

Vpliv nekaterih rastiščnih dejavnikov, sestojnih kazalcev in drevesnih značilnosti na pojavnost rdečega srca pri bukvi

The Impact of Some Site Factors, Stand Indices and Tree Characteristics on the Phenomenon of Red Heart by Beech Tree

Marijan KOTAR*

Izvleček

Kotar, M.: Vpliv nekaterih rastiščnih dejavnikov, sestojnih kazalcev in drevesnih značilnosti na pojavnost rdečega srca pri bukvi. Gozdarski vestnik, št. 9/1994. V slovenščini s povzetkom v angleščini, cit. lit. 6.

Članek navaja rezultate raziskave vpliva različnih dejavnikov na pojav rdečega srca pri bukvi. Analizirani so vpliv starosti in debeline drevesa, zgornje višine in lesne zaloge sestoja ter nadmorske višine na velikost rdečega srca ter na delež lesa z rdečim srcem. Debela analiza je zajela 3634 bukovih dreves (prek 30.000 analiziranih kolobarjev) z 90 raziskovalnih ploskev na 18 različnih rastiščnih enotah.

Ključne besede: bukev, napake srca

Synopsis

Kotar, M.: The Impact of Some Site Factors, Stand Indices and Tree Characteristics on the Phenomenon of Red Heart in the Beech Tree. Gozdarski vestnik, No. 9/1994. In Slovene with a summary in English, lit. quot 6.

The article presents the results of the investigation regarding the impact of various factors on the phenomenon of red heart by beech tree. The impact of the age and diameter of a tree, the top heights of a stand, the altitude and growing stock of a stand on the size of red heart and on the share of the timber with red heart expressed as a percentage has been analysed. The stem analysis included 3634 beech trees (over 30.000 analysed wood discs) from 90 research plots in 18 different site units.

Key words: beech, heart defects

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Pojav rdečega srca ali fakultativno obarvane jedrovine pri bukvi (TORELLI 1974) je bil in je še vedno predmet intenzivnih raziskovanj v svetu. Vendar pa natančen vzrok in začetek tega pojava še danes ni popolnoma pojasnjen. Ugotavljajo (SEELING 1992), da je tvorba rdečega srca fiziološki pojav, ki se začne v starosti 90 do 140 let. Že velika razlika v starosti drevja (90 - 140 let), ko začne rdeče srce nastajati, nas vodi k sklepanju, da vplivajo poleg starosti na pojavnost rdečega srca še drugi dejavniki. Vrsta raziskovalcev (TORELLI

1974, MAHLER in HÖWECHE 1991) je ugotovila, da je jakost (obseg) rdečega srca poleg starosti odvisna tudi od debeline drevesa, bonitete rastišča ter velikosti krošnje. Torelli navaja, "da je čas nastanka in obseg rdečega srca odvisen od značilnosti krošnje: bukve z gostimi, v širino in globino zelo razvitimi krošnjami so manj nagnjene k nastajanju rdečega srca kot drevesa z redkimi, ozkimi in plitvimi krošnjami v sovladajočem ali spodnjem sloju" (cit. iz TORELLI 1974). Razlike v jakosti pojava (obsegu) rdečega srca med rastiščem bukve v Kamniški Bistrici, kjer je ta pojav močnejše in pogostejše izražen ("rdeče območje"), in rastiščem v Ameriki (Pri Litiiji), ki velja za "belo območje", kjer je ta pojav manj intenziven, povezuje predvsem z razlikami v krošnjah. V Kamniški Bistrici je delež dreves z majhnimi, ozkimi in plitvimi krošnjami večji kot pa v Ameriki. Ker pa

* Prof. dr. M. K., dipl. inž. gozd., Oddelek za gozdarstvo Biotehniške fakultete, 61000 Ljubljana, Večna pot 83, SLO

ugotavlja vrsta raziskovalcev razlike v pojavnosti rdečega srca glede na rodovitnost oziroma boniteto rastišča, lahko sklepamo, da obstajajo razlike glede rdečega srca tudi med rastišči. Rodovitnost je namreč tudi eden izmed kriterijev (rezultatnega značaja), ki nam razvršča rastišča v rastiščne enote.

V Sloveniji smo v zadnjem desetletju, ali natančneje povedano, v zadnjih 13 letih (1981 - 1993) intenzivno raziskovali proizvodno sposobnost gozdnih rastišč, ki jih poraščajo bukovni gozdovi. V okviru te naloge smo proučevali tudi zgradbo bukovnih gozdov ter sortimentno strukturo debel. Pri vseh analiziranih drevesih smo izvedli drevesno in debelno analizo in s tem dobili dober vpogled v pojavnost rdečega srca. Ker pomeni rdeče srce, zlasti če se pojavlja v večjem obsegu, določeno razvrednotenje lesa, nam je vsako novo znanje o tem fenomenu dragocen pripomoček pri ravnanju z gozdom oziroma pri usmerjanju njegovega razvoja.

2 CILJ IN PREDMET RAZISKAVE 2 RESEARCH GOALS AND OBJECTS

2.1 Postavitev cilja raziskave 2.1 Defining Research Goal

V raziskavi bomo preskusili naslednje podмене:

1. Med rastišči (rastiščnimi enotami) obstajajo razlike v intenzivnosti pojavljanja rdečega srca. Pod intenzivnostjo pojavljanja razumemo začetek nastanka rdečega srca (starost) in jakost pojava rdečega srca (delež rdečega srca v lesni masi oziroma rdečega srca v premeru debela).

2. Na delež rdečega srca v lesni masi vplivajo naslednji rastiščni dejavniki: nadmorska višina, proizvodna sposobnost rastišča, geološka podlaga.

3. Na delež rdečega srca v lesni masi vplivajo naslednji sestojni parametri: starost sestoja, gostota sestoja, povprečni prsni premer.

4. Znotraj istega sestoja imajo drevesa zelo različne deleže rdečega srca. Razlike so posledice različnega socialnega statusa posameznih dreves, različne velikosti krošnje, različne starosti dreves (znotraj istega sestoja), različne debeline dreves.

5. Intenzivnost pojavljanja rdečega srca je odvisna od onesnaženosti zraka.

6. Obseg rdečega srca je znotraj istega drevesa večji v višini 1,3 m kot v višini 0,3 m. S tem bi potrdili ugotovitev, da ima rdeče srce vzdolž debela vretenasto obliko.

Na temelju zakonitosti pojavljanja rdečega srca, ki so jih ugotovili drugi raziskovalci, ter ugotovitev, ki jih bo dala predložena raziskava, je treba dati okvirne smernice za gospodarjenje z bukovimi gozdovi, ki naj bi zagotavljale čimvečji delež "bele bukve" oziroma čimmanjšo možnost nastajanja rdečega srca.

2.2 Predmet raziskave 2.2 Research Object

Predmet raziskave so bukovni gozdovi v 18 rastiščnih enotah, ki so določene s sintaksonskimi enotami na ravni subasociacije oziroma asociacije. V treh primerih pa smo poleg sintaksonske uvrstitve fitocenoz upoštevali pri oblikovanju rastiščnih enot tudi nadmorsko višino. Raziskavo smo izvedli v debeljakih oziroma optimalni razvojni fazi, to je v tisti srednji starosti sestojev, ko se je že začelo oblikovati rdeče srce (nad starostjo 90 let).

Osnovni podatki o rastišču ter sestoji so v preglednici 1.

3 RAZISKOVALNA METODA 3 RESEARCH METHOD

Raziskava je bila izvedena kot statistični poskus s petimi ponovitvami. V vsaki rastiščni enoti smo odbrali 5 vzorčnih ploskev velikosti 9 arov (30 x 30 m).

Kriteriji za izločitev vzorčne ploskve so bili naslednji:

- Sestoj, v katerem smo zakoličili vzorčno ploskev, mora graditi bukev (90 % in več).
- Sestoj naj bo enomeren - ne pa nujno enodoben.
- Srednja starost sestoja naj bo 90 let ali več.

- Lesna zaloga mora biti visoka, temeljnica naj ima vrednost, ki je blizu vrednosti naravne temeljnice (ASSMANN 1961).

- Rastišče naj bo čimbolj homogeno.
- Kakovost debel (zunanja) naj bo čimvečja, izbrani sestoj naj bo najvišje kakovosti na obravnavanem rastišču.

Preglednica 1: Osnovni podatki o rastišču in sestoji v analiziranih vzorčnih ploskvah

Table 1: Basic Data on the Site and Stand in the Analysed Sample Plots

St. Ser. No.	Rastiščna enota sintakson Site unit (phytocoenosis)	Vzorčna ploskev Sample plot	Nadmorska višina Altitude m	Ekspozicija Exposition	Matična podlaga Parent material	Starost Age	Lesna zaloga Growing stock m ³ /ha	Rastiščni indeks Site index	Zgornja višina Top height m
1.	Querco-Luzulo-Fagetum (Q - L - F) (Dietvo, Ilirska Bistrica)	1	670	W	eocenski	131	773	30	33,4
		2	680	W	fliš	134	804	30	34,7
		3	640	N	Eocene	134	761	28	31,8
		4	650	SW	flysch	133	593	26	29,9
		5	650	S		129	645	26	27,8
2.	Adenostylo-Fagetum I. (Ad. - F - I.) (Črni dol, Mašun)	1	1240	S	dolomit	143	764	20	24,1
		2	1230	SE	dolomite	143	628	20	23,3
		3	1240	SE		143	537	20	24,1
		4	1250	SE		154	596	20	23,9
		5	1265	SW		146	571	18	21,9
3.	Luzulo-Abieti-Fagetum prealp. (L - A - F) (Polamanek, Luče)	1	1040	NW	kremenov-keratofir	160	913	28	34,8
		2	960	NW		146	904	30	35,6
		3	920	NW	flint	133	901	34	37,4
		4	880	NW	keratophyre	123	733	32	35,2
		5	900	NW		145	796	32	35,9
4.	Luzulo-Fagetum (L - F) (Velika Kopa, Ptuj)	1	530	N	peščenjak	107	1002	36	37,4
		2	560	NE	grit	110	891	36	37,7
		3	540	NE		98	754	38	37,8
		4	550	NE		107	704	32	32,4
		5	600	NE		99	576	32	31,3
5.	Abieti-Fagetum din. maian. (A - F maian.) (Jurjeva dolina, Mašun)	1	980	SE	apnenec in dolomit	129	499	26	29,8
		2	980	SE		129	614	28	31,7
		3	1020	NE	limestone	137	559	26	29,8
		4	1010	W	and	135	542	26	28,9
		5	1020	SW	dolomite	131	490	26	29,0
6.	Querco-Fagetum (Q - F) (Bukov vrh, Straža)	1	510	NW	apnenec	161	804	28	33,8
		2	520	NW	limestone	157	768	28	34,6
		3	530	NW		146	961	32	36,8
		4	540	NW		160	895	28	35,1
		5	540	NW		160	754	28	33,6
7.	Hacquetio-Fagetum (H - F) (Peščenik, Novo mesto)	1	800	SW	dolomit	155	1006	26	31,6
		2	780	SW	dolomite	142	914	26	30,8
		3	770	SW		130	637	26	29,8
		4	760	SW		159	797	26	31,6
		5	740	SW		137	830	30	33,7
8.	Festuco drymeiae-Fagetum (F - F) (Log-Tisovec, Rog. Slatina)	1	500	SE	peščenjak	121	1045	36	39,5
		2	500	SE	grit	132	870	36	39,2
		3	510	SE		94	872	32	31,3
		4	500	SE		123	845	34	37,5
		5	510	SE		102	1058	34	33,5
9.	Abieti-Fagetum din. typ. (A - F typ.) (Mošnjevec, Draga)	1	900	NE	dolomit	156	759	28	33,4
		2	890	NE	dolomite	158	724	30	35,8
		3	910	NE		174	590	24	29,8
		4	1010	SW		184	825	24	30,5
		5	1000	SW		196	778	24	31,1
10.	Blechno-Fagetum (B - F) (Mamolj, Litija)	1	490	NW	peščenjak	187	693	30	39,1
		2	490	NW	in skrilavci	190	694	28	37,6
		3	500	NE	grint and	184	802	30	40,0
		4	500	NE	slates	188	764	30	38,7
		5	490	NW		185	633	26	34,1

