

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

**Víceúčelové pracoviště konstruktéra**  
**Multipurpose Workplace of Designer**

Student: Tomáš Kučera

Vedoucí diplomové práce: Dr. Ing. Anna Plchová

Ostrava 2013

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

## Zadání bakalářské práce

Student: **Tomáš Kučera**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení  
Specializace: 60 Průmyslový design  
Téma: Víceúčelové pracoviště konstruktéra  
Multipurpose Workplace of Designer

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte rešerši v této oblasti.
2. Navrhněte variantní řešení a zdůvodněte výběr řešené varianty v souladu s cíli práce.
3. Pro vytvoření 3D modelu vašeho řešení zvolte CAD/CAM systém používaný na Fakultě strojní. Využijte workbench Human Builder - CAD/CAM/CAE systému Catia V5.
4. Ze 3D modelu vytvořte sestavný výkres vámi navrhovaného zařízení.
5. Nakreslete jeden dílenský výkres ze sestavy (zadání bude upřesněno v průběhu řešení).
6. Proveďte nezbytné výpočty s využitím speciálních SW.
7. Bakalářská práce vyhotovená v souladu s požadavky a předpisy FS bude obsahovat úvodní rešerši, návrh konceptu, nezbytné pevnostní výpočty a popis konstrukčního řešení.
8. Rozsah práce: min. 35 stran textu mimo přílohy, výkresová část formát A1.
9. Pro obhajobu zhotovte fyzický model některého vybraného prvku, bude upřesněno v průběhu řešení práce, dále vizualizaci finálního návrhu.

Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910 *Úprava písemností zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, 2007. 48 s.

ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: Český normalizační institut, 2011. 40 s.

PLCHOVÁ, A., HRUDIČKOVÁ, M. *Design v konstrukci strojů návody do cvičení*: skriptum. 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2005. 54 s. ISBN 80-248-0794-7.

PETRUŽELKA, J. *Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci* [online]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, poslední aktualizace 30. 6. 2009 [cit. 2009-30-10]. Dostupný z www: <URL: <http://www.345.vsb.cz/KE%20vyuka/Jak%20ps%C3%A1t%20cerven%202009.pdf>

DEJL Z. *Konstrukce strojů a zařízení I – Spojovací části strojů*. Ostrava: Montanex, 2000. 225s. ISBN 80-7225-018-3.

KALÁB, K. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře, Části spojovací*: skriptum. 1.vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2008. 90 s. ISBN 978-80-248-1290-8.

NĚMČEK, M.: *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů*: skriptum 2. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2008. 111 s. ISBN 978-80-248-1782-8.

Firemní literatura, podklady apod.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Dr.Ing. Anna Plchová**

Datum zadání: 17.02.2014

Datum odevzdání: 19.05.2014



doc. Dr.Ing. Ladislav Kovář  
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....

.....  
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:.....

.....

podpis

Jméno a příjmení autora práce: Tomáš Kučera

Adresa trvalého pobytu autora práce: Podboří 143, Uherské Hradiště-Míkovice, 68604

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

KUČERA, T. Víceúčelové pracoviště konstruktéra: bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2013, 000 s. Vedoucí práce: Dr. Ing. Plchová, A.

Bakalářská práce se zabývá návrhem a rozvržením pracoviště konstruktéra. V úvodní části se zabývám seznámením s problematikou a následnou rešerší. Následuje tvorba návrhů a tří možných variant, z kterých zpracuji jednu jako finální variantu. Pro konečnou variantu je provedena ergonomická studie, konstrukční řešení, pevnostní výpočty, vizualizace a výrobní výkresy. Celkové zhodnocení je provedeno v závěru práce.

## **ANNOTATION OF BACHELOR THESIS**

KUČERA, T. Multipurpose Workplace of Designer: Bachelor Thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2013, 000 s. Thesis head: Dr. Ing. Plchová, A.

Bachelor thesis is dealing with design and layout for workplace of designer. I'm dealing with problematic in introduction part and then it is followed by research. Then it is followed by creation sketches and three possible variants, from which will i make one choice as final variant. For final variant is done ergonomic study, constructional solution, strength calculations, visualizations and manufacturing drawings. Overall evaluation is done at the end of work.

## Obsah

1 Úvod .....	9
1.1 Seznámení s problematikou .....	9
1.2 Příklad pracovního stolu konstruktéra.....	9
1.3 Cíle práce .....	10
2 Rešerše .....	11
2.1 Stoly .....	11
2.2 Stojany a držáky výkresu.....	13
3. Návrhy řešení .....	14
4. Výběr tří variant.....	17
4.1 První varianta .....	17
4.2 Druhá varianta.....	18
4.3 Finální varianta .....	20
5. Ergonomie .....	23
6. Konstrukce.....	24
6.1 Stůl.....	24
6.2 Skříň.....	24
6.3 Držák výkresu.....	26
7. Pevnostní výpočty .....	27
7.1 Výpočet reakcí.....	27
7.2 Výpočet průměru čepu a pevnostní kontrola.....	28
8. Pevnostní analýza metodou konečných prvků (MKP).....	30
9. Závěr .....	32
9.1 Vizualizace .....	33
10. Použitá literatura .....	35
11. Seznam příloh.....	37

## Seznam použitých značek a symbolů

DTDL		dřevotřísková deska laminovaná
MDF		polotvrdá dřevovláknitá deska
Al		hliník
$F$	[N]	síla
$a, b$	[mm]	délka
$R_A, R_B$	[N]	reakční síla
$M_A$	[N·mm]	moment sil k bodu A
$M_o$	[N·mm]	ohybový moment
$W_o$	[mm <sup>3</sup> ]	průřezový modul v ohybu
$\sigma_{Do}$	[MPa]	dovolené ohybové napětí
$\sigma_o$	[MPa]	ohybové napětí
$\tau_{Do}$	[MPa]	dovolené smykové napětí
$d$	[mm]	průměr čepu
$\tau_{Smax}$	[MPa]	maximální smykové napětí
$S$	[mm <sup>2</sup> ]	obsah
$m$	[kg]	hmotnost
$g$	[m/s <sup>2</sup> ]	gravitační zrychlení
$\sigma_{red,HMH}$	[MPa]	redukované napětí



# 1 Úvod

V úvodu své práce provedu seznámení s problematikou daného tématu s uvedením příkladu pracoviště a také cíle, kterých se budu snažit dosáhnout.

## 1.1 Seznámení s problematikou

Pracovní prostředí se neustále přizpůsobuje a vylepšuje díky narůstajícím nárokům na pracovní podmínky i na výkon pracovníků. Je tedy důležité, aby pracoviště splňovala požadavky, které povedou k větší efektivitě práce. Toho dosáhneme tak že pracovník bude mít na svém stole vše potřebné k jeho činnosti a na dosah. Na takovém pracovním stole se nachází mnoho věcí, proto je důležité i rozmístění tak aby vše mělo své místo a bylo dostatečně přehledné a pracovník nemusel nic hledat nebo provádět úkony navíc. Stůl musí splňovat také ergonomické předpoklady.



*Obr. 1 Ukázka pracoviště konstruktéra*

## 1.2 Příklad pracovního stolu konstruktéra

Na desce pracovního stolu konstruktéra se většinou nachází hlavně části počítače, což jsou 1 až 2 monitory, ovládací prvky počítače (klávesnice, myš, trackball apod.), případně ještě notebook. Pak také dokumenty důležité k vykonávání dané práce, což jsou výkresy, normy, tabulky a jiné dokumenty. V neposlední řadě jsou na stole drobnosti jako různé psací potřeby, pravítka, kalkulačka. Dále se zde nachází i osobní věci (telefon, tablet, klíče apod.) a občerstvení v podobě teplého nápoje nebo láhve s vodou. Všechny tyto věci je potřeba utřídit do jednoho fungujícího celku.

Další nedílnou součástí pracovního stolu je pedipulační prostor kde se nachází samotný počítač, šuplíky či kancelářský kontejner, případně odpadkový koš nebo podložka pod nohy.

### **1.3 Cíle práce**

Mým cílem je vytvoření vhodného pracoviště dle ergonomických požadavků s ohledem na konstruktérskou činnost. Pracoviště by mělo být využíváno převážně v konstrukčních kancelářích, proto se zaměřím na jednoduchý a účelný design. Hlavní částí je stůl, na kterém budou dva monitory, ovládací prvky počítače a držák výkresové dokumentace. Další částí je řešení úložných prostor pro různé knihy, dokumentace a jiné potřeby. Ve výsledku by mělo pracoviště být přehledné, poskytovat dostatek místa a celkově usnadnit a zefektivnit práci. Zároveň by pracoviště mělo být nenáročné na výrobu, proto se snažím o využití běžně používaných materiálů a doplňků.

