

Želimir Ivelić

# Krutost dječjeg kreveta pri ispitivanju dinamičkim opterećenjem u ciklusima

## Rigidity of child's cot during fatigue test

*Prethodno priopćenje • Preliminary note*

*Prispjelo - received: 09. 09. 2002. • Prihvaćeno - accepted: 19. 02 2002.*

*UDK: 630\*824*

**SAŽETAK** • Predmet ovog rada jest istraživanje kvalitete dječjih kreveta pri ispitivanju dinamičkim opterećenjem u ciklusima i utjecaj dinamičkog opterećenja na konstrukciju dječjega kreveta, što do sada nije znanstveno ispitivano. Svrha istraživanja je određivanje utjecaja vremena djelovanja sile na veličinu pomaka dječjega kreveta i trajnost konstrukcije dječjega kreveta pri dinamičkom ispitivanju u ciklusima i određivanje utjecaja vrste drva i vrste konstrukcije dječjeg kreveta na pomak i njegovu trajnost. U istraživanju je primijenjena modificirana norma EN 716 tako da se pratila mjera krutosti koja se inače ne mjeri prema navedenoj normi. Istraživanje je provedeno na tri skupine uzoraka koje su sadržavale po šest dječjih kreveta od bukovine, borovine i jelovine. Iz rezultata istraživanja najjasnije je vidljivo da su uzorci od bukovine imali najveću krutost, uzorci od borovine srednju krutost, a uzorci od jelovine najmanju krutost. Hipoteza istraživanja, da će vremenski dulje djelovanje sile izazvati veće deformacije dječjeg kreveta nije potvrđena u rasponu izabranih vremenskih intervala djelovanja sile.

**Ključne riječi:** dječji krevet, dinamičko ispitivanje, krutost, trajnost konstrukcije

**SUMMARY** • The subject of this paper is a research of child's cot quality during fatigue test and influence of dynamic loading on construction of child's cot. Research was not carried out before. The aim of an research was to determine the influence of acting force time on displacement of child's cot and wood species, and type of construction of children's cots on rigidity and durability during fatigue test. The modified European standard EN 716 was used in the research in such a way that a displacement, normally measured by the standard, was measured here. The research was carried out on three groups of samples consisting of six children's cots made of beech, pine and fir. The research results clearly show that the samples made of beech had greatest rigidity, the samples made of pine had middle rigidity while the samples made of fir had lowest rigidity. The research hypothesis that greater duration of loading will produce greater deformations of child's cot was not confirmed.

**Key words:** child's cot, fatigue test, rigidity and durability of construction

---

Autor je asistent na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Author is an assistant at Faculty of Forestry of the Zagreb University.

## 1. UVOD

### 1.1. PREDMET ISTRAŽIVANJA

Namještaj treba zadovoljiti određene estetske i funkcionalne zahtjeve te zahtjeve čvrstoće u uporabi. Kad je riječ o čvrstoći, govorimo o statičkim i dinamičkim opterećenjima kojima je namještaj izložen tijekom uporabe. Dječji je krevet u uporabi također izložen takvim opterećenjima. Unutar dječjega kreveta opterećenja uzrokuje dijete koje u njemu boravi, a statička i dinamička opterećenja s vanjske strane uzrokuje roditelj ili neka druga osoba. Zbog navedenih razloga predmet ovog rada je istraživanje kvalitete dječjih kreveta pri ispitivanju dinamičkim opterećenjem u ciklusima i utjecaj dinamičkog opterećenja na konstrukciju dječjega kreveta, što do sada, koliko je autoru poznato, nije znanstveno istraženo.

### 1.2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja bilo je određivanje utjecaja vremena djelovanja sile na veličinu pomaka dječjega kreveta i na trajnost konstrukcije dječjega kreveta pri ispitivanju dinamičkim opterećenjem u ciklusima. Određuje se i utjecaj vrste drva i vrste konstrukcije na pomak i na trajnost dječjega kreveta. Na osnovi dosadašnjih spoznaja i prethodnih istraživanja potrebno je razviti metodu ispitivanja dječjih kreveta dinamičkim opterećenjem u ciklusima koja će omogućiti klasifikaciju dječjih kreveta prema kvaliteti s obzirom na koeficijent krutosti. Znanstveno dobiveni rezultati mogu potaknuti raspravu je li vrijeme djelovanja sile pri ispitivanju dječjih kreveta dinamičkim opterećenjem u ciklusima koje je zadano europskim normama zadovoljavajuće ili ga treba preciznije definirati.

