

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA

Ústav nábytku, designu a bydlení

**Porovnání pevnosti konstrukce jídelních stolů bez lubů a průhybu
horních desek**

Diplomová práce

(Počet příloh: 38)

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že som túto prácu: **Porovnaní pevnosti konstrukce jídelních stolů bez lubů a průhybu horních desek** vypracoval samostatne a všetky použité pramene a informácie sú uvedené v zozname použitej literatúry. Súhlasím, aby moja práca bola zverejňovaná v súlade s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v znení neskorších predpisov a v súlade s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Som si vedomý, že sa na moju prácu vzťahuje zákon č.121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brne má právo na uzavretie licenčnej zmluvy a použitie tejto práce ako školského diela podľa § 60 ods. 1 Autorského zákona.

Ďalej sa zaväzujem, že pred podpísaním licenčnej zmluvy o využití diela inou osobou (subjektom) si vyžiadam písomné stanovisko univerzity o tom, že predmetná licenčná zmluva nie je v rozpore s oprávnenými záujmami univerzity a zaväzujem sa uhradiť prípadný príspevok na úhradu nákladov spojených so vznikom diela, a to až do ich skutočnej výšky.

V Brne, dňa 5. apríla 2016

.....

podpis

Pod'akovanie

Na tomto mieste by som chcel poďakovať všetkým, ktorí mi pomáhali pri tvorbe tejto práce: v prvom rade môjmu vedúcemu práce Ing. Zdeňkovi Holoušovi, Ph.D. za pripomienky a rady, ktoré mi poskytol počas tvorby práce, Ing. Josefovi Hlavatému, Ph.D. za pomoc pri skúšaní stolov, firme Karpiš Nábytok s.r.o. za poskytnutie materiálu a strojov pre tvorbu stolov pre účely tejto diplomovej práce, mojej priateľke, rodine a kamarátom, ktorí ma podporovali.

ABSTRAKT

Meno autora: Bc. Tomáš Pipíška

Názov diplomovej práce: Porovnanie pevnosti konštrukcie jedálenských stolov bez lubu a priehybu horných dosiek

Táto práca je zameraná na overenie tuhosti konštrukcie a priehybu stolovej dosky. Podľa rešerše bolo navrhnutých päť typov stolov s rozdielnymi konštrukčnými riešeniami. Pre tieto stoly bola spracovaná výkresová dokumentácia a následne boli stoly skúšané v Skúšobni nábytku. Podľa platných noriem bola realizovaná vodorovná skúška trvanlivosti a tuhosti, skúška zvislým rázom, prehnutie stolovej dosky a výchylka stolových nôh podľa Eckelmana. V závere práce bol vypracovaný návrh na zlepšenie tuhosti stolu a zníženie prehnutia stolovej dosky spolu s výkresovou dokumentáciou týchto riešení. Vedenie firmy, v ktorej boli stoly vyrábané, zvažuje aplikáciu jednotlivých konštrukčných princípov vo výrobe stolov bez lubu.

Kľúčové slová: jedálenské stoly, konštrukčné riešenie, konštrukčné spoje, tuhosť, stôl

ABSTRACT

Author: Bc. Tomáš Pipiška

Title of the diploma thesis: Comparison of strength the construction dining tables without frame and table top deflection

This study aims to verify the stiffness of the structure and table top deflection. According to the research five types of tables with different structural design were designed. The drawings for these tables were drafted and tables were tested in the Furniture testing laboratory. According to current standards, a horizontal durability test was conducted and subsequent detection of stiffness, test of vertical impact, table top deflection and table legs variation by Eckelman. In conclusion a draft to improve the stiffness of the structure of tables and minimize table top deflection was developed together with drawing documentation of the proposed solutions. Management of the company in which they were produced tables contemplates the application of the various design principles in the production of tables without frame.

Key words: dining tables, structural design, structural joint, stiffness, table

Obsah

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | Úvod | 8 |
| 2. | Cieľ a postup práce | 9 |
| 2.1. | Cieľ práce | 9 |
| 2.2. | Postup práce | 9 |
| 3. | Súčasný stav riešenej problematiky..... | 10 |
| 3.1. | Konštrukčné spojenie nohy a stolovej dosky | 10 |
| 3.1.1. | Nedemontovateľné spoje | 10 |
| 3.1.2. | Demontovateľné spoje | 12 |
| 3.2. | Zabránenie priehybu v pozdĺžnom smere | 21 |
| 3.3. | Zabránenie priehybu v priečnom smere..... | 23 |
| 3.4. | Funkčné rozmery jedálenských stolov | 27 |
| 3.5. | Bezpečnostné požiadavky | 28 |
| 3.6. | Všeobecné požiadavky na konštrukciu | 29 |
| 3.7. | Požiadavky na pevnosť a trvanlivosť | 30 |
| 3.8. | Návod na použitie | 30 |
| 4. | Metodika..... | 31 |
| 4.1. | Popis vzoriek | 31 |
| 4.2. | Kalkulácia materiálových nákladov na výrobu vzoriek..... | 34 |
| 4.3. | Použité prístroje a normy | 34 |
| 4.4. | Obecné podmienky skúšania | 35 |
| 4.4.1. | Predbežná príprava | 35 |
| 4.4.2. | Použitie zaťažovacích síl | 35 |
| 4.4.3. | Povolené odchýlky..... | 35 |
| 4.5. | Vodorovná skúška trvanlivosti a tuhosti | 36 |
| 4.5.1. | Všeobecne..... | 36 |
| 4.5.2. | Vodorovná skúška trvanlivosti | 36 |

| | | |
|--------|--|----|
| 4.5.3. | Tuhosť konštrukcie | 37 |
| 4.6. | Skúška zvislým rázom..... | 39 |
| 4.7. | Prehnutie dosky stolu | 40 |
| 4.8. | Výchylka stolových nôh podľa Eckelmana..... | 41 |
| 5. | Vyhodnotenie | 42 |
| 5.1. | Vodorovná skúška trvanlivosti..... | 42 |
| 5.2. | Tuhosť konštrukcie | 43 |
| 5.3. | Skúška zvislým rázom..... | 69 |
| 5.4. | Prehnutie dosky stolu | 70 |
| 5.5. | Výchylka stolových nôh podľa Eckelmana..... | 71 |
| 6. | Návrh na zlepšenie tuhosti stolu..... | 74 |
| 7. | Diskusia | 76 |
| 8. | Využitie výsledkov v praxi..... | 81 |
| 9. | Záver..... | 82 |
| 10. | Summary..... | 83 |
| 11. | Zoznam literatúry | 84 |
| 11.1. | Knižné zdroje | 84 |
| 11.2. | Internetové zdroje..... | 84 |
| 11.3. | Normy | 85 |
| 12. | Zoznam obrázkov | 86 |
| 13. | Zoznam tabuliek | 88 |
| 14. | Prílohy k práci | 89 |
| 14.1. | Výkresová dokumentácia skúšaných vzoriek | 89 |
| 14.2. | Výkresová dokumentácia návrhu na zlepšenie | 90 |

1. ÚVOD

Kedysi dávno ľudia žiaden jedálenský stôl nepotrebovali, pretože sa jedlo konzumovalo priamo pri jeho príprave na ohni. Avšak teraz je jedálenský stôl už dlhé roky nenahraditeľnou súčasťou našich príbytkov. Niektorí ľudia ho však stále považujú za zbytočný a jedávajú pri konferenčnom stolíku v obývacej izbe. Našťastie je týchto ľudí málo a väčšina z nás potrebuje jedálenský stôl podľa svojich predstáv.

Každý človek má inú predstavu o tvare stola. Niektorí chcú okrúhly stôl, pri ktorom majú ľudia rovnocenné pozície pri stolovaní, iní zase obdĺžnikový kde sa upevňuje postavenie osoby sediacej v čele stola.

V mnohých domácnostiach sa jedálenský stôl považuje za dominantu celého domu a realizuje sa pri ňom množstvo činností od učenia detí, práce na notebooku, prijímanie návštev až po tú najdôležitejšiu, ktorou je stravovanie celej rodiny.

Rozmanitosť štýlov interiéru sa prejavuje aj v konštrukcii stola. Niektorí uprednostňujú stôl s centrálnou nohou, iní vzhľadom k malej veľkosti jedálne stôl výklopný, početné rodiny stôl rozťahovací s rôznymi variantmi rozťahovania, alebo klasický stôl s rámom a nohami. V súčasnosti sa stáva modernou konštrukcia stola bez ľubov a teda stôl zložený iba zo štyroch nôh a stolovej dosky. Mnohí designéri a konštruktéri vymýšľajú takéto typy stolov, ktoré sú však spojené s určitými konštrukčnými problémami. Týmito problémami môže byť nízka tuhosť stolu alebo priehyb stolovej dosky, pretože v stole nie je použitý rám. Zabezpečenie dostatočnej tuhosti stolu a minimálneho priehybu stolovej dosky vyžaduje použitie rôznych konštrukčných spojov a stolového kovania.

2. CIEĽ A POSTUP PRÁCE

2.1. Cieľ práce

V práci je spracovaná rešerš konštrukčných spojov pre stoly bez lubu z hľadiska tuhosti a konštrukčných princípov na zabránenie priehybu stolovej dosky. Na základe rešerše sú vybraté jednotlivé typy spojov nohy so stolovou doskou a konštrukčných princípov na zabránenie priehybu stolovej dosky a je vypracovaná výkresová dokumentácia pre výrobu jednotlivých typov stolov. Cieľom práce je overenie trvanlivosti a tuhosti stolov vo vodorovnom smere, priehybu stolovej dosky, rázovou skúškou a výchylkami nôh v Skúšobni nábytku. Následne je spracovaný návrh na zlepšenie tuhosti konštrukcie stolu a je vyhodnotenú uplatnenie v praxi.

2.2. Postup práce

V prvej časti tejto práce sú zhromaždené teoretické poznatky o konštrukčných spojoch pre stoly bez lubu v konštrukcii a konštrukčné princípy zabránenia priehybu stolovej dosky v pozdĺžnom a priečnom smere. Ďalej sú spracované rozmerové a funkčné požiadavky na bytové stoly. Na základe týchto poznatkov boli navrhnuté stoly pre skúšky v Skúšobni nábytku.

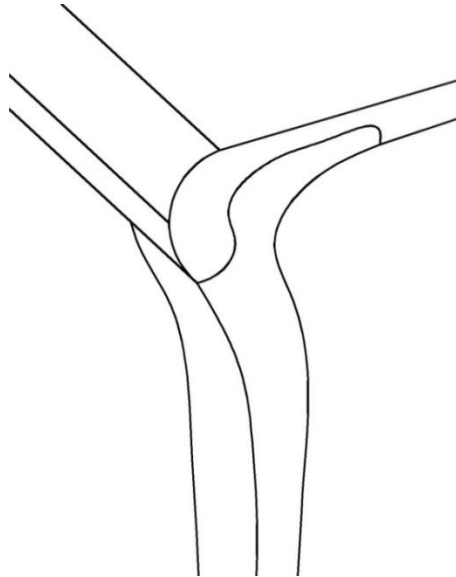
Druhá časť obsahuje výkresovú dokumentáciu potrebnú k výrobe jednotlivých typov stolov, ktoré boli podrobené skúškam v Skúšobni nábytku. Bola realizovaná vodorovná skúška trvanlivosti a tuhosti, skúška priehybu stolovej dosky v pozdĺžnom a priečnom smere, rázová skúška a výchylka stolových nôh. Výsledky skúšok boli vyhodnotenú podľa platných noriem. Po skúškach bol vypracovaný návrh na zlepšenie tuhosti stola a zmenšenie priehybu stolovej dosky pre skúšané stoly.

3. SÚČASNÝ STAV RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

3.1. Konštrukčné spojenie nohy a stolovej dosky

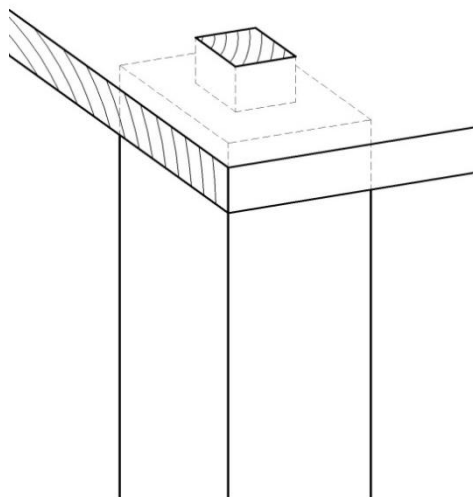
3.1.1. Nedemontovateľné spoje

- Spojenie nohy so stolovou doskou pomocou tvarového preplátovania a lepidla (viď Obr. 1). (Lommi 2016)



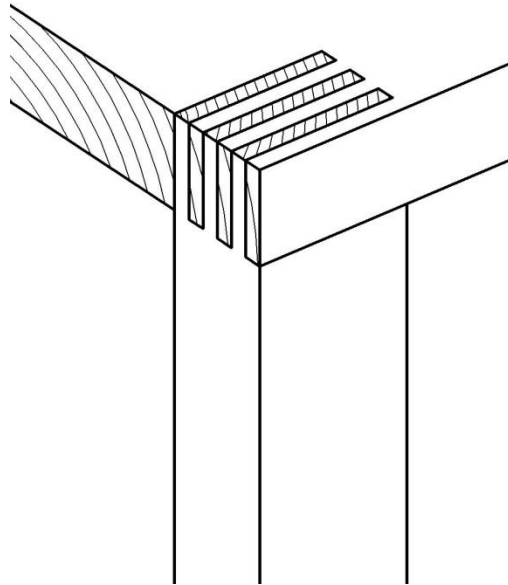
Obr. 1 Spojenie pomocou tvarového preplátovania (Lommi 2016)

- V stolovej doske je vytvorený priebežný dlab a na vrchnej strane nohy je rovnako veľký čap zapadajúci do dlabu. Spojenie je pomocou lepidla (viď Obr. 2). (Joščák 2014)



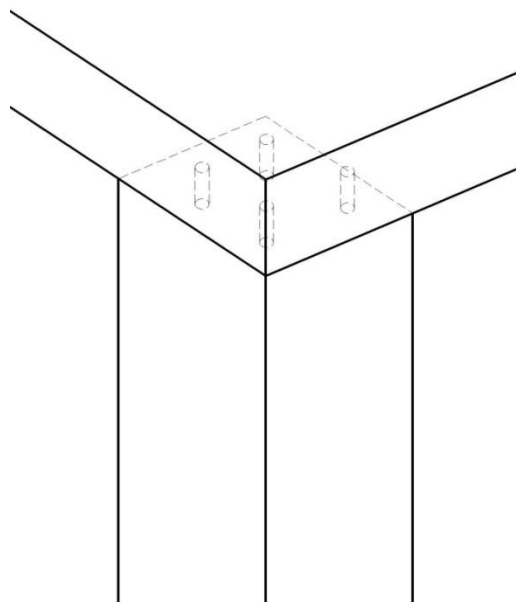
Obr. 2 Spojenie pomocou priebežného dlabu a čapu (Joščák 2014)

- Stolová doska a vrchná časť nohy je opatrená priebežným viacnásobným čapom a rozčapom. Čap a rozčap do seba zapadá a je spojený lepidlom (viď Obr. 3). (Spannagel 2012)



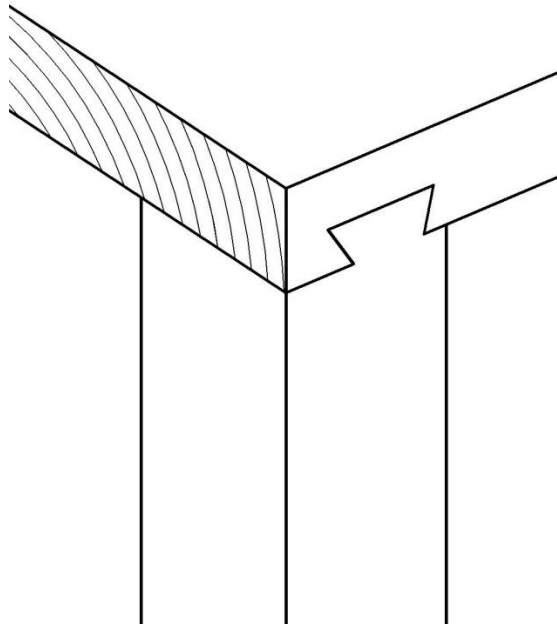
Obr. 3 Spojenie viacnásobným čapom a rozčapom (Pracht 1992)

- Spojenie pomocou drevených kolíkov umiestnených v čele nohy a ploche stolovej dosky. Kolíky sú upevnené v otvoroch čela nohy a stolovej dosky pomocou lepidla (viď Obr. 4). (Nutsch 2003)



Obr. 4 Spojenie pomocou drevených kolíkov (Nutsch 2003)

- Spojenie pomocou zvlaku umiestneného na čele nohy a zvlakovej drážky v stolovej doske. Po nanosení lepidla do zvlakovej drážky sa zasunie noha na svoje miesto (viď Obr. 5). (Nutsch 1978)



Obr. 5 Zvlakové spojenie nohy so stolovou doskou (Nutsch 1978)

3.1.2. Demontovateľné spoje

- Priestorový uholník je upevnený pomocou skrutiek do dreva na dve vnútorné strany nohy stolu. Následne je uholník s nohou skrutkami do dreva upevnený k stolovej doske (viď Obr. 6). (Joščák 2014)



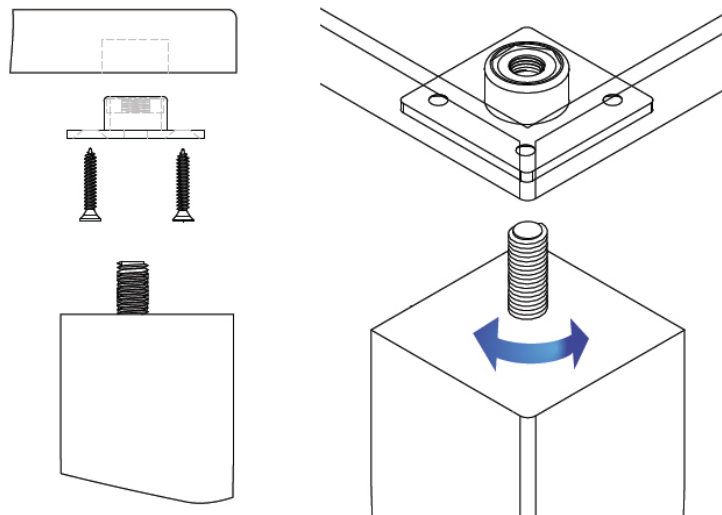
Obr. 6 Priestorový uholník (Joščák 2014)

- V stolovej doske je zafrézovaný priestorový uholník a upevnený pomocou skrutiek do dreva. V nohe je umiestnená valčeková matica s protikusom pod uhlom 90°. Cez otvory v priestorovom uholníku sa skrutkami do valčekových matíc dotiahne noha a následne sa dotiahne poistná euroskrutka (viď Obr. 7). (Meyer 2016)



Obr. 7 Ineck firma Meyer (Meyer 2016)

- Na montážnej podložke je umiestnená matica so schopnosťou nastavenia nohy do správnej pozície. Montážna podložka je upevnená k stolovej doske pomocou skrutiek do dreva. V nohe je kombinovaná skrutka M8 alebo M10 podľa typu matice (viď Obr. 8). (Siso 2016)



Obr. 8 Montážna podložka firmy KEA (Siso 2016)

- Montážna podložka s čapom je umiestnená pomocou skrutiek do dreva do stolovej dosky. V nohe je trubkový protikus upevnený pomocou euroskrutky. Následné sa zaistí čap v trubkovom protikuse proti pohybu pomocou nastavovacej skrutky. Po dotiahnutí je možnosť pootočenia nohy do správnej polohy (viď Obr. 9). (Meyer 2016)



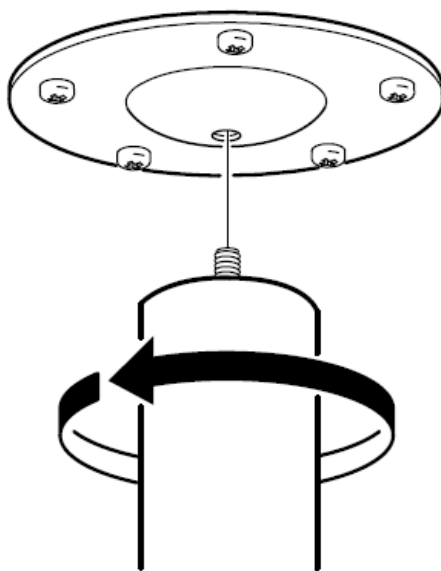
Obr. 9 Fixissimo firma Meyer (Meyer 2016)

- V stolovej doske je umiestnená špeciálna závrtná matica. V nohe je magnetická skrutka v puzdre, ktorá sa po priložení rotujúceho montážneho magnetu zaskrutkuje do závrtnej matice (viď Obr. 10). (Lamello 2016)



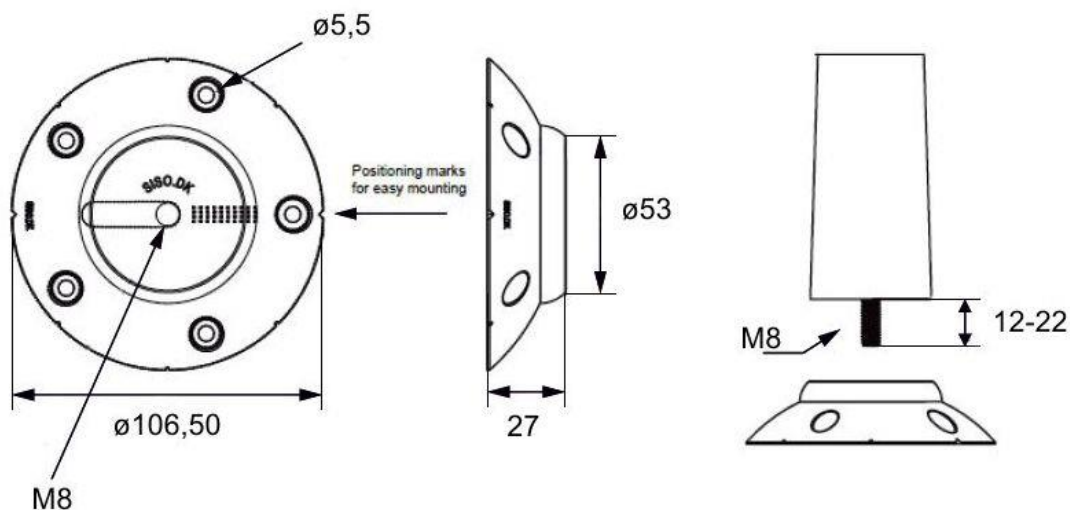
Obr. 10 Invis systém firma Lamello (Lamello 2016)

- Ocel'ová montážna podložka so závitom M8 uprostred je pripevnená pomocou skrutiek do dreva do stolovej dosky. V nohe je umiestnená kombinovaná skrutka M8 a následne je noha namontovaná do montážnej podložky. Spoj je vhodný len pre valcové nohy vzhľadom k nemožnosti ovplyvnenia polohy stolovej nohy po dotiahnutí (vid' Obr. 11). (Ikea 2016)



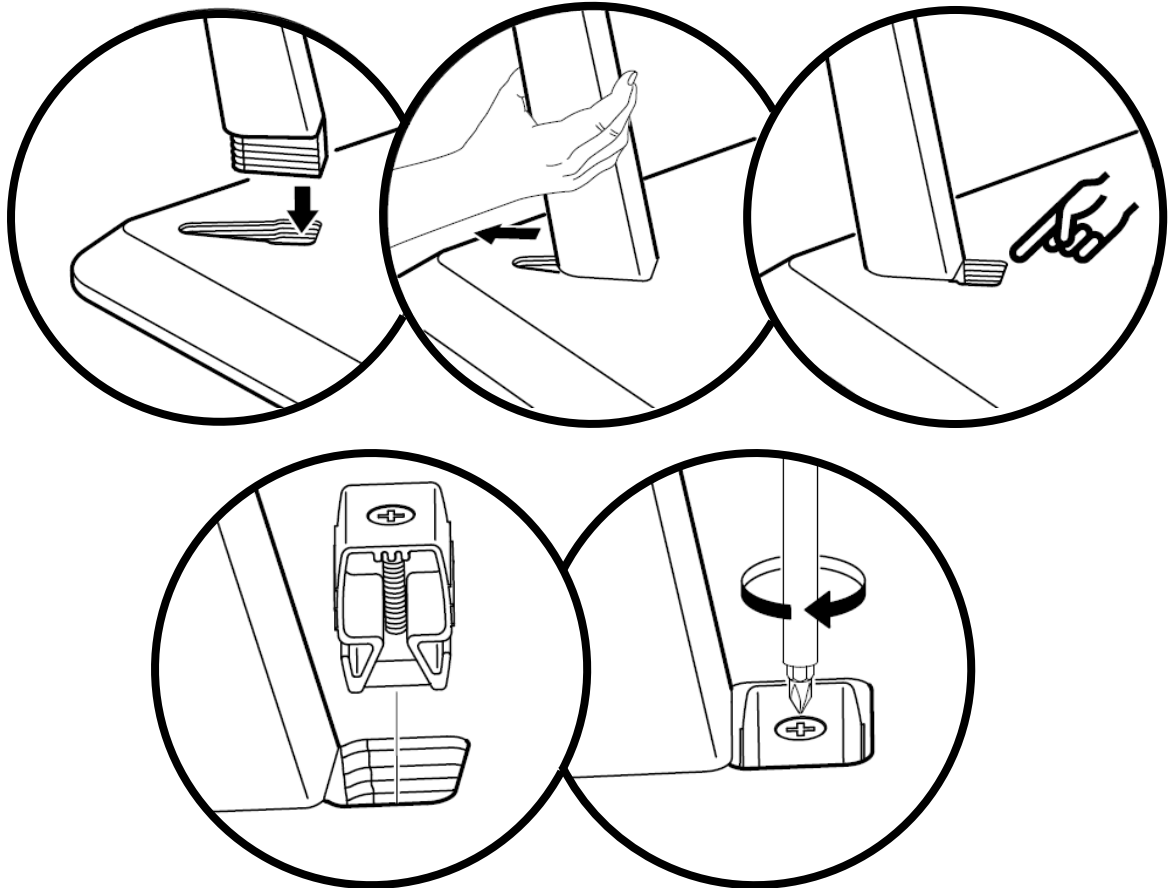
Obr. 11 Montážna podložka Adils firmy IKEA (Ikea 2016)

- Držiak stolovej nohy je upevnený k stolovej doske pomocou skrutiek do dreva. V stolovej nohe je kombinovaná skrutka M8. Držiak stolovej nohy umožňuje naklopenie nohy pod uhlom 0-20° (vid' Obr. 12). (Siso 2016)