## 2 Rešerše

V následující rešerši jsou představeny různé typy stolů a jejich příslušenství.

### 2.1 Stoly

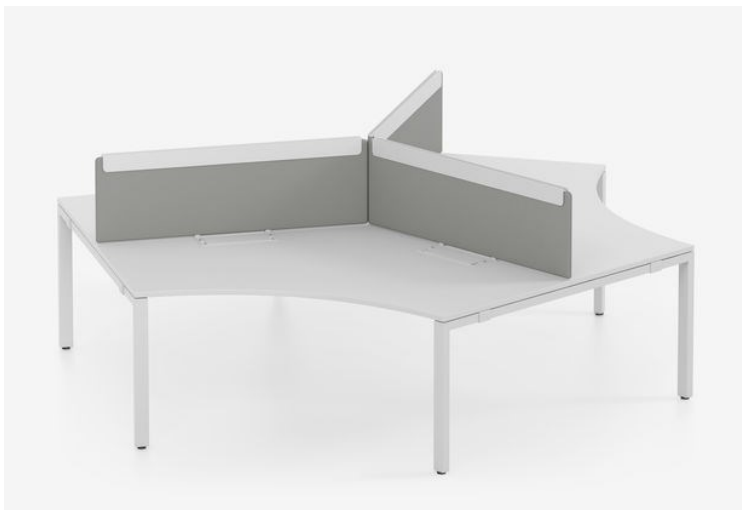


*Obr. 2 Schéma rozdělení stolů podle použití*

Existuje řada různých variant stolů, které se můžou lišit podle účelu použití, použitým materiálem na výrobu, tvarem stolu a dalšími parametry. Pro mé účely se budu zabývat podrobněji stoly pro kancelářské využití.

## Kancelářské stoly

Kancelářské stoly využíváme pro pracovní činnost, měly by tedy poskytovat vše potřebné pro danou práci. Skládají se především z dřevěné desky stolu a kovových nebo dřevěných nohou ale může se použít i sklo a kov nebo různé kombinace všech



Obr. 4 Celek tří stolů firmy Vitra [3]



Obr. 3 Stůl z materiálu kov a sklo firmy Aldo [4]

uvedených materiálů. Jejich tvar může být rohový, obdélníkový nebo jiný, který více vyhovuje danému prostředí, kde bude stůl umístěn.

V menších kancelářích nebo buňkách kde bude třeba jen jeden stůl, je možné použít jakýkoliv tvar hodící se do daného prostoru,

kdežto u větších otevřených

prostor se slučuje několik pracovišť do jednoho z důvodu

šetření místa a materiálu na výrobu. Proto vznikají stoly,

které svým tvarem umožňují skládání do větších celků

(Obr. 3), kde stoly mohou sdílet některé prvky, jako jsou

například společné nohy stolu nebo úložné prostory.

Volitelnou součástí jsou doplňky, jako je zásuvkový

kontejner, skříně, police, vedení kabeláže, držáky

monitoru, dělící paravány poskytující soukromí a další.

## 2.2 Stojany a držáky výkresu

Jelikož už od začátku plánuji na stůl přidat držák na výkresy tak, aby konstruktér mohl během práci kdykoliv nahlédnout do výkresové dokumentace aniž by musel výkres rozkládat na stůl, provedl jsem průzkum stojanů a držáků na výkresy.



Obr. 5 Držák s uchycením na stůl [5]

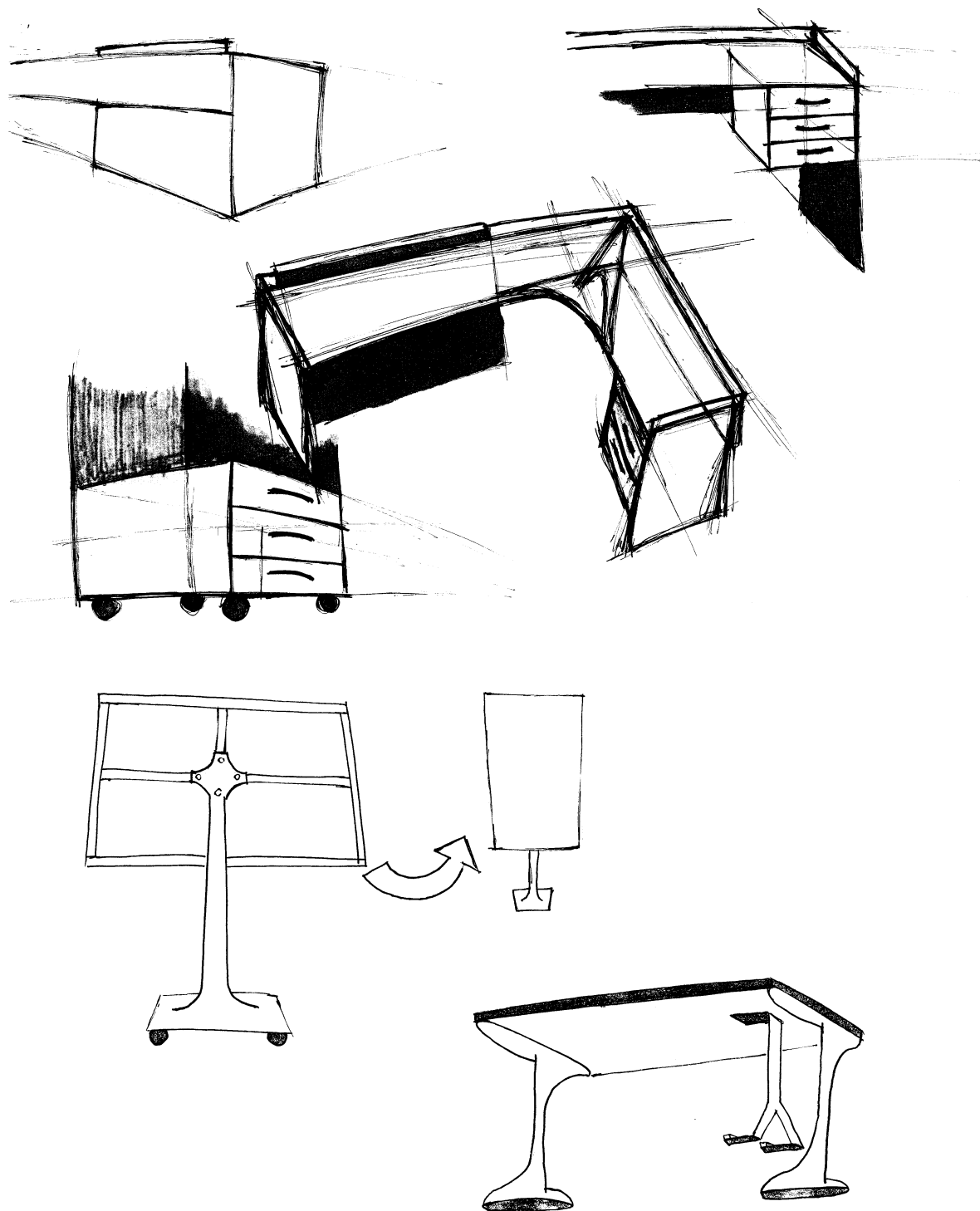


Obr. 6 Držák se samostatným stojanem [5]