### 1.3. HIPOTEZA GLAVNOG ISTRAŽIVANJA

Hrvatskom normom HRN D.E2. 054.; 1975 propisana je metoda ispitivanja dječjih kreveta dinamičkim opterećenjem u ciklusima, tj. ispitivanje krutosti provodi se

djelovanjem sile u trajanju 0,5 sekundi, a cjelokupan ciklus traje ukupno dvije sekunde. U europskoj normi EN 716-2; 1995 metoda ispitivanja dječjih kreveta dinamičkim opterećenjem u ciklusima propisana je u točki *Čvrstoća okvirne konstrukcije i okova* (engl. *fatigue test*). Određeno je da povećanje sile od 0 do 100 N ne smije trajati manje od jedne sekunde, što znači da djelovanje sile može trajati dulje od toga. Stoga su kao cilj određivanja zadovoljavajućeg vremena djelovanja sile pri cikličkom opterećenju postavljene sljedeće hipoteze.

1. Djelovanjem sile tijekom 1 sekunde pri ispitivanju dječjega kreveta dinamičkim opterećenjem u ciklusima neće se postići tražena sila od 100 N, te uzorak neće biti opterećen na zadovoljavajući način. Za trajanja zadanih 2 000 ciklusa neće nastati trajne deformacije dječjega kreveta.

2. Djelovanjem sile tijekom 3 sekunde pri ispitivanju dječjega kreveta dinamičkim opterećenjem u ciklusima postići će se tražena sila od 100 N, te će uzorak biti opterećen na zadovoljavajući način. Za trajanja zadanih 2 000 ciklusa nastati će trajne deformacije dječjega kreveta.

3. Djelovanjem sile tijekom 5 sekundi pri ispitivanju dječjega kreveta dinamičkim opterećenjem u ciklusima postići će se tražena sila od 100 N, te će uzorak biti opterećen na zadovoljavajući način. Za trajanja zadanih 2 000 ciklusa nastati će najveće trajne deformacije dječjega kreveta.

## 2. MATERIJALI I METODA ISTRAŽIVANJA

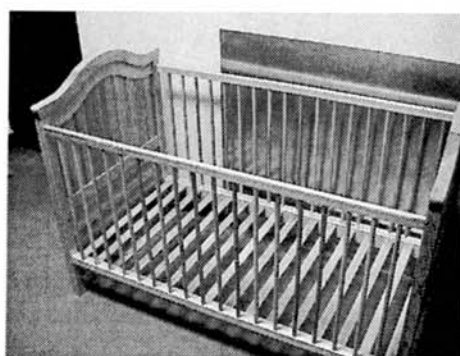
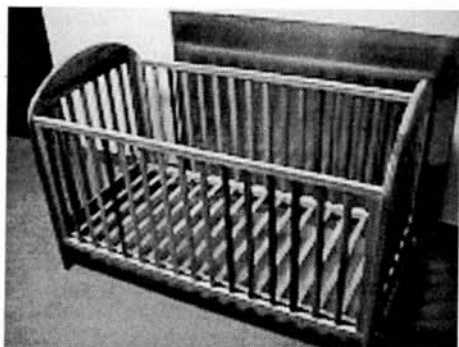
Istraživanje je provedeno na tri skupine uzoraka, svaka od šest dječjih kreveta od bukovine, borovine i jelovine. Treća skupina uzoraka bila je nešto drugačije konstrukcije, s ležajem dimenzija 600x1 200 mm. Dimenzije ležaja prvih dviju skupina uzoraka bile su 700x1 400 mm. Svi su dječji kreveti bili rastavljivi, a sklopovi međusobno povezani vijcima i uložnim

