

Okov i kvaliteta namještaja*

Dragutin Puzak

UDK 634.0.836.1

Božo Sinković, dipl. ing.
Institut za drvo, Zagreb

Prispjelo: 15. rujna 1980.

Znanstveni rad

Prihvaćeno: 20. listopada 1980.

Sažetak

Radj pronalaženja najoptimalnijeg stražnjeg spoja stolice vijkom izvedena su ispitivanja i mehanički proračuni za najkritičniju vrstu spoja izvedenog vijkom. Ispitivanja su vršena po propisima JUS-a. Mehanički proračuni izvedeni su za naprezanja na vlak, tlak i savijanje. Kada su uzeta u obzir statička i dinamička naprezanja, zatim način izrade vijaka i raspored u spoju, najbolje rezultate pokazao je spoj s dva kovana vijka.

Ključne riječi: stražnji spoj stolice vijkom — ispitivanje čvrstoće spoja — statička i dinamička naprezanja.

HARDWARE AND QUALITY OF FURNITURE

Summary

In order to find out the optimal result when making rear joints on chairs by means of screws, the investigations and mechanical calculations for the most critical type of joints made by screws have been carried out. Testing was made in accordance with the Yugoslav standard regulations (JUS).

Mechanical calculations concerned the tensile, compressive and bending strain. After taking into account the static and dynamic strains, the method the screw has been made and the arrangement in the joint, the joint with the two wrought screws showed the best results.

Key words: rear joint on chair by means of screws — joint strength testing — static and dynamic strains.

Pod pojmom okov podrazumijevaju se elementi koji omogućuju stvaranje spoja između dva ili više elemenata. U industriji namještaja upotrebljavaju se brojne vrste okova. S obzirom na njegovu ugradnju, okov se klasificira u dvije osnovne skupine: demontažni okov i montažni okov.

Demontažni je okov onaj koji omogućuje montažu i demontažu namještaja više puta, tj. sastavljanje bez ljepila.

Montažni okov čini spoj kod kojeg se veza ostvari samo jedanput, a demontaža se ne može izvršiti bez razaranja spoja. Okov se izrađuje od različitog materijala, kao što su: drvo, željezo, lake legure, bakar, mjed, plastične mase i drugo.

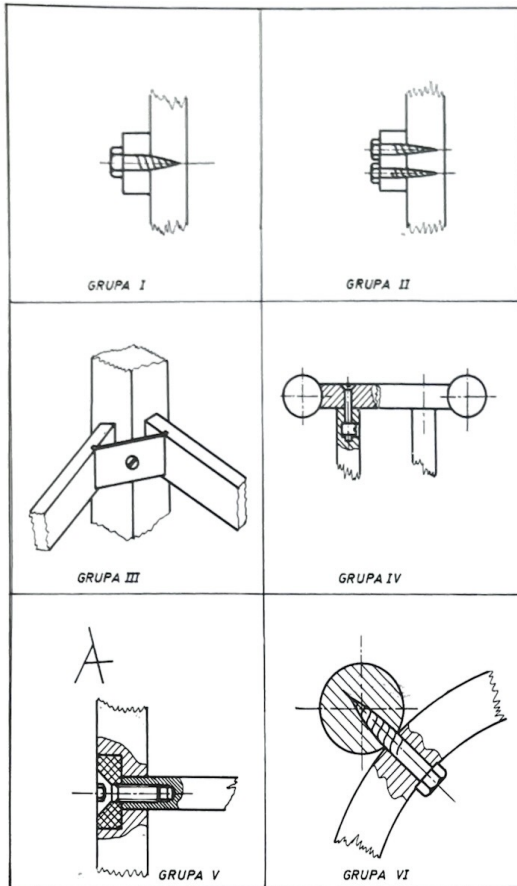
U današnje vrijeme, kod modernog komponentnog namještaja upotrebljava se većinom demontažni okov. Kod ostalog namještaja upotreba varira prema namjeni namještaja.

Analizirajući kvalitetu namještaja sa stanovišta spojeva, a time i čvrstoće namještaja, prednost ima montažni okov.

