

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Přední kapotový zámek – Double pull koncept

Autor: **Bc. Vojtěch Cibulka**

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

Akademický rok 2014/2015

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta strojní
Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Vojtěch CIBULKA**
Osobní číslo: **S13N0038P**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Stavba výrobních strojů a zařízení**
Název tématu: **Přední kapotový zámek - double pull koncept**
Zadávající 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:

Vytvoření nového konceptu kapotového zámku s funkcí "double pull", to znamená otevření přední kapoty jen z vnitřku vozu s dvojnásobným zatažením. První zatažení pro otevření zámku, ale kapota je ještě zachycena bezpečnostním záchytným hákem. Druhé zatažení, zámek je zcela odblokován. Systém musí obsahovat oddělený záchytný hák, který je dnes součástí rohatky u zámku s funkcí "double pull". Systém musí splňovat podmínku, že při položení kapoty na zámek se vlastní vahou propadne přes bezpečnostní hák a kapota zůstane zajištěna.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Obsah diplomové práce:

1. Uvedení do problematiky, rešerše stávajícího řešení
2. Varianty řešení, optimalizace, výběr konstrukčního řešení
3. Detailní návrh vybraného řešení
4. Funkční, toleranční a pevnostní analýzy
5. Závěr - zhodnocení navrženého konceptu, porovnání se zadanými parametry

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **50-70 stran A4**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

STANĚK, J., NĚMEJC, J. Metodika zpracování a úprava diplomových (bakalářských) prací. Plzeň: ZČU, 2011

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

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

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Zdeněk Hudec, CSc.**
Katedra konstruování strojů
Konzultant diplomové práce: **Ing. Milan Tarasov**
WITTE Nejdek, spol. s r.o.
Datum zadání diplomové práce: **22. září 2014**
Termín odevzdání diplomové práce: **22. května 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/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 bakalářské/diplomové práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Autorská práva

Podle zákona o právu autorském č. 35/1965 Sb. (175/1996 Sb. ČR) § 17 a Zákona o vysokých školách č. 111/1998 Sb. je využití a společenské uplatnění výsledků diplomové práce, včetně uváděných vědeckých a výrobně-technických poznatků nebo jakékoli nakládání s nimi možné pouze na základě autorské smlouvy za souhlasu autora, firmy WITTE Automotive Nejdek, spol. s r.o. a Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Cibulka	Jméno Vojtěch	
STUDIJNÍ OBOR	„Stavba výrobních strojů a zařízení“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Hudec, CSc.	Jméno Zdeněk	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Přední kapotový zámeček – Double pull koncept		

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

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	110	TEXTOVÁ ČÁST	67	GRAFICKÁ ČÁST	43
---------------	-----	---------------------	----	----------------------	----

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Diplomová práce obsahuje konstrukční návrh předního kapotového zámku s funkcí double pull, na kterém jsou provedeny návrhy jednotlivých komponent, toleranční s funkční analýzy i pevnostní výpočty.</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;">automobily, kapota, design, zámeček, pružiny, plech, CAD, FEM, optimalizace</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Cibulka	Name Vojtěch	
FIELD OF STUDY	“Design of Manufacturing Machines and Equipment“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Hudec, CSc.	Name Zdeněk	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Front hood latch – Double pull concept		

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

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	110	TEXT PART	67	GRAPHICAL PART	43
----------------	-----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	Diploma work contains a design proposal of a front hood latch – double pull system. In elaborated thesis are handled proposals of componenets, tolerance and functional analysis and strength calculations of the whole assembly.
KEY WORDS	cars, hood, design, latch, springs, plates, CAD, FEM, optimalization

Poděkování

Mé poděkování patří všem, kteří mne podporovali při vypracování této diplomové práce. Především bych chtěl poděkovat panu Doc. Ing. Zdeňku Hudecovi, CSc. za vedení mé diplomové práce, cenné rady a odborný dohled. Děkuji také panu Ing. Milanu Tarasovovi za pomoc a korekci při řešení dílčích konstrukčních a formálních problémů, které v průběhu zpracování této diplomové práce nastaly. Zároveň mé díky patří celé zadávající firmě WITTE Automotive za poskytnutí zajímavého tématu a mnoha jejím zaměstnancům za vstřícnost a cenné rady při řešení daného problému. Dále bych rád poděkoval paní Mgr. Naděždě Vaškové za jazykovou korekturu a celé své rodině za podporu.

Obsah

1. Seznam.....	9
1.1 Seznam zkratk.....	9
1.2 Seznam obrázků.....	9
1.3 Seznam tabulek.....	11
1.4 Seznam rovnic a výpočtů.....	11
2. Úvod.....	12
2.1 Základní informace a funkce double pull	12
2.1 Historie a vývoj firmy WITTE Automotive Nejdek	13
3. Stávající řešení	15
3.1 Základní rozdělení	15
3.2 Popis a funkce předního kapotového zámku bez double pull systému	17
3.3 Popis a funkce kapotového zámku s double pull systémem.....	19
3.4 Porovnání.....	21
3.5 Zamykací sekvence.....	22
3.6 Odemykací sekvence	24
4. Zhodnocení stávajícího řešení.....	26
4.1 Z hlediska konstrukce, komplikovanost dílů.....	26
4.2 Z hlediska montáže a sériovosti výroby	26
4.3 Z hlediska komfortu odemykání.....	26
4.4 Z hlediska spolehlivosti	26
4.5 Z hlediska bezpečnosti proti vniknutí cizí osoby	27
4.6 Z hlediska bezpečnosti pro chodce	27
5. Varianty řešení	27
5.1 Varianta A.....	28
5.2 Varianta B.....	29
5.3 Varianta C.....	30
5.4 Vyhodnocení a výběr nejvhodnější varianty	32
6. Nový koncept kapotového zámku s double pull systémem	33
6.1 Black box	33
6.2 Základní požadavky.....	33
6.3 Návrh konstrukčního řešení.....	34
6.3.1 Popis a funkce	33
6.3.2 Návrh pružin.....	35
6.3.3 Výpočty pro ověření funkčnosti pružin	40
6.3.4 Funkční analýzy	46

6.3.5	Pevnostní výpočty	55
6.3.6	Toleranční analýzy	62
6.4	Technickoekonomické hodnocení nového konceptu.....	69
7.	Vize budoucnosti vývoje kapotových zámků	70
7.1	Moderní řešení s RFID senzorem.....	70
8.	Komplexní hodnocení.....	71
9.	Závěr	72
10.	Seznam použitých zdrojů	73
10.1	Literatura	73
10.2	Internetové zdroje	73
10.3	Firemní normy	73
10.4	Ostatní zdroje.....	73

1. Seznam

1.1 Seznam zkratek

BOM – Bill of materiál (kusovník)
FEM – Finite element method (metoda konečných prvků)
POM – Polyoxymethylen
CAD – computer - aided design
SW – software
tzn. – to znamená
atd. – a tak dále
apod. – a podobně
např. – například
kg – kilogram
mm – milimetr
μm – mikrometr
N – newton
kN – kilonewton
MPa – megapascal
°C – stupně Celsia
spol. – společnost
s.r.o. – společnost s ručením omezeným
obr. – obrázek
tab. – tabulka
TS – technický systém
TA – toleranční analýza

1.2 Seznam obrázků

Obrázek 1: Logo Witte Automotive Nejdek, spol. s.r.o.
Obrázek 2: Ewald Witte
Obrázek 3: Jeden z prvních zámků vyrobených ve WITTE Automotive
Obrázek 4: Volvo - největší zákazník WITTE Automotive
Obrázek 5: Logo aliance VAST
Obrázek 6: Rohatka s integrovaným hákem
Obrázek 7: Rohatka se záchytným hákem zvlášť
Obrázek 8: Souřadný systém zámku
Obrázek 9: Popis kapotového zámku
Obrázek 10: Rozpad sestavy zámku Popis kapotového zámku s double pull systémem
Obrázek 11: Popis kapotového zámku s double pull systémem
Obrázek 12: Přední kapotový zámeček s double pull systémem se zakrytím
Obrázek 13: Přední kapotový zámeček s double pull systémem - pohled zezadu
Obrázek 14: Varianta A
Obrázek 15: Princip varianty B
Obrázek 16: Princip varianty C
Obrázek 17: Black box
Obrázek 18: Vývoj
Obrázek 19: Popis nového konceptu (pohled zepředu)
Obrázek 20: Popis nového konceptu (pohled zezadu)

- Obrázek 21: Pružina západky
- Obrázek 22: High-Goodman diagram pro pružinu západky
- Obrázek 23: Pružina háku
- Obrázek 24: High-Goodman diagram pro pružinu háku
- Obrázek 25: Pop-up pružina
- Obrázek 26: High-Goodman diagram pro pop-up pružinu
- Obrázek 27: Pop-up pružina (tažná)
- Obrázek 28: High-Goodman diagram pro tažnou pop-up pružinu
- Obrázek 29: Spojení západky se sliding lever
- Obrázek 30: Spojení safety hook a sliding lever for hook
- Obrázek 31: Kontakt sliding lever a pop-up páky
- Obrázek 32: Kolize
- Obrázek 33: Sliding lever
- Obrázek 34: Zachycení sliding lever za hák
- Obrázek 35: Překryv
- Obrázek 36: Zajištění záchytného háku
- Obrázek 37: Kontakt strikeru s wedge lever
- Obrázek 38: Nadzvednutí sliding lever for hook
- Obrázek 39: Kontakt strikeru a záchytného háku
- Obrázek 40: FEM - hák – stress [MPa]
- Obrázek 41: FEM - hák – displacement [mm]
- Obrázek 42: FEM - hák – detail rozložení napětí v kritické oblasti
- Obrázek 43: FEM - hák – řez v místě kritické oblasti
- Obrázek 44: FEM - pop-up páka - stress [MPa]
- Obrázek 45: FEM - pin pop-up páky - stress [MPa]
- Obrázek 46: FEM - pop-up páka - řez
- Obrázek 47: FEM - pop-up páka – displacement [mm]
- Obrázek 48: FEM - rohatka – stress [MPa]
- Obrázek 49: FEM - base plate - stress [MPa]
- Obrázek 50: FEM - base plate - řez v místě uchycení zámku k zástavbě [MPa]
- Obrázek 51: FEM - base plate - řez v místě uchycení zámku k zástavbě [MPa]
- Obrázek 52: FEM - displacement [mm]
- Obrázek 53: TA v oblasti nýtu západky (osa y)
- Obrázek 54: TA v oblasti nýtu rohatky (osa y)
- Obrázek 55: TA v oblasti nýtu háku (osa y)
- Obrázek 56: TA - řetězec
- Obrázek 57: TA v oblasti nýtu západky (osa x)
- Obrázek 58: Vstupní hodnoty
- Obrázek 59: Výstup TA
- Obrázek 60: TA - řetězec
- Obrázek 61: Vstupní hodnoty
- Obrázek 62: TA v oblasti nýtu rohatky (osa x)
- Obrázek 63: Výstup TA pro uzavírací člen Z1
- Obrázek 64: Výstup TA pro uzavírací člen Z2
- Obrázek 65: Vstupní hodnoty
- Obrázek 66: TA v oblasti nýtu háku (osa x)
- Obrázek 67: Výstup TA
- Obrázek 68: Vize budoucnosti [4]
- Obrázek 69: Rendr nového konceptu
- Obrázek 70: Rendr nového konceptu

1.3 Seznam tabulek

Tabulka 1: Porovnání zámků s double pull systémem a bez něj
Tabulka 2: Zamykací sekvence
Tabulka 3: Odemykací sekvence
Tabulka 4: Hodnocení varianty A
Tabulka 5: Hodnocení varianty B
Tabulka 6: Hodnocení varianty C
Tabulka 7: Vyhodnocení
Tabulka 8: Parametry pružiny západky
Tabulka 9: Parametry pružiny háku
Tabulka 10: Parametry pop-up pružiny
Tabulka 11: Parametry tažné pop-up pružiny
Tabulka 12: Výsledné hodnocení pružin
Tabulka 13: Zamykací sekvence nového konceptu
Tabulka 14: 3. pozice – pohled zezadu
Tabulka 15: Odemykací sekvence nového konceptu
Tabulka 16: 4. a 5. pozice – pohled zezadu
Tabulka 17: Výsledky TA v oblasti nýtu západky
Tabulka 18: Výsledky TA v oblasti nýtu rohatky
Tabulka 19: Výsledky TA v oblasti nýtu háku
Tabulka 20: Výsledné srovnání

1.4 Seznam rovnic a výpočtů

Rovnice 1: Funkce zamykání

Výpočet 1: Ověření vhodnosti pop-up pružiny
Výpočet 2: Propadnutí strikeru přes hák vlastní vahou
Výpočet 3: Otevírací síla - první zatažení
Výpočet 4: Otevírací síla - druhé zatažení
Výpočet 5: Otevírací síla - vyhodnocení
Výpočet 6: 30G - 1/3
Výpočet 7: 30G - 2/3
Výpočet 8: 30G - 3/3

1.5 Seznam příloh

Příloha 1: Kusovník kapotového zámku bez double pull systému
Příloha 2: Kusovník kapotového zámku s double pull systému
Příloha 3: Kusovník nového konceptu
Příloha 4: High-Goodman diagramy pro mezní teploty
Příloha 5: Toleranční analýza v oblasti nýtu západky
Příloha 6: Toleranční analýza v oblasti nýtu rohatky
Příloha 7: Toleranční analýza v oblasti nýtu háku
Příloha 8: Pevnostní analýzy
Příloha 9: Výkresová dokumentace

2. Úvod

2.1 Základní informace a funkce double pull

Přední kapotový zámek je prvek pasivní bezpečnosti vozidla, který zajišťuje kapotu proti otevření v rozsahu předepsaných zatěžovacích stavů určených zákazníkem, tedy automobilkou, která si produkt objedná nebo má výhradní zájem na vývoji takového produktu. Přední kapotový zámek je bezúdržbové zařízení, které musí bezchybně plnit svoji funkci po celou dobu životnosti vozidla předepsanou zákazníkem. Je to funkční celek, se kterým uživatel přijde do styku ve většině případů pouze při otevírání kapoty, to znamená, když je zamykací čep zachycen pouze záchytným hákem. Tento hák je nutno vychýlit, aby šla kapota zcela uvolnit. Tím se dostávám k jádru této diplomové práce (dále jen DP). Přesná funkce celého odemykacího systému bude vysvětlena v kapitole 2.1 Vlastní funkce kapotového zámku.

Účelem DP je navrhnout a upravit stávající koncept systému, díky kterému uživatel vozu již nemusí hledat a uvolňovat záchytný hák pod kapotou běžným způsobem. Tento systém se nazývá DOUBLE PULL. Jeho funkce spočívá v otevření přední kapoty jen z vnitřku vozu dvojitým zatažením za uvolňovací páku. Cílem je tedy navrhnout klasický přední kapotový zámek tak, aby byl více uživatelsky přívětivější. Double pull systém by měl uživateli ušetřit čas, případně zabránit zašpinění, ke kterému dnes běžně dochází při hledání záchytného háku pod kapotou.

Výše zmíněné pojmy, jako je zamykací čep či záchytný hák, se v praxi běžně nevyskytují. Pro tyto díly, ale i pro mnoho dalších dílů v konstrukci zámku, které budou uvedeny v dalším textu DP, byly časem převzaty názvy z anglického jazyka.

zamykací čep = striker
záchytný hák = safety hook
základní plech = base plate
rohatka = claw
západka = pawl

(další anglické názvy dílů budou uvedeny později v textu práce)

Zadavatelem této DP je společnost Witte Automotive Nejdek, spol. s.r.o., o jejímž vzniku a historii pojednává kapitola 2.1. Historie a vývoj firmy WITTE Automotive Nejdek.



Obr. 1 - Logo Witte Automotive Nejdek, spol. s.r.o. [1]

2.1 Historie a vývoj firmy WITTE Automotive Nejdek

Vše začalo v roce 1899. Společnost založil pan Ewald Witte ve Velbertu, v ulici Hoefenstrasse. WITTE se nejdříve specializovalo na výrobu zámků pro kufry.



Obr. 2 - Ewald Witte [4]

Ještě před 2. světovou válkou začala výroba kování pro automobily. Pozdější VW „Brouk“ byl prvním vozem, který jezdil po světě s produkty od WITTE.



Obr. 3 - Jeden z prvních zámků vyrobených ve WITTE Automotive [4]

Po založení vlastní slévárny počátkem 50. let se paleta produktů značně rozšířila. Tím se výroba pro automobilový průmysl dostala ještě více do popředí zájmu. Od této doby se stále intenzivněji rozvíjí spolupráce WITTE s velkými evropskými zákazníky.

V 70. letech se vývoj rozšířil na všechny komponenty zamykacích systémů v automobilu. Stejně tak byly vyvíjeny a dodávány komponenty pro všechny pohyblivé části karoserie.



Obr. 4 - Volvo - největší zákazník WITTE Automotive [4]

Založení WITTE Nejdek v České republice v roce 1992 zajistilo konkurenceschopnost firmy na mezinárodním trhu. Díky akvizicím a většinovým podílům ve firmách Riewer Kunststoff GmbH (RIKU) v Bitburgu (1995), KROSTA Stanztechnik GmbH ve Velbertu (1996) a PRINZ WITTE GmbH ve Strombergu (1999) vyrostlo WITTE v podnikatelskou skupinu s rozsáhlým spektrem kompetencí a technologií.

Globální aktivity WITTE Automotive se datují od roku 1993, kdy byla uzavřena dohoda s tchaj-wanskou firmou. Tento základ pak rozšířila VAST Alliance, strategická aliance s americkými partnery STRATTEC SECURITY CORPORATION a ADAC Automotive.



Obr. 5 - Logo aliance VAST [4]

Dnes WITTE Automotive vyvíjí a vyrábí ve spolupráci se všemi slavnými automobilkami zamykací systémy pro přední a zadní kapoty, zamykací systémy dveří a bezpečnostní systémy sedadel.

[4]

3. Stávající řešení

Konstrukce kapotových zámků je složitý a časově náročný proces, ve kterém se uplatňují vědomosti, ověřené postupy a mnohaleté zkušenosti nabyté firmou za více jak 115 let působení v oboru. Kapotový zámek stejně jako většina dalších zamykacích zařízení je nezbytnou součástí silničních vozidel. Následující rešerše a analýza stávajícího stavu má za cíl seznámit čtenáře s danou problematikou.

3.1 Základní rozdělení

Existuje mnoho variant provedení kapotových zámků. Vždy záleží na požadavcích zákazníka a na tom, jaká konstrukční varianta je pro něj nejvhodnější. Obecně však lze rozdělit systém zamykání kapoty do dvou kategorií:

- a) Centrální kapotový zámek – jediný zámek uprostřed kapoty.

Klasický koncept používaný u většiny osobních vozidel.

Výhody: Jednodušší konstrukce uvolňovacího mechanismu, menší počet dílů, nižší hmotnost, nižší náklady.

Nevýhody: Menší stabilita proti otevření kapoty (tříbodové uchycení kapoty), zámek musí přenášet větší síly.

- b) Dva kapotové zámků - na levé i pravé straně pod kapotou.

Takový systém zamykání kapoty se často vyskytuje např. u automobilů značky Volvo.

Výhody: Větší stabilita proti otevření kapoty (čtyřbodové uchycení kapoty).

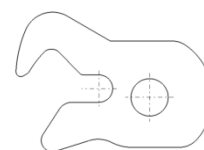
Nevýhody: Vyšší cena, větší počet dílů, vyšší celková hmotnost, naladění obou zámků pro otevření ve stejném okamžiku.

Dále je možné rozdělit přední kapotové zámků do dvou skupin podle již zmíněného double pull systému. Pomínou-li prozatím rozdělení na zámků, které double pull systém obsahují, a na ty, jejichž funkce závisí na odjištění záchytného háku přímo z prostoru pod kapotou, je možné double pull systém provést dvěma způsoby:

- a) S rohatkou s integrovaným záchytným hákem.

Výhody: Redukce počtu dílů.

Nevýhody: Není dosaženo požadované bezpečnosti oproti variantě, kdy je záchytný hák samostatně.

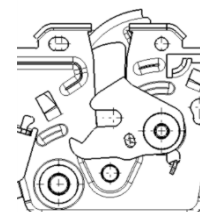


Obr. 6 - Rohatka s integrovaným hákem

- b) S klasickou rohatkou a záchytným hákem.

Výhody: Větší celková bezpečnost proti odemčení.

Nevýhody: Větší počet dílů v sestavě zámků.



Obr. 7 - Rohatka zvlášť se záchytným hákem

V následujícím textu této práce bude uváděna a detailně popsána pouze varianta s klasickou rohatkou a záchytným hákem (samostatným dílem), jak vyplývá ze zadání DP.

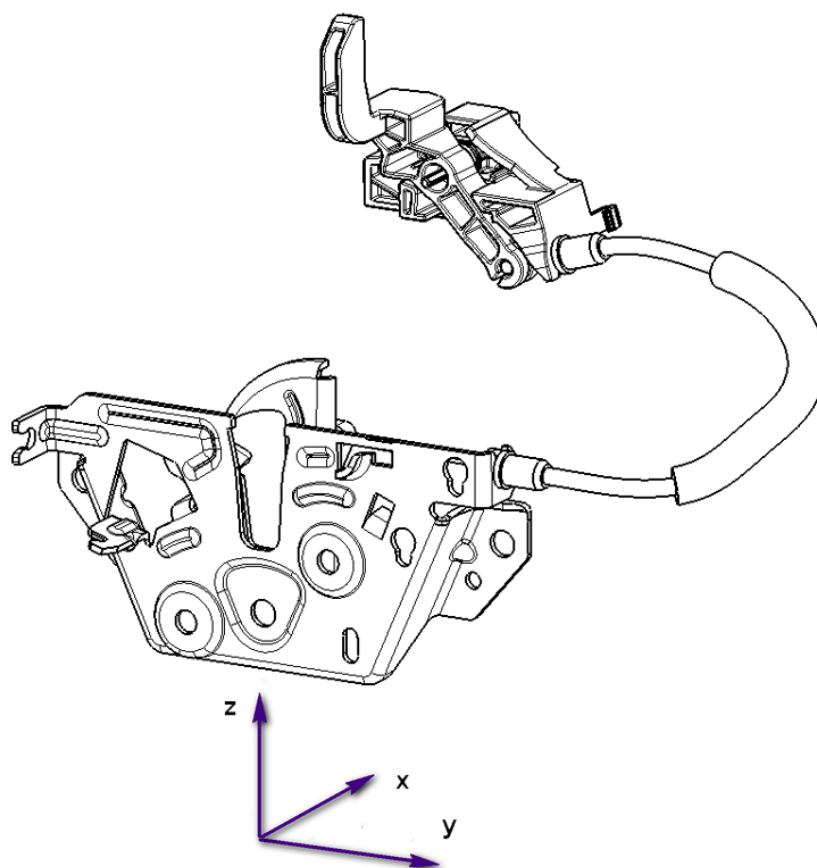
Pro další popis a orientaci jednotlivých pohybů a funkcí zámku je potřeba zavést a popsat souřadný systém předního kapotového zámku, který platí obecně pro všechny zámky. Na obrázku 8 je zobrazen souřadnicový systém, který je v zámku uplatněn. Součástí obrázku je i otevírací páka s bovdenem. Tyto díly nejsou předmětem DP a v dalším textu této práce již nebudou dále popisovány.

Platí následující popis os, viz obr. 8:

z – ve směru zavírání kapoty

x – ve směru jízdy vozidla

y – osa nápravy vozidla



Obr. 8 – Souřadný systém zámku

3.2 Popis a funkce předního kapotového zámku bez double pull systému

Přední kapotový zámek je konstrukční celek, který se sestává z několika dílů. Každá součást má svoji nezastupitelnou funkci, avšak dnešním trendem je snaha počet těchto dílů redukovat a optimalizovat tak, aby konstrukce byla co nejjednodušší, nejefektivnější a zároveň co nejlevnější a s dostatečnou pevností. V této kapitole bude funkce každého z těchto dílů postupně uvedena a vysvětlena.

Základem každého zámku je rohatka (claw) a západka (pawl). Společně zajišťují vlastní podstatu zámku, a to zadržet striker v poloze zamčeno. Na tyto díly jsou kladeny vysoké požadavky na jejich geometrii a pevnost. Tyto dva díly společně s nýty, na kterých jsou rohatka i západka rotačně uloženy, musí přenášet síly v radiálním směru od strikeru. Tyto síly mohou být řádově až několik tisíc newtonů velké a jsou dále zachycovány základním plechem.

Základní plech (base plate) je složitý plechový výlisek o tloušťce až několik milimetrů. Množství prulisů a žeber na plechu slouží pro dostatečné zpevnění součástí z důvodu zachycování velkých sil, jak již bylo zmíněno. Tyto síly jsou dále přenášeny do výztuhy na vozidle, ke které je zámek přimontován šrouby v přesně definovaných místech, které se nazývají připojovací body. Stejně jako u rohátky a západky je i u plechu kladena velká pozornost na přesnost. Kromě přesných rozměrů se jedná i o přísné geometrické tolerance, např. rovinnost 0,1 mm. Na plechu jsou zpravidla umístěny i ostatní komponenty zámku.

Záchytný hák (safety hook) je součástí rotačně uložená na samostatném nýtu uchyceném v základním plechu. Jeho funkce spočívá v zachycení strikeru kapoty v „safety“ poloze, kdy je rohatka v poloze odemčeno.

Páka (pop-up lever) je součástí uložená zpravidla na stejném nýtu jako rohatka a její funkcí je vymezovat vůle v zamčeném stavu a nadzvedávat striker při odemčeném zámku. Tuto funkci zabezpečuje za působení tažné pružiny.

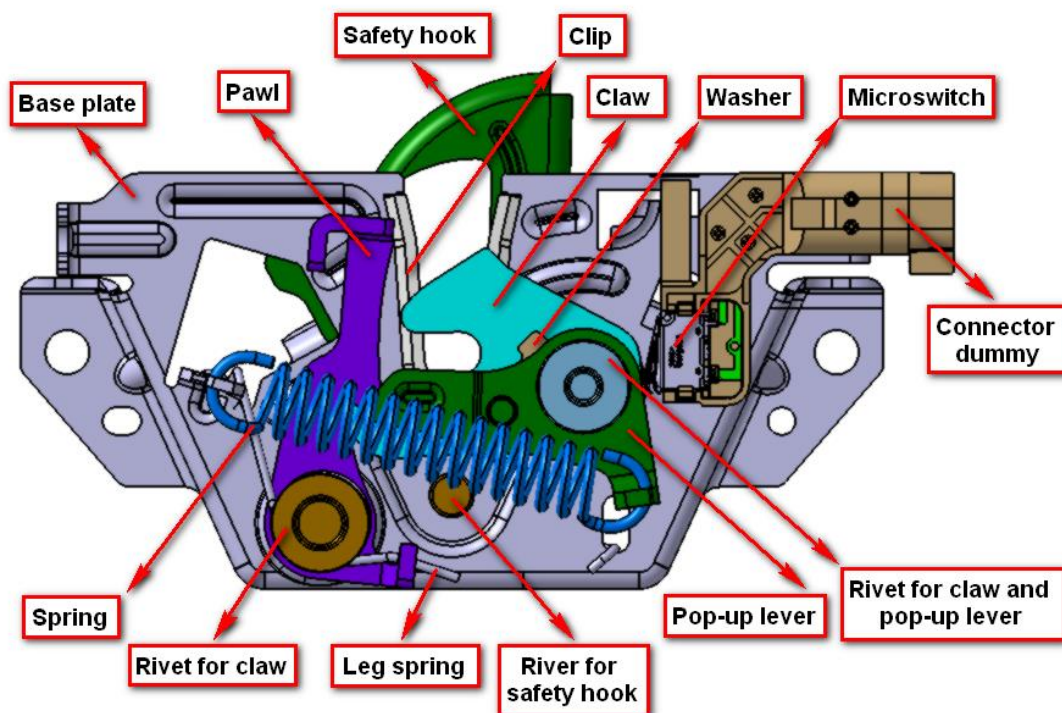
Zámek daného typu obvykle obsahuje další dvě pružiny (leg springs), které jsou zkrutné a zajišťují chod rohátky, západky, páky a zachycovacího háku. Mají přímý vliv na otevírací sílu.

Kluzná podložka (washer) je plastový díl o malé tloušťce vyráběný z POM. Podložka zajišťuje pohyb mezi pákou a rohátkou i po snýtování.

Mikrospínač (microswitch) je v zámku umístěn proto, aby dával informaci o tom, zda je zámek v poloze odemčeno nebo zamčeno. Mikrospínač spíná v závislosti na natočení rohátky.

Domek s konektorem (connector dummy) zakrývá a utěšňuje elektrické vedení k mikrospínači a zároveň je na něm umístěn konektor pro připojení na elektroinstalaci na vozidle.

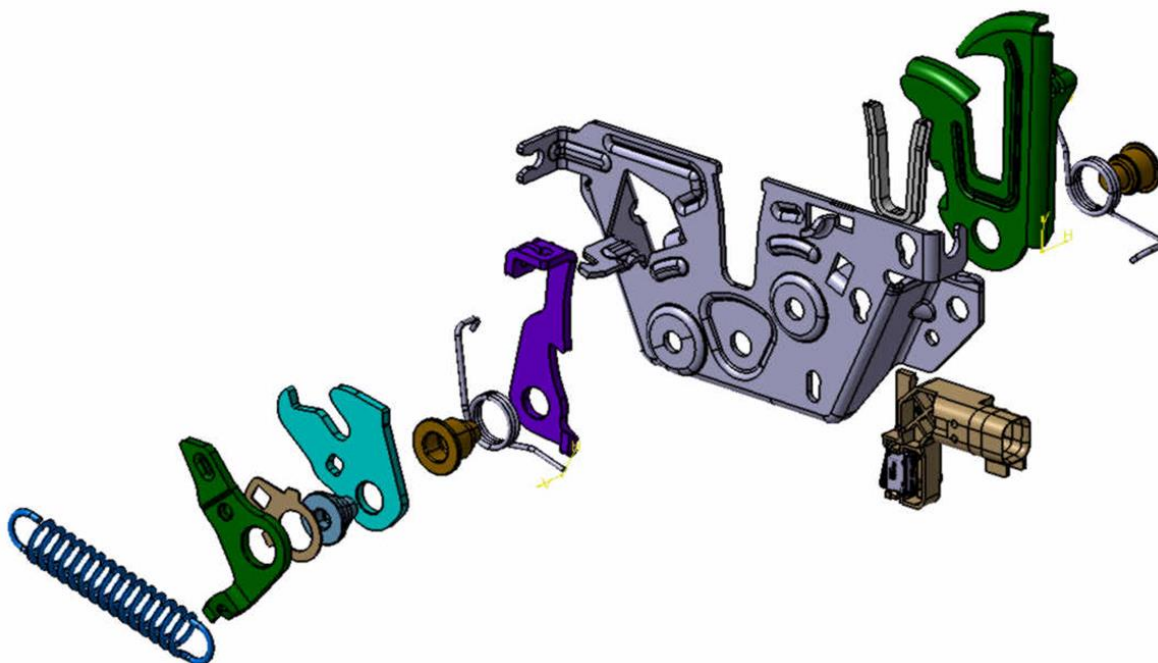
Klip (clip) je poslední ve výčtu základních součástí, ze kterých je zámek složen. Jeho funkcí je tlumit případný náraz strikeru do plechu. Taková situace však nastává pouze při překmitu rohátky, pokud působí příliš velké zavírací síly.



Obr. 9 - Popis kapotového zámku

Kromě popisu kapotového zámku, viz obr. 8, je zde také uveden rozpad celého zámku pro lepší představu toho, jak je zámek složen v jeden funkční celek. Viz obr. 9. Při konstrukci je nutné dbát na to, aby následná montáž zámku byla pokud možno jednoduchá a rychlá. Z montážní linky pak v praxi vypadá až několik sestavených zámků za minutu.

K popsanému kapotovému zámku lze nalézt kompletní kusovník v příloze č. 1.



Obr. 10 - Rozpad sestavy zámku

3.3 Popis a funkce kapotového zámku s double pull systémem

Double pull systém je systém umožňující úplné odemknutí a odjištění kapoty z prostoru kabiny vozidla díky dvojitému zatažení za uvolňovací páku, jak již bylo zmíněno v úvodu. Koncept předního kapotového zámku, kterým se tato DP zabývá, je typ centrálního zámku se samostatným hákem, viz obr. 11. Základ zámku s double pull systémem může být v principu identický se zámkem popsaným na obrázku 9, avšak musí být rozšířen o mechanismus, který zajistí právě double pull funkci. Po prvním zatažení za ovládací páku dojde k odemčení rohatky a striker se tak zarazí o záchytný hák. Po druhém zatažení za ovládací páku dojde k vyhnutí záchytného háku a následně k úplnému odemčení. Mechanismus ovládací páky včetně lanka, kterým je ovládací páka spojena se západkou, není předmětem této DP, a proto zde není detailněji popsán. V této kapitole bude uveden a vysvětlen princip a funkce stávajícího řešení double pull systému včetně popisu jednotlivých dílů.

V následující části DP bude detailně popsán 3D model stávajícího konceptu. Výčet základních dílů v sestavě kapotového zámku s double pull systémem je prakticky stejný jako v kapitole 3.2. Popis a funkce předního kapotového zámku bez double pull systému. Díly, které jsou v následující sestavě navíc, budou opět popsány a bude vysvětlena jejich funkce.

Prvním dílem z výčtu těch, které jsou v konceptu double pull systému obsaženy, je pružná páka (sliding lever), která je spojena se západkou pomocí čepu (pinu) a má stejný střed rotace jako západka. Díl musí zajišťovat pružnou deformaci v axiálním směru, proto je vhodné pro výrobu použít pružinový plech.

Další díl, který lze vidět na obrázku č. 11, je páka (reversing lever) zajišťující pasivní bezpečnost chodců. Tzn., že při nárazu chodce na kapotu dojde k prokmitu rohatky, tím dojde k pohybu strikeru ve směru osy z a celá kapota tak poklesne a odlehčí náraz. Tato páka nemá spojitost se samotným double pull systémem.

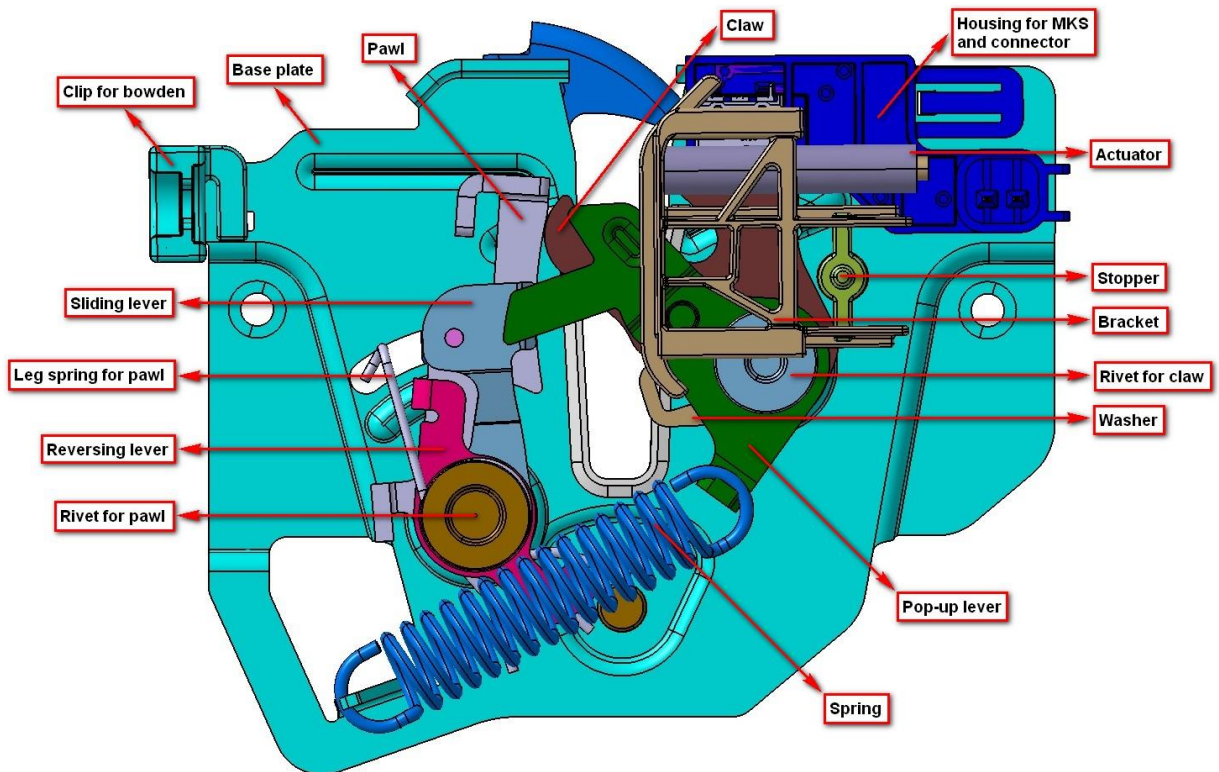
Čep (pin) je kovová součást, která je spojena s pružnou pákou, západkou a se záchytným hákem. Právě tento díl v součinnosti s pružnou pákou zajišťuje odjištění záchytného háku po druhém zatažení za ovládací páku umístěnou v kabině vozu. Pružná páka se po prvním zatažení vrací do původní polohy, kde však zajíždí pod rohatku a díky tomu se čep vsune do otvoru v záchytném háku, který je na druhé zatažení unášen do polohy odemčeno. Detailní popis funkce bude uveden v dalším textu.

Dále je na obrázku č. 11 vidět několik dalších dílů, které zajišťují double pull funkci. Kulisa (bracket) a trn (stopper) jsou plastové díly, jejichž funkce bude detailně popsána v dalším textu.

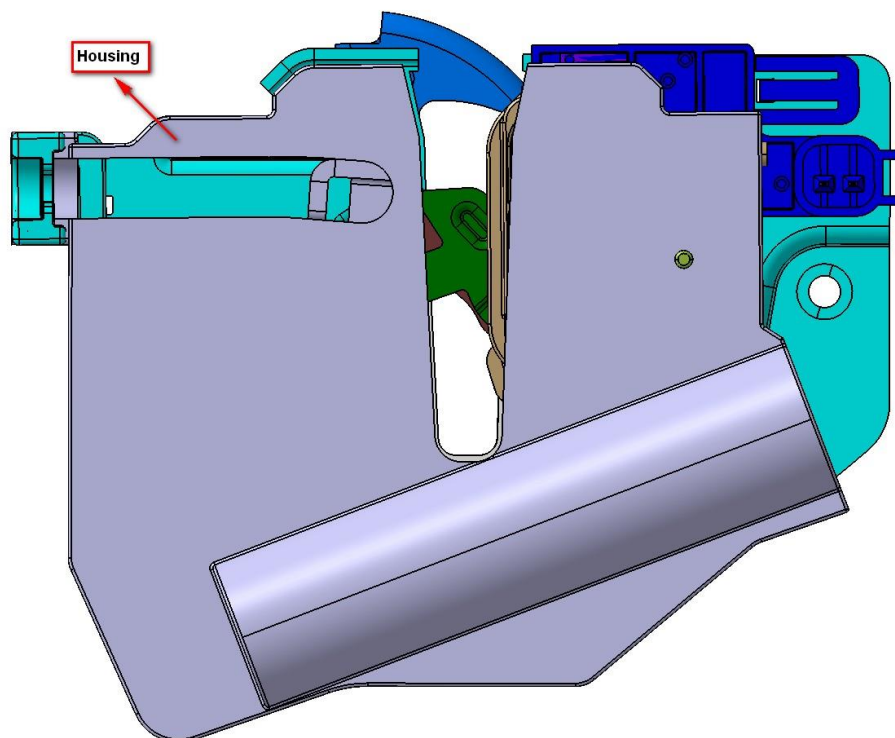
Aktuátor (actuator) je dosud neupřesněná součást, která má za úkol tlačit plastovou kulisu neustále proti strikeru v opačném směru osy x.

Domek (housing) je plastový odlitek, jehož funkcí je převážně zakrýt vnitřní díly zámku tak, aby nedocházelo k přílišnému znečišťování vnitřních dílů, nebo dokonce k zablokování zámku vlivem zapadnutí některých cizích předmětů. V současném stavu slouží jako opěra pro aktuátor a vedení vysouvacího trnu. Viz obr. 12.

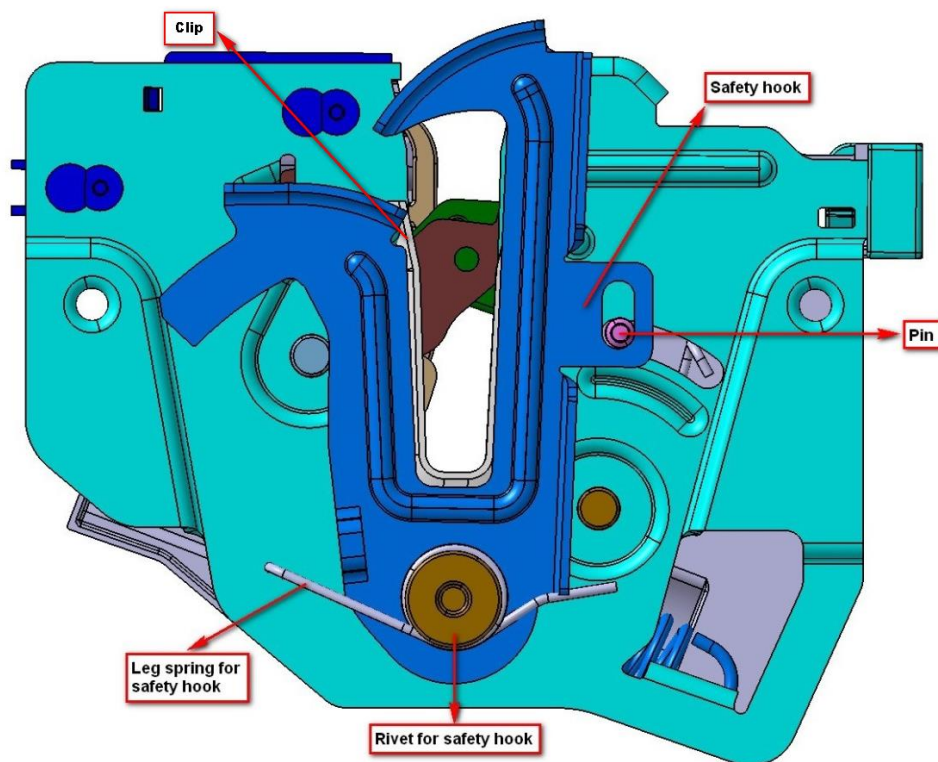
K popsanému kapotovému zámku s double pull systémem lze nalézt kompletní kusovník v příloze č. 2.



Obr. 11 – Popis kapotového zámku s double pull systémem



Obr. 12 - Přední kapotový zámek s double pull systémem se zakrytím



Obr. 13 - Přední kapotový zámek s double pull systémem - pohled zezadu

3.4 Porovnání

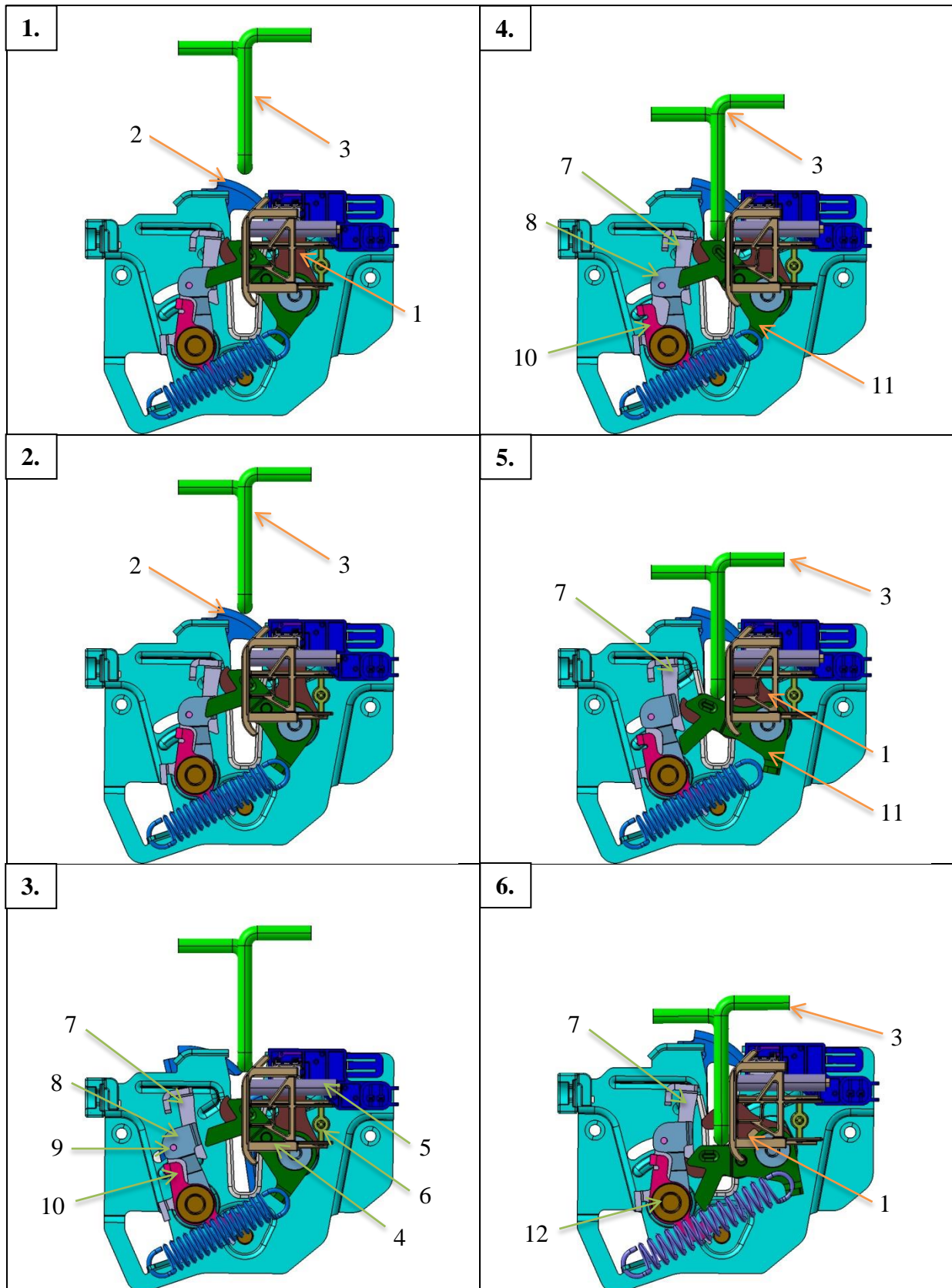
V posledních dvou kapitolách byly uvedeny dva různé, avšak velmi podobné zamykací systémy. Vývoj zámku s double pull systémem do značné míry vychází ze zámku, který touto funkcí nedisponuje. Je zde patrná dědičnost některých dílů. Porovnáme-li zámky uvedené v kapitolách 3.2 a 3.3, je zřejmé, že funkce double pull je důvodem, proč zámek s touto funkcí obsahuje větší množství dílů a některé další díly mají komplikovanější konstrukci než podobné komponenty obsažené v zámku bez double pull systému. V kusovnících obou zámků se nachází několik dalších položek, které nejsou shodné nebo jsou navíc. Jedná se například o díl reversing lever, který nemá pro funkci double pull význam.

Z porovnání zámků vyplývá množství dílů potřebných pro zajištění funkce double pull, tzn. počet dílů, které se na tomto systému přímo podílejí. Viz tabulka 1.

	Nutný počet komponent	Hmotnost [g]
Bez double pull funkce	14	367,8
S double pull funkcí	21	434

Tabulka 1 - Porovnání zámků s double pull systémem a bez něj

3.5 Zamykací sekvence



Tabulka 2 - Zamykací sekvence

Popis funkce zámku v jednotlivých krocích během zamykání:

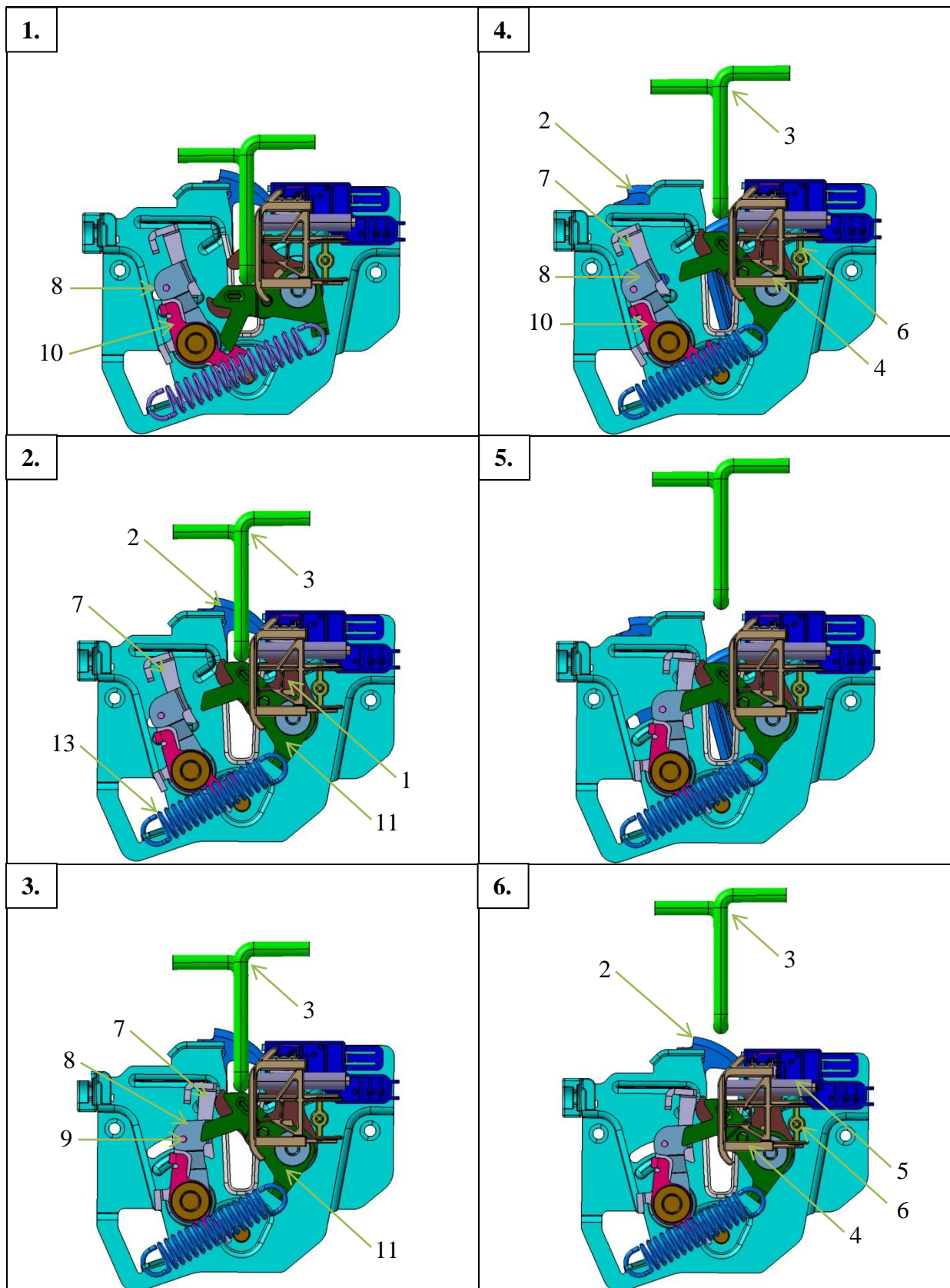
1. Výchozí stav, kdy je rohatka (1) v poloze odemčeno, záchytný hák (2) v poloze zamčeno a striker (3) je mimo zámek. Tzn., že kapota je otevřená.
2. Při zavírání kapoty dojde k opření strikeru (3) o záchytný hák (2), který je v tu chvíli ve stejné pozici jako v situaci popsané v 1. bodě. Základním požadavkem na nový koncept je, aby kapota při opření strikeru o záchytný hák vlivem vlastní hmotnosti propadla a byla tak zajištěna záchytným hákem.
3. V momentu, kdy striker (3) propadá přes záchytný hák, dochází ke kontaktu mezi strikerem a plastovou braketou (4), která svým pohybem ve směru osy y působí na aktuátor (5) a na stopper (6), který se díky drážce v braketě vysouvá ve směru osy x, avšak v tento moment k vysunutí stopperu nedochází, protože záchytný hák není dostatečně vyhnutý. Díly západka (7), reversing lever (8) a sliding lever (9) jsou v tento moment po určitou dobu unášeny spolu se záchytným hákem, se kterým jsou spojeny díky pinu (10), který zapadne do otvoru v záchytném háku (2) ve chvíli, kdy je sliding lever stlačována ramenem na rohatce (1) ve směru osy z.
4. Kapota je zajištěna záchytným hákem a striker (3) začíná stlačovat rohatku. Tímto pohybem s sebou unáší i pop-up páku (11). Díly západka (7), reversing lever (10) a sliding lever (9) jsou zpět ve výchozí pozici.
5. V této situaci je zobrazen vlastní průběh zamykání, kdy se striker (3) stále pohybuje ve směru osy z. Tento pohyb působí na rohatku (1) a pop-up páku (11). Rohatka vlivem otáčení tlačí na západku (7), která se následkem zamykací síly odklápí. Kontura rohatky a západky jsou v této situaci neustále ve styku.
6. Dosáhne-li striker (3) určitého posuvu ve směru osy z, nastane situace, kdy rohatka (1) proběhne celou zamykací konturou na západce (7). Pružina západky není v tomto pohledu viditelná. Je uložena na nýtu západky (12). Západka vlivem zkrutné pružiny neustále tlačí na rohatku a ve chvíli, kdy rohatka opustí zamykací konturu, západka zapadne zpět do výchozí pozice a zámek je tak v poloze zamčeno.

