. negativni stres ali pa ga bomo obvladali in nas bo mogoče celo spodbudil k dejanjem, tj. pozitivni stres. Za normalno življenje je nekaj stresa nujno potrebnega. Težava nastane takrat, ko je stresnih situacij preveč, so preveč zgoščene, premočne ali predolgo trajajo. V takih primerih lahko stres privede do različnih motenj. (Dernovšek, Gorenc, Jeriček Klanšček, 2012, 8)

Stresne motnje se lahko izražajo s telesnimi znaki, z vedenjskimi znaki in z možnimi spremembami mišljenja ter čustvovanja.

Stresne motnje so:

- Prebavne motnje: čir, driska, izguba teka, pretirana ješčost, zgaga, bruhanje, slabost.
- Motnje srca in ožilja: visok krvni tlak, motnje srčnega utripa.
- Motnje imunskega sistema: revmatoidni artritis, sladkorna bolezen, nekatera rakava obolenja, alergije.
- Motnje mišičnega sistema: mišični krči, bolečine v vratu in hrbtu.
- Motnje dihal: pogosti prehladi, astma.
- Duševne motnje: zloraba psihoaktivnih snovi (so snovi, ki primarno vplivajo na delovanje osrednjega živčnega sistema in tako vplivajo delovanje možganov) in posledična odvisnost, anksiozne motnje in depresija. (Dernovšek, Gorenc, Jeriček Klanšček, 2012, 8)

Da bi bolje razumeli, kako premagovati stres, je potrebno povedati nekaj več o stresorjih (povzročiteljih stresa) in učinkih stresa. Delimo jih v dve poglavitni skupini: fizične stresorje in psihološke stresorje.

Fizični stresorji

Med fizične stresorje uvrščamo okoljske dejavnike, npr. nekontrolirani hrup povzroča nižjo delovno učinkovitost in motivacijo ter zahteve delovnega mesta, npr. tempo dela, obremenjenost z delom, število delovnih ur.

Psihološki stresorji

Pomanjkanje kontrole (stopnja fleksibilnosti delovnega urnika in tempa dela), medosebni konflikt, ki se lahko pojavi ob pomanjkanju delovnih virov, nejasnost delovne funkcije, neskladnosti interesov ali zaznana nepravilnost ter konflikt delo-družina, so najpogostejši vzroki za nastanek psiholoških stresorjev.

Prisilno prilagajanje emocionalnih odzivov predstavlja regulacijo posameznikovega emocionalnega doživljanja v skladu z zahtevami opravljanega poklica. V takšnih okoliščinah se morajo posamezniki v določenih primerih posluževati igranja ali potlačevanja trenutnih emocij in prikazovanja primernih, kar predstavlja velik kognitiven in fiziološki napor ter se navadno dolgoročno odraža stresno. (http://sl.wikipedia.org/wiki/Stres_na_delovnem_mestu)

3. Antistresne terapije

Poznamo različne ravni uporabe antistresnih terapij: telesno raven, raven misli ter raven čustev in vedenja.

Vendar pa imajo vse osnovne tehnike sproščanja stresa v telesu (npr. energijske vaje za pomiritev in sprostitvev, dihalne vaje, ki uravnavajo stresni hormon kortizol, prehranjevanje in antistresni napitki ter ostale tehnike za vzpostavljanje ravnovesja in sproščanje čustvene napetosti) skupni imenovalec: zatekajo se k naravnemu okolju, kjer je poglobitev vase in naše notranje občutke najučinkovitejša.

Zato je razumljivo, da je velnes, ki ga lahko uvrstimo v turistične dejavnosti, čeprav je danes mnogo več, način življenja, v zadnjem desetletju doživel velik razvoj in napredek kot ena izmed turističnih storitev.

V anketi, ki jo je izvedel Statistični urad Republike Slovenije v letu 2012: »Tuji počitniški turisti po mesecu anketiranja, vrsti objekta, vrsti občine, državi prebivališča in motivih za prihod na počitnice v Slovenijo«, je razbrati, da je eden od poglavitnih navedenih motivov pri odločanju za obisk naše države bil tudi skrb za zdravje in storitve dobrega počutja – velnes. V drugi, pripadajoči anketi, ki je podala povprečne ocene posameznih motivov za prihod počitniških turistov v istem letu, je razvidno,

da so med julijem in avgustom zdraviliške občine v Sloveniji prejele zelo visoko povprečno oceno. (od 4.0 do 4.7 v rangi od 1-5).

Danes, ko je turizem ena redkih gospodarskih panog v porastu (spomnimo, da je bilo v letu 2011, 983 milijonov mednarodnih prihodov turistov po vsem svetu, z rastjo 4,6% v primerjavi z 940 milijonov v letu 2010, pri čemer ni vidnejšega upadanja trenda), je nujno potrebno razmišljati predvsem o naslednjem: o pravih strategijah trženja, a predvsem pravih, aktualnih vsebinah.

V strategiji slovenskega turizma 2012 - 2016 (Tomin Vučkovič, 2013, 17) je zapisano, da »je prav trajnostni razvoj tisti strateški temelj, ki narekuje nadaljnje korake in projekte ter po katerem nas bo mednarodna strokovna in širša skupnost prepoznala kot odlično, zeleno, aktivno in zdravo destinacijo, s katero je veselje poslovati in jo obiskati.«

To pomeni, da moramo dvigniti zavedanje o naših resursih, potem pa tudi osmisлити projekte, ki bodo temeljili na zdravju prijaznih, ti. »zelenih rešitvah«. Gozd je ena izmed alternativnih možnosti, ki jo je potrebno razdelati, predvsem z vidika zdravih učinkov, antistresnih terapij in trženjsko – razvojnih možnosti.

V znanstveni razpravi Pomen zvočne podobe gozda za njegovo estetsko vlogo (Mlakar Močilnik, Pirnat, 2010) je zaslediti zdravilni učinek zvočne podobe gozda, ki so ga testirali na 428 anketiranih. Kar 55% anketirancev je navedlo, da zvoki gozda delujejo na človeka pomirjujoče. Po njihovih izsledkih je gozd okolje, v katerem se lažje umirimo, saj varuje pred hrupom urbanizacije. V gozdu se srečamo z zvoki, ki imajo lahko tudi terapevtski učinek: npr. šumenje potoka, šelestenje listja itn. Takšni zaznavni kanali postanejo posebno pomembni pri slepih in slabovidnih, ki imajo druge čute še bolj izostrene.

Sodoben način življenja je poln hitrih sprememb, povečanega duševnega stresa, veliko dela opravimo sede, poleg tega nas ogrožajo tudi okoljski dejavniki. Rezultat tega so lahko mnoge psihosomatske bolezni, duševne stiske, depresija, kronična utrujenost itn. Naravno okolje, kot je gozd, pa tudi posamezna drevesa, lahko v tem pogledu veliko prispevajo k odpravi ali omilitvi takih težav. Vse več raziskav dokazuje pozitivne vplive dreves in gozda na človekovo zdravje in dobro počutje: V letih 1989 do 2008 je potekalo kar nekaj raziskav (Bell in sod., 2005, Paronen, 2005, Raudsepp, 2005, Kaplan in Kaplan, 1989), ki dokazujejo, da gozd deluje antidepresivno, zvoki gozda pomirjujoče in harmonično, kot obnavljajoči vir izčrpane usmerjene pozornosti ipd.

Prav tako je LTO Cerklje s projektom Gozdni selfness bil v letošnjem letu 2014 zmagovalec natečaja za najbolj inovativno idejo v turizmu, razpisanemu s strani javne agencije SPIRIT Slovenija - sektor za turizem ter Ministrstva za gospodarski razvoj in tehnologijo. Avtorji projekta so Borut Pirih, Minca Slakonja in Polona Kavčič. Projekt temelji na implementaciji elementov obstoječe selfness ponudbe na trgu v naravno okolje, z naravnimi materiali in lokalnimi produkti.

3.1. Predstavitev primera dobre prakse na področju uvajanja antistresne terapije v slovenskem gozdu: Projekt Gozdni selfness

Pri gozdnem selfnessu, kot nakazuje angleški pojem, gre za vase zazrto početje, ki si je za prioriteto zastavilo ne le dobro fizično počutje posameznika, kot ga ponuja velnes, ampak tudi njegovo osebno izpopolnitev. Selfness torej ni slovenska pogruntavščina, gozdni selfness, ki se prepleta z naravo in tam tudi izvaja, pa je. Lokalna turistična organizacija (LTO) Laufar Cerklje je zanjo letos prejela nagrado snovalec, ki jo za uresničitev novih izvirnih idej podeljujeta javna agencija Spirit in ministrstvo za gospodarstvo. Domislila se ga je četverica mladih iz LTO Laufar Cerklje in predstavlja nov zeleni trend v slovenskem turizmu, ki temelji na izkoriščanju naravnih danosti in lepote

Cerkljanskega brez posegov v naravo. Svojo zamisel so združili s poglobitnimi smernicami trajnostnega razvoja. Gre za prvi selfness program v Sloveniji, ki poteka v objemu cerkljanskih gozdov, z naravnimi materiali in lokalnimi produkti. Program temelji na organiziranem pohodu po urejeni pohodniški poti, s strokovno vodeno zdravilno terapijo na idiličnih postojankah v naravi.

Zdravilna terapija vključuje:

- predstavitev energij posameznih drevesnih vrst ter vaje za prenos energije (slika 1),
- vodene meditacije, gibalne vaje sproščanja ter vaje za osebno rast pod krošnjami dreves in na zelenih pašnikih (slika 2),
- predstavitev tehnik za uspešnejše spopadanje z vsakodnevnim stresom,
- vodeno zvočno terapijo in počitek v visečih mrežah (slika 3),
- predstavitev refleksoterapije stopal, hojo po smrekovih iglicah, razbijanje telesnih blokad ter vzpostavljanje energijskega ravnovesja (slika 4),
- malico iz košare z dobrotami - okušanje lokalnih, naravnih in ekološko pridelanih izdelkov,
- razstrupljanje telesa z oblogami iz tamkajšnje rjave glinice in sproščanje na urejenih ležiščih iz senenih bal,
- zdravo in okusno kulinarično presenečenje,
- razvajanje utrujenih nog in spodbuditev prekrvavitve nog s kopeljo iz senenega drobirja (slika 4). (Slakonja, 2014)



Slika 12: Objemanje drevesa

Vir: Bojan Tavčar, 2014



Slika 13: Sedeča meditacija

Vir: Bojan Tavčar, 2014



Slika 14: Počitek v viseči mreži
Vir: Bojan Tavčar, 2014



Slika 15: Nožna kopel iz senenega drobirja
Vir: Bojan Tavčar, 2014

Udeleženci programa spoznajo tehnike za lažje spopadanje s stresom, okrepijo svoje zdravje in poskrbijo za ohranitev vitalnosti. Udeleženci terapije so podali zelo pozitivne komentarje, tako npr. Giacomo (18 let), Arizona, ZDA, pravi: "Zelo dober in sproščujoč program, pri katerem si izpostavljen drugačnim stvarim od tistih, ki jih ponujajo drugi. Najbolj všeč mi je bila hrana, ki je bila že na prvi pogled nekaj posebnega, poleg tega pa še zdrava in okusna, tudi za nas, vegetarijance. Program bi ocenil kot zdravilen za telo, um in dušo."

