

VPLIV ZNAČILNOSTI SLOVENSKEGA SMREKOVEGA KONSTRUKCIJSKEGA ŽAGANEGA LESA NA NJEGOVE MEHANSKE LASTNOSTI IN PREVEDBA SORTIRNIH RAZREDOV V TRDNOSTNE

Influence of characteristics of structural sawn timber made from slovenian spruce on its mechanical properties and assignment of visual grades to strength classes

*Povzetek: Predstavljamo povezave med vizualno ugotovljenimi značilnostmi konstrukcijskega žaganega lesa, izdelanega iz slovenske smrekovine (*Picea abies* (L.) Karst.) in njegovimi mehanskimi lastnostmi. Posušen žagani les smo vizualno razvrstili v sortirne razrede na podlagi SIST DIN 4074-1. Rezultate vizualnega razvrščanja smo primerjali z dobljenimi odločilnimi lastnostmi (upogibna trdnost, modul elastičnosti in gostota). Upogibna trdnost je bila najbolj odvisna od širine branike ($r = -0,52$), deleža grč ($r = -0,50$), zvitosti ($r = -0,23$) in oddaljenosti od stržena ($r = 0,12$). Sortirni razred je bil najpogosteje dodeljen na podlagi ocene grč, sledijo zvitost, prisotnost stržena in širina branike. 10 % preskušancev je bilo razvrščenih v razred S13, 58 % v razred S10, 15 % v razred S7, 17 % pa je bilo izločenih. Ugotovljene karakteristične vrednosti sortirnih razredov S13, S10 in S7 so bile višje od zahtev SIST EN 338 za trdnostne razrede C30, C24 oz. C18. Rezultati raziskave predstavljajo osnovo, na podlagi katere bo omogočeno prevajanje sortirnih razredov v trdnostne.*

Ključne besede: smreka, konstrukcijski les, vizualno razvrščanje po trdnosti, karakteristične vrednosti, trdnostni razredi

*Abstract: We present correlations between visually determined characteristics of structural sawn timber produced from Slovenian spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and its mechanical properties. Dried sawn timber was visually graded into sorting classes according to SIST DIN 4074-1. Results of visual grading were compared with grade determining properties (bending strength, modulus of elasticity and density). The main strength reducing characteristics were the rate of growth ($r = -0.52$), knot ratio ($r = -0.50$), twist ($r = -0.23$) and distance from the pith ($r = 0.12$). The most decisive factors to judge lower grade were however knots, followed by twist, the presence of pith and rate of growth. 10% of the specimens were graded to class S13, 58% to class S10, 15% to class S7, 17% of the specimens were rejected. The determined characteristic values of sorting classes S13, S10 and S7 were higher than the requirements of SIST EN 338 for the strength classes C30, C24 and C18 respectively. The results of this study represent a basis on which visual grades can be assigned to a strength classes.*

Keywords: spruce, structural timber, visual stress grading, characteristic values, strength classes

* viš. pred. mag., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-pošta: bogdan.sega@bf.uni-lj.si

1. UVOD

Smrekovina (*Picea abies* (L.) Karst.) je lesna vrsta, ki se na področju lesenih konstrukcij v Sloveniji najpogosteje uporablja. Gradbeni izdelki, med katere sodi tudi masivni žagani les, namenjen za konstrukcijsko uporabo, morajo izkazovati zahtevane lastnosti. Pri konstrukcijskih materialih je ena najpomembnejših lastnosti njihova trdnost oz. nosilnost. Ker je les zelo heterogen material in njegove lastnosti močno variirajo, je potrebno pred uporabo konstrukcijske lesene elemente razvrstiti po trdnosti.

V državah Evropske unije ureja področje razvrščanja konstrukcijskega žaganega lesa harmonizirani standard EN 14081-1:2005. Standard opredeli tako strojno kot vizualno razvrščanje lesa.

V EN 14081-1 so navedena le osnovna načela, ki jih je potrebno upoštevati pri pripravi pravil za vizualno razvrščanje, sama pravila pa morajo biti definirana v nacionalnih standardih. V Sloveniji od 1. 9. 2009 uporabljamo pravila, ki so podana v standardu SIST DIN 4074-1:2009.

