

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2302T019 Stavba výrobních strojů a zařízení

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Dveřní brzda, blokace dveří při otevírání

Autor: **Bc. Milan KOTES**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Zdeněk HUDEC, CSc.**

Akademický rok 2014/2015

## **Prohlášení o autorství**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou/diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne: .....

.....  
podpis autora

## ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	Příjmení Kotes	Jméno Milan		
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	2302T019 “Stavba výrobních strojů a zařízení“			
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Hudec, CSc.	Jméno Zdeněk		
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU - FST - KKS			
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<del><b>BAKALÁŘSKÁ</b></del>	Nehodící se <b>škrtněte</b>	
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Dvevní brzda, blokace dveří při otevírání			

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KKS	<b>ROK ODEVZD.</b>	2015
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	86	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	74	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	12
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b>  <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	<p>Diplomová práce obsahuje konstrukční návrh konceptu dvevní brzdy pro blokaci bočních dveří při otevírání a detekci překážky. Výpočet ovládacích sil brzdy, namáhání součástí pomocí MKP výpočtu, toleranční a funkční analýzu, výkresy a odhadovanou cenu produktu.</p>
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>  <b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	<p>Dvevní brzda, klínová brzda, blokace dveří, ultrazvukové čidlo, mechatronika v automobilu</p>

## SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Kotes	Name Milan	
<b>FIELD OF STUDY</b>	2302T019 “Design of Manufacturing Machines and Equipment“		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Hudec,CSc.	Name Zdeněk	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KKS		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>	Delete when not applicable
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Bus-body Design		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	Machine Design	<b>SUBMITTED IN</b>	2015
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	86	<b>TEXT PART</b>	74	<b>GRAPHICAL PART</b>	12
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	<p>This thesis contains construction design of the door brake concept for door blocking while opening door when obstacle is detected. Calculation of control forces, component stress by FEM calculation, tolerance and functional analysis, drawings and estimated cost of the product.</p>
<b>KEY WORDS</b>	<p>Door brake, wedge brake, blocking doors, ultrasonic sensor, mechatronics in car</p>

## Obsah

1	Rešerše .....	3
1.1	Analýza zadání .....	3
1.1.1	Stavy otevření dveří .....	3
1.1.2	Výčet nároků na konstrukci.....	6
1.2	Brzdy a brzdové systémy obecně .....	6
1.2.1	Mechanické brzdy .....	7
1.2.2	Radiální brzdy .....	8
1.2.3	Axiální brzdy.....	12
2	Vytvoření konceptů, výběr konceptu .....	15
2.1	Benchmarking .....	15
2.2	Patentová rešerše .....	16
2.3	Vytvoření konceptů .....	17
2.3.1	Koncept 1 .....	17
2.3.2	Koncept 2 .....	17
2.3.3	Koncept 3 .....	19
2.4	Ohodnocení a výběr konceptu.....	20
3	Konstrukční návrh .....	21
3.1	Úprava zadání a požadavků na konstrukci .....	21
3.2	Funkční analýza.....	21
3.3	Blokové schéma .....	23
3.4	Volba lineárního elektromotoru .....	23
3.4.1	Linak LA12 .....	24
3.4.2	Hella aktuátor .....	25
3.4.3	Ametek 43M4Y lineární aktuátor .....	26
3.4.4	Volba elektromotoru .....	27
3.5	Volba snímače vzdálenosti.....	28
3.6	Volba mikropínače.....	28
3.7	Konstrukce dveřní brzdy .....	29
3.7.1	Popis konstrukce a jejích částí .....	29
4	Výpočty .....	38
4.1	Výpočet ovládacích sil a reakcí.....	38
4.1.1	Vstupní parametry .....	38
4.1.2	Momentová podmínka k bodu A.....	40
4.1.3	Síla potřebná od lineárního elektromotoru.....	43

4.1.4 Zpětný pohyb dveří – přetlačení pružiny .....	44
4.2 Volba materiálů .....	45
4.2.1 Horní, dolní obložení a klín.....	45
4.2.2 Plech, táhlo, páka .....	45
4.2.3 Housing, cover .....	45
4.3 MKP výpočty .....	47
4.3.1 Geometrie součástí .....	47
4.3.2 Síťování modelů .....	49
4.3.3 Okrajové podmínky a materiály .....	52
4.3.4 Výsledky výpočtů.....	56
4.4 Výkresová dokumentace .....	65
4.5 Toleranční analýza .....	65
4.5.1 Housing – plech.....	65
4.5.2 Housing – cover – brzdny mechanismus.....	66
4.5.3 Zdvih při zpětném pohybu – sepnutí mikrospínače .....	66
4.5.4 Plech - obložení .....	67
4.5.5 Housing mikrospínač – klip (housing).....	67
4.6 Kusovník .....	68
4.7 Ekonomické zhodnocení .....	69
4.7.1 Výpočet ceny housingu .....	69
4.7.2 Výpočet ceny coveru .....	69
4.7.3 Výpočet ceny plechu .....	70
4.7.4 Výpočet ceny ostatních dílů .....	71
5 Závěr.....	72
Použitá literatura .....	73
PŘÍLOHA č. 1.....	74

## Použité fyzikální veličiny a jejich jednotky

- výběr z ČSN ISO 31-0 01 1300 až ČSN ISO 31-4 01 1300 [Veličiny 1994]

NÁZEV VELIČINY	Obecně		Doporučeno pro FST	
	ZNAČKA VELIČINY	MEZIN. ZNAČKA JEDNOTKY SI vč. jejich dekadických násobků/dílů a uznané CIPM	ZNAČKA VELIČINY	MEZIN. ZNAČKA JEDNOTKY SI, dekadické nás./díly SI a uznané CIPM
<b>Část 1: Prostor a čas</b>				
<b>ČSN ISO 31-1 01 1300 (výběr)</b>				
úhel, (rovinný úhel)	$\alpha, \beta, \gamma$ $\vartheta, \varphi$	rad $^{\circ}, ', ''$	$\alpha, \beta, \gamma$ $\vartheta, \varphi, \dots$	rad <sup>0</sup> (na desetinná místa)
délka	$l, L$	m	$l, L,$ $a, b, c, d \dots$	mm, m, $\mu\text{m}$ , km
šířka	$b$		$b, B, \dots$	
výška	$h$		$h, H, \dots$	
tloušťka	$d, \delta$		$t, \dots$	
poloměr	$r, R$		$r, R$	
průměr	$d, D$		$d, D$	
délka dráhy	$s$		$s, \dots$	
vzdálenost	$d, r$		$l, L,$ $a, b, c, d \dots$	
kartézské souřadnice	$x, y, z$		$x, y, z$	
plocha	$A, (S)$	$\text{m}^2$	$S$	$\text{mm}^2, \text{m}^2$
objem	$V$	$\text{m}^3$	$V$	$\text{mm}^3, \text{m}^3$
čas, čas. interval, trvání	$t$	s, min, h, d	$t$	s, min, h, d, rok
úhlová rychlost	$\omega$	rad/s	$\omega$	rad/s
úhlové zrychlení	$\alpha$	$\text{rad/s}^2$	$\alpha$	$\text{rad/s}^2$
rychlost, složky rychlosti	$v, c,$ $u, v, w$	m/s	$v$	m/s, m/min, mm/min, km/h
zrychlení	$a$	$\text{m/s}^2$	$a$	$\text{m/s}^2$
(zrychlení volného pádu), gravitační zrychlení	$g$	$\text{m/s}^2$	$g$	$\text{m/s}^2$
hmotnost	$m$	kg	$m$	kg
(objemová hmotnost), hustota (hmotnosti)	$\rho$	$\text{kg/m}^3$	$\rho$	$\text{kg/m}^3$
síla	$F$	N	$F$	N
tíha, tíhová síla	$F_g, (G),$ $(P), (W)$		$F_g$	
moment síly	$M$	$\text{N} \cdot \text{m}$	$M$	$\text{N} \cdot \text{m}, \text{N} \cdot \text{mm}$
normálové napětí	$\sigma$		$\sigma$	
(Poissonův poměr), Poissonovo číslo	$\mu, \nu$	1	$\mu$	1
modul pružnosti v tahu	$E$	Pa	$E$	MPa
dynam. součinitel tření	$\mu, (f)$	1	$f$	1
statický součinitel tření	$\mu_s, (f_s)$		$f_s$	

NÁZEV VELIČINY	Obecně		Doporučeno pro FST	
	ZNAČKA VELIČINY	MEZIN. ZNAČKA JEDNOTKY SI vč. jejich dekadických násobků/dílů a uznané CIPM	ZNAČKA VELIČINY	MEZIN. ZNAČKA JEDNOTKY SI, dekadické nás./díly SI a uznané CIPM
<b>Část 5: Různé (a) Další zdroje a konvence (výběr)</b>				
posunutí od deformace	$u$	m	$u$	mm
mez pevnosti pro normálová napětí	$\sigma_p$		$\sigma_p$	
- mez pevnosti v tahu	$R_m, \sigma_{pt}$		$\sigma_{pt}, R_m$	
mez kluzu pro normálová napětí	$\sigma_k$		$\sigma_k$	
- mez kluzu v tahu	$R_e, \sigma_{kt}$		$\sigma_{kt}, R_e$	
bezpečnost	$s, k$	1	$s$	1
bezp. vůči mezi pevnosti	$s_p, k_p$		$s_p$	
bezp. vůči mezi kluzu	$s_k, k_k$		$s_k$	



# 1 Rešerše

Cílem diplomové práce je doplnění dveřní brzdy o systém umožňující zablokovat dveře pro otevírání na základě impulsu ze senzorů detekující překážku. Systém musí být schopen pomocí elektromotoru dveře zablokovat. Při použití větší síly musí být možné dveře znovu otevřít. Naopak bez použití zvýšeného úsilí musí být možné dveře opět zavřít.

Na trhu se podobné zařízení nevyskytuje, bude tedy potřeba vytvořit několik zcela nových návrhů konceptů a z těch posléze vybrat jeden a ten dále podrobněji zpracovat.

Práce by měla obsahovat:

1. Koncept
2. Funkční analýza konceptu
3. Výpočty funkčních, ovládacích sil a zdvihů
4. Toleranční výpočet
5. Výběr materiálů a jednotlivých komponentů
6. Výkresy sestavy a jednotlivých dílů

## 1.1 Analýza zadání

Boční dveře u automobilu budou schopny sami detekovat překážku při otevírání a dveřní brzda bude schopna dveře zastavit. Ze zadání je jasné, že čidlo vyšle v případě detekce překážky signál, který uvede v činnost elektromotor a ten uvede do činnosti nějaký druh mechanické brzdy. Ta musí dveře uvést do nehybného stavu, musí ale také umožňovat uživateli při větším úsilí dveřní brzdu přetlačit a dveře otevřít, a také musí umožnit při nezvýšeném úsilí dveře zavřít.

### 1.1.1 Stavby otevření dveří

Je třeba rozlišit různé stavy otevření dveří a každý podrobně popsat. Rozlišuje se několik stavů otevření dveří, jednotlivé stavy jsou popsány pomocí obrázků níže. Pro popsání stavů byla použita fotografie bočních dveří Škoda Octavia 1. generace. Pro jednoduché popsání stavů otevírání dveří budou použity otevírací síla, zavírací síla a síla od brzdy a jejich vztahy vůči sobě. Ve skutečnosti se však bude jednat o rovnosti momentů od těchto sil, protože například otevírací síla bude mít jinou nositelku než síla od dveřní brzdy.

**Stavy otevření dveří:**

1. Volný pohyb
2. Zablokovaný stav
3. Přetlačení blokace-otevírání
4. Zavírání po blokaci

### 1. Volný pohyb

Čidlo nedetekuje žádnou překážku, dveřní brzda je nečinná a dveře lze otevírat a zavírat volně bez zvýšeného úsilí. Na obrázku č.1 jsou zobrazeny boční dveře automobilu. Síla  $F_1$  [N] je otevírací síla, tu vyvolává uživatel svou rukou a působí na vnější ploše dveřního madla. Volný pohyb je znázorněn zelenou obousměrnou šipkou.



Obr. 1.1 - Boční dveře automobilu. F1 je znázorněna žlutou šipkou. Volný pohyb – Boční dveře automobilu. F1 je znázorněna žlutou šipkou. Volný pohyb pak zelenou obousměrnou šipkou.

## 2. Zablokovaný stav

Čidlo detekovalo překážku, vyslalo signál do elektromotoru, ten uvedl v činnost dveřní brzdu a ta uvedla dveře do klidu a blokuje jejich otevření a poškození o překážku. Síla  $F_3$  [N] je síla od dveřní brzdy, která uvádí dveře do klidu.



Obr. 1.2 - Boční dveře jsou zablokované, síla brzdy  $F_3$  je znázorněna červenou barvou, stejně jako čtverec, který znázorňuje přibližné umístění brzdy.

### 3. Přetlačení blokace – otevírání

Dveřní brzda je stále v činnosti a blokuje otevírání dveří. Pokud ale uživatel i přes blokaci bude chtít dveře otevřít, musí vyvinout větší sílu  $F_2$  [N], která bude větší než síla brzdění  $F_3$  [N] a uvede dveře do pohybu.

Platí tedy zjednodušené vztahy:  $F_2 > F_3$        $F_3 = F_1$



Obr. 1.3 – Síla  $F_2$  [N] (modře) je síla, kterou vyvine uživatel, aby přetlačil dveřní brzdu a dveře otevřel.

### 4. Zavírání po blokaci

Poté co byla uvedena v činnost dveřní brzda, musí být uživatel schopen bez zvýšeného úsilí dveře opět zavřít. Zavírací síla  $F_4$  [N] má tedy působiště na madle dveří, stejnou nositelku a opačnou orientaci jako otevírací síla  $F_1$  [N].



Obr. 1.4 – Zavírací síla  $F_4$  [N] je zobrazena zelenou barvou a pohyb dveří zelenou šipkou.

### 1.1.2 Výčet nároků na konstrukci

Koncept musí splňovat určitá kritéria, aby se dal považovat za zdařilý.

- Funkčnost – konstrukce dveřní brzdy musí vždy zajistit funkci pro výše uvedené stavy otevření dveří
- Vnější vlivy – konstrukce musí odolat všem vnějším vlivům včetně vlivu počasí bez poškození či dokonce ztráty funkce
- Vyrobiteľnosť – každý díl sestavy musí jít vyrobit běžnými výrobními postupy a nástroji
- Montáž – sestava musí jít co nejjednodušeji a nejlevněji smontovat
- Materiály – každý díl musí být z co možná nejvhodnějšího, dobře dostupného a nejlevnějšího materiálu
- Cena – celková cena musí být co možná nejmenší

## 1.2 Brzdy a brzdové systémy obecně

Celá kapitola 1.2 je převzata ze zdrojů:

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Brzda>

[http://sps.watzke.cz/dl/mat/sps/14\\_brzdy-musil.pdf](http://sps.watzke.cz/dl/mat/sps/14_brzdy-musil.pdf)

*„Brzda je technické zařízení sloužící k zastavení nebo zpomalení pohybujícího se předmětu nebo pro jeho udržení v klidu. Kinetická energie je při brzdění zpravidla přeměňována v jiný druh energie, část energie se při brzdění vždy nevratně přemění v teplo. Brzdy mají velký význam především u dopravních prostředků. Oblast jejich použití je ovšem mnohem širší, s brzdami se lze setkat i u nejrůznějších strojních zařízení.“ [1]*

### Podle způsobu dosažení brzdného účinku jsou brzdy:

- mechanické: - účinek se dosahuje silovým stykem, tj. smykovým třením
- proudové: - využívají vnitřního tření tekutin
- elektrické: - využívají vzájemného působení magnetických polí statoru a rotoru brzdy

*„Brzdy mají pro provoz strojů a zařízení velký význam. Na jejich spolehlivosti závisí bezpečnost provozu tj. zabránění nehodám, úrazům a škodám na majetku i zdraví a životech lidí. Některé stroje a zařízení bez brzd ani nemohou pracovat (vozidla, jeřáby a další).“ [2]*

### Použití

*„Brzdy slouží ke snížení rychlosti nebo k zastavení pohybu břemene, pojižděcího ústrojí nebo vozu u vrátek, kladkostrojů, jeřábů, výtahů, u kolejových a silničních vozidel a letadel. Používají se také u zařízení pro zjišťování výkonů motorů, kdy se brzděním zjišťuje průběh krouticích momentů, i u dalších běžných a speciálních strojů a zařízení (např. u obráběcích strojů, u textilních strojů aj.). Hřídelové brzdy mají u rotujících hřídelů a s nimi spojených strojních součástí otáčky omezit, snížit nebo zcela zastavit rotaci, popř. udržet v klidu, nebo také zatěžovat hnací stroje brzdícím momentem.“ [2]*

## Podle způsobu jakého se dosáhne brzdného účinku, se brzdy rozdělují:

- „1. Mechanické
- a) radiální
    - čelistové
      - vnitřní čelisti
      - vnější čelisti
    - pásové
      - vnitřní pás
      - vnější pás
    - špalíkové
  - b) axiální
    - lamelové
      - čelní
      - třmenové
    - kotoučové
      - čelní
      - třmenové
    - kuželové
2. Hydrodynamické
3. Elektrické
- a) motorové
    - odporové
    - protiproudové
  - b) indukční
    - asynchronní
    - vířivé

*Ze zadání je jasné, že pro případ dveřní brzdy bude zřejmě nejlepší volbou aplikovat jeden z druhů mechanických brzd. V zadání je sice zmíněno, že v brzdovém systému bude elektromotor, ten ale bude sloužit k aktivaci mechanické brzdy. Pro podrobné popsání brzdných systému tedy zvolíme pouze mechanické brzdy.“ [2]*

### 1.2.1 Mechanické brzdy

*„U mechanických brzd se dosahuje žádaného účinku silovým stykem, tj. smykovým (kluzným) třením mezi dvěma vhodně uspořádanými plochami. Všechny mechanické brzdy jsou třecí. Pro třecí dvojice platí stejné zásady jako pro spojky. Nejčastěji se tyto brzdy uvádějí v činnost pružinami a odbrzdíjí mechanicky, elektricky, hydraulicky nebo pneumaticky. Takový způsob uspořádání u brzd stavicích musí fungovat i při výpadku energie, kdy by mohlo dojít např. k pádu břemena. Je možná i opačná funkce, kdy se brzdy zapínají a vypínají pružinami. Toho se využívá např. tam, kde je třeba brzdit programově nebo razantně (např. u obráběcích strojů nebo tkalcovských stavů). Pro zvýšení brzdícího momentu a životnosti se funkční plochy brzd opatřují třecím obložením. Brzděním se kinematická energie přeměňuje v teplo. Proto je, zejména u spouštěcích brzd, nutná kontrola oteplení. Podle účelu, který plní u daného stroje, rozlišujeme brzdy stavěcí a brzdy spouštěcí.*

**Stavěcí brzdy** - zastavují posuvný nebo rotační pohyb po vypnutí motoru a zajišťují břemeno v zabrzděné poloze (např. u jeřábového kladkostroje). Zastavování je rovnoměrně zpožděné.

**Spouštěcí brzdy** - zajišťují spouštění břemene určitou stálou rychlostí. Brzda přitom překonává delší nebo kratší dobu moment břemene (např. spouštění břemene u stavebního vrátku). Brzdy spouštěcí jsou více namáhány a při práci se více zahřívají než brzdy stavěcí.

*Základní části každé brzdy je brzdový buben nebo kotouč a přítlačný člen.“ [2]*

## 1.2.2 Radiální brzdy

„U nich přitlačná síla směřuje do středu nebo ze středu brzděného hřídele. Čelisti mohou být uloženy vzhledem k bubnu vně nebo uvnitř.

### a) Čelist'ové - s vnějšími čelistmi

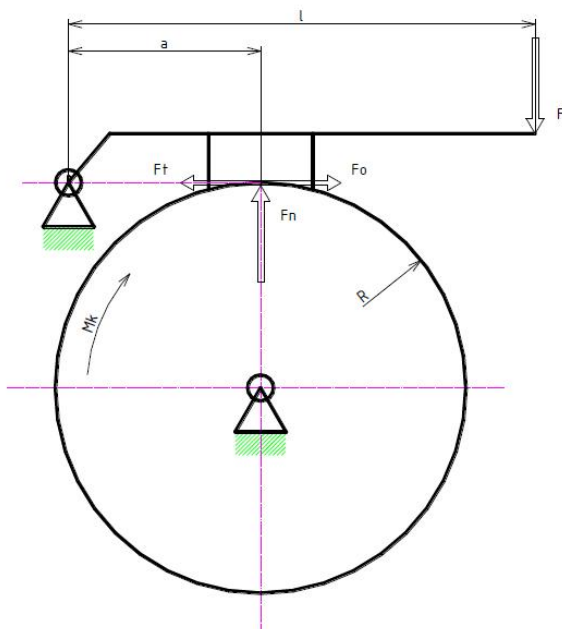
#### Čelist'ové brzdy bubnové

Hlavní části: - brzdový buben  
- jedna či častěji dvě brzdové čelisti s obložením  
- brzdová páka

Používají se u jeřábů, výtahů a u kolejových a silničních motorových vozidel. Jsou s jednou nebo častěji se dvěma čelistmi, které vytvářejí brzdící účinek přitlačením k rotujícímu brzdovému bubnu. Vnější čelisti jsou na pákách uloženy nehybně nebo pohyblivě. Brzdový buben a čelisti se vyrábějí z litiny nebo z oceli. U kolejových vozidel se používají čelisti bez obložení. Účinek brzdy se zvýší, obloží-li se třecí plochy čelistí vhodným materiálem. Na čelisti se obložení upevňuje zatlačením za ostré záseky a pojištěním páskem a šrouby, nebo se přinýtuje zapuštěnými měděnými, mosaznými či hliníkovými náty, popř. se obložení na čelisti přilepí.

#### Jednočelist'ová bubnová brzda

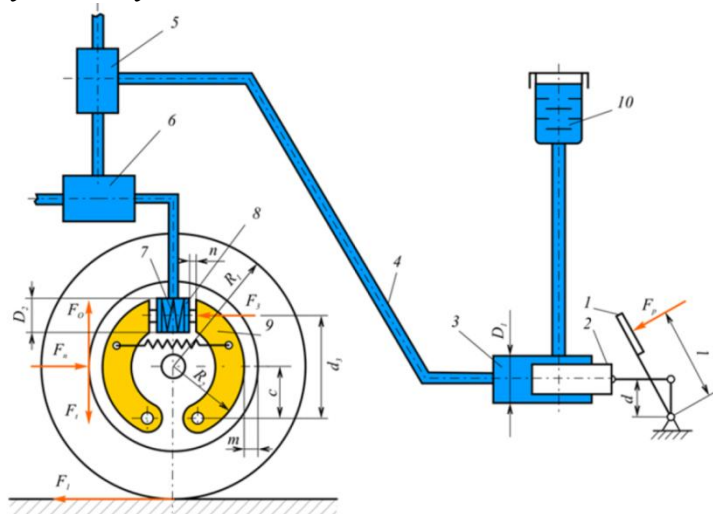
Základní předpoklad pro výpočet je, že brzdný moment  $M_B$  musí být větší než kroutící moment brzděného kotouče  $M_K$ . Jednočelist'ové brzdy mají páku, která zvyšuje brzdny účinek ovládací síly  $F$ .



Obr. 1.5 - Schéma konstrukčního uspořádání jednočelist'ové bubnové brzdy

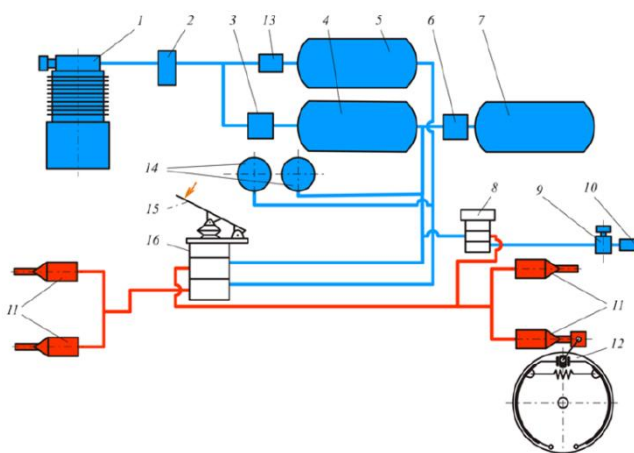


### Hydraulicky ovládaná



Obr. 1.8 - Schéma konstrukčního uspořádání dvoučelistové brzdy s vnitřními čelistmi hydraulicky ovládané

### Pneumaticky ovládaná



Obr. 1.9 - Schéma konstrukčního uspořádání dvoučelistové brzdy s vnitřními čelistmi pneumaticky ovládané - dvouokruhový pneumatický systém.

### c) Pásové brzdy - vnější pás

Používají se u ručních zdvihadel nebo u motorových zdvihadel s malými zdvihacími rychlostmi. Kolem litinového nebo ocelového bubnu mají opásaný ocelový pás bez obložení ( $f = 0,15$  až  $0,18$ ) nebo obložený přinýtovanými destičkami z topolového dřeva ( $f = 0,25$  až  $0,3$ ), popř. z feroda ( $f = 0,35$  je součinitel tření). Pás je připojen k brzdové páce, na kterou působí při brzdění síla  $F$ . Tloušťka ocelových pásů bývá 2 až 4 mm, šířka pásu  $b = 40$  až 140 mm, dovolené napětí v tahu  $\sigma_{Dt} = 30$  až 50 MPa.

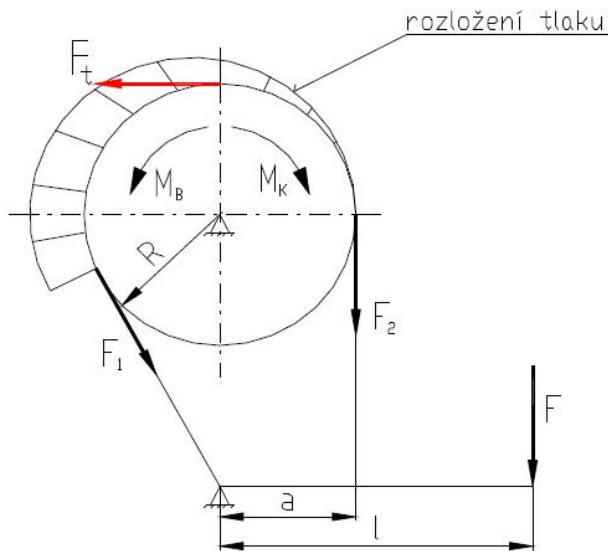


Výhody pásových brzd:

- jsou mnohem účinnější než čelistové brzdy
- velkým úhlem opásání se dosáhne velká třecí práce
- síla  $F$  na konci brzdové páky může být až pětkrát menší než u brzd čelistových.

Nevýhody:

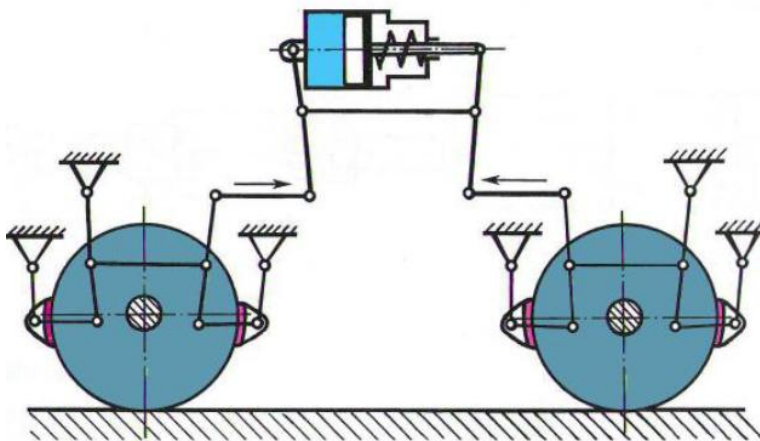
- tahem pásu se namáhá hřídel na ohyb
- opotřebení pásu není rovnoměrné, protože se tlak mezi pásem a brzdovým bubnem mění
- většinou se hodí jen pro jeden smysl otáčení.



Obr. 1.10 - Schéma konstrukčního uspořádání pásové brzdy s vnějším pásem

#### d) Špalíkové

Jsou převážně kolové. Špalíky vozů bývají z topolového dřeva, u železničních vagonů a lokomotiv z litiny. U železničních vagonů je uspořádání podobné dvoučelistové brzdě. Brzdy jsou ovládány vzduchovým brzdovým válcem, od něhož se brzdná síla přenáší na špalíky soustavou táhel a pák - používají se na železničních vozech pod názvem ZDRŽOVÉ. Zdrže jsou vyrobeny z litiny či kompozitních materiálů a ovládají se vzduchovým brzdovým válcem.“ [2]



Obr. 1.11 - Schéma konstrukčního uspořádání zdržové brzdy na železničním vozu

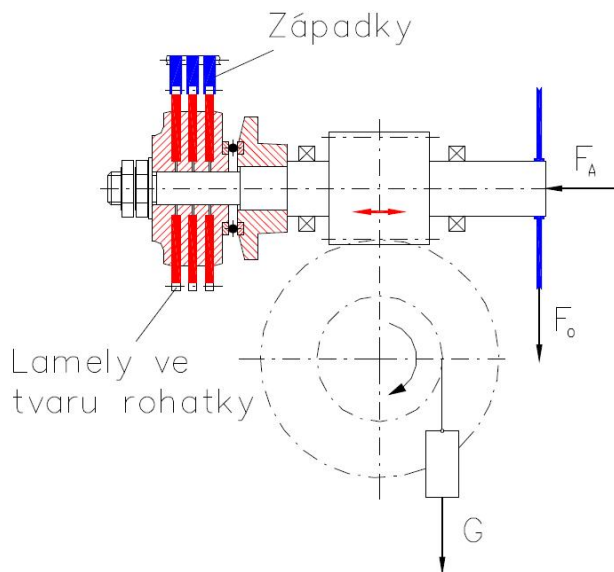
### 1.2.3 Axiální brzdy

„Zastavují rotační pohyb brzděného hřídele, brzdná síla působí ve směru osy hřídele.

#### a) Lamelové a talířové brzdy

##### Lamelová brzda

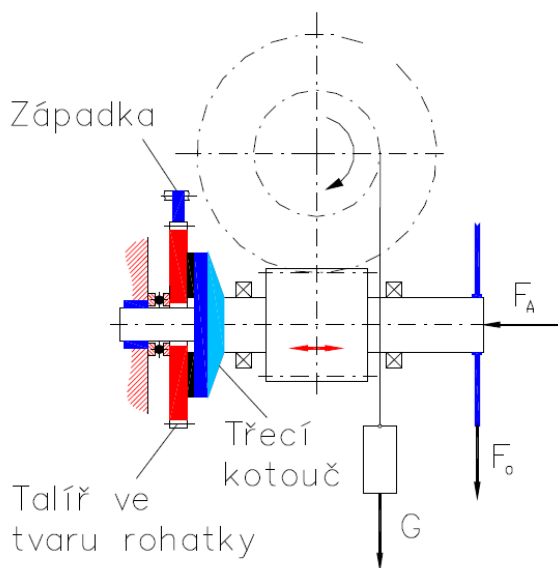
Jsou obdobou lamelových spojek. Vše, co bylo uvedeno o lamelových spojkách, platí i pro lamelové brzdy. Upevní-li se jedna část spojky nehybně a druhá se spojí s otáčivým hřídelem, dosáhne se axiálním posuvem příslušných elementů (lamel) brzdícího účinku.



Obr. 1.12 - Schéma konstrukčního uspořádání lamelové brzdy

##### Talířová brzda

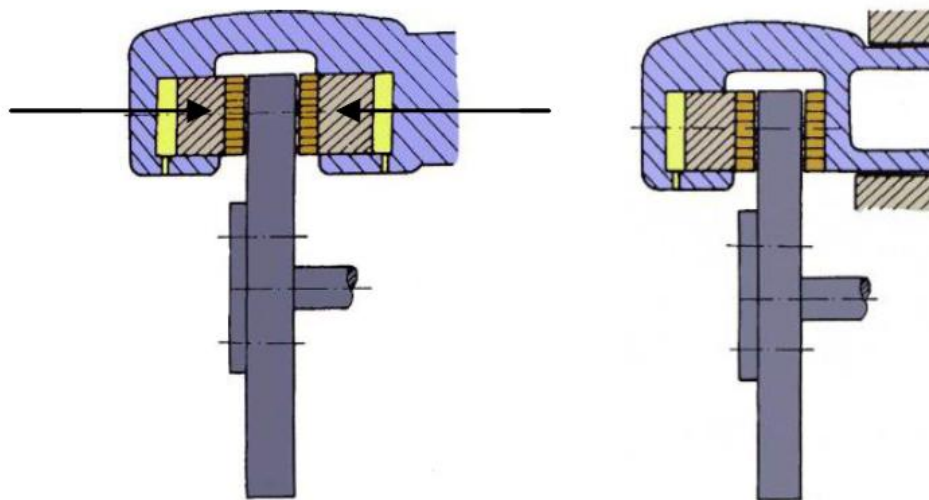
Používá se jako spouštěcí a zajišťovací mechanismus ručních kladkostrojů



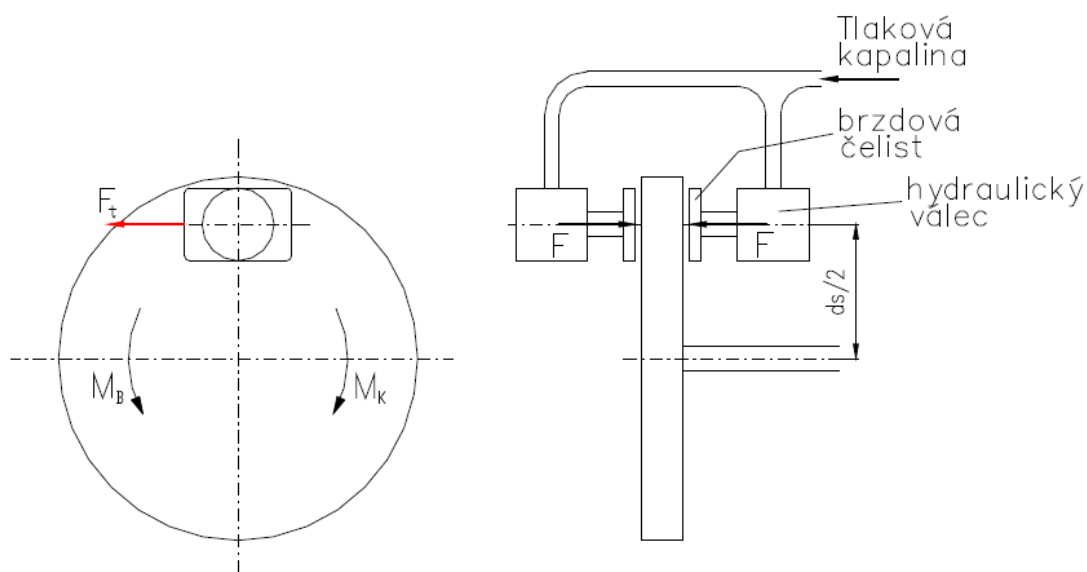
Obr. 1.13 - Schéma konstrukčního uspořádání talířové brzdy

### b) Kotoučové brzdy

Kotoučové brzdy se používají u moderních automobilů a motocyklů. Kotoučové brzdy brzdí třecím kotoučem, a to jednou nebo oběma čelními plochami. Brzdové destičky jsou opatřeny třecím obložením, které má vysokou odolnost. Kotoučové brzdy pracují na stejném principu jako kotoučové spojky s jakýmkoli ovládním. Brzdící část je spojena s rámem stroje a neotáčí se, a proto lze oproti spojce velmi zjednodušit přívod ovládací energie (elektriny, tlakové tekutiny apod.). Z tohoto důvodu se hřídelové brzdy dodávají jako samostatná část strojů a nepoužívá se pro brzdění hřídelových spojek. Počet konstrukčních variant je značný. Jiným druhem jsou kotoučové brzdy vozidel a letadel. Nejde o brzdy hřídelové, protože brzdí jen kola volně otočná na ose. Kotoučové brzdy se uplatňují též při brzdění hřídelů obráběcích strojů. Jejich výhodou je velmi rychlá reakce a možnost řízení pootočení hřídele jen o část otáčky. Kotouč brzdy zabírá na svém vnějším obvodu do věnce ráfku hlavního kola.



Obr. 1.14 - Schéma kotoučové dvoupístové brzdy a jednopístové brzdy s plovoucím třmenem

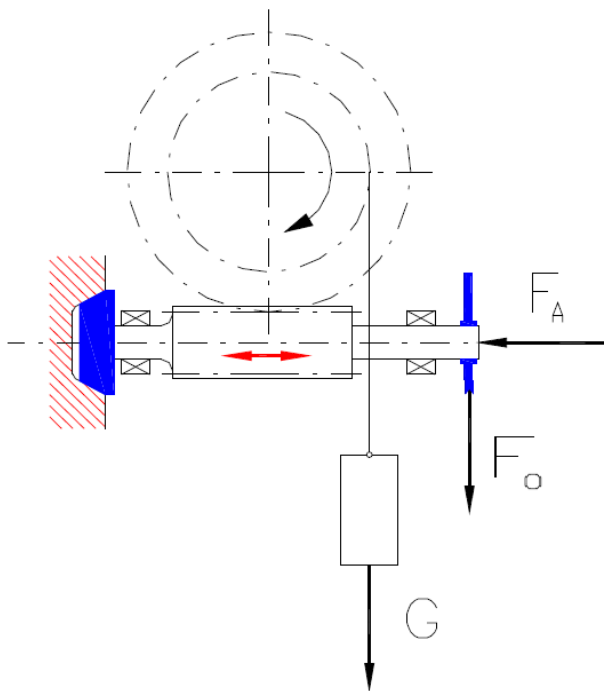


Obr. 1.15 - Schéma kotoučové dvoupístové brzdy

### c) Kuželové brzdy

Jsou obdobou kuželových spojek. Vše, co bylo uvedeno o kuželových spojkách, platí i pro kuželové brzdy. Upevní-li se jedna část spojky nehybně a druhá se spojí s otáčivým hřídelem, dosáhne se axiálním posuvem příslušných elementů (kužele) brzdicího účinku. Kuželové spouštěcí brzdy se používají u ručních kladkostrojů, které mají pro větší účinnost převod nesamosvorným šnekem. Poklesu břemena brání rohatka se západkou a kuželová brzda, umístěná na hřídeli šneku v rohatce. Brzdu tlačí do záběru osová síla šneku. Brzda je automatická, protože brzdná síla se zvětšuje úměrně velikosti břemena.

Kužel je vsunut do pevného kuželového otvoru ve zdi, břemeno zatlačuje přes šnekový převod kužel na hřídeli do otvoru ve zdi a pomocí tření je břemeno v klidu (zabrzděno).“ [2]



Obr. 1.16 - Schéma kuželové brzdy

## 2 Vytvoření konceptů, výběr konceptu

### 2.1 Benchmarking

„Jedná se o nepřetržitý a systematický proces porovnávání a měření produktů, procesů a metod vlastní organizace s těmi, kdo byli uznáni jako vhodní pro toto měření, za účelem definovat cíle zlepšování vlastních aktivit. Objektem benchmarkingu může být prakticky cokoliv – výrobky, služby, procesy, postupy a metody, apod.“

#### Význam benchmarkingu:




- přispívá k lepšímu pochopení vlastních aktivit
- umožňuje snadnější generování nových nápadů
- vede k eliminaci neefektivních činností
- je prostředkem pro motivaci vlastních zaměstnanců ke zlepšování
- pomáhá mnohem lépe chápat požadavky zákazníků

#### Výhody benchmarkingu:

- možnost srovnání s konkurencí
- nástroj pro získání výhody před konkurencí
- možnost stanovit cíle společnosti ve zlepšování

#### Postup produktového benchmarkingu:

- 1) Zjištění pozice produktu na trhu, rozeznání funkcí a vlastností produktu, zjištění slabín a předností. Kvantifikace zjištěných údajů.
- 2) Zjištění pozice konkurenčního produktu na trhu. Zjištění slabín a jejich kvantifikace.
- 3) Definice klíčových vlastností produktu na základě konkurenčních produktů.
- 4) Snaha o získání výhody před konkurencí na základě využití znalostí společnosti.
- 5) Opakovat tuto činnost v intervalech dle nutnosti. [3]

BENCHMARKING			
Název projektu:	Dveřní brzda		
Autor:	Milan Kotes		
Počet zkoumaných produktů:	3		
	Zkoumané produkty		
Analýza jednotlivých částí produktu	Kotoučová brzda 	Bubnová brzda s vnitřními čelistmi -mechanicky ovl. 	Kotoučová brzda s lineárním krokovým elektromotorem 
	Vyvození brzdného účinku	Mechanicky, třením	Mechanicky, třením
Brzdný účinek	Střední	Malý	Velký
Ovládání brzdného členu	Hydraulicky	Mechanicky	Elektricky
Ovládací síla	Velká (hydraulika)	Velká	Menší (elektricky)
Pohyb brzdného členu	Rotační	Rotační	Rotační
Materiál brzdného členu	Ocel	Ocel	Ocel
Materiál brzdného členu	Ocel,semi-metalický,keramika	Semi-metalický	Ocel,semi-metalický,keramika
Náročnost na prostor	Velká	Malá	Střední

Tab. 2.1 - Benchmarking

Z benchmarkingu bylo zjištěno, že nejvhodnější produkt pro inspiraci při tvorbě konceptů je kotoučová brzda s lineárním krokovým elektromotorem. Tento produkt patří do portfolia firmy Siemens.

## 2.2 Patentová rešerše

Patentová rešerše je dokument, který slouží jako zdroj informací a inspirace pro výzkum a vývoj, ale také slouží k odhalení případných konfliktů s řešením s platnou patentovou ochranou. Jedná se o dokument, který sbírá informace o jednotlivých patentech, které byly podány k analýze, nebo o patentech, kterým už na základě odborné analýzy byla udělena patentová ochrana. Informace o patentech jsou volně přístupné v databázích různých patentových úřadů či databází třetích stran. Databáze schraňují patentové informace o patentech, které jim přísluší v dané zemi či oblasti např.: Evropský patentový úřad. Světová organizace duševního vlastnictví (WIPO), Patentový úřad USA (USPTO), český Úřad průmyslového vlastnictví (ÚPV). Patentová rešerše je tedy souborem patentových informací vztažených k určitému tématu. [4]

PATENTOVÁ REŠERŠE					
Název projektu:	Dveřní brzda				
Autor:	Milan Kotes				
Vyhledávače:	<a href="https://depatisnet.dpma.de/">https://depatisnet.dpma.de/</a>				
	<a href="https://www.google.com/patents">https://www.google.com/patents</a>				
<b>Klíčová slova:</b>		Počet nalezených:	Počet relevantních:	Komentář:	
anti collision system car door		10	3	depatisnet	
anti collision system car door		9 870	7	google	
collision prevention door brake		25 000	5	google	
vehicle door damage prevention		33	3	depatisnet	
Relevantní patenty					
Císlo patentu:	Firma:	Datum:	Název patentu v ENG:	Název patentu v CZ:	
CN 000202827446 U	Huang ShuWei	27.3.2013	Warning system of radar car door anticollision and car from back direction	Varovný radarový antikolizní systém dveří vozu proti nárazu ze zadu	
CN 000103448611 A	Guo Jinhu	27.12.2013	Automobile opening-door anti-collision control system	Antikolizní regulační systém otevírání dveří automobilu	
CN 000001663845 A	Shanghai Inst. Technology	7.9.2005	Anti-collision warning device for automobile door open	Antikolizní výstražný systém pro otevírání dveří automobilu	
CN 000202686127 U	Geely Automobile Res Inst ZJ	23.1.2013	Door-opening collision-prevention warning system	Varovný systém prevence kolize při otevírání dveří	
CN 000001689876 A	Cai Zhiyi, CN	23.4.2004	Automobile door opening bump-proof system	Systém ochrany dveří při otevírání	
CN 000201694146 U	Xuenian Chen	5.1.2011	Device for preventing collision during door opening and reversing of cars	Zařízení pro předcházení kolizím při otevírání dveří a couvání automobilů	
CN 000203766618 U	Changan University	13.8.2014	Anti-collision system in car door opening process	Antikolizní systém ve dveřích automobilu	
EP 1265772 B1	Robert Bosch Gmbh	4.8.2004	Adaptive door locking system for motor vehicles	Adaptivní systém zamykání dveří pro motorová vozidla	
US 8638205 B2	GM Global Technology Operations LLC	28.1.2014	Device for preventing a collision of a pivoting element of a vehicle	Zařízení pro zabránění kolizi otočnému prvku vozu	
WO 2005102792 A1	Chih-Yi Tsai	3.11.2005	An anti collision system when opening a door of a vehicle	Antikolizní systém při otevření dveří vozidla	
CN 000203766618 U	Chery Automobile Co. LTD	18.12.2013	Car warn device preventing car door from being collided when opened	Varovné zařízení zabraňující kolizi dveří při otevírání	
EP 2666945 A1	Volvo Car Corporation	27.5.2013	A door stop system	Systém dveřní brzdy	
EP 2284345 A1	VALEO Sicherheitssysteme	16.2.2011	Braking device for a drive device for moving a door and drive device equipped	Brzdny systém pro pohybující se dveře	
DE 10348917 A1	Daimlerchrysler Ag	25.5.2005	Door stop system with obstacle detection	Brzdny systém dveří s detekcí překážek	
US 20060033612 A1	Richard Santa	16.2.2006	Vehicle door damage prevention device	Systém prevence poškození dveří	
KR 102012137678 A	Tark Dong Ho, Korea	24.12.2012	Door protection device of automobile	Zařízení ochrany dveří automobilu	
KR 102007117057 A	Hyundai Motor Company LTD	12.12.2007	Device for preventing breakage of door for an automobile	Zařízení pro předcházení poškození dveří automobilu	
KR 102007116334 A	Jang Myung Gyu	10.12.2007	Damage prevention device for door of vehicle	Zařízení předcházení poškození dveří automobilu	

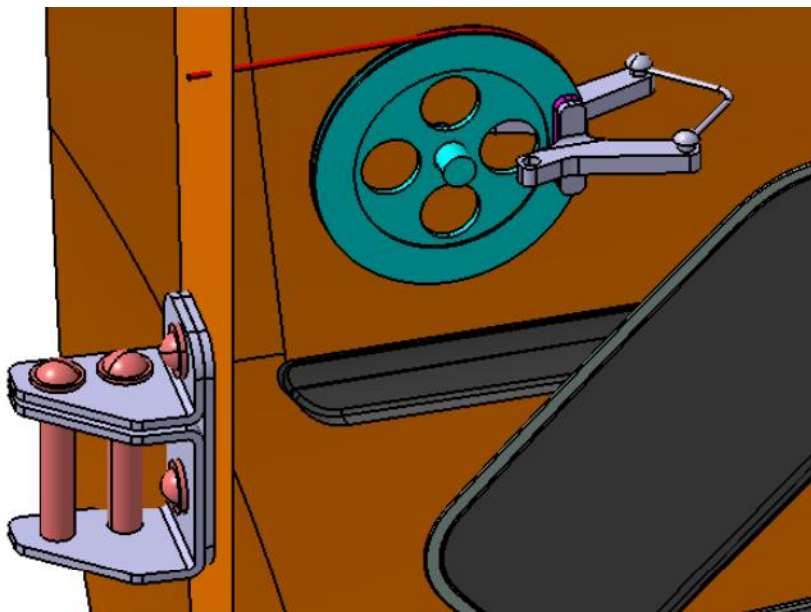
Tab. 2.2 - Patentová rešerše vypsána v tabulce

## 2.3 Vytvoření konceptů

Na základě rozboru mechanických brzd a benchmarkingu byly vytvořeny 3 koncepty, mezi kterými se vybíral ten nejvhodnější k dalšímu zpracování. U všech tří konceptů je k měření vzdálenosti k překážce použit ultrazvukový snímač, klasický parkovací senzor. U všech tří konceptů je použit lineární elektromotor. Typy snímačů a elektromotorů se zatím nevybíraly, tomu tak bude až v další části práce.

### 2.3.1 Koncept 1

Koncept brzdy, který byl vytvořen jako první, je postaven na principu kotoučové třecí brzdy. Hlavní částí je kotouč, na kterém je navinut bovden. Při otevírání se bovden natahuje a roztáčí tak kotouč. Při brzdění se vysune pohyblivá část lineárního elektromotoru, začne natahovat ocelové lanko, které uvede do pohybu brzdové čelisti, ty začnou pomocí tření brzdit otáčení kotouče. Při zavírání se uvolní napětí v bovdenu, kotouč se vlivem zkrutné pružiny začne otáčet v opačném směru a navine tak bovden zpět do žlabu na kotouči. Celá brzda je umístěna v bočních dveřích mezi plechem a polstrováním, ze dveří je vyveden bovden, který je spojen s karoserií auta. Uživatel tak má možnost vidět pouze bovden, ten je navíc umístěn kvůli bezpečnosti v gumové hadici. Pro větší názornost byl vytvořen jednoduchý 3D model.



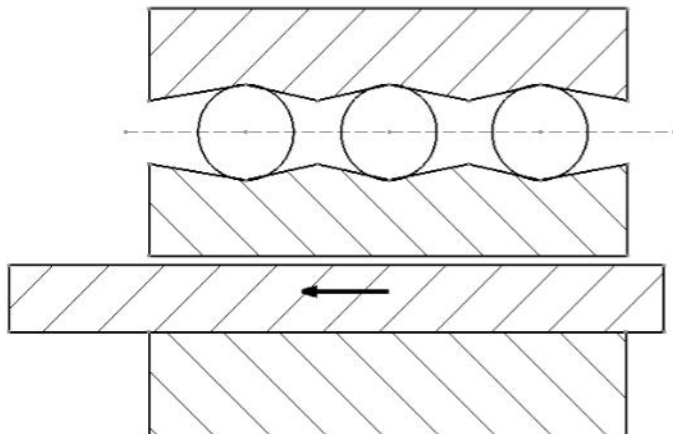
Obr. 2.1 – Zjednodušený 3D model konceptu, vlevo dole je vidět otočný pant dveří, vpravo nahoře je kotouč s bovdenem a brzdové čelisti spojené ocelovým lankem.