4. Trženje antistresnih terapij v gozdu

Z vidika trženja je pomembno naslednje:

1. Opredeliti antistresne terapije v okvirju antistresnih učinkov slovenskih gozdov. To pomeni, da je potrebno povabiti k sodelovanju strokovno osebje s področja velnesa, poznavanja drevnine, psihiatre, komunikacije ter pedagoško-andragoške strokovne sodelavce. Tak strokovni tim naj oblikuje in implementira do končnega uporabnika programske antistresne pakete, ki bodo potekali predvsem v okvirju slovenskega gozda kot naravnega habitata.

2. Pozicionirati posamezne zdravilne destinacije na ozemlju Slovenije. Na tem mestu je potrebno seveda upoštevati zakonsko regulativo, pravno – formalne podlage, ki bi dopuščale prakticiranje zdravljenja s pomočjo uporabe gozdnih površin. V tem oziru ne bi smelo biti večjih omejitev, razen tistih, ki so vezane na uporabo gozda v sprehajalne in tranzitne namene. Pravzaprav gre za projekt, ki zahteva praktično minimalne vloške, če odštejemo strokovno znanje in strokovni nadzor pri izvajanju posameznih antistresnih storitev.

3. Definirati posamezne velneške produkte in njihovo blagovno znamko (Slovenija bi lahko imela v okviru terapevtskega učinka gozdov enotno blagovno znamko). Nosilci antistresnih terapij in projektov, ki bi jih prakticirali, morajo skupaj s strokovnjaki za komunikacijo in tržniki ugotoviti, katere potrebe ljudje, ki so sicer pod stresom, najraje zadovoljujejo v gozdu. Na podlagi takšne raziskave se potem opredelijo posamezni produkti (antistresni paketi velneških storitev), upoštevajoč naravne dejavnike posamezne lokacije. Seveda je zaradi tržne prepoznavnosti potrebno opredeliti tudi trženjska imena, blagovne znamke ipd. In na koncu, zelo pomembno je, da strokovnjaki za sporazumevanje in stres določijo najprimernejše komunikacijske poti, preko katerih bodo antistresne terapije dosegle končnega uporabnika.

4. Segmentirati ciljne odjemalce

Kdo so ciljni odjemalci, kako jih segmentirati in doseči? Odgovor na to vprašanje je potrebno opredeliti predvsem z vidika nosilca oz. ponudnika antistresnih terapij. Če gre za zdravilišča oz. resorte ali velnes centre, potem izhajamo iz njihove že obstoječe baze odjemalcev. Če gre za turistične kmetije, ravnamo podobno. V primeru, da se formira novi pravni subjekt, mora ta sam doseči ciljne uporabnike. Opredeliti je potrebno ali gre za domače, slovenske uporabnike, podjetja ali posameznike, turiste ali gospodinjstva ipd.

5. Izvajati učinkovit trženjski splet e-trženja in klasičnega trženja.

Ko imamo opredeljene naše tržne odjemalce, se lotimo – glede na naše proračunske zmožnosti – tudi oblikovanja elementov tržnega spleta. To pomeni, da je potrebno določiti cenovno strategijo, kjer se upoštevajo stroški, potrebni za izvajanje posameznega paketa storitev, ponudba in povpraševanje in ne nazadnje tudi obstoječa ponudba konkurenčnih ponudnikov. Na tem mestu opozarjamo predvsem na pomembnost dodane vrednosti antistresne terapije, ki poteka pod okriljem slovenskega gozda. Ta dodana vrednost, ki jo je potrebno tudi cenovno ovrednotiti, razlikuje takšno storitev, jo opredeljuje kot izjemno glede na ostale velneške antistresne terapije.

V naslednjem koraku se opredelijo distribucijski kanali. Distribucijski sistem, ki ga vzpostavimo, mora omogočati optimalno pot, po kateri bo naša ponudba antistresnih storitev dosegla potencialnega kupca. Tu se lahko lotimo tako direktnih, kot indirektnih distribucijskih poti. V primeru, da se lotimo projekta trženja popolnoma na novo, brez uporabe že znanih kanalov, se bomo skušali poslužiti obojih. Tako lahko posredniki (npr. domače in tuje agencije, organizatorji izobraževanj na temo velnesa, elektronski posredniki, kot so to razne internetne agencije, globalni distribucijski sistemi in ponudniki itd.) vključijo naše antistresne programe v svojo obstoječo ponudbo. Pri direktnem trženju pa skušamo neposredno doseči potencialnega kupca. To lahko storimo neposredno na lastnih prodajnih mestih (če jih imamo), z direktno klasično in e-pošto pošto ciljnim odjemalcem, kakor tudi pri vseh naključnih gostih, enkratnih obiskih ipd. Pri že delujočih in razvitejših velnes centrih je največ rezervacij realiziranih na podlagi neposrednih tržnih poti (preko telefona, faksa, e-pošte).

Promocija kot tretji element, ki ga je potrebno opredeliti, pa se nanaša na vse aktivnosti, ki se jih domislimo realizirati, ki so usmerjene na to, da gosta navdušimo za naš antistresni program in ga v nadaljevanju tudi obdržimo. Na tem mestu je največji problem lahko omejen proračun za izvajanje tovrstnih aktivnosti. Praviloma drži trditev, da širši kot je doseg oglaševanja (npr. nacionalna televizija), dražja je oglaševalska sekunda. V praksi in trenutnem gospodarskem stanju v državi pa se srečujemo predvsem z omejenimi proračuni za oglaševanje. Ne glede na to, je potrebno omeniti, da

se lahko neposredno preko spleta doseže zelo ciljna, zelena publika z majhnimi oglaševalskimi stroški. Izvirnost oglaševalske ideje in dober produkt/storitev lahko zelo učinkovito privabi potencialnega gosta.

Pomembno pri izpeljavi trženja antistresnih paketov v okrilju slovenskih gozdov je upoštevati odzivnost in jo spremljati. Edino na osnovi osebne prodaje je moč prejeti takojšnjo povratno informacijo, sicer pa je potrebno vzpostaviti vzvode, preko katerih jo bomo ugotavljali. Pri odnosih z zunanjimi javnostmi se je potrebno vključevati z raznimi objavami (e-novičkami, kuponi ipd), pozitivnimi afirmacijami tako preko spletnih strani (lastnih ali kot gostujoči ponudnik na tujih), kakor tudi skozi koriščenje komentatorskih izjav najbolj obiskanih blogerjev s področja turizma in velnesa. Prav tako je potrebno javnost obveščati na turističnih specializiranih sejnih, če je to mogoče, pa tudi preko dneva odprtih vrat.

Razvoj turističnih potencialov v Sloveniji je potrebno jemati zares, saj je že Vlada RS leta 2012 opredelila turizem kot enega najpomembnejših sektorjev, ki ustvarja nova delovna mesta in pozitivno vpliva na uravnoteženi regionalni razvoj (preglednica 1).

Preglednica 1: Podatki o turizmu

	2011		Ocena za leto 2022	
	Slovenija	Svet	Slovenija	Svet
BDP (neposredni doprinos)	3,5 %	2,8 %	3,3 %	3,0 %
BDP (skupni doprinos)	12,9 %	9,1 %	12,4 %	9,8 %
Število zaposlitev (neposredno)	33.000 (3,9 % vseh zaposlitev)	98.031.500 (3,3 % vseh zaposlitev)	34.000 (3,9 % vseh zaposlitev)	120.427.000 (3,6 % vseh zaposlitev)
Število zaposlitev (skupaj)	111.000 (13,2 % vseh zaposlitev)	260.093.000 (8,7 % vseh zaposlitev)	115.000 (13,0 % vseh zaposlitev)	327.922.000 (9,8 % vseh zaposlitev)
Priliv iz turizma (delež v celotnem izvozu)	8,8 %	5,3 %	7,0 %	4,3 %
Investiranje (delež vseh naložb)	9,9 %	4,9 %	10,7 %	5,1 %

Vir: Strategija razvoja slovenskega turizma 2012 – 2016, str.19

Dejstvo je, da je v zadnjih desetih letih kaže slovenski turizem izrazito pozitivna gibanja tako po rasti števila turistov in prenočitev, kot po rasti prihodkov iz naslova turizma. Po oceni Slovenskega turističnega in potovalnega sveta (WTTC), ustvarimo v Sloveniji s turizmom kar 12% BDP. V znamki Slovenije (Priročnik znamke Slovenije, 2014) je jedro in eno temeljnih izhodišč v turizmu zelena Slovenija in elementarnost.

5. Opredelitev velneških gozdnih produktov v Sloveniji

Gozd je ekosistem, ki ga ne sestavljajo le drevesa s svojo lesno zalogo. Gozdove opredeljujejo abiotiki dejavniki z vzajemnim učinkom biocenoze, kjer osnovo gradijo drevesa, pod njimi pa druga fitocenoza z grmi, vzpenjavkami in zelnatimi rastlinami. Ne smemo pozabiti tudi na razkrojevalce in živali.

Najbolj splošna je delitev na listnati, iglasti in mešani gozd, za gozd kot življenjsko okolje pa je najpomembnejša delitev po slojevitosti (mahovni do 20 cm, zeliščni do 1 m, grmovni do 5 m in drevesni sloj do 40 m).

Zavedati se moramo, da lahko imajo nekateri gozdni ekosistemi omejeno velneško uporabo, npr. sredozemska makija zaradi neprehodnosti, macesnovje zaradi visokogorskih rastišč, močvirski in

obvodni gozd zaradi mrčesa in hidroloških značilnosti tal, gozdovi z aktivno obrambno funkcijo ali degradirani gozdovi zaradi žleda, požara, poškodb insektov ipd.

Nacionalni gozdni program upošteva gospodarjenje z gozdom tudi z ekološko in socialno funkcijo, vendar se usmeritev ovrednotenja teh funkcij še ne uresničuje, saj je poudarek na lesni zalogi, prirastku, gojenju, varstvu gozda, gozdni tehniki, gozdnemu živalstvu in lovstvu ter razvoju gozda kot naravnega elementa krajine, prav tako pa je problem vključevanja lastnikov gozdov pri tovrstnem razvoju oziroma manjšanje deleža gozdov v državni lasti. Uresničuje se opredelitev gozda glede primernosti za različne oblike turizma ter oblikovanje urejenega okolja (gozda) objektom kulturne dediščine kot prispevek k razvoju turizma. Cilj prispevanja h kakovosti življenja, zlasti zdravju vseh prebivalcev se z usmeritvami ne uresničuje, delno je izjema Celje (Mestni gozd z urejenimi potmi v dolžini 14 km na južnem obrobju mesta in v Pečovniku, gozdna učna pot Celjska koča). Rekreatijska in turistična vloga gozda je ponekod vključena v ponudbo bližnjih turističnih subjektov, velnesa kot specialne panoge pa ni zaslediti v nacionalnem gozdnem programu.