Na podlagi omenjenih pravil razvrščamo les v sortirne razrede S13, S10 in S7. Če hočemo les označevati z oznako CE (Srpčič, 2009), moramo sortirne razrede prevesti v trdnostne razrede.

Z raziskavo smo želeli ugotoviti povezave med značilnostmi lesa in njegovimi mehanskimi lastnostmi ter določiti karakteristične lastnosti za sortirne razrede slovenske smrekovine. Rezultati raziskave predstavljajo osnovo za vključitev Slovenije na seznam držav, naveden v EN 1912, ki omogoča prevedbo vizualnih trdnostnih (»sortirnih«) razredov v trdnostne razrede.

V osnovi lahko pri razvrščanju po trdnosti uporabimo vsako vidno lastnost oz. značilnost lesa, za katero vemo, kako je povezana z mehanskimi lastnostmi (de Vries in Gard, 2008). Vpliv značilnosti lesa na razvrščanje in mehanske lastnosti konstrukcijskega lesa so raziskovali Blankenhorn (2001), Lycken (2006), Glos in Richter (2002). Baltrušaitis in Pranckevičiene (2003) sta razporedila značilnosti, glede na njihov vpliv na razvrstitev. Podobno kot Roblot in sod. (2008), sta ugotovila, da imajo največji vpliv grče, sledijo pa ukrivljenost, zvitost, razpoke, širina branike in naklon vlaken. Denzler (2007) navaja korelacijske koeficiente med trdnostjo in: grčavostjo med 0,4 in 0,76, širino branike -0,45 in deležem kompresijskega lesa 0,05. Zaradi razmeroma

Preglednica 1. Področja, iz katerih smo vzorčili hlodovino, in lokacije žagarskih obratov

Oznaka izvora hlodovine	Pokrajina	Žagarski obrat	Lokacija
A	Notranjska	GGP, Gozdno gošpodarstvo Postojna d.o.o.	PE Marof Trade, Stari trg pri Ložu
B	Koroška	GGSG, Gozdno gošpodarstvo Slovenj Gradec d.d.	GG - Žaga Otiški Vrh
C	Osrednja Slovenija	SVEA Lesna industrija d.d.	Zagorje ob Savi
D	Osrednja Slovenija	HOJA, Lepljene konstrukcije in žaga d.d.	Škofljica

slabih korelacij je vizualno razvrščanje, zlasti pri visokih karakterističnih trdnostih, dokaj nezanesljivo (Frese, 2008) in mora zato biti konzervativno (Hanhijärvi in sod., 2005).

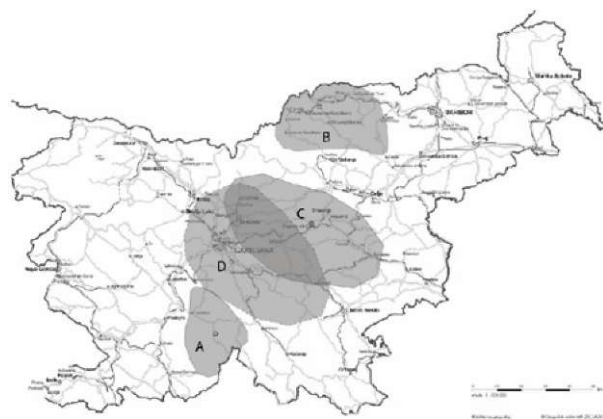
2. MATERIALI IN METODE

2.1. IZBIRA HLODOVINE

Smrekovo hlodovino smo zbirali na štirih žagarskih obratih iz treh območij Slovenije (preglednica 1, slika 1).

Hlodi so bili dolgi 4 m, srednji premer pa je bil med 20 cm in 49 cm. 2/3 hlodovine je sodilo, glede na zahteve SIST EN 1927-1:2008, v kakovostni razredi B, 1/3 pa v kakovostni razred C.

Na posameznem obratu smo zbrali po 250 hlodov. Hlodovino smo zbirali s treh območij, ker smo želeli zagotoviti čim bolj reprezentativno vzorčenje, sicer pa celotno površino Slovenije upoštevamo kot eno rastišče.