Průběh zamykání lze popsat funkcí:

$$z = f(\varphi) \quad (1)$$

Ve vztahu (1) je z posuv strikeru a φ je úhel natočení rohatky kolem osy nýtu, na kterém je rotačně uložena.

3.6 Odemykácí sekvence



Tabulka 3 - Odemykácí sekvence

Popis funkce zámku v jednotlivých krocích během odemykání:

V průběhu odemykání zámku dochází k podobným stavům jako při zamykání. Nelze však říci, že by proces odemykání probíhal stejně jako proces zamykání jen v opačném pořadí. Proto bude sekvence odemykání opět detailně popsána bod po bodu, jako tomu bylo u sekvence zamykací.

1. Výchozím stavem je pozice zamčeno, viz 3.6 Zamykací sekvence 6. stav. Odemykání tedy nastane v momentu, kdy uživatel zatáhne v kabině vozu za uvolňovací páku (release lever) a tím pomocí mechanického spojení bovdenem vyhne západku (7), se kterou je v ten moment unášena i reversing lever (10) a sliding lever (8).
2. Ve stejné chvíli, kdy západka (7) uvolní rohatku (1), dojde k otevření. Rohatka je v ten okamžik předeprnuta tažnou pružinou (13). Po zatažení za release lever dojde okamžitě k uvolnění rohatky, která spolu s pop-up pákou (11) nadzvedne striker (3) a tím i celou kapotu do pozice, kdy je striker jištěn záchytným hákem (2).
3. Třetím významným funkčním bodem během odemykání je situace, kdy uživatel pouští páku po prvním zatažení a západka (7) má tak snahu vrátit se do původní pozice. Zpětný moment zajišťuje zkrutná pružina (leg spring for pawl). Viz obr. 10. Jak již bylo zmíněno výše, západka je trvale spojena se sliding lever pomocí pinu. Tím je zaručeno, že bude sliding lever (8) unášena spolu se západkou. Během toho, co se vrací sliding lever zpět, pop-up (11) páka již nadzvedává striker (3). Díky vhodné konstrukci pop-up páky zajede sliding lever pod rameno pop-up páky a tím dojde k vysunutí pinu (9) ve směru osy x do otvoru v záchytném háku.
4. V tento okamžik je zámek připraven k úplnému uvolnění. Uživatel zatáhne z kabiny vozu za uvolňovací páku znovu a tím dojde k vyhnutí záchytného háku (2), který je v ten okamžik spojen se západkou (7), sliding lever (8) a reversing lever (10). Kontura háku nadzvedává striker (3) a kapota je připravena ke zdvihnutí. Aby zůstal hák v otevřené poloze, je zde mechanismus s bracketou (4) a stopperem (6). Stopper tlačí na rameno záchytného háku. Jakmile je hák vychýlen o požadovaný úhel, stopper vyskočí ve směru osy x a zajistí hák v poloze odemčeno.
5. Tato situace je částečně popsána v bodě 4. Kapota je uvolněna a dochází k jejímu zdvihnutí.
6. Po tom co striker (3) opustí fishmouth (prostor v zámku, ve kterém se striker pohybuje), je bracketa (4) zatlačena pomocí aktuátoru (5) proti směru osy y a stopper (6) je braketou vytáhnut zpět ve směru osy x, čímž dojde k uvolnění háku (2), který se vrátí do výchozí pozice. Zámek je v tento okamžik připraven k opětovnému zamčení.

4. Zhodnocení stávajícího řešení

V následujících několika podkapitolách bude provedeno zhodnocení stávajícího stavu z několika různých hledisek. Vybraná kritéria byla zvolena z důvodu přímé vazby na technickoekonomické hodnocení stávající konstrukce a její bezpečnost vůči uživateli i vnějším vlivům. Cílem zhodnocení je poukázat na slabé stránky stávajícího konceptu kapotového zámku s double pull systémem a v následujícím novém konceptu se tak snažit těmto nevyhovujícím vlastnostem vyhnout.

4.1 Z hlediska konstrukce, komplikovanost dílů

Stávající koncept má největší nevýhodu ve své konstrukční složitosti a velkém počtu dílů. Některé díly se vyznačují značnou složitostí z důvodu ovládání funkčních prvků double pull systému. Vstupní data stávajícího konceptu nejsou ve stavu, kdy by bylo možné vyrábět laser sintrové díly a tak ověřit funkčnost tohoto návrhu. Sestava obsahuje kolize, a proto nelze považovat tento současný návrh za funkční. Lze však říci, že návrh obsahuje několik zajímavých nápadů jak řešit problém funkce double pull.

4.2 Z hlediska montáže a sériovosti výroby

Velký počet dílů má přímou vazbu na montáž, která by u daného konceptu byla značně komplikovaná a časově náročná. Platí zde pravidlo, že čím je větší počet dílů v sestavě, tím je delší montáž, a délka montáže má pak přímou vazbu na výrobní cenu zámku. Záleží však také na jednoduchosti smontování jednotlivých funkčních skupin. Například housing, který kromě zakrytí celého zámku slouží také jako podpora aktuátoru, může montáž značně znesnadnit. Má-li montážní dělník na lince pracovat rychle a efektivně, musí být zajištěna co nejjednodušší smontovatelnost jednotlivých dílů a funkčních skupin tak, aby čas montáže byl co nejkratší. Zároveň je nutné zajistit smontovatelnost podle zásad poka-joke. Při uvažování sériové výroby takového zámku jakým je stávající stav daného konceptu, by mělo v oblasti montáže při sériovosti několika sta tisíců zámků za následek nežádoucí zdržení kompletace zámku.

4.3 Z hlediska komfortu odemykání

Komfort je hlavní příčinou, který dává impuls pro vznik nového double pull systému. Tato vlastnost usnadňuje ovládání zámku, šetří čas a zabraňuje zašpinění, ke kterému může dojít v důsledku hledání ovládání záchytného háku umístěného pod hranou přední kapoty. V případě, že bude stávající stav považován za funkční, lze o něm říci, že v plném rozsahu splňuje požadavek na snadnou ovladatelnost a komfort odemykání dvojitým zatažením přímo z kabiny vozu. Toto tvrzení je však platné pouze v teoretické rovině. I přes složitou konstrukci tento systém svojí nápaditostí splňuje požadovanou funkci.

4.4 Z hlediska spolehlivosti

Z hlediska spolehlivosti je toto hodnocení stávající konstrukce částečně irelevantní. Z důvodu již zmíněných kolizí v sestavě a absence fyzických dílů a zkoušek, které by o spolehlivosti daného konceptu daly lepší výsledek. Co se týče spolehlivosti, lze předpokládat problém například u sliding lever, která musí vydržet pružné deformace, čímž sliding lever zajišťuje vysouvání pinu. Další kritický konstrukční uzel z hlediska spolehlivosti lze předpokládat v místě, kde bracketa vysouvá stopper. Mezi těmito díly lze

předpokládat tření a případně deformace při cyklickém namáhání. Kapotové zámky se nejčastěji dimenzují na životnost 5000 cyklů.

4.5 Z hlediska bezpečnosti proti vniknutí cizí osoby

Proti vniknutí cizí osoby pod kapotu je zámek navržen tak, aby bylo možné zámek uvolnit pouze z prostoru kabiny vozidla. Obecně platí, že bezpečnost proti vniknutí cizí osoby je dána zástavbou zámku, kterou určuje zákazník. V přední části vozu je zámek uchycen šrouby k výztuze umístěné v horní části motorového prostoru. Tím je zabráněno možnosti manipulace se zámkem při zavřené kapotě. Vedení bovdeny je taktéž skryto za výztuhou, tak, aby nemohlo dojít k neoprávněné manipulaci. Protože jsou kapotové zámky v současné době stále ovládány uvolňovací pákou přes bovden, platí zmíněná bezpečnost proti vniknutí cizí osoby pro všechny kapotové zámky společnosti WITTE Automotive.

4.6 Z hlediska bezpečnosti pro chodce

Aby byla zajištěna bezpečnost chodců při srážce s vozidlem, musí zámek umožňovat propadnutí ve směru strikeru, tedy ve směru osy z. Tuto funkci zajišťuje prvek releasing lever. Jedná se o prvek pasivní bezpečnosti, díky kterému kapota pod chodcem při srážce poklesne a zmírní tak náraz. V novém konceptu bude snaha tuto bezpečnostní funkci zachovat.



5. Varianty řešení

Pro konstrukční řešení zámku s double pull systémem se nabízí hned několik variant řešení. Každá z variant musí splňovat základní požadavky:

- funkce double pull;
- záchytný hák není součástí rohatky;
- pevnost zámku ve směru z min 5kN;
- pevnost záchytného háku ve směru z min 3kN.

Jednotlivé varianty budou hodnoceny a vzájemně porovnávány podle hodnotících kritérií zavedených v kapitole 4., kterými jsou:

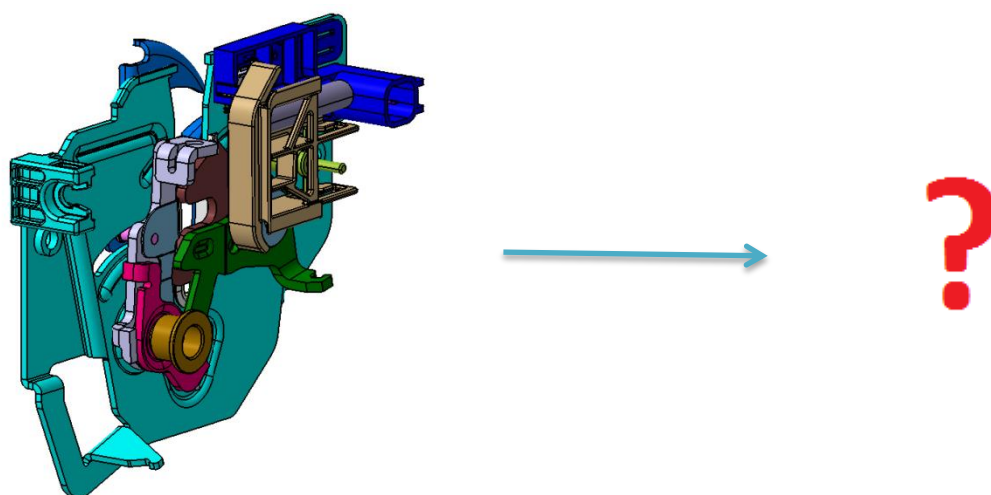
- jednoduchost konstrukce + počet dílů;
- snadná montáž;
- komfort odemykání;
- spolehlivost konstrukce;
- bezpečnost proti vniknutí cizí osoby;
- bezpečnost pro chodce;
- cena.

Hodnocení základních požadavků bude u jednotlivých variant hodnoceno pouze  nebo . U hodnotících kritérií je zaveden rozsah hodnocení 1 až 5, kde 1 znamená nejlepší. Všechna kritéria mají pro zákazníka stejný význam, proto je váha jednotlivých kritérií stejná a z toho důvodu postačí zavedené hodnocení a jejich suma. Základní požadavek na pevnost háku a rohatky ve směru osy z je u všech variant splněn. Tento požadavek je ověřen FEM analýzami a fyzickými testy provedenými firmou Witte Automotive. [8]

5.1 Varianta A

První varianta představuje řešení, které bylo v DP již představeno a vysvětleno. Jedná se o případ, kdy je záchytný hák uchycený na základním plechu zámku, který nese i ostatní součásti zámku a je uchycen k nosníku umístěnému v motorovém prostoru. Varianta A je tedy koncepcí podobná stávajícímu stavu. Nový návrh by však měl dosahovat značného vylepšení co do konstrukce a počtu dílů. Jelikož tato varianta není prozatím dostatečně detailně zpracována, budu pro její hodnocení vycházet ze stávajícího stavu s tím předpokladem, že některé zjištěné nedostatky stávajícího konceptu budou v tom novém odstraněny.

U této varianty se předpokládá redukce počtu dílů a zjednodušení mechanismů, které zajišťují funkci double pull. Pro tuto variantu je možné vyvinout všechny díly poněkud jinak, než je tomu ve stávajícím stavu. Je však nutné dodržet již dané zamykací kontury.



Obr. 14 – Varianta A

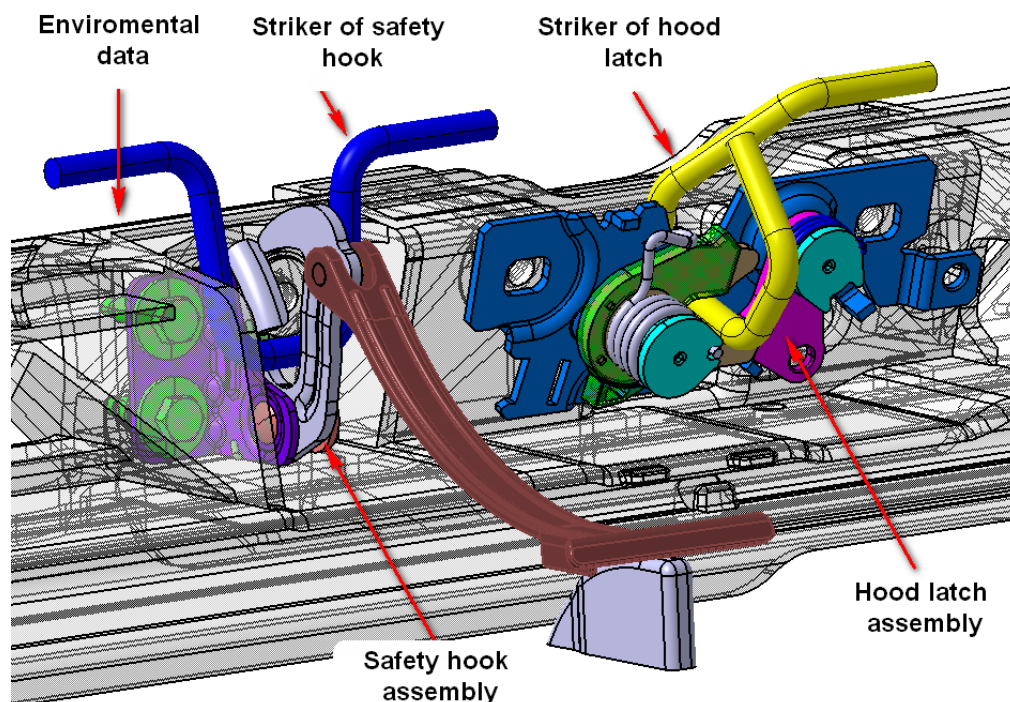
Hodnocení varianty A	
Základní požadavky	
Funkce double pull	✓
Záchytný hák není součástí rohatky	✓
Pevnost zámku ve směru z min 5kN	✓
Pevnost záchytného háku ve směru z min 3kN	✓
Hodnotící kritéria	
Jednoduchost konstrukce + počet dílů	2+2
Snadná montáž	2
Komfort odemykání	1
Spolehlivost konstrukce	2
Bezpečnost proti vniknutí cizí osoby	1
Bezpečnost pro chodce	1
Cena	3
Σ	14

Tabulka 4 - Hodnocení varianty A

5.2 Varianta B

Tato varianta je blízká variantě A, ale je zde jeden zásadní rozdíl. Uložení záchytného háku není provedeno na základním plechu, nýbrž na samostatném plechu zvlášť. Záchytný hák je tedy oddělený od zbytku zámku. Obecně varianta, kdy záchytný hák není součástí jedné konstrukční skupiny, je zcela běžný jev, který na trhu zaujímá cca 80% všech řešení kapotových zámků. Součástí této varianty musí být dva strikery. Jeden striker musí být uchycen na kapotě a druhý může být buď umístěn v zástavbě, nebo rovněž na kapotě. Na obr. 15 je zobrazena varianta se dvěma strikery umístěnými na kapotě vozu. Při položení kapoty na zámek kapota propadne a zachytí se pomocí strikeru (viz obr. 15 – modrý striker) za záchytný hák. Po dotlačení kapoty dojde k pohybu strikeru umístěnému uprostřed kapoty vozu (viz obr. 15 – žlutý striker) a vlivem zamykací síly dojde i k úplnému zamčení kapotového zámku. Vlastní zámek a záchytný hák jsou tedy dvě samostatné funkční skupiny.

Výhody tohoto konceptu jsou především v samostatné funkci obou skupin a díky tomu v jejich jednodušší konstrukci, kdy funkce skupin není vzájemně ovlivněna. Nevýhodou je především složité provedení double pull systému na odděleném háku, které pro danou variantu není ve fázi konceptu. Na obr. 15 je tato varianta zamykacího systému zobrazena bez této funkce. Další nevýhodou je kromě velkého množství dílů a potřeby dvou strikerů také montáž dvou funkčních skupin propojených systémem double pull. Spolehlivost takové konstrukce je potom oproti variantě A znatelně horší.



Obr. 15 – Princip varianty B

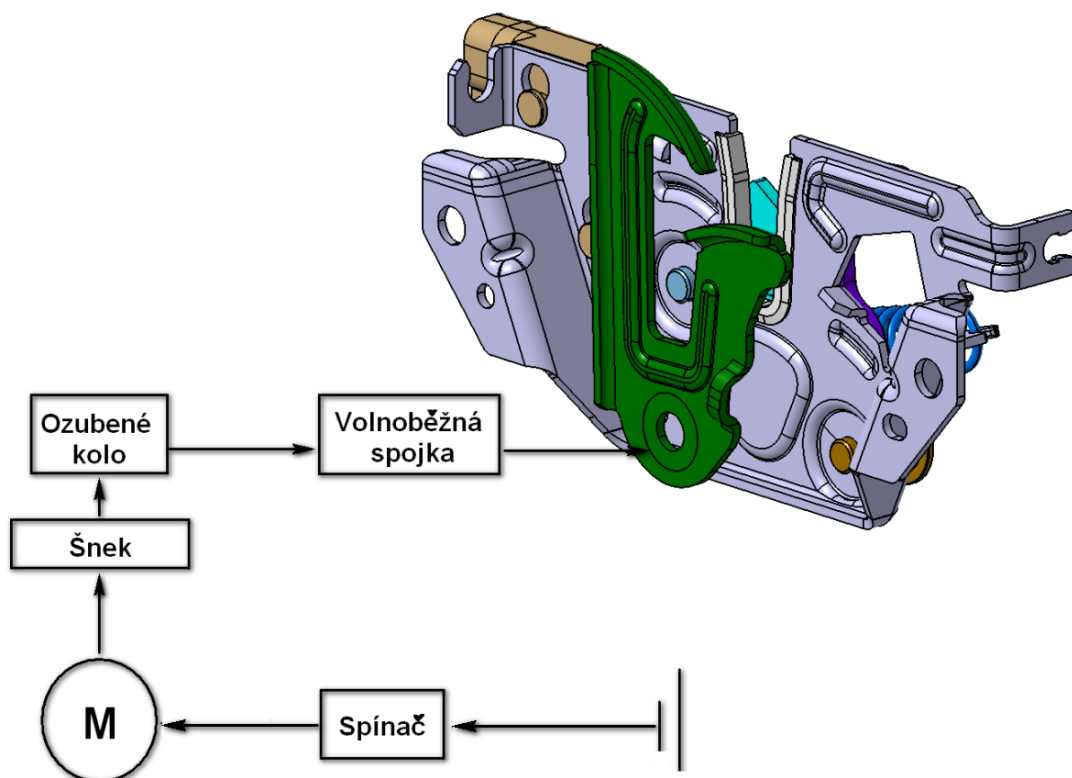
Hodnocení varianty B	
Základní požadavky	
Funkce double pull	✗
Záchytný hák není součástí rohatky	✓
Pevnost zámku ve směru z min 5kN	✓
Pevnost záchytného háku ve směru z min 3kN	✓
Hodnotící kritéria	
Jednoduchost konstrukce + počet dílů	1+4
Snadná montáž	2
Komfort odemykání	1
Spolehlivost konstrukce	5
Bezpečnost proti vniknutí cizí osoby	1
Bezpečnost pro chodce	1
Cena	5
Σ	20

Tabulka 5 - Hodnocení varianty B

5.3 Varianta C

Varianta C je elektromechanický koncept zamykání přední kapoty. Pro popis a vysvětlení této varianty je použit kapotový zámek viz obr. 9. Tento zámek je však upraven tak, že záchytný hák není přímo uchycen na základním plechu. Odpadají zde díly nýtu háku a zkrutné pružiny háku. Háček může být umístěn před základní plech posunutím v ose x nebo může být zcela samostatně vedle zámku posunutím ve směru osy y. Umístění háku nemá na hodnocení dané varianty žádný vliv. Vlastní funkce mechanického zamykání přes rohatku a západku je v této variantě zachována. Hlavním členem této varianty je elektromotor s paralelním buzením nebo s permanentními magnety. Takový motor je vhodný z hlediska zatěžovací charakteristiky. Tento elektromotor má za úkol zajistit rotační pohyb záchytného háku pod předem definovaným úhlem natočení. Motor musí být spojen se šnekovou převodovkou a přes volnoběžnou spojku spojen se záchytným hákem. K zastavení háku v definované poloze dochází elektromagnetickým zabrzděním tak, aby nedocházelo k setrvačnému pohybu háku. U této varianty se však setkáváme se značným navýšením počtu dílů za cenu nahrazení pouze dvou dílů (nýtu a zkrutné pružiny), které jsou použity v klasickém konceptu záchytného háku. Dalším negativním prvkem této konstrukce je cena jednotlivých položek, potřebných k zajištění elektrického ovládní záchytného háku.

Výhodou této varianty je možnost snadné aplikace funkce double pull, kdy uživatel z kabiny vozu odjistí zámek kapoty, která se následně zachytí za záchytný hák a po stisknutí spínače pak odjistí záchytný hák. To vše je možné provést pohodlně z kabiny vozu, což značně zvyšuje komfort odemykání. Z důvodu bezpečnosti zámku proti nechtěnému odemčení je přídatný spínač pro záchytný hák přínosným prvkem. Bezpečnost proti vniknutí cizí osoby je u této varianty stejná jako u předchozích variant. Pasivní bezpečnost chodců zde není uvažována. Z důvodu použití elektromotoru a volnoběžné spojky je zde předpoklad značného nárůstu ceny takového kapotového zámku. Z důvodu snižování cen elektronických prvků a zvyšování požadavků na komfort je možné, že tato varianta v budoucnu najde své uplatnění.



Obr. 16 – Princip varianty C

Hodnocení varianty A	
Základní požadavky	
Funkce double pull	✓
Záchytný hák není součástí rohatky	✓
Pevnost zámku ve směru z min 5kN	✓
Pevnost záchytného háku ve směru z min 3kN	✓
Hodnotící kritéria	
Jednoduchost konstrukce + počet dílů	3+5
Snadná montáž	3
Komfort odemykání	1
Spolehlivost konstrukce	3
Bezpečnost proti vniknutí cizí osoby	1
Bezpečnost pro chodce	1
Cena	5
Σ	22

Tabulka 6 - Hodnocení varianty C

5.4 Vyhodnocení a výběr nejlépe vyhovující varianty

V předchozích třech podkapitolách této DP byly uvedeny 3 varianty řešení, které se nabízí pro řešení daného konstrukčního problému. U každé z variant byla uvedena tabulka se základními požadavky a hodnotícími kritérii. Porovnáním údajů ve zmiňovaných tabulkách jednotlivých variant bude vyhodnocena varianta, která nejlépe vyhovuje zadaným požadavkům a má nejmenší součet hodnot jednotlivých rozhodovacích kritérií.

Varianta A je variantou, která z výsledného hodnocení vychází nejlépe. Jedná se o koncept, kdy hák je umístěn na základním plechu zámku a otevření kapoty probíhá dvojitým zatažením za otevírací páku z kabiny vozidla. Hlavními výhodami této varianty jsou počet dílů, snadná montáž a spolehlivost.

Varianta B zastupuje možnost provést konstrukci zámku s odděleným záchytným hákem umístěným v jiném místě zástavby, než je umístěn vlastní zámek. Tato metoda je náročnější na splnění funkce double pull a ve stavu, v jakém je varianta zobrazena, nevyhovuje základním požadavkům. Dalšími hlavními negativy této varianty je větší počet dílů, tím delší doba montáže i cena cílového produktu.

Varianta C zastupuje moderní řešení double pull systému za využití elektromotoru a dalších součástí pro zajištění elektronického ovládní záchytného háku. Výhody spočívají především ve snadném ovládní double pull systému přídatným spínačem. Hlavní nevýhodou této varianty je velký počet dílů, jejich cena a spolehlivost.

	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Základní požadavky	Splňuje	Nesplňuje	Splňuje
Σ hodnocení	14	20	22
Vybraná varianta	Po vyhodnocení nejlépe vyhovuje varianta A		

Tabulka 7 - Vyhodnocení

6. Nový koncept kapotového zámku s double pull systémem

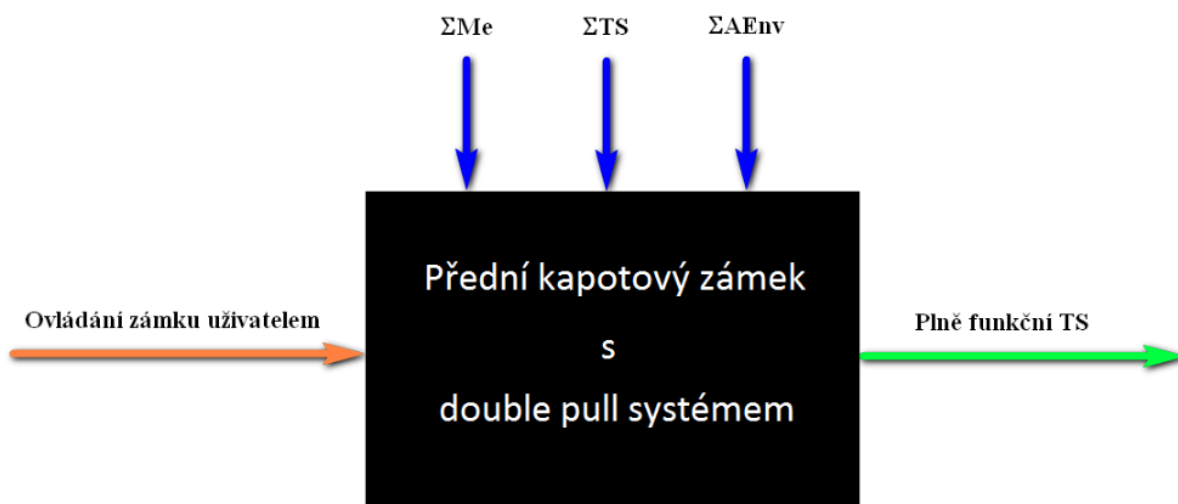
6.1 Black box

Před vlastním konstruováním je potřeba zaměřit se na vlastní konstrukční problém jako na technický systém (dále jen TS). TS je zobrazen jako černá skříňka, viz obr. 17 (metoda black box). Černá skříňka má na jedné straně vstupy a na druhé výstupy. V procesu mezi vstupy a výstupy na TS působí aktivní exogenní činitelé, kteří přeměňují vstupy na výstupy. Těmito činiteli jsou v konkrétním případě člověk (ΣMe), technické systémy (ΣTS) a aktivní okolí ($\Sigma AEnv$). Cílem je tedy navrhnout koncept, který odolá všem vnějším činitelům a bude plnit svoji funkci ve všech předepsaných stavech.

ΣMe – Člověk může manipulovat s vlastním zámkem ve smyslu servisu a údržby.

ΣTS – Tyto systémy zahrnují použité materiály a technologie zpracování a jejich vlastnosti.

$\Sigma AEnv$ – Tato skupina zahrnuje vlivy prostředí, ve kterém je zámek používán (vlhkost, teplota, prašnost, vibrace, chování zámku při nárazu apod.).



Obr. 17 - Black box

6.2 Základní požadavky

Nový koncept musí splňovat požadavky vyplývající ze zadání, kterými jsou:

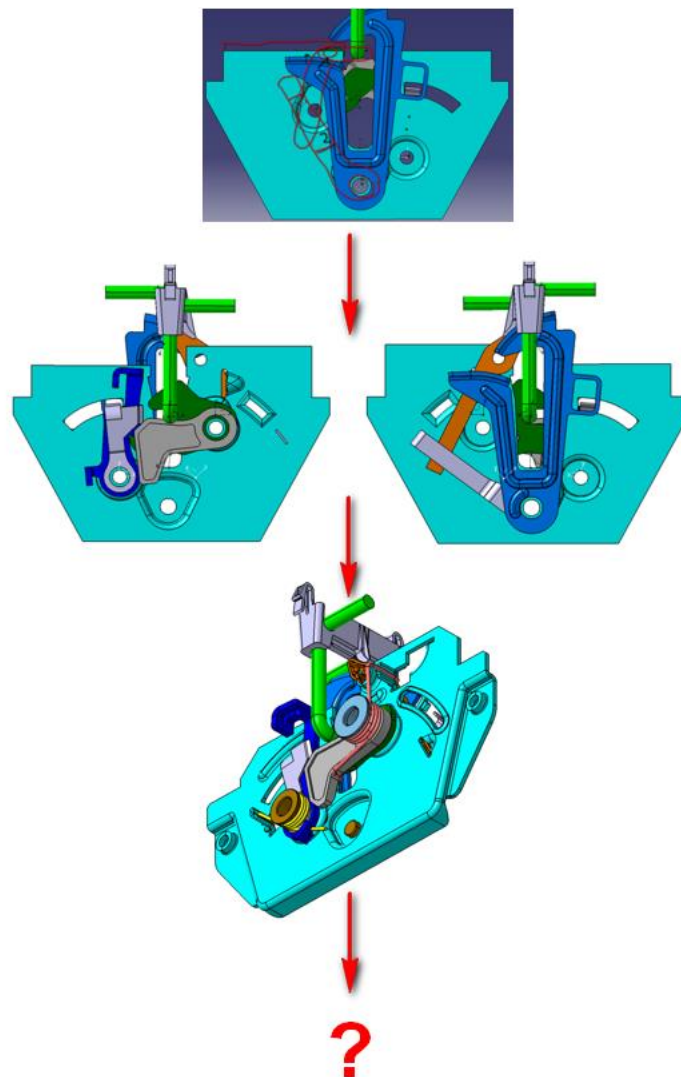
- konstrukce se samostatným záchytným hákem;
- pevnost háku ve směru osy z 3000 N;
- pevnost rohatky ve směru osy z 5000 N;
- nadzvednutí kapoty, tedy nadzvednutí strikeru pop-up pákou při odemčném zámku (síla od hmotnosti kapoty na striker $F_z = 55$ N);
- funkčnost v rozmezí teplot -30°C až 110°C ;
- otevírací síla max. 30 N;
- zamykací geometrie stejná jako u stávajícího stavu;
- počet cyklů 5000.

6.3 Návrh konstrukčního řešení

Pro návrh řešení zadané úlohy byl použit CAD software Catia V5, který je běžně používaný pro počítačové konstruování v automobilovém průmyslu. Tento SW spadá do kategorie vyšší třídy a je ideálním nástrojem pro realizace nových nápadů a myšlenek.

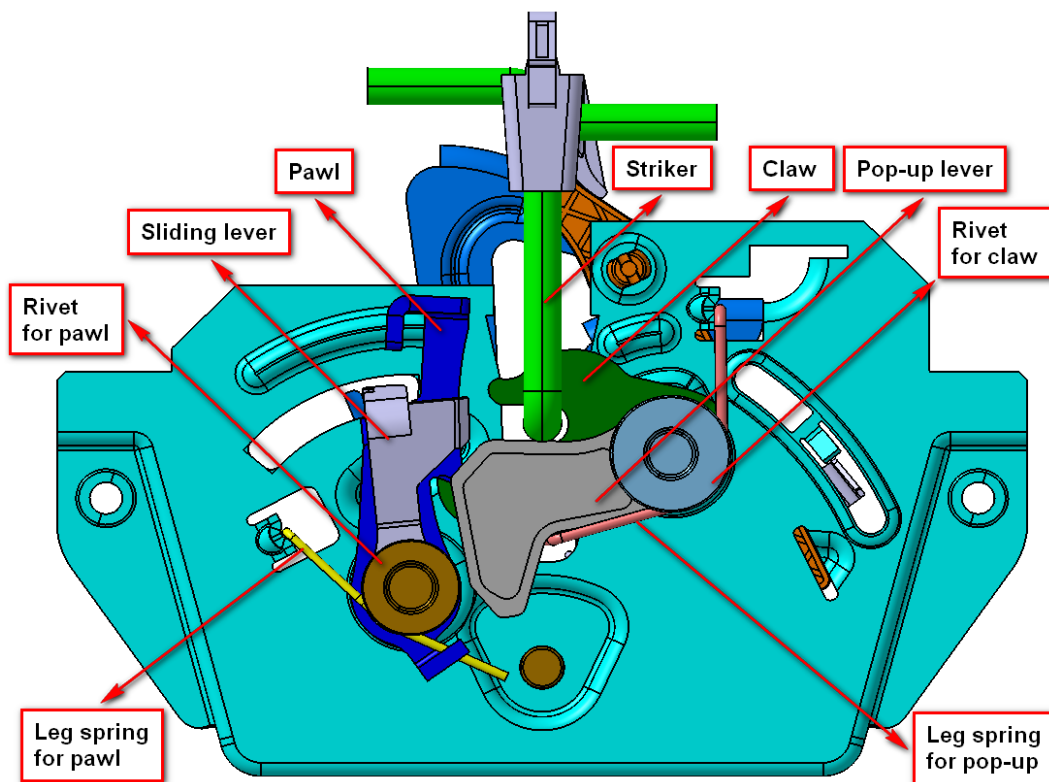
Konstrukce nového řešení byla inspirována stávajícím stavem a daty poskytnutými zadavatelem, tedy firmou WITTE Automotive, avšak celý koncept a každá jeho součást byly vyvíjeny nezávisle na poskytnutých datech. V dalším textu diplomové práce bude uveden popis a funkce nového konceptu předního kapotového zámku s double pull systémem. Nový koncept, na kterém budou představeny jednotlivé díly a jejich funkce, tvoří základní sestava, která bude na základě výpočtů a analýz upravována do své finální podoby. Tato prvotní sestava obsahuje pouze základní díly. Finální sestava bude doplněna o díly jako např. mikrosplínač, klip pro bovden apod.

Sestava i jednotlivé komponenty procházely a procházejí vývojem od prvotních nápadů, přes nová vylepšení až po nutné úpravy z hlediska funkce, tolerancí, výrobitelnosti atd.

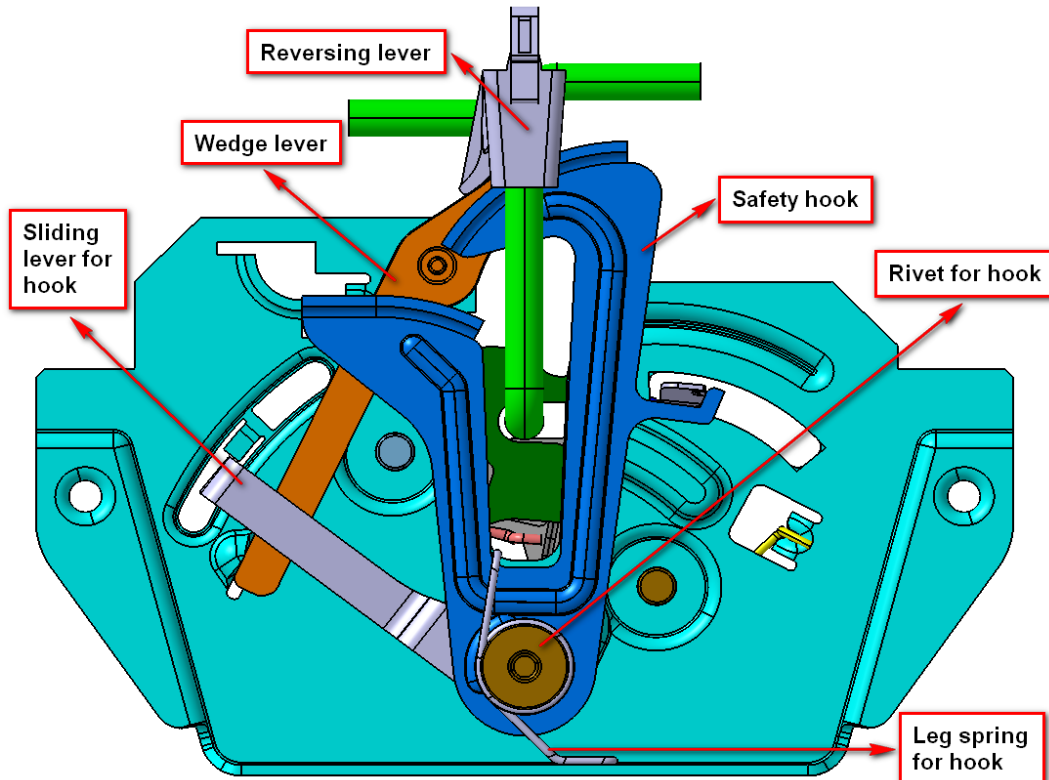


Obr. 18 - Vývoj

6.3.1 Popis a funkce



Obr. 19 - Popis nového konceptu (pohled zepředu)



Obr. 20 - Popis nového konceptu (pohled zezadu)

Při návrhu nového konceptu bylo nutné zachovat zamykací kontury tak, jak byly navrženy již u stávajícího konceptu. Z toho důvodu není návrh rohatky a západky stěžejní. Avšak i na těchto dvou základních dílech bylo nutné provést úpravy a změny tak, aby díly vyhovovaly funkci celého nového konceptu.

Téměř stejnými slovy lze komentovat i změny provedené na nýtech nebo na základním plechu. Jak již bylo zmíněno, i základní plech (base plate) prošel vývojem s některými převzatými prvky. Mezi tyto prvky patří například rozmístění děr pro nýty nebo způsob uchycení klipu pro bovden (clip for bowden viz obr. 11). Veškeré vodící prolisy, prostřihy a vyztužení byly na plechu vytvořeny za účelem efektivnosti a funkčnosti daného dílu.

Záchytný hák (safety hook) je opět díl, jehož tvar je inspirovaný běžně používanými záchytnými háky v sériové výrobě. Nový záchytný hák je navržen tak, aby jeho hmotnost byla co nejnižší a zároveň aby splňoval základní požadavek na pevnost 3kN ve směru osy z. Háček musí být spojen se sliding lever for hook, s nímž je ve stálém kontaktu a kterou unáší svým rotačním pohybem kolem osy nýtu (rivet for hook).

Pop-up páka (pop-up lever) je navržena zcela odlišně od řešení uvedeného ve stávajících datech. Nově byla tato páka navržena z plastu, konkrétně z materiálu PA6.6 GF30, který se vyznačuje dobrými vlastnostmi, jako jsou vysoká tuhost, pevnost v tahu, odolnost proti opotřebení a malá nasákavost. U tohoto dílu bude nutné ověřit jeho pevnost v provozních stavech pomocí FEM analýzy.

Pružiny použité v novém návrhu (leg spring for pawl, leg spring for pop-up, leg spring for hook) jsou zkrutné, a to z důvodu úspory zástavbových rozměrů a časté aplikaci v kapotových zámčích. Pružiny přímo ovlivňují otevírací sílu, propadnutí strikeru vlastní vahou kapoty přes záchytný hák a pop-up sílu, tedy dostatečné nadzvednutí kapoty při odemčení zámku. Všechny tyto důležité funkce musí být splněny za daných podmínek, proto bude v dalším textu DP uvedeno několik výpočtů, dokazujících potenciální funkčnost konceptu a dodržení těchto základních požadavků, které jsou ovlivněny právě vlastnostmi a parametry pružin.

Kluzná podložka (washer) není součástí nového konceptu. Tento díl byl záměrně vyřazen ze sestavy. Důvodem je pop-up páka navržena z plastu, a tak není předpoklad, že by docházelo k zadírání mezi rohatkou (ocel) a pop-up pákou (plast).

Jak již bylo uvedeno v textu výše, součástí jako mikrospínač (microswitch), domek pro mikrospínač (connector dummy), klip a klip pro bovden (clip for bowden) nejsou předmětem této DP, ačkoli ve finální podobě konceptu budou zobrazeny a upraveny, tak aby vyhovovaly funkčnosti celého mechanismu.

Princip double pull systému je téměř shodný s principem systému vstupních dat. Pro nový koncept však bylo navrženo několik změn a celý systém byl opět navržen znovu tak, aby vyhovoval funkčnosti celku.

Pružná páka (sliding lever), tedy součást z pružinového plechu je v novém konceptu upravena tak, aby byla v trvalém spojení se západkou (pawl), dobře zajížděla pod náběžnou hranu pop-up páky (pop-up lever) a byla přímo v kontaktu se záchytným hákem (safety hook). Řešení sliding lever pomohlo k snížení počtu dílů v sestavě díky vynechání pinu, který v původních datech spojoval právě sliding lever se západkou a se záchytným hákem.

Klínová páka (wedge lever) je dalším dílem v sestavě nového konceptu. Tento díl je navržený z materiálu PBT, aby naplnil požadavek na mechanickou pevnost a rozměrovou stálost. Páka je uchycena pomocí klipů na základním plechu. Po zaklapnutí páky do plechu se vyčnívající část z druhé strany klipů zalisuje ve směru osy x. Tím se zvýší namáhaný průřez a i celková pevnost spojení. Jejím účelem je nadzvedávání pružné páky háku (sliding lever for hook), a tím vrácení záchytného háku do polohy zamčeno v okamžiku, kdy je kapota otevřená. Na páce je provedeno žebrování pro zvýšení tuhosti a vyrobitelnosti součásti.

Pružná páka háku (sliding lever for hook) má funkci aretace záchytného háku v poloze odemčeno po druhém zatažení za uvolňovací páku v kabině vozu. Páka v této poloze díky svému předepnutí zapadne do prostříhu v základním plechu. Vzhledem k požadavku na axiální pohyb páky je použitým materiálem opět pružinový plech. Návrhem této páky došlo k výrazné redukci počtu dílů v sestavě. Pružná páka háku společně se zpětnou pákou nahrazuje domek (housing), aktuátor (actuator), plastovou kulisu (bracket) a trn (stopper), tedy díly, které plnily funkci double pull u původního konceptu.

Zpětná páka (reversing lever) je plastový díl z materiálu PP-H GF30, který zajišťuje vrácení klínové páky (wedge lever) do původní polohy při zavírání kapoty. Reversing lever je umístěna na strikeru a je připevněna pomocí klipů v plechu, na který je striker přivařen.

6.3.2 Návrh pružin

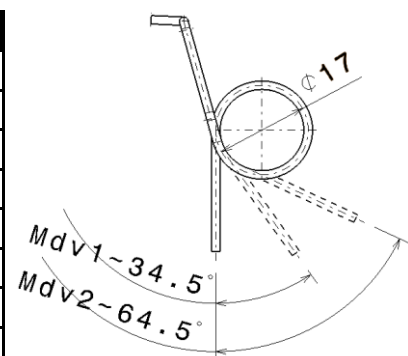
Pružiny jsou základním prvkem co do funkčnosti celého zámku, proto je jejich návrh a výpočtům při vývoji věnována velká pozornost. V dalším textu DP budou uvedeny návrhy a výpočty pružin západky, pop-up pružiny a pružiny háku (leg spring for pawl, leg spring for pop-up, leg spring for hook). Navržené pružiny budou následně kontrolovány pro ověření funkčnosti a plnění zadaných požadavků. Těmito požadavky jsou počet cyklů a rozsah teplot, viz kapitola 6.2 Základní požadavky. V praxi je běžné počítat životnost pružin na minimálně dvojnásobek počtu cyklů celého zámku. Z toho důvodu uvažují počet cyklů min. 10000. Pro výpočet pružin byl použit SW Hexagon.

Pružina západky

Pružina západky je jako všechny pružiny v kapotovém zámku velice důležitou součástí. Tato pružina má přímý vliv na otevírací síly na zámku. Viz výpočet str. 44-47.

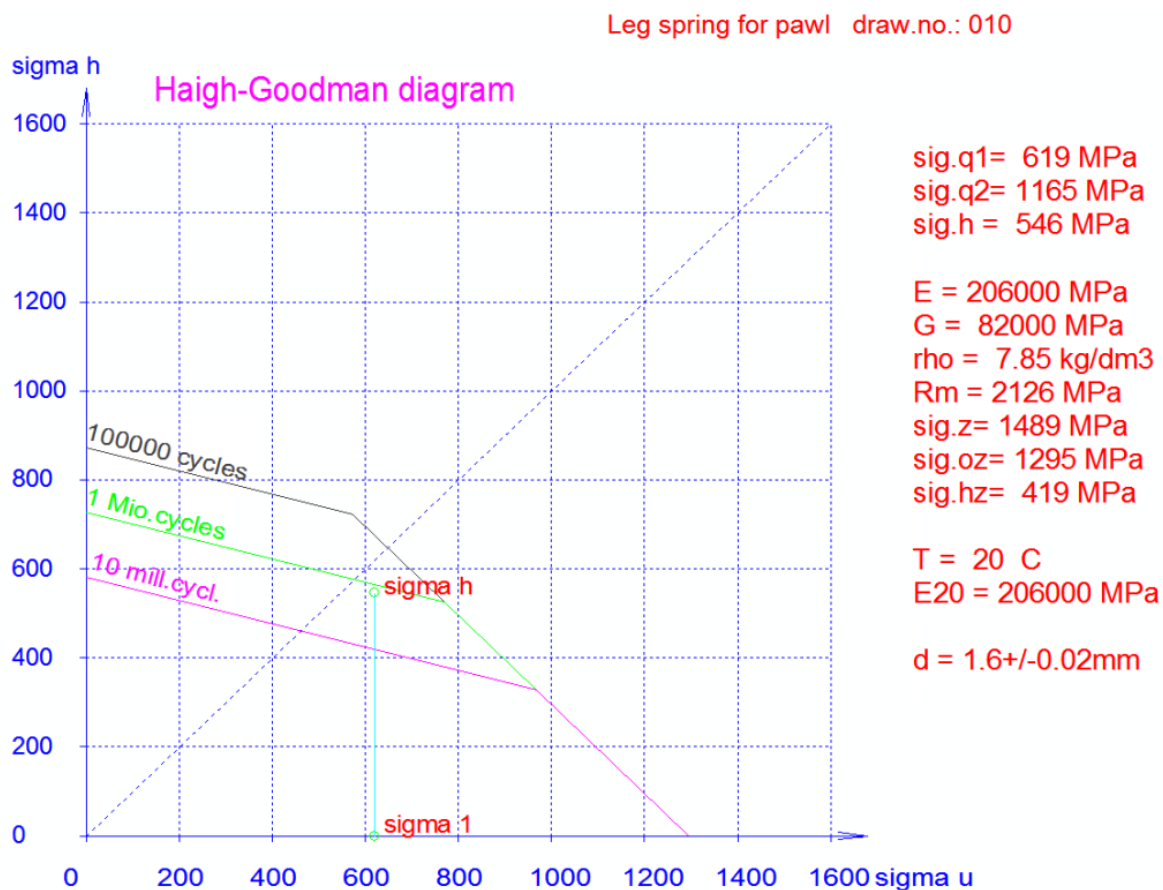
Základní parametry	
Průměr drátu	$d = 1,6 \text{ mm}$
Střední průměr	$D_m = 17 \text{ mm}$
Min. vnitřní průměr	$D_{i2} = 14,4 \text{ mm}$
Počet závitů	$n = 2,96$
Pracovní úhel	$\alpha_h = 30^\circ$
Moment v namontovaném stavu	$M_{dv1} = 249 \pm 131 \text{ Nmm}$
Moment v plném zdvihu	$M_{dv2} = 469 \pm 82,5 \text{ Nmm}$
Materiál	EN 10270-1 DH

Tabulka 8 - Parametry pružiny západky



Obr. 21 - Pružina západky

Pružina západky byla navržena s parametry uvedenými v tabulce 8. Je však nutné pružinu zkontrolovat na únavovou pevnost. Spolehlivým nástrojem pro určení, zda pružina vyhovuje či nikoli, je High-Goodman diagram. Diagram je potřeba sestavit pro tři různé stavy, a to pro pružinu za teploty 20°C a pro mezní teploty -30°C a 110°C. Na obrázku 22 je diagram sestaven pro teplotu 20°C. High-Goodman diagramy pro mezní teploty jsou uvedeny v příloze č.3 spolu s dalšími informacemi k dané pružině. Z grafů vyplývá, že pružina vydrží dostatečný počet cyklů.



EN 10270-1 DH (DIN 17223-1 Typ D) not shot-blasted

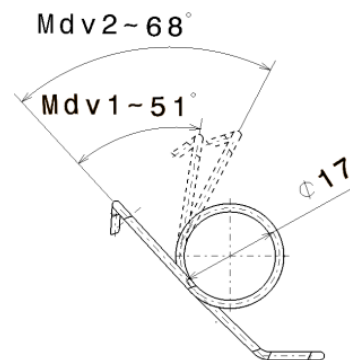
Obr. 22 - High-Goodman diagram pro pružinu západky

Pružina háku

Funkce této pružiny spočívá v působení zpětného momentu na vyhnutý (otevřený) záchytný hák a v předepnutí háku v zamčené poloze tak, aby nedošlo k jeho vyhnutí (otevření) ani při nárazu. Z tohoto důvodu se u zámků dělají testy na přetížení až 30G, které musí zámek vydržet, aniž by se otevřel. Pro ověření této funkce je v textu DP uveden výpočet na 30G, viz str. 48. Zároveň musí pružina plnit základní požadavek daný zadáním. Pružina musí být dostatečně slabá, aby striker propadl přes hák vlastní vahou kapoty a zároveň dost silná, aby nedošlo k vyhnutí háku právě při přetížení 30G.

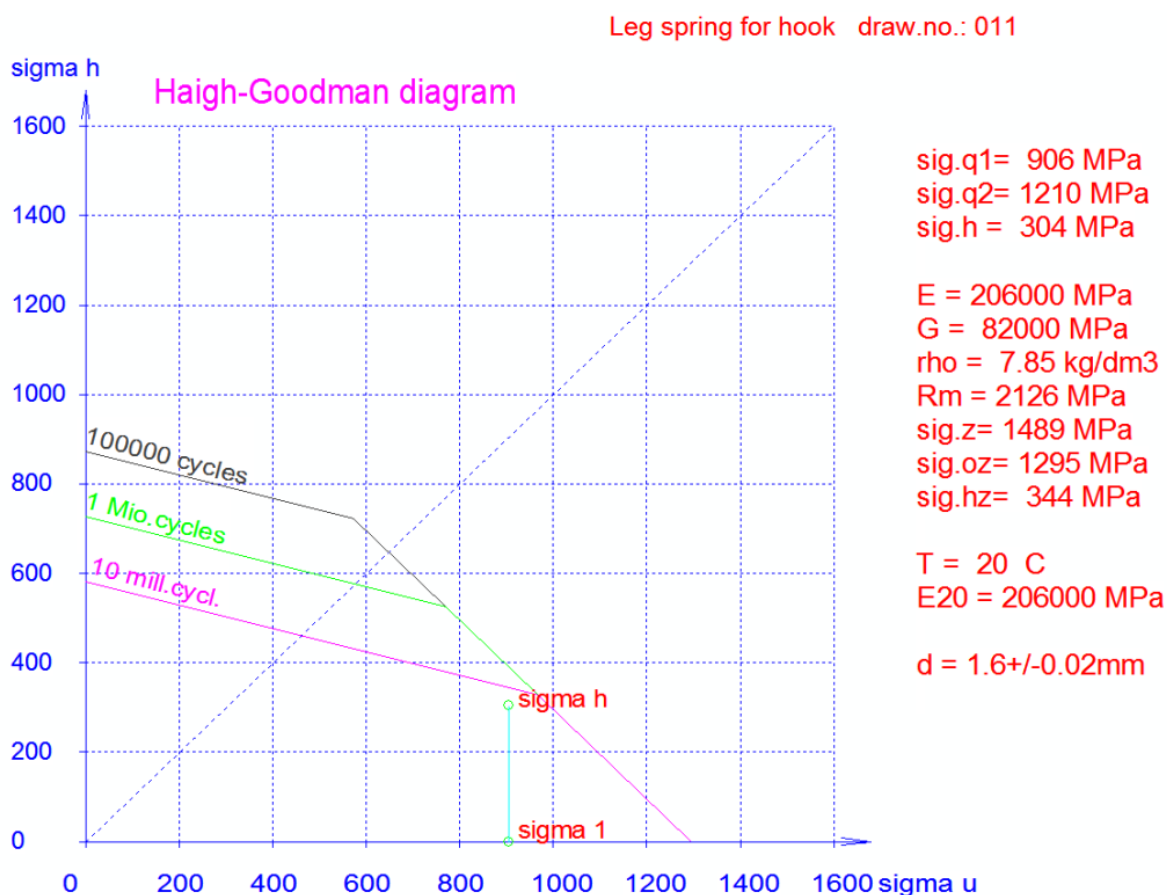
Základní parametry	
Průměr drátu	$d = 1,6 \text{ mm}$
Střední průměr	$D_m = 17 \text{ mm}$
Min. vnitřní průměr	$D_{i.2} = 14,4 \text{ mm}$
Počet závitů	$n = 3$
Pracovní úhel	$\alpha_h = 17^\circ$
Moment v namontovaném stavu	$M_{dv1} = 364,2 \pm 82,2 \text{ Nmm}$
Moment v plném zdvihu	$M_{dv2} = 486,6 \pm 130 \text{ Nmm}$
Materiál	EN 10270-1 DH

Tabulka 9 - Parametry pružiny háku



Obr. 23 - Pružina háku

S navrženými parametry proběhl výpočet pružiny úspěšně. Pružinu je potřeba opět zkontrolovat na únavovou pevnost při 20°C a v mezních teplotách daných požadavky. Další informace v podobě diagramů a parametrů k výpočtu pružiny háku viz příloha č. 4. Navržená pružina vyhovuje zadaným parametrům.