Gozd ponuja obiskovalcu v prvi vrsti telesno aktivnost, gibanje, duševno sprostitev in dobro počutje, lahko zdravo prehrano v določenih predpisanih maksimalnih količinah, morda ponekod telesno nego. Patrice Bouchardon (2000, 146) pa meni, da je drevo človeku kot terapevtsko zrcalo. Med obiskom drevesa naj bi njegova energija izzvala človekov odziv v obliki resonance in polja zavedanja.

Nekateri izbrani velneški gozdni produkti z upoštevanjem sonaravnosti in trajnosti:

- gozdne poti in ceste za varno gibanje po gozdu na razgibanem ali ravnem terenu,
- naraven mahovni sloj z mehkim mahom pri manjši obremenitvi za prijetno gibanje in refleksoterapijo stopal, hoja po suhem listju ali odpadlih iglicah, mehki gozdni travi ipd.
- urejene čutne steze z različnimi gozdnimi organskimi in anorganskimi materiali, po suhem, rosi ali mokri podlagi,
- meditacija v bližini izbranih dreves s psihološko pripravo za izboljšanje počutja in izostritev senzibilnosti za energijo dreves (npr. bližina bukve vpliva na premagovanje strahu, plahosti in zagotavlja samozaupanje, bor na obnavljanje energije, poživljanje, zmanjšanje utrujenosti, itd.) ter tipanje in objemanje dreves,
- uporaba drevesnih smol in olj za masaže, kopeli in kozmetične pripravke, pridobljenih v gozdnih nasadih za prav ta namen,
- tipanje in vonjanje gozdne zemlje, rastlinskih ostankov, dreves in rastočih zelnatih rastlin, njihovih listov, cvetov, plodov, gob ipd.,
- nabiranje gozdnih plodov v omejenih količinah, ki ga določa Pravilnik o varstvu gozdov v 43. členu (dnevno za lastne potrebe posameznik lahko nabere največ 2 kg gob, prav toliko kostanja, borovnic, malin, robidnic, gozdnih jagod, brusnic in mahov ter največ 1 kg čemaža), ter nabiranje druge 'divje' hrane v omejenih količinah za lastno prehrano (npr. žir, želod, zelišča),
- opazovanje in poslušanje gozdnega življa, predvsem ptic,
- fizična aktivnost pri pripravi drv pod nadzorovanimi pogoji ali sajenje mladih sadik.

Prisotnost človeka v gozdu naj ima nanj blagodejen vpliv, gozd pa naj ostane čim bolj nedotaknjen oz. z možnostjo samoobnovitve. Vedno moramo misliti na naravo, gozd, drevesa, saj so pomemben del naše dediščine, simboli moči, modrosti, plodnosti in življenja samega. Ohranjeni gozdovi z raznovrstnimi drevesi pomenijo za Slovence bogastvo, s katerim je vredno živeti, zanj pa gotovo ne.

Strokovnjakinja za velnes mag. Slavka Gojčič pa pravi: »Selfness pomeni, da človek prejema pravico in tudi odgovornost, da sam odloča o svojem zdravju in dobrem počutju, pomeni, da se odloča za individualno in aktivno naravnano pot k spreminjanju življenjskih navad, ki ohranjajo in krepijo njegovo telesno, duševno, duhovno zdravje in dobro počutje.«

Komunikacijski proces, kjer je gozd oddajnik, človek pod stresom pa prejemnik, poteka v okviru narave, število motenj je minimalno in osredotočenost na prejete informacije je zelo velika. Tako lahko rečemo, da je terapevtsko delovanje gozdnega selfnesa koristno za vsakega udeleženca, tudi tistega, ki ne trpi za anksioznostjo ali stresom.

6. Viri in literatura

Bouchardon, Patrice. 2000. Zdravilna energija dreves. Ljubljana. Ara. ISBN 961-6005-33-2.

Dernovšek, Mojca Zvezdana, Gorenc, Mateja in Jeriček Klanšček, Helena. 2012. Ko te stresa stres: kako prepoznati in zdraviti stresne, anksiozne in depresivne motnje. Ljubljana : Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije. ISBN 978-961-6202-85-5.

Dvornik, Zmaga. 2014. [Online]. Stres. Inštitut Satori. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.institutsatori.si/Stres.pdf>.

Geister, Iztok et al. 1999. Izbrana življenjska okolja rastlin in živali v Sloveniji. Ljubljana: Modrijan. ISBN 961-6183-95-8.

Košutnik, Dušan, Skok, Izidor in Hostnik, Robert. 2013. Celjski mestni gozd v Pečovniku. Ljubljana: Zavod za gozdove Slovenije. ISBN 978-961-6605-19-9.

Kotar, Marijan in Batič, Franc. 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Ljubljana: Zveza gozdarskih društev Slovenije : Zavod za gozdove Slovenije. ISBN 961-6142-12-7 (Zveza gozdarskih društev Slovenije), ISBN 961-90653-9-5 (Zavod za gozdove Slovenije).

Mlakar Močilnik, Jana in Pirnat, Janez. 2010. Pomen zvočne podobe gozda za njegovo estetsko vlogo. V strokovni reviji Gozdarski vestnik, letnik 68, št. 3, str. 178-189. 907.6(045)=163.6 (GDK).

Slakonja, Minca. 2014. Gozdni selfness – globinska sprostitev za ravnovesje telesa, uma in duha. [Ustni vir in zapiski].

Statistični urad Republike Slovenije. 2014. [Online]. Sklenitve in razveze zakonskih zvez, Slovenija, 2012 – končni podatki. Dostopno na spletnem naslovu: http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=5583.

Lek Sandoz. 2014. [Online]. Stres. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.lek.si/si/skrb-za-zdravje/bolezni-in-simptomi/osrednji-zivcni-sistem/stres/>

Tavčar, Bojan. 2014. Slikovni material.

Tomin Vučkovič, Mateja et al. 2013. Strategija razvoja slovenskega turizma, junij 2012-2016; partnerstvo za trajnostni razvoj slovenskega turizma. Ljubljana: RS Vlada Republike Slovenije. ISBN 978-961-6069-19-9.

Uradni list RS, št. 114/2009. [Online]. Pravilnik o varstvu gozdov. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.uradni-list.si/1/content?id=95789>.

Urad vlade za komuniciranje. 2014. [Online]. Priročnik znamke Slovenije. Dostopno na spletnem naslovu: http://www.ukom.gov.si/fileadmin/ukom.gov.si/pageuploads/dokumenti/Programi_in_porocila/prirocnik-znamka-slovenije.pdf.

Veselič, Živan et al. 2014. Nacionalni gozdni program in razvoj gozdov v Sloveniji. V strokovni reviji Gozdarski vestnik, letnik 72, št. 2, str. 76-94. 903:901 (GDK).

Zavod za gozdove Slovenije. 2014. [Online]. Delež gozda po GGE (%). Dostopno na spletnem naslovu: http://www.zgs.si/fileadmin/zgs/main/img/CE/gozdovi_SLO/Karte/Gozdnatost_KO.jpg.

Zavod za gozdove Slovenije. 2014. [Online]. Splošni podatki in dejstva o gozdovih v Sloveniji. 2014. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.zgs.si/slo/gozdovi-slovenije/index.html>.

Wikipedia. 2014. Stres na delovnem mestu. [Online]. Dostopno na spletnem naslovu: http://sl.wikipedia.org/wiki/Stres_na_delovnem_mestu.

MEHANIZACIJA ZA PRIPRAVO ENERAGENTOV IZ LESA

Rafael Hrustel
Šola za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje
rafael.hrustel@hvu.si

Izvleček

Les je obnovljivi vir energije, ki ima pomembno vlogo pri ogrevanju stavb. V preteklosti so se uporabniki zaradi lažjega kurjenja odločali za tekoče ali plinasto gorivo. Danes pa je cena teh goriv močno narasla, ljudje pa so ekološko bolj osveščeni.

Cena trdih goriv iz lesa ne narašča. Pripravo goriv je možno povsem mehanizirati. Ročnega dela ostane zelo malo.

Z motorno žago drevo poderemo, oklestimo in razžagamo. Pri strojni sečnji opravi stroj sam. Vleko do začasne deponije opravimo s traktorjem in vitlom ali gozdarsko žičnico. Prevoz opravimo s traktorsko prikolico ali tovornjakom. Slepi cepljenje s cepilnikom, razrez s krožno žago. Lahko pa vse opravi rezalno cepilni stroj. Če pa uporabljamo kot gorivo sekance pa z različnimi drobilniki zdrobimo hlode.

Ključne besede: les, drva, gozdarski stroji, žaganje, cepljenje, transport lesa

1. Uvod

Raba lesa v energetske namene je v Sloveniji tradicionalna. V zadnjih letih se povpraševanje po lesnih gorivih povečuje. Verjetno ni le sovražna propaganda, da bo čez nekaj let težko dobiti kurilno olje ali pa zemeljski plin in skoraj nihče več ne uredi več ogrevanja na tekoča ali plinasta goriva. Toplotne črpalke so moderne, les pa zopet dobiva svoje mesto kot energent.

Glavni motiv za prehod ni ekološka osveščenost prebivalcev, ampak cena goriv. Po nekaterih izračunih se je cena kurilnega olja v desetih letih potrojila, cena drv pa je ostala skoraj nespremenjena. Oziroma bodimo natančni cene nihajo; npr. letos je cena zelo nizka, ker na trgu dovolj drv, kar je posledica februarkega žledoloma.

Namen prispevka je predstavitev mehanizacije, katere ponudba je na slovenskem trgu zelo velika.

Včasih je bila velika pridobitev motorna žaga. Sledile so najrazličnejše vitle. Danes pa v gozdu lahko uporabimo tudi žičnice. Za prevoz na krajše razdalje so primerne traktorske prikolice. Potem pa sledijo različne žage, cepilniki, klešče, povezovalniki, rezalno cepilni stroji in še kaj bi lahko našli.

Z ustrezno mehanizacijo ni težko pripraviti drva ali pa lesne sekance. Peletov in briketov pa doma res ne moremo izdelati.