Slika 1. Področja, iz katerih smo zbirali vzorčno hlodovino

Preglednica 2. Izvor hlodovine, povprečni srednji premer hlodov, število preskušancev iz posameznega območja in odstotek žaganic s strženom za posamezen prerez žaganega lesa (vzorec)

Oznaka vzorca	Prerez žaganega lesa	Izvor hlodovine	Povprečni srednji premer hloda	Št. preskušancev	Odstotek žaganic s strženom
1	38 mm x 100 mm	A	37 cm	1	4 %
		B	25 cm	62	50 %
		D	25 cm	69	30 %
2	50 mm x 150 mm	A	34 cm	95	23 %
		B	25 cm	126	87 %
		C	31 cm	118	3 %
		D	37 cm	131	28 %
3	44 mm x 210 mm	B	29 cm	61	69 %
		C	36 cm	119	0 %
		D	37 cm	60	17 %
4	140 mm x 140 mm	B	32 cm	62	89 %

2.2. RAZŽAGOVANJE HLODOVINE IN SUŠENJE ŽAGANEGA LESA

Izbrane hlode smo razžagali v deske oz. plohe in tramove štirih različnih ciljnih prerezov: 38 mm x 100 mm, 50 mm x 150 mm, 44 mm x 210 mm in 140 mm x 140 mm. Vsa hlodovina je bila prizmirana. Iz posameznega hloda smo odvzeli samo po en kos žaganega lesa. V preglednici 2 so za posamezne vzorce podani osnovni podatki.

Izbrani preskušanci (deske, plohi in četrtaki) so bili nato posušeni na ciljno 15 % vlažnost lesa.

Skupno smo preskusili 984 preskušancev.

2.3. METODE

2.3.1. Vizualno razvrščanje

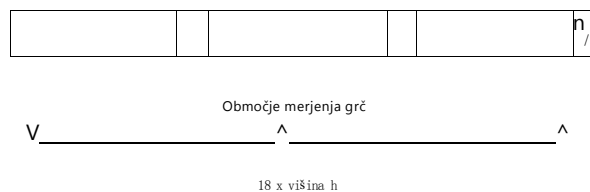
Pri razvrščanju v sortirne razrede smo upoštevali zahteve standarda SIST DIN 4074-1:2009, ki izpolnjuje vse zahteve standarda SIST EN 14081-1:2006 glede vizualnega razvrščanja (Šega, 2010).

Upoštevali smo pravila merjenja grč in kriterije razvrščanja, ki veljajo za nosilce (Kantholz), saj je potrebno pri porušnih testih preskušance upogibno obremeniti po ožji ploskvi (SIST EN 384:2010). Pri razvrščanju smo upoštevali dodatni pogoj, ki je naveden v opombi a v preglednici številka 2 SIST DIN 4074-1:2009, ki pravi, da lahko za smrekov les s povprečno širino branike do 4 mm za razred S10 uporabimo novo - višjo mejno vrednost za grčavost $A < 1/2$.

Upoštevali smo samo grče, ki so bile v območju obremenjevanja (slika 2).

Ker je bil osnovni namen naše raziskave določitev karakterističnih mehanskih lastnosti smrekovega žaganega lesa in ker smo želeli zagotoviti čim večje število preskušancev,

$$\frac{l \times h}{r \ S} \quad \frac{\text{Kritični prerez}}{s \ * \ h} \quad < \ * \ ^{1} \quad \wedge$$



Slika 2. območje merjenja grč in območje, v katerem se mora nahajati kritični prerez preskušanca, ter geometrija preskuševališča (skladno s SIST EN 408:2004)

smo se odločili, da pri vizualnem razvrščanju ne bomo upoštevali geometrijskih značilnosti lesa.

Preskušance enakega prereza z vseh štirih lokacij smo združili v enoten vzorec. Rezultati raziskave se tako nanašajo na enotno rastišče, ki zajema celotno Slovenijo.

