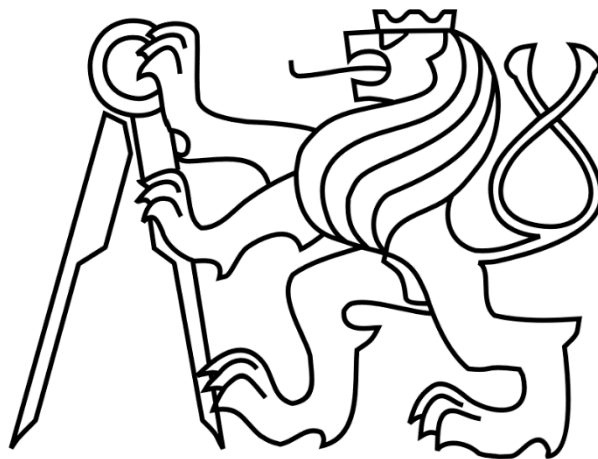


FAKULTA STROJNÍ

Ústav výrobních strojů a zařízení



# Bakalářská práce

Výškově stavitelný stůl

2021

Michal Kůrka

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	<b>Kúrka</b>	Jméno: <b>Michal</b>	Osobní číslo: <b>473518</b>
Fakulta/ústav:	<b>Fakulta strojní</b>		
Zadávací katedra/ústav:	<b>Ústav výrobních strojů a zařízení</b>		
Studijní program:	<b>Strojírenství</b>		
Studijní obor:	<b>Konstruování podporované počítačem</b>		

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Výškově stavitelný stůl**

Název bakalářské práce anglicky:

**Height adjustable table**

Pokyny pro vypracování:

Popis tématu: Konstrukční návrh výškově stavitelného stolu s parametry: Min. výška: 775 mm, max. výška: 1275 mm, hmotnost pohyblivých (posuvných) částí: 60 kg, rozměry desky stolu: 2000 x 1000 mm. Úprava výšky bude prováděna ručně s minimální námahou. Alternativně provést rozvahu pro koncepci s motorickým pohonem (elektrický pohon); Osnova práce: Uvedení do řešené problematiky, provedení rešerše, návrh řešení, návrhové výpočty, zhodnocení; Rozsah grafické části: Potřebné obr., graf., tab., 3D modely, výkres sestavy včetně kusovníku, výrobní výkresy dle zadání. Rozsah textové části: 40-60 stran.

Seznam doporučené literatury:

V. Andrlík, Průmyslové roboty a manipulátory, Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2012. 256 s.; Z. Kolíbal, Roboty a robotizované výrobní technologie, Brno: Vysoké učení technické v Brně - nakladatelství VUTIUM, 2016. 800 s.; Podklady ÚPV Praha.

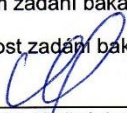
Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

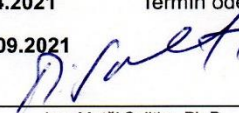
**doc. Ing. Vladimír Andrlík, CSc., ústav výrobních strojů a zařízení FS**

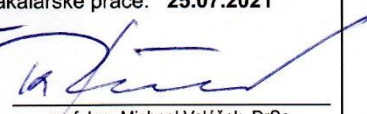
Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **30.04.2021** Termín odevzdání bakalářské práce: **25.07.2021**

Platnost zadání bakalářské práce: **30.09.2021**

  
doc. Ing. Vladimír Andrlík, CSc.  
podpis vedoucí(ho) práce

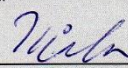
  
Ing. Matěj Sulítka, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

  
prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

30.9.2021  
Datum převzetí zadání

  
Podpis studenta

# Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl v přiloženém seznamu veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací, vydaným ČVUT v Praze 1. 7. 2009.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 23.7.2021

.....

podpis

# Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat především svému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Vladimíru Andrlíkovi, CSc. za trpělivost a rady při tvorbě mé bakalářské práce.

Také bych chtěl poděkovat své rodině za podporu při tvorbě práce a během celé doby studia.

# Anotace

<b>Autor:</b>	Michal Kůrka
<b>Název BP:</b>	Výškově stavitelný stůl
<b>Rozsah práce:</b>	40–60 stránek
<b>Školní rok vyhotovení:</b>	2021
<b>Škola:</b>	ČVUT v Praze – Fakulta strojní
<b>Ústav:</b>	Ú12135 – Ústav výrobních strojů a zařízení
<b>Vedoucí BP:</b>	doc. Ing. Vladimír Andrlík, CSc.
<b>Konzultant:</b>	
<b>Zadavatel:</b>	
<b>Využití:</b>	Výškově stavitelný stůl pro kancelářské využití
<b>Klíčová slova:</b>	konstrukce, ergonomika, polohování, stůl, personalizace
<b>Anotace:</b>	Bakalářská práce se zabývá vlastní konstrukcí výškově stavitelného stolu s pohonným mechanismem pomocí plynových pružin podle zadaných hodnot.

# Annotation

<b>Autor:</b>	Michal Kůrka
<b>Title of bachelor dissertation:</b>	Height adjustable table
<b>Extent:</b>	40–60 pages
<b>Academic year:</b>	2021
<b>University:</b>	CTU in Prague – Faculty of mechanical engineering
<b>Department:</b>	Ú12135 – Department of Production machines
<b>Supervisor:</b>	doc. Ing. Vladimír Andrlík, CSc.
<b>Consultant:</b>	
<b>Submitter of the Theme:</b>	
<b>Application:</b>	Height adjustable table for office usage
<b>Key words:</b>	construction, ergonomics, adjustment, table, personalization
<b>Annotation:</b>	Bachelor Thesis is focused on own construction and design of height adjustable table with gas springs as main powertrain by the given variables.

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod do problematiky výškově stavitelných stolů .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce .....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Stav řešené problematiky .....</b>	<b>12</b>
3.1	Zástupci výrobců.....	12
3.1.1	Rukona, s.r.o. ....	12
3.1.2	Hobis, s.r.o. ....	13
3.1.3	Humanscale .....	13
<b>4</b>	<b>Konstrukce stavitelného stolu .....</b>	<b>14</b>
4.1	Spodní část podnože.....	16
4.2	Vrchní část podnože s deskou stolu .....	17
4.2.1	Plynová pružina a její uložení .....	17
4.2.2	Zkrutný prvek.....	18
4.2.3	Převodová jednotka.....	20
4.2.4	Uvolňovací mechanismus .....	22
<b>5</b>	<b>Postup montáže .....</b>	<b>23</b>
5.1	Příprava spodní části podnože.....	23
5.2	Příprava vrchní části podnože .....	23
5.3	Příprava desky stolu .....	25
5.4	Sestavení výsuvné a nevýsuvné části .....	25
5.5	Dokončení montáže podnože .....	26
5.6	Montáž uvolňovacího tlačítka .....	27
5.7	Nasazení desky stolu a krytu.....	27
<b>6</b>	<b>Studie: alternativní pohon elektromotorem .....</b>	<b>29</b>
6.1	Nahrazení plynových pružin .....	29
6.2	Elektromotor a převodovka.....	29
6.3	Přenesení momentu na zkrutný prvek.....	30
6.4	Ovládaní polohování .....	31
6.5	Shrnutí studie .....	32
<b>7</b>	<b>Výpočtová část.....</b>	<b>33</b>
7.1	Výpočty pro studii alternativního pohonu.....	37
<b>8</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>39</b>
	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>41</b>
	<b>Seznam použitého softwaru.....</b>	<b>42</b>
	<b>Seznam příloh.....</b>	<b>42</b>

## Seznam použitých veličin

Označení	Název	Jednotka
$\sigma_0$	Ohybové napětí	N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{DO}$	Maximální dovolené ohybové napětí	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_k$	Napětí v krutu	N/mm <sup>2</sup>
$\tau_{Dk}$	Maximální dovolené napětí v krutu	N/mm <sup>2</sup>
$\mu_p$	Účinnost převodovky	-
$\mu_{ř}$	Účinnost řemenového převodu	-
$b$	Šířka průřezu	mm
$D$	Vnější průměr trubky	mm
$d$	Vnitřní průměr trubky	mm
$d_{min}$	Minimální vnitřní průměr trubky	mm
$F$	Síla odpovídající celkové tíze stolu	N
$F_1$	Síla působící na jednu pružinu	N
$h$	Výška průřezu	mm
$h_{min}$	Minimální výška průřezu	mm
$i_p$	Převodový poměr převodovky	-
$k$	Bezpečnost	-
$l$	Rameno ohybu	mm
$M_{kmin}$	Minimální krouticí moment motoru	Nmm
$M_{kř}$	Krouticí moment za převodovkou	Nmm
$M_{kz}$	Krouticí moment na zkrutném prvku	Nmm
$M_O$	Ohybový moment	Nmm
$R_e$	Mez kluzu materiálu 11 373	N/mm <sup>2</sup>
$R_m$	Pevnost v tahu materiálu 11 500	N/mm <sup>2</sup>
$r_{ř}$	Poloměr řemenice	mm
$W_k$	Průřezový modul v krutu	mm <sup>3</sup>
$W_O$	Modul průřezu v ohybu	mm <sup>3</sup>



# 1 Úvod do problematiky výškově stavitelných stolů

Výškově stavitelné stoly jsou dobrou alternativou klasických stolů pro jejich všestrannost, co se týče personalizace pracovního prostředí, každý pracovník si může upravit výšky pracovní desky dle svých potřeb pro ideální ergonomiku. Další nespornou výhodou nastavení výšky stolu je možnost práce ve stoje – jednoduchým přestavením polohy se pracoviště změní a není nutné při práci stále sedět.

Střídání pracovních poloh mezi sezením a stáním je důležité pro zajištění optimálního pracovního prostředí a zamezení případného vzniku zdravotních problémů spojených s dlouhodobou prací v sedě i přes použití ergonomické židle nebo dalších pomůcek.

Spektrum nabídky stavitelných stolů je poměrně široké, liší se stylem konstrukce, použitým mechanismem pro stanovení polohy, kvalitou výroby a s ní spojenou cenou, designem nebo pro jaké použití jsou určeny. Vybrat správnou nabídku může být složité, aby bylo jednoduché se stolem manipulovat, měl vhodný rozsah nastavitelných výšek a byl výhodný z ekonomického hlediska.

Nejlevnější varianty stolů používají pro nastavení své výšky pouze šrouby a otvory v nohách, takže nelze výšku nastavit plynule a přestavení výšky nemusí být jednoduché, může být nutné přesunout věci z desky stolu.

Stoly s manuálním pohonem zvedacího mechanismu, pomocí kličky, jsou levnější variantou než stoly elektrické nebo s plynovou pružinou, ale už máme možnost plynulého nastavení výšky s větším rozsahem než u nejlevnějších variant s polohou určenou šrouby. Výhodou je jednoduchost mechanismu a obsluhy, navíc není potřeba připojení do elektrické rozvodné sítě, ale umístěná klika může působit nevzhledně a pokud je odnímatelná, tak je nutno pro každé přestavení výšky kliku znovu nasadit a poté sundat, což může být nepraktické.

Další variantou mechanického nastavení výšky jsou stoly s plynovou pružinou – tato varianta nabízí plynou nastavitelnost polohy, opět bez nutnosti připojení k elektřině. Oproti kličce je k nastavení výšky využít zamykací mechanismus pružin, který je uvolněn páčkou nebo tlačítkem, stůl následně vyjede nahoru nebo ho je možné stlačit dolů. Tento princip pohonu možná není nejrozšířenější, ale je velmi jednoduchý a praktický –

můžeme stůl umístit kdekoliv, nastavovat plynule výšku a je možné ho zpracovat i do designové varianty. Další předností je životnost a bezúdržbovost samotného zvedacího mechanismu.

