

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2341 Strojní inženýrství

Studijní zaměření: Dopravní a manipulační technika

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

System parkovací brzdy

Autor: **Michal Dufek**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Ladislav Němec, CSc.**

Akademický rok 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal DUFEK**
Osobní číslo: **S12B0038P**
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Dopravní a manipulační technika**
Název tématu: **Systém parkovací brzdy**
Zadávací katedra: **Katedra konstruování strojů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Základní požadavky:

Proveďte rozbor funkcí a využití parkovací brzdy (PB) v automobilech. Proveďte rešerši předpisů ohledně PB, rešerši systémů PB vybraných automobilek a systémových dodavatelů. Rešerše vypracujte do názorných přehledů. Proveďte konstrukční návrh zadané komponenty parkovací brzdy.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Úvod, obecný popis a důvod využití parkovací brzdy
2. Popis předpisů, vybraných funkcí a ovládacího mechanismu parkovací brzdy
3. Rešerše systémů parkovací brzdy vybraných automobilek
4. Konstrukční řešení zadané komponenty parkovací brzdy
5. Závěr práce

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **30-40 stran A4**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojního inženýra 1. Brno: Computer Press, 1999

VLK, F. Stavba motorových vozidel. Brno: nakl. Vlk, 2003

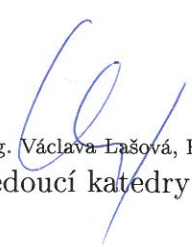
Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Ladislav Němec, CSc.**
Katedra konstruování strojů
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Tomáš Fabian**
MBtech, s.r.o.

Datum zadání bakalářské práce: **22. září 2014**
Termín odevzdání bakalářské práce: **26. června 2015**


Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan




Doc. Ing. Václava Lašová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 22. září 2014

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Rád bych poděkoval konzultantovi mé bakalářské práce, panu Ing. Tomáši Fabianovi, za poskytnutí mnoha cenných rad, za jeho čas a zejména za jeho ochotu a přístup během zpracování bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce, panu Doc. Ing. Ladislavu Němcovi, CSc., za důsledné vedení a důležité připomínky během zpracování bakalářské práce.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Dufek	Jméno Michal	
STUDIJNÍ OBOR	B 2341 „Dopravní a manipulační technika“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Němec, CSc.	Jméno Ladislav	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Systém parkovací brzdy		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2015
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	55	TEXTOVÁ ČÁST	48	GRAFICKÁ ČÁST	7
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Bakalářská práce obsahuje rešerši systému parkovací brzdy používaného v automatických převodovkách a rešerši řešení jednotlivých výrobců. Součástí práce je vlastní návrh ovládání systému ve třech variantách, u jedné varianty je návrh včetně výpočtů pro konkrétní vozidlo. Na závěr práce je návrh zakomponován do převodové skříně v programu NX 9.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p style="text-align: center;">Parkovací brzda, automatická převodovka, samosvornost, CAD</p>

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Dufek	Name Michal	
FIELD OF STUDY	B 2341 "Transport and handling machinery"		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Němec, CSc.	Name Ladislav	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Park lock system		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machine Design	SUBMITTED IN	2015
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	55	TEXT PART	48	GRAPHICAL PART	7
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The bachelor work contains solution of Park lock system utilized in automatic transmissions and solution of each manufacture producers. My work has three different ways how to solve the park lock and one of these ways even include calculations for a certain type of vehicle. At the end of my bachelor work I put my proposal to a gearbox in a computer program NX 9
KEY WORDS	Park lock, automatic transmission, self-locking, CAD

Obsah

Přehled použitých zkratk a symbolů.....	9
Úvod.....	10
1. Převodové ústrojí.....	11
2. Předpisy.....	12
3. Části systému parkovací brzdy.....	13
3.1. Pojistka proti vytažení klíče.....	13
3.2. Volič.....	13
3.2.1. Ovládání volicí páky.....	14
3.3. Ovládací kužel.....	14
3.3.1. Odvození samosvornosti.....	15
3.4. Mechanická západka.....	16
3.5. Pružiny.....	16
3.6. Ozubené kolo.....	16
3.7. Ovládání.....	17
3.8. Nouzový režim.....	18
4. Řešení systémů jednotlivých výrobců.....	19
4.1. Používané řešení.....	20
4.1.1. ZF.....	20
4.1.2. Daimler.....	21
4.1.3. Camcon-Automotive.....	22
4.1.4. Volkswagen.....	24
4.1.5. Getrag.....	25
4.2. Patentová řešení.....	26
4.2.1. EP 1855033 B1 (Getrag).....	26
4.2.2. US 8387759 B2 (Magna).....	27
4.2.3. DE 102010054911 A1 (Daimler).....	28
4.3. Přehled jednotlivých variant.....	29
5. Zadání konstrukční úlohy.....	30
6. Návrh mechanismu ovládání západky.....	31
6.1. Návrh parkovacího mechanismu - varianta 1.....	31
6.2. Návrh parkovacího mechanismu - varianta 2.....	32
6.3. Návrh parkovacího mechanismu - varianta 3.....	33
7. Řešení.....	34

7.1.	Stanovení průměru ozubeného kola a počet zubů	34
7.1.1.	Vytvoření dosedací plochy pro ozubené kolo	34
7.2.	Geometrie zubů.....	35
7.3.	Geometrie mechanické západky	36
7.4.	Výpočet sil působících v systému	37
7.4.1.	Zadané hodnoty	37
7.4.2.	Dosazované konstanty:.....	41
7.4.3.	Výsledky:	41
7.5.	Výpočet čepu na střih	41
7.6.	Výběr elektromotoru.....	41
8.	Řešení v CAD.....	42
8.1.1.	Úprava převodové skříně	42
8.1.2.	Pohled na konstrukční řešení.....	42
	Závěr.....	44
	Použité zdroje.....	45
	Seznam obrázků	46
	Seznam tabulek	47
	Seznam příloh.....	48

Přehled použitých zkratk a symbolů

F_g, Q	[N]	gravitační síla
μ	[-]	součinitel tření
F_{1N}, F_N	[N]	normálová síla
F_t	[N]	třecí síla
α	[°]	úhel nakloněné roviny
φ	[°]	úhel vnitřního kužele
i	[-]	počet zubů
α_1	[°]	úhel zkosení zubu ozubeného kola
α_2	[°]	úhel zkosení zubu mechanické západky
α_3	[°]	úhel zkosení spodní části mechanické západky
γ	[°]	úhel zkosení ovládací plochy
a	[m]	výška zubu mechanické západky
b	[m]	šířka zubu mechanické západky
c	[m]	šířka výřezu ozubeného kola
d	[%]	maximální stoupání
m	[kg]	hmotnost vozidla
g	[kg/s ²]	gravitační zrychlení
r	[m]	poloměr ozubeného kola
F_k	[N]	síla působící na kolo vozidla
F_1	[N]	síla působící v kontaktu západky a ozubeného kola
F_{1T}	[N]	tečná složka síly F_1
F_{1N}	[N]	normálová složka síly F_1
x_1, x_2, y_1, y_2	[m]	charakteristický rozměr
N	[N]	normálová síla
R_{AX}	[N]	reakce v bodě A ve směru x
R_{AY}	[N]	reakce v bodě A ve směru y
F_M	[N]	síla působící na pastorek
M_k	[Nm]	krouťící moment motoru
τ_s	[Pa]	dovolené napětí ve smyku
d_ζ	[m]	průměr čepu

Úvod

Bakalářská práce se zabývá systémem parkovací brzdy, který se nachází např. v automatické převodovce. Práce byla zadána firmou MBTech Bohemia, která chtěla vypracovat rešerši systému parkovací brzdy, shrnutí a ze zjištěných informací vytvořit tři vlastní návrhy, s tím že jeden návrh bude obsahovat výpočty jednotlivých částí a zakomponování do zadané převodové skříně.

Práce je rozdělena na dvě části. První část je teoretická, která obsahuje popis systému, konstrukce jednotlivých výrobců. V popisu systému je popsáno, z jakého důvodu je potřeba parkovací brzda, jaké předpisy omezují konstrukční řešení a jsou zde popsány jednotlivé části systému, tak jak jdou za sebou od řidiče až po ozubené kolo na výstupu z převodovky. V části zabývající se konstrukcí jednotlivých výrobců, byl zjištěn popis konstrukce od jednotlivých výrobců, jaké mají ovládání systému, zda mají systém řešen i s nouzovým režimem a jak se tento režim ovládá. Druhá část je konstrukční, která obsahuje vlastní návrhy, u jednoho z návrhů kompletní návrh systému. Začátek druhé části popisuje, na jakém principu fungují tři vlastní návrhy včetně nouzového režimu. A poté je u prvního návrhu vypracováno řešení geometrie jednotlivých částí, výpočet sil působících v systému, požadavek na ovládací síly včetně výběru elektromotoru, celý návrh je zakomponován do zadané převodovkové skříně a na závěr je vypracován výkres sestavy, kusovník a dva výrobní výkresy.

1. Převodové ústrojí

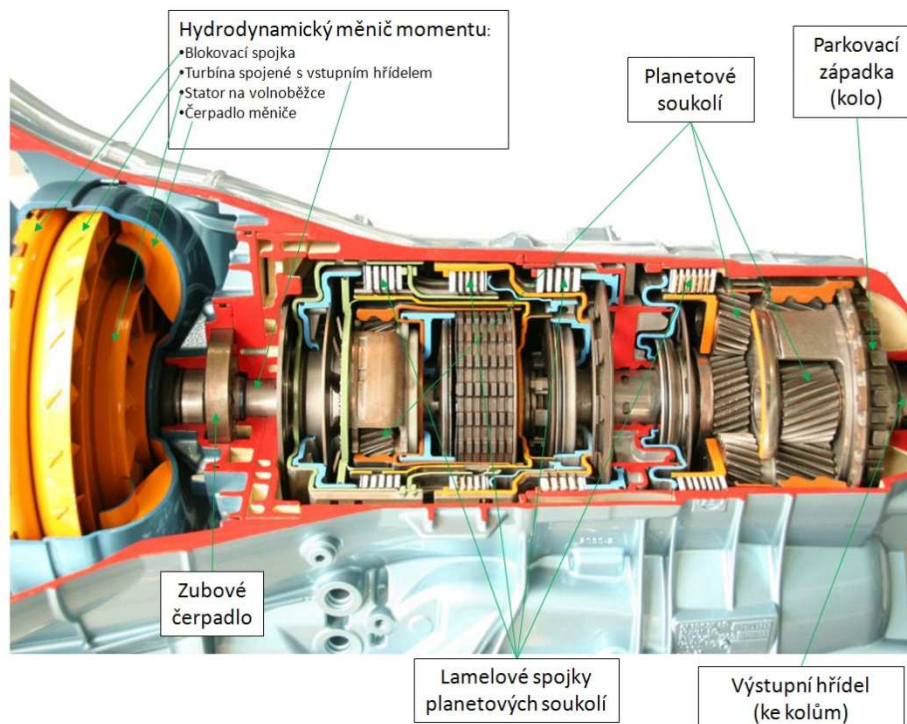
Převodové ústrojí je tvořeno všemi ústrojími, která spojují motor a hnací kola a která slouží k přenosu točivého momentu nebo jeho přerušení, ke změně jeho velikosti nebo smyslu. Převodová ústrojí se dají rozdělit na měnič otáček (ten tvoří spojka) a měnič momentu, který se dále dělí na měnič s proměnlivým převodem (mechanické nebo automatické převodovky) a měnič se stálým převodem (rozdovodka).

Automatická převodovka

Automatická (samočinná) převodovka zjednodušuje obsluhu vozidla, protože řazení převodových stupňů se děje automaticky. Řidič však i při automatickém řazení musí mít možnost zasáhnout do automatizované činnosti, např. při prudkém klesání možnost zařadit nižší stupeň (tj. vyšší převod) pro dosažení účinného brzdění motorem nebo při předjíždění, kdy je třeba zařadit nejvýhodnější převodový stupeň. Kromě toho musí automatická převodovka splňovat i další požadavky, mezi které patří blokování převodového ústrojí při parkování.

Většina řidičů zajišťuje zaparkovaný vůz s manuální převodovkou ruční brzdou a zařazením rychlostního stupně a tím zablokování kol přímou mechanickou vazbou s klikovou hřídelí (vozidlo je brzděno kompresí). Pokud by selhala ruční brzda, je vozidlo stále zajištěno.

Řidiči vozů s automatickou převodovkou nemohou tohoto přímého mechanického blokování využít, protože hydrodynamický měnič momentu na rozdíl od spojky v manuální převodovce nemá pevný přenos momentu. Dále protože rychlostní stupně v automatické převodovce jsou zařazeny hydraulickým systémem, ve kterém udržuje tlak čerpadlo hnané motorem. Pokud dojde k vypnutí motoru, dojde ke ztrátě tlaku a dojde k přerušení přenosu momentu. Z tohoto důvodu musí být automatická převodovka vybavena mechanickým blokováním výstupní hřídele (systémem parkovací brzdy). [3]



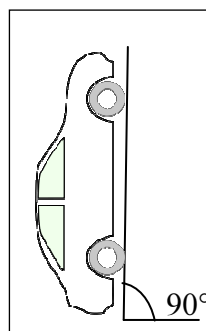
Obrázek 1 Řez automatickou převodovkou [11]

2. Předpisy

Předpisy relativní pro parkovací brzdu udává Federal Motor Vehicle Safety Standards (FMVSS). Pro systém parkovací brzdy v automatických převodovkách se vychází konkrétně z FMVSS 114, podle kterého musí být systém navržen tak aby:

- Řidič nemohl vyndat klíč ze zapalování, pokud nemá zařazenou polohu PARKING. Pouze v případě, že má vozidlo poruchu (vybitou baterii), je umožněno řidiči klíč ze zapalování vyndat. Systém může obsahovat zařízení, které při aktivaci umožní přesunout řadicí páku z polohy PARKING i po vyndání klíče.
- Vozidlo při zařazení polohy PARKING nepopojelo o vzdálenost větší než 150 mm, toto se testuje na kopci 10%.
- Systém nezablokoval kola, pokud vozidlo jede rychlostí více jak 6 km/h.
- Systém byl schopen zablokovat kola, pokud vozidlo jede rychlostí do 6km/h.
- Systém byl schopen vytáhnout parkovací západku z parkovacího kola, i pokud je vozidlo zablokováno v poloze PARKING a nachází se na kopci 30%-32% (s maximální celkovou hmotností).

Systém musí být schopen zablokovat vozidlo, i pokud by došlo k jeho samovolnému rozjetí. Protože vozidlo může ujet maximální dráhu 150 mm (od spuštění systému), nemůže být hranice rychlosti, při které je systém schopen vozidlo zablokovat 0 km/h. Pokud by se vozidlo samovolně rozjelo v nejhorším případě, což je při volném pádu, dosáhne po ujetí vzdálenosti 150 mm maximální možné rychlosti 6,176 km/h. Jelikož je maximální možný sklon, při kterém systém musí fungovat 30 % - 32% (maximální rychlost bude nižší). Je hranice, při které musí být systém schopen zablokovat vozidlo nastavena na 6 km/h (vyšší rychlost by byla při provozu nebezpečná).



Obrázek 2 Vozidlo na nakloněné rovině o 90°

$$h = 150\text{mm}$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

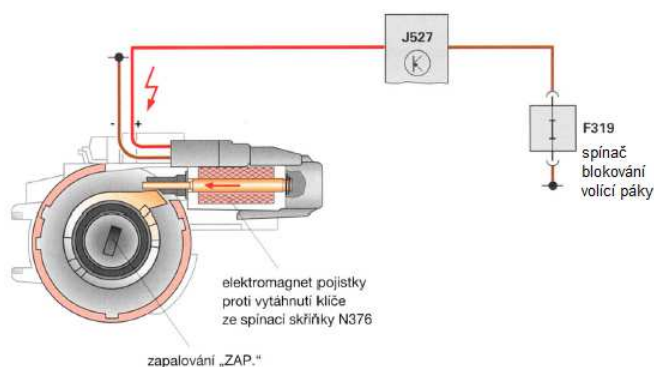
$$v = gt = g\sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,15} = 1,716 \left[\frac{m}{s} \right] = 6,176 \left[\frac{km}{h} \right]$$

3. Části systému parkovací brzdy

Jedná se o jednotlivé části a jejich funkce, které obsahuje většina systémů parkovací brzdy automatických převodovek:

3.1. Pojistka proti vytažení klíče

Klíč zapalování je umístěn ve spínací skříni, kde je pojistka proti vytažení klíče, která pracuje elektromechanicky a je ovládána řídicí jednotkou elektroniky sloupku řízení. Pokud je volicí páka v „parkovací poloze“ je spínač blokování volicí páky neseprtý a s klíčem lze otáčet a vytáhnout ho. Jakmile se volicí páka z „parkovací polohy“ přesune, spínač blokování volicí páky sepne a kolík zabráni tomu, aby řidič otočil klíč do levé krajní polohy a vytáhnul ho.



Obrázek 3 Pojistka proti vytažení klíče

3.2. Volič

Jedná se o jedinou část systému parkovací brzdy, se kterou přijde běžný uživatel do přímého kontaktu. Voličem si řidič zvolí jízdní režim převodovky, nejčastěji jsou na výběr: P (Park), D (Drive), R (Reverse) a N (Neutral). Poloha P (Park) se nejčastěji objevuje na volicí (řadicí) páce, vozy které mají místo řadicí páky otočný přepínač mají polohu P (Park) v jedné poloze přepínače. V některých moderních vozech se volič polohy P (Park) objevuje na samostatném tlačítku mimo řadicí páku, systém parkovací brzdy může být ovládán spolu s elektronickou parkovací brzdou právě jedním tlačítkem.

3.2.1. Ovládání volící páky

Pokud je volící páka vybavena blokovacím tlačítkem, které se nachází na hlavě volící páky, musí řidič pro její odblokování z „parkovací polohy“ sešlápnout brzdový pedál (při zapnutém zapalování), následně stisknout blokovací tlačítko a potom může zařadit jízdní režim.