Št. Ser. No.	Rastiščna enota sintakson <i>Site unit (phytocoenosis)</i>	Vzorčna ploskev <i>Sample plot</i>	Nadmorska višina <i>Altitude m</i>	Ekspozicija <i>Exposition</i>	Matična podlaga <i>Parent material</i>	Starost <i>Age</i>	Lesna zaloga <i>Growing stock m³/ha</i>	Rastiščni indeks <i>Site index</i>	Zgornja višina <i>Top height m</i>
11.	Lamio orvalae-Fagetum I. (L.o. - F - I.) (Ogence, Idrija)	1	600	SW	dolomit in apnenec	139	730	34	40,1
		2	680	SW	apnenec	147	847	32	37,9
		3	680	W	dolomite	143	684	30	35,3
		4	880	NW	and	119	904	32	34,8
		5	890	NW	limestone	136	997	30	33,5
12.	Luzulo niveae-Fagetum (L.niv. - F) (Gozdec, Bovec)	1	1200	SE	apnenec	137	439	22	24,9
		2	1200	SE	limestone	147	479	20	24,8
		3	1260	SE		161	410	14	20,1
		4	1270	SE		155	405	16	20,4
		5	1270	SE		145	455	18	21,8
13.	Anemone-Fagetum (An - F) (Krma, Bled)	1	900	NW	apnenec	154	653	26	32,5
		2	900	NW	limestone	151	628	30	35,6
		3	920	NW		152	731	32	37,1
		4	870	NW		145	669	26	31,1
		5	890	NW		149	566	28	32,5
14.	Seslerio-Fagetum (Ses. - F) (Starod, Kras-Sežana)	1	610	NE	apnenec	112	364	22	22,9
		2	650	E	limestone	110	345	24	25,9
		3	650	NW		124	349	22	24,2
		4	700	SE		120	456	26	28,1
		5	580	E		123	366	24	26,0
15.	Lamio orvalae-Fagetum II. (L.o. - F - II.) (Šoštanj)	1	605	NE	apnenec	105	643	32	32,1
		2	605	NE	limestone	105	916	32	31,1
		3	600	N		102	879	30	29,8
		4	570	NE		109	753	32	31,6
		5	540	N		102	558	34	33,7
16.	Enneaphyllo-Fagetum I. (E - F - I.) (Gače, Črmošnjice)	1	870	NE	dolomit in apnenec	146	852	26	30,6
		2	860	NE	apnenec	134	824	28	31,7
		3	850	N	dolomite	123	548	26	28,8
		4	840	N	and	132	677	26	28,4
		5	900	N	limestone	147	724	26	30,6
17.	Enneaphyllo-Fagetum II. (E - F - II.) (Pendirjevka, Gorjanci, Novo mesto)	1	680	N	lapornati	128	810	36	40,2
		2	680	N	apnenec	127	788	34	37,6
		3	720	N	marlaceous	129	828	34	38,0
		4	700	N	limestone	132	951	34	38,7
		5	730	N		132	891	34	38,9
18.	Adenostylo-Fagetum II. (Ad. - F - II.) (Ždrecelje, Ilir. Bistrica)	1	1380	SW	apnenec	156	405	16	20,2
		2	1390	NW	limestone	178	405	14	18,9
		3	1375	SW		129	410	20	22,2
		4	1420	NW		166	414	16	21,7
		5	1420	NW		155	366	16	17,1

– Sestoj mora biti zdrav in vitalen.

V vzorčnih ploskvah, ki so bile naključno izbrane v sestojih, izbranih po zgornjih kriterijih, smo izvedli vegetacijske popise in drevesne analize (analizo velikosti in utesnjenosti krošenj, analizo po socialnih razredih, analizo ramestitve dreves). Vsa drevesa

znotraj ploskve smo posekali, razžagali na 6 - 10 sekcij ter odvzeli debelne kolobarje, ki so nam služili za debelno analizo. Na kolobarjih smo poleg premera, ki smo ga dobili prek obsega, izmerili tudi premer rdečega srca. Na vseh kolobarjih smo izvedli dendrokronološke meritve po 10 - letnih periodah.

Na vseh 18 rastiščnih enotah oziroma 90 ploskvah smo tako analizirali 3634 bukovih dreves oziroma prek 30.000 (tridesettisoč) kolobarjev. Prvi kolobar smo odvezli v višini debla 0,30 m, drugega v višini 1,30 m, naslednje pa v različnih višinah, glede na kakovost sortimentov (optimalno krojenje).

Poskus smo izvedli kot čisto naključni poskus s 5 ponovitvami in kot parcialno hierarhični poskus, ravno tako s petimi ponovitvami. Poleg tega smo pri odkrivanju odvisnosti intenzivnosti rdečega srca od ekoloških dejavnikov, sestojnih kazalcev (parametrov) in drevesnih znakov (karakteristik oz. značilnosti) uporabili metode linearne, nelinearne in multiple regresijske analize, analizo variance in kovariance ter kontingence teste.

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4 Results and Discussion

4.1 Delež lesa z rdečim srcem v lesni zalogi sestoja

4.1 The Share of Red Heart Wood in a Stand's Growing Stock

Kot kazalec razširjenosti rdečega srca znotraj sestoja smo uporabili delež lesa, ki je rdeče obarvan (zaradi rdečega srca) v celotni lesni masi sestoja (RV%). Dobili smo ga na osnovi debelnih analiz vseh dreves na vzorčnih ploskvah. Pri vsakem drevesu smo na debelnih kolobarjih izmerili premer kolobarja ter premer rdečega srca.

Tako smo pri vsakem drevesu – odvisno od števila kolobarjev – dobili 6–10 točk, ki so kazale obliko debla ter ravno tako 6–10 točk vzdolž debla, ki so prikazovale razporeditev rdečega srca. Z rotiranjem poligonske črte, ki poteka skozi te točke, smo dobili volumen debla ter volumen telesa v deblu, ki je rdeče srce. Na temelju seštevka volumnov teles, ki imajo rdeče obarvan les in seštevka volumnov vseh debel na vzorčni ploskvi, smo izračunali odstotni delež

$$RV\% = \frac{\sum V_{RS}}{\sum V} \cdot 100,$$

kjer pomenijo:

$\sum V_{RS}$ = lesna masa, ki je obarvana zaradi rdečega srca pri vseh drevesih na vzorčni ploskvi,

$\sum V$ = lesna masa debel (deblvine) vseh dreves na vzorčni ploskvi.

V preglednici 2 so prikazane vrednosti RV% po rastiščnih enotah ter vzorčnih ploskvah. Poleg kazalnika RV% je v tabeli še srednji premer (v višini 1,3 m).

Kot je razvidno iz preglednice 2 vrednosti RV% variirajo v intervalu od 1,9% (Ses - F - Starod-Kras, Sežana in L o - F - II - Šoštanj) do 21,8% (A - F_{typ}, Mošnjevec, Draga). Variiranje je bistveno manjše znotraj rastiščnih enot, zato smo upravičeno domnevali, da je delež lesa z rdečim srcem različen glede na rastišča. Analiza variance kot tudi analiza kovariance, kjer smo odstranili vpliv starosti sestoja in vpliv povprečnega prsnega premera (ta dva parametra bistveno vplivata na delež lesa z rdečim srcem), je našo domnevo tudi potrdila ob zelo majhnem tveganju ($\alpha < 0,001$). Srednje vrednosti RV% za posamezne rastiščne enote so prikazane v preglednici 2 v zadnji koloni (srednja vrednost RV%). Najnižjo vrednost imajo sestoji na rastiščih združbe Luzulo niveae - Fagetum pod Kaninom (Bovec) na nadmorski višini 1200 do 1270 m na apneni matični podlagi. Srednje starosti analiziranih sestojev so v razponu 137–161 let. Najvišji delež lesa z rdečim srcem, to je 18,82%, imajo sestoji bukke, stari od 123–160 let na rastiščih združbe Luzulo - Abieti - Fagetum. Nadmorska višina teh rastišč je 880–1040 m, matična podlaga pa kremenov keratofir. Ker je starost analiziranih sestojev na teh dveh rastiščnih enotah, ki imata ekstremne vrednosti RV%, približno enaka (to pa ima zelo velik vpliv na RV%), smo sklepali, da je lahko vzrok tej razliki le v enem izmed ekoloških dejavnikov. Najbolj očitna razlika med ekološkimi dejavniki v teh dveh rastiščnih enotah je matična podlaga. Zato smo vse rastiščne enote razvrstili v dve skupini, in sicer;

1. skupina z matično podlago apnenec in/ali dolomit
2. skupina s kislo matično podlago (silikat).