Poslední možností pohonu je pohon elektrický, opět je možné nastavit výšku plynule a velmi jednoduše pomocí ovládacího panelu. Tato varianta je asi nejrozšířenější díky své jednoduchosti, některé stoly dokonce umožňují si uložit do paměti několik poloh, které lze pak vybrat a stůl se sám nastaví do dané výšky. Zřejmou nevýhodou je připojení do elektrické sítě, které je pro chod stolu nutností, také samotný mechanismus má složitější konstrukci a více dílů, tento fakt se promítá na ceně finálního produktu.

U některých stolů se můžeme setkat s lištou pro případnou kabeláž, namontovanou pod deskou stolu, je tak možné jednoduše organizovat a skrýt jinak neestetické kabely. Takovouto lištu je samozřejmě vždy možné instalovat samostatně.

## 2 Cíl práce

Cílem práce je vytvořit vlastní návrh a konstrukci výškově stavitelného stolu pro kancelářské použití. Výška stolu by měla být nastavitelná s minimální námahou a má být možné aretovat polohu nohou pro docílení vodorovné polohy pracovní desky. Nastavení výšky stolu je dosaženo plynovými pružinami, jedna pružina v jedné noze. Tato pružina je spjata s převodovou jednotkou, která zajistí plynulé vysouvání obou nohou stolu zároveň. K uvolnění polohy pružin, a následné manipulaci, slouží tlačítko pod deskou stolu, tento mechanismus je opatřen pojistkou, aby nemohlo dojít k nechtěnému uvolnění, nebo aby se stolem nemanipulovali děti.

Konkrétní rozsah nastavitelných výšek je 775 mm až 1275 mm, hmotnost výsuvné části stolu je 60 kg, tato část se skládá z desky stolu o rozměru 2000x1000 mm, výsuvných profilů, převodových jednotek, zkrutné tyče a všech dalších součástí které se pohybují při manipulování s výškou stolu.

Stůl by měl být zpracován do esteticky přívětivé varianty a měl by obsahovat co nejvíce normalizovaných komponent, tak aby byla jeho výroba a montáž co nejjednodušší. Jedná se o prototypovou výrobu, ale i tak je nutno brát ohled na finanční stránku.

Součástí práce je úvaha nad alternativním pohonem, který se skládá z elektromotoru a převodu ozubeným řemenem pohánějícím zkrutnou tyč vedenou pod deskou stolu a pomocí převodových jednotek ukotvených ke spodní, nepohyblivé části stolu je zajištěn plynulý a rovnoměrný výsuv pracovní desky.

### 3 Stav řešené problematiky

Na trhu se vyskytuje velká škála výrobců z celého světa, každý má svoje zaměření, někdo se specializuje na určitý druh pohonu, nebo konkrétní design, či na nízkou cenu. Pověstinou se jedná o stoly s elektrickým pohonem, takže není až tak snadné najít kvalitní kancelářský stůl s čistě mechanickým pohonem. Proto je tato práce primárně zaměřena na stůl s plynovými pružinami. Obsahem řešení je i úvaha nad alternativním pohonem pomocí elektromotoru.

Není možné přesně říct jaká varianta je nejlepší, to záleží, za jakým účelem plánuje zákazník stůl využívat, takže každý z produktů má své uplatnění. Další kategorií stavitelných stolů jsou stoly pro průmyslové použití, které potřebují být konstrukčně odolnější a mít vyšší nosnost, proto jsou obvykle vybaveny nůžkovým zdvihacím systémem.

#### 3.1 Zástupci výrobců

##### 3.1.1 Rukona, s.r.o.

Původně česká firma založená v 90. letech, zakládá se na vlastním návrhu a výrobě nábytku nebo zpracováním plechu. Zabývá se většinou zakázkovou výrobou výškově stavitelných stolů nebo podnoží s klikou nebo elektrickým pohonem. [1] Ukázkou produktu firmy Rukona je možné vidět na obrázku 3.1.



Obr. 3.1.1 – Stavitelný stůl Rukona [2]

### 3.1.2 Hobis, s.r.o.

Opět česká firma s širším zaměřením na kancelářský nábytek přes skříně, kontejnery, paravány až po stoly klasické konstrukce nebo právě stoly výškově stavitelné. Můžeme vybírat z obsáhlé nabídky stavitelných stolů v různých variantách pohonu, ale nejčastěji narazíme na pohon elektrický, jeden takový stůl je na obrázku 3.2. [3]



Obr. 3.2 – Stavitelný stůl Hobis [4]

### 3.1.3 Humanscale

Americká firma, která vyrábí spíše designový kancelářský nábytek včetně výškově stavitelných stolů s plynovou pružinou. Jejich výrobky jsou zaměřené převážně na estetiku, funkčnost a kvalitu. Kromě stolů vyrábí také židle a další kancelářský designový nábytek. [5] Stůl Humanscale v kancelářském prostředí je vidět na obrázku



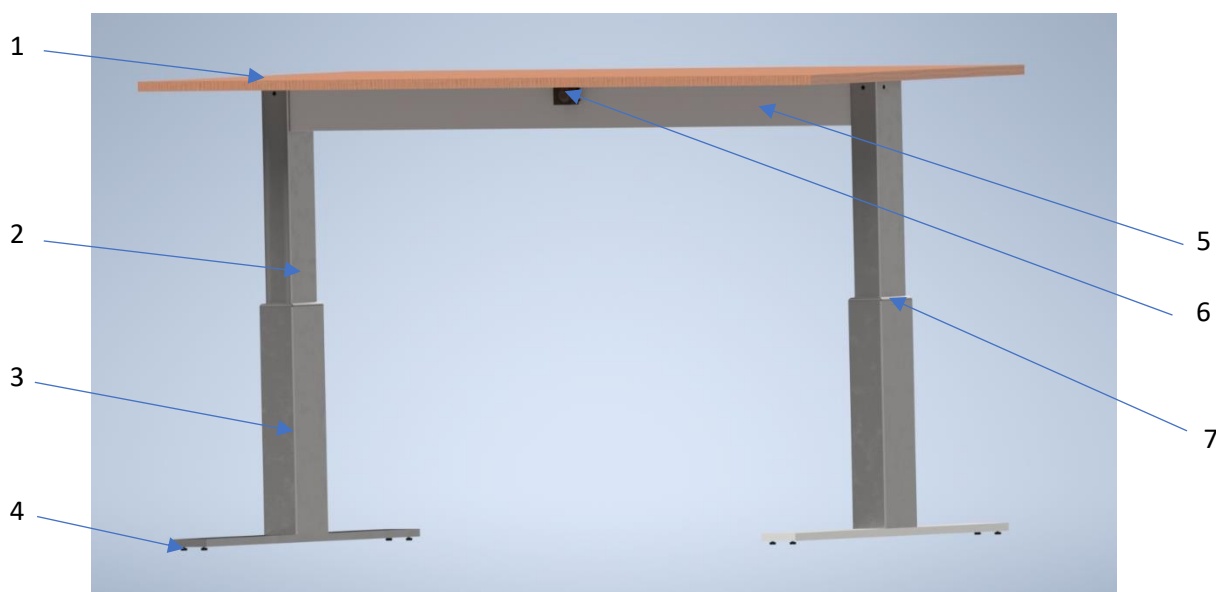
Obr. 3.3 – Stavitelný stůl Humanscale [6]

3.3.

## 4 Konstrukce stavitelného stolu

Jak již bylo zmíněno, vlastní konstrukce se zabývá stolem s pohonem plynovou pružinou, tento druh pohonu není tak rozšířený, ale přesto nabízí spoustu výhod v jednoduchosti používání. Pro návrh je nejlepší využít co největší množství normalizovaných dílů, které lze pouze zakoupit a namontovat, ale některé díly je nutno navrhnout samostatně.

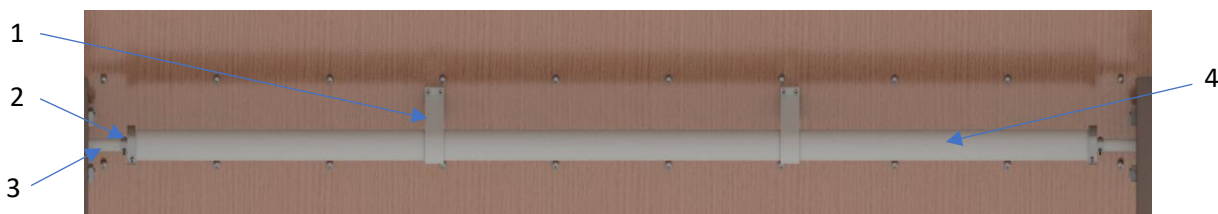
Konstrukce se skládá primárně ze tří částí, desky stolu, spodní části podnože a vrchní části podnože, přičemž vrchní část s deskou se vysouvá z dolní části. Na obrázku 4.1 je pohled na stůl s popsány částmi.



Obr. 4.1 – Popis stolu

1 – Deska stolu, 2 – Vrchní část podnože, 3 – Spodní část podnože, 4 – Stavitelné nožky, 5 – Kryt zkrutného prvku, 6 – Uvolňovací tlačítko, 7 – Kluzní vložka

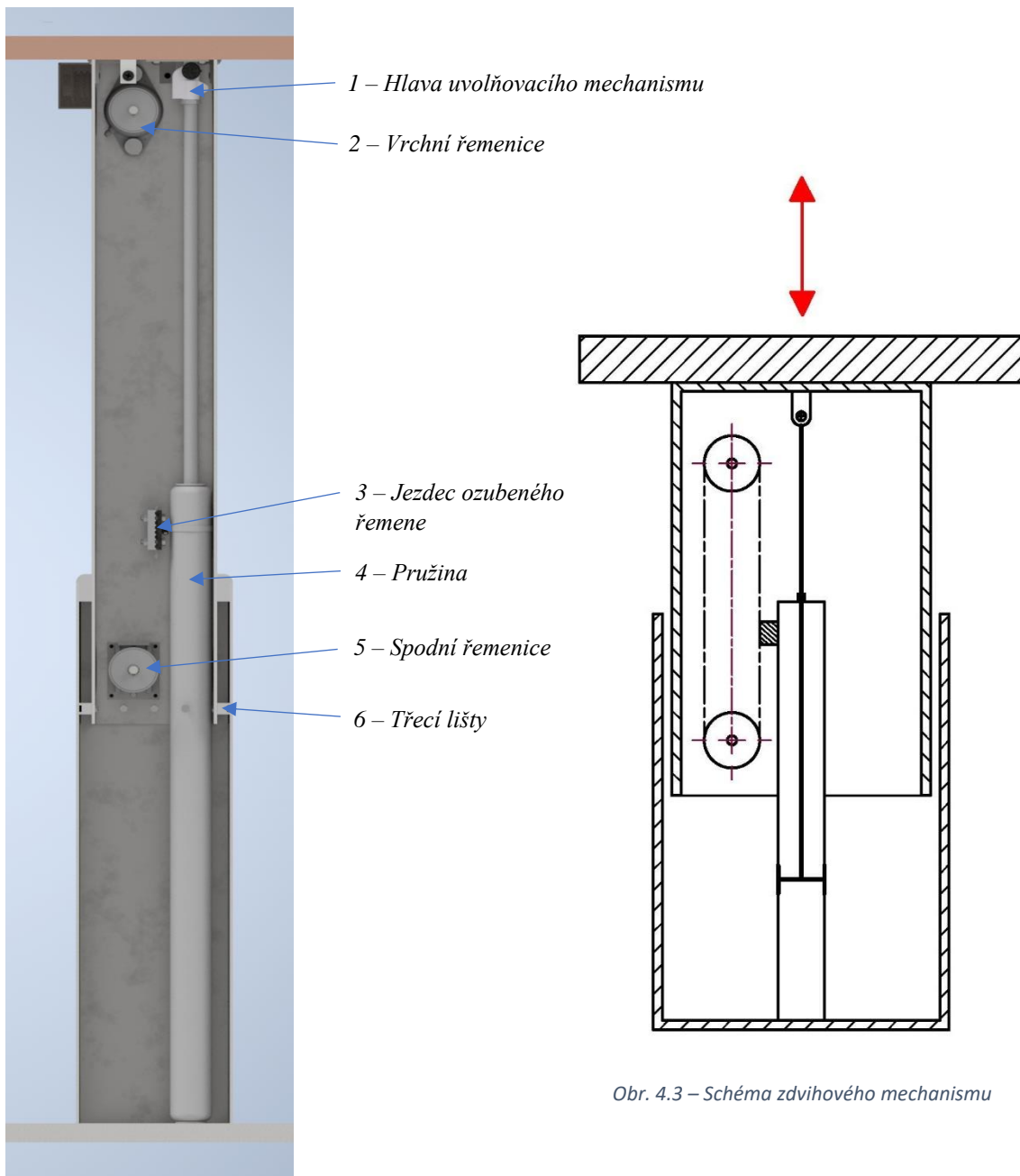
Pod krytem umístěným pod deskou stolu se ukrývá zkrutný prvek, zároveň je na tomto krytu umístěno uvolňovací tlačítko. Pohled na stůl zespod po odmontování krytu je na obrázku 4.2.