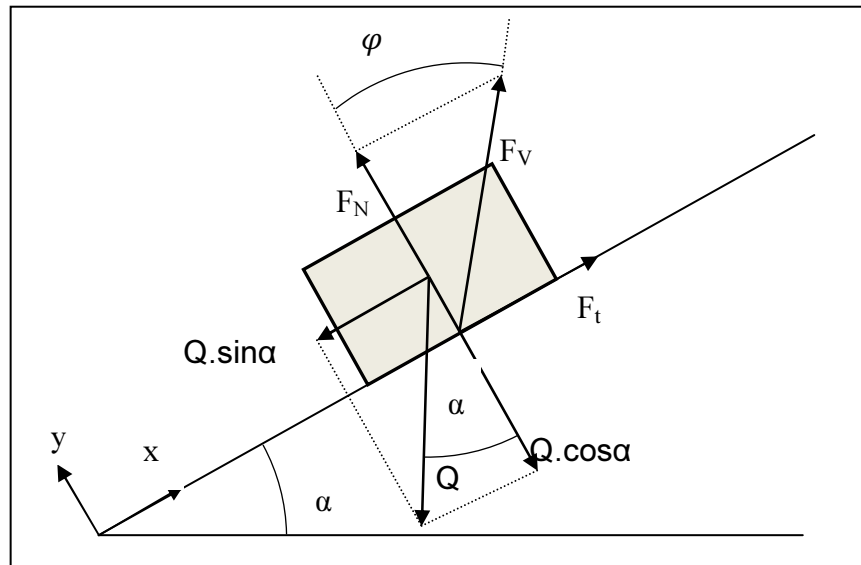


Obrázek 4 Ovládání polohy Parking tlačítkem

3.3. Ovládací kužel

Pokud se přesuneme od součástí, které se nacházejí přímo v kabině řidiče do skříně převodovky, je další součástí v pořadí ovládací kužel. Ve většině dnes používaných systémech parkovací brzdy se nachází právě ovládací kužel, jedná se o člen, který se pohybuje mezi skříní převodovky a mechanickou západkou a určuje, zda západka zablokuje ozubené kolo. U ovládacího kužele je důležitý jeho tvar, který rozhoduje zda-li bude systém nesamosvorný nebo samosvorný, což znamená, jestli se může systém sám odblokovat nebo ne. Pokud se jedná o samosvornost, tak působením jakékoliv vnější síly se systém nebude pohybovat. Styčná plocha kužele je rozdělena na dvě kuželové plochy. První zajišťuje nesamosvorný styk, úhel musí být větší než je hranice samosvornosti, pro náš případ to splňuje např. úhel 45° . Druhá zajišťuje samosvorný styk, úhel musí být menší, než je hranice samosvornosti, pro náš případ to splňuje např. úhel 4° . Kužel však není jediný možný způsob jak ovládat mechanickou západku, ta se dá ovládat i jinými způsoby jako jsou např. jiný vačkový člen nebo třeba pohybový šroub.

3.3.1. Odvození samosvornosti



Obrázek 5 Odvození hranice samosvornosti

$$F_T = f \times F_N = \operatorname{tg} \varphi \times F_N$$

$$\sum F_i(x) = 0$$

$$Q \times \sin \alpha - F_t = 0$$

$$Q \times \sin \alpha = F_t$$

$$Q \times \sin \alpha = F_N \times \operatorname{tg} \varphi$$

$$F_N = Q \times \frac{\sin \alpha}{\operatorname{tg} \varphi}$$

$$\sum F_i(y) = 0$$

$$F_N - Q \times \cos \alpha = 0$$

$$F_N = Q \times \cos \alpha$$

$$Q \times \frac{\sin \alpha}{\operatorname{tg} \varphi} = Q \times \cos \alpha$$

$$\sin \alpha = \cos \alpha \times \operatorname{tg} \varphi$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \varphi$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \varphi$$

$$\alpha = \varphi$$

$\varphi \geq \alpha$... jedná se o samosvornost

$\varphi \leq \alpha$... jedná se o nesamosvornost

Pro součinitel tření pro materiály ocel-ocel s olejovým filmem $\mu=0,1$ je mez samosvornosti φ :

$$\varphi = \operatorname{tg}(\mu) = \operatorname{tg}(0,1) = 5,748^\circ$$

Pokud chceme zaručit samosvornost i v extrémních podmínkách musí být úhel $\alpha < \varphi$, z důvodu bezpečnosti se volí 4° . Pokud chceme zaručit nesamosvornost i v extrémních podmínkách musí být úhel $\alpha > \varphi$, z důvodu bezpečnosti se volí 45° .

3.4. Mechanická západka

Brzdové prvky systému parkovací brzdy musí být udržovány v zabrzděné poloze výhradně mechanickými částmi, z tohoto důvodu se do ozubeného kola zasouvá mechanická západka, která je velmi namáhána. Proto je tvar západky navrhován se zaoblením, aby nedocházelo k velkým koncentracím napětí. Západka se skládá ze tří základních částí: zub mechanické západky, čep a styčná plocha s ovládacím kuželem. U zubu je důležitá geometrie částí, které zapadávají do výřezů ozubeného kola. Styk boku zubu se západkou musí být nesamosvorný, aby nedocházelo k tomu, že při rychlostech nad 6 km/h zapadne západka do ozubeného kola a při odblokování v kopci je západka z kola nucena ven. Další částí je čep, který se musí na západce nacházet v takovém místě, aby byla silová rovnováha taková, že ovládání západky bude co nejmenší silou. Čep je uložen ve skříní převodovky, přes ovládací kužel a čep se přenáší veškerá síla z ozubeného kola do skříně. K ovládání mechanické západky slouží část, ve které se západka dotýká ovládacího kuželu.

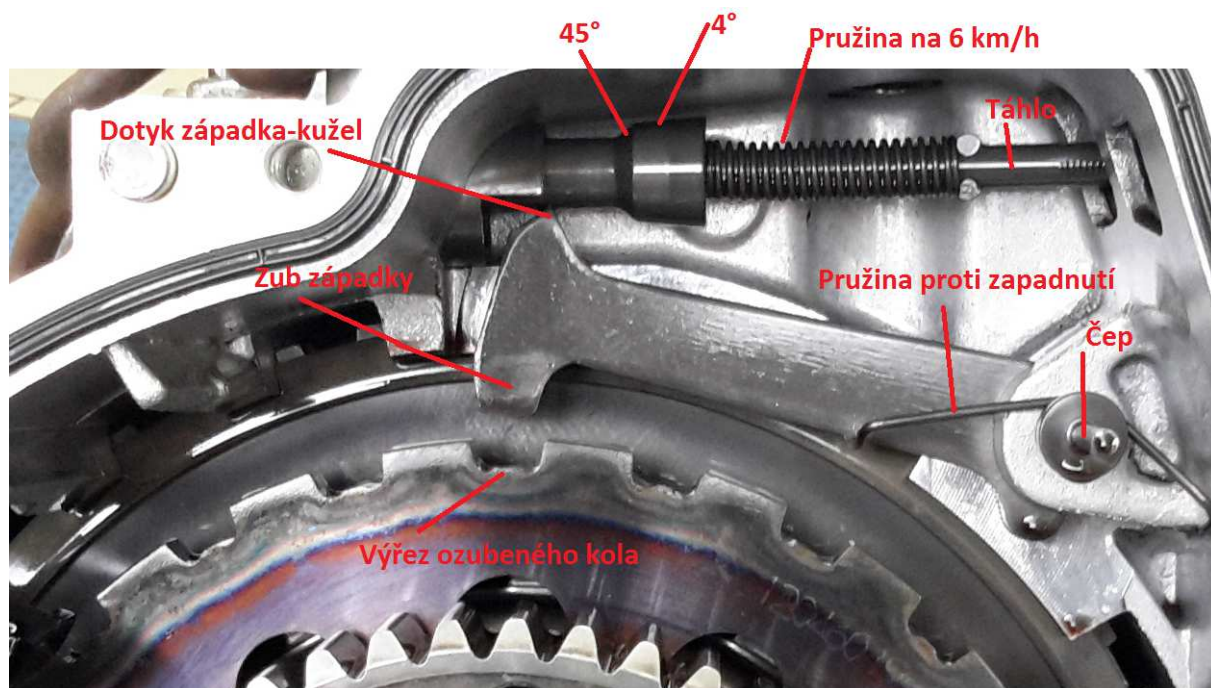
3.5. Pružiny

V systému parkovací brzdy jsou alespoň dvě pružiny, jedna je šroubovitá tlačná a druhá je buď vinutá zkrutná, nebo také šroubovitá tlačná. První pružina (šroubovitá tlačná) je zde proto, aby mechanismus splňoval předpis o tom, že systém parkovací brzdy nesmí zablokovat kola vozu, pokud vozidlo jede rychlostí více než 6km/h. Pružina se opírá o zarážku na táhle a tlačí ovládací kužel směrem do mechanické západky, přes pružinu jde přenos síly z táhla na kužel. Druhá pružina slouží v mechanismu k tomu, aby tlačila mechanickou západku z ozubeného kola, ovšem nezajišťuje její vysunutí, jen vysunutí pomáhá. Pokud řidič vyřadí polohu Park (kužel se vysune), musí být systém schopen vysunout zub mechanické západky z ozubeného kola a tím odblokovat systém parkovací brzdy. Což je právě zajištěno nesamosvorností.

3.6. Ozubené kolo

Jedná se o kolo, které má na svém obvodu udělané výřezy pro zub mechanické západky. Při návrhu ozubeného kola se musí počítat s umístěním ozubeného kola a s tvarem zubu mechanické západky. Umístění ozubeného kola souvisí s převodovým poměrem mezi koly vozidla a ozubeným kolem parkovací brzdy. Pokud je zjištěn převodový poměr, je možné se z předpisu, který říká, že vozidlo nesmí při zařazení polohy Park popojet o více než 150 mm, dozvědět kolik výřezů a na jakém průměru ozubeného kola bude potřeba. Podle tvaru zubu západky se navrhne tvar výřezů tak, aby spojení (zub západky-výřez ozubeného kola) bylo nesamosvorné. Ozubené kolo je umístěno na výstupní hřídeli převodovky, což je

jedno z umístění, které je pevně spojeno s koly vozu a systém parkovací brzdy může v tomto případě vozidlo zablokovat.



Obrázek 6 Rozmístění součástí v převodové skříní

3.7. Ovládání

Ovládání systému parkovací brzdy zajišťuje, to jak systém reaguje na řidičův povel pomocí voliče v kabině vozu. Může být celý čistě mechanický, jedná se o mechanické spojení voliče přes táhlo až k výstupní hřídeli. U tohoto ovládání je nevýhodou to, že řidič musí působit v některých případech velkou silou na volič, aby mechanická západka zablokovala nebo odblokovala ozubené kolo. Výhodou je zde však to, že systém není závislý na vnější zdroje energie a proto funguje i při poruše (vybitá baterie). Možnost ovládání je také pomocí hydraulického nebo pneumatického členu, v tomto případě působí volič na píst, který ovládá silou zbytek systému. Další možností je ovládání elektricko-mechanické, kde volič ovládá elektrické zařízení (elektromotor, elektromagnetický ventil nebo elektromagnet), které přenáší sílu na zbytek systému. Tyto možnosti mohou být kombinovány, čímž vznikne tzv. hybridní ovládání, které má podobu např. když elektromagnetický ventil působí na hydraulický píst a tím přenáší sílu do zbytku systému.

3.8. Nouzový režim

V automatické převodovce musí být nouzový režim Parkovací polohy, protože vozidlo musí jít při zastavení a opuštění zabrzdít (zablokovat) v každém okamžiku. Tuto podmínku při běžném provozu plní systém parkovací brzdy, který se skládá z částí popsaných výše. Pokud však dojde k poruše ovládní tohoto systému, jako je porucha tlaku oleje nebo přerušení dodávky elektrické energie, musí být řidič schopen vozidlo (alespoň jednou) zablokovat, k tomu slouží zařízení pro nouzový režim. U automatických převodovek, kde je systém parkovací brzdy ovládn celým mechanicky, zařízení pro nouzový režim být nemusí. Pokud by došlo třeba k poruše dodávky elektrické energie ve vozidle (vybitá baterie), řidič může parkovací západku do západkového kola dostat běžným způsobem, pomocí volící páky. U ostatních typů ovládní je nouzový režim nutný a je vyřešen na principu nahromaděné energie (pružina, kondenzátor), mechanického spuštění systému řidičem nebo mechanického zablokování kol překážkou (klínem).

4. Rešerše systémů jednotlivých výrobců

Tabulka 1 Přehled dodavatelů automatických převodovek jednotlivých automobilek

Automobilka	Vlastní	ZF	Getrag	Aisin	Jatco
Daimler	X		X		
BMW		X	X		
Porsche	X	X		X	
VW	X	X		X	
Jaguar		X			X
Aston Martin		X			
GM	X			X	
Ford	X		X		X
Fiat		X			
Toyota				X	
Nissan				X	X
Audi	X	X		X	
Land Rover		X			
Maserati		X			
Reanault			X		X
Mitsubishi			X	X	X
Volvo			X	X	
Jeep		X		X	X
Mazda					X

4.1. Používané řešení

4.1.1. ZF

Popis

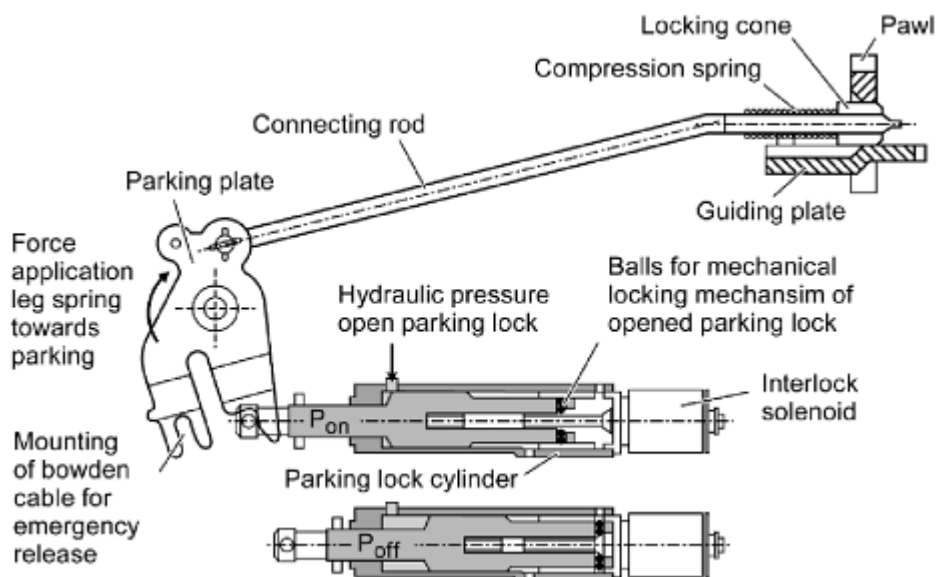
Systém parkovací brzdy používaný v poslední modelové řadě automatických převodovek (8HP) je ovládán elektromagnetickým ventilem, který pustí tlak oleje do hydraulického pístu, ten je přidělaný k otočné destičce. Otočná destička působí na táhlo, které se posouvá a na jehož konci je ovládací kužel s pružinou na 6 km/h. Ovládací kužel se vsune mezi vodící destičku a mechanickou západku, která zaskočí do ozubeného kola na výstupní hřídeli převodovky.

Součásti

Tento systém obsahuje: elektromagnetický ventil, hydraulický píst, otočnou destičku, táhlo, pružinu na 6 km/h, ovládací kužel, vodící destičku, mechanickou západku a ozubené kolo.

Nouzový režim

Jakmile dojde k poruše elektrické energie a systém nemůže být ovládán elektromagnetickým ventilem, přijde na řadu mechanické ovládání. To je provedeno buď pomocí páky na boku převodovky, která se vytočením rozpínacího šroubu vysune, nebo je přímo ve voze pod tunelem mezi spolujezdcem a řidičem ukryt prostor, kde je páka nouzové deaktivace parkovací brzdy, kterou je nutné nasadit na hřídelku a pootočit. Výrobce vozu si vybere jedno z těchto dvou řešení.



Obrázek 7 Řešení parkovací brzdy firmy ZF

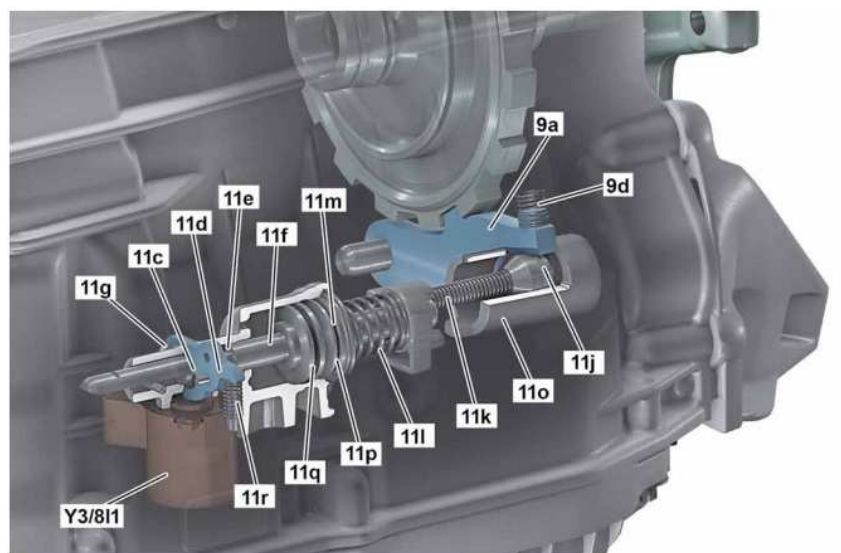
4.1.2. Daimler

Popis

Systém parkovací brzdy používaný v modelové řadě automatických převodovek 9G-TRONIC 725.0, je ovládán elektromagnetickým ventilem, který pustí tlak oleje do hydraulického pístu, ten je připevněný k táhlu, které se posouvá a na jehož konci je ovládací kužel s pružinou na 6 km/h. Ovládací kužel se vsune mezi vodící pouzdro a mechanickou západku, která zaskočí do ozubeného kola na výstupní hřídeli převodovky.