Vrednost RV% v 1. skupini (bazična ma-

Preglednica 2: Delež rdeče obarvanega lesa v lesni zalogi sestoja ter povprečni prsni premer
 Table 2: The Share of Red Coloured Timber in a Growing Stock of a Stand and the Mean Breast Height Diameter

Rastiščna enota Site unit	Kazalec Index	Vzorčna ploskev / Sample plot					Srednja vrednost The mean value RV %
		1	2	3	4	5	
1. Q - L - F	RV%	11,9	14,1	5,9	5,8	4,0	8,34
	D _{1,3}	45,0	53,2	46,3	42,1	38,9	
2. Ad. - F - L.	RV%	5,4	6,9	3,7	4,3	6,6	5,38
	D _{1,3}	32,7	33,5	30,5	33,7	31,9	
3. L - A - F	RV%	20,9	18,4	17,0	17,0	20,8	18,82
	D _{1,3}	43,2	42,7	48,2	45,8	55,1	
4. L - F	RV%	7,3	10,0	7,6	7,2	1,0	6,62
	D _{1,3}	43,3	46,7	44,5	45,6	42,0	
5. A - F maian,	RV%	8,3	5,2	4,8	7,4	2,4	5,62
	D _{1,3}	41,0	43,8	40,4	40,6	42,9	
6. Q - F	RV%	13,8	10,3	10,0	14,8	13,1	12,40
	D _{1,3}	46,8	44,7	40,2	42,3	45,8	
7. H - F	RV%	17,8	17,0	5,9	18,4	15,0	14,82
	D _{1,3}	46,5	50,1	43,6	47,6	44,5	
8. F - F	RV%	10,1	11,4	2,1	12,3	4,3	8,04
	D _{1,3}	54,7	53,8	37,9	48,5	38,3	
9. A - F typ.	RV%	21,8	15,1	11,2	14,0	11,6	14,74
	D _{1,3}	45,7	50,0	38,5	44,6	43,0	
10. B - F	RV%	17,0	16,7	17,0	18,8	8,0	15,50
	D _{1,3}	49,5	44,5	47,5	45,3	42,9	
11. Lo. - F - L.	RV%	9,2	12,4	9,3	12,8	7,5	10,24
	D _{1,3}	47,4	42,1	42,7	38,6	36,8	
12. Lniv. - F	RV%	4,0	3,7	2,6	4,1	2,3	3,34
	D _{1,3}	27,9	28,8	26,6	27,1	25,9	
13. An. - F	RV%	10,8	12,2	16,3	3,5	7,0	9,86
	D _{1,3}	34,2	34,5	34,3	31,5	34,0	
14. Ses. - F	RV%	4,5	2,0	3,7	6,0	1,9	3,62
	D _{1,3}	33,1	35,0	35,1	35,1	34,5	
15. Lo. - F - II.	RV%	7,4	5,6	4,5	5,1	1,9	4,9
	D _{1,3}	43,5	42,9	46,5	42,0	40,0	
16. E - F - I.	RV%	11,1	12,5	5,6	8,5	8,3	9,2
	D _{1,3}	36,7	36,6	34,0	33,8	38,8	
17. E - F - II.	RV%	10,4	11,0	10,4	12,5	10,6	10,98
	D _{1,3}	41,7	40,6	42,5	44,8	43,6	
18. Ad - F - II.	RV%	4,4	10,2	1,7	10,6	3,2	6,02
	D _{1,3}	26,3	30,3	24,7	27,7	22,4	

tična podlaga) znaša 8,26 %, v 2. skupini (silikatna) pa 11,76 %. Razlika je statistično značilna. Vendar pa vrednosti RV% v posameznih rastiščnih enotah kažejo, da je

matična podlaga le eden izmed vzrokov različne intenzivnosti pojavljanja rdečega srca in še daleč ne edini. Matična podlaga je lahko le dejavnik, ki omili ali pa okrepi vpliv

drugih dejavnikov, ki vplivajo na razširjenost rdečega srca. Zato smo vrsto nadaljnjih analiz izvedli ločeno po skupinah glede na matično podlago.

Z namenom, da dobimo vpogled, kateri dejavniki vplivajo na delež lesa z rdečim srcem znotraj sestoja, smo izračunali odvisnost RV% glede na starost sestoja (A), nadmorsko višino (ALT), lesno zalogo sestoja na vzorčni ploskvi (V), zgornjo višino (H_{top}) in srednji prsni premer ($D_{1,3}$). To odvisnost smo prikazali z multiplo linearno regresijo, v katero smo zajeli vsa analizirana rastišča.

Regresijska funkcija ima naslednjo vrednost

$$RV\% = -30,1132 + 0,1092 A + 0,0037 ALT + 0,1081 V + 0,3690 D_{1,3}$$

($R = 0,83$, $\alpha \leq 0,05$ za vse parametre v enačbi).

Kot vidimo, je iz enačbe izpadla zgornja višina, ki prikazuje boniteto rastišča. To pa ne pomeni, da rodovitnost ne vpliva na RV%. Med faktorialnimi znaki, ki so v enačbi na desni strani, obstaja tudi kolinearnost, ki ima za posledico, da lahko posamezen dejavnik izpade, čeprav vpliva na velikost rezultatnega znaka. V našem primeru obstaja določena kolinearnost med zgornjo višino, lesno zalogo in prsnim premerom.

4.2 Vpliv srednje starosti (A) in srednjega prsnega premera ($D_{1,3}$) sestoja na delež lesa z rdečim srcem (RV%)

4.2 The Impact of the Mean Age (A) and the Mean Breast-Height Diameter ($D_{1,3}$) of a Stand on the Share of Wood with Red Heart (RV%)

Rdeče srce nastane ob določenih pogojih pri določeni starosti in narašča hitreje kot premer debla. Ker je nastanek rdečega srca starostno pogojen fiziološki proces (SEELING 1992), mora obstajati tudi povezava oziroma odvisnost med deležem lesa z rdečim srcem (RV%) in starostjo sestoja. Po drugi strani pa obstaja tudi odvisnost med prsnim premerom dreves in deležem rdečega srca. Ni nujno, da je odvisnost posledica tesne povezanosti med starostjo in prsnim premerom (kolinearnost), lahko je zaradi večje razdalje od centralnega dela debla do

kambija. Vitalnost parenhimskih celic slabi z oddaljenostjo od kambija proti strženu (TORELLI 1974). Upadanje vitalnosti in parenhimskih celic je znak staranja, zato lahko domnevamo, da pri velikih prsnih premerih kljub nižji starosti vitalnost teh celic oslabi in ob določenih pogojih (mraz, dovod zunanega zraka, verjetno tudi velike izsušitve) pride do pospešenega staranja in s tem do hitrejša tvorbe rdečega srca.

Na temelju podatkov z analiziranih vzorčnih ploskev smo prišli do naslednjih odvisnosti:

$RV\% = -5,9060 + 0,1280 A$ ($r = 0,65$) na silikatnih rastiščih

$RV\% = -6,2840 + 0,1050 A$ ($r = 0,43$) na rastiščih apnenca in/ali dolomita.

Delež lesa z rdečim srcem je pri isti starosti večji na silikatni matični podlagi in se z naraščanjem starosti nekoliko hitreje povečuje. Tudi tesnost povezave je nekoliko večja na silikatih (Slika 1).

Odvisnost RV% od prsnega premera nam ponazarjata naslednji dve funkciji

$RV\% = -180,420 + 162,856 \cdot 1,0048^{D_{1,3}}$ ($R = 0,52$) na silikatu

$RV\% = -6,482 + 0,398 D_{1,3}$ ($r = 0,60$) na apnencu in/ali dolomitu.

Na silikatu narašča RV% z $D_{1,3}$ progresivno, na apnencu oz. dolomitu pa linearno.

Pri istem prsnem premeru imajo drevesa na silikatu več lesa z rdečim srcem in njegov delež s povečevanjem debeline dreves narašča bolj kot pa na apnencu oziroma dolomitu (Slika 2).

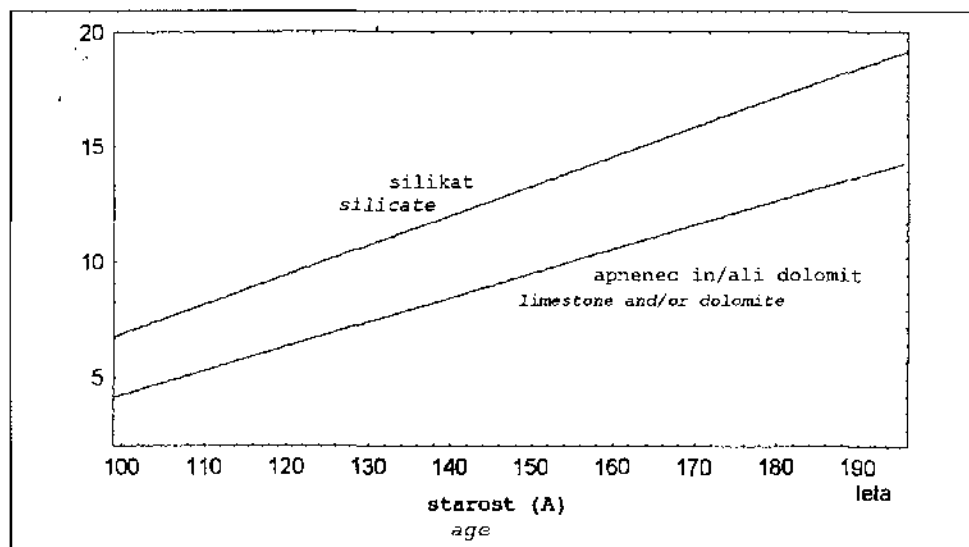
4.3 Vpliv zgornje višine sestoja (H_{top}) na delež lesa z rdečim srcem (RV%)

4.3 The Impact of the Top Height (H_{top}) on the Share of Wood with Red Heart (RV%)

Zgornja višina sestoja (H_{top}) je zelo dober kazalec proizvodne sposobnosti rastišča. Navadno vzamemo za merilo rastiščne produktivnosti zgornjo višino pri 100 letih – imenovano tudi rastiščni indeks (site index). V obravnavani analizi so sestoji stari od 94 do 196 let. V tem času se zgornja višina približuje svoji najvišji vrednosti, zato je lahko približno merilo proizvodne sposobnosti rastišča, hkrati pa nam do določene mere

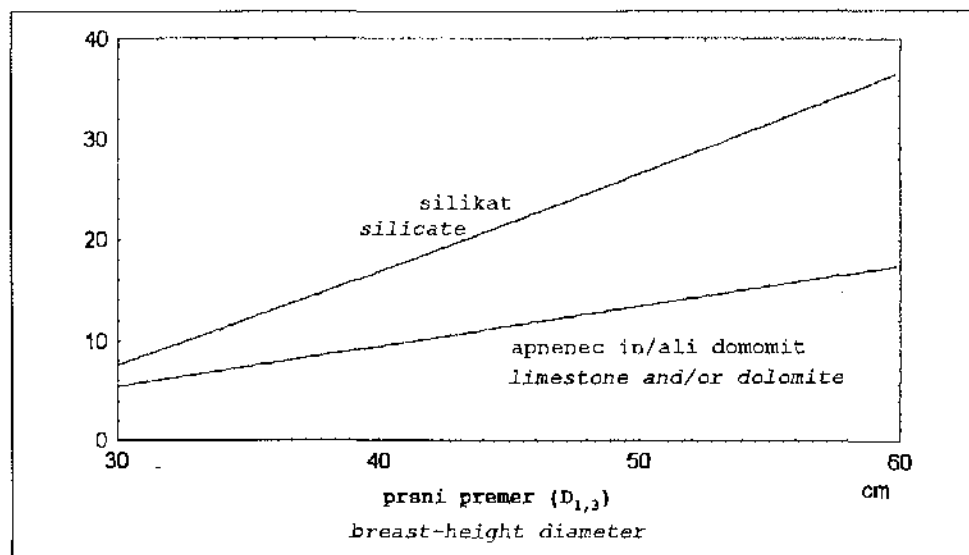
Slika 1: Vpliv starosti sestoja (A) na delež lesa z rdečim srcem (RV%)