EN 10270-1 DH (DIN 17223-1 Typ D) not shot-blasted

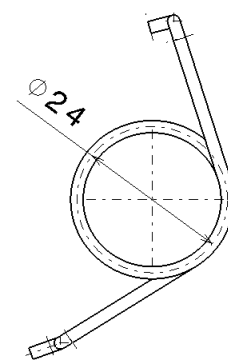
Obr. 24 - High-Goodman diagram pro pružinu háku

Pop-up pružina

Pop-up pružina nebo také pružina rohatky je důležitým prvkem celého systému z toho důvodu, že díky pop-up pružině je po prvním zatažení za uvolňovací páku v kabině vozu kapota nadzvedávána pop-up pákou. Z toho vyplývá, že pružina musí na pop-up páku působit takovým momentem, aby překonala síly od hmotnosti kapoty a pasivní odpory. Pro ověření, zda pružina vyhovuje z hlediska velikosti momentu při otevřeném stavu, bude uveden podrobný výpočet v dalším textu této DP.

Základní parametry	
Průměr drátu	$d = 2 \text{ mm}$
Střední průměr	$D_m = 24 \text{ mm}$
Min. vnitřní průměr	$D_{i1} = 22,7 \text{ mm}$
Počet závitů	$n = 3,43$
Pracovní úhel	$\alpha_h = 45^\circ$
Moment v namontovaném stavu	$M_{dv1} = 372,7 \pm 146 \text{ Nmm}$
Moment v plném zdvihu	$M_{dv2} = 851,8 \pm 232 \text{ Nmm}$
Materiál	EN 10270-1 DH

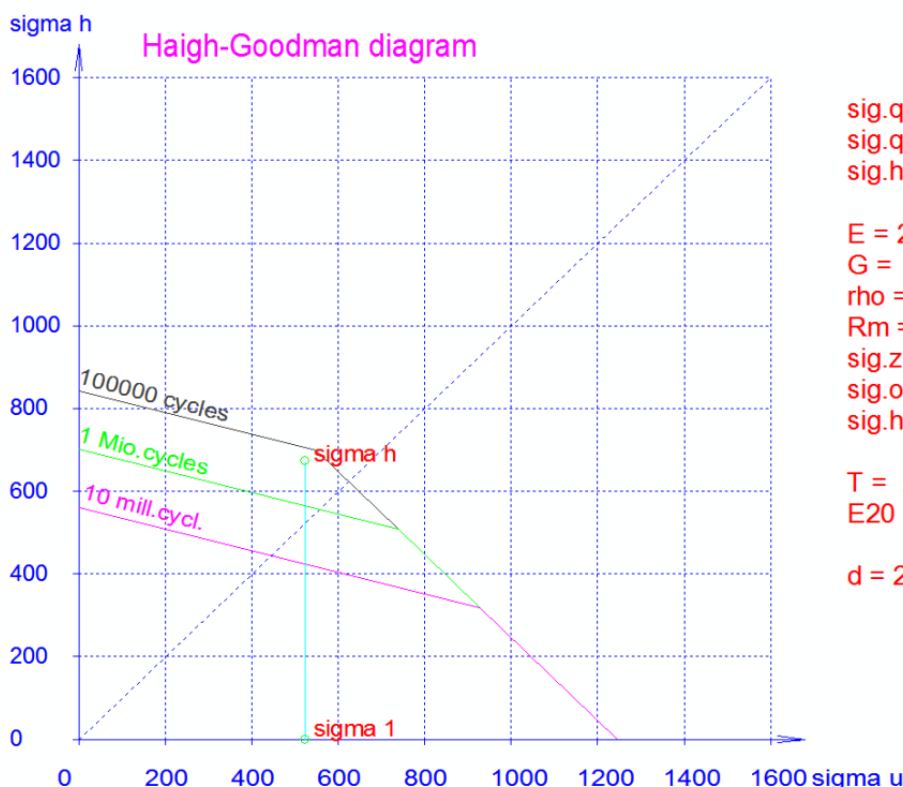
Tabulka 10 - Parametry pop-up pružiny



Obr. 25 - Pop-up pružina

Pomocí programu Hexagon proběhl výpočet úspěšně, avšak i přes nastavení pružiny na co největší moment se vyskytuje podezření na příliš malou pop-up sílu, která nadzvedává striker a celou kapotu. Toto podezření bude potvrzeno či vyvráceno na základě výpočtu, viz str. 42. Z důvodu tohoto podezření byla navržena pop-up pružina jako tažná, ve výpočtu označená jako varianta 2.

Leg spring for pop-up draw.no.: 012



sig.q1= 524 MPa
 sig.q2= 1198 MPa
 sig.h = 674 MPa

E = 206000 MPa
 G = 82000 MPa
 rho = 7.85 kg/dm³
 Rm = 2044 MPa
 sig.z= 1431 MPa
 sig.oz= 1246 MPa
 sig.hz= 424 MPa

T = 20 C
 E20 = 206000 MPa

$d = 2 \pm 0.025 \text{ mm}$

EN 10270-1 DH (DIN 17223-1 Typ D) not shot-blasted

Obr. 26 - High-Goodman diagram pro pop-up pružinu

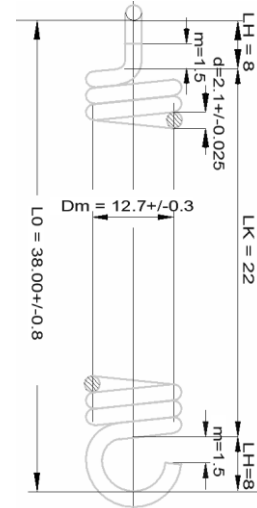
Pop-up pružina (tažná)

Tažná pružina pro pop-up byla navržena jako druhá varianta. Tato pružina umožňuje přenést větší sílu na pop-up páku a tím nadzvednout kapotu. Tažná pružina má tedy větší potenciál pro splnění základní podmínky, kdy síla od hmotnosti kapoty na striker je $F_z = 55 \text{ N}$.

Základní parametry	
Průměr drátu	$d = 2,1 \text{ mm}$
Střední průměr	$D_m = 12,7 \text{ mm}$
Délka v dodaném stavu	$L_0 = 38 \text{ mm}$
Počet závitů	$n = 9,5$
Pracovní zdvih	$h = 10 \text{ mm}$
Síla v namontovaném stavu	$M_{dv1} = 122,8 \pm 10,8 \text{ N}$
Síla v plném zdvihu	$M_{dv2} = 225,5 \pm 11,8 \text{ N}$
Materiál	EN 10270-1 DH

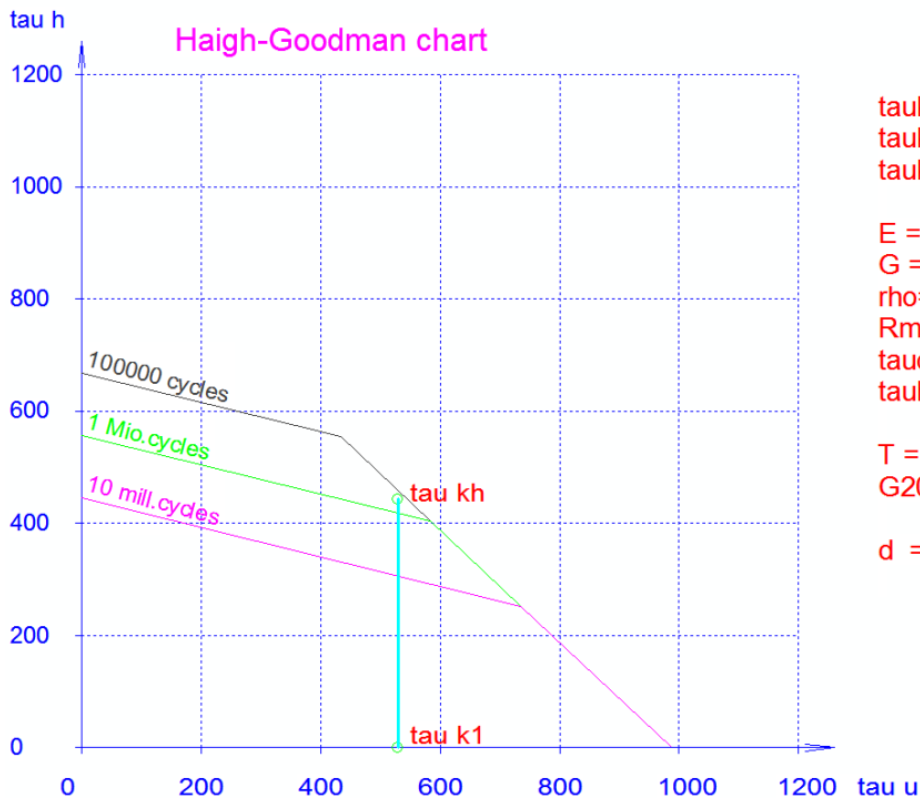
Tabulka 11 - Parametry tažné pop-up pružiny

Výpočet proběhl úspěšně a pružinu lze z tohoto hlediska považovat za vyhovující.



Obr. 27 - Pop-up pružina (tažná)

Pop-up spring (extension) Draw.No.: 012



$\tau_{k1} = 530 \text{ MPa}$
 $\tau_{k2} = 973 \text{ MPa}$
 $\tau_{kh} = 443 \text{ MPa}$

$E = 206000 \text{ MPa}$
 $G = 82000 \text{ MPa}$
 $\rho = 7.85 \text{ kg/dm}^3$
 $R_m = 2026 \text{ MPa}$
 $\tau_{oz} = 988 \text{ MPa}$
 $\tau_{hz} = 306 \text{ MPa}$

$T = 20 \text{ C}$
 $G_{20} = 82000 \text{ MPa}$

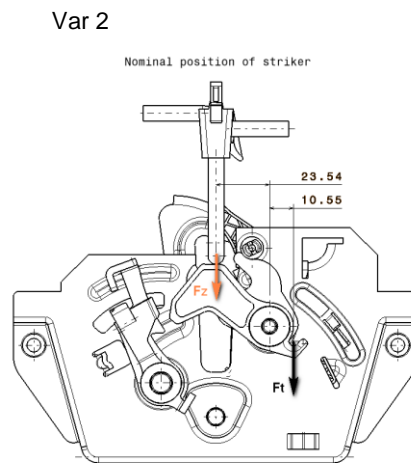
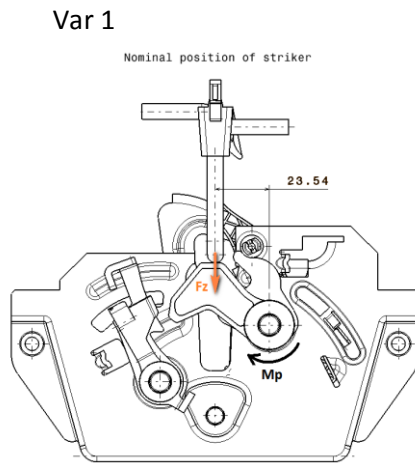
$d = 2.1 \text{ mm}$

EN 10270-1 DH (DIN 17223-1 Typ D) not shot-blasted

Obr. 28 - High-Goodman diagram pro tažnou pop-up pružinu

6.3.3 Výpočty pro ověření funkčnosti pružin

Síla na striker od pop-up pružiny



Výpočet momentu pop-up pružiny

$$\begin{aligned} F_z &= 55 \text{ N} \\ r' &= 23,54 \text{ mm} \\ r &= 26,54 \text{ mm} \end{aligned}$$

Síla od hmotností kapoty, kterou působí striker na páku.
Rameno, na kterém působí síla F_z (nominal position).
Rameno, na kterém působí síla F_z (worst case).

$$M_z' = F_z \cdot r' = 1294,7 \text{ Nmm}$$

Moment od síly strikeru v nominální poloze působícího na pop-up páku.

$$M_z = F_z \cdot r = 1459,7 \text{ Nmm}$$

Moment od síly strikeru v krajní poloze působícího na pop-up páku.

Var 1

M_p je moment od pop-up pružiny.

Platí podmínka: $M_p > M_z$

M_p u navržené zkrutné pružiny = 280 Nmm \longrightarrow **Zkrutná pružina nevyhovuje**



Var 2

$$F_t' = 112 \text{ N}$$

F_t' je síla tažné pružiny ve směru daném uchycením pružiny.

Tuto sílu je potřeba přepočítat do směru kolmého na rameno. $F_t = F_t' \cdot \cos(2^\circ)$

$$\begin{aligned} F_t &= 111,9 \text{ N} \\ r_t &= 13,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

Mín. síla působící kolmo na rameno r_t .
Rameno, na kterém působí síla F_t .



$$M_t = F_t \cdot r_t = 1477,08 \text{ Nmm}$$

Moment od síly pružiny působící na rameni r_t .

Platí podmínka: $M_t > M_z$

M_t od navržené tažné pružiny $>$ Moment M_z \longrightarrow **Tažná pružina vyhovuje**

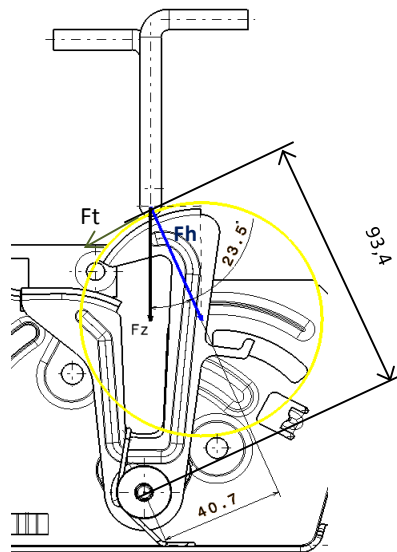


Výpočet 1 – Ověření vhodnosti pop-up pružiny

Propadnutí strikeru přes hák vlastní vahou kapoty

Výpočet momentu od strikeru

Striker v krajní poloze
 (Worst case)



$F_z = 55$ N Síla od hmotností kapoty, kterou působí striker na páku.

F_h je síla, kterou je potřeba vypočítat ze síly F_z pomocí funkce cosinus.

Síla F_h na rameni r_h tvoří moment M_h .

$$F_h = F_z / \cos(23,5^\circ)$$

$F_h = 59,98$ N

$r_h = 40,7$ mm Rameno, na kterém působí síla F_h .

$F_t = F_h \cdot f = 14,99$ N Třecí síla, kde f je koeficient tření.

$M_t = F_t \cdot r_t = 1400,49$ Moment od třecí síly

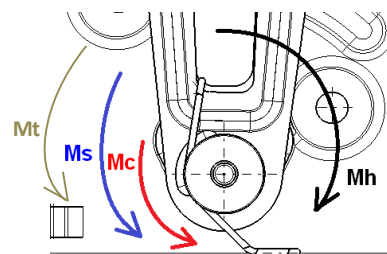
$f = 0,25$

$r_t = 93,4$ mm

$M_h = F_h \cdot r_h = 2441,112$ Nmm

M_s je maximální moment od pružiny háku působící proti momentu M_h .

$M_s = 616,6$ Nmm



M_c je moment čepového tření, který vzniká v rotačním uložení zachytného háku na nýtu.

$$M_c = f_\xi \cdot r_\xi \cdot R$$

f_ξ - čepové tření, $f_\xi = (\pi/2) \cdot f$, kde f je tření mezi nýtem a hákem, $f=0,25$.

$f_\xi = 0,3927$

$r_\xi = 6,5$ mm poloměr čepu (nýtu)

$R = 55$ N maximální reakce v uložení

$M_c = 140,4$ Nmm

Podmínka:

$$M_h > (M_s + M_c)$$

$M_s + M_c + M_t = 2157$ Nmm

$2441,1 > 2157$

Moment od strikeru je větší než moment od pružiny háku a od tření

→ **Zkrutná pružina vyhovuje a kapota vlastní vahou propadne přes záchytný hák.**

Výpočet 2 - Propadnutí strikeru přes hák vlastní vahou

Otevírací síla

Otevírací síla se liší podle toho, jedná-li se o první nebo druhé zatažení v průběhu otevírání.

1. Otevírací síla při prvním zatažení za uvolňovací páku z kabiny vozu

Vliv na otevírací sílu mají: a) Pružina západky $M_2 = 551,2$ Nmm

b) Čepové tření západky

M_c je moment čepového tření, který vzniká v rotačním uložení západky na nýtu.

$$M_{c\text{ep}} = f_{\xi} \cdot r_{\xi} \cdot R$$

f_{ξ} - čepové tření, $f_{\xi} = (\pi/2) \cdot f$, kde f je tření mezi nýtem a hákem, $f=0,25$.

$$f_{\xi} = 0,3927$$

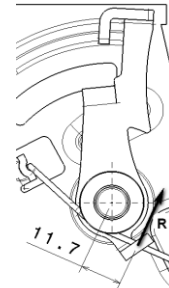
$$r_{\xi} = 6,5$$

poloměr čepu (nýtu)

$$R = M_2/11,7 = 47,1 \text{ N}$$

maximální reakce v uložení

$$M_{c\text{ep}} = 120,3 \text{ Nmm}$$



c) Moment od pop-up pružiny přepočtený k ose západky

$$F_p = 237,3 \text{ N}$$

Síla od pop-up pružiny

$$M_p = F_p \cdot 11,8 = 2800,1 \text{ Nmm}$$

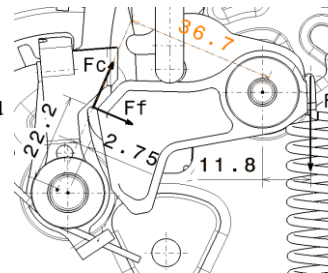
Moment od pop-up pružiny

$$F_c = M_p/36,7 = 76,3 \text{ N}$$

Síla přepočtená od momentu pop-up pružiny do místa dotyku rohátky a západky

$$M_c = F_c \cdot 2,75 = 209,8 \text{ Nmm}$$

Moment od síly F_c



d) Třecí moment od styku rohátky a západky

$$f = 0,25$$

Koeficient tření

$$F_f = F_c \cdot f = 19,07 \text{ N}$$

Třecí síla ve styku rohátky a západky

$$M_f = F_f \cdot 22,2 = 423,45 \text{ Nmm}$$

Moment od třecí síly

Otevírací síla pro první zdvih, tedy odemčení rohátky vyplývá z momentové rovnováhy.

$$M_o > M_2 + M_f + M_c + M_{c\text{ep}}$$

F_{o1} Otevírací síla (1. zdvih)

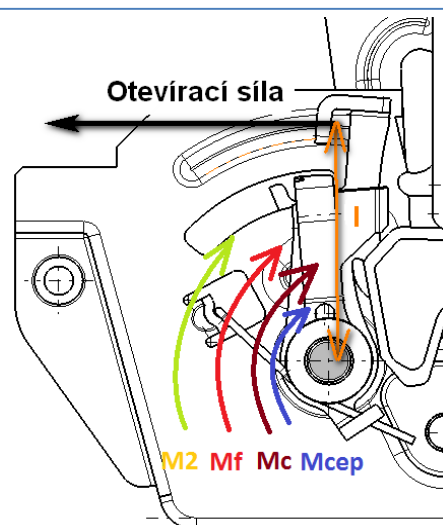
$$l = 49,9 \text{ Nmm}$$

$M_{o1} = F_{o1} \cdot l$ Moment od otevírací síly

$$M_2 + M_f + M_c + M_{c\text{ep}} = 1304,7 \text{ Nmm}$$

$$M_{o1} > 1304,7 \text{ Nmm}$$

$$\rightarrow F_{o1} > 26,1 \text{ N}$$



2. Otvírací síla při druhém zatažení za uvolňovací páku z kabiny vozu

Vliv na otevírací sílu mají:

a) Pružina západky $M_2 = 551,2$ Nmm

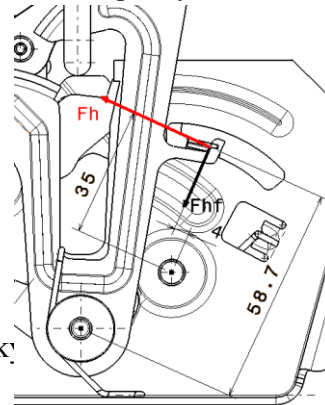
b) Čepové tření západky $M_{cep} = 120,3$ Nmm

c) Pružina háku $M_{h'} = 616,6$ Nmm

Moment $M_{h'}$ je potřeba přepočítat na moment M_h , který působí k ose západky.

$F_h = M_{h'} / 58,7 = 10,5$ N Síla od pružiny háku

$M_h = F_h \cdot 35 = 367,6$ Nmm Moment od pružiny háku přepočtený k ose západky



d) Třecí moment od styku sliding lever s hákem

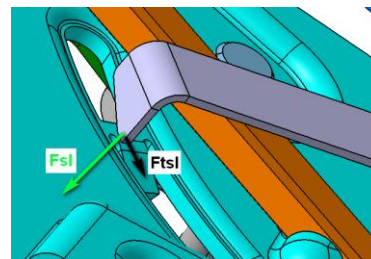
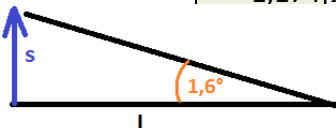
$f = 0,25$ Koeficient tření
 $F_{hf} = F_h \cdot f = 2,63$ N Třecí síla ve styku rohatky
 $M_{hf} = F_{hf} \cdot 4 = 10,50$ Nmm Moment od třecí síly

f) Třecí moment od styku sliding lever for hook s plechem

F_{sl} je síla, kterou působí sliding lever for hook na plech.

Výpočet F_{sl} ze vztahů pro výpočet listové pružiny:

$s = \psi \cdot (4 \cdot F_{sl} \cdot l^3) / (E \cdot b \cdot t^3)$ Výpočet deformace
 $s = 1,174$ mm Hodnota def. odečtená z modelu a přepočtená funkcí cotg do směru působení síly F_{sl}



Ze vzorce pro výpočet deformace vyjádřím sílu F_{sl} :

$F_{sl} = (s \cdot E \cdot b \cdot t^3) / (\psi \cdot 4 \cdot l^3)$

$\psi = 1$ Koef. pro $b = \text{konst}$
 $b = 8,6$ mm Šířka pružin. plechu
 $l = 42$ mm Rameno síly F_{sl}
 $E = 210000$ Mpa Modul pružnosti
 $t = 1$ mm Tloušťka pružin. plechu

$F_{sl} = 7,15$ N Síla od sliding lever for hook působící kolmo na plech

$F_{tst} = F_{sl} \cdot f = 1,8$ N Třecí síla

$M_{tst} = 65,5$ Nmm Moment třecí síly F_{tst} k ose západky

f) Čepové tření háku

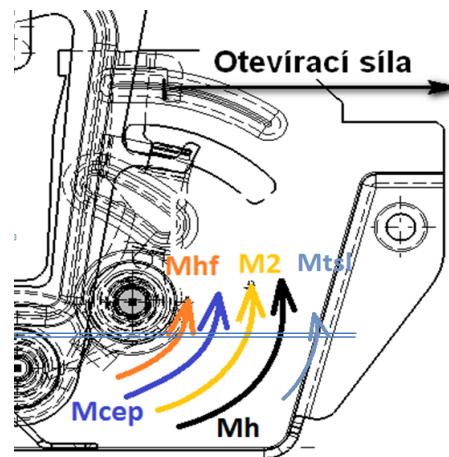
Čepové tření háku lze zanedbat, protože je uvažováno působení momentu pružiny háku $M_{h'}$ již od začátku zdvih západky.

Výpočet 4 - Otvírací síla - druhé zatažení

Otevírací síla pro druhý zdvih, tedy pro odjištění záchytného háku vyplývá z momentové rovnováhy.

$$M_o > M_2 + M_{cep} + M_h + M_{hf} + M_{ts}$$

F_{o_2}		Otevírací síla (2. zdvih)
l	=	49,9 Nmm
$M_{o_2} = F_{o_2} \cdot l$		Moment od otevírací síly
$M_2 + M_{cep} + M_h + M_{hf} + M_{ts}$		1115,1 Nmm
M_{o_2}	>	1115,1 Nmm
F_{o_2}	>	22,3 N



$$F_{o_1} > F_{o_2}$$

Na základě výpočtu lze říci, že otevírací síla na zámku nepřesáhne 30 N

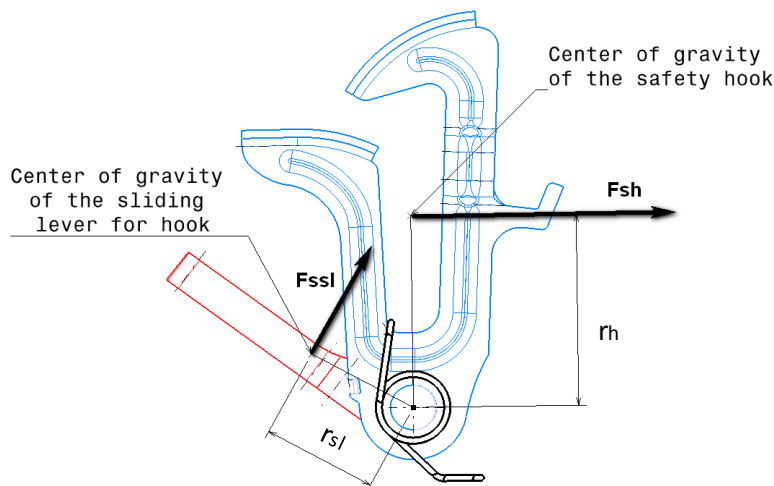
Výpočet 5 - Otevírací síla - vyhodnocení

V podkapitole 6.3.3 byl uveden výpočet pop-up síly pro ověření použitelnosti pop-up pružiny, ověření propadnutí strikeru vlastní vahou kapoty přes záchytný hák a výpočet pop-up síly a výpočet otevírací síly na zámku. Výpočty byly provedeny pomocí SW MS Excel pro snadnou editaci a aktualizaci.

Aby bylo možné prohlásit pružiny za plně vyhovující, je nutné provést výpočet 30G. Tento výpočet se u kapotových zámků provádět nemusí, respektive není předepsán zákonem. Některé automobilky však tento výpočet požadují, proto bude pro daný případ výpočet doplněn. V daném případě je tento výpočet důležitý pouze pro dvě pružiny. Pro pružinu háku a pružinu západky tento výpočet simuluje chování při nárazu. Pružiny tedy musí udržet hák i západku v poloze zamčeno i při přetížení 30G.

Výpočet 30G

1. Pro pružinu háku



Výpočet 6 - 30G - 1/3

m_h	=	50,2	g	Hmotnost záchytného háku
m_{sl}	=	3,6	g	Hmotnost pružné páky háku
r_h	=	47,8	mm	Rameno, na kterém působí setrvačná síla háku
r_{sl}	=	27,4	mm	Rameno, na kterém působí setrvačná síla páky
g	=	9,81	$m \cdot s^{-2}$	Tíhové zrychlení

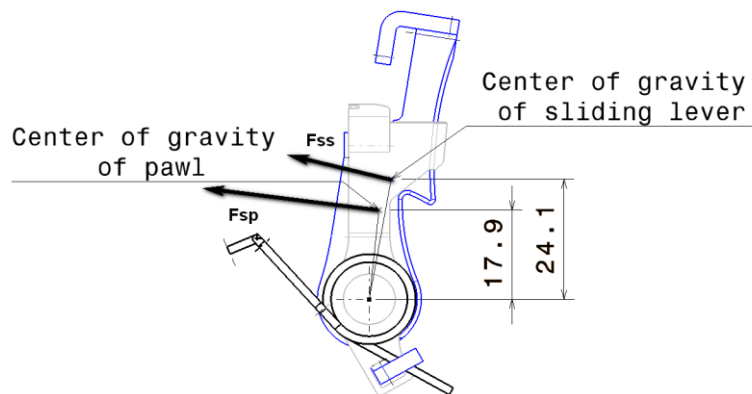
$F_{sh} = m_h \cdot 30 \cdot g$	=	14,77	N	Setrvačná síla háku při nárazu
	=	1,06	N	Setrvačné síla pružné páky při nárazu

$M_{sh} = F_{sh} \cdot r_h$	=	706,19	Nmm	Moment od setrvačné síly F_{sh}
$M_{ssl} = F_{ssl} \cdot r_{sl}$	=	29,03	Nmm	Moment od setrvačné síly F_{ssl}
$M_{sc} = M_{sh} + M_{ssl}$	=	735,22	Nmm	Celkový setrvačný moment působící při nárazu proti směru momentu, který vyvolává pružina háku
$M_s + M_c$	=	757	Nmm	Hodnota momentu pružiny háku včetně čepového tření

Podmínka: **$M_{sc} < (M_s + M_c)$** Podmínka je splněna

Z uvedeného vyplývá, že setrvačné síly záchytného háku a pružné páky háku nepřemůžou pružinu háku ani při přetížení 30G. Záchytný hák tedy zůstane i v takové situaci v poloze zamčeno.

2. Pro pružinu západky



m_p	=	25,667	g	Hmotnost západky
m_{ss}	=	5,193	g	Hmotnost pružné páky
r_p	=	17,9	mm	Rameno, na kterém působí setrvačná síla západky
r_{ss}	=	24,1	mm	Rameno, na kterém působí setrvačná síla pružné páky
g	=	9,81	$m \cdot s^{-2}$	Tíhové zrychlení

Výpočet 7 - 30G - 2/3

$$F_{sp} = m_p \cdot 30 \cdot g = 7,55 \text{ N} \quad \text{Setrvačná síla háku při nárazu}$$

$$F_{ss} = m_{ss} \cdot 30 \cdot g = 1,53 \text{ N} \quad \text{Setrvačné síla pružné páky při nárazu}$$

$$M_{sp} = F_{sp} \cdot r_p = 135,21 \text{ Nmm} \quad \text{Moment od setrvašné síly } F_{sh}$$

$$M_{ssl} = F_{ssl} \cdot r_{sl} = 36,83 \text{ Nmm} \quad \text{Moment od setrvašné síly } F_{ssl}$$

$$M_{sc2} = M_{sh} + M_s = 172,05 \text{ Nmm} \quad \text{Celkový setrvačný moment působící při nárazu proti směru momentu, který vyvolává pružina háku}$$

$$M_{s2} + M_{c2} = 238 \text{ Nmm} \quad \text{Hodnota momentu pružiny západky včetně čep. tření}$$

Podmínka: $M_{sc2} < (M_s + M_c)$ Podmínka je splněna

Z výpočtu vyplývá, že pružina západky je navržena tak, aby ani při přetížení 30G nedošlo k jejímu vyklonění, a tím k odemčení zámku.

Výpočet 8 - 30G – 3/3

Navržené pružiny byly zkontrolovány na životnost i na vlastní funkčnost v celém systému. Výsledky, tedy zda ta která pružina vyhovuje či nikoli, jsou uvedeny v tabulce 12.

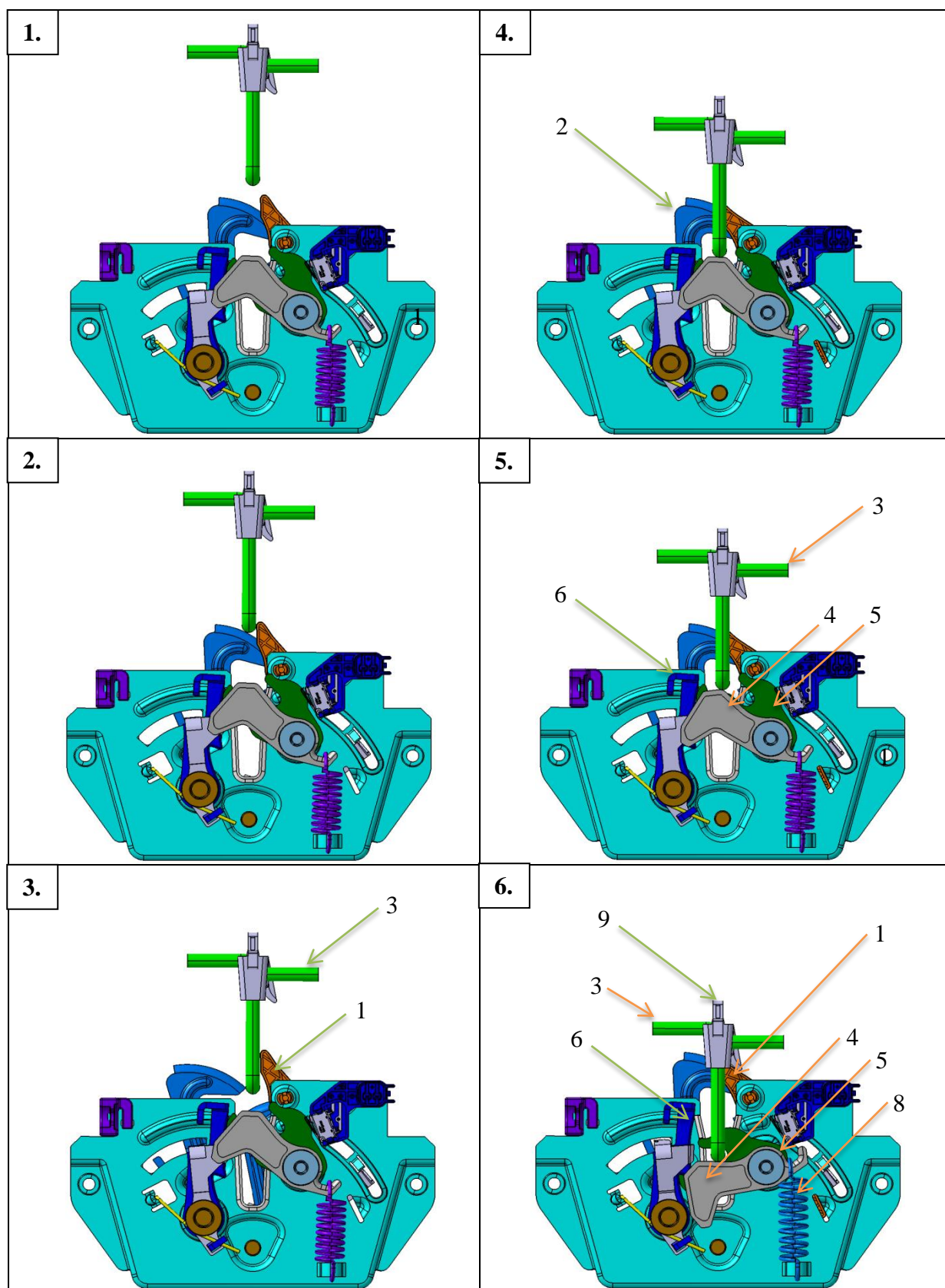
	Vyhovuje – OK / Nevyhovuje – NOK
Pružina západky (leg spring for pawl)	OK
Pružina háku (leg spring for hook)	OK
Pop-up (zkrutná) pružina (leg spring for pop-up)	NOK
Pop-up (tažná) pružina (leg spring for pop-up)	OK

Tabulka 12 – Výsledné hodnocení pružin

6.3.4 Funkční analýza

Pro ověření funkce zámku nestačí pouze kontrolovat pružiny, ale celý koncept jako celek. Funkční analýzou lze vyloučit případné kolize v sestavě a eliminovat slabá místa konstrukce, která mohou negativně ovlivnit funkci systému. Tato analýza bude provedena pro celou zamykací a odemykací sekvenci. Koncept obsahuje několik míst, která vyžadují v rámci funkční analýzy větší pozornost. Následně bude tedy analýza zaměřena na předpokládaná „slabá“ místa konstrukce, což znamená, že bude uvedeno několik menších funkčních analýz pro ověření funkce právě v těchto „slabých“ místech. Součástí funkční analýzy bude i popis jednotlivých dílů a funkce celého systému.

Zamykácí sekvence



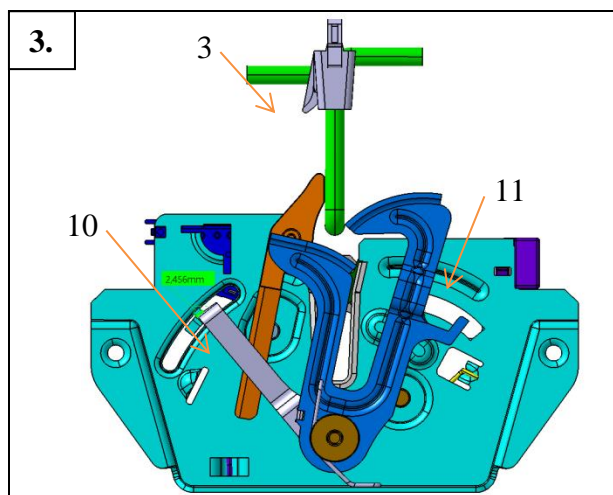
Tabulka 13 - Zamykácí sekvence nového konceptu

Popis funkce zámku v jednotlivých krocích během zamykání:

V 1. a 2. pozici lze zámek popsat stejně jako u stávajícího stavu, viz str. 23.

3. Striker (3) se pohybuje ve směru osy z a vyklání záchytný hák. Během tohoto pohybu striker prochází kolem wedge lever (1), se kterou v této fázi nesmí být striker v kontaktu.
4. Kapota je zajištěna záchytným hákem (2).
5. Striker (3) začíná stlačovat pop-up páku, která se opře o rohátku a přenáší na ni síly od strikeru. Tímto pohybem dochází k vlastnímu zamykání rohátkou a zároveň dochází k vyhnutí západky (6). Kontura rohátky a západky jsou v této situaci neustále ve styku.
6. Striker (3) je přivařený k plechu, který není v sestavě zahrnut. Do tohoto plechu je přes striker uchycena reversing lever (9). Dalším pohybem strikeru tedy dojde zároveň k pohybu reversing lever. V určité poloze strikeru pak dojde ke kontaktu reversing lever a wedge lever (1). Wedge lever je pak vlivem působení reversing lever otočena do polohy zamčeno. Přesná funkce wedge lever bude vysvětlena v dalším textu. V této poloze zároveň nastává situace, kdy rohátka (5) proběhne celou zamykací konturou na západce (6). V této pozici je zámek v poloze zamčeno. Pop-up páka (4) stále tlačí na striker (3) vlivem předepnutí pop-up pružinou (8) a tím vymezuje vůle strikeru a zabráňuje tak vibracím a rachtání.

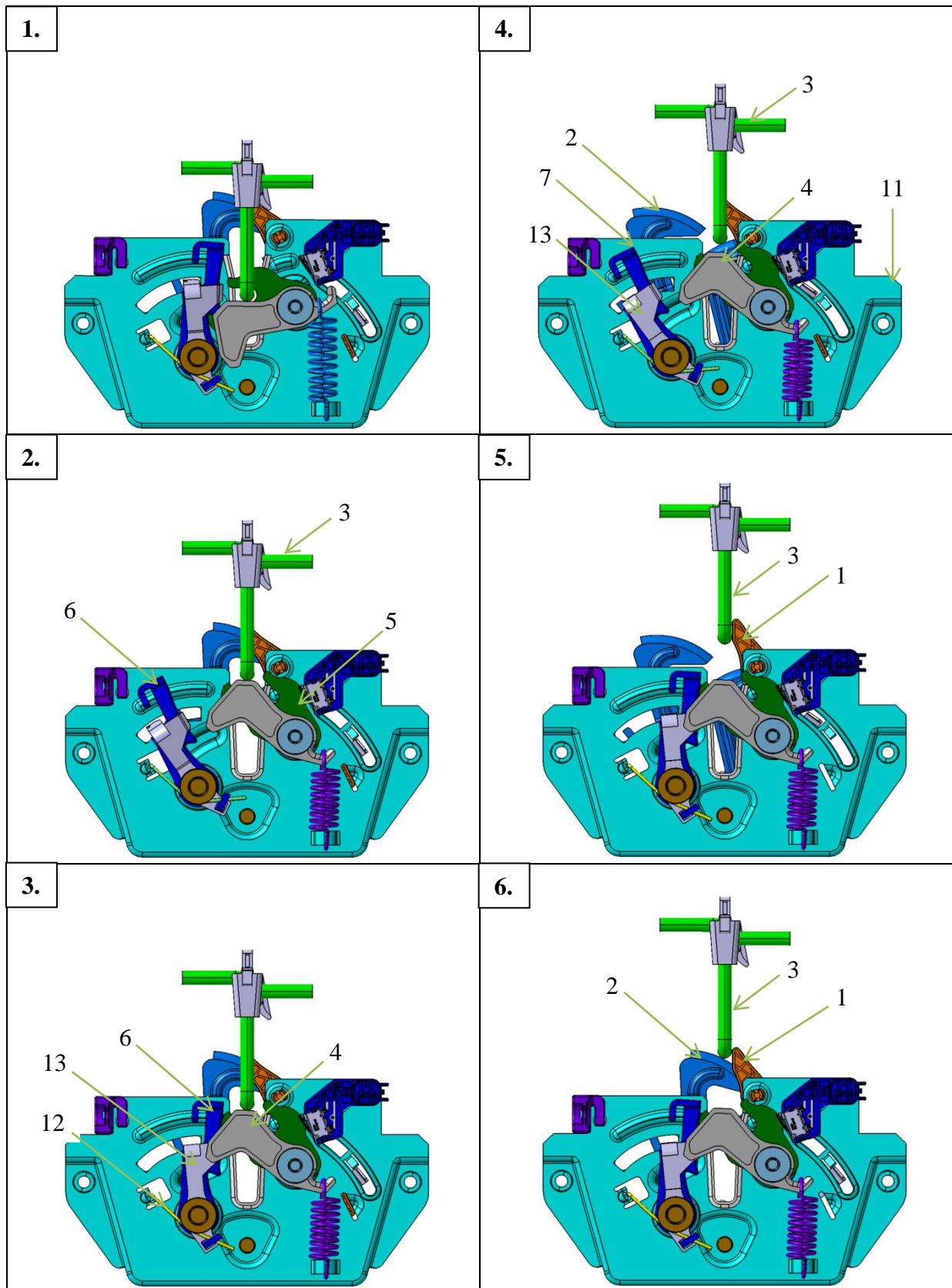
Z opačného pohledu na zámek při zamykání je hák neustále v poloze zamčeno až na 3. pozici. Z tohoto důvodu je potřeba uvést a vysvětlit situaci z opačného pohledu, viz tabulka 14.



Tabulka 14 – 3. pozice - pohled zezadu

Záchytný hák (2) je spojen se sliding lever for hook (10) a díky tomu jsou vlivem působení strikeru (3) při zamykání v pohybu oba dva díly současně. Při zamykání nesmí dojít k situaci, že hák bude zastaven v poloze odemčeno. Taková situace by mohla nastat v případě, že třecí síla mezi sliding lever for hook a základním plechem (11) bude příliš velká a pružina háku (12) slabá na její překonání. Tvrzení, že k takovéto situaci nedojde, je podloženo výpočtem, viz výpočet 4 – druhé zatažení. Dále by mohla nepříznivá situace nastat při zapadnutí sliding lever for hook do otvoru v základním plechu. K této situaci však také nedojde, protože v dané situaci je mezi těmito dvěma díly 2,45mm materiálu.

Odemykáč sekvence

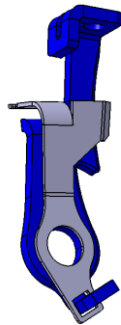


Tabulka 15 - Odemykáč sekvence nového konceptu

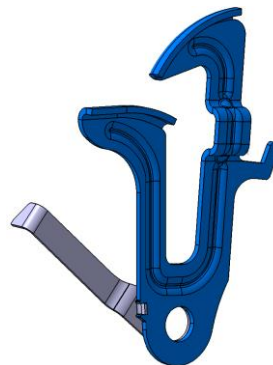
Popis funkce zámku v jednotlivých krocích během odemykání:

1. Stav zamčeno, viz odemkací sekvence u stávajícího stavu (str. 25).
2. Při zatažení za uvolňovací páku umístěnou v kabině vozu je přes bovden přenesena otevírací síla na západku (6) a dojde k jejímu vyhnutí. Západka odemyká rohatku (5) a ta je vlivem předeprnutí pop-up páky (4), se kterou je rohatka spojena, vykloněna do pozice odemčeno. Pop-up páka zároveň nadzvedává kapotu, striker (3) se pohybuje ve směru osy z.
3. Dalším funkčním bodem během odemykání je situace, kdy uživatel pouští páku po prvním zatažení a západka (6) má snahu vrátit se do původní pozice. Zpětný moment zajišťuje zkrutná pružina (leg spring for pawl) (12). Západka je v trvalém kontaktu se sliding lever (13), viz obr. 29. Při zpětném pohybu západky se tedy vrací i sliding lever. Díky vhodné konstrukci pop-up páky zajede sliding lever pod rameno pop-up páky (4) a tím dojde k vyhnutí sliding lever ve směru osy x.
4. V pozici 4 je již sliding lever (13) částečně pod pop-up pákou (4), a tak je vyhnuta ve směru osy x do otvoru mezi plechem a hákem. V tento okamžik je zámek připraven k úplnému odemčení. Po druhém zatažení za uvolňovací páku z kabiny vozu dojde k vyhnutí záchytného háku (2). Kontura háku nadzvedává striker (3) a kapota je připravena ke zdvihnutí. Hák zůstane po druhém zatažení v poloze odemčeno díky sliding lever for hook (14), která při druhém zatažení zaskočí do otvoru v základním plechu (11). Tato funkce sliding lever for hook je popsána v tabulce 16, pozice 4.
5. Kapota je odemčená. Při jejím zdvínání dojde ke kontaktu mezi strikerem (3) a wedge lever (1). Působením strikeru dochází k pootočení wedge lever kolem její osy. Tímto pootočením wedge lever nadzvedává sliding lever for hook (14), kterou tak odjistí z aretační polohy. Protože jsou sliding lever for hook a záchytný hák spolu spojené (viz obr. 30), dojde k odjištění háku. Ilustrace této situace viz tabulce 16, pozice 5.
6. Striker (3) přestane působit na wedge lever (1) a opustí fishmouth (prostor v zámku, ve kterém se striker pohybuje). Hák (2) se vrátí do pozice zamčeno. Kapota je otevřena a zámek je připraven k opětovnému použití.

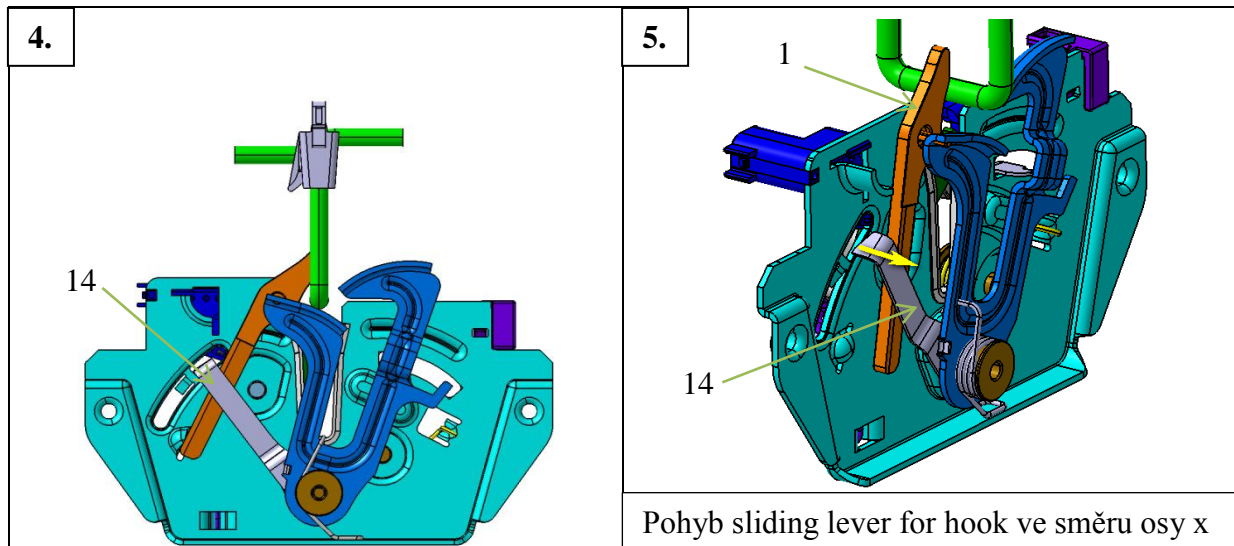
Pro správnou funkci při odemykání je nutné ověřit, zda sliding lever správně zachytí hák, aby ho byla schopna unášet při druhém zatažení. Dále je nutné zjistit, jestli wedge lever dostatečně nadzvedne sliding lever for hook, čímž odjistí záchytný hák do polohy zamčeno. Také je nutné ověřit, v jaký okamžik bude hák odjištěn vzhledem k pozici strikeru, a to z toho důvodu, aby hák nenarazil do strikeru při odemykání.



Obr. 29 - Spojení západky se sliding lever



Obr. 30– Spojení safety hook a sliding lever for hook

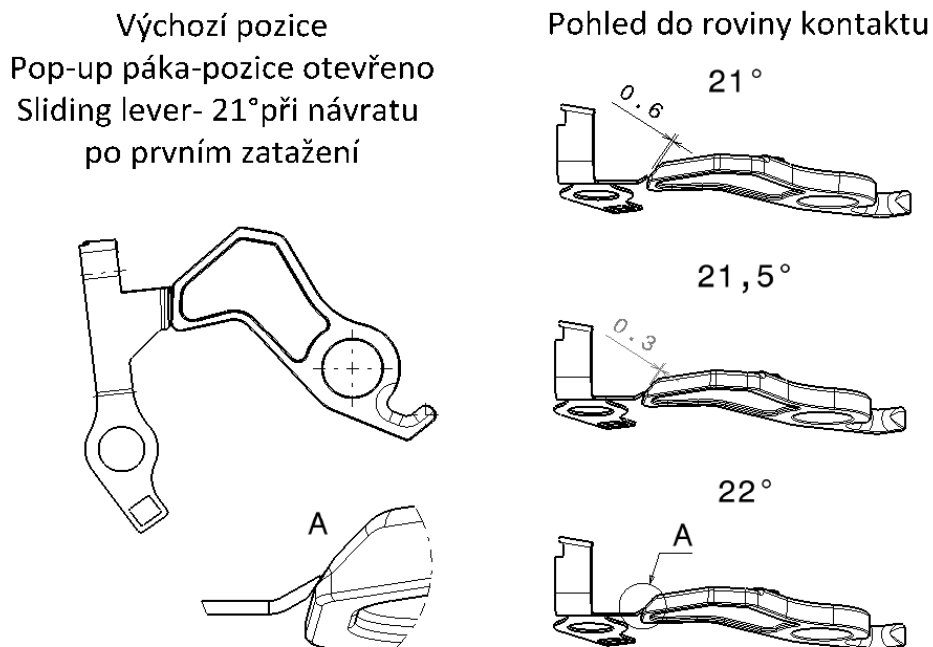


Tabulka 16 – 4. a 5. pozice - pohled zezadu

Ověření funkce v předpokládaných slabých místech konstrukčního návrhu

1. Zajetí sliding lever pod pop-up pákou

Při návratu západky a sliding lever do výchozí pozice po prvním zatažení za uvolňovací páku se sliding lever dostává do kontaktu s pop-up pákou. Ověření kontaktu viz obr. 31. Vzhledem k tomu, že sliding lever je navržena z pružinového plechu, bude po najetí sliding lever pod „nos“ pop-up páky tato pružná páka stlačena ve směru osy x.

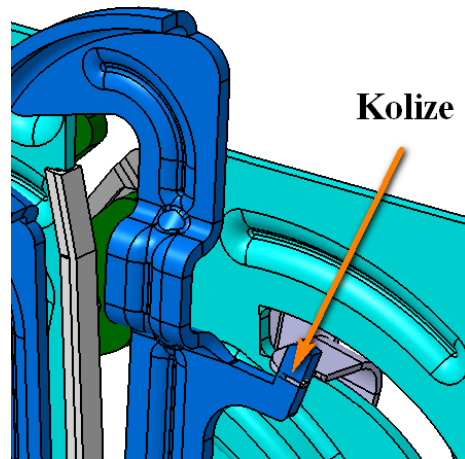


Obr. 31 - Kontakt sliding lever a pop-up páky

2. Zachycení háku pružnou pákou (sliding lever)

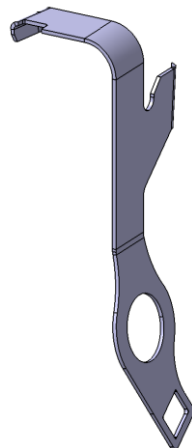
Tato část funkční analýzy má za úkol zjistit zda lze zaháknout sliding lever za záchytný hák tak, aby mohl být při druhém zatažení za uvolňovací páku unášen spolu se západkou a sliding lever. Tato funkční analýza odhalila kolizi, viz obr. 32.

Z důvodu této kolize byla data upravena tak, aby při zpětném pohybu sliding lever po prvním zatažení za uvolňovací páku došlo k zaskočení háčku na sliding lever za hranu záchytného háku tak, aby při druhém zatažení byl unášen spolu se západkou. Překryv je 0,7mm, viz obr. 35.

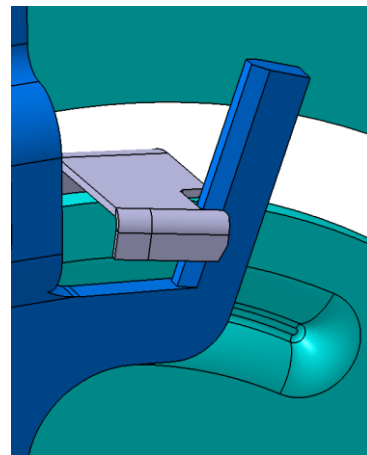


Obr. 32 - Kolize

Vlastní zaskočení proběhne díky změně na sliding lever (přidání opěrného ohybu), viz obr. 33. Systém využívá pružení plechu, který se předepíná při návratu v kontaktu s hákem a v určitý moment sliding lever zaskočí za hranu háku, viz obr. 34. K předepínání dochází při návratu sliding lever po prvním zatažení po natočení o úhel 24° a podobu natáčení o 4° , tzn. do pozice natočení o 28° .