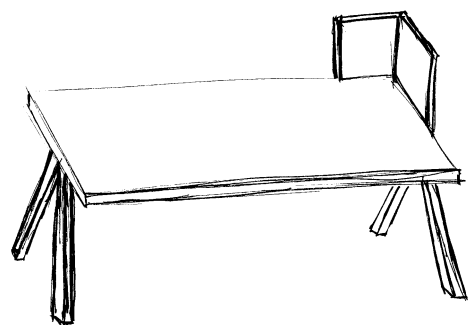
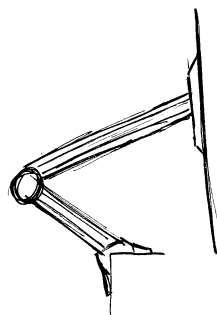
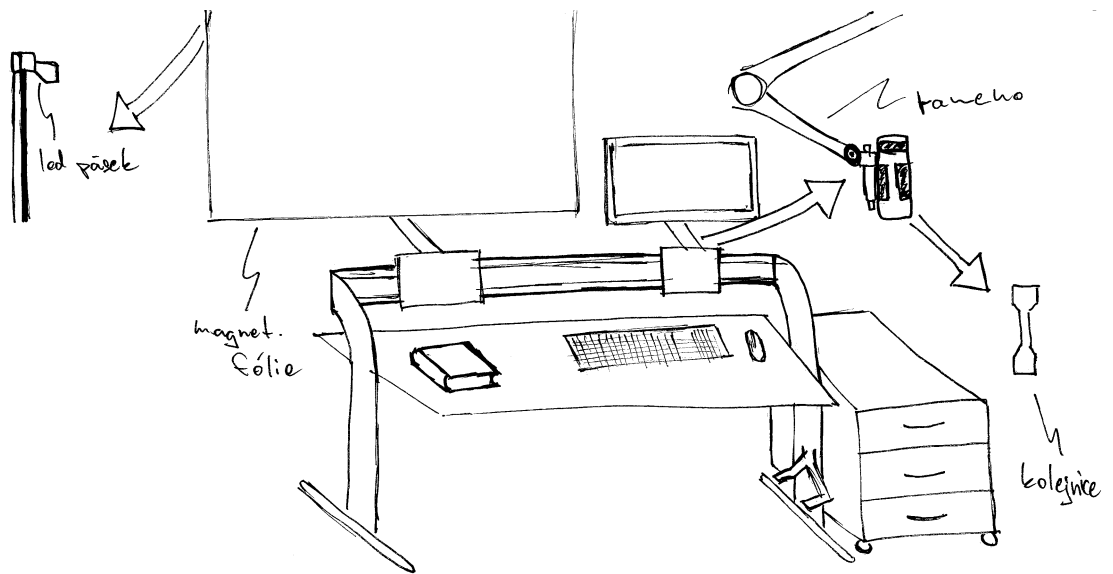
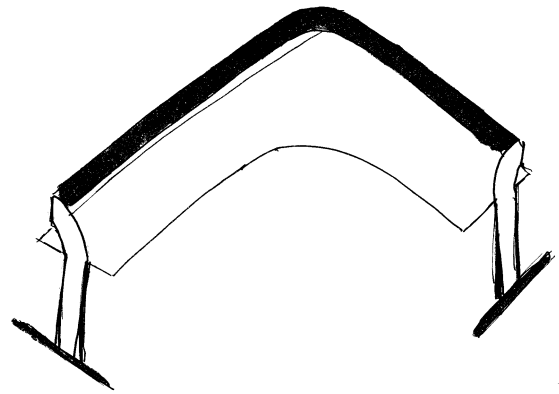
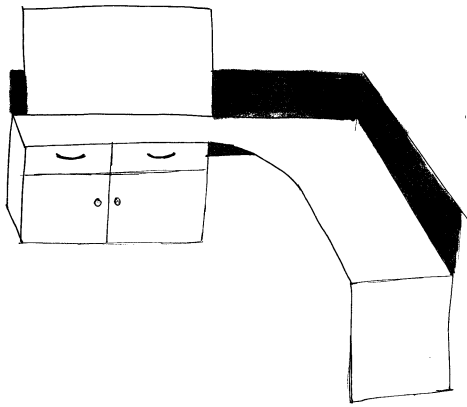
Po průzkumu trhu jsem našel pouze jednu firmu, která nabízí produkty, které odpovídají požadavkům. Jedná se o výrobky firmy Amfora (Obr. 5,6), jejichž držáky jsou dimenzovány pro výkresy rozměrů do A0. Držáky jsou vyrobeny z hliníku a mají buď samostatný stojan, nebo se dají přichytit ke stolu a na zeď. Výkres je uchycen pomocí magnetické lišty.

### 3. Návrhy řešení

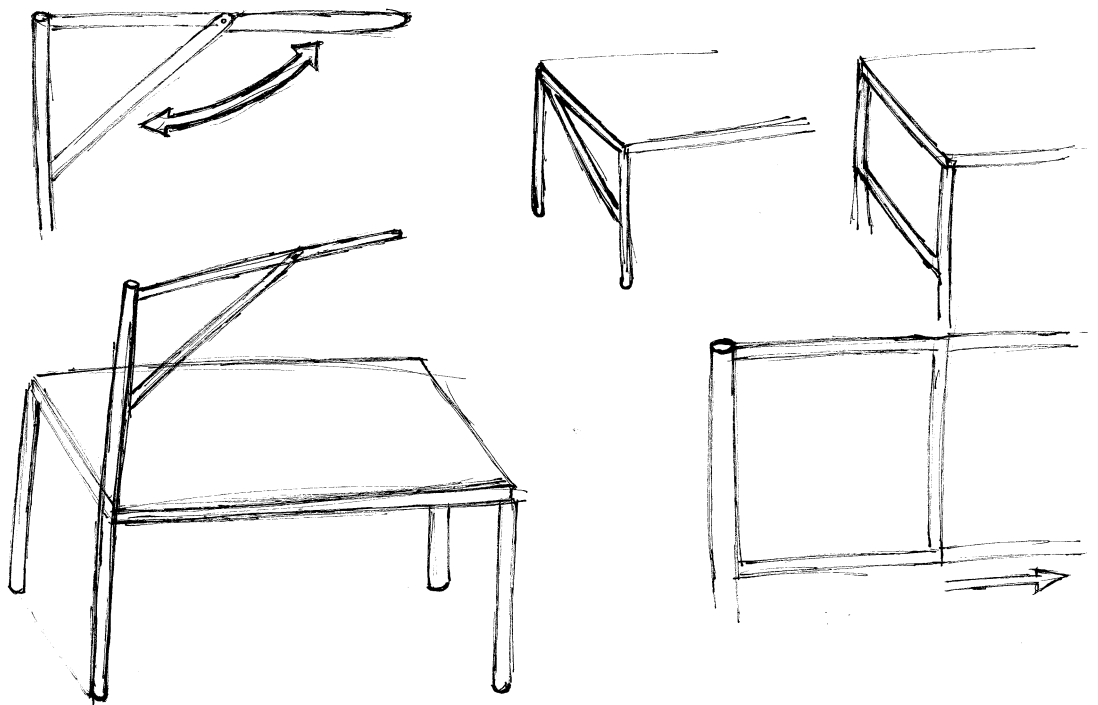
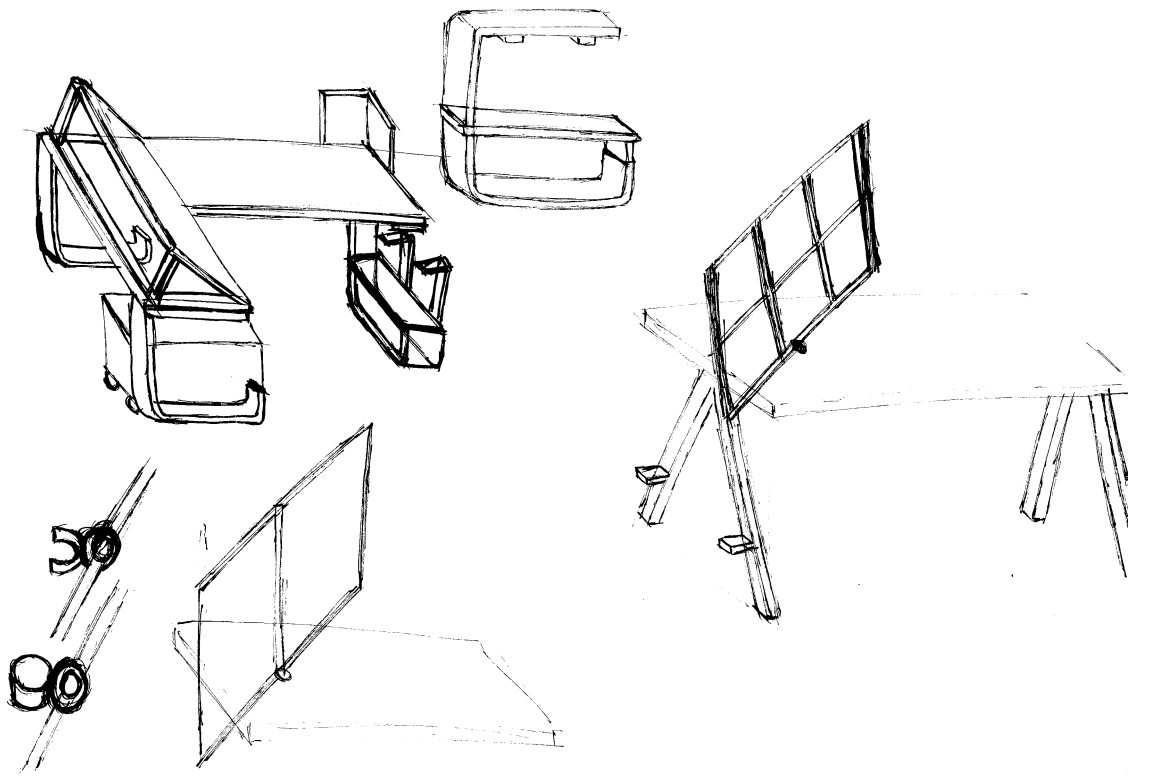
V této kapitole představuji skici z průběhu vývoje mých návrhů pracoviště.