### 2.3.2 Koncept 2

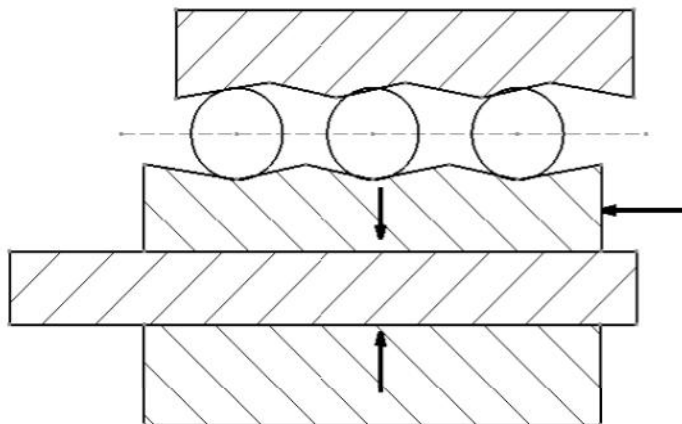
Druhý koncept pracuje na principu klínové brzdy, tento princip využívá brzdny systém, který vytvořila společnost Siemens. Systém se jmenuje EWB (electronic wedge brake) a je s ním spojeno několik patentů. Bohužel z dostupných informací nelze zjistit, na které principy a konstrukční řešení se patenty vztahují. Je zde tedy vysoké riziko porušení některého z těchto patentů.

Princip konceptu se liší od systému EWB v tom, že se zde nebrzdí otáčející se kotouč, nýbrž posunující se táhlo, které je na jedné straně otočně uloženo a spojeno s karoserií auta.

Při otevírání dveří se táhlo vytahuje z brzdy směrem ven, při brzdění se uvede do pohybu elektromotor, který vysune svou výsuvnou část, která je spojena s brzdným elementem. Brzdící síla se vyvodí tak, že na brzdném elementu jsou z horní strany vytvořeny šikmé plochy se střídajícím se náklonem, ty samé plochy jsou vytvořeny i na nepohyblivém díle, který je umístěn nad ním. Mezi těmito dvěma díly jsou umístěny tyčky kruhového průřezu s kaleným povrchem. Vlivem pohybu brzdného elementu a silového působení mezi součástmi, dojde k posuvu brzdného elementu směrem dolů, kde dojde k silovému styku a tím pádem ke tření mezi táhlem a brzdným obložením. Tím vzniká brzdný účinek, který táhlo zastaví. Pro lepší názornost funkce byly vytvořeny dvě schémata viz níže.



Obr. 2.2 – Schéma klínové brzdy. Nahoře je nepohyblivý díl s vytvořenými střídajícími se šikmými plochami. Pod ním jsou vidět 3 tyčky kruhového průřezu. Pod nimi je pohyblivý brzdný element spojený s elektromotorem. Dále je zde táhlo, které se volně pohybuje mezi horním a dolním obložením. Tento stav je při neaktivní brzdě.

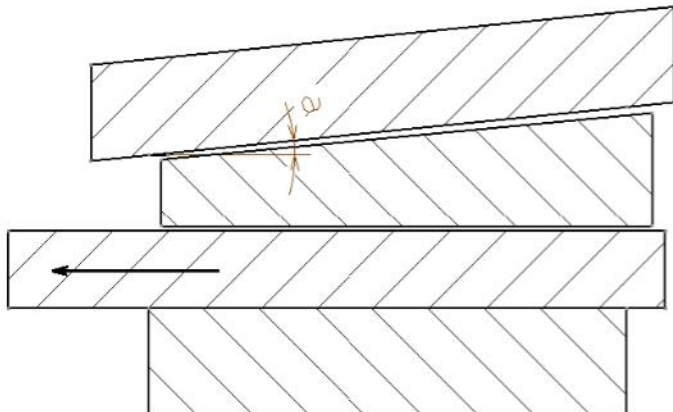


Obr. 2.3 – Schéma aktivní klínové brzdy, vlivem vysunutí lineárního elektromotoru došlo k posuvu horního obložení směrem vlevo, vlivem silového styku mezi tyčkami, obložením a nehybným dílem došlo k posunutí brzdného obložení směrem dolů. Došlo zde k silovému styku mezi oběma obloženými a táhlem, které se vlivem tření na něj působícím zastavilo.

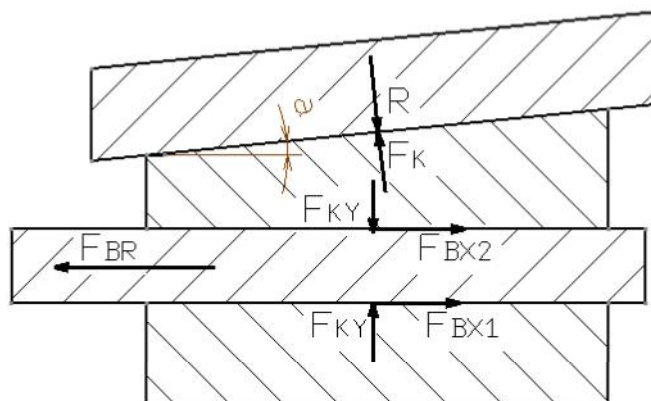


### 2.3.3 Koncept 3

Třetí koncept pracuje také na principu klínové brzdy, ale jelikož u druhého konceptu je nebezpečí porušení některých patentů, je odlišný. Táhlo je otočně uloženo a spojeno s karoserií auta. Brzda je umístěna v bočních dveřích automobilu mezi plechem a polstrováním. Uživatel tak vidí pouze táhlo mezi dveřmi a karoserií. Při otevírání se táhlo z brzdy začne vytahovat. Po aktivaci brzdy se vysune elektromotor, který je spojený s klínem, který se pohybem zasune mezi horní obložení a táhlo. Mezi těmito díly dojde k silovému styku a vlivem tření se táhlo zastaví. Po deaktivaci se motor zasune zpět do výchozí pozice a vytáhne tak klín a uvolní táhlo.




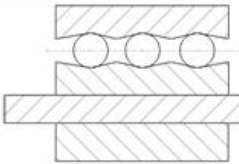
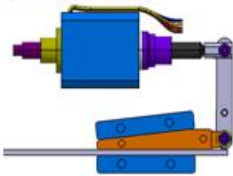
Obr. 2.4 – Schéma klínové brzdy, horní a dolní obložení jsou nehybná, klín je spojen s elektromotorem a je pohyblivý. Táhlo je na jednom konci otočně připojeno ke karoserii auta, když je brzda neaktivní, může se volně pohybovat.



Obr. 2.5 – Schéma klínové brzdy, klín je vlivem pohybu elektromotoru zaražen mezi horní obložení a táhlo. Vlivem silového styku dochází ke tření a táhlo je zastaveno. Zpětným pohybem lineárního elektromotoru dojde k vytažení klínu a odbrzdění brzdy.

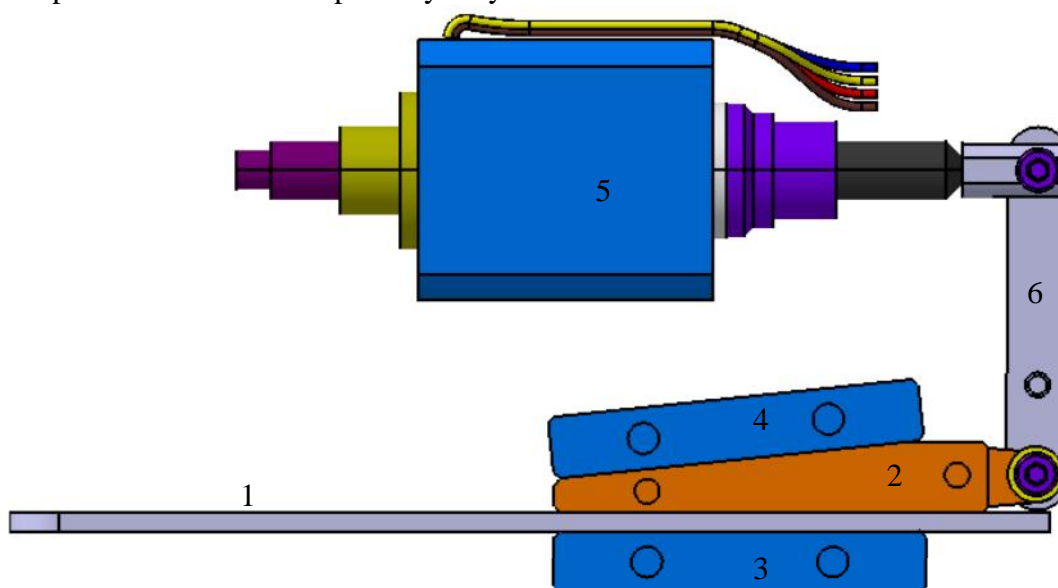
## 2.4 Ohodnocení a výběr konceptu

Pro hodnocení byla vybrána kritéria, v kterých se jednotlivé koncepty hodnotily. Jednotlivá hodnocení byla diskutována s konzultantem a hodnocení vychází ze zkušeností a dostupných interních materiálů firmy.

VYHODNOCENÍ KONCEPTŮ				
Název projektu:	Dveřní brzda			
Autor:	Milan Kotes			
Počet konceptů:	3			
		Konstrukční koncepty výrobku		
Funkční požadavky na konstrukci výrobku	Ohodnocení důležitosti	Kotoučová brzda s bovdenem a lineárním elektromotorem 	Klínová brzda s válečky a lineárním elektromotorem 	Klínová brzda s lineárním elektromotorem 
prostorová náročnost	5	3	6	6
jednoduchost konstrukce	6	6	10	8
ovládací síly	7	7	10	8
počet součástí	5	6	5	7
náročnost na výrobu součástí	6	5	4	8
náročnost na montáž sestavy	7	4	5	7
náročnost na montáž do auta	8	5	7	7
nebezpečí porušení patentu	10	0	6	2
odhadovaná cena	9	7	5	8
Relativní hodnocení		291	405	414
Pořadí konceptů:		3.	2.	1.

Tab. 2.3 – Vyhodnocení konceptů, nejvyššího ohodnocení dosáhl koncept číslo 3.

Nejvyšší ohodnocení dosáhl koncept číslo 3. Bude tedy dále zpracován. Pro lepší pochopení funkčnosti konceptu 3 bylo vytvořeno kinematické schéma na obr.



Obr. 2.6 – Kinematické schéma brzdného mechanismu konceptu 3. Táhlo (1) je umístěno mezi klínem (2) a dolním obložením (3). Klín je zapřen o horní obložení (4) vlivem silového působení lineárního elektromotoru (5) přes páku (6).

### 3 Konstrukční návrh

V této kapitole bude dále rozpracován koncept číslo 3. Cílem této kapitoly je zpracovat konstrukční návrh do té fáze, aby bylo možné vyrobit funkční vzorek. Konstrukční návrh také musí obsahovat výběr elektromotoru, snímače vzdálenosti a volbu materiálů.

Obsah konstrukčního návrhu a výpočtů:

- funkční analýza
- blokové schéma
- volba lineárního elektromotoru
- volba snímače vzdálenosti
- volba mikrospínače
- konstrukce dveřní brzdy
- výpočet ovládacích sil a reakcí
- volba materiálů
- MKP analýza
- výkres sestavy a jednotlivých dílů
- toleranční analýza
- kusovník

V průběhu tvorby konstrukce a výpočtů, bylo zjištěno, že požadavek vyplývající ze zadání, tedy, že v zabrzděném stavu musí být uživatel schopen dveře přetlačit, je nevyhovující. Při výpočtu bylo zjištěno, že síla, kterou by musel uživatel vyvinout k přetlačení brzdy, je neúměrně vysoká. Výsledný produkt by tak způsoboval ergonomické problémy uživateli.

Po diskuzi s konzultantem a zadavatelem práce, bylo usouzeno, že je potřeba upravit zadání pro zlepšení výsledných vlastností a ergonomických dopadů na obsluhu bočních dveří automobilu.

#### 3.1 Úprava zadání a požadavků na konstrukci

Původní zadání počítalo s tím, že pokud dojde k aktivaci dveřní brzdy, musí být uživatel schopen brzdu přetlačit a dveře dál otevřít za zvýšeného úsilí.

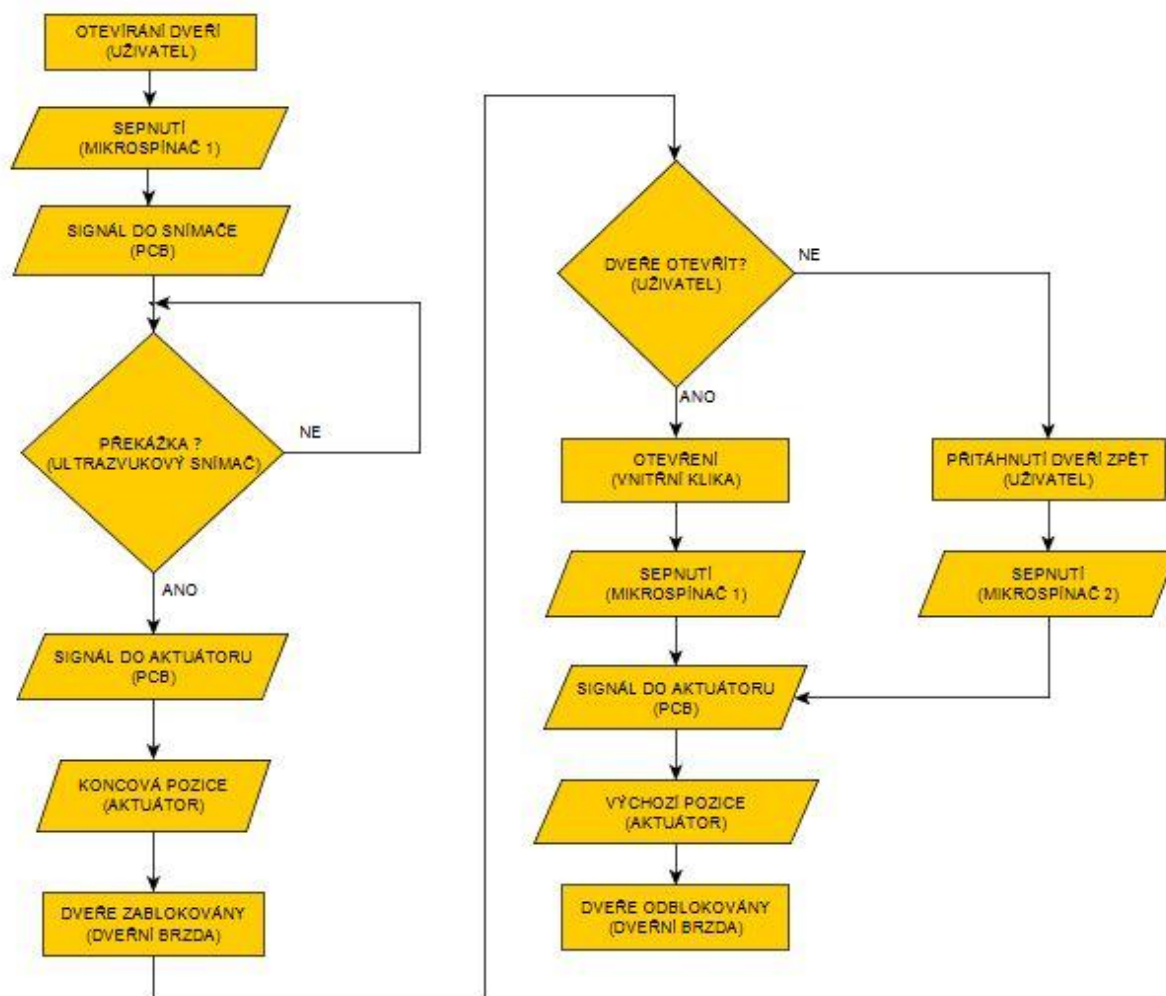
Úprava vychází z použití dvou mikrospínačů, které budou umístěny u vnitřní kliky dveří respektive uvnitř dveřní brzdy. Celý popis funkce je upřesněn v kapitole funkční analýza.

#### 3.2 Funkční analýza

Funkce bude popsána pomocí vývojového diagramu na obr. 3.1

Hlavní části konstrukce:

- brzdový mechanismus
- tištěný spoj (dále už jen PCB)
- mikrospínač 1
- mikrospínač 2
- snímač polohy



Obr. 3.1 – Vývojový diagram – popsaná funkce dveřní brzdy

Uživatel otevře dveře pomocí vnitřní kliky, ta sepne mikrosplínač 1, ten pošle signál přes kabel a konektor do PCB. PCB vyhodnotí signál jako otevírání dveří, pošle signál do snímače polohy a ten začne měřit. Pokud naměří překážku v kritické vzdálenosti, PCB pošle signál do lineárního elektromotoru a ten aktivuje mechanismus dveřní brzdy. Brzda zastaví pohybující se táhlo, které je pevně spojeno s karoserií automobilu. Dveře se tímto zastaví a uvedou do klidu. Uživatel má nyní dvě možnosti jak dveře odblokovat.

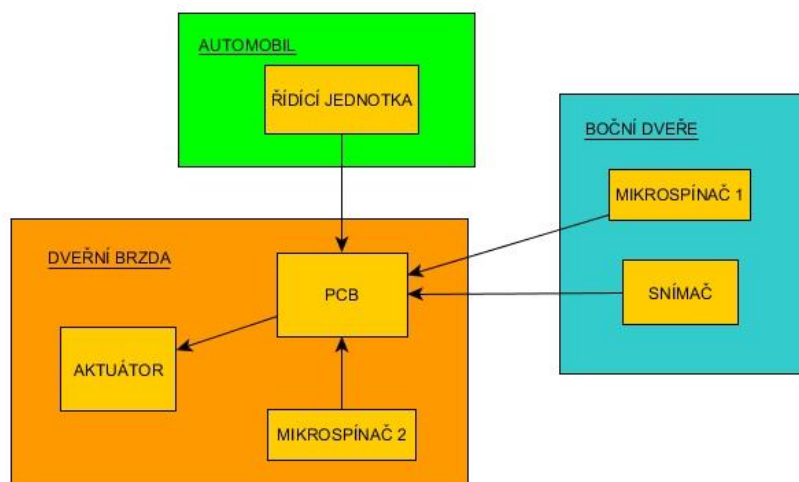
První možnost je, že musí znovu zatáhnout za vnitřní kliku, ta sepne podruhé mikrosplínač 1 a ten pošle signál do PCB, PCB ho vyhodnotí a pošle signál do elektromotoru, ten zasune svoji pohyblivou část a tím deaktivuje dveřní brzdu a odbrzdí dveře. Uživatel tak má možnost dveře jak dále otevřít, tak i zavřít.

Druhá možnost jak dveře odblokovat je, že uživatel zatáhne dveře k sobě. Jelikož je brzda stále aktivní, při zatáhnutí dveří zpět bude snaha mechanismus brzdy posunout proti zpětnému pohybu. Díky tomu, že celý mechanismus brzdy bude ve svém uložení uložen posuvně, začne se pohybovat, když mechanismus dosáhne zpětného pohybu o 7mm, tak sepne mikrosplínač 2. Ten pošle signál do PCB, PCB ho vyhodnotí a pošle signál k zasunutí elektromotoru, elektromotor se zasune a brzda se deaktivuje.

Toto řešení opětovného otevření respektive zavření dveří po blokaci je uživatelsky příjemnější a ergonomicky vhodnější. Uživatel tak nebude muset vynakládat zvýšené úsilí.

### 3.3 Blokové schéma

„Blokové schéma je strukturální obraz – topologicko-geometrické zobrazení struktury systému. Každý prvek blokového schématu je zpravidla černou skříňkou a většinou se zobrazuje jako jednoduchý geometrický obrazec (čtverec, obdélník, trojúhelník, kruh atd.). Způsob spojení těchto prvků do jednoho komplexního systému bývá znázorňováno šipkami, které udávají smysl působení jednotlivých prvků na sebe, směr informačního toku od jednoho prvku k druhému.“ [5]



Obr. 3.2 – Blokované schéma systému dveřní brzdy

### 3.4 Volba lineárního elektromotoru

Elektrický lineární aktuátor, pohon nebo také servopohon je zařízení převádějící rotační pohyb nízkonapěťového DC motoru na lineární pohyb. Pohony tak mohou tahat nebo tlačit. Díky pohonům je možné zvedat, nastavovat, naklápět, tlačit a tahat těžká, objemná či obtížně přístupná břemena a to pouhým stisknutím tlačítka. Aktuátory poskytují bezpečnou, tichou a čistou možnost posouvání či polohování s přesnou kontrolou pohybu. Jsou efektivní a mají dlouhou životnost s prakticky nulovými nároky na údržbu. Instalace elektrického servopohonu je oproti např. hydraulice velice jednoduchá a samotné zařízení zabírá méně místa, protože nepotřebuje žádná čerpadla ani hadice. Možnosti pohonů přizpůsobit se nejrůznějším požadavkům zaručují perfektně funkční řešení, které lze použít na celou škálu nejrůznějších zařízení a aplikací.

Volba lineárního elektromotoru se bude řídit podle několika parametrů. Některé z těchto parametrů vycházejí z výpočtů ovládacích sil, které se nacházejí v jiné kapitole této práce.

Nejdůležitější parametr je maximální síla, kterou je elektromotor schopen vyvinout v axiálním směru. Dále rychlost zdvihu za sekundu a jakou maximální sílu je schopen vyvinout při maximální rychlosti zdvihu, jelikož elektromotor bude po většinu svého zdvihu překonávat sílu tažné pružiny, až na konci zdvihu bude potřeba jeho maximální síly. Pracovní napětí elektromotoru, jelikož napájecí obvod v automobilu má 12V, bude nejvhodnější pracovní napětí právě toto. Další parametr je velikost elektromotoru a jeho hmotnost. Pracovní zdvih elektromotoru je 11,5 mm. Jelikož nelze zaručit, že bude motor v suchém prostředí, musí být vodotěsný.

- Požadované parametry:
- minimální síla v axiálním směru  $F_{min} = 184 \text{ N}$
  - minimální zdvih 11,5mm
  - minimální síla při maximální rychlosti  $F_{vmax} = 89 \text{ N}$
  - pracovní napětí 12V
  - co nejmenší rozměry a hmotnost
  - voděodolnost

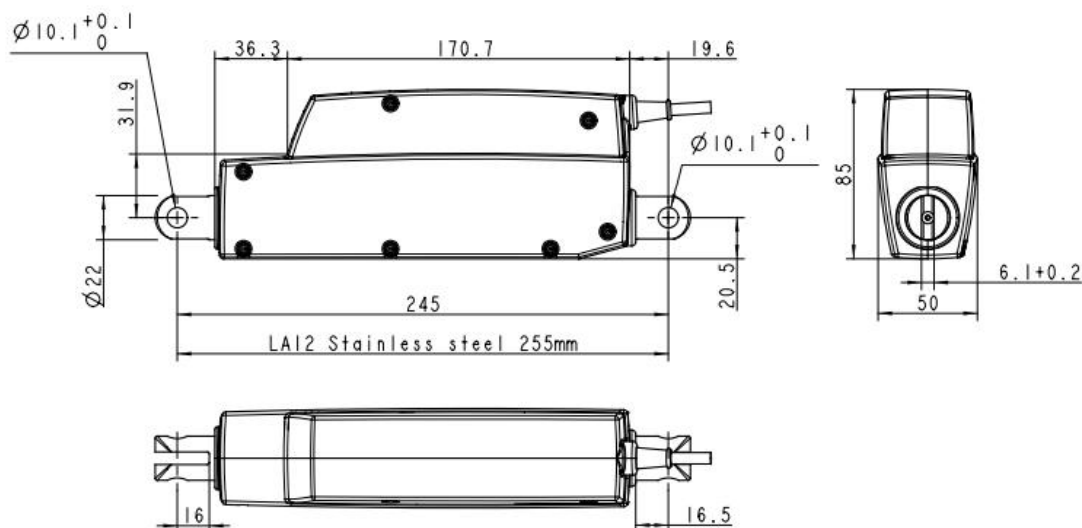
### 3.4.1 Linak LA12

Díky svým malým rozměrům a skvělému výkonu je aktuátor LA12 praktickou a cenově výhodnou alternativou tradičních pneumatických a hydraulických systémů. Během mnoha let pohon LA12 v praxi prokázal, že jde o velice spolehlivý a robustní aktuátor, který si poradí s téměř každou situací a výzvou.



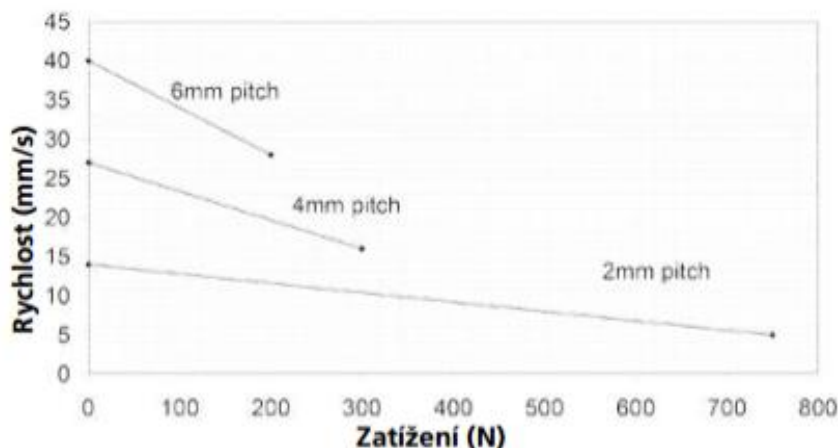
Obr. 3.3 – Lineární aktuátor Linak LA12 1B00 - 3019122

LA12 rozměry :



Obr. 3.4 – Hlavní rozměry aktuátor

### LA12 s motorem 12V - rychlost vs. zatížení



Graf 3.1 – Graf závislosti rychlosti zdvihu na zatížení

- Výčet vlastností:
- 12 V DC motor s permanentními magnety
  - Max. síla 200 N
  - třída krytí IP66
  - zdvih 19-130 mm
  - teplota prostředí -20° až +60°C
  - plný výkon v rozsahu +5° až +35°C

#### 3.4.2 Hella aktuátor

Hella aktuátory mají v automotive celou řadu uplatnění, například se používají jako ovládací prvky do centrálních omykacích systému apod. Jedná se o prověřené a spolehlivé elektromotory.

Bohužel u tohoto motoru není k dispozici graf závislosti rychlosti na zatížení. Nicméně v datasheetu se uvádí 40N při maximální rychlosti.



Obr. 3.5 – Hella aktuátor konkrétně označení 6NW 861 131-55

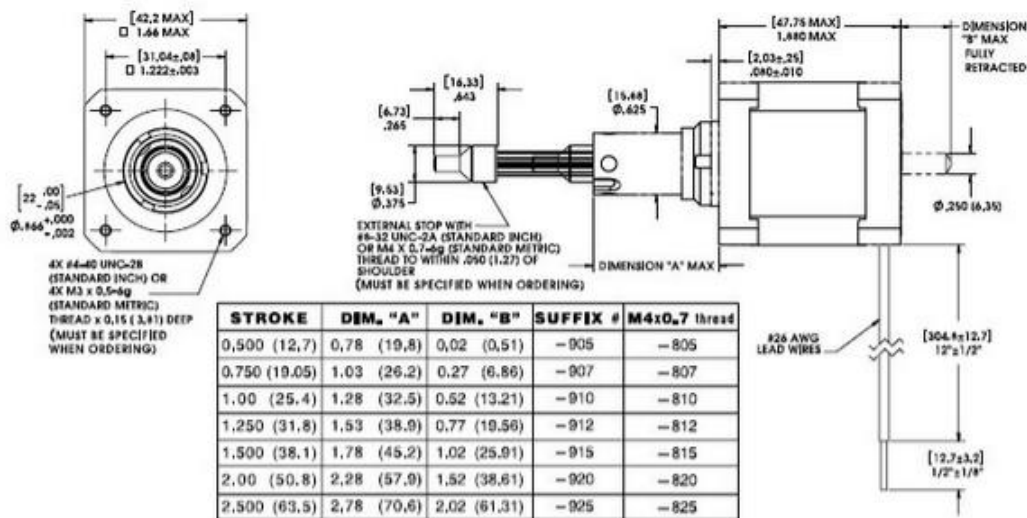
- Výčet vlastností:
- 12 V DC motor
  - Max. síla 200 N
  - třída krytí IP5KO
  - zdvih 18 mm
  - garance funkce 100 000 cyklů

### 3.4.3 Ametek 43M4Y lineární aktuátor

Celým označením Ametek-43M4Y-12-0.50-4-PTFE-HPS-M3.1 je kompaktní lineární aktuátor s maximální silou 337 N.

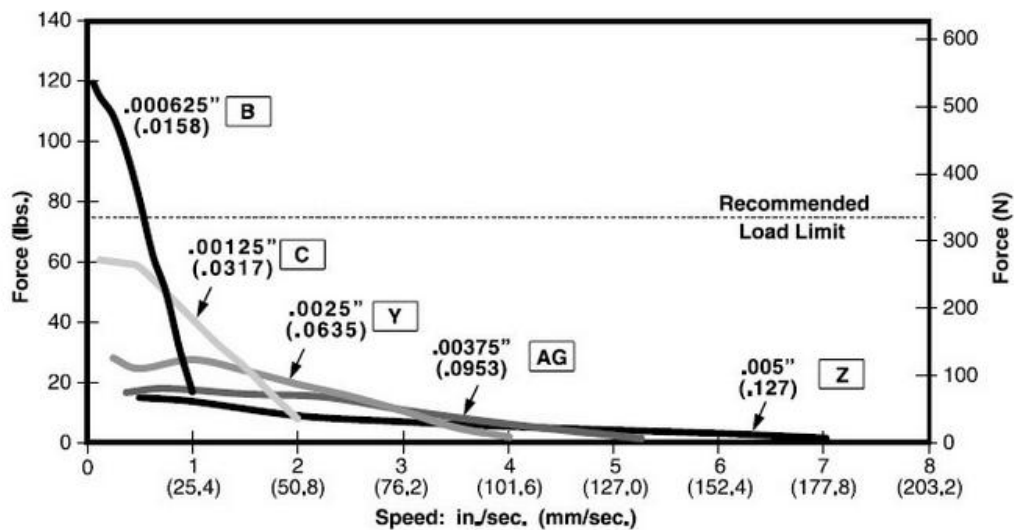


Obr. 3.6 - Ametek-43M4Y



Obr. 3.7 – Hlavní rozměry elektromotoru Ametek-43M4Y-12-0.50-4-PTFE-HPS-M3.1

**FORCE vs. LINEAR VELOCITY** Bipolar • Chopper • 100% Duty Cycle  
Ø .250 (6.35) Leadscrew



Graf 3.2 - Graf závislosti rychlosti zdvihu na zatížení. Byl vybrán motor pod značkou Y, ten zvládá překonávat při maximálním zdvihu 50,8 mm/s sílu 110 N.



- Výčet vlastností:
- 12 V DC motor
  - Max. síla 337 N
  - třída krytí IP66
  - zdvih 13 mm
  - teplota prostředí až +130°C
  - garance funkce min. 100 000 cyklů

### 3.4.4 Volba elektromotoru

VYHODNOCENÍ ELEKTROMOTORŮ			
Název projektu:	Dveřní brzda		
Autor:	Milan Kotes		
Počet elektromotorů:	3		
	Lineární elektromotory		
Požadované parametry elektromotoru	Linak LA12 1B00 - 3019122	Hella 6NW 861 131-55	Ametek-43M4Y
			
maximální síla	-	-	+
zdvih	+	+	+
min.síla při max. rychlosti	-	-	+
napětí 12V	+	+	+
rozměry	-	+	-
voděodolnost	+	+	+
Relativní hodnocení	3 / 3	4 / 2	5 / 1
Pořadí konceptů:	3.	2.	1.

Tab. 3.1 – Vyhodnocení elektromotorů.

První pořadí dosáhl elektromotor Ametek-43M4Y, pro další zpracování konstrukce se tedy volí tento.

Na první pohled se může zdát, že jeho maximální síla 337 N je předimenzována, musí se ale počítat s teplotní nestabilitou lineárních aktuátorů při nízkých nebo naopak vysokých teplotách. Kdyby byl vybrán aktuátor s maximální silou kolem 200N, nemusel by brzdňý mechanismus dveře zastavit, kdyby se automobil nacházel v prostředí kde je například -30°C.

Další důležitý aspekt bylo přihlídnutí k jeho charakteristice rychlosti zdvihu na síle. Po většinu zdvihu bude muset elektromotor překonávat sílu od tažné pružiny 110N. Tento elektromotor však dokáže překonávat při zdvihu 50,8 mm/s sílu až 120 N.

### 3.5 Volba snímače vzdálenosti

V automobilovém průmyslu se používá celá řada ultrazvukových snímačů polohy. Nejčastěji se používají jako parkovací senzory na náraznících automobilů. Jelikož se diplomová práce zabývá tvorbou konceptu a ne finálního produktu pro koncového zákazníka, není známa přesná specifikace ohledně designu, barvy, specifikací apod.

Jelikož mají téměř všechna parkovací čidla od renomovaných výrobců automobilů shodné parametry, proběhne volba senzoru bez vyhodnocení variant.

Byl zvolen parkovací senzor, který se dodává jako náhradní díl např. do automobilů Škoda Octavia, Seat Toledo apod. Dodává se pod sériovým číslem SN-PC-AU-0001 nebo také pod čísly originálních dílů: 1J0998275B, 1K0919275, 3D0919275D, 3D0998275A.

Jeho měřicí kužel má rozpětí 120° a minimální měřicí vzdálenost je 50 mm. Snímač bude umístěn v boční liště automobilu tak, aby jeho měřicí kužel na kraji dveří při otevírání zabíral kritická místa, kde se mohou vyskytovat překážky při otevírání.

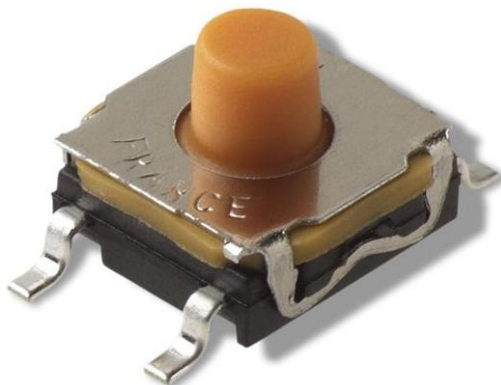


Obr. 3.8 – Ultrazvukový snímač vzdálenosti

### 3.6 Volba mikrospínače

Spínač je v elektrotechnice a elektronice mechanické zařízení určené k vodivému spojení nebo rozpojení části elektrického obvodu. Může mít mnoho konstrukčních podob. Na spínač může být nahlíženo jako na jednoduché logické hradlo, protože realizuje nejjednodušší logickou ano/ne rozhodovací funkci na jediném vodiči.

Na základě zkušeností firmy a interních materiálů byl zvolen jednoduchý mikrospínač KSC441G70S. Spínací síla je 3-5 N. Spínací vzdálenost je 0,5-1 mm. Životnost 300 000 cyklů.



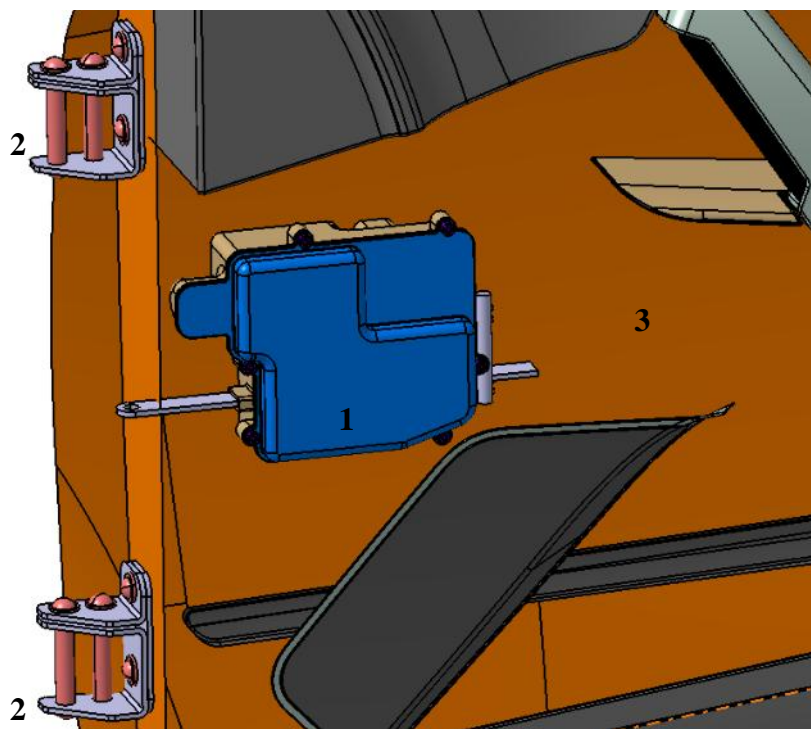
Obr. 3.9 – Mikrospínač KSC441G70S

### 3.7 Konstrukce dveřní brzdy

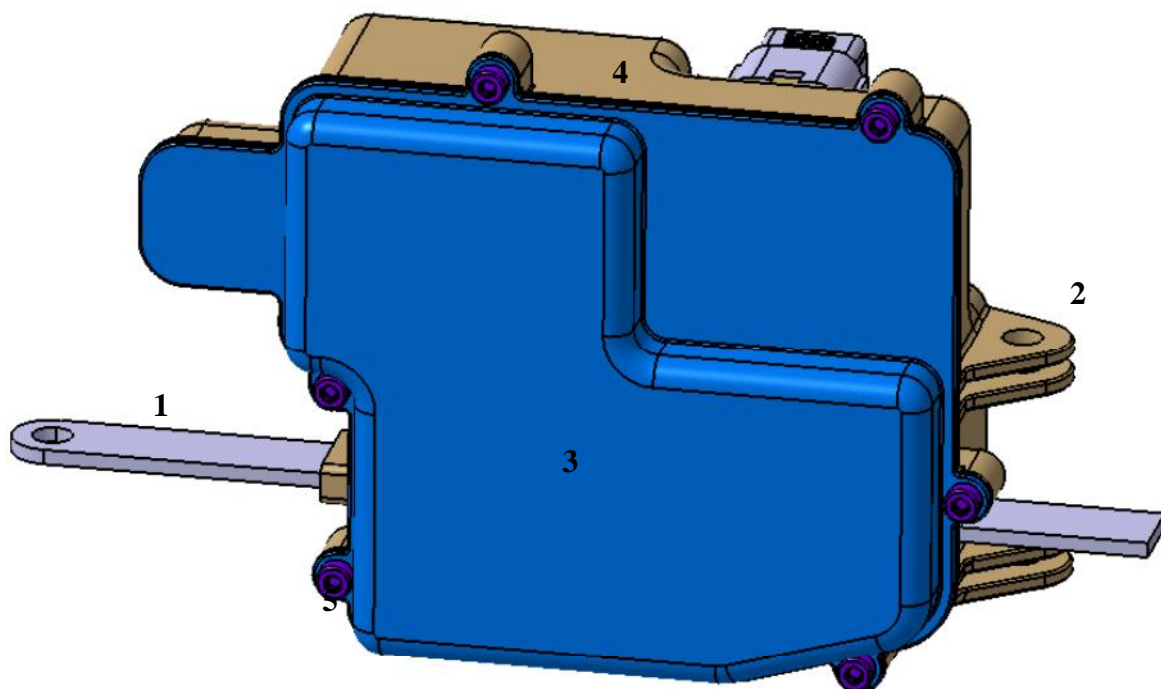
V této kapitole bude podrobně popsána konstrukce dveřní brzdy. Konstrukční návrh byl zhotoven v CAD softwaru Catia V5R19. Tento software byl vybrán z důvodu přenositelnosti 3D dat a výsledků MKP analýz, jelikož zadavatelská firma používá ke konstrukci pouze tento software. V následujících kapitolách bude vysvětlena funkce jak celé brzdy, tak i jejich součástí.

#### 3.7.1 Popis konstrukce a jejích částí

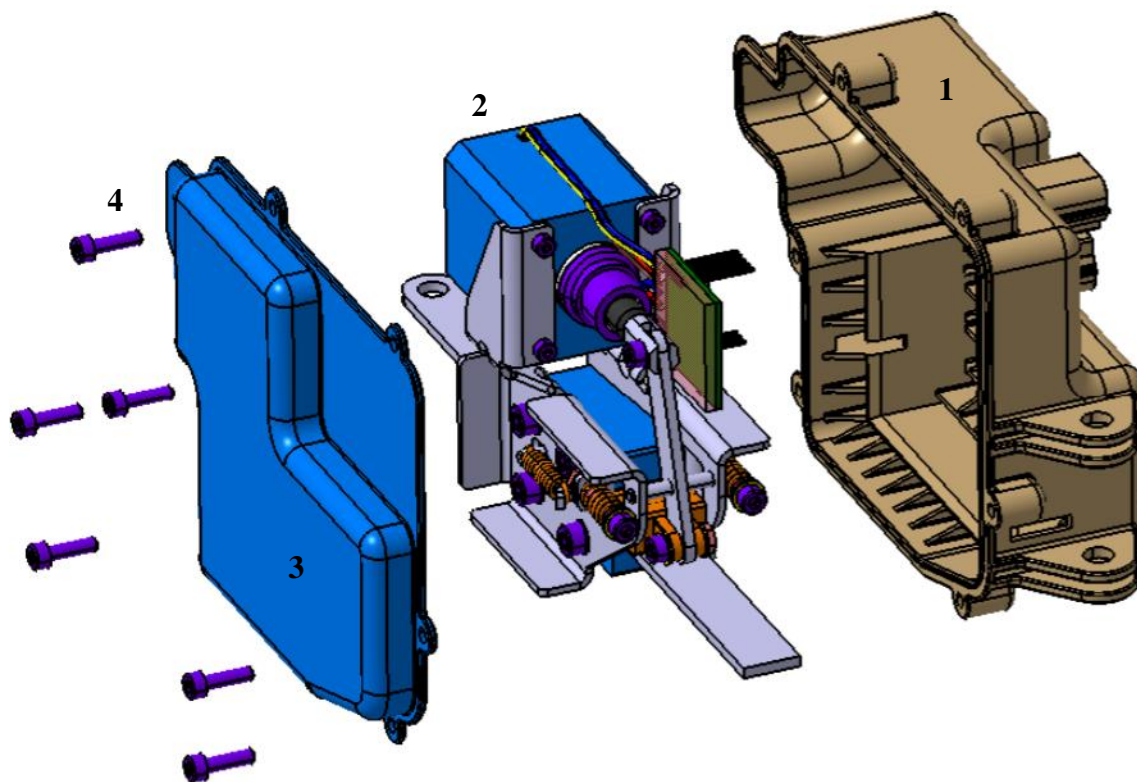
Mechanismus dveřní brzdy pracuje na principu klínové brzdy, kdy se mezi nehybné horní a dolní obložení vkládá klín, který přes silové účinky pomocí tření zastavuje táhlo. Celý tento mechanismus je šrouby připevněn mezi dva nosné plechy, ke kterým je také připojen lineární elektromotor. Klín je přes pákový mechanismus spojen s elektromotorem, pákový mechanismus zajišťuje nižší ovládací síly, tudíž nižší nároky na výstupní sílu z lineárního elektromotoru. Ke klínu jsou také připojeny dvě tažné pružiny, které mají druhý konec připojený k plechu, tudíž snižují sílu potřebnou k vytažení klínu a zajišťují klín v jeho výchozí pozici. Celý brzdový mechanismus je umístěn v plastovém krytu, který jednak zajišťuje uložení mechanismu, ale také přenos brzdové síly z mechanismu na boční dveře automobilu. Mimo tento kryt se také nachází jeden mikropínač a snímač vzdálenosti k překážce. Ty jsou se sestavou brzdy připojeny kabely přes voděodolné Molex konektory. Na sestavě brzdy jsou celkem 2 konektory, jen tří-pinový a druhý šesti-pinový. Konektory slouží pro elektronickou komunikaci mezi řídicí jednotkou automobilu, snímačem vzdálenosti, mikropínačem a brzdovým mechanismem. Pro lepší porozumění budou všechny tyto aspekty vysvětleny na několika následujících obrázcích.



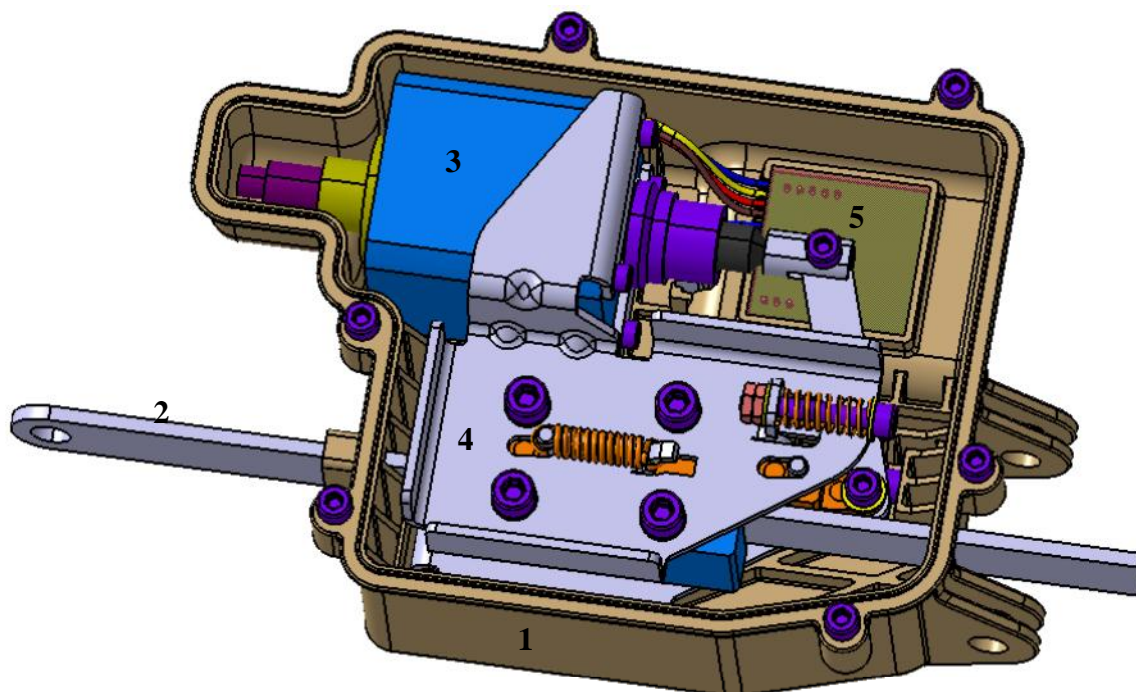
Obr. 3.10 – Pohled na sestavu dveřní brzdy (1) umístěnou uvnitř bočních dveří. Vlevo na boku dveří jsou vidět otočné panty (2), za které jsou dveře připojeny ke karoserii automobilu. Boční dveře (3) jsou zde zobrazeny bez polstrování.



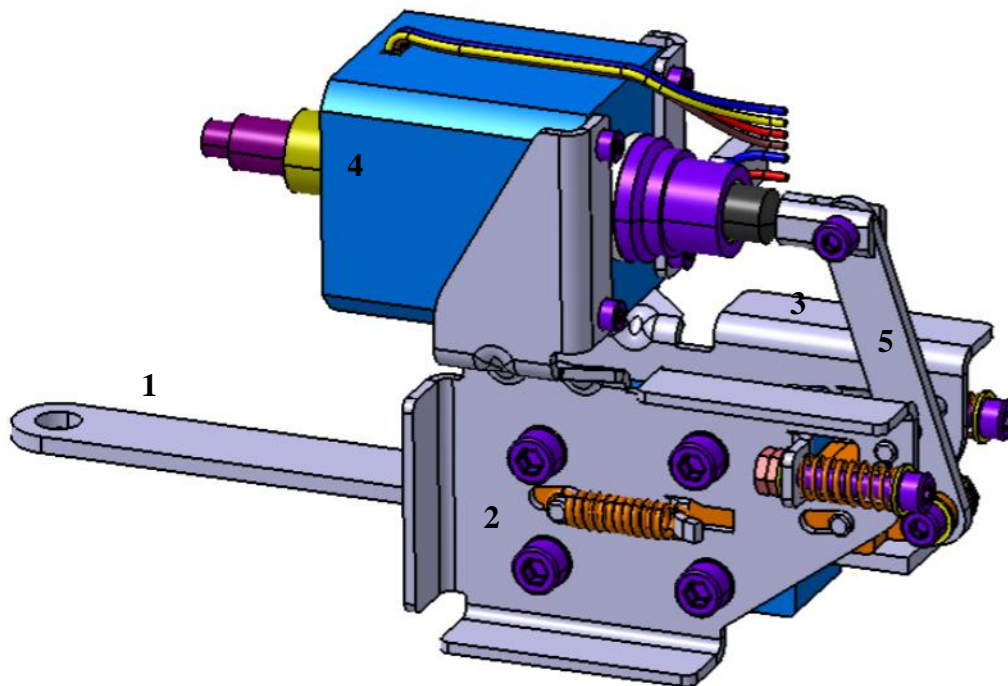
Obr. 3.11 – Pohled na sestavu dveřní brzdy. Táhlo (1) má jeden konec otočně připojen ke karoserii automobilu. Celá sestava bude připojena k bočním dveřím pomocí otočného uložení (2). Cover (3) je připevněn k Housingu (4) pomocí šesti šroubů M4x14 (5).



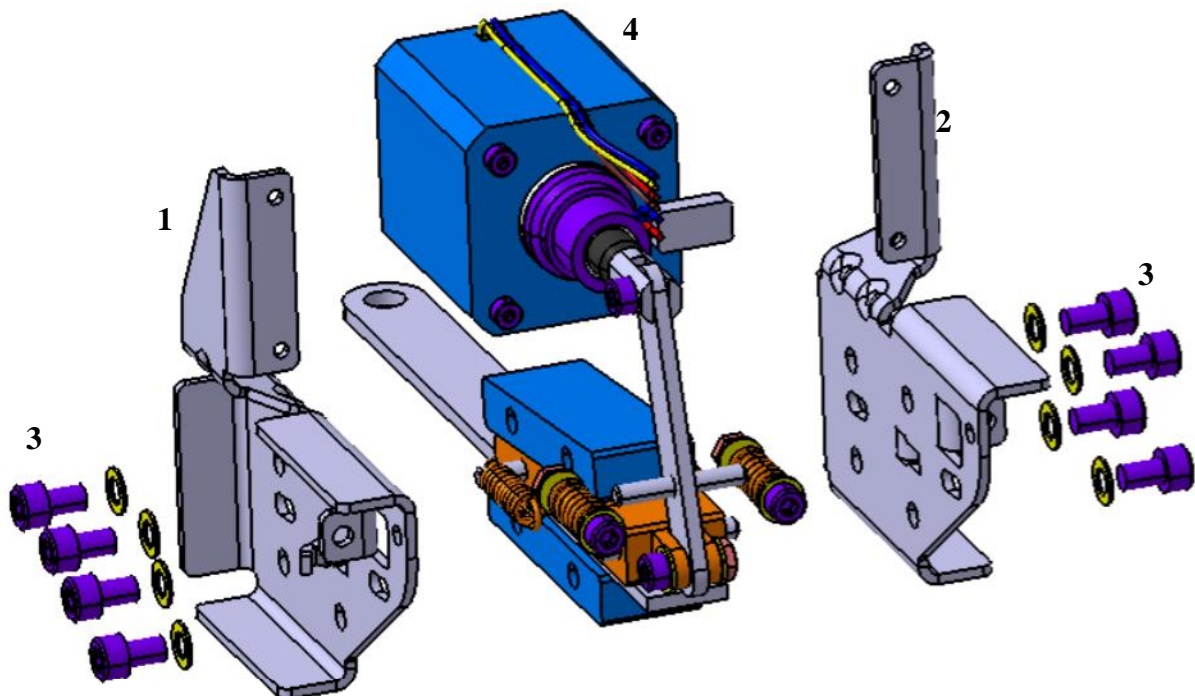
Obr. 3.12 – Rozpad sestavy. V Housingu (1) je uložen celý brzdný mechanismus (2), správnou polohu mechanismu v Housingu zajišťují styčné a vodící plochy, které jsou vytvořeny jak na Housingu tak na Coveru (3), tyto dva díly společně přenášejí brzdovou sílu od mechanismu na boční dveře. Cover je k Housingu přišroubován šesti šrouby M4x14 (4).