2.3.2. Porušne preiskave

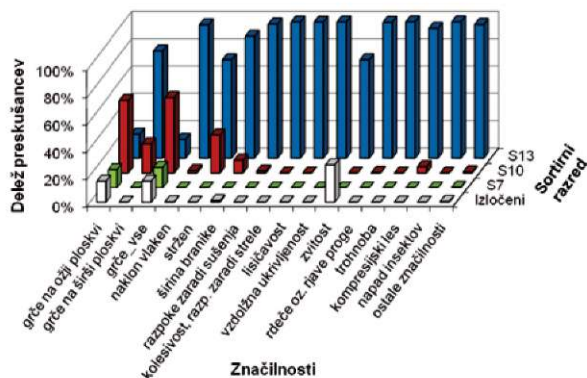
Pri ugotavljanju karakterističnih mehanskih lastnosti in gostote so bile upoštewane zahteve standarda SIST EN 384:2010 - preskušanci so bili upogibno obremenjeni v pokončni legi oz. po ožji ploskvi.

3. REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1. REZULTATI VIZUALNEGA RAZVRŠČANJA

3.1.1. Dodelitev sortirnega razreda na podlagi ocen značilnosti

V skladu z zahtevami standarda SIST DIN 4074-1:2009 smo ocenjevali 11 različnih značilnosti.



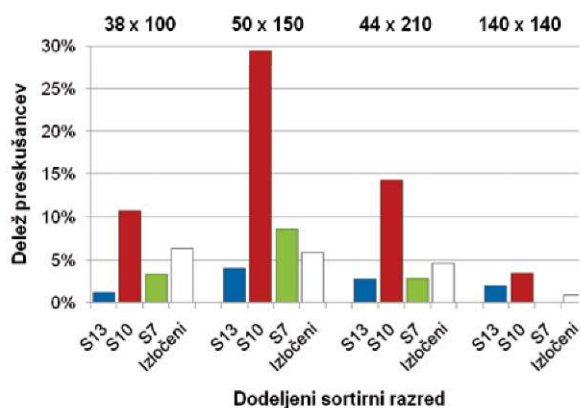
Slika 3. Delež preskušancev v ustreznem sortirnem razredu na podlagi ocene posamezne značilnosti

Preskušanci so bili razvrščeni v sortirne razrede na podlagi najslabše ocenjene značilnosti. Na sliki 4 so prikazani deleži preskušancev v ustreznem sortirnem razredu ločeno za vsako ocenjevano značilnost.

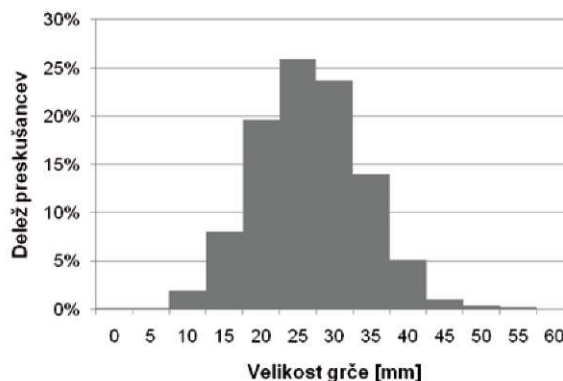
Kot vidimo, je ocena sortirnega razreda v največji meri odvisna od velikosti grč, prisotnosti stržena, širine branike, zvitosti in deleža kompresijskega lesa. Vpliv ostalih značilnosti je manjši, oziroma ga z uporabljenimi merilnimi metodami nismo zaznali.

Kar 64 % preskušancev je bilo dodeljenih v nižji sortirni razred zaradi prisotnosti prevelikih grč, pri 28 % je bil odločilni kriterij zvitost, pri 5 % prisotnost stržena, pri 3 % širina branike, pri 2 % delež kompresijskega lesa, druge značilnosti pa so bile odločilne pri manj kot 2 % preskušancev.

Rezultati vizualnega razvrščanja so prikazani na sliki 4. Približno 17 % preskušancev je bilo izločenih, saj niso izpolnjevali zahtev niti za najnižji sortirni razred. Od 173 izločenih preskušancev jih je bilo 156 izločenih zaradi prevelikih grč na ožjih ploskvah preskušancev.