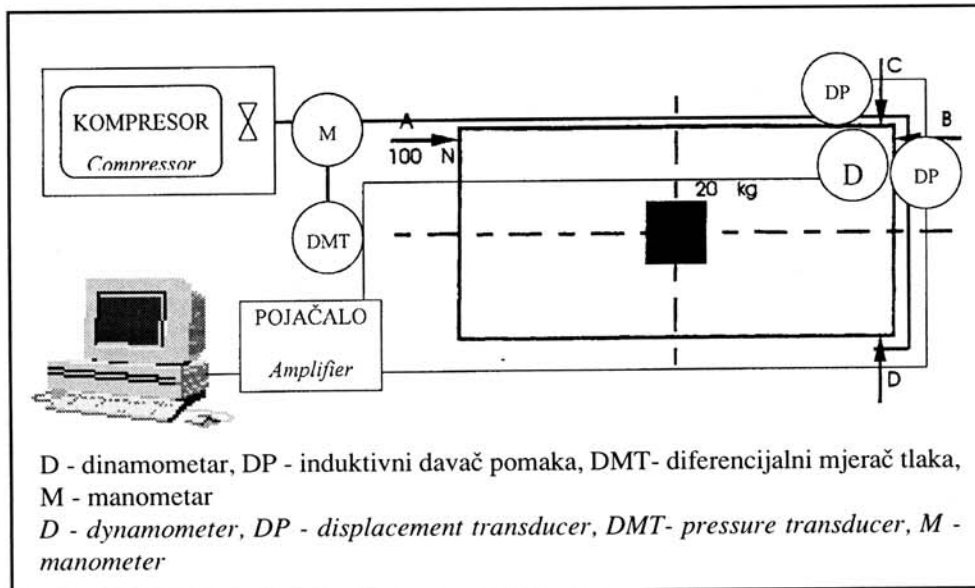
### Slika 1.

Tri skupine ispitivanih dječjih kreveta

### Figure 1.

Three groups of tested children's cots





Slika 2.

Shematski prikaz mjernog sustava pri ispitivanju krutosti dječjega kreveta dinamičkim opterećenjem u ciklusima

Figure 2.

Scheme of measuring system for fatigue test when measuring rigidity (displacement)

maticama. Bočne se stranice nisu mogle spuštati, ali se podloga mogla učvrstiti na tri razine visine. Pri sastavljanju dječjih kreveta svi su se vijci pritezali istim momentom kako bi se spriječio utjecaj tog parametra. Uzorci od bukovine i od borovine pritezani su momentom od 3,6 do 3,8 Nm, a uzorci od jelovine momentom od 1,8 do 2,0 Nm. Dijelovi uzoraka od jelovine nisu se mogli pritegnuti većim momentom jer bi inače nastale lokalne deformacije materijala.

Uzorci su se ispitivali dinamičkim opterećenjem u ciklusima prema modificiranoj europskoj normi EN 716-2; 1995, prema testu zamora (engl. *fatigue testu*). Modificirano je to što se u istraživanjima koristila mjera krutosti odnosno pomak dječjeg kreveta u sva četiri smjera djelovanja sile, što se u navedenoj normi ne primjenjuje. Prije ispitivanja uzorci su se četiri tjedna klimatizirali u propisanoj klimi temperature  $23 \pm 2$  °C i vlage zraka  $50 \pm 5$ %. Sila kojom se djelovalo na jednom uglu dječjeg kreveta bila je zadana i iznosila je  $100N \pm 5$ %, a s obzirom na površinu stapa cilindra bio

je zadan tlak od  $5\text{bar} \pm 5\%$ . Uteg koji se rabio pri ispitivanju, a stavljao se u sredinu podloge dječjeg kreveta imao je masu  $20\text{kg} \pm 5\%$ . Po dva dječja kreveta iz svake skupine uzoraka ispitivala su se dinamičkim opterećenjem u ciklusima tako da se silom djelovalo u trajanju od 1 sekunde, 3 sekunde i 5 sekundi. Pri ispitivanju dječjega kreveta dinamičkim opterećenjem u ciklusima mjerila se sila na jednome mjestu pomoću dinamometra, zatim tlak pomoću diferencijalnog mjeraca tlaka i pomak (na dva mjesta na pravcu djelovanja sile u pozitivnome i negativnom smjeru) pomoću induktivnih davača pomaka (prema shemi na sl. 2).