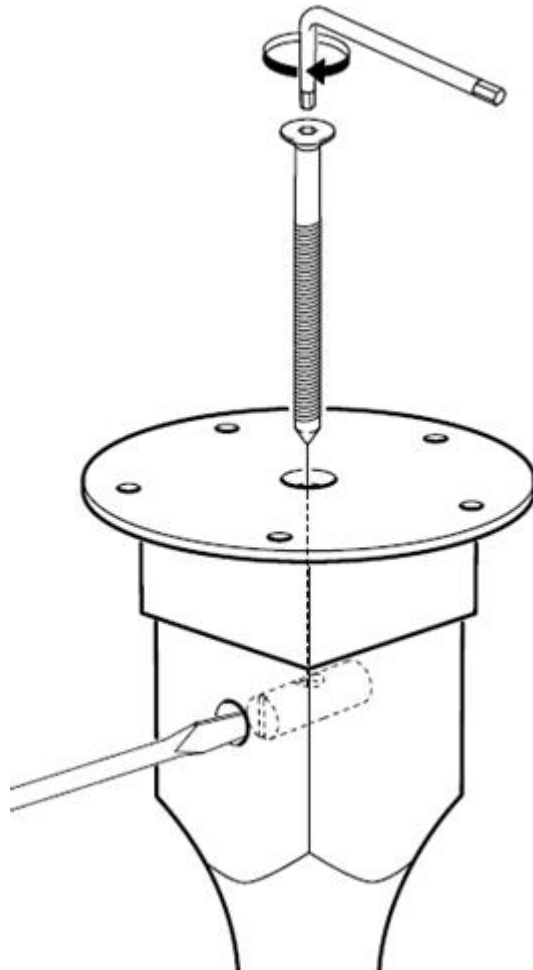
Obr. 12 Uholový držiak stolovej nohy Twister (Siso 2016)

- Noha je na konci opatrená zvlakovou polodrážkou a v stolovej doske je vytvorená kapsa pod rovnakým uhlom ako zvlaková polodrážka na nohe. Noha sa nasadí do kapsy a zasunie v smere k okraju stola. Následne sa pomocou rozperného kovania noha zafixuje v kapsy (viď Obr. 13). (Ikea 2016)



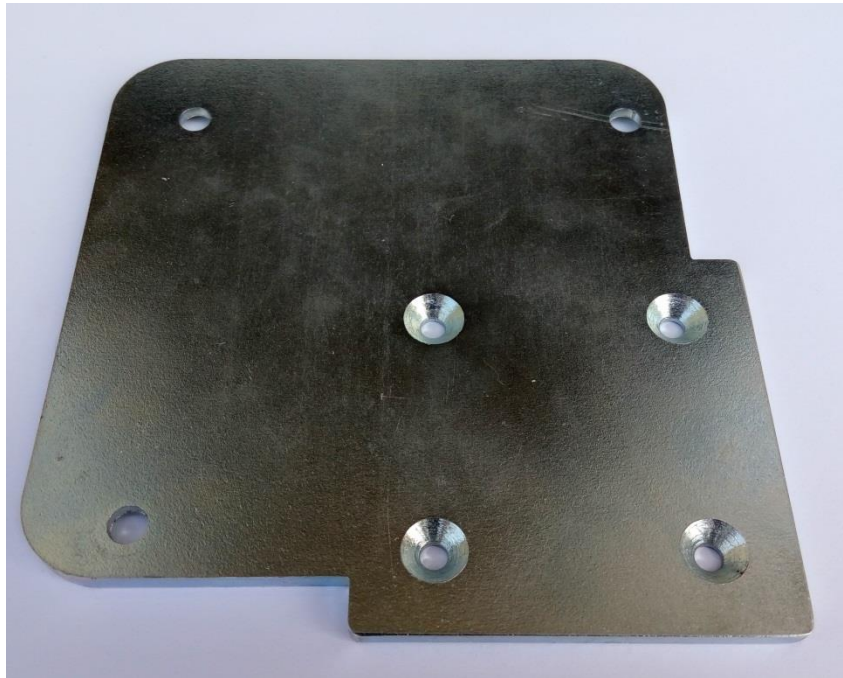
Obr. 13 Konštrukcia Lisabo firmy IKEA (Ikea 2016)

- Montážna podložka je umiestnená pomocou skrutky cez valčekovú maticu k nohe, pričom spodná časť montážnej podložky má priestor pre vrchnú časť nohy. Noha s montážnou podložkou je potom upevnená pomocou skrutiek do dreva k stolovej doske (viď Obr. 14). (Ikea 2016)



Obr. 14 Montážna podložka Nipen firma IKEA (Ikea 2016)

- Tvarová montážna podložka je pripevnená k nohe pomocou skrutiek do dreva. K stolovej doske je umiestnená montážna podložka pomocou skrutiek M6 a závrtných matic (viď Obr. 15). (Karpíš 2016)



Obr. 15 Montážna podložka firmy Karpíš (Karpíš 2016)

- Montážna podložka s navarenou predĺženou maticou M8 je zapustená v stolovej doske a upevnená pomocou skrutiek do dreva. Stredom celej nohy stolu prechádza závitová tyč, ktorá je na spodnej strane nohy pritiahnutá pomocou matice M8 (viď Obr. 16). (Karpíš 2016)



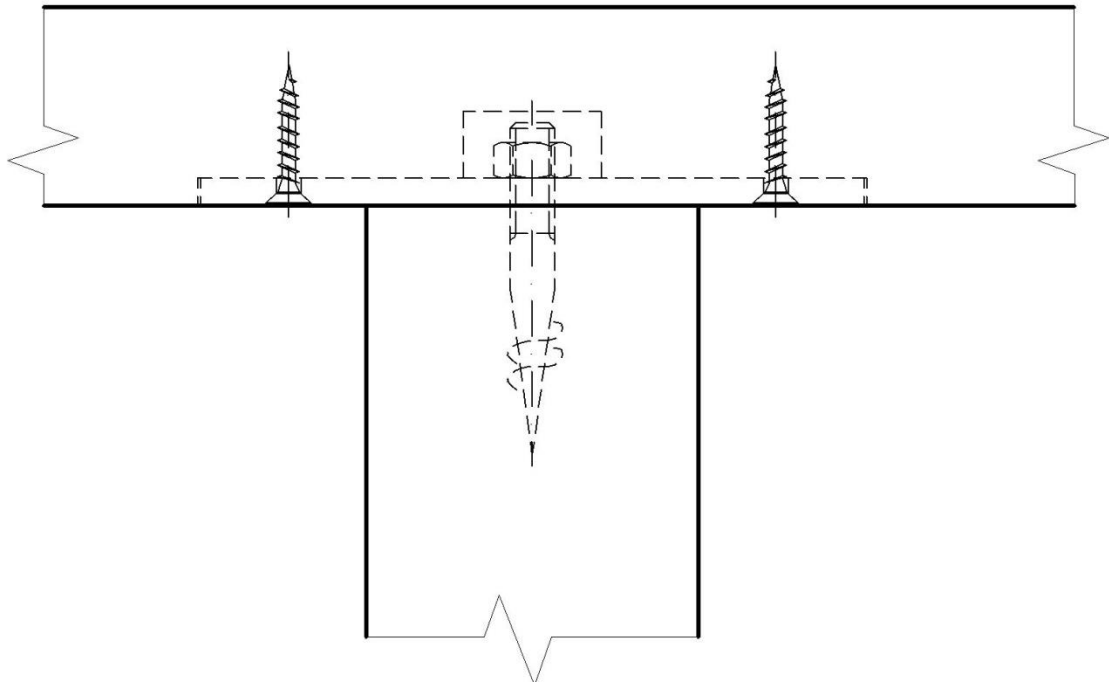
Obr. 16 Montážna podložka v kombinácii so závitovou tyčou firmy Karpíš (Karpíš 2016)

- Jedna časť montážnej podložky so zvlakovými otvormi je umiestnená na nohe pomocou skrutiek do dreva. Druhá časť montážnej podložky s vystúpenými zvlakmi je umiestnená do stolovej dosky pomocou skrutiek do dreva. Následne sa tieto dve podložky zaseknú proti sebe na zvlakových plochách a z bočnej strany sa zaistia proti posunutiu pomocou nastavovacej skrutky (viď Obr. 17). (Rujzdesign 2016)



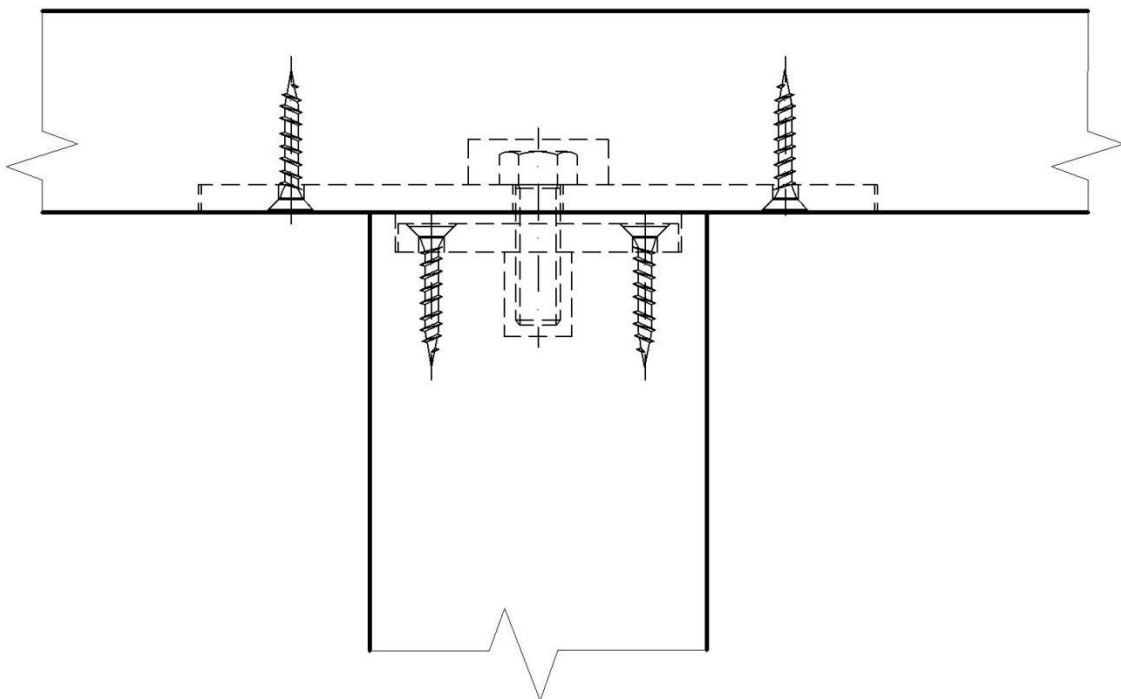
Obr. 17 Montážna podložka firmy Rujzdesign (Rujzdesign 2016)

- V nohe je umiestnená kombinovaná skrutka, ktorá je cez montážnu podložku dotiahnutá pomocou matice. Montážna podložka je následne upevnená do stolovej dosky pomocou skrutiek do dreva (viď Obr. 18). (Holouš, Máchová 2013)



Obr. 18 Montážna podložka s kombinovanou skrutkou (Holouš, Máchová 2013)

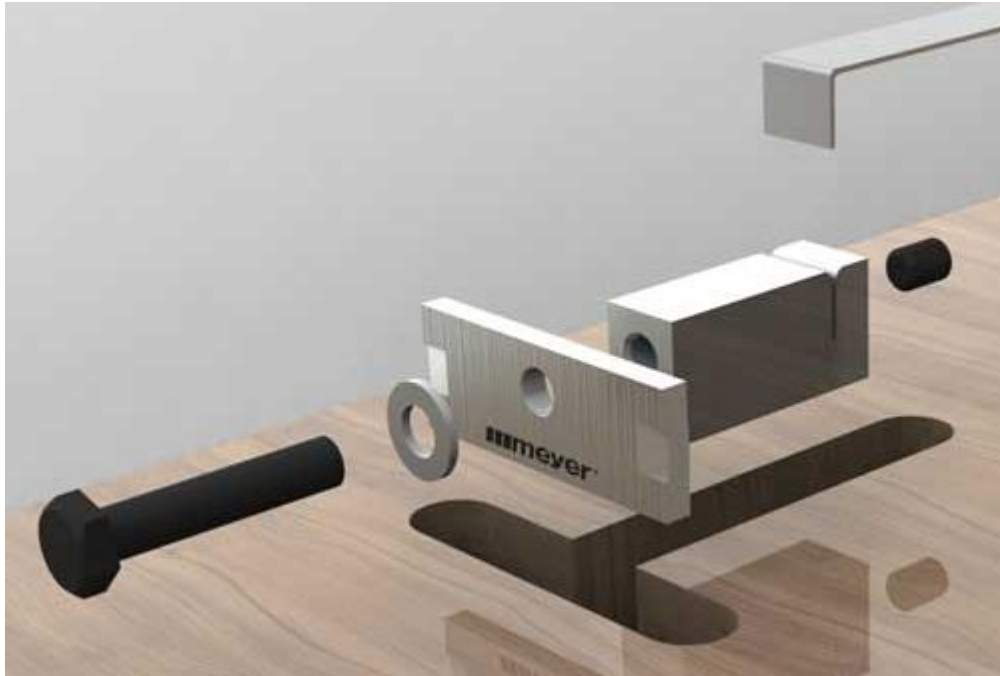
- V nohe je zapustená platnička so závitom M8 a upevnená pomocou skrutiek do dreva. Montážna podložka sa pomocou skrutky M8 pritiahne k nohe a následne sa upevní pomocou skrutiek do dreva k stolovej doske (viď Obr. 19). (Holouš, Máchová 2015)



Obr. 19 Montážna podložka so skrutkou (Holouš, Máchová 2015)

3.2. Zabránenie priehybu v pozdĺžnom smere

- Udržanie ťahu na spodnej strane stolovej dosky zabezpečuje nerezový pás, ktorý je do napínacieho prvku na oboch stranách stola zaistený nastavovacou skrutkou. Napnutie nerezového pásu je realizované pomocou napínacieho prvku skrutkou M8 na oboch koncoch stola (viď Obr. 20). (Meyer 2016)



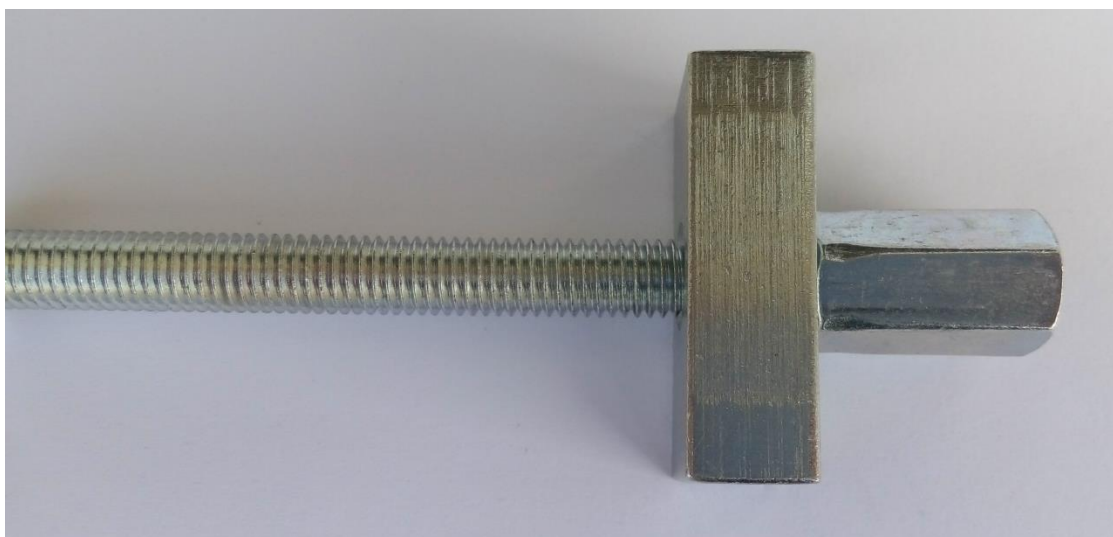
Obr. 20 Flachspanner firma Meyer (Meyer 2016)

- Oceľové lanká sú umiestnené v rohoch stolovej dosky pomocou skrutiek do dreva a všetky vedú do stredu, kde sa nachádza napínací prvok. Každé lanko je napnuté pomocou nastavovacej skrutky a tak udržuje stolovú dosku bez prehnutia (viď Obr. 21). (Meyer 2016)



Obr. 21 Seilkreuzspanner firma Meyer (Meyer 2016)

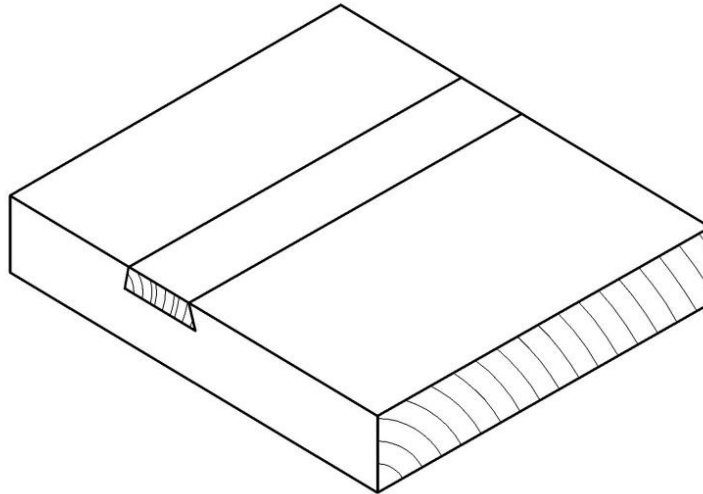
- V pozdĺžnom smere je na každej strane stola v drážke umiestnená závitová tyč so špeciálnou podložkou na obidvoch stranách. Dotiahnutie predĺžených matic zabráňuje prihybu stolovej dosky (viď Obr. 22). (Karpíš 2016)



Obr. 22 Napínanie pomocou závitovej tyče (Karpíš 2016)

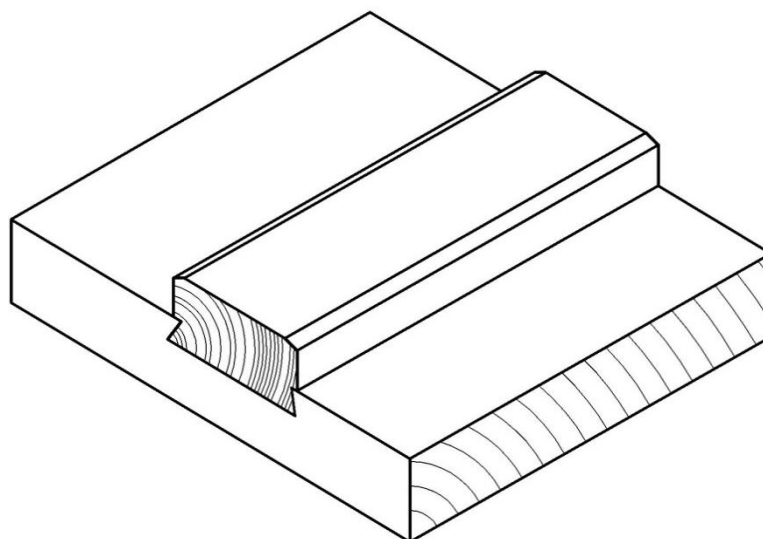
3.3. Zabránenie priehybu v priečnom smere

- Na spodnej strane stolovej dosky je v priečnom smere vyfrézovaná zvlaková drážka. V drážke je umiestená pozdĺžna masívna zvlaková latka, ktorá je zabrúsená s plochou škárovky (viď Obr. 23). (Schneck 1932)



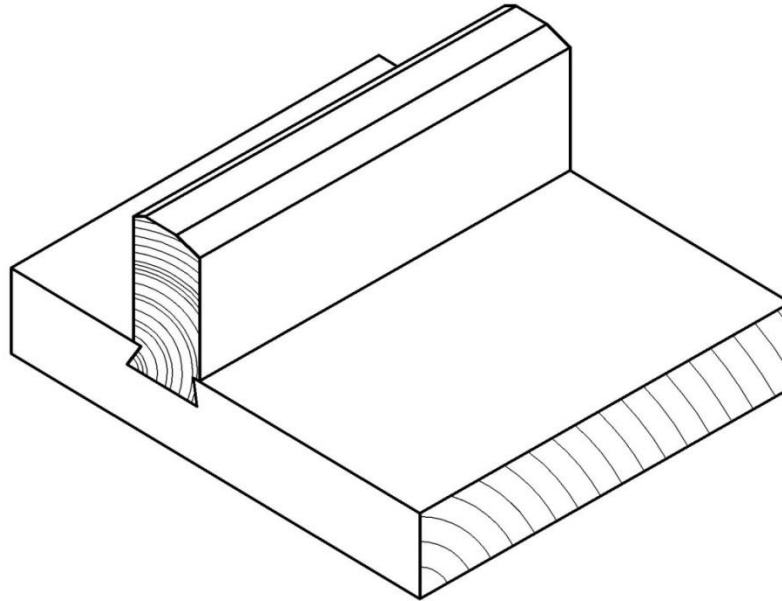
Obr. 23 Zapustený zvlak (Buben, Kouřil 1950)

- V priečnom smere spodnej strany stolovej dosky je vyfrézovaná zvlaková drážka. V drážke je umiestnený zvlak v tvare T, ktorého šírka je väčšia ako jeho hrúbka (viď Obr. 24). (Schneck 1932)



Obr. 24 Nízky zvlak (Buben, Kouřil 1950)

- Na spodnej strane stolovej dosky je vyfrézovaná zvlaková drážka v priečnom smere od hrany po hranu. V drážke je umiestnený zvlak tvaru T, ktorého výška je väčšia ako jeho šírka (viď Obr. 25). (Schneck 1932)

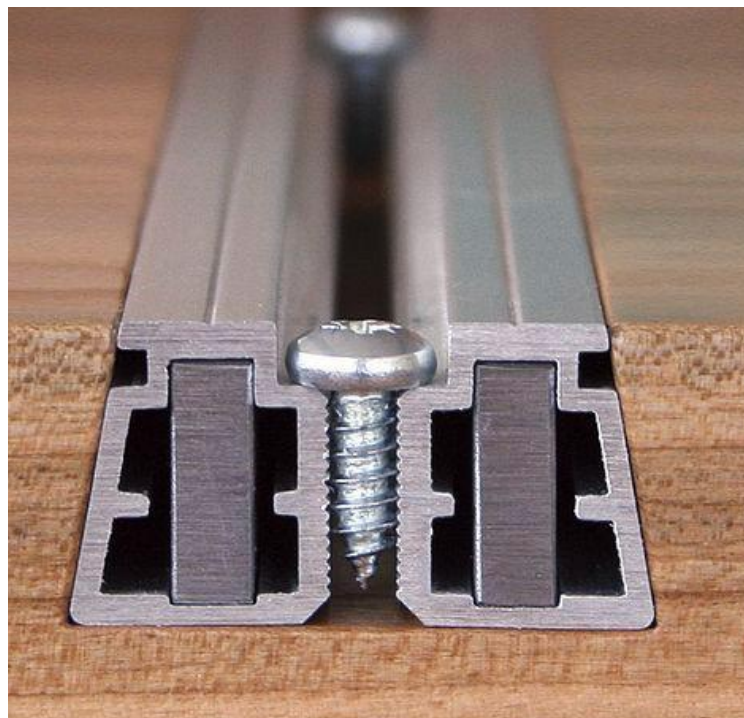


Obr. 25 Vysoký zvlak (Buben, Kouřil 1950)

- Hliníkový zvlak je umiestnený v zvlakovej kapske na spodnej strane stolovej dosky. Nie je potrebné prefrézovať hrany stolovej dosky ako u klasických zvlakov. Zvlak je zložený z dvoch častí vnútri vystužených pásovinou a rozopretie týchto častí zvlaku je realizované pomocou skrutiek (viď Obr. 26 a Obr. 27). (Meyer 2016)



Obr. 26 Gratleisten firmy Meyer (Meyer 2016)



Obr. 27 Gratleisten firmy Meyer v reze (Meyer 2016)

- Zváraný T profil z ohýbaného plechu je umiestnený na spodnú stranu stolovej dosky do vyfrézovanej kapsy s drážkou uprostred. Profil je cez oválne diery (kvôli napúčaniu a zosychaniu) pomocou skrutiek do dreva upevnený k stolovej doske (viď Obr. 28 a Obr. 29). (Pottker 2016)

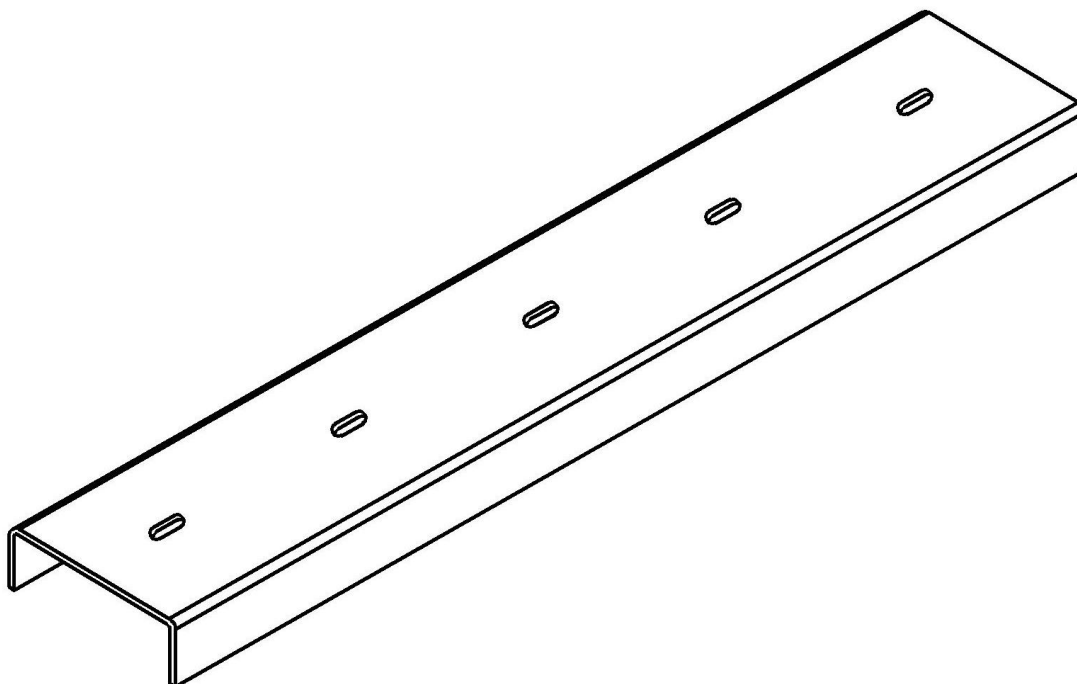


Obr. 28 Reinforced rails firmy Pottker (Pottker 2016)



Obr. 29 T profil Reinforced rails firmy Pottker (Pottker 2016)

- Z plechu ohýbaný U profil je upevnený na spodnú stranu stola do kapsy s dvoma drážkami na kraji pomocou skrutiek do dreva cez oválne otvory (kvôli napúčaniu a zosychaniu) (vid' Obr. 30). (Karpíš 2016)



Obr. 30 U profil firmy Karpíš (Karpíš 2016)

3.4. Funkčné rozmery jedálenských stolov

Rozmery jedálenského stolu sú ovplyvnené viacerými faktormi a to počtom stolujúcich osôb, rozmermi miestnosti a rozmermi sedacieho nábytku. Veľkosť funkčnej plochy pre jednu osobu je najmenej 0,2 m². Dĺžka funkčnej plochy pre jednu osobu je minimálne 600 mm. Šírka jedálenského stolu s dvomi funkčnými plochami oproti sebe môže byť minimálne 750 mm optimálne 800 mm a viac. Optimálna výška jedálenského stolu je v rozmedzí 720–780 mm. Vzdialenosť hornej plochy stolovej dosky od hornej plochy sedáku stoličky má byť 240–320 mm. Vzdialenosť medzi nohami stolu pre dve vedľa seba sediace osoby má byť minimálne 980 mm. Vzdialenosť medzi nohami stolu pre jednu sediacu osobu je minimálne 650 mm. (ČSN 91 0820:1991).