Včasih me moti, da nekdo razpravlja, da les ne smemo uporabljati za kurjavo. Kaj pa naj naredimo z odpadki ob predelavi lesa, z različnimi lesnimi ostanki? Nekatere gozdne sortimente (npr. bukev) je pa smiselno gojiti kot les za drva. Včasih pa tudi tukaj naletimo na kakovosten les, ki ga lahko uporabimo v druge namene.

2. Gozdarstvo

Panogi kmetijstvo in gozdarstvo se med seboj močno razlikujeta. Gozd se razprostira po bistveno večji površini kot njive in travniki. Za nastanek gozda pa je potrebno sto ali pa tudi več let. Gozdovi so obnovljivo naravno bogastvo. Z njim gospodarimo kot nekaj trajnega, naravnega, uporabnega. Ima tudi pomembno klimatsko in socialno vlogo.

Človek lahko poskrbi za nastanek gozda. Najprej na območju, kjer želi imeti gozd odstrani zeli in grmovje, kasneje pa odbere le boljše primerke dreves in jim omogoči rast in razvoj. Nega mladega gozda je zelo pomembna, zahteva načrtovano, skrbno in sprotno delo.

Končno vrednost gozdu daje prodan les. Tukaj je potrebno upoštevati tudi čas sečnje in čas ko imajo gozdni sortimenti največjo tržno vrednost.

3. Les – obnovljiv vir energije

Les je domači obnovljivi vir energije, ki ima pomembno vlogo pri ogrevanju različnih stavb, pri kuhanju na štedilnikih na trdo gorivo. Z vidika uporabnika pa je bolj oziroma lažje uporabno tekoče ali plinasto gorivo. Les dobiva vse bolj pomembno vlogo predvsem zaradi omejevanja toplogrednih plinov in izpustov v ozračje. Drvaso tako eden od najbolj ekoloških obnovljivih virov energije.

3.1. Priprava drv

Polena so tradicionalna oblika lesnega goriva. To so razžagani in razcepljeni kosi lesa, dolgi od 30–50 cm, ki jih pridobivamo neposredno iz okroglega lesa ali iz predhodno izdelanih metrskih okroglic ali cepanic. Cepanice so 1 m dolgi kosi lesa, ki jih pridobivamo iz okroglega lesa s premerom nad 10 cm. Okroglice so 1 m dolgi kosi okroglega lesa, ki jih pridobivamo iz lesa s premerom do 10 cm.

3.2. Količina drv

Kubični meter je prostornina lesa brez vmesnih, praznih prostorov (prostornina kocke s stranicami 1 m). Uporablja se kot mera za okrogli les.

Prostorninski meter je skladovnica velikosti kocke s stranicami 1 m, zloženih kosov lesa vključno z zračnimi vmesnimi prostori. Uporablja se kot mera za polena, cepanice in okroglice.

Klaftra je ljudski izraz, ki v trgovanju pomeni v skladovnico zložene metrske cepanice, dolžina skladovnice je 4 m, višina je 1 m

4. Mehanizacija za gozdarstvo

V začetku prejšnjega stoletja so vsa dela v gozdu opravili ročno ali s pomočjo živali, največkrat konj. Po nekaterih podatkih so prav kmalu začeli uporabljati stabilne žičnice za prenos hlodov iz gozda. Toda ta oprema se ni obnesla.

4.1. Podiranje dreves

Podiranje dreves je prva faza v pridobivanju lesa. To je bilo časa dolgo ročno opravilo, pri katerem so gozdarji uporabljali ročne žage in sekire. Podiranje drevesa je bilo zamudno opravilo, potrebna pa sta bila dva usklajena gozdarja. Prvo motorno žago so uporabili leta 1927. poleg motorne žage (slika 1) pri podiranju dreves gozdarji potrebujemo še sekiro, cepin, zagozde. Priporočljivo je imeti tudi merilni trak.

Podiranje dreves je najbolj nevarno opravilo pri delu. Ko požagana drevesa začnejo padati, postane njihovo gibanje nepredvidljivo in odvisno od številnih dejavnikov: nagiba terena, vetra, oblike krošnje, zaseke,...

Podiranje dreves je sestavljeno iz več delovnih korakov. Najprej si drevesno deblo in krošnjo ogledamo in **določimo smer podiranja**. Pri podiranju ne smemo ogroziti ljudi, objektov in drugih dreves. Na nagnjenem terenu podiramo navzgor.

Da bomo lažje žagali **izdelamo zasek**. Zasek določa smer podiranja drevesa. Ko je zasek izdelan, se na nasprotni strani debla lotimo **podžaganja**. Podžagujemo prečno na deblo v smeri zaseka približno 2 do 5 cm nad dnom zaseka. Če gre za debelejšo drevo, bomo morali vstavljati kline ali zagozde, da drevo ne bo stisnilo meča žage, oziroma, da se bo drevo prevesilo ter začelo padati.



Slika 1: Motorna žaga

Vir: <http://www.servis-pavlin.si/index.php?p=artikli>

4.2. Kleščenje vej

Drevo smo uspešno podrli, preden pa je pripravljeno na spravo, moramo oklestiti veje in deblo razžagati na ustrezne dolžine. Kleščenje vej je fizično naporno, na nagnjenih terenih pa tudi zelo nevarno.

Veje klestimo tako, da se premikamo ob debelu in pred seboj odstranjujemo veje na vseh straneh debla. Da se razbremenimo, med premikanjem z motorno žago drsimo po debelu. Pri kleščenju vej si pomagamo s sekiro cepilko, ki ima daljši ročaj. Pri kleščenju smo pozorni na spodnje veje. Ko jih prežagamo, se lahko deblo premakne. Kadar smo na nagnjenem terenu, hodimo po zgornji strani. Po končanem kleščenju veje pustimo na tleh.

Med kleščenjem ali po koncu kleščenja, deblo prežagamo na več mestih na določeno dolžino.

4.3. Strojna sečnja

Sodobni trendi v gozdarstvu gredo v smer strojne sečnje. Strojna sečnja je veliko bolj učinkovita, bolj prijazna do delavcev izvajati pa jo je mogoče 24 ur na dan. Čeprav je na prvi pogled zelo privlačna, pa ima strojna sečnja številne negativne učinke, ki jih proizvajalci strojev skušajo čim bolj zmanjšati.

Strojna sečnja se izvaja s stroji za podiranje in kleščenje (slika 2). To so veliki stroji, ki imajo na dolgi roki procesorsko glavo. Ta prime stoječe drevo, ga odžaga, spusti na tla, oklesti veje in razžaga na želene dolžine. Pri tem ves čas meri deblo in preko omrežja v centralo sporoča podatke o posekanem lesu. Upravljač stroja sedi v ergonomski kabini, kjer je zaščiten pred vremenom, hrupom, izpušnimi plini in padajočimi vejami. Stroj upravlja preko krmilnih palic, pri tem pa mu izdatno pomaga računalnik. Ker so ti stroji opremljeni z močnimi lučmi, lahko delajo tudi v temi. Zmogljivost teh strojev je velika in lahko nadomestijo precej sekačev. Veliki stroji brez težav poderejo drevje do debeline 90 cm, manjši stroji pa so primerni za manjše drevje. Premikajo se s pomočjo koles ali gosenic

Stroji za podiranje in kleščenje so nepogrešljivi, kadar gre za sanacijo v ujmi poškodovanega gozda. Podiranje in pospravljanje drevja, ki leži povprek je izredno nevarno. Stroji za podiranje in kleščenje pa so tu zelo učinkoviti, saj podrta drevesa primejo, jih premaknejo, obdelajo in zložijo na mesta, od koder jih odpelje ali odvleče traktor.



Slika 2: Stroj z napravo objame drevesno deblo in ga odreže

Vir:

https://www.deere.co.uk/en_GB/products/equipment/wheeled_harvesters/wheeled_harvesters.page

4.4. Spravilo

Hlodi po podiranju, obžagovanju in razrezu ležijo razmetani po gozdu in spraviti jih moramo iz sečišča na začasno skladišče ob gozdni cesti, kjer jih bo možno naložiti na gozdarsko traktorsko prikolico ali tovornjak.

Nekoč se je večina lesa spravila ročno in z živino. Delo je bilo nevarno in naporno, pri tem pa so bile tudi znatne omejitve glede velikosti hlodov. Z razvojem tehnologije se je spremenil tudi način spravila lesa. Danes se večina lesa iz gozda spravi z vlačanjem s klasičnimi kmetijskimi traktorji, z adaptiranimi kmetijskimi traktorji in posebnimi gozdarskimi traktorji. Na strmih terenih, kjer traktorsko spravilo ni mogoče, se les spravlja z gozdarskimi žičnicami.

4.4.1. Spravilo s traktorji

Traktorji za delo v gozdu so opremljeni z vitli (slika 3). Gozdarski vitel omogoča privlačenje lesa od mesta podiranja do gozdne vlake (oz. traktorja) in nato vlačenje po vlaki.

Gozdarski vitel je običajno nameščen na zadnjo stran traktorja nad naletno desko. Skupaj z naletno desko lahko tvori traktorski priključek. Takšna oblika je primerna predvsem za občasno delo v gozdu. Gozdarski traktorji in adaptirani traktorji pa imajo vitel vgrajen.

Vitli so lahko mehanski, hidravlični ali elektrohidravlični. V preteklosti so se uporabljali predvsem mehanski vitli, ki niso imeli daljinskega upravljanja, njihovo delovanje pa je bilo grobo. Danes prednjačijo hidravlični in elektrohidravlični vitli z daljinskim upravljanjem. Delo z njimi je enostavno in varno, če upoštevamo osnovna navodila za privlačenje in vlačenje hlobov.

Vitli so lahko enobobenski ali dvobobenski. Dvobobenski imajo dva bobna z vrvjo in omogočajo istočasno delo z večjim številom hlobov kot enobobenski. Pri dvobobenskih razvlačujemo dve vrvi in lahko naenkrat privežemo več lesa. Vsak boben ima ločeno upravljanje.

Spravilo lesa je sestavljeno iz štirih delovnih faz: prazna vožnja, privlačenje, polna vožnja in odlaganje lesa.

Pri **prazni vožnji** traktor prepeljemo od začasnega skladišča na gozdni cesti do sečišča.

Pri **privlačenju** traktor postavimo tako, da je čim bližje lesu in tako, da je privlačenje čim bolj v smeri padnice in pravokotno na os vitla. Bočno privlačenje je nevarno in lahko prevrne traktor. Ko traktor postavimo na stojišče, vključimo zavore in spustimo rampno desko ter naletno desko. Če bomo privlačevali les po strmini navzgor, traktor postavimo za oviro, ki bo preprečila drsenje. Za privezovanje lesa uporabljamo povezne verige in povezne vrvi, ki jih namestimo na ležeče hlobo. Povezujemo tako, da vrv poteka čim bolj naravnost. Najprej privežemo najbolj oddaljen kos, nato pa privezujemo bližje kose. Kadar so hlobo za oviro, si pomagamo s škripcem, da vrv speljemo stran od ovire.