Figure 1: The Impact of Stand Age (A) on the Share of Timber with Red Heart (RV%)



Slika 2: Vpliv srednjega prsnega premera ($D_{1,3}$) na delež lesa z rdečim srcem (RV%)

Figure 2: The Impact of Breast-Height Diameter ($D_{1,3}$) on the Share of Wood with Red Heart (RV%)



kaže tudi razvojno stopnjo sestoja. Če prikažemo odvisnost RV% od H_{top} pri različnih starostih in ne samo pri starosti 100 let (kar bi bilo tudi smiselno), dobimo učinek

kombiniranega vpliva produktivnosti rastišča razvojne starosti sestoja na delež RV%. S tem dobimo dober kazalec za ocenjevanje RV% tudi za tiste sestoje, kjer ne poznamo

starosti in debeline sestoja. Zgornjo višino namreč ocenimo zelo enostavno in zelo hitro z vzorcem 9 najdebelejših dreves na površini 9 arov.

Regresijska enačba za navedeno odvisnost se glasi:

$RV\% = -27,402 + 1,099 H_{top}$ ($r = 0,60$) na silikatu in

$RV\% = -2,289 + 0,355 H_{top}$ ($r = 0,46$) na apnencu in/ali dolomitu.

Z naraščanjem zgornje višine narašča tudi delež RV% (Slika 3).

Naraščanje RV% z H_{top} je hitrejše na silikatni matični podlagi, sam začetek nastajanja rdečega srca pa je pri nižji H_{top} na apnencu. Ta zakonitost velja samo za analizirana rastišča v Sloveniji, ker imamo bukovke gozdove na silikatu le na tistih rastiščih, ki jih označuje tudi visoka proizvodna sposobnost. Vsi analizirani sestoji na silikatu imajo že pri nižjih starostih visoke zgornje višine. Povečevanje deleža rdečega srca z naraščanjem rodovitnosti so ugotovili tudi drugi raziskovalci (MAHLEK und HÖWECHE 1991 in TORELLI 1984 citirano po SEELING 1992).

4.4 Vpliv nadmorske višine rastišča (ALT) na delež lesa z rdečim srcem (RV%)

4.4 The Impact of Site Altitude (ALT) on the Share of Wood with Red Heart (RV%)

Pri izračunu odvisnosti med RV% in ALT smo dobili naslednji dve enačbi:

1. $RV\% = 55,8100 - 0,1462 (ALT) + 0,000112 (ALT)^2$ ($R = 0,650$), silikat

2. $RV\% = 13,1403 - 0,0052 (ALT)$ ($r = 0,289$), apnenec in/ali dolomit.

Delež lesa z rdečim srcem z nadmorsko višino narašča na silikatni matični podlagi in se zmanjšuje na apnenčasti oz. dolomitni matični podlagi (Slika 4).

Ta pojav si lahko delno razlagamo tudi s tem, da so na apnencih v visokogorju manj produktivna rastišča, analizirana silikatna rastišča v višjih legah pa spadajo med zelo produktivna. Vendar je to lahko, kot je že poudarjeno, samo delna razlaga.

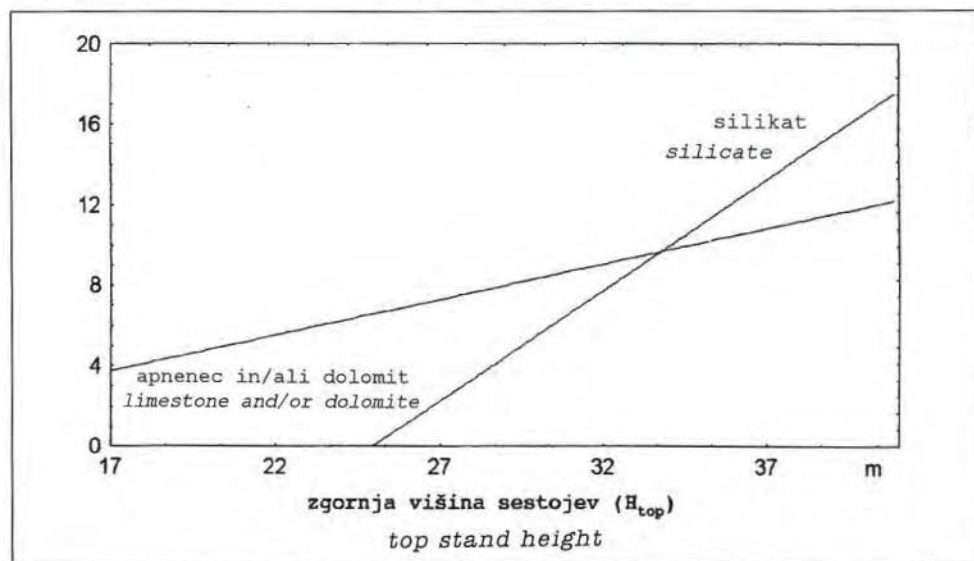
4.5 Vpliv višine lesne zaloge (V) na delež lesa z rdečim srcem (RV%)

4.5 The Impact of Growing Stock Quantity (V) on the Share of Wood with Red Heart (RV%)

Višina lesne zaloge je ponavadi - vsaj v

Slika 3: Vpliv zgornje višine sestojev (H_{top}) na delež lesa z rdečim srcem (RV%)

Figure 3: The Impact of the Top Height (H_{top}) on the Share of the Wood with Red Heart (RV%)



enomernih sestojih - povezana s številom dreves. Gostota sestoja pa vpliva na velikost razpoložljivega rastnega prostora in s tem na velikost krošnje. Gostota sestoja je posledica gojitvene obravnave sestojev, ta pa vpliva na razširjenost rdečega srca (MAHLER und HÖWECHE 1991).

Na naših analiziranih ploskvah smo med RV% in V (v m³/900m²) dobili naslednji povezavi:

1. RV% = 6,638 + 0,07 V (r = 0,129 - ni značilen), silikat
2. RV% = -2,233 + 0,191 V (r = 0,667), apnenec in/ali dolomit (Slika 5).

Zakaj je odvisnost na apnencu razmeroma tesna, na silikatu pa zelo ohlapna oziroma neznatna - v obeh primerih pa pozitivna, je za zdaj nepojasnjeno.

4.6 Vpliv značilnosti drevesa na razširjenost rdečega srca v deblu

4.6 The Impact of Tree Characteristics on the Occurrence of Red Heart in a Stem

4.6.1 Vpliv drevesne starosti na razširjenost rdečega srca

4.6.1 The Impact of Tree Age on the Occurrence of Red Heart

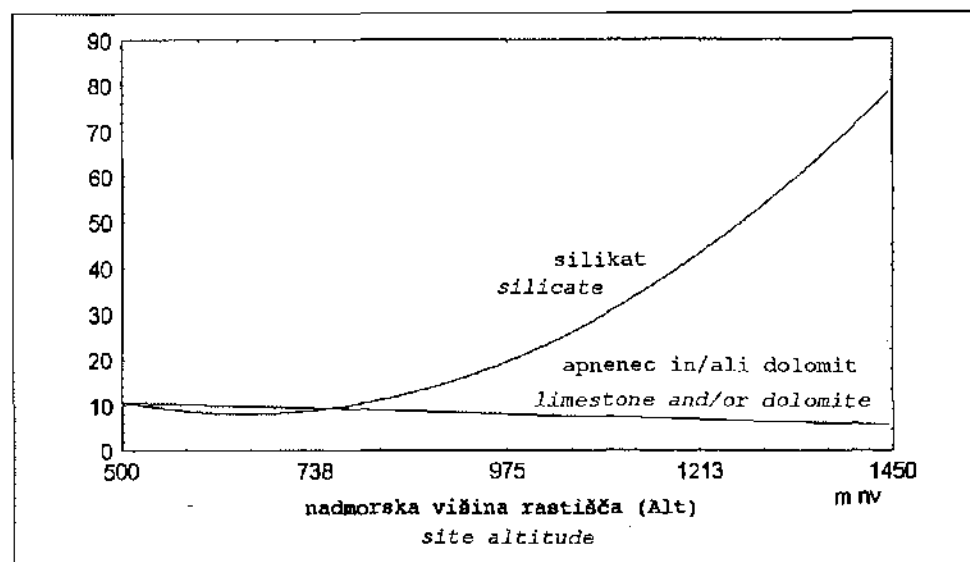
V prejšnjih razdelkih smo proučevali vpliv rastiščnih dejavnikov in sestojnih kazalnikov na delež lesa z rdečim srcem v sestoju. Z regresijskimi analizami smo sicer izluščili vrsto zakonitosti, ki pa so bile v večini primerov premalo tesne, da bi nam pojav pojasnile v zadostni meri. Zato bomo skušali v tem razdelku analizirati učinke drevesnih znakov (karakteristik) na razširjenost rdečega srca znotraj posameznega drevesa. Ker smo ugotovili veliko individualnost rastišč glede pojava rdečega srca, bomo analize o učinku drevesnih znakov izvedli za vsako rastiščno enoto posebej.

Ker smo ugotovili, da vplivajo na pojav rdečega srca nadmorska višina, rodovitnost in matična podlaga, vsaka rastiščna enota pa, se razlikuje v vrednostih vseh teh dejavnikov, je razumljivo, da mora potekati nadaljnja analiza na ravni rastišča.

Kot kazalec razširjenosti rdečega srca znotraj drevesa smo uporabili količnik ($R_{1,3}$) med premerom rdečega srca ($D_{RS-1,3}$) in premerom debla ($D_{1,3}$) v prsni višini

$$(R_{1,3}) \frac{D_{RS-1,3}}{D_{1,3}}$$

Slika 4: Vpliv nadmorske višine rastišča (Alt) na delež lesa z rdečim srcem (RV%)
Figure 4: The Impact of Site Altitude (ALT) on the Share of Wood with Red Heart (RV%)



Iz preglednice 3, ki kaže število dreves v posameznih razredih glede na starost drevja in sočasno glede na velikost (premer) rdečega srca, je razvidno, da ima rdeče srce 80 % analiziranih dreves. Okrog 50 % dreves pa ima rdeče srce, ki v premeru meri več kot 10 cm. V preglednici 4, kjer je prikazan delež rdečega srca glede na premer debla, pa lahko vidimo, da ima 22 % analiziranih dreves rdeče srce, ki zavzema več kot 40 % premera debla.