Tab. 1 Rozmery stolových dosiek (ČSN 91 0820:1991)

| Počet stolujúcich osôb | Tvar stolovej dosky | | | |
|------------------------|---------------------|--------------|--------------|---------|
| | štvorcový | obdĺžnikový | | kruhový |
| | l= b (mm) | dĺžka l (mm) | šírka b (mm) | d (mm) |
| 1–2 | - | - | - | 750 |
| 2 | 800 | - | - | 850 |
| 3 | - | 1000 | 800 | 950 |
| 4 | - | 1200 | 800 | 1050 |
| 5 | - | 1700 | 850 | 1200 |
| 6 | - | 2000 | 850 | 1300 |
| 7 | - | - | - | 1500 |
| 8 | - | - | - | 1650 |

3.5. Bezpečnostné požiadavky

Nábytok musí byť konštruovaný a dimenzovaný tak, aby pri jeho obvyklom používaní v interiéri nedošlo k jeho poškodeniu a v dôsledku tejto poruchy k poraneniu osôb. Nábytok, jeho súčasti a komponenty nesmú byť pri bežnom používaní príčinou somatického poranenia užívateľa alebo prítomných osôb.

Pre konštrukciu musia byť zvolené vhodné materiály, konštrukčné spoje a kovanie, určené pre daný typ výrobku, zaručujúce jeho bezproblémovú funkciu a životnosť pri dlhodobom používaní.

Nábytok svojimi ergonomickými parametrami, konštrukciou alebo funkciou nemôže byť príčinou poškodenia zdravia spotrebiteľa pri dlhodobom používaní výrobku.

Nábytok nesmie ohroziť zdravie spotrebiteľa alebo detí pri bežných činnostiach v interiéri a musí byť bezpečný aj pri inom bežnom alebo obvyklom použití, než pre ktoré bol výhradne určený.

Nábytok dodaný v demontovanom stave nesmie mať ostré hrany, aby pri zostavovaní a manipulácii so súčiastkami výrobku nemohlo dôjsť k zraneniu užívateľa alebo asistujúcej osoby.

Nábytok určený k stravovaniu musí mať potrebnú tuhosť a stabilitu voči nárazu osôb alebo voči aktivitám detí tak, aby nedošlo k rozliatiu horúcich tekutín a opareniu detí alebo prítomných osôb.

Plochy stolového nábytku musia byť rovné, aby po prevrhnutí alebo vyliatí horúcej tekutiny na stôl bolo obmedzené okamžité stečenie horúcej tekutiny z povrchu na užívateľa.

Stolový nábytok je nutné dimenzovať pre bežné domáce činnosti, aby pri používaní nedošlo k jeho deštrukcii a k úrazu užívateľa.

Stolový nábytok nesmie po zaťažení a po usadnutí na niektorú jeho časť stratiť stabilitu a ohroziť bezpečnosť užívateľa.

Povrchová úprava stolov určených k stravovaniu nesmie pri styku povrchu s potravinami spôsobiť ich kontamináciu.

Farebnosť pracovných plôch nábytku nie je dobré vyrábať v nevhodnom kontraste jasú a lesku, ktoré spôsobujú zvýšenú únavu alebo poškodzujú zrak. (ČSN 91 0100:2006)

3.6. Všeobecné požiadavky na konštrukciu

Stoly musia byť navrhované s minimálnym rizikom poranenia užívateľa.

Všetky časti stolu, s ktorými prichádza užívateľ do styku, by mali byť navrhované tak, aby bolo minimalizované riziko poranenia užívateľa a poškodenie výrobku.

Tieto požiadavky sú splnené ak:

- Hrany vrchnej plochy, ktoré sú v priamom kontakte s užívateľom sú zaoblené alebo skosené. Všetky ostatné hrany prístupné počas používania nemajú drsné okraje a/alebo ostré hrany.
- Konce dutých prvkov sú zavreté alebo opatrené krytmi.

Pohyblivé a nastaviteľné časti sú konštruované tak, aby sa minimalizovalo riziko zranenia a riziko samovoľného uvoľnenia, či uvedenia týchto častí do pohybu.

Akákolvek nosná časť stola nemôže byť uvoľnená neúmyselne.

Všetky časti, ktoré si vyžadujú pre ich jednoduché posúvanie mazanie, je potrebné navrhnuť spôsobom, ktorý ochráni užívateľa pred škvrnami od maziva pri bežnom používaní. (ČSN EN 12521:2010)

3.7. Požiadavky na pevnosť a trvanlivosť

Tieto požiadavky sú splnené keď:

- Počas skúšania nie je zničený žiaden diel, spojovací prvok alebo komponent.
- Nedôjde k uvoľneniu pevných spojov počas skúšania.
- Po vybratí zo skúšobného zariadenia je stôl plne funkčný.
- Stôl spĺňa požiadavky na stabilitu. (ČSN EN 12521:2010)
- Stôl je po skúške bez poškodenia montážnych článkov a konštrukčných spojov. Posuv stolovej dosky $a \leq 2 \%$ výšky stolu, najviac však 10 mm. (ČSN 91 0801:1987)

3.8. Návod na použitie

Stôl sa vždy dodáva s návodom na použitie dostupným v jazyku krajiny, v ktorej bude výrobok doručený konečnému spotrebiteľovi. Musí obsahovať prinajmenšom nasledujúce podrobnosti:

- Montážny návod (u výrobkov dodávaných v demontovanom stave).
- Pokyny na starostlivosť a údržbu stola. (ČSN EN 12521:2010)

4. METODIKA

Na základe rešerše konštrukčného spoja nohy a stolovej dosky boli vybraté nasledovné spoje: noha cez plát upevnená pomocou valčekovej matice a skrutky, montážna podložka s čapom zaistená nastavovacou skrutkou, montážna podložka s kolíkom v stolovej doske, tvarová montážna podložka so skrutkami, montážna podložka s kombinovanou skrutkou, maticou a skrutkami do dreva.

Z uvedených konštrukčných princípov na zabránenie priehybu v pozdĺžnom smere bolo navrhnuté napínanie pomocou závitovej tyče, napínanie pomocou oceľového pásu a pásovina nastojato.

Pre zabránenie priehybu v priečnom smere bol použitý zapustený zvlak, ohýbaný plech na profil U a pásovina nastojato.

4.1. Popis vzoriek

- Vzorka číslo 1

Stôl Kubis

Rozmery: (l × b × h) 1700 mm × 900 mm × 753 mm

Prevedenie: Buk jadro

Hmotnosť: 48,2 kg

Noha je umiestnená v rohu stolovej dosky a čelo nohy tvorí časť vrchnej plochy stolu. V nohe je valčeková matica zaistená nastavovacou skrutkou vo valčeku so závitom M6 v ose a závrtná matica M8 pod uhlom 45°. V stolovej doske sú vyfrézované otvory pre závitovú tyč s polkruhovou podložkou a predĺženou maticou a otvor pre poistnú skrutku M8 s podložkou podľa výkresu 100 (viď výkresová dokumentácia číslo výkresu 101).

Počas skúšky nebolo uskutočňované dotiahnutie spojov.

- Vzorka číslo 2

Stôl Alfa

Rozmery: (l × b × h) 1700 mm × 900 mm × 753 mm

Prevedenie: Buk jadro

Hmotnosť: 47 kg

V čele nohy je vyvrtaný otvor v ktorom je umiestnená kombinovaná skrutka. Pod uhlom 45° je cez vnútornú hranu nohy vyvrtaný otvor pre imbus kľúč. Na skrutke je naskrutkovaný čap. V stolovej doske je vyfrézovaná kapsa v ktorej je umiestnená montážna podložka pomocou závrtných matic a skrutiek M6 a skrutiek do dreva. Čap sa zasunie do otvoru v montážnej podložke a následne sa nastavovacou skrutkou zaistí proti posunutiu (viď výkresová dokumentácia číslo výkresu 102).

Zabránenie pozdĺžneho priehybu plátu zabezpečuje oceľový pás umiestnený v drážke. Konce oceľového pásu sú opatrené otvorom a upevnené v napínacom prvku, ktorý je cez podložku pomocou skrutky napnutý.

V priečnom smere je vo vyfrézovanej kapse s drážkami na okraji umiestnený ohnutý plech do U profilu. Profil je upevnený skrutkami do dreva cez oválne otvory kvôli napúčaniu a zosychaniu.

Počas skúšky nebolo uskutočňované dotiahnutie spojov.

- Vzorka číslo 3

Stôl Beta

Rozmery: (l × b × h) 1700 mm × 900 mm × 753 mm,

Prevedenie: Buk jadro

Hmotnosť: 47 kg

Na čelo nohy je pomocou skrutiek do dreva umiestnená montážna podložka. V stolovej doske je otvor pre kolík vyčnievajúci z montážnej podložky. Montážna podložka je upevnená pomocou skrutiek do závrtných matic M6 (viď výkresová dokumentácia číslo výkresu 103).

V pozdĺžnom aj priečnom smere sú v drážkach umiestnené pásoviny nastojato. Tieto pásoviny sú fixované v rohoch montážnymi podložkami.

Počas skúšky nebolo uskutočňované dotiahnutie spojov.

- Vzorka číslo 4

Stôl Gama

Rozmery: (l × b × h) 1700 mm × 800 mm × 753 mm,

Prevedenie: Buk jadro

Hmotnosť: 43,5 kg

Na čele nohy je upevnená tvarová montážna podložka pomocou skrutiek do dreva. Následne je noha s montážnou podložkou ukotvená pomocou skrutiek M6 a závrtných matíc umiestnených v stolovej doske (viď výkresová dokumentácia číslo výkresu 104).

V priečnom smere je použitá profilová U výstuha z ohnutého plechu. Pomocou skrutiek do dreva je umiestnená v kapse s dvoma drážkami po okrajoch.

Počas skúšky nebolo uskutočňované dotiahnutie spojov.

- Vzorka číslo 5

Stôl Viki

Rozmery: (l × b × h) 1700 mm × 900 mm × 753 mm,

Prevedenie: Dub

Hmotnosť: 34,4 kg

Noha je skosená pod uhlom 10°. Na čele nohy je upevnená okrúhla montážna podložka pomocou kombinovanej skrutky M8 a skrutiek do dreva. Montážna podložka je k stolovej doske fixovaná pomocou skrutiek M6 a závrtných matíc v stolovej doske (viď výkresová dokumentácia číslo výkresu 105).

V pozdĺžnom smere je proti prehnutiu stolovej dosky použité napínanie pomocou závitových tyčí. Závitové tyče sú umiestnené na oboch stranách v drážke a cez špeciálnu podložku dotiahnuté.

V priečnom smere je použitý zapustený zvlak. Zvlak je rozdelený na tri časti. V strede je voľne uložená najdlhšia časť a na okrajoch s dilatačnými medzerami (kvôli

napúčaniu a zosychaniu) sú prilepené krátke časti zvlaku. Vedľa zvlaku je umiestnená drážka pre zníženie priehybu stolovej dosky.

Počas skúšky nebolo uskutočňované dotiahnutie spojov.

4.2. Kalkulácia materiálových nákladov na výrobu vzoriek

Na základe výkresovej dokumentácie bol vykonaný súpis počtu kusov skrutiek, skrutiek do dreva, matíc a ostatných komponentov použitých pri výrobe stolov. Následne bola realizovaná kalkulácia materiálových nákladov na všetky použité materiály pri výrobe stolov a to škárovku stolovej dosky, materiál na nohy stolu, spojenie nohy a stolovej dosky, zabránenie priehybu v pozdĺžnom a priečnom smere.

Tab. 2 Kalkulácia materiálových nákladov na výrobu vzoriek

| | Cena [eur] | | | | |
|--|------------|-------|------|------|------|
| | Kubis | Alfa | Beta | Gama | Viki |
| Škárovka stolovej dosky a materiál na nohy | 60 | 51 | 51 | 47 | 51 |
| Spojenie nohy a stolovej dosky | 21 | 40,5 | 19 | 13 | 13,5 |
| Zabránenie priehybu v pozdĺžnom smere | 0 | 20 | 5 | 0 | 9 |
| Zabránenie priehybu v priečnom smere | 0 | 14 | 2,5 | 7 | 0 |
| Celkom | 81 | 125,5 | 77,5 | 67 | 73,5 |

4.3. Použité prístroje a normy

Skúšky boli realizované pomocou univerzálneho skúšobného stroja Testr a rázového skúšobného prístroja. Pri meraní bol použitý digitálny výchylkomer so stojanom, závažia, kalibrovaný meter, kalibrované váhy do 200 kg, rovná oceľová tyč a lístkový škáromer.

Skúšky prebehli v súlade s normou ČSN EN 1730:2013 *Nábytek- Stoly- Metody zkoušení pro stanovení stability, pevnosti a trvanlivosti*, normou ČSN EN 12521:2010 *Nábytek- Pevnost, trvanlivost a bezpečnost- Požadavky pro domácí stoly* a upravenou metodikou podľa Eckelmana *The bending strength of leg mounting plate joints in table construction*.

4.4. Obecné podmienky skúšania

4.4.1. Predbežná príprava

Spojovacie kovanie musí byť pred skúškou pevne utiahnuté. Počas skúšky sa neprevádzajú žiadne ďalšie uťahovania.

Skúšaná vzorka býva aspoň 24 hodín bezprostredne pred skúšaním uložená v izbových podmienkach.

Skúšky sa musia prevádzať v izbových podmienkach okolia, ale pokiaľ teplota pri skúške neleží v oblasti od 15 °C do 25 °C, najvyššia a/alebo najnižšia teplota sa musí zaznamenať do protokolu o skúške. (ČSN EN 1730:2013)

4.4.2. Použitie zaťažovacích síl

Skúšky silou statického zaťaženia a trvanlivosti musia byť prevádzané dostatočne pomaly, aby bolo zaručené, že dynamické zaťaženie je zanedbateľné. Pri skúšaní trvanlivosti musia byť sily použité dostatočne pomaly, aby bolo zaručené, že nevzniká kinetické zahriatie.

Pokiaľ nie je uvedené inak, statické zaťaženie musí pôsobiť po dobu (10 ± 2) s. Pri skúške trvanlivosti musia sily pôsobiť po dobu (2 ± 1) s, pokiaľ nie je uvedené inak.

Sily môžu byť nahradené hmotnosťami. V tomto prípade sa používa prepočet $10 \text{ N} = 1 \text{ kg}$ (ČSN EN 1730:2013).

4.4.3. Povolené odchýlky

Pokiaľ nie je stanovené inak, nesmú byť pre skúšobné zariadenie prekročené tieto odchýlky:

- Sily: ± 5 % menovitej sily
- Rýchlosti: ± 5 % menovitej rýchlosti
- Hmotnosti: ± 1 % menovitej hmotnosti
- Rozmery: ± 1 mm menovitého rozmeru
- Uhly: $\pm 2^\circ$ menovitého uhlu

Presnosť umiestnenia zaťažovacej podložky a nárazových dosiek musí byť ± 5 mm (ČSN EN 1730:2013).

4.5. Vodorovná skúška trvanlivosti a tuhosti

4.5.1. Všeobecne

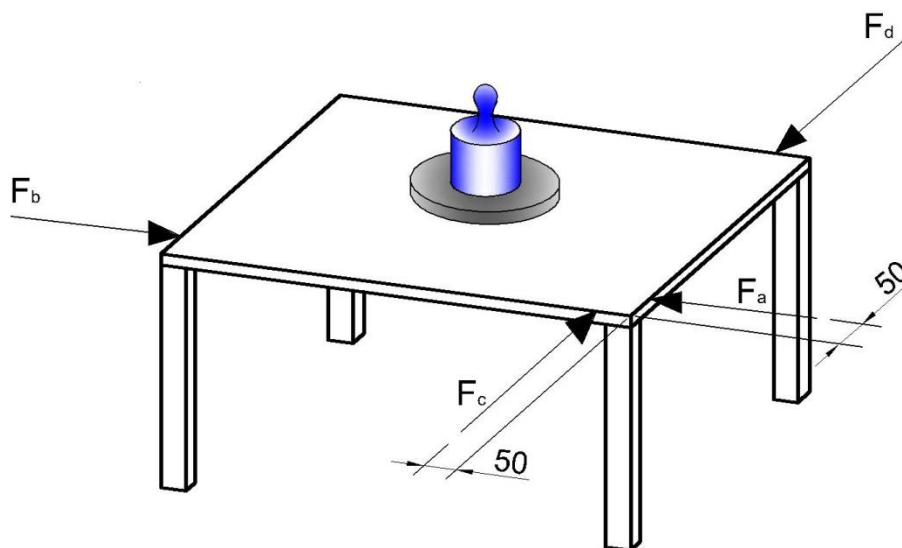
Stôl sa postaví na podlahu do polohy bežnej pri používaní.

Okolo nôh/základne stolu sa umiestnia zarážky vo všetkých smeroch (zamedzujú sklznutiu nábytku, nie však jeho nahnutiu, nie sú vyššie ako 12 mm okrem prípadov, keď konštrukcia nábytku vyžaduje vyššiu zarážku. V tom prípade sa musí použiť najmenšia možná zarážka, ktorá zamedzí pohybu nábytku).

Na hornú dosku stolu sa aplikuje hmotnosť, ktorá zabráni zdvihnutiu stolu z podlahy o ploche (300 ± 50) mm \times (300 ± 50) mm alebo o priemere (300 ± 50) mm. Hmotnosť sa umiestni do bodu, v ktorom je najpravdepodobnejšie, že zabráni zdvihnutiu stolu z podlahy. V našom prípade boli stoly zaťažené v geometrickom strede dosky stolu hmotnosťou 80 kg. (ČSN EN 1730:2013)

4.5.2. Vodorovná skúška trvanlivosti

Na vodorovnú skúšku trvanlivosti sa používajú štyri zaťažovacie podložky (tuhé valcovité teleso o priemere 100 mm s hladkou čelnou stranou a polomerom zaoblenia prednej hrany 12 mm). Pôsobíme nimi v pozdĺžnom a priečnom smere v úrovni stolovej dosky silou 300 N podľa Tabuľky 2 ČSN EN 12521:2010. V pozdĺžnom smere je umiestnená podložka 50 mm od hrany na konci stolu v bode a, a druhá na opačnej hrane stolu v bode b. Rovnako sú umiestnené podložky v bode c a d v priečnom smere (viď Obr. 31).



Obr. 31 Konfigurácia vodorovnej skúšky trvanlivosti (ČSN EN 1730:2013)

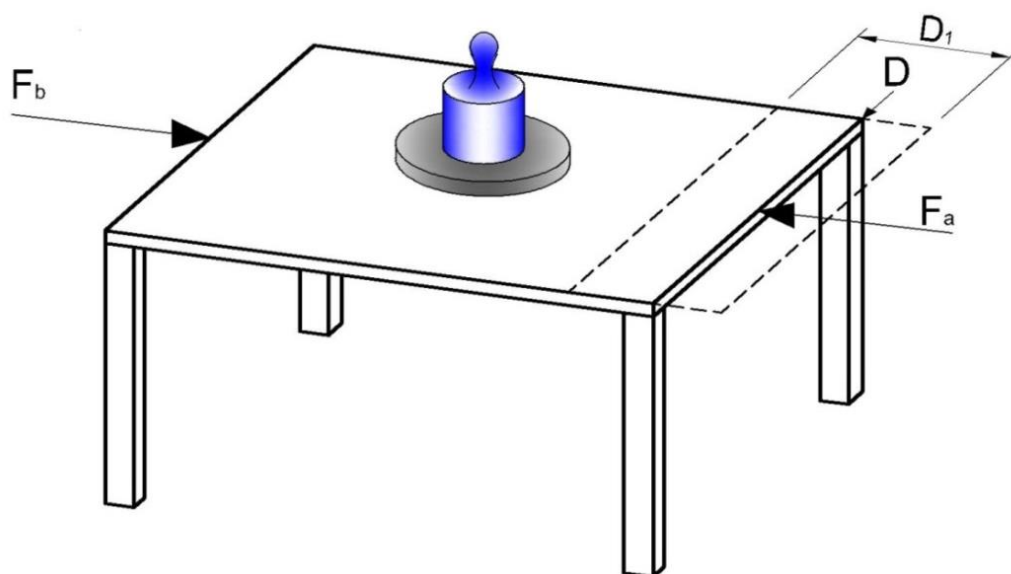
Jeden cyklus znamená postupné zaťaženie všetkých bodov a, b, c, d. Skúška je realizovaná počtom 10 000 cyklov. (ČSN EN 1730:2013)

V našom prípade bolo praktizovaných 25 000 cyklov. Po 10 000, 15 000, 20 000 a 25 000 cykloch bola zisťovaná tuhosť konštrukcie. 10 000 cyklov zastupuje zaťaženie pre bytové stoly, 15 000 cyklov nebytové stoly s ľahkým stupňom zaťaženia (hotelové izby, kostoly, knižnice), 20 000 cyklov nebytové stoly so stredným stupňom zaťaženia (hotely obecné, kaviarne, reštaurácie, verejné sály, banky, bary, konferenčné miestnosti), 25 000 cyklov nebytové stoly s ťažkým stupňom zaťaženia (nočné kluby, policajné stanice, transportné terminály, verejné priestory nemocníc, kasína, domovy pre seniorov, športové šatne, väznice, kasárne alebo stoly pre vzdelávacie inštitúcie). (ČSN EN 15372:2012)

4.5.3. Tuhosť konštrukcie

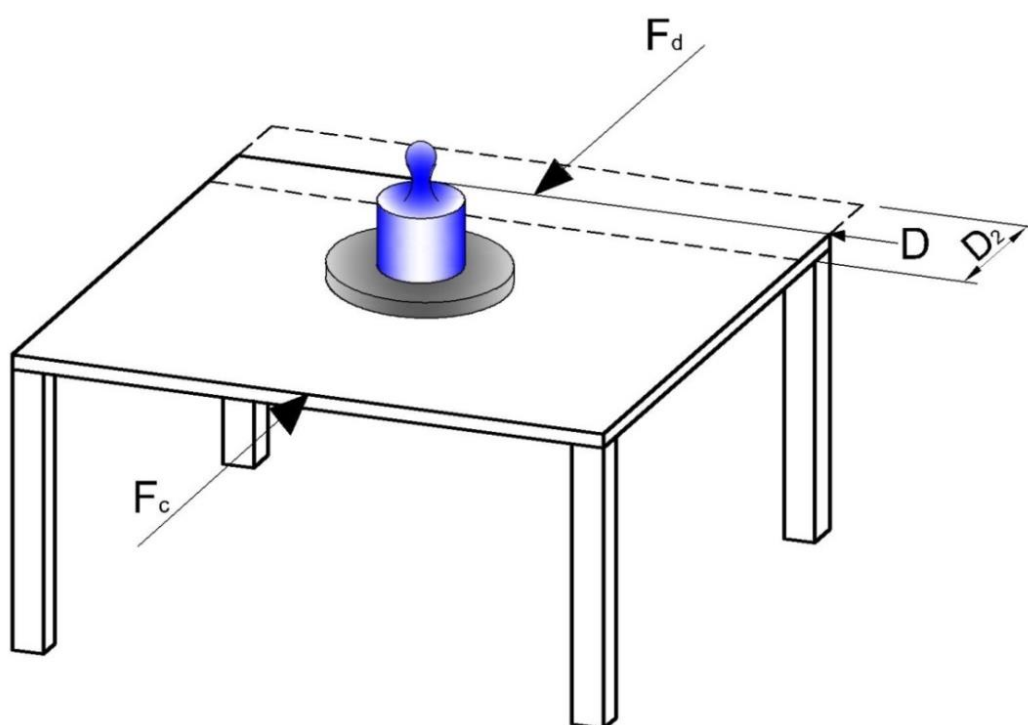
Skúška tuhosti konštrukcie prebieha tak, že sa pomocou zaťažovacej podložky (tuhé valcovité teleso o priemere 100 mm s hladkou čelnou stranou a polomerom zaoblenia prednej hrany 12 mm) pôsobí vodorovne silou 300 N podľa Tabuľky 2 ČSN EN 12521:2010 v úrovni stolovej dosky v smere kolmom na spojnicu dvoch nôh uprostred medzi nimi.