Prednosti — namještaj ne zauzima puno mjesta u skladištu, — lak transport namještaja, — jednostavna ugradnja, — montažu namještaja može obaviti i nestručno lice, — višestruka montaža i demontaža, čine da se demontažni okov više primjenjuje.

U ovom izlaganju razmatra se utjecaj okova na kvalitetu stolica. Stolica je poslije namještaja za ležanje najopterećeniji dio namještaja. S obzirom na čestu upotrebu, njena kvaliteta u pogledu čvrstoće mora biti na velikoj visini. Ispitivanje

* Ova istraživanja vršena su u Institutu za drvo — Zagreb u Laboratoriju za ispitivanje namještaja u okviru znanstveno-istraživačkog zadatka 6.6.4.2 »Istraživanje faktora kvalitete namještaja« koji financira SIZ IV i Opće udruženje šumarstva i drvne industrije SRH.



Slika 1. Vrste stražnjih spojeva stolica riješenih vijkom.

Picture 1. Types of rear joints on chairs jointed by screws.

stolica u Institutu za drvo u Zagrebu (Laboratorij za ispitivanje kvalitete namještaja) pokazalo je da čvrstoća stolice ovisi pretežno o načinu kako je riješen spoj bočnog poveznika sa stražnjim nogama. Ako je taj spoj riješen na odgovarajući način, tada stolica dobiva visoku ocjenu za čvrstoću, odnosno izdržljivost konstrukcije. Ti spojevi kod stolice riješeni su obično na sljedeće načine:

- čepom,
- moždanikom,
- vijkom,
- kombinacija prethodnih načina,
- kod metalnih stolica zavareni spoj.

Kod stolica gdje je spoj riješen čepom ili moždanikom najčešće greške su: premalena dubina čepa ili moždanika, te slaba oblijepljenost spoja. To smanjuje nosivu površinu, pa dolazi do izvlačenja čepa ili moždanika iz rupe. događa se i to da elementi spoja (noga, poveznik, čep — moždanik) imaju veliku razliku u vlažnosti, te nakon klimatizacije spoj se rasuši, a ljepilo nije u mogućnosti takav spoj zadržati kompaktnim. Kod stolica izrađenih od metala najčešći uzrok loma

spoja zadnjih nogu s nosačem sjedala jest nedovoljna površina zavarenog spoja. Spoj se ne zavara sa svih strana, ili je konstrukcija stolice tako riješena da je var najnezgodnije opterećen (torzija ili savijanje).

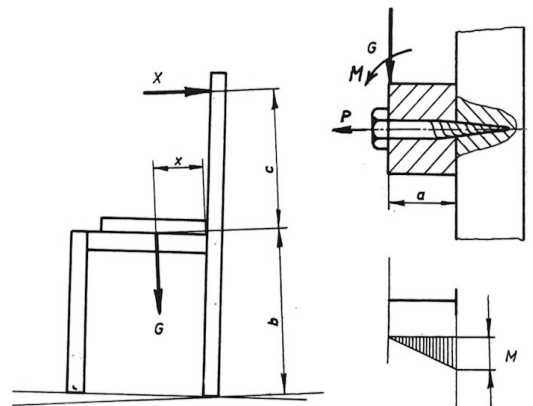
2.0 Ispitivanje spojeva s vijkom

Izvršena ispitivanja spoja kod stolica koji je ostvaren vijkom imala su cilj da se iznađe takav spoj koji bi zadovoljavao kriterij JUS-a za najvišu kvalitetu stolice.

Stolice kod kojih je spoj izveden vijkom grupiraju se u 6 grupa prema slici 1. Grupu I čine stolice u kojih je spoj zadnje noge i nosača sjedala riješen s jednim vijkom, grupu II spoj s dva vijka, grupu III spoj čep ili moždanik pojačan veznim limom i vijkom, grupu IV čine stolice koje se isporučuju u demontažnom stanju, grupu V sklopive stolice i grupu VI stolice od savijelog drva.