Iz preglednic 3 in 4 izhaja, da se lahko pojavi rdeče srce že pri starosti 40 let, torej v bistveno manjši starosti kot navaja Seeling (SEELING 1992). Analizirali smo tudi drevo, ki je staro nad 230 let in je še vedno brez rdečega srca. Le dober odstotek dreves ima rdeče srce, ki zavzema nad 80 % premera debla. Zanimivo je, da je nekaj teh dreves razmeroma mladih, saj je njihova starost le nekaj več kot 100 let. V preglednici 3 in 4, ki sta sumarni preglednici za vsa rastišča, so razlike med rastišči zabrisane, zato so

razlike še nekoliko večje. Vendar so tudi razlike znotraj iste rastiščne enote še vedno velike.

Nekoliko bolj podroben vpogled v pojav rdečega srca daje preglednica 5. V njej lahko razberemo, da je pri mladem drevju na silikatu večje število dreves brez rdečega srca kot na apnencu (vse do starosti 139 let). Pri drevju, ki je starejše od 140 let, pa je ravno obratno, saj je na apnencu delež drevja brez rdečega srca še enkrat tolikšen kot na silikatu, zato je tudi delež lesne mase z rdečim srcem precej večji na silikatu, kar smo ugotovili že v prejšnjih razdelkih.

4.6.2 Razširjenost rdečega srca v različnih višinah debla

4.6.2 The Occurrence of Red Heart at Various Stem Heights

V raziskavi smo nekoliko podrobneje analizirali rdeče srce na panju in v prsni višini debla. Rezultati so prikazani v preglednici 6.

Preglednica 3: Frekvenčne porazdelitve dreves glede na premer rdečega srca ($D_{RS-1,3}$) in glede na starost (A) (vsa rastišča skupaj)

Table 3: Frequency Distribution of Trees as to Red Heart Diameter ($D_{RS-1,3}$) and as to the Age (A) (all sites together)

Starost 10-letni razredi Age – 10-year classes	Premer rdečega srca (10 cm razredi) / Red heart diameter (10 cm classes)								Skupaj Total
	0	0,1–10	10,1–20	20,1–30	30,1–40	40,1–50	50,1–60	nad 60	
do 49	0	1	0	0	0	0	0	0	1
50–59	5	0	0	0	0	0	0	0	5
60–69	15	9	0	0	0	0	0	0	24
70–79	34	21	0	0	0	0	0	0	55
80–89	52	30	0	0	0	0	0	0	82
90–99	72	58	4	0	0	0	0	0	134
100–109	70	112	31	4	5	0	0	0	222
110–119	73	161	59	15	2	0	0	1	311
120–129	62	170	46	11	2	0	0	0	291
130–139	133	284	138	46	9	1	3	0	614
140–149	78	282	125	34	11	0	0	0	530
150–159	66	219	139	35	9	3	0	0	471
160–169	43	145	81	30	9	1	2	0	311
170–179	20	74	72	26	8	2	2	0	204
180–189	4	56	46	29	8	2	0	0	145
190–199	2	36	32	22	8	1	0	1	102
200–209	2	14	19	7	1	0	0	1	44
210–219	0	14	8	6	1	1	1	0	31
220–229	0	7	8	8	2	0	0	0	25
230–239	1	3	7	3	0	0	0	0	14
240–249	0	1	7	1	2	0	1	0	12
nad 250	0	1	1	2	0	1	0	1	6
Skupaj	732	1698	823	279	77	12	9	4	3634

Preglednica 4: Frekvenčna porazdelitev dreves glede na delež rdečega srca ($R_{1,3}$) v prsnem premeru in glede na starost (A) (vsa rastišča skupaj)Table 4: Frequency Distribution of Trees as to the Share of Red Heart ($R_{1,3}$) at Breast Height Diameter and as to the Age (A) (all sites together)

Starost 10-letni razredi Age 10-year classes	Delež rdečega srca ($R_{1,3}$ razredi) / The share of red heart ($R_{1,3}$ classes)						Skupaj Total
	0	0,01–0,2	0,21–0,40	0,41–0,60	0,61–0,80	0,81–1,00	
do 49	0	0	0	1	0	0	1
50–59	5	0	0	0	0	0	5
60–69	15	4	1	3	1	0	24
70–79	34	18	2	1	0	0	55
80–89	52	18	7	3	2	0	82
90–99	72	34	16	10	2	0	134
100–109	70	98	27	13	10	4	222
110–119	73	138	56	31	10	3	311
120–129	62	139	47	33	8	2	291
130–139	133	229	140	87	17	8	614
140–149	78	206	144	81	14	7	530
150–159	66	142	149	91	21	2	471
160–169	43	100	77	73	13	5	311
170–179	20	42	74	50	14	4	204
180–189	4	32	48	48	10	3	145
190–199	2	25	27	37	9	2	102
200–209	2	7	17	16	2	0	44
210–219	0	10	7	11	2	1	31
220–229	0	5	8	8	4	0	25
230–239	1	2	7	3	1	0	14
240–249	0	1	7	1	2	1	12
nad 250	0	0	1	3	2	0	6
Skupaj	732	1250	862	604	144	42	3634

Preglednica 5: Učinek starosti drevesa (A) in prsnega premera ($D_{1,3}$) na število dreves z rdečim srcemTable 5: The Effect of Tree Age (A) and Breast Height Diameter ($D_{1,3}$) on the Number of Trees with Red Heart

Rastišna enota Site unit		Število dreves in njihov delež / The number of trees and their share (%)				
		Starost / Age			Prsni premer / Breast-Height Diameter	
		40–79 let	40–139 let	140–280 let	$D_{1,3} < 40$ cm	$D_{1,3} \geq 40$ cm
silikat silicate	brez rdečega srca excl. red heart	24 (77 %)	191 (37 %)	15 (6 %)	151 (38 %)	55 (14 %)
	z rdečim srcem incl. red heart	7 (23 %)	331 (63 %)	255 (94 %)	246 (62 %)	340 (86 %)
	skupaj / total	31 (100 %)	522 (100 %)	270 (100 %)	397 (100 %)	395 (100 %)
apnenec in/ali dolomit limestone and/or dolomite	brez rdečega srca excl. red heart	24 (44 %)	325 (27 %)	201 (12 %)	497 (23 %)	29 (4 %)
	z rdečim srcem incl. red heart	30 (56 %)	892 (73 %)	1424 (88 %)	1637 (77 %)	679 (96 %)
	skupaj / total	54 (100 %)	1217 (100 %)	1625 (100 %)	2134 (100 %)	708 (100 %)

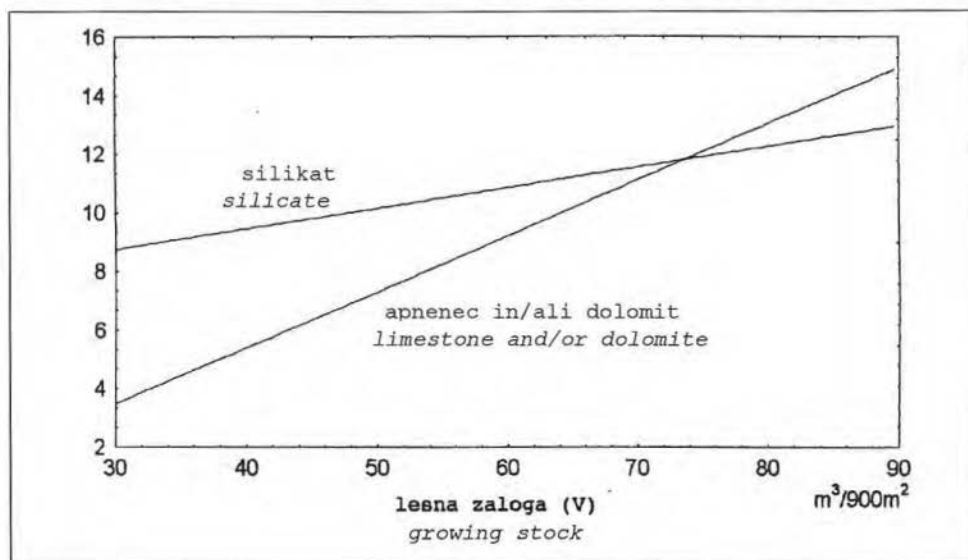
Preglednica 6: Srednje vrednosti premerov rdečega srca ($D_{RS-1,3}$ in $D_{RS-0,3}$) in njun delež ($R_{1,3}$ in $R_{0,3}$) v drevesni višini 0,3 ter 1,3 mTable 6: The Mean Red Heart Values ($D_{RS-1.3}$ and $D_{RS-0.3}$) and Their Share ($R_{1.3}$ and $R_{0.3}$) at a Tree Height of 0.3 and 1.3 m

Rastiščna enota Site unit	Z drevesi $D_{RS-1,3} = 0$ incl. $D_{RS-1,3} = 0$ trees				Brez dreves $D_{RS-1,3} = 0$ excl. $D_{RS-1,3} = 0$ trees			
	$R_{0,3}$	$R_{1,3}$	$D_{RS-0,3}$	$D_{RS-1,3}$	$R_{0,3}$	$R_{1,3}$	$D_{RS-0,3}$	$D_{RS-1,3}$
1. Q - L - F	0,115	0,180	7,3	8,3	0,174	0,301	11,5	13,9
2. Ad. - F - I.	0,127	0,217	5,3	6,8	0,131	0,232	5,5	7,7
3. L - A - F	0,304	0,405	15,2	16,4	0,314	0,429	15,9	17,3
4. L - F	0,087	0,162	4,8	7,1	0,098	0,210	5,6	9,2
5. A - F maian.	0,107	0,213	6,0	8,9	0,112	0,223	6,4	9,7
6. Q - F	0,153	0,321	9,4	13,6	0,161	0,339	9,9	14,4
7. H - F	0,254	0,349	15,8	15,0	0,262	0,395	16,4	17,0
8. F - F	0,089	0,112	5,7	5,8	0,143	0,247	10,2	12,7
9. A - F typ.	0,262	0,366	13,3	14,6	0,273	0,384	13,9	15,3
10. B - F	0,251	0,343	13,3	14,7	0,255	0,351	13,5	15,1
11. Lo. - F - I.	0,185	0,257	9,6	10,5	0,191	0,269	10,0	11,0
12. L niv. - F	0,119	0,141	3,7	3,5	0,130	0,171	4,1	4,3
13. An. - F	0,151	0,257	7,2	9,0	0,206	0,357	9,9	12,4
14. Ses. - F	0,145	0,145	6,3	6,4	0,160	0,177	7,4	5,6
15. Lo. - F - II	0,097	0,133	5,1	5,9	0,106	0,159	5,8	7,1
16. E - F - I.	0,183	0,242	8,8	9,0	0,187	0,251	9,0	9,4
17. E - F - II.	0,113	0,217	6,5	9,7	0,182	0,355	10,5	15,9
18. Ad - F - II.	0,156	0,189	5,2	5,2	0,250	0,356	8,7	9,7