Sila sa nechá pôsobiť po dobu (10 ± 1) s a zaznamená sa poloha bodu D po dĺžke stolu. Sila sa odstráni a postup sa opakuje v opačnom smere, pričom sa opäť zaznamená dĺžka vodorovného pohybu bodu. Celková vzdialenosť pohybu bodu D, z miesta, v ktorom sa nachádza po pôsobení sily v jednom smere, do miesta, v ktorom sa nachádza po pôsobení sily v opačnom smere je D_1 (viď Obr. 32). D_1 sa spočíta a zaznamená. Meranie sa prevádza v 11 cykloch zaťažovania pričom prvá hodnota nie je zaradená do výsledkov merania. (ČSN EN 1730:2013)



Obr. 32 Tuhosť konštrukcie stolu v pozdĺžnom smere (ČSN EN 1730:2013)

Postup sa opakuje s pôsobením síl v priečnom smere. Celková vzdialenosť pohybu bodu D, z miesta, v ktorom sa nachádza po pôsobení sily v jednom smere, do miesta, v ktorom sa nachádza po pôsobení sily v opačnom smere, je D_2 (viď Obr. 33). D_2 sa spočíta a zaznamená. Meranie sa prevádza v 11 cykloch zaťažovania pričom prvá hodnota nie je zaradená do výsledkov merania. (ČSN EN 1730:2013)



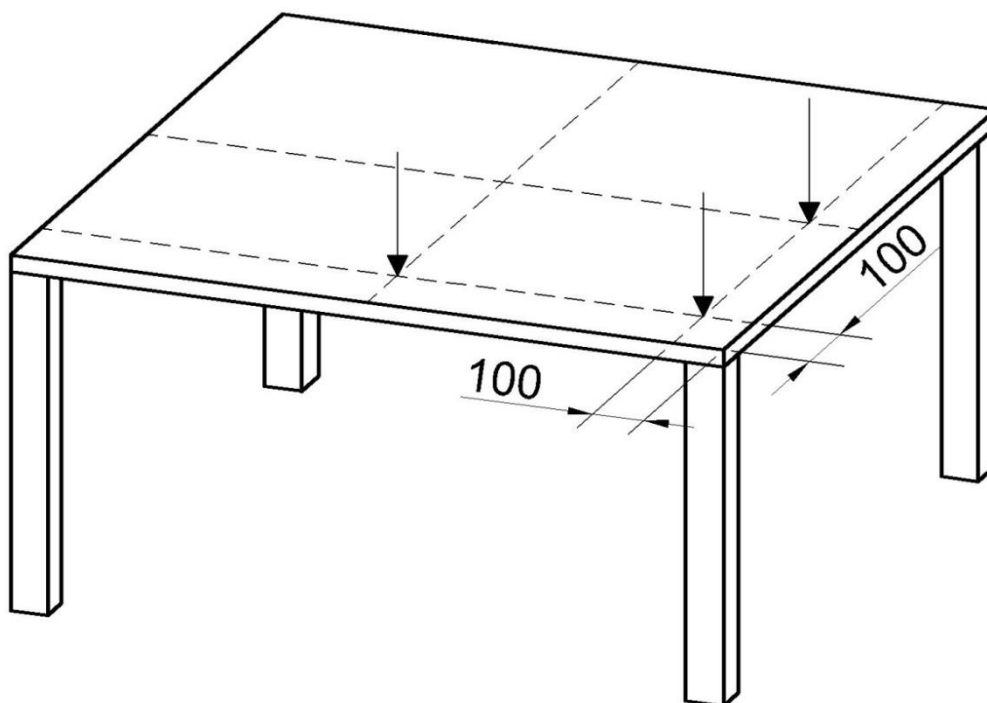
Obr. 33 Tuhosť konštrukcie stolu v priečnom smere (ČSN EN 1730:2013)

Pomocou aritmetického priemeru sa vypočíta priemerná tuhosť stolu v pozdĺžnom smere D_1 a v priečnom smere D_2 . (ČSN EN 1730:2013)

4.6. Skúška zvislým rázom

Stôl sa postaví na podlahu do polohy bežnej k používaniu. Na stolovú dosku sa položí jedna platňa PUR peny. Výška pádu sa musí merať z polohy, keď rázový prístroj leží na povrchu tejto platne PUR peny. Rázový prístroj sa nechá voľne dopadnúť z výšky 180 mm podľa Tabuľky 2 ČSN EN 12521:2010 na povrch penovej dosky v nasledujúcich bodoch:

- čo najbližšie bodu podpery stolovej dosky, ale nie menej ako 100 mm od akejkoľvek hrany
- 100 mm od hrany stolovej dosky čo najďalej od podpíer
- 100 mm od hrán v jednom rohu (ČSN EN 1730:2013)



Obr. 34 Miesta pôsobenia rázového prístroja

4.7. Prehnutie dosky stolu

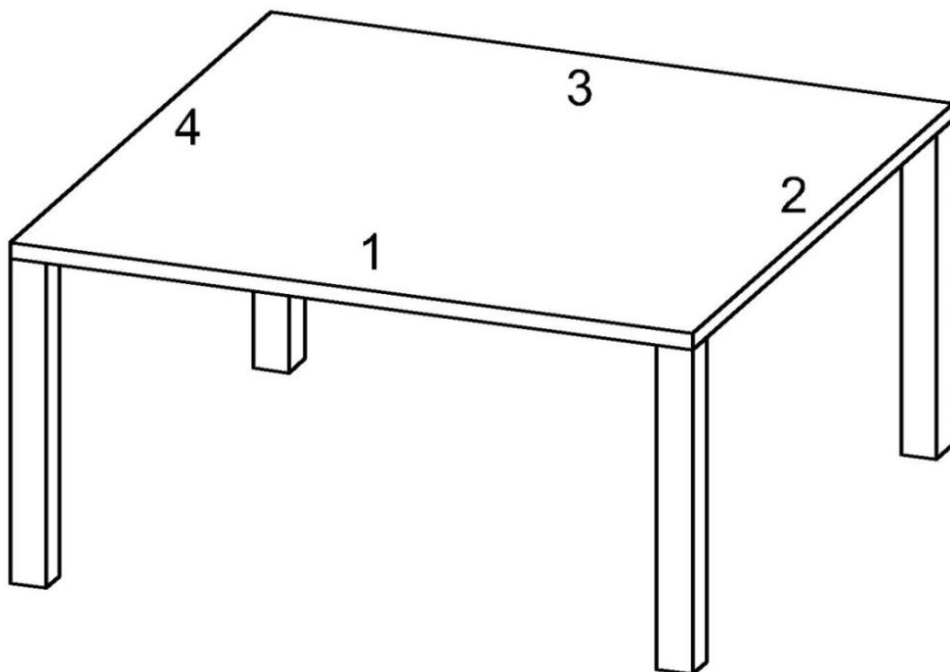
Stôl sa postaví na podlahu do polohy bežnej pri používaní. Skúška prehnutia dosky stolu, ktorá nie je vyrobená z kovu, skla alebo kameňa, sa musí realizovať v relatívnej vlhkosti (50 ± 5) % a teplote (23 ± 2) °C.

Najväčšie prehnutie sa musí zmerať a zaznamenať vzhľadom k priamej línii s presnosťou na $\pm 0,1$ mm. (ČSN EN 1730:2013)

Doska sa zaťaží hmotnosťou $1,5 \text{ kg/dm}^2$ rovnomerne rozmiestnenou záťažou a nechá sa pôsobiť jeden týždeň. (ČSN EN 12521:2010)

Záťaž sa ponechá na stolovej doske, zmeria a zaznamená sa prehnutie v bode 50 mm od hrany, kde je prehnutie najväčšie vzhľadom k rovnej hrane pozdĺž celej dĺžky alebo celého priemeru dosky. Prehnutie je rozdiel výšky medzi prvotným nezaťaženým stavom a konečným zaťaženým stavom. (ČSN EN 1730:2013)

Prehnutie dosky stolu bolo merané 50 mm od každej hrany stolu a to postupne na hranách 1, 2, 3, 4 (viď Obr. 35).

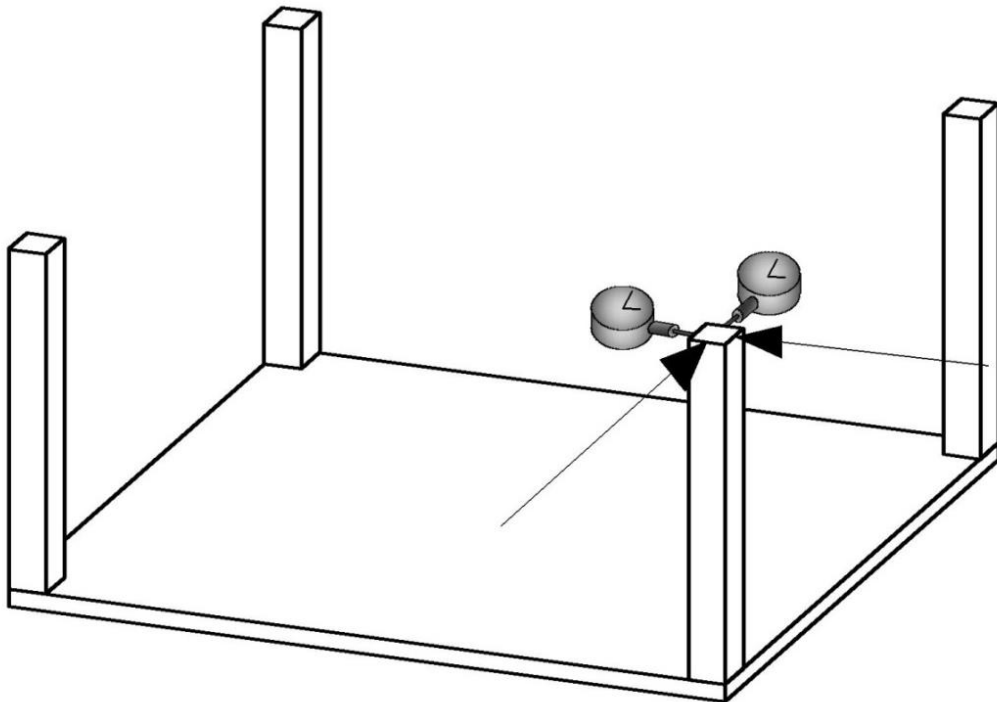


Obr. 35 Postup merania priehybu stolovej dosky

4.8. Výchylka stolových nôh podľa Eckelmana

Stôl je položený na stolovú dosku hore nohami. Okolo stolovej dosky sa umiestnia zarážky vo všetkých smeroch, ktoré zamedzujú pohnutiu stolu, nie však prehnutiu stolovej dosky.

Na konci nohy z obvodovej strany stolu sa pôsobí silou 100 N pomocou zaťažovacej podložky (tuhé valcovité teleso o priemere 100 mm s hladkou čelnou stranou a polomerom zaoblenia prednej hrany 12 mm). Na vnútornej strane nohy je meraná výchylka pomocou digitálneho vychylkomeru. Meranie je realizované pre jednu nohu stola najprv v pozdĺžnom a následne v priečnom smere (viď Obr. 36). Pomocou aritmetického priemeru sa vypočíta priemerná výchylka v pozdĺžnom a priečnom smere. (Eckelman 2016)



Obr. 36 Konfigurácia skúšky výchylky stolových nôh podľa Eckelmana

5. VYHODNOTENIE

5.1. Vodorovná skúška trvanlivosti

Výsledok vodorovnej skúšky trvanlivosti je hodnotený podľa článku 6.2 *Požiadavky na pevnosť a trvanlivosť z normy ČSN EN 12521:2010.*

Vzorka číslo 1- Stôl Kubis: Počas skúšania stolu došlo k malému uvoľneniu spojov. Nedošlo k zničeniu spojovacích prvkov, dielov a komponentov stolu. Po vybratí z univerzálneho skúšobného zariadenia je stôl plne funkčný a splňuje požiadavky na stabilitu.

Vzorka číslo 2- Stôl Alfa: Počas skúšania stolu nedošlo k uvoľneniu spojov, zničeniu spojovacích prvkov, dielov a komponentov stolu. Po vybratí z univerzálneho skúšobného zariadenia je stôl plne funkčný a splňuje požiadavky na stabilitu.

Vzorka číslo 3- Stôl Beta: Počas skúšania stolu nedošlo k uvoľneniu spojov, zničeniu spojovacích prvkov, dielov a komponentov stolu. Po vybratí z univerzálneho skúšobného zariadenia je stôl plne funkčný a splňuje požiadavky na stabilitu.

Vzorka číslo 4- Stôl Gama: Počas skúšania stolu nedošlo k uvoľneniu spojov, zničeniu spojovacích prvkov, dielov a komponentov stolu. Po vybratí z univerzálneho skúšobného zariadenia je stôl plne funkčný a splňuje požiadavky na stabilitu.

Vzorka číslo 5- Stôl Viki: Počas skúšania stolu nedošlo k uvoľneniu spojov, zničeniu spojovacích prvkov, dielov a komponentov stolu. Po vybratí z univerzálneho skúšobného zariadenia je stôl plne funkčný a splňuje požiadavky na stabilitu.

5.2. Tuhosť konštrukcie

Výsledky tuhosti konštrukcie sú vyhodnocované podľa článku 6.4.3 *Tuhosť konštrukcie* z normy ČSN EN 1730:2013.

Tab. 3 Tuhosť stolu Kubis po 10 000 cykloch

| Kubis | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|-------------|--------|---------|
| Cyklus | Tuhosť v smeroch zaťažovania [mm] | | | | | |
| | Meranie po 10 000 cykloch | | | | | |
| | Pozdĺžny smer | | | Pričný smer | | |
| | a→b | b→a | D1 | c→d | d→c | D2 |
| 1 | 4,002 | 5,177 | 9,179 | 6,476 | 8,607 | 15,083 |
| 2 | 4,043 | 5,189 | 9,232 | 6,505 | 8,618 | 15,123 |
| 3 | 4,032 | 5,190 | 9,222 | 6,482 | 8,683 | 15,165 |
| 4 | 4,019 | 5,219 | 9,238 | 6,413 | 8,513 | 14,926 |
| 5 | 4,011 | 5,232 | 9,243 | 6,389 | 8,676 | 15,065 |
| 6 | 4,009 | 5,260 | 9,269 | 6,443 | 8,621 | 15,064 |
| 7 | 4,013 | 5,272 | 9,285 | 6,398 | 8,612 | 15,010 |
| 8 | 4,017 | 5,255 | 9,272 | 6,405 | 8,605 | 15,010 |
| 9 | 4,005 | 5,278 | 9,283 | 6,365 | 8,673 | 15,038 |
| 10 | 3,996 | 5,280 | 9,276 | 6,381 | 8,633 | 15,014 |
| Stredná hodnota | 4,0147 | 5,2352 | 9,2499 | 6,4257 | 8,6241 | 15,0498 |
| Chyba strednej hodnoty | 0,0044 | 0,0125 | 0,0106 | 0,0152 | 0,0156 | 0,0211 |
| Medián | 4,0120 | 5,2435 | 9,2560 | 6,4090 | 8,6195 | 15,0510 |
| Smerodajná odchýlka | 0,0141 | 0,0395 | 0,0336 | 0,0479 | 0,0492 | 0,0667 |
| Rozptyl výberu | 0,0002 | 0,0016 | 0,0011 | 0,0023 | 0,0024 | 0,0045 |
| Minimum | 3,9960 | 5,1770 | 9,1790 | 6,3650 | 8,5130 | 14,9260 |
| Maximum | 4,0430 | 5,2800 | 9,2850 | 6,5050 | 8,6830 | 15,1650 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,0101 | 0,0283 | 0,0241 | 0,0343 | 0,0352 | 0,0477 |

Tab. 4 Tuhosť stolu Kubis po 15 000 cykloch

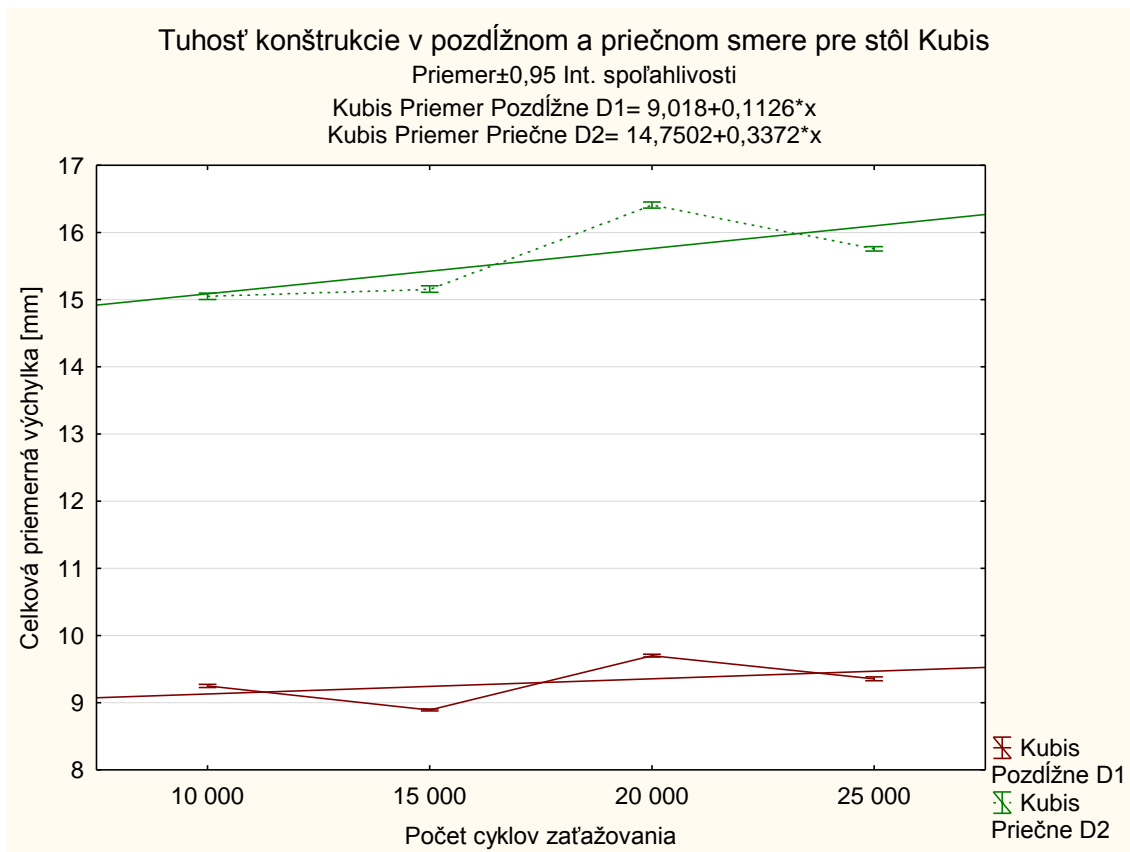
| Kubis | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|--------------|--------|---------|
| Cyklus | Tuhosť v smeroch zaťažovania [mm] | | | | | |
| | Meranie po 15 000 cykloch | | | | | |
| | Pozdĺžny smer | | | Priečny smer | | |
| | a→b | b→a | D1 | c→d | d→c | D2 |
| 1 | 3,562 | 5,359 | 8,921 | 5,850 | 9,230 | 15,080 |
| 2 | 3,541 | 5,368 | 8,909 | 5,896 | 9,302 | 15,198 |
| 3 | 3,527 | 5,356 | 8,883 | 5,746 | 9,325 | 15,071 |
| 4 | 3,514 | 5,381 | 8,895 | 5,834 | 9,277 | 15,111 |
| 5 | 3,504 | 5,409 | 8,913 | 5,850 | 9,266 | 15,116 |
| 6 | 3,493 | 5,400 | 8,893 | 5,784 | 9,348 | 15,132 |
| 7 | 3,486 | 5,417 | 8,903 | 5,783 | 9,409 | 15,192 |
| 8 | 3,479 | 5,378 | 8,857 | 5,861 | 9,405 | 15,266 |
| 9 | 3,468 | 5,396 | 8,864 | 5,913 | 9,339 | 15,252 |
| 10 | 3,461 | 5,418 | 8,879 | 5,748 | 9,411 | 15,159 |
| Stredná hodnota | 3,5035 | 5,3882 | 8,8917 | 5,8265 | 9,3312 | 15,1577 |
| Chyba strednej hodnoty | 0,0103 | 0,0073 | 0,0066 | 0,0186 | 0,0201 | 0,0215 |
| Medián | 3,4985 | 5,3885 | 8,8940 | 5,8420 | 9,3320 | 15,1455 |
| Smerodajná odchýlka | 0,0326 | 0,0231 | 0,0210 | 0,0587 | 0,0637 | 0,0680 |
| Rozptyl výberu | 0,0011 | 0,0005 | 0,0004 | 0,0034 | 0,0041 | 0,0046 |
| Minimum | 3,4610 | 5,3560 | 8,8570 | 5,7460 | 9,2300 | 15,0710 |
| Maximum | 3,5620 | 5,4180 | 8,9210 | 5,9130 | 9,4110 | 15,2660 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,0233 | 0,0165 | 0,0150 | 0,0420 | 0,0456 | 0,0486 |

Tab. 5 Tuhosť stolu Kubis po 20 000 cykloch

| Kubis | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|--------------|---------|---------|
| Cyklus | Tuhosť v smeroch zaťažovania [mm] | | | | | |
| | Meranie po 20 000 cykloch | | | | | |
| | Pozdĺžny smer | | | Priečny smer | | |
| | a→b | b→a | D1 | c→d | d→c | D2 |
| 1 | 4,198 | 5,559 | 9,757 | 6,213 | 10,278 | 16,491 |
| 2 | 4,185 | 5,556 | 9,741 | 6,239 | 10,213 | 16,452 |
| 3 | 4,156 | 5,520 | 9,676 | 6,244 | 10,111 | 16,355 |
| 4 | 4,140 | 5,536 | 9,676 | 6,255 | 10,175 | 16,430 |
| 5 | 4,135 | 5,560 | 9,695 | 6,231 | 10,199 | 16,430 |
| 6 | 4,131 | 5,590 | 9,721 | 6,206 | 10,184 | 16,390 |
| 7 | 4,113 | 5,568 | 9,681 | 6,170 | 10,149 | 16,319 |
| 8 | 4,093 | 5,589 | 9,682 | 6,190 | 10,150 | 16,340 |
| 9 | 4,068 | 5,619 | 9,687 | 6,265 | 10,242 | 16,507 |
| 10 | 4,113 | 5,582 | 9,695 | 6,185 | 10,187 | 16,372 |
| Stredná hodnota | 4,1332 | 5,5679 | 9,7011 | 6,2198 | 10,1888 | 16,4086 |
| Chyba strednej hodnoty | 0,0125 | 0,0090 | 0,0091 | 0,0101 | 0,0152 | 0,0202 |
| Medián | 4,1330 | 5,5640 | 9,6910 | 6,2220 | 10,1855 | 16,4100 |
| Smerodajná odchýlka | 0,0396 | 0,0286 | 0,0287 | 0,0319 | 0,0481 | 0,0637 |
| Rozptyl výberu | 0,0016 | 0,0008 | 0,0008 | 0,0010 | 0,0023 | 0,0041 |
| Minimum | 4,0680 | 5,5200 | 9,6760 | 6,1700 | 10,1110 | 16,3190 |
| Maximum | 4,1980 | 5,6190 | 9,7570 | 6,2650 | 10,2780 | 16,5070 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,0284 | 0,0204 | 0,0205 | 0,0228 | 0,0344 | 0,0456 |

Tab. 6 Tuhosť stolu Kubis po 25 000 cykloch

| Kubis | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|-------------|--------|---------|
| Cyklus | Tuhosť v smeroch zaťažovania [mm] | | | | | |
| | Meranie po 25 000 cykloch | | | | | |
| | Pozdĺžny smer | | | Pričný smer | | |
| | a→b | b→a | D1 | c→d | d→c | D2 |
| 1 | 3,867 | 5,572 | 9,439 | 6,177 | 9,518 | 15,695 |
| 2 | 3,826 | 5,556 | 9,382 | 6,151 | 9,567 | 15,718 |
| 3 | 3,815 | 5,579 | 9,394 | 6,159 | 9,639 | 15,798 |
| 4 | 3,793 | 5,561 | 9,354 | 6,071 | 9,623 | 15,694 |
| 5 | 3,785 | 5,570 | 9,355 | 6,067 | 9,707 | 15,774 |
| 6 | 3,762 | 5,582 | 9,344 | 6,189 | 9,557 | 15,746 |
| 7 | 3,756 | 5,566 | 9,322 | 6,191 | 9,639 | 15,830 |
| 8 | 3,753 | 5,584 | 9,337 | 6,038 | 9,718 | 15,756 |
| 9 | 3,738 | 5,586 | 9,324 | 6,119 | 9,683 | 15,802 |
| 10 | 3,714 | 5,590 | 9,304 | 6,086 | 9,670 | 15,756 |
| Stredná hodnota | 3,7809 | 5,5746 | 9,3555 | 6,1248 | 9,6321 | 15,7569 |
| Chyba strednej hodnoty | 0,0145 | 0,0036 | 0,0126 | 0,0178 | 0,0211 | 0,0144 |
| Medián | 3,7735 | 5,5755 | 9,3490 | 6,1350 | 9,6390 | 15,7560 |
| Smerodajná odchýlka | 0,0458 | 0,0114 | 0,0400 | 0,0562 | 0,0667 | 0,0457 |
| Rozptyl výberu | 0,0021 | 0,0001 | 0,0016 | 0,0032 | 0,0045 | 0,0021 |
| Minimum | 3,7140 | 5,5560 | 9,3040 | 6,0380 | 9,5180 | 15,6940 |
| Maximum | 3,8670 | 5,5900 | 9,4390 | 6,1910 | 9,7180 | 15,8300 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,0327 | 0,0081 | 0,0286 | 0,0402 | 0,0477 | 0,0327 |



Obr. 37 Graf závislosti tuhosti konštrukcie v pozdĺžnom a priečnom smere pre stôl Kubis

Tab. 7 Výchylka stolu Alfa po 10 000 cykloch

| Alfa | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|---------|--------------|--------|---------|
| Cyklus | Tuhosť v smeroch zaťažovania [mm] | | | | | |
| | Meranie po 10 000 cykloch | | | | | |
| | Pozdĺžny smer | | | Priečny smer | | |
| | a→b | b→a | D1 | c→d | d→c | D2 |
| 1 | 5,513 | 5,519 | 11,032 | 10,640 | 9,537 | 20,177 |
| 2 | 5,531 | 5,511 | 11,042 | 10,671 | 9,533 | 20,204 |
| 3 | 5,516 | 5,504 | 11,020 | 10,685 | 9,641 | 20,326 |
| 4 | 5,636 | 5,459 | 11,095 | 10,690 | 9,588 | 20,278 |
| 5 | 5,496 | 5,465 | 10,961 | 10,688 | 9,659 | 20,347 |
| 6 | 5,514 | 5,482 | 10,996 | 10,694 | 9,815 | 20,509 |
| 7 | 5,569 | 5,476 | 11,045 | 10,689 | 9,820 | 20,509 |
| 8 | 5,574 | 5,474 | 11,048 | 10,686 | 9,823 | 20,509 |
| 9 | 5,567 | 5,464 | 11,031 | 10,677 | 9,921 | 20,598 |
| 10 | 5,524 | 5,434 | 10,958 | 10,652 | 9,890 | 20,542 |
| Stredná hodnota | 5,5440 | 5,4788 | 11,0228 | 10,6772 | 9,7227 | 20,3999 |
| Chyba strednej hodnoty | 0,0133 | 0,0083 | 0,0132 | 0,0057 | 0,0465 | 0,0479 |
| Medián | 5,5275 | 5,4750 | 11,0315 | 10,6855 | 9,7370 | 20,4280 |
| Smerodajná odchýlka | 0,0422 | 0,0261 | 0,0416 | 0,0179 | 0,1471 | 0,1514 |
| Rozptyl výberu | 0,0018 | 0,0007 | 0,0017 | 0,0003 | 0,0216 | 0,0229 |
| Minimum | 5,4960 | 5,4340 | 10,9580 | 10,6400 | 9,5330 | 20,1770 |
| Maximum | 5,6360 | 5,5190 | 11,0950 | 10,6940 | 9,9210 | 20,5980 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,0302 | 0,0187 | 0,0298 | 0,0128 | 0,1052 | 0,1083 |