Uzorci stolica kod ovih ispitivanja imali su spoj riješen kao u grupi I, slika 1. Ispitivanja su vršena u stroju za ispitivanje stolica prema propisu JUS-a.

U stroju za ispitivanje koji simulira opterećenja za vrijeme eksploatacije stolice, spoj je bio opterećen složenim naprezanjima (vidi sliku 2). Još prije opterećenja stolice u stroju, vijak je bio opterećen vlačnim naprezanjima uslijed pritezne sile. Puštanjem stroja u rad vijak je nizmjenice opterećivan na vlak i savijanje.



Slika 2. Način opterećivanja stolice i vijka kod ispitivanja.

Picture 2. Method of loading chairs and screws in testing.

Budući da su ta naprezanja promjenjiva i ciklička, dolazi do zamora materijala, jer je opterećenje dugotrajno 10^5 ciklusa. Ne smije se ispustiti iz vida da, zbog promjene presjeka vijka (na rez), dolazi do pojave koncentracije naprezanja na tom kritičnom dijelu vijka. Proračun prisutnih naprezanja izvršit će se posebno za savijanje i vlak uslijed pritisne sile. Za proračun je uzet vijak izrađen od čelika čvrstoće na vlak $\sigma_{dop} = 300 \text{ N/mm}^2$.

2.1 Naprezanje uslijed pritiskne sile

Kod montaže stolice vijak se uvrće u drvo da bi se postigao čvrst spoj dodatnom silom. Ova sila u vijku stvara vlačna naprezanja koja se ne smiju zanemariti. Ta sila iznosi $P \approx 250$ N. Čvrstoća na vlak izračunava se iz izraza:

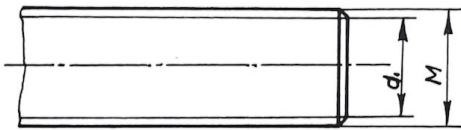
$$\sigma = \frac{P}{A}$$

P — sila N
 A — površina presjeka vijka mm^2
 σ — naprezanje u N/mm^2

$$A = \frac{d^2 \pi}{4} \text{ — za kružni presjek;}$$

d — treba uvrštavati iz tablica za navoj d_1 , slika 3. Nakon uvrštavanja poznatih podataka i sređivanja izraza za čvrstoću, dobije se da promjer vijka treba iznositi

$$d_1 = 1,03 \text{ mm}$$



Slika 3. Mjere vijka
 Picture 3. Screw dimension

2.2 Naprezanje uslijed momenta sile

Kada se stolica osloni na zadnje noge (kod ljuljanja), tada se u spoju na okviru sjedala javlja moment sile. Njega uzrokuje opterećenje stolice koje nastoji izvući vijak iz stražnje noge, a u vijku se javljaju vlačna naprezanja. Opterećenje kod ispitivanja stolice iznosi 700 N. Budući da se kod ispitivanja i u eksploataciji stolica opterećuje u veoma kratkom vremenskom intervalu, to se opterećenje može smatrati udarnim. Kod proračuna se zbog toga sila povećava za 50%.

$$M = G \cdot l \cdot 1,5$$

M — moment savijanja
 G — opterećenje stolice
 l — krak sile

$$M_1 = \frac{M}{2} = 105 \text{ kN} \cdot \text{mm}$$

Pošto se moment prenosi na dva spoja, računa se s pola momenta.

Zbog nagle promjene presjeka, moment se povećava za faktor $\beta_{ks} = 1,36$ koji se dobiva iz tablice, a uzima se odnos

$$\frac{d_1}{\rho}$$

gdje je d_1 promjer vijka, a ρ zakrivljenost u kori-jenu navoja.

$$M = M_1 \cdot \beta_{ks} = 142,6 \text{ kN} \cdot \text{mm}$$

Da bi se dobila vlačna sila u vijku uslijed momenta, moment treba podijeliti s visinom na kojoj je uvrnut vijak u okvir stolice, i ta visina iznosi 20 mm.