Součásti

Tento systém obsahuje: elektromagnetický ventil, hydraulický píst, táhlo, pružinu na 6 km/h, pružinu na odblokování mechanismu, ovládací kužel, vodící pouzdro, mechanickou západku a ozubené kolo. [5]



Electrohydraulic park pawl actuation (park pawl engaged)

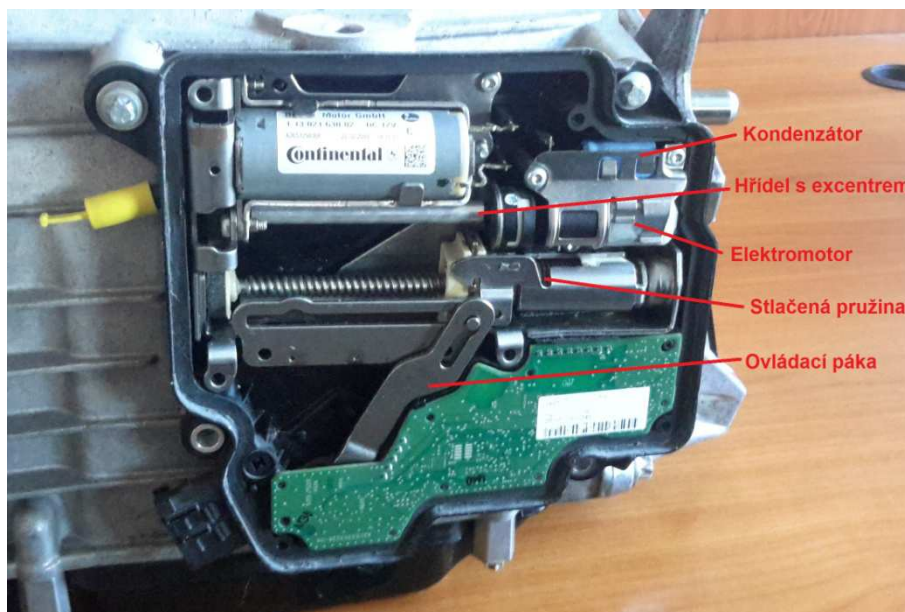
9a	Park detent	11k	Link rod
9d	Spring	11l	Pretensioning spring
11c	*P* locking contour	11m	Piston rod guide
11d	Notched lever (locked)	11o	Pilot bushing
11e	Locking contour *Not P*	11p	Pressure chamber *Not P*
11f	Piston rod	11q	Piston
11g	Notched lever release pin	11r	Catch spring
11j	Park pawl cone	Y3/811	Park pawl lift solenoid

P17.60-3651-00

Obrázek 8 Řešení parkovací brzdy firmy Daimler [5]

Nouzový režim

Pokud dojde k poruše dodávky elektrické energie a systém nemůže být ovládán elektromagnetickým ventilem, přijde na řadu zařízení, které pracuje v nouzovém režimu. To se skládá z kondenzátoru, který je nabit při startu vozidla a který si svoji kapacitu drží ještě dlouhou dobu po vypnutí vozidla. Kondenzátor je připojen k malému elektromotoru, se kterým dokáže potočit. Na výstupu z elektromotoru se nachází hřídel s excentrem, díky němuž může dojít k odjištění stlačené pružiny. Poté pružina přemístí ovládací páku parkovacího mechanismu do polohy Park a vozidlo je zablokováno.

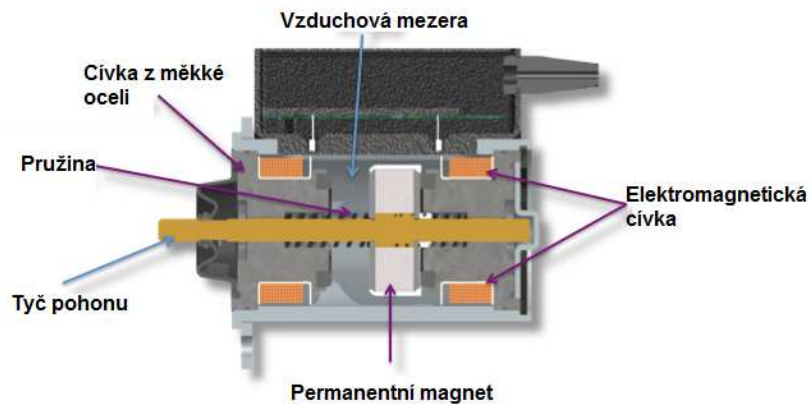


Obrázek 9 Řešení nouzového režimu firmy Daimler

4.1.3. Camcon-Automotive

Princip binárního motoru

Přepínání polohy binárního motoru je pomocí pulsu magnetismu z elektromagnetů (rychlá dodávka proudu) s opačnou polaritou do permanentního magnetu. Cívky na druhém konci jsou pod napětím a přitahují permanentní magnet směrem k nim. Posunu permanentního magnetu pomáhá stlačená pružina na jedné straně a pružina na druhé straně tlumí náraz na konci maximálního zdvihu, což eliminuje opotřebení a dodává dlouhou životnost. V krajní (stabilní) poloze je pohon zajištěn magnetickým obvodem tvořeným permanentním magnetem a cívkou z měkké oceli. Jelikož permanentní magnet tvoří s cívkou z měkké oceli magnetický obvod i bez dodávání elektrické energie, není zapotřebí žádná síla při krajní (stabilní) poloze. Uzavírací síla pohonu je rozdíl mezi magnetickou silou a silou pružiny.



Obrázek 10 Princip funkce binárního motoru

Popis

Systém parkovací brzdy od firmy Camcon-Automotive pracuje na principu binárního motoru, který ovládá táhlo, na jehož konci je ovládací kužel s pružinou na 6 km/h. Ovládací kužel se vsune mezi vodící válec a mechanickou západku, která zaskočí do ozubeného kola na výstupní hřídeli převodovky.



Obrázek 11 Řešení parkovací brzdy firmy Camcon-Automotive [6]

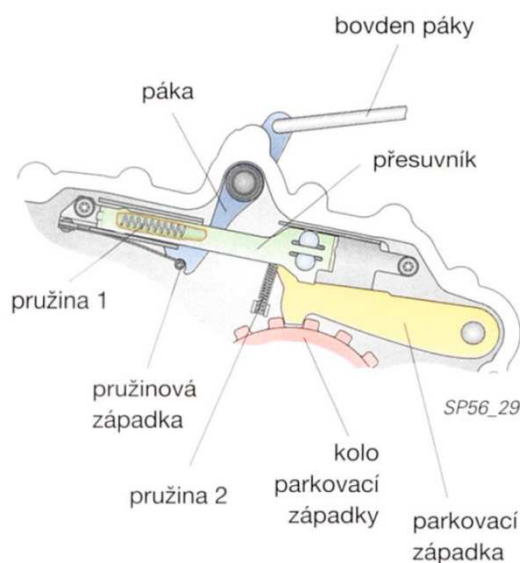
Součásti

Tento systém obsahuje: binární motor, táhlo, pružinu na 6 km/h, pružinu na odblokování mechanismu, ovládací kužel, vodící válec, mechanickou západku a ozubené kolo. [6]

4.1.4. Volkswagen

Popis

Systém parkovací brzdy používaný v modelové řadě automatických převodovek DSG-02E, je ovládán čistě mechanicky a ovládá se pomocí lanka v bowdenu, mezi volicí pákou a parkovací západkou. Zařazením polohy Park se přes lanko v bowdenu otočí páka, která je spojena přes pružinu 1 na 6 km/h s přesuvníkem. Páka je v dané poloze zajišťována pružinovou západkou. Přesuvník díky svému tvaru ovládá polohu parkovací (mechanické) západky vůči ozubenému kolu. Pružina 2 slouží k odblokování systému.



Obrázek 12 Řešení parkovací brzdy firmy Volkswagen

Součásti

Tento systém obsahuje: lanko v bowdenu, páku, pružinu na 6 km/h, pružinu na odblokování mechanismu, pružinovou západku, přesuvník, parkovací (mechanickou) západku a ozubené kolo.

Nouzový režim

Jelikož se jedná o mechanické ovládání systému parkovací brzdy, nevznikne při poruše dodávky elektrické energie potřeba ovládat systém jiným způsobem.

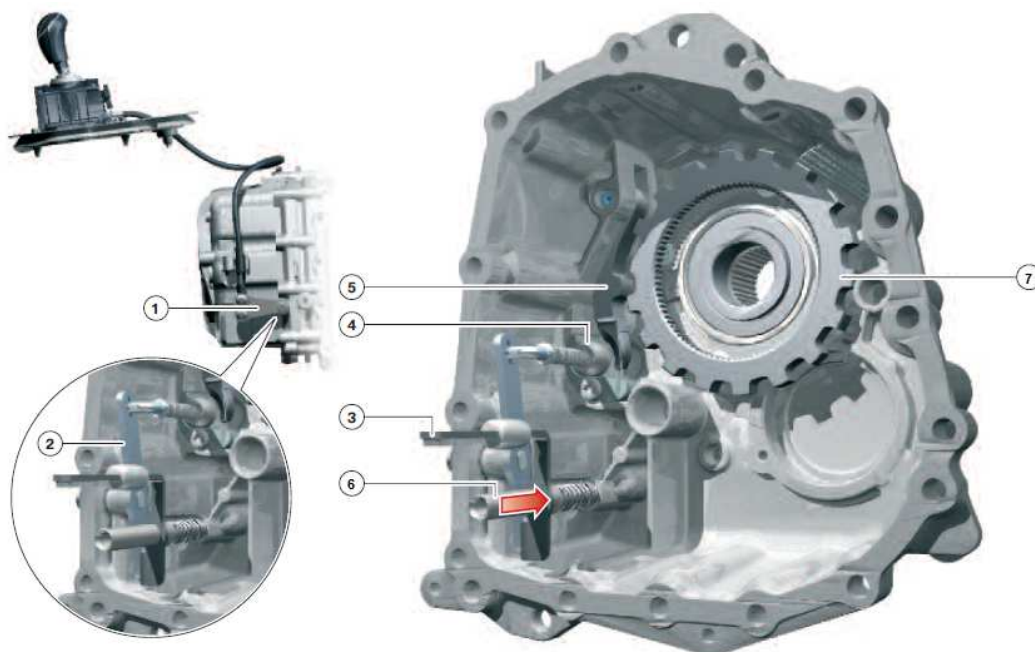
4.1.5. Getrag

Popis

Systém parkovací brzdy používaný v modelové řadě poloautomatických převodovek SMG III Getrag 247, které jsou ve vozech BMW E 60 M5, nemá na voliči jízdního režimu možnost zařadit polohu Parking. Jedná se o automatické spuštění systému parkovací brzdy. Jakmile se vypne motor a došlo by ke ztrátě tlaku v převodovce elektronika M DCT vyhodnotí situaci a sepne elektromagnet, který je umístěn v blízkosti voliče jízdního režimu. Elektromagnet je spojen s bowdenem, který je spojen s venkovní pákou (1). Venkovní páka je spojena s vnitřní pákou (2) přes hydraulický píst s pružinou (6). Venkovní páka svým otočením posouvá táhlo, na němž je přes pružinu, která zajišťuje funkčnost systému do rychlosti 6 km/h, spojen ovládací kužel (4). Ovládací kužel se zasouvá do mechanické západky a ta zablokuje ozubené kolo (5). K mechanické západce je ještě přidělena pružina (5), která pomáhá vysunout mechanickou západku z ozubeného kola.

Součásti

Tento systém obsahuje: elektromagnet, bowden, venkovní páku (1), vnitřní páku (2), hydraulický píst s pružinou (6), táhlo, pružinu na 6 km/h, ovládací kužel (4), pružinu (5), mechanickou západku, ozubené kolo (7)



Obrázek 13 Řešení parkovací brzdy firmy Getrag [7]

Nouzový režim

Pokud dojde k poruše dodávky elektrické energie a elektronika M DCT s elektromagnetem jsou nefunkční, jedná se o mechanické ovládání systému. Řidič musí odklopit kryt voliče jízdního režimu a pomocí šroubováku manuálně přesunout jezdec, kterým je vybaven konec bowdenu, místo elektromagnetu. Tím se mechanická západka přesune mezi zuby ozubeného kola. [7]

4.2. Patentová řešení

4.2.1. EP 1855033 B1 (Getrag)

Popis

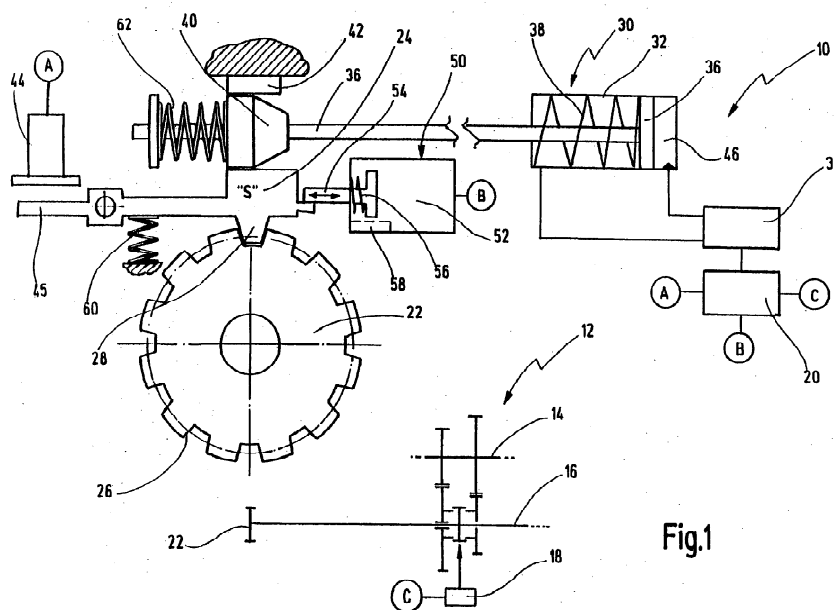
Systém navržený v patentu EP 1855033 B1, je ovládán hydraulickým nebo pneumatickým válcem (30). Ve válci je píst, který je spojen přes pružinu (62) (na 6 km/h) s ovládacím kuželem (40). Ovládací kužel je zatlačen mezi pouzdro (42) a západku (24). Zub západky poté zablokuje ozubené kolo (22). Západka je jištěna blokovacím zařízením (50), které je zde pro případ, že by se ovládací kužel nechtěně uvolnil. Zařízení je vybaveno řídicí jednotkou (20), která ovládá pohon tekutiny (34) blokovacího zařízení a snímá polohu západky (44).

Součásti

Tento systém obsahuje: přívodní zařízení tekutiny (34), hydraulický nebo pneumatický válec (32), píst a pístní tyč (36), pružina pro nouzový režim (38), pružina na 6 km/h (62), ovládací kužel (40), pouzdro (42), blokovací zařízení (50), mechanickou západku (28), pružinu na odblokování (60), ozubené kolo (26), snímač polohy západky (44)

Nouzový systém

Pokud dojde k poruše dodávky elektrické energie a přívodní zařízení tekutiny do válce nemůže fungovat, dojde ke ztrátě tlaku v tekutině. Poté začne píst (36) ovládat pružina (38), a tím zatlačí ovládací kužel do polohy mezi pouzdro a západku. Při ztrátě elektrické energie působí v blokovacím zařízení (50) pouze pružina (58), která posune blokovací člen (54) do krajní polohy a dovolí západce zapadnout mezi zuby ozubeného kola. [8]



Obrázek 14 Patentové řešení parkovací brzdy firmy Getrag [8]

4.2.2. US 8387759 B2 (Magna)

Popis

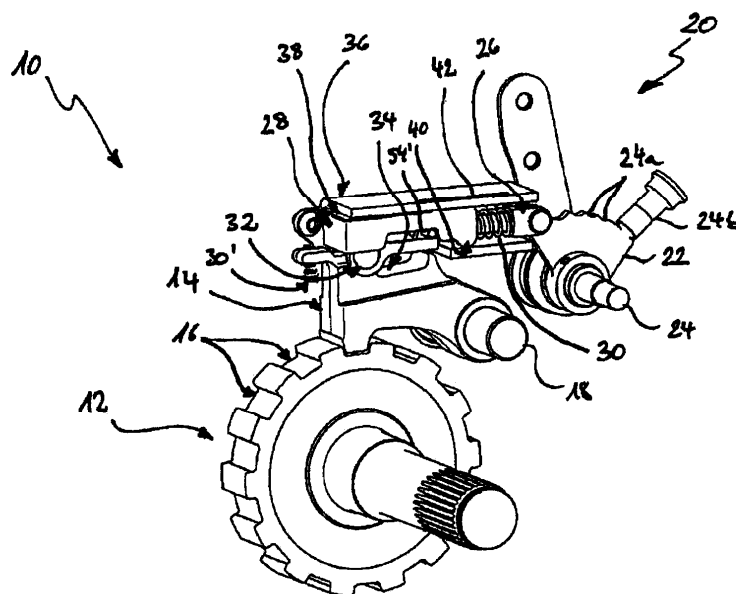
Systém navržený v patentu US 8387759 B2, je ovládán mechanicky (bowdenem). Bowden je spojen se západkovým kotoučem (22), který se otáčí kolem hřídele (24) a posouvá táhlem (26). Pohyb táhla je přes pružinu zabezpečující funkčnost jen do 6 km/h (30) přenesen na šoupátko (28), které je uloženo ve vodící liště tvaru U (36), tak aby se šoupátko posouvalo jen ve směru daným lištou. Na spodní části šoupátka je uchycen váleček (32), který se posouvá po styčné ploše ovládací vačky (34). Ovládací vačka se nachází na horní části mechanické západky (14) a pohybem šoupátka ovládá polohu západky, která se otáčí kolem hřídele (18). Na levé krajní straně vačky se západka nachází mezi zuby ozubeného kola (12) a systém je zablokován. Odblokování systému pomáhá pružina (30'), která tlačí západku z ozubeného kola.

Součásti

Tento systém obsahuje: západkový kotouč (22), hřídel (24), táhlo (26), pružinu (30), šoupátko (28), vodící lišta (36), váleček (32), ovládací vačka (34), hřídel (18), pružina (30'), mechanická západka (14), ozubené kolo (12)

Nouzový režim

Jelikož se jedná o mechanické ovládání systému parkovací brzdy, nevznikne při poruše dodávky elektrické energie potřeba ovládat systém jiným způsobem. [9]



Obrázek 15 Patentové řešení parkovací brzdy firmy Magna [9]

4.2.3. DE 102010054911 A1 (Daimler)

Popis

Systém navržený v patentu DE 102010054911 A1, je ovládán pohonem (12), který se skládá ze servomotoru (23), ten přes převody (24) otáčí vačkovým členem (10), ve kterém je drážka (27) s čepem (22) a tím mění otáčivý pohyb na posuvný. Drážka se skládá z části s negativním sklonem (16) a kladným sklonem (15). Při otáčení vačkového členu překoná čep část s negativním sklonem a síly působící na čep ho přesunou do dolní úvratě vačkového členu. Čep je spojen s táhlem (18) na kterém je nasazen ovládací kužel (19) s pružinou na 6km/h (20). Posunutím čepu do dolní úvratě se posune ovládací kužel, který zasune mechanickou západku (17) mezi zuby ozubeného kola.