Obr. 7 Návrhy 1



Obr. 8 Návrhy 2



Obr. 9 Návrhy 3



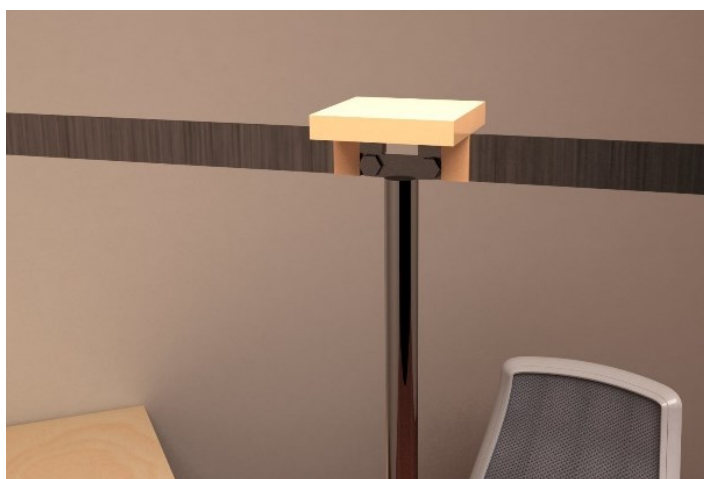
## 4. Výběr tří variant

Z návrhů jsem vybral tři, kterými se budu zabývat podrobněji a provedu jejich vizualizaci.

### 4.1 První varianta

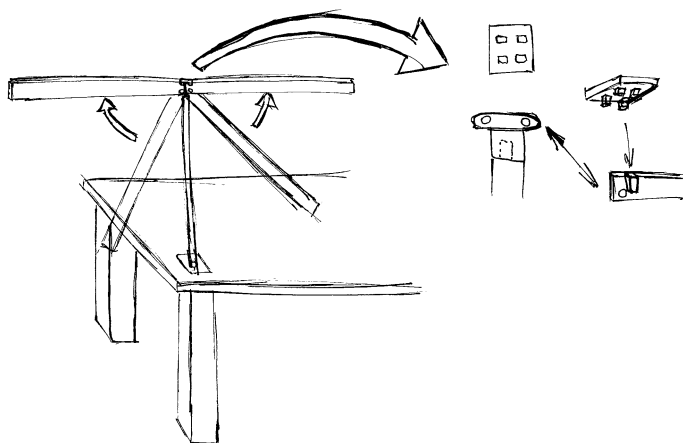


Obr. 10 Vizualizace první varianty



Obr. 11 Detail držáku

V této variantě jsem se zaměřil pouze na tvar stolu a držák výkresu. Stůl je tvořen obdélníkovou pracovní deskou s nohama čtvercového průřezu. Držák výkresu je zabudován v jedné noze stolu a je tvořen otočnou teleskopickou tyčí, na jejímž vrcholu jsou za pomoci šroubů připevněny dvě lišty pro uchycení výkresu.



Obr. 12 Skica první varianty

Lišty mají na svých koncích, blíže teleskopické tyči, po obou stranách výstupky ve tvaru hranolu, které pomáhají aretaci v horizontální poloze. Dalším prvkem důležitým pro aretaci je plastový prvek se čtyřmi výstupky, které po nasazení na držákové lišty fungují jako zarážky. Při složeném držáku, zasunutém dovnitř stolové nohy, slouží plastový prvek jako kryt na otvor pro vysunutí držáku v pracovní desce stolu.

## 4.2 Druhá varianta



Obr. 13 Vizualizace druhé varianty

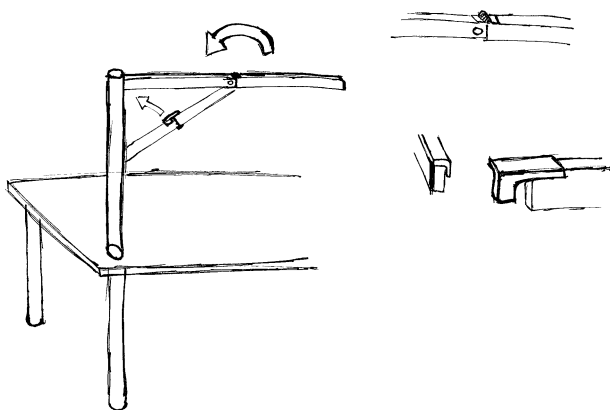
I ve druhé variantě jsem se zabýval především držákem výkresu, ale navíc jsem provedl i návrhy úložných prostor. Základem zůstává obdélníková pracovní deska stolu a k ní připevněny nohy kruhového průřezu. V pracovním prostoru stolu se kromě držáku výkresu nachází rohové opěrné desky určené pro uložení například knih, tabulek nebo norem. V pedipulačním prostoru stolu je umístěn kancelářský kontejner s kolečky, které umožňují snadnou manipulaci při umístění v prostoru.



Obr. 14 Detail držáku

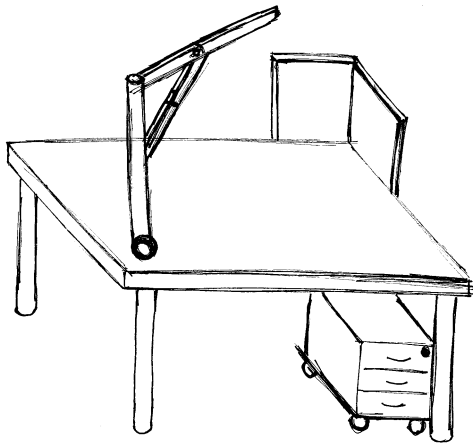


Obr. 15 Kancelářský kontejner



Obr. 16 Skica držáku druhé varianty

Tak jako i v předchozí variantě se držák výkresu skládá dovnitř stolové nohy. Nosná lišta pro uchycení výkresu i s podpůrnou lištou jsou ve složeném stavu ukryty uvnitř teleskopické tyče držáku. Nosná lišta se skládá ze dvou dílů, které jsou ve složené poloze vedle sebe a rozkládají se do horizontální polohy pro vytvoření nosné lišty pro výkres. Pro udržení horizontální polohy jsem navrhl na konci lišty prodloužení ve tvaru profilu L (Obr. 16) umístěné zespodu, které podporuje vnější část nosné lišty.



Obr. 17 Skica druhé varianty

Tak aby rozložená nosná lišta držela v horizontální poloze, je potřeba ji podepřít další podpůrnou lištou, která se skládá taktéž ze dvou částí a prodloužení ve tvaru profilu L, které je tentokrát umístěné nahoře a zespod je umístěn pant který zároveň spojuje dvě části podpůrné lišty v jeden celek. Ve složeném stavu slouží horní část teleskopické tyče jako kryt díry ve stole (Obr. 14).

### 4.3 Finální varianta



Obr. 18 Vizualizace finální varianty

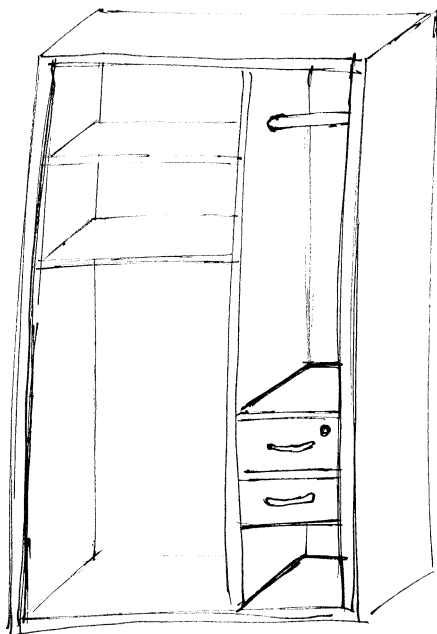
Z předchozích návrhů jsem se rozhodl pro finální variantu použít myšlenku uschování složeného držáku výkresů v noze stolu a tvar pracovní desky. Největší změnou jsou úložné prostory, které jsem se rozhodl vyřešit skříní. Skříň slouží také jako podpora jedné strany stolu, kdy část pracovní desky stolu je vložena do skříně, kde je uchycena pomocí rektifikačního kování. Nad prostorem pracovní desky se nachází dvě police pro uložení například šanonů s výkresy a pod prostorem pracovní desky může být ve skříně uloženo třeba PC nebo odpadkový koš.