Obr. 4.2 – Popis zkrutného prvku

1 – Podpora trubky, 2 – Přechodka, 3 – Tyč osazená řemenicí, 4 – Zkrutná trubka

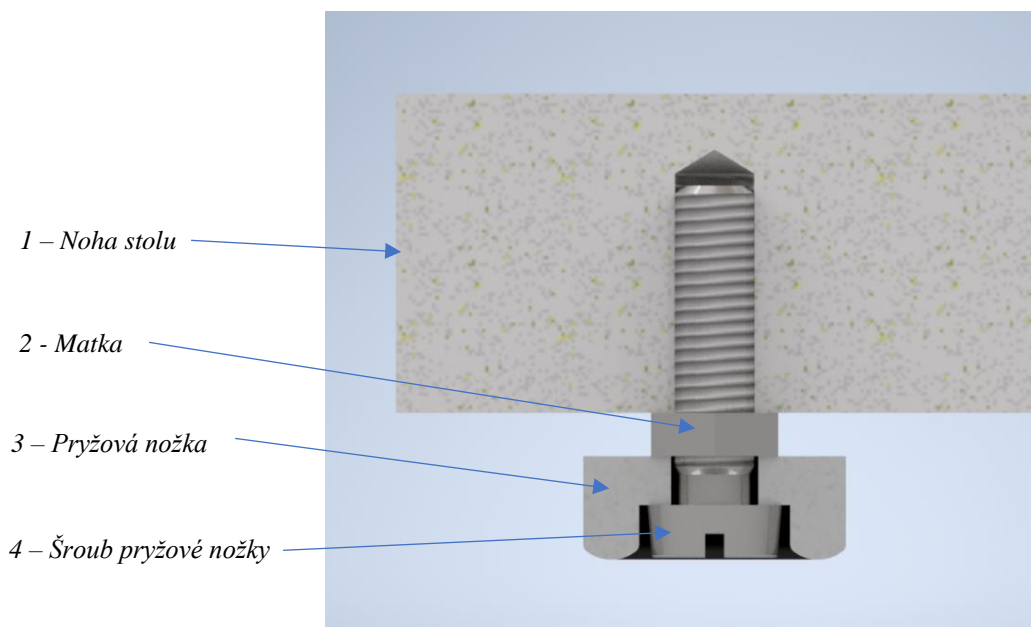
Uvnitř nohy stolu se nachází celý zdvihací mechanismus, který se primárně skládá z plynové pružiny a převodové jednotky. Celé ústrojí je uloženo ve výsuvných profilech, které jsou vedeny kluznou vložkou a třecími lištami. Schématický nákres toho, jak funguje zdvihový mechanismus je na obrázku 4.3. Jak vypadá vnitřní ústrojí podnože v jedné z nohou je vidět na obrázku 4.4.



Obr. 4.4 – Popis vnitřku nohy

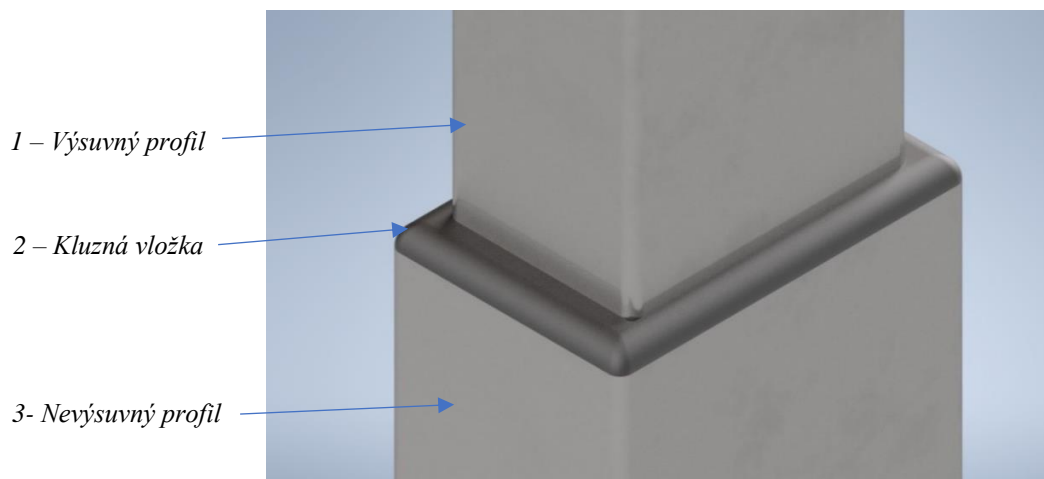
## 4.1 Spodní část podnože

Dolní polovina podnože je nevýsuvná a skládá se ze dvou profilů na sebe kolmých, jeden z profilů slouží jako základna podnože a je opatřen stavitelnými nožkami z pryže, tímto lze stůl aretovat do vodorovné polohy. Na obrázku 4.5 je vidět zašroubovaná nožka v podnoži.



Obr. 4.5– Stavitelné gumová nožka

Druhý profil je už součástí výsuvného mechanismu, slouží jako fixní polovina výsuvu, do které zajiždí druhý menší profil. Aby bylo docíleno správného vedení profilů v sobě, je použito vodicích vložek z kluzného plastu, které zajistí přesné a plynulé vysouvání podnože. Spojení výsuvné a nevýsuvné části kluznou vložkou je k vidění na obrázku 4.6.



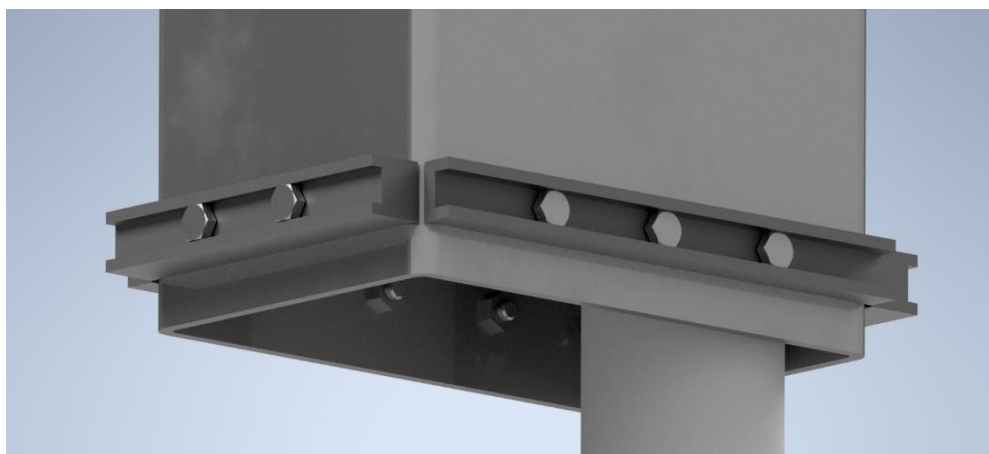
Obr. 4.6 – Třecí vložka



Do spodní části podnože je také namontována samotná plynová pružina, která je nejdůležitější částí zdvihacího mechanismu. Pružina je jednoduše zašroubována do připraveného závitu, vzhledem k uložení pružiny na druhém konci není třeba dalšího zajištění, jelikož s ní po kompletním sestavení nelze otáčet.

## 4.2 Vrchní část podnože s deskou stolu

Druhá a zároveň mnohem větší část celého stolu, tento celek, skládající se z mnoha částí, je zdvihán pružinami v obou nohách stolů. Celková hmotnost tohoto celku je 55,78 kg a obě nohy stolu se musí vysouvat synchronně, k tomu slouží převodové jednotky a zkrutná tyč vedená pod deskou stolu. K uvolnění pružin a možnému přestavení polohy slouží tlačítko umístěné na krytu zkrutné tyče. Namontované třecí lišty na výsuvném profilu jsou na obrázku 4.7.

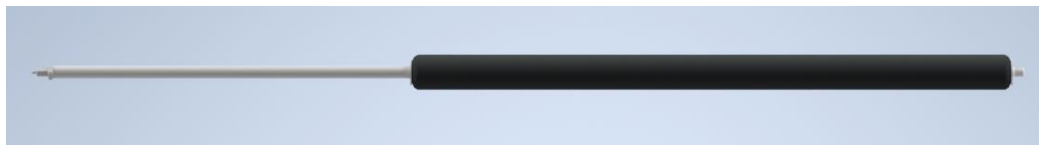


Obr. 4.7 – Třecí lišty

Výsuvný profil se pohybuje v kluzné vložce viz obrázek 4.6 a na jeho spodní části jsou umístěny další kluzné podložky, které zajistí vystředění obou profilů a plynulý pohyb. Tento profil je vyroben z nerezové oceli pro ještě menší tření, zatímco spodní část je vyrobena z konstrukční oceli, aby bylo možné dva díly svařit k sobě.

### 4.2.1 Plynová pružina a její uložení

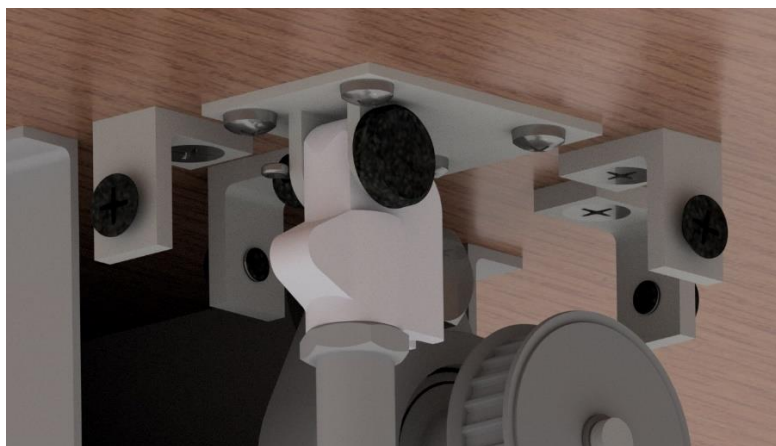
Pro dosažení plynulého pohybu a možnosti aretace stolu v libovolné poloze je třeba blokovácí pružina, konkrétně se jedná o blokovácí plynovou pružinu typu K od firmy Bansbach. Tento konkrétní typ kompletně blokuje sílu v tahu až do hodnoty mechanické pevnosti a v tlaku do 6,6 násobku zdvihové síly pro konkrétní průměr pístnice.



Obr. 4.8 – Plynová pružina

Samostatná pružina je zobrazena na obrázku 4.8. Síla pro přemožení blokace v tlačném směru by odpovídala 198 kg na jednu pružinu pro zdvihovou sílu 300 N kterou má daná pružina v noze stolu, tato blokace je dostatečná a kdyby došlo k přetížení, pružina se zasune a nedojde k poškození mechanismu.