Slika 4. Delež preskušancev danega prereza v dodeljenem sortirnem razredu



Slika 5. Porazdelitev velikosti grč

3.1.1.1 Vpliv grč na oceno sortirnega razreda

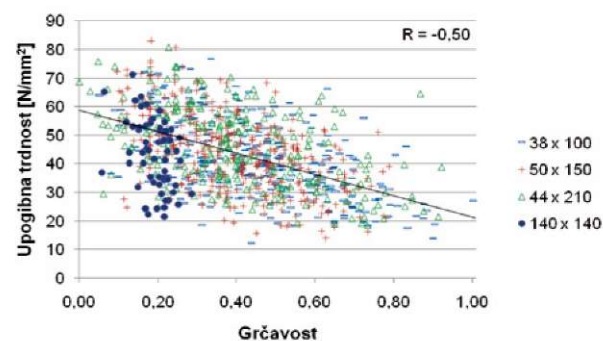
Pri približno 80 % preskušancev je bila največja grča manjša od 30 mm. Kljub temu da so bile grče razmeroma majhne, pa je njihov vpliv na končno oceno sortirnega razreda velik. Širina nosilcev je bila namreč majhna (38 mm, 44 mm in 50 mm) in ker je grčavost definirana kot razmerje med velikostjo grče (njen najmanjši premer) in širino ploskve, na kateri se le-ta nahaja, je npr. pri širini nosilca 38 mm največja dovoljena velikost grče samo 22,8 mm. Pri kosih s prerezom 38 mm x 100 mm je bilo zaradi prevelikih grč izločenih kar 28 % preskušancev.

Z naraščanjem širine nosilcev se grčavost zmanjšuje, kar lahko opazimo tudi na sliki 6.

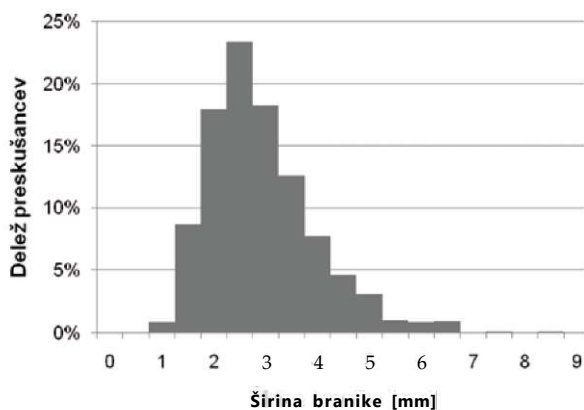
3.1.1.2. Vpliv dinamike priraščanja lesa (širina branike)

Približno 90 % preskušancev je imelo braniko ožjo od 4 mm in jih lahko na podlagi tega kriterija razvrstimo v razred S13. Preširoko braniko (> 6 mm) je imelo le 1 % preskušancev.

Z merjenjem širine branike skušamo vizualno oceniti gostoto lesa (korelacijski koeficient $r = -0,61$).



Slika 6. Upogibna trdnost nosilcev v odvisnosti od grčavosti po posameznih prerezih



Slika 7. Porazdelitev širine branik

3.2. PREISKAVE ZA DOLOČITEV ODLOČILNIH LASTNOSTI

S preiskavami, ki so bile izvedene na Zavodu za gradbeništvo Slovenije, so bile ugotovljene odločilne lastnosti za razvrstitev v trdnostne razrede po standardu SIST EN 338:2010: karakteristična upogibna trdnost, povprečni globalni upogibni modul elastičnosti ter karakteristična gostota lesa (Srpčič in sod., 2010). Izmerjene lastnosti so bile

glede na zahteve standarda SIST EN 384:2010 prilagojene na referenčne pogoje (višino preskušancev 150 mm, predpisano geometrijo preskuševališča in 12 % vlažnost lesa).

3.3. POVEZAVE MED ODLOČILNIMI LASTNOSTMI IN VIZUALNO OCENJENIMI ZNAČILNOSTMI

Korelacijski koeficienti med odločilnimi lastnostmi (upogibna trdnost, globalni modul elastičnosti in gostota) ter vizualno ocenjenimi značilnostmi so prikazani v preglednici 3.