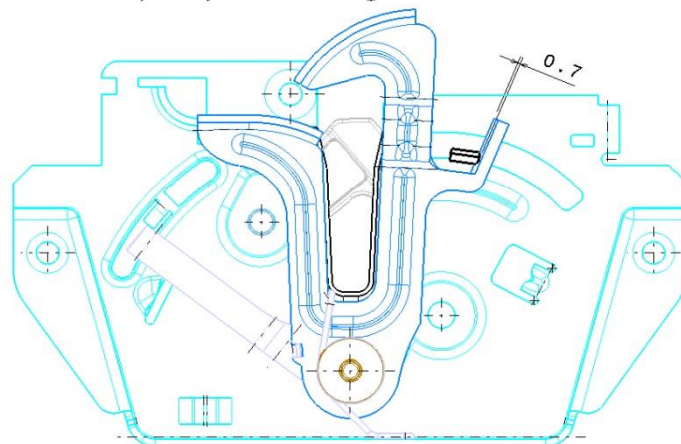


Obr. 33 - Sliding lever



Obr. 34 - Zachycení sliding lever za hák

Zachycení háku při druhém zatažení za uvolňovací páku
min. překryv nosu sliding lever za hranu háku

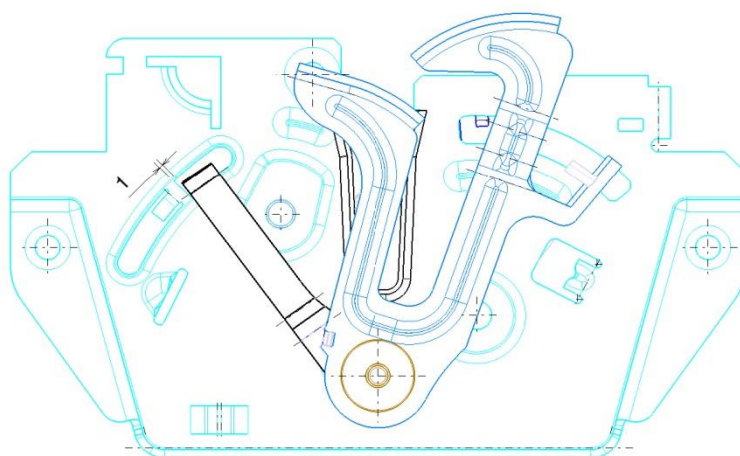


Obr. 35 - Překryv

3. Zajištění a odjištění záchytného háku

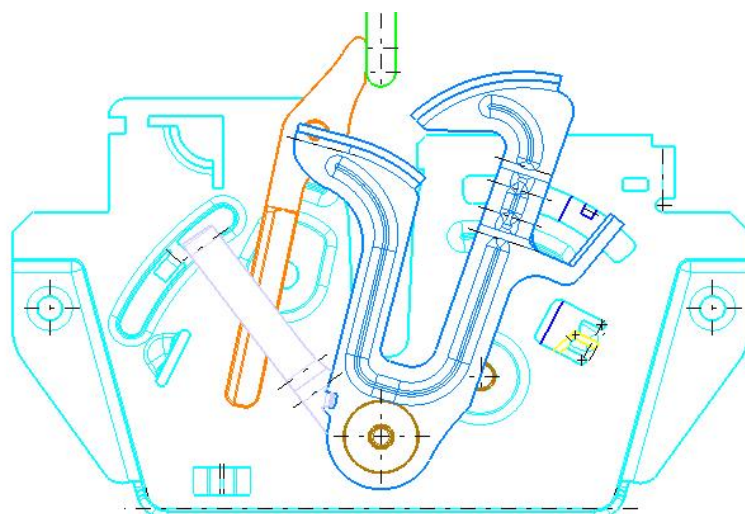
K zajištění záchytného háku v poloze odemčeno dojde po druhém zatažení za západku, která unáší záchytný hák a otevírá ho o úhel 17° . Vlastní zachycení háku v poloze odemčeno je provedeno pomocí pružné páky háku (sliding lever for hook), která po natočení háku o 17° zapadne do otvoru v základním plechu, čímž aretuje záchytný hák. Analýzou bylo ověřeno, že při druhém zatažení k této aretaci dochází. Sliding lever for hook je v otvoru plechu s vůlí 1mm, viz obr. 36.

Zjištění háku v poloze odemčeno při odemčení rohatky, tedy vyhnutí záchytného háku o 17° .

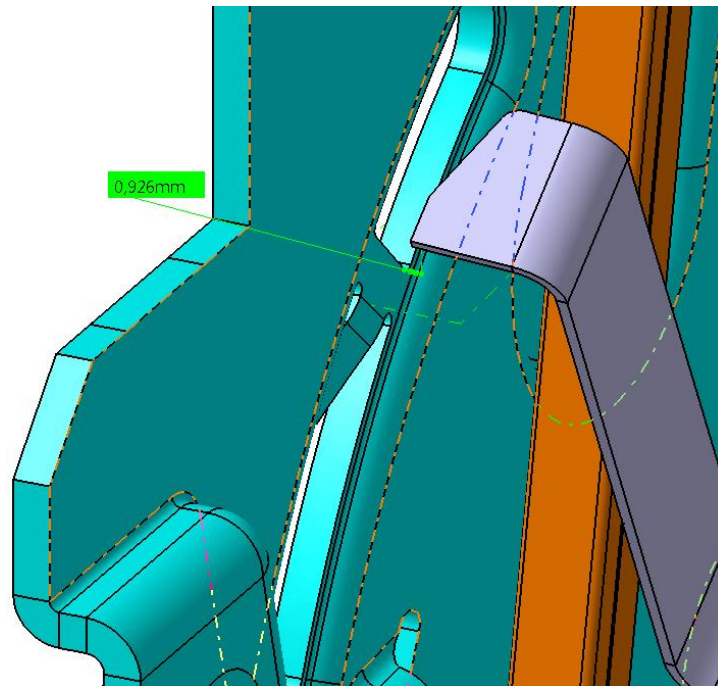


Obr. 296 - Zajištění záchytného háku

Poté co je hák zajištěn v poloze otevřeno a striker se dále zvedá ve směru osy z, je nutné, aby došlo k opětovnému uzamčení zámku hákem. Tento proces zajišťuje klínová páka (wedge lever), která při zdvíchání kapoty přichází do kontaktu se strikerem. Striker klínovou páku natočí o úhel 14° , čímž tato páka nadzvedává pružnou páku háku (sliding lever for hook) a dochází k odjištění záchytného háku do polohy zamčeno. Na obr. 37 je zobrazena situace, kdy striker otáčí wedge lever. Této situaci odpovídá nadzvednutí sliding lever for hook s dostatečnou rezervou (obr. 38) tak, aby mohl být záchytný hák vrácen do polohy zamčeno.



Obr. 307 - Kontakt strikeru s wedge lever

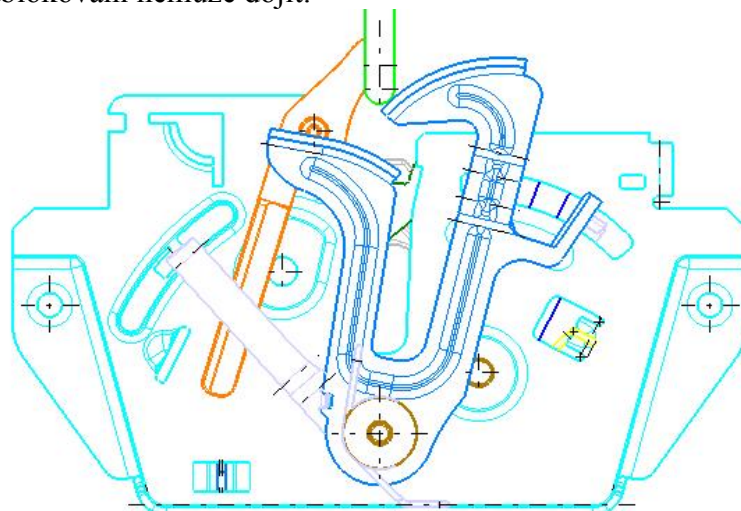


Obr. 38 - Nadzvednutí sliding lever for hook

Z analýzy vyplývá, že klínová páka (wedge lever) po průchodu strikeru dostatečně nadzvedne pružnou páku háku (sliding lever for hook) min. o 0,9mm nad úroveň základního plechu, a tak dojde k návratu záchytného háku do polohy zamčeno.

4. Ověření kolize mezi záchytným hákem a strikerem při odemykání

Tato analýza má za úkol vyvrátit možnost kolize se strikerem. Jedná se o situaci, kdy je záchytný hák uvolněn z aretační polohy a vrací se do polohy zamčeno. Při tomto pohybu nesmí dojít k naražení záchytného háku do strikeru tak, aby došlo k jeho zablokování. K uvolnění háku dojde již při vyhnutí wedge lever o 9°. Z analýzy však vyplývá, že v momentu uvolnění háku je striker již dostatečně vysunut ve směru osy z, takže k zablokování nemůže dojít.



Obr. 39 - Kontakt strikeru a záchytného háku

Z provedených funkčních analýz vyplývá několik konstrukčních úprav, po kterých je zámek schopen plnit svoji základní funkci i funkce přidružené, jako jsou funkce jednotlivých dílů a jejich vzájemná kooperace při plnění dílčích funkcí.

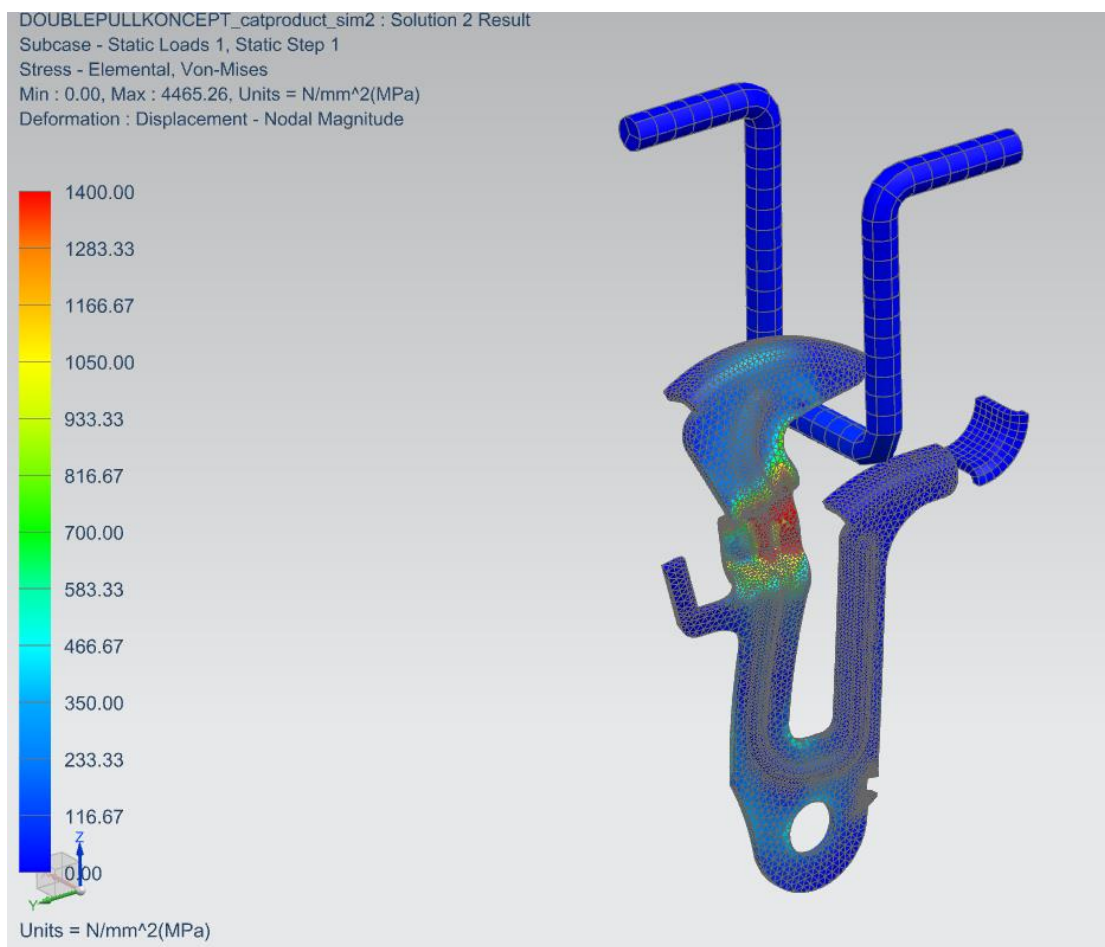
6.3.5 Pevnostní výpočty

Aby bylo ověřeno, že nový koncept předního kapotového zámku s double pull systémem splňuje pevnostní požadavky vyplývající ze zadání, je nutné provést několik pevnostních analýz metodou konečných prvků (FEM). Výpočty byly provedeny v SW NX 9 a Sim Designer. Pozornost byla věnována především na pevnosti záchytného háku, který nesmí mít pevnost ve směru osy z menší než 3kN. Dalším dílem, u kterého je nutná tato analýza, je bez pochyb rohátka. Ta musí ve směru osy z zachytit sílu až 5kN. Dále bude ověřena pevnost pop-up páky, která byla nově navržena z plastu, a v neposlední řadě je také nutné zkontrolovat základní plech, zda dokáže uведенé zatížení přenést do uchycovacích bodů dřív, než dojde k jeho přetržení v některém z kritických míst. V příloze č. 8 je uvedena FEM analýza nýtů. U každé z provedených pevnostních analýz bude uvedeno rozložení napětí na součásti a deformace. Výpočty zohledňují materiálovou nelinearitu analyzovaných dílů.

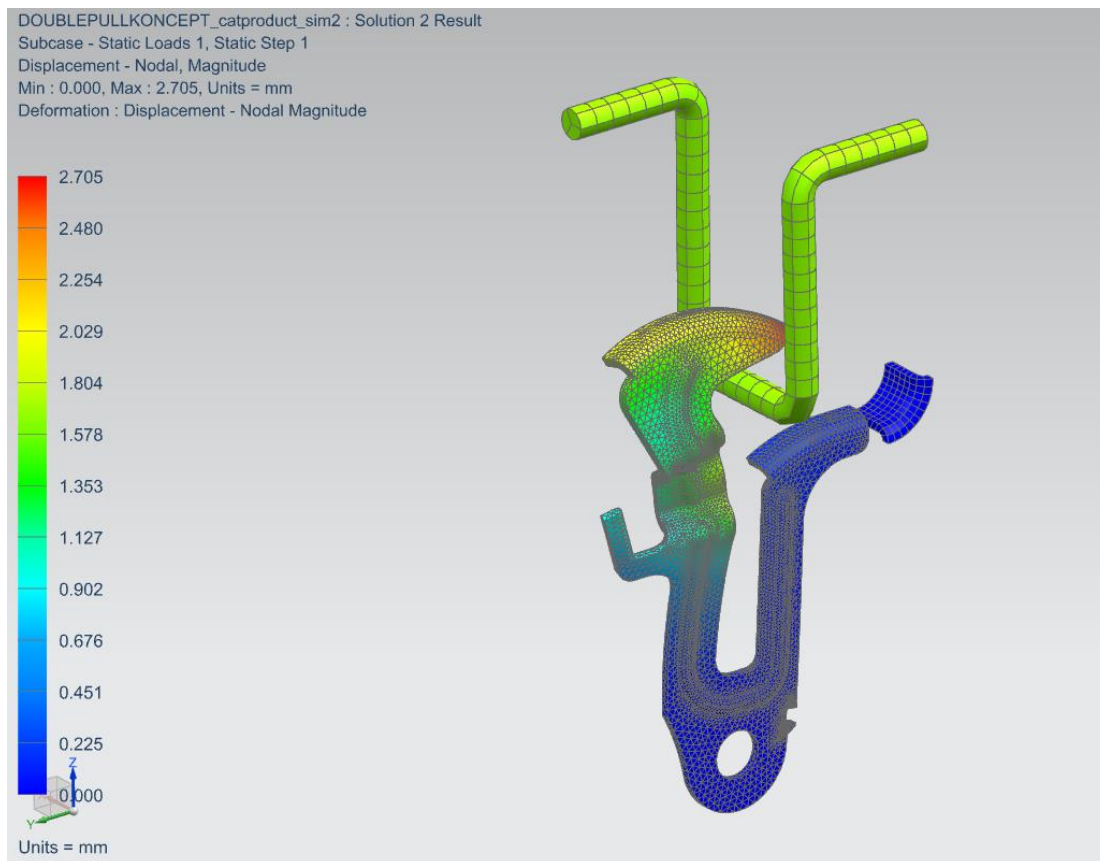
FEM záchytného háku

Vstupy

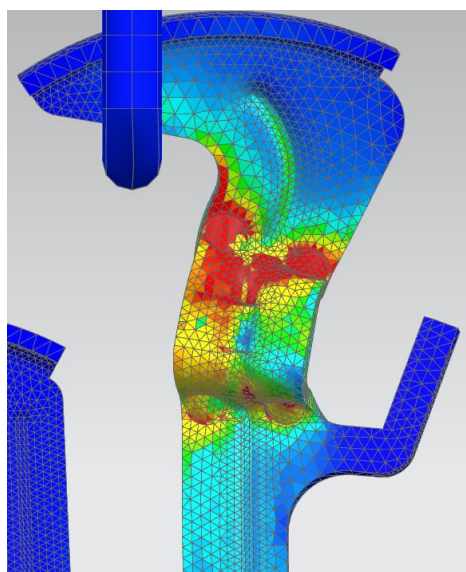
- vstupní data: striker, záchytný hák, část základního plechu;
- zatížení háku v místě kontaktu se strikerem silou 3kN ve směru osy z;
- kontakt mezi strikerem a hákem, kontakt mezi hákem a základním plechem;
- použité sítě: tetraedrová síť (záchytný hák, základní plech);
bricková síť (striker);
- materiál háku: 1.0980 (S420MC), $R_m = 620$ MPa.



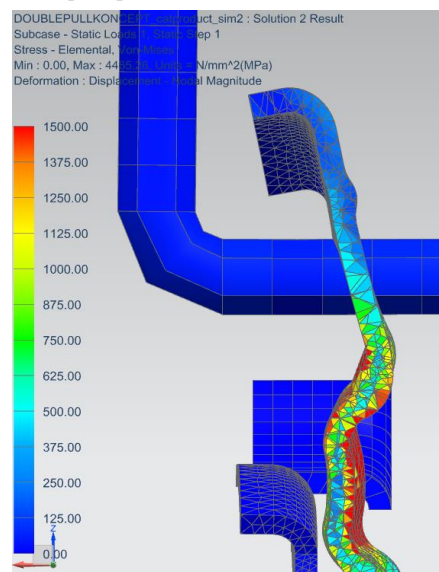
Obr. 40 - FEM - hák – stress [MPa]



Obr. 41 - FEM - hák – displacement [mm]



Obr. 42 - FEM - hák – detail rozložení
napětí v kritické oblasti



Obr. 43 - FEM - hák - řez v místě
kritické oblasti

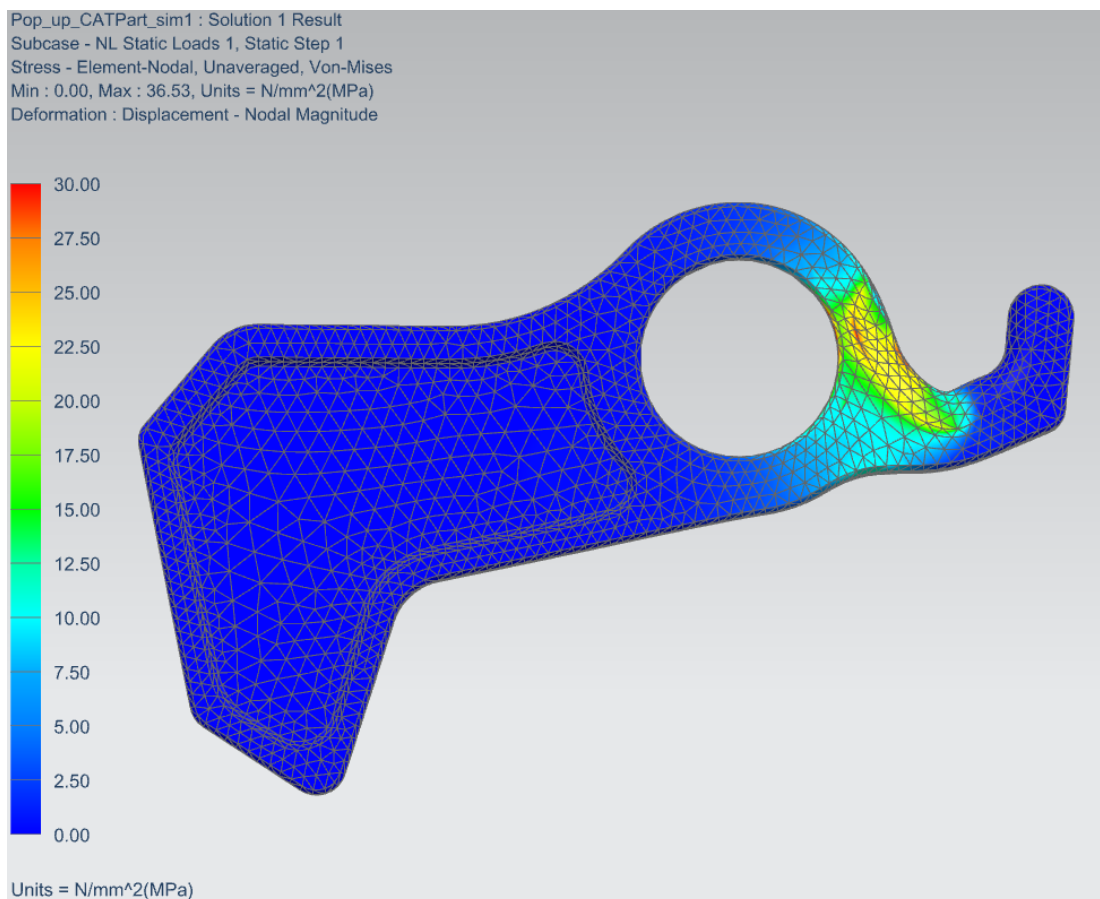
Výstupy:

- zjištění kritického místa na záchytném háku (z obr. 43 vyplývá, že napětí dosahuje kritických hodnot pouze na povrchu součásti);
- ověření maximálních hodnot napětí v porovnání s mezí pevnosti daného materiálu;
- ověření negativního úhlu vyklonění kontury háku při posunutí 2,7mm viz příloha č. 8;
- nutnost povrchového kalení háku na hodnotu 1300 – 1500 N/mm²;
- napětí v kontaktech a další informace k této analýze viz příloha č. 8.

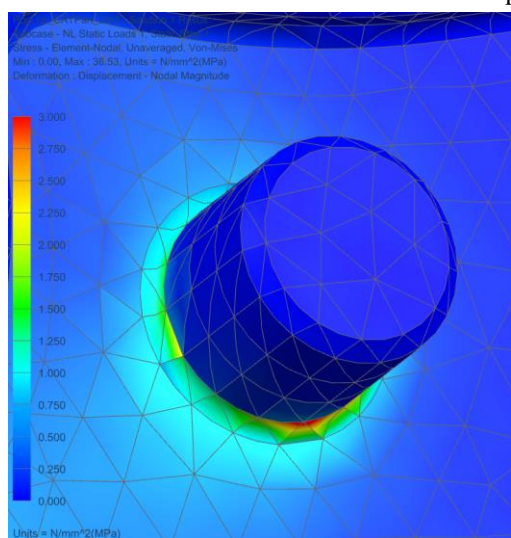
FEM Pop-up páky

Vstupy:

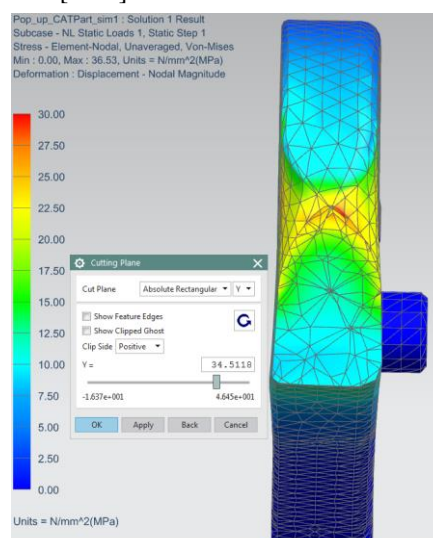
- vstupní data: pop-up páka, rohatka;
- zatížení pop-up páky od pop-up pružiny, 300N proti směru osy z;
- kontakt mezi čepem na pop-up páce a otvorem v rohatce;
- použité síť: tetraedrová síť;
- materiál pop-up páky: PA6.6 GF30, $R_m = 130$ MPa.



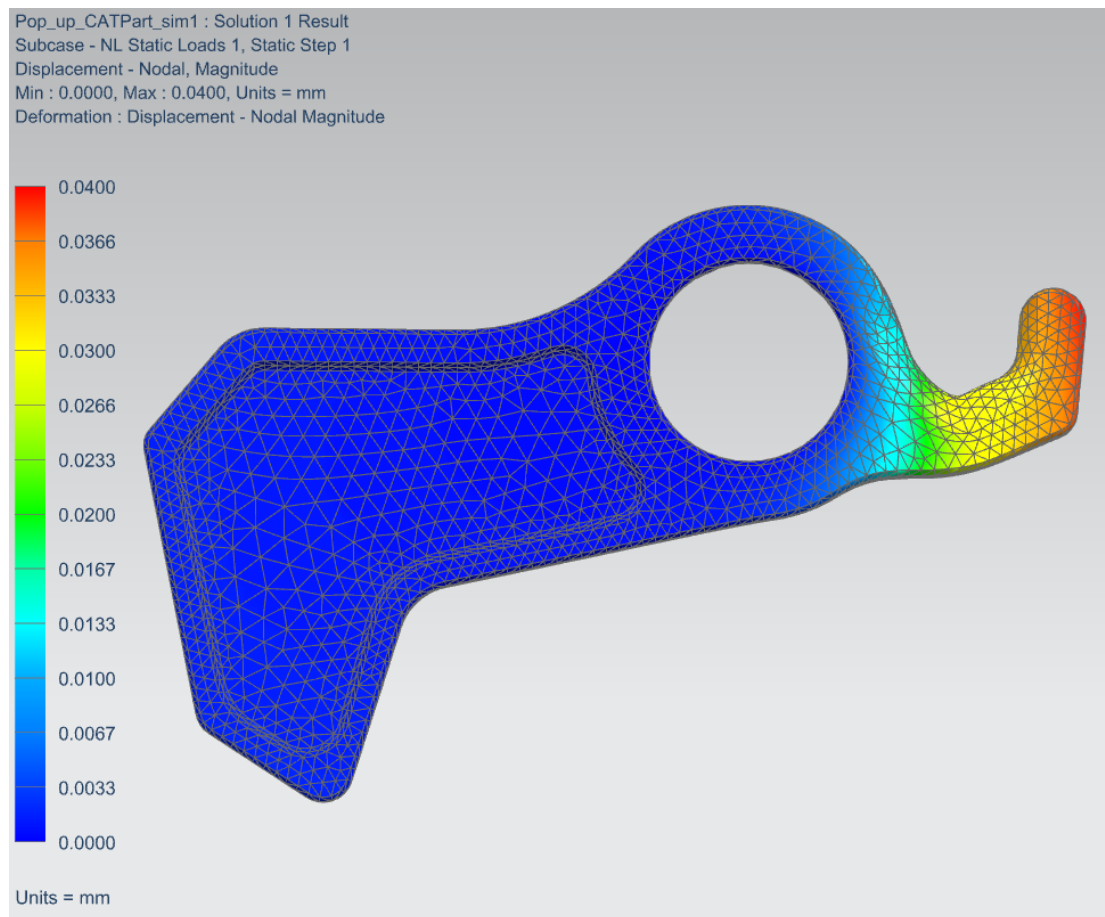
Obr. 44 - FEM - pop-up páka - stress [MPa]



Obr. 45 - FEM - pin pop-up páky - stress [MPa]



Obr. 46 - FEM - pop-up páka - řez



Obr. 47 - FEM - pop-up páka – displacement [mm]

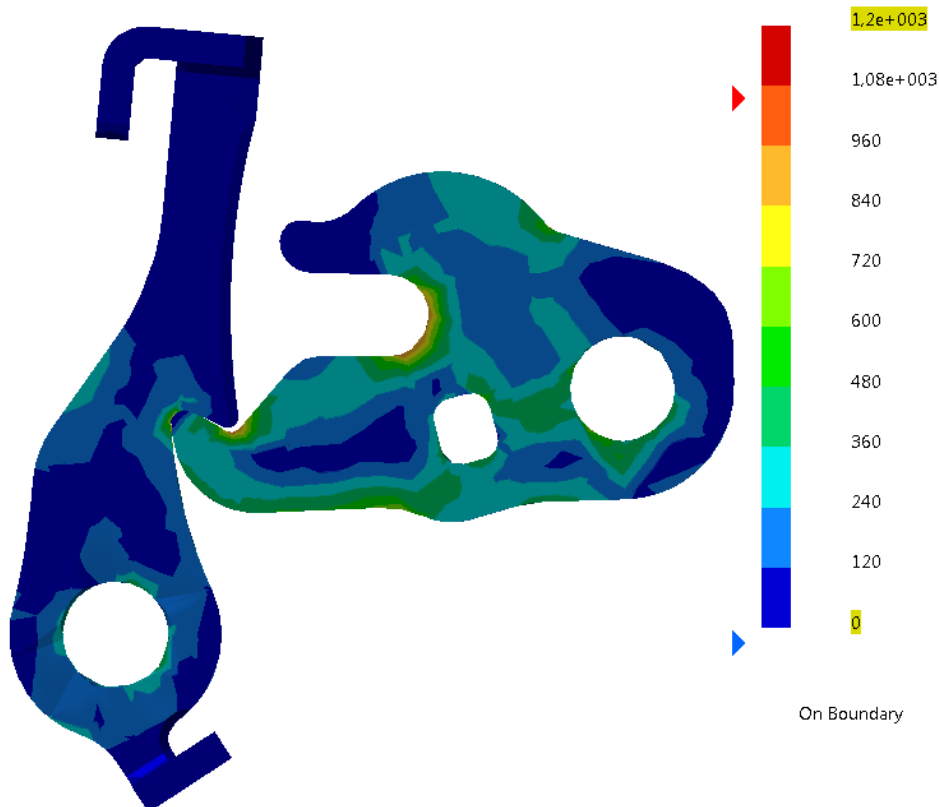
Výstupy:

- zjištění kritických míst na pop-up páce (v místě uložení pružiny a na pinu, který přenáší sílu na rohatku);
- ověření maximálních hodnot napětí v porovnání s mezí pevnosti daného materiálu;
- ověření maximálních posunutí: max 0,04mm;
- napětí v místě zachycení vyvolané silou pop-up pružiny se pohybuje kolem 30MPa;
- napětí v místě pinu nepřekročí hodnotu napětí 5MPa;
- průměrná hodnota napětí v oblasti pinu se pohybuje kolem 3MPa.

FEM rohatky

Vstupy:

- vstupní data: rohatka, západka, striker;
- zatížení rohatky od strikeru ve směru osy z 5kN;
- kontakty: rohatka – západka, rohatka – striker;
- použité síť: tetraedrová síť;
- materiál rohatky a západky 1.7225, $R_m = 1200$ MPa.



Obr. 48 - FEM - rohatka – stress [MPa]

Výstupy:

- ověření maximálních hodnot napětí v předpokládaném kritickém místě na rohatce (napětí nepřesáhne hodnotu 1080 MPa, toto napětí se vyskytuje pouze na povrchu vrubu, reálné napětí na rohatce při zatížení 5kN v ose z se pohybuje v rozmezí do 600 MPa);
- maximální hodnoty napětí na západce jsou nižší než na rohatce, max. 720 MPa;
- maximální posunutí na rohatce se pohybují v rozmezí do 1mm, viz obr. 52;
- rohatka i západka svojí konstrukcí a pevností vyhovují požadavkům.

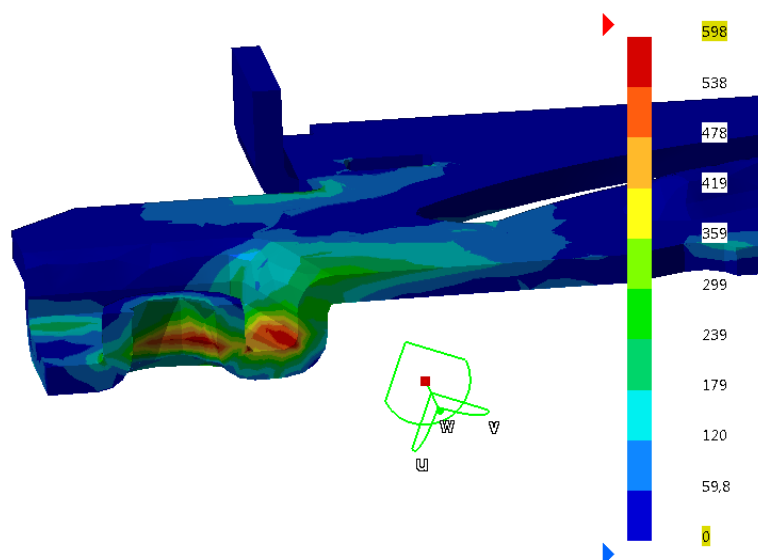
FEM základního plechu

Vstupy:

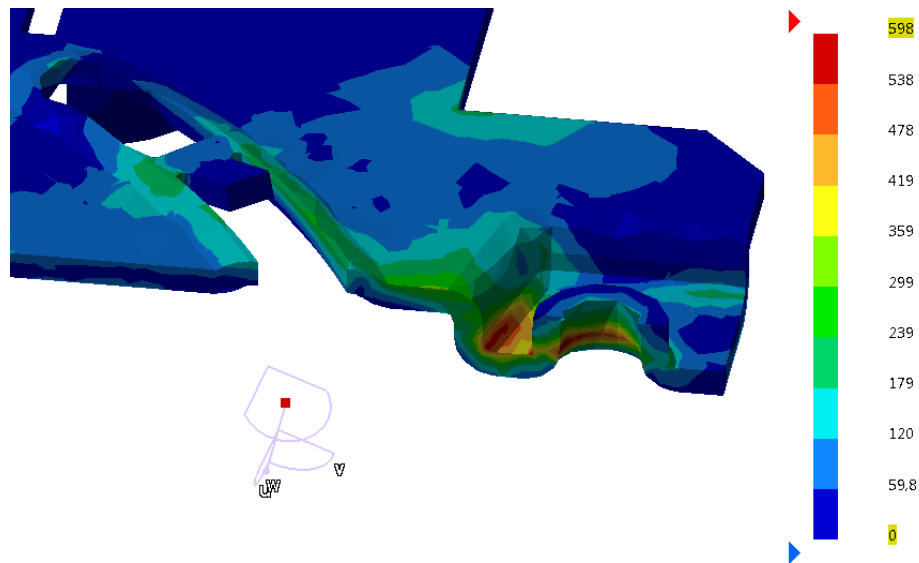
- vstupní data: základní plech, nýty, rohatka, západka;
- zatížení plechu: přenesené zatížení přes rohatku, západku a nýty od maximálního zatížení ve směru osy z 5kN;
- kontakty: rohatka – západka, rohatka – striker, nýt – rohatka, nýt – západka, nýty – plech;
- použité síť: tetraedrová síť;
- materiál plechu: 1.0984 S500MC, $R_m = 598$ MPa.



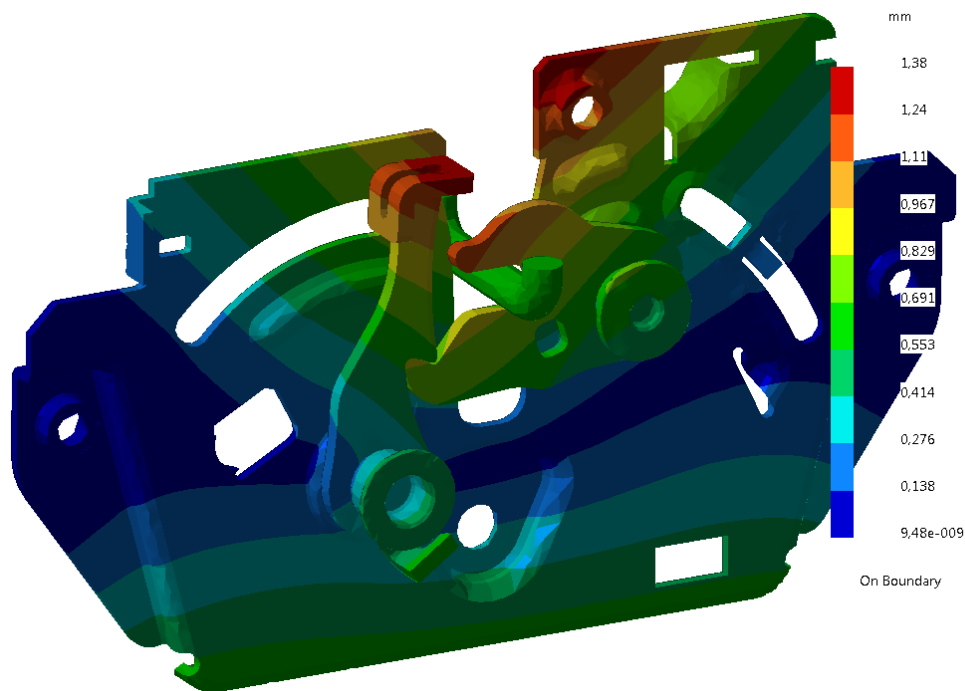
Obr. 49 - FEM - base plate - stress [MPa]



Obr. 50 - FEM - base plate - řez v místě uchycení zámku k zástavbě [MPa]



Obr. 51 - FEM - base plate - řez v místě uchycení zámku k zástavbě [MPa]



Obr. 52 - FEM - displacement [mm]

Výstupy:

- ověření maximálních hodnot napětí, špičky napětí v uchycovacích bodech, maximální hodnoty přesáhnou mez pevnosti pouze v uchycovacích bodech, kde jsou špičky napětí, toto napětí však neprostupuje materiálem, a nezpůsobí tak porušení, viz obr. 50 a 51, průměrné napětí v uchycovacích bodech se pohybuje v hodnotách do 300 MPa;
- maximální posunutí na základním plechu do 1,38mm, viz obr. 52;
- maximální posunutí v uchycovacích bodech do 0,1mm, viz obr. 52;
- základní plech svojí konstrukcí a pevností vyhovuje požadavkům.

6.3.6 Toleranční analýzy

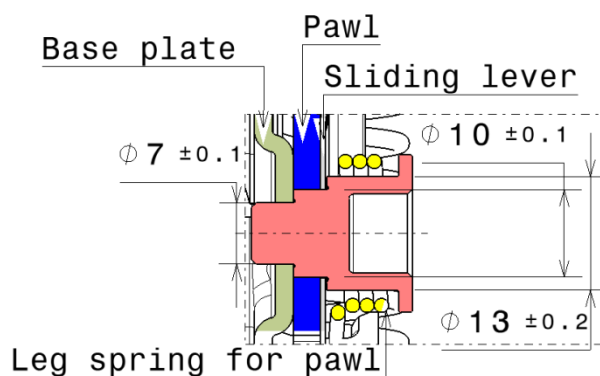
Toleranční výpočty jsou základním ukazatelem toho, jak správně navrhnout rozměrové a geometrické tolerance tak, aby bylo dosaženo funkčnosti, smontovatelnosti součástí apod. Při těchto analýzách je nutné vycházet z výkresů jednotlivých součástí sestavy. V konkrétním případě však není kompletní výkresová dokumentace předmětem DP, proto budou v jednotlivých analýzách uváděny pouze jednotlivé pohledy bez odkazu na kompletní výkres. Uvedené analýzy jsou provedeny metodou worst case a nezahrnují vliv vlhkosti a teploty.

Z důvodu rozsahu bude v této DP uvedeno celkem 6 tolerančních analýz. Tolerančně je tato práce zaměřena pouze na oblasti nýtů a jednotlivých dílů na nich uložených. Tyto analýzy lze rozdělit podle směru na toleranční analýzy prováděné ve směru osy y a analýzy prováděné ve směru osy x. Analýzy pro směr y budou uvedeny graficky a pro směr x budou vypočteny pomocí SW MITCalc z důvodu většího rozměrového řetězce. Dílčí rozdělení jednotlivých analýz je pro přehlednost provedeno podle jednotlivých nýtů.

Toleranční analýzy ve směru osy y

- Toleranční analýza v oblasti nýtu západky

Průměry nýtu a jejich tolerance jsou vedeny na obrázku č. 53. Průměry a tolerance jednotlivých dílů uložených na nýtu západky jsou uvedeny v tabulce č. 17. Kromě dílů jako je základní plech (base plate), západka (pawl) a pružná páka (sliding lever), je nutné uvažovat také nejmenší ϕ pružiny při pracovním zdvihu včetně výrobních tolerancí. V tabulce je rovněž uvedena výsledná vůle, která nastane při největším ϕ nýtu a nejmenším ϕ konkrétního dílu.



Obr. 53 - TA v oblasti nýtu západky (osa y)

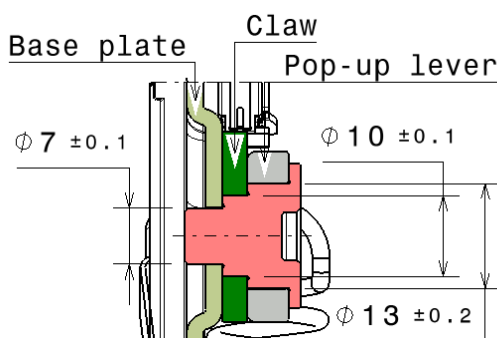
Díl	Rozeř [mm]	Výsledná vůle (worst case) [mm]
Base plate	7,1 ^{+0,15}	0
Pawl	10,1 ^{+0,15}	0
Sliding lever	10,1 ^{+0,15}	0
Leg spring for pawl	Dial.2 = 14,4	1,2

Tabulka 17 - Výsledky TA v oblasti nýtu západky

Z uvedené analýzy vyplývá, že díly tolerančně vyhovují, a je tedy zaručena jejich montáž a funkce. Zároveň je potvrzeno, že nedojde k sevření nýtu pružinou při pracovním zdvihu.

- Toleranční analýza v oblasti nýtu rohátky

Vstupní parametry jsou opět uvedeny na obr. č. 54 a v tabulce č. 18. Postup analýzy je shodný jako v předchozím případě.



Obr. 54 - TA v oblasti nýtu rohátky (osa y)

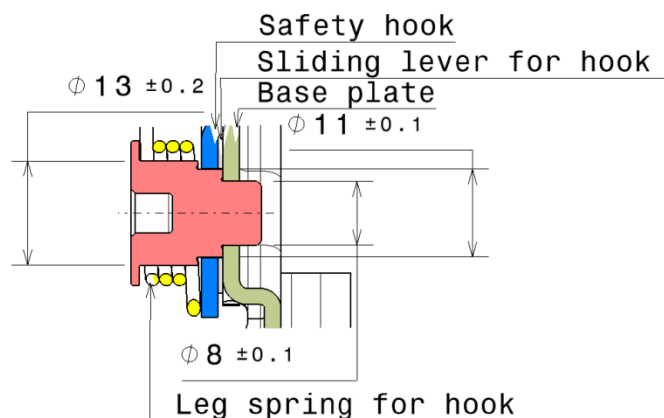
Díl	Rozměr [mm]	Výsledná vůle (worst case) [mm]
Base plate	$7,1^{+0,15}$	0
Claw	$10,1^{+0,15}$	0
Pop-up lever	$13,3 \pm 0,1$	0

Tabulka 18 - Výsledky TA v oblasti nýtu rohátky

Díly tolerančně vyhovují, a je tedy zaručena jejich montáž a funkce.

- Toleranční analýza v oblasti nýtu háku

Vstupy analýzy jsou popsány opět obdobně jako v předchozích dvou případech.



Obr. 55 - TA v oblasti nýtu háku (osa y)

Díl	Rozměr [mm]	Výsledná vůle (worst case) [mm]
Base plate	$8,1^{+0,15}$	0
Safety hook	$11,1^{+0,15}$	0
Sliding lever for hook	$11,1^{+0,2}$	0
Leg spring for hook	Dial.2 = 14,4	1,2

Tabulka 19 - Výsledky TA v oblasti nýtu háku

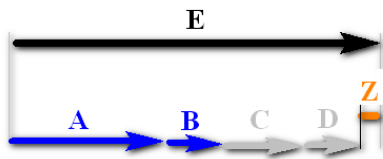
I tato toleranční analýza potvrdila smontovatelnost dílů a správné nastavení tolerančních mezí, stejně jako je tomu v předchozích případech. Výsledná vůle je v nejhorším případě 0mm. Tato hodnota je z hlediska pravděpodobnosti nastalé situace přijatelná. Uvedené rozměry a tolerance jsou vzhledem k výsledkům analýz ve směru osy y v pořádku.

Toleranční analýzy ve směru osy x

Pro toleranční výpočty byl použit software MITCulc. Při řešení těchto analýz se využívá metody Monte Carlo, která do výpočtu zahrnuje pravděpodobnost jednotlivých tolerancí.

- Toleranční analýza v oblasti nýtu západky

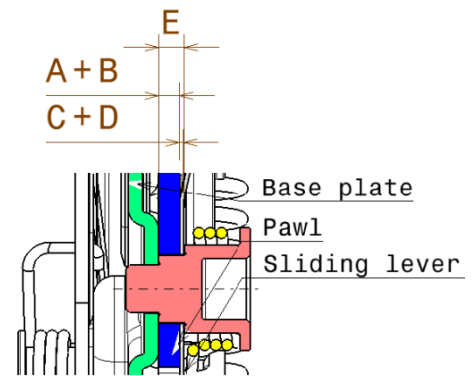
Tato analýza má za úkol zajistit správné nastavení tolerancí v axiálním směru nýtu. V tolerančním výpočtu provedeném v SW MITCulc jsou zahrnuté díly, jako je základní plech, nýt, západka a sliding lever. Vstupní hodnoty analýzy viz obr. 58. Toleranční řetězec uzavírá uzavírací člen Z, který určuje, jaká vůle v uložení vzniká. Kompletní toleranční analýza viz příloha č. 4.



Obr. 56 - TA - řetězec

Znak	Název členu	Úhel		
			Jmenovitý	Tolerance
A	Osazení nýtu	<input type="checkbox"/> [mm]	3.800	+0.20000 0
B	Rovinnost základního plechu 0.1	<input type="checkbox"/> [mm]	-0.050	-0.05000 -0.05000
C	Tloušťka západky	<input type="checkbox"/> [mm]	-3.000	+0.06000 -0.06000
D	Rovinnost západky	<input type="checkbox"/> [mm]	-0.050	+0.05000 -0.05000
E	Tloušťka sliding lever	<input type="checkbox"/> [mm]	-0.600	+0.05000 -0.05000
F	Rovinnost sliding lever	<input type="checkbox"/> [mm]	-0.050	+0.05000 -0.05000

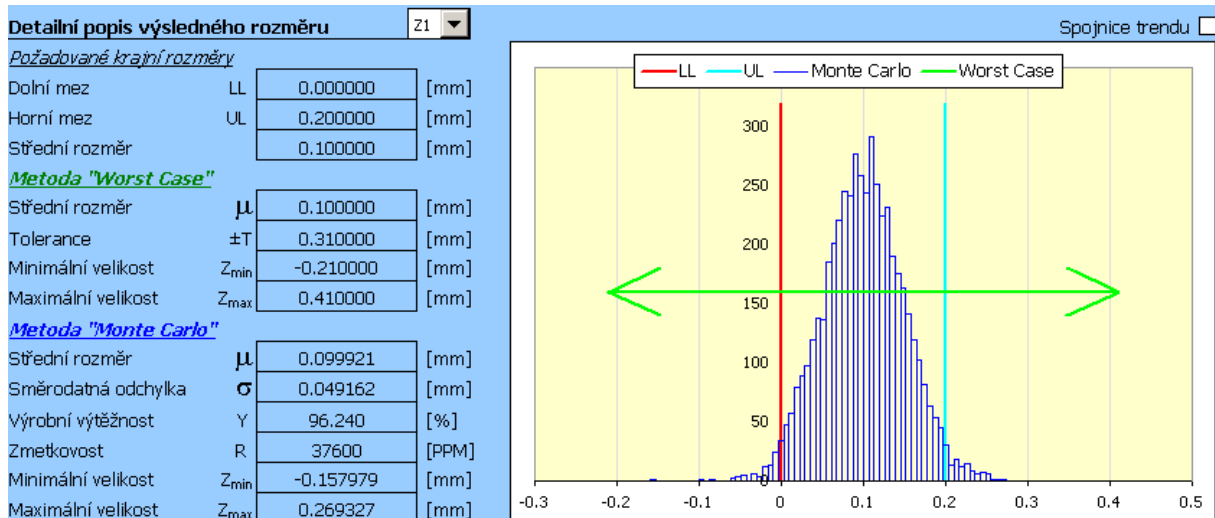
Obr. 58 - Vstupní hodnoty



Obr. 57 - TA v oblasti nýtu západky (osa x)

- Toleranční analýza v oblasti nýtu rohátky

Oproti předchozí analýze je v tomto případě nutné provést výpočty dva z důvodu dvojitého osazení nýtu v řešené oblasti. Analýza tedy obsahuje dva uzavírací členy Z1 a Z2. Z1 je uzavírací člen, který udává vůli v axiálním uložení rohátky na nýtu, a Z2 udává vůli v axiálním uložení pop-up páky na nýtu. Celá analýza viz příloha č. 5.