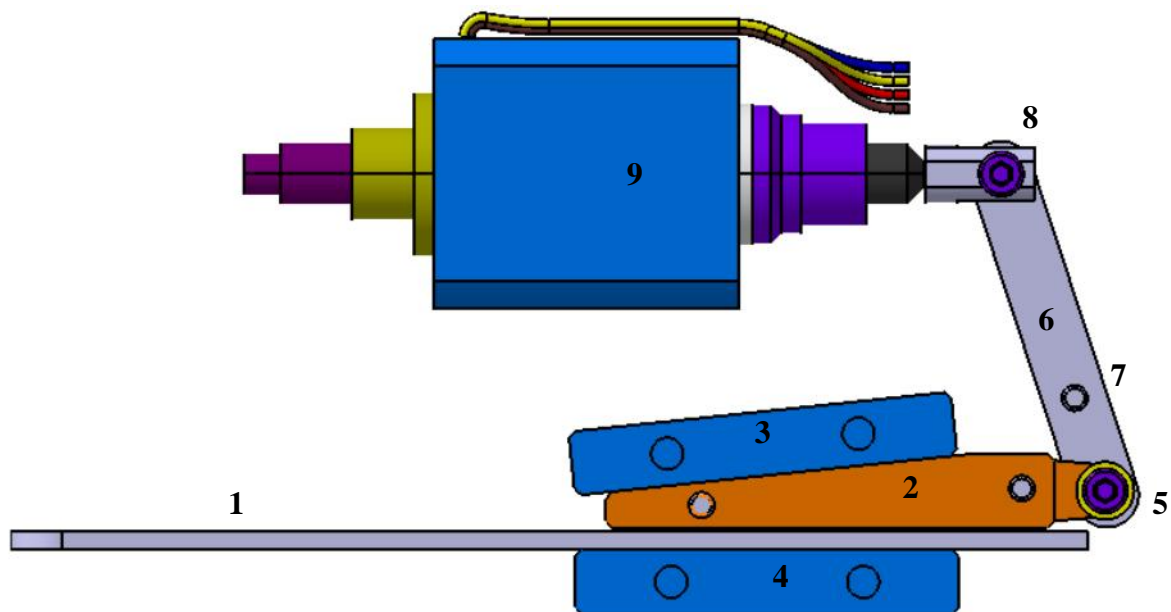
Obr. 3.13 – Pohled na sestavu dveřní brzdy bez Coveru. V Housingu (1) je uložen celý brzdný mechanismus (4), který je uložen letmo v lyžinách aby se mohl pohybovat ve směru táhla (tato funkce bude vysvětlena v další části práce). Pohon mechanismu zajišťuje lineární elektromotor (3). Řízení brzdy obstarává tištěný spoj PCB (Printed Circuit Board), (5), z kterého jsou vyvedeny ocelové piny skrz otvory v Housingu do dvou konektorů.



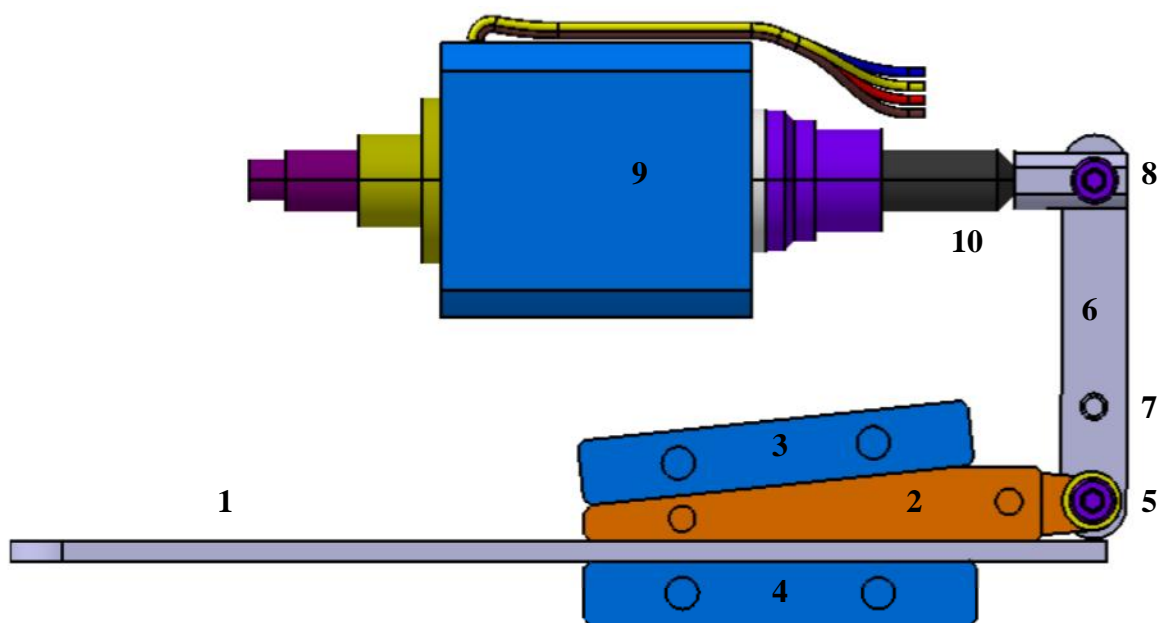
Obr. 3.14 – Samotný brzdňý mechanismus s nosnými částmi. Táhlo (1) prochází celým mechanismem. Celý mechanismus je upevněn mezi dvěma plechy (2) a (3), plechy působí jako nosné části přenášející vnitřní reakce mezi součástmi mechanismu, ale přenášejí i brzdňou sílu na Housing a Cover. Lineární elektromotor (4) ovládá přes páku (5) mechanismus brzdy.



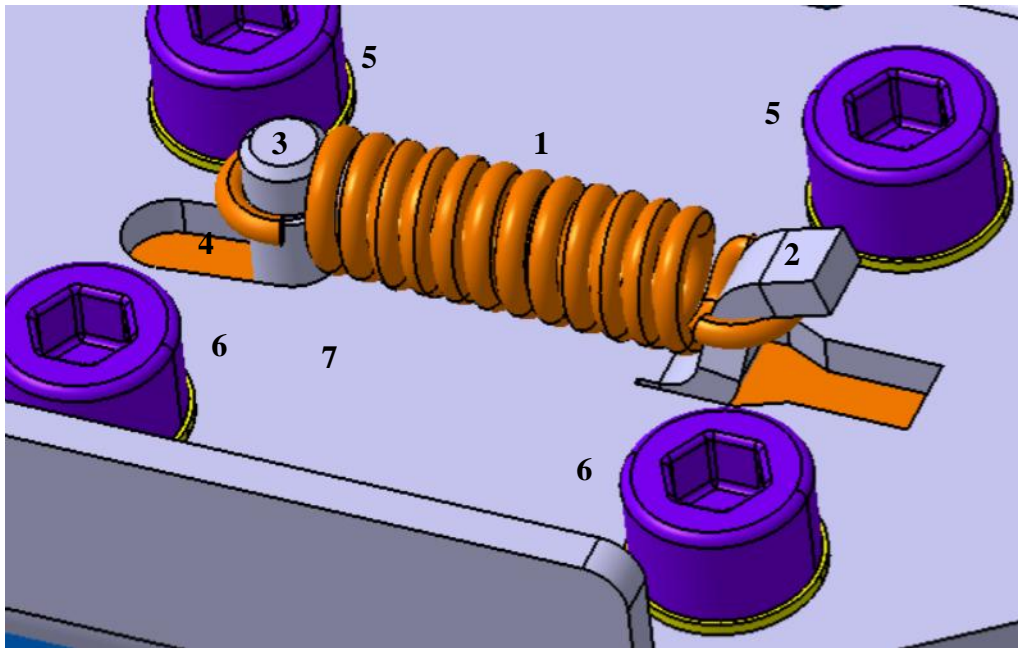
Obr. 3.15 – Rozpad části brzdňého mechanismu. Rozpad mechanismu byl pro lepší pochopení čtenáře proveden na dvě části. K nosným plechům (1) a (2), je osmi šrouby M4x8 (3) připevněn celý funkční brzdňý mechanismus (4).



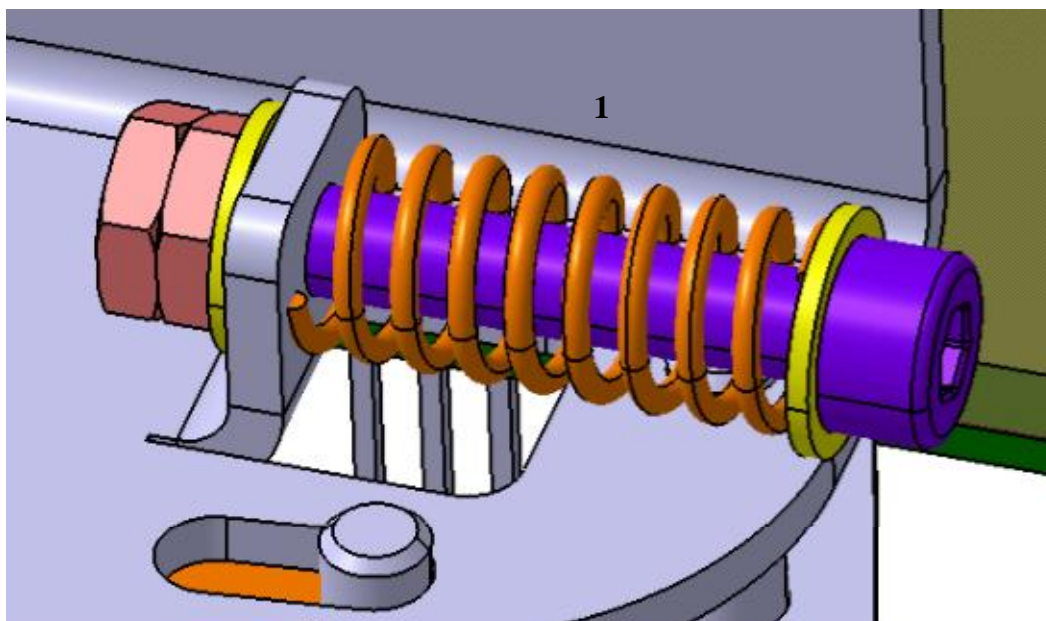
Obr. 3.16 – Pohled na vnitřní mechanismus brzdy, kdy je brzda neaktivní. Táhlo (1) se při otevírání dveří vysouvá směrem doleva. Klín (2) je umístěn mezi táhlem, horním obložením (3) a dolním obložením (4). Klín je přes otočný čep (5) spojen s pákou (6), která je otočně uložena v čepu (7). Páka je připojena přes otočný čep (8) s výsuvnou částí lineárního elektromotoru (9). Brzda je zde zobrazena v neaktivním stavu.



Obr. 3.17 – Pohled na vnitřní mechanismus brzdy kdy je brzda aktivní. Elektromotor (9) je aktivní, jeho výsuvná část (10) se vysunula a přes páku (6) zasunula klín (2) mezi horní obložení (3) a táhlo (1). Táhlo se zapřelo o dolní obložení (4) a vzniklým třením se táhlo zastavilo.

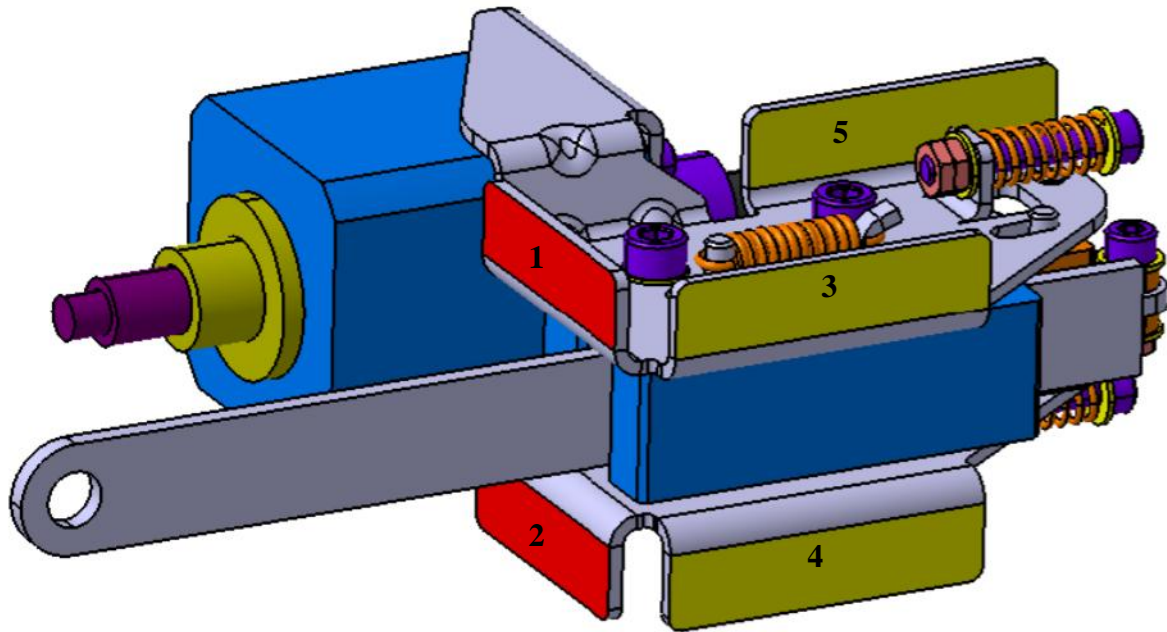


Obr. 3.18 – Detailní pohled na tažnou pružinu (1), která je na jednom konci zaháknuta za prostřih v plechu (2) a na druhém konci za vodící čep (3), který je zašroubovaný do klínu (4). Pružina má za funkci pomáhat elektromotoru s vytažením klínu ze sevření při deaktivaci brzdy. Pružiny jsou dvě, na každé straně jedna. Na obrázku lze také pozorovat šrouby (5) a (6), které procházejí plechem (7) a jsou zašroubované do horního respektive dolního obložení.

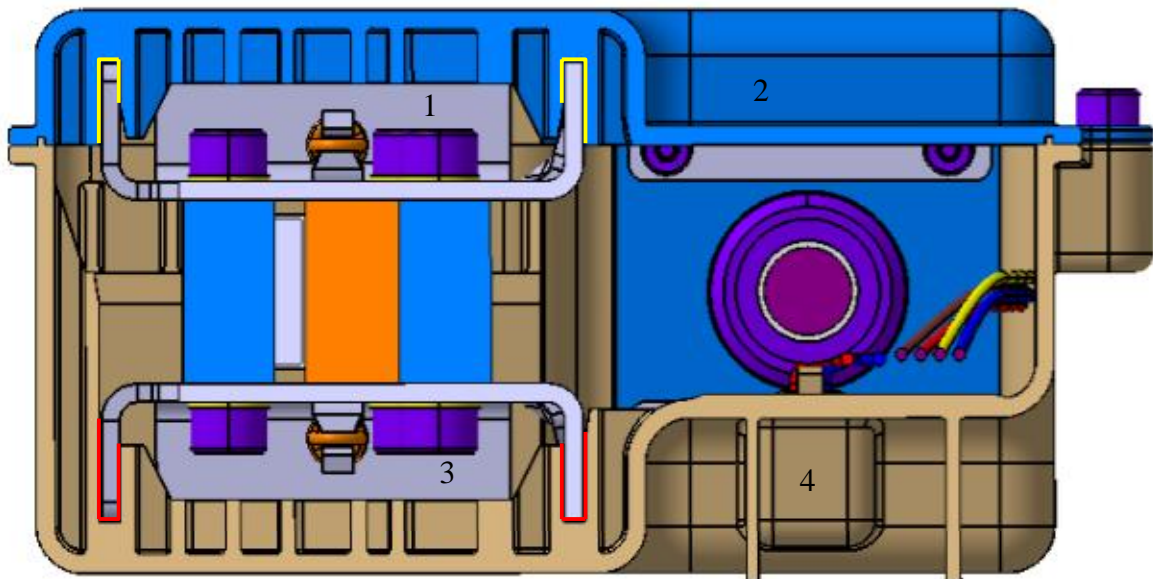


Obr. 3.19 – Detailní pohled na tlačnou pružinu (1), která má za úkol vracet brzdný mechanismus zpět do původní polohy z koncové polohy posunu. Koncovou polohou je na mysli poloha, do které se dostane mechanismus vlivem uživatele. Pokud chce uživatel deaktivovat brzdu, zatáhne dveřmi zpět k sobě, tím se zabrzděný mechanismus přesune do koncové polohy, kde sepné snímač a brzda se deaktivuje. Tlačná pružina má za úkol vracet mechanismus z této polohy do výchozí. Pružiny jsou na každé straně jedna.

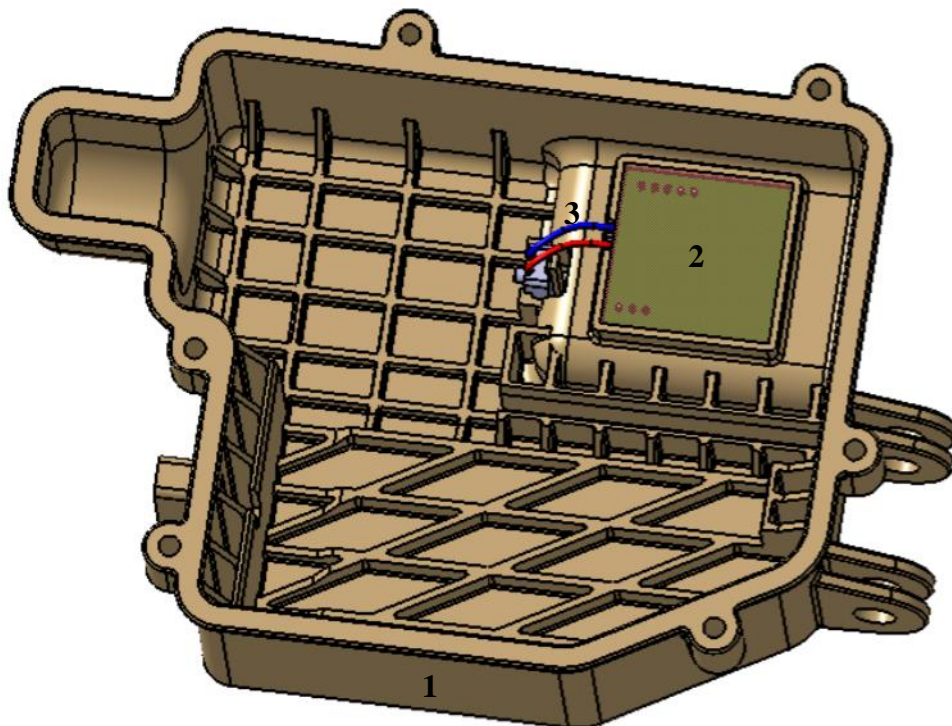




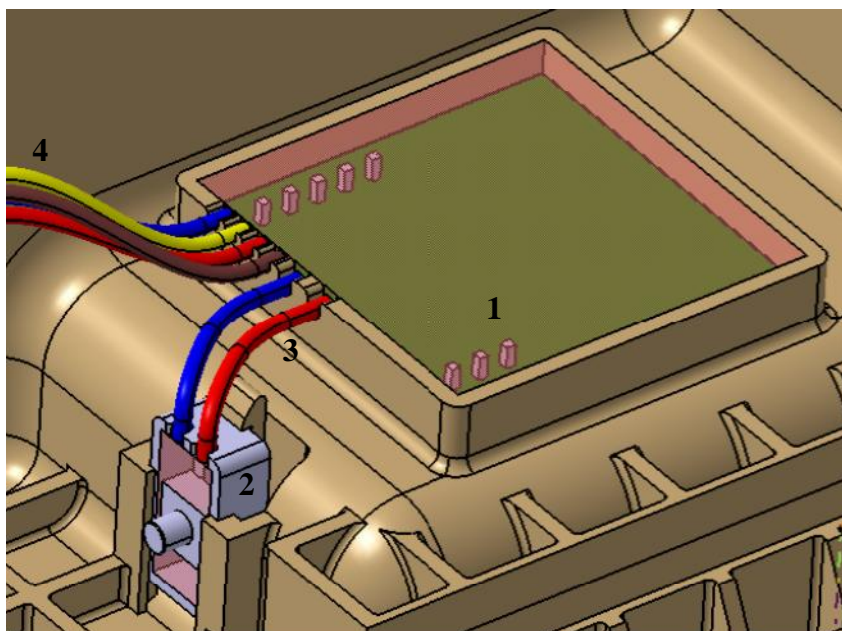
Obr. 3.20 – Pohled na brzdňý mechanismus. Červeně zvýrazněné plochy (1) a (2) jsou plochy, pomocí kterých se přenáší brzdňá síla mechanismu do Housingu respektive Coveru. Žlutě zvýrazněné plochy (3), (4) a (5) jsou styčné plochy, které slouží jako vedení mechanismu v Housingu a Coveru.



Obr. 3.21 – Řez sestavou, kde lze pozorovat, jak je celý mechanismus uložen v Housingu a Coveru. Žlutou barvou jsou zvýrazněny vodící plochy mezi horním plechem (1) a Coverem (2). Červenou barvou jsou zvýrazněny vodící plochy mezi dolním plechem (3) a Housingem (4).

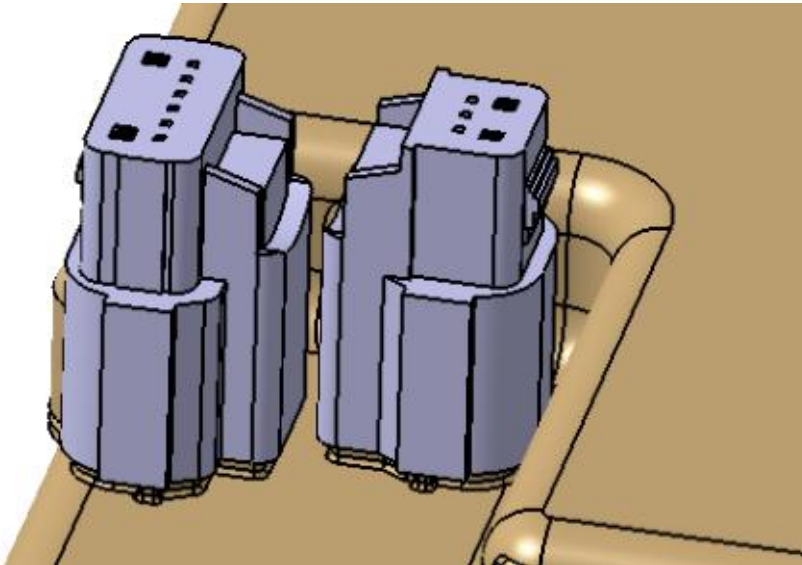


Obr. 3.22 – Pohled na Housing (1) bez brzděného mechanismu zřetelně je vidět žebrování, které napomáhá k celkové tuhosti dílu. Housing totiž musí přenést brzděnou sílu z brzděného mechanismu na boční dveře. PCB (2) je zalito v zalévací hmotě (Bectron MR3404), ta chrání PCB proti vodě a vzdušné vlhkosti, tím zajišťuje voděodolnost zařízení. Z PCB vedou 2 kabely do mikrosplínače (3).

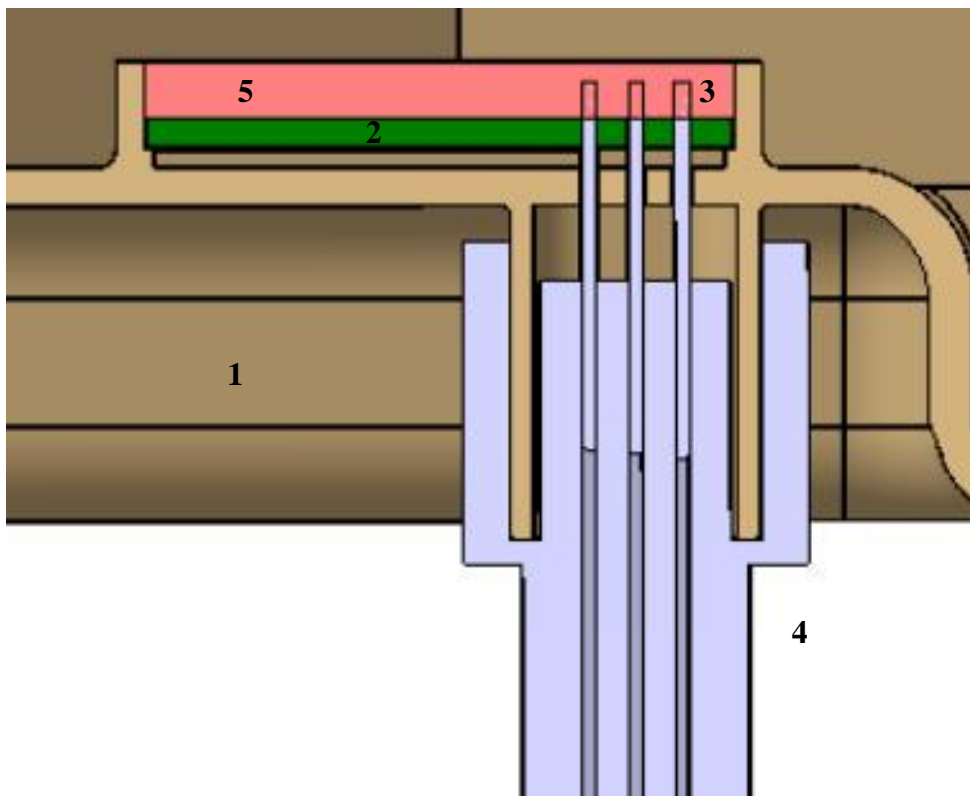


Obr. 3.23 – Detailní pohled na umístění PCB zalité v zalévací hmotě (1). Na PCB jsou napájeny 2 kabely (3), které jsou vyvedeny z boku uložení PCB a vedou do uložení mikrosplínače. Ten je napájen na dvou ocelových pinech a k těm připájeny oba spojovací kabely. Mikrosplínač společně s piny je uložen v malém plastovém housingu (2) a zalit zalévací hmotou, je tedy vodotěsný. Funkce mikrosplínače bude vysvětlena v další části práce.

Na PCB jsou napájeny další 4 kabely (4) které slouží jako napájení a ovládání lineárního elektromotoru.



Obr. 3.24 – Detailní pohled na oba Molex konektory



Obr. 3.25 – Řez Housingem (1), kde lze zřetelně vidět jak z PCB (2) vycházejí piny (3) skrze Housing (1) do Molex konektoru (4), celé PCB je zalito zalévací hmotou (5).

## 4 Výpočty

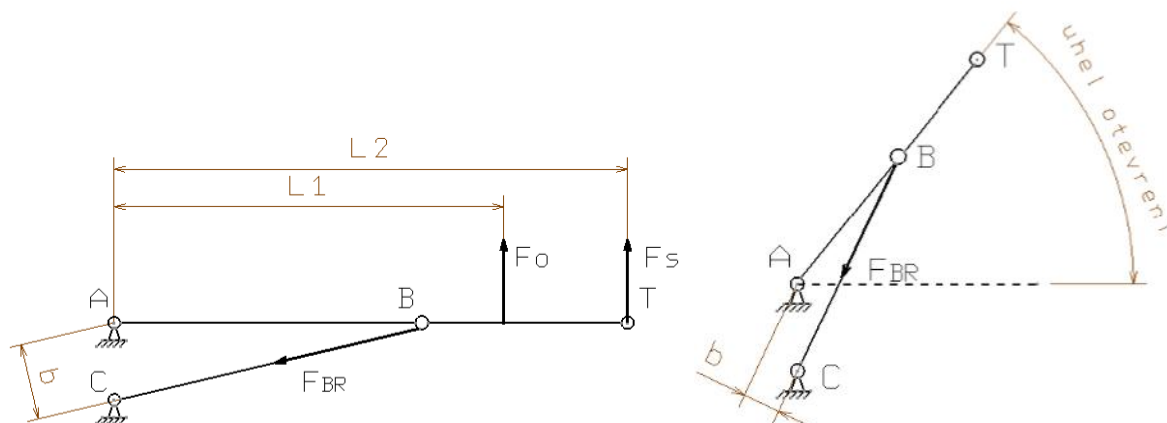
### 4.1 Výpočet ovládacích sil a reakcí

Výpočet ovládacích sil a reakcí byl proveden pro obecné boční dveře automobilu, pro konkrétní aplikaci dveřní brzdy bude nutno výpočty přepočítat dle konkrétních parametrů dveří. Velikosti sil byly zaokrouhleny na jedno desetinné místo.

#### 4.1.1 Vstupní parametry

Vstupní parametry vycházejí z geometrie obecných dveří a jejich odhadované hmotnosti. Jako vstupní parametr byla dále zvolena rychlost otevírání dveří a otevírací síla, kterou působí uživatel.

Pro lepší zobrazení a pochopení úlohy bylo vytvořeno jednoduché schéma dveří a brzdy. Rozteč mezi táhlem a otočným pantem dveří se v průběhu otevírání mění, jde od svého maxima po své minimum. Minimální rozteč činí 40mm.



Obr. 4.1 – Schéma bočních dveří a dveřní brzdy

- A - otočný pant dveří
- B - otočně spojení brzdy s dveřmi
- C - otočné spojení brzdy s karosérií automobilu
- T - těžiště dveří
- L<sub>1</sub> - rameno síly F<sub>o</sub>
- L<sub>2</sub> - rameno síly F<sub>s</sub>
- b - rozteč mezi táhlem a pantem
- F<sub>o</sub> - otevírací síla
- F<sub>s</sub> - setrvačná síla
- F<sub>BR</sub> - brzdná síla
- m - hmotnost dveří
- a - zrychlení, které působí na dveře při brzdění

$$b = 40 \text{ mm}$$

$$L_1 = 350 \text{ mm}$$

$$L_2 = 430 \text{ mm}$$

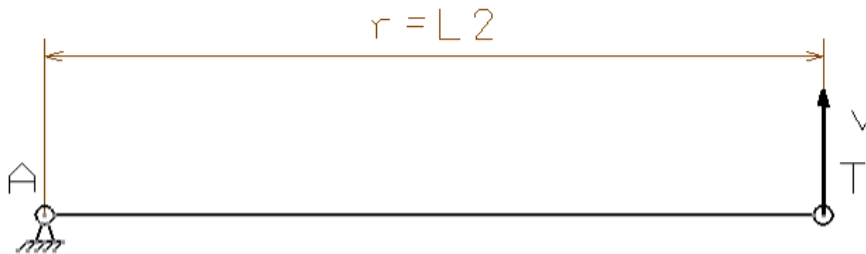
$$m = 35 \text{ Kg}$$

$$F_o = 15 \text{ N}$$

$$F_s = m * a$$

Předpokládá se, že uživatel otevře dveře do úhlu  $75^\circ$  za 1,5 sekundy, to znamená, že úhlová rychlost  $\omega$  bude  $50^\circ/s$ .

$$\omega = 50 \frac{^\circ}{s} = 0,873 \frac{rad}{s}$$



Obr. 4.2 – Schéma hmotného bodu zastupujícího hmotu dveří otáčejícího se kolem bodu A.

Rychlost hmotného bodu reprezentujícího hmotu dveří.

$$r = L_2 = 430 \text{ mm}$$

$$v = \omega * r = 0,873 * 0,43 = 0,375 \frac{m}{s}$$

Předpokládá se, že hmotný bod reprezentující hmotu dveří zabrzdí dveřní brzda na vzdálenosti 40mm.



Obr. 4.3 – Schéma brzdné vzdálenosti

$$x = 40 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{x}{r} = \frac{0,04}{0,43} = 0,093 \text{ rad}$$

Předpokládaný čas zastavení dveří.

$$t = \frac{\alpha}{\omega} * 2 = \frac{0,093}{0,873} * 2 = 0,213 \text{ s}$$

Dveře při zastavování vykonávají rovnoměrně zpomalený pohyb.

$$v = v_0 - a * t$$

Jelikož na konci rovnoměrně zpomaleného pohybu bude rychlost dveří rovna 0, můžeme vzorec upravit a vypočítat tak potřebné zpomalení.

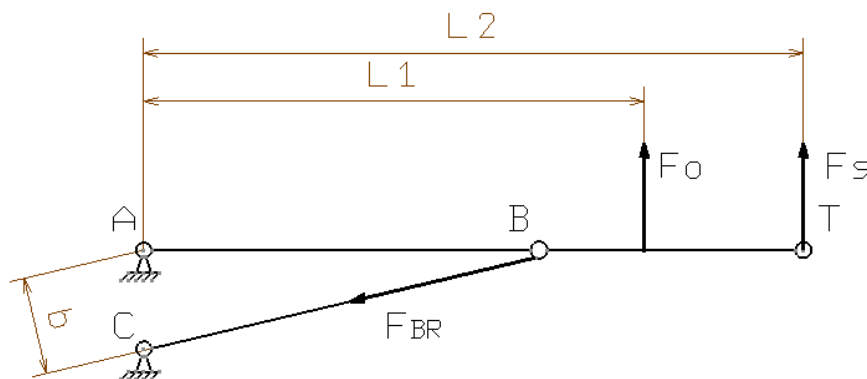
$$a = \frac{v}{t} = \frac{0,375}{0,213} = 1,76 \frac{m}{s^2}$$

Kontrola správnosti výpočtu. Hodnota  $x$  se musí rovnat  $x_1$ .

$$x_1 = v * t - \frac{1}{2} * a * t^2 = 0,375 * 0,213 - \frac{1}{2} * 1,76 * 0,213^2 = 0,04 \text{ m} = 40 \text{ mm}$$

#### 4.1.2 Momentová podmínka k bodu A

Nyní jsou vypočteny všechny hodnoty potřebné k výpočtu brzdě síly, reakcí v uložení a ovládací síly.



Obr. 4.4 – Schéma bočních dveří a dveřní brzdy

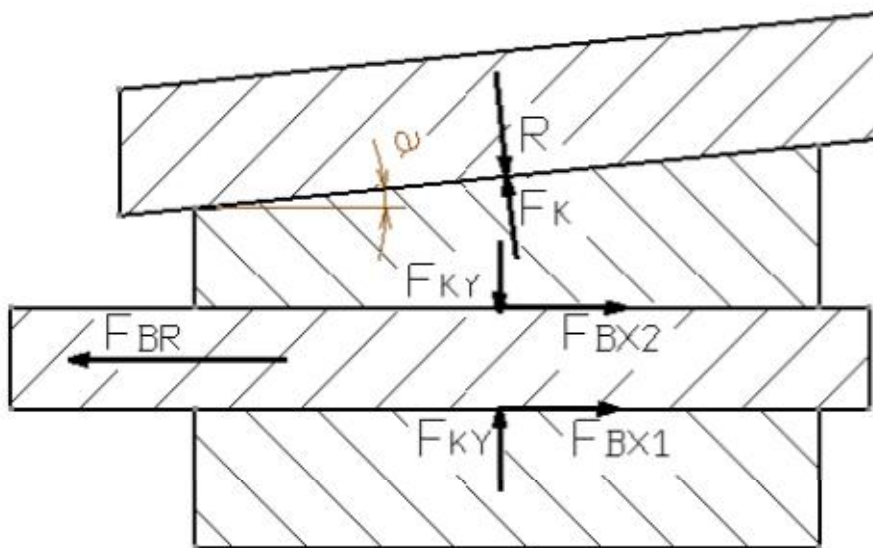
Momentová podmínka vychází z rovnosti momentů k bodu A.

$$F_O * L_1 + F_S * L_2 - F_{BR} * b = 0$$

$$F_O * L_1 + m * a * L_2 - F_{BR} * b = 0$$

Brzdě síla, kterou je potřeba vyvinout k zastavení dveří.

$$F_{BR} = \frac{F_O * L_1 + m * a * L_2}{b} = \frac{15 * 0,35 + 35 * 1,76 * 0,43}{0,04} = 793,5 \text{ N}$$



Obr. 4.5 – Schéma mechanismu dveřní brzdy

Brzdná síla  $F_{BR}$  se rozdělí na dvě síly  $F_{BX1}$  a  $F_{BX2}$ , jsou to třecí síly mezi táhlem a klínem, respektive táhlem a dolním obložím.

$$F_{BX1} = \frac{F_{BR}}{2} = \frac{793,5}{2} = 396,8 \text{ N}$$

$$F_{BX2} = \frac{F_{BR}}{2} = \frac{793,5}{2} = 396,8 \text{ N}$$

Tyto síly vzniknou třením při silovém styku součástí. Proto je třeba zjistit koeficient tření při styku ocel-ocel. A dále také úhel sklonu klínu.

$$f_t = 0,15$$

$$\varphi = 6^\circ = 0,105 \text{ rad}$$

Síla, která vyvolá třením sílu  $F_{BX1}$ , je kolmá na tuto sílu a značí se  $F_Y$ . Indexy X a Y u počítaných sil jsou směry os v kterých tyto síly působí.

$$F_{KY} = \frac{F_{BX2}}{f_t} = \frac{396,8}{0,15} = 2645,3 \text{ N}$$

$$F_{KX} = F_{KY} * \tan(\varphi) = 2645,3 * \tan(6) = 278 \text{ N}$$

$$F_K = \sqrt{F_{KX}^2 + F_{KY}^2} = \sqrt{278^2 + 2645,3^2} = 2659,9 \text{ N} = 2660 \text{ N}$$

Silový účinek  $R$  vychází z pravidla akce a reakce, je to stejně velká, opačně orientovaná síla jako  $F_K$ .

$$R = F_K = 2660 \text{ N}$$

$$R_X = R * \sin \varphi = 2660 * \sin(6) = 278 \text{ N}$$

$$R_Y = R * \cos \varphi = 2660 * \cos(6) = 2645 \text{ N}$$

Silový účinek  $R$  vyvolá třecí sílu mezi táhlem a horním obložím  $T_R$ .

$$T_R = f_t * R = 0,15 * 2660 = 399 \text{ N}$$

$$T_{RX} = T_R * \cos \varphi = 319,2 * \cos(6) = 396,8 \text{ N}$$

$$T_{RY} = T_R * \sin \varphi = 319,2 * \sin(6) = 41,7 \text{ N}$$

Minimální síla potřebná k zatlačení klínu.

$$F_P = F_{KX} = 278 \text{ N}$$

Minimální síla potřebná k vytáhnutí klínu.

$$F_{PV} = T_{RX} + F_{BX2} = 396,8 + 396,8 = 796,5 \text{ N}$$

Na klín budou působit dvě tažné pružiny, které stíží zatlačení klínu do pozice, ale ulehčí vytahování klínu ze sevření. Síla pružin.

$$F_{pr} = \frac{F_{PV} - F_P}{2} = \frac{796,5 - 278}{2} = 257,7 \text{ N}$$

Síla potřebná k zatlačení klínu s pružinami.

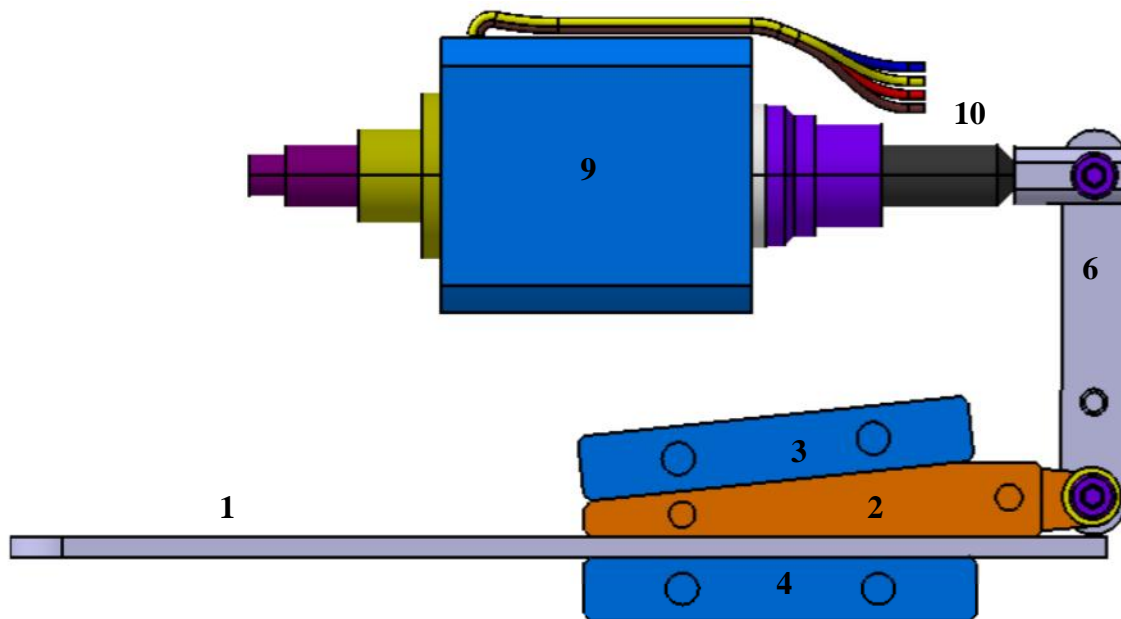
$$F_{Ppr} = F_{KX} + F_{pr} = 278 + 257,8 = 535,8 \text{ N}$$

Síla potřebná k vytáhnutí klínu s pružinami.

$$F_{PVpr} = F_{PV} - F_{pr} = 796,5 - 257,7 = 535,8 \text{ N}$$



#### 4.1.3 Síla potřebná od lineárního elektromotoru



Obr. 4.6 – Pohled na vnitřní mechanismus brzdy kdy je brzda aktivní. Elektromotor (9) je aktivní, jeho výsuvná část (10) se vysunula a přes páku (6) zasunula klín (2) mezi horní obložení (3) a táhlo (1). Táhlo se zapřelo o dolní obložení (4) a vzniklým třením se táhlo zastavilo.

Síla jako výstup z elektromotoru  $F_M$  je přepákována přes páku 35/15 mm.

$$k = 15 \text{ mm}$$

$$l = 35 \text{ mm}$$

Momentová podmínka.

$$F_{PVpr} * k - F_M * l = 0$$

Minimální síla potřebná od elektromotoru.

$$F_M = \frac{F_{PVpr} * k}{l} = \frac{535,8 * 0,015}{0,035} = 229,6 \text{ N}$$

Maximální síla, kterou bude motor překonávat po většinu zdvihu, důležitý parametr pro volbu elektromotoru.

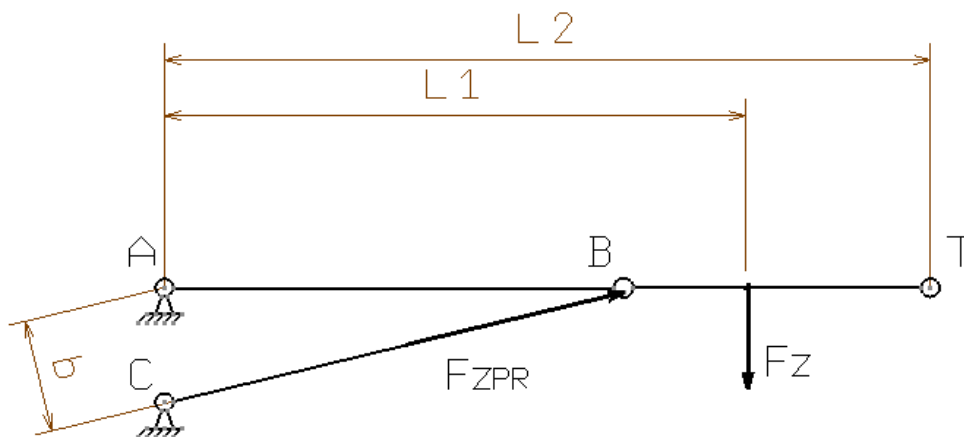
$$F_{Mbez} = \frac{F_{pr} * k}{l} = \frac{257,7 * 15}{35} = 110,5 \text{ N}$$

Reakce v uložení páky.

$$R_{páka} = F_M + F_{PVpr} = 229,6 + 535,8 = 765,4 \text{ N}$$

#### 4.1.4 Zpětný pohyb dveří – přetlačení pružiny

Předpokládá se, že uživatel bude při zavírání působit stejnou silou jako při otevírání dveří.  $F_Z = 15 \text{ N}$ .



Obr. 4.7 – Schéma bočních dveří při zavírání.

$$F_Z = 15 \text{ N}$$

Momentová podmínka.

$$F_Z * L_1 - F_{ZPR} * b = 0$$

$$F_{ZPR} = \frac{F_Z * L_1}{b} = \frac{15 * 0,35}{0,04} = 131,3 \text{ N}$$

Síla pružin tlačících proti zpětnému pohybu dveří, musí být menší, než 131,3 N. Volí se hodnota 50 N.

Vzhledem k tomu, že vypočtené hodnoty sil a reakcí budou vstupní podmínky do MKP výpočtů, některé z těchto sil se budou ještě dále násobit dynamickým koeficientem, bližší upřesnění je v kapitole MKP výpočty.

V případě aplikace tohoto konceptu na konkrétní automobil, je nutné přepočítat ovládací síly a reakce dle konkrétních vstupních parametrů. Případně lze volit jiné materiály obložení, které mají jiné třecí vlastnosti.

## 4.2 Volba materiálů

Volba materiálů se bude týkat plechového dílu, horního i dolního obložení, klínu, housingu a coveru. S ohledem na výrobu jednotlivých dílů byl zvolen jeden materiál pro horní obložení, dolní obložení a klín. Další materiál pro plechový díl, táhlo a páku. Vzhledem ke složitosti dílů a vyrobiteľnosti, bylo rozhodnuto, že housing a cover budou ze stejného materiálu. Oba díly se budou vyrábět vysokotlakým litím plastu do forem.

### 4.2.1 Horní, dolní obložení a klín

Vzhledem k namáhání součástí je vhodné použít jako materiál pro výrobu ocel. Vzhledem k rozměrům součástí je lze vyrobit z polotovaru ve formě plechu, který se dále obrobí. Běžně dostupné plechy těchto rozměrů jsou z materiálů:

S235JRC+N (1.0122) dle EN 10025-2

S355J2+N (1.0577) dle EN 10025-2

ocel	Re[MPa]	Rm[MPa]	HB
S235JRC+N	300	420	120
S355J2+N	355	470	x

Tab. 4.1 – Mechanické vlastnosti materiálů

Vzhledem k namáhání součástí byla zvolena ocel S235JRC+N (1.0122), i přestože má horší mechanické vlastnosti.

### 4.2.2 Plech, táhlo, páka

Plechový díl, který slouží jako nosný element celého brzdného mechanismu, bude vyroben z plechu o tloušťce 2 mm. S ohledem na zkušenosti a interní materiály firmy, byl vybrán plech S420MC (1.0980) dle EN 10149-2-1996. Jedná se o běžně dostupný plech s dobrými mechanickými vlastnostmi vhodný i pro případné povrchové úpravy.

ocel	Re[MPa]	Rm[MPa]
S420MC	420	500

Tab. 4.2 – Mechanické vlastnosti materiálu

### 4.2.3 Housing, cover

Vzhledem k použité technologii výroby housingu a coveru je možností výběru materiálu celá řada. Volba vychází z mechanických vlastností jednotlivých materiálů. Volba druhu použitého plastu vychází ze zkušeností a interních materiálů firmy. Nicméně volba toho správného druhu plastu podléhá výsledkům MKP výpočtů. Proto pro MKP výpočet byly zvoleny 2 materiály, na základě výsledků byl zvolen ten nejvhodnější. Jelikož se jedná o nosné součásti a namáhání na ně je vcelku vysoké, připadají v úvahu materiály s vyztužením skelnými vlákny. Materiály, které připadají v úvahu, jsou: PP-GF40 a PA6-GF30. Pro tyto dva materiály byly provedeny dvě simulace, jejichž výsledky jsou prezentovány v následující kapitole.

### PP-GF40

Polypropylén (PP) se snadno zpracovává, má nízkou hustotu a v porovnání s ostatními polymery je relativně levný. PP-GF40 je polypropylén vyztužený 30% skelných vláken, materiál tak dosahuje lepších mechanických vlastností a má širší uplatnění.

Kvalita různých druhů polypropylénu se během let zvyšovala a bude se i nadále zlepšovat. Poslední technický vývoj přinesl pevnější, čistější a průsvitnější druhy, což umožnilo získání většího podílu na trhu dalších polymerů, jako jsou ABS a PS.

Další vlastností polypropylénu je vynikající chemická odolnost vůči celé řadě chemických rozpouštědel, zásad a kyselin. PP se používá v mnoha aplikacích, ale jeho výraznou vlastností je možnost jeho použití na výlisky s panty jako např. uzávěry či pouzdra pro CD/DVD. Polypropylén lze zpracovávat s pomocí prakticky všech existujících postupů.

Hlavními oblastmi použití polypropylénu jsou:

- Balení potravin: kalíšky, tácky, košíčky.
- Extruze vláken.
- Nábytek: zahradní židle a stoly.
- Vybavení domácností: skladovací nádoby, krabice.
- Průmyslové obaly: lahve na čisticí prostředky, kbelíky a vědra.
- Víčka a uzávěry.

### PA (PA 6, PA 6.6) - polyamid

Polyamidy jsou polymery s dlouhým řetězcem obsahující amidové jednotky. Polyamidy patří mezi nejčastěji používanou skupinu plastů mezi technickými polymery. Je to způsobeno především jejich vynikajícím poměrem vlastností a ceny. Polyamidy se dělí na 2 hlavní typy: Polyamid 6 (PA6) a Polyamid 6.6 (PA 66). Polyamidy (PA 6, PA 6.6 a další) se běžně používají v řadě aplikací díky své extrémní odolnosti a pevnosti.