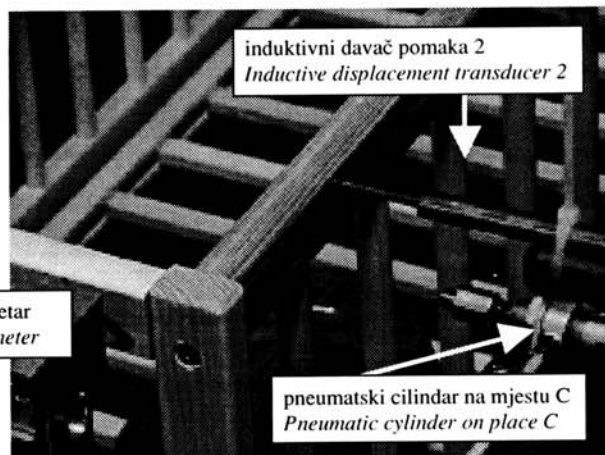
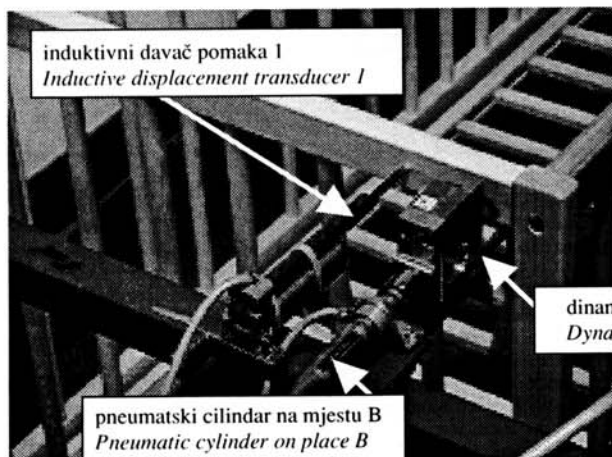
Induktivni davač pomaka 1 mjerio je vrijednosti kada su djelovali pneumatski cilindri A i B (shema na sl. 2), tako da su u smjeru djelovanja cilindra A mjerene pozitivne vrijednosti, a u smjeru djelovanja cilindra B negativne vrijednosti. Induktivni davač pomaka 2 mjerio je vrijednosti kad su djelovali pneumatski cilindri C i D (shema na sl. 2), tako da su u smjeru djelovanja cilindra C mjerene negativne vrijednosti, a u smjeru djelovanja cilindra D pozitivne

Slika 3.

Induktivni davač pomaka 1 i dinamometar na mjestu djelovanja pneumatskog cilindra B i induktivni davač pomaka 2 na mjestu djelovanja pneumatskog cilindra C

Figure 3.

Inductive displacement transducer 1 and dynamometer on position B and inductive displacement transducer 2 on position C



vrijednosti. U prikazu rezultata istraživanja sve su vrijednosti pozitivne kako bi se lakše analizirale pojave. Njihov položaj, zajedno s dinamometrom prikazan je na slici 3.

Za mjerenje sile upotrijebljen je tlačno-vlačni dinamometar S2, kojim se može mjeriti sila do 1 000 N tvrtke HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH. Induktivni davači pomaka ručno su izrađeni, a prije nego što su postavljeni na mjesto za mjerenje kalibrirani su pomoću mikrometerskog vijka s točnošću mjerenja 0,01 mm. U istraživanju se koristio diferencijalni mjerač tlaka tvrtke HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH i manometar s prigušnim ventilom tvrtke FESTO. Pneumatski cilindri PCI 16 CE 100 (proizvođača TIO PNEUMATIKA) imali su područje djelovanja pod tlakom od 1 do 10 bar. Pneumatskim cilindrima upravljano je PLC uređajem tvrtke MITSUBISHI, na kojemu se podešava vrijeme djelovanja rada pneumatskih cilindara i broj ciklusa, a koji djeluje preko elektromagnetskih razvodnika. Pošto su kalibrirani mjerni uređaji i postavljen pneumatski sustav uređaja za ispitivanje kvalitete kreveta dinamičkim opterećenjem u ciklusima, podaci dobiveni kalibracijom upisani su u softver CATMAN koji je bilježio podatke dobivene pomoću pojačala SPIDER 8.

Na temelju rezultata prethodnog istraživanja određeni su čimbenici koji utječu na promjenu maksimalne sile u pneumatskom sustavu za ispitivanje namještaja dinamičkim opterećenjem u ciklusima kako bi se spriječio njihov utjecaj pri glavnom istraživanju. Utjecaj tih čimbenika sprečava se tako da ti parametri pri ispitivanju svakog uzorka budu jednaki.