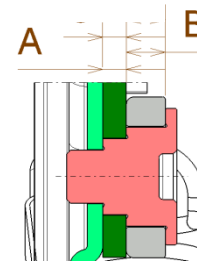
Obr. 59 - Výstup TA



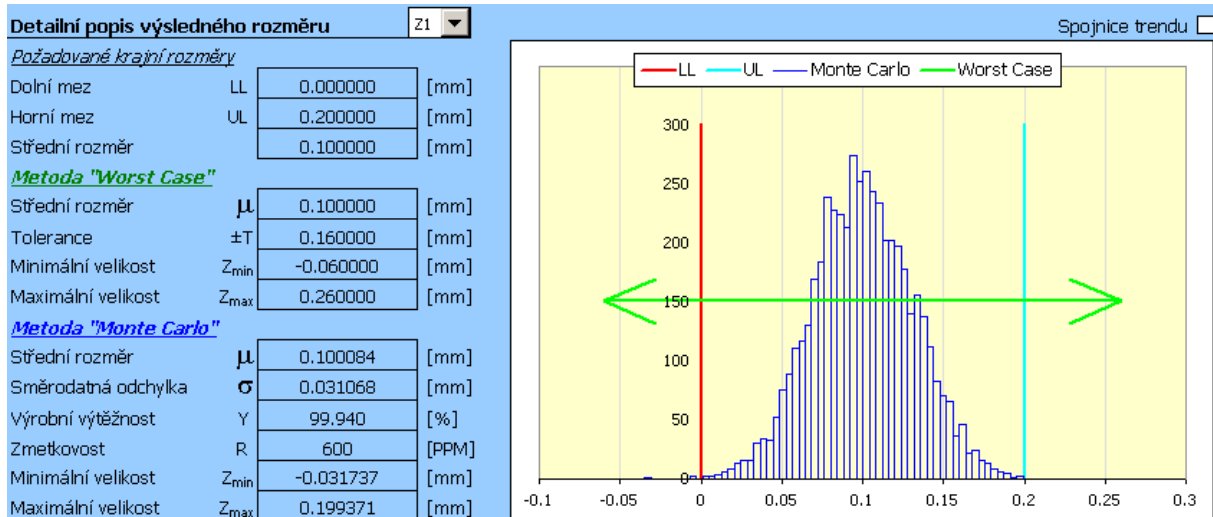
Obr. 60 - TA - řetězec

A	Osazení nýtu pro rohátku	<input type="checkbox"/> [mm]	3.200	+0.10000 0
B	Rovinnost základního plechu	<input type="checkbox"/> [mm]	-0.050	-0.05000 -0.05000
C	Tloušťka rohátky	<input type="checkbox"/> [mm]	-3.000	+0.06000 -0.06000
D	Rovinnost rohátky	<input type="checkbox"/> [mm]	-0.050	+0.05000 -0.05000
E	Osazení nýtu pro pop-up páku	<input type="checkbox"/> [mm]	5.000	+0.20000 0
F	Tloušťka pop-up páky	<input type="checkbox"/> [mm]	-5.000	+0.10000 -0.10000

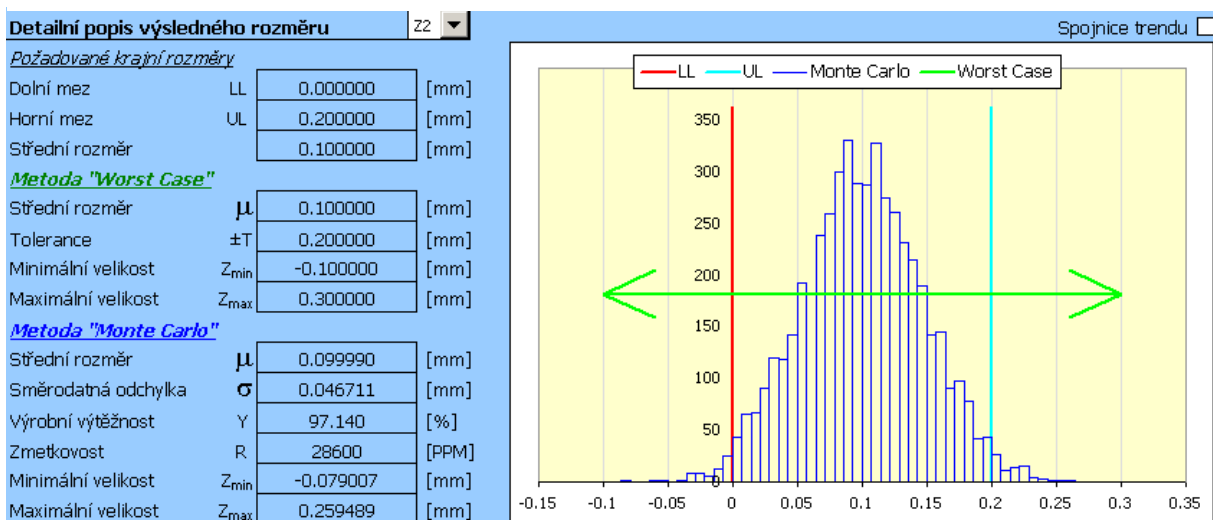
Obr. 61 - Vstupní hodnoty



Obr. 62 - TA v oblasti nýtu rohátky (osa x)



Obr. 63 - Výstup TA pro uzavírací člen Z1



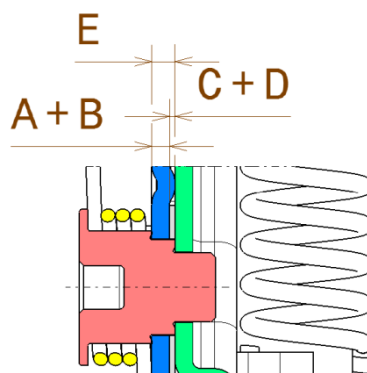
Obr. 64 - Výstup TA pro uzavírací člen Z2

- Toleranční analýza v oblasti nýtu háku

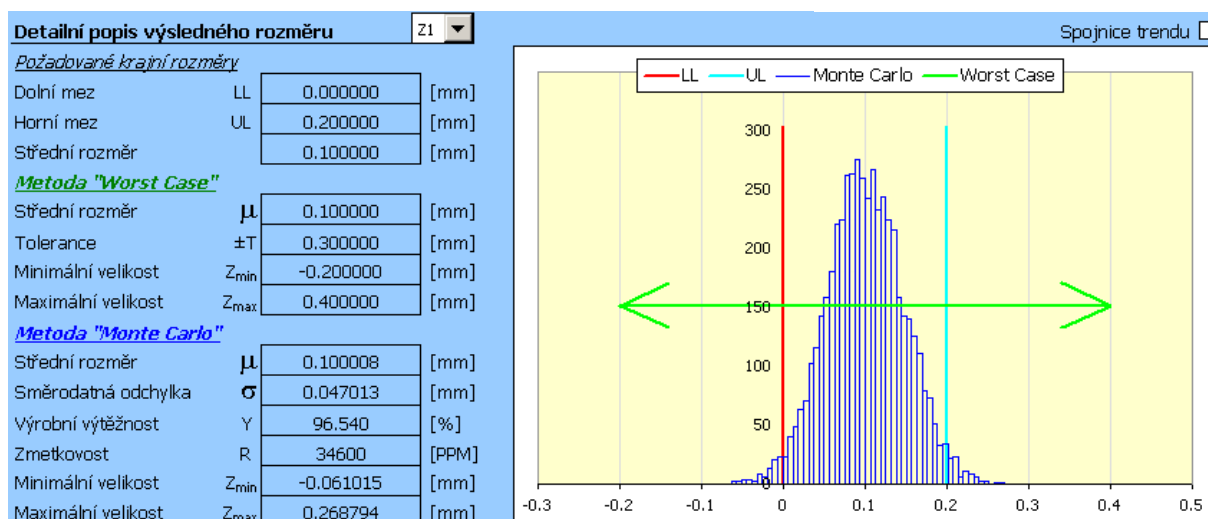
Toleranční analýza v oblasti nýtu háku má značnou podobnost s analýzou v oblasti nýtu západky. Díky tomu si lze toleranční řetězec představit prakticky stejně, jako je uvedeno na obr. 56. Vstupní a výstupní hodnoty lze nalézt na obrázcích níže. Kompletní toleranční analýza viz příloha č. 6.

A	Osazení nýtu	<input type="checkbox"/> [mm]	2.900	+0.10000 0
B	Rovinnost základního plechu	<input type="checkbox"/> [mm]	-0.050	-0.05000 -0.05000
C	Tloušťka háku	<input type="checkbox"/> [mm]	-2.000	+0.05000 -0.15000
D	Rovinnost háku	<input type="checkbox"/> [mm]	-0.050	+0.05000 -0.05000
E	Tloušťka sliding lever for hook	<input type="checkbox"/> [mm]	-0.600	+0.05000 -0.05000
F	Rovinnost sliding lever for hook	<input type="checkbox"/> [mm]	-0.050	+0.05000 -0.05000

Obr. 65 - Vstupní hodnoty



Obr. 66 - TA v oblasti nýtu háku (osa x)

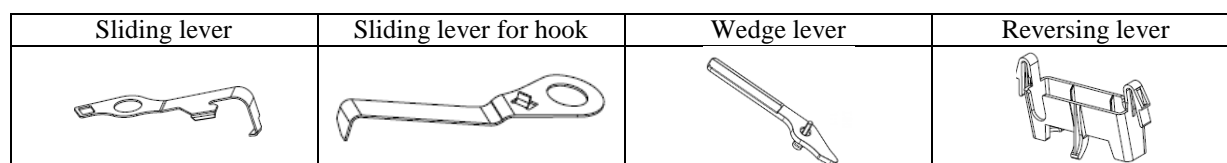


Obr. 67 - Výstup TA

Po provedení výše uvedených tolerančních analýz byly nýty upraveny tak, aby jejich rozměry odpovídaly uvedeným hodnotám v analýzách. Uvedené rozměry a tolerance jsou vzhledem k výsledkům analýz ve směru osy x v pořádku.

6.4 Technickoekonomické hodnocení nového konceptu

Double pull funkce je u kapotového zámku poměrně nákladným způsobem, jak odstranit přímý kontakt koncového uživatele se záchytným hákem. Vývoj tohoto systému je stále ještě na začátku a bude potřeba systém jako takový odladit na prototypu a odzkoušet živostnost jednotlivých dílů i celého zámku jako celku. Tyto zkoušky probíhají podle vnitrofiremních předpisů založených na legislativních požadavcích a požadavcích zákazníka. Nákladovost je dána především velkým počtem dílů. U nového konceptu navrženého v rámci této DP je počet dílů o 4 větší, než je tomu u kapotového zámku podobného provedení bez double pull systému. Těmito díly, které zajišťují zmíněnou funkci, jsou: sliding lever, sliding lever for hook, wedge lever a reversing lever, viz tabulka 20. V porovnání s původním konceptem double pull systému je však počet dílů nového konceptu o 2 menší.



Tabulka 20 - díly pro double pull funkci

První dva zmíněné díly jsou vyrobené z pružinového plechu, což může mít vliv na funkci po určitém počtu cyklů. Celkový počet cyklů, které musí kapotový zámek bezpečně a bez poruchy absolvovat, je 5000, proto je zde předpoklad, že k únavě těchto dvou prvků nedojde v takové míře, aby byla funkčnost zámku ohrožena. Srovnání počtu dílů viz tabulka č. 20. Tabulka porovnává i hmotnosti jednotlivých sestav, které byly v DP představeny. Hodnocení z hlediska hmotnosti však není zcela relevantní z důvodu velikosti základního plechu a nedefinovaných uchycovacích bodů zámku k výztuze v přední části vozu.

Výroba plastových dílů, které zabezpečují funkci double pull, je méně nákladná. Jedná se o plastové výstříky, které mohou být vyráběny v jedné formě až 8 kusů na jeden výrobní cyklus formy. Další nespornou výhodou plastových dílů je jejich nízká hmotnost a již zmíněná nižší cena. Z toho důvodu byl i pro pop-up páku, která je původem z oceli 1.1141 (ocel třídy 12) zvolen materiál plast (PA6.6 GF30).

Oproti původnímu konceptu došlo ke značnému zjednodušení některých dílů, a tím k potenciální úspoře prostředků na vlastní výrobu. Přesné částky jednotlivých komponent však není možné stanovit. Nabídkové kalkulace a ceny komponent jsou majetkem firmy WITTE Automotive a vztahuje se na ně dohoda o zachování tajemství. Přesto lze úsporu nákladů na nový koncept kapotového zámku s double pull systémem vyčíslit na základě podobnosti některých dílů. Tato úspora se pohybuje mezi 5 – 10%.

Realizace tohoto nového konceptu a double pull systému obecně je pro firmu žádanou možností rozšíření sortimentu a tím zvýšení potenciálu a konkurenceschopnosti.

	Počet dílů v sestavě	Hmotnost [g]
Kapotový zámek bez double pull systému	15	367,8
Kapotový zámek bez double pull systému (stávající data)	21	434
Kapotový zámek bez double pull systému (nový koncept)	19	449,3

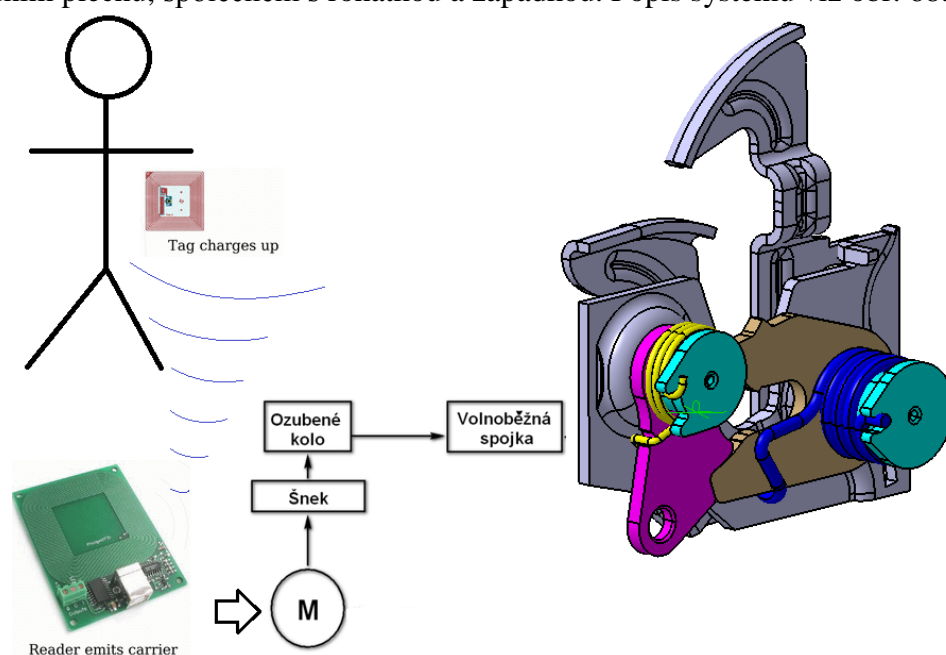
Tabulka 21 – Výsledné srovnání

7. Vize budoucnosti vývoje kapotových zámků

Vývoj kapotových zámků je zajímavou oblastí automobilového průmyslu, ve které lze uplatňovat znalosti mechaniky, elektrotechniky a technické myšlení. Dnes se ohledně kapotových zámků bavíme stále o mechanickém řešení, nehledě na to, zda se jedná o double pull systém či nikoli. Je až s podivem, jak se oblast kapotových zámků vyhýbá trendu moderní doby, miniaturizaci a elektrifikaci. V dnešní době kapotové zámky sice elektrickou energii využívají, avšak pouze pro napájení mikrosvíčky, který oznamuje, zda je zámek v poloze odemčeno nebo zamčeno. Proč nevyužít elektroniku pro víc než jen napájení mikrosvíčky? Osobně si o vývoji kapotových zámků myslím, že modernizace a prudký nárůst používání elektronických prvků se kapotovým zámčkům nevyhne. U kufrových zámků je dnes běžně využíváno kapacitních i jiných čidel pro odemýkání, proč tedy nevyužít těchto čidel i pro kapotové zámky! Trendem je neustálé zjednodušování jak z hlediska konstrukce, tak především z hlediska ovládání a uživatelské přívětivosti. Proti mnohým inovacím stojí vyhlášky a normy jednotlivých států a automobilek, proto je nutné najít takové řešení, které bude vyhovovat těmto zákonným požadavkům a vyhláškám a především bude vlastnímu uživateli vyhovovat více než současná řešení.

7.1 Moderní řešení s RFID senzorem

Řešením, které by odpovídalo daným omezením a bylo reprezentativní 21. století, ve kterém žijeme, je z mého pohledu využití RFID senzoru. RFID senzor slouží k identifikaci objektů ve čtecí zóně a může být ideálně součástí klíče k vozidlu. Částečně je toto řešení podobné variantě C popsané v kapitole 5.3. Princip spočívá v použití jednoduchého zámku se západkou a rohatkou uloženou na základním plechu. Západka je ovládaná přes boviden uvolňovací pákou z kabiny vozu. Po zatažení za tuto páku dojde k uvolnění rohatky a zároveň k sepnutí časového zámku, který aktivuje RFID senzor po dobu cca 30s. V tento okamžik je kapota zajištěna záchytným hákem, který je přes volnoběžnou spojku spojen s elektromotorem. Poté uživatel vyjme klíč ze zapalovací skříňky a vystoupí z vozidla. Ve chvíli, kdy bude uživatel stát před kapotou, RFID senzor aktivuje krokový motor, který vyhne záchytný hák o definovaný úhel. Háček může být umístěn buď odděleně, nebo přímo na základním plechu, společně s rohatkou a západkou. Popis systému viz obr. 68.



Obr. 68 - Vize budoucnosti [5]

8. Komplexní hodnocení

Tato diplomová práce se zabývá problematikou předních kapotových zámků. Cílem práce bylo nalézt nové řešení odemykání přední kapoty vozidla, které spočívá v dvojitěm zatažení za uvolňovací páku v pohodlí z kabiny vozu, tedy navrhnout nový koncept předního kapotového zámku s double pull systémem. Problematika těchto prvků pasivní bezpečnosti je značně rozsáhlá a přesahuje rámec této DP. Systém double pull pro odemykání přední kapoty je ve fázi vývoje a je na něj kladeno mnoho požadavků jak legislativních, tak pevnostní apod.

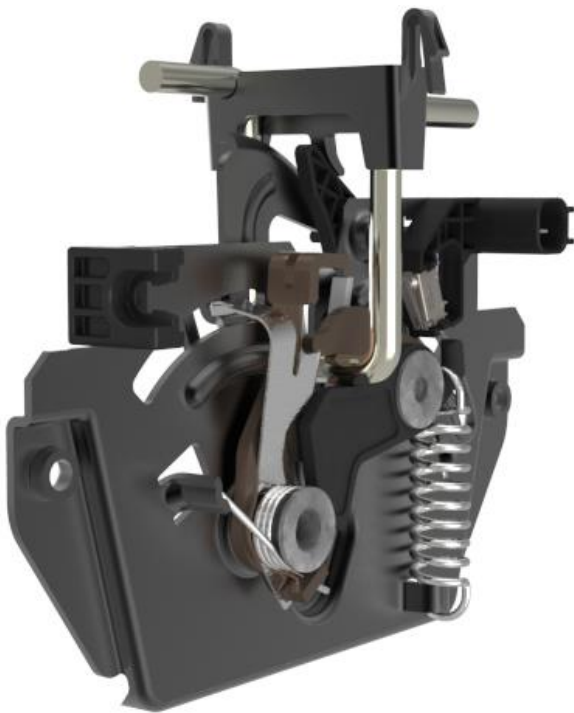
V úvodu této DP bylo uvedeno základní rozdělení a vlastní definice těchto zamykacích mechanismů. Dále se práce věnuje pouze předním kapotovým zámkům s double pull systémem. Po úvodním představení a zhodnocení stávajících dat poskytnutých firmou WITTE Automotive bylo uvedeno několik variant nového řešení systému double pull. Po technickoekonomickém hodnocení jednotlivých variant byla vybrána varianta A, jejíž detailní rozpracování zahrnuje kapitola 6. Varianta centrálního zámku se samostatným záchytným hákem uchyceným na základním plechu zámku byla navržena s ohledem na optimalizaci počtu dílů celé sestavy a s ohledem na zjednodušení vlastního double pull systému. Oproti stávajícím datům došlo u nového konceptu ke značnému zjednodušení, které umožnilo použití pák z pružinového plechu a využití možnosti jejich předeprnutí. Po vlastním popisu jednotlivých dílů nového konceptu a vysvětlení funkce byly navrženy pružiny, které jsou pro správnou funkci stěžejní. Navržené pružiny ovlivňují otevírací síly a mnohé další parametry zámku, které zámek musí plnit vzhledem k základním požadavkům na nový koncept. Po návrhu pružin bylo možné provést potřebné výpočty pro zjištění parametrů zámku, jako jsou například otevírací síly. Tyto síly nepřesáhnou hodnotu 30N, což je pro zámky se systémem dvojího zatažení velmi vyhovující. Dalším podstatným bodem v této DP jsou funkční analýzy, které odhalily kolizi v oblasti zachycení hrany háku pomocí pružné páky (sliding lever). Na základě toho byla data upravena. Především sliding lever získala nový tvar, aby bylo možné využít kolize pro předpružení a následné zaskočení sliding lever za hranu háku. Ohledně pevnosti zámku byly provedeny pevnostní analýzy, které potvrdily, že záchytný hák ve směru osy z vydrží zatížení 3kN. V případě háku bylo nutné předeprnat povrchové kalení na 1300 až 1500 MPa pro dosažení vyhovujících výsledků. Rohatka v tomtéž směru 5kN. V rámci této DP byly zpracovány další pevnostní analýzy, kterými jsou FEM pop-up páky, FEM základního plechu apod. Z hlediska analýz zámek splňuje pevnostní požadavky vyplývající ze zadání a lze tedy tvrdit, že je schopen uvezená zatížení zachytit. Toleranční analýzy potvrdily smontovatelnost dílů a funkčnost sestavy z hlediska předepsaných rozměrů. V kapitole 7 se pojednává o budoucnosti v oblasti kapotových zámků a je zde uveden i návrh moderního řešení, které by v budoucnu mohlo nahradit systém double pull.

Double pull systém je v oblasti otevírání kapoty novinkou a je velmi pravděpodobné, že si tento způsob odemykání, spočívající ve dvojitěm zatažení za uvolňovací páku, získá u světových výrobců automobilů oblibu. Systém jako takový má však stále své slabé stránky, které je potřeba ladit a upravovat na reálných vzorcích.

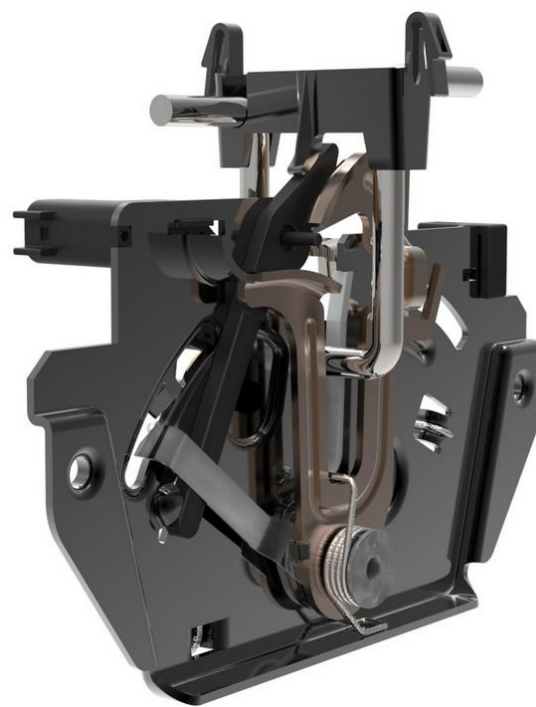
9. Závěr

Tato diplomová práce je technickou zprávou o vývoji a konstrukci nového principu odemykání přední kapoty osobních vozidel. Při tvorbě DP bylo možné absolvovat konzultace ohledně vlastních zamykacích principů, vhodné konstrukci jednotlivých dílů a jejich vyrobitelnosti. Vývoji systému double pull s odděleným záchytným hákem doposud nebyl věnován dostatečný prostor. Poptávka světových výrobců automobilů však dokazuje, že princip dvojitého zatažení za uvolňovací páku pro úplné odemčení kapoty má určitý potenciál. Tento potenciál mohou snižovat některé legislativní předpisy a námítky ohledně bezpečnosti. Ty jsou však nad rámec tohoto odborného textu. Nový koncept rozpracovaný v této DP dokazuje realizovatelnost této myšlenky jak plněním své základní funkce, tak i splněním všech požadavků na daný zámek. Přední kapotový zámek s double pull systémem je komfortní, jednoduchý a nenáročný způsob jak odemknout přední kapotu osobního automobilu. V porovnání s běžným odjišťováním záchytného háku ručně pod kapotou vozidla se zdá být systém double pull revolučním a ideálním řešením.

Na obr. 69 a 70 je vyrendrovaný nový koncept předního kapotového zámku s double pull systémem s navrženými materiály a jejich reálnou texturou.



Obr. 69 - Rendr nového konceptu



Obr. 70 - Rendr nového konceptu

10. Seznam použitých zdrojů

10.1 Literatura

- [1] STANĚK, J., NĚMEJC, J. Metodika zpracování a úprava diplomových (bakalářských) prací, Plzeň: ZČU, 2005
- [2] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojního inženýra – strojní části 1., Praha, Computer press, 1999
- [3] LAŠ, V., ZEMČÍK, R. Výpočty konstrukcí metodou konečných prvků, Plzeň : ZČU, 2011

10.2 Internetové zdroje

- [4] WITTE-Automotive [online]. 2015 [cit. 2015-03-10].
Dostupné z <http://www.witte-automotive.cz/>
- [5] Automatizece.HW.cz [online]. 2015 [cit. 2015-04-02].
Dostupné z <http://automatizace.hw.cz/rfid-senzory-soucasna-situace>

10.3 Firemní normy














- [6] WN 016032 -en- Technical Terms of Delivery - Precision Stamped Parts – WA
- [7] WN 016025 -en- Technical Terms of Delivery, Turned Parts – WA

10.4 Ostatní zdroje

- [8] FEM výpočty uvedených sériových zámků (duševní tajemství firmy WITTE-Automotive)
- [9] Nepublikované postupy výpočtů zavedené firmou WITTE-Automotive pro konkrétní aplikace

PŘÍLOHA č. 1

Kusovník kapotového zámku bez double pull systému


Position Three	Picture	Part number	Name	Material -Norm	Surface treatm.	Density [g/cm ³]	Pieces			Weight [g]
							o	A [mm ³]	V [mm ³]	
1		01041342014	GEHAEUSE HOUSING	S420MC DIN EN 10149-2/10048 2.0 -0,15 +0,05 1.0980	ZnNi sohw. passiv.techn.Anford.gem.DI N50979 ZnNi min. 8/mm schwarz passiv. + versiegelt	7,85	1	24553,9	22174,8	174,3
2		01041189023	DREHFALLE FORKBOLT	18MnCr5 DIN EN 10140 3.0 -0,08mm/+0,0mm 1.7131 verguetet Rm = 1000 - 1200 N/mm2	1x Delta Tone/ 2x Delta Seal+GZ schwarz	7,85	1	2916,5	3346,5	26,3
3		01041189161	FANGKHAKEN SAFETY LATCH	S420MC DIN EN 10149-2/10048 2.0 -0,15 +0,05 1.0980	FORD WSS-M1P87-A2 - Eingeschränkt ZnNi schwarz pass. 6- 12/mm + versiegelt 240h	7,85	1	7148,8	6216,9	48,8
4		01041189053	SPANNHEBEL TENSION LEVER	C15E DIN EN 10084 3.0 +/-0,06 1.1141 520+180 HV CHD 0,1+0,2mm	1x Delta Tone/ 2x Delta Seal+GZ schwarz	7,85	1	2434,2	2582	20,3
5		01041189032	SPERRKLINKE PAWL	C15E DIN EN 10132-2 3.0 -0,07mm/+0,0mm CC 1.1141 Einsatzgehaetet u. angelassen 520+180 HV1	1x Delta Tone/ 2x Delta Seal+GZ schwarz	7,85	1	2952,3	3036,3	23,9
6		010411890131	DAEMPUNG DAMPING	POM-C			1	1607,6	818,9	1,2
7		01041189101	SCHENKELFEDER (SPERRKLINKE) LEG SPRING	Federdraht EN 10270-3 - 1.4310-NS-1,6		7,85	2	1176,3	467	3,7
8		01041189093	ZUGFEDER TENSION SPRING	1.4310 DIN EN 10270-3-1.4310-NS 2,2 Rm1850-195N/mm,		7,85	1	3961,2	1983,8	15,6
9		01041188901	STECKER BG PLUG				4	8885	6700	11,8
10		01041189061	STUFENDORN (DREHFALLE) STEP MANDREL	Rund EN 10278 -17,0 1.0214 ww. 1.0715	ZnNi sohw. passiv.techn.Anford.gem.DI N50979 ZnNi min. 8/mm schwarz passiv. + versiegelt	7,85	1	938	1102	9,0
11		01041189080	STUFENDORN (FANGHAKEN) STEP MANDREL	Rund EN 10278 -16h11 1.0214 ww. 1.0715	ZnNi sohw. passiv.techn.Anford.gem.DI N50979 ZnNi min. 8/mm schwarz passiv. + versiegelt	7,85	1	1239,8	1585,0	12,5
12		01041189071	STUFENDORN (SPERRKLINKE) STEP MANDREL	Rund EN 10278 -18h11 1.0214 ww. 1.0715	ZnNi sohw. passiv.techn.Anford.gem.DI N50979 ZnNi min. 8/mm schwarz passiv. + versiegelt	7,85	1	1279,6	1410	11,0
13		010411890120	SCHEIBE WASHER	Resinex POM C9N, Natur Copolymer		7,85	1	734,6	164,4	0,3
14		01041189151	DUMMY	ULTRADUR S 4090 G6 NATUR PBT+ASA GF 30		1,38	1	7093	6567	9,3

Celková hmotnost sestavy:

367,783

PŘÍLOHA č. 2

Kusovník kapotového zámku s double pull systému












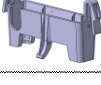
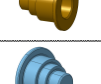
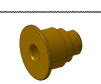





Position Three	Picture	Part number	Name	Material -Norm	Surface treatm.	Density [g/cm ³]	Pieces			Weight [g]
							o	A [mm]	V [mm ³]	
1		None	GEHAUSE HOUSING	S420MC DIN EN 10149-2/10048 2,0 -0,15 +0,05 1.0980	ZnNi schw. passiv.techn.Anford.gem.DI N50979 ZnNi min. 8µm schwarz passiv. + versiegelt	7,85	1	24563,9	22174,8	174,3
2		01041189023	DREHFALLE FORKBOLT	16MnCr5 DIN EN 10140 3,0 -0,08mm/+0,0mm 1.7131	1x Delta Tone/ 2x Delta Seal+GZ schwarz	7,85	1	2916,5	3346,5	26,3
3		01041189161	FANGKHAKEN SAFETY LATCH	S420MC DIN EN 10149-2/10048 2,0 -0,15 +0,05 1.0980	FORD WSS-M1P87-A2 - Eingeschränkt ZnNi schwarz pass. 6-12µm + versiegelt 240h	7,85	1	7148,8	6216,9	48,8
4		01041189053	SPANNHEBEL TENSION LEVER	C15E DIN EN 10084 3,0 +/-0,06 1.1141	1x Delta Tone/ 2x Delta Seal+GZ schwarz	7,85	1	2434,2	2582	20,3
5		01041189032	SPERRKLINKE PAWL	C15E DIN EN 10132-2 3,0 -0,07mm/+0,0mm CC 1.1141 Einsatzgehaertet u. angelassen 520+160 HV1	1x Delta Tone/ 2x Delta Seal+GZ schwarz	7,85	1	2952,3	3038,3	23,9
6		None	REVERSING LEVER	-	-	7,85	1	1340	1216	9,5
7		None	SLIDING LEVER	-	-	7,85	1	1287	348	2,7
8		None	PIN	-	-	7,85	1	181	147	1,2
9		010411890131	DAEMPfung DAMPING	POM-C		1,3	1	1607,6	951	1,4
10		01041189101	SCHENKELFEDER (SPERRKLINKE) LEG SPRING	Federdraht EN 10270-3 - 1.4310-NS-1,6		7,85	2	1176,3	467	3,7
11		01041189093	ZUGFEDER TENSION SPRING	1.4310 DIN EN 10270-3-1.4310-NS 2,2 Rm1650-1895N/mm ₂		7,85	1	3981,2	1983,8	15,6
12		None	BRACKET	-		1,3	1	4933,6	4118	5,4
13		None	STOPPER	-		1,3	1	1030	927	1,2
14		None	ACTUATOR	-		1,3	1	1169,74	213	2,7
15		01041188901	STECKER BG PLUG			7,85	4	8985	6700	11,8
16		01041189061	STUFENDORN (DREHFALLE) STEP MANDREL	Rund EN 10278 -17,0 1.0214 ww. 1.0715	ZnNi schw. passiv.techn.Anford.gem.DI N50979 ZnNi min. 8µm schwarz passiv. + versiegelt	7,85	1	938	1102	9,0
17		01041189080	STUFENDORN (FANGHAKEN) STEP MANDREL	Rund EN 10278 -18h11 1.0214 ww. 1.0715	ZnNi schw. passiv.techn.Anford.gem.DI N50979 ZnNi min. 8µm schwarz passiv. + versiegelt	7,85	1	1239,8	1585,0	12,5
18		01041189071	STUFENDORN (SPERRKLINKE) STEP MANDREL	Rund EN 10278 -18h11 1.0214 ww. 1.0715	ZnNi schw. passiv.techn.Anford.gem.DI N50979 ZnNi min. 8µm schwarz passiv. + versiegelt	7,85	1	1279,6	1410	11,0
19		010411890120	SCHEIBE WASHER	Resinex POM C9N, Natur Copolymer		7,85	1	734,6	164,4	0,3
20		None	Housing			1,3	1	44440	33,25	43,2
21		01041189151	DUMMY	ULTRADRUR S 4090 G6 NATUR PBT+ASA GF 30		1,38	1	7083	6567	9,3

Celková hmotnost sestavy:

433,964

PŘÍLOHA č. 3

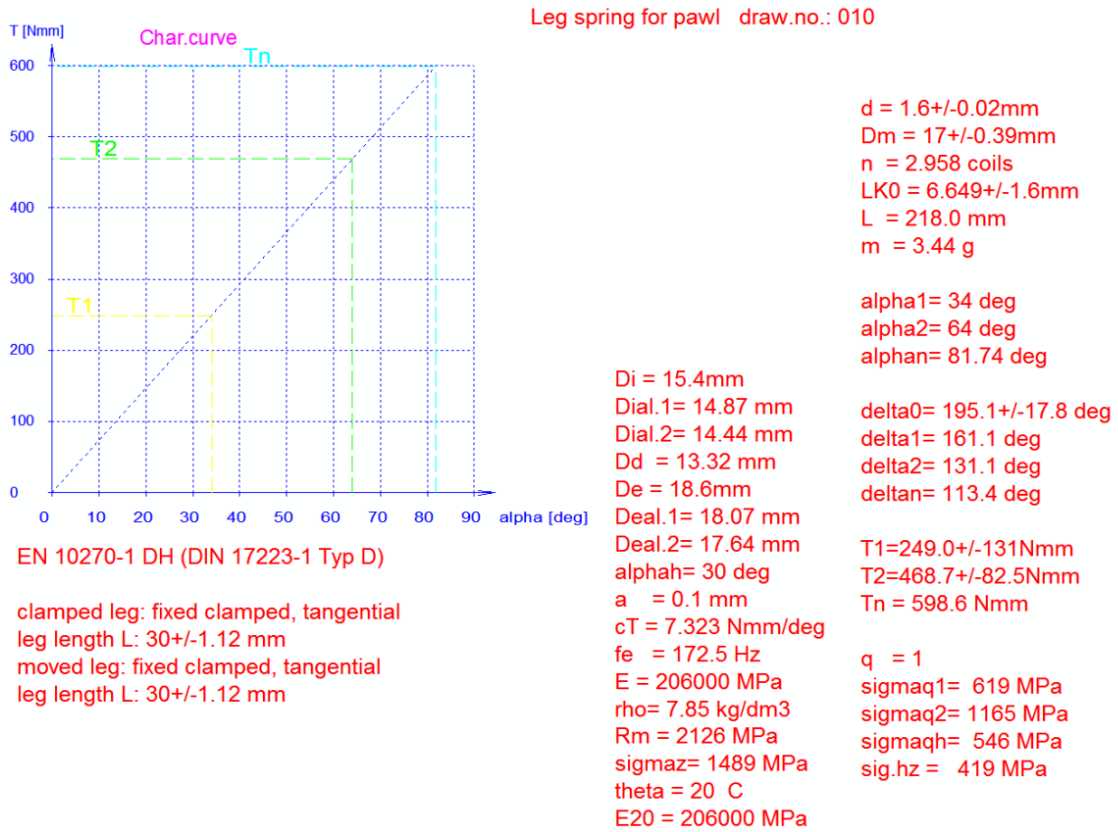
Kusovník nového konceptu

Position Three	Picture	Part number	Name	Material -Norm	Surface treatm.	Density [g/cm ³]	Pieces			Weight [g]
							o	A [mm]	V [mm ³]	
1		001	ZÁKLADNÍ PLECH BASE PLATE	S500MC DIN EN 10149-2/10048 2,0 -0,15 +0,05 1.0984	ZnNi min. 8µm schwarz passiv. + versiegelt	7,85	1	34888,515	32256,852	253,5
2		002	ROHATKA CLAW	42CrMo4, 15 142 3,0 -0,08mm/+0,0mm 1.7225	1x Delta Tone/ 2x Delta Seal+GZ schwarz	7,85	1	2916,5	3346,5	26,3
3		003	ZÁCHYTNÝ HÁK SAFETY LATCH	S500MC DIN EN 10149-2/10048 2,0 -0,15 +0,05 1.0984	ZnNi schwarz pass. 6- 12µm + versiegelt 240h	7,85	1	7761	6655,4	52,3
4		004	POP-UP PÁKA POP-UP LEVER	PA 6.6 GF30		1,36	1	2883,255	3785,729	5,2
5		005	ZÁPADKA PAWL	42CrMo4, 15 142 3,0 -0,08mm/+0,0mm 1.7225	1x Delta Tone/ 2x Delta Seal+GZ schwarz	7,85	1	2949,959	3020,405	23,7
6		006	PRUŽNÁ PÁKA SLIDING LEVER	1.1231	-	7,85	1	1636,438	443,841	3,5
7		007	PRUŽNÁ PÁKA HÁKU SLIDING LEVER FOR HOOK	1.1231	-	7,85	1	1707,99	467,402	3,7
8		008	KLÍNOVÁ PÁKA WEDGE LEVER	PBT	-	1,49	1	4275,34	2542,236	3,8
9		009	KLIP CLIP	POM-C		1,3	1	1607,6	951	1,4
10		010	PRUŽINA ZÁPADKY LEG SPRING FOR PAWL	EN 10270-1 DH-1,6		7,85	1	1087,917	433,559	3,4
11		011	POP-UP PRUŽINA POP-UP SPRING	EN 10270-1 DH-2,1		7,85	1	2602,252	1286,982	10,2
12		012	PRUŽINA HÁKU LEG SPRING FOR HOOK	EN 10270-1 DH-1,6		7,85	1	1082,088	415,265	3,3
13		013	ZPĚTNÁ PÁKA RETURNING LEVER	PP-H-GF30		1,13	1	5934,764	4183,216	4,7
14		014	NÝT ZÁPADKY RIVET FOR PAWL	1.0718 11SMnPb30/37	ZnNi silber passiv.	7,85	1	1310,814	1456,127	11,5
15		015	NÝT ROHATKY RIVET FOR CLAW	1.0718 11SMnPb30/37	ZnNi silber passiv.	7,85	1	1022,014	1379,116	10,9
16		016	NÝT HÁKU RIVET FOR HOOK	1.0718 11SMnPb30/37	ZnNi silber passiv.	7,85	1	1137,068	1605,07	12,6
17		017	KONEKTOR PLUG	2.0321 CuZn37		7,85	1	1239,8	1585,0	9,4
18		018	DOMEK PRO MKS DUMMY	ULTRADUR S 4090 G6 NATUR PBT+ASA GF 30		1,38	1	6094	4850	6,7
Celková hmotnost sestavy bez klipu pro bowden:										446,0
19		019	KLIP PRO BOWDEN CLIP FOR BOWDEN	Resinex POM C9N, Natur Copolymer		1,36	1	2332	2391,974	3,3
Celková hmotnost sestavy:										449,3

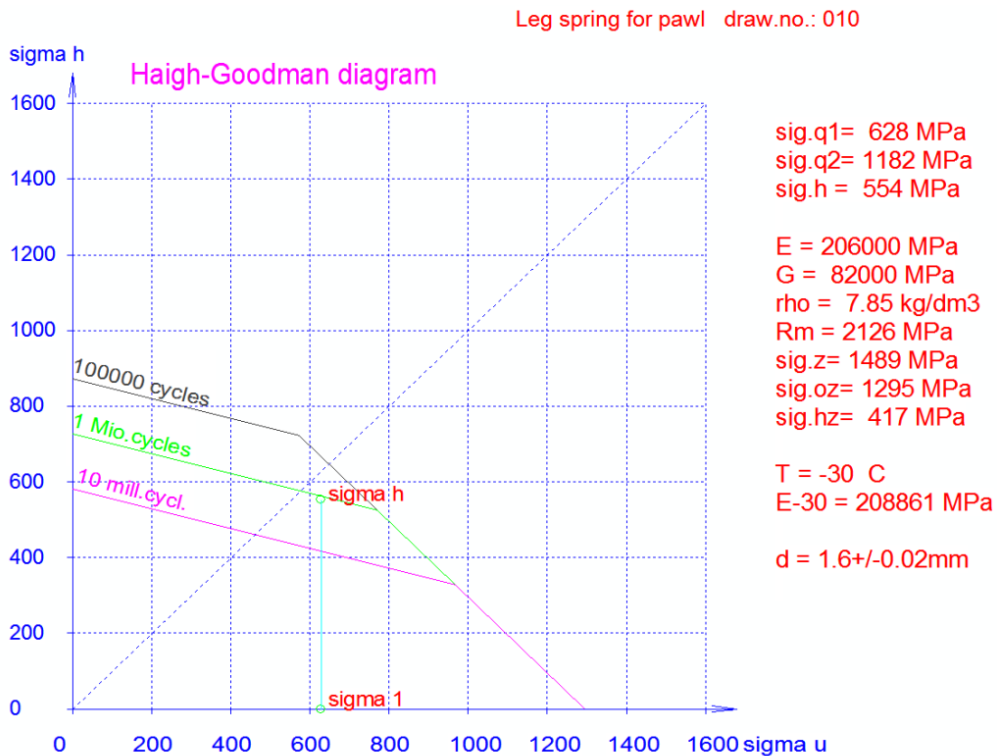
PŘÍLOHA č. 4

High-Goodman diagramy pro mezní teploty

Pružina západky

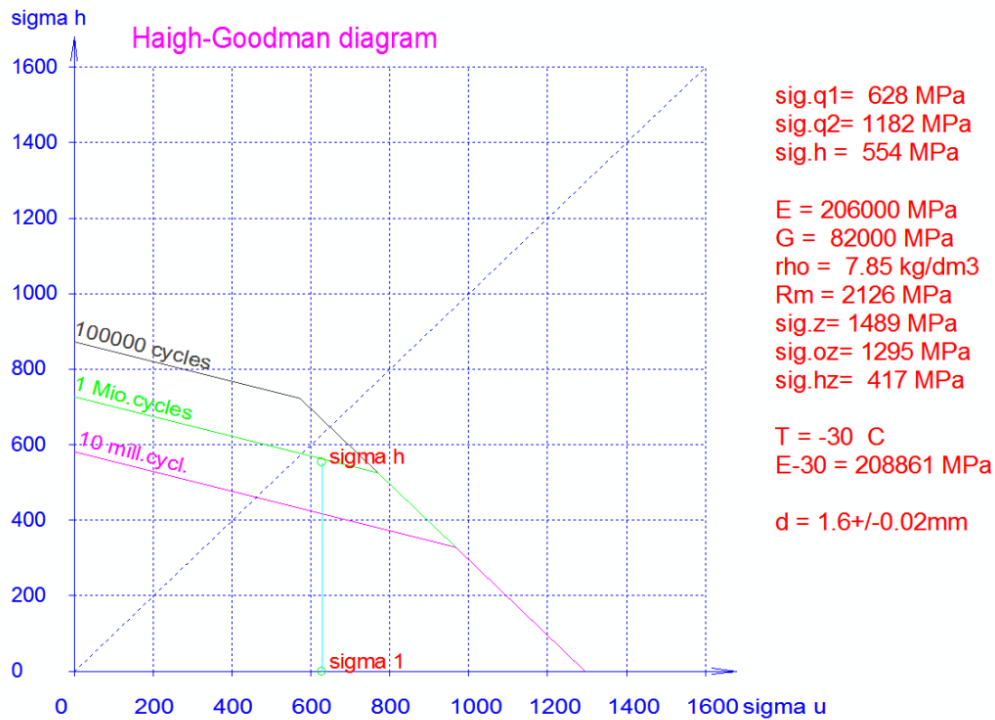


Obrázek 1



Obrázek 2

Leg spring for pawl draw.no.: 010

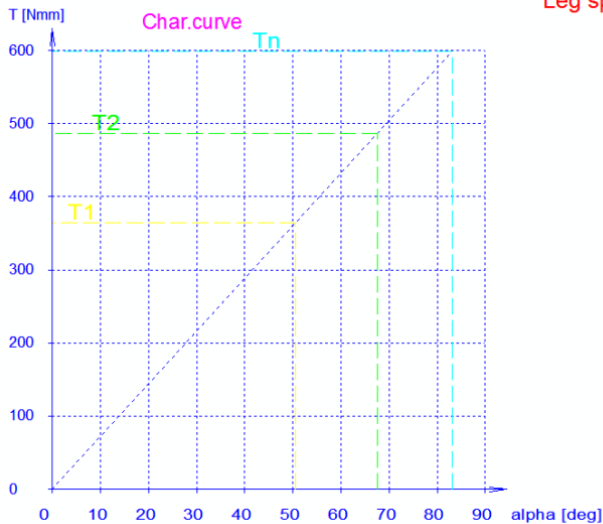


EN 10270-1 DH (DIN 17223-1 Typ D) not shot-blasted

Obrázek 3

Pružina háku

Leg spring for hook draw.no.: 011



EN 10270-1 DH (DIN 17223-1 Typ D)

clamped leg: fixed clamped, tangential
 leg length L: 20+/-1.12 mm
 moved leg: fixed clamped, tangential
 leg length L: 20+/-1.12 mm

d = 1.6+/-0.02mm
 Dm = 17+/-0.39mm
 n = 3.009 coils
 LK0 = 6.736+/-1.62mm
 L = 200.7 mm
 m = 3.168 g

alpha1= 50.6 deg
 alpha2= 67.6 deg
 alphan= 83.16 deg

Di = 15.4mm
 Dial.1= 14.64 mm
 Dial.2= 14.4 mm
 Dd = 13.29 mm
 De = 18.6mm
 Deal.1= 17.84 mm
 Deal.2= 17.6 mm
 alphah= 17 deg
 a = 0.1 mm
 cT = 7.198 Nmm/deg
 fe = 241.1 Hz
 E = 206000 MPa
 rho = 7.85 kg/dm³
 Rm = 2126 MPa
 sigmaz= 1489 MPa
 theta = 20 C
 E20 = 206000 MPa

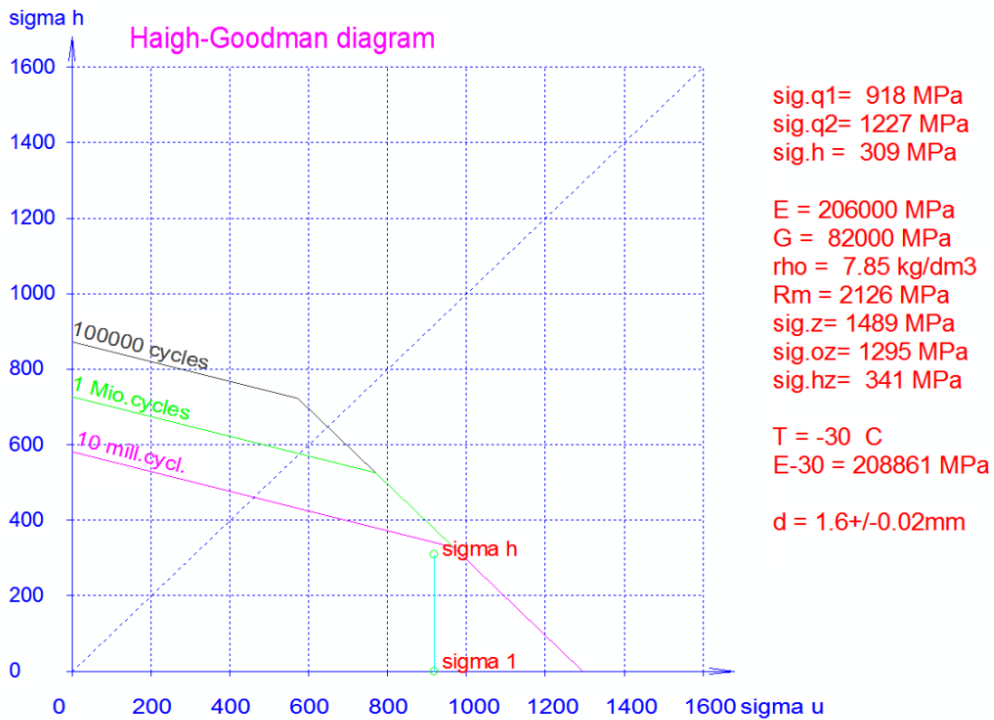
delta0= 176.7+/-18 deg
 delta1= 126.1 deg
 delta2= 109.1 deg
 deltan= 93.54 deg

T1=364.2+/-82.2Nmm
 T2=486.6+/-130Nmm
 Tn = 598.6 Nmm

q = 1
 sigmaq1= 906 MPa
 sigmaq2= 1210 MPa
 sigmaqh= 304 MPa
 sig.hz = 344 MPa

Obrázek 4

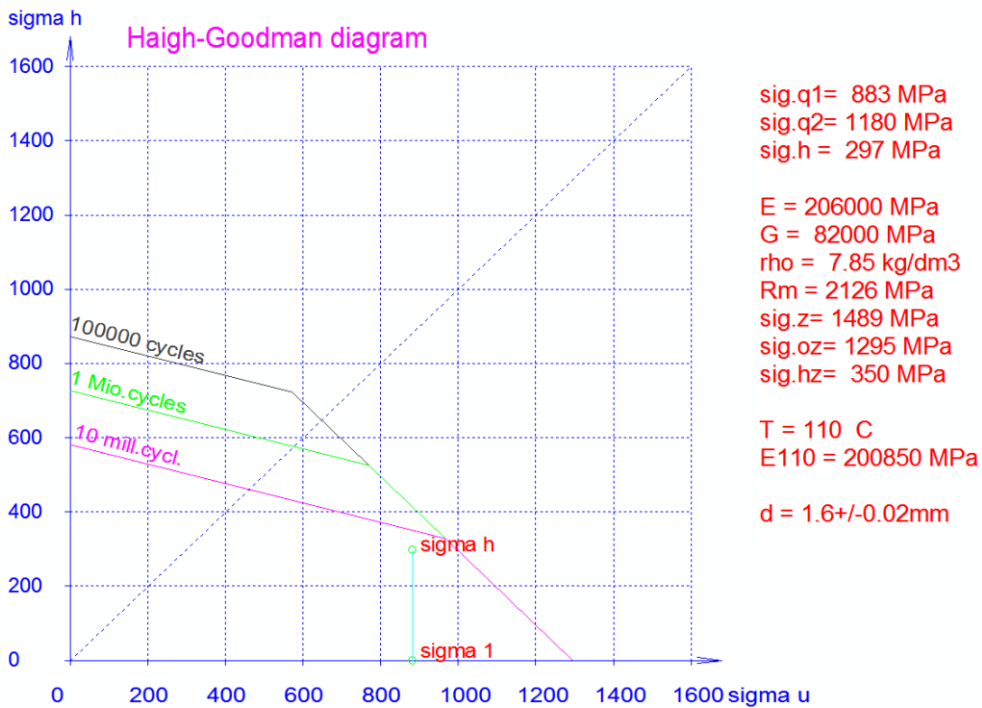
Leg spring for hook draw.no.: 011



EN 10270-1 DH (DIN 17223-1 Typ D) not shot-blasted

Obrázek 5

Leg spring for hook draw.no.: 011

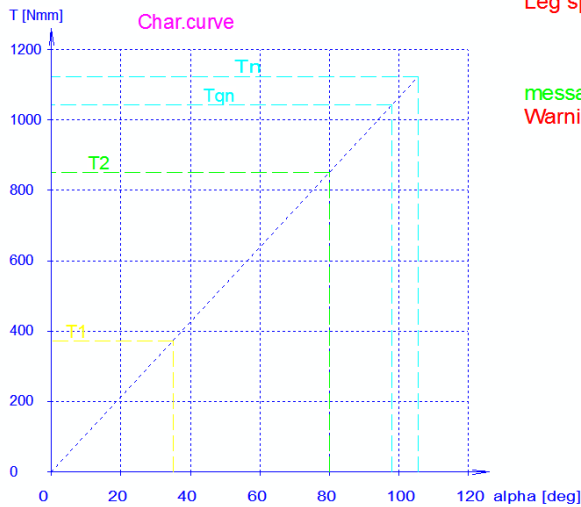


EN 10270-1 DH (DIN 17223-1 Typ D) not shot-blasted

Obrázek 6

Pop-up pružina

Leg spring for pop-up draw.no.: 012



messages
 Warning: tau(T=110degC)

d = 2+/-0.025mm
 Dm = 24+/-0.53mm
 n = 3.43 coils
 LK0 = 9.228+/-2.72mm
 L = 318.6 mm
 m = 7.858 g

alpha1= 35 deg
 alpha2= 80 deg
 alphan= 105.5 deg

delta0= 334.8+/-21.2 deg
 delta1= 299.8 deg
 delta2= 254.8 deg
 deltan= 229.3 deg

Di = 22mm
 Dial.1= 22.7 mm
 Dial.2= 23.66 mm
 Dd = 18.98 mm
 De = 26mm
 Deal.1= 26.7 mm
 Deal.2= 27.66 mm
 alphah= 45 deg
 a = 0.1 mm
 cT = 10.65 Nmm/deg
 fe = 131.0 Hz
 E = 206000 MPa
 rho= 7.85 kg/dm3
 Rm = 2044 MPa
 sigmaz= 1431 MPa
 theta = 110 C
 E110 = 200850 MPa

T1=372.7+/-146Nmm
 T2=851.8+/-232Nmm
 Tn = 1124 Nmm

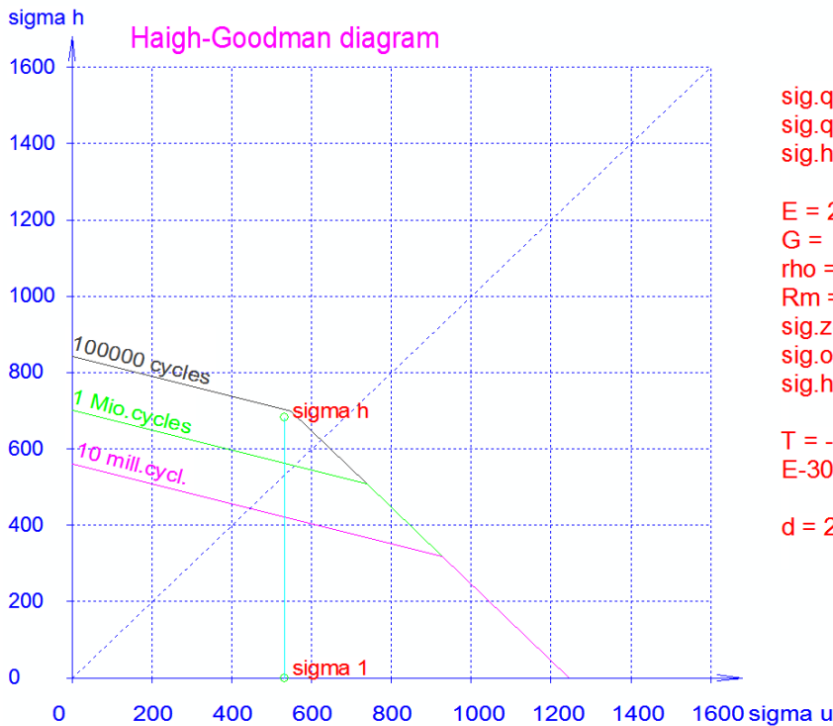
q = 1.077
 sigmaq1= 511 MPa
 sigmaq2= 1168 MPa
 sigmaqh= 657 MPa
 sig.hz = 427 MPa

EN 10270-1 DH (DIN 17223-1 Typ D)

clamped leg: fixed clamped, tangential
 leg length L: 30+/-1.2 mm
 moved leg: fixed clamped, tangential
 leg length L: 30+/-1.2 mm