Hlavní vlastnosti polyamidů jsou:

- Odolnost pro stárnutí při vysokých teplotách a dlouhé době expozice.
- Vysoká tuhost a pevnost.
- Dobrá tuhost a pevnost i při nízkých teplotách.
- Vysoká hodnota toku pro snadné plnění forem.
- Vynikající chemická odolnost.
- Vysoká odolnost proti benzínu, mastným a aromatickým materiálům.

Hlavní oblasti použití PA 6, PA 66 a v automobilovém průmyslu:

- Vstupní vzduchové potrubí
- Hnací jednotka: Ozubené převody, spojky, napínače řetězů
- Kryty: Kryty motorů
- Vyfukovaná vzduchová potrubí
- Interiér: Komory na airbagy
- Exteriér: Mřížky, dvevní kliky, kryty kol, zrcátka

### 4.3 MKP výpočty

Metoda konečných prvků vznikla díky potřebě řešit složité úlohy z pružnosti a strukturní analýzy v inženýrské praxi. Metoda konečných prvků je založena na Lagrangeově principu: Těleso je v rovnováze, jestliže celková potenciální energie deformace soustavy je minimální. MKP nachází uplatnění v mnoha oborech při vývoji produktů, zpravidla v oblasti strojního inženýrství (např. letecký a automobilní průmysl, biomechanika). Některé moderní programy MKP obsahují specifické nástroje (tepelné, elektromagnetické, fluidní a strukturální simulace). MKP umožňuje detailní zobrazení struktur při ohýbání nebo kroucení, kompletní návrh, testování a optimalizaci ještě před vyrobením prototypu. Tento mocný nástroj pro navrhování výrazně zlepšil i úroveň technických výkresů a způsob konstruování v mnohých průmyslových aplikacích. Zavedení MKP se výrazně snížila doba, od původního návrhu k hotovému výrobku. Stručně řečeno, k výhodám MKP patří především virtuální prototypování, méně fyzických prototypů, rychlejší a méně nákladný konstrukční cyklus, zvýšení produktivity a snížení nákladů.

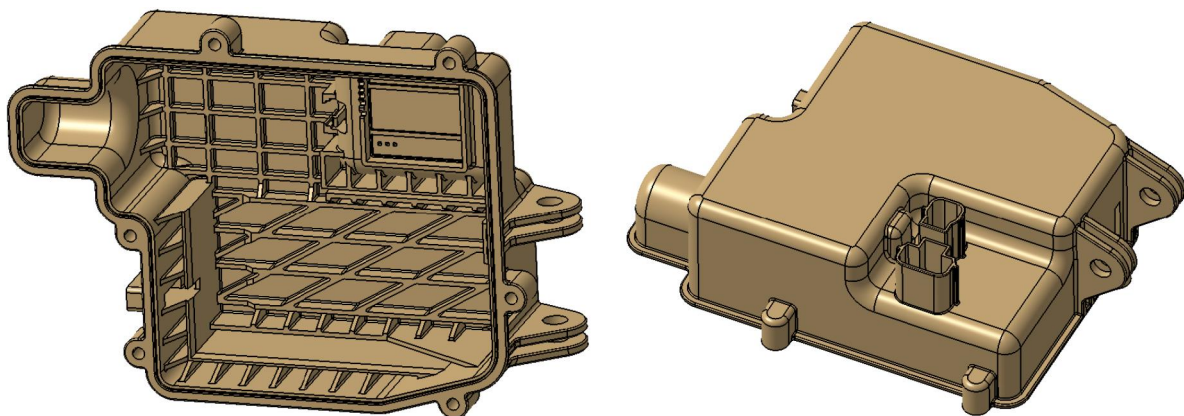
Pro výpočty pomocí metody konečných prvků byl použit software Catia V5R19, konkrétně modul Generative Structural Analysis.

#### 4.3.1 Geometrie součástí

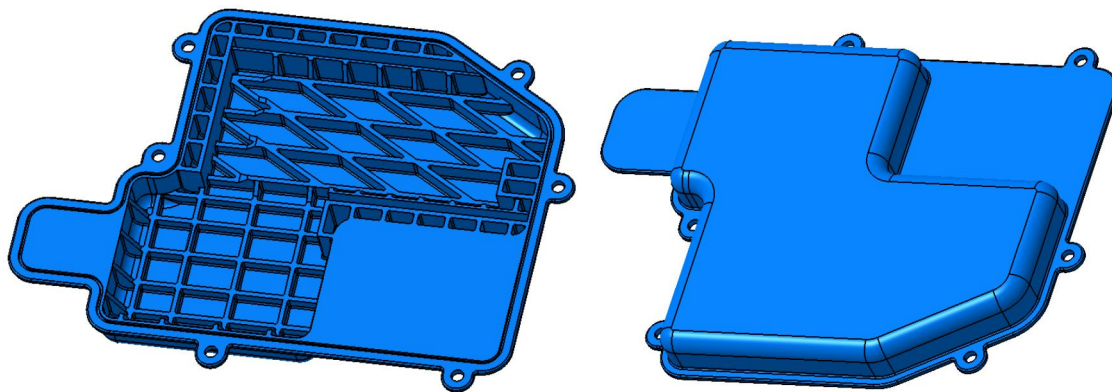
Vstupní data pro MKP výpočet jsou 3D modely jednotlivých dílů společně s vypočtenými silami a reakcemi. Pro tvorbu 3D modelů byl použit software Catia V5R19, modul Part Design a modul Generative Sheetmetal Design.

MKP výpočty byly provedeny na součástech:

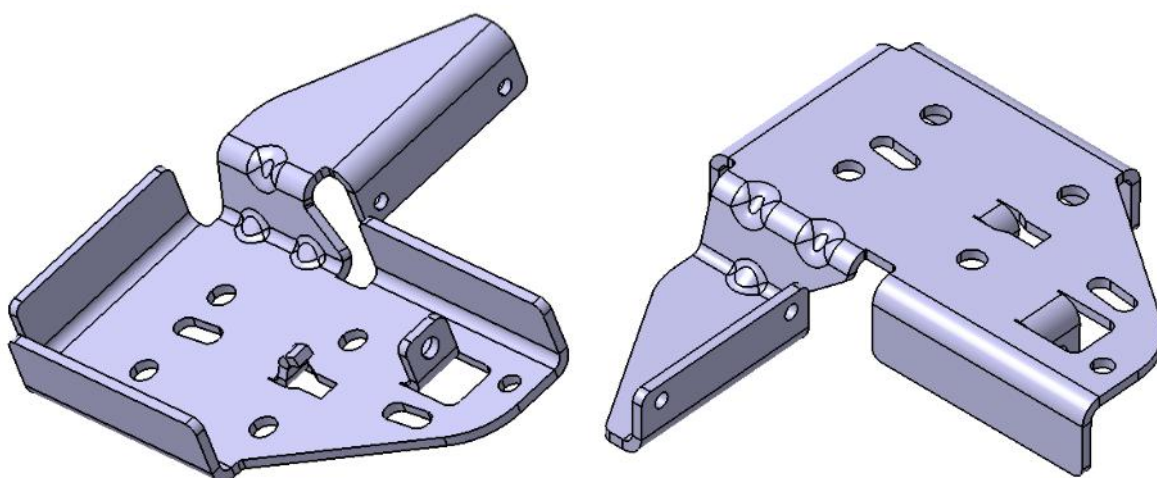
- housing
- cover
- plech
- horní obložení
- klín



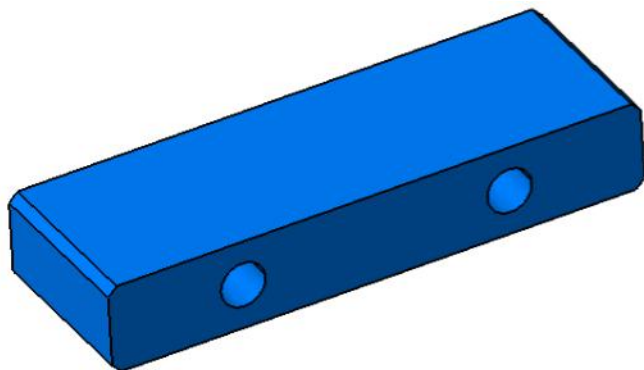
Obr. 4.8 – 3D model housingu



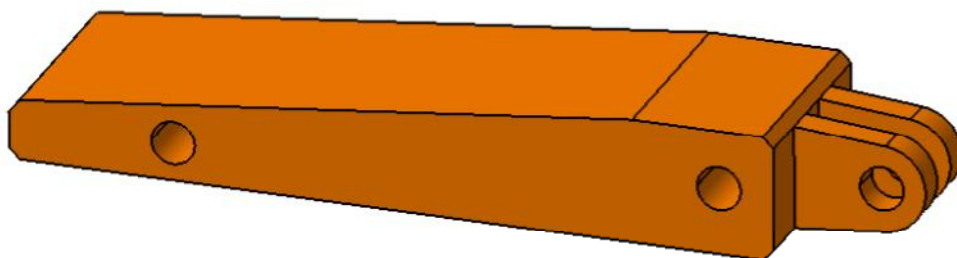
Obr. 4.9 – 3D model coveru



Obr. 4.10 – 3D model plechu



Obr. 4.11 – 3D model horního obložení



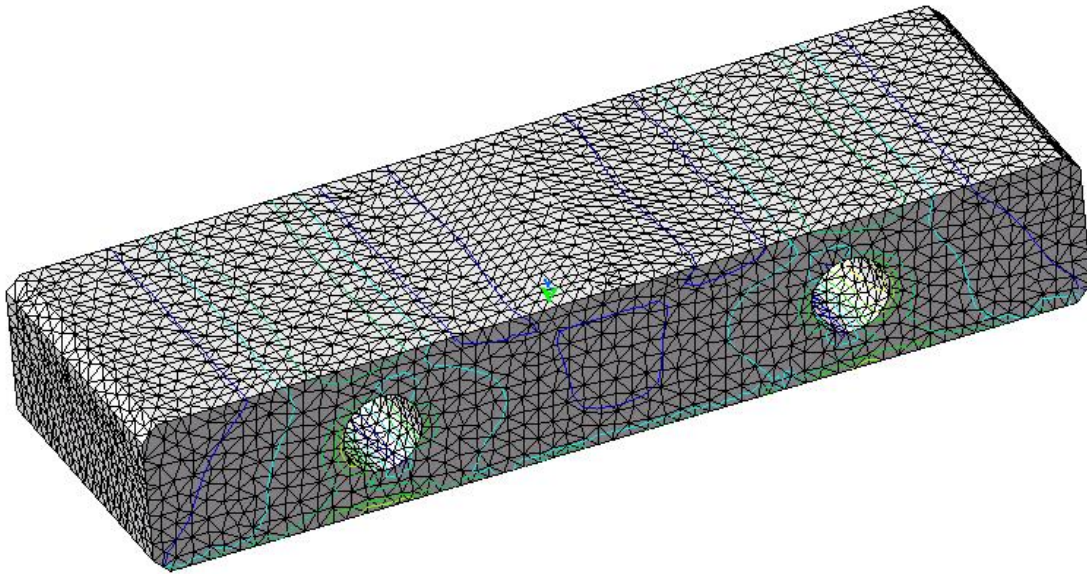
Obr. 4.12 – 3D model klínu

### 4.3.2 Sítování modelů

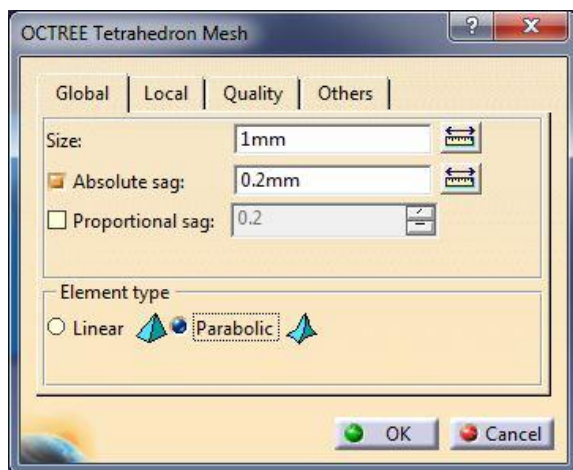
U všech modelů byl použit stejný typ sítě, a to elementy tetraedry, tedy pravidelnými čtyřstěny. Software Catia umožňuje na výběr tetraedry s lineárními hranami nebo parabolickými, byly vybrány parabolické hrany. Sítě u jednotlivých modelů se od sebe liší pouze velikostí elementů a maximálním rozdílem mezi sítí a 3D modelem (absolute sag).

#### Horní obložení

Velikost elementu: - 1 mm  
Maximální rozdíl oproti 3D modelu: - 0,2 mm



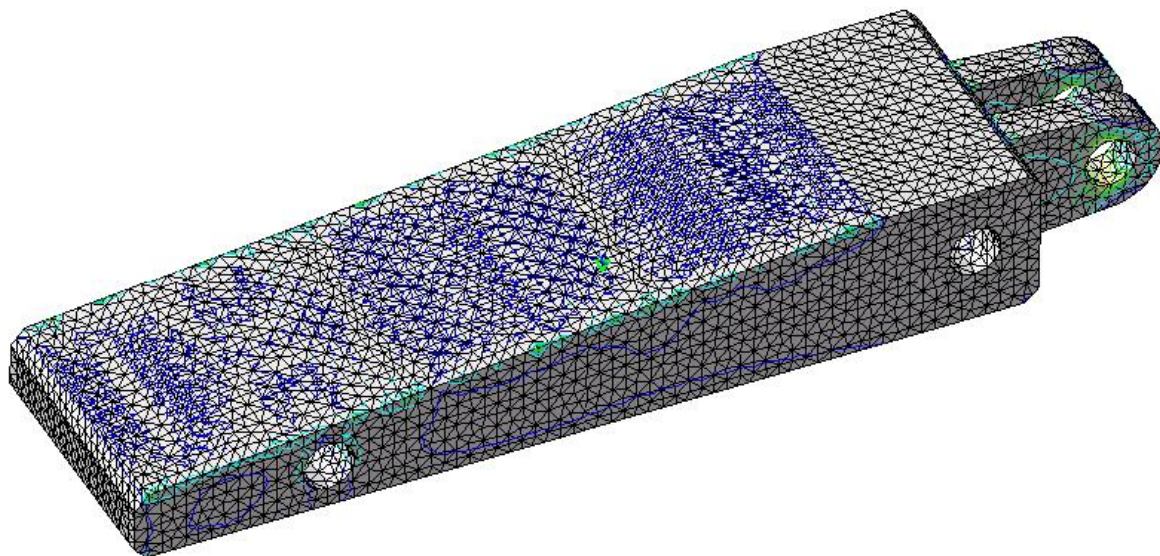
Obr. 4.13 – Nasítovaný model horního obložení



Obr. 4.14 – Možnosti nastavení sítě modelu

**Klín**

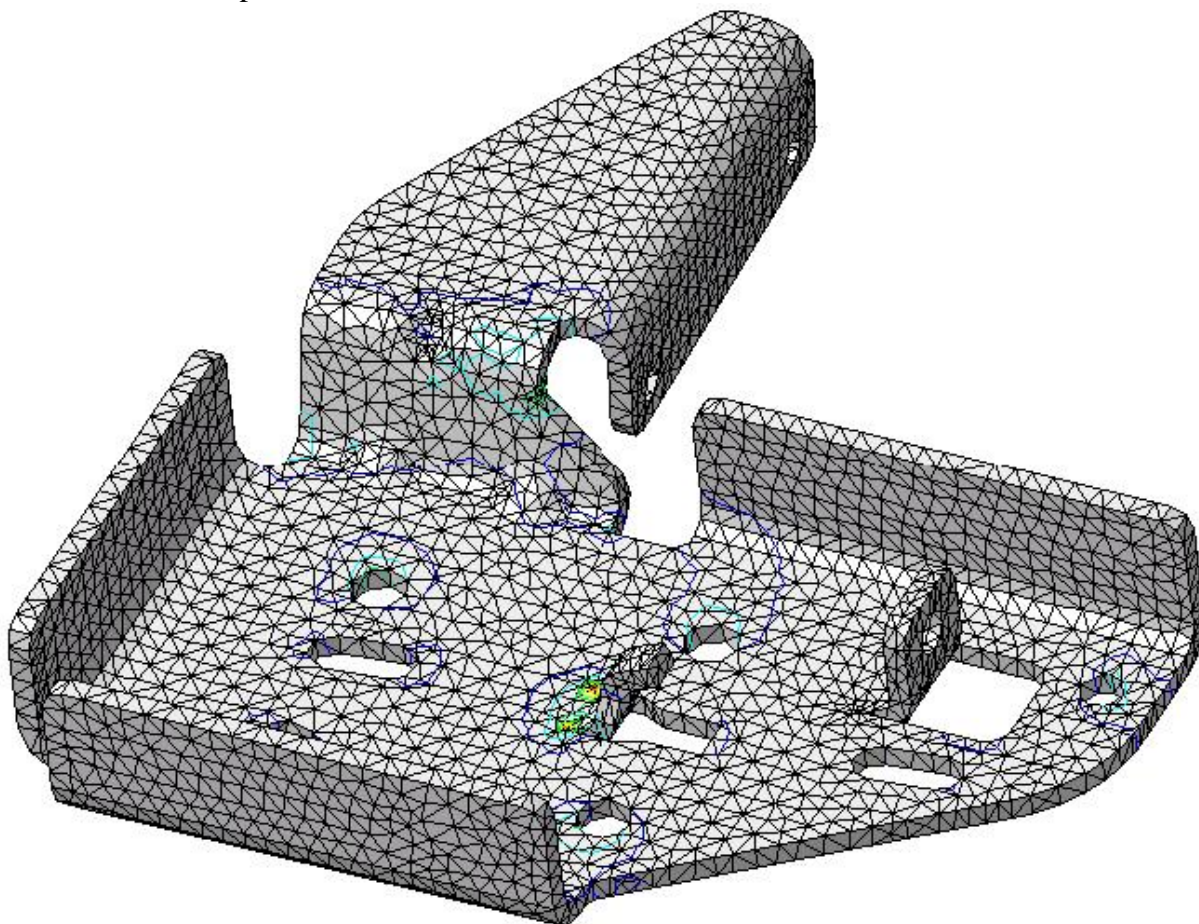
Velikost elementu: - 1 mm  
Maximální rozdíl oproti 3D modelu: - 0,2 mm



Obr. 4.15 – Nasíťovaný model klínu

**Plech**

Velikost elementu: - 2 mm  
Maximální rozdíl oproti 3D modelu: - 0,4 mm

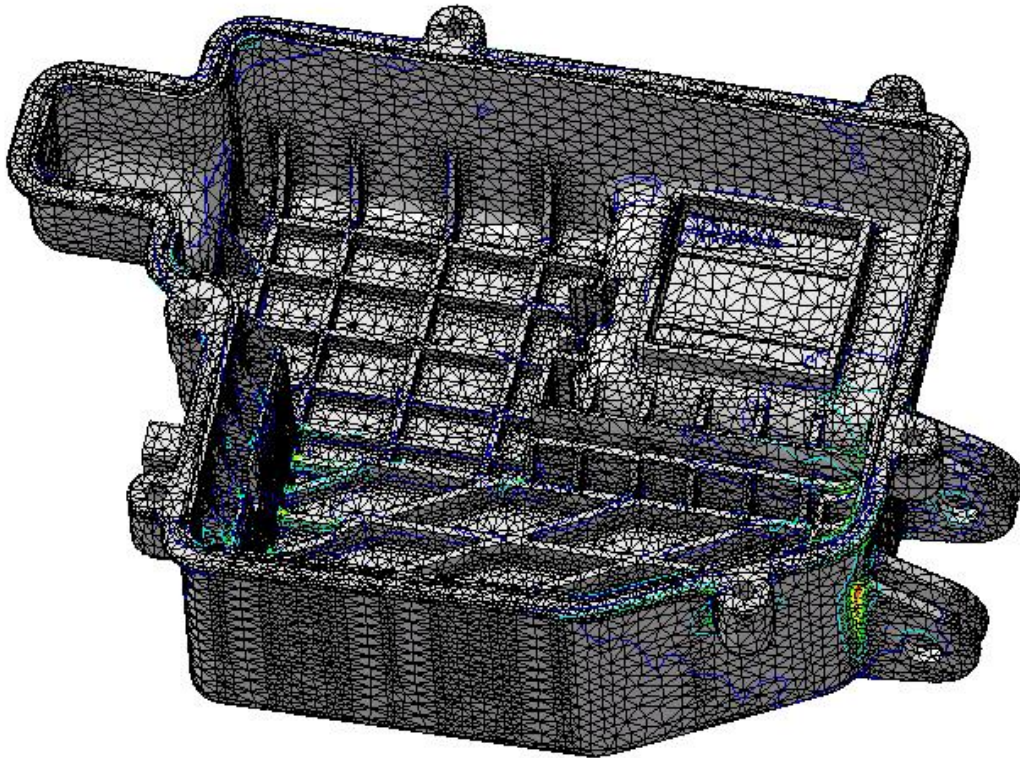


Obr. 4.16 – Nasíťovaný model plechu



### Housing

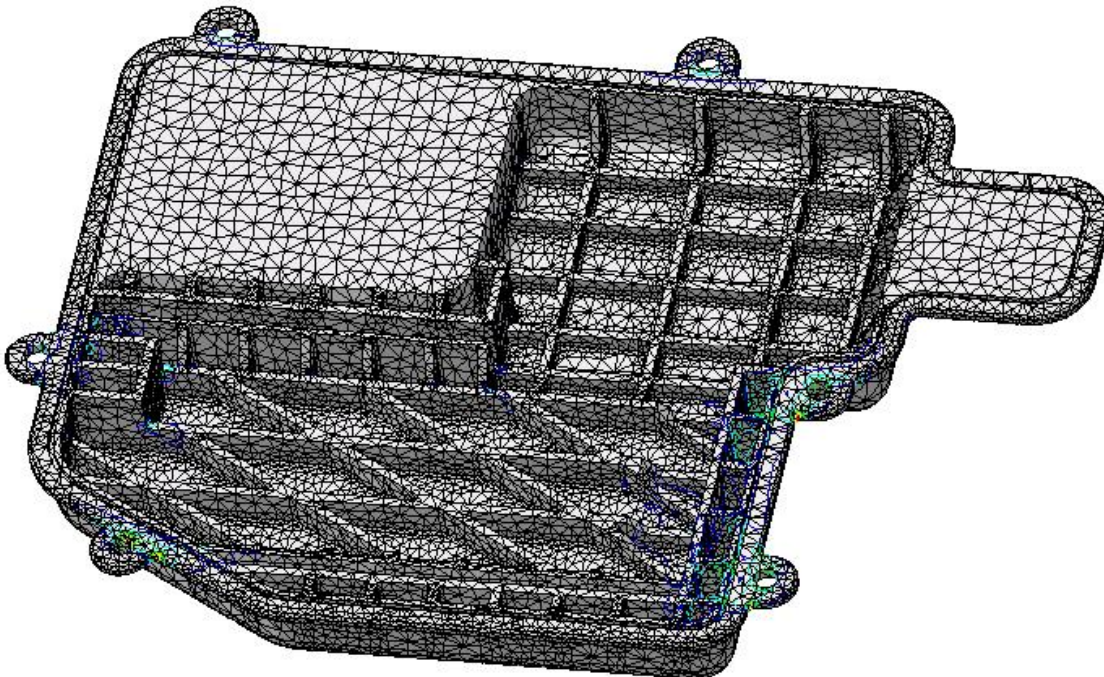
Velikost elementu: - 3 mm  
Maximální rozdíl oproti 3D modelu: - 0,6 mm



Obr. 4.17 – Nasíťovaný model housingu

### Cover

Velikost elementu: - 3 mm  
Maximální rozdíl oproti 3D modelu: - 0,6 mm



Obr. 4.18 – Nasíťovaný model coveru

### 4.3.3 Okrajové podmínky a materiály

Předpokládá se, že se jedná o lineární úlohy v oblasti platnosti Hookova zákona. Deformace jsou relativně malá vzhledem k ostatním rozměrům součásti a v průběhu řešení se nemění okrajové podmínky.

Volba okrajových podmínek má vliv na průběh celého výpočtu, odchylku výsledků od skutečnosti a věrohodnost výsledků. Správná volba okrajových podmínek je tedy velice důležitá. Je třeba se zamyslet nad tím, jak bude ve skutečnosti konstrukce namáhána a zvolit okrajové podmínky co nejvíce podobné realitě.

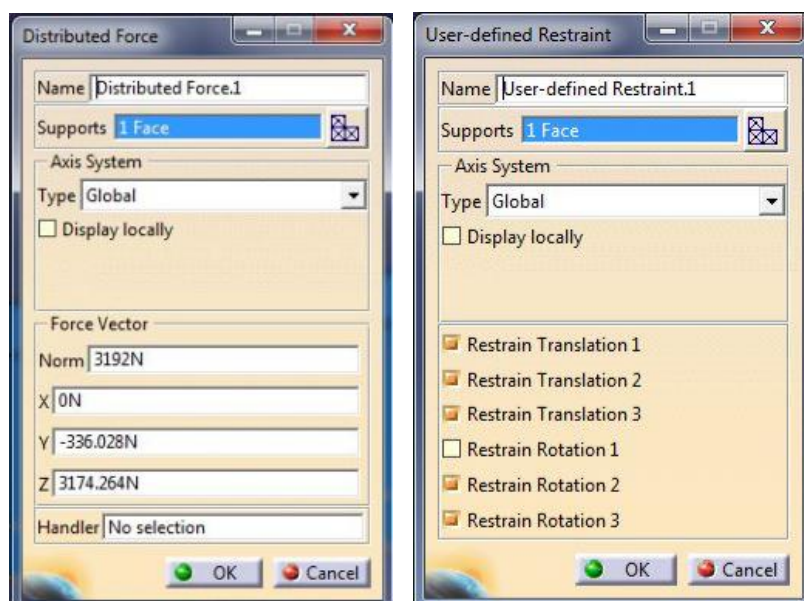
Pro výpočet byly použity vypočtené síly zvětšené o 20%. Každá síla byla vynásobena dynamickým součinitelem  $\delta=1,2$ . Pro přehlednost byla vytvořena tabulka s přepočítanými silami.

Síly působící při brzdění			
Síly	Hodnota [N]	S dyn.souč. [N]	Dyn.souč.
F <sub>0</sub>	15	18,0	1,2
F <sub>S</sub>	61,6	73,9	1,2
F <sub>BR</sub>	793,5	952,2	1,2
F <sub>BX1</sub>	396,8	476,2	1,2
F <sub>BX2</sub>	396,8	476,2	1,2
F <sub>K</sub>	2660	3192,0	1,2
F <sub>KX</sub>	278	333,6	1,2
F <sub>KY</sub>	2645	3174,0	1,2
R	2660	3192,0	1,2
R <sub>X</sub>	278	333,6	1,2
R <sub>Y</sub>	2645	3174,0	1,2
T <sub>R</sub>	399	478,8	1,2
T <sub>RX</sub>	396,8	476,2	1,2
T <sub>RY</sub>	41,7	50,0	1,2
F <sub>P</sub>	278	333,6	1,2
F <sub>PV</sub>	793,5	952,2	1,2
F <sub>pr</sub>	257,8	309,4	1,2
F <sub>Ppr</sub>	535,8	643,0	1,2
F <sub>PVpr</sub>	535,8	643,0	1,2
F <sub>M</sub>	229,6	275,5	1,2
F <sub>Mbez</sub>	110,5	132,6	1,2
R <sub>páka</sub>	765,4	918,5	1,2
F <sub>Z</sub>	15	18,0	1,2
F <sub>ZPR</sub>	131,3	157,6	1,2

Tab. 4.3 – Výpis sil vynásobených dynamickým součinitelem

## Horní obložení

PP u horního uložení jsou vcelku jednoduché, působí zde síla  $F_k=2660$  N. Uložení je provedeno ve 4 otvorech pro šrouby viz obrázky níže.



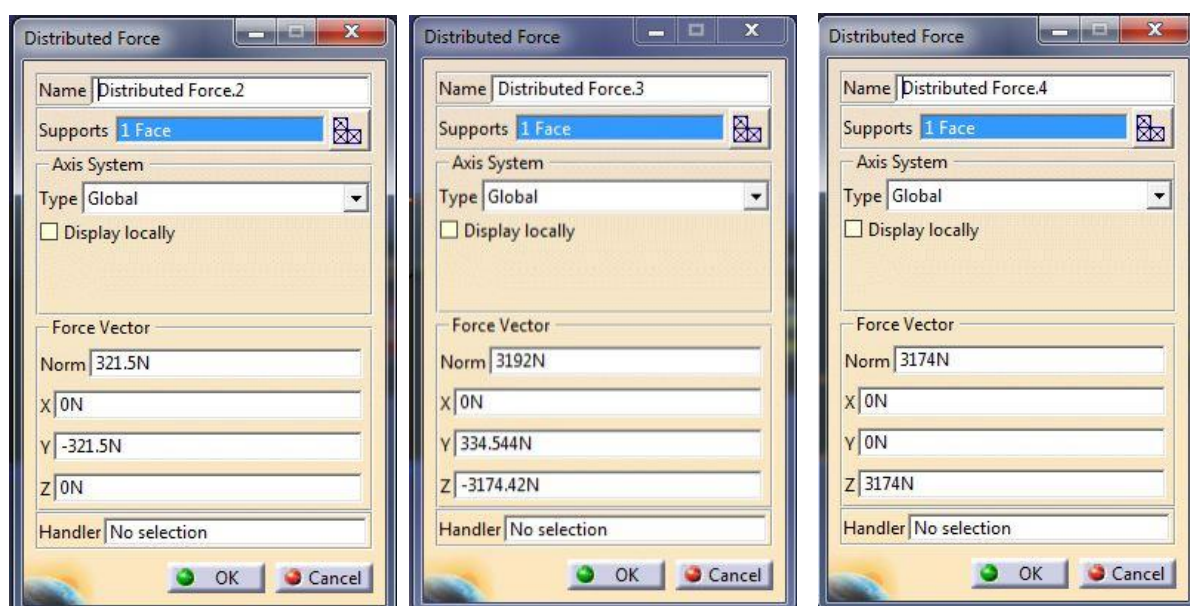
Obr. 4.19 – Nastavení sil a uložení

Materiál	Re[MPa]	Rm[MPa]	Youngův modul [MPa]	Poissonovo číslo	Hustota [kg/m3]
S235JRC+N	300	420	210 000	0,266	7850

Tab. 4.4 – Materiálové vlastnosti

## Klín

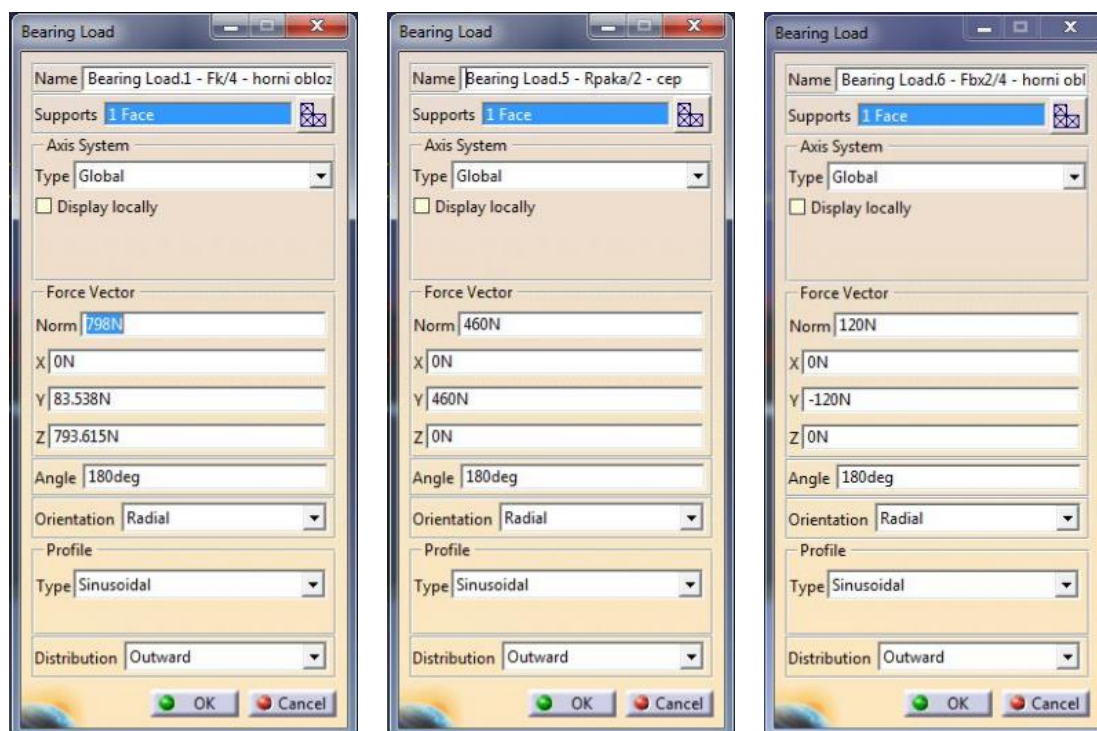
Na klín působí celkem tři síly, viz obrázky níže. Materiál je stejný jako v případě horního obložení.



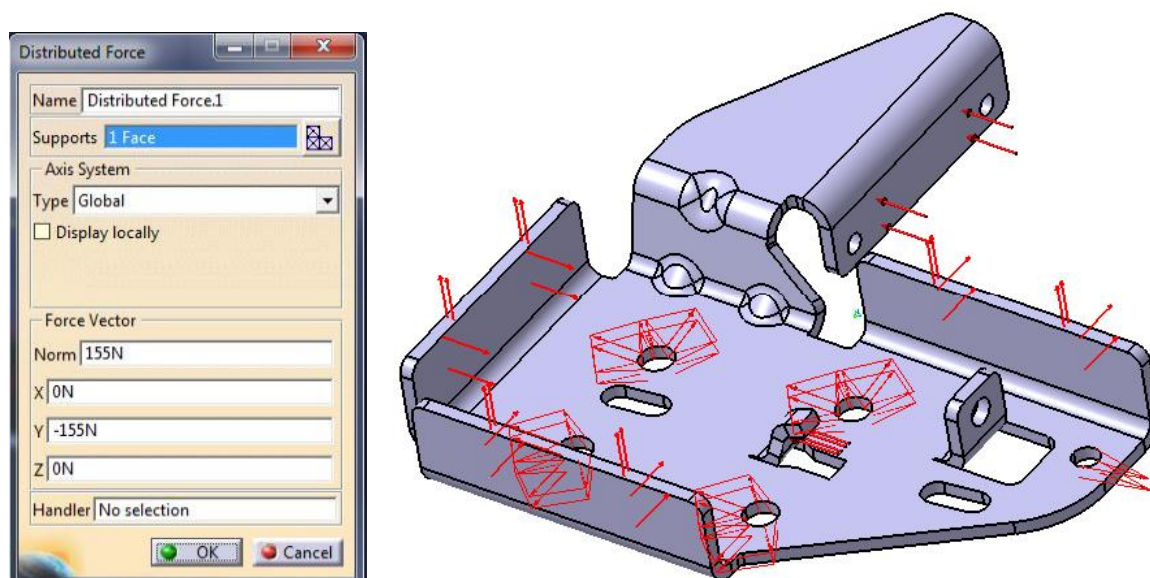
Obr. 4.20 – Nastavení sil

## Plech

Na plech působí několik sil, viz obrázky níže. Byla použita funkce, která simuluje zatížení od ložisek, tato funkce pomáhá reálnějšímu zadání působících sil.



Obr. 4.21 – Nastavení sil pomocí funkce Bearing load



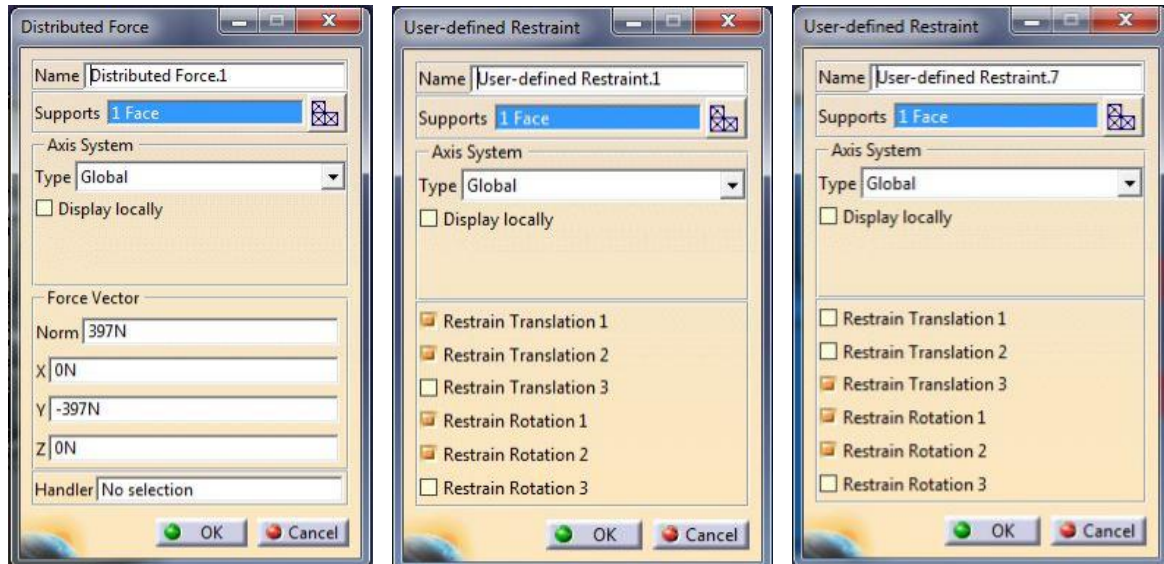
Obr. 4.22 – Nastavení síly a zobrazení okrajových podmínek

Materiál	Re[MPa]	Rm[MPa]	Youngův modul [MPa]	Poissonovo číslo	Hustota [kg/m3]
S420MC	420	500	210 000	0,266	7850

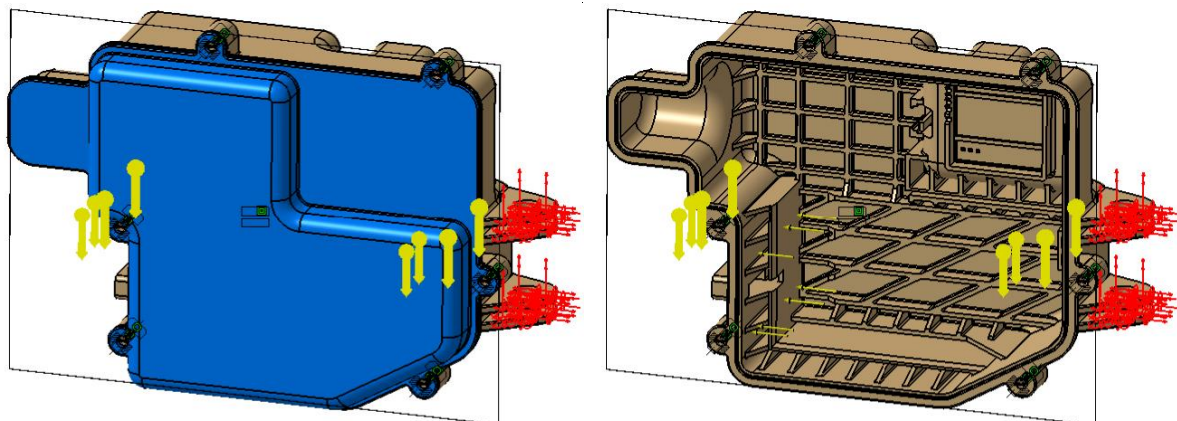
Tab. 4.5 – Materiálové vlastnosti

## Housing + cover

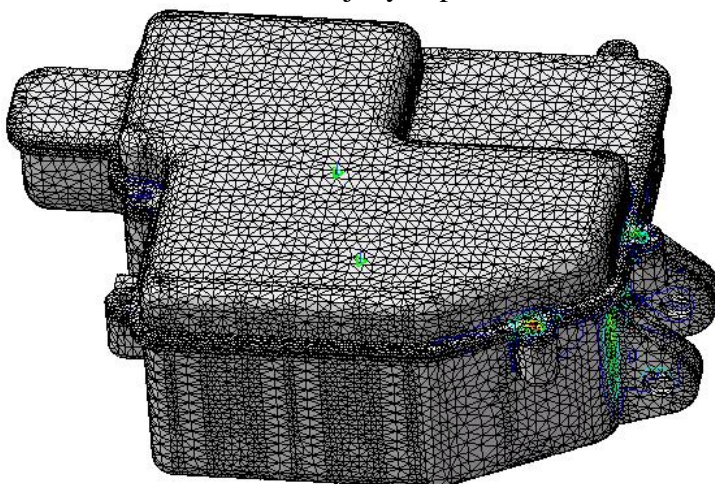
Jelikož jsou díly housing a cover k sobě přišroubovány a přímo spolu souvisí jejich zatěžování, byl MKP výpočet proveden na sestavě těchto dvou dílů. V sestavě jsou nasimulovány šrouby, které oba díly spojují, jejich styčná plocha a síly na ně působící.



Obr. 4.23 – Nastavení sil a okrajových podmínek



Obr. 4.24 – Zobrazení okrajových podmínek



Obr. 4.25 – Zobrazení obou nasíťovaných součástí

Materiál	Re[MPa]	Rm[MPa]	Youngův modul [MPa]	Poissonovo číslo	Hustota [kg/m3]
PP-GF40	-	100	8 150	0,38	1230
PA-GF30	-	145	8000	0,38	1350

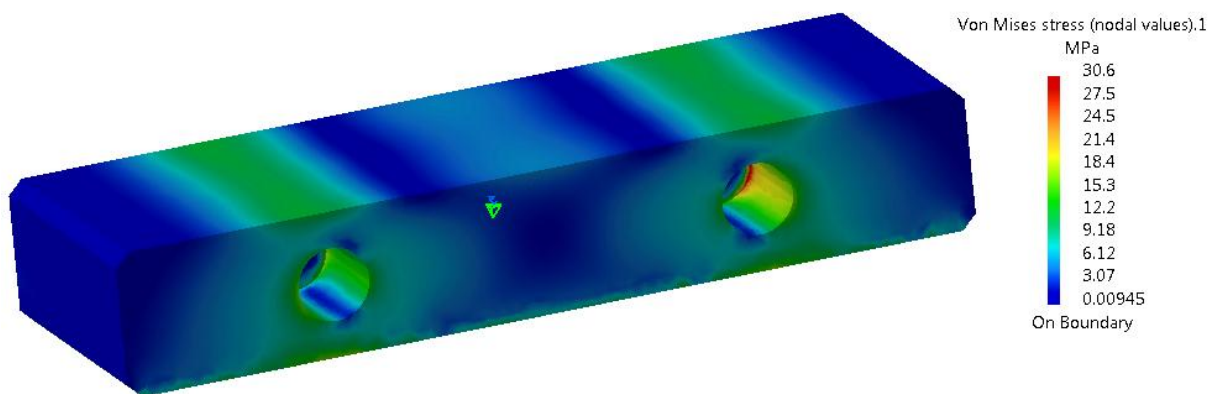
Tab. 4.6 – Materiálové vlastnosti

#### 4.3.4 Výsledky výpočtů

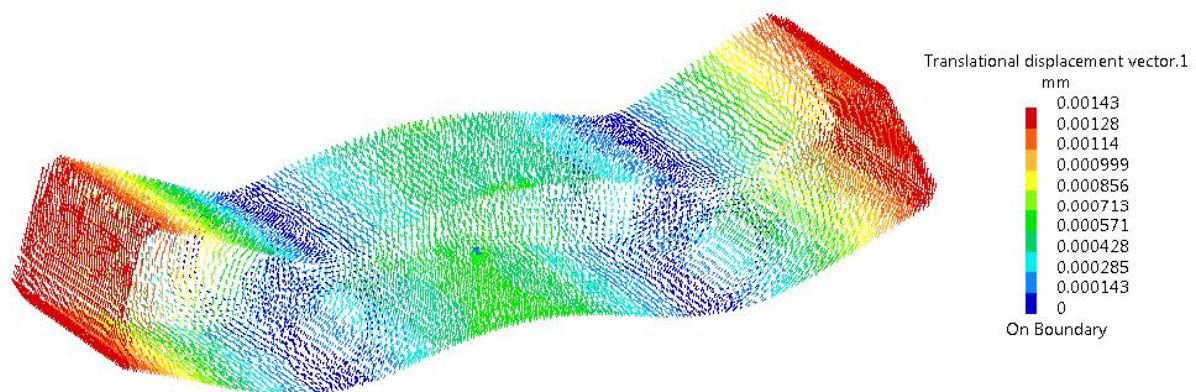
Výsledky MKP simulací jsou zobrazeny jako namáhání (Von Mises) a deformace.

##### Horní obložení

Napětí dosáhlo 30,6 MPa a deformace 0,00143 mm. Výsledky jsou uspokojivé.



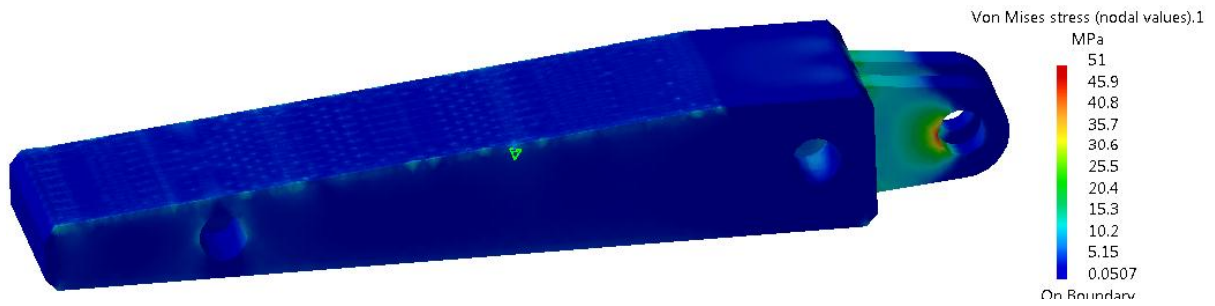
Obr. 4.26 – Namáhání horního obložení



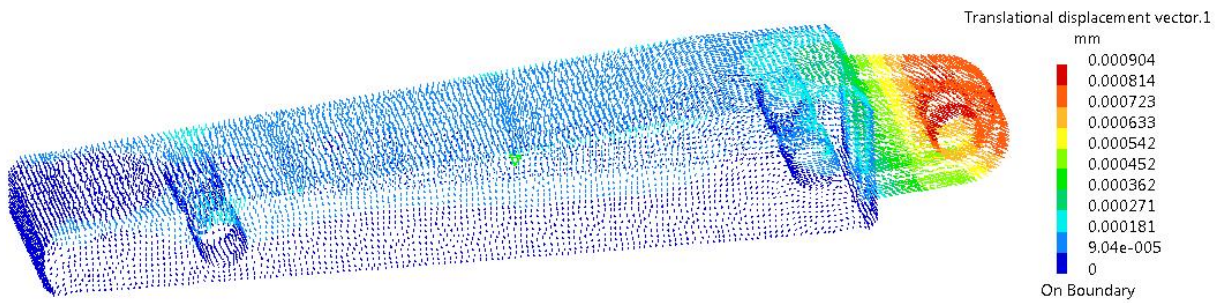
Obr. 4.27 – Deformace horního obložení

## Klín

Napětí dosáhlo 51 MPa a deformace 0,000904 mm. Výsledky jsou uspokojivé.



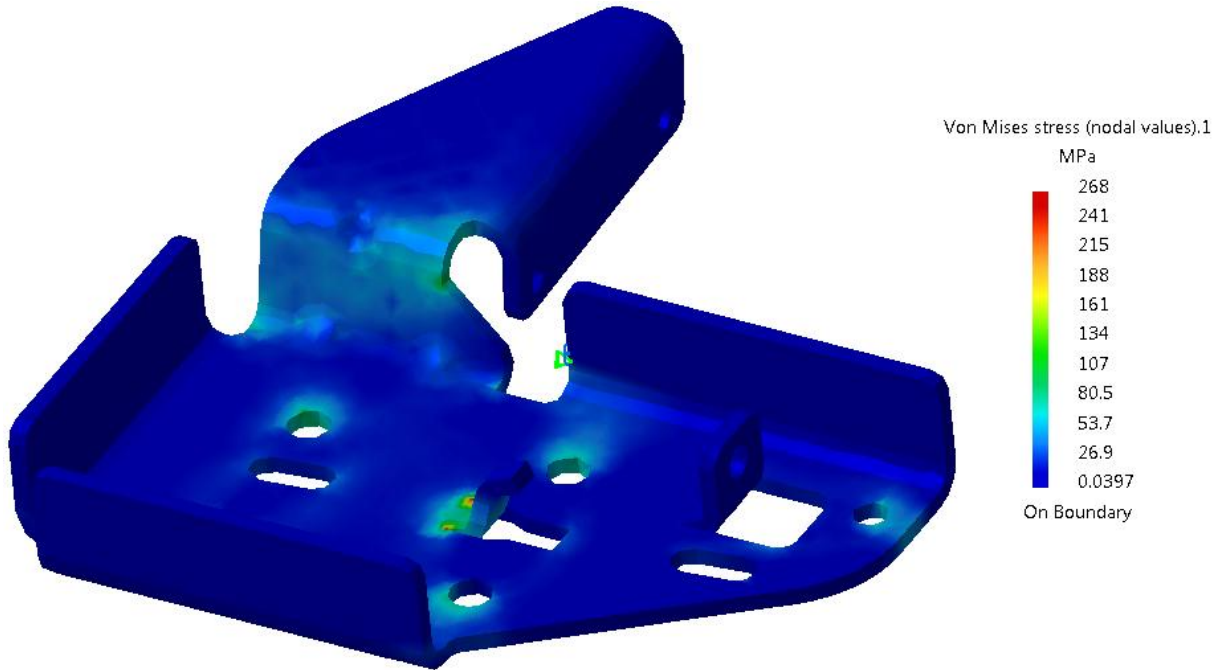
Obr. 4.28 – Namáhání klínu



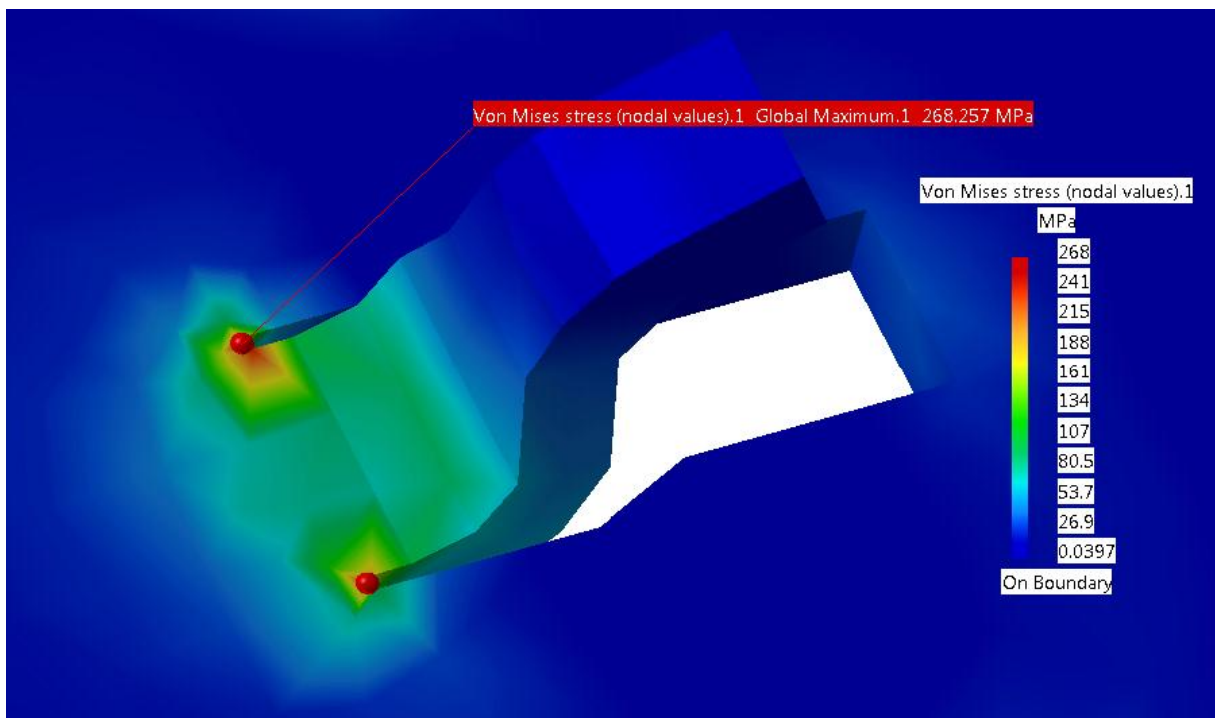
Obr. 4.29 – Deformace horního obložení

## Plech

Napětí dosáhlo 268 MPa a deformace 0,14 mm. Re materiálu je 420 MPa. Výsledná bezpečnost přesáhla 1,56. Výsledky jsou uspokojivé.