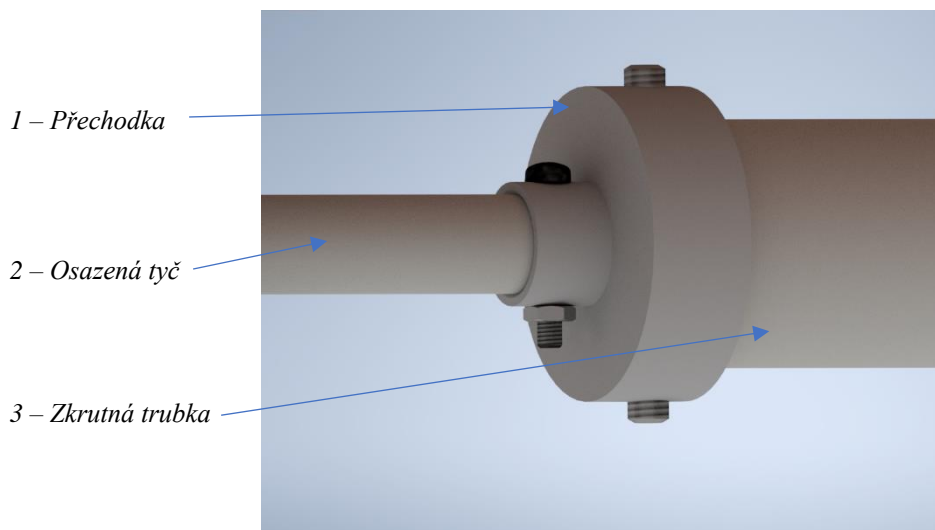
Na vrchní části pružiny je umístěn uvolňovací mechanismus, dodávaný od výrobce, ten je řízen bovdenovým lanem. Tento našroubovaný nástavec má v sobě otvor pro následnou montáž, ten je využit pro přichycení pružiny do držáku, který je přišroubován k desce stolu. Toto spojení je zajištěno čepem se závlačkou, jak toto uchycení vypadá je vidět na obrázku 4.9.



Obr. 4.9 – Hlava uvolňovacího mechanismu

#### 4.2.2 Zkrutný prvek

Pro dosažení rovnoměrného vysouvání obou nohou stolu zároveň je třeba zkrutného prvku, který je svázán s oběma stranami stolu a tím zamezuje pohybu jedné nohy, pokud se zároveň nepohybuje druhá. Tento prvek se skládá z tyče s osazením pro řemenici převodové jednotky, přechodky na trubku a trubky samotné. Propojení osazené tyče a trubky pomocí přechodky je na obrázku 4.10.



Obr. 4.10 – Přechodka

Na okrajích je použita obrobená tyč, aby bylo možné osadit řemenici a uložit prvek do ložisek, následuje přechodka na trubku, ta je pevně spojena s tyčí, ale na trubku je upevněna pomocí stavěcích šroubů. Tento způsob upevnění je důležitý kvůli montáži, pokud by obě strany byly pevně propojeny, bylo by velmi obtížné najít správnou polohu natočení řemenice, a s ní spjatou výšku nohy, tak aby byl stůl v rovině.

Zbytek zkrutného prvku je trubka o tloušťce stěny 1 mm, kvůli ušetření hmotnosti, pokud by po celé délce měla být tyč, mohlo by docházet k nechtěnému průhybu, i tak jsou instalovány jednoduché podpory. Podpora je přišroubována k desce stolu, jak je vidět na obrázku 4.11.



Obr. 4.11 – Podpora zkrutné trubky

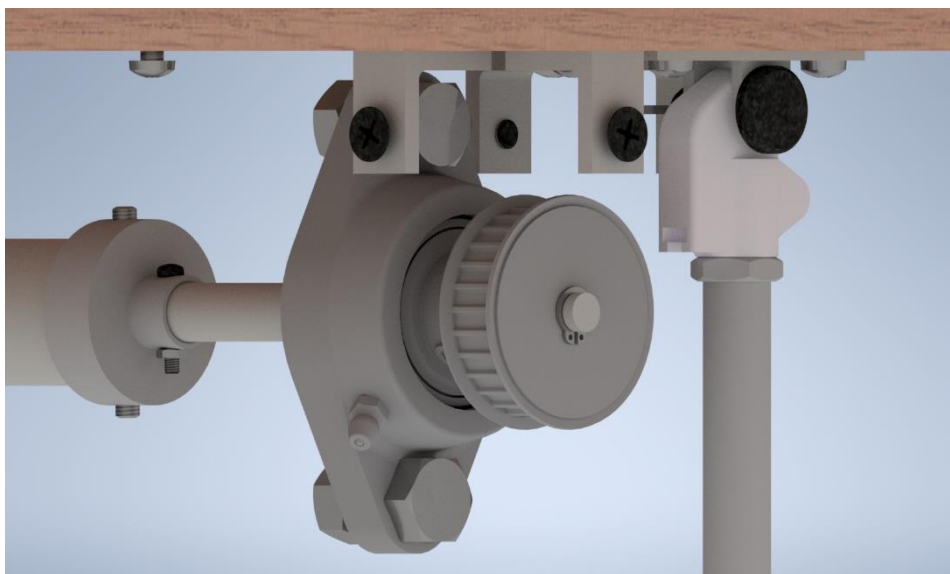
Celé ústrojí je zakrytováno tvarovaným plechem přichyceným k desce stolu, aby nedošlo ke kontaktu uživatele s otáčející se trubkou a potenciálnímu úrazu. Kryt také působí více esteticky než holá trubka a slouží i jako přichytná plocha pro uvolňovací mechanismus, celé zakrytované ústrojí je vidět na obrázku 4.12.



Obr. 4.12 – Kryt zkrutného prvku

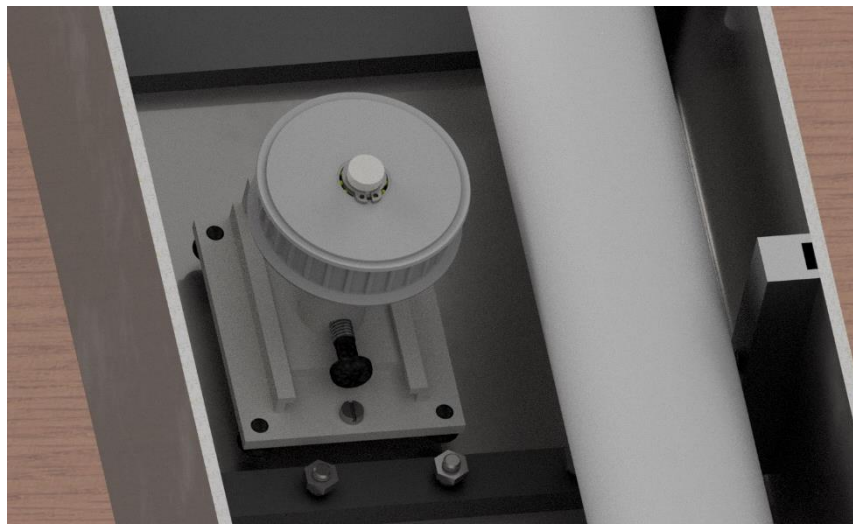
### 4.2.3 Převodová jednotka

Ta přímo navazuje na zkrutný prvek, skládá se ze dvou ozubených řemenic a řemenu. Jak již bylo zmíněno, je třeba zajistit plynulé vysouvání obou nohou najednou, spojením převodových jednotek, v obou nohách, zkrutným prvkem toho lze dosáhnout. Na obrázku 4.13 je vidět osazená vrchní řemenice a domek s ložiskem.



Obr. 4.13 – Vrchní řemenice

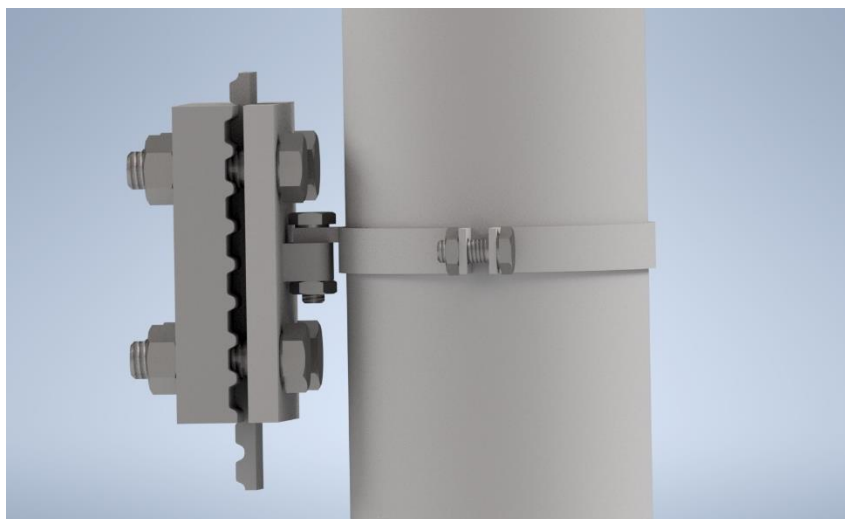
Vrchní řemenice je jednoduše osazena na tyči zkrutného elementu a je zajištěna pojistným kroužkem. Uložení spodní řemenice převodové jednotky je poněkud složitější z důvodu napínání řemenu. Samotná řemenice je uložena na ložiscích, která jsou nalisována na čep. Tento čep je součástí desky uložené v podstavci, který je přišroubován do stěny profilu. V čepu s řemenicí je otvor se závitem, skrze čep prochází šroub, který se opírá o stěnu podstavce a jeho povolováním nebo utahováním dochází k uvolnění, respektive napnutí řemene.



Obr. 4.14 – Spodní řemenice

Deska s čepem je vedena v drážkách podstavce a je zajištěna šroubem, aby nemohla samovolně vypadnout. Toto uložení jako celek je sice komplexní, ale pro instalaci řemene a jeho následné napnutí je nezbytné. Celé uložení spodní řemenice uvnitř výsuvného profilu je možné vidět na obrázku 4.14.

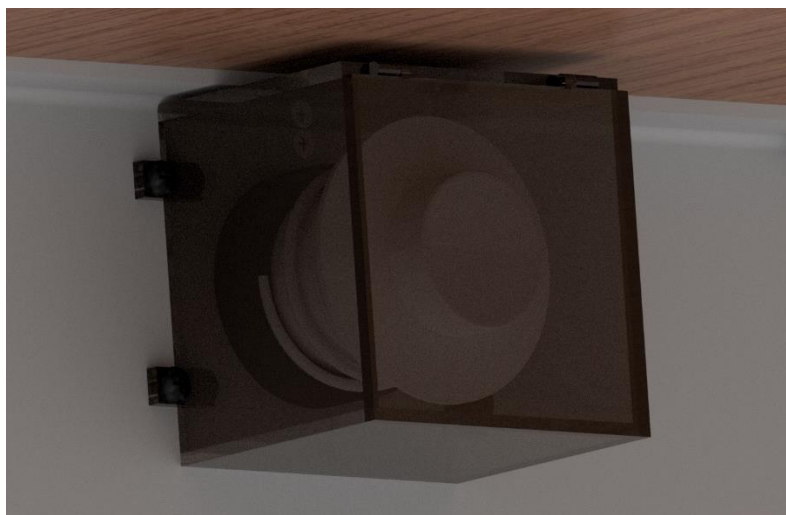
Propojení výsuvné a nevýsuvné části, které je klíčové pro funkčnost převodové jednotky, zajišťuje objímka stažená k tělu plynové pružiny a k ní přichycený jezdec na ozubeném řemenu. Jezdec se skládá ze dvou desek, které jsou spojeny šrouby s maticemi a jedna deska je opatřena přírubou s montážním otvorem na přichycení k objímce. Jezdec přichycený k objímce, která je stažena k tělu pružiny, je na obrázku 4.15.



Obr. 4.15 – Jezdec ozubeného řemenu

#### 4.2.4 Uvolňovací mechanismus

Pro uvolnění zámku pružin slouží tlačítko umístěné v prostřední části stolu pod dřevěnou deskou. Po stisknutí dojde k odblokování a stůl se samovolně začne vysouvat nahoru, jelikož jsou síly téměř vyváženy, výsuvná síla je 4,2 kg, pokud je na desce stolu umístěný náklad, například kancelářské vybavení, je nutno při vysouvání lehce dopomoci silou.