$$P_1 = \frac{M}{20} = 7,14 \text{ kN} = 7140 \text{ N}$$

Daljnijim uvrštavanjem u poznati izraz dobiva se $d_1 = 5,504$ mm

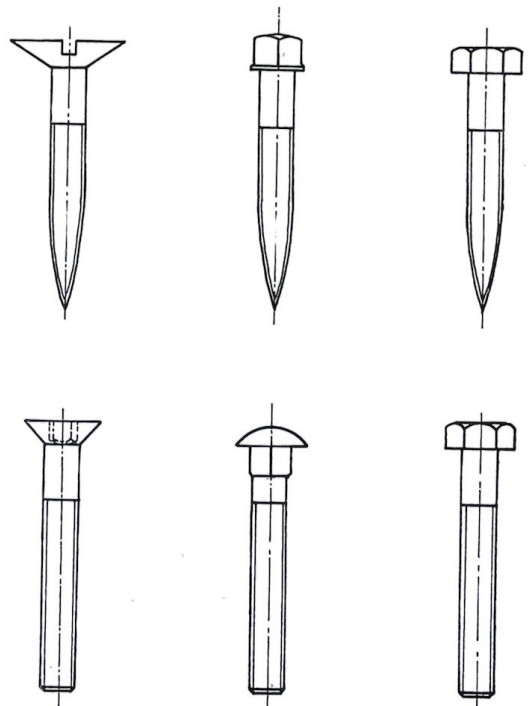
Budući da sva ta naprezanja djeluju istovremeno, treba ih zbrojiti da bi se dobio ukupni promjer vijka

$$\begin{aligned} A &= A_1 + A_2 \\ A_1 &= 0,833 \text{ mm}^2 \\ A_2 &= 23,7928 \text{ mm}^2 \\ A &= 24,626028 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Iz toga izlazi da je ukupni promjer vijka $d_{1\text{upk}} = 5,5995$ mm

Iz tablice za $d_{1\text{upk}}$ odgovara navoj M7 s promjerom $d_1 = 5,773$ mm.

U proizvodnji stolica upotrebljavaju se različiti tipovi vijaka koji su prikazani na slici 4. Pri rješavanju problema spoja s vijkom ustanovljeno je da su lomovi nastali najčešće na prvom navoj uvrnutom u drvo ili u maticu gdje je vi-



Slika 4. Tipovi vijaka koji se primjenjuju u industriji stolica.
 Picture 4. Types of screws used ind industry of chairs.

jak prolazio kroz nogu, a učvršćivao se pomoću matice. To je sasvim razumljivo jer je i opterećenje, a time i naprezanje, najveće na tom mjestu vijka. Pažljivim proučavanjem presjeka loma vijka na tom mjestu, ustanovljeno je da su lomovi nastali zbog tri razloga:

- 1 — greške u materijalu
- 2 — zamora materijala
- 3 — premaleni dimenzija vijaka

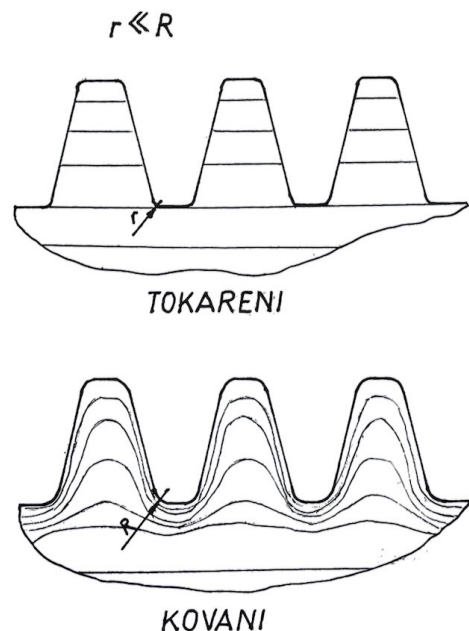
2.11 Greške u materijalu

Greške u materijalu su najrjeđi slučajevi koji se javljaju kod loma vijka. Pod greškom materijala podrazumijeva se greška koja je nastala prilikom proizvodnje vijka, kao npr. napuklina, ostatak šljake u materijalu i drugo. Ti lomovi nastaju na početku ispitivanja jer je nosivost vijka u tom slučaju smanjena. Te se greške ne mogu kontrolirati u industriji stolica.