Najvišjo stopnjo povezanosti z mehanskimi lastnostmi smo zaznali pri širini branike in grčavosti, kar je bilo pričakovano. Obstaja namreč razmeroma močna korelacija med širino branike in gostoto lesa. Višja gostota pa praviloma kaže tudi na večjo togost materiala. Gostota lesa in širina branike sta močneje povezani z modulom elastičnosti, grčavost pa z upogibno trdnostjo (najnižji korelacijski koeficient med trdnostjo in grčavostjo smo zaznali pri preskušancih s prerezom 140 mm x 140 mm in sicer 0,37, najvišjega pa pri preskušancih s prerezom 38 mm x 100 mm, kjer je znašal 0,57). Korelacijo smo zaznali tudi med trdnostjo in zvitostjo elementov, je pa za bolj zvite preskušance značilno, da imajo nižjo gostoto, širšo braniko in da so bili izžagani iz dela hloda bližje strženu. To nakazuje

Preglednica 3. Korelacijski koeficienti med ocenjevanimi značilnostmi in mehanskimi lastnostmi, n = 984

	fm	Em	p	A	F	os	šb	R	K	vu	z	rrp	kom	ost
Upogibna trdnost - fm	1													
Modul elastičnosti - Em-global	0,82	1												
Gostota - p	0,56	0,75	1											
Grčavost - A	-0,50	-0,39	-0,16	1										
Naklon vlaken - F	-0,08	-0,12	-0,03	0,02	1									
Odmik od stržena - os	0,12	0,17	0,20	0,01	0,01	1								
Širina branike - šb	-0,52	-0,62	-0,61	0,19	0,05	-0,14	1							
Razpoke - R	0,03	-0,03	0,01	-0,21	0,15	-0,23	0,05	1						
Lisičavost - K	0,06	0,03	0,05	-0,04	-0,01	0,06	-0,05	0,01	1					
Vzdolžna ukrivljenost - vu	-0,10	-0,12	0,03	0,02	0,02	0,03	0,09	-0,01	0,00	1				
Zvitost - z	-0,23	-0,29	-0,15	0,06	0,06	-0,51	0,20	0,08	-0,06	0,04	1			
Rdeče in rjave proge - rrp	0,11	0,07	0,01	-0,10	0,00	0,04	0,00	-0,01	-0,01	-0,03	-0,06	1		
Kompresijski les - kom	-0,09	-0,09	0,02	-0,01	0,03	0,02	0,05	0,02	0,01	0,11	-0,01	-0,02	1	
Ostalo - ost	0,11	0,11	0,07	0,05	-0,05	0,05	-0,13	-0,02	0,01	-0,02	-0,07	0,00	-0,06	1

na povečan delež juvenilnega lesa, ki pa ima slabše mehanske lastnosti.

3.4. KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI SORTIRNIH RAZREDOV

V preglednici 4 so podane karakteristične vrednosti in deleži lesa v posameznih sortirnih razredih.

Na sliki 8 vidimo, kakšna je povezava med upogibno trdnostjo in grčavostjo, prikazane pa so tudi mejne vrednosti za grčavost in zahteve SIST EN 338:2010 za karakteristično upogibno trdnost za posamezne sortirne razrede.

Nekateri preskušanci so uvrščeni v nižji sortirni razred, ker niso dosegli zahtev pri ostalih kriterijih, čeprav bi glede na grčavost sodili v višji razred (npr. preskušanci, ki vsebujejo stržen, ne morejo biti uvrščeni v razred S13, čeprav imajo grčavost manjšo od 0,2).

3.5. PREVEDBA SORTIRNIH RAZREDOV V TRDNOSTNE RAZREDE

V preglednici 5 so navedene karakteristične vrednosti za 3 sortirne razrede slovenskega smrekovega konstrukcijskega žaganega lesa in zahteve za trdnostne razrede iz SIST EN 338:2010.