Obr. 19 Detail držáku



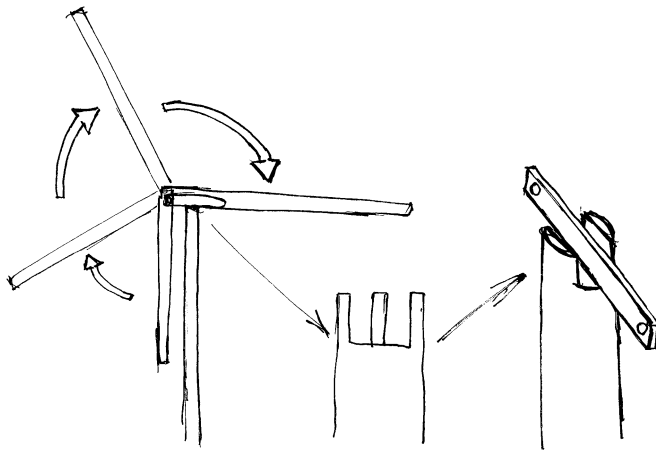
Obr. 20 Detail složeného držáku s krytem (označen červeným kruhem)



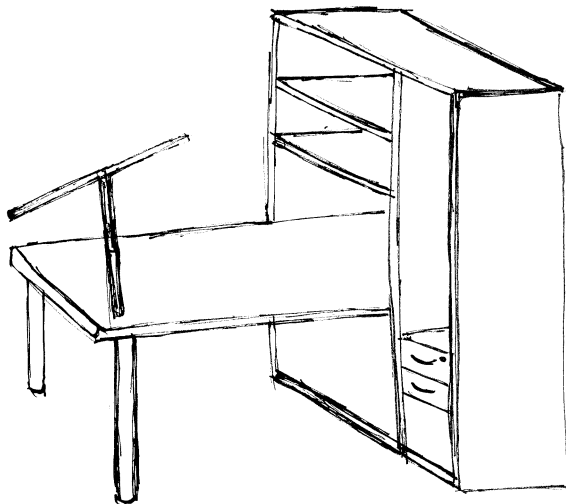
Obr. 21 Skica skříně

Do další části skříně jsem přidal šatní tyč, která s prostorem pod ní slouží k pověšení oblečení. Pod tento prostor jsem se rozhodl umístit dvě zásuvky, z toho jednu uzamykatelnou, které mohou sloužit pro odložení osobních věcí nebo jiných potřeb a dokumentů. Pod zásuvkami se nachází menší prostor využitelný třeba pro odložení obuvi.





Obr. 22 Vlevo skica s ukázkou překlopení jedné lišty držáku, uprostřed a vpravo pohled na trubku s ocelovou tyčí a dvěma výřezy pro lišty



Obr. 23 Skica finální varianty

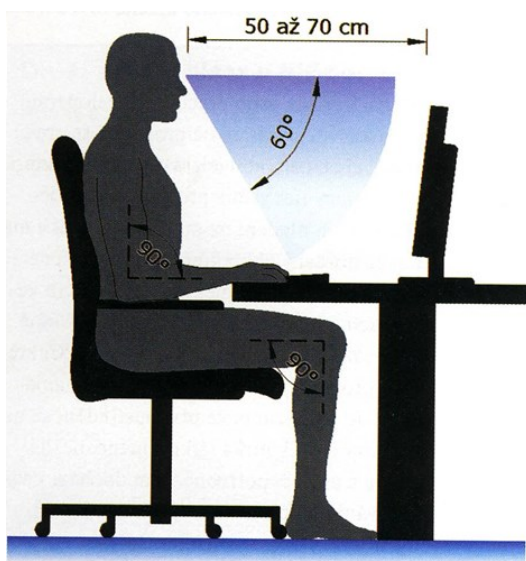


Obr. 24 Kancelářské klipy [12]

Držák výkresu, jak už jsem zmínil, se skládá dovnitř stolové nohy kruhového průřezu a po složení se do díry v desce stolu vloží plastový kryt v barvě stolu, který má na povrchu prohloubení pro snadné uchopení (Obr. 20). Samostatný držák se skládá ze tří teleskopicky složených kruhových trubek, kdy jedna trubka je na pevně uchycena v noze stolu a další dvě se z ní

vysouvají směrem nahoru. Vysunovací části se dají proti sobě navzájem aretovat v libovolné výšce vysunutí pomocí aretačního mechanismu (Obr. 37). Horní část držáku se skládá ze dvou nosných lišt pro výkres, které jsou uchyceny pomocí čepů na oba konce ocelové ploché tyče procházející středem trubky držáku, ve které je proveden výřez ve tvaru profilu U (Obr. 22). Nosné lišty se do rozloženého stavu dostávají tak že se překlopí ze svislé polohy přes střed trubky do horizontální polohy, v které ji udržuje právě výřez v trubce držáku, jenž lištu podporuje zespod, ale zabraňuje jí i v pohybu do strany. Výkres se na držák upevňuje pomocí kancelářských klipů (Obr. 24).

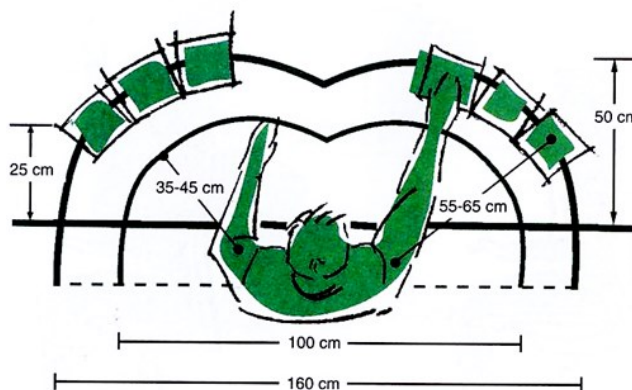
## 5. Ergonomie



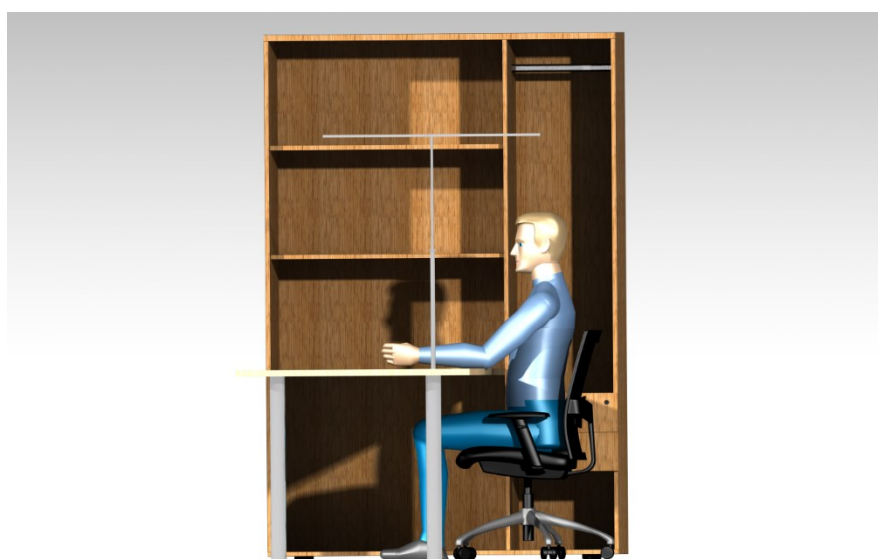
Obr. 25 Rozměry pracoviště [2]

Ve svém návrhu jsem použil rozměr pracovní plochy o délce 2500 mm, z toho je 500 mm zasunuto ve skříni, a hloubku 900 mm. Důvodem větší plochy je umístění držáku výkresu a použití dvou LCD monitorů. V programu Catia V5 jsem pomocí modulu Human Builder provedl ergonomickou studii (Obr. 27).