2.12 Zamor materijala

Tokom ispitivanja i u upotrebi stolice, vijci su podvrgnuti dinamičkim opterećenjima. Ta opterećenja uzrokuju zamor materijala, pa ako dimenzije vijka nisu povećane za faktor dinamičnog opterećenja, tada neminovno dolazi do loma vijka.

Na vijku je narezan navoj, i, zbog promjene presjeka, javljaju se mjesta koncentracije naprezanja koja su vrlo opasna kod dinamičnog opterećenja. Tako je koeficijent zareznog djelovanja 4 puta veći kod dinamičnog nego kod statičkog opterećenja za isti narez.



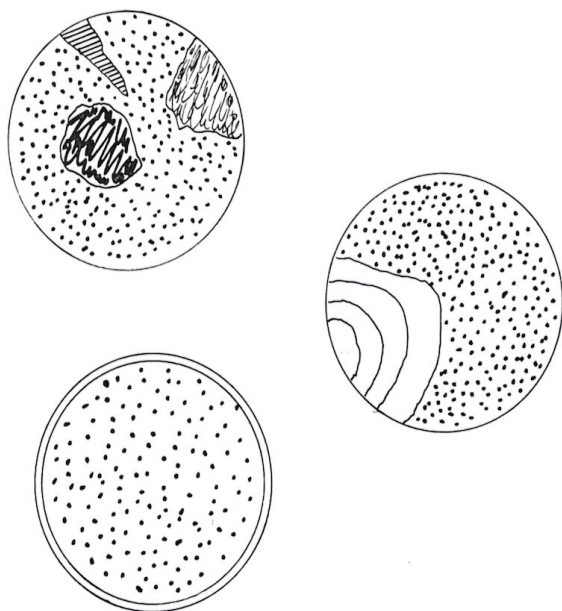
Slika 5. Konstruktivne razlike tokarenog i kovanog vijka.

Picture 5. Structural differences between turned and wrought screw.

Potrebno je naglasiti da ne treba ispustiti iz vida da li je vijak izrađen kovanjem ili tokarenjem. Vijak izrađen kovanjem povoljniji je za ispitivani spoj. Ako se usporede ta dva tipa vijaka, tada će vijak izrađen kovanjem imati 20% veću čvrstoću od vijka izrađenog tokarenjem zbog tzv. efekta očvršćenja materijala prilikom plastične deformacije. Na slici 5. prikazani su takvi vijci. Iz slike se vidi da vijak izrađen kovanjem ima u korijenu navoja veći radius nego vijak izrađen tokarenjem. Materijal koji se upotrebljava za automate na kojima se izrađuju vijci, zbog velike brzine obrade, sadrži u sebi veći postotak fosfora i sumpora, da bi bila krhkija strugotina. To je nepovoljno za vijak, jer se tada u korijenu navoja javljaju pukotine koje su mjesta koncentracije naprezanja i mjesta loma. Shematski je na sl. 5 prikazano da su kod vijka izrađenog kovanjem, ako strukturu prikažemo kao vlaknastu, ta vlakanca koncentriranija na kritičnom presjeku, te mogu podnijeti veća naprezanja. Kod tokarenog vijka ta vlakanca su prerezana, i struktura nije toliko homogena. Vijci izrađeni kovanjem dovoljne su kvalitete izrade da bi se mogli primjenjivati u industriji stolica.