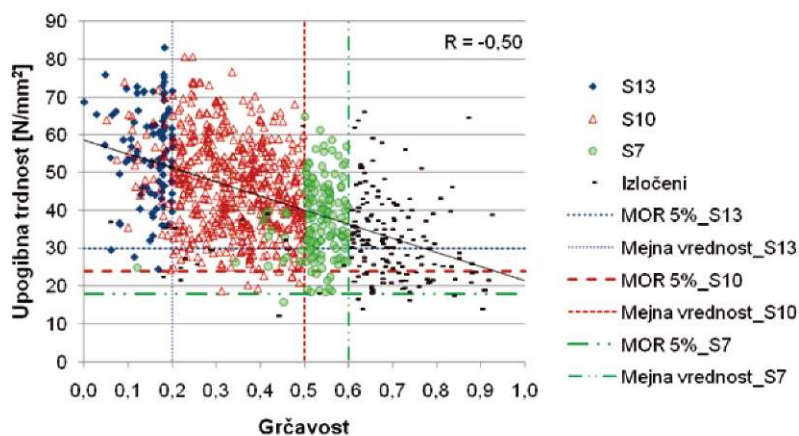
Kot lahko vidimo, so karakteristične vrednosti sortirnih razredov S13, S10 in S7 višje od zahtev SIST EN 338 za trdnostne razrede C30, C24 oziroma C18.

4. SKLEPI

Z raziskavo smo ugotovili, da so korelacije med odločilnimi lastnostmi in značilnostmi slovenske smrekovine podobne kot jih najdemo v literaturi za srednjeevropsko smrekovino. Zato lahko za prevajanje sortirnih razredov v trdnostne razrede za slovenski smrekov žagani les uporabimo isti način, kot ga za smrekovino iz centralne, severne in vzhodne

Preglednica 4. Karakteristične vrednosti in deleži lesa po posameznih sortirnih razredih

Sortirni razred	Št. preskušancev	Delež lesa	$f_{m,k}$ [N/mm ²]	$\epsilon_{0,mean}$ [N/mm ²]	P_k [kg/m ³]
S13	97	10 %	34,6	13900	402
S10	569	58 %	27,0	12400	389
S7	145	15 %	21,1	10800	373
Izločeni	173	17 %			



Slika 8. Upogibna trdnost v odvisnosti od grčavosti, n = 984

Preglednica 5. Karakteristične vrednosti sortirnih razredov in zahteve za trdnostne razrede

Sortirni razred	Lastnost	Karakteristične vrednosti	Zahteve za		
			C30	C24	C18
S13	$f_{m,k}$	[N/mm ²]	34,6	30	
	$\epsilon_{0,mean}$	[N/mm ²]	13900	12000	
	P_k	[kg/m ³]	402	380	
S10	$f_{m,k}$	[N/mm ²]	27,0	24	
	$\epsilon_{0,mean}$	[N/mm ²]	12400	11000	
	P_k	[kg/m ³]	389	350	
S7	$f_{m,k}$	[N/mm ²]	21,1		18
	$\epsilon_{0,mean}$	[N/mm ²]	10800		9000
	P_k	[kg/m ³]	373		320

Preglednica 6. Prevedba sortirnih razredov v trdnostne razrede.

Lesna vrsta	Izvor	Sortirni razred po DIN 4074-1:2008	Trdnostni razred po SIST EN 338:2010
Smreka (<i>Picea abies</i> L.)	Srednja, vzhodna in severna Evropa	S13	C30
		S10	C24
		S7	C18

Evrope, ki je razvrščena na podlagi DIN 4074-1:2008, uporabljajo v Nemčiji, Avstriji in na Češkem.

V preglednici 6 je prikazan način prevajanja sortirnih razredov v trdnostne razrede, povzet po SIST EN 1912:2005+A4:2010. Ta način predlagamo tudi za prevajanje sortirnih razredov slovenske smrekovine.

5. ZAHVALE

Zahvaljujemo se Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, ter podjetjem GG Postojna, d.o.o., GG Slovenj Gradec d.d., Svea Lesna Litija, d.d. in Hoja, d.d. za sofinanciranje projekta, v okviru katerega je potekala naša raziskava. Posebej se zahvaljujemo sodelavcem iz projektne skupine in diplomantom Mateju Dimcu, Janezu Smrekarju, Marku Cveku in Urošu Zupanu za pomoč pri izvedbi meritev.