Obrázek 7

Leg spring for pop-up Draw.No.: 012



sig.q1= 531 MPa
 sig.q2= 1215 MPa
 sig.h = 683 MPa

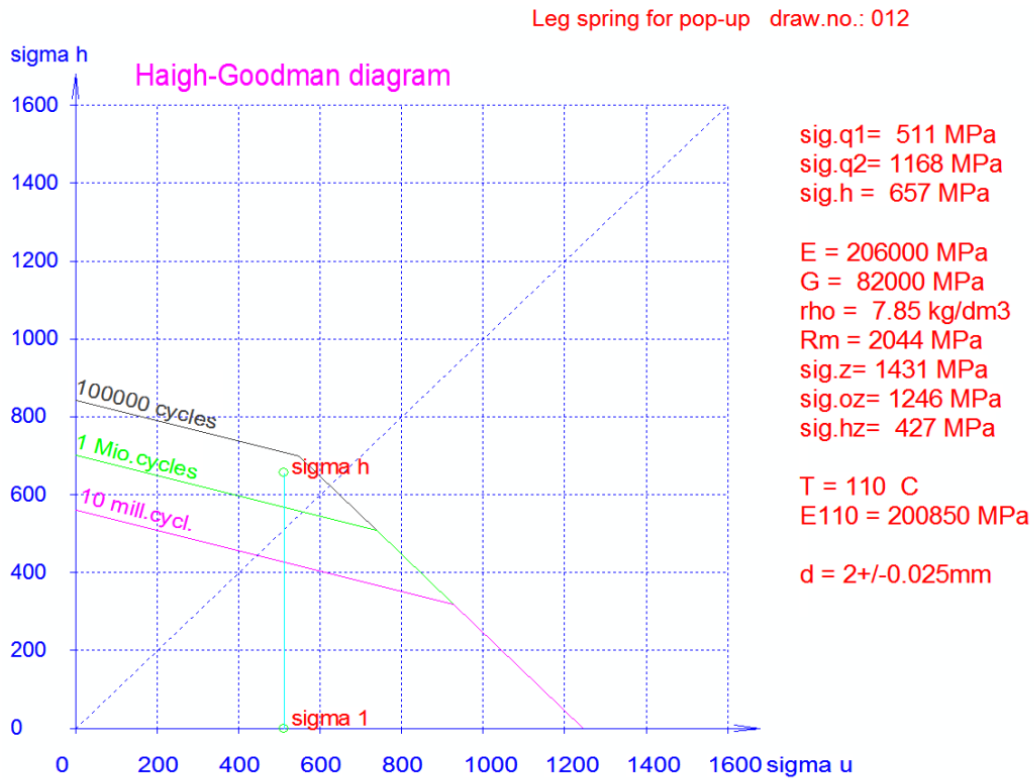
E = 206000 MPa
 G = 82000 MPa
 rho = 7.85 kg/dm3
 Rm = 2044 MPa
 sig.z= 1431 MPa
 sig.oz= 1246 MPa
 sig.hz= 422 MPa

T = -30 C
 E-30 = 208861 MPa

d = 2+/-0.025mm

EN 10270-1 DH (DIN 17223-1 Typ D) not shot-blasted

Obrázek 8



EN 10270-1 DH (DIN 17223-1 Typ D) not shot-blasted

Obrázek 9

PŘÍLOHA č. 5

TOLERANČNÍ ANALÝZA V OBLASTI NÝTU ZÁPADKY

Toleranční analýza rovinných a prostorových rozměrových řetězců

Jednotky výpočtu: SI Units (N, mm, kW...) | Tolerance ISO 286: ±T, +T, -T | Tolerance ANSI B4.1: ±T, +T, -T | Uložení ISO 286: ±T, H | Uložení ANSI B4.1: LC 3 | ISO 2768: Hříde, Díra | m | ±T

1.0 Definice vstupních rozměrů

1.1 Tabulka vstupních rozměrů

Znak	Název členu	Úhel	Rozměry členu					Rozdělení
			Jmenovitý	Tolerance	Minimum	Maximum	Střed	
A	Osazení nýtu	[mm]	3,800	+0,20000 0	3,80000	4,00000	3,90000	Normální (3 Sigma)
B	Rovinnost základního plechu 0.1	[mm]	-0,050	-0,05000 -0,05000	0,00000	0,00000	0,00000	Normální (3 Sigma)
C	Tloušťka západky	[mm]	-3,000	+0,06000 -0,06000	2,94000	3,06000	3,00000	Normální (3 Sigma)
D	Rovinnost západky	[mm]	-0,050	+0,05000 -0,05000	0,00000	0,10000	0,05000	Normální (3 Sigma)
E	Tloušťka sliding lever	[mm]	-0,600	+0,05000 -0,05000	0,55000	0,65000	0,60000	Normální (3 Sigma)
F	Rovinnost sliding lever	[mm]	-0,050	+0,05000 -0,05000	0,00000	0,10000	0,05000	Normální (3 Sigma)
G		[mm]						Normální (3 Sigma)
H		[mm]						Normální (3 Sigma)
I		[mm]						Normální (3 Sigma)
J		[mm]						Normální (3 Sigma)

2.0 Definice výsledných rozměrů, toleranční analýza

2.1 Tabulka výsledných rozměrů

Znak	Název členu	Jmenovitý rozměr	Požadované krajní rozměry [mm]	
			Dolní mez	Horní mez
Z1	Uzavírací člen	0,05000	0,00000	0,20000
Z2				
Z3				
Z4				
Z5				
Z6				
Z7				
Z8				
Z9				

2.2 Toleranční analýza

2.3 Metoda "Worst Case"

2.4 Dělení toler. intervalu: Min. - Max.

2.5 Metoda "Monte Carlo"

2.6 Počet simulací: 5000

2.7 Start výpočtu: **Výpočet**

3.0 Výsledky toleranční analýzy

3.1 Souhrnná tabulka výsledných rozměrů

Znak	Název členu	Jmenovitý rozměr	Krajní rozměry		Worst Case		Monte Carlo		
			LL	UL	Z _{min}	Z _{max}	μ	σ	DPPM
Z1	Uzavírací člen	0,05000	0,0000	0,2000	-0,2100	0,4100	0,0999	0,04916	37600

3.2 Detailní popis výsledného rozměru: Z1

3.3 Požadované krajní rozměry

3.4 Dolní mez LL: 0,000000 [mm]

3.5 Horní mez UL: 0,200000 [mm]

3.6 Střední rozměr: 0,100000 [mm]

3.7 Metoda "Worst Case"

3.8 Střední rozměr μ: 0,100000 [mm]

3.9 Tolerance ±T: 0,310000 [mm]

3.10 Minimální velikost Z_{min}: -0,210000 [mm]

3.11 Maximální velikost Z_{max}: 0,410000 [mm]

3.12 Metoda "Monte Carlo"

3.13 Střední rozměr μ: 0,099921 [mm]

3.14 Směrodatná odchylka σ: 0,049162 [mm]

3.15 Výrobní výtěžnost Y: 96,240 [%]

3.16 Zmetkovost R: 37600 [PPM]

3.17 Minimální velikost Z_{min}: -0,157979 [mm]

3.18 Maximální velikost Z_{max}: 0,269327 [mm]

Spojnice trendu:

Obrázek 1

PŘÍLOHA č. 6

TOLERANČNÍ ANALÝZA V OBLASTI NÝTU ROHATKY

Toleranční analýza rovinných a prostorových rozměrových řetězců

Jednotky výpočtu: SI Units (N, mm, kW...) | Tolerance ISO 286: ±T, +T, -T | Tolerance ANSI B4.1: ±T, +T, -T | Uložení ISO 286: h, H | Uložení ANSI B4.1: LC 3 | ISO 2768: Hříde, Díra | m | ±T

1.0 Definice vstupních rozměrů

1.1 Tabulka vstupních rozměrů

Znak	Název členu	Úhel	Rozměry členu					Rozdělení
			Jmenovitý	Tolerance	Minimum	Maximum	Střed	
A	Osazení nýtu pro rohátku	[mm]	3,200	+0,10000 0	3,20000	3,30000	3,25000	Normální (3 Sigma)
B	Rovinnost základního plechu	[mm]	-0,050	-0,05000 -0,05000	0,00000	0,00000	0,00000	Normální (3 Sigma)
C	Tloušťka rohátky	[mm]	-3,000	+0,06000 -0,06000	2,94000	3,06000	3,00000	Normální (3 Sigma)
D	Rovinnost rohátky	[mm]	-0,050	+0,05000 -0,05000	0,00000	0,10000	0,05000	Normální (3 Sigma)
E	Osazení nýtu pro pop-up páku	[mm]	5,000	+0,20000 0	5,00000	5,20000	5,10000	Normální (3 Sigma)
F	Tloušťka pop-up páky	[mm]	-5,000	+0,10000 -0,10000	4,90000	5,10000	5,00000	Normální (3 Sigma)
G		[mm]						Normální (3 Sigma)
H		[mm]						Normální (3 Sigma)
I		[mm]						Normální (3 Sigma)
J		[mm]						Normální (3 Sigma)

2.0 Definice výsledných rozměrů, toleranční analýza

2.1 Tabulka výsledných rozměrů

Znak	Název členu	Jmenovitý rozměr	Požadované krajní rozměry [mm]	
			Dolní mez	Horní mez
Z1	Uzavírací člen pro oblast uložení roha	0,10000	0,00000	0,20000
Z2	Uzavírací člen pro oblast uložení pop-	0,00000	0,00000	0,20000
Z3				
Z4				
Z5				
Z6				
Z7				
Z8				
Z9				

2.2 Toleranční analýza

2.3 Metoda "Worst Case"

2.4 Dělení toler. intervalu: Min. - Max.

2.5 Metoda "Monte Carlo"

2.6 Počet simulací: 5000

2.7 Start výpočtu: **Výpočet**

3.0 Výsledky toleranční analýzy

3.1 Souhrnná tabulka výsledných rozměrů

Znak	Název členu	Jmenovitý rozměr	Krajní rozměry		Worst Case		Monte Carlo		
			LL	UL	Z _{min}	Z _{max}	μ	σ	DPPM
Z1	Uzavírací člen pro oblast uložení roha	0,10000	0,0000	0,2000	-0,0600	0,2600	0,1001	0,03107	600
Z2	Uzavírací člen pro oblast uložení pop-	0,00000	0,0000	0,2000	-0,1000	0,3000	0,1000	0,04671	28600

3.2 Detailní popis výsledného rozměru (Z2)

3.3 Požadované krajní rozměry

3.4 Dolní mez LL: 0,000000 [mm]

3.5 Horní mez UL: 0,200000 [mm]

3.6 Střední rozměr: 0,100000 [mm]

3.7 Metoda "Worst Case"

3.8 Střední rozměr μ: 0,100000 [mm]

3.9 Tolerance ±T: 0,200000 [mm]

3.10 Minimální velikost Z_{min}: -0,100000 [mm]

3.11 Maximální velikost Z_{max}: 0,300000 [mm]

3.12 Metoda "Monte Carlo"

3.13 Střední rozměr μ: 0,099990 [mm]

3.14 Směrodatná odchylka σ: 0,046711 [mm]

3.15 Výrobní výtěžnost Y: 97,140 [%]

3.16 Zmetkovost R: 28600 [PPM]

3.17 Minimální velikost Z_{min}: -0,079007 [mm]

3.18 Maximální velikost Z_{max}: 0,259489 [mm]

3.19 Histogram

Obrázek 1

PŘÍLOHA č. 7

TOLERANČNÍ ANALÝZA V OBLASTI NÝTU HÁKU

Toleranční analýza rovinných a prostorových rozměrových řetězců

Jednotky výpočtu: SI Units (N, mm, kW...) | Tolerance ISO 286: ±T, +T, -T | Tolerance ANSI B4.1: ±T, +T, -T | Uložení ISO 286: h, H | Uložení ANSI B4.1: LC 3 | ISO 2768: Hříde, Díra | m | ±T

1.0 Definice vstupních rozměrů

1.1 Tabulka vstupních rozměrů

Znak	Název členu	Úhel	Rozměry členu					Rozdělení
			Jmenovitý	Tolerance	Minimum	Maximum	Střed	
A	Osazení nýtu	[mm]	2,900	+0,10000 0	2,90000	3,00000	2,95000	Normální (3 Sigma)
B	Rovinnost základního plechu	[mm]	-0,050	-0,05000 -0,05000	0,00000	0,00000	0,00000	Normální (3 Sigma)
C	Tloušťka háku	[mm]	-2,000	+0,05000 -0,15000	1,85000	2,05000	1,95000	Normální (3 Sigma)
D	Rovinnost háku	[mm]	-0,050	+0,05000 -0,05000	0,00000	0,10000	0,05000	Normální (3 Sigma)
E	Tloušťka sliding lever for hook	[mm]	-0,600	+0,05000 -0,05000	0,55000	0,65000	0,60000	Normální (3 Sigma)
F	Rovinnost sliding lever for hook	[mm]	-0,050	+0,05000 -0,05000	0,00000	0,10000	0,05000	Normální (3 Sigma)
G		[mm]						Normální (3 Sigma)
H		[mm]						Normální (3 Sigma)
I		[mm]						Normální (3 Sigma)
J		[mm]						Normální (3 Sigma)

2.0 Definice výsledných rozměrů, toleranční analýza

2.1 Tabulka výsledných rozměrů

Znak	Název členu	Jmenovitý rozměr	Požadované krajní rozměry [mm]	
			Dolní mez	Horní mez
Z1	Uzavírací člen	0,15000	0,00000	0,20000
Z2				
Z3				
Z4				
Z5				
Z6				
Z7				
Z8				
Z9				

2.2 Toleranční analýza

2.3 Metoda "Worst Case"

2.4 Dělení toler. intervalu: Min. - Max.

2.5 Metoda "Monte Carlo"

2.6 Počet simulací: 5000

2.7 Start výpočtu: **Výpočet**

3.0 Výsledky toleranční analýzy

3.1 Souhrnná tabulka výsledných rozměrů

Znak	Název členu	Jmenovitý rozměr	Krajní rozměry		Worst Case		Monte Carlo		
			LL	UL	Z _{min}	Z _{max}	μ	σ	DPPM
Z1	Uzavírací člen	0,15000	0,0000	0,2000	-0,2000	0,4000	0,1000	0,04701	34600

3.2 Detailní popis výsledného rozměru: Z1

3.3 Požadované krajní rozměry

3.4 Dolní mez LL: 0,000000 [mm]

3.5 Horní mez UL: 0,200000 [mm]

3.6 Střední rozměr: 0,100000 [mm]

3.7 Metoda "Worst Case"

3.8 Střední rozměr μ: 0,100000 [mm]

3.9 Tolerance ±T: 0,300000 [mm]

3.10 Minimální velikost Z_{min}: -0,200000 [mm]

3.11 Maximální velikost Z_{max}: 0,400000 [mm]

3.12 Metoda "Monte Carlo"

3.13 Střední rozměr μ: 0,100008 [mm]

3.14 Směrodatná odchylka σ: 0,047013 [mm]

3.15 Výrobní výtěžnost Y: 96,540 [%]

3.16 Zmetkovost R: 34600 [PPM]

3.17 Minimální velikost Z_{min}: -0,061015 [mm]

3.18 Maximální velikost Z_{max}: 0,268794 [mm]

Spojnice trendu:

Obrázek 1

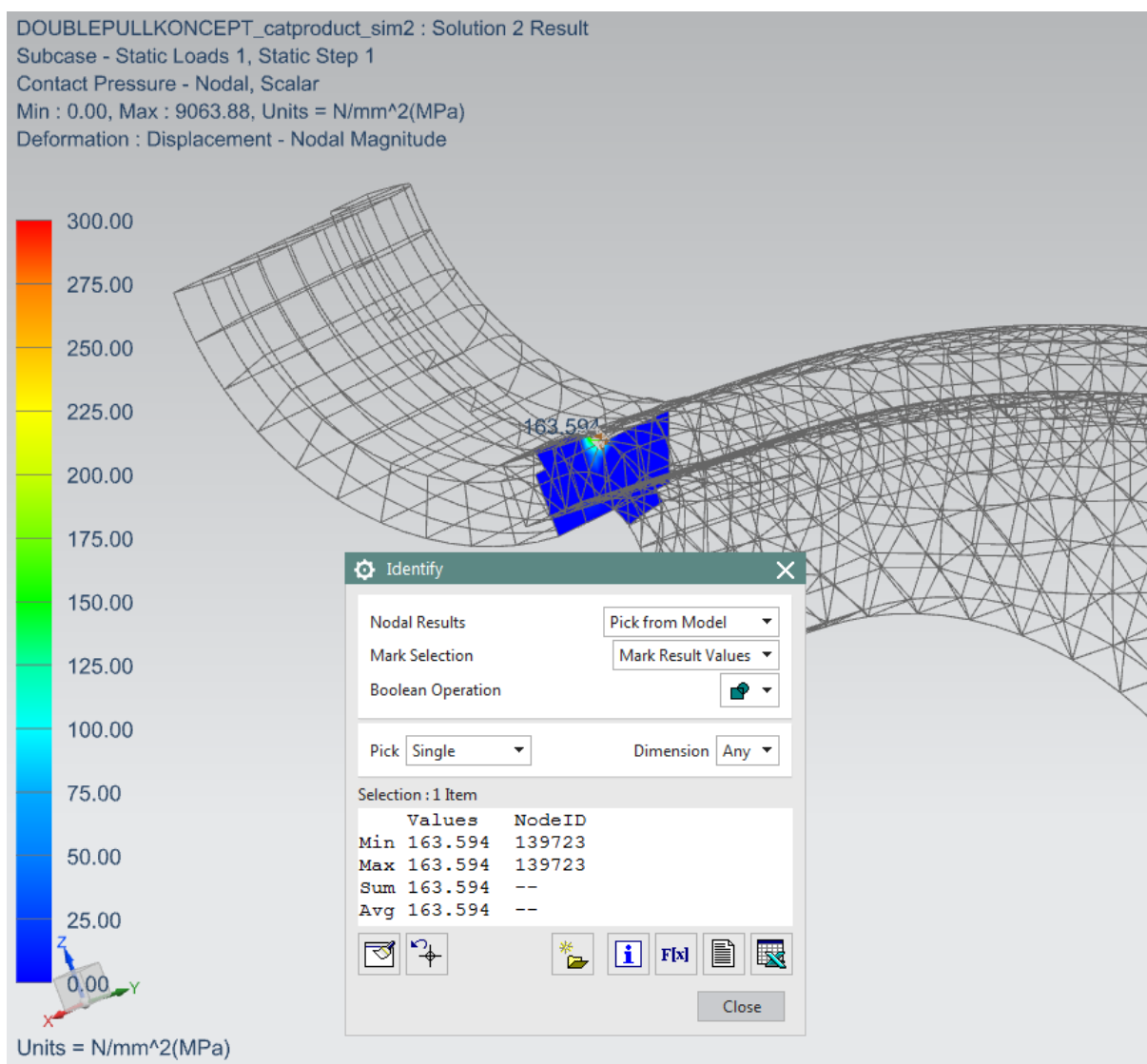
PŘÍLOHA č. 8

Pevnostní analýzy

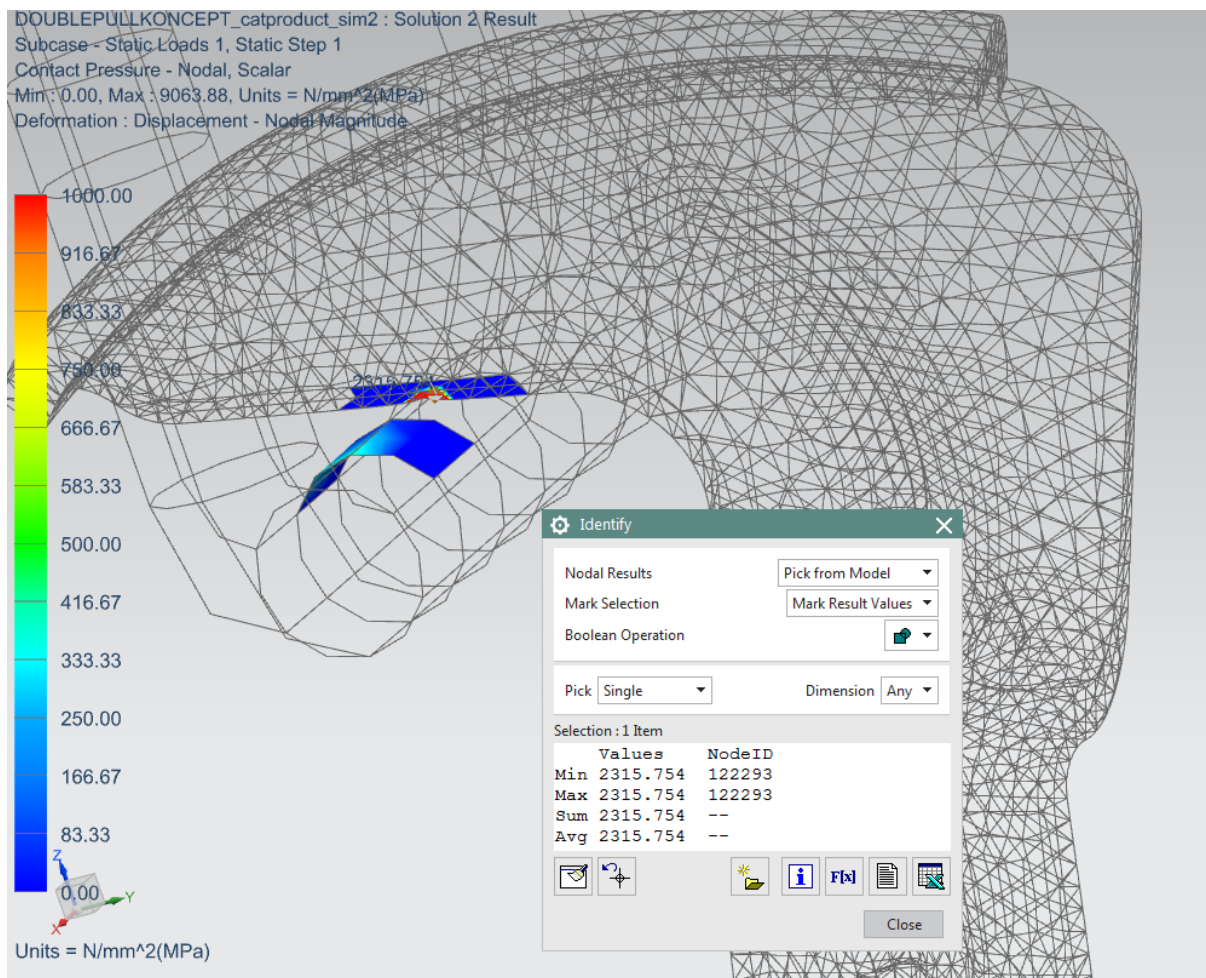
FEM záchytného háku

Jak bylo zmíněno v kapitole 6.3.5 Pevnostní analýzy, je součástí výpočtu záchytného háku i napětí v kontaktech mezi záchytným hákem a základním plechem, o který se hák v určitý okamžik při zatěžování opírá. Výsledek tohoto napětí viz obr. 1.

Dalším kontaktem v téže sestavě je kontakt mezi základním plechem a strikerem, kde se vyskytují špičky napětí. Tyto špičky neodpovídají reálnému napětí v kontaktu. I při překročení meze pevnosti v tomto kontaktu nedojde k porušení háku. Napětí v tomto kontaktu viz obr. 2.

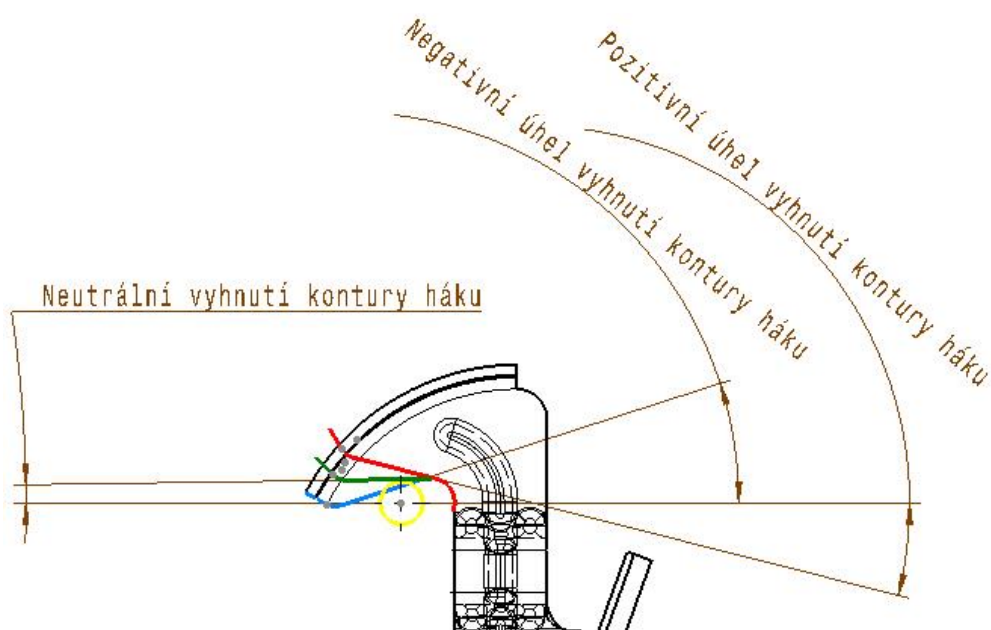


Obrázek 1



Obrázek 2

Aby nemohlo dojít k situaci, kdy je hák vykloněn vlivem deformace od maximální zatěžující síly v ose z, která je 3kN, musí být hák stále v negativní pozici vůči strikeru. Vysvětlení pojmů negativní a pozitivní vyklonění háku viz obrázek 2.



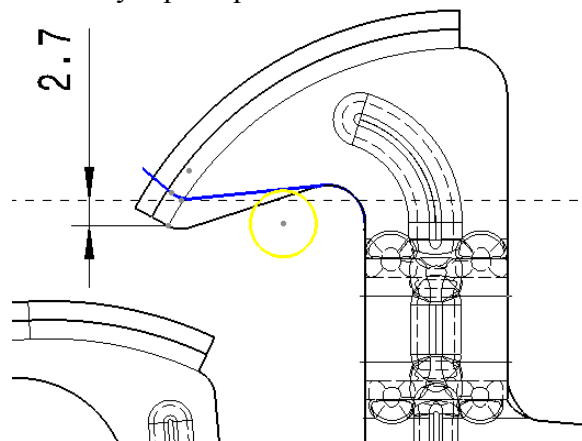
Obrázek 3

V případě pozitivního úhlu vyklonění kontury háku může dojít k proklouznutí strikeru a tím k otevření kapoty. Výsledná síla v takovém případě působí ve směru otevírání.

Je-li kontura háku rovnoběžná s osou strikeru, působí výslednice ve směru osy z. Tento případ je již v případě nárazu příznivější.

Při návrhu záchytného háku se však konstruktér vždy snaží dodržet negativní úhel vyhnutí kontury háku. Důvodem je výsledná síla, která má snahu hák tlačit do polohy zamčeno.

Úhel vyklonění háku při maximální deformaci 2,7mm je v konkrétním případě negativní, což vyhovuje zavedeným postupům.

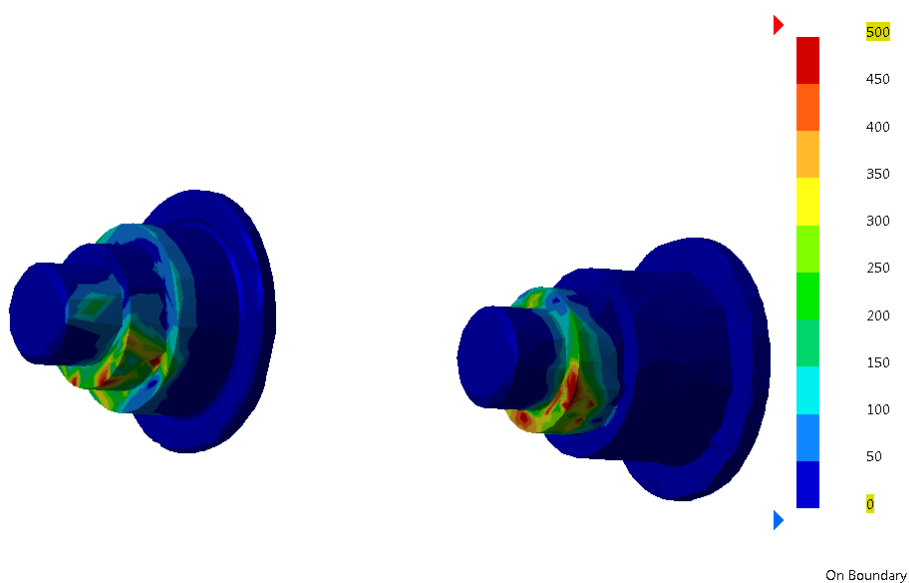


Obrázek 4

FEM nýtů

Materiál: 1.0718, $R_m = 500$ MPa

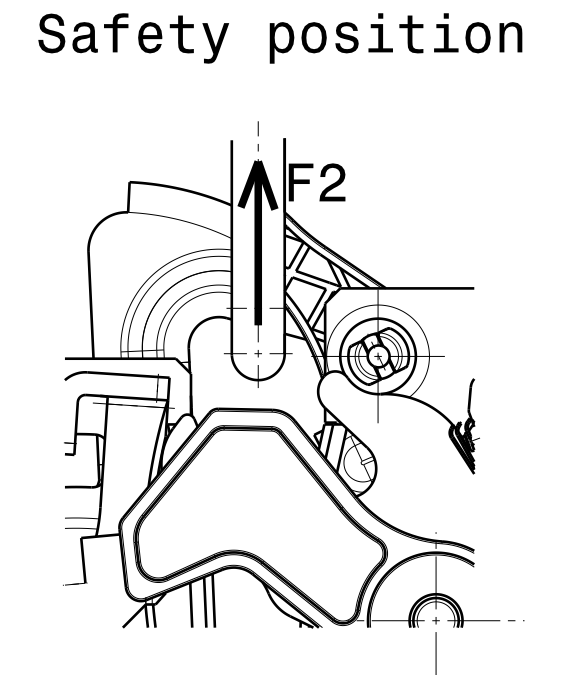
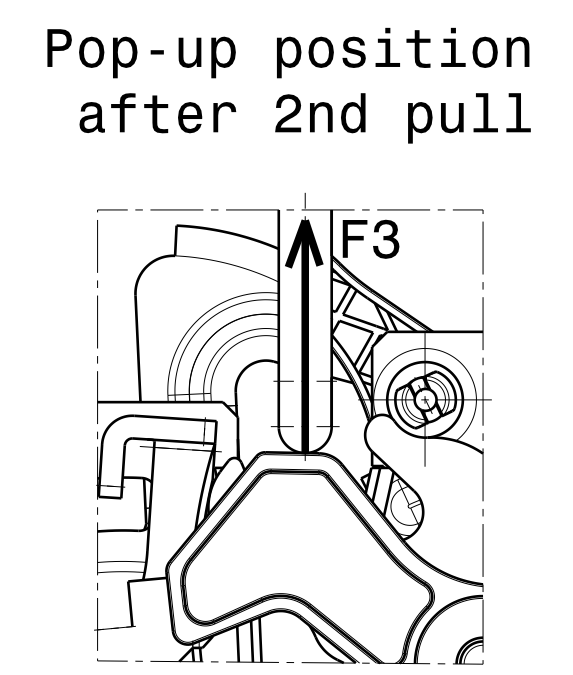
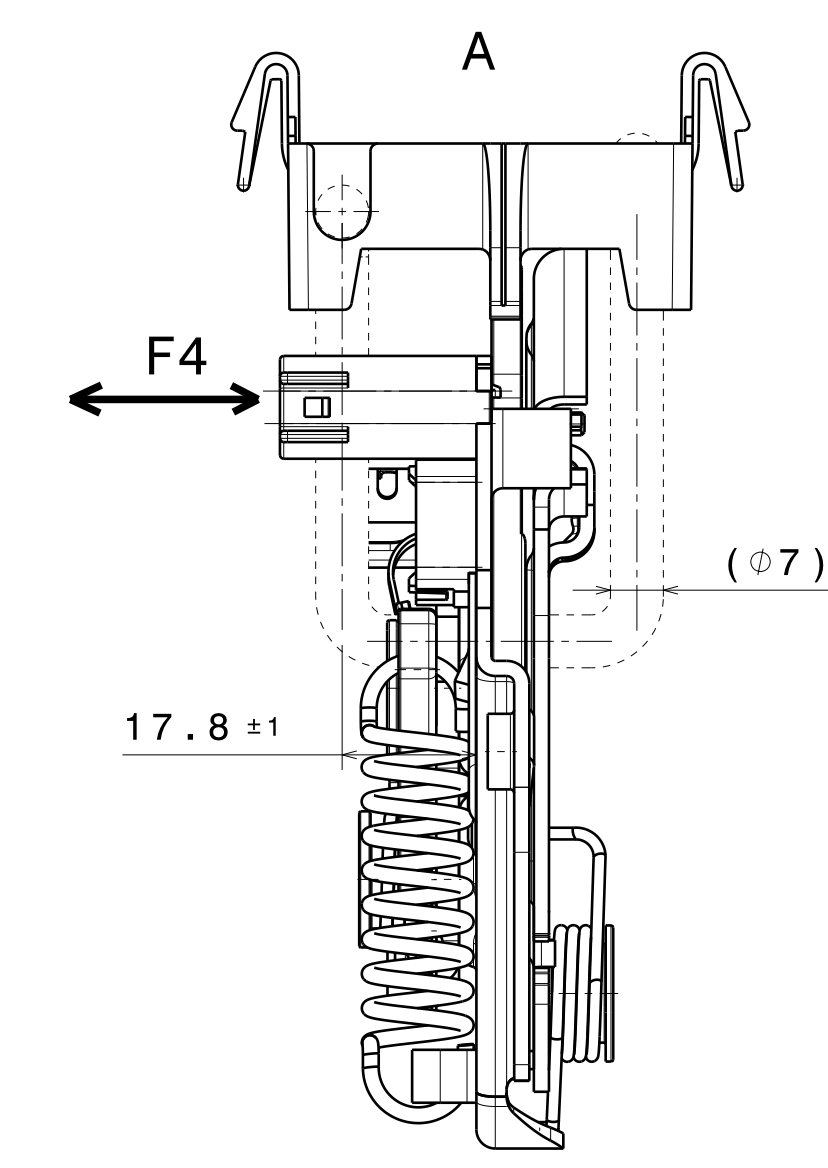
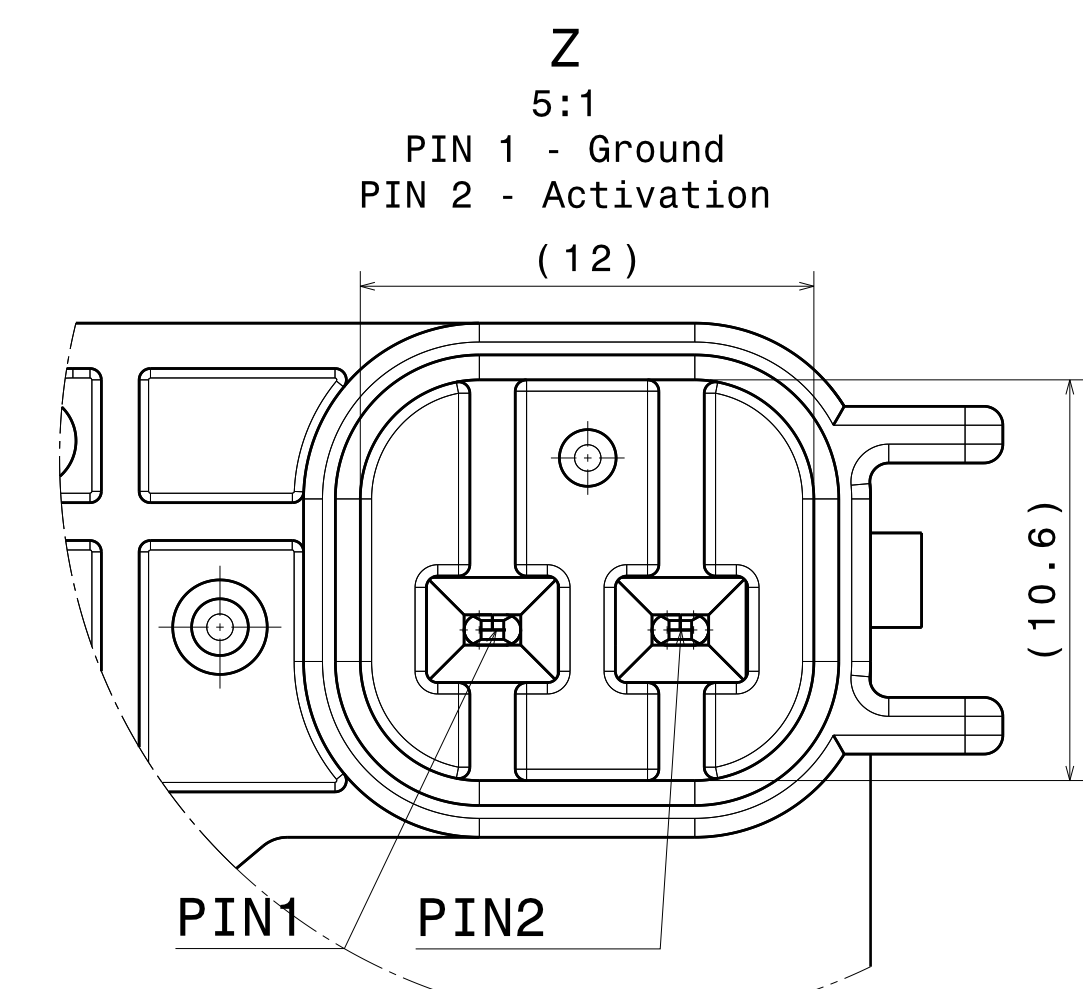
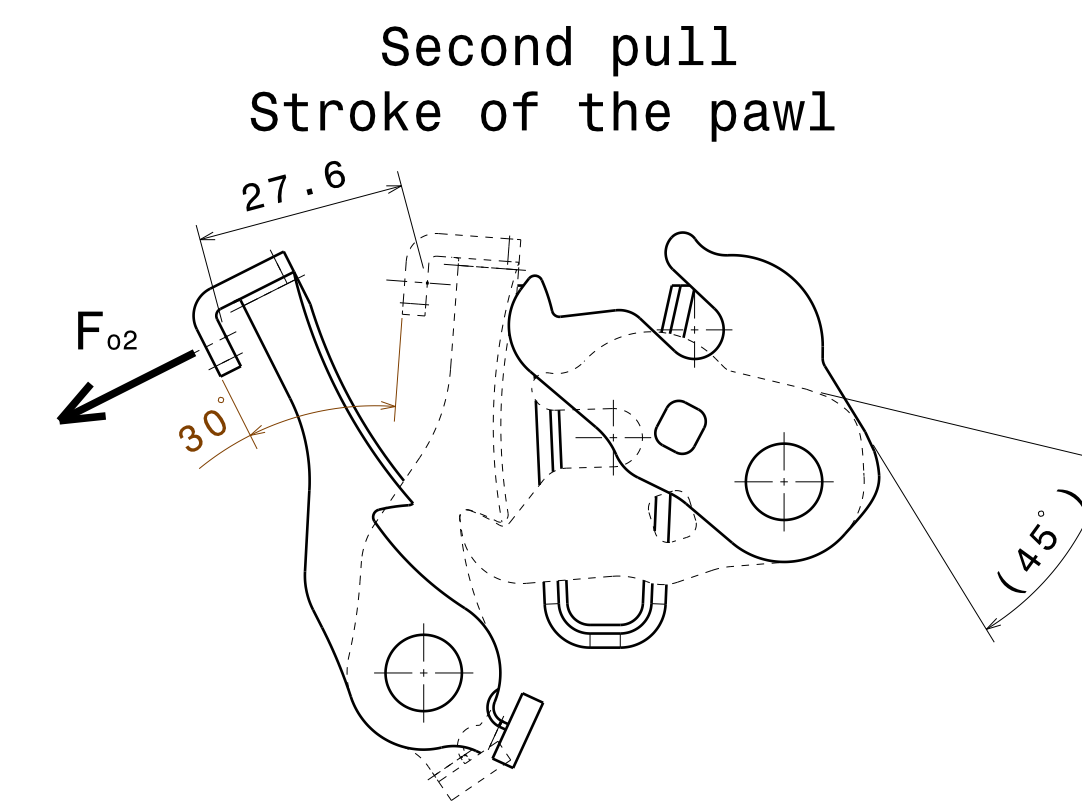
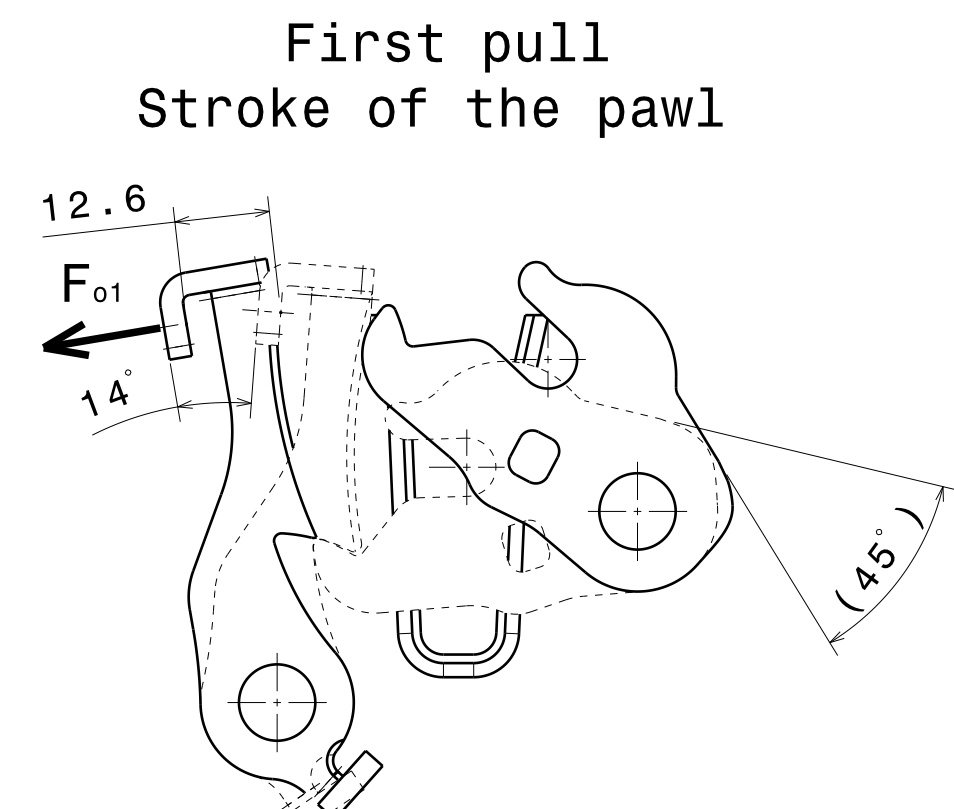
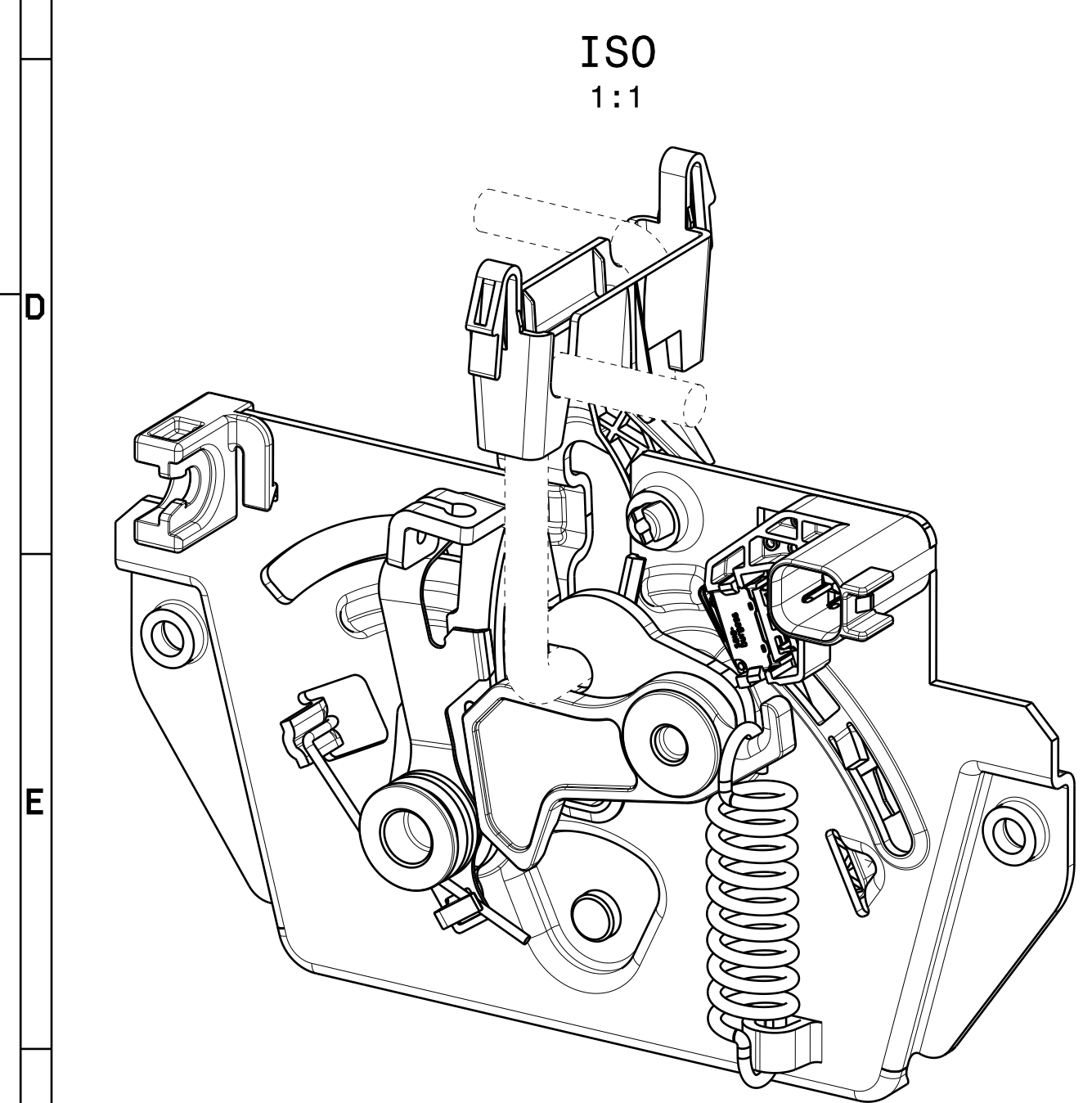
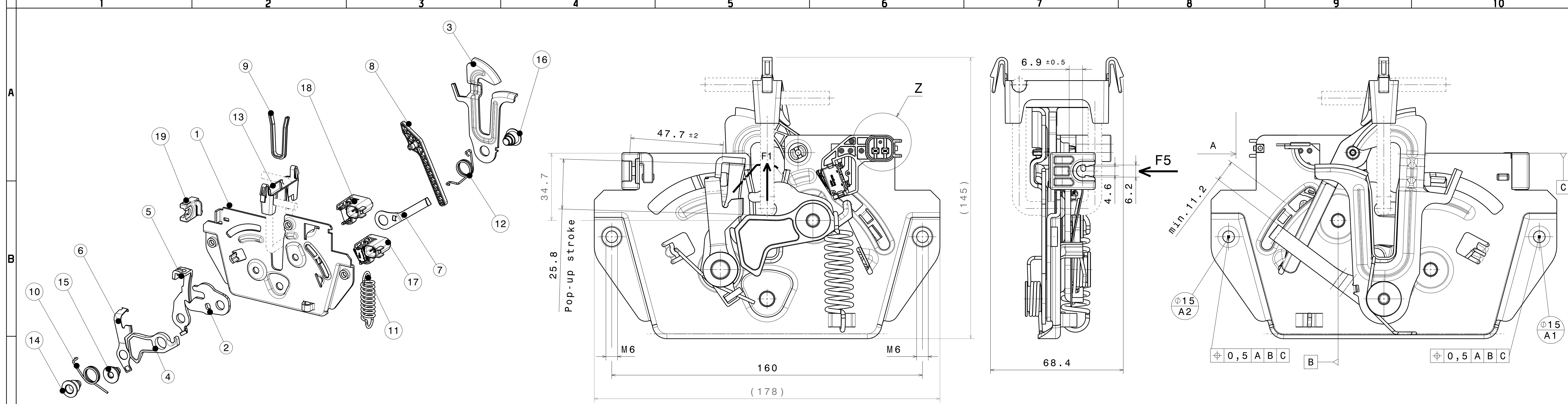
Vypočtená hodnota přesáhla mez pevnosti. Tuto skutečnost však lze zanedbat z důvodu povrchové napětí vzniklého v kontaktech. Takové špičky napětí se na součásti reálně nevyskytují.