Součásti

Tento systém obsahuje: servomotor (23), převody (24), vačkový člen (10) táhlo s čepem (18), ovládací kužel (19), pružinu na 6km/h (20), pružinu působící na vačkový člen (14), zvedací zařízení (31), zvedací člen (30), táhlo (28) pružinu působící na táhlo(32), mechanickou západku (17), ozubené kolo

Nouzový systém

Pokud dojde k poruše dodávky elektrické energie a pohon (12) není funkční, přijde na řadu zařízení (13). To je tvořeno zvedacím zařízením (31), které je tvořeno elektromagnetem s vlastním napájením a dokáže v případě potřeby vytáhnout zvedací člen (30) z výřezu (29), tím odblokuje táhlo (28), kterému dodá sílu pružina (32). Táhlo začne působit na dosedací plochu na obvodu členu (10). Pootočením členu (10) dojde k posunutí ovládacího kužele (19) a zasunutím mechanické západky (17) mezi zuby ozubeného kola. [10]

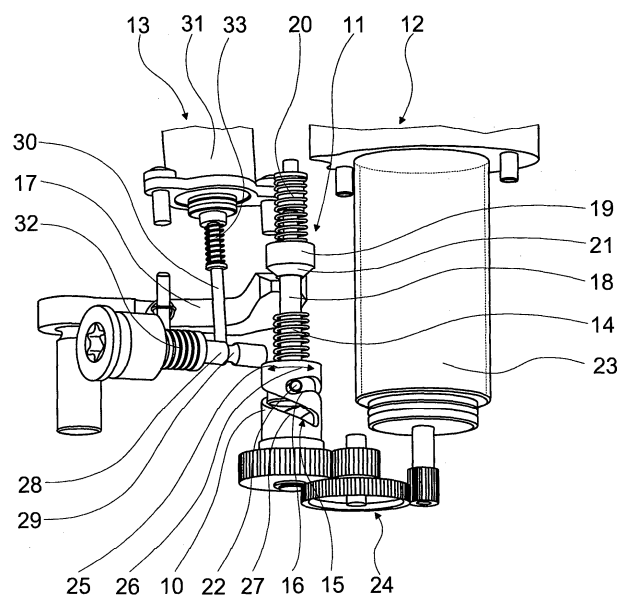


Fig. 1

Obrázek 16 Patentové řešení parkovací brzdy firmy Daimler [10]

4.3. Přehled jednotlivých variant

Tabulka 2 Přehled ovládání jednotlivých výrobců

Výrobce	Ovládání	Nouzový režim
ZF	Elektromagnetický ventil + hydraulický píst	ANO
Daimler	Elektromagnetický ventil + hydraulický píst	ANO
Getrag	Elektromagnet + bowden	ANO
Volkswagen	Bowden	NEPOTŘEBUJE
Camcon-Automotive	Binární motor	NE
Getrag	Hydraulický nebo pneumatický píst	ANO
Magna	Bowden	NEPOTŘEBUJE
Daimler	Elektromotor	ANO

5. Zadání konstrukční úlohy

Návrh Parkovacího mechanismu

Vstupní parametry:

Hmotnost vozidla: 2940kg

Staticky průměr kola: 0.310m

Dynamicky průměr kola: 0.310m

Max pohyb vozidla: 150mm

Max. Statické stoupání: 30%

Západka může zapadnou jen v rozmezí rychlosti vozidla v intervalu 0-6km/h.

Součinitel tření ocel – ocel s olejovým filmem 0.1

Možnost opakovaného odjištění vozidla při parkování na kopci s max. zadaným stoupáním.

Západkové kolo je na výstupním hřídeli z převodovky. (převodový poměr ke kolům 1!)

Nouzový režim umožňující poslední zapadnutí (pozice P) i po výpadku napájení celého vozidla.

Nepřímá mechanická vazba mezi voličem jízdního režimu a ovládním parkovacího mechanismu.

Zástavba do předem daného prostoru (CAD NX).

Úloha:

- Návrh mechanismu ovládní západky
- Návrh západkového kola a západky – Stanovení průměru kola, počtu zubů
- Návrh geometrie zubů.
- Návrh západky – Návrh polohy zapadajícího zubu, poloha čepu západky

6. Návrh mechanismu ovládání západky

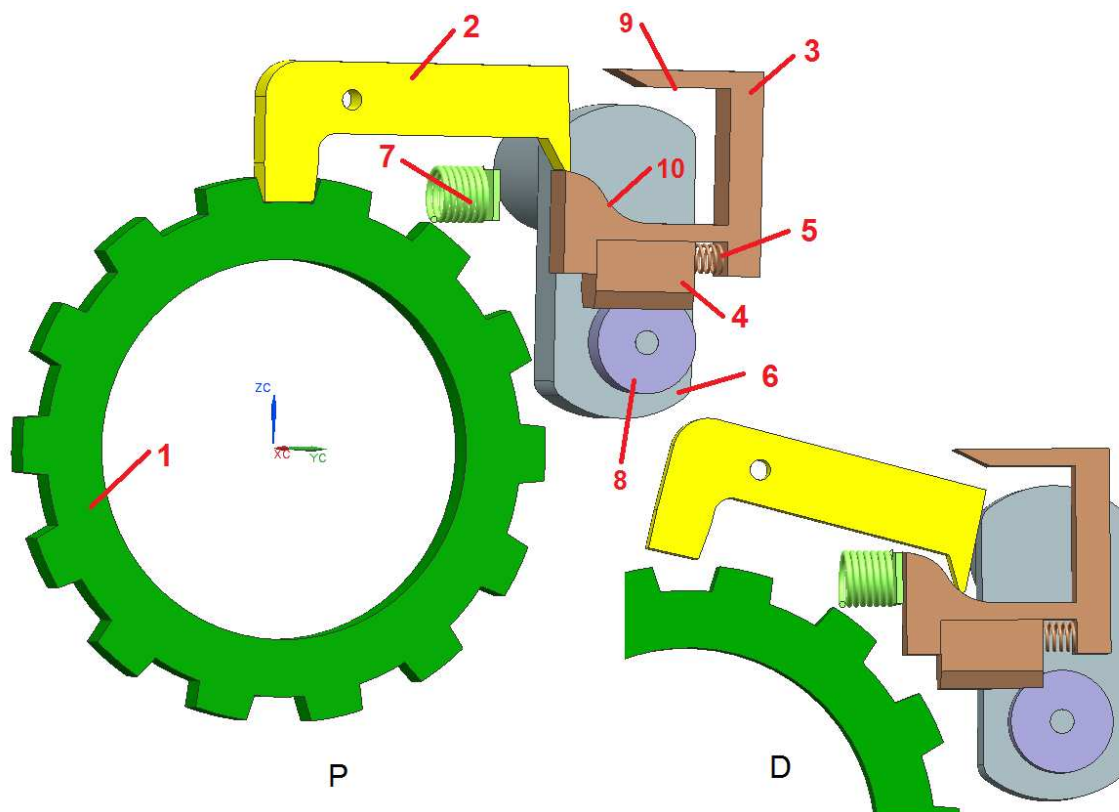
6.1. Návrh parkovacího mechanismu - varianta 1

Popis

Na obrázku vlevo je systém ve vypnutém stavu, takto bude vypadat systém po zařazení do polohy Parking. Pokud se volič přesune do polohy D, sepne motor s převodovkou (6) a roztočí pastorek (8), který působí na ozubený hřeben (4). Ozubený hřeben je posuvně uložen v pouzdře (3), kde se na jedné straně opírá o pouzdro a na druhé straně o pružinu (5), která je zde proto, aby západka nezapadla při rychlosti vyšší než 6 km/h. Pouzdro je uloženo posuvně v rámu (posun v ose x) a má styčnou plochu (10) pro mechanickou západku (2), o tuto plochu se západka opírá a tím se ovládá poloha mechanické západky, která se zasouvá mezi zuby ozubeného kola (1). Při odblokované poloze (západka není mezi zuby ozubeného kola) brání horní plocha (9) zapadnutí západky mezi zuby.

Součásti

Tento systém obsahuje: motor s převodovkou (6), pastorek (8), pouzdro (3) s ozubeným hřebenem (4) a pružinou na 6 km/h (5), stlačenou pružinu (7), mechanickou západku (2), ozubené kolo (1)



Obrázek 17 Návrh parkovacího mechanismu – varianta 1 v poloze P a D

Nouzový režim

Při správném chodu si motor drží svoji polohu, jakmile dojde k přerušení dodávky elektrické energie, motor ztratí sílu a po odblokování stlačené pružiny (7) se pouzdro posune do krajní polohy, kdy je systém v zablokovaném stavu.

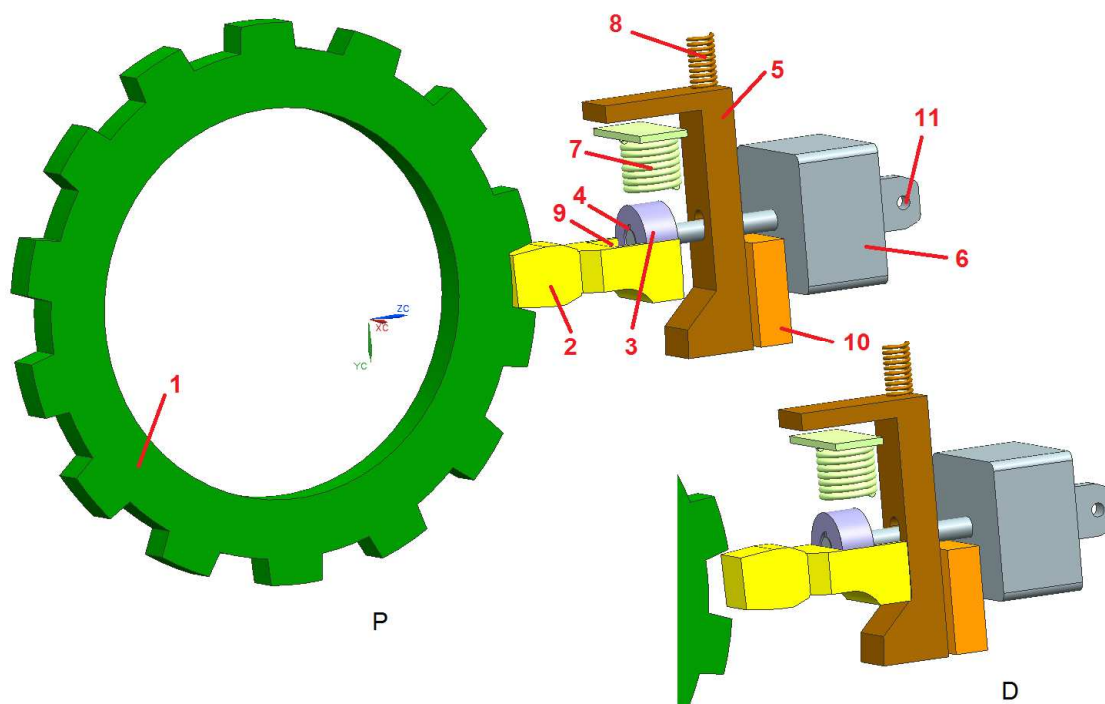
6.2. Návrh parkovacího mechanismu - varianta 2

Popis

Na obrázku vlevo je systém ve vypnutém stavu, takto bude vypadat systém po zařazení do polohy Parking. Pokud se volič přesune do polohy D, sepne motor (6), který je pružně spojen se šnekem (3). Pružnou vazbu mezi hřídelí motoru a šneku zajišťuje pružina (4), která slouží k tomu, aby západka nezapadla při rychlosti vyšší než 6 km/h. Šnek posouvá mechanickou západku (2) pomocí šnekového hřebenu (9), který je vyroben v mechanické západce. Mechanická západka je posuvně uložena v rámu (posun v ose z). Díky převodu šnek-šnekový hřeben je systém samosvorný a motor nepotřebuje pro udržení aktuální polohy mechanické západky elektrickou energii.

Součásti

Tento systém obsahuje: motor (6), šnek (3), pružinu na 6 km/h (4), stlačenou pružinu (7), podpírací člen (5), pružinu (8), mechanickou západku (2), ozubené kolo (1).



Obrázek 18 Návrh parkovacího mechanismu – varianta 2 v poloze P a D

Nouzový režim

Pokud dojde k poruše dodávky elektrické energie a motor (6) není funkční, odblokuje se stlačená pružina (7), která přetlačí pružinu (8) a posune podpírací člen. Protože je motor uložen do rámu otočně (11), může dojít k vychýlení hřídele, na které je šnek a přeruší se spojení mezi šnekem a mechanickou západkou. Ve stejný okamžik se mezi rám (10) a mechanickou západku zasune spodní část podpíracího členu, který západku zasune do ozubeného kola.

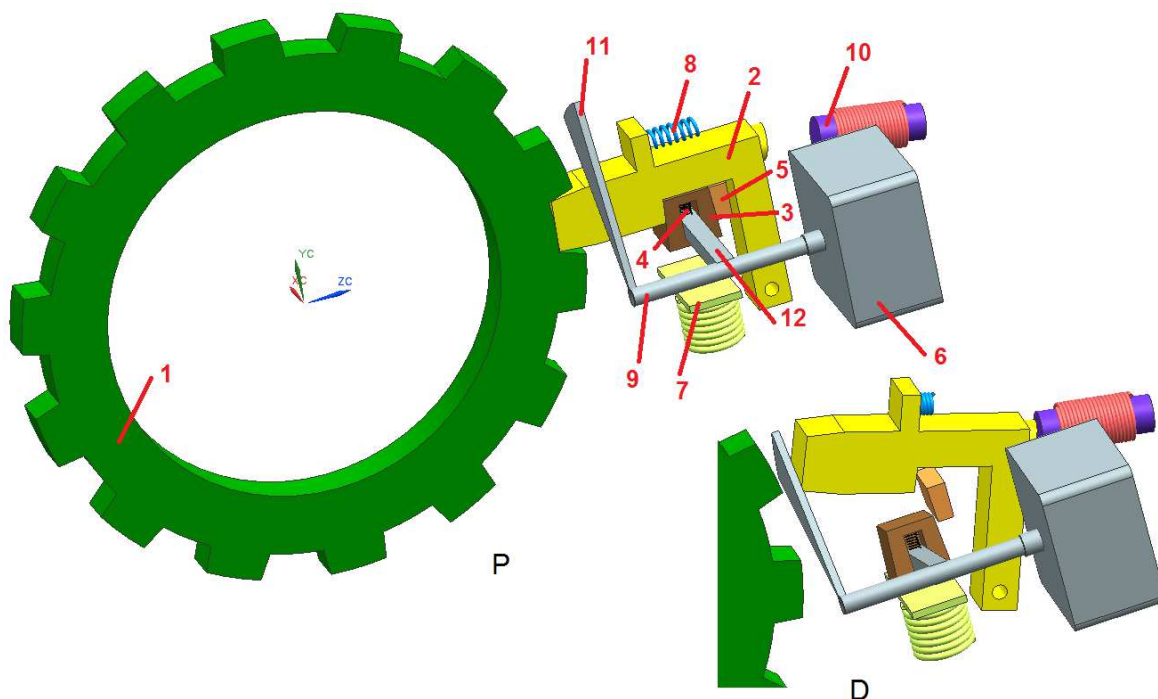
6.3. Návrh parkovacího mechanismu - varianta 3

Popis

Na obrázku vlevo je systém ve vypnutém stavu, takto bude vypadat systém po zařazení do polohy Parking. Tento systém se skládá ze dvou ovládacích částí a to z motoru (6) a elektromagnetu (10). Při zařazení polohy D motor pootočí hřídel (9) o takový úhel, aby se vysunul kámen (3), který je zasunut mezi mechanickou západku (2) a rám převodové skříně (5). Poté sepne elektromagnet a přitáhne západku k sobě. Jakmile je západka zvednuta, motor pootočí hřídel do koncové polohy, kdy se pod západku zasune doraz (11). Elektromagnet ztratí sílu, západka klesne a zastaví se o doraz. Pokud chceme systém zablokovat do stavu jaký je na obrázku, motor pootočí hřídel tak, aby doraz uvolnil západku, na kterou působí pružina (8) a při otočení hřídele do koncové polohy, na západku působí i kámen, který se zasouvá mezi rám převodové skříně a západku, tím se systém zablokuje. Rameno na hřídeli (12) je v kamenu uloženo posuvně, kde se na jedné straně dotýká přímo kamene a na druhé straně o pružinu (4), která je zde proto, aby západka nezapadla při rychlosti vyšší než 6 km/h.

Součásti

Tento systém obsahuje: motor (6), elektromagnet (10), hřídel s ramenem a dorazem (9), kámen (3), pružinu (8), pružinu na 6 km/h (4), stlačenou pružinu (7), mechanickou západku (2), ozubené kolo (1)



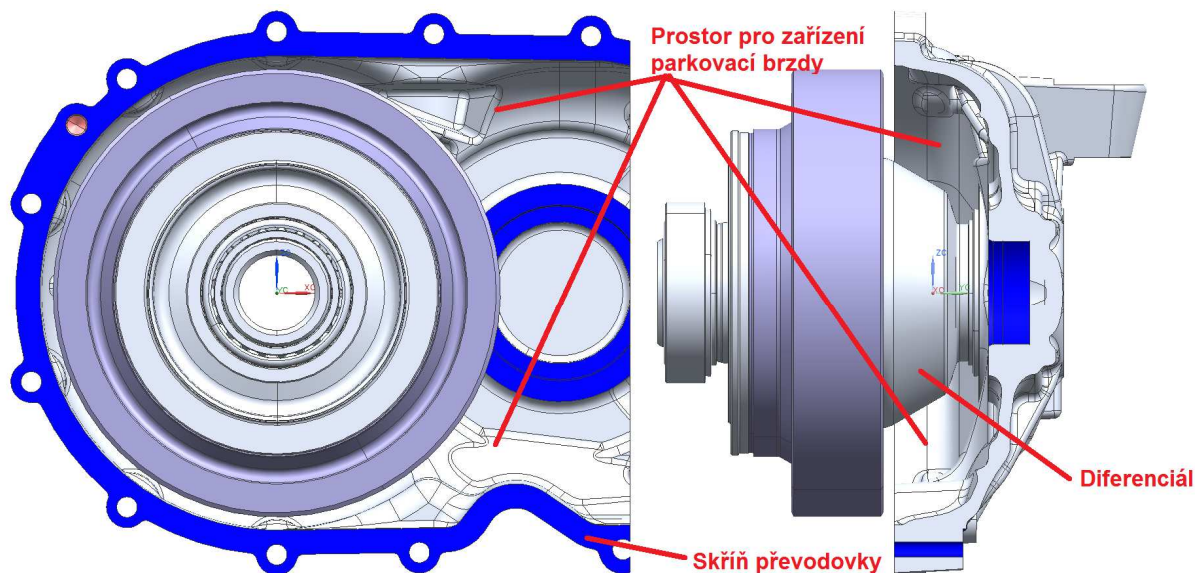
Obrázek 19 Návrh parkovacího mechanismu- varianta 3 v poloze P a D

Nouzový režim

Pokud dojde k poruše dodávky elektrické energie a motor (6) není funkční, odblokuje se stlačená pružina (7), která bude působit na kámen (3) a tím pootočí hřídel. Otočením hřídele dojde k uvolnění západky (2) z dorazu, a díky působení pružiny (8) a zasunutím kamene mezi rám (5) a západku dojde k zablokování systému.