$R_{1,3}$, $R_{0,3}$, $D_{RS-1,3}$, $D_{RS-0,3}$ so povprečne vrednosti za $R_{1,3}$, $R_{0,3}$, $D_{RS-1,3}$, $D_{RS-0,3}$
are the mean values for

Slika 5: Vpliv lesne zaloga sestoja (V) na delež lesa z rdečim srcem (RV%)

Figure 5: The Impact of Growing Stock Quantity (V) on the Share of Wood with Red Heart (RV%)



V tabeli so izračunane povprečne vrednosti prikazane v dveh različicah, in sicer: prvič so v izračunu vzeta vsa drevesa, v drugem primeru pa so izpuščena drevesa, ki niso imela rdečega srca. Iz preglednice je razvidno, da je premer rdečega srca v prsni višini večji kot premer na panju. Pri prikazu deležev rdečega srca se kaže to povečanje še v veliko večji meri. Ta ugotovitev se ujema z ugotovitvijo drugih avtorjev ter z rezultati naših raziskav, ki so bile izvedene pri buki v prebiralnem gozdu (KOTAR 1993). Rdeče srce ima vzdolž debla vretenasto obliko; z višino debla se povečuje in potem od določene višine naprej spet zmanjšuje. Odvisnost med $R_{1,3}$ in $R_{0,3}$ je linearna, korelacijski koeficienti v analiziranih rastiščih pa so na intervalu 0,50 – 0,80. Podobno velja tudi za odvisnosti med $D_{RS-1,3}$ in $D_{RS-0,3}$, le da se korelacijski koeficienti gibljejo na širšem intervalu (0,40 ≤ r ≤ 0,85). Regresijske enačbe, ki kažejo te odvisnosti, nam omogočajo izračun premera rdečega srca v višini 1,3 m, če imamo premer rdečega srca na panju, in to ločeno po rastiščih.

4.6.3 Vpliv starosti drevesa na premer rdečega srca v višini 1,3 m

4.6.3 The Impact of Tree Age on the Red Heart Diameter at the Height of 1.3m

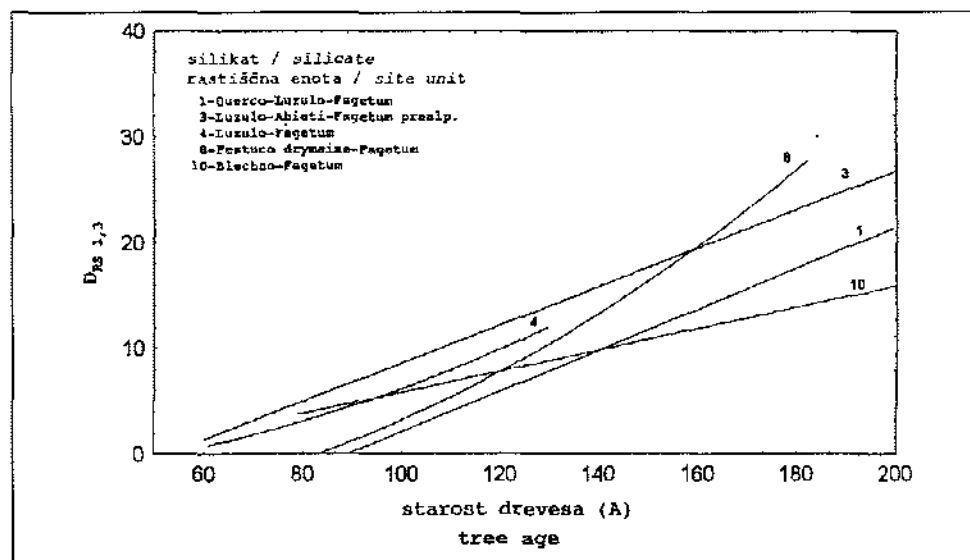
Starost drevesa vpliva na premer rdečega srca različno glede na rastišče. To je grafično prikazano na sliki 6a in 6b.

Kot je razvidno iz slike, so odvisnosti linearne in jih ponazarja premice. Premice imajo isto dolžino starostnega intervala, kot so jo imela analizirana drevesa. Izjema so tiste rastiščne enote, v katerih so bila posamezna drevesa starejša od 200 let. Tu smo zaradi preglednosti premico izrisali samo do 200 let. (Če bi npr. izrisali premico do 280 let, bi morali skrajšati obcisno os, s tem pa bi povečali strmino premic, kar bi vodilo do nepreglednosti na tistih rastiščih, kjer je bil razmik v starosti analiziranih dreves majhen (npr. rastiščna enota 17) (Slika 6a in 6b).

V preglednici 7 so regresijske enačbe, ki kažejo odvisnost premera rdečega srca ($D_{RS-1,3}$) od starosti ter povprečno starost analiziranih dreves v posamezni rastiščni enoti. Iz preglednice je razvidno tudi število

Slika 6a: Vpliv starosti drevesa (A) na velikost rdečega srca $D_{RS-1,3}$

Figure 6a: The Impact of Tree Age (A) on the Red Heart Diameter $D_{RS-1,3}$



vseh analiziranih dreves ter število dreves in njihov delež po posameznih enotah.

Najmanjši delež dreves z rdečim srcem ima enota št. 8, to je *Festuco drimeiae* - *Fagetum*. Povprečna starost analiziranih dreves je sorazmerno nizka (109), vendar pa ima enota št. 15 - *Lamio orvalae* - *Fagetum* II. (Šoštanj) pri povprečni starosti 104,3 let delež dreves z rdečim srcem kar 83%. Ta visoki delež bi verjetno lahko povezali z veliko emisijo SO_2 . Drugi najmanjši delež dreves z rdečim srcem (53%) ima enota 18 *Adenostylo* - *Fagetum* (Ždrolcje - Snežnik), čeprav je starost dreves kar 156,1. Ta enota je zelo oddaljena od večjih emisij SO_2 . Zanimiva je enota št. 12, katere sestoj (*Luzulo niveae* - *Fagetum*) ima razmeroma visoko starost in visok delež dreves z rdečim srcem (82%), hkrati pa zelo majhen delež lesa z rdečim srcem ($RV\% = 2,3$ do $4,0$). Tu ima večina dreves rdeče srce, ki pa je zelo majhnega premera (tudi delež rdečega srca je izredno majhen). Ti sestoji so pod Kaninom, ki je pod vplivom daljinskega transporta SO_2 iz Italije. Lahko pa je velik delež dreves z rdečim srcem posledica pogostih manjših poškodb drevja. Tu so

pogosti viharji in snežni plazovi.

Rezultati še ne potrjujejo domneve, da je na območjih, kjer so velike koncentracije SO_2 , rdeče srce bolj razširjeno. Za potrditev te podmene so potrebne še dodatne analize.

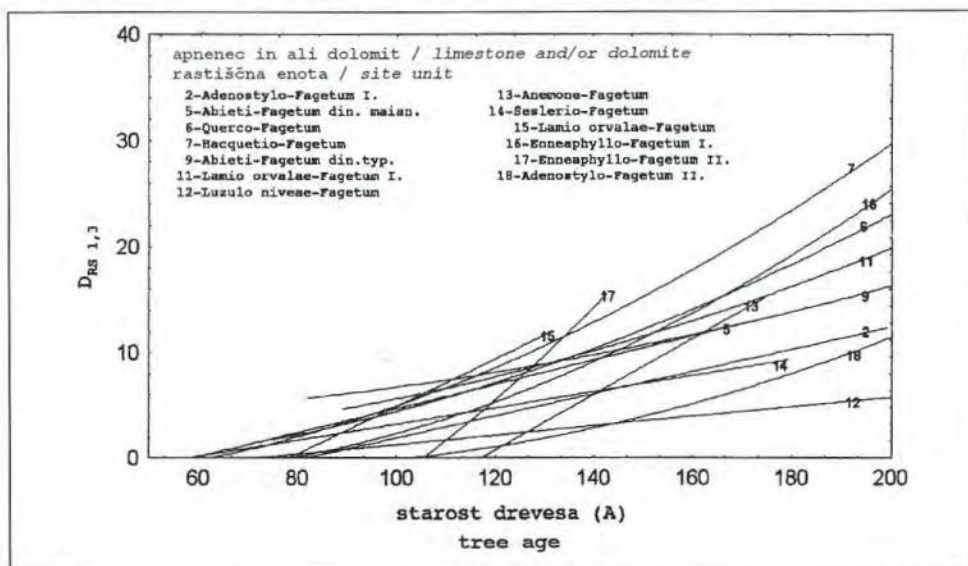
4.7 Vpliv socialnega statusa drevesa in velikosti krošnje na razširjenost rdečega srca

4.7 The Impact of a Tree Social Status and Tree Crown Size on the Occurrence of Red Heart

Pri analizi vzorčnih ploskev smo vsako drevo uvrstili v pripadajoči socialni razred ter vsakemu drevesu ocenili velikost krošnje. Pri uvrščanju v socialne razrede smo uporabili Krftovo klasifikacijo, ki razvršča drevje v 5 razredov, in sicer: 1 - nadvladajoča drevesa, 2 - vladajoča, 3 - sovladajoča, 4 - potisnjena, 5 - obvladana. Krošnje pa smo razvrstili v 5 velikostnih razredov, in sicer: 1 - krošnja je prevelika in zelo bujna, 2 - krošnja je normalno velika in simetrična, 3 - krošnja je srednje velika in asimetrična, 4 - krošnja je majhna, 5 - krošnja je zelo majhna (ASSMANN 1961).

Slika 6b: Vpliv starosti drevesa (A) na velikost rdečega srca $D_{RS1,3}$

Figure 6b: The Impact of Tree Age (A) on the Red Heart Diameter $D_{RS1,3}$



Rezultati analize so predstavljeni v preglednici 8. Prikazano je število dreves glede na socialni razred ter glede na delež rdečega srca ($R_{1,3}$).

Frekvenca v prvem razredu (1. vrsta) nam daje število dreves, ki nimajo rdečega srca glede na socialni razred. V šesti vrstici pa je število dreves, ki imajo delež rdečega srca nad 80% ter njihova razmestitev po socialnih razredih.