Tab. 8 Výchylka stolu Alfa po 15 000 cyklov

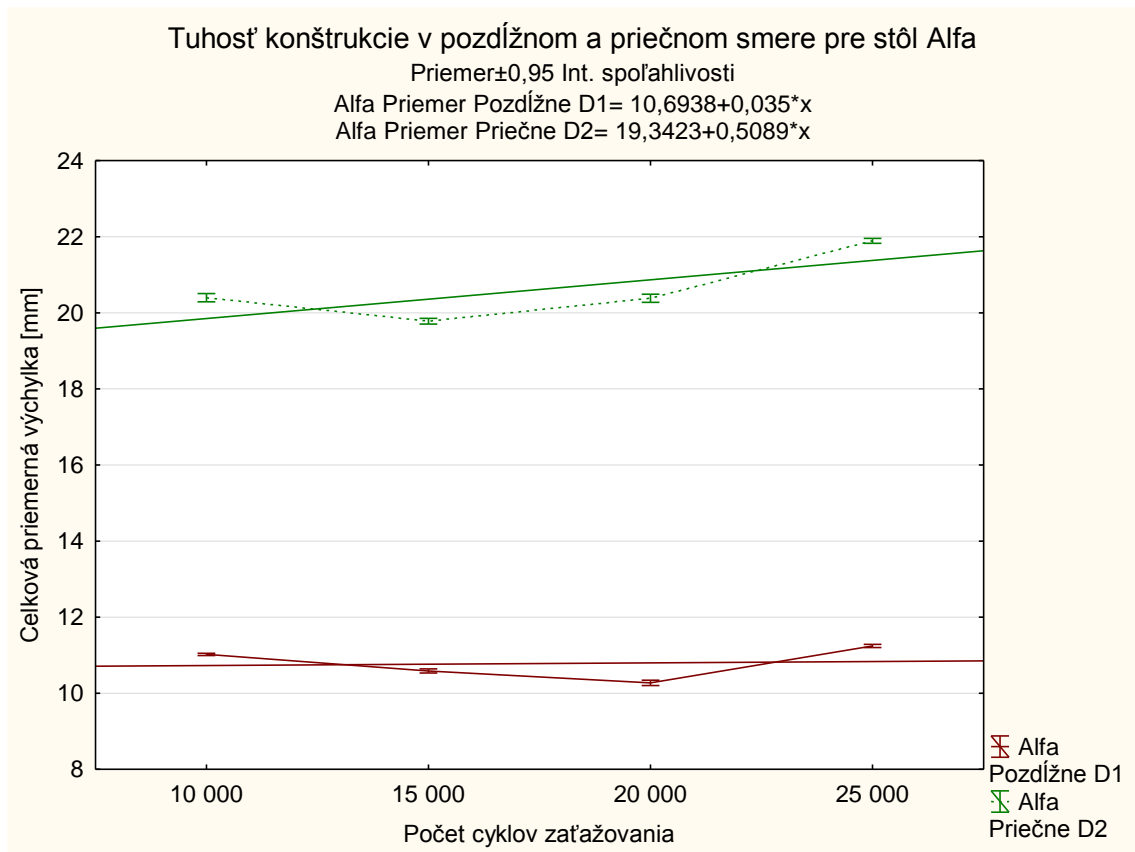
| Alfa | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|---------|--------------|---------|---------|
| Cyklus | Tuhosť v smeroch zaťažovania [mm] | | | | | |
| | Meranie po 15 000 cykloch | | | | | |
| | Pozdĺžny smer | | | Priečny smer | | |
| | a→b | b→a | D1 | c→d | d→c | D2 |
| 1 | 5,200 | 5,533 | 10,733 | 9,718 | 9,943 | 19,661 |
| 2 | 5,120 | 5,375 | 10,495 | 9,713 | 9,931 | 19,644 |
| 3 | 5,166 | 5,435 | 10,601 | 9,732 | 10,081 | 19,813 |
| 4 | 5,188 | 5,384 | 10,572 | 9,729 | 10,131 | 19,860 |
| 5 | 5,155 | 5,436 | 10,591 | 9,728 | 10,244 | 19,972 |
| 6 | 5,120 | 5,365 | 10,485 | 9,730 | 10,024 | 19,754 |
| 7 | 5,176 | 5,447 | 10,623 | 9,711 | 10,019 | 19,730 |
| 8 | 5,196 | 5,472 | 10,668 | 9,701 | 10,130 | 19,831 |
| 9 | 5,043 | 5,490 | 10,533 | 9,713 | 9,962 | 19,675 |
| 10 | 5,055 | 5,505 | 10,560 | 9,711 | 10,147 | 19,858 |
| Stredná hodnota | 5,1419 | 5,4442 | 10,5861 | 9,7186 | 10,0612 | 19,7798 |
| Chyba strednej hodnoty | 0,0178 | 0,0180 | 0,0241 | 0,0033 | 0,0324 | 0,0333 |
| Medián | 5,1605 | 5,4415 | 10,5815 | 9,7155 | 10,0525 | 19,7835 |
| Smerodajná odchýlka | 0,0564 | 0,0571 | 0,0761 | 0,0105 | 0,1026 | 0,1054 |
| Rozptyl výberu | 0,0032 | 0,0033 | 0,0058 | 0,0001 | 0,0105 | 0,0111 |
| Minimum | 5,0430 | 5,3650 | 10,4850 | 9,7010 | 9,9310 | 19,6440 |
| Maximum | 5,2000 | 5,5330 | 10,7330 | 9,7320 | 10,2440 | 19,9720 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,0404 | 0,0408 | 0,0544 | 0,0075 | 0,0734 | 0,0754 |

Tab. 9 Výchylka stolu Alfa po 20 000 cyklov

| Alfa | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|---------|--------------|---------|---------|
| Cyklus | Tuhosť v smeroch zaťažovania [mm] | | | | | |
| | Meranie po 20 000 cykloch | | | | | |
| | Pozdĺžny smer | | | Priečny smer | | |
| | a→b | b→a | D1 | c→d | d→c | D2 |
| 1 | 5,005 | 5,093 | 10,098 | 10,251 | 9,923 | 20,174 |
| 2 | 5,032 | 5,160 | 10,192 | 10,257 | 9,938 | 20,195 |
| 3 | 4,948 | 5,228 | 10,176 | 10,244 | 10,036 | 20,280 |
| 4 | 5,047 | 5,200 | 10,247 | 10,238 | 10,042 | 20,280 |
| 5 | 5,021 | 5,260 | 10,281 | 10,258 | 10,202 | 20,460 |
| 6 | 5,074 | 5,336 | 10,410 | 10,231 | 10,271 | 20,502 |
| 7 | 4,987 | 5,340 | 10,327 | 10,230 | 10,229 | 20,459 |
| 8 | 5,039 | 5,352 | 10,391 | 10,241 | 10,100 | 20,341 |
| 9 | 4,923 | 5,388 | 10,311 | 10,221 | 10,341 | 20,562 |
| 10 | 4,890 | 5,401 | 10,291 | 10,219 | 10,363 | 20,582 |
| Stredná hodnota | 4,9966 | 5,2758 | 10,2724 | 10,2390 | 10,1445 | 20,3835 |
| Chyba strednej hodnoty | 0,0187 | 0,0328 | 0,0307 | 0,0044 | 0,0504 | 0,0471 |
| Medián | 5,0130 | 5,2980 | 10,2860 | 10,2395 | 10,1510 | 20,4000 |
| Smerodajná odchýlka | 0,0591 | 0,1038 | 0,0970 | 0,0139 | 0,1594 | 0,1489 |
| Rozptyl výberu | 0,0035 | 0,0108 | 0,0094 | 0,0002 | 0,0254 | 0,0222 |
| Minimum | 4,8900 | 5,0930 | 10,0980 | 10,2190 | 9,9230 | 20,1740 |
| Maximum | 5,0740 | 5,4010 | 10,4100 | 10,2580 | 10,3630 | 20,5820 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,0423 | 0,0742 | 0,0694 | 0,0099 | 0,1141 | 0,1065 |

Tab. 10 Výchylka stolu Alfa po 25 000 cyklov

| Alfa | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|---------|--------------|---------|---------|
| Cyklus | Tuhosť v smeroch zaťažovania [mm] | | | | | |
| | Meranie po 25 000 cykloch | | | | | |
| | Pozdĺžny smer | | | Priečny smer | | |
| | a→b | b→a | D1 | c→d | d→c | D2 |
| 1 | 5,493 | 5,669 | 11,162 | 10,668 | 11,188 | 21,856 |
| 2 | 5,536 | 5,677 | 11,213 | 10,718 | 11,155 | 21,873 |
| 3 | 5,542 | 5,740 | 11,282 | 10,698 | 11,276 | 21,974 |
| 4 | 5,549 | 5,689 | 11,238 | 10,731 | 11,173 | 21,904 |
| 5 | 5,519 | 5,695 | 11,214 | 10,707 | 11,169 | 21,876 |
| 6 | 5,492 | 5,701 | 11,193 | 10,647 | 11,135 | 21,782 |
| 7 | 5,550 | 5,731 | 11,281 | 10,645 | 11,141 | 21,786 |
| 8 | 5,501 | 5,764 | 11,265 | 10,647 | 11,447 | 22,094 |
| 9 | 5,466 | 5,758 | 11,224 | 10,639 | 11,287 | 21,926 |
| 10 | 5,586 | 5,784 | 11,370 | 10,636 | 11,244 | 21,880 |
| Stredná hodnota | 5,5234 | 5,7208 | 11,2442 | 10,6736 | 11,2215 | 21,8951 |
| Chyba strednej hodnoty | 0,0113 | 0,0126 | 0,0185 | 0,0115 | 0,0304 | 0,0287 |
| Medián | 5,5275 | 5,7160 | 11,2310 | 10,6575 | 11,1805 | 21,8780 |
| Smerodajná odchýlka | 0,0358 | 0,0400 | 0,0585 | 0,0363 | 0,0962 | 0,0908 |
| Rozptyl výberu | 0,0013 | 0,0016 | 0,0034 | 0,0013 | 0,0092 | 0,0082 |
| Minimum | 5,4660 | 5,6690 | 11,1620 | 10,6360 | 11,1350 | 21,7820 |
| Maximum | 5,5860 | 5,7840 | 11,3700 | 10,7310 | 11,4470 | 22,0940 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,0256 | 0,0286 | 0,0418 | 0,0260 | 0,0688 | 0,0649 |



Obr. 38 Graf závislosti tuhosti konštrukcie v pozdĺžnom a priečnom smere pre stôl Alfa

Tab. 11 Výchylka stolu Beta po 10 000 cyklov

| Beta | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|-------------|--------|---------|
| Cyklus | Tuhosť v smeroch zaťažovania [mm] | | | | | |
| | Meranie po 10 000 cykloch | | | | | |
| | Pozdĺžny smer | | | Pričný smer | | |
| | a→b | b→a | D1 | c→d | d→c | D2 |
| 1 | 3,485 | 3,436 | 6,921 | 7,462 | 8,147 | 15,609 |
| 2 | 3,441 | 3,493 | 6,934 | 7,330 | 8,106 | 15,436 |
| 3 | 3,447 | 3,481 | 6,928 | 7,013 | 8,303 | 15,316 |
| 4 | 3,457 | 3,495 | 6,952 | 7,116 | 8,142 | 15,258 |
| 5 | 3,465 | 3,507 | 6,972 | 7,053 | 8,318 | 15,371 |
| 6 | 3,479 | 3,503 | 6,982 | 7,074 | 8,062 | 15,136 |
| 7 | 3,490 | 3,496 | 6,986 | 7,153 | 8,355 | 15,508 |
| 8 | 3,516 | 3,486 | 7,002 | 7,127 | 8,336 | 15,463 |
| 9 | 3,465 | 3,493 | 6,958 | 7,132 | 8,298 | 15,430 |
| 10 | 3,435 | 3,507 | 6,942 | 7,046 | 8,282 | 15,328 |
| Stredná hodnota | 3,4680 | 3,4897 | 6,9577 | 7,1506 | 8,2349 | 15,3855 |
| Chyba strednej hodnoty | 0,0079 | 0,0065 | 0,0086 | 0,0443 | 0,0342 | 0,0425 |
| Medián | 3,4650 | 3,4940 | 6,9550 | 7,1215 | 8,2900 | 15,4005 |
| Smerodajná odchýlka | 0,0249 | 0,0207 | 0,0271 | 0,1401 | 0,1081 | 0,1343 |
| Rozptyl výberu | 0,0006 | 0,0004 | 0,0007 | 0,0196 | 0,0117 | 0,0180 |
| Minimum | 3,4350 | 3,4360 | 6,9210 | 7,0130 | 8,0620 | 15,1360 |
| Maximum | 3,5160 | 3,5070 | 7,0020 | 7,4620 | 8,3550 | 15,6090 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,0178 | 0,0148 | 0,0194 | 0,1002 | 0,0774 | 0,0961 |

Tab. 12 Výchylka stolu Beta po 15 000 cyklov

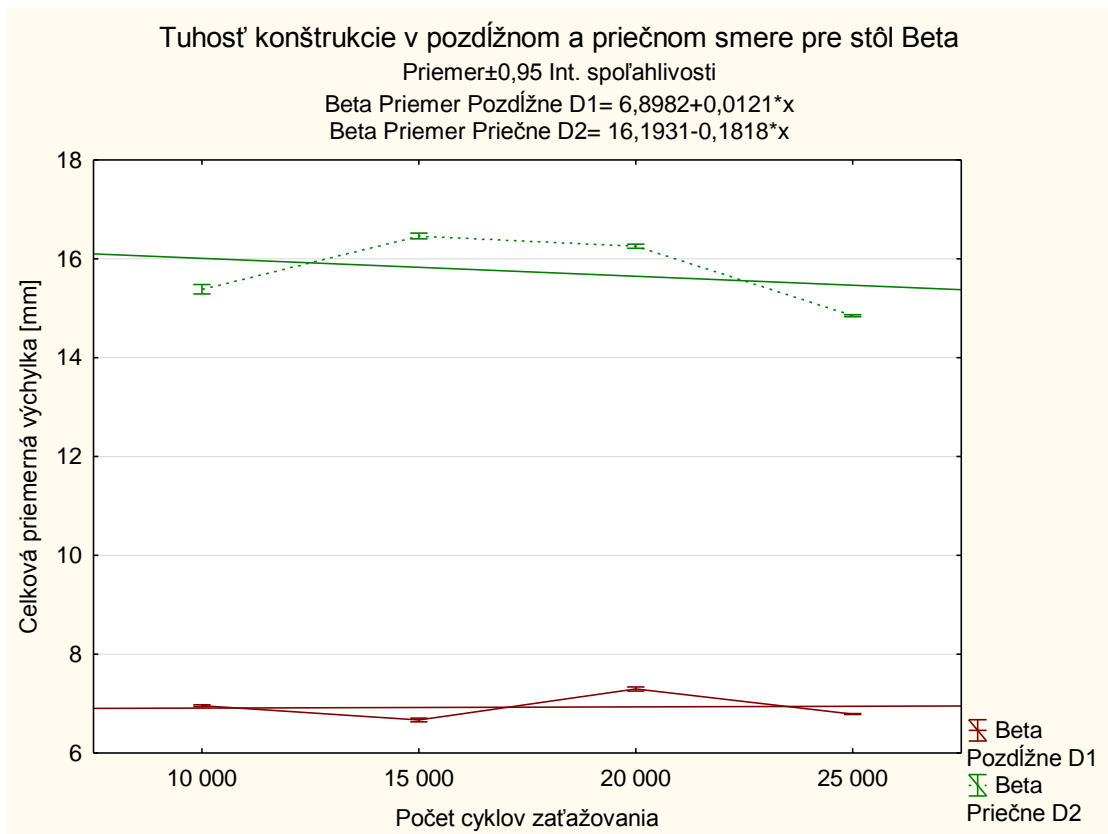
| Beta | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|-------------|--------|---------|
| Cyklus | Tuhosť v smeroch zaťažovania [mm] | | | | | |
| | Meranie po 15 000 cykloch | | | | | |
| | Pozdĺžny smer | | | Pričný smer | | |
| | a→b | b→a | D1 | c→d | d→c | D2 |
| 1 | 3,347 | 3,439 | 6,786 | 7,978 | 8,620 | 16,598 |
| 2 | 3,218 | 3,447 | 6,665 | 7,761 | 8,706 | 16,467 |
| 3 | 3,158 | 3,445 | 6,603 | 7,731 | 8,637 | 16,368 |
| 4 | 3,196 | 3,431 | 6,627 | 7,673 | 8,736 | 16,409 |
| 5 | 3,204 | 3,454 | 6,658 | 7,657 | 8,772 | 16,429 |
| 6 | 3,199 | 3,449 | 6,648 | 7,642 | 8,822 | 16,464 |
| 7 | 3,231 | 3,459 | 6,690 | 7,676 | 8,848 | 16,524 |
| 8 | 3,235 | 3,465 | 6,700 | 7,653 | 8,682 | 16,335 |
| 9 | 3,169 | 3,462 | 6,631 | 7,670 | 8,851 | 16,521 |
| 10 | 3,225 | 3,469 | 6,694 | 7,653 | 8,878 | 16,531 |
| Stredná hodnota | 3,2182 | 3,4520 | 6,6702 | 7,7094 | 8,7552 | 16,4646 |
| Chyba strednej hodnoty | 0,0164 | 0,0038 | 0,0163 | 0,0321 | 0,0294 | 0,0257 |
| Medián | 3,2110 | 3,4515 | 6,6615 | 7,6715 | 8,7540 | 16,4655 |
| Smerodajná odchýlka | 0,0518 | 0,0120 | 0,0515 | 0,1016 | 0,0931 | 0,0812 |
| Rozptyl výberu | 0,0027 | 0,0001 | 0,0026 | 0,0103 | 0,0087 | 0,0066 |
| Minimum | 3,1580 | 3,4310 | 6,6030 | 7,6420 | 8,6200 | 16,3350 |
| Maximum | 3,3470 | 3,4690 | 6,7860 | 7,9780 | 8,8780 | 16,5980 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,0371 | 0,0086 | 0,0368 | 0,0727 | 0,0666 | 0,0581 |

Tab. 13 Výchylka stolu Beta po 20 000 cyklov

| Beta | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|-------------|--------|---------|
| Cyklus | Tuhosť v smeroch zaťažovania [mm] | | | | | |
| | Meranie po 20 000 cykloch | | | | | |
| | Pozdĺžny smer | | | Pričný smer | | |
| | a→b | b→a | D1 | c→d | d→c | D2 |
| 1 | 3,749 | 3,487 | 7,236 | 7,896 | 8,459 | 16,355 |
| 2 | 3,742 | 3,492 | 7,234 | 7,816 | 8,405 | 16,221 |
| 3 | 3,804 | 3,489 | 7,293 | 7,855 | 8,443 | 16,298 |
| 4 | 3,846 | 3,487 | 7,333 | 7,882 | 8,431 | 16,313 |
| 5 | 3,822 | 3,469 | 7,291 | 7,859 | 8,429 | 16,288 |
| 6 | 3,894 | 3,480 | 7,374 | 7,800 | 8,372 | 16,172 |
| 7 | 3,877 | 3,492 | 7,369 | 7,862 | 8,356 | 16,218 |
| 8 | 3,837 | 3,509 | 7,346 | 7,856 | 8,376 | 16,232 |
| 9 | 3,740 | 3,479 | 7,219 | 7,801 | 8,385 | 16,186 |
| 10 | 3,770 | 3,500 | 7,270 | 7,852 | 8,418 | 16,270 |
| Stredná hodnota | 3,8081 | 3,4884 | 7,2965 | 7,8479 | 8,4074 | 16,2553 |
| Chyba strednej hodnoty | 0,0178 | 0,0035 | 0,0181 | 0,0102 | 0,0108 | 0,0186 |
| Medián | 3,8130 | 3,4880 | 7,2920 | 7,8555 | 8,4115 | 16,2510 |
| Smerodajná odchýlka | 0,0564 | 0,0112 | 0,0572 | 0,0324 | 0,0341 | 0,0589 |
| Rozptyl výberu | 0,0032 | 0,0001 | 0,0033 | 0,0010 | 0,0012 | 0,0035 |
| Minimum | 3,7400 | 3,4690 | 7,2190 | 7,8000 | 8,3560 | 16,1720 |
| Maximum | 3,8940 | 3,5090 | 7,3740 | 7,8960 | 8,4590 | 16,3550 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,0403 | 0,0080 | 0,0409 | 0,0232 | 0,0244 | 0,0421 |

Tab. 14 Výchylka stolu Beta po 25 000 cyklov

| Beta | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|-------------|--------|---------|
| Cyklus | Tuhosť v smeroch zaťažovania [mm] | | | | | |
| | Meranie po 25 000 cykloch | | | | | |
| | Pozdĺžny smer | | | Pričný smer | | |
| | a→b | b→a | D1 | c→d | d→c | D2 |
| 1 | 3,606 | 3,205 | 6,811 | 7,144 | 7,712 | 14,856 |
| 2 | 3,579 | 3,213 | 6,792 | 7,117 | 7,700 | 14,817 |
| 3 | 3,575 | 3,232 | 6,807 | 7,162 | 7,697 | 14,859 |
| 4 | 3,569 | 3,224 | 6,793 | 7,149 | 7,713 | 14,862 |
| 5 | 3,571 | 3,214 | 6,785 | 7,110 | 7,745 | 14,855 |
| 6 | 3,568 | 3,210 | 6,778 | 7,099 | 7,705 | 14,804 |
| 7 | 3,561 | 3,222 | 6,783 | 7,097 | 7,728 | 14,825 |
| 8 | 3,595 | 3,192 | 6,787 | 7,117 | 7,773 | 14,890 |
| 9 | 3,570 | 3,199 | 6,769 | 7,128 | 7,755 | 14,883 |
| 10 | 3,579 | 3,208 | 6,787 | 7,100 | 7,743 | 14,843 |
| Stredná hodnota | 3,5773 | 3,2119 | 6,7892 | 7,1223 | 7,7271 | 14,8494 |
| Chyba strednej hodnoty | 0,0043 | 0,0038 | 0,0040 | 0,0072 | 0,0082 | 0,0087 |
| Medián | 3,5730 | 3,2115 | 6,7870 | 7,1170 | 7,7205 | 14,8555 |
| Smerodajná odchýlka | 0,0136 | 0,0120 | 0,0125 | 0,0228 | 0,0259 | 0,0276 |
| Rozptyl výberu | 0,0002 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0007 | 0,0008 |
| Minimum | 3,5610 | 3,1920 | 6,7690 | 7,0970 | 7,6970 | 14,8040 |
| Maximum | 3,6060 | 3,2320 | 6,8110 | 7,1620 | 7,7730 | 14,8900 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,0097 | 0,0086 | 0,0090 | 0,0163 | 0,0185 | 0,0197 |



Obr. 39 Graf závislosti tuhosti konštrukcie v pozdĺžnom a priečnom smere pre stôl Beta

Tab. 15 Výchylka stolu Gama po 10 000 cyklov

| Gama | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|--------------|--------|---------|
| Cyklus | Tuhosť v smeroch zaťažovania [mm] | | | | | |
| | Meranie po 10 000 cykloch | | | | | |
| | Pozdĺžny smer | | | Priečny smer | | |
| | a→b | b→a | D1 | c→d | d→c | D2 |
| 1 | 3,870 | 3,670 | 7,540 | 6,381 | 5,753 | 12,134 |
| 2 | 3,874 | 3,677 | 7,551 | 6,444 | 5,625 | 12,069 |
| 3 | 3,867 | 3,669 | 7,536 | 6,374 | 5,920 | 12,294 |
| 4 | 3,877 | 3,639 | 7,516 | 6,511 | 5,914 | 12,425 |
| 5 | 3,860 | 3,675 | 7,535 | 6,530 | 5,934 | 12,464 |
| 6 | 3,859 | 3,666 | 7,525 | 6,527 | 5,946 | 12,473 |
| 7 | 3,879 | 3,672 | 7,551 | 6,529 | 5,941 | 12,470 |
| 8 | 3,855 | 3,688 | 7,543 | 6,569 | 5,939 | 12,508 |
| 9 | 3,848 | 3,676 | 7,524 | 6,635 | 5,940 | 12,575 |
| 10 | 3,844 | 3,672 | 7,516 | 6,598 | 5,934 | 12,532 |
| Stredná hodnota | 3,8633 | 3,6704 | 7,5337 | 6,5098 | 5,8846 | 12,3944 |
| Chyba strednej hodnoty | 0,0038 | 0,0040 | 0,0041 | 0,0274 | 0,0341 | 0,0544 |
| Medián | 3,8635 | 3,6720 | 7,5355 | 6,5280 | 5,9340 | 12,4670 |
| Smerodajná odchýlka | 0,0121 | 0,0126 | 0,0130 | 0,0865 | 0,1079 | 0,1719 |
| Rozptyl výberu | 0,0001 | 0,0002 | 0,0002 | 0,0075 | 0,0116 | 0,0295 |
| Minimum | 3,8440 | 3,6390 | 7,5160 | 6,3740 | 5,6250 | 12,0690 |
| Maximum | 3,8790 | 3,6880 | 7,5510 | 6,6350 | 5,9460 | 12,5750 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,0086 | 0,0090 | 0,0093 | 0,0619 | 0,0772 | 0,1230 |