7. Řešení

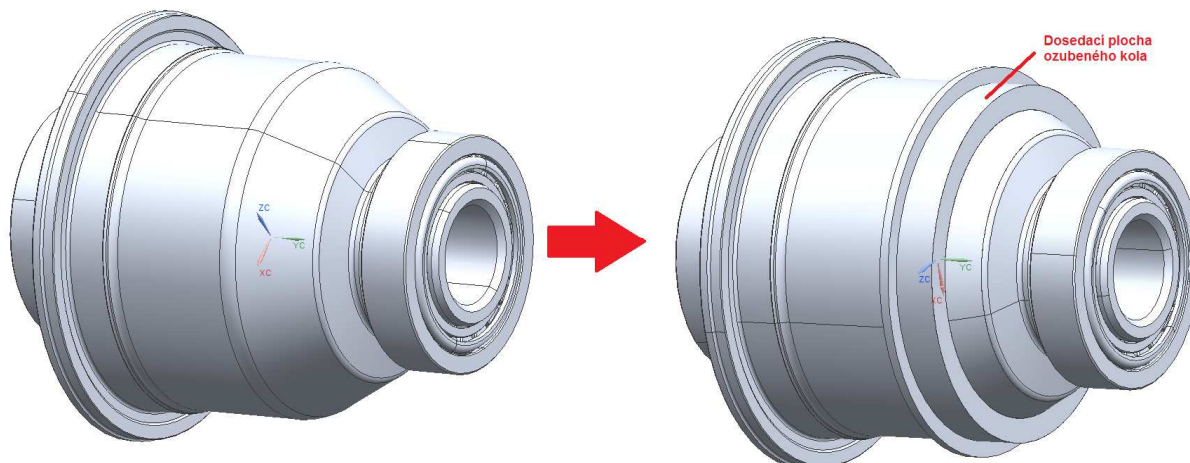
K podrobnějšímu návrhu včetně výpočtů byl vybrán návrh varianty 1. A to z důvodu nejvhodnějšího využití prostoru v zadané převodové skříni (u této varianty bude potřeba nejméně zásahů do zadaných 3D dat).



Obrázek 20 Volný prostor pro vlastní řešení

7.1. Stanovení průměru ozubeného kola a počet zubů

7.1.1. Vytvoření dosedací plochy pro ozubené kolo



Obrázek 21 Úprava diferenciálu

Vnitřní průměr ozubeného kola d_{o2} je dá průměrem dosedací plochy na diferenciálu

$$d_{o2} = 111,5 \text{ mm}$$

Vnější průměr ozubeného kola d_{o1} se volí podle toho jaký největší průměr kola se vejde do skříně převodovky, protože čím větší průměr ozubeného kola, tím menší síly budou působit na zuby kola.

volím $\Rightarrow d_{o1} = 160 \text{ mm}$

Průměr kola vozu: $d_{kv} = 310 \text{ mm}$

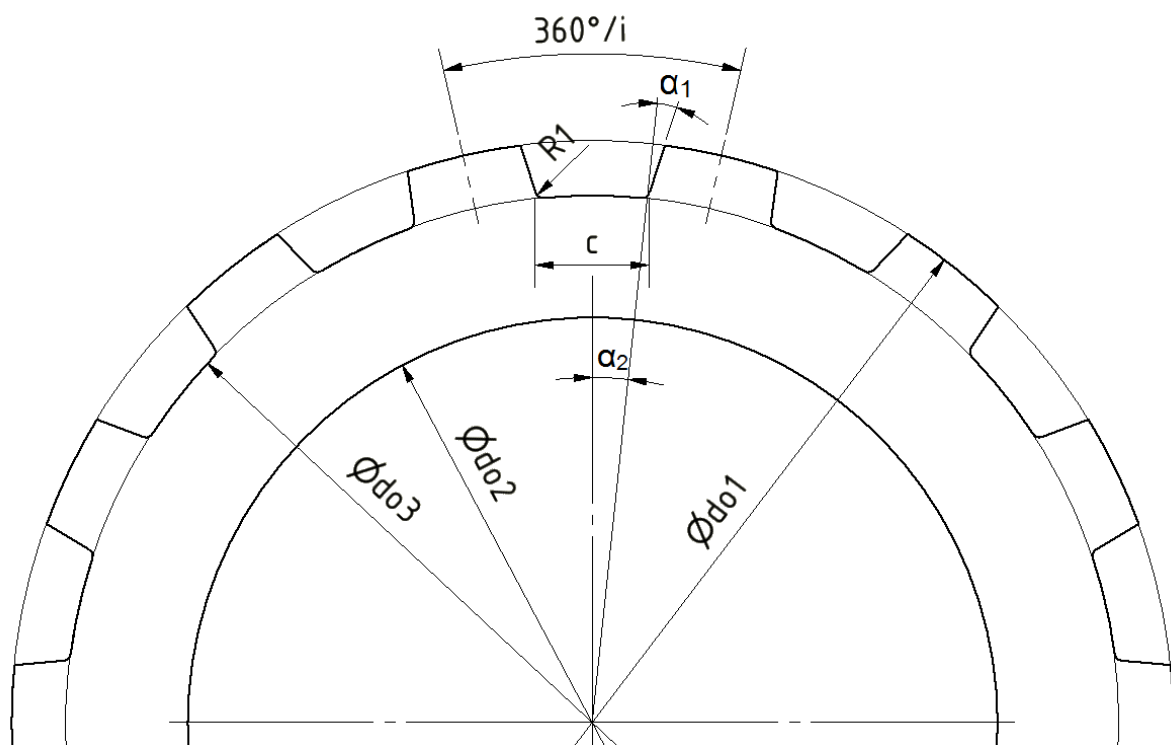
Obvod kola vozu: $o_{kv} = \pi \cdot d_{kv} = \pi \cdot 310 = 973,8937 \text{ mm}$

Vůz může ujet maximální dráhu s : $s=150\text{mm}$

Minimální počet zubů i : $i = \frac{o_{kv}}{s} = \frac{973,8937}{150} = 6,49 \doteq 7 \Rightarrow \text{volím } i = 14$

Z důvodu zaručení maximálního možného popojetí vozidla volím dvojnásobný počet zubů, tedy 14 a maximální vzdálenost ujetí vozidla po zařazení je tedy 75 mm. V případě že by se jeden zub poškodil, tak právě dvojnásobný počet zubů zabezpečí maximální vzdálenost ujetí vozidla 150 mm.

7.2. Geometrie zubů



Obrázek 22 Geometrie zubů ozubeného kola

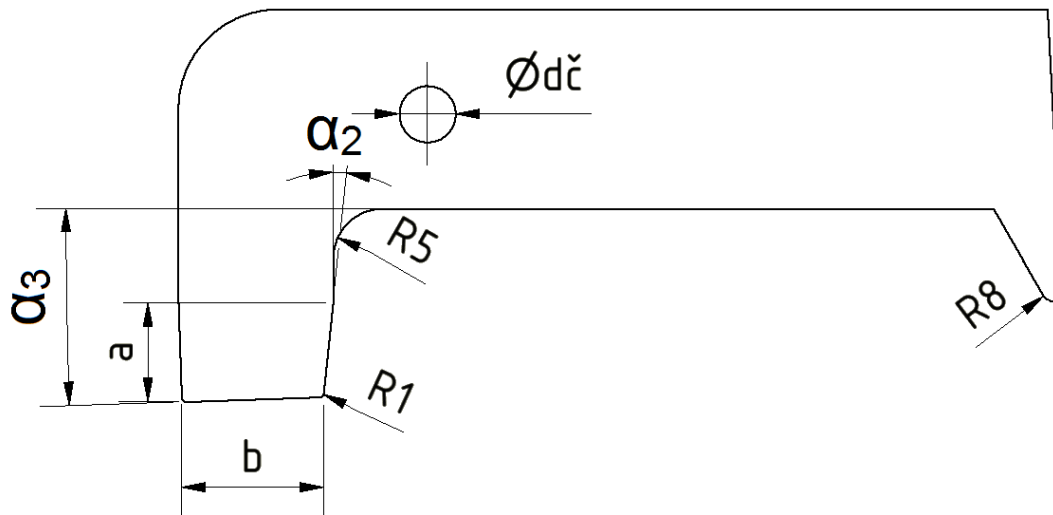
Hranice samosvornosti φ pro součinitel tření $\mu=0,1$:

$$\varphi = \text{tg}(\mu) = \text{tg}(0,1) = 5,748^\circ$$

Úhel α_1 musí být takový, aby byl zaručen nesamosvorný styk ozubené kolo – mechanická, tzn. $\alpha_1 > \varphi$, aby byla zaručena nesamosvornost i v extrémních podmínkách (horší součinitel tření) volím $\alpha_1 = 12^\circ$.

Úhel α_2 volím $6^\circ \Rightarrow c = 15,65 \text{ mm}$, průměr d_{o3} volím 145mm, zub je zaoblen rádiusem R1, protože by v ostré hraně vznikala velká koncentrace napětí.

7.3. Geometrie mechanické západky



Obrázek 23 Geometrie mechanické západky

Spodní plocha západky je zkosená o úhel α_3 , z důvodu aby nedocházelo k zasunutí západky do ozubeného kola během toho, kdy se ozubené kolo otáčí (rychlostí vyšší než 6 km/h). Z tohoto důvodu zde musí být, alespoň malé zkosení, volím $\alpha_3 = 2^\circ$. Vzdálenost b musí být menší než vzdálenost c (ozubeného kola), volím $b = 15,2$ mm. Vzdálenost a musí být větší než $\frac{d_{o1} - d_{o3}}{2}$, volím $a = 10,9$ mm. Západka je v ostrých hranách zaoblena z důvodu, aby nedocházelo k velkým koncentracím napětí.

7.4. Výpočet sil působících v systému

7.4.1. Zadané hodnoty

Maximální stoupání: $d = 30\%$

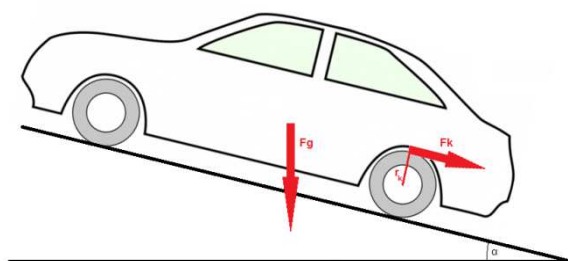
Hmotnost vozidla: $m = 2940 \text{ kg}$

Gravitační zrychlení: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Poloměr kola: $r_{kv} = 155 \text{ mm}$

Poloměr ozubeného kola (v místě dotyku) : $r = 73,2 \text{ mm}$

Součinitel tření: $\mu = 0,1$



Obrázek 24 Vozidlo na nakloněné rovině se stoupáním 30 %

Výpočet úhlu α nakloněné roviny, ze zadaného stoupání v procentech:

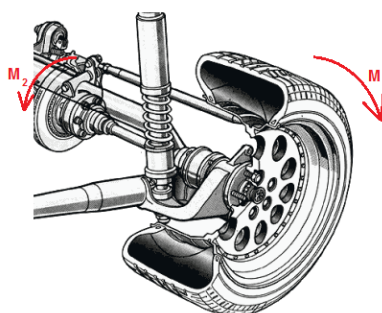
$$\alpha = \arctg\left(\frac{a}{100}\right) = \arctg\left(\frac{30}{100}\right) = 16,69924^\circ$$

Výpočet síly působící na kolo vozidla F_k v zaparkovaném stavu na nakloněné rovině, síla je pouze od hmotnosti vozidla:

$$F_g = m \cdot g = 2940 \cdot 9,81 = 28\,841,4 \text{ N}$$

$$F_k = m \cdot g \cdot \sin(\alpha) = 2940 \cdot 9,81 \cdot \sin(16,69924^\circ) = 8287,515 \text{ N}$$

Síla působící v kontaktu mechanické západky a ozubeného kola, se vypočítá díky rovnosti momentů na kole vozidla a na ozubeném kole:



Obrázek 25 Přenos zatížení

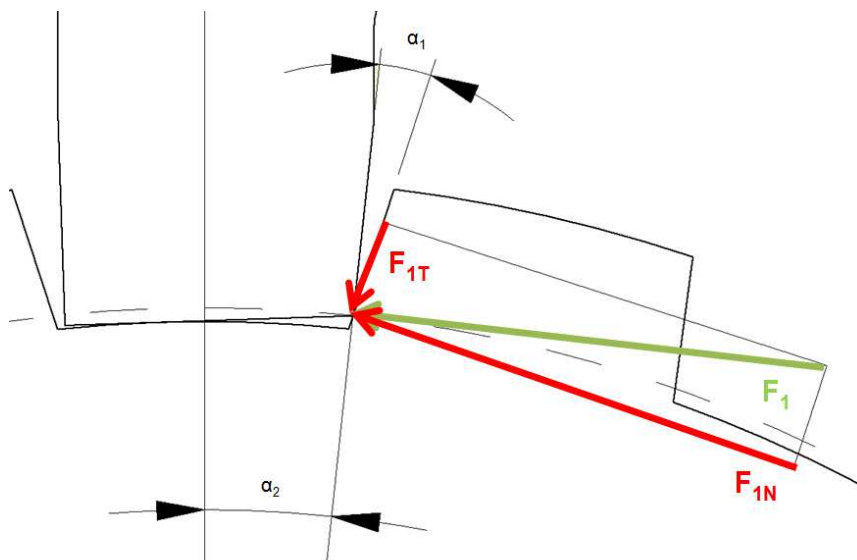
$$M_1 = M_2$$

$$M_1 = F_k \cdot r_{kv} \quad M_2 = F_1 \cdot r$$

$$F_k \cdot r_{kv} = F_1 \cdot r$$

$$F_1 = \frac{F_k \cdot r_{kv}}{r} = \frac{8287,515 \cdot 155}{73,2} = 17\,548,7 \text{ N}$$

Rozklad sil v kontaktu ozubené kolo – mechanická západka. Síla F_1 (zelená) působí na mechanickou západku a na boku zubu ozubeného kola je možno jí rozložit na tečnou sílu F_{1T} a na normálovou sílu F_{1N} . Z normálové síly je možné ještě dopočítat sílu třecí F_t , která působí kolmo na normálovou sílu.



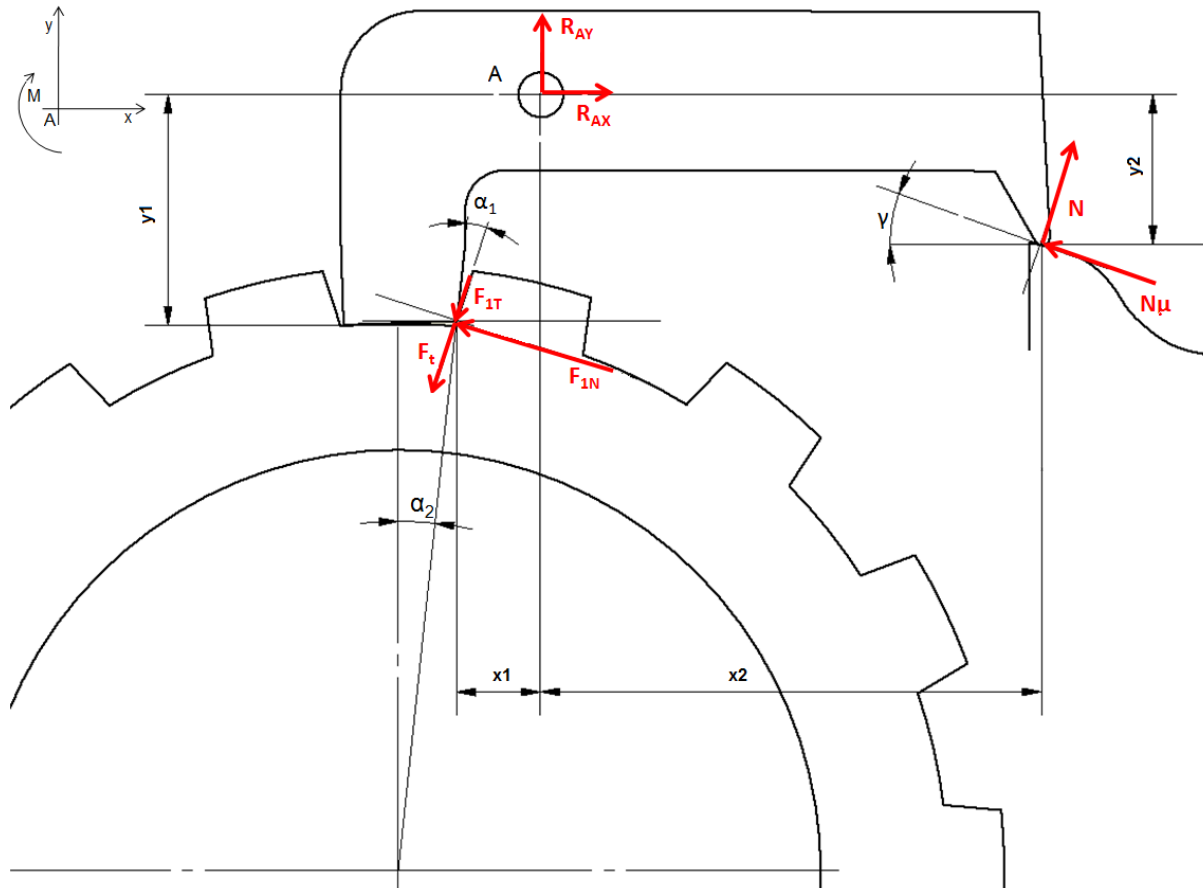
Obrázek 26 Rozklad sil ve styku mechanické západky a ozubeného kola

$$F_{1T} = F_1 \sin \alpha_1 = 17\,548,7 \cdot \sin(12^\circ) = 3648,58 \text{ N}$$

$$F_{1N} = F_1 \cos \alpha_1 = 17\,548,7 \cdot \cos(12^\circ) = 17\,165,22 \text{ N}$$

$$F_t = \mu F_{1N} = \mu F_1 \cos \alpha_1 = 0,1 \cdot 17\,548,7 \cdot \cos(12^\circ) = 1\,716,522 \text{ N}$$

Západka v nejhorší možné poloze – vozidlo je zaparkováno na nakloněné rovině a řidič chce systém odblokovat.