Podobno sta sestavljeni tabeli 9a in 9b, le da so tu frekvence glede na velikost krošnje.

Ker je bilo v analizi izredno malo dreves s preveliko krošnjo, smo prva dva razreda združili. Podobno smo združili tudi razred majhnih krošenj z razredom zelo majhnih krošenj.

Kontingenčni preglednici 8 in 9a nam omogočata prekus podmene o neodvisnosti

porazdelitve dreves glede na socialni status in delež rdečega srca oziroma glede na velikost krošnje ter delež rdečega srca. Podmena o neodvisnosti je zavrnjena z izredno majhnim tveganjem ($\chi^2 = 322,67$ pri 10 stopinjah prostosti). Test smo izvedli še posebej za vsako rastiščno enoto, vendar smo dobili podobne rezultate. V socialnem razredu 4+5 je število dreves brez rdečega srca večje od pričakovanega pri neodvisni porazdelitvi dreves glede na proučevana znaka. Ravno nasprotno je v razredu 1+2. Vendar pa je rezultat posledica raznodobnosti sestoja; v 4 in 5 socialnem razredu so mlajša drevesa, zato je delež rdečega srca tu manjši.

Zato smo izvedli še posebej test, kjer smo upoštevali samo drevesa, ki so v 1., 2. in 3. socialnem razredu. S tem smo proučevano populacijo glede starosti homogenizirali.

Preglednica 7: Odvisnost premera rdečega srca ($D_{RS-1,3}$) od starosti (A) ter delež dreves z rdečim srcem

Table 7: The Dependence of Red Heart Diameter ($D_{RS-1,3}$) on the Age (A) and the Share of Trees with Red Heart

Rastiščna enota Site unit	Regressijska enačba Regression equation $D_{RS-1,3} =$ premer rdečega srca v cm red heart diameter in cm A = starost v letih age in years	r oziroma R rorR	Povprečna starost analiziranih dreves The average age of the trees	Število analiziranih dreves v rastiščni enoti The number of the trees analysed in a site unit z rdečim srcem with red heart (%) analysed	vsa drevesa trees total
1. Q-L-F	$D_{RS-1,3} = -17,273 + 0,194A$	0,153	131,8	81 (60 %)	136
2. Ad.-F-I.	$D_{RS-1,3} = -8,577 + 0,105A$	0,326	145,9	283 (93 %)	303
3. L-A-F	$D_{RS-1,3} = -9,495 + 0,181A$	0,456	142,8	174 (90 %)	184
4. L-F	$D_{RS-1,3} = -2,388 + 0,000859A^2$	0,249	104,1	112 (77 %)	145
5. A-F maian.	$D_{RS-1,3} = -6,764 + 0,115A$	0,309	136,5	109 (92 %)	119
6. Q-F	$D_{RS-1,3} = -1,740 + 0,000619A^2$	0,403	156,3	156 (95 %)	165
7. H-F	$D_{RS-1,3} = -3,243 + 0,000820A^2$	0,666	145,9	142 (88 %)	161
8. F-F	$D_{RS-1,3} = -7,288 + 0,00110A^2$	0,587	109,0	87 (45 %)	192
9. A-F typ.	$D_{RS-1,3} = -3,581 + 0,000318A^2$	0,426	182,6	144 (95 %)	151
10. B-F	$D_{RS-1,3} = -4,221 + 0,101A$	0,255	187,9	132 (98 %)	135
11. Lo.-F-I.	$D_{RS-1,3} = -0,395 + 0,000472A^2$	0,329	140,9	152 (96 %)	159
12. Lniv.-F	$D_{RS-1,3} = -3,263 + 0,045A$	0,323	149,6	335 (82 %)	408
13. An.-F	$D_{RS-1,3} = -31,009 + 0,265A$	0,287	150,2	139 (71 %)	197
14. Ses.-F	$D_{RS-1,3} = -4,460 + 0,077A$	0,394	117,8	167 (82 %)	204
15. Lo.-F-II	$D_{RS-1,3} = -17,666 + 0,226A$	0,442	104,3	129 (83 %)	155
16. E-F-I.	$D_{RS-1,3} = -0,915 + 0,066A + 0,000986A^2$	0,581	136,0	248 (96 %)	257
17. E-F-II.	$D_{RS-1,3} = 18,688 + 0,00168A^2$	0,336	129,5	102 (61 %)	167
18. Ad.-F-II.	$D_{RS-1,3} = 1,8210,088A + 0,000681A^2$	0,594	156,1	210 (53 %)	396

Preglednica 8: Pogostnost dreves glede na socialni razred ter glede na delež rdečega srca ($R_{1,3}$)
 Table 8: The Frequency of Trees as to the Social Class and the Share of Red Heart ($R_{1,3}$)

Delež rdečega srca Red heart share	Socialni razred / Social class				Skupaj Total
	1	2	3	4+5	
$R_{1,3} = 0$	9	232	181	310	732
$0 < R_{1,3} < 0,2$	38	648	327	237	1250
$0,2 \leq R_{1,3} < 0,4$	55	541	156	110	862
$0,4 \leq R_{1,3} < 0,6$	25	353	145	81	604
$0,6 \leq R_{1,3} < 0,8$	7	78	33	26	144
$0,8 \leq R_{1,3} \leq 1,0$	3	18	13	8	42
Skupaj	137	1870	855	772	3634

Preglednica 9a: Število dreves po velikosti krošnje in deležu rdečega srca (vsa drevesa - vseh socialnih razredov)

Table 9a: The Number of Trees by the Tree Crown Size and Red Heart Size (all trees - from all social classes)

Delež rdečega srca Red heart share	Velikost krošnje Tree crown size			Skupaj Total
	1+2	3	4+5	
$R = 0$	63	113	556	732
$0 < R < 0,2$	237	328	685	1250
$0,2 \leq R < 0,4$	247	258	357	862
$0,4 \leq R < 0,6$	129	183	292	604
$0,6 \leq R < 0,8$	33	30	81	144
$0,8 \leq R \leq 1,0$	6	11	25	42
Skupaj / Total	715	923	1996	3634

Preglednica 9b: Število dreves po velikosti krošnje in deležu rdečega srca. Drevesa 1., 2. in 3. socialnega razreda po Kraftu.

Table 9b: The Number of Trees by the Tree Crown Size and the Share of Red Heart. The Trees of the 1st, 2nd and 3rd social class according to Kraft.

Delež rdečega srca Red heart share	Velikost krošnje Tree crown size			Skupaj Total
	1+2	3	4+5	
$R_{1,3} = 0$	59	104	259	422
$0 < R < 0,2$	237	325	451	1013
$0,2 \leq R < 0,4$	246	258	248	752
$0,4 \leq R < 0,6$	128	180	215	523
$0,6 \leq R < 0,8$	33	30	55	118
$0,8 \leq R \leq 1,0$	6	11	17	34
Skupaj / Total	709	908	1245	2862

Podmena o neodvisnosti porazdelitve je bila zavrnjena v 15 rastiščnih enotah. S tem je dokazana odvisnost med deležem rdečega srca ter socialnim razredom. Podobno sta tudi odvisna delež rdečega srca in velikost krošnje, če smo vzeli v izračun samo drevesa 1., 2. in 3. socialnega razreda (preglednica 9b).

Če bi s testi preskusili drevesa vseh socialnih razredov, bi zaradi manjše starosti dreves v spodnjih dveh socialnih razredih prišli do napačnega sklepa, da imajo drevesa z velikimi krošnjami tudi večji delež rdečega srca. Če pa vzamemo drevesa zgornjih treh socialnih razredov (1., 2., 3.), ki so tudi približno enako stara, pa se sklep glasi: Drevesa z zelo majhno in majhno krošnjo imajo večjo frekvenco v razredih z večjim deležem rdečega srca ($R_{1,3} > 0,6$), kot bi bila frekvenca ob neodvisnosti rdečega srca od velikosti krošnje. Ta ugotovitev potrjuje tudi ugotovitve drugih avtorjev (TORELLI 1974).

5 SKLEP 5 CONCLUSION

Analiza, ki smo jo izvedli v bukovih gozdovih na 18 rastiščnih enotah vodi k naslednjim sklepom:

1. Pojav rdečega srca je dolgotrajen proces, ki je starostno pogojen. Rdeče srce se lahko pojavi na posameznih rastiščih pod določenimi pogoji že pri starosti drevesa 40 let.

2. Začetek nastajanja rdečega srca in njegova velikost sta rastiščno pogojena. Med rastišči so velike razlike, ki pa jih ne moremo

vedno pripisati posameznim rastiščnim dejavnikom. Tudi v primeru rdečega srca učinkuje rastišče kot kompleks dejavnikov. Prvo podmeno, ki smo jo postavili ob raziskavi, je analiza potrdila.

3. Z analizo smo ugotovili, da na začetek pojava in/ali delež rdečega srca vplivajo naslednji rastiščni dejavniki:

- a – nadmorska višina rastišča,
- b – proizvodna sposobnost rastišča,
- c – matična podlaga.

S to ugotovitvijo je potrjena tudi druga podmena.

4. Na delež rdečega srca v lesni masi vplivajo naslednji sestojni kazalniki: starost sestoja, gostota sestoja, povprečni prsni premer.

S tem je potrjena tretja podmena.

5. Delež rdečega srca in premer rdečega srca sta v povprečju večja v prsni višini dreves, kot na panju. S tem potrjujemo šesto podmeno o vretenasti porazdelitvi rdečega srca vzdolž debla.

6. Podmena o večjem deležu rdečega srca na območjih z bolj onesnaženim zrakom ni zanesljivo potrjena, vendar pa rezultati analiz na nekaterih rastiščih kažejo, da je lahko onesnažen zrak vzrok zgodnejšemu in bolj intenzivnemu pojavljanju rdečega srca. Zato je nujno nadaljevati z raziskavami v tej smeri (peto podmena).

7. Obstaja povezava med velikostjo krošnje in deležem rdečega srca. Drevesa z majhno in zelo majhno krošnjo imajo večji delež rdečega srca. Pri tem testu smo upoštevali samo tista drevesa, ki tvorijo streho sestoja (četrta podmena).

8. Individualnost buke glede pojava rdečega srca je izredno velika. Vsi ugotovljeni znaki, ki vplivajo na pojav in velikost rdečega srca, še vedno niso zadosti zanesljivi, da bi z njimi lahko natančno napovedali, ali je v nekem drevesu rdeče srce in kolikšen je njegov delež v deblu. Za bolj natančno napovedovanje bo potrebno pritegniti še druge znake, ki smo jih zasledili na drevju, ki je imelo velik delež rdečega srca. Tako smo pri drevju, ki je imelo v krošnji ali zgornjem delu debla odebeltitve zaradi zaraslih ran, ko so se odlomile večje veje, ali pa pri drevju, ki je imelo žmule, vedno našli močno izraženo rdeče srce.