Obr. 4.16 – Uvolňovací tlačítko s krytem

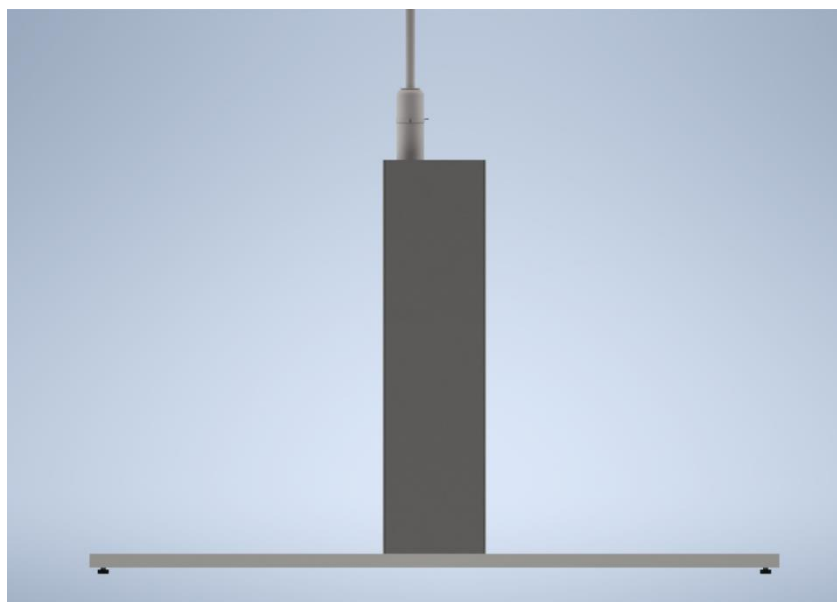
Opačně pro snížení výšky stolu je třeba zmačknout tlačítko a stůl zatlačit dolů až do požadované polohy. Uvolňovací tlačítko je opatřeno pružinou pro zpětnou aretaci po jeho uvolnění a také bezpečnostní krytkou, kterou zamezí nechtěnému uvolnění a zároveň funguje jako opatření, aby se stolem nemohli lehce manipulovat děti. Krytka a její víčko jsou z kouřového plexiskla a jak vypadají je možné vidět na obrázku 4.16.

## 5 Postup montáže

Stůl by měl být dodáván po jednotlivých celcích a dílech, které je nutné sestavit správným postupem, aby bylo docíleno úplné funkčnosti. Procesu sestavení stolu by se měli účastnit alespoň 2 lidé, některé dílce jsou těžké a montovat je v jedné osobě by bylo velmi obtížné, až nemožné.

### 5.1 Příprava spodní části podnože

Prvním krokem je sestavení a našroubování osmi pryžových nožek, každá nožka se skládá z šroubu, matky a samotné pryžové nožky. Pryž přijde nasadit na šroub a zajistit maticí, sestavené nožky je poté možné našroubovat do jednotlivých závitů na spodní straně nohou stolu.



Obr. 5.1 – Sestavená spodní polovina podnože

Druhým krokem je instalace plynové pružiny, na pružinu je nejprve třeba přichytit objímku pro uchycení jezdece, takto osazenou pružinu pak lze jednoduše zašroubovat do závitů na dně nevýsuvného profilu. Sestavený celek je vidno na obrázku 5.1.

### 5.2 Příprava vrchní části podnože

Do výsuvného profilu přijde nainstalovat celá převodová jednotka a třecí lišty. Nejprve je třeba si sestavit dolní uložení ozubené řemenice, ta je již osazena na desce s čepem, do závitů v čepu se našroubuje šroub sloužící pro napínání řemene a desku

samotnou je možné následně vložit do vodících drážek podstavce a zajistit ji šroubem. Sestavené uložení je na obrázku 5.2.



Obr. 5.2 – Sestavené uložení spodní řemenice

Takto sestavený celek je pak možné přišroubovat dovnitř spodní části profilu. Dalším krokem je instalace třecích lišt, ty stačí přišroubovat na vnější stranu spodní části profilu, 2 lišty jsou pro užší stranu a 2 pro širší. Následně je třeba nainstalovat ložiskový domek na vrchní konec profilu, ten je přichycen dvěma šrouby s maticemi. Skrz ložisko v domku přijde prostrčit tyč s osazením a uvnitř profilu nasadit vrchní řemenice, která je následně zajištěna pojistným kroužkem.

Po dotáhnutí stavěcího šroubu na ložisku je možné instalovat ozubený řemen, ten je třeba nejprve osadit jezdcem, který se skládá ze dvou desek stažených šrouby s maticemi. Deska s přírubou pro přichycení k objímce musí být na vnější straně řemenu. Po instalaci řemenu je nutné ho napnout pomocí šroubu na spodní řemenici, tím je příprava výsuvného profilu kompletní. Pohled na celek v řezu na obrázku 5.3.

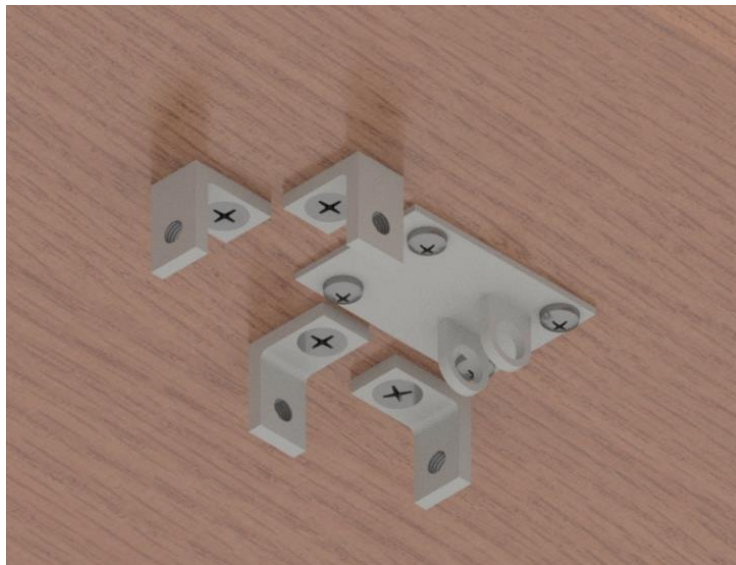


Obr. 5.3 – Sestavený výsuvná profil



### 5.3 Příprava desky stolu

Deska stolu má v sobě několik převrtaných děr a je třeba je osadit odpovídajícími součástmi, není nutné je instalovat v určitém pořadí. Je možné začít u držáků samotných profilů, jsou 4 na každé straně a je třeba je přišroubovat ve správné orientaci, aby bylo možné později nasadit profily. Mezi tyto držáky přijde přišroubovat deska s přírubou pro přichycení hlavy uvolňovacího mechanismu a pohled na jednu stranu připravené desky je na obrázku 5.4, obě strany jsou stejné.

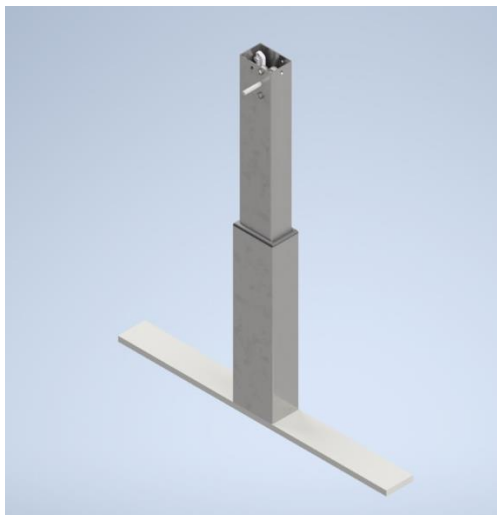


Obr. 5.4 – Připravená deska stolu

### 5.4 Sestavení výsuvné a nevýsuvné části

Jsou připraveny oba profily a je možné je spojit dohromady, výsuvný profil se vloží do spodní části nohy, třecí desky by měli zapadnout do profilu a vést ho, a po vložení je třeba nasadit třecí vložku. Když jsou oba profily v sobě, je možné propojit jezdec na řemenu převodové jednotky a objímku na pružině, toto spojení je zajištěno jedním šroubem s maticí.

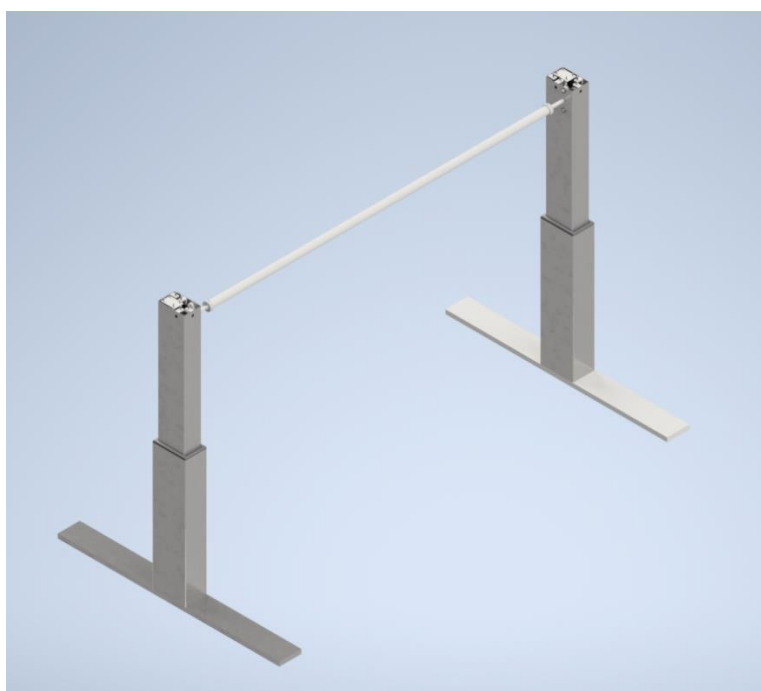
Nyní by při vysouvání vnitřního profilu mělo docházet k rotaci řemenic a jejich natočení je pevně spjato s polohou výsuvu. Na vršek pružiny se může našroubovat hlava uvolňovacího mechanismu a tím je tato část hotova, sestava je na obrázku 5.5 a opět je postup stejný pro obě nohy podnože.



Obr. 5.5 – Sestavená noha podnože

### 5.5 Dokončení montáže podnože

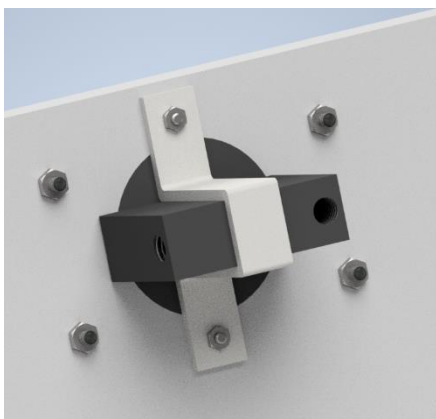
Nyní lze propojit obě nohy k sobě zkrutnou trubkou, nejprve je třeba instalovat přechodky na obě tyče s řemenicemi, přechodka je zajištěna šroubem s maticí, který přijde prostrčit skrz otvory v přechodce a tyči a dotáhnout matkou. Když jsou přechodky nasazeny, je možné mezi ně umístit trubku a tu v každé přechodce zajistit dvěma stavěcími šrouby. Je velmi důležité, aby oba výsuvné profily byli při montáži trubky v plně zasunuté poloze, kvůli spjatí jejich společné polohy s natočením trubky. Hotový celek je opět zobrazen na obrázku 5.6.