Na svih šest dječjih kreveta provedeno je početno mjerenje krutosti kako bi se

odredilo koji krevet ima najveću, a koji najmanju krutost. Dječji kreveti najveće krutosti ispitivali su se djelovanjem sile tijekom 5 sekundi, dječji kreveti najmanje krutosti ispitivali su se djelovanjem sile tijekom jedne sekunde, a dječji kreveti srednje krutosti ispitivali su se djelovanjem sile tijekom 3 sekunde.

Pojam krutosti može se definirati kao pomak pod djelovanjem sile. Pomak se izražava milimetrima. Što je taj pomak veći, to je krutost manja.

Vrijednosti krutosti na sva četiri mjesta djelovanja cilindra praćene su na dva načina. Prvi se način sastoji od mjerenja pomaka na početku i nakon završenog ispitivanja, tj. nakon 2 000 ciklusa, te od utvrđivanja njihove razlike. Mjerenje početne i završne krutosti provodi se tako da cilindar djeluje 10 sekundi i pri tome se bilježi maksimalna sila i pomak na sva četiri mjesta djelovanja cilindra. Pri drugom se načinu prati promjena pomaka tijekom 2 000 ciklusa pri ispitivanju dinamičkim opterećenjem u ciklusima zapisivanjem vrijednosti nakon svakih 100 ciklusa.

### 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Na slici 4. i u tablici 1. prikazana je usporedba rezultata istraživanja s obzirom na vrijeme djelovanja sile za sve tri skupine uzoraka na mjestu C. Iz rezultata istraživanja najjasnije je vidljivo da su uzorci od bukovine pokazali najveću krutost, uzorci od borovine srednju krutost, a uzorci od jelovine najmanju krutost. To potvrđuje činjenicu da na pomak i na trajnost pri ispitivanju dinamičkim opterećenjem u ciklusima najviše utječe vrsta drva i konstrukcija dječjeg kreveta, kao i to da dječji kreveti

**Tablica 1.**

*Razlike između početne i završne krutosti za sve tri skupine uzoraka i sva četiri mjesta djelovanja cilindra*

**Table 1.**

*Difference between initial and concluding rigidity for all three groups of samples and all four positions of acting forces*

t	BUKOVINA ( <i>beech</i> )				BOROVINA ( <i>pine</i> )				JELOVINA ( <i>fir</i> )			
	MA	MB	MC	MD	MA	MB	MC	MD	MA	MB	MC	MD
1s	-0.01	0.00	-0.07	-0.15	0.08	0.08	0.42	0.01	0.30	0.13	1.03	2.33
1s	0.00	0.00	-0.29	0.00	0.02	0.00	0.31	-0.01	0.32	0.45	3.33	1.92
3s	0.08	0.13	0.02	0.04	0.02	0.02	0.01	-0.09	0.51	0.48	1.78	5.04
3s	0.00	0.00	-0.05	0.00	0.02	0.11	-0.04	-1.69	0.44	0.35	8.35	6.75
5s	0.04	0.03	0.03	0.01	0.06	0.22	0.74	-1.08	0.11	0.06	2.27	2.24
5s	0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.23	0.04	0.69	0.56	0.45	0.25	1.17	1.93