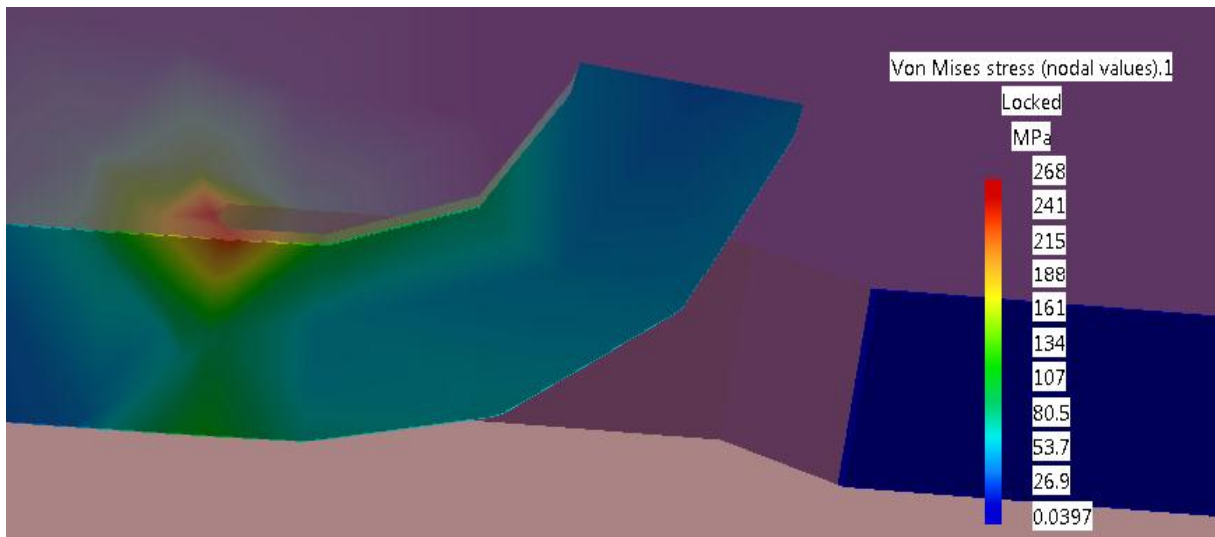


Obr. 4.30 – Namáhání plechu

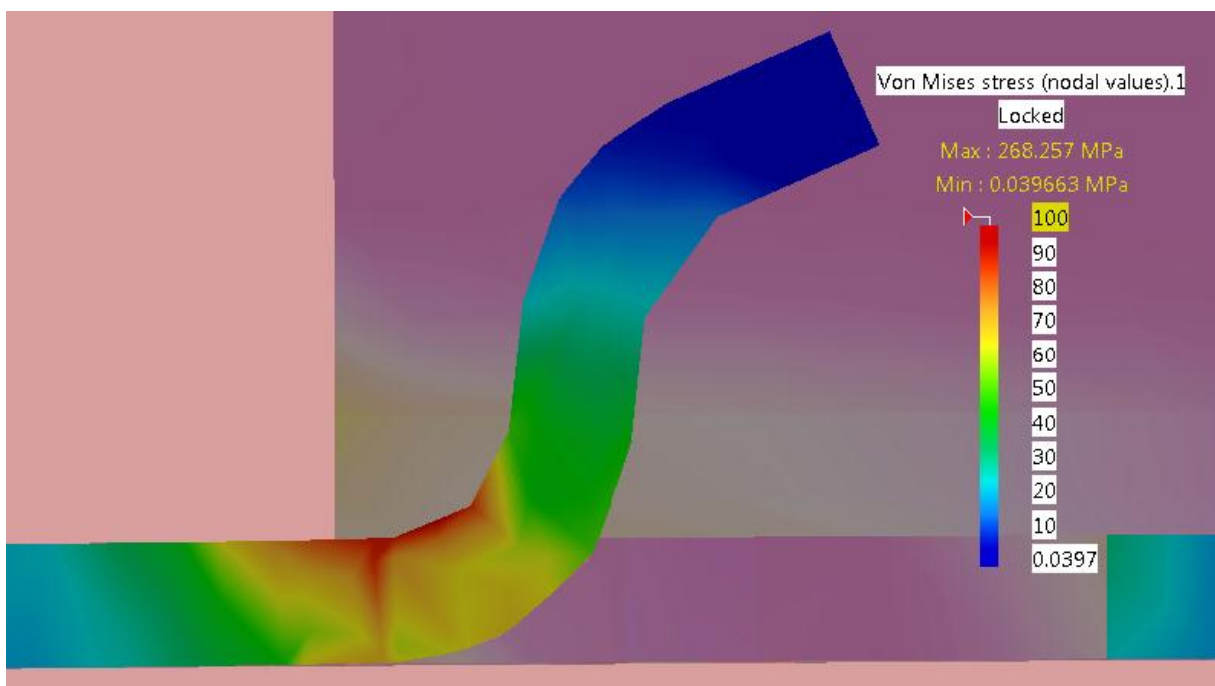


Obr. 4.31 – Maximální napětí je v místě prostřihu v plechu, jelikož se jedná o velmi malou oblast koncentrace napětí, je velice pravděpodobné, že se jedná o lokální maximum.

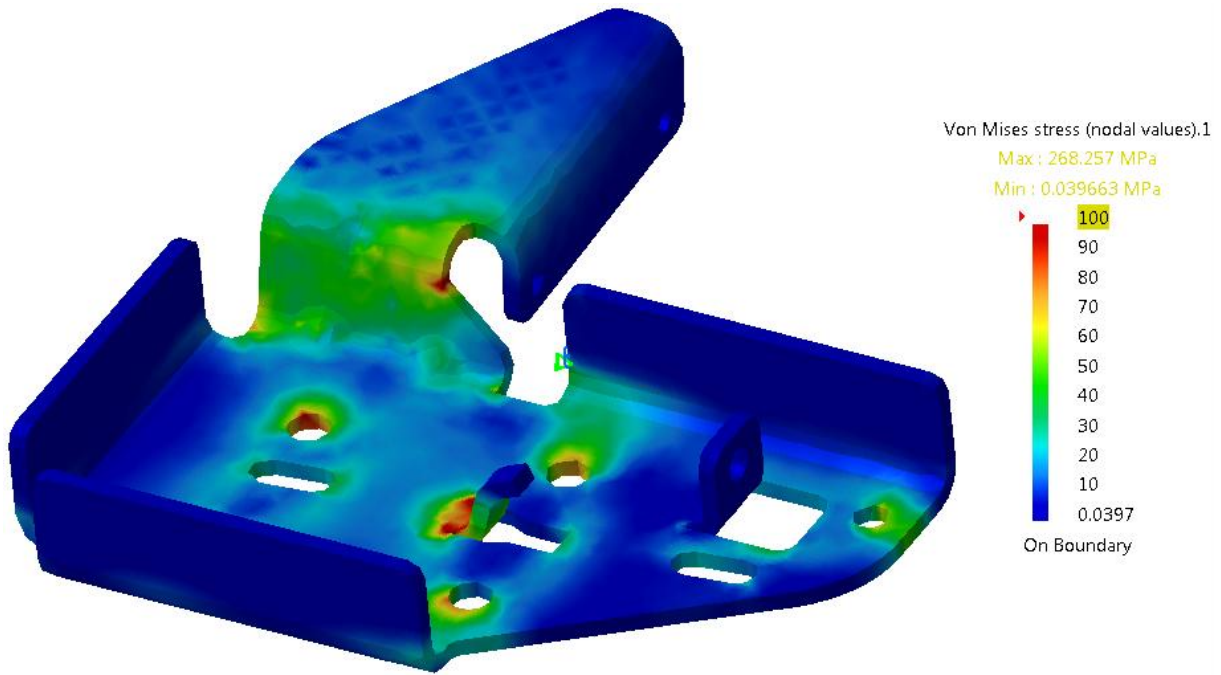




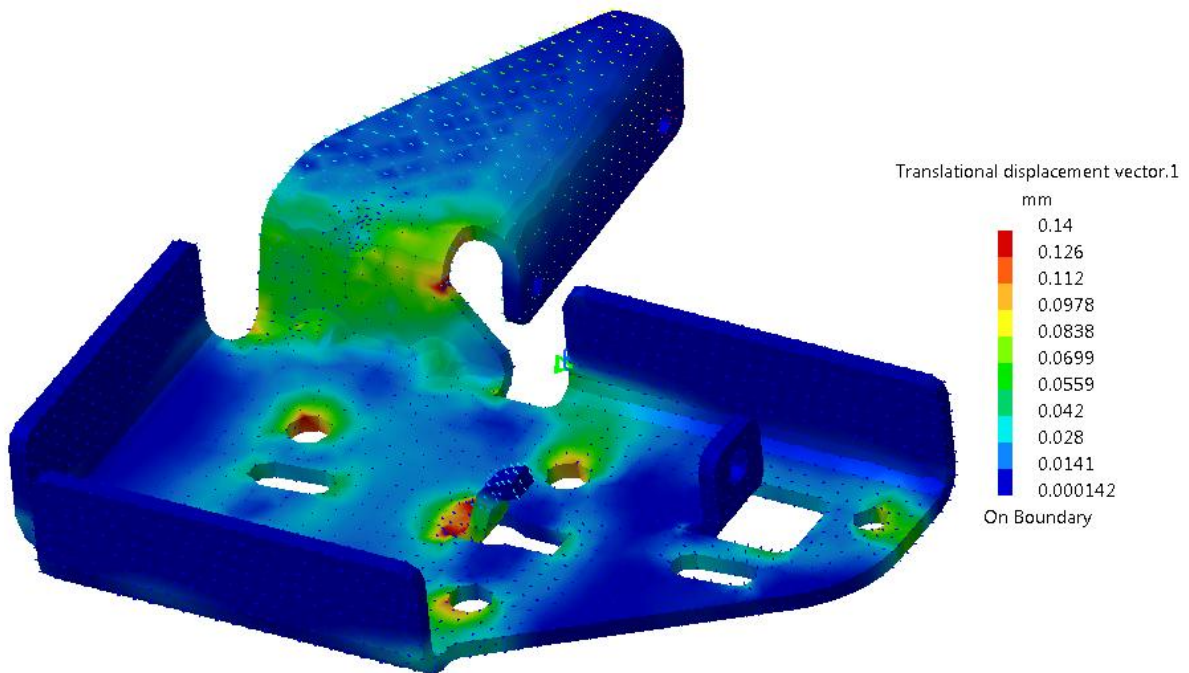
Obr. 4.32 – Řez kritickým místem. To, že se v kritickém místě jedná o lokální maximum, potvrzuje řez. Napětí zde dosahuje 268 MPa pouze ve velmi malé oblasti na povrchu součásti, tudíž výsledná hodnota maximálního napětí je pouze lokální maximum.



Obr. 4.33 – Řez kritickým místem. To, že se v kritickém místě jedná o lokální maximum, potvrzuje řez a upravené spektrum napětí, které bylo upraveno pro max. 100 MPa. Napětí zde dosahuje 100 MPa pouze na povrchu součásti v ohybu, tudíž výsledná hodnota maximálního napětí 268 MPa je pouze lokální maximum.



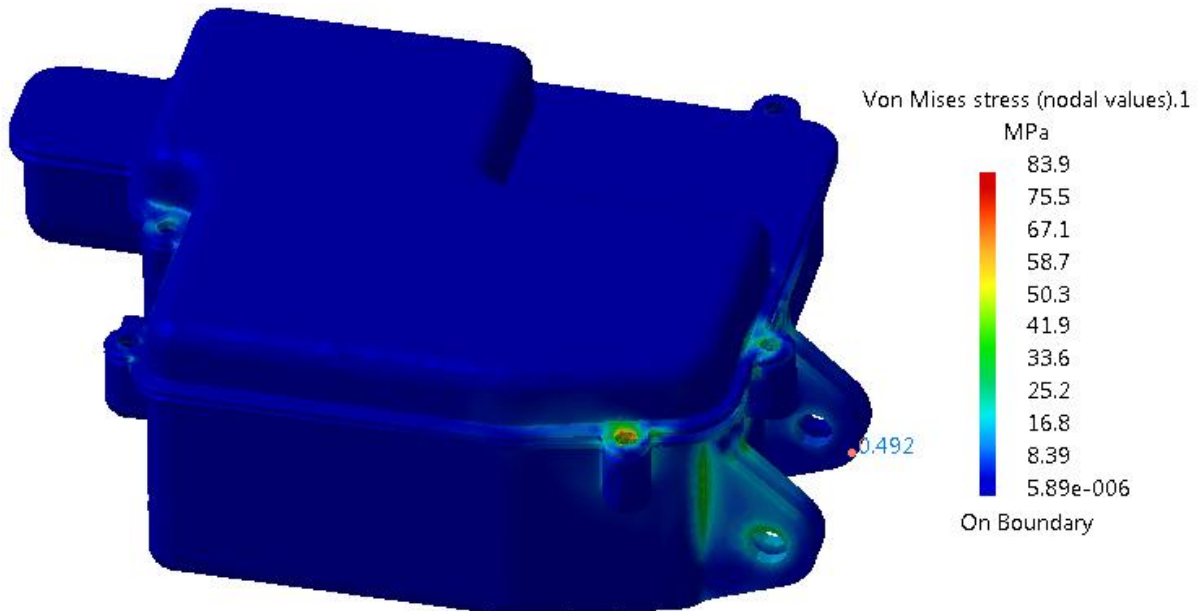
Obr. 4.34 – Pohled na namáhanou součást s upraveným spektrem napětí na 100 MPa. Tento obrázek více napovídá o reálném napětí v součásti.



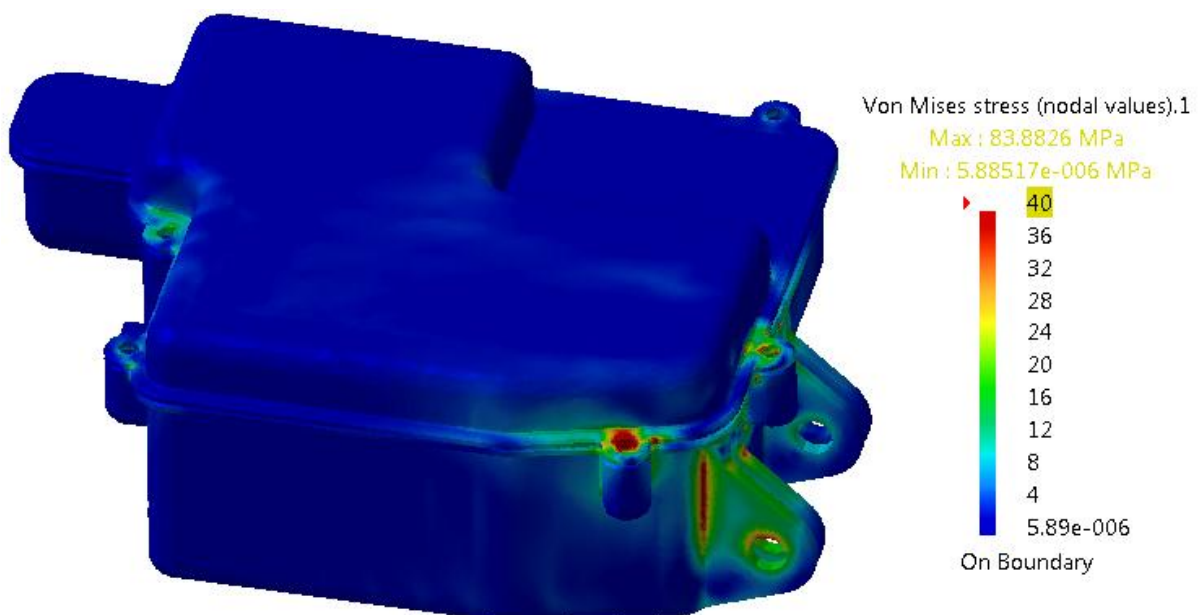
Obr. 4.35 – Deformace součásti dosahuje hodnoty 0,14 mm.

## Housing + cover

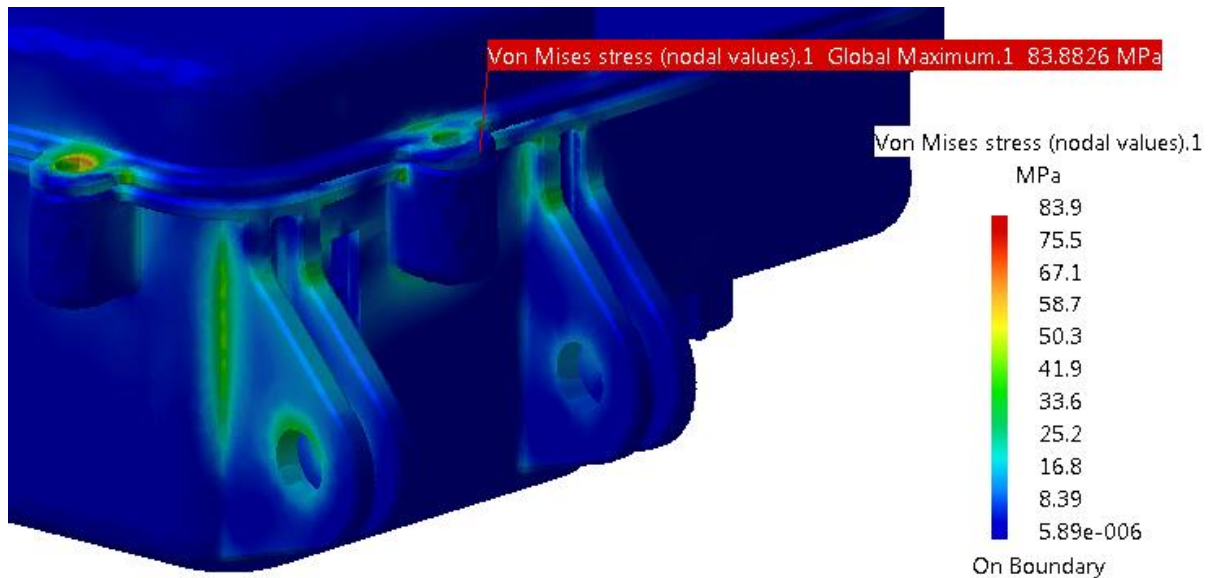
Jelikož jsou díly housing a cover k sobě přišroubovány a přímo spolu souvisí jejich zatěžování, byl MKP výpočet proveden na sestavě těchto dvou dílů. Byly provedeny 2 simulace. Jedna pro materiál PP-GF40 a druhá pro PA6-GF30. Napětí u obou simulací dosáhlo 83,9 MPa. Výsledky se liší pouze výslednou deformací obou součástí. Výsledky jsou uspokojivé.



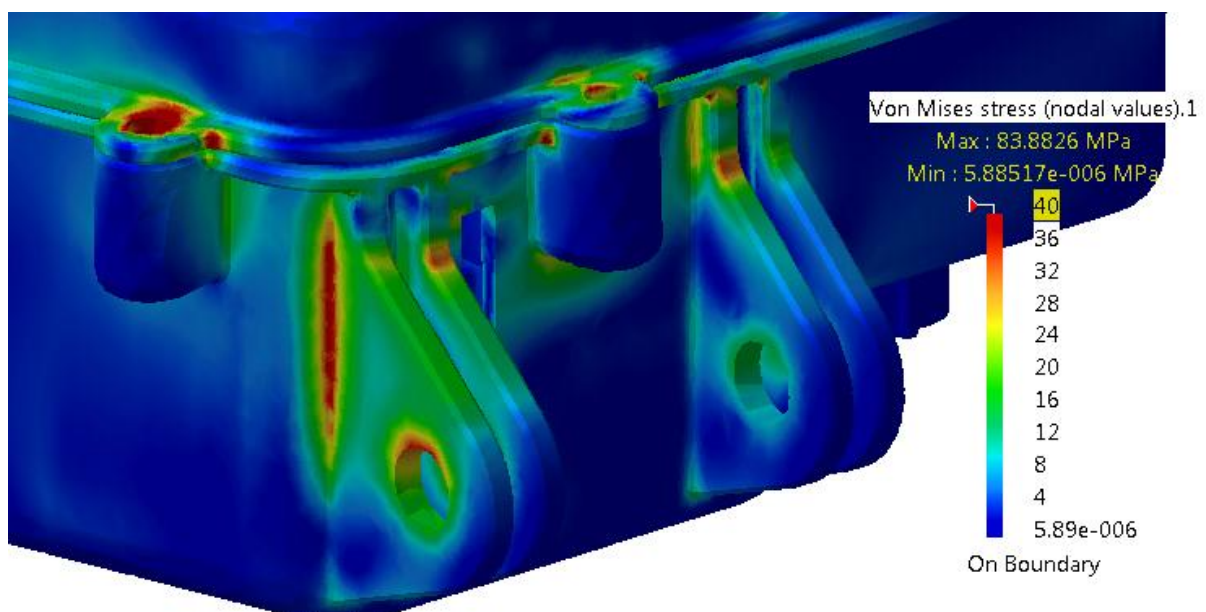
Obr. 4.36 – Namáhání housingu a coveru jako celku. Namáhání dosáhlo maxima 83,9 MPa. Jelikož je stupnice nastavena na maximum podle globálního maxima, tento pohled nám mnoho informací ohledně skutečného napětí nepřináší, proto byla upravena stupnice na nižší napětí, viz následující obrázek.



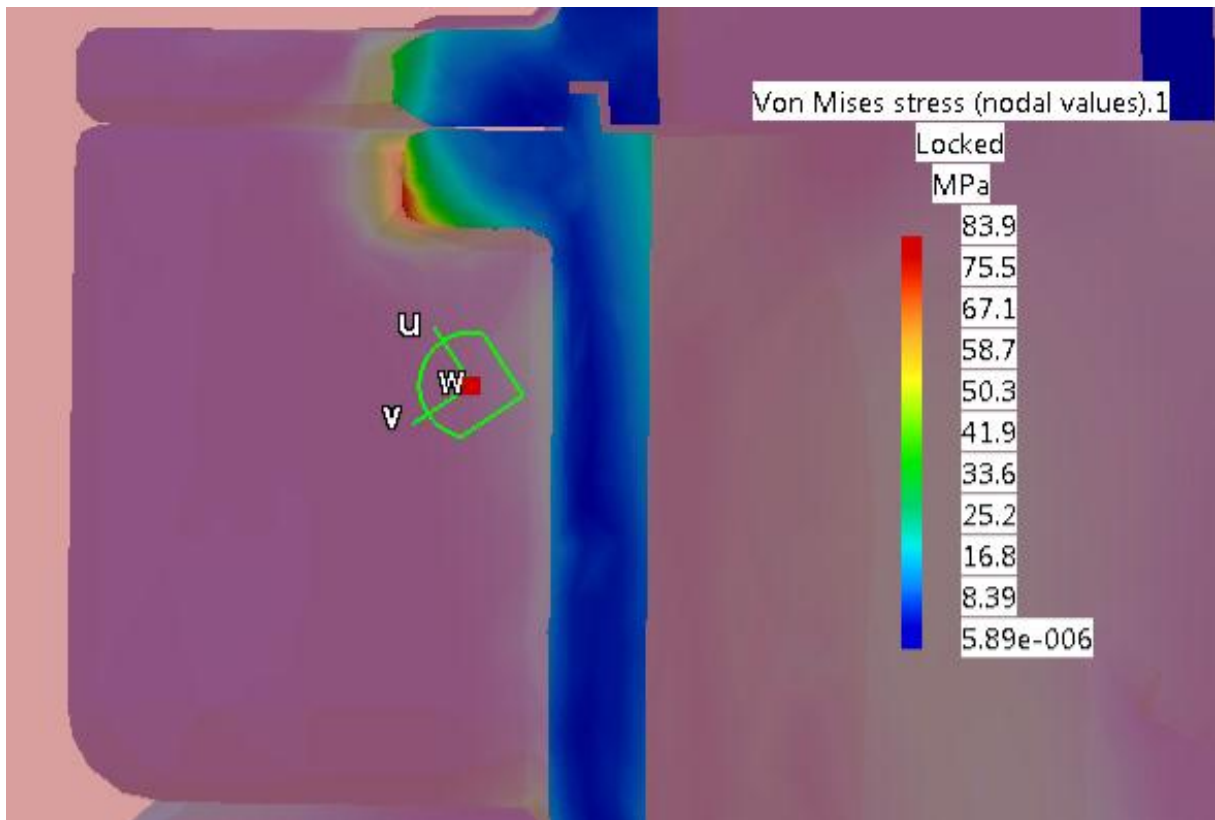
Obr. 4.37 – Namáhání housingu a coveru jako celku. Stupnice upravena na max. 40 MPa, tento pohled už vypovídá o namáhání součástí více.



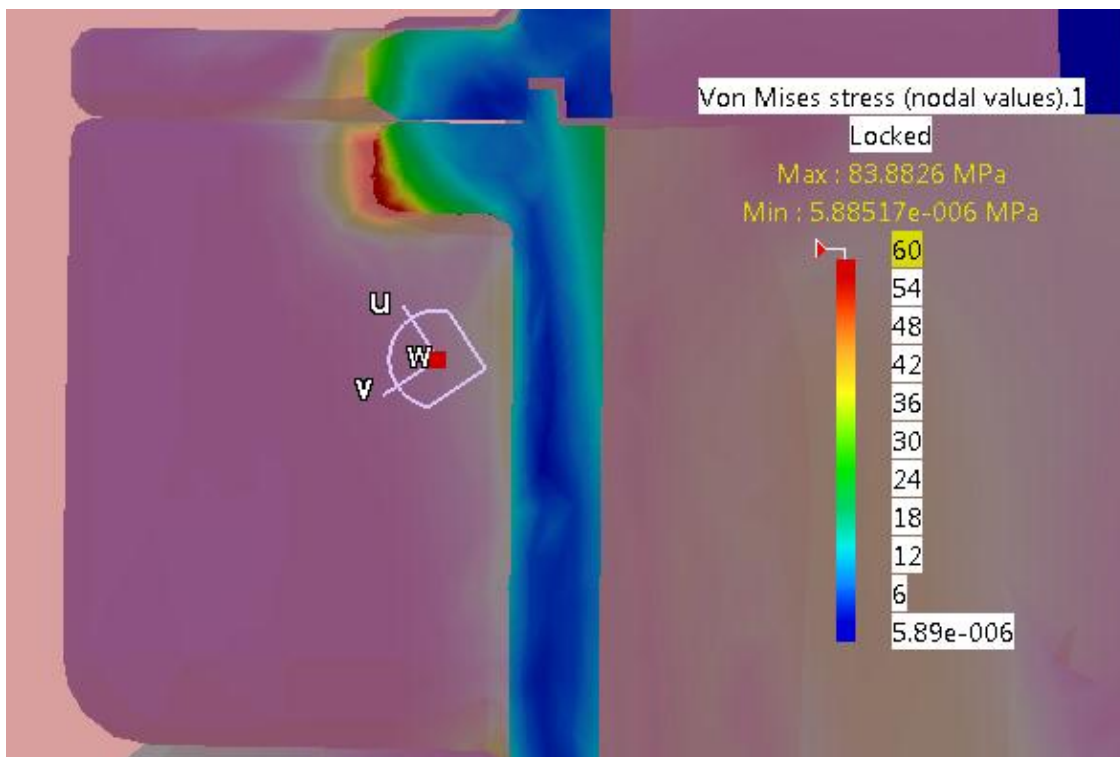
Obr. 4.38 – Detailní pohled na nejvíce namáhaná místa s neupravenou stupnicí. Maximální napětí je na coveru v místě otvoru pro šroub, jelikož se jedná o malou oblast koncentrace napětí, je velice pravděpodobné, že se jedná o globální i lokální maximum.



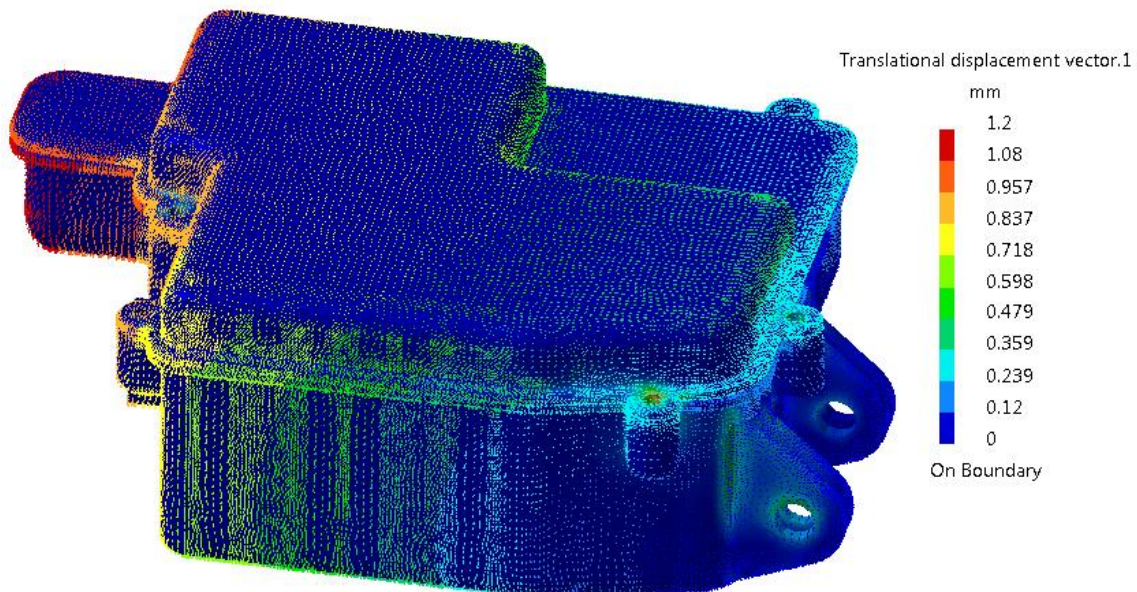
Obr. 4.39 – Detailní pohled na nejvíce namáhaná místa s upravenou stupnicí na max. 40 MPa. Tento pohled už vypovídá o namáhání součástí více.



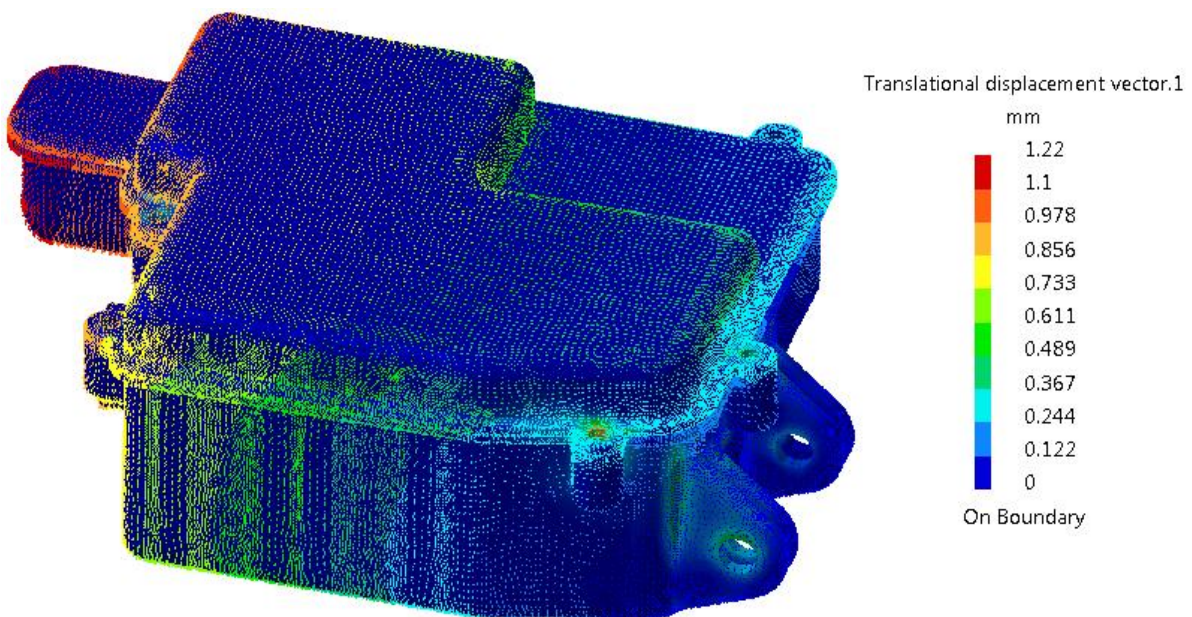
Obr. 4.40 – Řez kritickým místem. To, že se v kritickém místě jedná o lokální maximum, potvrzuje řez. Napětí 83,9 MPa je soustředěno v malé oblasti pouze na povrchu, tudíž výsledná hodnota maximálního napětí se dá považovat za globální i lokální maximum.



Obr. 4.41 – Řez kritickým místem. Stupnice byla upravena na max. 60 MPa. Řez s upravenou stupnicí dává lepší pohled na namáhání v tomto místě.



Obr. 4.42 – Deformace součástí jako sestavy dosahuje pro materiál PP-GF40 dosahuje hodnoty 1,2 mm.



Obr. 4.43 – Deformace součástí jako sestavy dosahuje pro materiál PA6-GF30 dosahuje hodnoty 1,22 mm.

Výsledné deformace se od sebe příliš neliší. Je třeba si ale uvědomit, že MKP analýza byla provedena pro materiálové vlastnosti v 23°C. Při 80°C budou mít materiály horší mechanické vlastnosti. Proto se volí materiál s vyšší mezí elasticity. Zvolený materiál je PA6-GF30.

## Výsledky MKP

Součást	Napětí [MPa]	Deformace [mm]	Bezpečnost
Horní obložení	30,6	0,00143	9,8 (Re)
Klín	51	0,000904	5,9 (Re)
Plech	268	0,14	1,6 (Re)
Housing + cover (PP-GF40)	83,9	1,2	1,2 (Rm)
Housing + cover (PA-GF30)	83,9	1,22	1,72 (Rm)

Tab. 4.7 – Výsledky MKP analýz. Výsledky jsou uspokojivé.

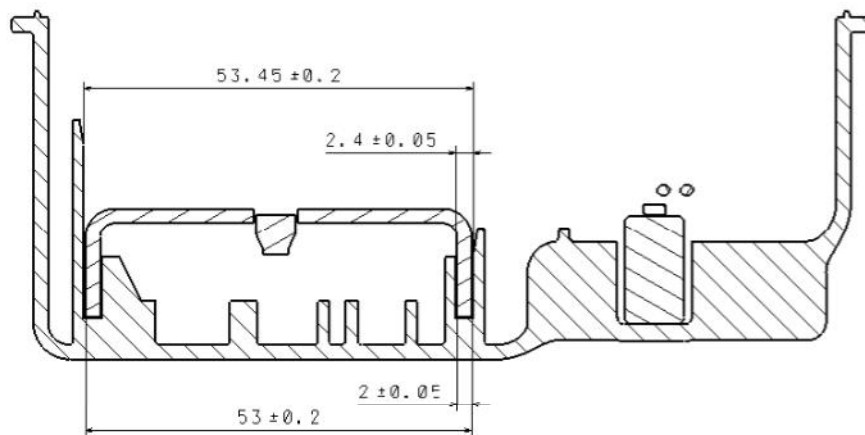
Výsledky MKP analýz jsou uspokojivé, jelikož při žádném výpočtu nebyla překročena mez pružnost a v případě plastových dílů ani pevnosti. Výsledné bezpečnosti jsou dostačující. Pokud by se vyrobil vzorek dveřní brzdy s vybranými materiály, je potřeba se zaměřit na plastové díly a otestovat jejich chování při zatížení při teplotě až 80°C.

## 4.4 Výkresová dokumentace

V souvislosti s konstrukčním návrhem dveřní brzdy byla vytvořena také její výkresová dokumentace. Výkresy byly vytvořeny v softwaru Catia V5R19, konkrétně v modulu Drafting. Výkresy jsou jako příloha součástí této diplomové práce.

## 4.5 Toleranční analýza

### 4.5.1 Housing – plech



Obr. 4.44 – Rozměry housingu a plechu vstupující do řetězce

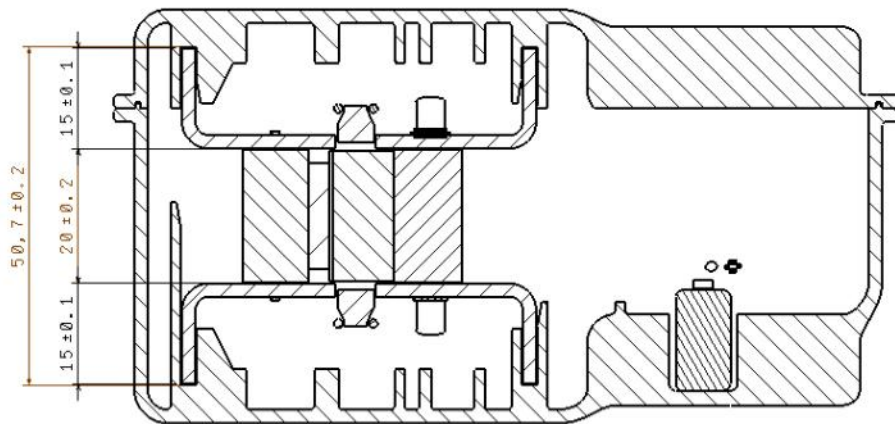
Směr X (větší rozměry):

$$\begin{aligned} \text{Min:} & \quad (53,45 - 0,2) - (53 + 0,2) = 0,05\text{mm} & - \text{vyhovuje} \\ \text{Max:} & \quad (53,45 + 0,2) - (53 - 0,2) = 0,85\text{mm} & - \text{vyhovuje} \end{aligned}$$

Směr X (menší rozměry):

$$\begin{aligned} \text{Min:} & \quad (2,4 - 0,05) - (2 + 0,05) = 0,3\text{mm} & - \text{vyhovuje} \\ \text{Max:} & \quad (2,4 + 0,05) - (2 - 0,05) = 0,5\text{mm} & - \text{vyhovuje} \end{aligned}$$

#### 4.5.2 Housing – cover – brzdný mechanismus



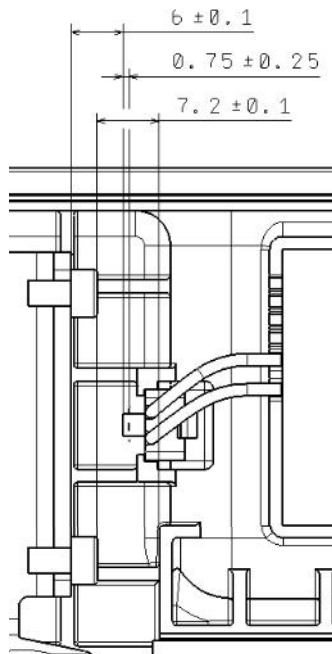
Obr. 4.45 – Řez sestavou – vstupující rozměry

Směr Y:

Min:  $(50,7 - 0,2) - (15 + 0,1) - (20 + 0,2) - (15 + 0,1) = 0,1\text{mm}$  - vyhovuje

Max:  $(50,7 + 0,2) - (15 - 0,1) - (20 - 0,2) - (15 - 0,1) = 1,3\text{mm}$  - vyhovuje

#### 4.5.3 Zdvih při zpětném pohybu – sepnutí mikrospínače



Obr. 4.46 – Řez sestavou – vstupující rozměry

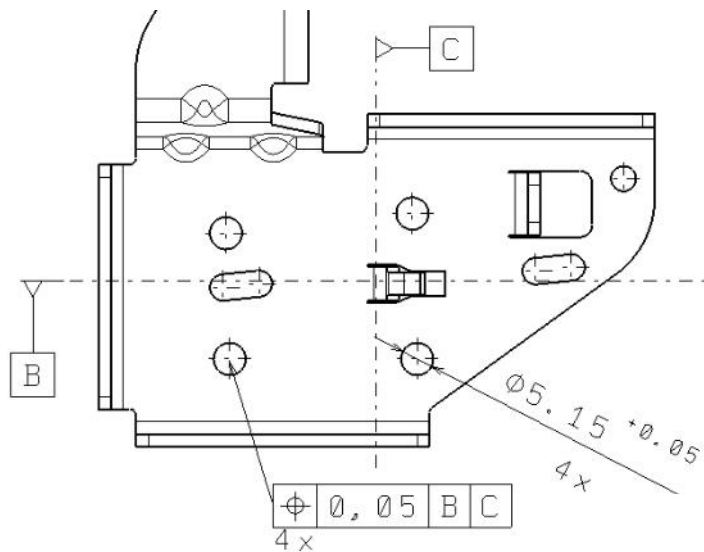
Směr Z (nejhorší případ):

Min přesah:  $(7,2 - 0,1) - (6 + 0,1) - (0,75 + 0,25) = 0\text{mm}$  - vyhovuje

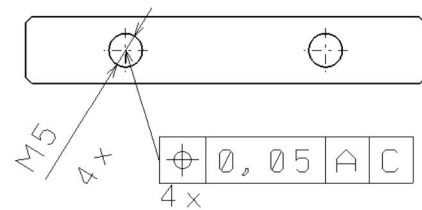
- Spínač sepne v každém případě.



#### 4.5.4 Plech - obložení



Obr. 4.47 – Vstupní rozměry plechu



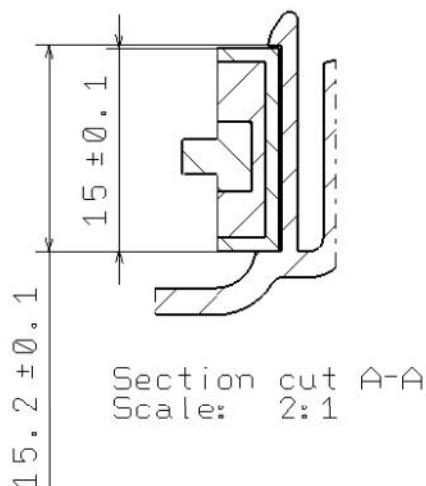
Obr. 4.48 – Rozměry obložení

$$\text{Min: } (5,15 - 0,05) - (5 + 0,05) - (0,05) = 0\text{mm}$$

$$\text{Max: } (5,15 + 0,05) - (5 - 0,05) + (0,05) = 0,3\text{mm}$$

- vyhovuje  
- vyhovuje

#### 4.5.5 Housing mikropsínač – klip (housing)




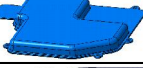
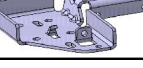
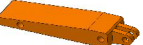




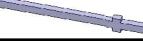



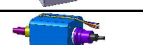
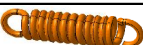

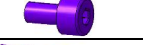








Obr. 4.49 – Vstupní rozměry plechu

$$\text{Min: } (15,2 - 0,1) - (15 + 0,1) = 0\text{mm}$$

$$\text{Max: } (15,2 + 0,1) - (15 - 0,1) = 0,4\text{mm}$$

- vyhovuje  
- vyhovuje

## 4.6 Kusovník

KUSOVNÍK / BILL OF MATERIAL								
Projekt:	Dveřní brzda							
Autor:	Milan Kotes					Celková hmotnost [g]:	1204,4	
Pozice/ Position	Obrázek / Picture	Číslo dílu / Part number	Jméno dílu/ Part name	Materiál/ Material	Hustota/ Density [g/cm3]	Objem/ Volume [cm3]	Hmotnost /Weight [g]	Kvantita/ Quantity
1		KKS_MK_01_010	Housing	PA6-GF30	1,35	112,12	151,4	1
2		KKS_MK_01_020	Cover	PA6-GF30	1,35	59,52	80,4	1
3	1 	KKS_MK_01_030	Plech 1	Ocel S420MC	7,85	13,41	105,3	1
3	2	KKS_MK_01_040	Plech 2	Ocel S420MC	7,85	13,41	105,3	1
3	3 	KKS_MK_01_050	Obložení	Ocel S235JRC	7,85	11,3	88,7	2
3	4 	KKS_MK_01_060	Klín	Ocel S235JRC	7,85	12,8	100,5	1
3	5 	KKS_MK_01_090	Čep-pružina	Ocel	7,85	0,2	1,6	2
3	6 	KKS_MK_01_091	Čep-klín	Ocel	7,85	0,1	0,8	2
3	7 	KKS_MK_01_070	Táhlo	Ocel S420MC	7,85	8,3	65,2	1
3	8 	KKS_MK_01_080	Páka	Ocel S420MC	7,85	1,6	12,6	1
3	9 	KKS_MK_01_092	Čep	Ocel	7,85	0,3	2,4	1
3	10 	KKS_MK_01_100	Čep - páka	Ocel S235JRC	7,85	0,6	4,7	1
3	11 	KKS_MK_01_110	PCB			1,6	2,0	1
3	12 	KKS_MK_01_120	PIN	CuZn37 DIN EN 1652	7,85	0,13	1,0	8
3	13 	KKS_MK_01_121	PIN - MS	Ocel	7,85	0,011	0,1	2
3	14 	KKS_MK_01_130	Housing-MS	PP-GF20	1,12	0,3	0,3	1
3	15 	KKS_MK_01_910	Kabel				1,0	2
3	16 	KKS_MK_01_920	Mikrospínač	KCS441G			1,0	1
3	17 	KKS_MK_01_930	El.motor	Ametek 43M4Y			300,0	1
3	18 	KKS_MK_01_940	Tažná pružina	Ocel	7,85		3,0	2
3	19 	KKS_MK_01_950	Tlačná pružina	Ocel	7,85		3,0	2
3	20 	KKS_MK_01_960	Šroub M3x5	Ocel (DIN 912)	7,85	0,1	0,8	4
3	21 	KKS_MK_01_961	Šroub M4x27	Ocel (DIN 912)	7,85	0,5	3,9	2
3	22 	KKS_MK_01_962	Šroub M4x14	Ocel (DIN 912)	7,85	0,3	2,4	7
3	23 	KKS_MK_01_963	Šroub M4x8	Ocel (DIN 912)	7,85	0,2	1,6	1
3	24 	KKS_MK_01_964	Šroub M5x8	Ocel (DIN 912)	7,85	0,4	3,1	8
3	25 	KKS_MK_01_970	Matka M4	Ocel	7,85	0,1	0,8	5
3	26 	KKS_MK_01_980	Podložka M4	Ocel	7,85	0,1	0,8	6
3	27 	KKS_MK_01_981	Podložka M5	Ocel	7,85	0,1	0,8	8

Tab. 4.8 - Kusovník

## 4.7 Ekonomické zhodnocení

Ekonomické zhodnocení navrženého konceptu dveřní brzdy bylo provedeno na základě výpočtu odhadované ceny jednotlivých dílů a výsledná cena je součet těchto dílčích cen. Některé ceny dílů byly vypočteny pomocí kalkulace, ve které je zahrnuta cena materiálu a hodinová sazba výrobního procesu (stroj + lidská práce). Cena dalších nakupovaných dílů byla odhadnuta na základě zkušeností z jiných projektů a interních materiálech firmy. Do odhadované výsledné ceny nebyla započítána cena forem plastových dílů, cena stříhacího nástroje, marže výrobce, stejně tak jako náklady na balení a dopravu. Výsledná odhadovaná cena je pouze informativního charakteru.

### 4.7.1 Výpočet ceny housingu

Výpočet ceny u plastových dílů je proveden na základě vzorce, který zahrnuje hmotnost dílu + 5% zmetkovitost, cenu materiálu na kilogram a proces výroby.

**Materiál:**

$$m_{dílu} [kg] * 1,05 * \frac{cena [\text{€}]}{kg [kg]} = cena\ materiálu$$

$$0,151 * 1,05 * 1,6 = 0,25\text{€}$$

**Proces:**

$$\frac{cyklus[s]}{\text{počet kavit}} * \frac{1}{3600} * \frac{sazba\ stroje + \text{člověka}[\text{€}]}{hod} * 1,15 = cena\ procesu$$

$$\frac{40}{2} * \frac{1}{3600} * 26 * 1,15 = 0,17\text{€}$$

**Výsledná cena dílu:**

$$materiál + proces = cena\ dílu$$

$$0,25 + 0,17 = 0,42\text{€}$$

### 4.7.2 Výpočet ceny coveru

Výpočet ceny coveru vychází ze stejných vzorců jako housing.

**Materiál:**

$$0,080 * 1,05 * 1,6 = 0,14\text{€}$$

**Proces:**

$$\frac{30}{2} * \frac{1}{3600} * 26 * 1,15 = 0,13\text{€}$$

**Výsledná cena dílu:**

$$0,14 + 0,13 = 0,27\text{€}$$

### 4.7.3 Výpočet ceny plechu

Výpočet ceny u plechového dílu je proveden na základě vzorce, který zahrnuje hmotnost dílu + odpad, cenu materiálu na kilogram a proces výroby.