Tab. 16 Výchylka stolu Gama po 15 000 cyklov

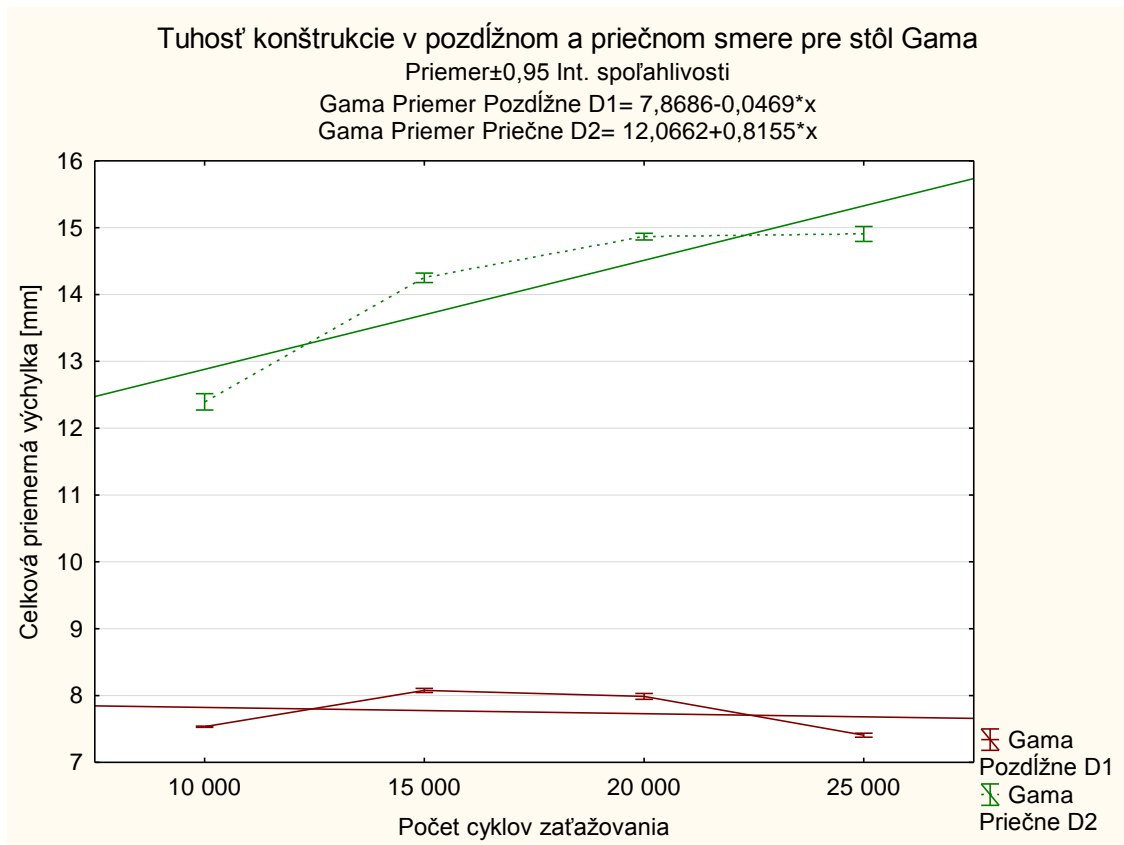
| Gama | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|-------------|--------|---------|
| Cyklus | Tuhosť v smeroch zaťažovania [mm] | | | | | |
| | Meranie po 15 000 cykloch | | | | | |
| | Pozdĺžny smer | | | Pričný smer | | |
| | a→b | b→a | D1 | c→d | d→c | D2 |
| 1 | 4,479 | 3,619 | 8,098 | 7,610 | 6,804 | 14,414 |
| 2 | 4,374 | 3,647 | 8,021 | 7,140 | 6,915 | 14,055 |
| 3 | 4,377 | 3,669 | 8,046 | 7,257 | 7,023 | 14,280 |
| 4 | 4,383 | 3,689 | 8,072 | 7,187 | 7,049 | 14,236 |
| 5 | 4,387 | 3,683 | 8,070 | 7,145 | 7,028 | 14,173 |
| 6 | 4,381 | 3,691 | 8,072 | 7,143 | 7,043 | 14,186 |
| 7 | 4,359 | 3,709 | 8,068 | 7,214 | 7,073 | 14,287 |
| 8 | 4,374 | 3,695 | 8,069 | 7,160 | 7,109 | 14,269 |
| 9 | 4,355 | 3,708 | 8,063 | 7,240 | 7,110 | 14,350 |
| 10 | 4,474 | 3,714 | 8,188 | 7,152 | 7,105 | 14,257 |
| Stredná hodnota | 4,3943 | 3,6824 | 8,0767 | 7,2248 | 7,0259 | 14,2507 |
| Chyba strednej hodnoty | 0,0141 | 0,0095 | 0,0139 | 0,0448 | 0,0307 | 0,0312 |
| Medián | 4,3790 | 3,6900 | 8,0695 | 7,1735 | 7,0460 | 14,2630 |
| Smerodajná odchýlka | 0,0445 | 0,0300 | 0,0438 | 0,1418 | 0,0971 | 0,0988 |
| Rozptyl výberu | 0,0020 | 0,0009 | 0,0019 | 0,0201 | 0,0094 | 0,0098 |
| Minimum | 4,3550 | 3,6190 | 8,0210 | 7,1400 | 6,8040 | 14,0550 |
| Maximum | 4,4790 | 3,7140 | 8,1880 | 7,6100 | 7,1100 | 14,4140 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,0318 | 0,0214 | 0,0314 | 0,1014 | 0,0695 | 0,0707 |

Tab. 17 Výchylka stolu Gama po 20 000 cyklov

| Gama | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|-------------|--------|---------|
| Cyklus | Tuhosť v smeroch zaťažovania [mm] | | | | | |
| | Meranie po 20 000 cykloch | | | | | |
| | Pozdĺžny smer | | | Pričný smer | | |
| | a→b | b→a | D1 | c→d | d→c | D2 |
| 1 | 4,222 | 3,651 | 7,873 | 7,695 | 7,026 | 14,721 |
| 2 | 4,234 | 3,692 | 7,926 | 7,738 | 7,102 | 14,840 |
| 3 | 4,291 | 3,700 | 7,991 | 7,732 | 7,121 | 14,853 |
| 4 | 4,230 | 3,696 | 7,926 | 7,705 | 7,142 | 14,847 |
| 5 | 4,317 | 3,679 | 7,996 | 7,729 | 7,127 | 14,856 |
| 6 | 4,306 | 3,710 | 8,016 | 7,725 | 7,124 | 14,849 |
| 7 | 4,294 | 3,714 | 8,008 | 7,692 | 7,166 | 14,858 |
| 8 | 4,333 | 3,742 | 8,075 | 7,801 | 7,164 | 14,965 |
| 9 | 4,317 | 3,727 | 8,044 | 7,785 | 7,160 | 14,945 |
| 10 | 4,303 | 3,720 | 8,023 | 7,754 | 7,182 | 14,936 |
| Stredná hodnota | 4,2847 | 3,7031 | 7,9878 | 7,7356 | 7,1314 | 14,8670 |
| Chyba strednej hodnoty | 0,0128 | 0,0082 | 0,0195 | 0,0114 | 0,0141 | 0,0220 |
| Medián | 4,2985 | 3,7050 | 8,0020 | 7,7305 | 7,1345 | 14,8545 |
| Smerodajná odchýlka | 0,0406 | 0,0259 | 0,0616 | 0,0361 | 0,0446 | 0,0696 |
| Rozptyl výberu | 0,0016 | 0,0007 | 0,0038 | 0,0013 | 0,0020 | 0,0048 |
| Minimum | 4,2220 | 3,6510 | 7,8730 | 7,6920 | 7,0260 | 14,7210 |
| Maximum | 4,3330 | 3,7420 | 8,0750 | 7,8010 | 7,1820 | 14,9650 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,0290 | 0,0185 | 0,0440 | 0,0258 | 0,0319 | 0,0498 |

Tab. 18 Výchylka stolu Gama po 25 000 cyklov

| Gama | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|-------------|--------|---------|
| Cyklus | Tuhosť v smeroch zaťažovania [mm] | | | | | |
| | Meranie po 25 000 cykloch | | | | | |
| | Pozdĺžny smer | | | Pričný smer | | |
| | a→b | b→a | D1 | c→d | d→c | D2 |
| 1 | 3,492 | 3,948 | 7,440 | 7,386 | 7,191 | 14,577 |
| 2 | 3,443 | 3,965 | 7,408 | 7,393 | 7,392 | 14,785 |
| 3 | 3,490 | 3,975 | 7,465 | 7,463 | 7,432 | 14,895 |
| 4 | 3,421 | 3,984 | 7,405 | 7,477 | 7,372 | 14,849 |
| 5 | 3,407 | 3,981 | 7,388 | 7,458 | 7,375 | 14,833 |
| 6 | 3,409 | 3,978 | 7,387 | 7,480 | 7,503 | 14,983 |
| 7 | 3,400 | 3,967 | 7,367 | 7,467 | 7,511 | 14,978 |
| 8 | 3,493 | 3,973 | 7,466 | 7,436 | 7,659 | 15,095 |
| 9 | 3,421 | 3,991 | 7,412 | 7,419 | 7,676 | 15,095 |
| 10 | 3,336 | 3,995 | 7,331 | 7,440 | 7,542 | 14,982 |
| Stredná hodnota | 3,4312 | 3,9757 | 7,4069 | 7,4419 | 7,4653 | 14,9072 |
| Chyba strednej hodnoty | 0,0158 | 0,0043 | 0,0134 | 0,0106 | 0,0459 | 0,0494 |
| Medián | 3,4210 | 3,9765 | 7,4065 | 7,4490 | 7,4675 | 14,9365 |
| Smerodajná odchýlka | 0,0499 | 0,0136 | 0,0423 | 0,0335 | 0,1453 | 0,1563 |
| Rozptyl výberu | 0,0025 | 0,0002 | 0,0018 | 0,0011 | 0,0211 | 0,0244 |
| Minimum | 3,3360 | 3,9480 | 7,3310 | 7,3860 | 7,1910 | 14,5770 |
| Maximum | 3,4930 | 3,9950 | 7,4660 | 7,4800 | 7,6760 | 15,0950 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,0357 | 0,0098 | 0,0303 | 0,0240 | 0,1039 | 0,1118 |



Obr. 40 Graf závislosti tuhosti konštrukcie v pozdĺžnom a priečnom smere pre stôl Gama

Tab. 19 Výchylka stolu Viki po 10 000 cyklov

| Viki | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|-------------|--------|---------|
| Cyklus | Tuhosť v smeroch zaťažovania [mm] | | | | | |
| | Meranie po 10 000 cykloch | | | | | |
| | Pozdĺžny smer | | | Pričný smer | | |
| | a→b | b→a | D1 | c→d | d→c | D2 |
| 1 | 4,019 | 4,246 | 8,265 | 5,933 | 7,808 | 13,741 |
| 2 | 4,006 | 4,280 | 8,286 | 5,991 | 7,954 | 13,945 |
| 3 | 4,024 | 4,266 | 8,290 | 5,886 | 7,821 | 13,707 |
| 4 | 4,047 | 4,279 | 8,326 | 5,905 | 7,762 | 13,667 |
| 5 | 4,013 | 4,303 | 8,316 | 5,900 | 7,849 | 13,749 |
| 6 | 4,015 | 4,308 | 8,323 | 5,874 | 7,801 | 13,675 |
| 7 | 4,000 | 4,312 | 8,312 | 5,947 | 7,912 | 13,859 |
| 8 | 4,003 | 4,336 | 8,339 | 5,877 | 7,767 | 13,644 |
| 9 | 3,998 | 4,293 | 8,291 | 5,927 | 7,842 | 13,769 |
| 10 | 4,011 | 4,346 | 8,357 | 5,964 | 7,825 | 13,789 |
| Stredná hodnota | 4,0136 | 4,2969 | 8,3105 | 5,9204 | 7,8341 | 13,7545 |
| Chyba strednej hodnoty | 0,0045 | 0,0097 | 0,0087 | 0,0123 | 0,0190 | 0,0293 |
| Medián | 4,0120 | 4,2980 | 8,3140 | 5,9160 | 7,8230 | 13,7450 |
| Smerodajná odchýlka | 0,0144 | 0,0307 | 0,0276 | 0,0390 | 0,0601 | 0,0927 |
| Rozptyl výberu | 0,0002 | 0,0009 | 0,0008 | 0,0015 | 0,0036 | 0,0086 |
| Minimum | 3,9980 | 4,2460 | 8,2650 | 5,8740 | 7,7620 | 13,6440 |
| Maximum | 4,0470 | 4,3460 | 8,3570 | 5,9910 | 7,9540 | 13,9450 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,0103 | 0,0220 | 0,0198 | 0,0279 | 0,0430 | 0,0663 |

Tab. 20 Výchylka stolu Viki po 15 000 cyklov

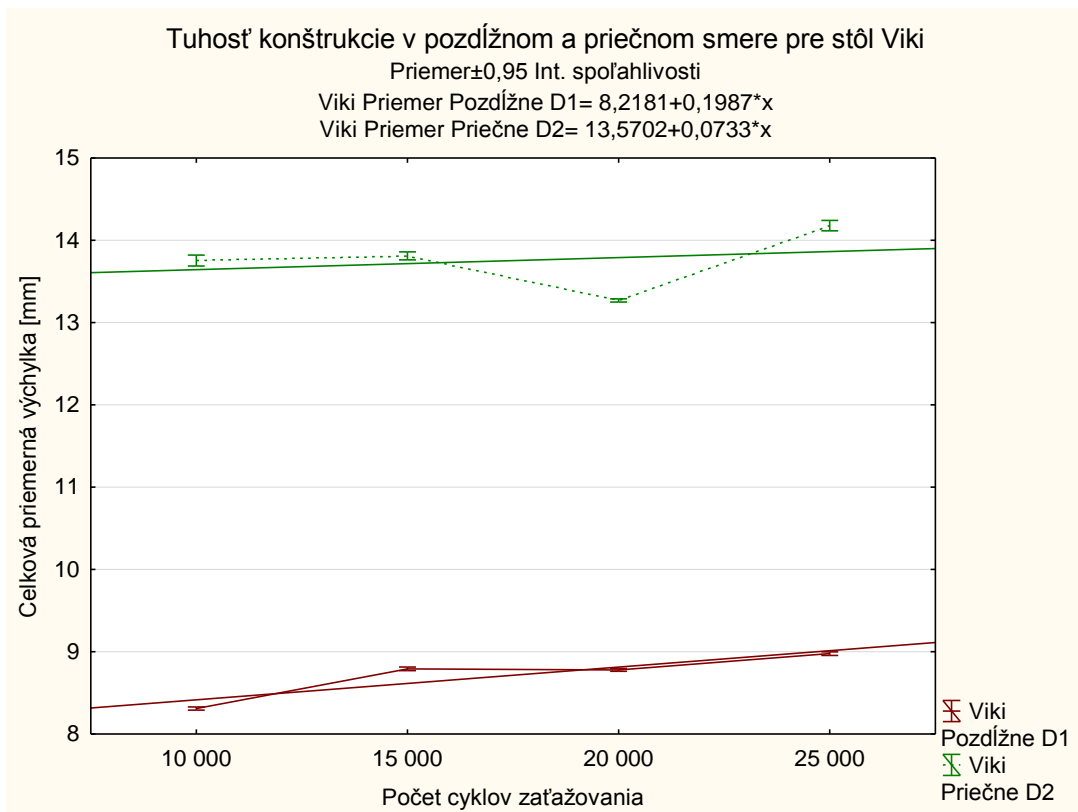
| Viki | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|-------------|--------|---------|
| Cyklus | Tuhosť v smeroch zaťažovania [mm] | | | | | |
| | Meranie po 15 000 cykloch | | | | | |
| | Pozdĺžny smer | | | Pričný smer | | |
| | a→b | b→a | D1 | c→d | d→c | D2 |
| 1 | 4,418 | 4,349 | 8,767 | 6,306 | 7,417 | 13,723 |
| 2 | 4,414 | 4,343 | 8,757 | 6,348 | 7,383 | 13,731 |
| 3 | 4,419 | 4,361 | 8,780 | 6,360 | 7,388 | 13,748 |
| 4 | 4,445 | 4,381 | 8,826 | 6,293 | 7,501 | 13,794 |
| 5 | 4,429 | 4,376 | 8,805 | 6,304 | 7,483 | 13,787 |
| 6 | 4,415 | 4,365 | 8,780 | 6,398 | 7,467 | 13,865 |
| 7 | 4,413 | 4,378 | 8,791 | 6,321 | 7,499 | 13,820 |
| 8 | 4,417 | 4,382 | 8,799 | 6,319 | 7,508 | 13,827 |
| 9 | 4,390 | 4,373 | 8,763 | 6,316 | 7,565 | 13,881 |
| 10 | 4,462 | 4,395 | 8,857 | 6,392 | 7,539 | 13,931 |
| Stredná hodnota | 4,4222 | 4,3703 | 8,7925 | 6,3357 | 7,4750 | 13,8107 |
| Chyba strednej hodnoty | 0,0062 | 0,0050 | 0,0098 | 0,0117 | 0,0195 | 0,0215 |
| Medián | 4,4175 | 4,3745 | 8,7855 | 6,3200 | 7,4910 | 13,8070 |
| Smerodajná odchýlka | 0,0196 | 0,0159 | 0,0309 | 0,0371 | 0,0615 | 0,0679 |
| Rozptyl výberu | 0,0004 | 0,0003 | 0,0010 | 0,0014 | 0,0038 | 0,0046 |
| Minimum | 4,3900 | 4,3430 | 8,7570 | 6,2930 | 7,3830 | 13,7230 |
| Maximum | 4,4620 | 4,3950 | 8,8570 | 6,3980 | 7,5650 | 13,9310 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,0140 | 0,0114 | 0,0221 | 0,0265 | 0,0440 | 0,0486 |

Tab. 21 Výchylka stolu Viki po 20 000 cyklov

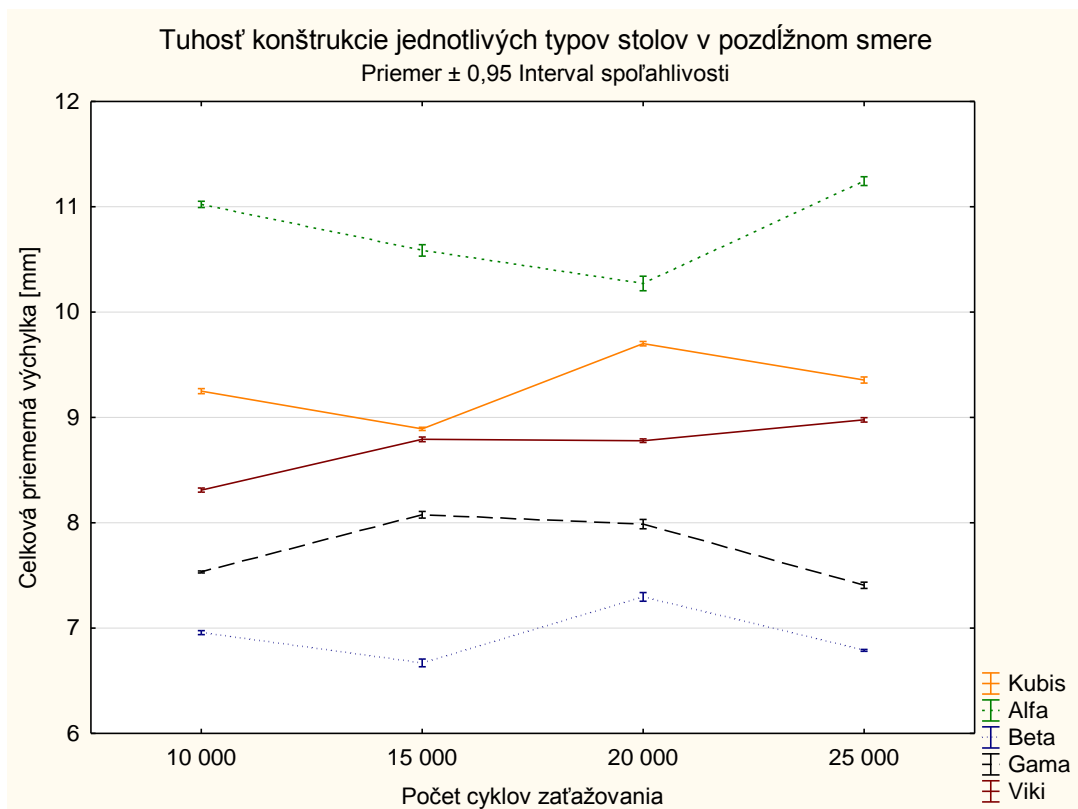
| Viki | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|-------------|--------|---------|
| Cyklus | Tuhosť v smeroch zaťažovania [mm] | | | | | |
| | Meranie po 20 000 cykloch | | | | | |
| | Pozdĺžny smer | | | Pričný smer | | |
| | a→b | b→a | D1 | c→d | d→c | D2 |
| 1 | 4,316 | 4,416 | 8,732 | 6,098 | 7,158 | 13,256 |
| 2 | 4,319 | 4,434 | 8,753 | 6,112 | 7,180 | 13,292 |
| 3 | 4,326 | 4,463 | 8,789 | 6,080 | 7,152 | 13,232 |
| 4 | 4,312 | 4,464 | 8,776 | 6,095 | 7,181 | 13,276 |
| 5 | 4,306 | 4,468 | 8,774 | 6,085 | 7,165 | 13,250 |
| 6 | 4,342 | 4,470 | 8,812 | 6,101 | 7,231 | 13,332 |
| 7 | 4,322 | 4,478 | 8,800 | 6,069 | 7,188 | 13,257 |
| 8 | 4,306 | 4,464 | 8,770 | 6,098 | 7,174 | 13,272 |
| 9 | 4,308 | 4,486 | 8,794 | 6,082 | 7,180 | 13,262 |
| 10 | 4,311 | 4,482 | 8,793 | 6,085 | 7,178 | 13,263 |
| Stredná hodnota | 4,3168 | 4,4625 | 8,7793 | 6,0905 | 7,1787 | 13,2692 |
| Chyba strednej hodnoty | 0,0035 | 0,0069 | 0,0075 | 0,0040 | 0,0068 | 0,0086 |
| Medián | 4,3140 | 4,4660 | 8,7825 | 6,0900 | 7,1790 | 13,2625 |
| Smerodajná odchýlka | 0,0112 | 0,0217 | 0,0237 | 0,0125 | 0,0216 | 0,0273 |
| Rozptyl výberu | 0,0001 | 0,0005 | 0,0006 | 0,0002 | 0,0005 | 0,0007 |
| Minimum | 4,3060 | 4,4160 | 8,7320 | 6,0690 | 7,1520 | 13,2320 |
| Maximum | 4,3420 | 4,4860 | 8,8120 | 6,1120 | 7,2310 | 13,3320 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,0080 | 0,0155 | 0,0169 | 0,0090 | 0,0154 | 0,0195 |

Tab. 22 Výchylka stolu Viki po 25 000 cyklov

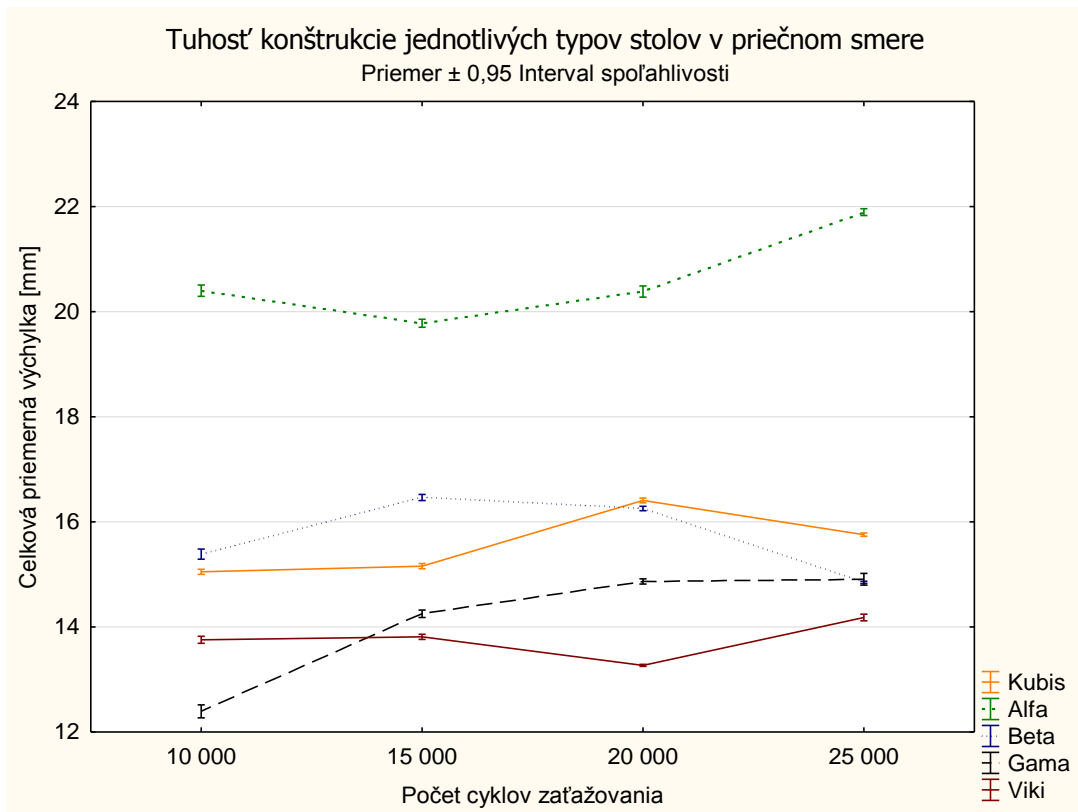
| Viki | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|--------------|--------|---------|
| Cyklus | Tuhosť v smeroch zaťažovania [mm] | | | | | |
| | Meranie po 25 000 cykloch | | | | | |
| | Pozdĺžny smer | | | Priečny smer | | |
| | a→b | b→a | D1 | c→d | d→c | D2 |
| 1 | 4,423 | 4,505 | 8,928 | 6,423 | 7,661 | 14,084 |
| 2 | 4,429 | 4,517 | 8,946 | 6,421 | 7,723 | 14,144 |
| 3 | 4,435 | 4,527 | 8,962 | 6,471 | 7,757 | 14,228 |
| 4 | 4,417 | 4,547 | 8,964 | 6,421 | 7,721 | 14,142 |
| 5 | 4,443 | 4,532 | 8,975 | 6,484 | 7,757 | 14,241 |
| 6 | 4,429 | 4,548 | 8,977 | 6,424 | 7,675 | 14,099 |
| 7 | 4,430 | 4,558 | 8,988 | 6,402 | 7,697 | 14,099 |
| 8 | 4,466 | 4,546 | 9,012 | 6,406 | 7,798 | 14,204 |
| 9 | 4,471 | 4,557 | 9,028 | 6,461 | 7,716 | 14,177 |
| 10 | 4,433 | 4,561 | 8,994 | 6,392 | 7,983 | 14,375 |
| Stredná hodnota | 4,4376 | 4,5398 | 8,9774 | 6,4305 | 7,7488 | 14,1793 |
| Chyba strednej hodnoty | 0,0056 | 0,0060 | 0,0094 | 0,0098 | 0,0290 | 0,0278 |
| Medián | 4,4315 | 4,5465 | 8,9760 | 6,4220 | 7,7220 | 14,1605 |
| Smerodajná odchýlka | 0,0177 | 0,0188 | 0,0298 | 0,0309 | 0,0917 | 0,0880 |
| Rozptyl výberu | 0,0003 | 0,0004 | 0,0009 | 0,0010 | 0,0084 | 0,0077 |
| Minimum | 4,4170 | 4,5050 | 8,9280 | 6,3920 | 7,6610 | 14,0840 |
| Maximum | 4,4710 | 4,5610 | 9,0280 | 6,4840 | 7,9830 | 14,3750 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,0127 | 0,0135 | 0,0213 | 0,0221 | 0,0656 | 0,0630 |



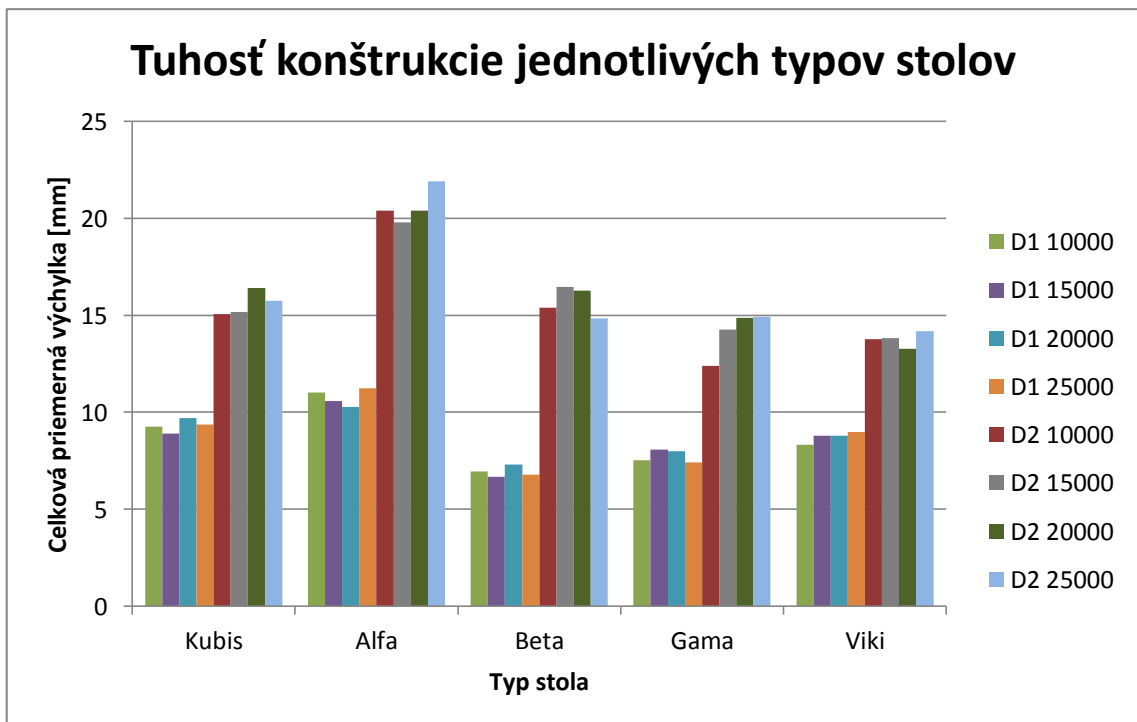
Obr. 41 Graf závislosti tuhosti konštrukcie v pozdĺžnom a priečnom smere pre stôl Viki



Obr. 42 Graf závislosti tuhosti konštrukcie jednotlivých typov stolov v pozdĺžnom smere



Obr. 43 Graf závislosti tuhosti konštrukcie jednotlivých typov stolov v priečnom smere



Obr. 44 Graf závislosti tuhosti konštrukcie jednotlivých typov stolov

5.3. Skúška zvislým rázom

Výsledky skúšky zvislým rázom boli vyhodnocované podľa článku 6.6.3 *Zkouška ostatních desek stolů svislým rázem* z normy ČSN EN 1730:2013.