Vzhledem k účelům jakým bude stůl sloužit, zaměřil jsem se na ergonomii práce s počítačem. Proto jsou pro mě důležité rozměry pracovní desky stolu a její výška od podlahy [9]. Výška pracovní plochy od podlahy pro stoly s pevnou výškou se udává 720 mm s odchylkou  $\pm 15$  mm (Obr. 25), pro svůj návrh jsem použil výšku 735 mm. Doporučené rozměry pracovní plochy se udávají v délce 1600 mm s hloubkou 800 mm, což odpovídá rozsahům manipulačního prostoru pracovníka (Obr. 26).



Obr. 26 Rozměry pracovního sektoru [8]



Obr. 27 Ergonomická studie

## 6. Konstrukce

V následující kapitole se budu zabývat konstrukčním řešením, použitými materiály a výrobky pro tvorbu pracoviště.

### 6.1 Stůl



Obr. 28 DTDL Javor královský [14]



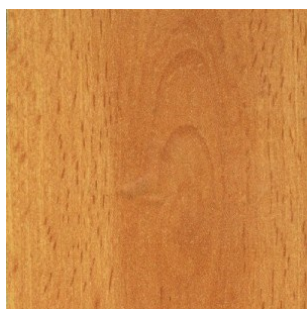
Obr. 29 Rektifikační kování Bystrica [10]



Obr. 30 Stolová noha Efua [11]

Deska stolu o délce 2500 mm a hloubce 900 mm je vyrobena z DTDL Javor královský R5184VV tloušťky 25 mm (Obr. 29), je opatřena ABS hranou a v jednom rohu je vytvořen otvor pro vysunutí držáku z nohy stolu. K desce stolu jsou na jedné straně připevněny dvě stolové nohy Efua chromované lesklé (Obr. 30) o výšce 710 mm. Pro můj návrh je třeba upravit díl spojující nohu a stůl odstraněním střední části tak aby vznikl prostor pro držák výkresu. Kratší strana stolu je v délce 500 mm zasunuta do skříně, kde je upevněna pomocí rektifikačního závěsu Bystrica (Obr. 29).

### 6.2 Skříně



Obr. 31 DTDL buk figurální [14]



Obr. 32 Excentrické spojovací kování VB 35 D/16 [11]

Na výrobu skříně jsem použil DTDL Buk figurální 344 (Obr. 31) dvou různých tloušťek, kde boky, dno, záda a police jsou z tloušťky 18 mm a půda je z tloušťky 25 mm. Jednotlivé díly skříně jsou spojeny pomocí excentrického spojovacího kování VB 35 D / 16 (Obr. 32) a dřevěných kolíků [13].





Obr. 33 Kuličkový plnovýsuv s tlumením [14]



Obr. 34 Úchytka Porta 128 mm Al [14]

Pro výrobu šuplíků je použit stejný materiál jako na skříň kromě dna šuplíku, které je vyrobeno z MDF buk 344 tloušťky 3 mm. Na jejich vysouvání jsem zvolil kuličkový plnovýsuv s tlumením (Obr. 33) a jako úchytky Porta 128 mm Al (Obr. 34). Jeden šuplík je uzamykatelný proto sem jej opatřil zásuvkovým zámkem Häfele econom (Obr. 37). V horní části skříň je umístěna oválná šatní tyč (Obr. 35). Jednotlivé díly vyrobené z DTDL jsou opatřeny ABS hranou. Celá skříň je podložena stavěcími kluzáky (Obr. 36).



Obr. 35 Šatní tyč oválná [6]



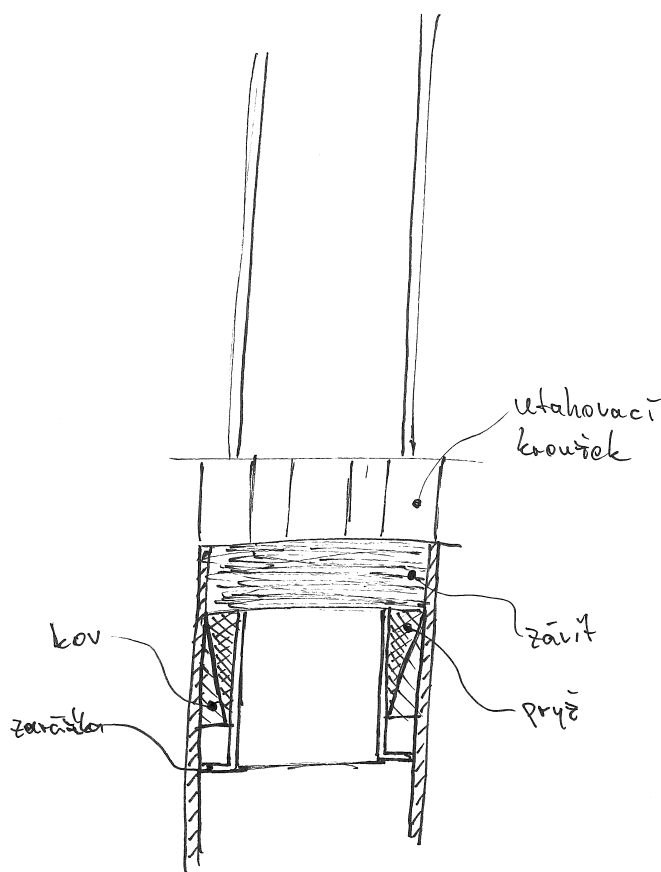
Obr. 36 Kluzák stavěcí malý [15]



Obr. 37 Zásuvkový zámek Häfele econom [14]

### 6.3 Držák výkresu

Pro výrobu většiny částí držáku výkresu jsem zvolil jako materiál hliník z důvodu nízké hmotnosti. Nosná vysouvací část se skládá ze tří hliníkových kruhových trubek [7], z nichž dvě mají na jednom konci zakončení s přesahem větším než je průměru trubky a to proto, aby se při vysouvání držáku nestalo, že jedna část zcela vyjede z držáku. Jelikož je potřeba při vysunutí udržet držák v požadované výškové poloze, nachází se na dvou trubkách držáku aretační mechanismus (Obr. 38). Ten je tvořen hliníkovým utahovacím kroužkem se závitem a dvěma kuželovými kroužky, kterými prochází trubka menšího průměru.



Obr. 38 Aretační mechanismus

Jeden kuželový kroužek je z pryže

a další z kovu. Utahovací kroužek se šroubuje do závitů uvnitř trubky držáku a tím tlačí na pryžový kuželový kroužek, jenž lícuje s kovovým kuželovým kroužkem, a to způsobí přitlačení na trubku, kterou tak aretuje v dané poloze.

Horní část držáku (Obr. 22) se skládá ze dvou hliníkových plochých tyčí, sloužících k upevnění výkresu, s dírami na jednom konci, a z ocelové ploché tyče s dírami pro nalisování čepů na obou koncích. Ocelová tyč je připevněna na střed trubky držáku, která má na svém konci výřez profilu U, a k ní jsou pomocí čepů připevněny hliníkové tyče.

## 7. Pevnostní výpočty

Pro výpočet jsem zvolil horní část držáku výkresu. Mým cílem bylo zajistit bezproblémové zavěšení výkresu na držák. Vzhledem k nízké váze samotného výkresu by zatěžovací síla na hliníkové ploché tyči byla velmi malá, proto jsem se ji rozhodl zatížit zhruba desetinásobně větší silou, než jakou bude při běžném používání zatížena. Nejdřív jsem vypočítal reakce (Obr. 39) působící na hliníkovou plochou tyč opřenou o trubku držáku a uchycenu na jednom konci čepem k ocelové ploché tyči. S použitím vypočtené reakce v místě umístění čepu jsem následně vypočítal, zda čep vyhovuje průměrem a pevnostní kontrole.