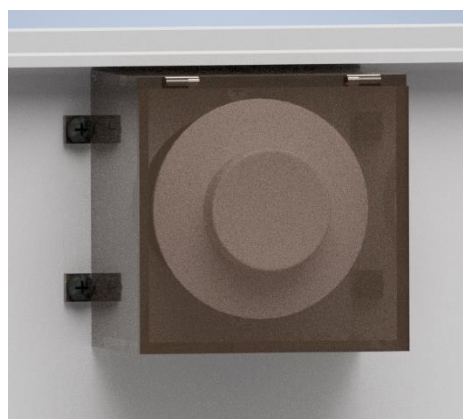
Obr. 5.6 – Sestavená podnož stolu

## 5.6 Montáž uvolňovacího tlačítka

Tlačítko je třeba namontovat na kryt zkrutného prvku, k tomu slouží spona a 2 šrouby s maticemi, po připevnění tlačítka je ještě nutno instalovat bezpečnostní krytku. Krytka má 4 packy s otvory pro šroub a v plechovém krytu trubky jsou díry se závitem, kam přijde krytka přišroubovat. Namontované tlačítko s krytem je zobrazeno na obrázcích 5.7 a 5.8.



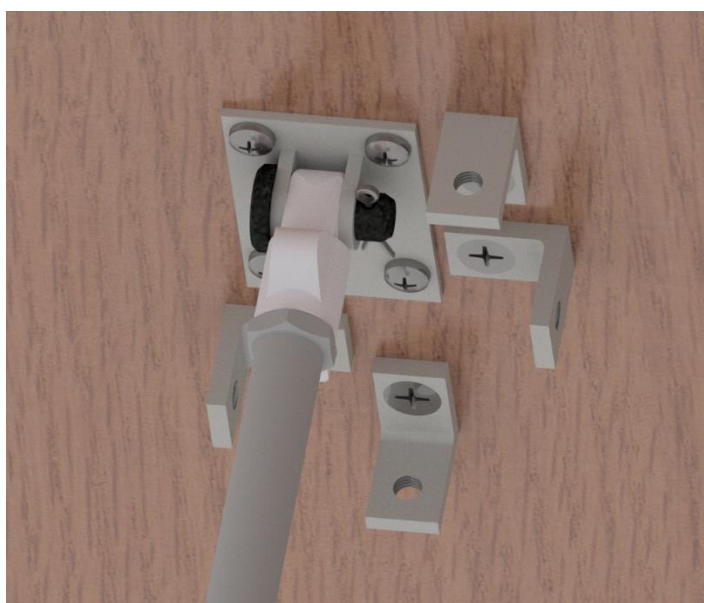
Obr. 5.7 – Tlačítko přichycené sponou



Obr. 5.8 – Tlačítko s krytem

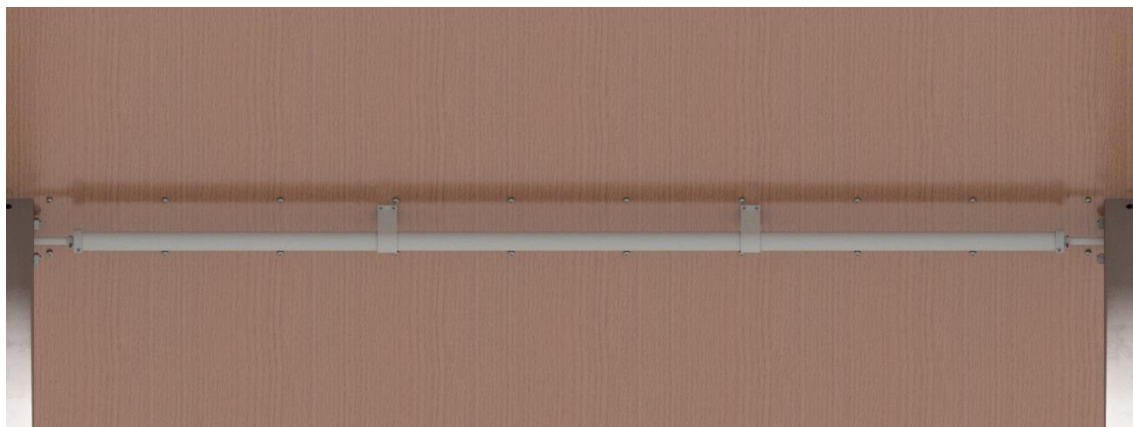
## 5.7 Nasazení desky stolu a krytu

Když máme připraveny všechny části, je možné přejít k finálnímu sestavení, desky s přírubami na přichycení hlav uvolňovacích mechanismů přijdou nasadit na vršky pružin a zajistit čepem se závlačkou, tím dojde ke spojení desky a podnože, jak je vidět na obrázku 5.9.



Obr. 5.9 – Deska stolu uchycená k pružině

Před finálním spojením desky s podnoží je třeba instalovat bovdenové lano do uvolňovací hlavy na každé straně, následně je možné zvednout obě nohy stolu a nasadit profily na již osazené držáky profilů, následně je nutné 4 šrouby na každé straně přišroubovat profily do držáků a tím dojde k finálnímu spojení desky stolu s podnoží. Před montáží krytu je zapotřebí přišroubovat podpory zkrutné trubky do již předvrtaných děr, jak je vidět na obrázku 5.10.



*Obr. 5.10 – Zkrutný prvek bez krytu*

Při nasazování krytu zkrutného elementu je třeba přichytit a napojit bovdenové lano do rozdvojky a uvolňovacího tlačítka, poté stačí kryt s tlačítkem nasadit a přišroubovat na desku do stolu do již předvrtaných děr a tím je stůl kompletně sestaven, sestavený stůl je na obrázku 5.11.



*Obr. 5.11 – Kompletně sestavený stůl*

## 6 Studie: alternativní pohon elektromotorem

Součástí práce je i studie alternativního pohonu pomocí elektromotoru, tato studie není zcela detailní a není doplněna výkresovou dokumentací. Konstrukce stolu zůstává z větší části stejná, jako u pohonu plynovými pružinami, ale ty jsou odstraněny a na zkrutný element je instalován elektrický pohon.

### 6.1 Nahrazení plynových pružin



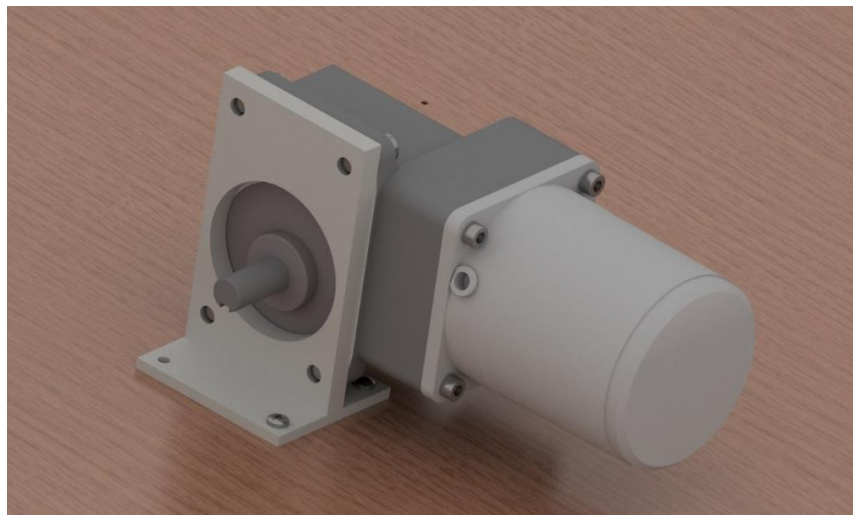
Obr. 6.1 – Náhrada za plynovou pružinu

Pružiny jsou, jak už bylo zmíněno, odstraněny, ale pro funkčnost celého výsuvného mechanismu je nutné zajistit propojení výsuvné a nevýsuvné části nohy, jelikož převodová jednotka zůstává stejná jako u standardní varianty stolu. Toto propojení je realizováno pomocí tyče s deskou s montážním otvorem, která zastupuje pružinu s objímkou, a je spojena s jezdcem na ozubeném řemeni, jak je vidět na obrázku 6.1.

### 6.2 Elektromotor a převodovka

Hlavní myšlenkou studie je pohon elektromotorem, ten je však potřeba spojit s převodovkou, aby bylo dosaženo požadovaného kroučícího momentu na zkrutném prvku a následně na řemenici převodové jednotky. Samotný elektromotor by nejen nedosahoval cíleného momentu, ale má také vysoké otáčky, které jsou nežádoucí, proto je zvolena převodovka s vysokým převodovým poměrem, aby došlo k dostatečné redukci počtu otáček a zesílení momentu.

Z hlediska bezpečnosti a praktičnosti je zvolena šneková převodovka, která díky samosvornosti zajistí, že i po odpojení napájení zůstane stůl v poslední vysunuté poloze a zároveň nemusí být elektromotor v napětí po celou dobu držení polohy. Převodovka s elektromotorem je přichycena pomocí příruby na převodovce k desce stolu, jako na obrázku 6.2.

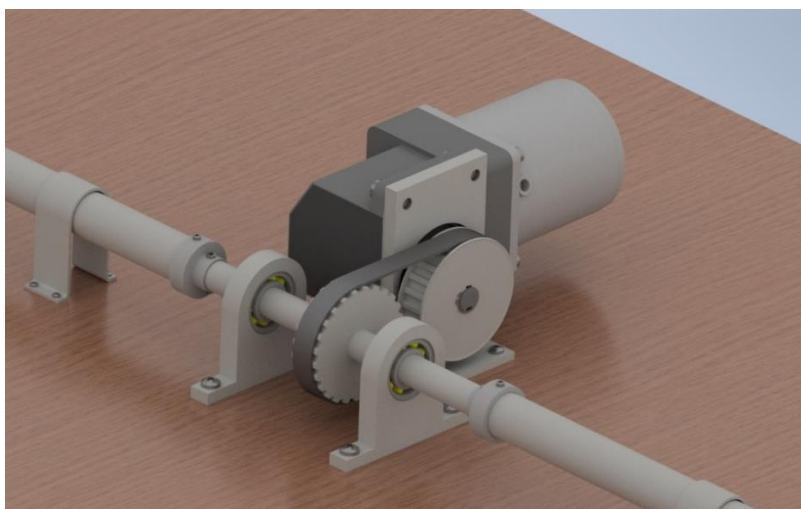


Obr. 6.2 – Elektromotor uchycený k desce stolu

### 6.3 Přenesení momentu na zkrutný prvek

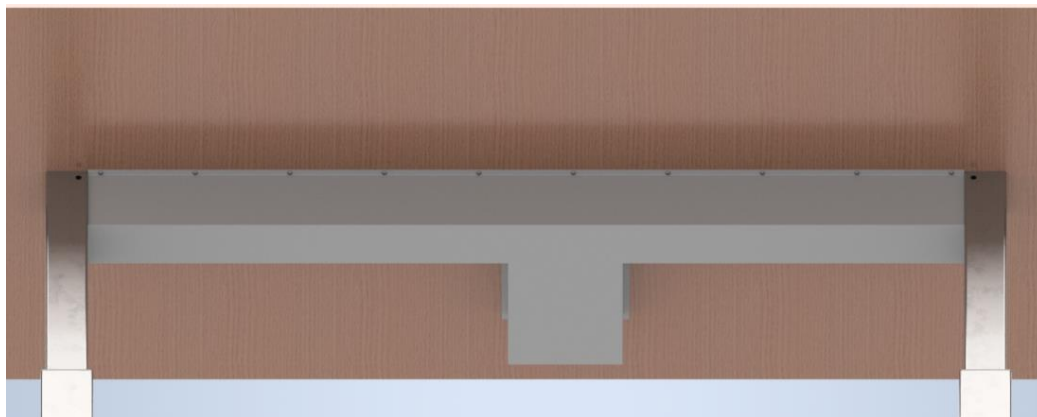
Z výstupní hřídele převodovky je třeba převést moment na zkrutný prvek do osy řemenic převodových jednotek v podnoží, aby mohlo docházet k manipulaci s výškou stolu. Tento převod je realizován opět dvojicí ozubených řemenic a řemenu, takto provedený převod zajistí jednoduchý a dostatečný přenos momentu na potřebnou osu.