Polna vožnja je vlačenje lesa po gozdni poti – vlaki. Pomembno je, da traktor ni preobremenjen. Če pride na klancih do preobremenitve, spustimo hlobo na tla in se s traktorjem premaknemo preko klanca. Nato spustimo naletno desko in hlobo z vitlom potegnemo navzgor. Nato vožnjo nadaljujemo.

Ko pripeljemo do začasnega skladišča ob gozdni deski, les odložimo. **Odlaganje lesa** je zadnja faza prilaganja lesa. Hlobo odlagamo tako, da so poravnani s čeli in po dolžini. Hlobo na svoje mesto premaknemo z rampno desko, ki je na sprednji strani traktorja. Krajše hlobo rampamo na sredini, daljše pa izmenično na obeh koncih. Zloženi les ne sme ovirati prometa in mora biti na takem mestu, da ga doseže nakladalna naprava na gozdarski prikolici ali tovornjaku.



Slika 3 Traktorska vitla – tritočkovni priklop

Vir: <http://traktor.mojforum.si/traktor-about1675-60.html>

4.4.2. Spravilo z žičnico

Spravilo z gozdarskimi žičnicami se izvaja na strmih terenih, kjer ni vlak ali pa bi bilo traktorsko spravilo preveč zahtevno. Ker je postavljanje žičnic zahteven in dolgotrajen postopek, se žičnice običajno postavljajo le tam, kjer je posekanega dovolj lesa, vsaj nekaj sto kubičnih metrov.

5. Prestavljanje hlodov

Pri manipulaciji hlodov pa si lahko pomagamo z nakladalnimi drogovi, ki imajo na koncu enostavne klešče. Delo s tem traktorskim priključkom je precej nevarno, saj traktor ni zaradi obremenitev vzdolžno in bočno stabilen.

Boljše so klešče za les, ki so namenjene izvlečenju hlodov pa tudi drobnejšega lesa na želeno mesto. Klešče so zasnovane iz dveh polovic, ki potujeta ena ob drugi, kar omogoča prijemanje različno debelega in razvejanega drevja (slika 4). Zaradi neraztegljive roke pa klešče niso namenjene nakladanju oziroma dvigovanju hlodov v višino. V več primerih pa so klešče za les opremljene z rotatorjem, ki omogoča vrtenje klešče in lažje prijemanje in odlaganje hlodov. Profesionalne klešče imajo raztegljivo roko, ampak nakladanje in visoko dvigovanje hlodov pa omogočajo le nakladalne klešče, ki lahko roko obračajo, dvignejo in raztegnejo.



Slika 4: Gozdarske klešče

Vir: http://www.uniforest.si/scorpion_1300f.php

6. Prevoz hlodov

Les, ki ga posekamo in spravimo na začasno skladišče ob gozdni cesti. Iz gozda ga odpeljemo s traktorski gozdarskimi prikolicami, ki so primerne za prevoz na krajše razdalje. V zadnjem času pa se vse več uporablja dvoosna (tandem) prikolica, ki ima nakladalno napravo s kleščami (slika 5).



Slika 5: Gozdarska prikolica

Vir: <http://traktor.mojforum.si/traktor-about1675-60.html>

Prevoz hlodov na daljše razdalje pa opravimo z gozdarski tovornjaki. Gozdarski tovornjaki so posebej prilagojeni vožnji po gozdnih cestah. So bolj dvignjeni od tal in imajo pogon na več osi. Običajno imajo pogon 6x6, če pa gre za manjše tovornjake pa 4x4. Njihov obračalni krog je majhen, da se lahko gibljejo po zavitih gozdnih cestah. Imajo menjalnik z večjim številom prestav in reduktor za vožnjo v strmejše klance.

Gozdarski tovornjaki imajo enoosno ali dvoosno prikolico. Opremljeni so s hidravlično nakladalno napravo, ki ima na koncu klešče. Z njimi zagrabi hlode in jih naloži na tovornjak ali prikolico. Doseg nakladalne naprave je običajno do 10 m.

7. Priprava lesnih energentov

Po prevozu hlodov iz gozda, jih zopet spravimo na ustrezno mesto za skladiščenje. Pri skladiščenju hlodov si pomagamo z gozdarskim dvigalom, ponekod pa uporabljajo kar viličarje.

7.1. Žaganje debla

Ko imamo hlode pripravljene na dvorišču ali drugem primernem mestu, jih najprej razžagamo z motorno žago. Tako dobimo 1 m dolge hlode, ki so primerni za cepljenje.

7.2. Cepljenje drv

Cepljenje drv pomeni, da metrske hlodiče razdelimo po dolžini na dva ali več kosov – razcepimo in napravimo cepanice. Cepimo vedno vzporedno na vlakna, torej vzdolžno na hlodič. Cepimo vedno sveži les, ki ima več kot 20 % vode.

V preteklosti so se za cepljenje uporabljale cepilne sekire, cepilni klini in cepilni bati, ki so jih delavci zabijali v hlodiče.

Danes prevladuje strojno cepljenje lesa. Stroji so različni, glede na obliko, način cepljenja, pogon in zmogljivost. Nekateri stroji imajo lasten pogon, drugi pa se priklopijo na traktor preko kardana. Manjši cepilni stroji so na elektriko in omogočajo cepljenje polen do dolžine 50 cm. Večji cepilni stroji lahko brez težav cepijo metrske hlodiče.

Še vedno se uporabljajo cepilni stroji s stožčastim vretenom (slika 9), njihova uporaba je precej nevarna. Novejši cepilni stroji so običajno opremljeni s klinom, možno pa je priključiti tudi cepilni križ.

Cepljenje poteka lahko v pokončnem (slika 10) ali ležečem položaju (slika 11), cepilna moč pa znaša do 30 ton. Industrijski cepilni stroji imajo moč do 60 ton, z njimi pa je lahko les razdeliti na do 18 delov (cepanic) hkrati (slika 11).



Slika 6: Stožčasti cepilnik
Vir: <http://oset-sp.si/cepilnik.htm>



Slika 7: Manjši hidravlični cepilnik – elektromotorni pogon
Vir: https://www.trisa.si/trgovina/cepilniki/cepilnik_dhh_10508_tc/



Slika 8: Horizontalni cepilnik večjih zmogljivosti
Vir: http://www.mko.gov.si/uploads/pics/proizvodnja_drv2.jpg

7.3. Žaganje okroglic in cepanic

Okroglice so 1m dolgi kosi debla premera do 10 cm. Če pa so debla debelejša kot 10 cm, pa po razrezu na 1m dolžne opravimo cepljenje. Sledi priprava drv ali polen. Okroglice ali cepanice razrežemo na dolžino 50 cm dobimo drva. Kose dolžine 15 cm do 50 cm pa imenujemo polena. Za polena večkrat uporabimo cepanice.

Žaganje opravimo s pomočjo krožnih žag. Uporabljamo krožne žage z mizo, s pomično mizo (slika 9) in s koritom(slika 10). Najbolj nevarno je delo pri žagi z mizo. Delavec drži daljši kos lesa v rokah, levo in desno od lista krožne žage in ga potiska proti rezilu.

Delo s krožno žago s pomično mizo je bolj varno. Kos, ki ga želimo prežagati namestimo na mizo, ga stisnemo s prijemalom, mizo pa potisnemo naprej in list prereže kos lesa.



Slika 9: Krožna žaga s pomično mizo
Vir: <http://www.binderberger.com/web/kreissaegen/rolltisch-kreissaege>

Pri kožni žagi s koritom pa les položimo v korito. Pri krivem lesu upognjeno stran položimo proti utoru žaginega lista, da se med žaganjem ne bi prevrnil ali zagozdil. Korito ima račaj za katerega držimo in enakomerno pritiskamo proti žaginemu listu. Če ne potiskamo enakomerno lahko zmanjšamo število vrtljajev krožne žage, lahko pa povzročimo celo izklop zaradi preobremenitve. Po končanem rezu korito vrnemo v odprti položaj. Pogon krožne žage s koritom je lahko z elektromotorjem ali traktorski preko kardana.



Slika 10: Krožna žaga s koritom – elektromotorni pogon
Vir: <http://www.binderberger.com/web/kreissaegen/wipp-kreissaege>

V primeru večjih količin (za industrijsko proizvodnjo), se uporabljajo rezalno-cepilni stroji, ki jih imamo na centralnem skladišču, ali pa jih pripeljemo v gozd. Ti stroji najprej razžagajo les na dolžino 25 do 30 cm in ga nato razcepijo na polena. Z njimi je mogoče predelovati les dolžine do 6 m in premera do 70 cm. Njihova zmogljivost je do 12 ton lesa na uro, zato potrebujejo dovolj surovine (slika 11).



Slika 11: Rezalno cepilni stroj
Vir: <http://www.tajfun.com/rca/>

Metrске cepanice je možno povezati s pomočjo povezovalnika drv (slika 12). Napravo je možno priključiti zadaj na tritočkovni priklop ali spredaj na čelni nakladalnik. Drva povežemo s poliestrskim trakom in spnemo s kovinsko sponko. V vezu je 1m³ drv.



Slika 12: Povezovalnik drv
Vir: http://www.uniforest.si/python_f.php

7.4. Izdelava trsk

Iz okroglic, ki jih razžagamo na 15 cm lahko strojno naredimo trske (slika 13). Primerne so za podkuriti.



Slika 13: Stroj za izdelavo trsk

Vir: http://www.bgu-maschinen.de/fileadmin/produktDaten/de/bilder/produktbilder/90085_1.jpg

7.5. Cepljenje hlodov

V nekaterih primerih hlode kar razcepijo s pomočjo cepilnih klešč (slika 14). Cepiti je možno hlode do dolžine 5 m. Debelina hlodov, ki jih želimo cepiti pa mora ustrezati odprtju cepilnih klešč.



Slika 14: Cepilne klešče

Vir: http://www.uniforest.si/cepilne_klesce.php

7.6. Izdelava sekancev

Za proizvodnjo sekancev se uporabljajo sekalniki, to so stroji, namenjeni predelavi okroglega lesa ali lesnih ostankov in odsluženega lesa neposredno v sekance. Sekalniki so lahko stacionarni ali vgrajeni na prikolici, kamionu oziroma nošeni na 3-točkovnem priklopu traktorja. Opremljen je lahko z lastnim motorjem, ali pa ga poganja traktor. Glede na moč sekalnike delimo v tri kategorije:

- lahki sekalniki: navadno so nameščeni na 3-točkovnem priklopu traktorja ali na prikolici. Poganja jih lahko traktorski ali pa lastni motor (moč 20 do 30 kW). Obdelujejo lahko le les majhnih premerov (maks. 20 cm), njihova zmogljivost pa je 20 t/dan oziroma do 5 m³ sekancev na uro (slika 15).
- Srednji sekalniki: nameščeni so na prikolici, navadno z lastnim motorjem (50-110 kW). Sekajo lahko les s premerom do 30 cm, njihova zmogljivost ne presega 60 t/dan oziroma do 50 m³ sekancev na uro.
- Veliki sekalniki: nameščeni so na prikolicah ali na tovornjakih; včasih jih poganja motor tovornjaka, največkrat pa so opremljeni z lastnim motorjem (nad 150 kW); sekajo lahko okrogel les velikih premerov (nad 30 cm), z zmogljivostjo več kot 60 t/dan oziroma več kot 50 m³ sekancev na uro.