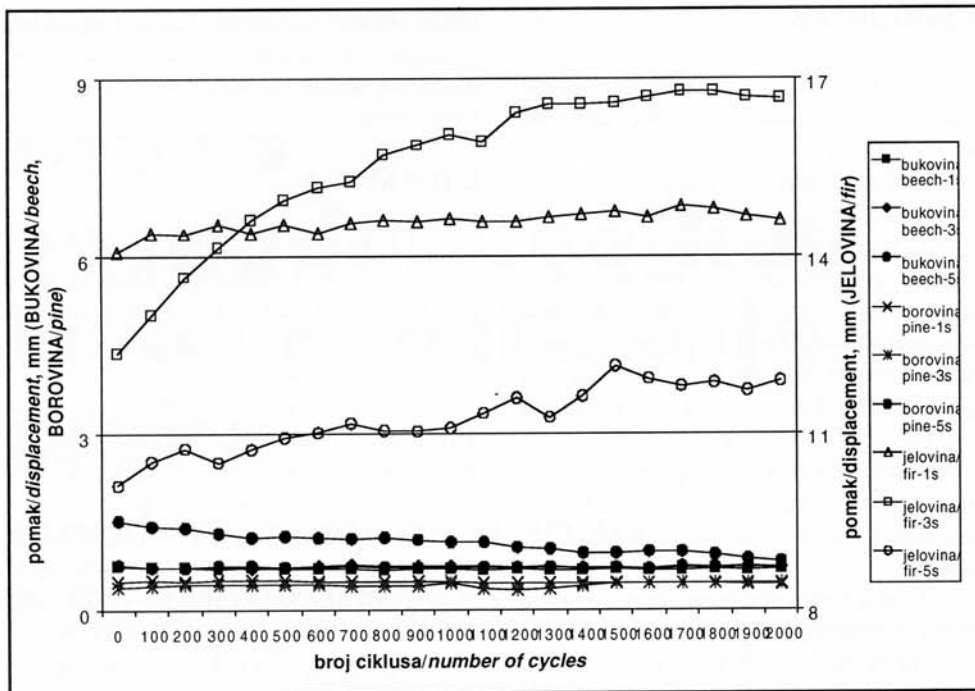
t - vrijeme djelovanje sile

MA - razlike između početne i završne krutosti na mjestu A djelovanja sile

MB - razlike između početne i završne krutosti na mjestu B djelovanja sile

MC - razlike između početne i završne krutosti na mjestu C djelovanja sile

MD - razlike između početne i završne krutosti na mjestu D djelovanja sile



**Slika 4.**  
Promjena krutosti dječjeg kreveta tijekom 2000 ciklusa na mjestu djelovanja cilindra C

**Figure 4.**  
Change of children's cots rigidity during 2000 cycles on acting force position C

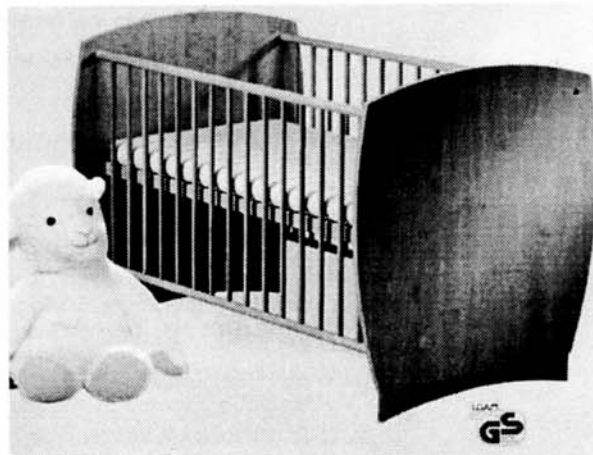
veće mase imaju manji pomak od onih manje mase. Rezultati također pokazuju koliko masa dječjeg kreveta utječe na rezultate ispitivanja kvalitete dječjih kreveta dinamičkim opterećenjem u ciklusima. Također je vidljivo da na uzorcima izrađenim od jelovine nastaju najveće promjene početne i završne krutosti te da popuštaju spojevi konstrukcije, kao i na uzorku koji je ispitivan silom od 100 N u trajanju 3 sekunde. Popustili su slijepljeni spojevi u uzglavlju/uznožju dječjeg kreveta, na mjestu označenom na slici 5., koji nisu imali dovoljnu čvrstoću. Kako bi se spriječilo nastajanje takve pogreške, dječji se krevet može racionalizirati tako da se uzglavlje/uznožje dječjeg kreveta izradi od drvnih ploča, kako je prikazano na slici 5. Osim uklanjanja loše dizajniranog spoja, pojednostavnila bi se i tehnologija izrade uzglavlja/uznožja smanjenjem tehnoloških operacija i omogućio veći broj inačica uzglavl-

ja/uznožja, a time i mogućnost proizvodnje šireg asortimana dječjih kreveta.

Hipotezom istraživanja željelo se dokazati da će se najveće deformacije dogoditi djelovanjem sile tijekom 5 sekundi, manje deformacije djelovanjem sile tijekom 3 sekunde te najmanje deformacije djelovanjem sile tijekom jedne sekunde. Općenito se može zaključiti da hipoteza nije potvrđena. Iz rezultata je vidljivo da najveće promjene nastaju djelovanjem sile tijekom 3 sekunde. Prema nekim pokazateljima, katkad veće promjene nastaju djelovanjem sile tijekom 5 sekundi, a kadšto su veće promjene pri djelovanju sile tijekom jedne sekunde. To je zaključeno promatranjem samo treće skupine uzoraka od jelovine, jer se na ostalim dvjema skupinama uzoraka, onoj od bukovine i onoj od borovine, nisu dogodile nikakve deformacije i njihovi rezultati nisu uzeti u razmatranje.