**Materiál:**

$$m(\text{rozvin} + \text{odpad})[\text{kg}] * \frac{\text{cena} \left[ \frac{\text{€}}{\text{kg}} \right]}{\text{kg}} = \text{cena materiálu}$$

$$0,170 * 0,75 = 0,13\text{€}$$

**Proces:**

$$\frac{\text{cyklus}[\text{s}]}{\text{počet kavit}} * \frac{1}{3600} * \frac{\text{ sazba stroje} + \text{člověka}[\text{€}]}{\text{hod}} * 1,15 = \text{cena procesu}$$


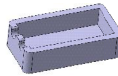
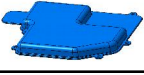
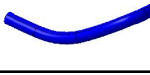
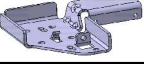
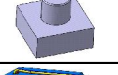
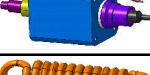
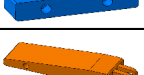
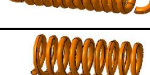
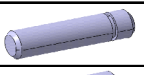
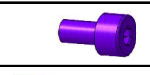
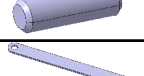
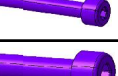
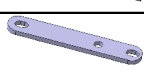
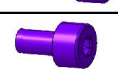
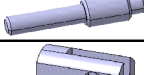
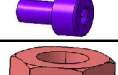

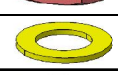
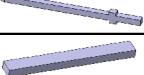

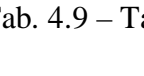
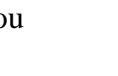
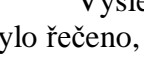
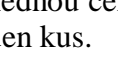
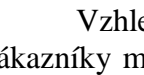
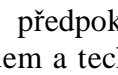
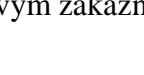
$$\frac{4}{2} * \frac{1}{3600} * 350 * 1,15 = 0,22\text{€}$$

**Výsledná cena dílu:**  $\text{materiál} + \text{proces} = \text{cena dílu}$

$$0,13 + 0,22 = 0,35\text{€}$$

#### 4.7.4 Výpočet ceny ostatních dílů

Ceny ostatních dílů byly odhadnuty na základě zkušeností a interních materiálů firmy. Některé díly mají velký rozptyl odhadních cen, to z důvodu, že nikdy předtím nebyly poptávány. Pro přehlednost byla sestavena tabulka cen dílů.

Obrázek / Picture	Číslo dílu / Part number	Jméno dílu	Počet	Cena dílu [€]	Obrázek / Picture	Číslo dílu / Part number	Jméno dílu	Počet	Cena dílu [€]
	KKS_MK_01_010	Housing	1	0,42		KKS_MK_01_130	Housing-MS	1	0,035
	KKS_MK_01_020	Cover	1	0,27		KKS_MK_01_910	Kabel	2	0,1
	KKS_MK_01_030	Plech 1	1	0,35		KKS_MK_01_920	Mikrospínač	1	0,4
	KKS_MK_01_040	Plech 2	1	0,35		KKS_MK_01_930	El.motor	1	4
	KKS_MK_01_050	Obložení	2	0,14		KKS_MK_01_940	Tažná pružina	2	0,4
	KKS_MK_01_060	Klín	1	0,19		KKS_MK_01_950	Tlačná pružina	2	0,4
	KKS_MK_01_090	Čep-pružina	2	0,07		KKS_MK_01_960	Šroub M3x5	4	0,2
	KKS_MK_01_091	Čep-klín	2	0,08		KKS_MK_01_961	Šroub M4x27	2	0,4
	KKS_MK_01_070	Táhlo	1	0,18		KKS_MK_01_962	Šroub M4x14	7	0,35
	KKS_MK_01_080	Páka	1	0,12		KKS_MK_01_963	Šroub M4x8	1	0,3
	KKS_MK_01_092	Čep	1	0,1		KKS_MK_01_964	Šroub M5x8	8	0,2
	KKS_MK_01_100	Čep - páka	1	0,1		KKS_MK_01_970	Matka M4	5	0,3
	KKS_MK_01_110	PCB	1	1,8		KKS_MK_01_980	Podložka M4	6	0,2
	KKS_MK_01_120	PIN	8	0,06		KKS_MK_01_981	Podložka M5	8	0,2
	KKS_MK_01_121	PIN - MS	2	0,08		Součet ceny:			21,6

Tab. 4.9 – Tabulka s cenami dílů + výslednou cenou

Výsledná cena je 21,6 € na jeden kus. Výslednou cenu je nutno brát s rezervou. Jak již bylo řečeno, je to pouze hrubá odhadní cena na jeden kus.

Vzhledem k funkci a výsledné ceně, lze předpokládat, že tento produkt si najde zákazníky mezi automobilkami s vyšším standardem a technikou, kterou se snaží nabídnout svým zákazníkům.

## **5 Závěr**

Cílem diplomové práce bylo vytvoření konceptu dveřní brzdy pro blokaci dveří při otevírání, tento cíl byl naplněn. Další postup by byl výroba prvního vzorku a otestování jeho funkčnosti. Dle výkresové dokumentace je možné vyrobit první vzorky dílů a sestavit z nich prototyp dveřní brzdy. Předběžná cena výrobku byla stanovena na 21,6 €kus. Aktivní dveřní brzda je dobrým příkladem mechatroniky v automobilech.

## Použitá literatura

[1] *Brzda*, poslední aktualizace 02.05.2015 14:47.

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Brzda>

[2] DAVID WATZKE, *Brzdy*.

[http://sps.watzke.cz/dl/mat/sps/14\\_brzdy-musil.pdf](http://sps.watzke.cz/dl/mat/sps/14_brzdy-musil.pdf). Teplice, 02.05.2015.

[3] *Benchmarking*, poslední aktualizace 02.05.2015 14:47.

<http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FMMI/MJ/Animace/Animace%2011%20-%20BENCHM.pps>

[4] *Patentová řešerše*, poslední aktualizace 02.05.2015 14:47.

[http://www.inovace.utb.cz/files/Patentov\\_reere\\_a\\_analza.pdf](http://www.inovace.utb.cz/files/Patentov_reere_a_analza.pdf)

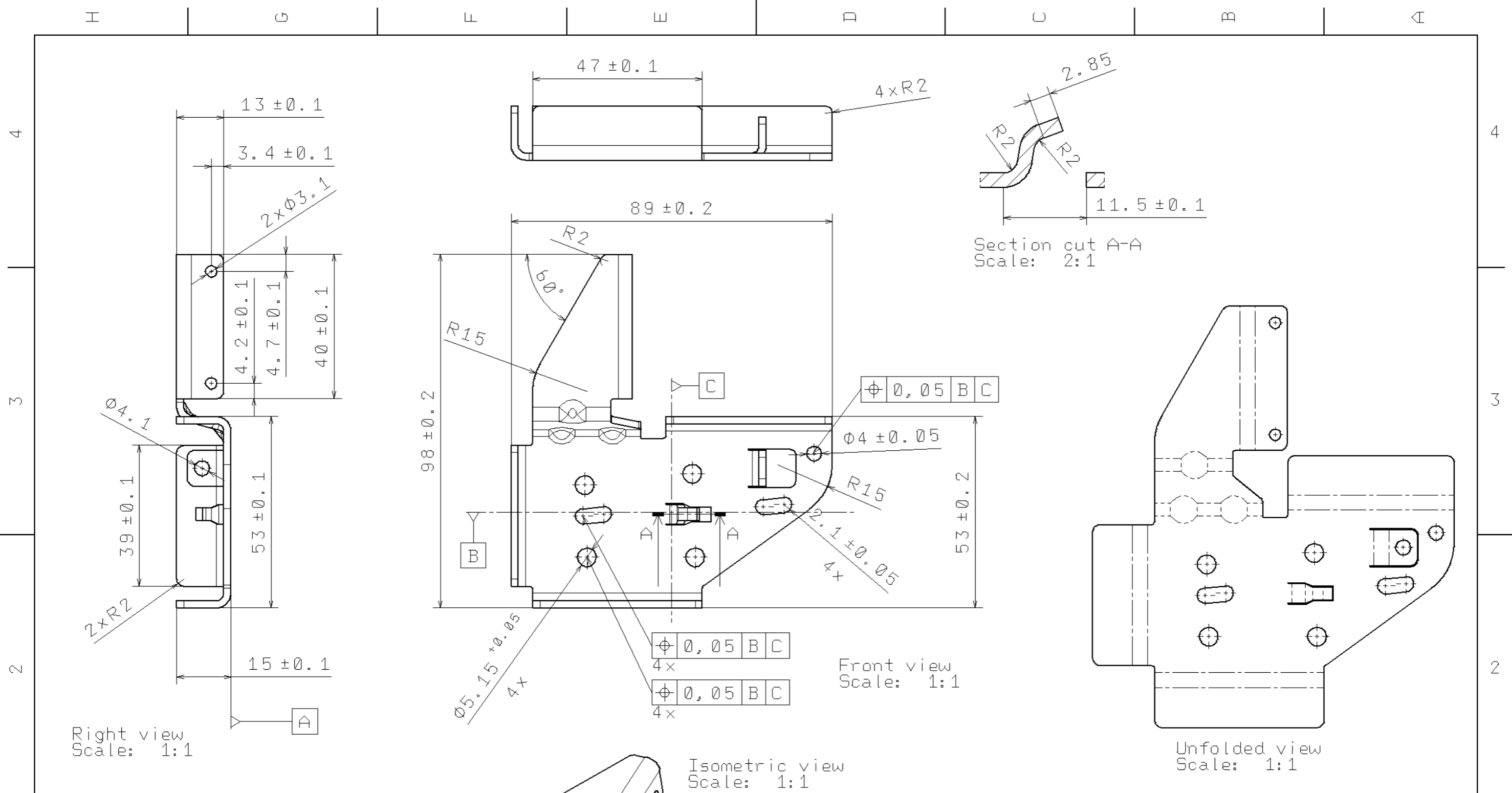
[5] *Blokové schéma*, poslední aktualizace 02.05.2015 14:47.

[http://sk.wikipedia.org/wiki/Blokov%C3%A1\\_sch%C3%A9ma](http://sk.wikipedia.org/wiki/Blokov%C3%A1_sch%C3%A9ma)

## **PŘÍLOHA č. 1**

### **Výkresy jednotlivých dílů dveřní brzdy**





PART KKS\_MK\_01\_040 IS MIRROR PART

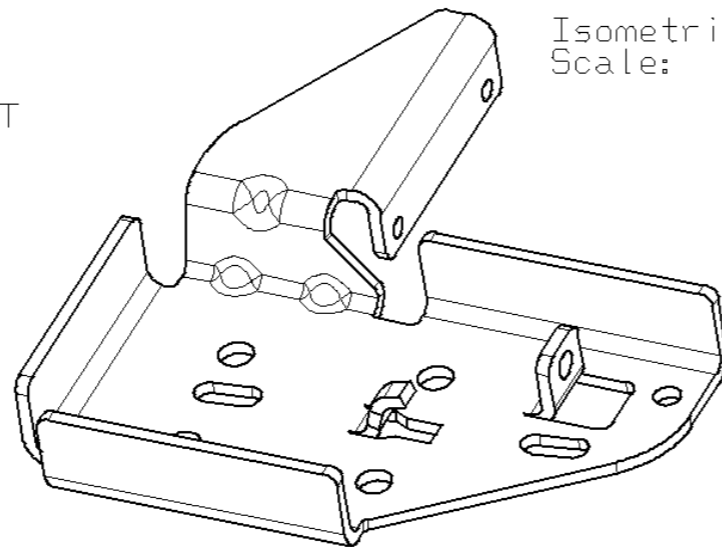
NON DIMENSIONED RADIUS 1mm

BENDING RADIUS 2mm

----- FUNCTION SURFACE

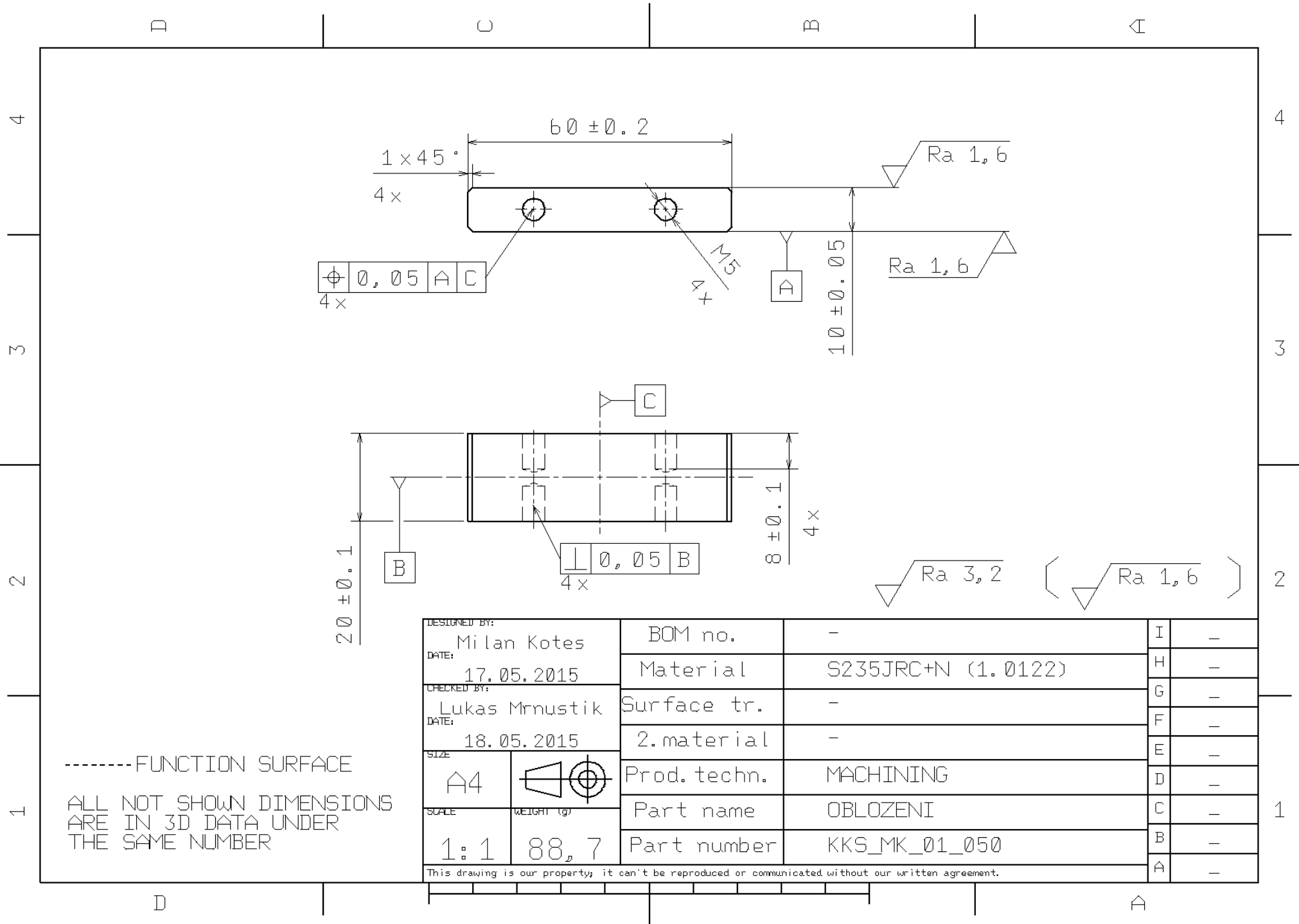
CORROSION TEST ACC. DIN EN ISO 9227

ALL NOT SHOWN DIMENSIONS ARE IN 3D DATA UNDER THE SAME NUMBER

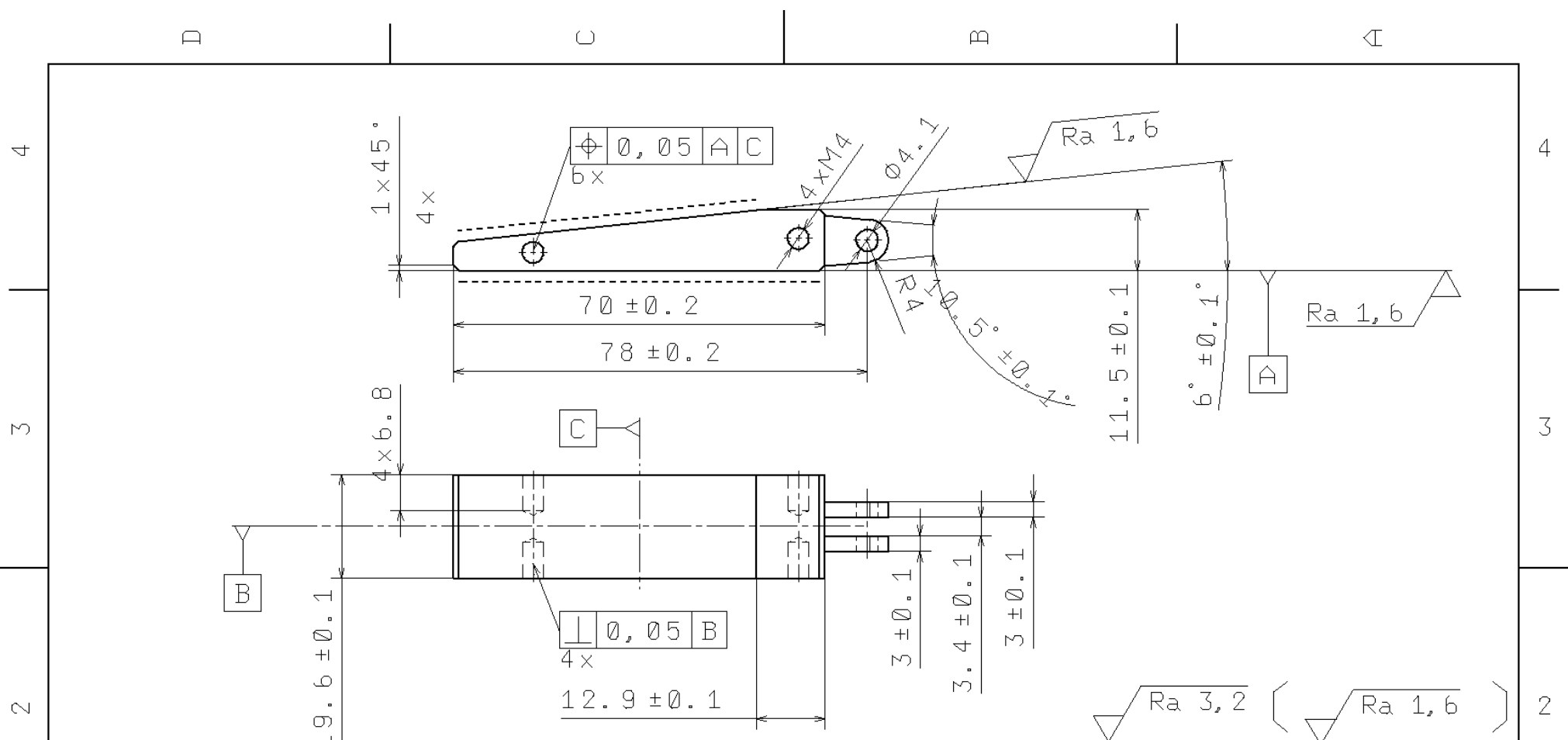


DESIGNED BY: Milan Kotes	BOM no.	-	I	-
DATE: 11.05.2015	Material	S420MC (1.0980), 2mm	H	-
CHECKED BY: Lukas Mrnustik	Surface tr.	ZnNi transparent >8um	G	-
DATE: 18.05.2015	2.material	-	F	-
SIZE: A3	Prod. techn.	CUTTING	E	-
SCALE: 1:1	Part name	PLECH	D	-
WEIGHT (g): 105,3	Part number	KKS_MK_01_030	C	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.			B	-
			A	-

H G B A



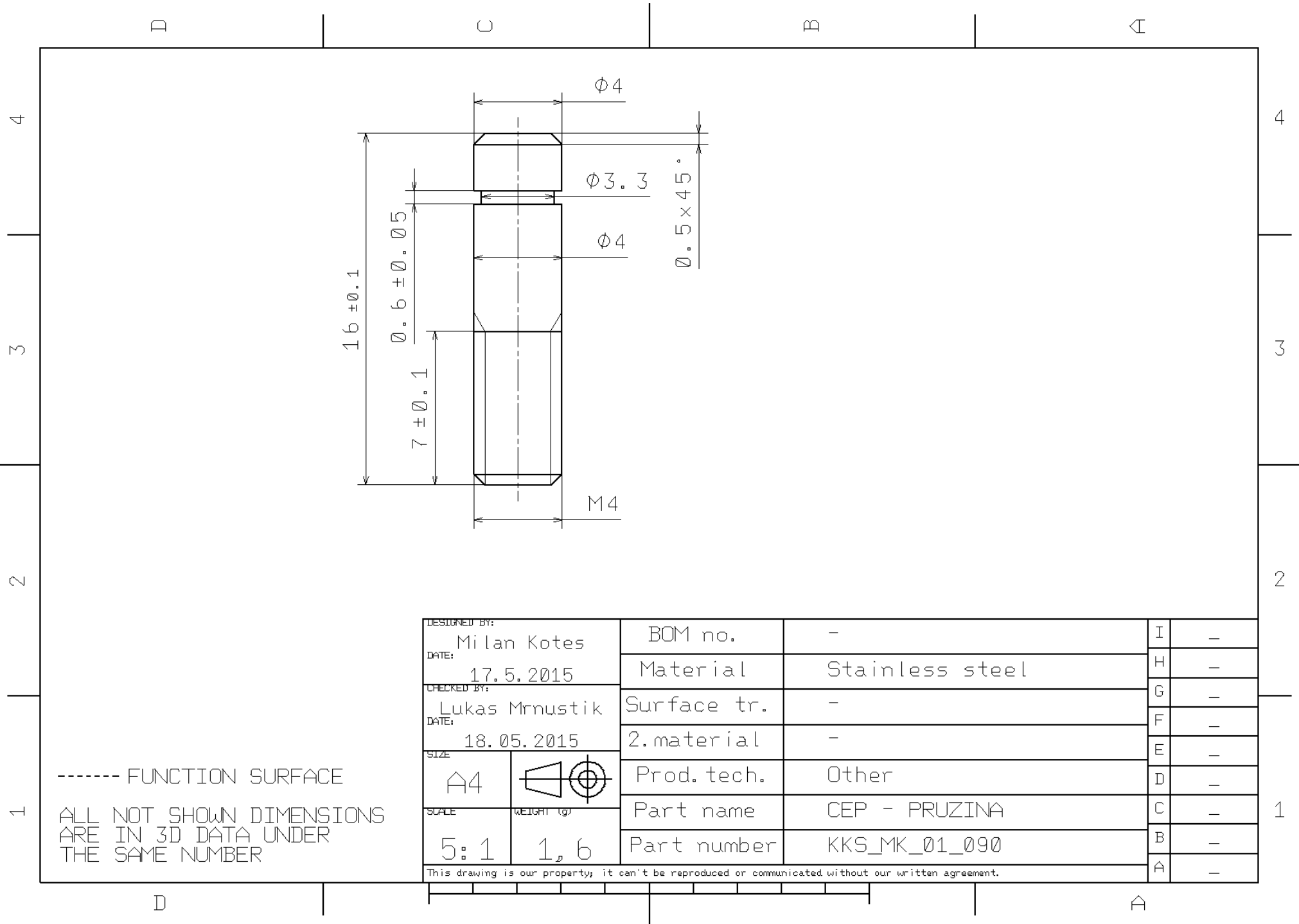
-----FUNCTION SURFACE  
 ALL NOT SHOWN DIMENSIONS  
 ARE IN 3D DATA UNDER  
 THE SAME NUMBER

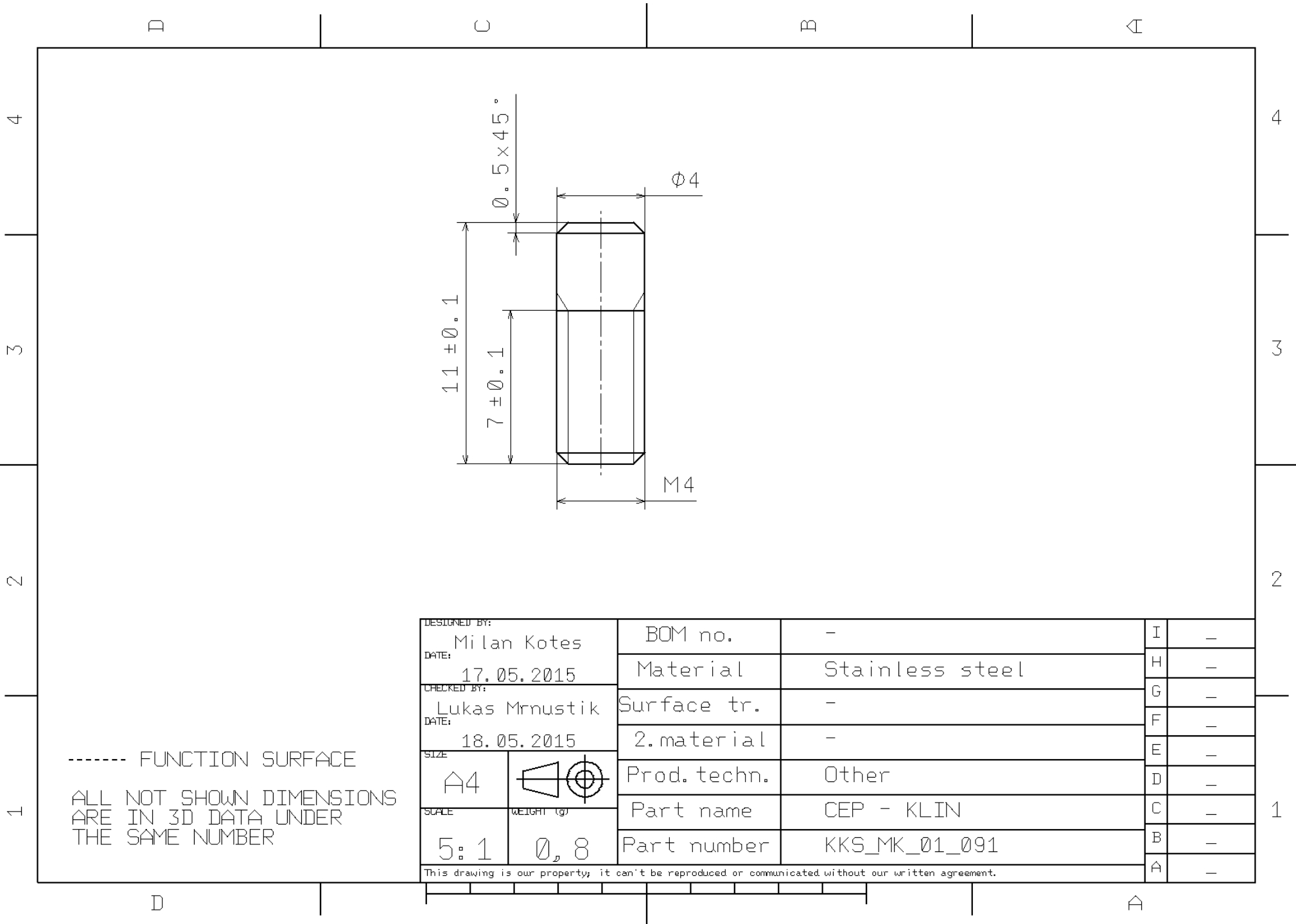


----- FUNCTION SURFACE

ALL NOT SHOWN DIMENSIONS  
ARE IN 3D DATA UNDER  
THE SAME NUMBER

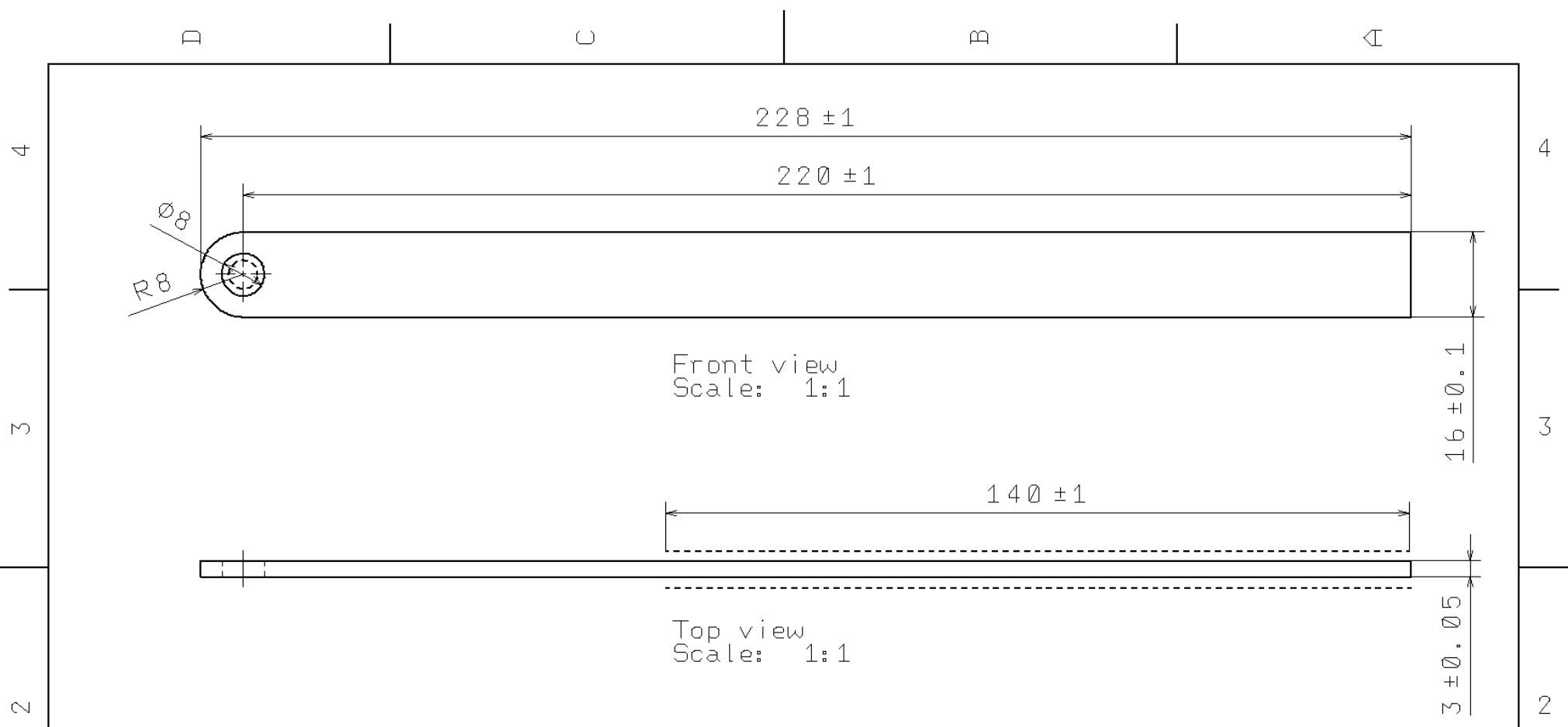
DESIGNED BY: Milan Kotes		BOM no.	-	I	-
DATE: 17.05.2015		Material	S235JRC+N (1.0122)	H	-
CHECKED BY: Lukas Mrnustik		Surface tr.	-	G	-
DATE: 18.05.2015		2.material	-	F	-
SIZE: A4		Prod. techn.	MACHINING	E	-
SCALE	WEIGHT (g)	Part name	KLIN	D	-
1:1	100,5	Part number	KKS_MK_01_060	C	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				B	-
				A	-





----- FUNCTION SURFACE  
 ALL NOT SHOWN DIMENSIONS  
 ARE IN 3D DATA UNDER  
 THE SAME NUMBER

DESIGNED BY: Milan Kotes		BOM no.	-	I	-	
DATE: 17.05.2015		Material	Stainless steel	H	-	
CHECKED BY: Lukas Mrnustik		Surface tr.	-	G	-	
DATE: 18.05.2015		2.material	-	F	-	
SIZE A4		Prod. techn.	Other	E	-	
SCALE 5:1	WEIGHT (g) 0,8	Part name	CEP - KLIN	D	-	
		Part number	KKS_MK_01_091	C	-	
					B	-
					A	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.						



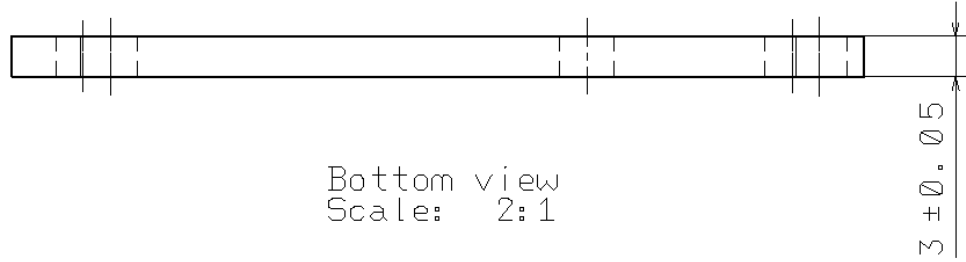
-----FUNCTION SURFACE

ALL NOT SHOWN DIMENSIONS  
ARE IN 3D DATA UNDER  
THE SAME NUMBER

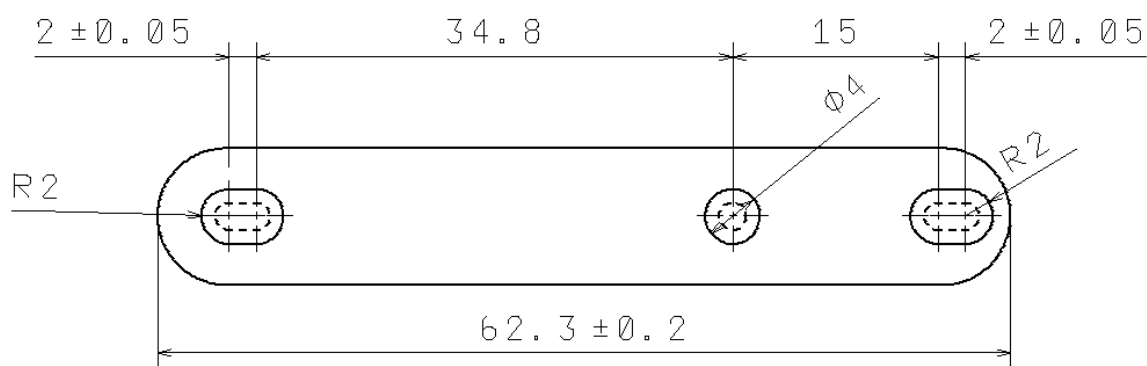
DESIGNED BY: Milan Kotes		BOM no.	-	I	-	
DATE: 11.05.2015		Material	S420MC (1.0980)	H	-	
CHECKED BY: Lukass Mrnutik		Surface tr.	-	G	-	
DATE: 18.05.2015		2.material	-	F	-	
SIZE A4		Prod. techn.	Cutting	E	-	
SCALE 1:1	WEIGHT (g) 65,2	Part name	TAHLO	D	-	
		Part number	KKS_MK_01_070	C	-	
					B	-
					A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

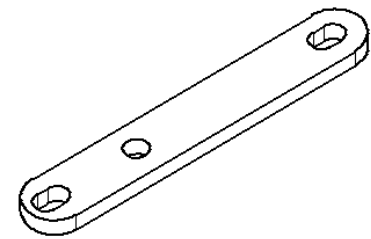
D C B A



Bottom view  
Scale: 2:1



Front view  
Scale: 2:1



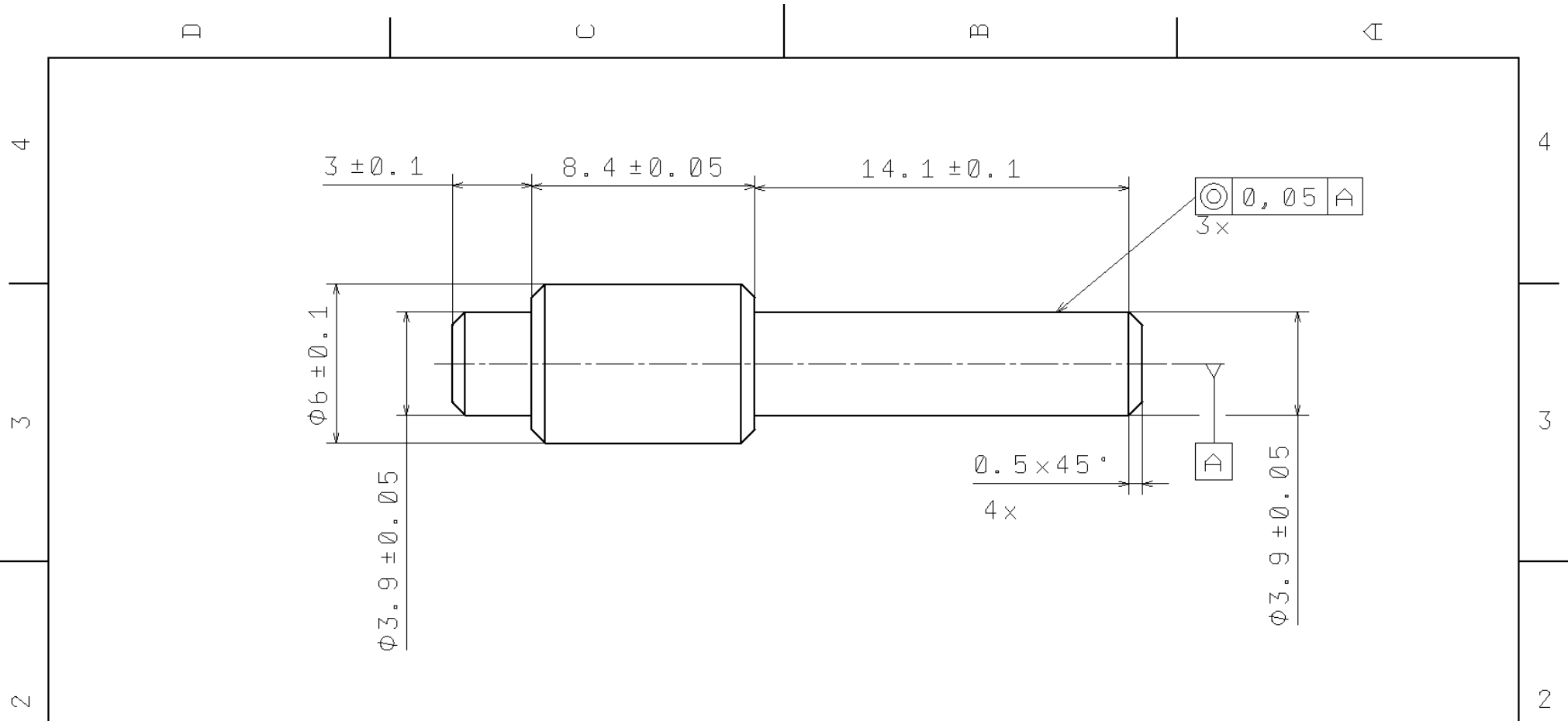
Isometric view  
Scale: 1:1

----- FUNCTION SURFACE  
ALL NOT SHOWN DIMENSIONS  
ARE IN 3D DATA UNDER  
THE SAME NUMBER

DESIGNED BY: Milan Kotes		BOM no.	-	I	-
DATE: 11.05.2015		Material	S420MC (1.0980)	H	-
CHECKED BY: Lukas Mrnustik		Surface tr.	-	G	-
DATE: 18.05.2015		2.material	-	F	-
SIZE A4		Prod. techn.	Cutting	E	-
SCALE 1:1	WEIGHT (g) 12,6	Part name	PAKA	D	-
		Part number	KKS_MK_01_080	C	-
				B	-
				A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D A

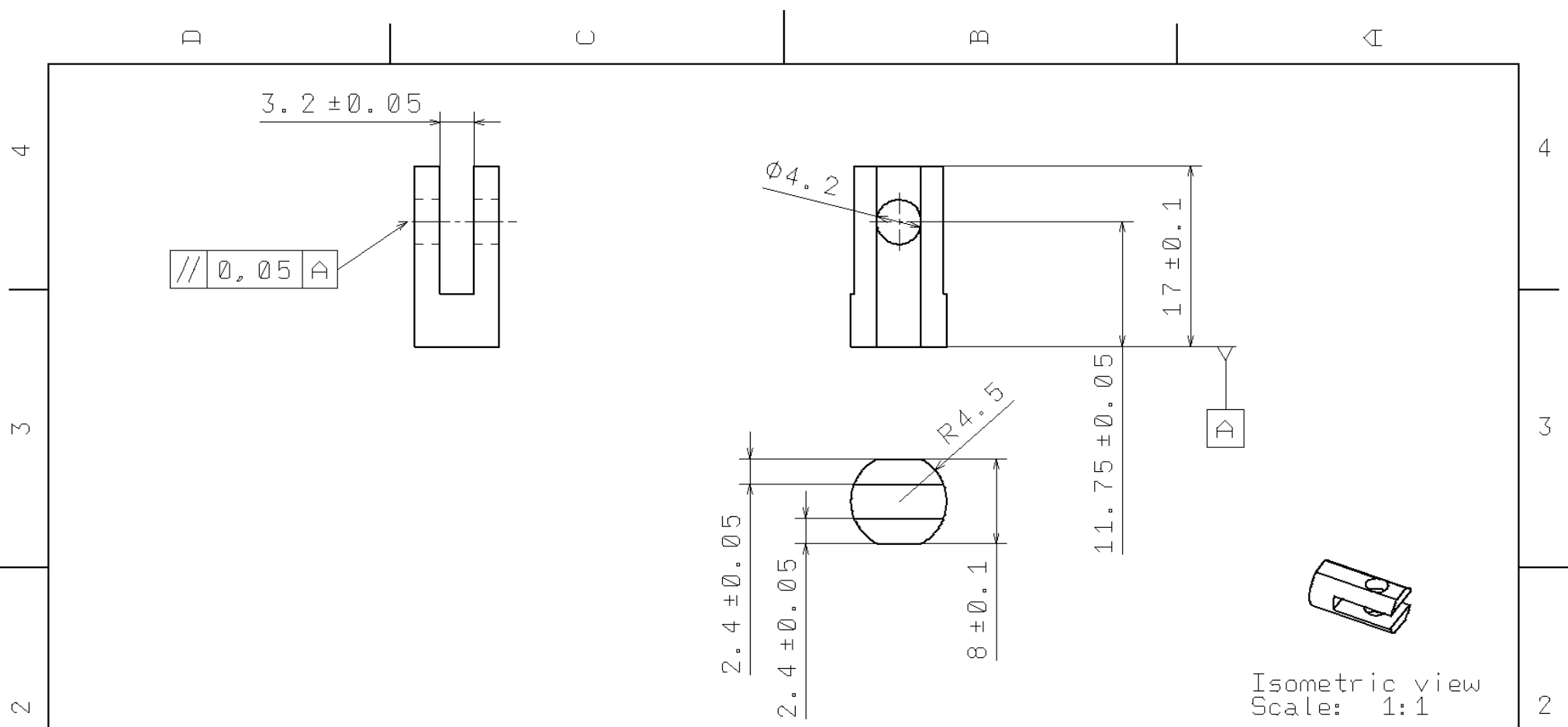


----- FUNCTION SURFACE  
 ALL NOT SHOWN DIMENSIONS  
 ARE IN 3D DATA UNDER  
 THE SAME NUMBER

DESIGNED BY: Milan Kotes		BOM no.	-	I	-	
DATE: 17.05.2015		Material	Stainless steel	H	-	
CHECKED BY: Lukas Mrnustik		Surface tr.	-	G	-	
DATE: 18.05.2015		2.material	-	F	-	
SIZE A4		Prod techn.	Machining	E	-	
SCALE 5:1	WEIGHT (g) 2,4	Part name	CEP	D	-	
		Part number	KKS_MK_01_092	C	-	
					B	-
					A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

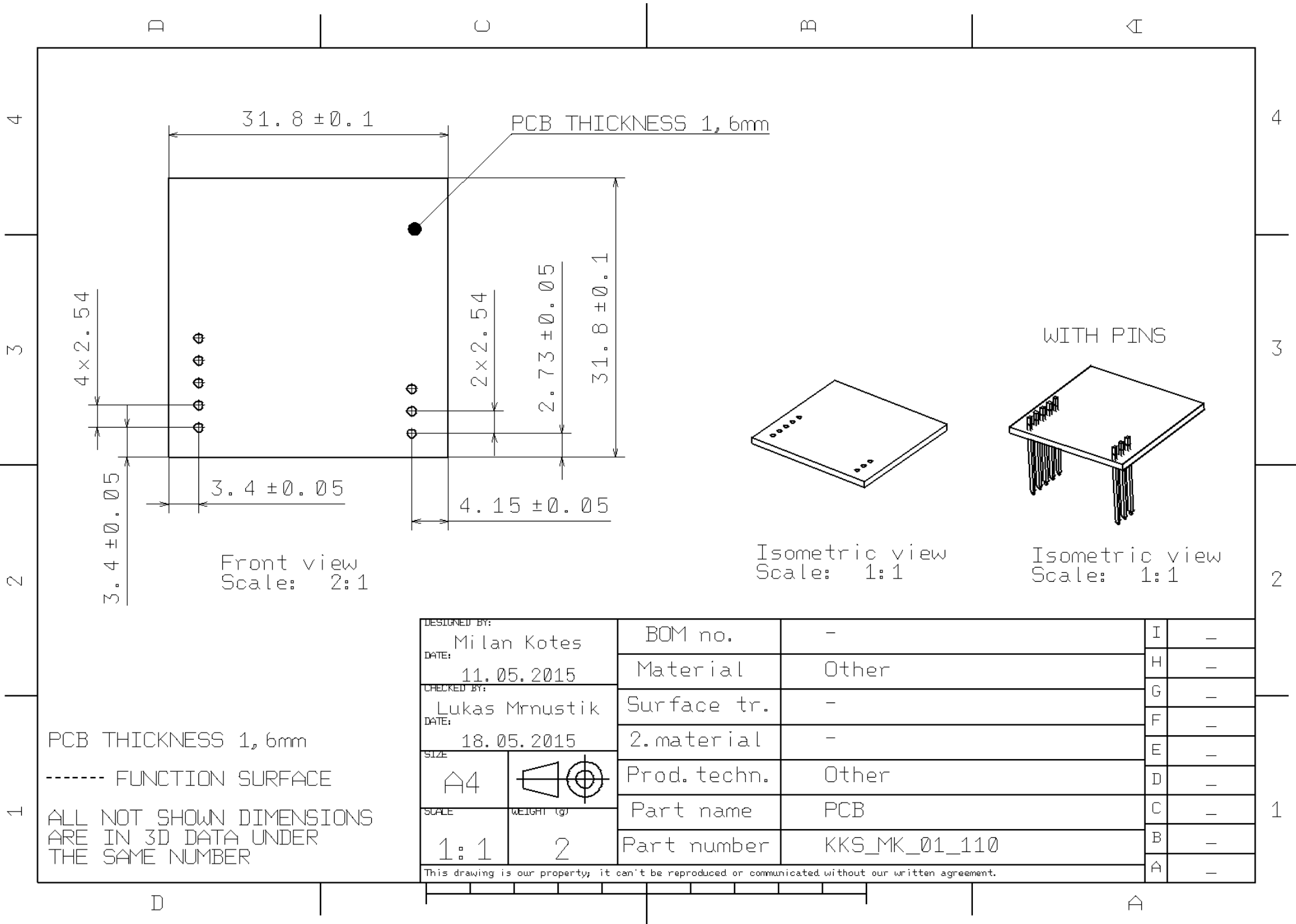




----- FUNCTION SURFACE  
 ALL NOT SHOWN DIMENSIONS  
 ARE IN 3D DATA UNDER  
 THE SAME NUMBER

DESIGNED BY: Kakos		BOM no.	-	I	-
DATE: 11.5.2015		Material	S235JRC+N (1.0122)	H	-
CHECKED BY: Lukas Mrnustik		Surface tr.	-	G	-
DATE: 18.05.2015		2.material	-	F	-
SIZE A4		Prod. techn.	Other	E	-
SCALE 1:1	WEIGHT (g) 4,7	Part name	CEP - PAKA	D	-
		Part number	KKS_MK_01_100	C	-
				B	-
				A	-

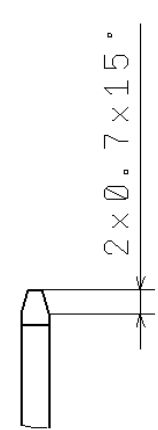
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.