Vzorka číslo 1- Stôl Kubis: Počas skúšania stolu došlo k prasknutiu stola v pozdĺžnom smere v strede krátkej strany v dĺžke 35 cm. Nedošlo k uvoľneniu spojov, zničeniu spojovacích prvkov, dielov a komponentov stolu. Po ukončení skúšky stôl splňuje požiadavky na stabilitu avšak nie je plne funkčný z dôvodu praskliny.

Vzorka číslo 2- Stôl Alfa: Počas skúšania stolu nedošlo k uvoľneniu spojov, zničeniu spojovacích prvkov, dielov a komponentov stolu. Po ukončení skúšky stôl splňuje požiadavky na stabilitu a je plne funkčný.

Vzorka číslo 3- Stôl Beta: Počas skúšania stolu nedošlo k uvoľneniu spojov, zničeniu spojovacích prvkov, dielov a komponentov stolu. Po ukončení skúšky stôl splňuje požiadavky na stabilitu a je plne funkčný.

Vzorka číslo 4- Stôl Gama: Počas skúšania stolu nedošlo k uvoľneniu spojov, zničeniu spojovacích prvkov, dielov a komponentov stolu. Po ukončení skúšky stôl splňuje požiadavky na stabilitu a je plne funkčný.

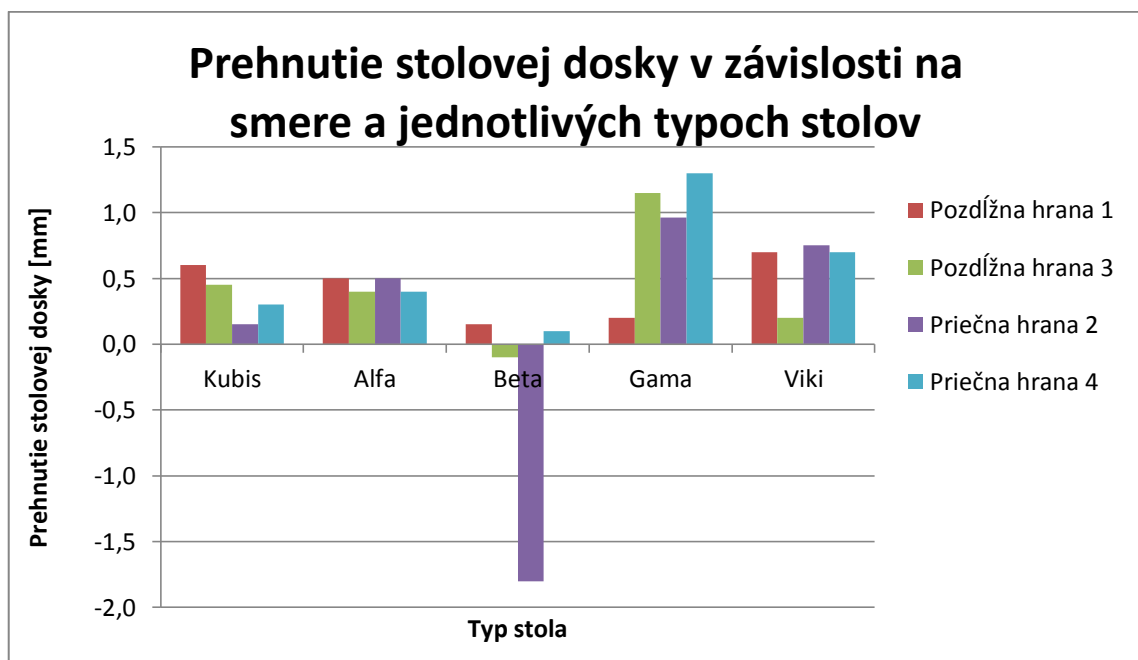
Vzorka číslo 5- Stôl Viki: Počas skúšania stolu nedošlo k uvoľneniu spojov, zničeniu spojovacích prvkov, dielov a komponentov stolu. Po ukončení skúšky stôl splňuje požiadavky na stabilitu a je plne funkčný.

5.4. Prehnutie dosky stolu

Výsledky prehnutia stolovej dosky sú vyhodnocované podľa článku 6.7 *Prohnutí desky stolu* z normy ČSN EN 1730:2013.

Tab. 23 Prehnutie stolovej dosky u jednotlivých typov stolov

| | Prehnutie stolovej dosky [mm] | | | | |
|------------------|-------------------------------|------|-------|------|------|
| | Kubis | Alfa | Beta | Gama | Viki |
| Pozdĺžna hrana 1 | 0,60 | 0,50 | 0,15 | 0,20 | 0,70 |
| Pozdĺžna hrana 3 | 0,45 | 0,40 | -0,10 | 1,15 | 0,20 |
| Priečna hrana 2 | 0,15 | 0,50 | -1,80 | 0,96 | 0,75 |
| Priečna hrana 4 | 0,30 | 0,40 | 0,10 | 1,30 | 0,70 |



Obr. 45 Graf závislosti prehnutia stolovej dosky v pozdĺžnom a priečnom smere jednotlivých typov stolov

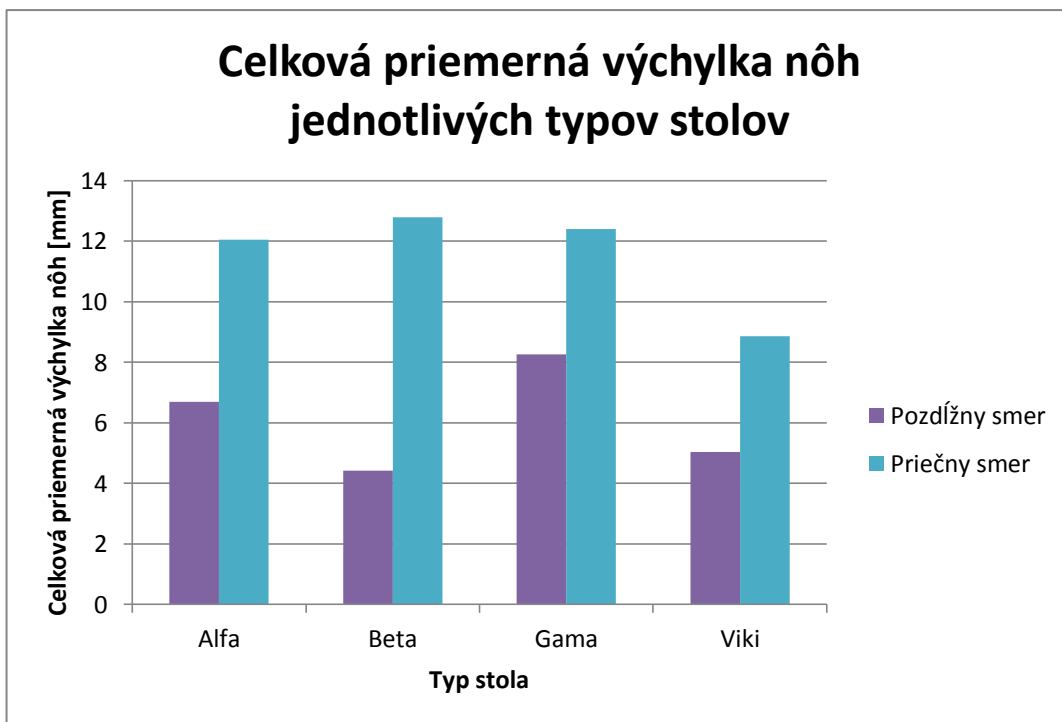
5.5. Výchylka stolových nôh podľa Eckelmana

Tab. 24 Výchylka stolových nôh v pozdĺžnom smere

| | Výchylky jednotlivých typov stolov v pozdĺžnom smere zaťažovania [mm] | | | | |
|-------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|
| Cyklus | Kubis | Alfa | Beta | Gama | Viki |
| 1 | NEMERATEĽNÉ výchylka presiahla merací rozsah výchylkomeru | 6,697 | 4,372 | 8,240 | 4,965 |
| 2 | | 6,673 | 4,390 | 8,225 | 4,781 |
| 3 | | 6,712 | 4,442 | 8,253 | 4,995 |
| 4 | | 6,686 | 4,418 | 8,251 | 4,966 |
| 5 | | 6,688 | 4,435 | 8,289 | 4,977 |
| 6 | | 6,666 | 4,440 | 8,258 | 5,087 |
| 7 | | 6,683 | 4,416 | 8,276 | 5,077 |
| 8 | | 6,701 | 4,415 | 8,294 | 5,189 |
| 9 | | 6,734 | 4,428 | 8,291 | 5,208 |
| 10 | | 6,712 | 4,440 | 8,300 | 5,212 |
| Stredná hodnota | | 6,6952 | 4,4196 | 8,2677 | 5,0457 |
| Chyba strednej hodnoty | | 0,0064 | 0,0073 | 0,0082 | 0,0431 |
| Medián | | 6,6925 | 4,4230 | 8,2670 | 5,0360 |
| Smerodajná odchýlka | | 0,0204 | 0,0231 | 0,0258 | 0,1364 |
| Rozptyl výberu | | 0,0004 | 0,0005 | 0,0007 | 0,0186 |
| Minimum | | 6,6660 | 4,3720 | 8,2250 | 4,7810 |
| Maximum | | 6,7340 | 4,4420 | 8,3000 | 5,2120 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | | 0,0146 | 0,0166 | 0,0184 | 0,0976 |

Tab. 25 Výchylka stolových nôh v priečnom smere

| | Výchylky jednotlivých typov stolov v priečnom smere zaťažovania [mm] | | | | |
|-------------------------------|---|---------|---------|---------|--------|
| Cyklus | Kubis | Alfa | Beta | Gama | Viki |
| 1 | NEMERATEĽNÉ výchylka presiahla merací rozsah výchylkomeru | 11,850 | 12,791 | 12,309 | 8,740 |
| 2 | | 11,881 | 12,724 | 12,354 | 8,806 |
| 3 | | 11,887 | 12,789 | 12,390 | 8,996 |
| 4 | | 12,475 | 12,792 | 12,376 | 8,833 |
| 5 | | 11,938 | 12,794 | 12,390 | 8,879 |
| 6 | | 12,087 | 12,795 | 12,370 | 8,866 |
| 7 | | 12,035 | 12,796 | 12,437 | 8,790 |
| 8 | | 12,100 | 12,793 | 12,441 | 8,922 |
| 9 | | 12,087 | 12,795 | 12,472 | 8,911 |
| 10 | | 12,166 | 12,798 | 12,463 | 8,916 |
| Stredná hodnota | | 12,0506 | 12,7867 | 12,4002 | 8,8659 |
| Chyba strednej hodnoty | | 0,0584 | 0,0070 | 0,0164 | 0,0238 |
| Medián | | 12,0610 | 12,7935 | 12,3900 | 8,8725 |
| Smerodajná odchýlka | | 0,1848 | 0,0222 | 0,0519 | 0,0753 |
| Rozptyl výberu | | 0,0341 | 0,0005 | 0,0027 | 0,0057 |
| Minimum | | 11,8500 | 12,7240 | 12,3090 | 8,7400 |
| Maximum | | 12,4750 | 12,7980 | 12,4720 | 8,9960 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | | 0,1322 | 0,0159 | 0,0372 | 0,0539 |



Obr. 46 Graf závislosti celkovej priemernej výchylky nôh jednotlivých typov stolov

6. NÁVRH NA ZLEPŠENIE TUHOSTI STOLU

Pre stôl Kubis, kde je najväčším problémom prehábanie stolovej dosky v priečnom smere je na zlepšenie tuhosti navrhnutý nízky zvlak o rozmere 80×50 mm v priečnom smere. V kombinácii so zvlakom je možné použiť rohové spojovacie kovanie od firmy Häfele upevnené pomocou skrutiek do dreva (viď Obr. 47). Prípadne by bolo možné na zvýšenie tuhosti zväčšiť hrúbku stolovej dosky z 28 mm aspoň na 35 mm. Pretože väčšia hrúbka škárovky zabezpečí menší priehyb stolovej dosky.

Na zlepšenie tuhosti stolu Alfa by mohla byť montážna podložka zväčšená z rozmeru 80×80 mm na rozmer 140×140 mm. Rozmiestnenie skrutiek a závrtných matíc by bolo vhodné čo najbližšie k okraju montážnej podložky. Táto veľkosť montážnej podložky by mala zvýšiť tuhosť a teda znížiť výchylku stolu. Zmena kombinovanej skrutky, na ktorej je naskrutkovaný čap, na čap upevnený na montážnej podložke priskrutkovaný do otvoru v nohe pomocou skrutiek do dreva, by mohla znížiť výchylku stolu.

Pre stôl Beta bolo navrhnuté upevnenie pozdĺžnych a priečných výstuh k stolovej doske pomocou oceľových podložiek (PODLOŽKA 02 č. výkresu 100) a skrutiek do dreva umiestnených každých 200 mm. Tieto podložky by mali zabrániť priehybu stolovej dosky v strede smerom nahor, ktoré bolo zaznamenané počas skúšky. Ďalšou navrhovanou zmenou je zváranie kolíku na montážnu podložku na spodnú stranu namiesto pôvodnej hornej, pre umiestnenie kolíku v celej dĺžke a priemere do vyvrtaného otvoru v stolovej doske. Pre zvýšenie tuhosti stolu je možné použiť rohové spojovacie kovanie od firmy Häfele upevnené pomocou skrutiek do dreva (viď Obr. 47).

Pre stôl Gama, kde je noha umiestnená cez montážnu podložku pomocou skrutiek M6 do závrtných matíc v pláte stola, by malo byť zmenené rozmiestnenie skrutiek. Skrutky na montážnej podložke by bolo vhodné umiestniť čo najviac k okraju a pridať po jednej skrutke do blízkosti vnútorných strán nohy stolu. Druhou možnosťou je použitie vhodnej výstuže, ktorá bude spájať montážne podložky a zároveň bude tesne vedľa nohy tak, aby zmenšila prípadný výkyv stolovej nohy v pozdĺžnom smere a prehnutie stolovej dosky v priečnom smere. Tretia možnosť je upraviť montážnu

podložku navŕtaním otvorov pre skrutky do dreva a následne použiť rohové spojovacie kovanie od firmy Häfele upevnené pomocou skrutiek do dreva (viď Obr. 47).

Pre stôl Viki bola navrhnutá, namiesto napínania pomocou závitových tyčí, podobná výstuha ako je použitá v stole Beta, a to pásovina umiestnená nastojato v drážkach od jednej montážnej podložky po druhú v pozdĺžnom a priečnom smere na obidvoch stranách.



Obr. 47 Rohové spojovacie kovanie od firmy Häfele 641.01.720 (Häfele 2009)

Všetky navrhnuté konštrukčné zmeny pre zvýšenie tuhosti stolov je nutné overiť skúškami v akreditovanej skúšobni nábytku podľa platných noriem. Detaily konštrukčných zmien sú uvedené vo výkresovej dokumentácii v prílohe práce.

7. DISKUSIA

Skúšané stoly boli navrhnuté tak, aby parametre ako je výška stolu, šírka a dĺžka stolovej dosky vyhovovali požiadavkám normy ČSN 91 0820:1991 pre stolovanie štyroch osôb. Priestor pre nohy dvoch a dvoch oproti sebe sediacich osôb spĺňa požiadavky podľa normy ČSN 91 0820:1991.

V priebehu vodorovnej skúšky trvanlivosti podľa článku 6.2 *Požiadavky na pevnosť a trvanlivosť* z normy ČSN EN 12521:2010 došlo na stole Kubis k malému uvoľneniu spojov. Tieto spoje boli uvoľnené kvôli tomu, že oceľové podložky sú dotiahnuté k masívnemu materiálu a časom dochádza k otláčaniu týchto spojov do dreva, čím vzniká malý priestor pod podložkou. Preto je nutné pri prípadnej sériovej výrobe zohľadniť tento fakt a v Montážnom návode uviesť, že všetky spoje musia byť po určitom čase skontrolované a v prípade ich povolenia dotiahnuté. Na ostatných stoloch nedošlo k uvoľneniu spojov, zničeniu spojovacích prvkov, dielov a komponentov. Po vybratí z univerzálneho skúšobného zariadenia boli stoly plne funkčné a spĺňali požiadavky na stabilitu.

Výsledky tuhosti konštrukcie sú vyhodnocované podľa článku 6.4.3 *Tuhost konštrukcie* z normy ČSN EN 1730:2013. Celková priemerná výchylka stolu Kubis má v pozdĺžnom aj priečnom smere mierne rastúce hodnoty (viď Obr. 37). Minimálne hodnoty sú pre priečny smer v meraní po 10 000 cykloch, po ďalších cykloch tieto hodnoty výchylky rastú. V pozdĺžnom smere sú minimálne hodnoty namerané po 15 000 cykloch a to 8,892 mm. Najvyššie hodnoty v pozdĺžnom smere dosahuje stôl Kubis pri meraní po 20 000 cykloch, v priemere 9,701 mm. Maximálne hodnoty v priečnom smere sú tiež namerané po zaťažovaní 20 000 cyklov, a to je 16,409 mm. Pri meraní výchylky po 25 000 cykloch sú výsledky nižšie v porovnaní s predchádzajúcim meraním po 20 000 cykloch. Zníženie tuhosti stolu Kubis môže byť spôsobené prehýbaním stolovej dosky zo škárovky, preto je na zvýšenie tuhosti navrhnuté použitie nízkeho zvlaku o priereze 50 × 80 mm a pre zníženie výkyvu stolových nôh použitie rohového spojovacieho kovania od firmy Häfele (viď Obr. 47).

Výchylky stolu Alfa majú stúpajúcu tendenciu (viď Obr. 38). Celkové priemerné výchylky namerané po 15 000 a 20 000 cykloch zaťažovania majú nižšie hodnoty ako výchylky po 10 000 cykloch. Maximálne hodnoty výchylky boli namerané po zaťažovaní 25 000 cyklov a v priemere to je v pozdĺžnom smere 11,244 mm

a v priečnom smere 21,895 mm. Stôl Alfa vykazuje najnižšiu tuhosť v pozdĺžnom aj priečnom smere spomedzi skúšaných vzoriek. Nízka tuhosť stolu v pozdĺžnom a priečnom smere súvisí s veľkosťou montážnej podložky na upevnenie nohy k stolovej doske. Na zníženie výchylky stolu v pozdĺžnom a priečnom smere ja navrhnuté zväčšenie montážnej podložky na rozmer 140 × 140 mm a pridanie skrutiek spolu so závrtnými maticami. Ďalej je navrhnuté umiestnenie čapu na montážnu podložku a následné upevnenie do nohy pomocou skrutiek do dreva.

Pre stôl Beta celková priemerná výchylka stolu v priečnom smere klesá so stúpajúcim počtom cyklov (vid' Obr. 39). Priemerná výchylka stolu nameraná po 25 000 cykloch je 14,849 mm a teda je menšia ako pri meraní po 10 000 cykloch, ktorá je 15,386 mm. Toto zvyšovanie tuhosti a teda znižovanie výchylky môže byť spôsobené konštrukciou stola. V stolovej doske sú zafrézované oceľové pásoviny nastojato a pri prípadnom priehybe stolovej dosky smerom nadol zvýšia tuhosť stolovej dosky. V pozdĺžnom smere bola nameraná maximálna hodnota po 20 000 cykloch zaťažovania a to 7,297 mm. Výchylka stola v meraní po 20 000 cykloch je väčšia ako výchylka v meraní po 25 000 cykloch, ktorá je 6,789 mm.

Celková priemerná výchylka stolu Gama v pozdĺžnom smere má klesajúcu tendenciu (vid' Obr. 40). Priemerná hodnota tuhosti nameraná po zaťažení 25 000 cyklami je 7,407 mm a je veľmi blízka s priemernou hodnotou 7,534 mm po 10 000 cykloch. Hodnoty namerané po zaťažení 15 000 a 20 000 cyklov sú približne rovnaké a o cca 0,5 mm väčšie oproti hodnote po 10 000 cykloch. Stôl Gama v priečnom smere vykazuje medzi jednotlivými meraniami stúpajúce hodnoty. Priemerná výchylka nameraná po 10 000 cykloch je 12,394 mm, po 15 000 cykloch 14,251 mm, po 20 000 cykloch 14,867 mm a po 25 000 cykloch 14,907 mm. Pre zvýšenie tuhosti stolu je navrhnutých viacero možností. Prvú z nich predstavuje umiestnenie skrutiek so závrtnou maticou bližšie k okraju montážnej podložky a pridať po jednej skrutke čo najbližšie k vnútorným stranám nohy. Druhou možnosťou je umiestnenie výstuže v priečnom smere medzi montážnymi podložkami a tým zvýšenie tuhosti stolovej dosky. Treťou možnosťou je navrtanie otvorov do montážnej podložky a upevnenie rohového spojovacieho kovania od firmy Häfele (vid' Obr. 47) pomocou skrutiek do dreva.

Celkové priemerné výchylky stolu Viki majú v oboch smeroch zaťažovania stúpajúce hodnoty medzi meraním po 10 000 cykloch a 15 000 cykloch (viď Obr. 41). V meraní po 20 000 cykloch dochádza k poklesu výchylky, v priečnom smere na minimum 13,269 mm. Meranie po 25 000 cykloch dosahuje maximum, čo je v pozdĺžnom smere 8,977 mm a v priečnom smere 14,179 mm. Na zvýšenie tuhosti stolu je navrhnutá výstuha z pásoviny v pozdĺžnom a priečnom smere umiestnená na montážnych podložkách.

Celková priemerná výchylka stolov v pozdĺžnom smere sa nachádza v rozmedzí hodnôt 6,671 mm (stôl Beta po 15 000 cykloch) a 11,244 mm (stôl Alfa po 25 000 cykloch). Najväčšiu tuhosť má stôl Beta, ďalší v poradí je stôl Gama, potom stôl Viki, stôl Kubis a najmenšiu tuhosť má stôl Alfa (viď Obr. 42). Pri stole Alfa a Viki dochádza k poklesu výchylky pri meraní po 20 000 cykloch. Na stoloch Beta a Kubis dochádza k poklesu hodnôt v meraniach po 15 000 cykloch a po 25 000 cykloch. Vysoká tuhosť stolu Beta v pozdĺžnom smere môže byť spôsobená použitím pozdĺžnych výstuh z pásoviny nastojato upevnených pomocou montážnych podložiek.

V priečnom smere má najnižšiu tuhosť stôl Alfa a teda maximálnu výchylku meraní po 25 000 cykloch zaťažovania 21,895 mm (viď Obr. 43). Stôl Gama dosahuje hodnôt najnižšej výchylky v meraní po 10 000 cykloch a to 12,394 mm. Stôl Viki vykazuje najväčšiu tuhosť v priečnom smere s maximálnou hodnotou výchylky stolu nameranej po 25 000 cykloch a to 14,179 mm. Pre stoly Kubis a Beta dochádza po 25 000 cykloch k zníženiu výchylky. Najlepšie hodnoty pre stôl Viki v priečnom smere môžu byť spôsobené použitím zapusteného zvlaku v kombinácii s montážnou podložkou, ktorá je upevnená do stolovej dosky pomocou skrutiek do dreva a závrtných matic. Z tohto môžeme usúdiť, že použitie zvlaku v priečnom smere je pre minimalizovanie výchylky stolu najvhodnejšie.