Obrázek 5 – maximální hodnota napětí na nýtech [MPa]

PŘÍLOHA č. 9

Výkresová dokumentace



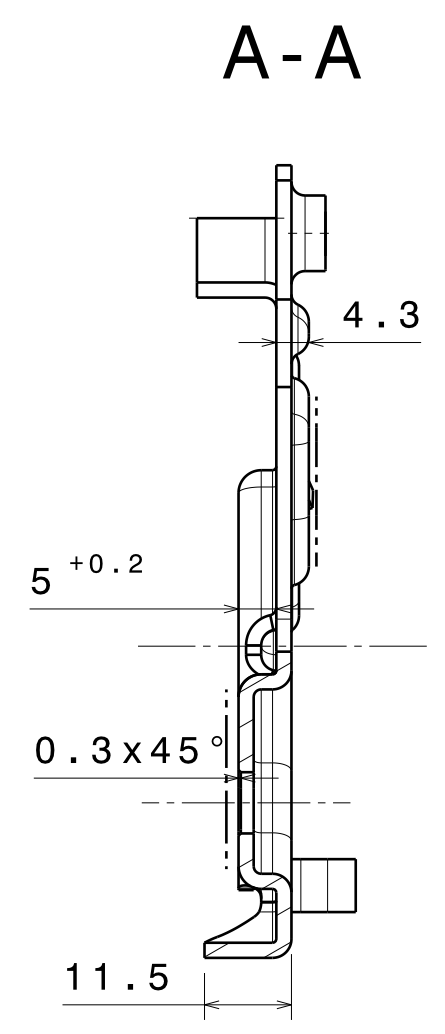
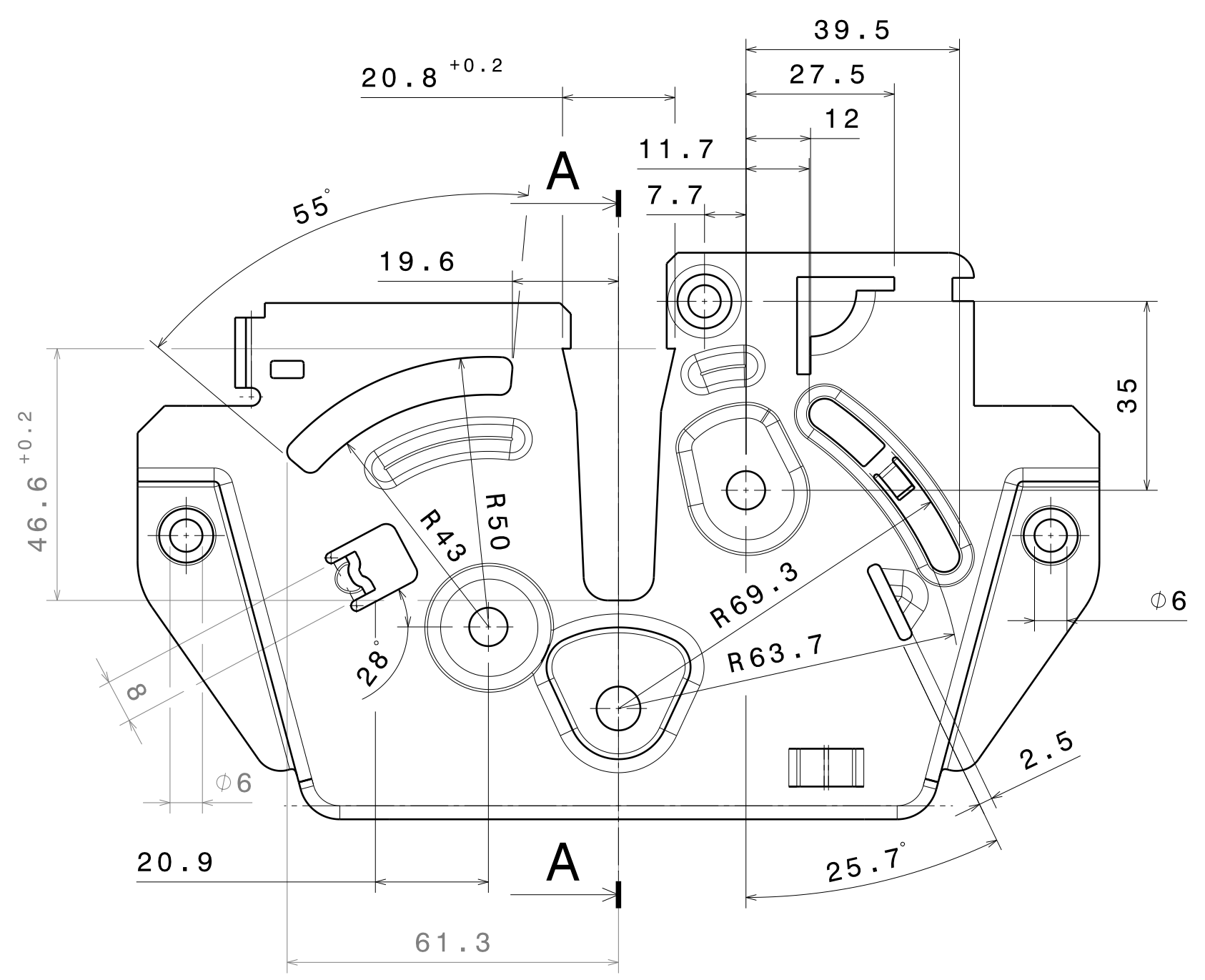
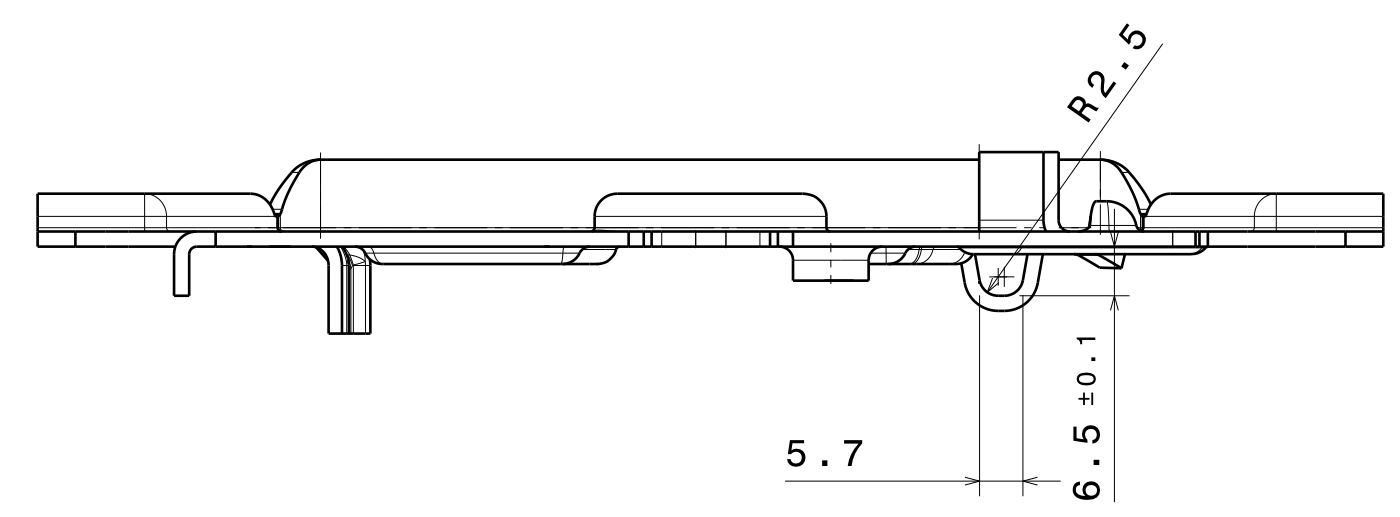
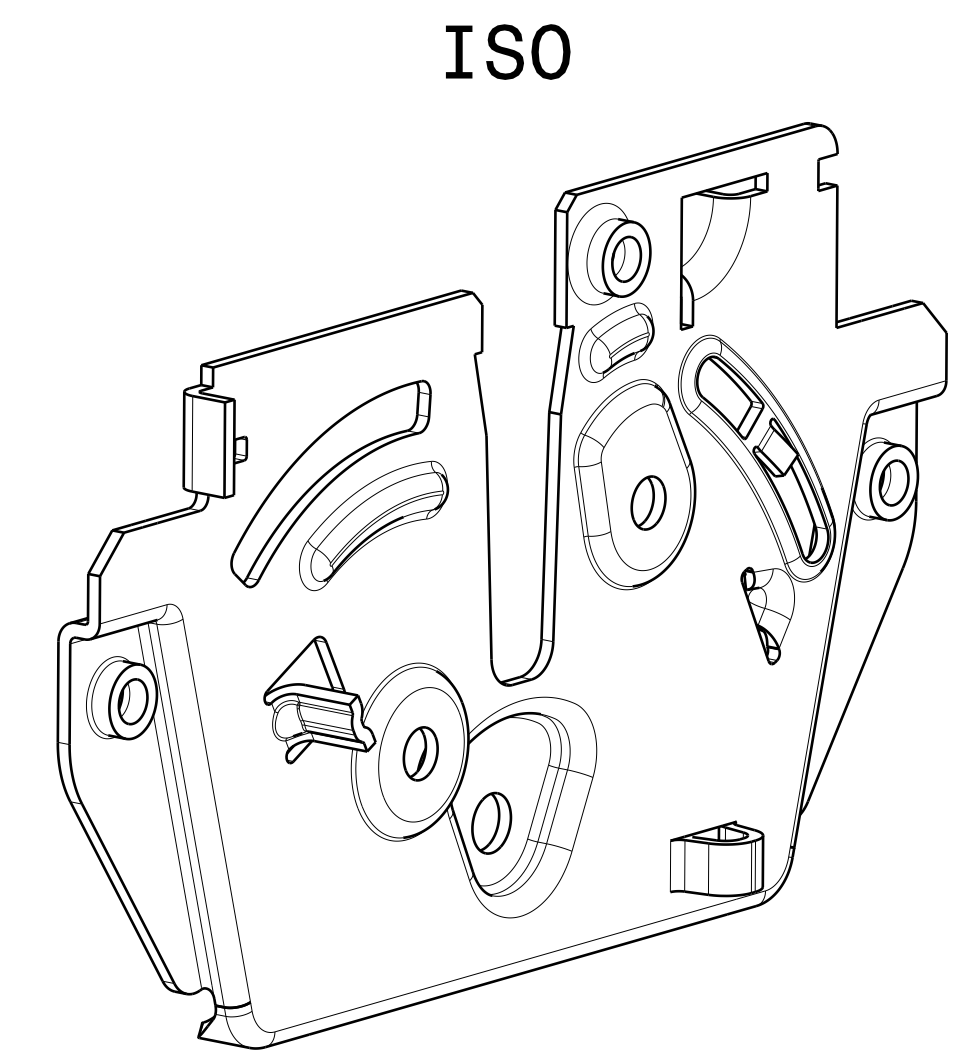
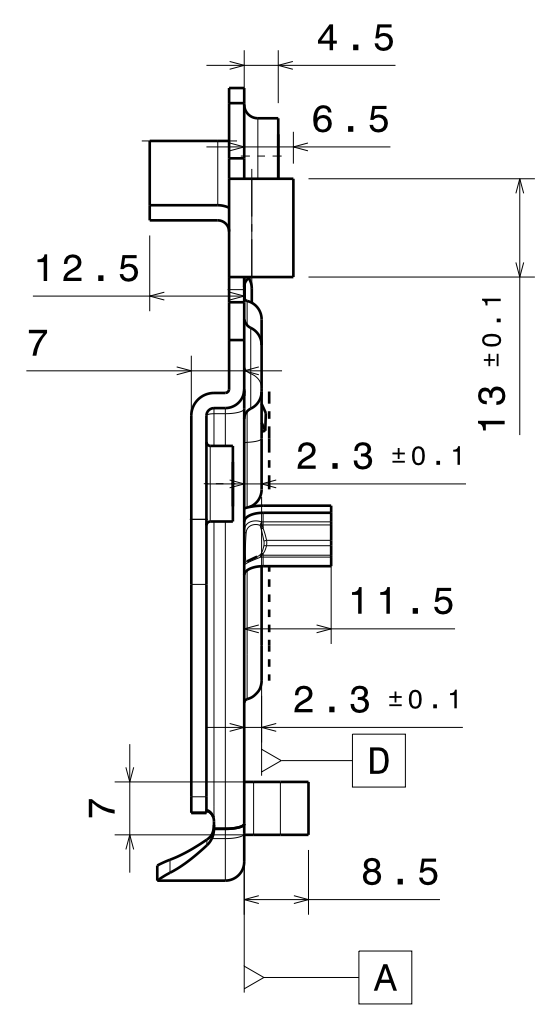
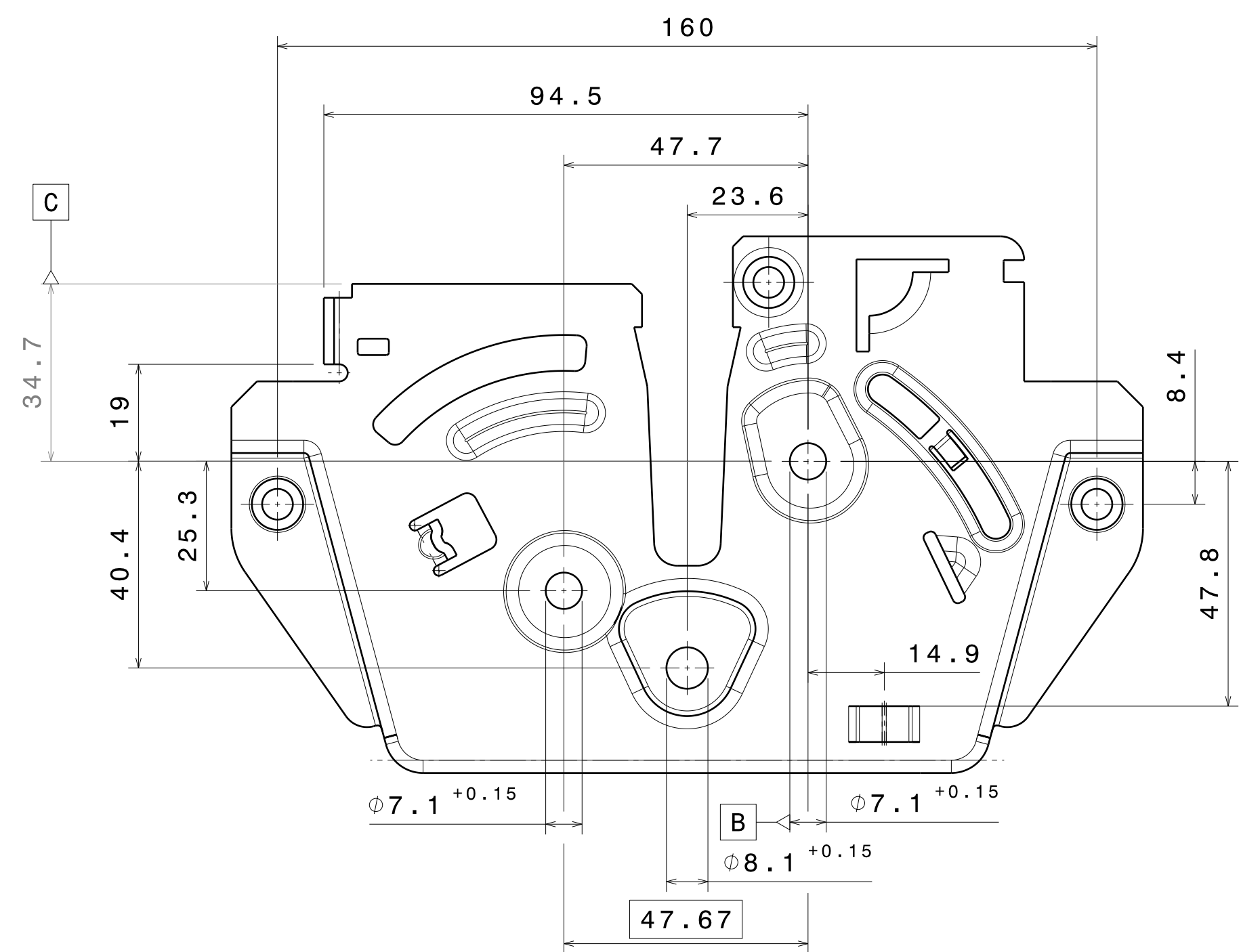
A
B
C
D
E
F
G

For assembly into car: 2x screw M6, assembly torque 15±2 Nm
 None dimensioned geometry see 3D data
 Latch is delivered in open position
 No. of cycles = 5000
 Corrosive resistivity:
 Any zinc corrosion after 1 week
 Any corrosion of basic material (RED) after 4 weeks
 Operating temperature is from -30°C to 110°C

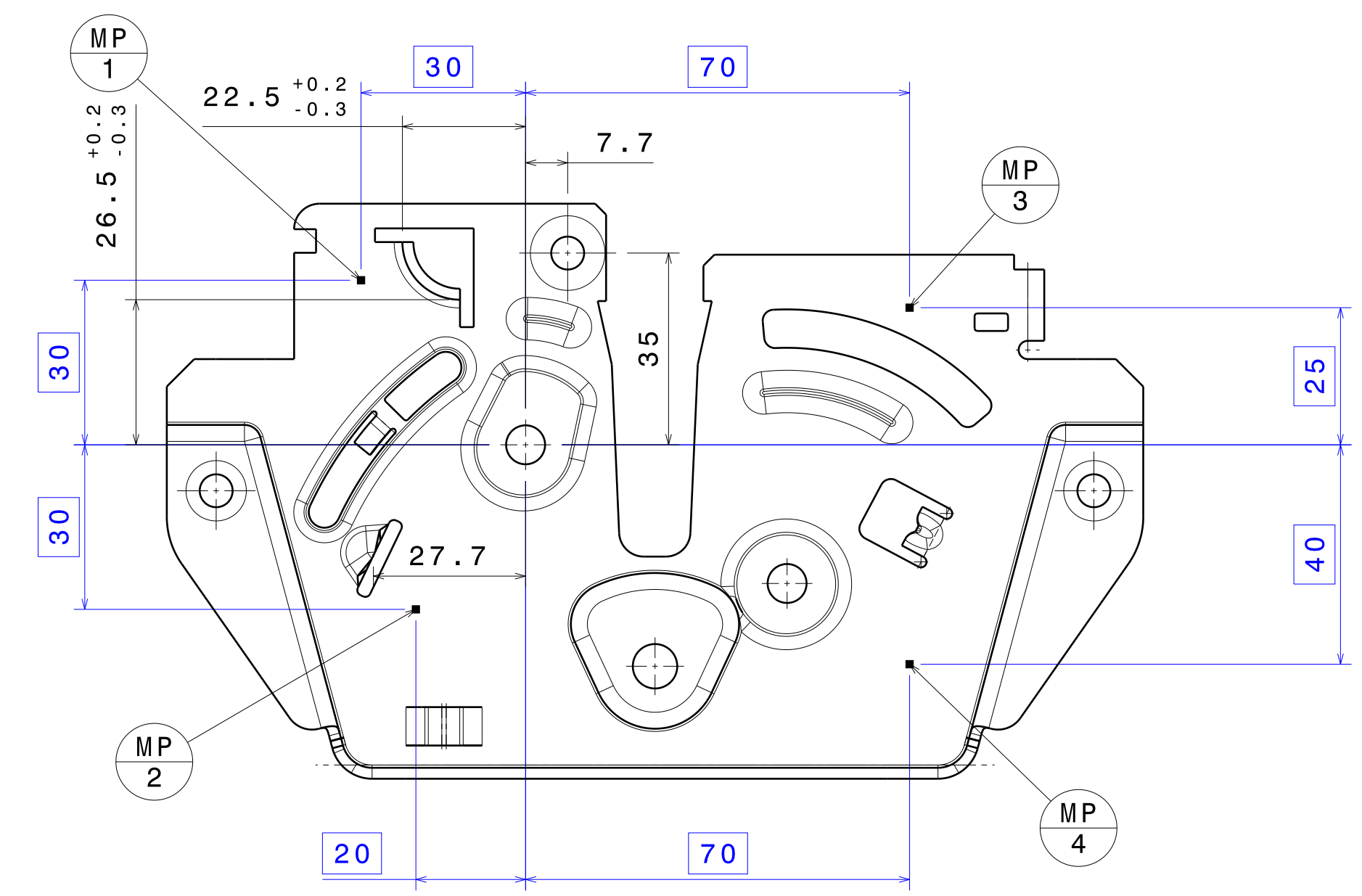
Forces	Name	[N]
F1	Strength of latch in z direction (claw)	5000
F2	Strength of latch in z direction (hook)	3000
Fo1	Opening force-1st pull	26,1
Fo2	Opening force-2nd pull	22,3
F3	Pop-up force	min.111
F4	Mountage force of connector	75
F5	Mountage force of bowden	

Pos.	No. of dr.	Name	Material	Qty.
1	001	Base plate	1.0980	1
2	002	Claw	1.7131	1
3	003	Safety hook	1.0980	1
4	004	Pop-up lever	PA 6.6 GF30	1
5	005	Pawl	1.1141	1
6	006	Sliding lever	1.1231	1
7	007	Sliding lever for hook	1.1231	1
8	008	Wedge lever	PBT	1
9	009	Clip	POM-C	1
10	010	Leg spring for pawl	EN 10270-1 DH-1,6	1
11	011	Pop-up spring	EN 10270-1 DH-2,1	1
12	012	Leg spring for hook	EN 10270-1 DH-1,6	1
14	014	Rivet for pawl	1.0214	1
15	015	Rivet for claw	1.0214	1
16	016	Rivet for hook	1.0214	1
17	017	Plug	2.0321 CuZn37	1
18	018	Dummy	PBT+ASA GF30	1
19	019	Clip for bowden	POM	1

ISO 128-90	Geprüft/checked	30.03.15	Tarasov
2:1	HOOD LATCH WITH DOUBLE PULL SYSTEM		
5:1	Zuschnung Nr. / Drawing-no.	000	Produktgruppe / Krit.Merke./crit. char
1:1	CAD-System	CatiaV5	DIN A1



Measurepoints



xxxxxx Theoretical dimension
 Function surface 0.1

Technical terms of delivery see WN 016 032 [6]

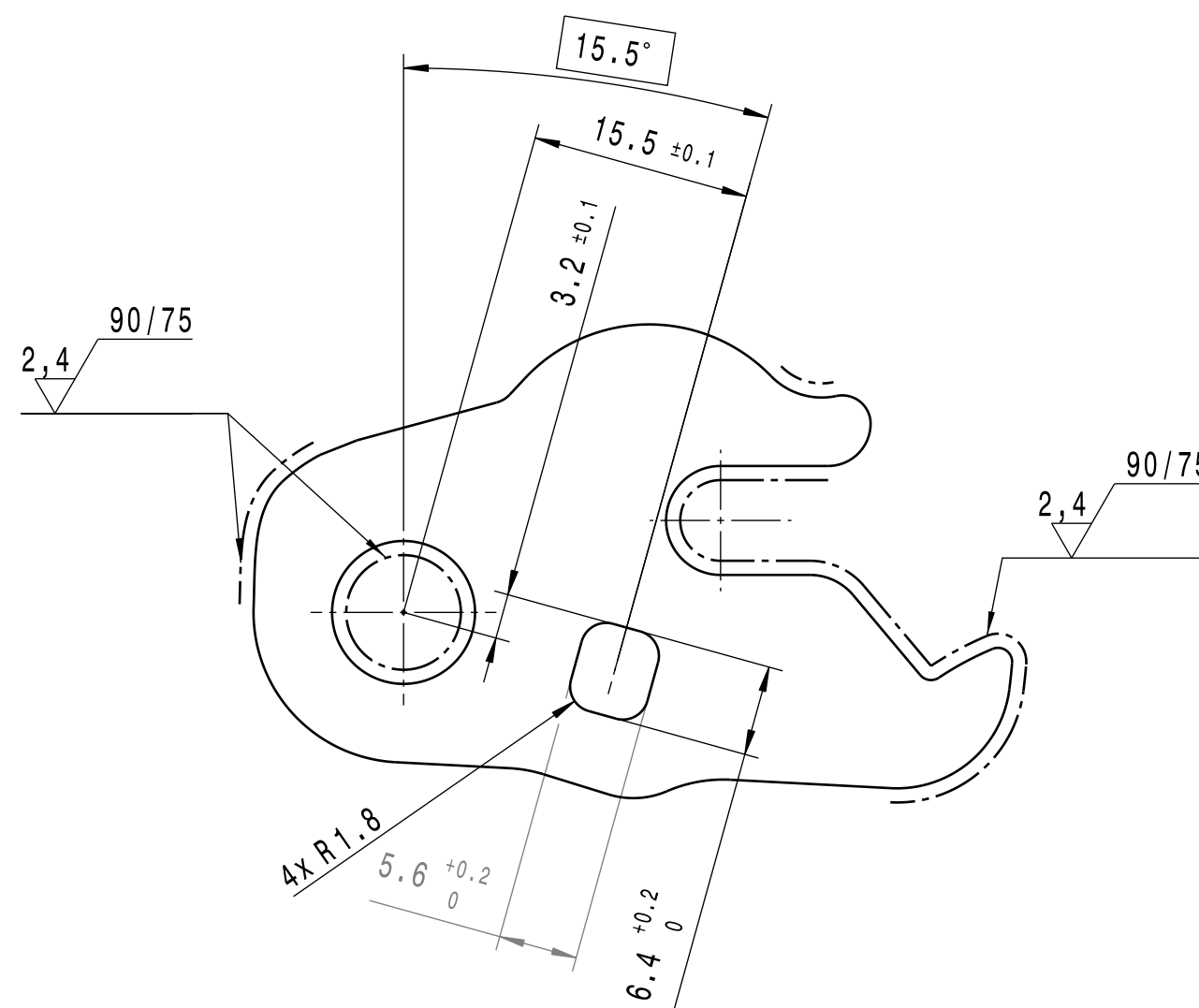
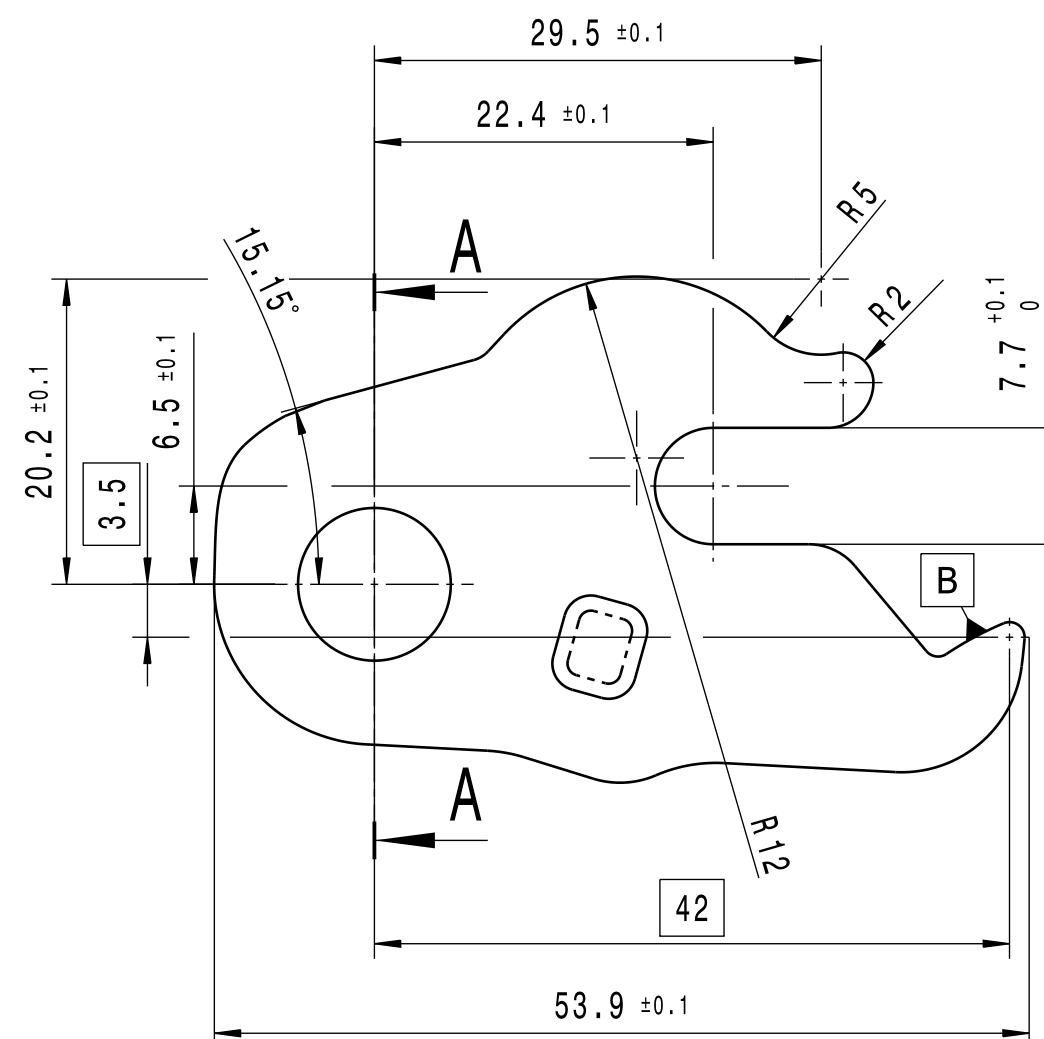
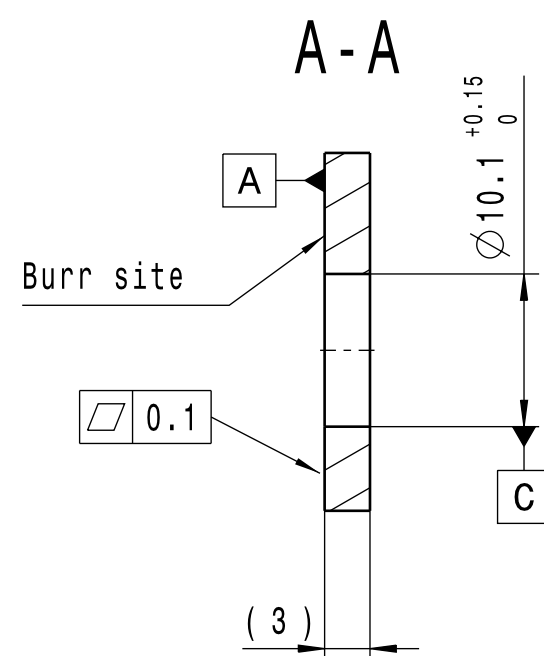
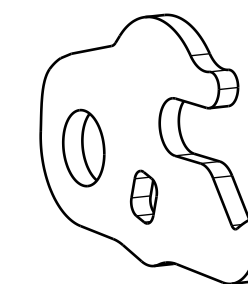
Alignment elements A-B-C
 All dimensions are valid for the finished unit including the surface treatment
 none dimensioned geometry see 3D data same part number
 For this is valid:
 surface form deviation for transformed surface line
 form tolerance for cut edges

Volumen volume in m³	32256,8	Material	S500MC DIN EN 10149-2
Gewicht weight in g	253,5	Verkstoff- behandlung material treatment	1.0984
Oberflächen- fläche in m²	34888,5	Oberflächen- behandlung surface treatment	ZnNi black passiv. ZnNi min. 8µm
Gezeichnet/ drawn	27.03.15	Datum/date	Name/name
Geprüft/ checked	30.03.15	Gezeichnet/ drawn	27.03.15
Geprüft/ checked	30.03.15	Geprüft/ checked	30.03.15
Produktgruppe	FKS	Produktgruppe	krit,Merke,/crit, char
Benennung title	Base plate		
Zeichnung Nr. / Drawing no.	001	Produktgruppe	FKS
CRD-System	Catiav5	DIN A1	Kundenprojekt Customer proj.
1234567890			



WITTE-Vertrieb GmbH & Co. KG
 Schutzmerk. ISO 16106 besitzend / Protected by ISO 16106

ISO
1:1



Theoretical dimension

Function surface 0.1

Technical terms of delivery see WN 016 032 [6]

Alignment elements A-B-C

All dimensions are valid for the finished unit including the surface treatment

none dimensioned geometry see 3D data same part number

For this is valid:

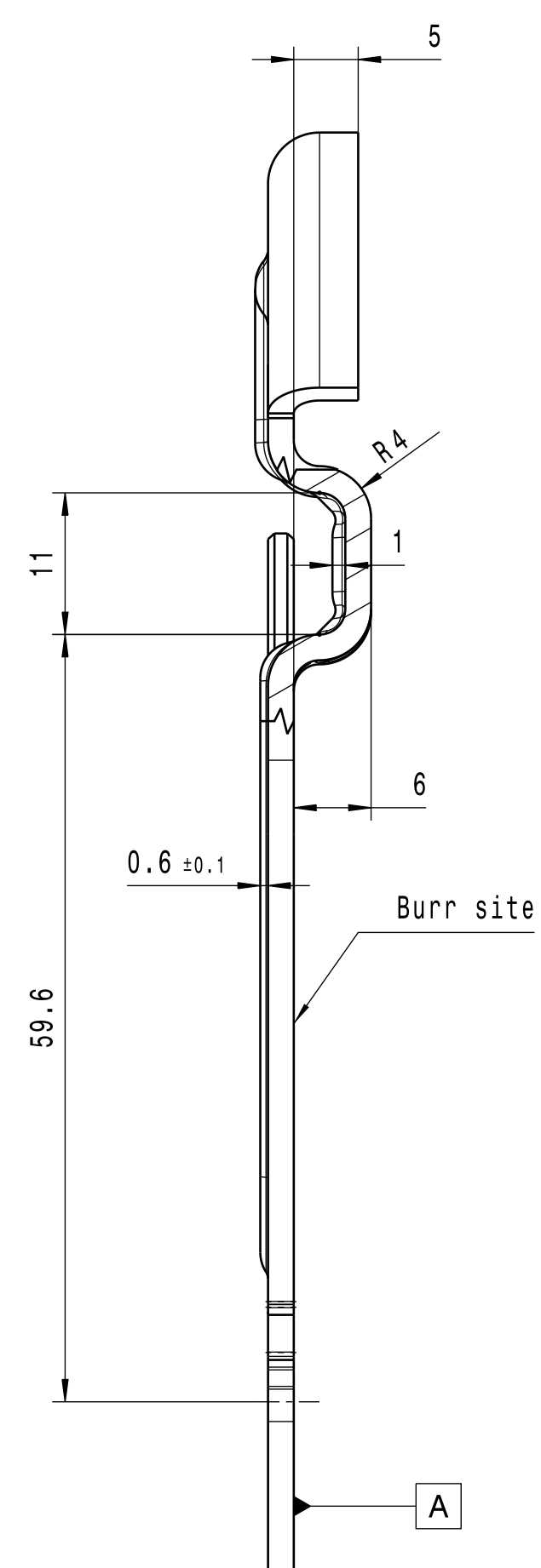
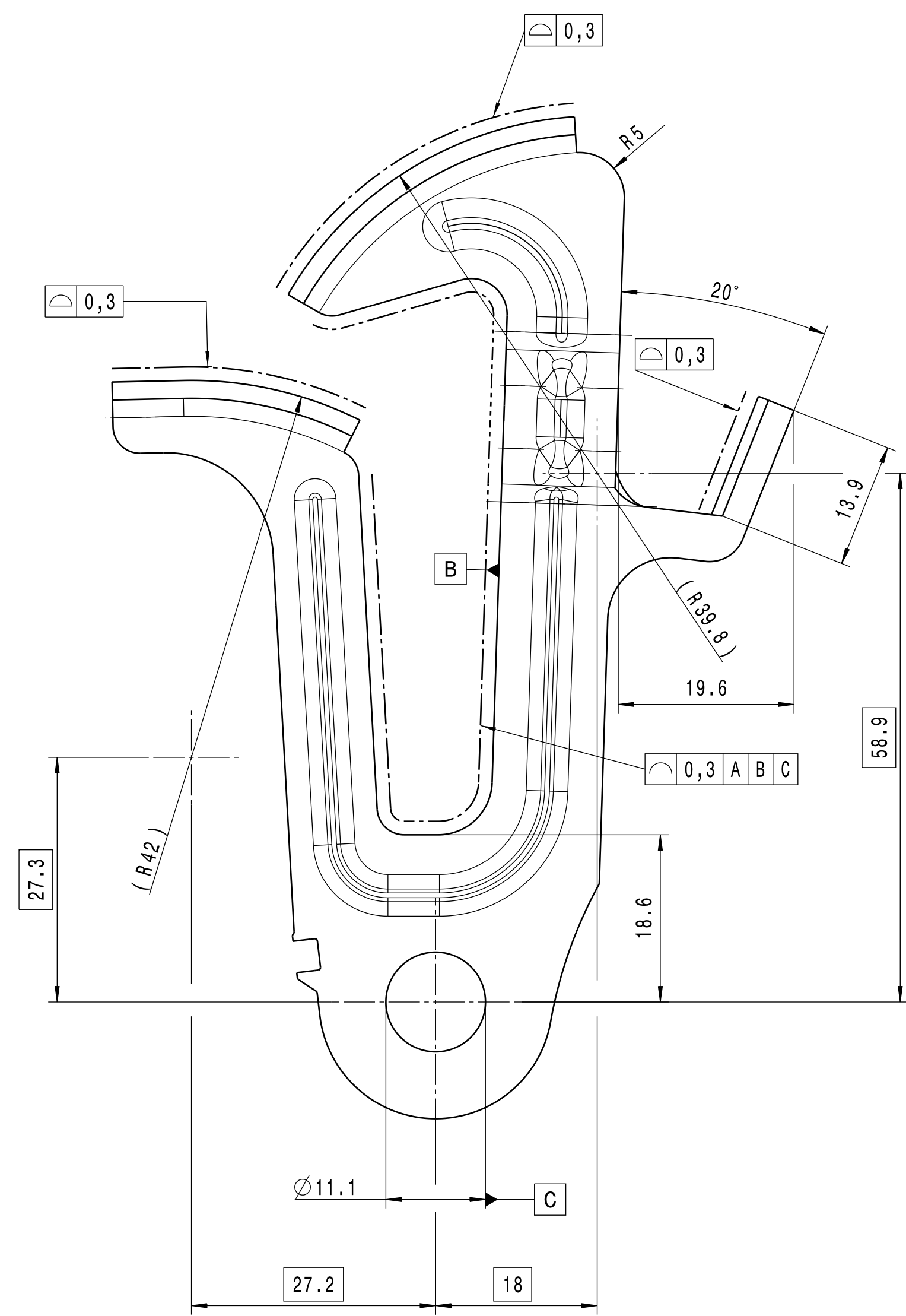
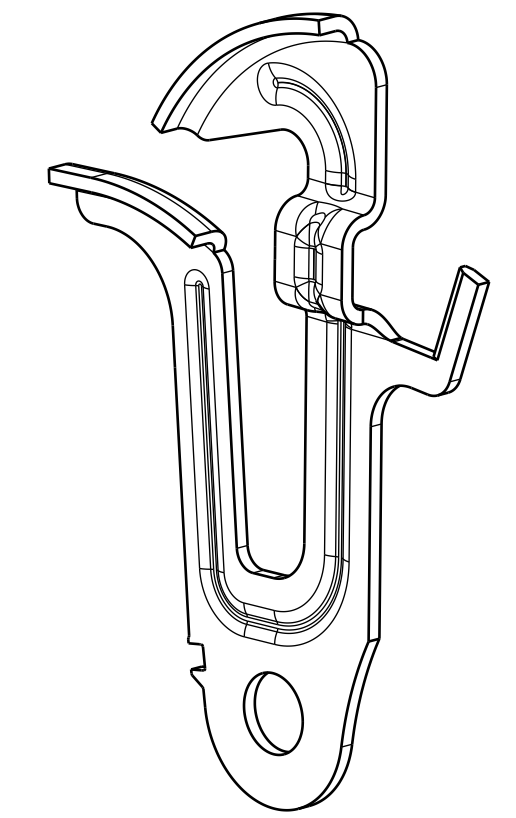
surface form deviation for transformed surface line 0.3
 form tolerance for cut edges 0.3

Volume/volumen volume in mm ³ 3346.5	Werkstoff/ material 1.7225 42CrMo4, 15 142-3,0 -0,06mm/+0,06mm
Gewicht/gewicht weight in g 26.3	Werkstoff- behandlung/ material treatment Casehardened Rm = 1300 - 1500 N/mm ²
Oberfläche/m ² surface in m ² 2916.5	Oberflächen- behandlung/ surface treatment 1x Delta Tone/ 2x Delta Seal+GZ black
Überprüft/ standard-checked 10.11.09 Macdonal	Datum/date 29.10.08 Name/name Wiemann
ISO 128-38 	Geprüft/checked 29.10.08 Wayand Fertigungsgeprüft/ production-checked 09.11.09 Frinker
allgemein/ general >315	DIN ISO 2768-m
>120 ≤ 315 ± 0.5	Masstab/ scale 2:1
> 30 ≤ 120 ± 0.3 ± 1	Benennung/ title CLAW
> 6 ≤ 30 ± 0.2 ± 0.5	Zeichnung Nr./ drawing-no. 002
≤ 6 ± 0.1 ± 0.2	Krit. Merkm./ crit. char. -
Winkel/ angle ± 1°	Radial/ radius
Masse ohne Toleranzangabe/ dimensions without tolerances	CAD-System CatiaV5 DIN A2

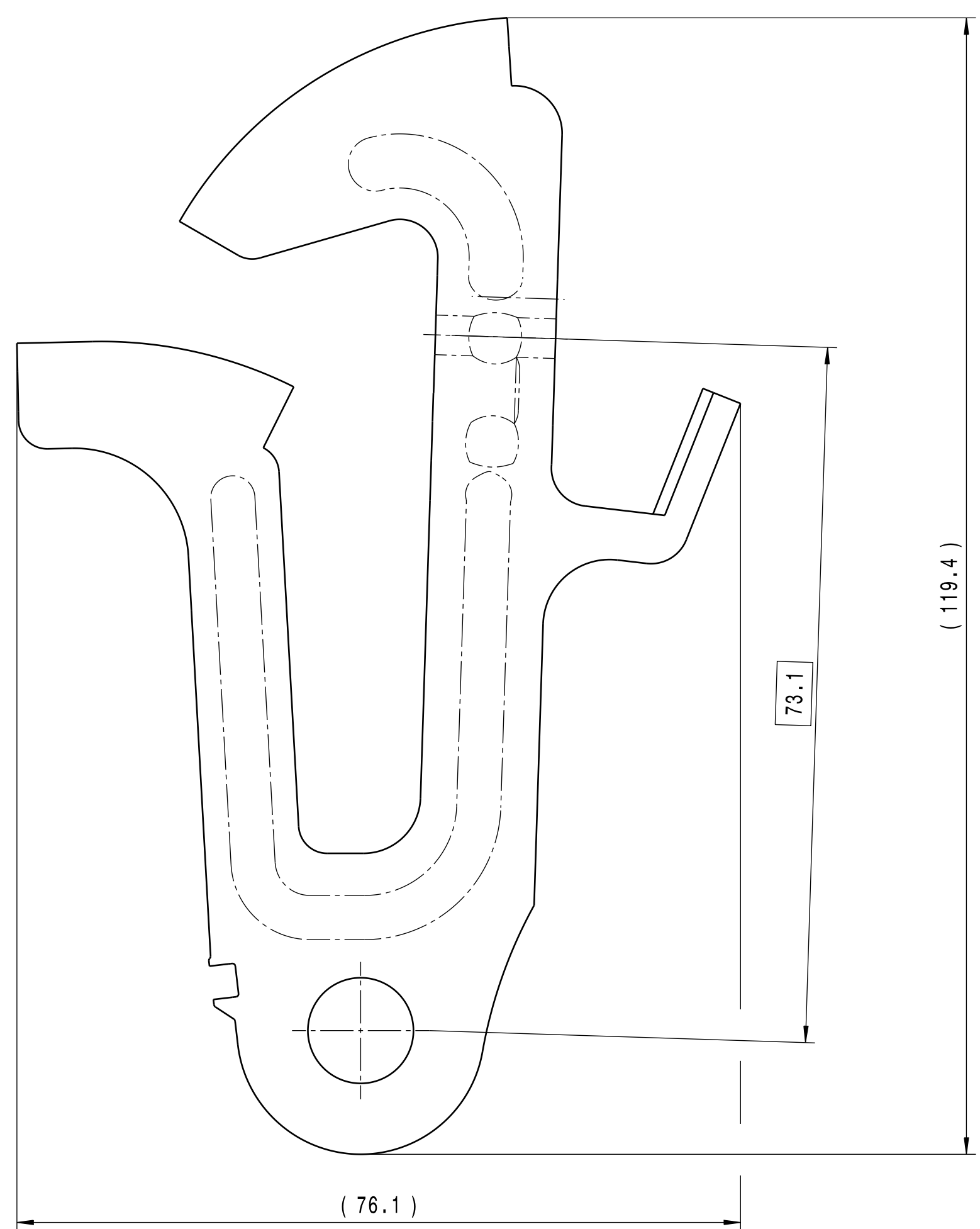


© WITTE-Verlbert GmbH & Co. KG
Schutzvermerk ISO 16016 beachten / Protected by ISO 16016

ISO
1:1



Unfolded view

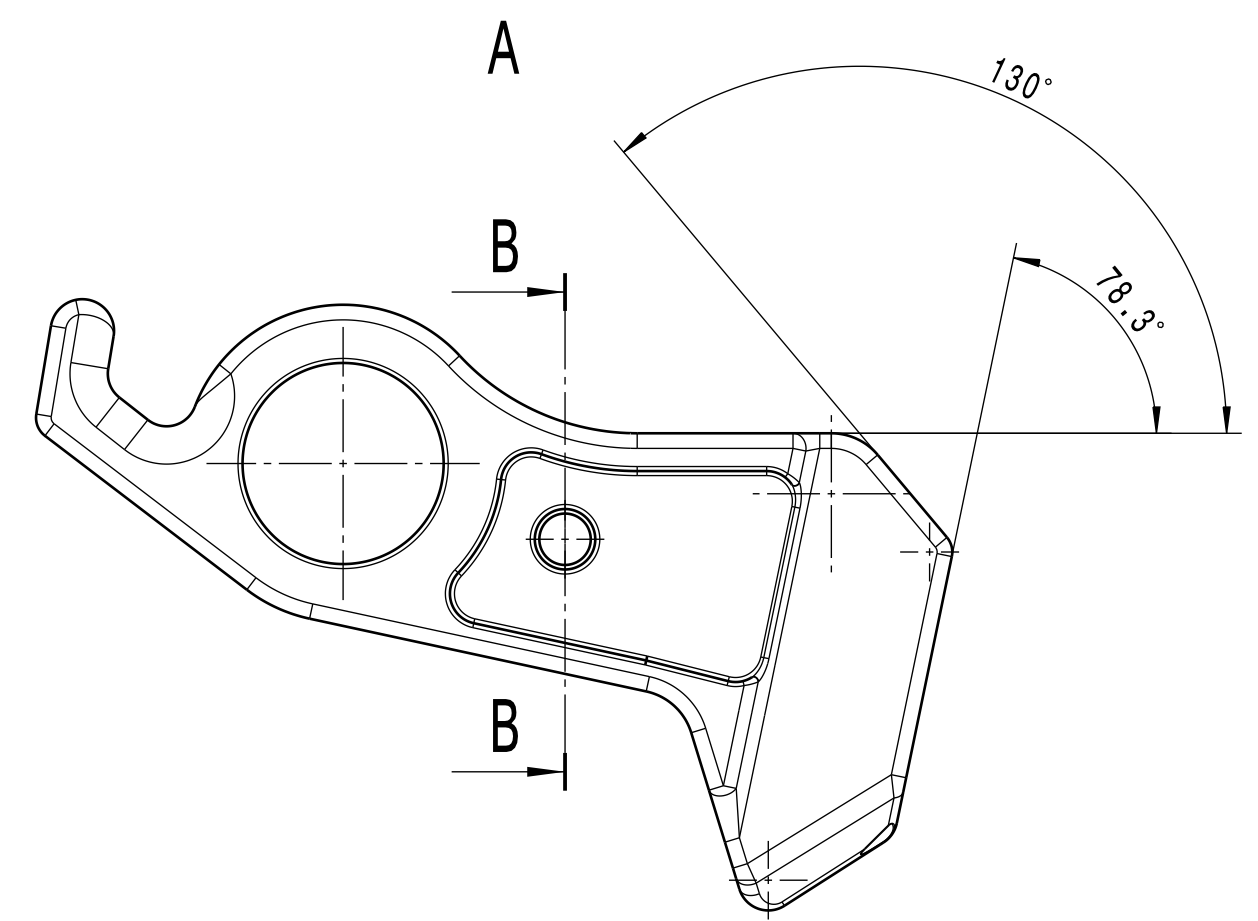
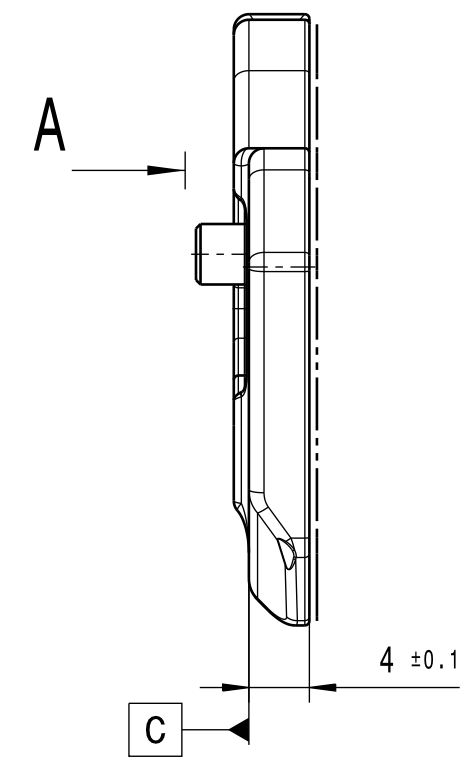
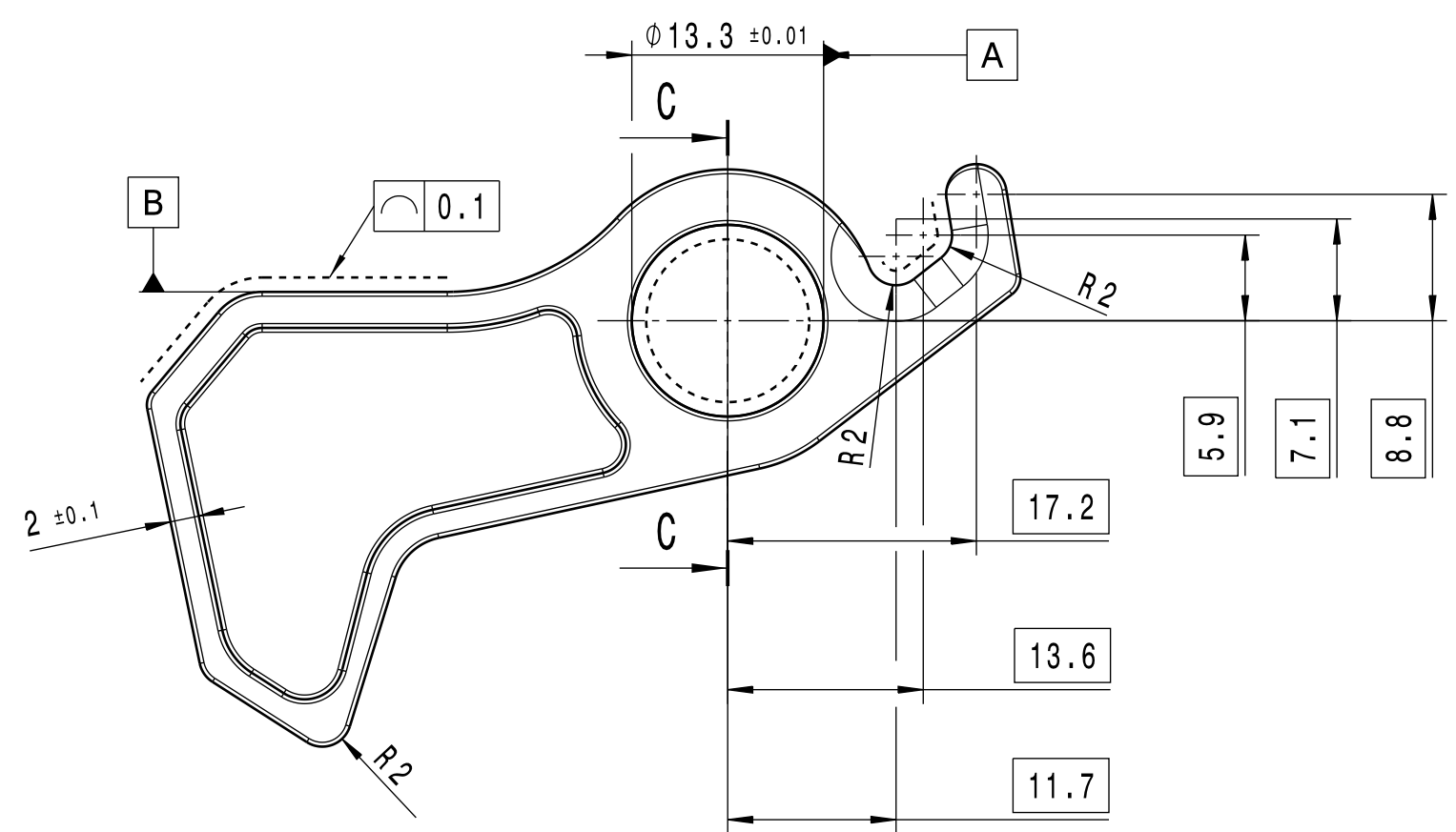
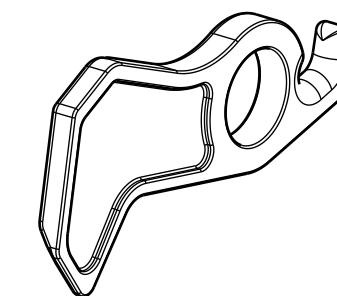


Theoretical dimension
 Function surface

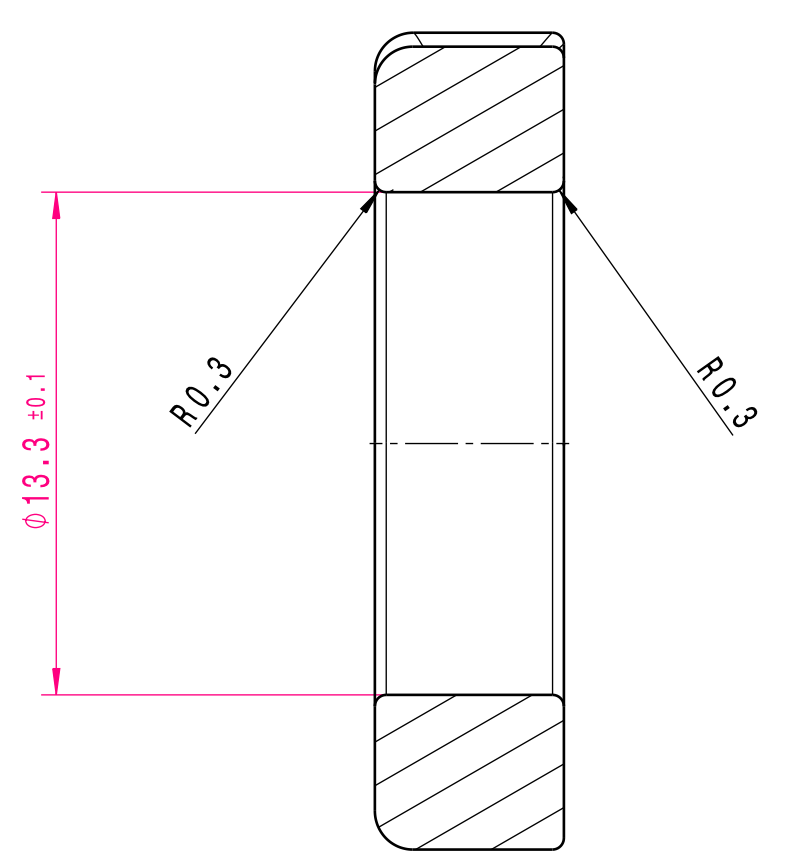
Technical terms of delivery see WN 016 032 [6]
Alignment elements A-B-C
All dimensions are valid for the finished unit including the surface treatment
none dimensioned geometry see 3D data same part number
For this is valid:
surface form deviation for transformed surface line
form tolerance for cut edges

Änderungsnummer change no.	Geprüft Name checked date	Nr. no.	Feld field	Änderungsbeschreibung description of change	Datum date	Name name
6655,4				S500MC EN 10149-2,0 1.0984		
52,3				Casehardened 1300 - 1500 N/mm ²		
7761				ZnNi black pass. ZnNi min. 8µm		
					Datum/date	Name/name
					27.03.15	Gibulka
					30.03.15	Tarasov
DIN ISO 2768-m >315 ± 0.5 >120 ≤ 315 ± 0.3 > 30 ≤ 120 ± 0.3 > 6 ≤ 30 ± 0.2 ≤ 6 ± 0.1 Winkel ± 1° Masse ohne Toleranzangabe dimensions without tolerances				Massstab scale 2:1 1:1		Benennung title SAFETY HOOK
				Zeichnung Nr. drawing no. 003		Krit. Merk. crit. char.
				CAD-System CatiaV5 DINA1		