**Slika 5.**  
Dječji krevet od jelovine i njegovo poboljšano rješenje

**Figure 5.**  
Child's cot made of fir and its improved solution



#### 4. ZAKLJUČAK

Na kraju se može zaključiti da su dječji kreveti izradeni od bukovine i od borovine imali veliku krutost i njihovim se ispitivanjem nije mogla potvrditi hipoteza da vrijeme djelovanja sile utječe na krutost. Dječji kreveti od jelovine bili su male krutosti, ali nisu bili izradeni pod kontrolom pa oni služe za potvrđivanje hipoteze samo kao moguća naznaka rezultata istraživanja. Za kvalitetnije podatke trebalo bi izraditi dječje krevete konstrukcijski slične onima od jelovine i u kontroliranim uvjetima i te bi se tako mogla provjeriti hipoteza ili ponoviti pokus na uzorcima od bukovine i borovine tako da se poveća sila djelovanja cilindara.

Dječji su kreveti u uporabi podložni malim opterećenjima, pa stoga i norma propisuje kratkotrajno ispitivanje s dosta malim veličinama sile. Iz ovog se istraživanja može zaključiti da većina konstrukcija dječjih kreveta zadovoljava uvjete krutosti i trajnost propisane normom, a samo na nekim kritičnim konstrukcijama mogu nastati veće deformacije, promjene krutosti te lomovi.

Pomak odnosno krutost dječjeg kreveta vrlo je teško mjeriti zbog velikog broja čimbenika koji utječu na to mjerenje, a neke od njih vrlo je teško kontrolirati i neutralizirati. Stoga i ne čudi što je mjerenje krutosti ispušteno iz europskih normi prema kojima se ispituje kvaliteta dječjih kreveta.

#### ZAHVALA: ACKNOWLEDGMENT

Autor zahvaljuje tvrtci ITC Varaždin za pomoć u eksperimentalnom dijelu, te gospodi profesorima Ivici Grbcu, Borisu Ljuljki i Vladi Goglii za sadržajne rasprave i pomoć pri ovom radu koji čini dio njegova magistarskog rada.

Author wishes to thank the ITC Varaždin company for contribution to the experimental work and professors Ivica

Grbac, Boris Ljuljka and Vlado Goglia for constructive discussions and assistance in this work which formed a part of his master's thesis.

#### LITERATURA

1. Antoš, Zvezdana, (1998): POKUĆSTVO U HRVATSKOJ: ETNOLOŠKI POGLED NA UNUTRAŠNJE UREĐENJE DOMA, Katalog, Etnografski muzej, Zagreb, 80 str.

2. Beldegreen, Alecia i Jeanson, Thibault, (1995): THE BED, Stewart, Tabori & Chang Inc, New York, USA, str 1 - 255.

3. Ivelić, Želimir, (1999): ANALIZA PROIZVODA I ASORTIMANA U FUNKCIJI PROJEKTIRANJA TEHNOLOŠKOG PROCESA (DJEČJI KREVETIĆI). Seminarski rad. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. 41 str.

4. Ivelić, Želimir, (1999): CONSTRUCTIONS AND QUALITY OF CHILDREN'S COTS. International conference. FURNITURE CONSTRUCTION AND QUALITY-A STEP FORWARD TO CONSUMER PROTECTION. University of Zagreb Faculty of forestry. pp 67-77.

5. Ivelić, Želimir, (2001): CONSTRUCTIONS AND QUALITY OF CHILDREN'S COTS. Master scientific thesis. University of Zagreb Faculty of forestry. pp 1-169.

6. Ivelić, Želimir, (2002): CHILDREN'S COTS MADE FROM WOOD. International conference. WOOD - FUTURE MATERIAL IN FURNITURE DESIGN. University of Zagreb Faculty of forestry. pp 67-78.

7. Watzl, Peter, (1986): KONFLIKTFALL KINDERZIMMER, Gesünder Wohnen, 2/86, str 4-7.

8. \*\*\*\* EN 716-1; 1995, EN 716-2; EN 747-1; 1993; EN 747-2; 1993; EN 1130-1; 1996, EN 1130-2; 1996, EN 12227-1; 1999, EN 12227-2; 1999