Slika 15: Drobilec - traktorski

Vir: [http://www.famteh.si/Prodajniprogram/TabId/89/PID/474/CategoryId/9/CategoryName/Sekiros troji/Default.aspx](http://www.famteh.si/Prodajniprogram/TabId/89/PID/474/CategoryId/9/CategoryName/Sekiros%20troji/Default.aspx)

8. Sušenje

Pravilno sušenje in skladiščenje lesa bistveno vpliva na vsebnost vode v lesu in na ohranjenost lesa, to pa vpliva na kurilno vrednost lesa. Umetno sušenje je zaradi velike porabe energije drago, zato priporočamo naravno sušenje lesa, ki naj poteka vsaj šest mesecev. Trajanje sušenja je odvisno od oblike lesa, ki se suši (goli, cepanice, itd), od časa sečnje (spomladi je vsebnost vode v lesu večja kot v zimskih mesecih) od kraja sušenja (sončna, senčna ali vlažna lega) in od vrste lesa. Zaradi teh lastnosti je pomemben pravočasni posek ter ustrezna predpriprava lesa.

Nasveti za sušenje lesa uporabnega v energetske namene:

- Spomladi je vsebnost vode v lesu večja kot v zimskih ali pozno jesenskih dneh. Zaradi teh lastnosti je pomemben pravočasni posek (zimski ali zgodnja spomladanska sečnja) ter ustrezna predpriprava lesa.
- Okroglice se sušijo bistveno slabše in počasneje kot cepanice, zato je priporočljivo les cepiti.
- Priporočljivo je naravno sušenje lesa, na suhi in sončni legi.
- Sušenje naj poteka vsaj šest mesecev.
- Skladovnice morajo biti pokrite in dvignjene od tal.

Okroglica, ki se je sušila v senci nepokrita je imela po enem letu vsebnost vode nad 50 %. Cepanica, ki se je sušila na soncu v pokriti skladovnici je imela po 4 mesecih sušenja vsebnost vode le 20 %. To dokazuje, da je zelo pomembno kje in kako sušimo polena.

9. Zaključek

Po podatkih se njivske površine zaraščajo, površine gozdov se povečujejo. Nekatere gozdne sortimente bi bilo možno pridobivati tudi na njivah.

Drva so še vedno najcenejše gorivo, je obnovljivi vir in bistveno manj kot drugi energenti onesnažuje okolje.

Na voljo pa imamo dovolj različne mehanizacije za pripravo energentov iz lesa.

10. Viri in literatura

BGU-MASCHINEN.[Online]. 2014. Produktbilder.[Citirano 13. sept. 2014; 09:00]. Dostopno na spletnem naslovu: http://www.bgu-maschinen.de/fileadmin/produkt Daten/de/bilder/produktbilder/90085_1.jpg.

BINDERBERGER.com. [Online]. 2014. Rolltisch-Kreissäge.[Citirano 13. sept. 2014; 09:00]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.binderberger.com/web/kreissaegen/rolltisch-kreissaege>.

EKOLOŠKA kmetija Bregar.[Online]. Bukova drva – biomasa. [Citirano 13. sept. 2014; 09:00]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.drva.eu/>.

FAMTEH.. [Online]. 2014. Prodajni program. Sekirostroji. [Citirano 13. sept. 2014; 09:00]. Dostopno na spletnem naslovu: http://www.uniforest.si/python_f.php.

GOZD in GOZDARASTVO. [Online]. 2014. Cepljenje lesa. [Citirano 13. sept. 2014; 09:00]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.gozd-les.com/les/les-ogrevanje/drva/cepljenje-lesa>.

GOZD in GOZDARASTVO. [Online]. 2014. Gozdarski stroji. [Citirano 13. sept. 2014; 09:00]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.gozd-les.com/gozdna-dela/gozdarski-stroji>.

JOHN DEERE. [Online]. 2014.WheeledHarvesters.[Citirano 13. sept. 2014; 09:00]. Dostopno na spletnem naslovu: https://www.deere.co.uk/en_GB/products/equipment/wheeled_harvesters/wheeled_harvesters.page.

KOVAČ, Štefan. 2006: Les – od gozda do peči, Ljubljana, MOP, GEF. ISBN 961-6392-39-5

KRAJNC, Nike in sodelavci. 2009: Lesna goriva: drva in lesni sekanci: proizvodnja, standardi kakovosti, trgovina, Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica, ISBN 978-961-6425-50-6

MKO.GOV.si. [Online]. 2014. Proizvodnja drv.. [Citirano 13. sept. 2014; 09:00]. Dostopno na spletnem naslovu: http://www.mko.gov.si/uploads/pics/proizvodnja_drv2.jpg.

OSET RAFAEL s.p. . [Online]. 2014. Izdelava poljedelskih strojev - Oset Rafael s.p.Cepilnik drv CD/6. [Citirano 13. sept. 2014; 09:00]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://oset-sp.si/cepilnik.htm>.

Republika Slovenija. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Les kot obnovljivi vir energije. [Citirano 13. sept. 2014; 09:00]. Dostopno na spletnem naslovu: http://www.mko.gov.si/si/delovna_podrocja/gozdarstvo/navodila_za_pravilno_kurjenje/zgorevanje_lesa_v_malih_kurilnih_napravah/les_kot_obnovljivi_vir_energije/.

TAJFUN. [Online]. 2014.Rezalno-cepilni stroji tajfun.[Citirano 13. sept. 2014; 09:00]. Dostopno na spletnem naslovu:<http://www.tajfun.com/rca/>.

TRAKTOR FORUM. [Online]. 2014.Gozdarske slike in filmi.[Citirano 13. sept. 2014; 09:00]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://traktor.mojforum.si/traktor-about1675-60.html>.

TRAKTOR FORUM. [Online]. 2014.Vitli Uniforest.[Citirano 13. sept. 2014; 09:00]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://traktor.mojforum.si/traktor-about1675-60.html>.

TRISA d.o.o. [Online]. 2014.Spletna trgovina Cepilnik DHH 1050/8 TC. [Citirano 13. sept. 2014; 09:00]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://oset-sp.si/cepilnik.htm>.

UNIFOREST. [Online]. 2014. Klešče za hlodovino Scorpion 1300 F. Cepilne klešče za hlodovino.[Citirano 13. sept. 2014; 09:00]. Dostopno na spletnem naslovu: http://www.uniforest.si/scorpion_1300f.php.

UNIFOREST. [Online]. 2014. Cepilci Cepilne klešče. Cepilne klešče za hlodovino.[Citirano 13. sept. 2014; 09:00]. Dostopno na spletnem naslovu: http://www.uniforest.si/python_f.php.

UNIFOREST. [Online]. 2014.Naprava za ovijanje drv.[Citirano 13. sept. 2014; 09:00]. Dostopno na spletnem naslovu: http://www.uniforest.si/python_f.php.

VIKI PAVLIN s.p. [Online]. 2014.Stihl - Motorne žage.[Citirano 13. sept. 2014; 09:00]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.servis-pavlin.si/index.php?p=artikli>.

WIKIPEDIJA. [Online]. Les. [Citirano 13. sept. 2014; 09:00]. Dostopno na spletnem naslovu: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Les>.

POMEN DREVES NEKOČ IN DANES SKOZI VRTNARJEVE OČI

Nada Reberšek Natek
Šola za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje
nada.natek@hvu.si

Izvleček

Drevesa so v širšem pomenu besede ključ za ohranjanje narave bila in so tudi v sodobnem času. Slovenija je dežela, v kateri več kot polovico ozemlja porašča gozd z zanimivo in bogato zgodovino. Za bogat gozdni svet je značilna velika raznovrstnost drevesnih vrst. To pripisujemo naravni odprtosti in reliefni razgibanosti naše dežele. Zaradi vloge dreves, njihovega pomena in tudi simbolike so pomemben element v oblikovanju naravne, urbane in kulturne krajine. Veliko naravno vrednost so drevesom pripisovali že vrtnarji, ki so pred mnogimi leti ustvarjali predvsem naravno krajino ali pa so del naravne krajine prenesli v bivalno okolje takrat pomembnih ljudi. Na ta način so prispevali k višji vrednosti dotičnega bivalnega okolja. Vsako drevo, ki so ga nekoč uporabljali, je imelo svojo funkcijo, glede izgleda, uporabe plodov, barvne popestritve okolja in varovanja ter ohranjanja ekosistema določenega okolja. Izbor drevesnih vrst in sort je bil že nekoč velik, poudarjena je bila simbolika posameznega drevesa, ki se je delno ohranila do danes, ne pa povsem v celoti. Številni vrtnarji so svoje zapise ohranili, napisali celo knjige in nekatere so se tudi ohranile. V članku bodo predstavljena drevesa iz knjige vrtnarja, ki je urejal okolico gradu celjskih grofov na Čmakovem posestvu v Šmatevžu pri Gomilskem.

Ključne besede: drevesa, simbolika, gozd, naravna, urbana in kulturna krajina, bivalno okolje, barvna perspektiva, ekosistem, celjski grofi

1. Uvod

V članku je opisano 'drevo' kot okrasna rastlina, ki je nepogrešljiv element vsakega načrtovanja in oblikovanja prostora. Ima simboličen pomen, zgodovinski in kulturni pomen ter trajnostno vpliva na naravo in vse kar v njej biva. Poleg tega je predstavljen vrtnar, ki je bil skrbnik parka ob Čmakovem dvorcu. Park je danes v zelo slabem stanju in ker ni rešeno lastništvo oziroma ni interesa za najem dvorca, je tudi park izpostavljen propadu.

Pomembno vlogo v slovenskem vrtnarstvu pred drugo svetovno vojno je odigral tudi v članku omenjeni vrtnar Ivan Bobek. Svoje znanje, ki ga je pridobil v Avstriji, je uporabil pri vrtnih zasaditvah v Sloveniji, predvsem pa na območju Laškega, Vojnika in v Savinjski dolini. Žal pa se je njegova strokovna pot zaradi vojne prehitro končala in je ostalo veliko nedokončanih projektov.

Smiselno bi bilo še nadalje raziskati, kje vse je deloval gospod Bobek in na kakšen način so ga še poznali ljudje bližnje okolice.