Obrázek 27 Mechanická západka a ozubené kolo v zablokovaném stavu

Rovnice rovnováhy ve směru osy x:

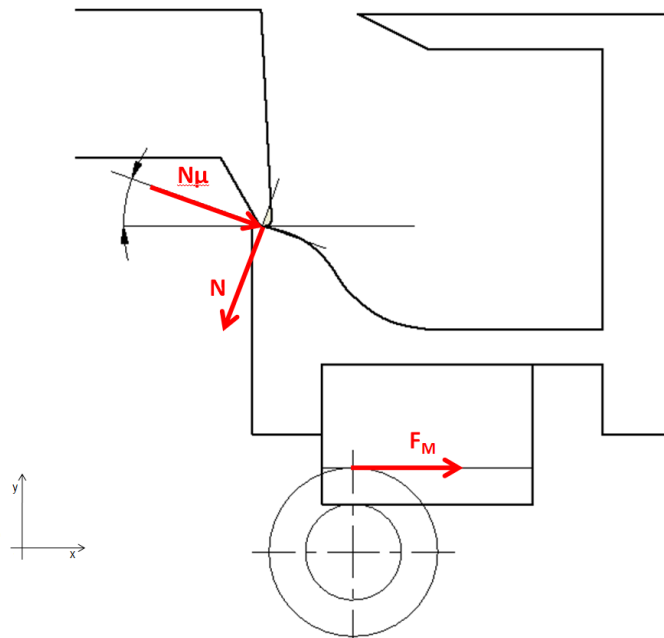
$$\begin{aligned}
 x: & -F_{1T}\sin\alpha_2 - F_{1N}\cos\alpha_2 - F_t\sin\alpha_2 + R_{AX} + N\sin\gamma - N\mu\cos\gamma = 0 \\
 & -F_1\sin\alpha_1\sin\alpha_2 - F_1\cos\alpha_1\cos\alpha_2 - \mu F_1\cos\alpha_1\sin\alpha_2 + R_{AX} + N\sin\gamma - N\mu\cos\gamma = 0 \\
 \Rightarrow & R_{AX} = F_1\sin\alpha_1\sin\alpha_2 + F_1\cos\alpha_1\cos\alpha_2 + \mu F_1\cos\alpha_1\sin\alpha_2 - N\sin\gamma + N\mu\cos\gamma
 \end{aligned}$$

Rovnice rovnováhy ve směru osy y:

$$\begin{aligned}
 y: & -F_{1T}\cos\alpha_2 + F_{1N}\sin\alpha_2 - F_t\cos\alpha_2 + R_{AY} + N\cos\gamma + N\mu\sin\gamma = 0 \\
 & -F_1\sin\alpha_1\cos\alpha_2 + F_1\cos\alpha_1\sin\alpha_2 - \mu F_1\cos\alpha_1\cos\alpha_2 + R_{AY} + N\cos\gamma + N\mu\sin\gamma = 0 \\
 \Rightarrow & R_{AY} = F_1\sin\alpha_1\cos\alpha_2 - F_1\cos\alpha_1\sin\alpha_2 + \mu F_1\cos\alpha_1\cos\alpha_2 - N\cos\gamma - N\mu\sin\gamma
 \end{aligned}$$

Momentová rovnice rovnováhy k bodu A:

$$\begin{aligned}
 M_A: & F_1 \sin \alpha_1 \sin \alpha_2 \cdot y_1 - F_1 \sin \alpha_1 \cos \alpha_2 \cdot x_1 + F_1 \cos \alpha_1 \cos \alpha_2 \cdot y_1 + \\
 & + F_1 \cos \alpha_1 \sin \alpha_2 \cdot x_1 + \mu F_1 \cos \alpha_1 \sin \alpha_2 \cdot y_1 - \mu F_1 \cos \alpha_1 \cos \alpha_2 \cdot x_1 + \\
 & - N \sin \gamma \cdot y_2 - N \cos \gamma \cdot x_2 + N \mu \cos \gamma \cdot y_2 - N \mu \sin \gamma \cdot x_2 = 0 \\
 \Rightarrow N = & \frac{-F_1 \sin \alpha_1 \sin \alpha_2 \cdot y_1 + F_1 \sin \alpha_1 \cos \alpha_2 \cdot x_1 - F_1 \cos \alpha_1 \cos \alpha_2 \cdot y_1}{-\sin \gamma \cdot y_2 - \cos \gamma \cdot x_2 + \mu \cos \gamma \cdot y_2 - \mu \sin \gamma \cdot x_2} + \\
 & + \frac{-F_1 \cos \alpha_1 \sin \alpha_2 \cdot x_1 - \mu F_1 \cos \alpha_1 \sin \alpha_2 \cdot y_1 + \mu F_1 \cos \alpha_1 \cos \alpha_2 \cdot x_1}{-\sin \gamma \cdot y_2 - \cos \gamma \cdot x_2 + \mu \cos \gamma \cdot y_2 - \mu \sin \gamma \cdot x_2}
 \end{aligned}$$



Obrázek 28 Zatížení elektromotoru

$$x: F_T + N \mu \cos \gamma - N \sin \gamma = 0$$

$$\Rightarrow F_T = -N \mu \cos \gamma + N \sin \gamma$$

7.4.2. Dosazované konstanty:

Pro zjištění nejvhodnějších konstant byly napsány rovnice rovnováhy do programu Excel a společně s prostorem ve skříni byly optimalizací zjištěny hodnoty těchto konstant.

$$x_1 = 30 \text{ mm}, x_2 = 50 \text{ mm}, y_1 = 17 \text{ mm}, y_2 = 10 \text{ mm}, r_M = 15 \text{ mm}, \gamma = 4^\circ$$

7.4.3. Výsledky:

$$R_{AX} = 17\,748,61 \text{ N}$$

$$R_{AY} = -363,532 \text{ N}$$

$$N = 3887,342 \text{ N}$$

$$F_M = -116,62 \text{ N}$$

$$M_k = F_M \cdot r_M = -116,62 \cdot 0,015 = -1,7493 \text{ Nm}$$

7.5. Výpočet čepu na stříh

Čep je navržen z oceli 16 341.

$$R_e = 1200 \text{ MPa} \quad k = 2 \quad \tau_{Smax} = 0,6 \cdot 1200 = 720 \text{ MPa}$$

$$\tau_S = \frac{\tau_{Smax}}{k} = \frac{720}{2} = 360 \text{ MPa}$$

$$R_A = \sqrt{R_{AX}^2 + R_{AY}^2} = \sqrt{17\,748,61^2 + (-363,532)^2} = 17\,752,33 \text{ N}$$

$$d_{\check{c}} = \sqrt{\frac{4 \cdot R_A}{\pi \cdot \tau_S}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 17\,827,81}{\pi \cdot 360}} = 7,92 \text{ mm} \Rightarrow 8 \text{ mm}$$

7.6. Výběr elektromotoru

Z požadovaného kroutícího momentu M_k a z napájecího napětí 12V volím stejnosměrný motor s planetovou převodovkou PG420.

Napájecí napětí ... 12 V

Převodový poměr ... 104:1

Jmenovitý moment ... 20 kg-cm ... 1,9613 N-m

Jmenovité otáčky ... 63 ot/min

Hmotnost ... 620 g

Jmenovitý moment (motoru) ... 700 g-cm ... 0,0686 N-m

Jmenovité otáčky (motoru) ... 5700 ot/min

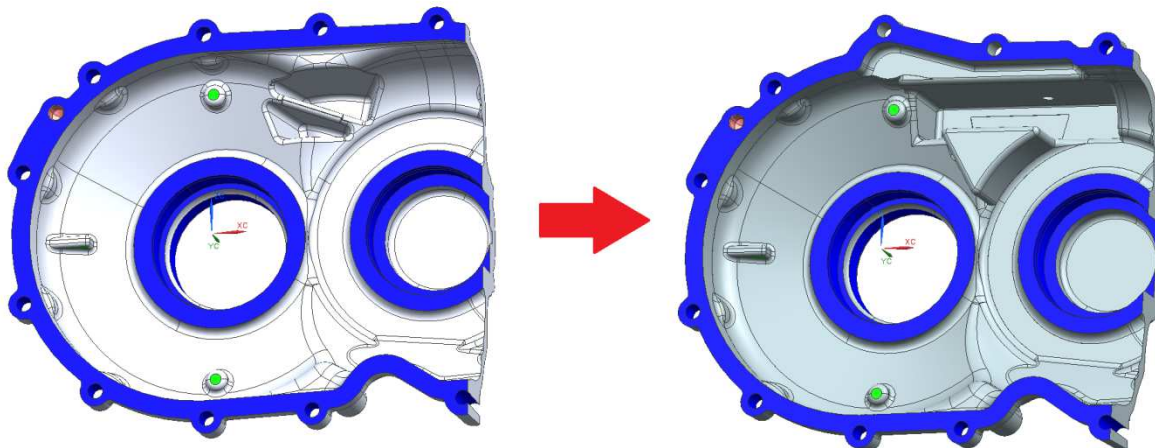
Otáčky naprázdno (motoru) ... 7000 ot/min

Jmenovitý výkon (motoru) ... 41,3 W

8. Řešení v CAD

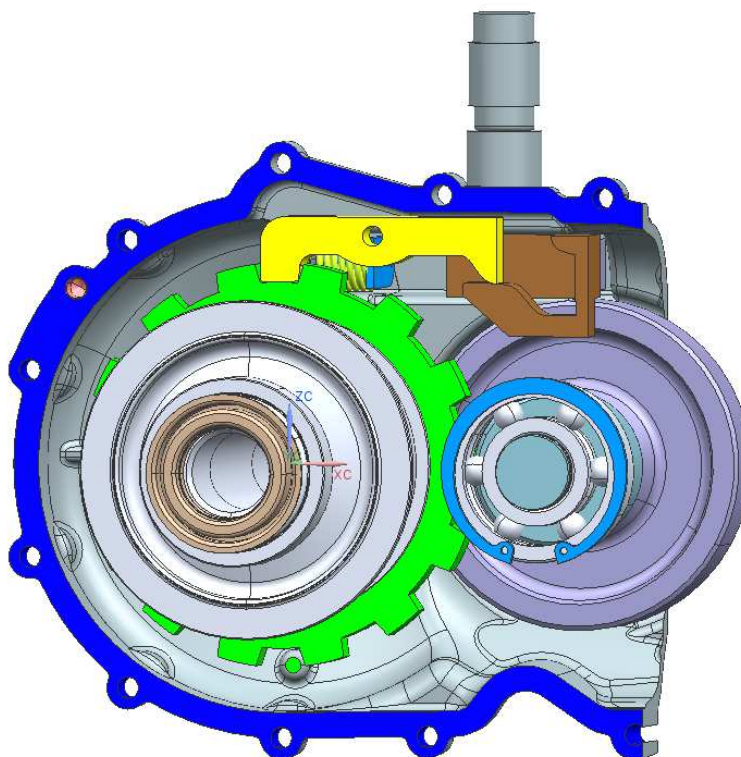
8.1.1. Úprava převodové skříně

Aby mohly být součástky ovládání systému parkovací brzdy uvnitř převodové skříně, musela být skříň upravena.

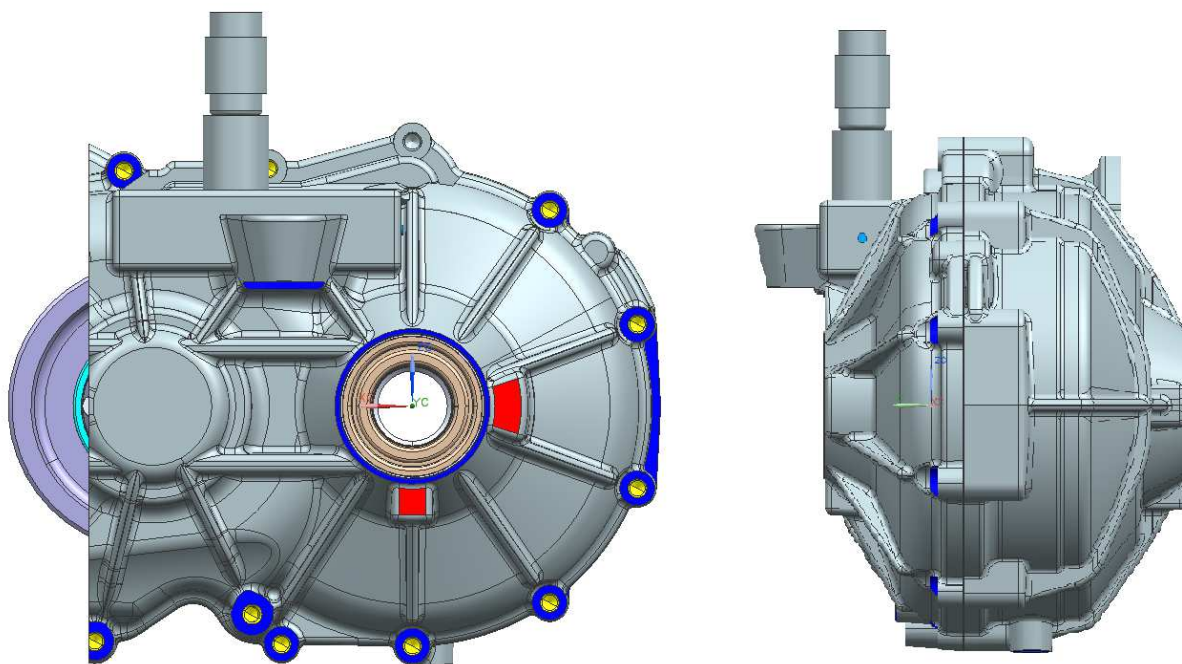


Obrázek 29 Úprava převodové skříně

8.1.2. Pohled na konstrukční řešení



Obrázek 30 Vlastní návrh zakomponovaný v převodové skříně



Obrázek 31 Pohled na celou sestavu

Závěr

Cílem práce bylo popsat parkovací brzdu v automatické převodovce, řešení jednotlivých výrobců a navrhnout vlastní návrh včetně výpočtů a modelů. Tato práce může sloužit jako přehled používaných, patentových a možných návrhů řešení pro firmy zabývající se vývojem automatických převodovek. Na začátku teoretické části je vysvětleno, co je to automatická převodovka a proč potřebuje mít systém parkovací brzdy. Potom jsou vypsány předpisy relevantní pro parkovací brzdu, které jsou z americké normy a musely být přeloženy z anglického jazyka. Dále je v teoretické části popis jednotlivých částí systému parkovací brzdy, tak jak jdou za sebou od řidiče až po zablokování ozubeného kola, tento popis je napsán vlastními slovy ze získaných informací od konzultanta a servisu automatických převodovek. Následuje rešerše jednotlivých výrobců, která se skládá z používaných řešení a patentových řešení. Používaná řešení jsou popsána vlastními slovy ze získaných informací od konzultanta, rozebrání školních modelů převodovek, servisu automatických převodovek, servisního oddělení firmy ZF a uživatelských příruček vozidel. Princip patentových řešení byl přeložen a popsán z anglického a německého jazyka. Teoretická část je zakončena přehledem ovládání systému jednotlivých výrobců. Konstrukční část na začátku obsahuje tři vlastní návrhy, které byly probrány s konzultantem, prošly určitým vývojem, aby byly plně funkční a splňovaly zadání. Následuje výpočet jednoho z návrhů pro konkrétně zadaný vůz, výpočet obsahuje stanovení průměru ozubeného kola, počet zubů, geometrii zubů, polohu zapadajícího zubu, polohu čepu západky a požadovaný kroutící moment motoru. Pro výpočet sil působících v systému bylo nutné vyřešit mechaniku návrhu. Ta byla řešena metodou uvolňování, kde byla nejdříve uvolněna západka v nejvíce namáhané poloze a potom pouzdro. Z vypočítaných hodnot bylo možné dopočítat průměr čepu a vybrat vhodný elektromotor na ovládání systému. Všechny výpočty byly počítány v programu EXCEL, aby bylo možné optimalizovat hodnoty např. pro polohu čepu. Na závěr práce byl navržený systém parkovací brzdy zakomponován do zadané převodové skříně v programu NX Unigraphics 9. Uvědomuji si, že problematika parkovací brzdy je ještě mnohem hlubší a určitě by stálo za to návrh rozpracovat v daleko větší šíři. Nicméně to by přesahovalo rámec bakalářské práce, ale mohlo by to být předmětem diplomové práce.