Dále je nezbytná úprava samotného zkrutného prvku, ten se originálně skládá z trubky po téměř celé délce, avšak převedení momentu na trubku by bylo velmi těžce realizovatelné, proto je využito stejného principu redukce jako u přechodu z osazené tyče na trubku v původní verzi stolu, ale s opačným smyslem. Kombinací dvou přechodků, dvou kratších trubek a tyče mezi nimi je dosaženo dílu, které umožňuje osazení ozubené řemenice. Jak celé ústrojí vypadá lze vidět na obrázku 6.3.



Obr. 6.3 – Motor se převodem

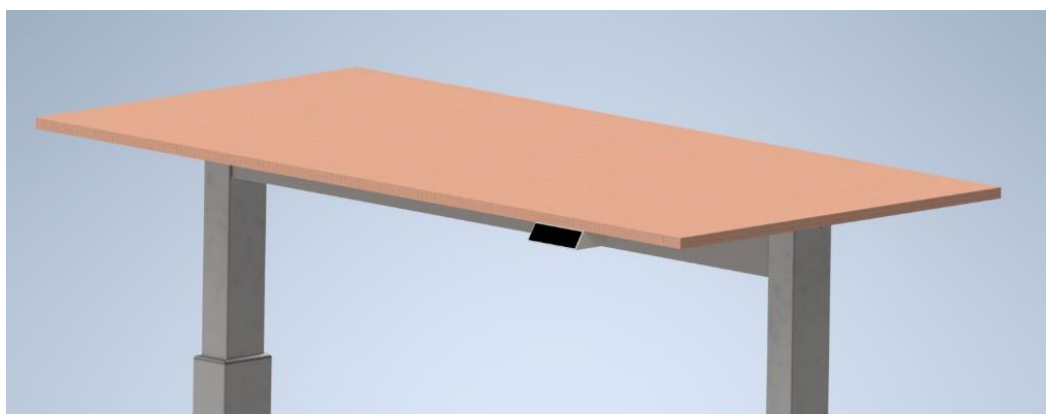
Pro eliminaci případných radiálních a axiálních sil je tyč osazená řemenicí, uložena z obou stran v ložiscích, která jsou nalisovaná do konzol přišroubovaných ke stolu. Tato ložiska zároveň podpoří pevnost celého upevnění elektromotoru a jeho převodu. Takto upravený systém pohonu si vyžaduje i úpravu krytu zkrutného prvku, teď i elektromotoru, který je vidět na obrázku 6.4.



*Obr. 6.4 – Kryt motoru a zkrutného prvku*

## 6.4 Ovládaní polohování

Poslední součástí, která je potřebná pro funkci tohoto alternativního pohonu je ovládaní, to je realizováno pomocí jednoduchého panelu na hraně stolu, který nabízí možnosti vysunutí nahoru, zasunutí a popřípadě paměť pro uložení různých poloh stolu, kde uživatel stisknutím jednoho tlačítka přestaví stůl do polohy, která mu vyhovuje a dříve ji uložil. Ovládací panel umístěný na okraji desky stolu je vidět na obrázku 6.5.



*Obr. 6.5 – Stůl s ovládacím panelem*

## 6.5 Shrnutí studie

Celkově je dnes u výškově stavitelných stolů tento způsob pohonu přestavění polohy více rozšířený než čistě mechanické pohony a má své výhody, ale s tím samozřejmě spojené nevýhody. Mezi pozitivní stránky patří jednoduchost ovládání pro uživatele, pomocí panelu si uživatel nastaví vše potřebné a nemusí vynaložit žádnou námahu. Další výhodou je plynulost, s jakou stůl mění svou výšku, a elegance celého zpracování, ovládací panel působí moderně a rozhodně lépe než například klíčka.

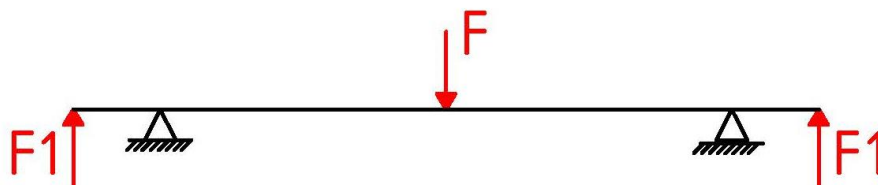
Nevýhody pohonu pomocí elektromotoru se skrývají převážně v konstrukci, je třeba za budovat a dobře upevnit elektromotor s převodovkou, nějakým způsobem převést moment na potřebou osu řemenic v převodových jednotkách a stále je třeba zajistit propojení statické a výsuvné části pro funkčnost tohoto mechanismu. Nevýhodou logicky spjatou pro elektropohon je nutnost připojení stolu do zdroje elektrické energie, zatímco stoly bez elektromotoru je možné umístit kdekoli, i do míst bez elektrické rozvodné sítě.

Celkově je využití elektropohonu pro přestavění výšky stolu dobrým konceptem, jak již bylo zmíněno, primárně pro uživatele, ale z hlediska náročnosti konstrukce by bylo lepší využít jiného principu elektropohonu, než zkrutný element a převodové jednotky, například kuličkový šroub.



## 7 Výpočtová část

Základním výpočtem pro konstrukci stolu je výpočet síly plynových pružin pro zajištění rovnováhy po uvolnění blokovacího mechanismu. Na obrázku 7.1 je možno vidět schéma rozložení sil na zkrutném prvku.



Obr. 7.1 – Schéma rozložení sil

Tento výpočet vychází z hmotnosti výsuvné části stolu, která je odečtena z 3D modelu v programu Autodesk Inventor, a tato hmotnost činí 55,78 kg a odpovídá síle  $F = 557,8 \text{ N}$ . Síla pro jednu pružinu je tedy:

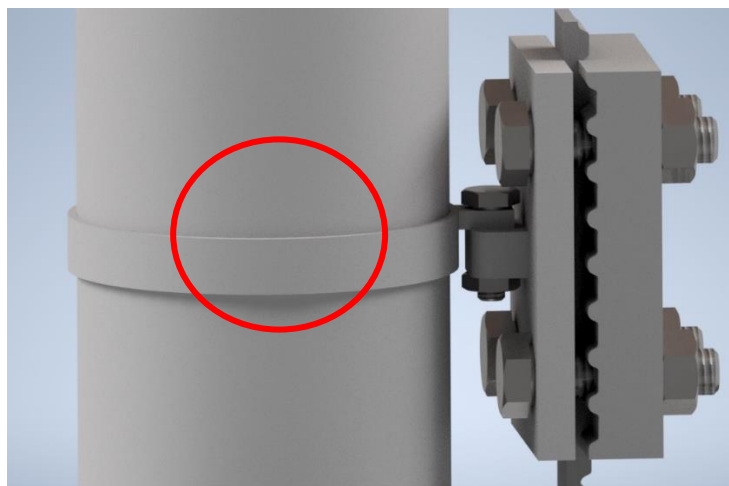
$$\frac{F}{2} = \frac{557,8}{2} = 278,9 \text{ N} \quad (7.1)$$

Na základě tohoto výpočtu je volena pružina se zdvihovou silou 300 N, přebytečná síla pružin zajistí že se deska stolu bude po uvolnění zdvihovat silou:

$$2 * (300 - 278,9) = 42,2 \text{ N} \quad (7.2)$$

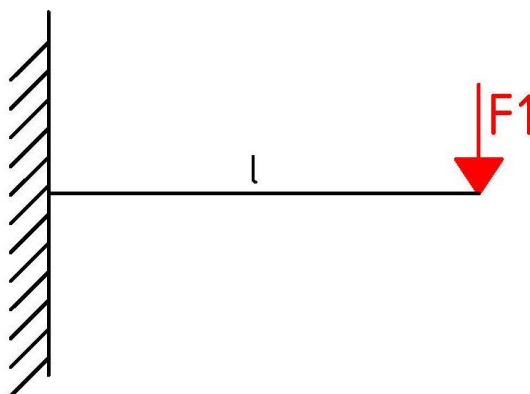
Tato síla umožní výsuv stolu bez pomoci operátora i po umístění základního kancelářského vybavení na desku stolu a zároveň není natolik vysoká, aby způsobila nějaké škody.

Dalším prvkem, který bude pod vlivem této síly je objímka pružiny, ta spojuje převodovou jednotku s nevýsuvnou částí podnože a je umístěna na samotné plynové pružině. Síla na tuto objímku působí v místě, kde je sešroubována s jezdcem převodové jednotky, jak je vidět na obrázku 7.2.



Obr. 7.2 – Objímka pružiny spojená s jezdcem

Na obrázku 7.3 je vidět schéma tohoto namáhání ohybem.



Obr. 7.3 – Schéma namáhání ohybem

Část zvýrazněná na obrázku 7.2 bude namáhána na ohyb, a proto je třeba provést výpočet pro návrh průřezu, dle vzorce:

$$\sigma_0 = \frac{M_0}{W_0} \leq \sigma_{D0} \quad (7.3)$$

A úpravou získáme:

$$W_0 \geq \frac{M_0}{\sigma_{D0}} \quad (7.4)$$

Pro:

$$M_0 = \frac{F * l}{2} \quad (7.5)$$

$$\sigma_{DO} = \frac{R_e}{k}$$

Po úpravě a dosazení:

$$W_o \geq \frac{\frac{F * l}{2}}{\frac{R_e}{k}} = \frac{278,9 * 2,5}{\frac{275}{4}} = 5,07 \text{ mm}^3 \quad (7.7)$$

Kde:

F – tíha působící na objímku v jedné půlce podnože

l – vzdálenost středu otvoru na objímce k okraji objímky

Re – mez kluzu

K – bezpečnost

Wo – modul průřezu v ohybu

Pro obdélníkový průřez se staví modul průřezu v ohybu dle následujícího vzorce:

$$W_o = \frac{h * b^2}{6} \quad (7.8)$$

Kde:

h – výška průřezu

b – šířka průřezu

Takže po spojení vzorce 7.8 a výsledku výpočtu 7.7 je možné dopočítat minimální potřebnou výšku průřezu  $h_{min}$  pro pevnou šířku průřezu  $b = 5 \text{ mm}$  následovně:

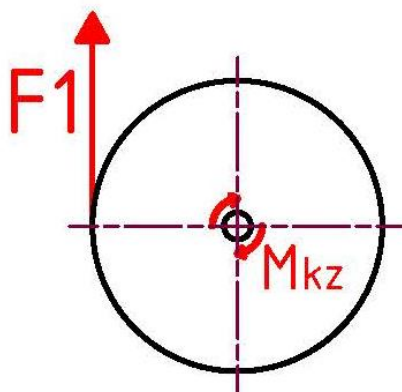
$$\frac{h * b^2}{6} \geq W_o = 5,07 \text{ mm}^3 \quad (7.9)$$

Po úpravě a dosazení:

$$h_{min} \geq \frac{5,07 * 6}{b^2} = \frac{5,07 * 6}{5^2} = 1,22 \text{ mm} \quad (7.10)$$

Z výpočtu vyplývá, že výška průřezu musí být minimálně 1,22 mm, do konstrukce je zvolena výška 2 mm pro ještě větší bezpečnost a zaokrouhlení rozměru na stejnou tloušťku materiálu celé objímky. Tento spoj je možné řešit vidlicovým spojem.

Další návrhový výpočet je třeba provést pro zkrutný element, ten je namáhán na krut, jak už z názvu vyplývá, takže je nejprve třeba zjistit krouticí moment na ose tohoto prvku. Krouticí moment na řemenici vzniká dle schématu na obrázku 7.4.