2. Simbolika drevesa

Drevo je simbol življenja, kar je zapisano v mnogih virih. Zasledimo pa mnogo drugih razlag in simbolov, ki jih različni avtorji in različne kulture predstavljajo na svoj način. Zgodovina piše tudi o svetem drevesu. Sveta drevesa so bila običajno posajena na posebnih mestih ali pa so imela častljivo starost, posebno razvejano deblo, votlo deblo, posebno razvejano krošnjo. V krščanski mitologiji je zapisano, da na mestih takšnih dreves postavili kapelo, križ ali drugo skulpturo značilno za to religijo.

Drevesom so pripisovali tudi veliko pozitivnih lastnosti, vendar se zasledijo tudi nekatere negativne simbole posameznih vrst. Obstajajo različne pripovedi o drevesih, ki lahko povzročajo nevšečnosti, npr. oreh. Zanj so odsvetovali uporabljati ga za počivanje pod njim ali plezanje v njegovo krošnjo, ker lahko močan vonj njegovih listov povzroči bela smrt.

Poleg tega je med ljudmi poznana pripoved, da se ne sme plezati na češnjo 29. junija, na dan Petra in Pavla, ker je veliko ljudi, ki tega ni upoštevalo, padlo z drevesa in se hudo poškodovalo.

Drevo naj bi simboliziralo tudi povezavo med dvema svetovoma, med živimi in pokojnimi ljudmi, primer te razlage sta vrba in trepetlika, ki rasteta ob vodi in delno v vodi.

Drevo simbolizira tudi vez med zemljo in nebom, njegove korenine lahko segajo globoko v zemljo in njegova krošnja lahko sega visoko v nebo, v neskončnost. Hkrati je to lahko simbol razmerij med zemljo in nebom.

Pojavljajo se tudi razlage drevesa kot simbola plodnosti, drevo življenja pa simbolizira naraščanje družine.

3. Zgodovina dreves

Zgodovina je vključena v vsak element, ki sestavlja našo zemljo, tako tudi drevesa. Poznavanje le-te daje možnost razumevanja dogajanj v preteklosti in hkrati razumevanje vplivov in sprememb na ljudeh, živalih, rastlinah in okolju.

Drevesa so najpogostejše zastopana v gozdovih, ki pokrivajo površino Slovenije. Pomembna pa so tudi kot okrasne rastline v zasebnih parkih in vrtovih, na vseh javnih zelenih površinah, botaničnih vrtovih ter arboretumu.

4. Nekatere vrste in sorte dreves, uporabne v vrtnarstvu nekoč na Slovenskem

V parkih in vrtovih so se uporabljale številne sorte in vrste dreves in tudi drugih trajnih rastlin, ki se pojavljajo tudi v današnjih zasaditvah. Po pregledu stare literature so tudi načini razmnoževanja le teh precej podobni današnjemu načinu razmnoževanja.

Najpogostejše drevesne vrste so bile:

Pseudotsuga menziesii - zelena duglazija, katere začetki gojenja segajo v obdobje med letoma 1870 in 1890 na Rdečem bregu na Pohorju. Kasneje so jo gojile lokalne drevesnice in se je uporabljala za pogozdovanje in v parkovnih zasaditvah, vendar manj. Sredi prejšnjega stoletja je bila najbolj znana in tudi cenjena drevesna vrsta.

Pinus strobus- zeleni ali gladki bor – razširjen ob koncu 19. stoletja razširjen na Dravskem polju, Brkinih, kasneje ga zasledimo tudi na Dolenjskem. Uporabljali so ga za pogozdovanje in v parkovnih zasaditvah.

Chamaecyparis lawsoniana – Lawsonova pacipresa, zanjo je značilna hitra rast, po Wraberju (195/b) informacijah sta bila leta 1951 dva starejša nasada in sicer Rdeči breg na Pohorju in Planina na Krasu. Kasneje se je ugotovilo, da se je pojavljala tudi drugje po Sloveniji in sicer v okolici Nove Gorice in Novega mesta. Gojili pa so jo tudi v drevesnicah za parkovne zasaditve.

Larix leptolepis – japonski macesen, primeren za višje rastoča področja in težko prenaša poletno vročino

Quercus rubra – rdeči hrast- dekorativna, na jesen rdeče obarvana rastlina, katere večji nasadi so bili v Krakovskem gozdu, poznan je drevored pod Šmarno Goro, gozd pri Dobrovniku v Prekmurju.

Med tujerodnimi drevesnimi vrstami je prevladovala *Robinia pseudacacia* – robinija, ki se je najbolj širila v Prekmurju. V Evropo je prišla že v 17. stoletju in se praktično razširila povsod. Smatrala se je kot invazivna rastlina in se je v Podravju in Pomurju tako razširila, da je spremenila izgled krajine. Je metuljnica in njena edina pozitivna lastnost je, da izboljšuje tla, ker ima sposobnost filtracije dušika.

5. Vrste in sorte dreves, uporabne v današnjem času na Slovenskem

V zadnjem času je globalizacija spremenila sortiment drevesnih vrst v slovenskih vrtnarijah in vrtnih centrih. Ni še raziskano, kako bodo vse te nove vrste in sorte vplivale na naš ekosistem, na varstvo že prilagojenih večina tudi tujerodnih drevesnih vrst, a upajmo, da ne negativno.

V gozdovih prevladujejo navadna smreka *Picea abies*, *Fagus sylvatica*, *Abies alba* se je začela bolje zaraščati in *Quercus rubra*. V parkovnih zasaditvah pa je izbor zelo pester. Pojavljajo se nove in nove sorte, ki še niso dobro preizkušene, kako vplivajo na njihovo rast tla, podnebne spremembe našega okolja in kako so odporne na bolezni in škodljivce.

Med pogostimi rodovi iglavcev, ki so danes razširjeni so: *Pinus* z velikim številom vrst in sort, med jelkami prevladujejo *Abies concolor*, *Abies nordmanniana* in *Abies koreana*.

Med smrekami prevladujejo *Picea omorika*, *Picea pungens*, *Picea glauca* 'Conica', *Picea abies*.

V živih mejah in posameznih zasaditvah se pojavljajo tise: *Taxus baccata*, *Taxus × media* 'Hicksii', *Taxus × media* in kleki ali tujami: *Thuja occidentalis*, *Thuja plicata*.

Pogoste so tudi nepravne ciprese: *Chamaecyparis obtusa*, *Ch. lawsoniana*, *Ch. nootkatensis*, *Ch. pisifera*. Vse naštet vrste so zastopane s številnimi sortami.

Pojavljajo se tudi *Metasequoia glyptostroboides*, ki zahteva nekoliko vlažnejša tla in čuga: *Tsuga canadensis* s posameznimi sortami, ki dobro uspevajo v naših tleh.

V parkih in vrtovih so razširjeni tudi številni listavci, med katerimi so najpogostejši javorji. Pogosti listavci so: *Catalpa* sp., *Fagus sylvatica*, *Liquidambar styraciflua*, *Betula pendula*, *Carpinus betulus*, *Malus* sp. in *Pyrus* sp.

6. Dvorec Štrovsenek in njegova zgodovina

6.1. Ivan Čmak

Malo je zapisanega o družini Čmak, kljub temu, da so jih imeli domačini radi, da so bili dobri gospodarji in da je bila gospa Štefanija Čmak poznana kot dobrotnica za revne iz okolice. Njuni

življenji sta bili končani na Dobrovljah – ustreljena sta bila po ukazu že pozimi leta 1941, vzrok pa ni bil nikoli raziskan.

6.2. Dvor, dvorec Štrovsenek

Skozi zgodovino je dvorec spreminjal svojo obliko, okolico in lastništvo. Vse to so pogojevale spremembe, ki so bile enkrat boljše, drugič slabše.

V drugi polovici 16. stoletja je dr. Jakob Strauss predelal nekdanji lovski dvor celjskih grofov v renesančni dvorec Štrovsenek (Strausseneck). Zabeleženo je, da je prvotni gradič nastal okrog leta 1467. Lastnik tega je bil v deželnoknežjem fevdu Jurij Leysser. Na novo pa je bil gradič pozidan leta 1585, pozidal pa ga je dr. Strauss. Nasledniki tega premoženja so bili še Andrej Tavčar-zet g. Stravssa in številni drugi med njimi tudi Marija Konstancija Pilpach okrog leta 1730. (<http://www.slosi.info/01gradovi/02podrobnejse/stajerska/ss-8/strovsenek.php>)

V letu 1869 ga je v last dobil industrialec Ivan Čmak. V času lastništva Ivana Čmaka do leta 1941 je bil dvorec in park ob njem zgledno urejen. Imeli so svojega vrtnarja Ivana Bobka, ki je s svojim znanjem in sposobnostjo za oblikovanje spreminja podobo parka v zgledno urejeno zeleno površino.

Po vojni je bil do leta 1971 dom ostarelih, nato pa ga je prevzelo gradbeno podjetje iz Celja. V devetdesetih letih je dvorec zamenjal številne lastnike, ki pa so na žalost vsak po svoje pustili negativne posledice v smislu propadanja tako gradbenih objektov kot tudi parkovne površine.

Danes je v zelo, zelo slabem stanju osrednji dvorec, kjer odpada fasada, razbite so številne šipe, notranjost, kolikor je vidna, je izpraznjena vseh elementov, ki so nekoč predstavljali bogastvo Čmakovih lastnikov. Propadajo tudi drugi samostojno stoječi objekti. Najbolj žalostno pa je tudi dejstvo, da se nestrokovno posega v park ob dvorcu in so nekdanje oskrbovane grede in parkovni elementi izginili, drevesa (zelena duglazija, čuge, platana) so poškodovana tudi zaradi dosedanjih močnejših zim in lanskega žledoloma. Spreminja se tudi podrast, ki vedno bolj dobiva izgled zapuščenega in nekontroliranega gozda.

V slikah od 1 do 6 je prikazan dvorec z okolico v današnjem času in izkazuje sramoto današnjega časa in odnosa do nekdanj prekrasnih objektov in parka z okolico.



Slika 1: Leta 1985 obnovljeni dvorec s stolpičem na jugo-vzhodnem vogalu je pozidan v obliki četverkotnika z notranjim arkadnim dvoriščem

Vir: http://www.gradovi.net/grad/strovsenek_dvor_dvorec



Slika 2: V parku se nahaja tudi grajski ribnik, ki je bil nekoč zgledno oskrbovan, danes pa se zarašča
Vir: http://www.gradovi.net/grad/strovsenek_dvor_dvorec



Slika 3: Dvorec v času prevzema celjskega podjetja Ingrad.
Vir: http://www.gradovi.net/grad/strovsenek_dvor_dvorec



Slika 4: Pritlični hodniki so banjasto obokani in sled dobro načrtovane rastlinske zasaditve.
Vir: http://www.gradovi.net/grad/strovsenek_dvor_dvorec



Slika 5: Propadajoča stavba je bila verjetno nekoč kapela.
Vir: http://www.gradovi.net/grad/strovsenek_dvor_dvorec

6.3. Ivan Bobek

Rodil se je leta 1893 in je bil po poklicu (po takratnih zapisih) umetni in trgovski vrtnar v Laškem. Zabeleženo je, da je imel gospod Bobek v Celju v Gosposki ulici svoj Cvetlični salon. Izobraževal se je na Dunaju in je odlično govoril nemški jezik, pridobil veliko strokovnega znanja in bil pri svojem delu natančen in dosleden.