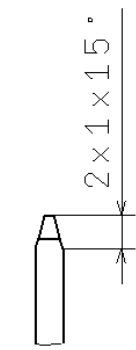
DESIGNED BY: Milan Kotes DATE: 11.05.2015		BOM no.	-	I	-
CHECKED BY: Lukas Mrnustik DATE: 18.05.2015		Material	Other	H	-
SIZE A4		Surface tr.	-	G	-
SCALE 1:1		2.material	-	F	-
WEIGHT (g) 2		Prod. techn.	Other	E	-
		Part name	PCB	D	-
		Part number	KKS_MK_01_110	C	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				B	-
				A	-

D C B A

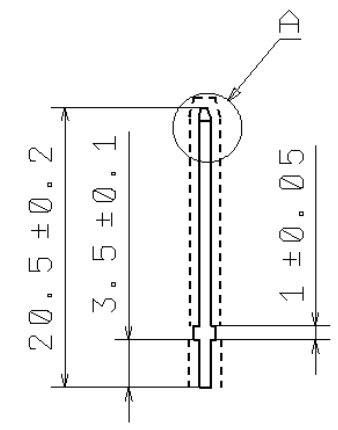
4  
3  
2  
1



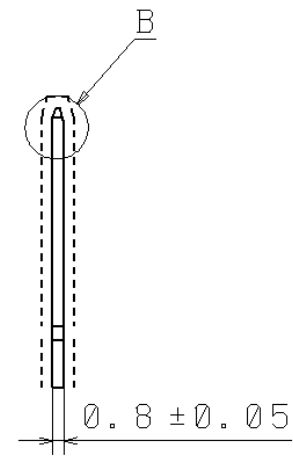
Detail A  
Scale: 5:1



Detail B  
Scale: 5:1



Front view  
Scale: 2:1



Left view  
Scale: 2:1



Isometric view  
Scale: 1:1

----- FUNCTION SURFACE  
ALL NOT SHOWN DIMENSIONS  
ARE IN 3D DATA UNDER  
THE SAME NUMBER

DESIGNED BY: Milan Kotes		BOM no.	-	I	-	
DATE: 17.05.2015		Material	CuZn37 DIN EN 1652 0,8	H	-	
CHECKED BY: Lukas Mrnustik		Surface tr.	-	G	-	
DATE: 18.05.2015		2.material	-	F	-	
SIZE A4		Prod. techn.	Cutting	E	-	
SCALE 1:1	WEIGHT (g) 1	Part name	PIN	D	-	
		Part number	KKS_MK_01_120	C	-	
					B	-
					A	-

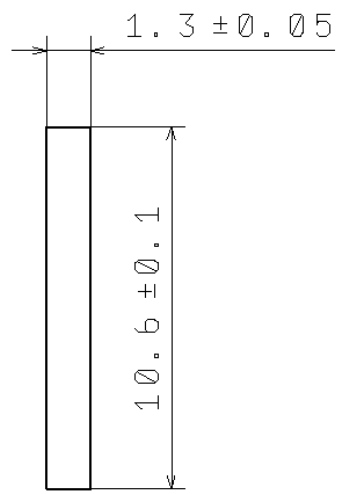
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D A

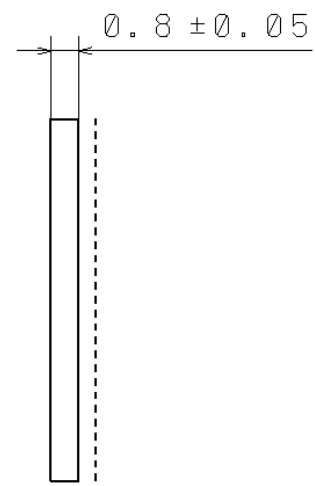
D C B A

4  
3  
2  
1

4  
3  
2  
1



Front view  
Scale: 5:1



Left view  
Scale: 5:1



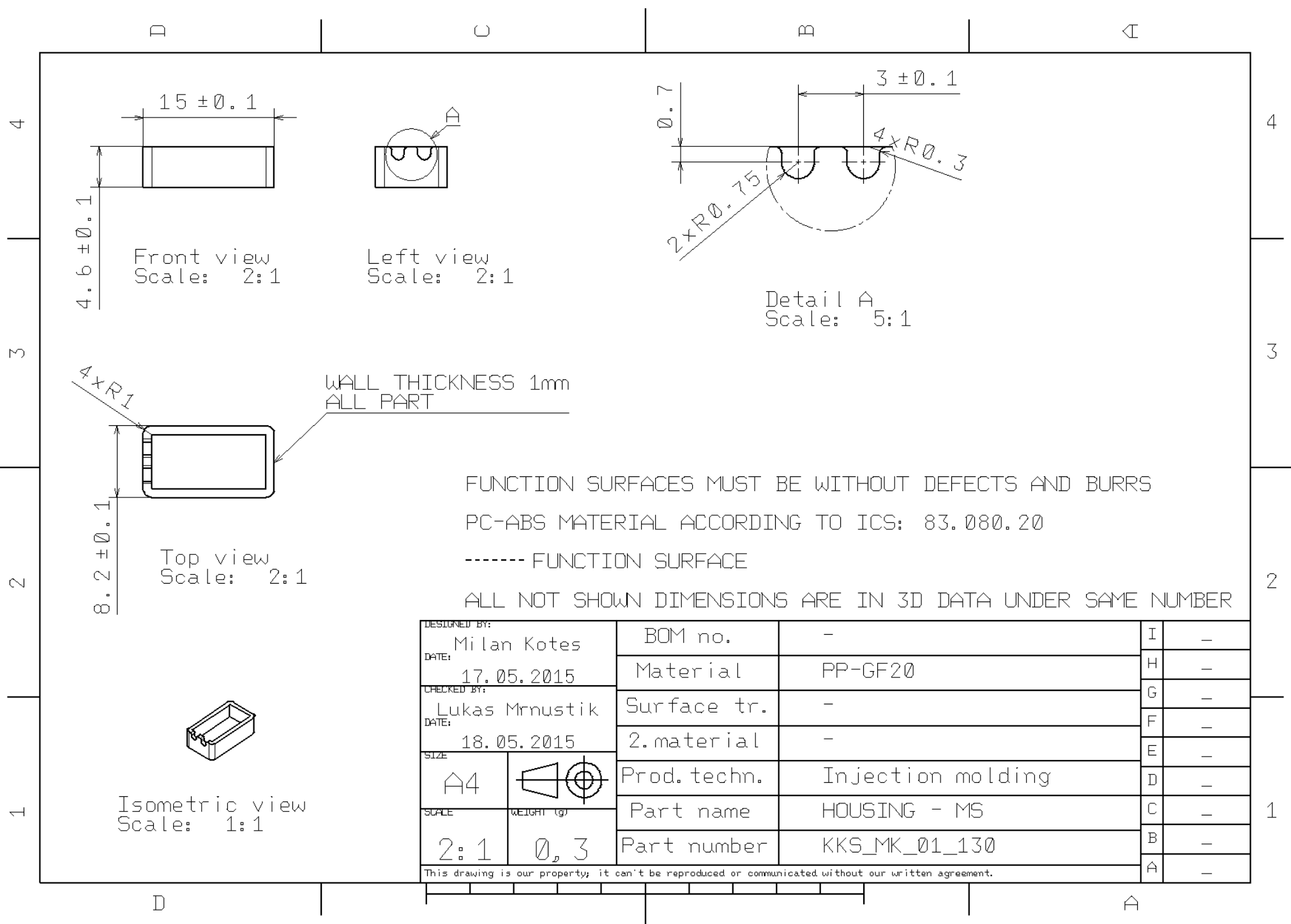
Isometric view  
Scale: 1:1

----- FUNCTION SURFACE  
ALL NOT SHOWN DIMENSIONS  
ARE IN 3D DATA UNDER  
THE SAME NUMBER

DESIGNED BY: Milan Kotes DATE: 17.05.2015		BOM no.	-	I	-
CHECKED BY: Lukas Mrnustik DATE: 18.05.2015		Material	Stainless steel 1.4301+2G	H	-
SIZE A4		Surface tr.	-	G	-
SCALE 1:1		2.material	-	F	-
WEIGHT (g) 0,1		Prod. techn.	Cutting	E	-
		Part name	PIN-MS	D	-
		Part number	KKS_MK_01_121	C	-
				B	-
				A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D C B A



15 ± 0.1  
4.6 ± 0.1  
Front view  
Scale: 2:1

Left view  
Scale: 2:1

0.7  
3 ± 0.1  
4 × R0.3  
2 × R0.75  
Detail A  
Scale: 5:1

4 × R1  
8.2 ± 0.1  
Top view  
Scale: 2:1  
WALL THICKNESS 1mm  
ALL PART

FUNCTION SURFACES MUST BE WITHOUT DEFECTS AND BURRS

PC-ABS MATERIAL ACCORDING TO ICS: 83.080.20

----- FUNCTION SURFACE

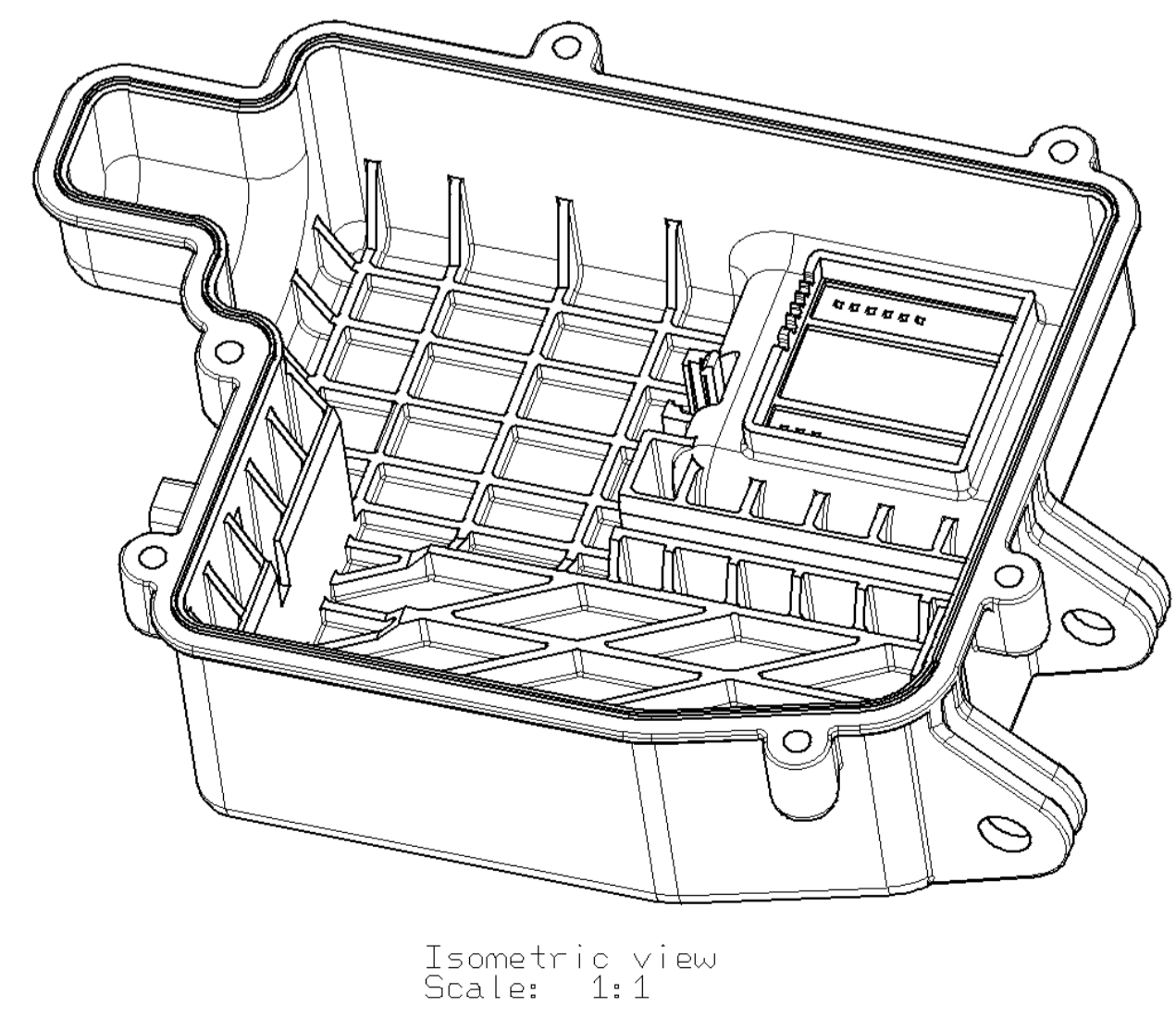
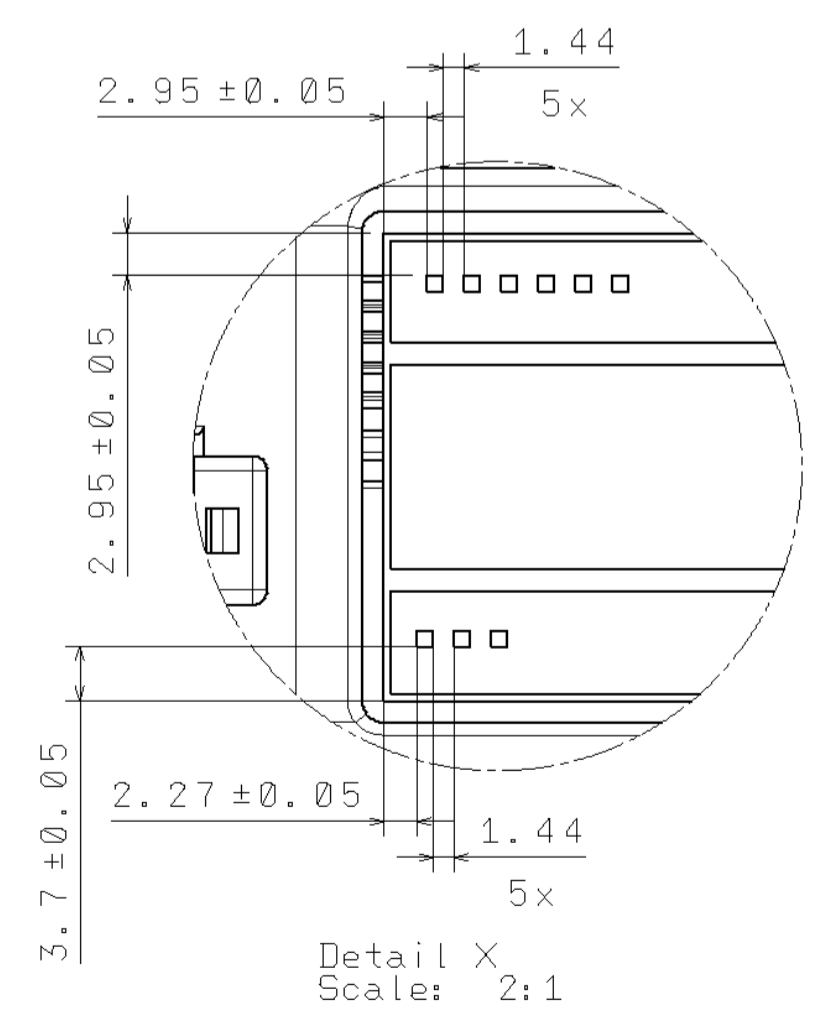
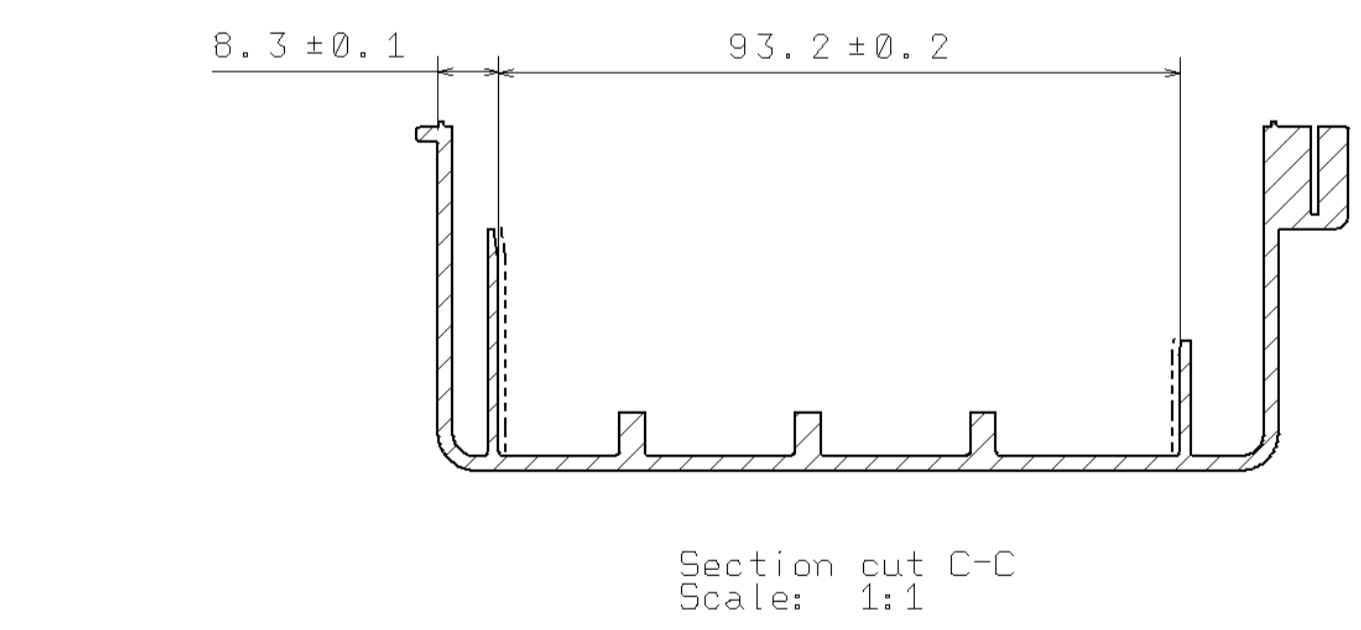
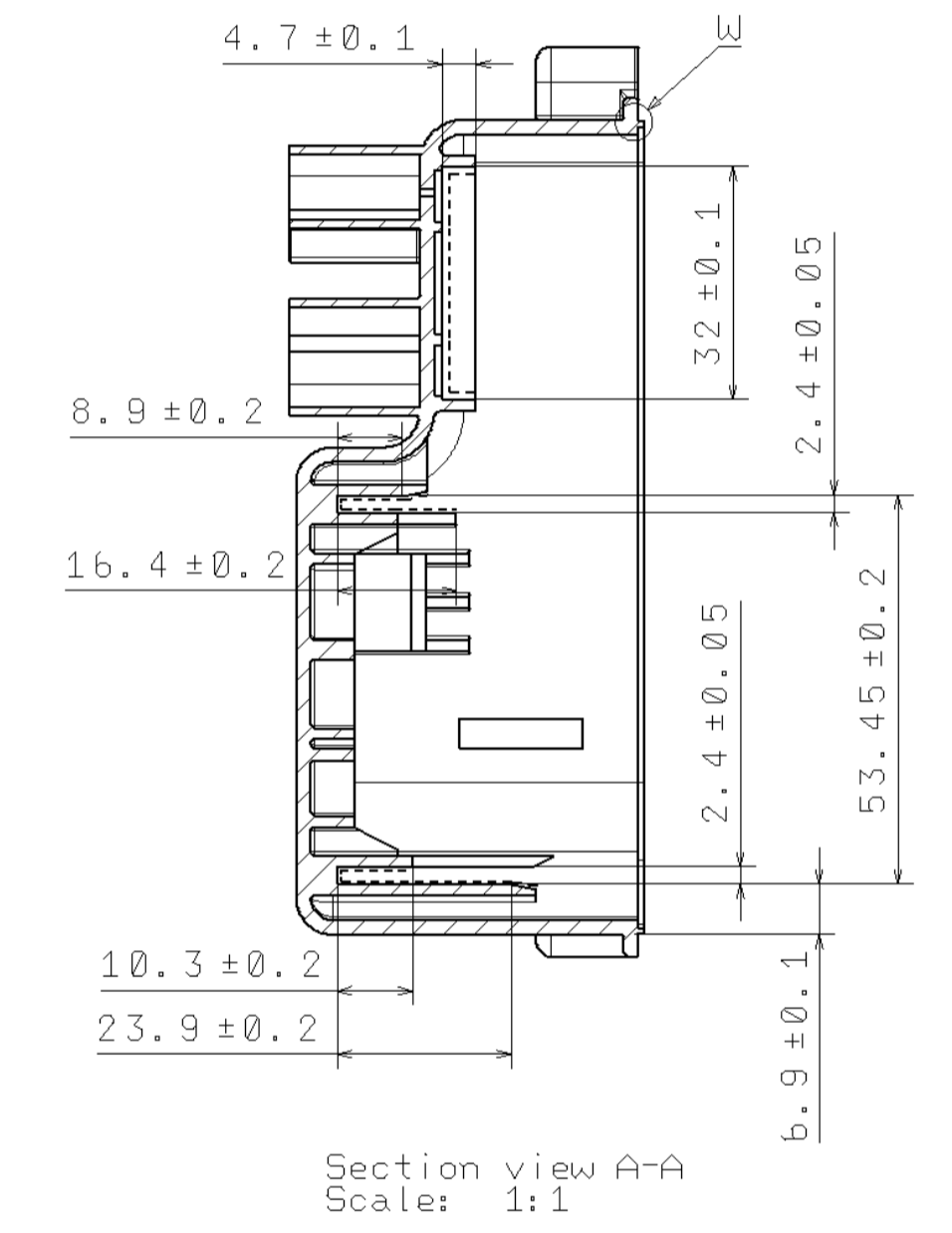
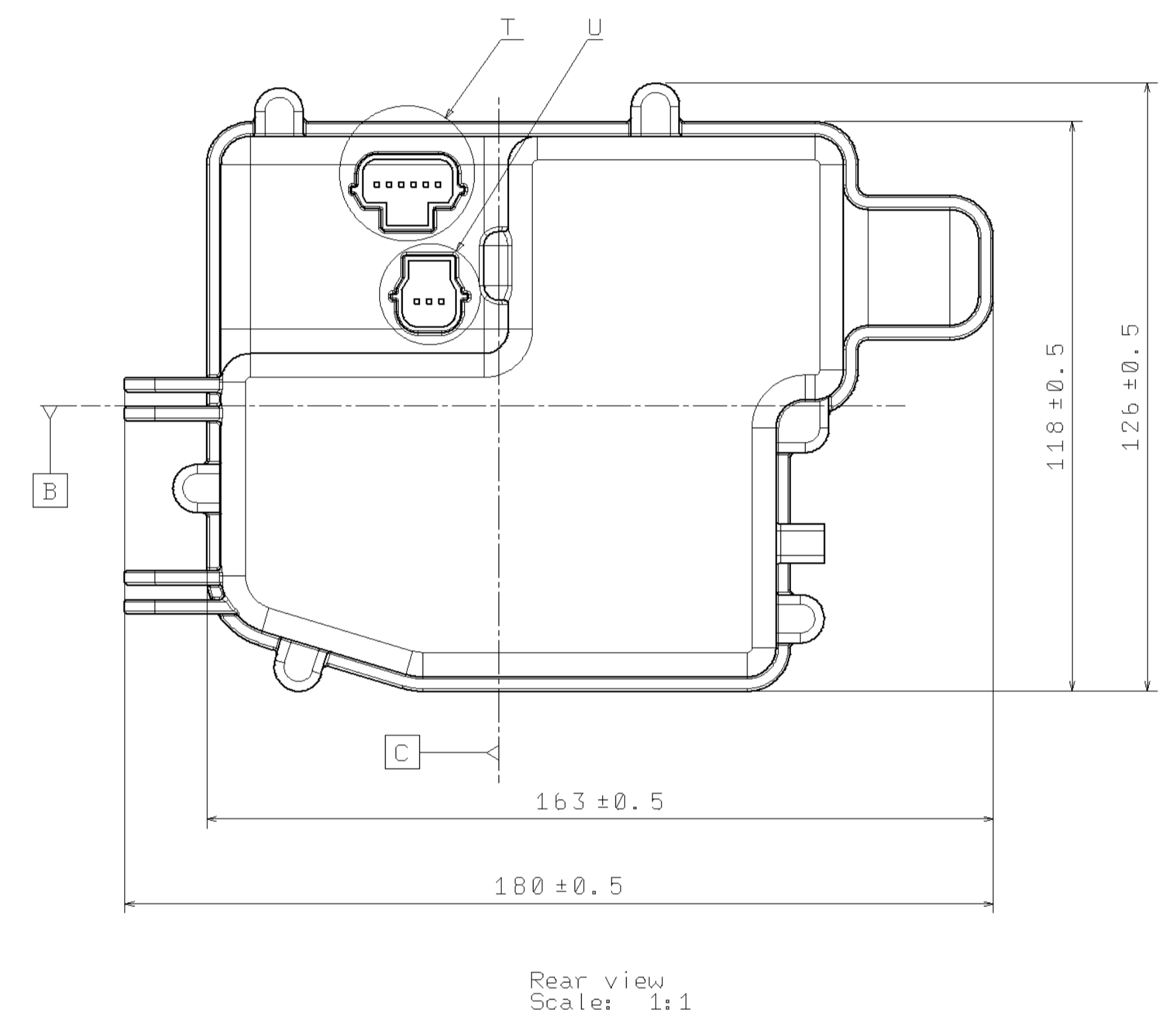
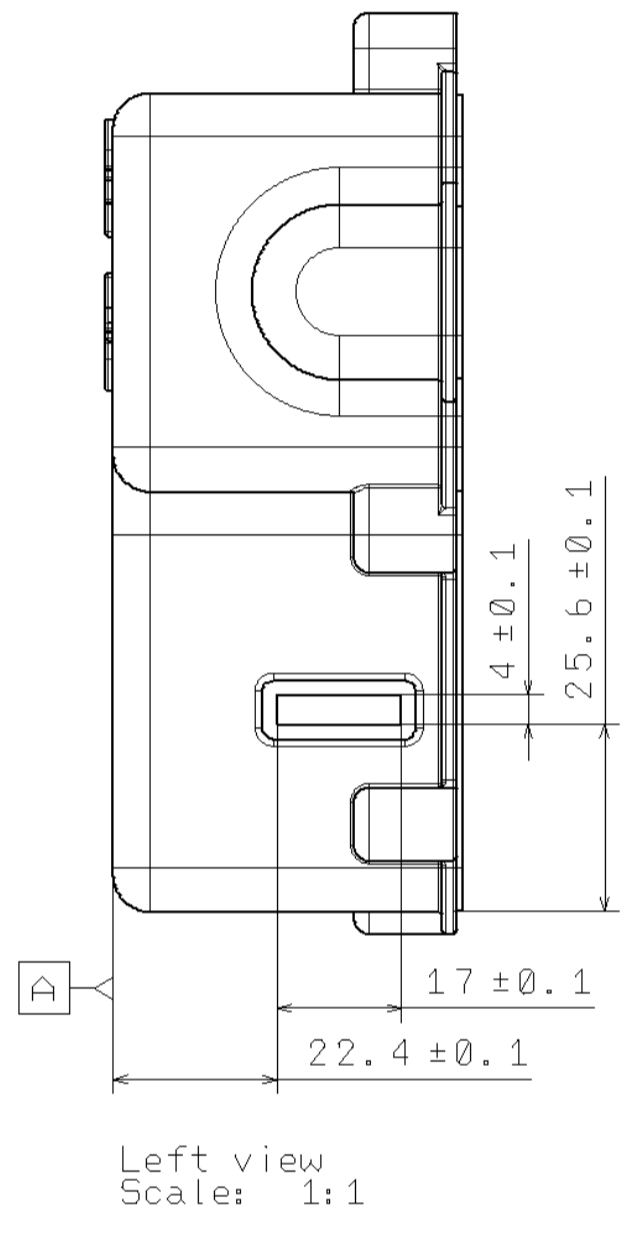
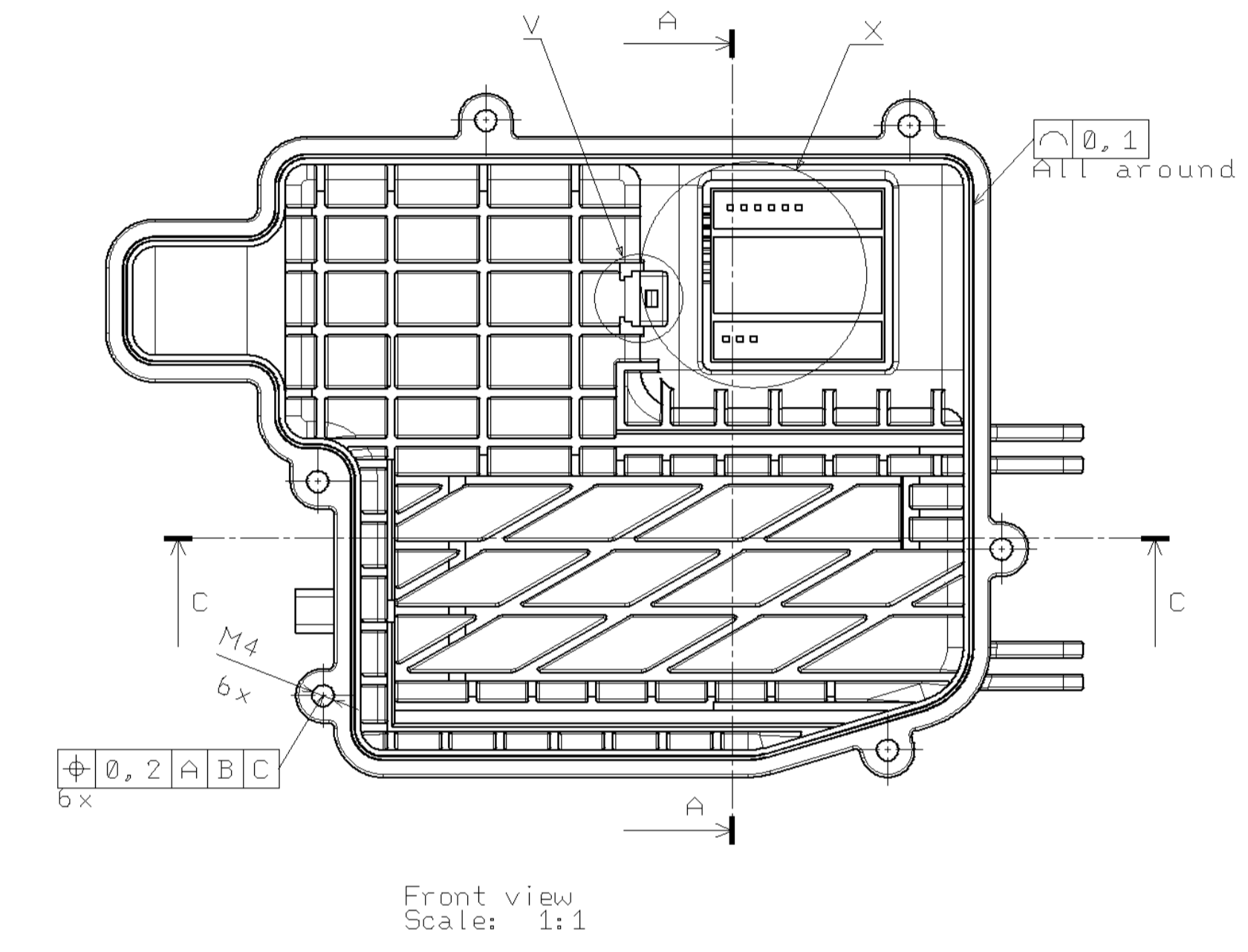
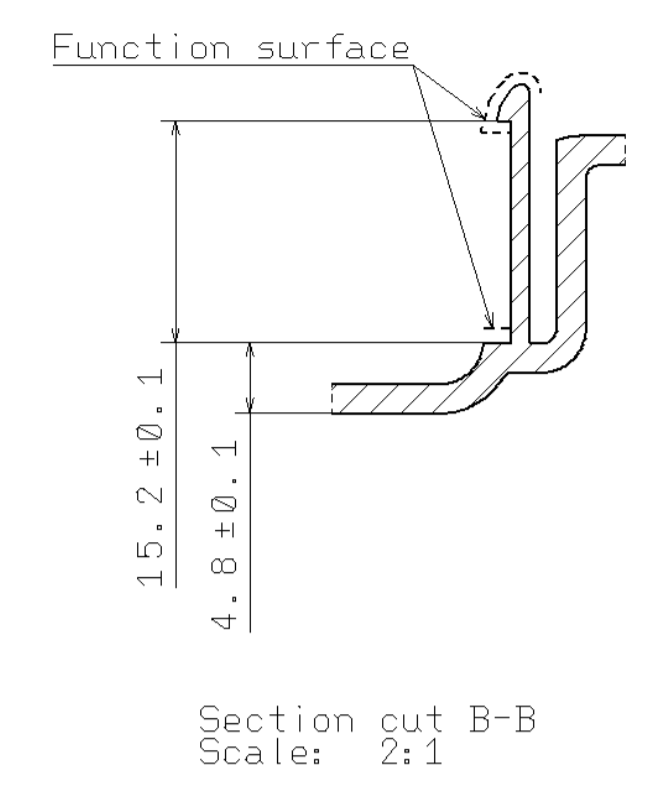
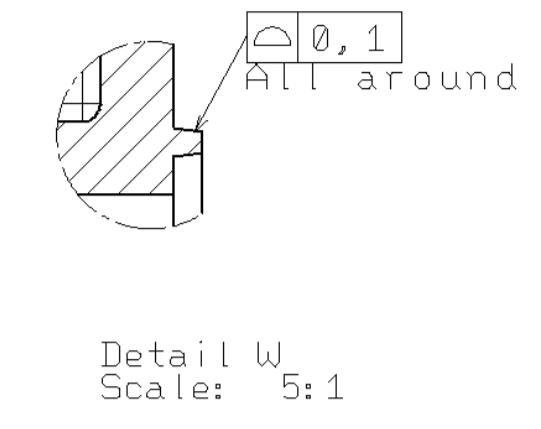
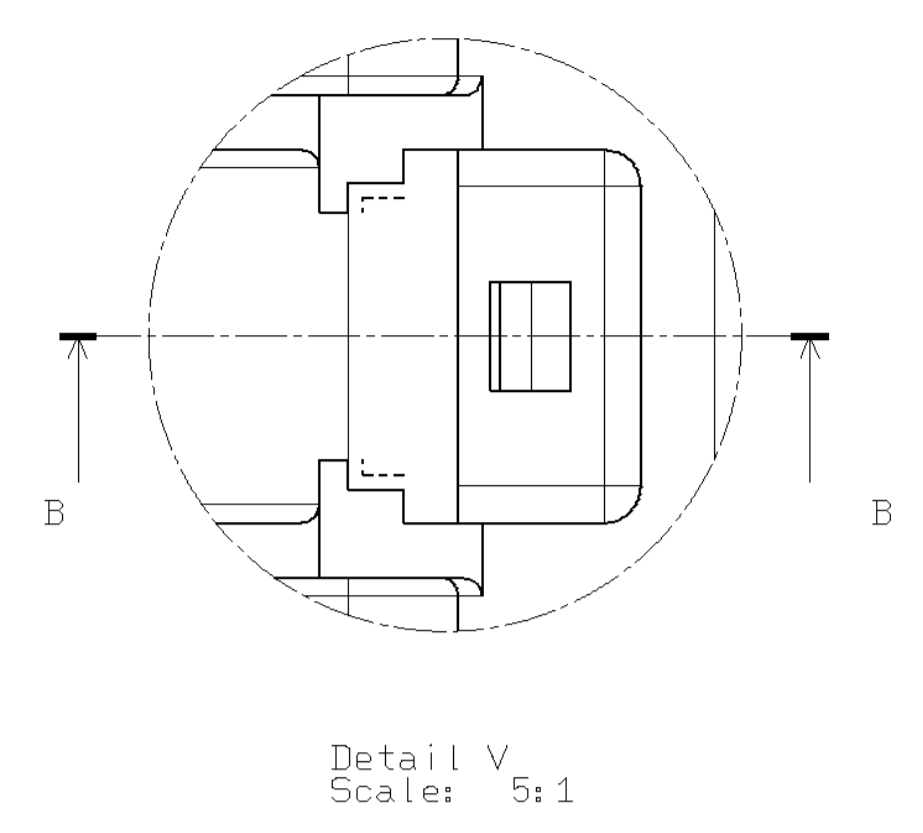
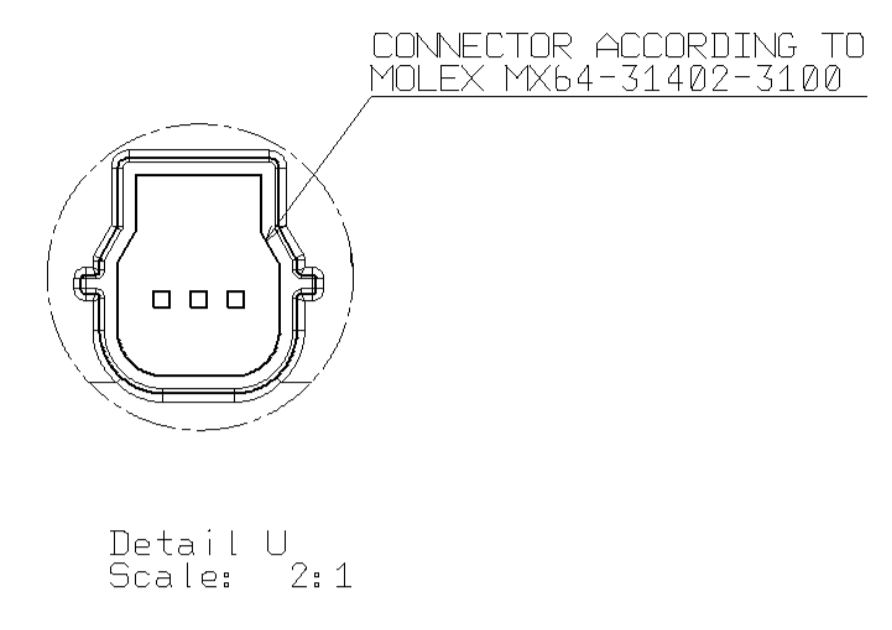
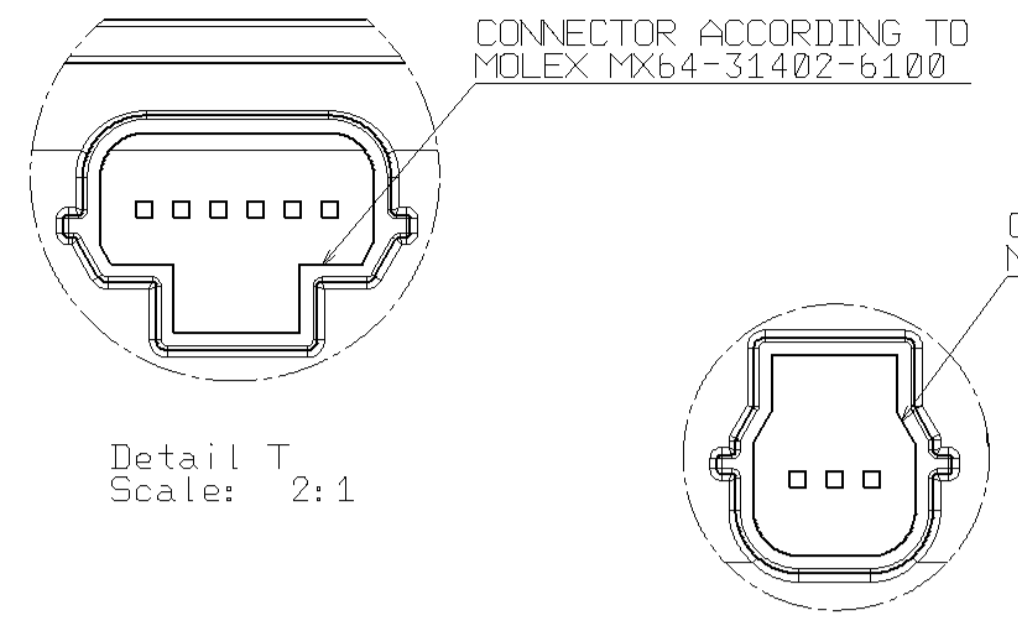
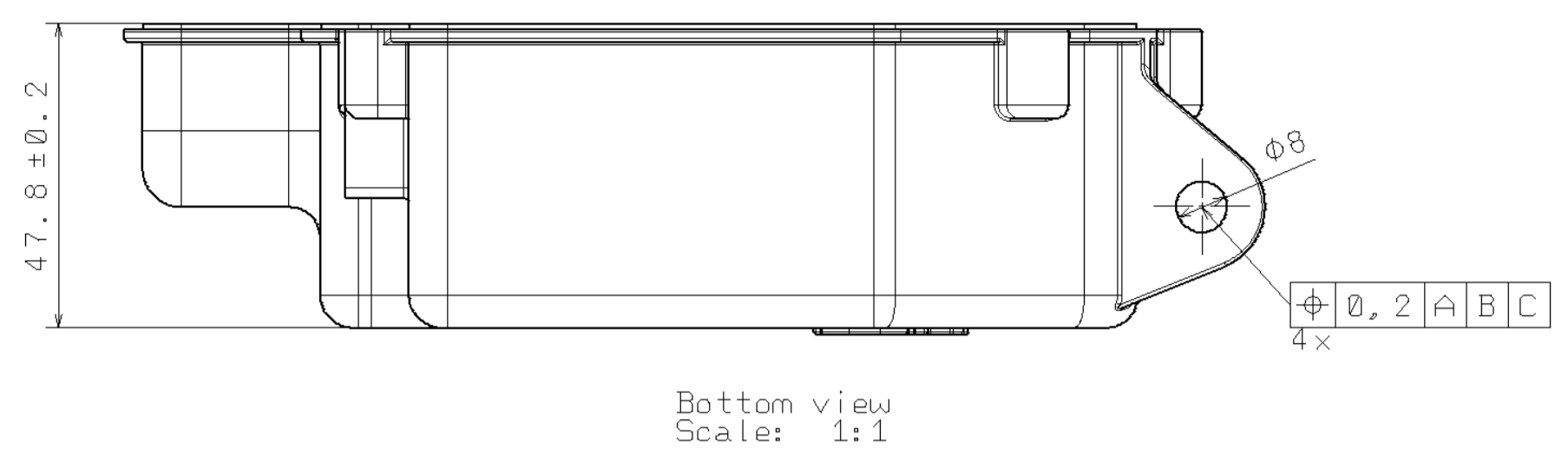
ALL NOT SHOWN DIMENSIONS ARE IN 3D DATA UNDER SAME NUMBER

Isometric view  
Scale: 1:1

DESIGNED BY: Milan Kotes		BOM no.	-	I	-
DATE: 17.05.2015		Material	PP-GF20	H	-
CHECKED BY: Lukas Mrnustik		Surface tr.	-	G	-
DATE: 18.05.2015		2.material	-	F	-
SIZE A4		Prod. techn.	Injection molding	E	-
SCALE 2:1	WEIGHT (g) 0,3	Part name	HOUSING - MS	D	-
		Part number	KKS_MK_01_130	C	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				B	-
				A	-

P O N M L K J I H G F E D C B A

8 7 6 5 4 3 2 1

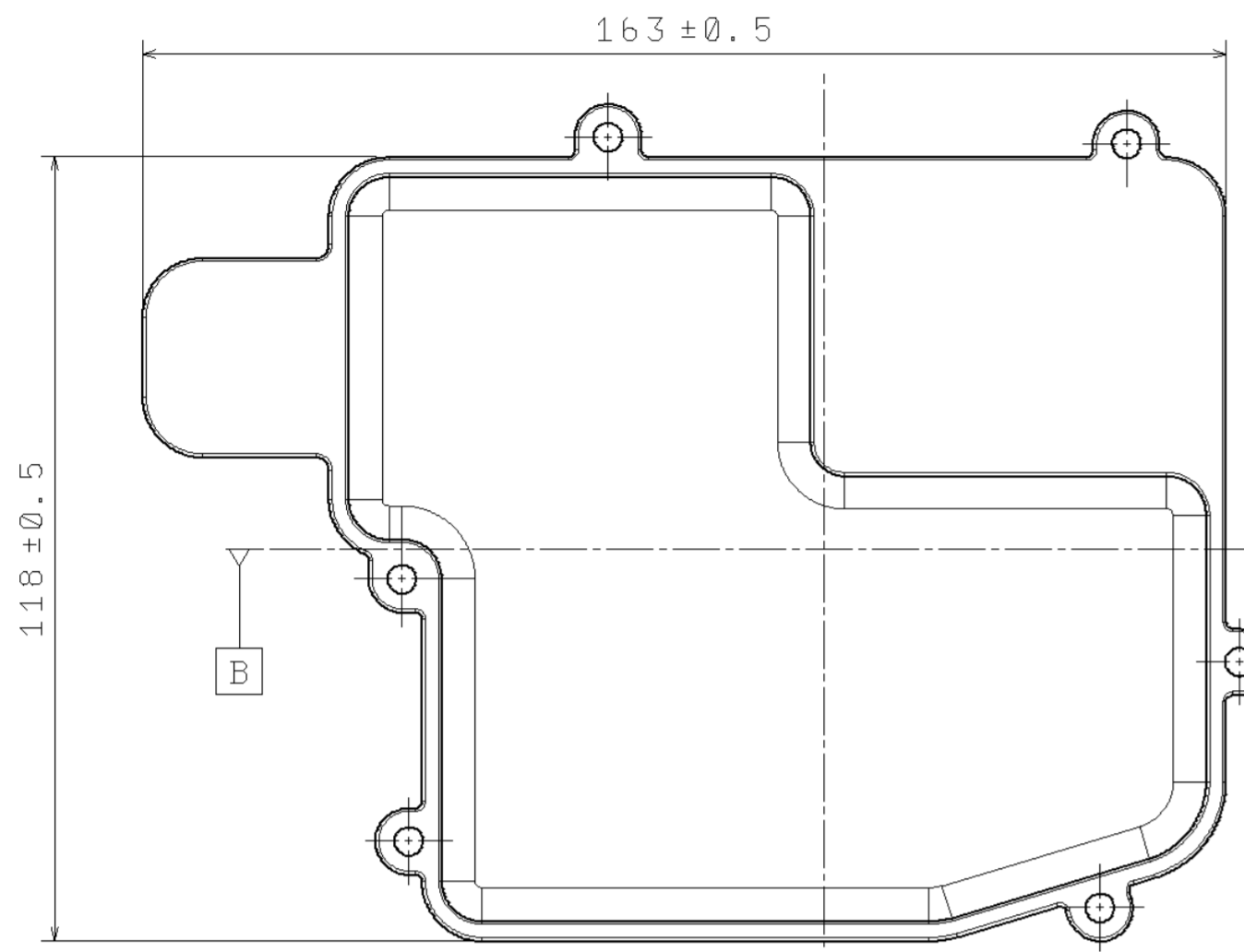


FUNCTION SURFACES MUST BE WITHOUT DEFECTS AND BURRS  
PA6-GF30 MATERIAL ACCORDING TO ICS: 83.080.20  
----- FUNCTION SURFACE  
ALL NOT SHOWN DIMENSIONS ARE IN 3D DATA UNDER SAME NUMBER

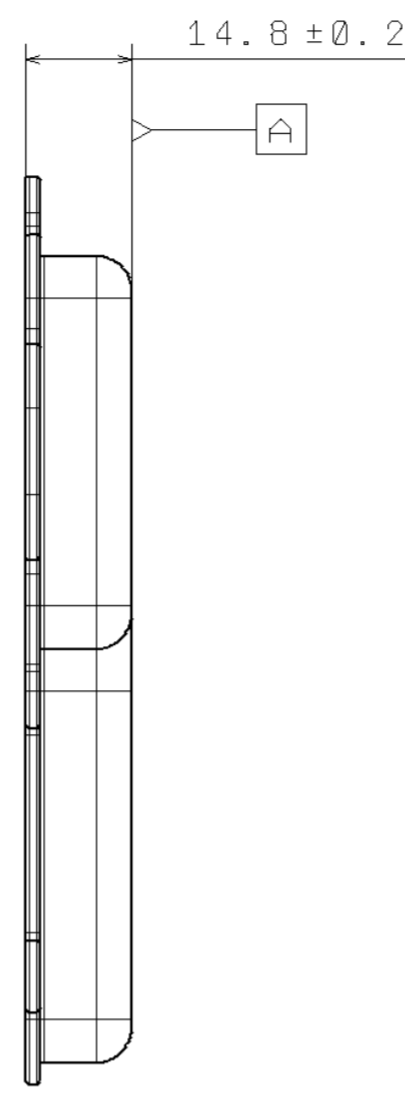
DESIGNED BY: MILAN KOTES	BOCM no.	-	I	-
DATE: 11.5.2015	Material	PA6-GF30	H	-
DRAWN BY: LUKAS MRNUSTIK	Surface tr.	-	G	-
DATE: XXX	2.material.	-	F	-
SCALE: A1	Prod. techn.	Injection molding	E	-
SCALE: 1:1	Part name	HOUSING	D	-
SCALE: 1:1	Part number	KKS_MK_01_010	C	-
			B	-
			A	-

This drawing is our property - it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