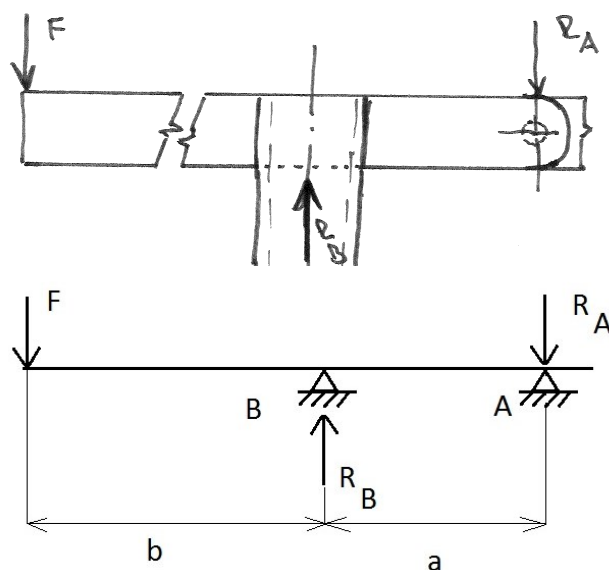
### 7.1 Výpočet reakcí

#### Zadané hodnoty

$$F = 10 \text{ N}$$

$$a = 30,5 \text{ mm}$$

$$b = 600 \text{ mm}$$



Obr. 39 Schéma působení reakcí

#### Reakce

$$\sum F_x = 0 \quad (7.1)$$

$$\sum F_y = 0 \quad (7.2)$$

$$-F + R_B - R_A = 0$$

$$\sum M_A = 0 \quad (7.3)$$

$$R_B \cdot a - F \cdot (a + b) = 0$$

### Výpočet reakce $R_B$

$$R_B = \frac{F \cdot (a+b)}{a} \quad (7.4)$$

$$R_B = \frac{10 \cdot (30,5 + 600)}{30,5}$$

$$R_B = 206,7 \text{ N}$$

### Výpočet reakce $R_A$

$$R_A = -F + R_B - R_A \quad (7.5)$$

$$R_A = -10 + 206,7$$

$$R_A = 196,7 \text{ N}$$

## 7.2 Výpočet průměru čepu a pevnostní kontrola

### Zadané hodnoty

$$F = 196,7 \text{ N}$$

$$a = 3 \text{ mm}$$

$$b = 5 \text{ mm}$$

$$\sigma_{Do} = 170 \text{ MPa}$$

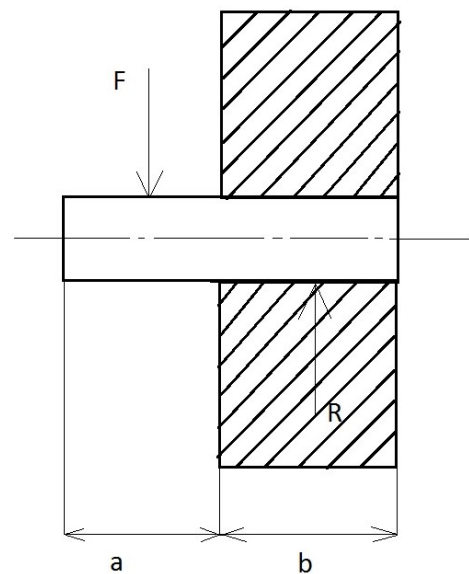
$$\tau_{Do} = 130 \text{ MPa}$$

### Výpočet průměru čepu z ohybu

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{Do} \quad (7.6)$$

### Ohybový moment

$$M_o = -F \cdot \frac{a}{2} \quad (7.7)$$



Obr. 40 Schéma čepu

$$M_o = -196,7 \cdot \frac{3}{2}$$

$$M_o = 295 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

### Modul průřezu v ohybu

$$W_o = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \quad (7.8)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_o}{\sigma_{Do} \cdot \pi}} \quad (7.9)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 295}{170 \cdot \pi}}$$

$d = 2,6 \text{ mm} \Rightarrow$  v mém návrhu jsem použil průměr čepu 4 mm

### Kontrola zvoleného čepu - výpočet ohybového napětí

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{Do}$$

$$\sigma_o = \frac{295}{\frac{\pi \cdot 4^3}{32}} = 46,95 \text{ MPa}$$

### Kontrola čepu na stříh

$$\tau_{S_{max}} = \frac{F}{S} \leq \tau_{Do} \quad (8.0)$$

$$\tau_{S_{max}} = \frac{196,7}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}$$

$$\tau_{S_{max}} = 15,6 \text{ MPa}$$

### Výpočet redukovaného napětí dle HMH

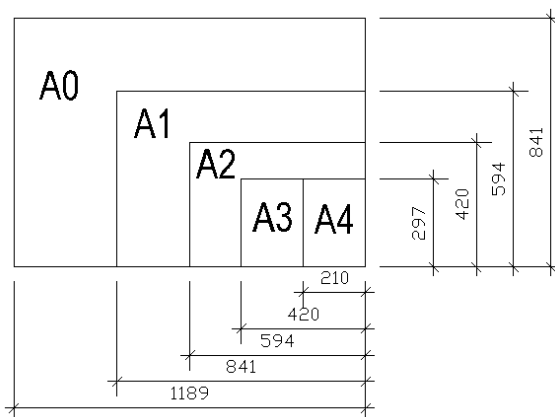
$$\sigma_{red,HMH} = \sqrt{\sigma_o^2 + 3 \cdot \tau_{S_{max}}^2} = \sqrt{46,95^2 + 3 \cdot 15,6^2} \quad (8.1)$$

$$\sigma_{red,HMH} = 54,17 \text{ MPa} < \sigma_{Do} = 60 \text{ MPa pro materiál 11 500}$$

$\Rightarrow$  čep vyhovuje

## 8. Pevnostní analýza metodou konečných prvků (MKP)

Pro tuto metodu jsem použil program Autodesk Inventor Professional 2014, ve kterém jsem podrobil analýze držák výkresů. Protože mě zajímá, jak bude držák namáhán na ohyb a jaké bude výsledné prohnutí na volném konci držáku, použiji oproti předchozím výpočtům menší zatížení, které více odpovídá skutečnému zatížení při běžném použití držáku. Pro zjištění přesnější velikosti zatížení jsem spočítal váhu výkresu velikosti A0 s plošnou hmotností papíru 80 g/m<sup>2</sup>. Z výsledné hmotnosti jsem spočítal sílu, ale protože budu zatěžovat pouze jednu část držáku, rozdělil jsem sílu na polovinu, zaokrouhlil nahoru a následně použil pro analýzu.



Obr. 41 Rozměry výkresu [16]

$$S = a \cdot b \quad (8.2)$$

$$S = 1189 \cdot 841$$

$$S = 999,94 \text{ mm}^2 \Rightarrow 0,99 \text{ m}^2$$

$$m = S \cdot 80 \quad (8.3)$$

$$m = 0,99 \cdot 80$$

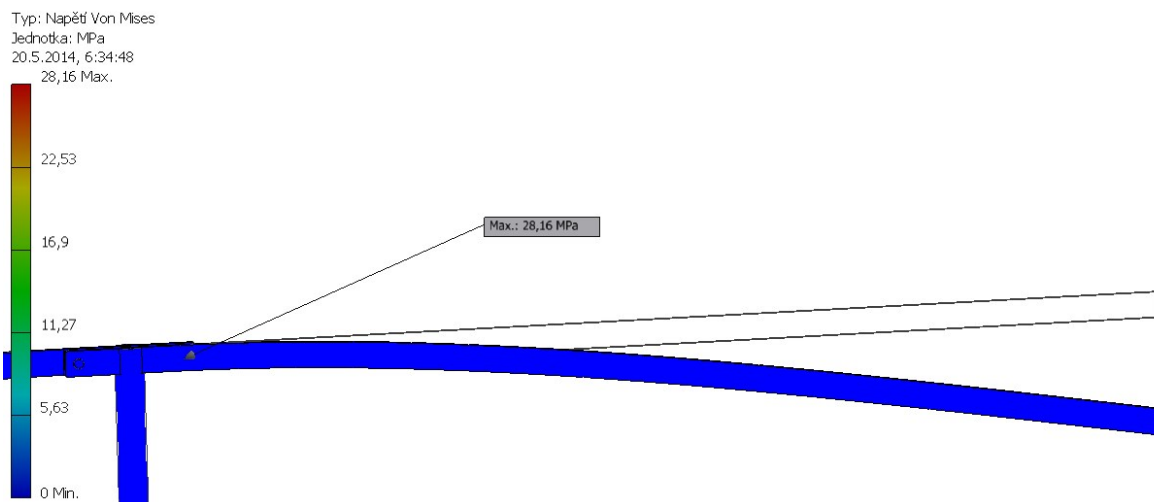
$$m = 79,2 \text{ g} \Rightarrow 0,079 \text{ kg}$$