2.13 Premalene dimenzije vijaka

Lomovi nastali zbog premalih dimenzija vijaka nastaju kod malog broja ciklusa. Taj vijak nije dimenzioniran ni da podnese statička opterećenja. Takvi slučajevi se rijetko dešavaju, a razlog im je taj što se vijci ne proračunavaju, već se određuju približno, prema nahođenju konstruk-

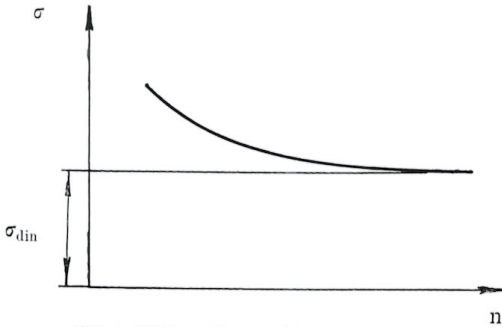


Slika 6. Lomovi vijaka kod ispitivanja.

Picture 6. Breakages of screws in testing.

tora. Na slici 6. prikazani su lomovi nastali iz ova tri razloga, i jasno se vidi da se na vijku lako može raspoznati razlog loma.

Budući da su se utvrdili razlozi lomova vijaka, moglo se prići rješavanju problema spoja s vijkom. Zamor materijala prikazan je na Wöhlerovu dijagramu u slici 7. Iz dijagrama se vidi da, što



Slika 7. Wöhlerov dijagram (dinamičke čvrstoće).
Picture 7. Wöhler's diagram (of dynamic strength).

je broj ciklusa veći, to je dinamička čvrstoća manja do određene granice. Kada broj ciklusa naraste preko 10^7 ciklusa, tada čvrstoća postane konstantna i može se izračunati po empirijskoj formuli

$$\sigma_{din} = (0,4 - 0,5) \sigma_{dop}$$

Uzorak kod ovih istraživanja bio je ispitivan s 10^5 ciklusa, te se može uzeti da je dinamička čvrstoća

$$\sigma_{din} = 0,65 \sigma_{dop}$$

$$\sigma_{din} = 0,65 \cdot 300 = 195 \text{ N/mm}^2$$

Znači da treba povećati promjer vijka zbog smanjenja čvrstoće materijala. Izračunavanjem iz poznate formule za promjer dobije se da je

$$d_1 = 6,9453 \text{ mm}$$

Za taj promjer odgovara navoj iz tablice M 10.

3.0 Diskusija rezultata istraživanja

Budući da se u stolicu ne može ugraditi tako veliki navoj zbog dimenzije noge, vršena su ispitivanja da se spoj riješi s dva vijka kao u grupi II (sl. 1), i to jedan iznad drugog. Svrha primjene dva vijka jest da svaki vijak preuzme svoje opterećenje i sprečava savijanje vijka u dva smjera kod ljuljanja stolice. Time se izbjegava zamor materijala. Ispitivanja su pokazala da dva vijka M 7 izdrže isto toliko koliko i jedan vijak M 10.

U skladu s gornjim razmatranjima, treba istaknuti da su ispitivanja vršena s navojem vijka metrički mnormalnim, te da vijci koji se uvrću u nogu bez matice imaju drukčiji navoj. Kod toga se misli na odnos d_1 i oznaku M.

Primjenom dva vijka postiglo se da je stolica izdržala preko 60000 ciklusa, što odgovara kriteriju JUS-a za »posebno visoku kvalitetu«. To je i bio krajnji cilj ovih istraživanja.

Ujedno se navedenim primjerom htjelo pokazati koliko stvarno okov utječe na kvalitetu namještaja. Njegovo značenje i karakteristike trebale bi se poznavati kod konstruiranja radi izdržljivosti. Estetske i ekonomske komponente okova, prema tome, ne mogu biti jedini pokazatelj njihove vrijednosti i upotrebljivosti.

LITERATURA

- [1] BAZIJANAC, D.: Nauka o čvrstoći. Zagreb, Tehnička knjiga, 1968.
- [2] KRAUT, B.: Strojarski priručnik. Zagreb, Tehnička knjiga, 1970.
- [3] HRIBAR, I.: Plastična obrada materijala. Zagreb, 1976.
- [4] * * * : Podaci o ispitivanju stolica iz Laboratorija za ispitivanje kvalitete namještaja — Institut za drvo — Zagreb.

Recenzent: prof. dr B. Ljuljka