6. VIRI

- Baltrušaitis A., Pranckevičienė v. (2003)** Strength grading of the structural timber. *Materials science (Medžiagotyra)* 9: 284-287
- Blankenhorn P. R. (2001)** Wood: Sawn Materials. V: *Encyclopedia of Materials: Science and Technology*. Elsevier, Amsterdam, 9722-9732. <http://www.sciencedirect.com/science/referenceworks/0080431526> (18.1.2010)
- Denzler J. K. (2007)** Modellierung des Größeneffektes bei biegebeanspruchtem Fichtenschnittholz. *Dissertation*. Technische Universität München, 157
- de vries P. A., Gard W. F. (2008)** Determination of characteristic strength values for Dutch larch round timber. V: *End user's needs for wood material and products - COST E53 Conference proceedings*. TU Delft, Delft, 261-270
- DIN 4074-1 (2008)** Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit - Teil 1: Nadel Schnittholz
- Frese M. (2008)** Visual strength grading supported by mechanical grading. V: *End user's needs for wood material and products - COST E53 Conference proceedings*. TU Delft, Delft, 19-30
- Glos P., Richter C. (2002)** Sortierhilfen und Erläuterungen zur Anwendung der DIN 4074 in der Praxis. Technische Universität München
- Hanhijärvi A., Ranta Maunus A., Turk G. (2005)** Potential of strength grading of timber with combined measurement techniques. Report of the Combigrade project - phase 1. VTT, Espoo, 81
- Lycken A. (2006)** Appearance Grading of Sawn Timber. Doctoral thesis. Luleå University of Technology, LTU Skellefteå, 43
- Roblot G., Coudegnat D., Bleron L., Collet R. (2008)** Evaluation of the visual stress grading standard on French Spruce (*Picea excelsa*) and Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) sawn timber. *Annals of Forest Science*, <http://www.afs-journal.org> (21.1.2010)
- SIST DIN 4074-1 (2009)** Razvrščanje lesa po trdnosti - 1. del: Žagani les iglavcev
- SIST EN 338 (2010)** Konstrukcijski les - Trdnostni razredi
- SIST EN 384 (2010)** Konstrukcijski les - Ugotavljanje značilnih vrednosti mehanskih lastnosti in gostote
- SIST EN 408 (2004)** - Lesene konstrukcije - Konstrukcijski les in lepljeni lamelirani les - Ugotavljanje nekaterih fizikalnih in mehanskih lastnosti
- SIST EN 1912:2004+A4 (2010)** Konstrukcijski les - Trdnostni razredi - Določitev trdnostnih razredov na podlagi vizualnega razvrščanja in vrste lesa
- SIST EN 1927-1 (2008)** - Razvrščanje okroglega lesa iglavcev po kakovosti - 1. del: Smreke in jelke
- SIST EN 14081-1 (2006)** Lesene konstrukcije - Razvrščanje konstrukcijskega lesa s pravokotnim prečnim prerezom po trdnosti - 1. del: Splošne zahteve
- SIST Iso 3131 (1998)** Les - Ugotavljanje gostote za fizikalne in mehanske preskuse
- Srpčič J. (2009)** Kako zagotoviti ustrezno kakovost lesa za gradbene konstrukcije. *Lesarski utrip*, 15: 22-23
- Srpčič J., Plos M., Pazlar T., Turk G. (2010)** Strength grading of Slovenian structural sawn timber. V: *The Future of Quality Control for Wood & wood Products - Proceedings of the final conference of COST Action E53*. Ridley-Ellis D.J. (Ur.), Moore J.R. (Ur.), Edinburgh Napier University, Edinburgh. http://cte.napier.ac.uk/e53/E53_Edinburgh.pdf (13.5.2010)
- Šega B. (2010)** Vizualno razvrščanje konstrukcijskega žaganega lesa. *Les*, 62: 96-103



Vesele pravnike in srečno novo htol