$$F = m \cdot g \quad (8.4)$$

$$F = 0,079 \cdot 9,81$$

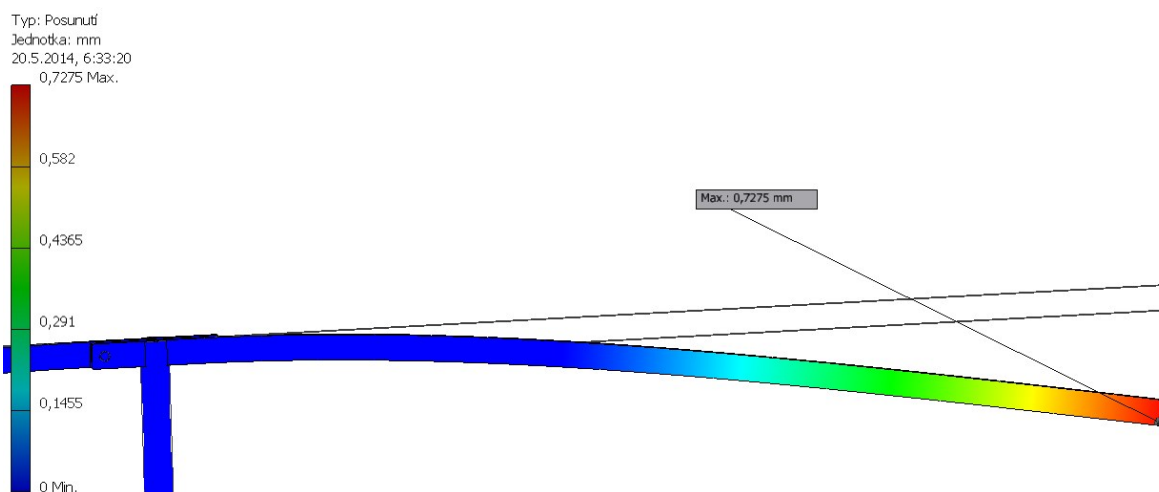
$$F = 0,77 \text{ N}$$

$$F = \frac{0,77}{2} = 0,385 \doteq 0,4 \text{ N}$$



Obr. 42 Výsledné napětí

Držák jsem zatížil na volném konci a přidal gravitaci. Jak je patrné z obrázku 42, maximální napětí se nacházelo přibližně 30 mm za trubkou držáku a dosahovalo hodnoty 28,16 MPa, což znamená, že držák výkresu vyhovuje požadavkům, pro které byl určen.



Obr. 43 Výsledné prohnutí

Na obrázku 43 můžeme vidět prohnutí držáku výkresu, které bylo největší na volném konci a dosahovalo maximální hodnoty 0,72 mm.

## 9. Závěr

Mým cílem bylo navrhnout vhodné pracoviště konstruktéra, a to tak aby při práci pomohlo k větší efektivitě. Jelikož se při práci konstruktéra počítá s používáním výkresů, tak bylo mou hlavní ideou vytvoření držáku na výkresy až do velikosti A0, ale zároveň jej navrhnout tak aby nezabíral příliš místa a byl snadno použitelný. Po bližším seznámení s problematikou a následnou rešerší jsem zjistil, že na trhu není mnoho výrobků, které by se blížily mým požadavkům a představám. Proto jsem se pustil do navrhování vlastních řešení, z kterých jsem následně vybral tři možné varianty. Zrealizovat jsem se rozhodl variantu, kde jsem skloubil úložné prostory s těmi pracovními a to tak že jsem propojil stůl a skříň. Skříň jsem navrhl tak aby sloužila k uložení jak pracovních tak osobních věcí jako je například i oblečení. Do stolové nohy jsem zapracoval systém držáku na výkresy tak, aby byl kdykoliv snadno použitelný a v případě nevyužití jej bylo možné složit zpět do nohy stolu tak aby nijak nepřekážel. Při realizaci jsem provedl ergonomickou studii a pevnostní výpočty aby vše splňovalo dané normy.

Pracoviště samozřejmě nemůže vyhovět požadavkům všech pracovníků, proto je na trhu řada různých doplňků pro zlepšení pracoviště, z kterých bych rád zmínil a doplnil k vizualizacím dvouramenný držák pro LCD monitory Ergotron 45-245-026 LX Dual Side-by-Side Arm (Obr. 44).



Obr. 44 Ergotron 45-245-026 LX Dual Side-by-Side Arm



## 9.1 Vizualizace



Obr. 45 Vizualizace pracoviště



Obr. 46 Vizualizace pracoviště 2



*Obr. 47 Horní část držáku na výkresy*



*Obr. 48 Pracoviště s držákem ve složeném stavu v noze stolu*

## 10. Použitá literatura

- [1] VÁVRA, Pavel a Jan LEINVEBER. *Strojnické tabulky pro SOU*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1984, 384 s. ISBN 04-232-84.
- [2] HRUDIČKOVÁ, Milena. Pracovní a uživatelský prostor. 2012, [cit. 2014-05-19]. [přednáška ve formátu pptx]
- [3] Vitra | Living [online]. © 2013 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://www.vitra.com/en-cz/living>
- [4] Psací stoly v novém designu |Nábytek z Francie, Holandska a Německa | Nábytek Aldo. [online]. © 2009 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://www.nabytek-aldo.cz/psaci-stoly-v-novem-designu/>
- [5] Držáky výkresů : CP shop, šatní skříně a nábytek pro každého. [online]. © 2014 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: [http://cpshop.webshops.cz/doplky-do-kancelare-drzaky-vykresu-c-250\\_266.html](http://cpshop.webshops.cz/doplky-do-kancelare-drzaky-vykresu-c-250_266.html)
- [6] Šatní tyč oválná | Garnýže na záclony a stínící technika - Ústí nad Labem. [online]. © 2014 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://www.garnyze-ul.cz/satni-tyc-ovalna-p75>
- [7] Hliníkové kruhové trubky | ALFUN a.s. [online]. © 2014 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://www.alfun.cz/sortiment/hlinik/tyce-a-profily/kruhove-trubky>
- [8] Jak správně sedět, jakou si pořídit židli? Jak správně zatěžovat páteř u stolu? - MUDr. Zbyněk Mlčoch. [online]. © 2000-2014 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://www.zbynekmlcoch.cz/informace/medicina/neurologie-nemoci-vysetreni/jak-spravne-sedet-jakou-si-poridit-zidli-jak-spravne-zatezovat-pater-u-stolu>
- [9] Skřehot\_Pracovní stoly - ergonomické požadavky na pracovní stoly určené pro práci se zobrazovacími jednotkami\_skrehot.pdf. [online]. [2014] [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: [http://www.vubp.cz/ces/soubory/ergonomicke-pozadavky-na-pracovni-stoly-urcene-pro-praci-se-zobrazovacimi-jednotkami\\_skrehot.pdf](http://www.vubp.cz/ces/soubory/ergonomicke-pozadavky-na-pracovni-stoly-urcene-pro-praci-se-zobrazovacimi-jednotkami_skrehot.pdf)
- [10] Rektifikační kování typu BYSTRICA, bílé — Rektifikační kování Bystrica — Domestav s.r.o. - nábytkové kování. [online]. © 2009-2014 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://www.kovaninabytkove.cz/cs/eshop/kovani-na-korpusy/rektifikacni-kovani-bystrica/rektifikacni-kovani-typu-bystrica-bile.html>
- [11] Home - Hettich [online]. © 2014 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://www.hettich.com/en/home.html>

- [12] KLIP BINDER 32MM/12KS BAREV - Praktik Papir - samooblužný velkoobchod a maloobchod s papírem. [online]. © 2005-2014 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://www.praktikpapier.cz/kancelarske-potreby/kancelarske-potreby/sponky-spojovace-klipy-spendliky/2223-klip-binder-32mm-12ks-barev.html>
- [13] Spojovací kolíky, lamely | Nábytkové kování M-KUPR. [online]. © 2014 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://www.kovani-mkupr.cz/oddeleni/227/spojovaci-koliky-lamely/>
- [14] *Plošné materiály, DLTD - AIGOS, s.r.o.* [online]. © 2014 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://aigos.cz/>
- [15] KS Pozořice – kluzák stavěcí malý. [online]. [2009] [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://www.ks-pozorice.cz/kluzaky/kluzak-stavec-m.htm>
- [16] Formáty výkresů, listů, A0, A1, A2, A3, A4, dle ČSN EN ISO 5457. [online]. © 2005 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: <http://www.mizici.com/article.php?aid=470>
- [17] Ergotron 45-245-026 LX Dual Side-by-Side Arm. [online]. © 2014 [cit. 2014-05-19]. Dostupné z: [http://www.ergodirect.com/product\\_info.php?products\\_id=16108](http://www.ergodirect.com/product_info.php?products_id=16108)

## **11. Seznam příloh**

Výkres sestavy víceúčelového pracoviště konstruktéra

KUC449-00

Výrobní výkres pracovní desky stolu

KUC449-00-1

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval rodičům za podporu během studia, Ing. Mileně Hruďčkové, Ph.D., Dr. Ing. Anně Plchové a MgA. Petru Neničkovi za pomoc a odborné rady při tvorbě bakalářské práce.