Klesajúce hodnoty výchylky v pozdĺžnom a priečnom smere môžu byť spôsobené tým, že spoje v stoloch boli pritiažené na maximum a po zrealizovaní určitého počtu cyklov sa kovanie a výstuhy posunuli na správne miesto a následne došlo k stuženiu stolu.

Tuhosť konštrukcie jednotlivých typov stolov sa v pozdĺžnom smere pohybovala v intervale 6,603 mm až 11,37 mm. V priečnom smere sa výchylka stolu pohybovala od 12,069 mm po 22,094 mm. V priemere je výchylka dvojnásobne väčšia v priečnom

smere ako v pozdĺžnom, avšak pre jednotlivé typy stolov sa pohybuje v rozmedzí 1,6násobku až 2,5násobku (viď Obr. 44).

Výsledky skúšky zvislým rázom boli vyhodnocované podľa článku 6.6.3 *Zkouška ostatních desek stolů svislým rázom* z normy ČSN EN 1730:2013. Počas skúšky došlo k prasknutiu stolovej dosky stolu Kubis v pozdĺžnom smere v strede krátkej hrany v dĺžke 35 cm. Vznik praskliny je spôsobený nedostatočnou hrúbkou škárovky a teda by pre tento stôl mala byť použitá škárovka o hrúbke aspoň 35 mm, ktorá lepšie odoláva rázom. Prípadne je vhodné použitie vystuženia pomocou nízkeho zvlaku o rozmere 50 × 80 mm. Po ukončení skúšky stôl Kubis nie je plne funkčný z dôvodu praskliny na stolovej doske.

U ostatných stolov počas skúšky zvislým rázom nedošlo k uvoľneniu spojov, zničeniu spojovacích prvkov, dielov a komponentov stolu. Po ukončení skúšky stoly spĺňajú požiadavky na stabilitu a sú plne funkčné.

Výsledky prehnutia stolovej dosky sú vyhodnocované podľa článku 6.7 *Prohnutí desky stolu* z normy ČSN EN 1730:2013. Na stole Gama bol nameraný najväčší priehyb stolovej dosky v pozdĺžnom smere a to 1,15 mm na hrane tri. Pre stôl Kubis bol nameraný priehyb na hrane jedna 0,6 mm a na hrane tri 0,45 mm. Najmenší priehyb stolovej dosky bol na stole Beta a to 0,15 mm na hrane jedna a -0,1 mm na hrane tri. Priehyb -0,1 je prehnutie stolovej dosky smerom nahor.

Najmenšie prehnutie stolovej dosky v priečnom smere je na stole Kubis pre hranu dva 0,15 mm a pre hranu štyri 0,3 mm (viď Tab. 23). Najväčšie prehnutie stolovej dosky v priečnom smere je 0,96 pre hranu dva a 1,3 pre hranu štyri na stole Gama. Na stole Beta bolo namerané prehnutie -1,8 mm na hrane dva. Je to prehnutie stolovej dosky smerom nahor. Toto prehnutie môže byť spôsobené prijatím vlhkosti do stolovej dosky a teda jej skrútením. K zabráneniu prehnutia stolovej dosky smerom nahor je pre stôl Beta navrhnuté upevnenie pozdĺžnych a priečnych výstuh k stolovej doske pomocou oceľových podložiek (PODLOŽKA 02 č. výkresu 100) a skrutiek do dreva umiestnených každých 200 mm.

Výchylku stolových nôh podľa Eckelmana pre stôl Kubis nebolo možné zmerať pretože hodnoty výchylky presiahli merací rozsah výchylkomeru. Najnižšiu priemernú výchylku stolových nôh v pozdĺžnom smere mal stôl Beta a to 4,42 mm a najväčšiu

výchylku mal stôl Gama a to 8,268 mm (vid' Tab. 24). Najnižšia výchylka stolových nôh v priečnom smere bola na stole Viki, v priemere 8,866 mm a najväčšia na stole Beta a to 12,787 mm (vid' Tab. 25). Pre stôl Beta je rozdiel medzi výchylkou stolových nôh v priečnom a pozdĺžnom smere 8,367 mm a teda výchylka v priečnom smere je približne trojnásobne väčšia ako v pozdĺžnom smere. Tento rozdiel môže byť spôsobený nedostatočným upevnením priečných výstuh v stolovej doske. Stôl Viki dosiahol najlepšie hodnoty a to 5,046 mm v pozdĺžnom smere a 8,87 mm v priečnom smere. Výchylka stolových nôh stolu Viki v pozdĺžnom smere je teda 1,75násobne menšia ako v priečnom smere.

8. VYUŽITIE VÝSLEDKOV V PRAXI

Z praktického hľadiska je jedným z najdôležitejších ukazovateľov porovnanie ceny jednotlivých konštrukčných riešení s ich tuhosťou a priehybom stolovej dosky. Spolupráca s firmou, v ktorej boli stoly vyrábané, zaručuje prepojenie diplomovej práce s praxou. Výsledky a odporúčenia by mali byť využité, keďže firma zvažuje aplikáciu konštrukčných zmien vo výrobe.

Z hľadiska celkovej tuhosti stolu, teda tuhosti v pozdĺžnom a priečnom smere, bol stolom s najnižšou tuhosťou stôl Alfa (vid' Obr. 42 a Obr. 43). Na základe porovnania týchto výsledkov s cenami za súčiastky použité v jednotlivých konštrukčných riešeniach stolov (vid' Tab. 2) môžeme usúdiť, že stôl Alfa vzhľadom na vysokú cenu a nízku tuhosť nie je vhodné vyrábať v sériovej produkcii.

Tuhosť stolu v pozdĺžnom smere bola najlepšia pre stôl Beta (vid' Obr. 42). Keď nepočítame stoly, kde nebolo použité žiadne zabránenie priehybu stolovej dosky v pozdĺžnom smere, môžeme toto riešenie s cenou 5 eur považovať za najlacnejšie.

Tuhosť stolu v priečnom smere bola najlepšia pre stôl Viki (vid' Obr. 43), v ktorom sa na vystuženie používa zapustený zvlak. Zapustený zvlak nevyžaduje finančné náklady na kovanie, čím sa stáva najlacnejším a najúčinnnejším spôsobom zabránenia priehybu stolovej dosky v priečnom smere.

Po vykonaní rázovej skúšky bol za stôl s nevhodným konštrukčným riešením považovaný stôl Kubis z dôvodu prasknutia stolovej dosky. Nie je preto vhodné takýto stôl vyrábať kvôli bezpečnosti osôb pri používaní.

Priehyb stolovej dosky v pozdĺžnom smere bol najmenší pre stôl Beta (vid' Tab. 23), kde je opäť potvrdené, že dané riešenie je vzhľadom na cenu optimálne.

Priehyb stolovej dosky v priečnom smere bol najlepší na stole Kubis a následne na stole Viki (vid' Tab. 23) toto riešenie je aj z hľadiska ceny optimálne.

Z celkového hľadiska bol v pozdĺžnom smere najlepší stôl Beta a v priečnom smere najlepší stôl Viki. Ideálne by bolo využiť kladné stránky každého stolu, a to zabránenie priehybu stolu Beta pomocou pásoviny umiestnenej nastojato a zabránenie priehybu stolovej dosky v priečnom smere zapusteným zvlakom na stole Viki, a navrhnúť jeden stôl podobne ako je to v návrhu na zlepšenie pre stôl Viki.

9. ZÁVER

Na základe rešerše konštrukčného spojenia nohy a stolovej dosky bolo zistené veľké množstvo typov konštrukčných riešení, či už demontovateľných alebo nedemontovateľných. Následne bolo vybratých päť typov konštrukčných spojov (noha cez plát upevnená pomocou valčekovej matice a skrutky, montážna podložka s čapom zaistená nastavovacou skrutkou, platnička s kolíkom v stolovej doske, oceľová platnička so skrutkami, oceľová platnička s kombinovanou skrutkou).

Podľa uvedených konštrukčných princípov na zabránenie priehybu v pozdĺžnom smere bolo navrhnuté napínanie pomocou závitovej tyče, napínanie pomocou oceľového pásu a pásovina nastojato.

Pre zabránenie priehybu v priečnom smere bol použitý zapustený zvlak, ohýbaný plech na profil U a pásovina nastojato.

Po realizácii skúšky vodorovnej trvanlivosti a tuhosti podľa normy ČSN EN 1730:2013 majú všetky stoly potrebnú trvanlivosť a tuhosť vo vodorovnom smere a teda vyhovujú požiadavkám normy. Na stole Kubis došlo k malému uvoľneniu spojov a v prípadnej sériovej výrobe je nutné tento fakt zohľadniť v Montážnom návode, kde je treba uviesť, že všetky spoje musia byť po určitom čase skontrolované a v prípade povolenia dotiahnuté. Tuhosť konštrukcie jednotlivých typov stolov v pozdĺžnom smere bola najväčšia pri stole Beta a najmenšia pri stole Alfa. V priečnom smere bola najväčšia tuhosť stolu Viki a najmenšia stolu Alfa.

Počas skúšky zvislým rázom podľa normy ČSN EN 1730:2013 došlo k prasknutiu stolu Kubis a teda stôl už nebol plne funkčný. Ostatné stoly vyhovujú požiadavkám podľa danej normy.

Celkové prehnutie stolovej dosky v pozdĺžnom a priečnom smere vyhodnocované podľa normy ČSN EN 1730:2013 bolo najmenšie pre stôl Kubis a najväčšie pre stôl Gama.

Na základe týchto výsledkov bola navrhnutá úprava konštrukčného riešenia jednotlivých typov stolov. Firma zvažuje aplikáciu jednotlivých konštrukčných zmien stolov vo výrobe na zvýšenie tuhosti a zníženie priehybu stolovej dosky s minimálnymi nákladmi.

10. SUMMARY

On the basis of the research of legs connection and the table top, we have found many types of designs, either demountable or not. Subsequently, we selected five types of structural joints (foot through a plate fixed by means of a roller nuts and bolts, mounting plate with pin secured adjusting screw, plate with pin in tabletop, steel plate with screws, steel plate with wood to metal dowel).

According to the above design principles to prevent deflection in the longitudinal direction of the tension, stretching using the threaded rod, stretching through the steel strip and steel joist upright have been designed.

Embedded wood joint, bending steel sheet to the U profile and steel joist upright were used to prevent deflection in the transverse direction.

After realization of the tests of horizontal durability and stiffness according to ČSN EN 1730: 2013, all tables proved the necessary durability and stiffness in the horizontal direction and thus satisfy the requirements of the standard. In case of the table Kubis, there was a small debonding and in the eventual mass production this fact has to be taken into consideration in the assembly instructions and must be noted that all connections should be checked after a certain period of time and, if necessary, tightened. Stiffness of the structure of different types of tables in the longitudinal direction was the largest for the table Beta and the smallest for the table Alfa. In the transverse direction, the largest stiffness was for table Viki and the smallest for table Alfa.

During the test of vertical impact based on ČSN EN 1730: 2013, there was a breakout observed at the table Kubis, and thus the table was not fully functional. Other tables satisfy the requirements according to the standards.

Total table top deflection in longitudinal and transverse direction was evaluated according to the standard ČSN EN 1730: 2013, where the smallest total table top deflection appeared at the table Kubis and the largest at the table Gama.

On the basis of the thesis results, a modification of the construction of each type of solution tables has been proposed. The company is considering applying various structural changes in the production of tables in order to increase stiffness and to reduce table top deflection with minimal cost.

11. ZOZNAM LITERATÚRY

11.1. Knižné zdroje

1. BUBEN, František a Jan KOUŘIL. *Konstrukce nábytku*. Praha: Státní nakladatelství, 1950.
2. HÄFELE: *Velký katalog Häfele*. Katalog. Nagold: Nemecko, 2009. 732.99.407-03/09-5-MM.
3. HOLOUŠ, Zdeněk a Eliška MÁCHOVÁ. *Konstrukce I: konstrukce nábytku, návody a příklady*. Brno: Mendelova univerzita, 2013. ISBN 978-80-7375-844-8.
4. JOŠČÁK, Pavol et al. *Wood and wood-based furniture constructions*. Zvolen : Technical University in Zvolen, 2014. ISBN 978-80-228-2470-5.
5. NUTSCH, Wolfgang. *Handbuch der Konstruktion: Möbel und Einbauschränke*. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt, 1974. ISBN 34-210-2275-5.
6. NUTSCH, Wolfgang. *Konstrukce nábytku: nábytek a zabudované skříně*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2003. ISBN 80-247-0220-7.
7. PRACHT, Klaus. *Möbel und Innenausbau: Handbuch der Holzkonstruktionen*. Leinfelden-Echterdingen: Verlagsanstalt Alexander Koch, 1992. ISBN 3-87422-617-4.
8. SCHNECK, Adolf a Gustav KAPPLER. *Die konstruktion des möbels*. Stuttgart: Julius Hoffmann verlag, 1932.
9. SPANNAGEL, Fritz. *Der Möbelbau: ein Fachbuch für Tischler, Architekten und Lehrer ; auch ein Beitrag zur Wohnkultur*. Hannover: Vinzent Network, 2012. ISBN 978-3-87870-666-3.

11.2. Internetové zdroje

1. ECKELMAN, Carl. *The Bending Strength of Leg Mounting Plate Joints in Table Construction*. [online]: (vid. 17. Marca 2016), Dostupné z: <https://www.agriculture.purdue.edu/fnr/faculty/eckelman/documents/d199957b.pdf>
2. HOLOUŠ, Zdeněk a Eliška MÁCHOVÁ. *Konstrukce nábytku, učební texty*. [online]: (vid. 17. Marca 2016), Dostupné z: http://user.mendelu.cz/holous/konstrukce_nabytku.pdf
3. IKEA. *Katalog*. [online]: (vid. 7. Marca 2016), Dostupné z: <http://www.ikea.com/cz/cs/catalog/products>

4. KARPÍŠ. *Jedálenské stoly*. [online]: (vid. 7. Marca 2016), Dostupné z: <http://www.karpis.sk/stoly-jedalenske.php>
5. LAMELLO. *Invis*. [online]: (vid. 7. Marca 2016), Dostupné z: <http://www.lamello.com/en/home/join-wood/invis-mx-system/invis-mx2.html>
6. LOMMI, Jukka. *Rectangular Kerto table*. [online]: (vid. 7. Marca 2016), Dostupné z: <http://www.archiproducts.com/en/products/55751/pin-rectangular-kerto-table-pin-table-havuu.html>
7. MEYER AG. *Tischbeschlaege*. [online]: (vid. 7. Marca 2016), Dostupné z: <http://www.meyer-systeme.ch/index.php/tischbeschlaege/>
8. POTTKER GmbH. *Reinforced rails*. [online]: (vid. 7. Marca 2016), Dostupné z: <http://www.poettker.com/en/products/equipment/equipment-details/verstaerkungsleisten.html>
9. RUJZDESIGN. *Furniture legs*. [online]: (vid. 7. Marca 2016), Dostupné z: <http://www.rujzdesign.com/en/izdelki/furniture-legs/311748/detail.html>
10. SISO, *Kea*. [online]: (vid. 7. Marca 2016), Dostupné z: <http://www.sisocz.cz/kea-matice-pro-stolove-nohy-m10/>
11. SISO, *Twister*. [online]: (vid. 7. Marca 2016), Dostupné z: <http://www.sisocz.cz/uhlovy-drzak-stolove-nohy-model-twister/>

11.3. Normy

1. ČSN 91 0100:2006 *Nábytek- Bezpečnostní požadavky*
2. ČSN 91 0801:1987 *Nábytek. Stolový nábytek. Technické požadavky*
3. ČSN 91 0820:1991 *Nábytek. Jídelní stoly. Rozměry*
4. ČSN EN 12521:2010 *Nábytek- Pevnost, trvanlivost a bezpečnost- Požadavky pro domácí stoly*
5. ČSN EN 15372:2012 *Nábytek- Pevnost, trvanlivost a bezpečnost- Požadavky na nebytový stolový nábytek*
6. ČSN EN 1730:2013 *Nábytek- Stoly- Metody zkoušení pro stanovení stability, pevnosti a trvanlivosti*

12. ZOZNAM OBRÁZKOV

| | |
|---|----|
| Obr. 1 Spojenie pomocou tvarového preplátovania (Lommi 2016) | 10 |
| Obr. 2 Spojenie pomocou priebežného dlabu a čapu (Joščák 2014) | 10 |
| Obr. 3 Spojenie viacnásobným čapom a rozčapom (Pracht 1992) | 11 |
| Obr. 4 Spojenie pomocou drevených kolíkov (Nutsch 2003) | 11 |
| Obr. 5 Zvlakové spojenie nohy so stolovou doskou (Nutsch 1978) | 12 |
| Obr. 6 Priestorový uholník (Joščák 2014) | 12 |
| Obr. 7 Ineck firma Meyer (Meyer 2016) | 13 |
| Obr. 8 Montážna podložka firmy KEA (Siso 2016) | 13 |
| Obr. 9 Fixissimo firma Meyer (Meyer 2016) | 14 |
| Obr. 10 Invis systém firma Lamello (Lamello 2016) | 14 |
| Obr. 11 Montážna podložka Adils firmy IKEA (Ikea 2016) | 15 |
| Obr. 12 Uhlový držiak stolovej nohy Twister (Siso 2016) | 15 |
| Obr. 13 Konštrukcia Lisabo firmy IKEA (Ikea 2016) | 16 |
| Obr. 14 Montážna podložka Nipen firma IKEA (Ikea 2016) | 17 |
| Obr. 15 Montážna podložka firmy Karpiš (Karpiš 2016) | 18 |
| Obr. 16 Montážna podložka v kombinácii so závitovou tyčou firmy Karpiš (Karpiš 2016) | 18 |
| Obr. 17 Montážna podložka firmy Rujzdesign (Rujzdesign 2016) | 19 |
| Obr. 18 Montážna podložka s kombinovanou skrutkou (Holouš, Máchová 2013) | 20 |
| Obr. 19 Montážna podložka so skrutkou (Holouš, Máchová 2015) | 20 |
| Obr. 20 Flachspanner firma Meyer (Meyer 2016) | 21 |
| Obr. 21 Seilkreuzspanner firma Meyer (Meyer 2016) | 22 |
| Obr. 22 Napínanie pomocou závitovej tyče (Karpiš 2016) | 22 |
| Obr. 23 Zapustený zvlak (Buben, Kouřil 1950) | 23 |
| Obr. 24 Nízky zvlak (Buben, Kouřil 1950) | 23 |
| Obr. 25 Vysoký zvlak (Buben, Kouřil 1950) | 24 |
| Obr. 26 Gratleisten firmy Meyer (Meyer 2016) | 25 |
| Obr. 27 Gratleisten firmy Meyer v reze (Meyer 2016) | 25 |
| Obr. 28 Reinforced rails firmy Pottker (Pottker 2016) | 26 |
| Obr. 29 T profil Reinforced rails firmy Pottker (Pottker 2016) | 26 |
| Obr. 30 U profil firmy Karpiš (Karpiš 2016) | 27 |
| Obr. 31 Konfigurácia vodorovnej skúšky trvanlivosti (ČSN EN 1730:2013) | 36 |

| | |
|--|----|
| Obr. 32 Tuhosť konštrukcie stolu v pozdĺžnom smere (ČSN EN 1730:2013)..... | 38 |
| Obr. 33 Tuhosť konštrukcie stolu v priečnom smere (ČSN EN 1730:2013)..... | 38 |
| Obr. 34 Miesta pôsobenia rázového prístroja | 39 |
| Obr. 35 Postup merania priehybu stolovej dosky | 40 |
| Obr. 36 Konfigurácia skúšky výchylky stolových nôh podľa Eckelmana | 41 |
| Obr. 37 Graf závislosti tuhosti konštrukcie v pozdĺžnom a priečnom smere pre stôl Kubis | 47 |
| Obr. 38 Graf závislosti tuhosti konštrukcie v pozdĺžnom a priečnom smere pre stôl Alfa..... | 52 |
| Obr. 39 Graf závislosti tuhosti konštrukcie v pozdĺžnom a priečnom smere pre stôl Beta | 57 |
| Obr. 40 Graf závislosti tuhosti konštrukcie v pozdĺžnom a priečnom smere pre stôl Gama | 62 |
| Obr. 41 Graf závislosti tuhosti konštrukcie v pozdĺžnom a priečnom smere pre stôl Viki..... | 67 |
| Obr. 42 Graf závislosti tuhosti konštrukcie jednotlivých typov stolov v pozdĺžnom smere..... | 67 |
| Obr. 43 Graf závislosti tuhosti konštrukcie jednotlivých typov stolov v priečnom smere..... | 68 |
| Obr. 44 Graf závislosti tuhosti konštrukcie jednotlivých typov stolov | 68 |
| Obr. 45 Graf závislosti prehnutia stolovej dosky v pozdĺžnom a priečnom smere jednotlivých typov stolov..... | 70 |
| Obr. 46 Graf závislosti celkovej priemernej výchylky nôh jednotlivých typov stolov .. | 73 |
| Obr. 47 Rohové spojovacie kovanie od firmy Häfele 641.01.720 (Häfele 2009) | 75 |

13. ZOZNAM TABULIEK

| | |
|--|----|
| Tab. 1 Rozmery stolových dosiek (ČSN 91 0820:1991) | 28 |
| Tab. 2 Kalkulácia materiálových nákladov na výrobu vzoriek | 34 |
| Tab. 3 Tuhosť stolu Kubis po 10 000 cykloch..... | 43 |
| Tab. 4 Tuhosť stolu Kubis po 15 000 cykloch..... | 44 |
| Tab. 5 Tuhosť stolu Kubis po 20 000 cykloch..... | 45 |
| Tab. 6 Tuhosť stolu Kubis po 25 000 cykloch..... | 46 |
| Tab. 7 Výchylka stolu Alfa po 10 000 cykloch | 48 |
| Tab. 8 Výchylka stolu Alfa po 15 000 cyklov | 49 |
| Tab. 9 Výchylka stolu Alfa po 20 000 cyklov | 50 |
| Tab. 10 Výchylka stolu Alfa po 25 000 cyklov | 51 |
| Tab. 11 Výchylka stolu Beta po 10 000 cyklov..... | 53 |
| Tab. 12 Výchylka stolu Beta po 15 000 cyklov..... | 54 |
| Tab. 13 Výchylka stolu Beta po 20 000 cyklov..... | 55 |
| Tab. 14 Výchylka stolu Beta po 25 000 cyklov..... | 56 |
| Tab. 15 Výchylka stolu Gama po 10 000 cyklov | 58 |
| Tab. 16 Výchylka stolu Gama po 15 000 cyklov | 59 |
| Tab. 17 Výchylka stolu Gama po 20 000 cyklov | 60 |
| Tab. 18 Výchylka stolu Gama po 25 000 cyklov | 61 |
| Tab. 19 Výchylka stolu Viki po 10 000 cyklov | 63 |
| Tab. 20 Výchylka stolu Viki po 15 000 cyklov..... | 64 |
| Tab. 21 Výchylka stolu Viki po 20 000 cyklov | 65 |
| Tab. 22 Výchylka stolu Viki po 25 000 cyklov..... | 66 |
| Tab. 23 Prehnutie stolovej dosky u jednotlivých typov stolov | 70 |
| Tab. 24 Výchylka stolových nôh v pozdĺžnom smere..... | 71 |
| Tab. 25 Výchylka stolových nôh v priečnom smere | 72 |

14. PRÍLOHY K PRÁCI

14.1. Výkresová dokumentácia skúšaných vzoriek

1. Tom- Podložka 01, podložka 02 č. výkresu 100
2. Kubis- Základné pohľady č. výkresu 101
3. Kubis- Vynesená podrobnosť č. 01, 02 č. výkresu 101/1
4. Kubis- Spojovací element č. výkresu 101/2
5. Alfa- Základné pohľady č. výkresu 102
6. Alfa- Vynesená podrobnosť č. 01, 03 č. výkresu 102/1
7. Alfa- Vynesená podrobnosť č. 02 č. výkresu 102/2
8. Alfa- Priečna výstuha č. výkresu 102/3
9. Alfa- Montážna podložka, čap č. výkresu 102/4
10. Alfa- Napínací prvok, podložka č. výkresu 102/5
11. Beta- Základné pohľady č. výkresu 103
12. Beta- Vynesená podrobnosť č. 01, 02 č. výkresu 103/1
13. Beta- Pozdĺžna a priečna výstuha č. výkresu 103/2
14. Beta- Montážna podložka č. výkresu 103/3
15. Gama- Základné pohľady č. výkresu 104
16. Gama- Vynesená podrobnosť č. 01 č. výkresu 104/1
17. Gama- Vynesená podrobnosť č. 02 č. výkresu 104/2
18. Gama- Priečna výstuha č. výkresu 104/3
19. Gama- Montážna podložka č. výkresu 104/4
20. Viki- Základné pohľady č. výkresu 105
21. Viki- Vynesená podrobnosť č. 01, 02, 03 č. výkresu 105/1
22. Viki- Konštrukcia nosnej časti- NOHA č. výkresu 105/2
23. Viki- Montážna podložka č. výkresu 105/3

14.2. Výkresová dokumentácia návrhu na zlepšenie

24. Kubis- Vynesená podrobnosť č. 01, 02 č. výkresu 101/11
25. Alfa- Vynesená podrobnosť č. 01, 03 č. výkresu 102/11
26. Alfa- Vynesená podrobnosť č. 02 č. výkresu 102/21
27. Alfa- Montážna podložka, čap č. výkresu 102/41
28. Beta- Vynesená podrobnosť č. 01, 02 č. výkresu 103/11
29. Beta- Montážna podložka č. výkresu 103/31
30. Gama- Vynesená podrobnosť č. 01, 02 č. výkresu 104/11
31. Gama- Montážna podložka č. výkresu 104/41
32. Gama- Vynesená podrobnosť č. 01, 02 č. výkresu 104/12
33. Gama- Montážna podložka č. výkresu 104/42
34. Gama- Vynesená podrobnosť č. 01, 02 č. výkresu 104/13
35. Gama- Montážna podložka č. výkresu 104/43
36. Viki- Základné pohľady č. výkresu 1051
37. Viki- Vynesená podrobnosť č. 01, 03 č. výkresu 105/11
38. Viki- Vynesená podrobnosť č. 02 č. výkresu 105/12