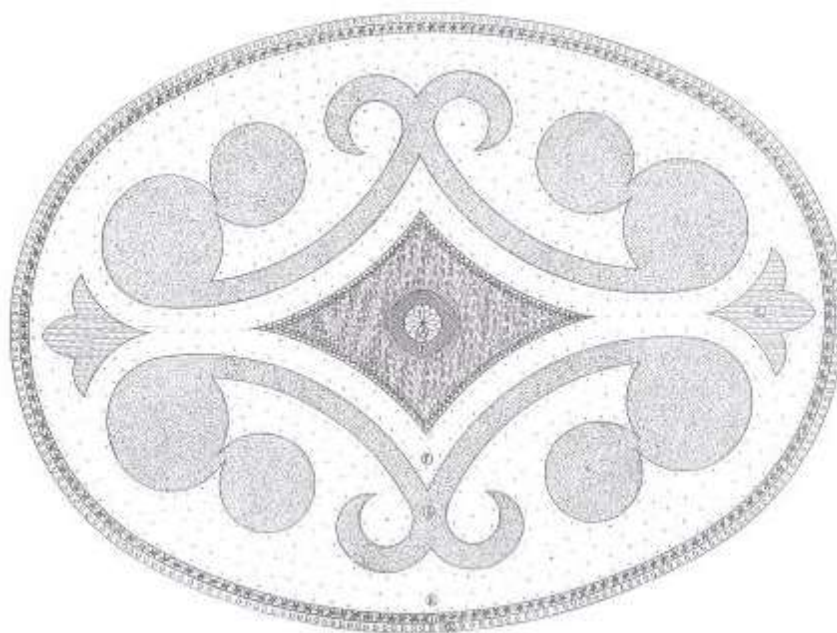
Slika 6: Gospod Ivan Bobek je bil pokončen in inteligenčen človek.

Njegova življenjska zgodba se je prav tako kot Čmakova končala leta 1941 na Dobrovljah. Njegova žena, ki je prav tako stanovala v dvorcu, je zaradi mladoletnega sina ostala živa.

Zaznamuje pa ga tudi delo na dvorcu oziroma graščini Štrovsenek v Šmatevžu pri Gomilskem, katerega lastnik v njegovem času je bil Ivan Čmak (glej 6.1.).

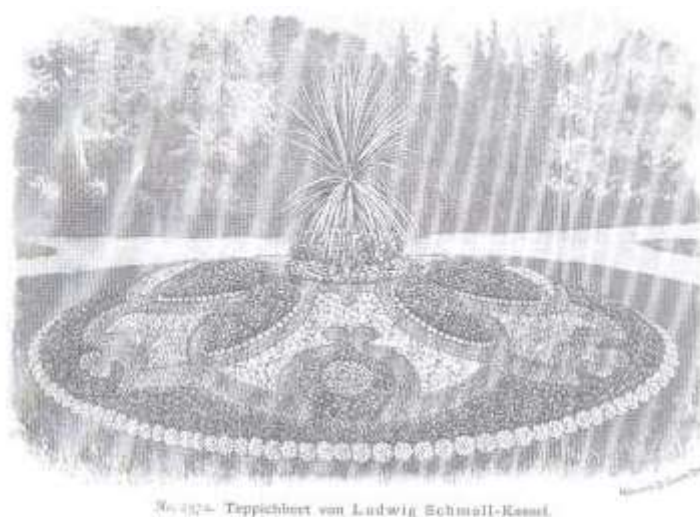
Pri svojem delu je gospod Bobek uporabljal strokovno literaturo, ki je še danes ohranjena in se nahaja v šolski knjižnici ŠHVU Celje, kjer jo lahko uporabljajo dijaki in študentje šole. Pregled te literature je zanimiv, ker se v njej najdejo zapisi in slikovno gradivo, ki je še danes uporabno. Del strokovnega materiala iz knjige je prikazan v slikah od 7 do 10.

Spodnja slika (slika 7) prikazuje načrt zasaditve grede s trajnicami in sicer z *Eryssimum compactumaureum*, *Viola tricolor maximum*, *Iberis sempervirens*, *Silene pendula*, in dvoletnicami: *Bellis perennis flore roseo plena* in *Myosotis alpestris*



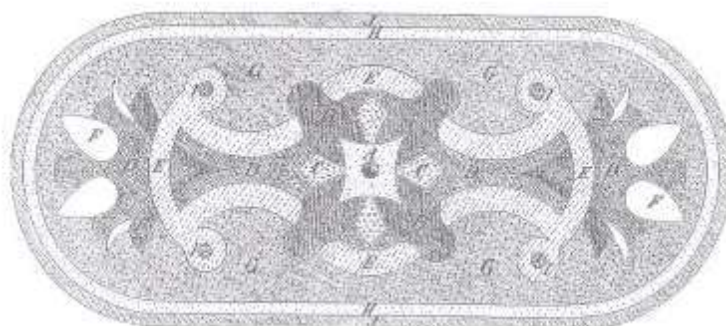
Slika 7: Primer skice grede iz knjige, ki jo je uporabljal vrtnar Bobek
Vir: Karl Gotze, str. 103

Spodnji sliki 8 in 9 prikazujeta primer možne zasaditve grede v parku s trajnicami in enoletnicami. V ozadju so vidna večja drevesa, ki so dopolnitev natančno in simetrično urejenim gredam. Uporabljene rastline so: *Dracaena indivisa*, *Escheveria rosacea*, *Althernanthera amoena*, *Echeveria sekunda*, *Mesembrianthemum cordifolium*, *Latania borbonica*.



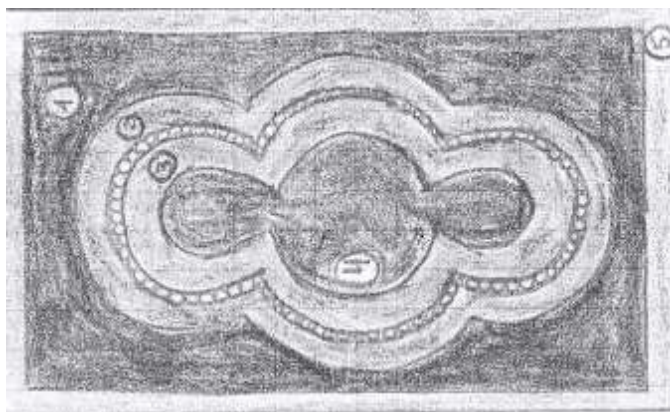
Slika 8 in 9: Primer skice grede iz knjige, ki jo je uporabljal vrtnar.
Vir: Karl Götze, str. 207

Na spodnji sliki št. 10 je primer zasaditve grede, kjer je možna uporaba trajnic in enoletnic kot so: '*Yucca rekurva*', '*coleus sp.*', '*Crysanthemum indicum*', '*Sedum glaucum*', '*Lobelia erinus*', '*Thymus citroidorus*'.



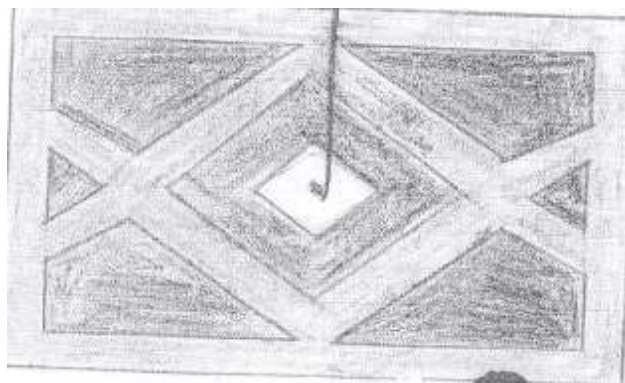
Slika 10: Prikaz možne zasaditve grede s podolgovato obliko in pestro zasaditvijo.
Vir: Karl Gotze, str. 138

V tej skici (slika 11) so predvidene rastline: Echeveria, rdeča krisantema, zelena krisantema, *Sedum* sp., in begonija.



Slika 11: Primer njegove skice zasaditve grede na neznanem kraju.
Vir: Ivan Bobek, 1935

V spodnji skici so predvidene naslednje rastline: rdečelistna alternantera, zelenolistna alternantera, na sredini dracena in še *Begonia semperflorens*.



Slika 12: Primer skice zasaditve grede na neznanem kraju.
Vir: Ivan Bobek, 1935

7. Zaključek

V zavedanju pomena vrtnarstva oziroma hortikulture in s tem pravilne izbire drevorednih rastlin, rastlin za posamezne zasaditve in v kombinaciji z enoletnicami, trajnicami in drugimi okrasnimi rastlinami, ob upoštevanju vseh zakonitosti oblikovanja, se moramo truditi še naprej za razvoj stroke s področja hortikulture. Pri tem se je potrebno ozirati na zgodovino in na iskanje dobrih praks v njej.

Izhajati je potrebno iz lokalne rastlinske dediščine vrtov naših babic, naših vrtnarjev, ki so bili v preteklosti uspešni. Pri ohranjanju podeželja moramo upoštevati kulturno dediščino posameznega geografskega področja.

Kljub temu, da imamo na razpolago pester izbor vrst in sort posameznih rastlin je potrebno razlikovati krajinsko arhitekturo podeželja, mestnega in primestnega okolja in modernejše zasaditve zasebnih vrtovih, ki še nimajo bogate krajinske zgodovine.

Drevo in rastline na splošno so živa bitja, ki zahtevajo svoj prostor, imajo simboliko, imajo zgodovino in imajo vrtnarje, ki znajo vse to uporabiti v zaključeni celoti.

8. Literatura

GÖTZE, K.: Album für Teppichgärtnerei und Gruppenbepflanzung,

STOPAR, Ivan. 1992 "Grajske stavbe v vzhodni Sloveniji - Spodnja Savinjska dolina": Založba Park, Ljubljana.

ŠMITEK, Zmago. 2011. Kulturno zgodovinska pričevanja dreves. Ljubljana: Univerza v Ljubljani.

Grad Štrovsenek. [Online] 2014. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.slosi.info/01gradovi/02podrobnejse/stajerska/ss-8/strovsenek.php>.

Wraber M. (1951b): Tuje drevesne vrste v naših gozdovih. Gozdarski vestnik, 9: 94-103.