Použité zdroje

- [1] HOSNEDL, S. K. (2011). *Obecné strojní části 2*. Plzeň: ZČU v Plzni.
- [2] Hosnedl, S. K. (1999). *Příručka strojního inženýra : obecné strojní části 1*. Brno: Computers Press.
- [3] VLK, F. (2000). *Převodové ústrojí motorových vozidel*. Brno: nakl. VLK.
- [4] VLK, F. (2003). *Stavba motorových vozidel*. Brno: nakl. VLK.
- [5] *Automatic transmission 9G-TRONIC 725.0* [online]. [cit. 2015-06-19]. Dostupné z: http://documents.epfl.ch/users/f/fr/froulet/www/Mechanics/2013_09_002_002_en.pdf
- [6] *Camcon-Automotive* [online]. [cit. 2015-06-19]. Dostupné z: <http://www.camcon-automotive.com/current-applications/transmission/park-lock/>
- [7] *BMW E60 M5 Drivetrain* [online]. [cit. 2015-06-19]. Dostupné z: http://koti.kapsi.fi/~postimies/BMW/M5%20training%20manual/06_M_Drivetrain.pdf
- [8] *Patent Getribesperre* [online]. [cit. 2015-06-19]. Dostupné z: <http://www.google.com/patents/EP1855033B1?cl=en>
- [9] *Patent Blocking mechanism* [online]. [cit. 2015-06-19]. Dostupné z: <http://www.google.com.ar/patents/US8387759>
- [10] *Patent Parking lock* [online]. [cit. 2015-06-19]. Dostupné z: <http://www.google.com/patents/DE102010054911A1?cl=en>
- [11] *Řez automatickou převodovkou* [online]. [cit. 2015-06-19]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Automatick%C3%A1_p%C5%99evodovka#/media/File:ZF_6HP26.PNG

Seznam obrázků

Obrázek 1 Řez automatickou převodovkou	11
Obrázek 2 Vozidlo na nakloněné rovině o 90°	12
Obrázek 3 Pojistka proti vytažení klíče.....	13
Obrázek 4 Ovládání polohy Parking tlačítkem	14
Obrázek 5 Odvození hranice samosvornosti	15
Obrázek 6 Rozmístění součástí v převodové skříně	17
Obrázek 7 Řešení parkovací brzdy firmy ZF	20
Obrázek 8 Řešení parkovací brzdy firmy Daimler.....	21
Obrázek 9 Řešení nouzového režimu firmy Daimler.....	22
Obrázek 10 Princip funkce binárního motoru	23
Obrázek 11 Řešení parkovací brzdy firmy Camcon-Automotive.....	23
Obrázek 12 Řešení parkovací brzdy firmy Volkswagen.....	24
Obrázek 13 Řešení parkovací brzdy firmy Getrag.....	25
Obrázek 14 Patentové řešení parkovací brzdy firmy Getrag	26
Obrázek 15 Patentové řešení parkovací brzdy firmy Magna	27
Obrázek 16 Patentové řešení parkovací brzdy firmy Daimler	28
Obrázek 17 Návrh parkovacího mechanismu – varianta 1 v poloze P a D.....	31
Obrázek 18 Návrh parkovacího mechanismu – varianta 2 v poloze P a D.....	32
Obrázek 19 Návrh parkovacího mechanismu- varianta 3 v poloze P a D.....	33
Obrázek 20 Volný prostor pro vlastní řešení	34
Obrázek 21 Úprava diferenciálu	34
Obrázek 22 Geometrie zubů ozubeného kola.....	35
Obrázek 23 Geometrie mechanické západky	36
Obrázek 24 Vozidlo na nakloněné rovině se stoupáním 30 %.....	37
Obrázek 25 Přenos zatížení	37
Obrázek 26 Rozklad sil ve styku mechanické západky a ozubeného kola	38
Obrázek 27 Mechanická západka a ozubené kolo v zablokovaném stavu.....	39
Obrázek 28 Zatížení elektromotoru.....	40
Obrázek 29 Úprava převodové skříně	42
Obrázek 30 Vlastní návrh zakomponovaný v převodové skříně	42
Obrázek 31 Pohled na celou sestavu	43

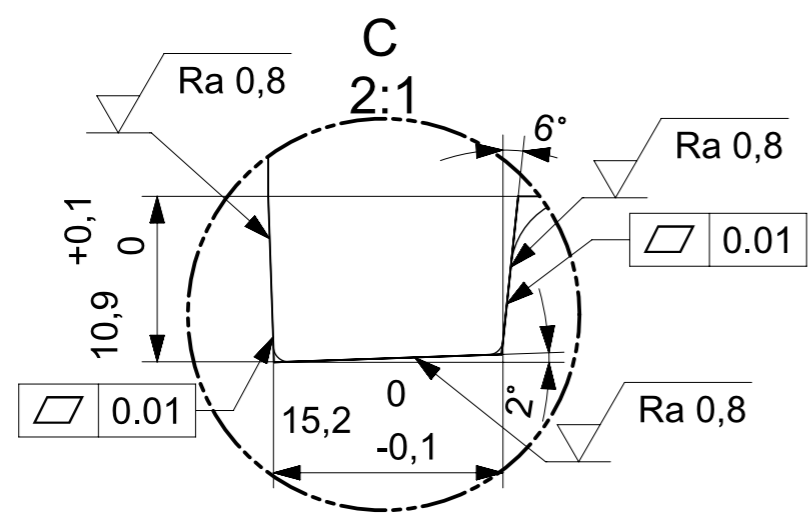
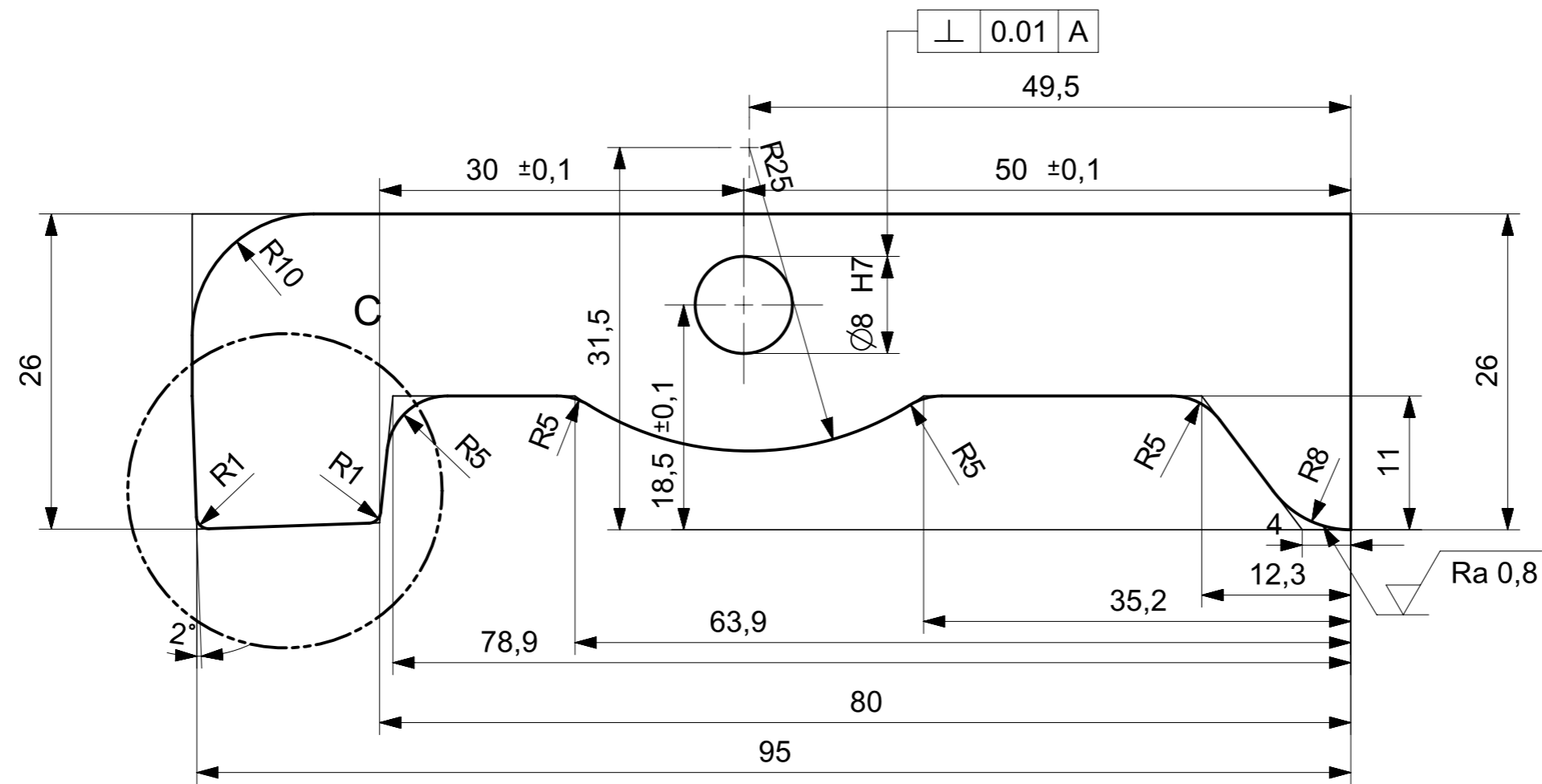
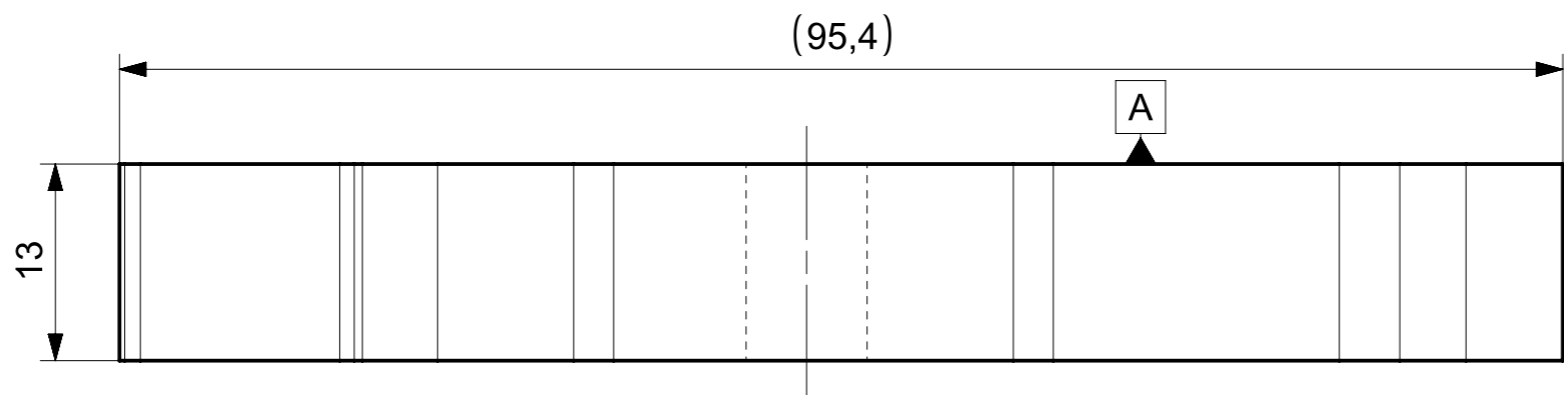
Seznam tabulek

Tabulka 1 Přehled dodavatelů automatických převodovek jednotlivých automobilek.....	19
Tabulka 2 Přehled ovládání jednotlivých výrobců.....	29

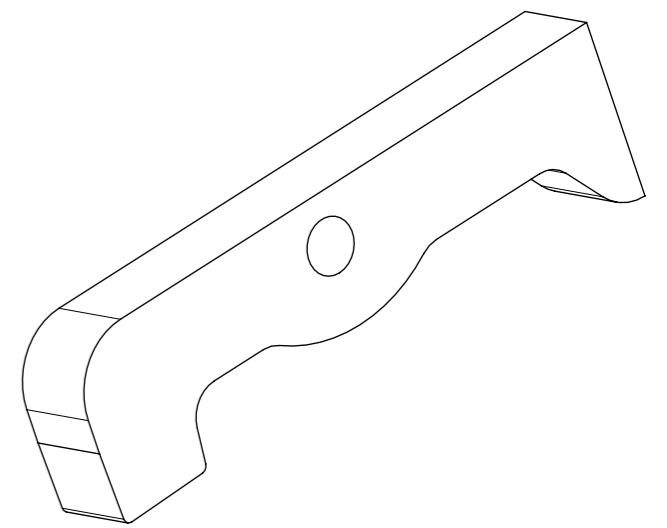
Seznam příloh



Dle pokynů vedoucího práce doplňují práci tyto přílohy:

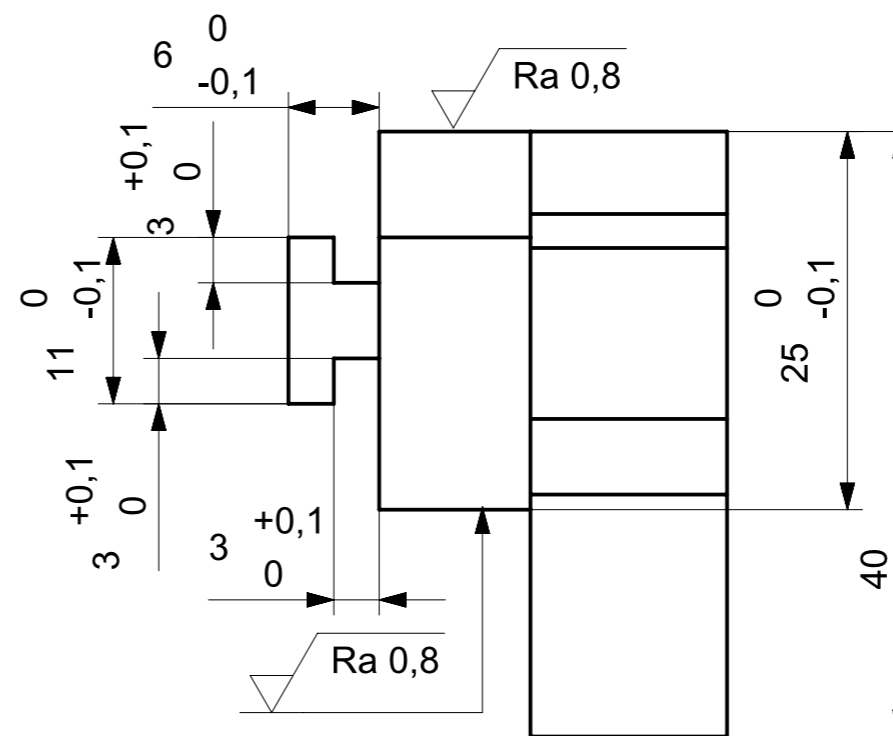
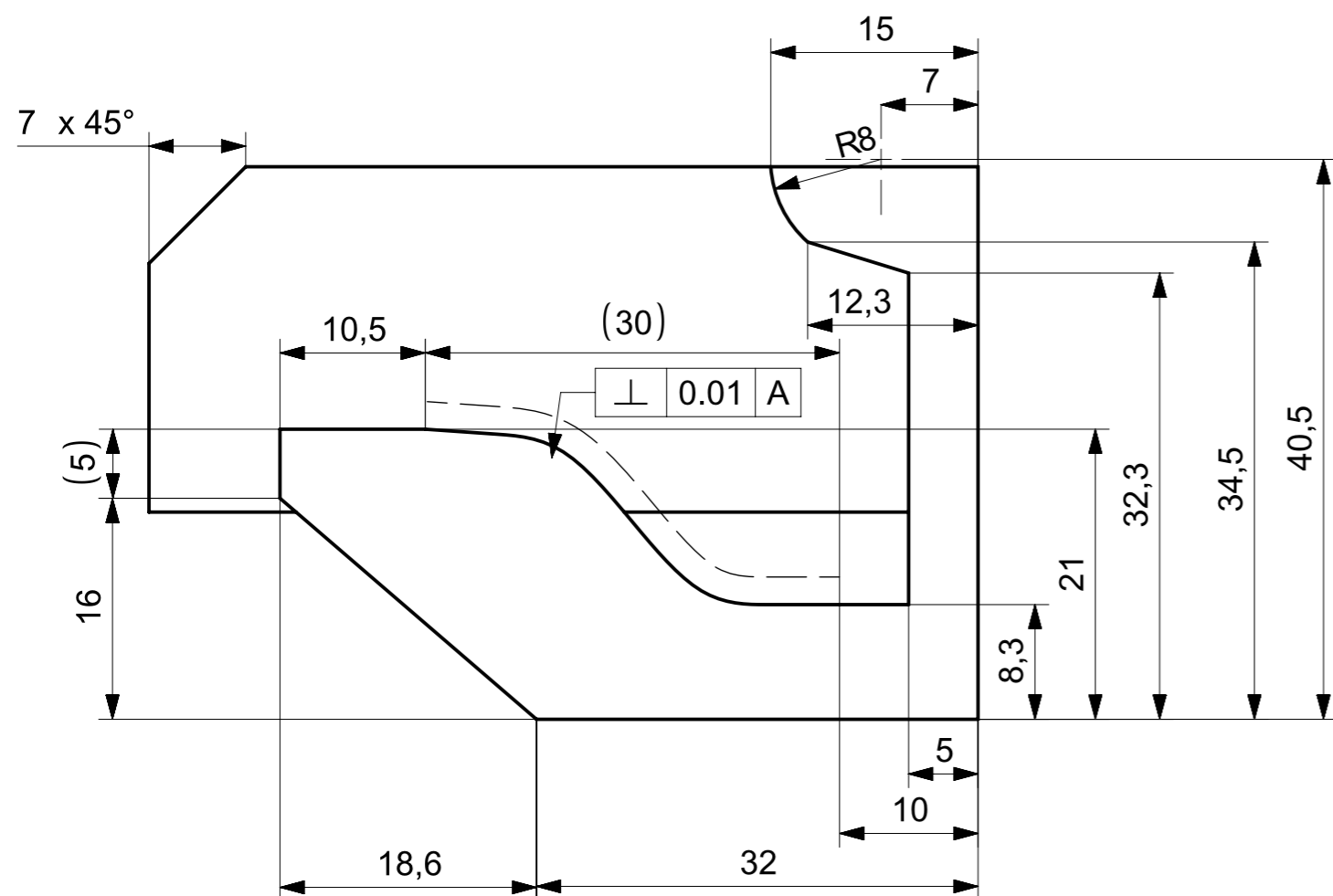
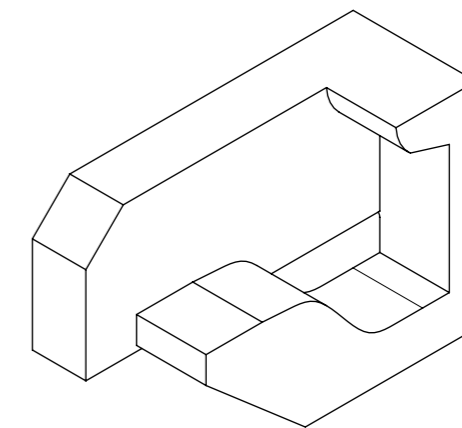
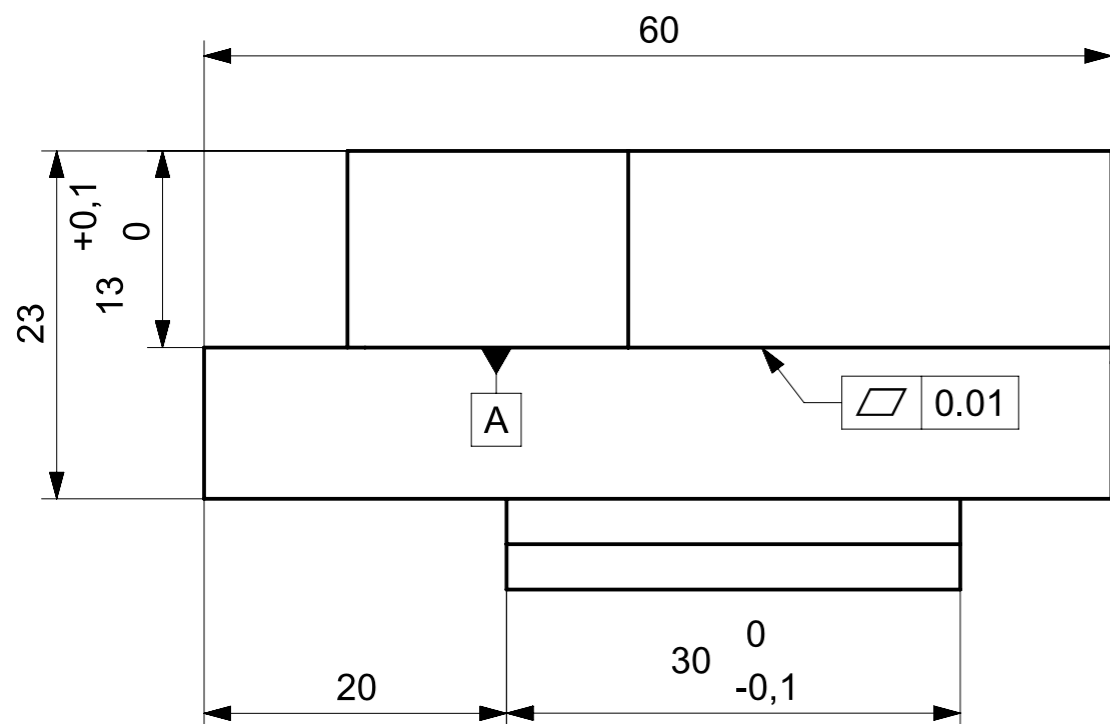
- | | |
|--|--------------|
| Příloha č.1 – výrobní výkres mechanické západky: | KKS-BP-V-001 |
| Příloha č. 2 – výrobní výkres pouzdra: | KKS-BP-V-002 |
| Příloha č. 3 – výkres sestavy systému parkovací brzdy: | KKS-BP-S-001 |
| Příloha č. 4 – katalogový list stejnosměrného motoru s planetovou převodovkou | |
| Příloha č. 5 – CD s bakalářskou prací, výpočty v EXCELU a CAD daty parkovací brzdy | |