Če na temelju teh ugotovitev skušamo določiti ukrepe v gozdu, ki naj bi vodili k čimmanjšemu deležu rdečega srca, vidimo, da so le-ti maloštevilni.

Kot prvi ukrep naj navedemo intenzivno redčenje, to je predvsem zgoden začetek in pogosto vračanje. S tem dosežemo željeni premer debla pri nižjih starostih. V intenzivno redčenih sestojih so krošnje dreves večje in bolj simetrične, kar vodi k manjšemu deležu rdečega srca. Simetrične krošnje so manj ogrožene zaradi poškodb, ki so pomemben dejavnik pri tvorbi rdečega srca. V prebiralnem gozdu se bomo na rastiščih, kjer je pojav rdečega srca bolj pogost in njegov delež velik že pri manjših debelinah, odpovedali velikim končnim dimenzijam. V tem gozdu je še ena možnost, da se izognemo velikemu deležu rdečega srca, in sicer skrajšanje dobe čakanja oziroma zasenčitve. Vendar pa se lahko v tem primeru zmanjša kakovost debel. V bistvu v boju proti rdečemu srcu nimamo gozdarji pravega orožja in lahko zato le upamo, da bodo sčasoma postale razlike v ceni med "rdečim" in "belim" lesom buke vse manjše, saj je rdeče srce - dokler je zdravo - le estetska napaka, ki ne zmanjšuje tehničnih lastnosti lesa.

ZAHVALA

V raziskavi bukovih gozdov so sodelovali številni gozdarji skoraj z vseh nekdanjih gozdnih gospodarstev. Iz pregleda rastiščnih enot je razvidno, da smo izvedli analize v večini gozdnih območij, zagotovo pa povsod tam, kjer je bukev med pomembnejšimi drevninami vrstami. Vsem - preveč jih je, da bi jih naštel - ki so sodelovali, se najlepše zahvaljujem. Posebej se želim zahvaliti le Gozdnemu gospodarstvu Novo mesto, in to direktorju mag. Tonetu Šepcu in Jerneju Piškurju dipl.ing., ki sta omogočila izvedbo dodatnih analiz. Na tem območju smo z njihovimi sodelavci izvedli analize na 15 ploskvah od skupnega števila 90, poleg tega pa zelo veliko raziskavo o rdečem srcu v prebiralnem gozdu ter dodatne analize posameznih dreves. Iskrena hvala za vsestransko pomoč in veliko razumevanje. Zahvala tudi Ministrstvu za znanost in tehnologijo ter Ministrstvu za kmetijstvo,

gozdarstvo in prehrano, ki sta financirali raziskovalni projekt, s katerim je bila izvedena predložena raziskava.

POVZETEK

Rdeče srce pri bukvi še vedno pomeni v tem času pomembno estetsko napako lesa in zato znižuje njegovo vrednost. V težnji po čimvečji vrednostni proizvodnji lesa nam je pojav rdečega srca precejšnja ovira. Čeprav je ugotovljeno, da je rdeče srce fiziološki in ne patološki pojav, ki nastopi v določeni starosti, sta njegov začetek in njegova hitrost napredovanja odvisna še od cele vrste rastiščnih dejavnikov, sestoja in drevesne zgradbe.

Z namenom, da ugotovimo, kolikšen in kakšen vpliv imajo ti dejavniki na intenzivnost pojavljanja rdečega srca, smo v Sloveniji izvedli obširno raziskavo v 18 rastiščnih enotah, kjer je bukev glavna ali pa pomembna graditeljica gozda. Raziskava je bila izvedena kot statistični poskus s petimi ponovitvami. Tako je bilo skupaj analiziranih 90 ploskev velikosti 30 x 30 m. Vzorčne ploskve smo naključno izbrali v optimalni razvojni stopnji (debeljak). Izbrani sestoji so bili stari med 94 do 196 let. Vsa drevesa na vzorčnih ploskvah smo posekali, debela razžagali na 6 - 10 delov ter na prečnih prerezi izmerili premere rdečega srca. Ti podatki so služili za ugotavljanje zakonitosti, ki vladajo med pojavom rdečega srca ter rastiščnimi dejavniki, sestojnimi kazalniki in drevesnimi značilnostmi.

Ugotovljeno je bilo, da so razlike v začetku pojavljanja rdečega srca in njegovemu deležu med rastiščnimi enotami statistično značilne.

Delež lesa z rdečim srcem narašča z rodovitnostjo rastišča. Pomembno vlogo ima tudi matična kamnina. Na silikatih je delež rdečega srca večji kot na apnencu in dolomitu. Na silikatu se delež rdečega srca povečuje z nadmorsko višino rastišča, nasprotno pa se na apnencu in dolomitu celo zmanjšuje.

Od kazalnikov, ki označujejo sestojno zgradbo, vplivajo na delež lesa z rdečim srcem srednja starost sestoja, gostota sestoja in povprečni prsni premer. S povečevanjem njihove vrednosti se povečuje tudi delež lesa z rdečim srcem.

Čeprav smo ugotovili velike razlike med rastišči, je glede pojavnosti rdečega srca velika razlika med drevesi znotraj istega rastišča in znotraj istega sestoja (ista vzorčna ploskev). Tako vpliva na delež lesa z rdečim srcem znotraj istega drevesa njegova starost in velikost krošnje. Pri posameznih drevesih se pojavi rdeče srce že pri 40 letih, imamo pa tudi drevesa, ki pri 239 letih še niso imela rdečega srca. Tista drevesa, ki imajo zelo majhne in majhne krošnje, imajo večji delež lesa z rdečim srcem. Pri tem izračunu so bila upoštevana le tista drevesa, ki tvorijo streho sestoja (stand canopy) in so približno enako stara.

Rdeče srce se vzdolž debla pojavlja v obliki vretena, kar pomeni, da je njegov premer na panju manjši kot v višini nekaj metrov nad tlemi, potem pa se spet zmanjšuje.

Gozdovi v neposredni bližini velikega polutanta SO_2 imajo izredno velik delež rdečega srca, zato upravičeno domnevamo, da visoke koncentracije SO_2 pospešujejo nastanek rdečega srca. Vendar bo potrebno to domnevo še potrditi z nadaljnjimi raziskavami.

Pri gospodarjenju z gozdovi, kjer težimo, da je delež lesa z rdečim srcem čimmanjši, je zanesljiv pripomoček in ukrep le intenzivno redčenje. Z redčenji moramo začeti zgodaj in jih pogosto ponoviti. S tem dosežemo, da imajo drevesa zaželene dimenzije še v času, ko je pojav rdečega srca manj intenziven. Drevesa v intenzivno redčenih sestojih imajo velike in simetrične krošnje, kar zavira nastajanje rdečega srca.

THE IMPACT OF SOME SITE FACTORS, STAND INDICES AND TREE CHARACTERISTICS ON THE PHENOMENON OF RED HEART BY BEECH TREE

Summary

Red heart by beech tree still represents an important aesthetic wood defect, thus reducing its value. The phenomenon of red heart represents quite an obstacle in the efforts to increase value timber production. In spite of the fact that red heart is a physiological and not a pathological phenomenon, its emerging at a definite age, the beginning and progression speed depend on a series of site factors, a stand and tree structure.

In order to establish the scope and type of influence these factors have on the intensity of the occurrence of red heart, a wide research in 18 site units, where the beech prevails or is an important component part of forest, was started in Slovenia. The research was carried out as a statistical experiment with five repetitions. Thus, 90 plots of 30 x 30 m were analysed in all. The sample plots were randomly selected in the optimal developmental stage (stand of mature trees). The stands selected were between 94 and 196 years old. All the trees in sample plots were cut down, stems were sawn into 6 - 10 pieces and diameters were measured at cross-sections. By these data the relations between red heart and site factors, stand indices and tree characteristics were established.

It has been established that the differences in the beginning of the occurrence of red heart and its share statistically differ between different site units.

The share of the wood with red heart increases with site fertility. Parent material is also of great importance. The share of red heart in silicates is higher than in limestone and dolomite. In silicate,

the share of red heart increases with site altitude even in limestone and dolomite it even decreases.

Among the indices which define stand structure the mean stand age, stand density and the mean breast-height diameter have influence on the share of wood with red heart. With the increasing of their value the share of timber with red heart increases as well.

In spite of the fact that great differences were established between the sites, there are great differences between the trees within one site and stand (the same sample plot) as to the phenomenon of red heart. Thus the share of wood with red heart within one tree is influenced by its age and crown size. Red heart occurs with some trees as early as at the age of forty yet there are also trees with which red heart has not been established at the age of 239. The trees with very small and small tree crowns have a greater share of wood with red heart. These calculations only took into consideration those trees which formed stand canopy and were of approximately the same age.

Along a stem, red heart occurs in the form of a spindle, which means that its diameter on the stump is smaller than it is at some meters from the ground; it then again decreases.

The forests in the vicinity of a strong SO_2 polluter have an extremely high share of red heart. Consequently, it can justly be presumed that high concentrations of SO_2 accelerate the emergence of red heart. This supposition, however, still needs to be confirmed in future research.

In the managing with forests, where efforts towards the smallest possible share of wood with red heart are done, the only effective measure is

intensive thinning. Thinnings have to be started early and repeated frequently. Thus it can be achieved that trees have dimensions desired still during the time when the phenomenon of red heart is less intensive. Trees in the stands where intensive thinnings are performed have great and symmetric tree crowns, which impedes the emergence of red heart.

LITERATURA

1. ASSMANN, E., 1961 Waldertragskunde. Bayr. Landw. - Verlag München.
2. KOTAR, M., 1993. Pridelovanje visokokakovostnega lesa in sonaravno gojenje gozdov na primeru bukve v prebiralnem jelovo-bukovemu gozdu. The Production of High-Quality Timber and Close to Nature Silviculture on the Example of the Beech Tree in a Selection Fir-Beech Forest. Gozd. V. 51, 1993, s. 370-383 Ljubljana.
3. MAHLER, G., HÖWECKE, B., 1991. Verkerungserscheinungen bei der Buche in Baden-Württemberg in Abhängigkeit von Alter, Standort und Durchmesser. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, Jg. 142, s. 375-390.
4. SACHSSE, H., 1991. Kerntypen bei Rotbuche. Forstarchiv Nr. 6.
5. SEELING, V., 1992. Abnorme Kernbildung bei Rotbuche und ihr Einfluß auf holzbiologische und holztechnische Kenngrößen. Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme. Universität Göttingen.
6. TORELLI, N., 1974. Biloški vidiki ojedritve s poudarkom na fakultativno obarvani jedrovini pri bukvi. Gozd. V. 32 s. 253-281 Ljubljana.