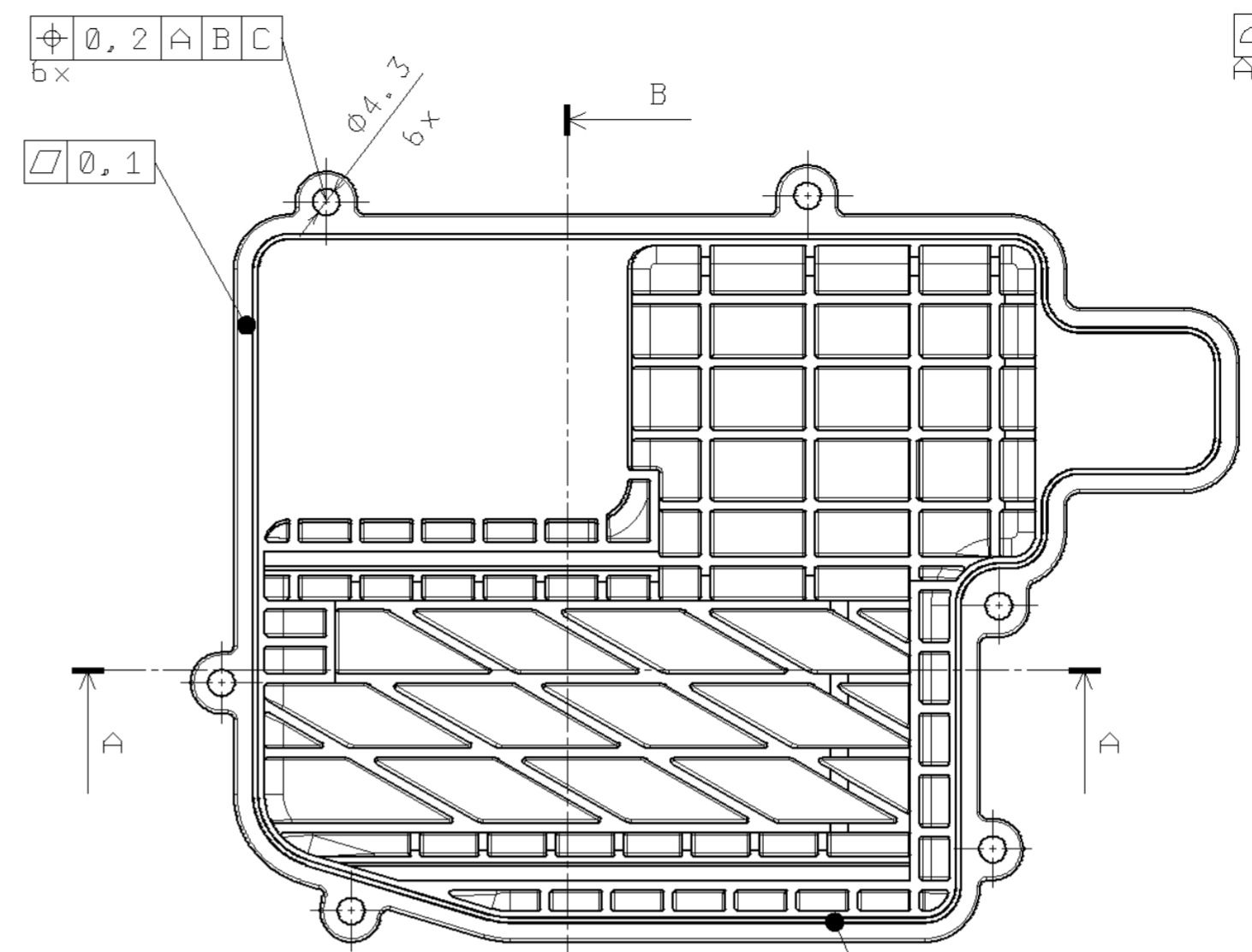
P O N M L K J I H G F E D C B A



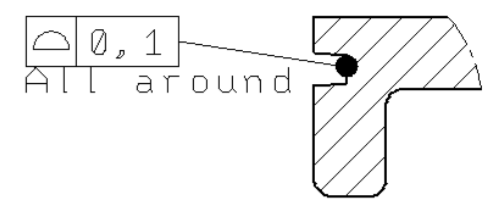
Rear view  
Scale: 1:1



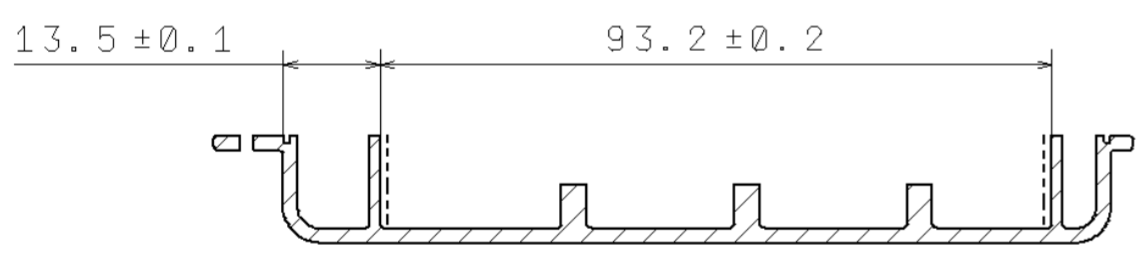
Right view  
Scale: 1:1



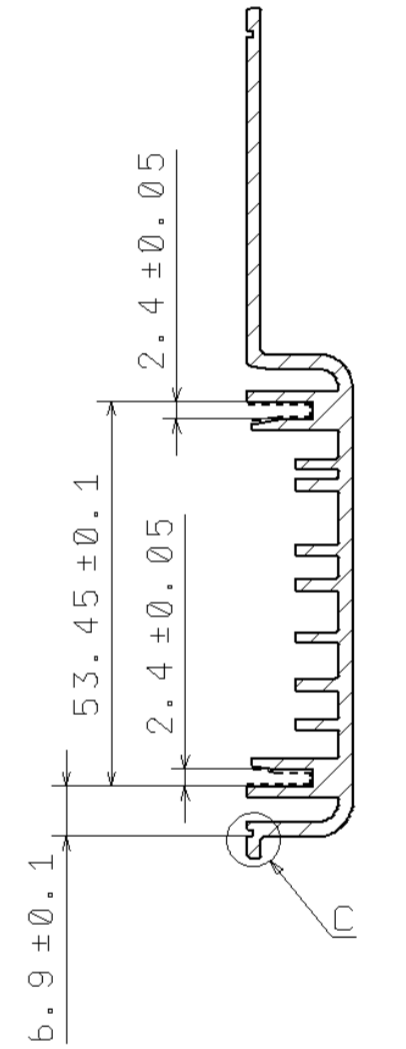
Front view  
Scale: 1:1



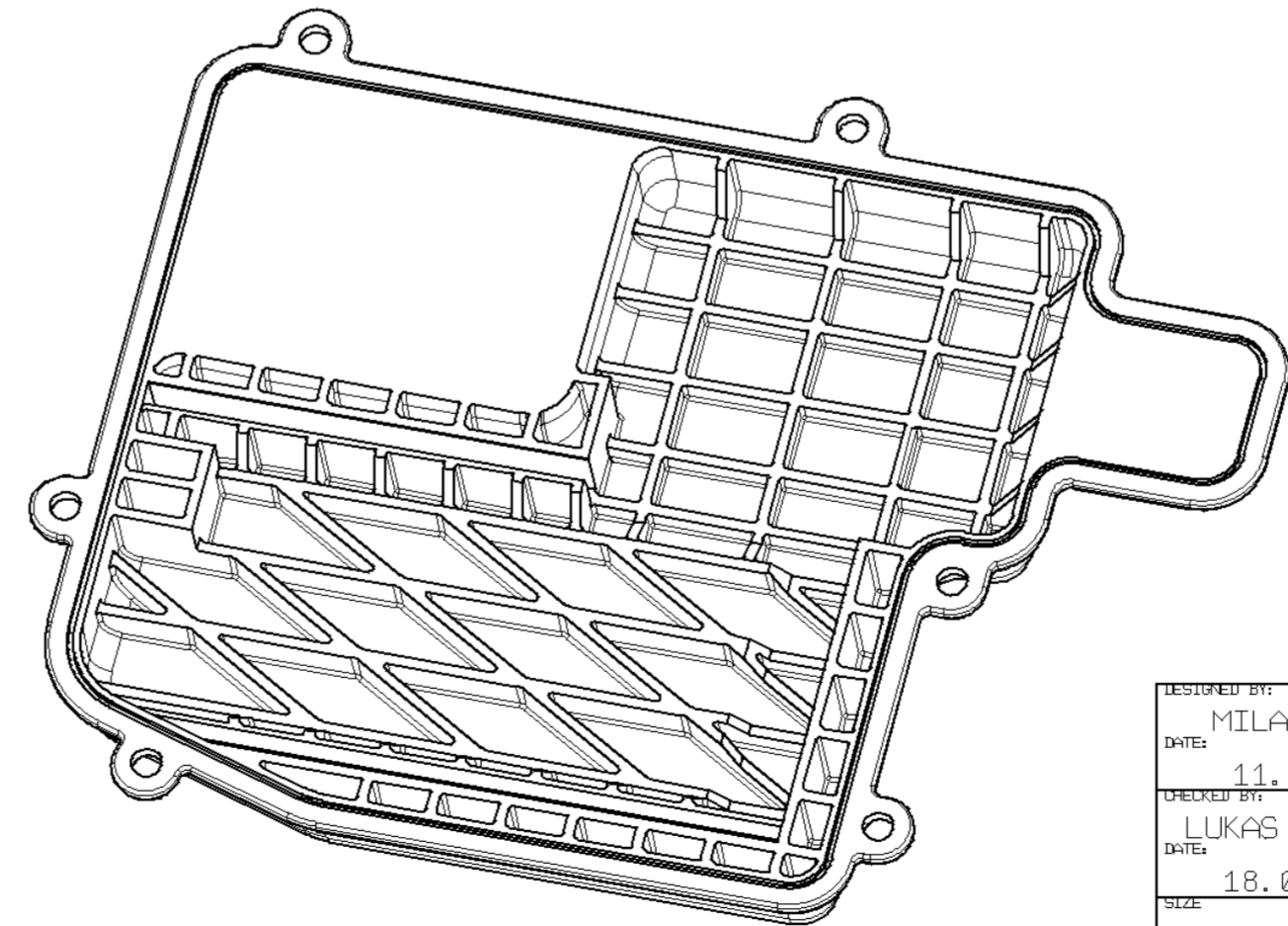
Detail C  
Scale: 5:1



Section cut A-A  
Scale: 1:1



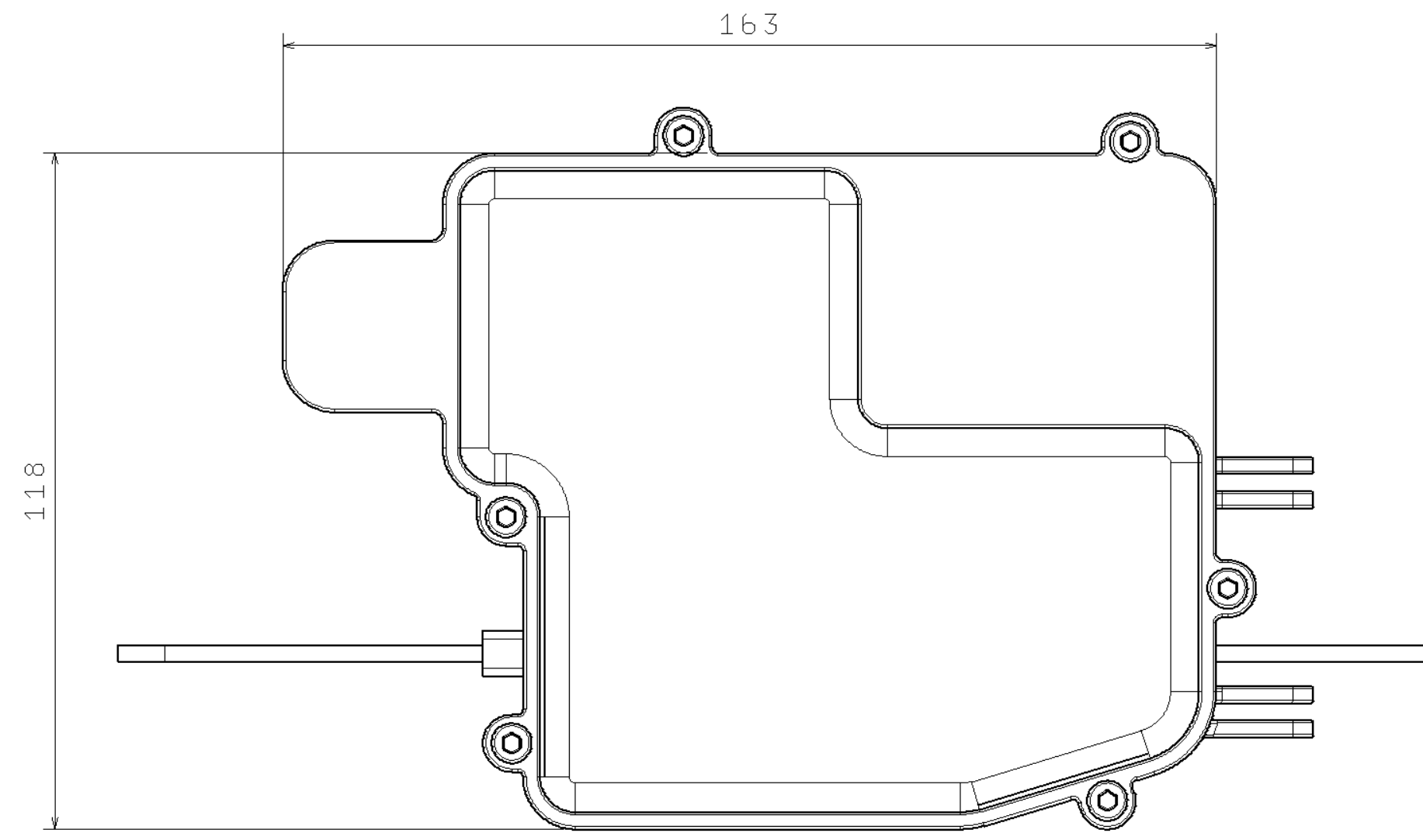
Section cut B-B  
Scale: 1:1



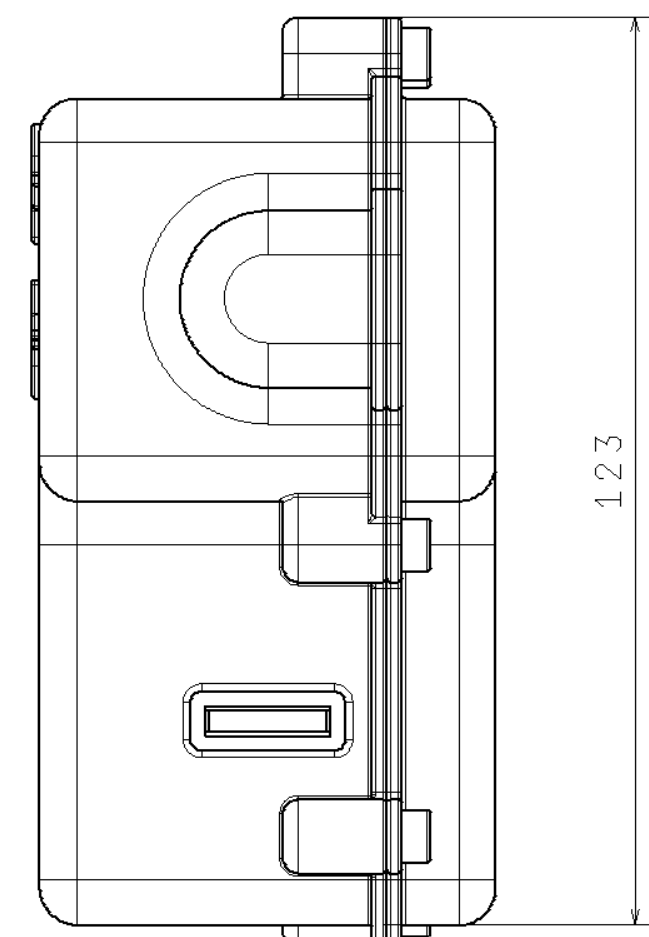
Isometric view  
Scale: 1:1

FUNCTION SURFACES MUST BE WITHOUT DEFECTS AND BURRS  
 PA6-GF30 MATERIAL ACCORDING TO ICS: 83.080.20  
 FUNCTION SURFACE  
 ALL NOT SHOWN DIMENSIONS ARE IN 3D DATA UNDER SAME NUMBER

DESIGNED BY: MILAN KOTES	BOM no.	-	I	-
DATE: 11.5.2015	Material	PA6-GF30	H	-
CHECKED BY: LUKAS MRNJSTIK	Surface tr.	-	G	-
DATE: 18.05.2015	2.material	-	F	-
SIZE: A2	Prod. techn.	Injection molding	E	-
SCALE: 1:1	Part name	COVER	D	-
WEIGHT (g): 80,4	Part number	KKS_MK_01_020	C	-
This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.			B	-
			A	-

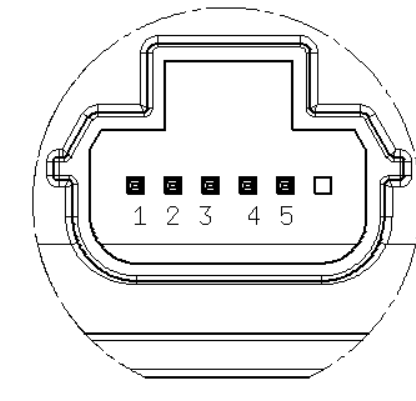


Front view  
Scale: 1:1



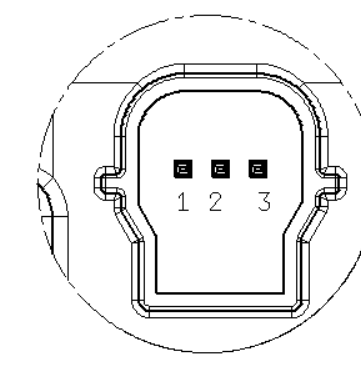
Left view  
Scale: 1:1

CONNECTOR ACCORDING TO MOLEX MX64-31402-6100



Detail X  
Scale: 2:1

CONNECTOR ACCORDING TO MOLEX MX64-31402-5100



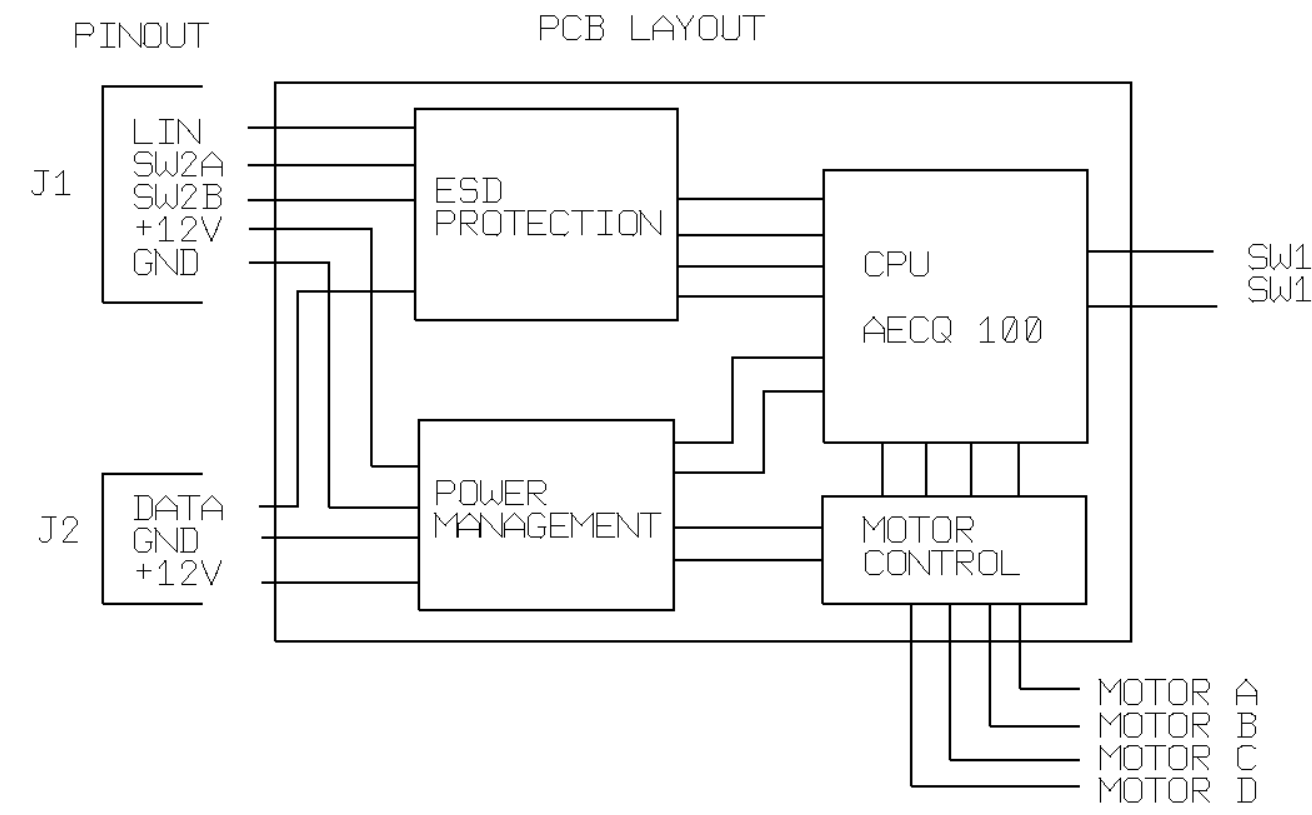
Detail Y  
Scale: 2:1

CONNECTOR J1

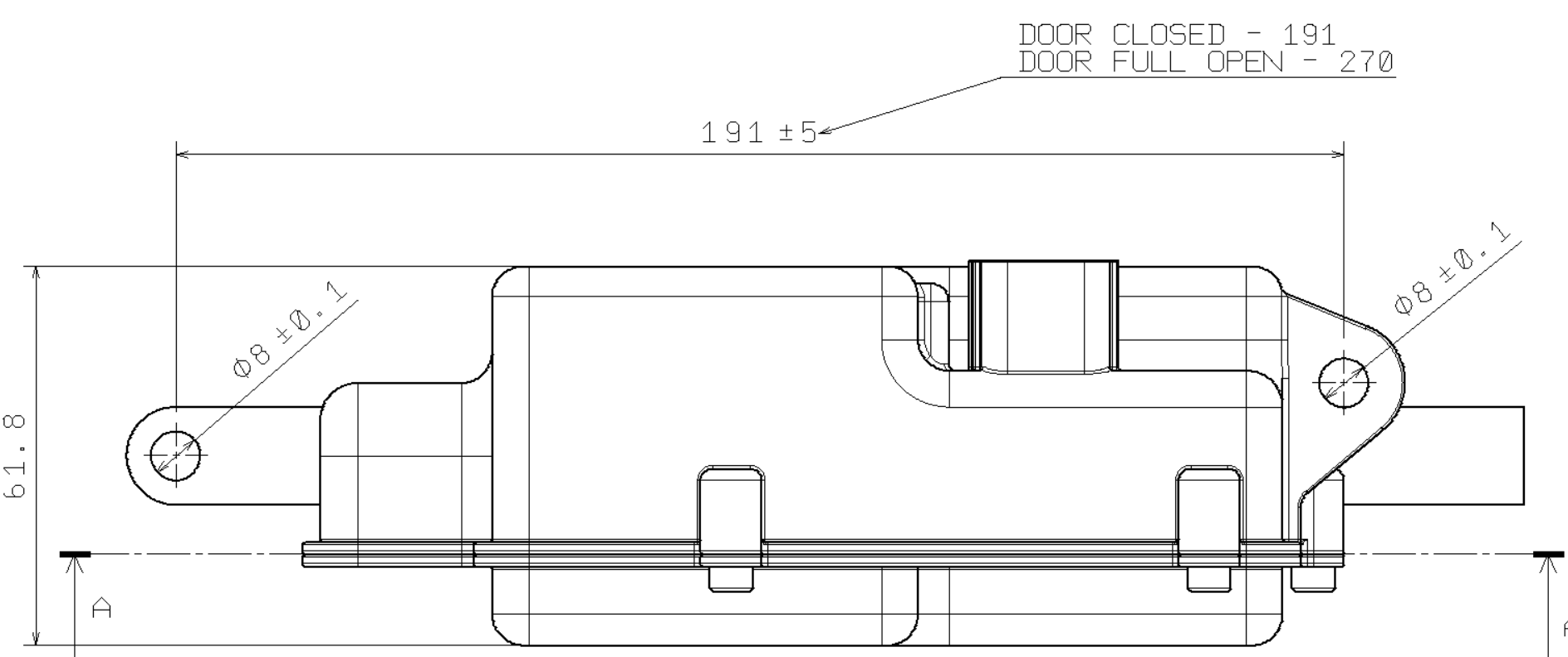
1	GND
2	LIN
3	+12V
4	SW2A
5	SW2B

CONNECTOR J2

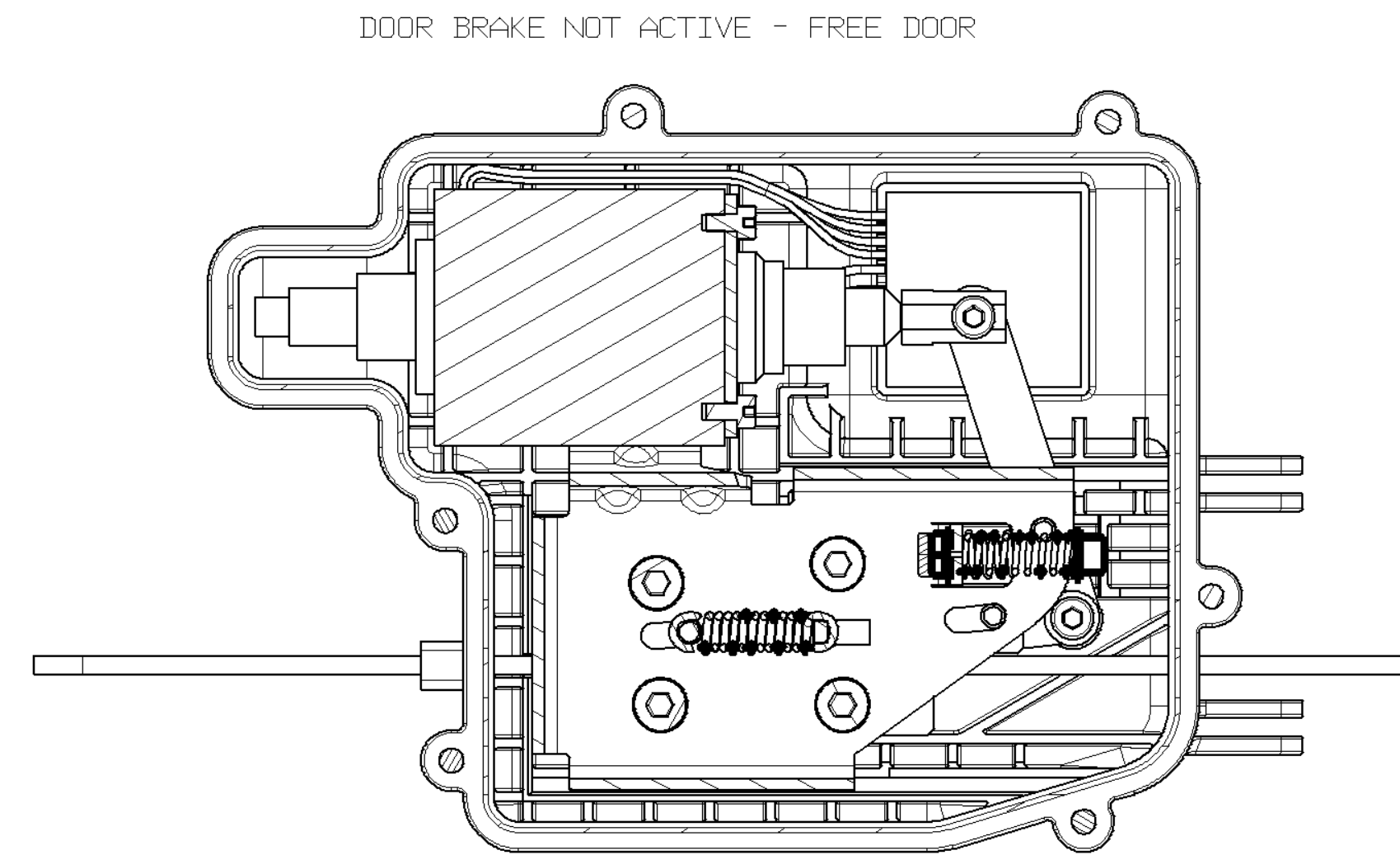
1	GND
2	+12V
3	DATA



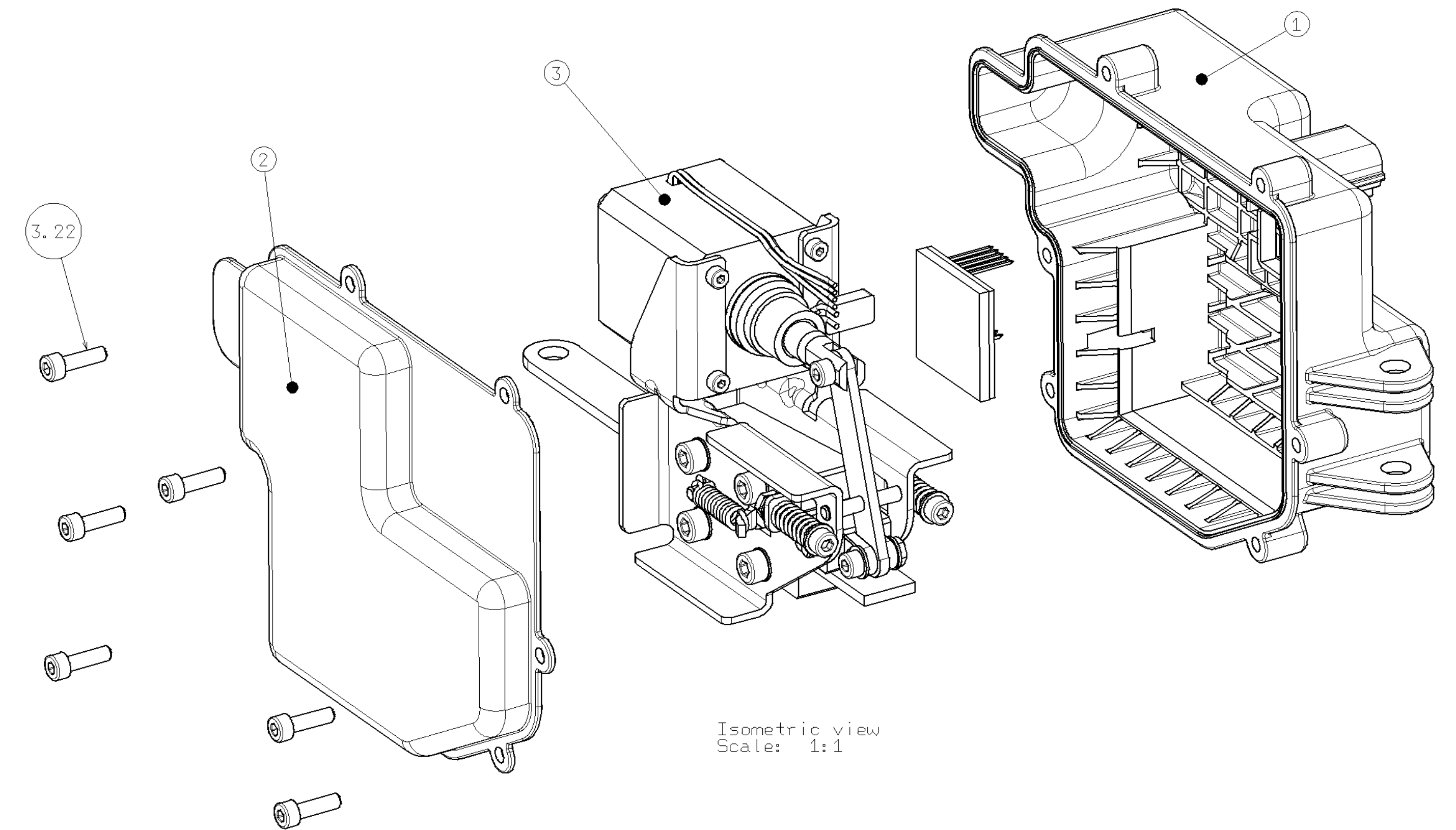
POSITION	PART NUMBER	PART NAME	MATERIAL	PCS.
1	KKS_MK_01_010	HOUSING	PA6-GF30	1
2	KKS_MK_01_020	COVER	PA6-GF30	1
3	KKS_MK_01_030	PLECH 1	S420MC	1
3	KKS_MK_01_040	PLECH 2	S420MC	1
3	KKS_MK_01_050	OBLAZENI	S235JRC	2
3	KKS_MK_01_060	KLIN	S235JRC	1
3	KKS_MK_01_090	CEP-PRUZINA	STEEL	2
3	KKS_MK_01_091	CEP-KLIN	STEEL	2
3	KKS_MK_01_070	TRALO	S420MC	1
3	KKS_MK_01_080	PAKA	S420MC	1
3	KKS_MK_01_092	CEP	STEEL	1
3	KKS_MK_01_100	CEP-PAKA	S235JRC	1
3	KKS_MK_01_110	PCB	-	1
3	KKS_MK_01_120	PIN	STEEL	8
3	KKS_MK_01_121	PIN-MS	STEEL	2
3	KKS_MK_01_130	HOUSING-MS	PC-ABS	1
3	KKS_MK_01_910	KABEL	-	2
3	KKS_MK_01_920	MIKROSPINAC	-	1
3	KKS_MK_01_930	ELEKTROMOTOR	-	1
3	KKS_MK_01_940	TAZNA PRUZINA	STEEL	2
3	KKS_MK_01_950	TLACNA PRUZINA	STEEL	2
3	KKS_MK_01_960	SROUB M3x5	STEEL	4
3	KKS_MK_01_961	SROUB M4x27	STEEL	2
3	KKS_MK_01_962	SROUB M4x14	STEEL	7
3	KKS_MK_01_963	SROUB M4x8	STEEL	1
3	KKS_MK_01_964	SROUB M5x8	STEEL	8
3	KKS_MK_01_970	PAKFA M4	STEEL	5
3	KKS_MK_01_980	PODLOZKA M4	STEEL	6
3	KKS_MK_01_981	PODLOZKA M5	STEEL	8



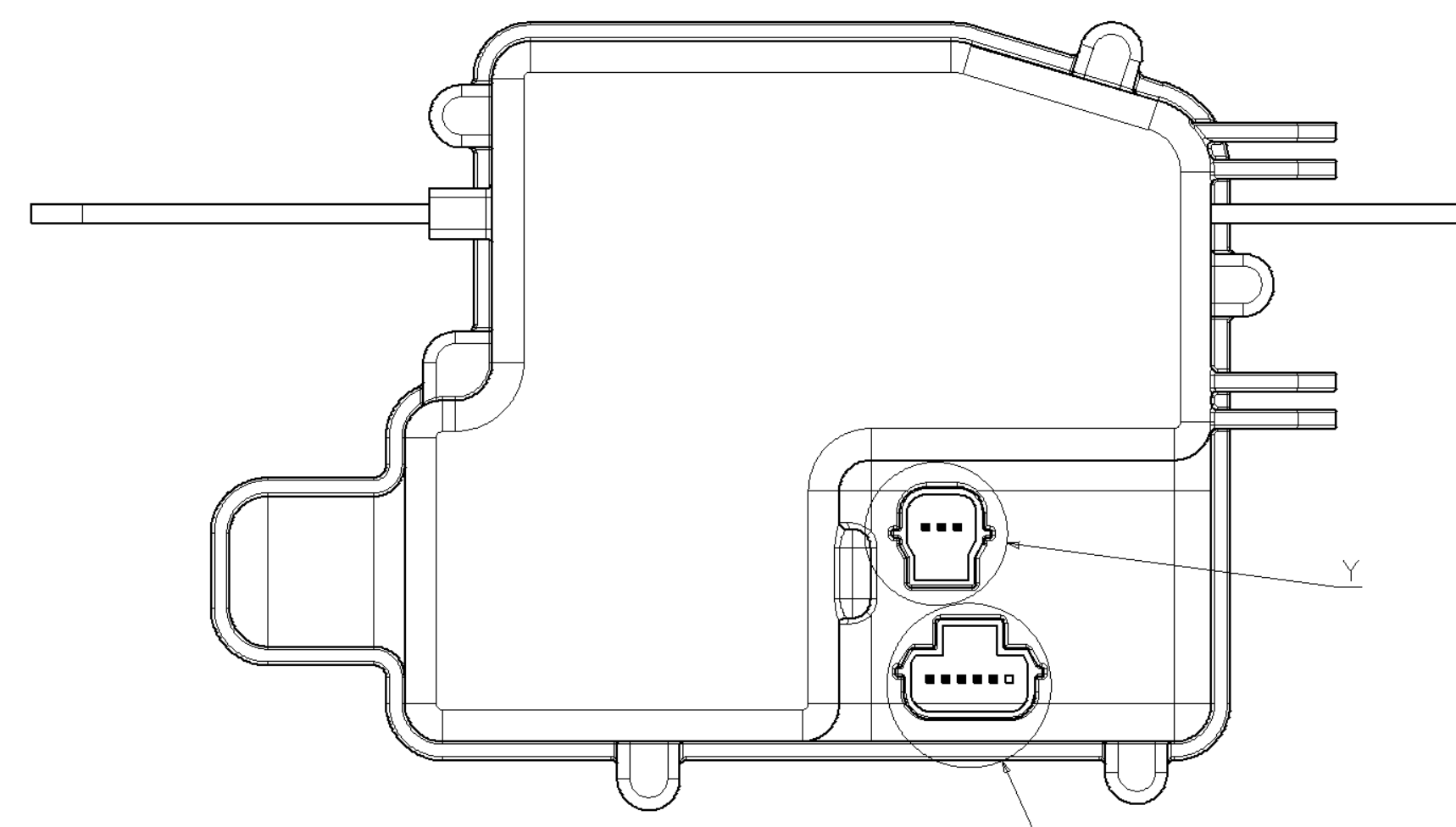
Top view  
Scale: 1:1



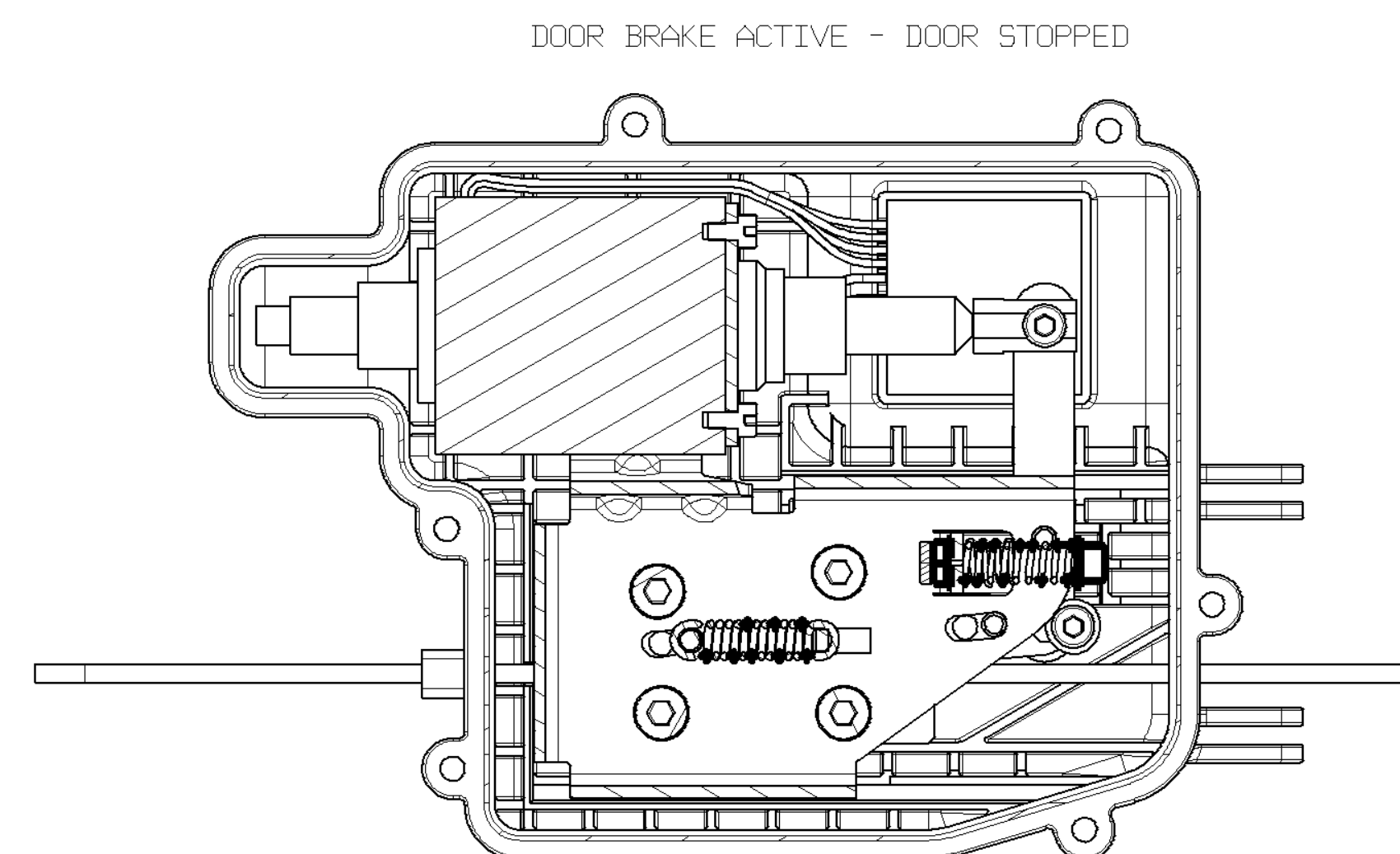
Section view A-A  
Scale: 1:1



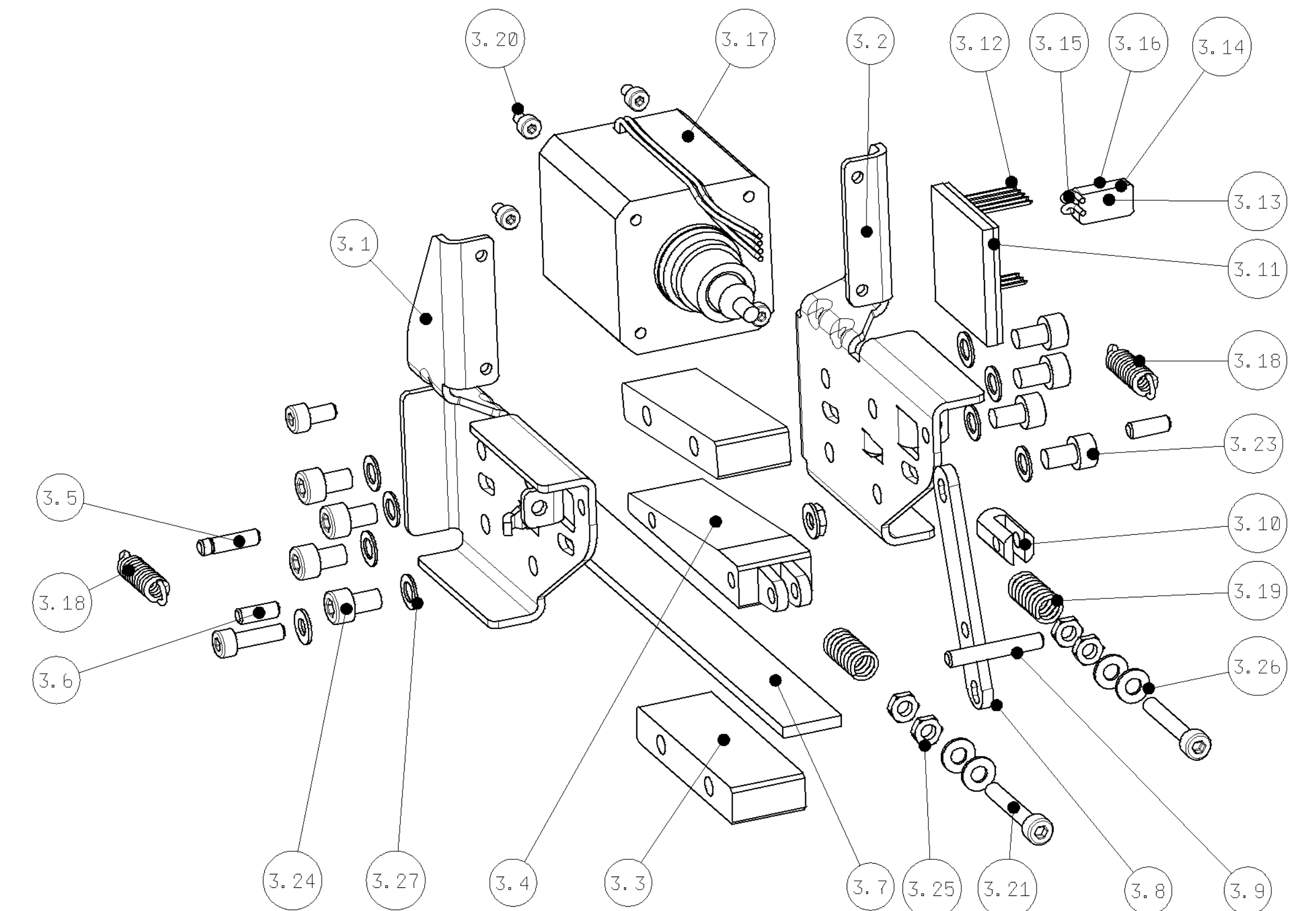
Isometric view  
Scale: 1:1



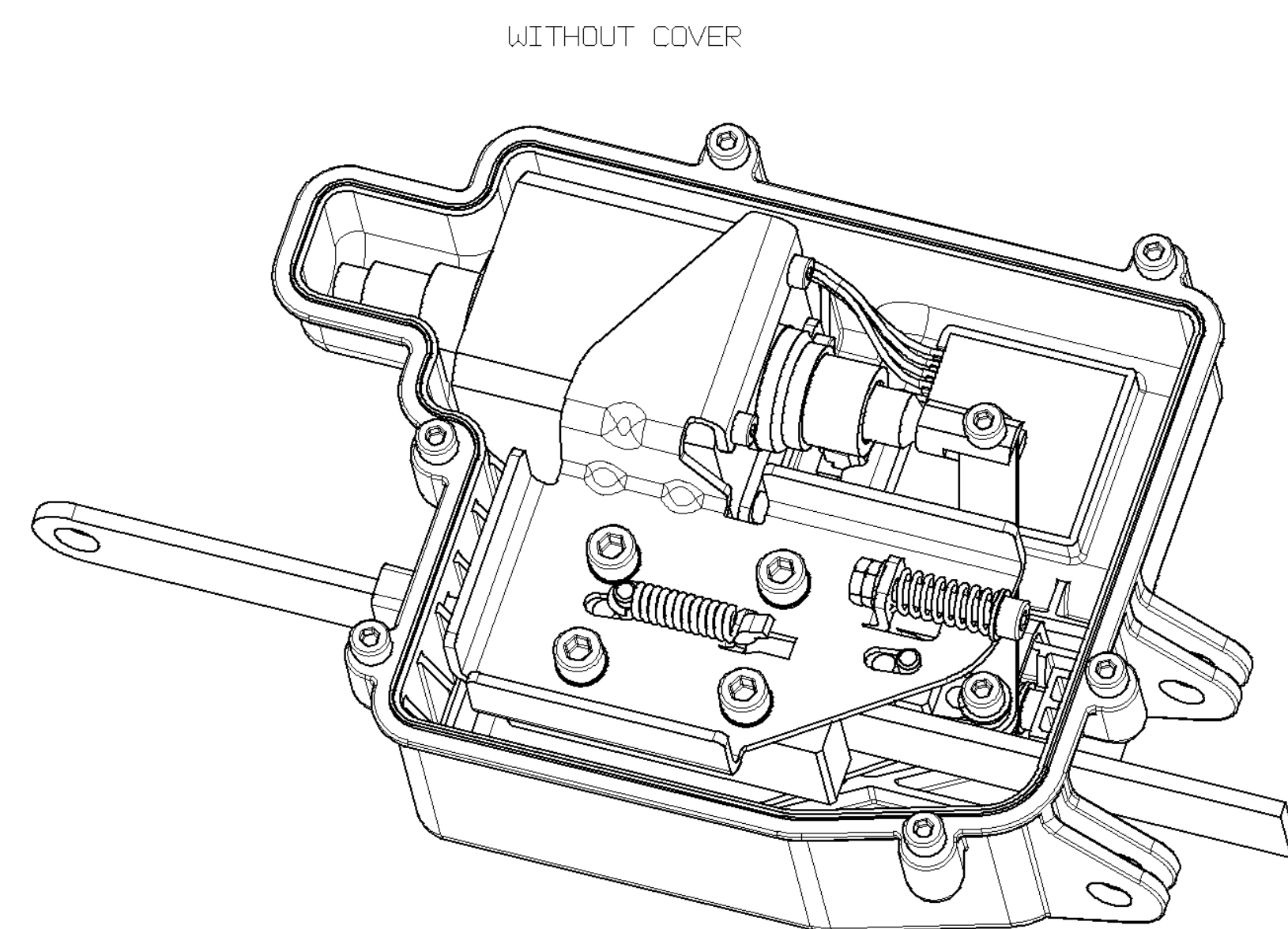
Rear view  
Scale: 1:1



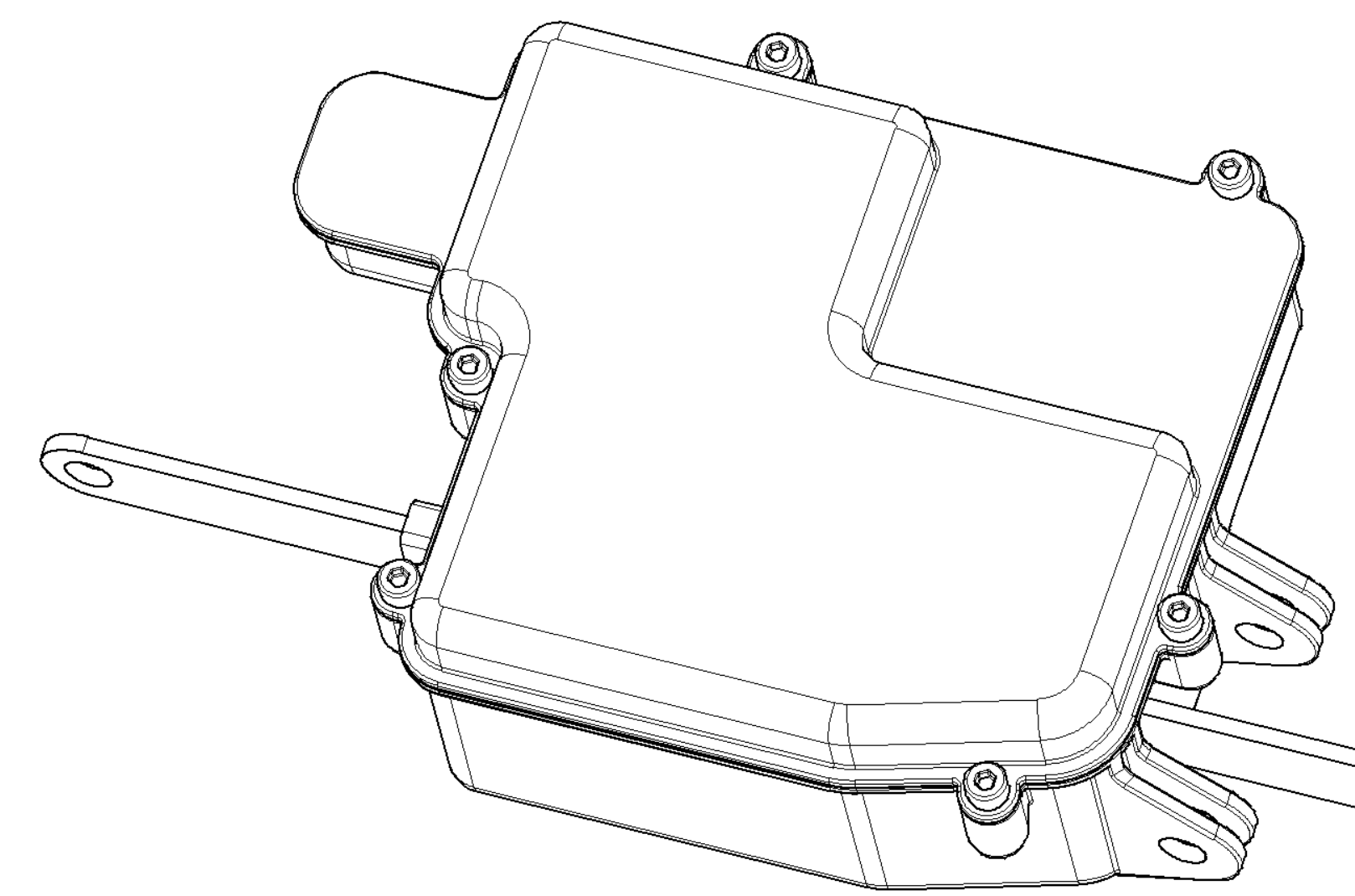
Section view A-A  
Scale: 1:1



Isometric view  
Scale: 1:1



Isometric view  
Scale: 1:1



Isometric view  
Scale: 1:1

FUNCTION SURFACES MUST BE WITHOUT DEFECTS AND BURRS  
..... FUNCTION SURFACE  
ALL NOT SHOWN DIMENSIONS ARE IN 3D DATA UNDER SAME NUMBER

Author	Milan Kotes	BCM no.	-	I	-
Date	17.05.2015	Material	-	H	-
Drawn	Lukas Mnustik	Surface tr.	-	F	-
Date	18.05.2015	2.material	-	G	-
Scale	A0	Prod. techn.	-	E	-
Part name	DVERNI BRZDA			D	-
Part number	KKS_MK_01_000			C	-
				B	-
				A	-