Ra 6,3 (Ra 0,8)

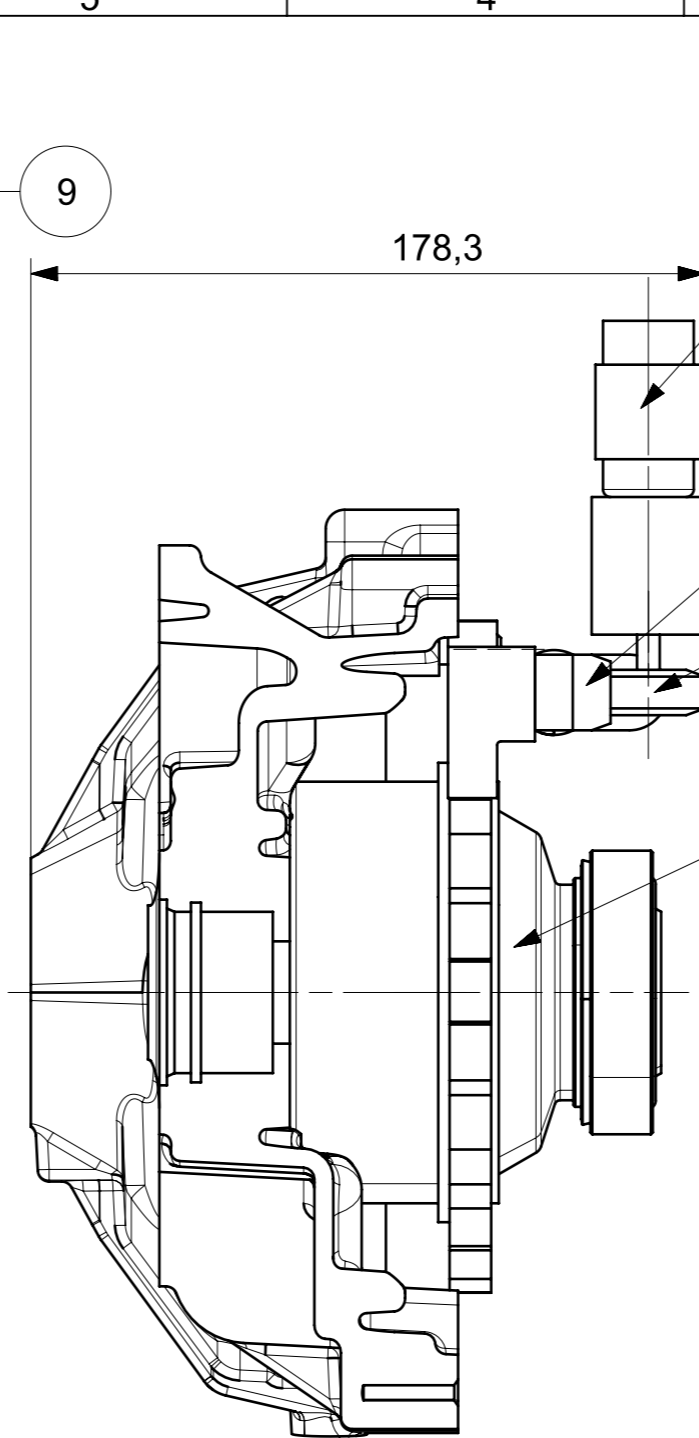
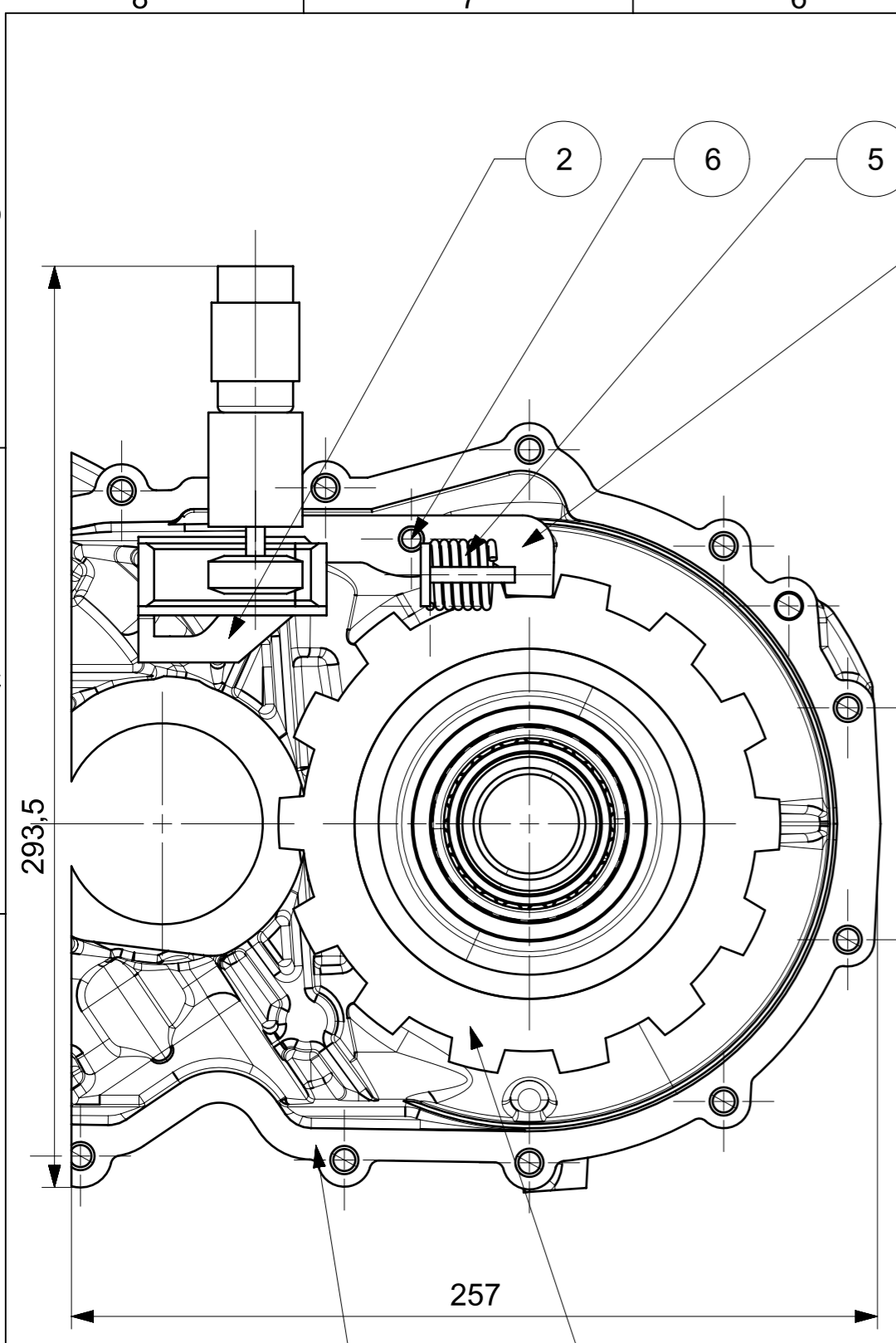


CAD 1	Datum / Date	Jmeno / Name			 FAKULTA STROJNI ZAPADOČESKE UNIVERZITY V PLZNI <small>Vsechna práva vyhrazena / All rights reserved</small>
Kreslil / Drawn by	10.6.2015	DUFEK MICHAL			
Prezkoušel / Checked by					
Schválil / Approved by					
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznámka / Note:
 Tolerance / Tolerovani ISO 128 ISO 8015 ISO 2768mK	Soubor-model / ASM-file		Soubor-vykres / DRW-file		Projekt / Project: SYSTÉM PARKOVACÍ BRZDY
	mechanicka_zapadka		mechanicka_zapadka		Meritko / Scale: 2:1
Nazev / Title: MECHANICKÁ ZÁPADKA				Rev.	Císlo vykresu / Drawing No.: KKS-BP-V-001 List / sheet no. 1 Pocet listu / sheets 1
					Format: A3





--- VYROBIT DLE 3D DAT
 Ra 6,3 (Ra 0,8)

CAD 1	Datum / Date	Jmeno / Name			 FAKULTA STROJNI ZAPADOCESKE UNIVERZITY V PLZNI <small>Vsechna prava vyhrazena / All rights reserved</small>	
Kreslil / Drawn by	10.6.2015	DUFEK MICHAL				
Prezkoušel / Checked by						
Schválil / Approved by						
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznamka / Note:	
 Tolerance / Tolerovani ISO 128 ISO 8015 ISO 2768mK	Soubor-model / ASM-file		POUZDRO		Projekt / Project: SYSTEM PARKOVACÍ BRZDY	Meritko / Scale
	Soubor-vykres / DRW-file		POUZDRO		Materiál	15 260
Nazev / Title <h1 style="text-align: center;">POUZDRO</h1>					Hmotnost 0,8	<h1 style="text-align: center;">2:1</h1>
Rev. <h2 style="text-align: center;">KKS-BP-V-002</h2>					Cislo vykresu / Drawing No. <h3 style="text-align: center;">KKS-BP-V-002</h3>	Format <h3 style="text-align: center;">A3</h3>
List / sheet no. 1					Pocet listu / sheets 1	



10	OZUBENÉ KOLO	15 260	1,1	1
9	MECHANICKÁ ZÁPADKA	15 260	0,7	1
8	ELEKTROMOTOR	42 4201	0,4	1
7	DIFERENCIÁL	42 2424	7,3	1
6	ČEP	16 341	0,2	1
5	STLAČENÁ PRUŽINA	10 270	0,4	1
4	PASTOREK	15 260	0,4	1
3	OZUBENÝ HŘEBEN S PRUŽINOU	15 260	0,6	1
2	POUZDRO	15 260	0,8	1
1	SKŘÍN PŘEVODOVKY	42 2424	12,4	1
POZ.	NÁZEV	MATERIÁL	HMO.	MNO.

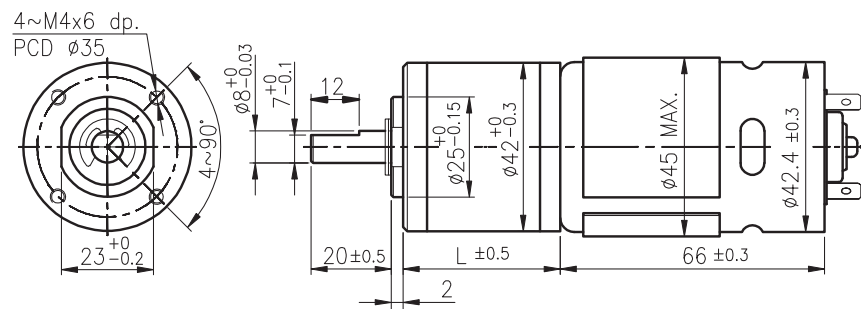
CAD 1	Datum / Date	Jmeno / Name			 FAKULTA STROJNI ZAPADOČESKE UNIVERZITY V PLZNI <small>Vsechna práva vyhrazena / All rights reserved</small>	
Kreslil / Drawn by	10.6.2015	DUFEK MICHAL				
Prezkoušel / Checked by						
Schválil / Approved by						
Index zmeny	Popis zmeny / change description	Schval. / APP	Datum / Date	Podpis / Signature	Poznamka / Note:	
					VÝKRES SESTAVY	
 Tolerance / Tolerovani ISO 128 ISO 8015 ISO 2768mK	Soubor-model / ASM-file	VYKRES_SESTAVY_2			Projekt / Project: SYSTEM PARKOVACÍ BRZDY	Meritko / Scale 1:2
	Soubor-vykres / DRW-file	VYKRES_SESTAVY_2			C.sestavy / Assembly No. C.hmot.sestavy 24.3	
Nazev / Title				Rev.	Cislo vykresu / Drawing No. KKS-BP-S-001	Format A3
					List / sheet no. 1	Pocet listu / sheets 1

SESTAVA

- Kvalitní stejnosměrný komutátorový motor s uhlíkovými kartáči
- Obsahuje filtr k potlačení elektromagnetického rušení
- K dispozici také verze s enkodérem
- Planetová převodovka s kovovými ozubenými koly
- Výstupní hřídel je uložena v kuličkovém ložisku

Možné úpravy: kluzné ložisko, napájecí kabely...

ROZMĚRY



VARIANTA S ENKODÉREM

Parametry enkodéru najdete na samostatném katalogovém listu.

ÚDAJE PRO OBJEDNÁVKU

PG420 - NAPĚTÍ - PŘEVOD - B E

Příklad: PG420-12-14-BE

E = Enkodér

B = kuličkové ložisko

VLASTNOSTI MOTORU S PŘEVODOVKOU

Převodový poměr	4:1	14:1	17:1	24:1	49:1	61:1	84:1	104:1	144:1	212:1	294:1	504:1	624:1	720:1	864:1	1062:1	1470:1	2500:1	3000:1	3600:1	
12 V																					
Jm. moment [Kg-cm]	2,2	6,5	8,1	10	18	18	18	20	20	25	25	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Jm. rychlost [ot/min]	1400	405	325	248	120	98	76	63	45	31	24	13,5	10,9	9,5	8,0	6,5	4,6	2,7	2,3	1,9	
24 V																					
Jm. moment [Kg-cm]	1,8	5,4	6,6	9,5	16	18	18	20	20	25	25	30	30	30	30	30	30	30	30	30	
Jm. rychlost [ot/min]	1445	420	340	240	122	102	77,5	63	47	31	23,8	13,5	10,9	9,5	8,0	6,5	4,6	2,7	2,3	1,9	
Váha [g]	530	578	578	578	620	620	620	620	620	670	670	670	670	670	670	716	716	716	716	716	

VLASTNOSTI PŘEVODOVKY

Převodový poměr	4:1	14:1	17:1	24:1	49:1	61:1	84:1	104:1	144:1	212:1	294:1	504:1	624:1	720:1	864:1	1062:1	1470:1	2500:1	3000:1	3600:1
Max. trvalý moment [kg-cm]	3,0	8,0	8,0	8,0	18,0	18,0	18,0	20,0	20,0	25,0	25,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Krátkodobý přípustný moment [kg-cm]	9,0	24,0	24,0	24,0	54,0	54,0	54,0	60,0	60,0	75,0	75,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
Účinnost [%]	80	70	70	70	60	60	60	60	60	50	50	50	50	50	50	40	40	40	40	40
Délka L [mm]	32,5	39,2	39,2	39,2	45,9	45,9	45,9	45,9	45,9	52,6	52,6	52,6	52,6	52,6	52,6	59,6	59,6	59,6	59,6	59,6

- Vůle naprázdno $\leq 3^\circ$
- Radiální zatížení ≤ 8 kg (10 mm od příruby)
- Axiální zatížení ≤ 3 kg
- Síla při lisování max. 15 kg
- Radiální vůle $\leq 0,05$ mm
- Osová vůle $\leq 0,3$ mm
- Provozní teplota $-10 \dots 60^\circ \text{C}$
- Provozní relativní vlhkost $20 \dots 85\% \text{ RH}$

VLASTNOSTI MOTORU

Jmenovité napětí [V]	Jmenovitý moment [g-cm]	Jmenovitá otáčky [ot/min]	Jmenovitý proud [mA]	Otáčky naprázdno [ot/min]	Proud naprázdno [mA]	Jmenovitý výkon [W]	Hmotnost [g]
12	700	5700	≤ 5500	7000	≤ 900	41,3	360
24	570	5900	≤ 2100	7000	≤ 500	34,7	360