Obr. 7.4 – Schéma krouticího momentu na řemenici

Tento moment můžeme dopočítat ze síly působící na řemenici převodové jednotky, která je na stejné ose, síla působí na obě řemenice v této ose, proto je nutno násobit 2, výpočet vypadá následovně:

$$M_{kz} = 2 * (F * r_f) = 2 * (278,9 * 21,67) = 12087,43 \text{ Nmm} \quad (7.11)$$

Kde:

F – tíha stolu

$r_f$  – poloměr řemenice v místě působení síly

Následně je možné použít pevnostní rovnici pro krut ve tvaru:

$$\tau_k = \frac{M_{kz}}{W_k} \leq \tau_{Dk} \quad (7.12)$$

Pro:

$$W_k = \frac{\pi}{16} * \frac{D^4 - d^4}{D} \quad (7.13)$$

$$\tau_{Dk} = 0,6 * \frac{0,6 * R_m}{k} \quad (7.14)$$

Kde:

$D$  – vnější průměr trubky

$d$  – vnitřní průměr trubky

$R_m$  – pevnost v tahu

$k$  – bezpečnost

Následnou úpravou a dosazením:

$$W_k \geq \frac{M_k}{\tau_{Dk}} = \frac{M_{kz}}{0,6 * \frac{0,6 * R_m}{k}} = \frac{12087,43}{0,6 * \frac{0,6 * 470}{4}} = 285,75 \text{ mm}^3 \quad (7.15)$$

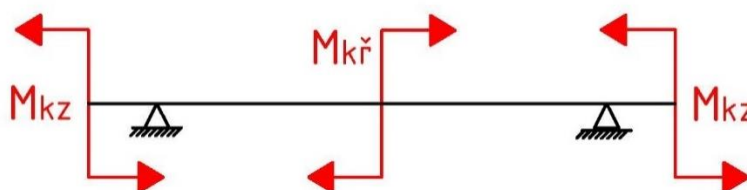
Následně je možné spočítat minimální vnitřní průměr trubky  $d_{\min}$  pro pevně daný vnější průměr, který je  $D = 30 \text{ mm}$ , pomocí spojení výpočtu 7.15 a vzorce 7.13:

$$d_{\min} = \sqrt[4]{D^4 - \frac{16 * W_k * D}{\pi}} = \sqrt[4]{30^4 - \frac{16 * 285,75 * 30}{\pi}} = 29,59 \text{ mm} \quad (7.16)$$

Z výpočtu je vidět že trubka může být tenkostěnná, jelikož minimální tloušťka stěny vychází 0,41 mm, takže je volena trubka s tloušťkou stěny 1 mm, takto zvolená trubka bude dosahovat vysoké bezpečnosti a nehrozí zkroucení. Všechny výpočty počítají s bezpečností  $k = 4$ .

## 7.1 Výpočty pro studii alternativního pohonu

Samotná studie potřebuje výpočtem zjistit pouze jednu věc, ale zato zásadní, a to výkon, respektive krouticí moment elektromotoru. Tento moment by měl být minimálně roven momentu z výpočtu 7.11, aby přemohl síly působící na řemenice a mohl tak vysouvat pohyblivou část stolu.



Obr. 7.5 – Schéma krouticího momentu na zkrutném prvku

Na obrázku 7.5 je k vidění schéma zkrutného prvku na který působí krouticí moment. Je třeba začít od konce, poslední stupněm přenosu energie z motoru na zkrutný prvek je převod ozubenými řemenicemi s účinností  $\mu_r = 0,98$ , takže moment na vstupu tohoto převodu musí být:

$$M_{kř} = \frac{M_{kz}}{\mu_r} = \frac{12087,43}{0,98} = 12334,11 \text{ Nmm} \quad (7.17)$$

Dalším stupněm v přenosu momentu je převodovka, jedná se o šnekovou převodovku, a to ze dvou důvodů, nutnost razantně snížit otáčky a samosvornost, která zajistí zachování polohy i po přerušení napětí do motoru. Tato převodovka má převodový poměr  $i_p = 180$  a účinnost  $\mu_p = 0,99$ , takže minimální moment motoru na vstupu převodovky je vypočítán:

$$M_{kmin} = \frac{M_{kř}}{i_p * \mu_p} = \frac{12334,11}{180 * 0,99} = 69,21 \text{ Nmm} \quad (7.17)$$

Tudíž požadovaný krouticí moment elektromotoru je 69,21 Nmm, byl zvolen elektromotor SPG co. S9R40GA, který má krouticí moment  $M_m = 250 \text{ Nmm}$ , takže požadovanou hodnotu pro minimální krouticí moment splňuje a převyšuje ji dostatečně i pro situaci, kdy je na desce stolu naložen těžší náklad.

Další pevnostní výpočty pro trubku, nebo náhradu za pružinu s objímkou by byly stejné a, jelikož se jedná o stejné síly, a ani komponenty se nezměnili, takže splňují pevnostní požadavky.

## 8 Závěr

Bakalářská práce se zaměřuje na vlastní konstrukci výškově stavitelného stolu s pohonem pomocí plynových pružin, systémem pro synchronní vysouvání obou nohou stolu, k přestavení polohy stolu má být třeba co nejmenší námahy. Součástí práce je i jednotlivý postup sestavení takto navrženého stolu a studie pojednávající o alternativním pohonu elektromotorem pro stůl obdobné konstrukce.

Dle zadání by měl stůl dosahovat rozsahu nastavení výšky od 775 mm do 1275 mm, finální verze konstruovaného stolu má rozsah 775,2 mm až 1275,2 mm, tudíž bylo přesně dosaženo požadované hodnoty 500 mm výsuvu. Zdvíhaná hmotnost výsuvné části měla být 60 kg, reálná hodnota této hmotnosti je 55,78 kg, ale součet sil obou pružin je 600 N, odpovídající 60 kg, přebytečná síla pružin je užitečná pro samovolný výsuv stolu po odblokování pružin, i za předpokladu lehkého nákladu na desce stolu.

Ovládání nastavení výšky stolu je realizováno pomocí tlačítka umístěného pod deskou stolu, které lze jednoduše zmáčknout a dojde k odblokování pružin, které začnou plynule a synchronně vysouvat desku stolu vzhůru, pro snížení výšky stolu je třeba stisknout tlačítko a stlačit desku dolů do požadované polohy.

Zmíněného plynulého vysouvání je dosaženo převodovými jednotkami v obou nohách stolu a zkrutným prvkem, který je propojuje. Na řemenu těchto jednotek se nachází jezdec, který je spojen s tělem pružiny v nevýsuvné části stolu a tím zajištěno, že se nemůže jedna pružina vysunout více než druhá zároveň.

Co se týče studie alternativního pohonu, je třeba několik podstatných úprav, aby celý mechanismus fungoval. Je nutné zajistit propojení nevýsuvné a výsuvné části stolu a jezdců převodové jednotky pro zajištění rovnoměrného výsuvu. Dále je třeba realizovat přenos energie z pohonné jednotky, elektromotoru, na zkrutný prvek propojující převodové jednotky. Toho je dosaženo převodem s ozubeným řemenem a šnekovou převodovkou, která zároveň zajistí svojí samosvorností, že stůl zůstane v jedné poloze i po přerušení napájení motoru. Ovládání výsuvu desky stolu nahoru nebo dolů je zajištěno ovládacím panelem na kraji desky stolu, na kterém je možné přestavit polohu pomocí tlačítek nahoru a dolů.

## Seznam použité literatury

- [1] Rukona. O naší společnosti [online]. [cit. 5.3.2021] Dostupné z: <https://www.rukona.cz/o-nas>
- [2] Rukona. Vlastní vývoj a výroba produktů [online]. [cit. 5.3.2021] Dostupné z: <https://www.rukona.cz/produkty>
- [3] Hobis. Technický popis [online]. [cit. 5.3.2021] Dostupné z: <http://www.hobis.cz/cz/technicky-popis/kancelarske-stoly-gate>
- [4] Hobis. Výškově stavitelné stoly [online]. [cit. 5.3.2021] Dostupné z: [http://www.hobis.cz/cz/vyskove-stavitelne-stoly-motion\\_2](http://www.hobis.cz/cz/vyskove-stavitelne-stoly-motion_2)
- [5] Humanscale. Our company, our philosophy [online]. [cit.7.3.2021] Dostupné z: <https://www.humanscale.com/about/index.cfm>
- [6] Humanscale. Float table [online]. [cit.7.3.2021] Dostupné z: <https://www.humanscale.com/products/standing-desks/float-table>
- [7] ANDRLÍK, Vladimír. Průmyslové roboty a manipulátory. Praha: ČVUT Fakulta strojní, 2012. 256 s.
- [8] KOLÍBAL, Zdeněk. Roboty a robotizované výrobní technologie. Brno: Vysoké učení technické v Brně – nakladatelství VUTIUM, 2016. 800 s. ISBN 978-80-2144-828-5
- [9] MICHALEC, Jiří. Pružnost a pevnost I / Jiří Michalec a kolektiv. Praha: ČVUT Fakulta strojní, 2009. 308 s.
- [10] KALÁB, Kvetoslav. Části a mechanismy strojů pro bakaláře. Části pohonů strojů / Kvetoslav Kaláb. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2008. 128 s. 978-80-248-1860-3
- [11] STEJSKAL, Vladimír. Mechanika I / Vladimír Stejskal, Jiří Březina, Jiří Kněžů. Praha: ČVUT Fakulta strojní, 1992. 161 s. ISBN 80-01-00895-9



## Seznam obrázků

Obr. 3.1 – Stavitelný stůl Rukona [2] .....	12
Obr. 3.2 – Stavitelný stůl Hobis [4] .....	13
Obr. 3.3 – Stavitelný stůl Humanscale .....	13
Obr. 3.3 – Stavitelný stůl Humanscale [6].....	13
Obr. 4.1 – Popis stolu.....	14
Obr. 4.2 – Popis zkrutného prvku .....	14
Obr. 4.3 – Schéma zdvihového mechanismu.....	15
Obr. 4.4 – Popis vnitřku nohy .....	15
Obr. 4.5– Stavitelné gumová nožka.....	16
Obr. 4.6 – Třecí vložka .....	16
Obr. 4.7 – Třecí lišty .....	17
Obr. 4.8 – Plynová pružina .....	18
Obr. 4.9 – Hlava uvolňovacího mechanismu.....	18
Obr. 4.10 – Přejchodka .....	19
Obr. 4.11 – Podpora zkrutné trubky .....	19
Obr. 4.12 – Kryt zkrutného prvku.....	20
Obr. 4.13 – Vrchní řemenice .....	20
Obr. 4.14 – Spodní řemenice .....	21
Obr. 4.15 – Jezdec ozubeného řemenu .....	21
Obr. 4.16 – Uvolňovací tlačítko s krytem.....	22
Obr. 5.1 – Sestavená spodní polovina podnože .....	23
Obr. 5.2 – Sestavené uložení spodní řemenice .....	24
Obr. 5.3 – Sestavený výsuvná profil.....	24
Obr. 5.4 – Připravená deska stolu .....	25
Obr. 5.5 – Sestavená noha podnože .....	26
Obr. 5.6 – Sestavená podnož stolu.....	26
Obr. 5.7 – Tlačítko přichycené sponou.....	27
Obr. 5.8 – Tlačítko s krytem .....	27
Obr. 5.9 – Deska stolu uchycená k pružině .....	27
Obr. 5.10 – Zkrutný prvek bez krytu .....	28
Obr. 5.11 – Kompletně sestavený stůl .....	28
Obr. 6.1 – Náhrada za plynovou pružinu.....	29

Obr. 6.2 – Elektromotor uchycený k desce stolu .....	30
Obr. 6.3 – Motor se převodem .....	30
Obr. 6.4 – Kryt motoru a zkrutného prvku .....	31
Obr. 6.5 – Stůl s ovládacím panelem .....	31
Obr. 7.1 – Schéma rozložení sil .....	33
Obr. 7.2 – Objímka pružiny spojená s jezdcem .....	34
Obr. 7.3 – Schéma namáhání ohybem .....	34
Obr. 7.4 – Schéma krouticího momentu na řemenice .....	36
Obr. 7.5 – Schéma krouticího moment na zkrutném prvku .....	37

## Seznam použitého softwaru

Microsoft Word

Microsoft Excel

Autodesk Inventor 2022

## Seznam příloh

Výkresová dokumentace

Výškově stavitelný stůl – 3D Model [ele.]