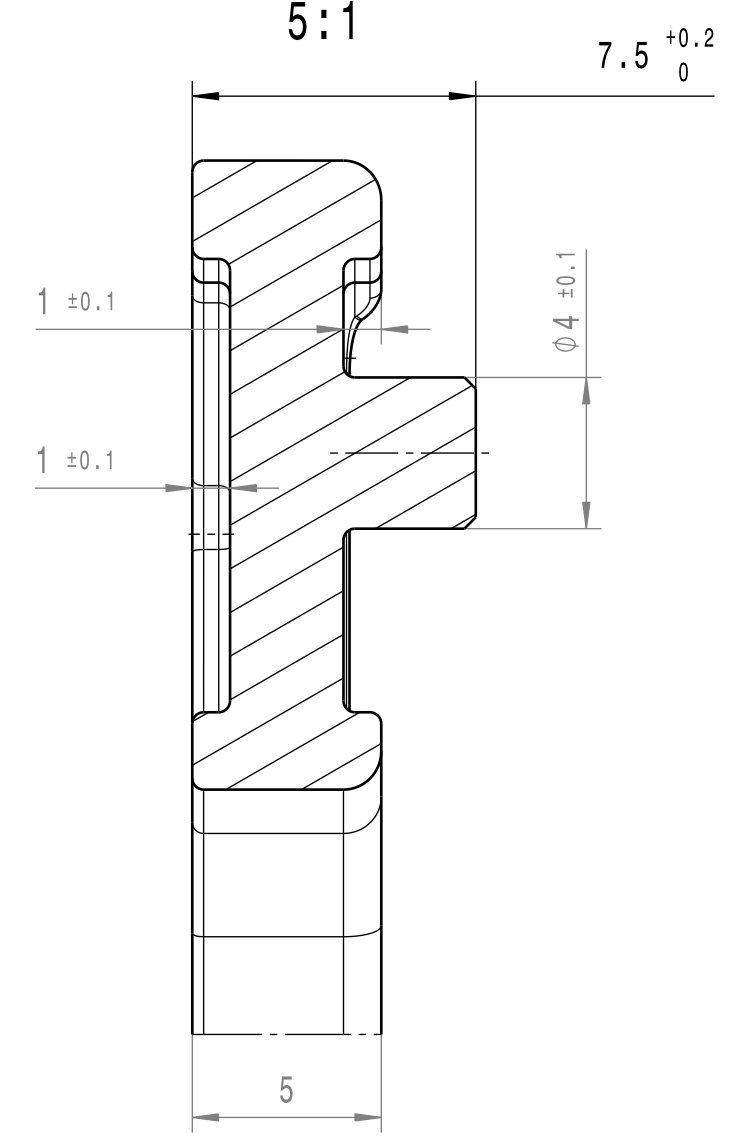
ISO
1:1



C - C
5:1



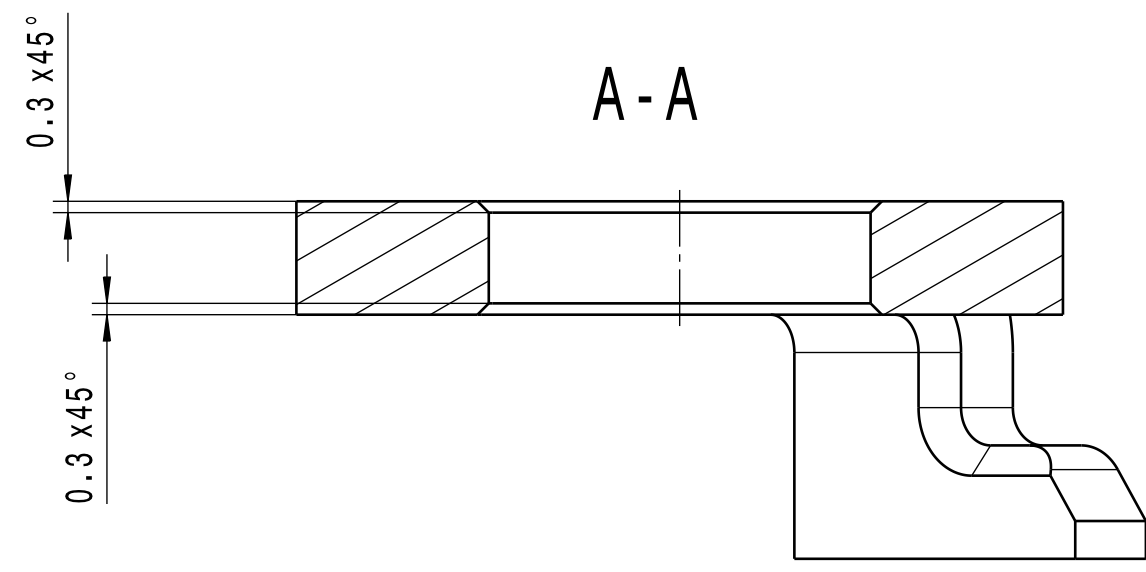
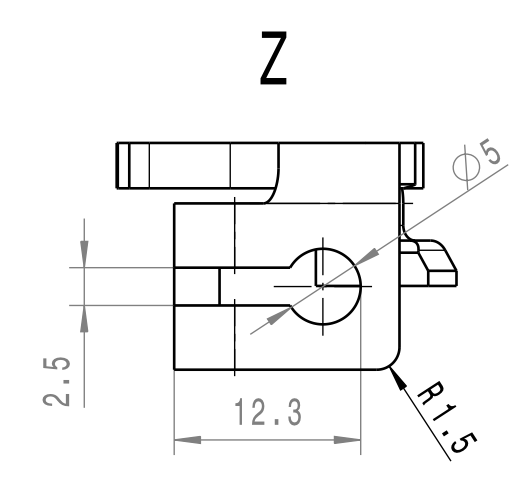
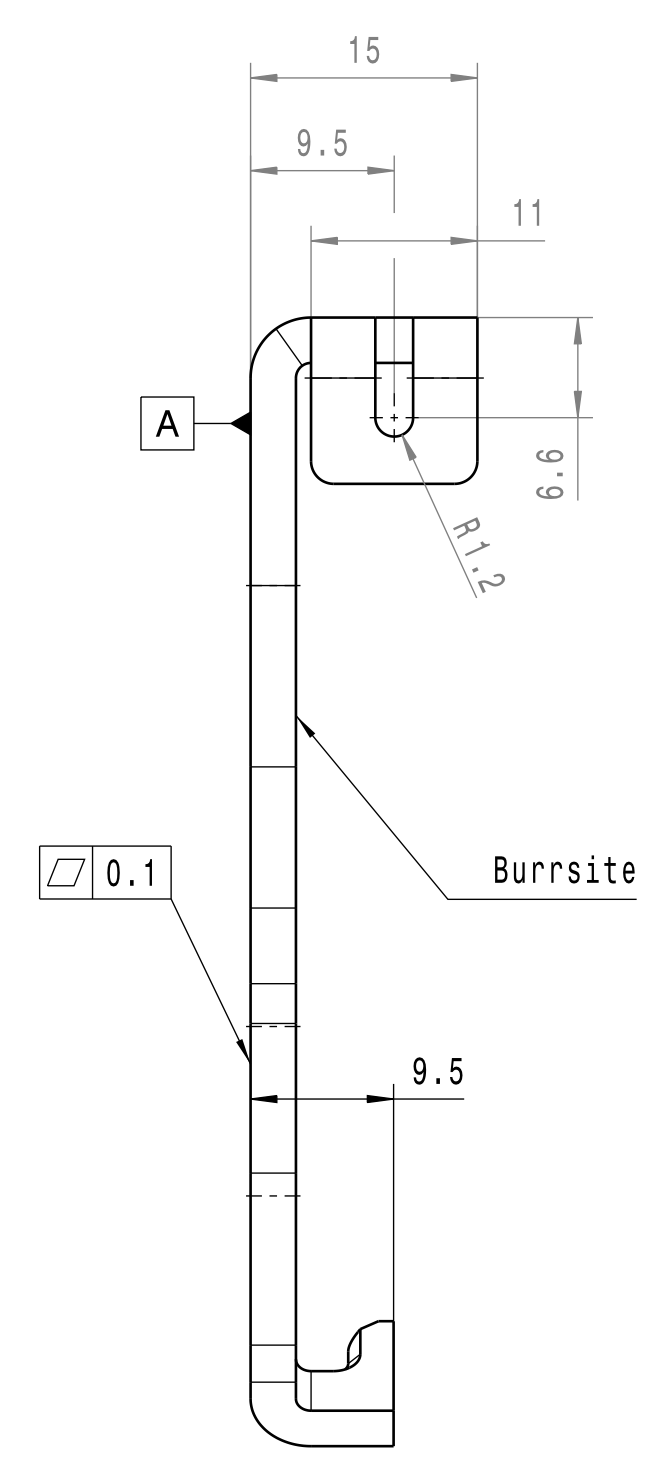
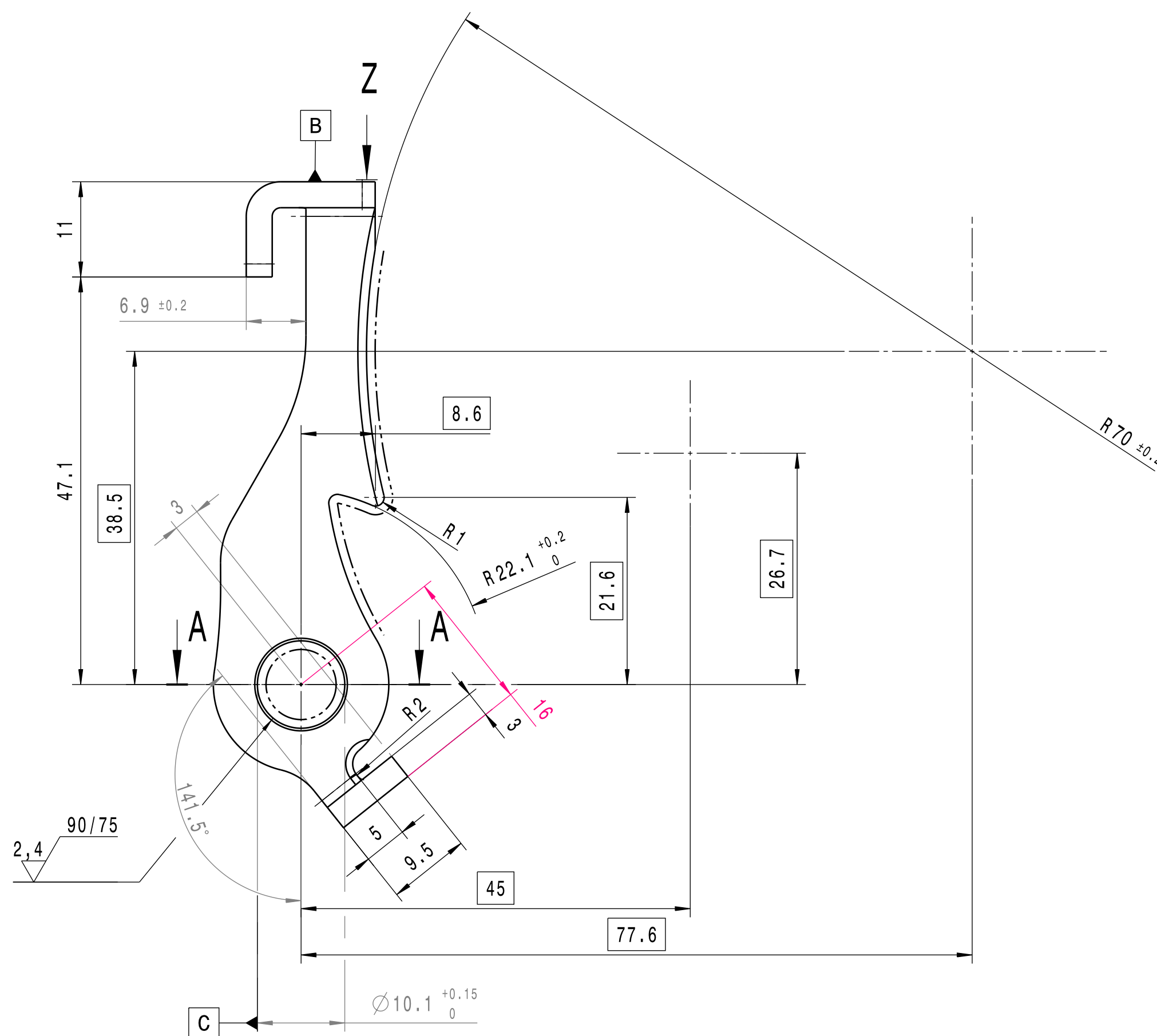
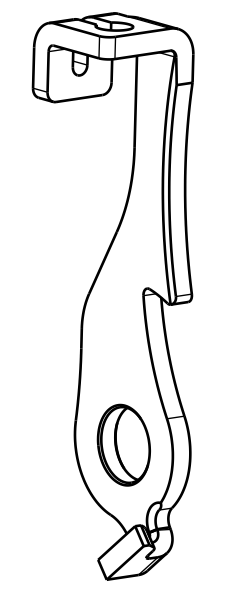
B - B
5:1



- 0.2 Position of any profile
- All sharp edges round R0,3
- Function and visible surfaces without ejectors and burrs
- Part surface to be clear and without lubrication marks
- Colour master reference - black
- Grain master reference - VDI 23
- XXX Theoretical dimension
- A B C Alignment elements
- Function surface

Volumen/mm ³ volume in mm ³	3785,7	Werkstoff material	TABOREN PH 41 G 30 SCHWARZ PP-H-GF30	
Gewicht/g weight in g	5,2	Werkstoff- behandlung material treatment		
Oberflaeche/mm ² surface in mm ²	2983,2	Oberflaechen- behandlung surface treatment		
Normgeprueft standard-checked		Datum/date	Name/name	 © WITTE-Nejdek spol s.r.o. Schutzvermerk ISO 16016 beachten / Protected by ISO 16016
ISO 128-30		Gezeichnet/drawn	27.03.15 Cibulka	
		Geprueft/checked	30.03.15 Tarasov	
		Fertigungsgeprueft production-checked		
Allgemein general	E DIN 16742	Maßstab scale	2:1	
>315	-			
>120 ≤ 315	± 0.5			
> 30 ≤ 120	± 0.3			
> 6 ≤ 30	± 0.2 ± 1			
≤ 6	± 0.1 ± 0.5			
Winkel angle	± 0,5°	Radien radius		
Masse ohne Toleranzangabe dimensions without tolerances				
Benennung title		Pop-up lever		
Zeichnung Nr. / Drawing-no.		Produktgruppe	Krit.Merkm./crit. char	
004		FKS		
CAD-System CatiaV5		DIN A2	Kundenprojekt Customer proj.	1234567890

ISO
1:1

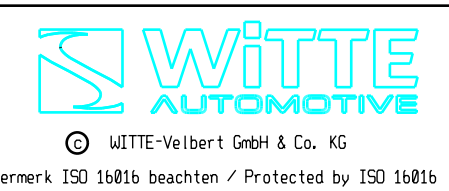


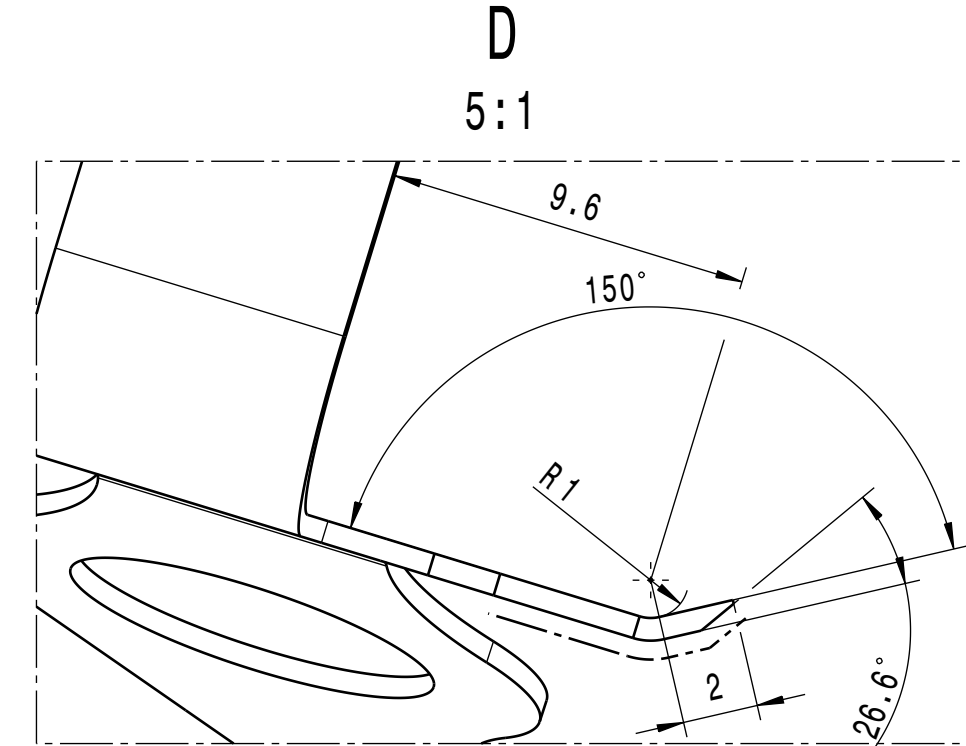
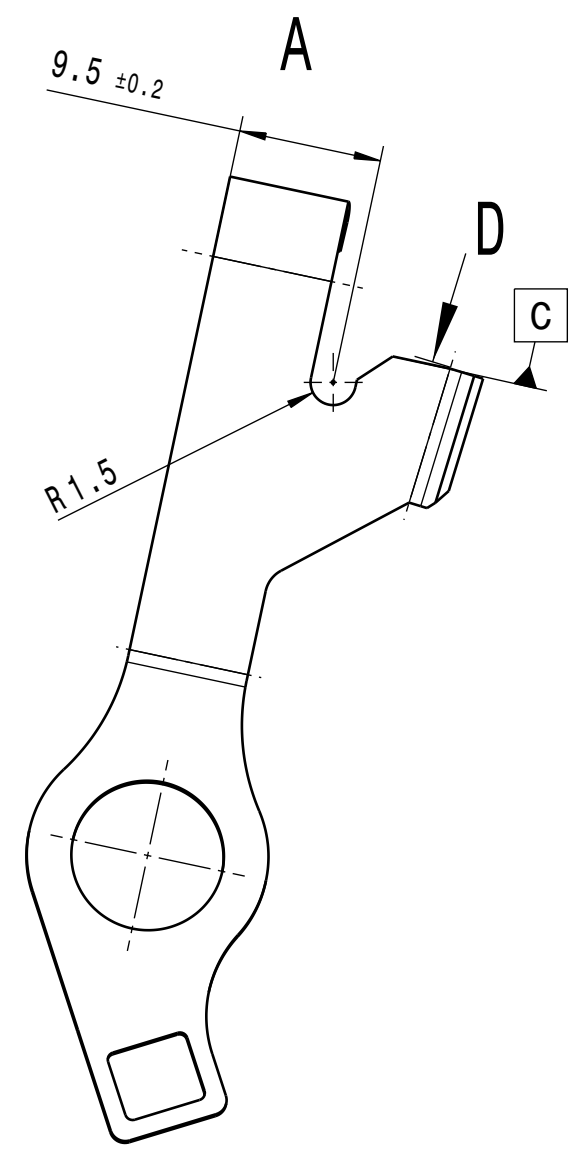
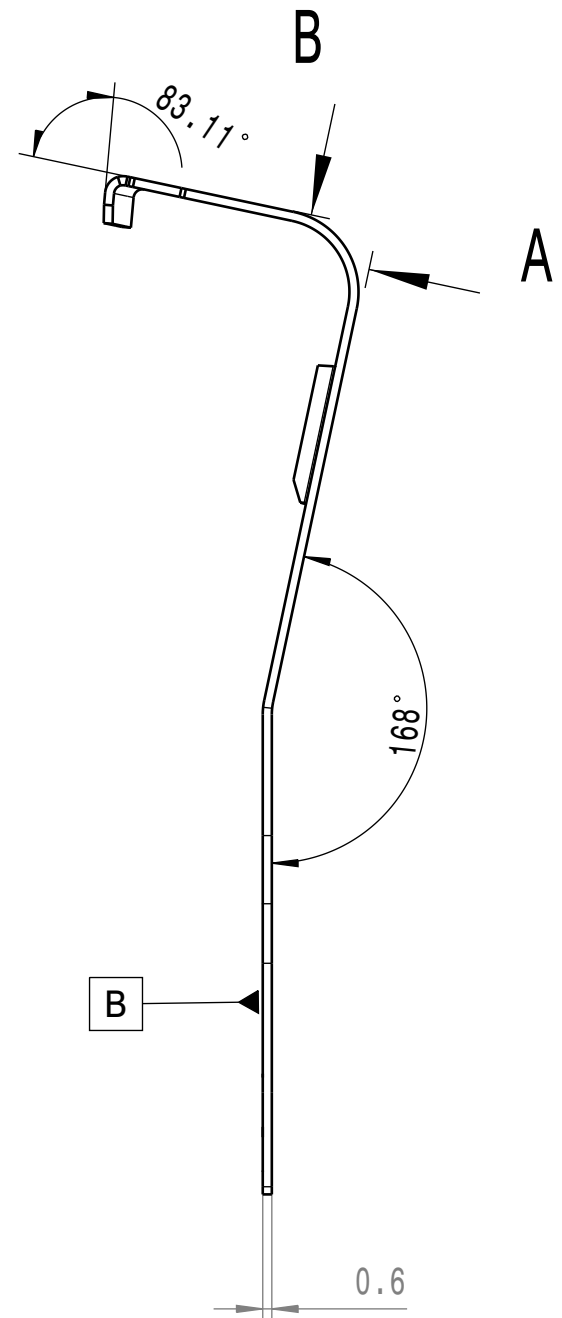
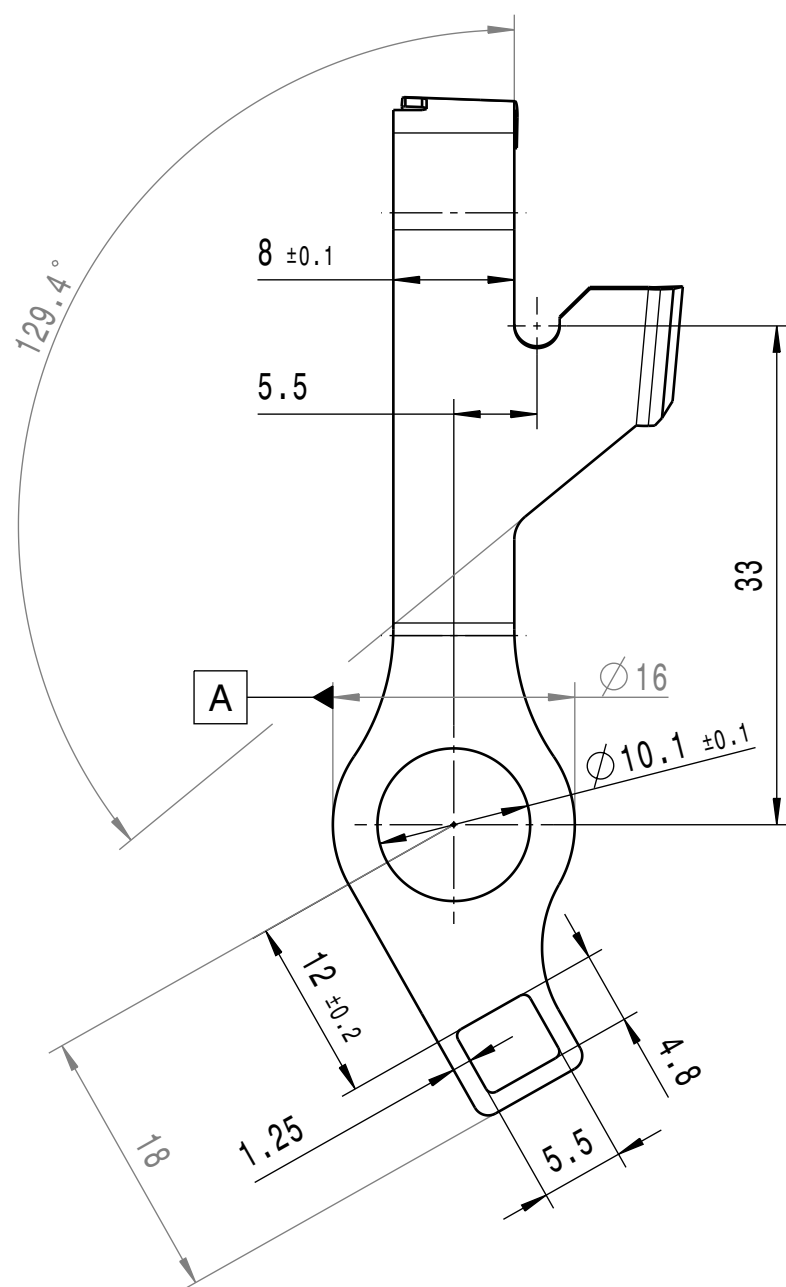
Theoretical dimension
 Function surface 0.1

Technical terms of delivery see WN 016 032 [6]

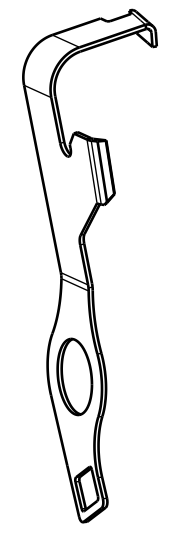
Alignment elements A-B-C
 All dimensions are valid for the finished unit including the surface treatment
 none dimensioned geometry see 3D data same part number
 For this is valid:
 surface form deviation for transformed surface line 0.3
 form tolerance for cut edges 0.3

Volumen/m³ volume in mm³ 3020,4	Werkstoff material 1.7225 42CrMo4, 15 142-3,0 -0,06mm/+0,06mm
Gewicht/g weight in g 23,7	Werkstoff- behandlung material treatment Casehardened Rm = 1000 - 1200 N/mm2
Oberflächen- fläche in mm² 2950	Oberflächen- behandlung surface treatment 1x Delta Tone/ 2x Delta Seal+GZ black
Nmgeprüft standard-checked	Datum/date Name/name Gezeichnet./drawn 27.03.15 Cibulka
ISO 128-38 	Geprüft/checked Fertigungsgeprüft production-checked 30.03.15 Tarasov
allgemein general >315 >120 ≤315 ± 0.5 > 30 ≤120 ± 0.3 ± 1 > 6 ≤ 30 ± 0.2 ± 0.5 ≤ 6 ± 0.1 ± 0.2	Masstab scale 2:1 1:1
Winkel angle ± 1°	Benennung title PAWL
Masse ohne Toleranzangabe dimensions without tolerances	Zeichnung Nr. drawing-no. 005
	Krit. Merkm. crit. char. -
	CAD-System CatiaV5 DINA2

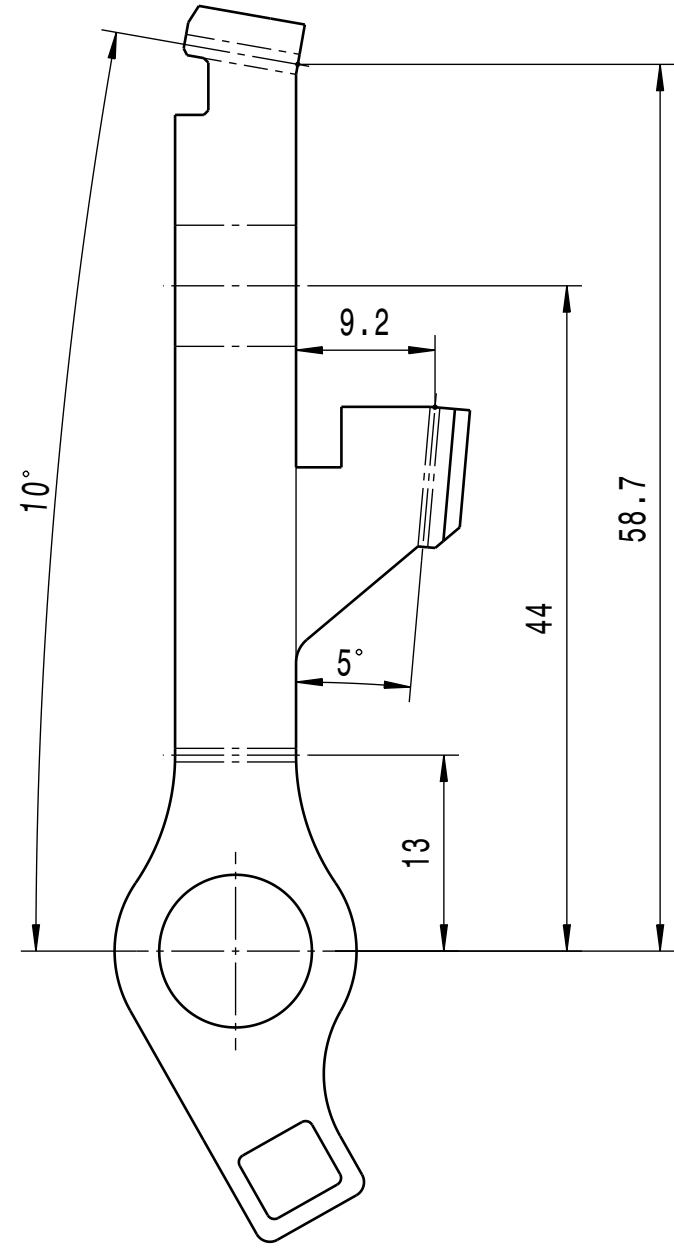
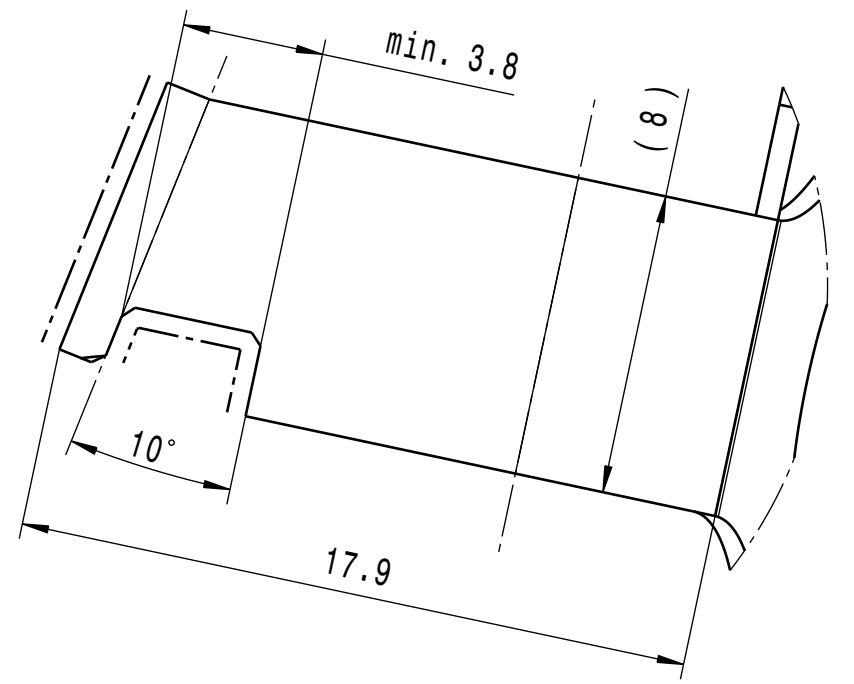
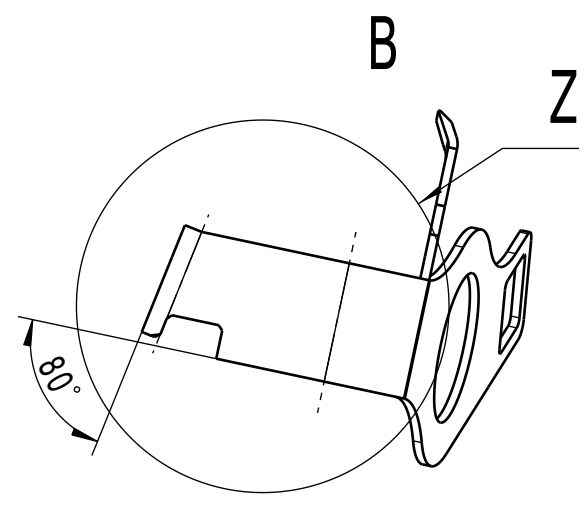




ISO
1:1



Unfolded view



----- Function surface

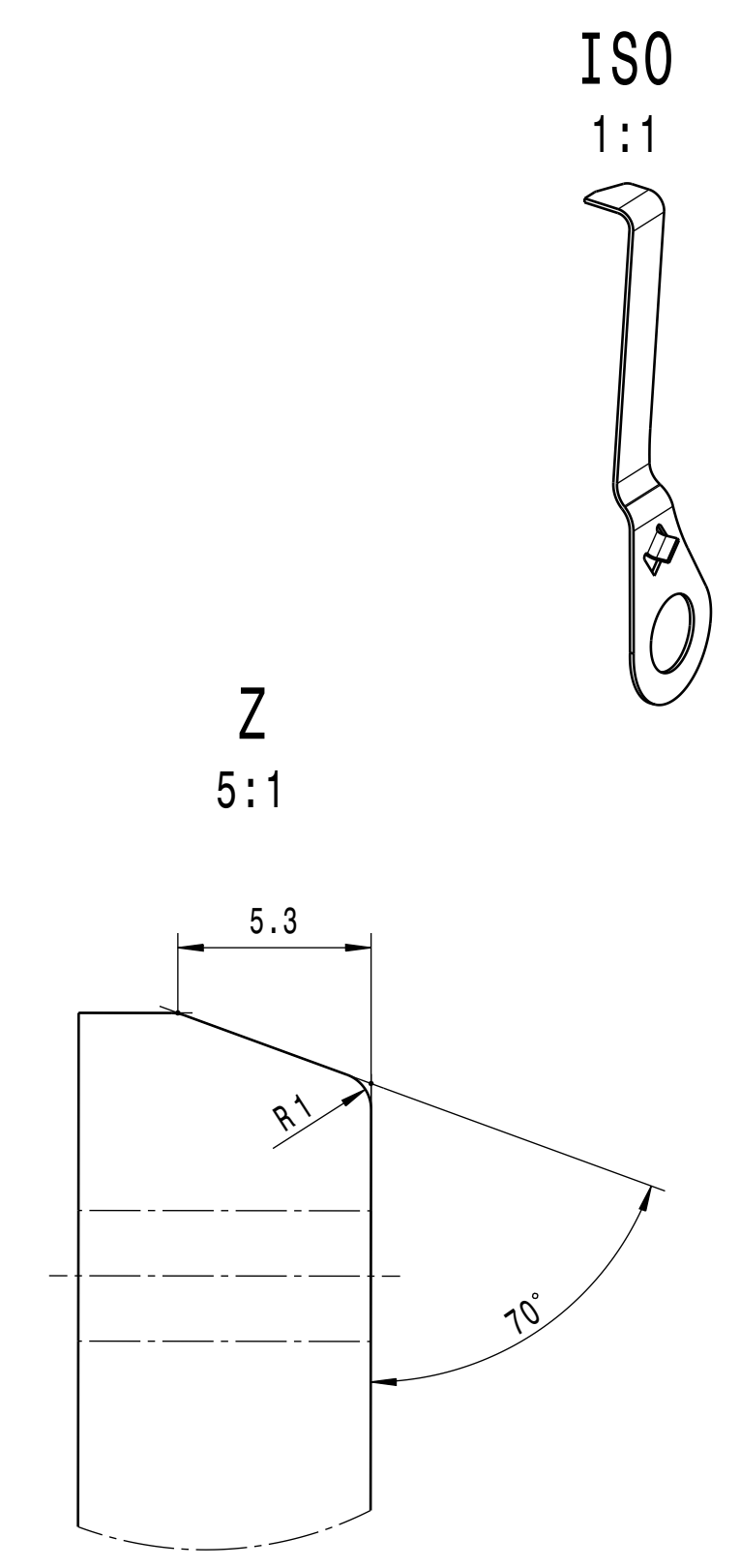
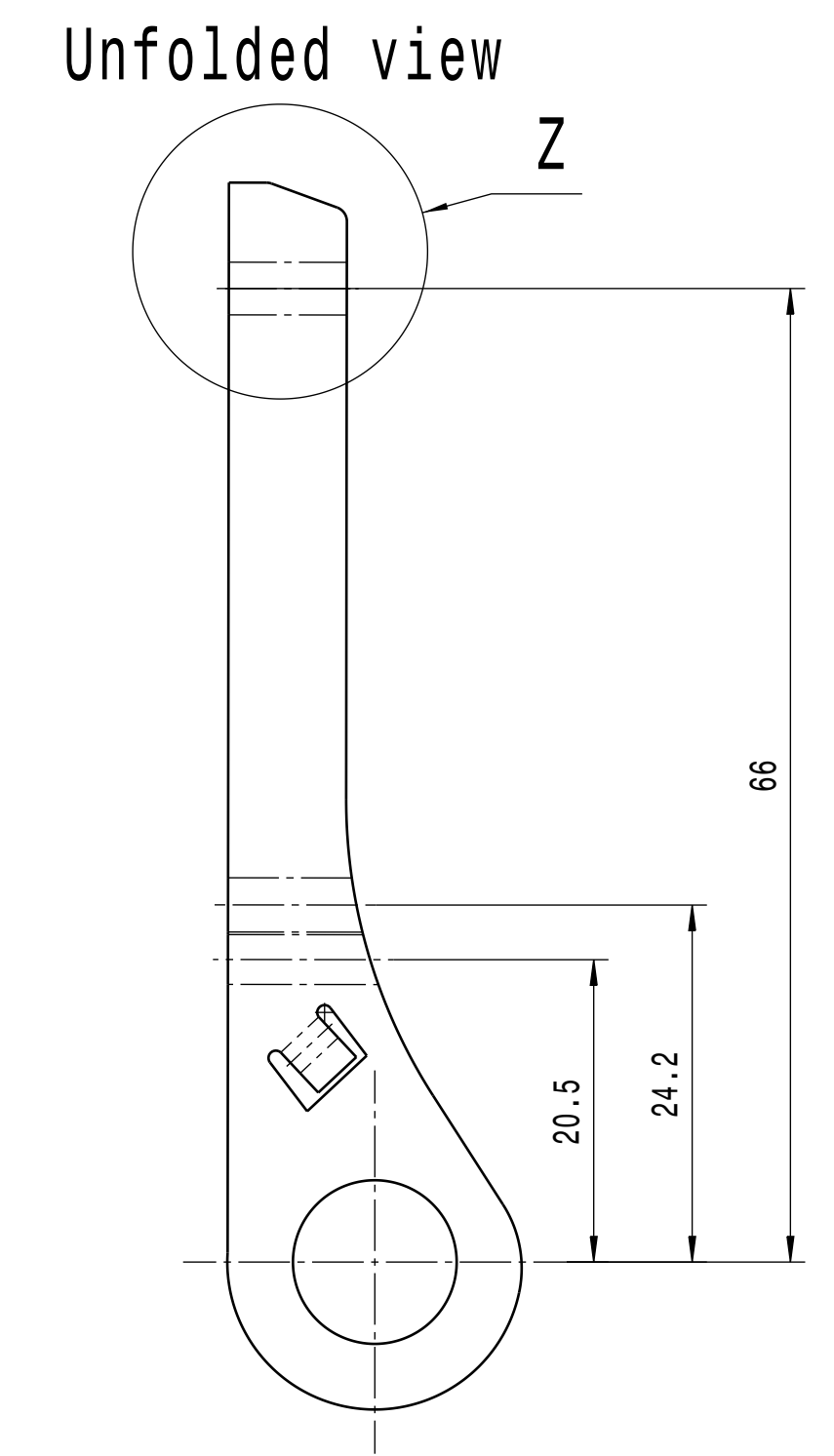
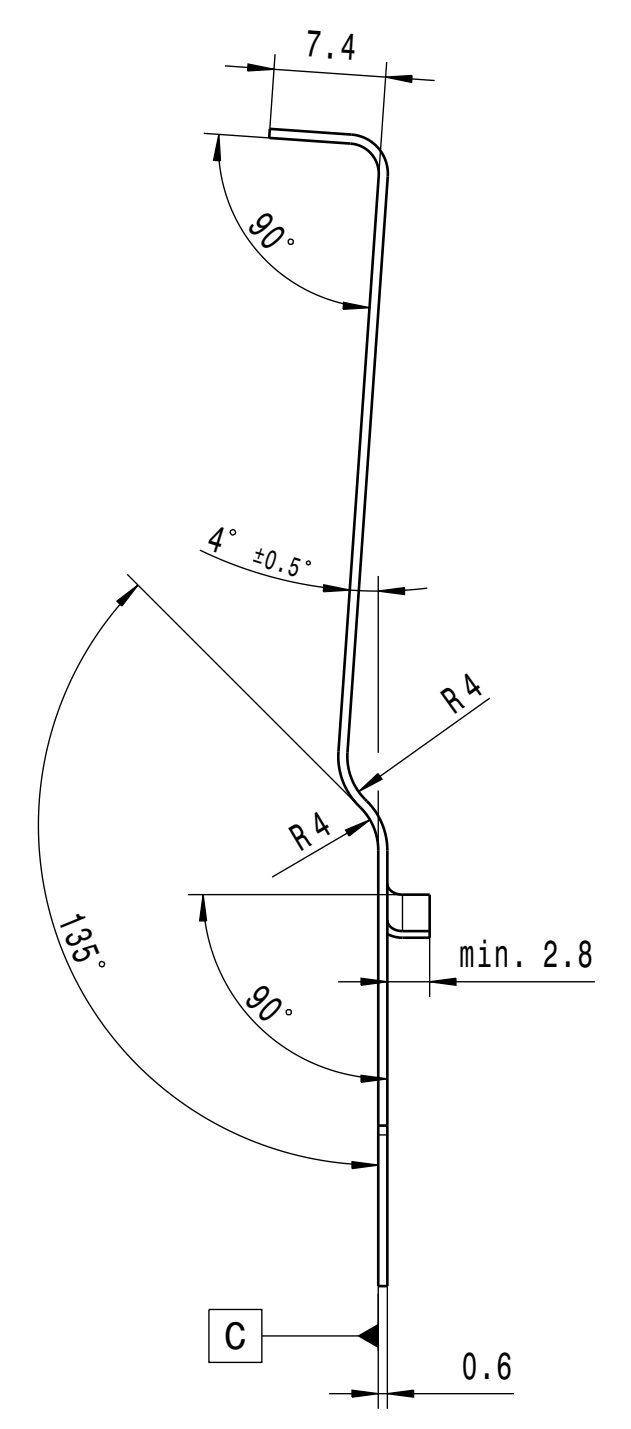
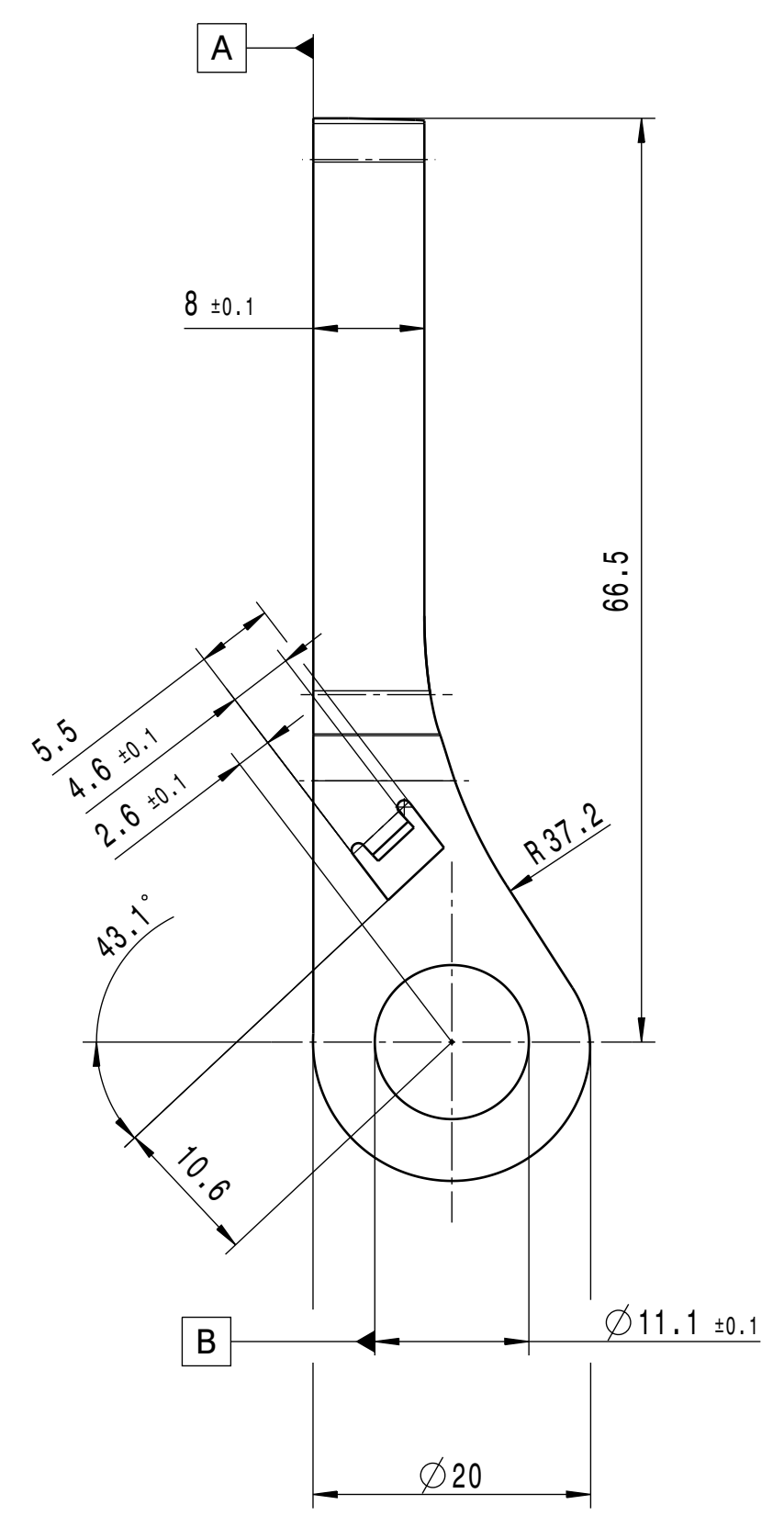
Technical terms of delivery see WN 016 032 [6]

Alignment elements A-B-C
 All dimensions are valid for the finished unit including the surface treatment
 none dimensioned geometry see 3D data same part number
 For this is valid:
 surface form deviation for transformed surface line
 form tolerance for cut edges

Volumen/mm ³ volume in mm ³	13286	Werkstoff material	1.1231
Gewicht/g weight in g	13286	Werkstoff- behandlung material treatment	
Oberflaeche/mm ² surface in mm ²	13286	Oberflaechen- behandlung surface treatment	1x Delta protect, delta seal
Normgeprueft standard-checked		Datum/date	Name/name
		Gezeichnet./drawn	27.03.15 Cibulka
ISO 128-30		Geprueft/checked	30.03.15 Tarasov
		Fertigungsgeprueft production-checked	
allgemein general	± 0.3	Maßstab scale	2:1
>315	± 0.3 ± 0.3		5:1
>120 ≤ 315	± 0.3 ± 0.3		1:1
> 30 ≤ 120	± 0.3 ± 0.3		
> 6 ≤ 30	± 0.2 ± 0.3		
≤ 6	± 0.1 ± 0.3		
Winkel angle	± 1°	Radius radius	
Masse ohne Toleranzangabe dimensions without tolerances		Benennung title	Sliding lever
		Zeichnung Nr. / Drawing-no.	006
		Produktgruppe	FKS
		Krit.Werkm./crit. char	
		CAD-System	CatiaV5
		DIN A2	
		Kundenprojekt Customer proj.	1234567890



© WITTE-Nejdek spol s.r.o.
 Schutzvermerk ISO 16016 beachten / Protected by ISO 16016



----- Function surface

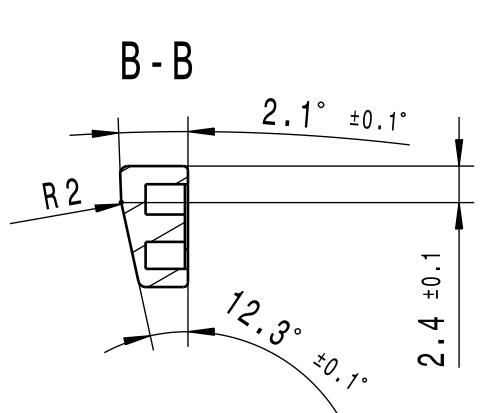
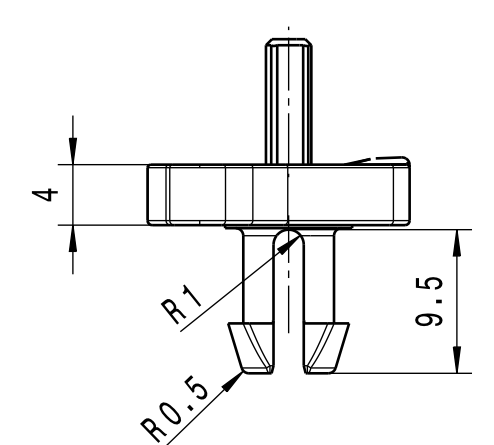
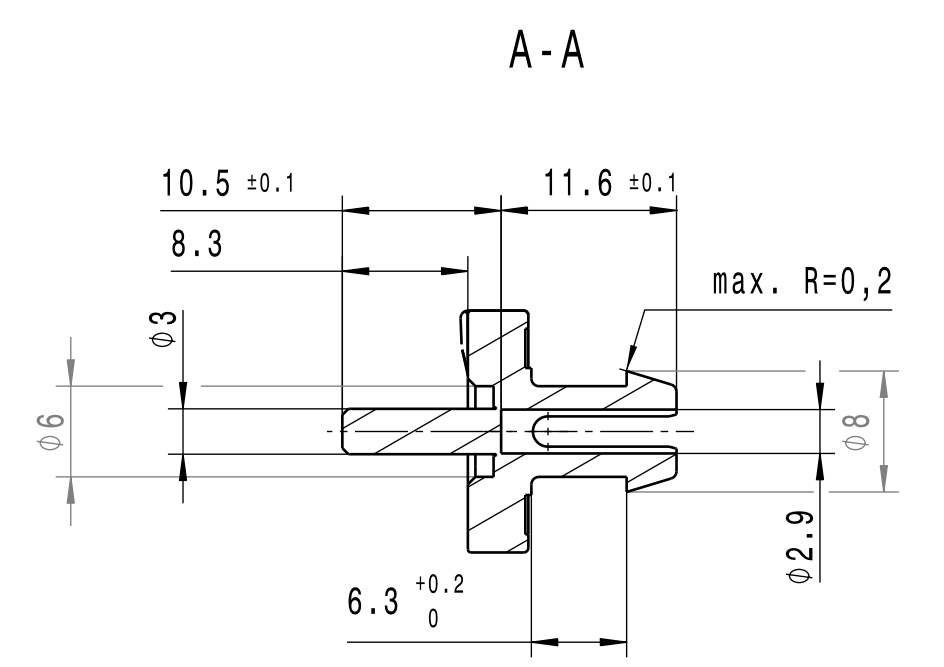
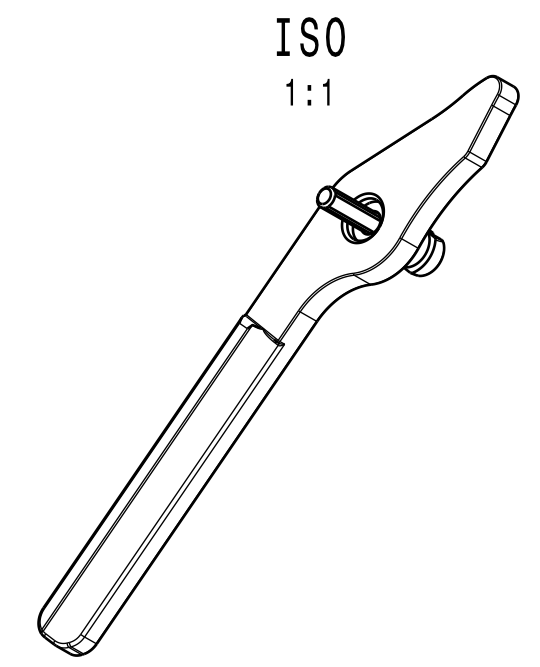
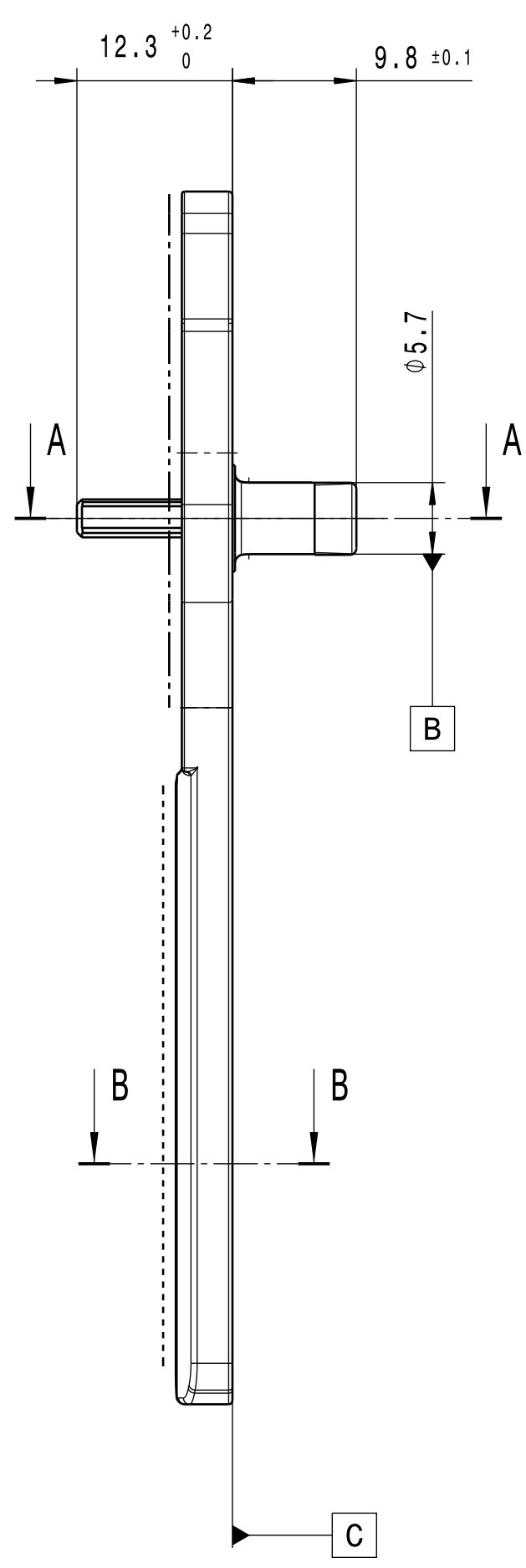
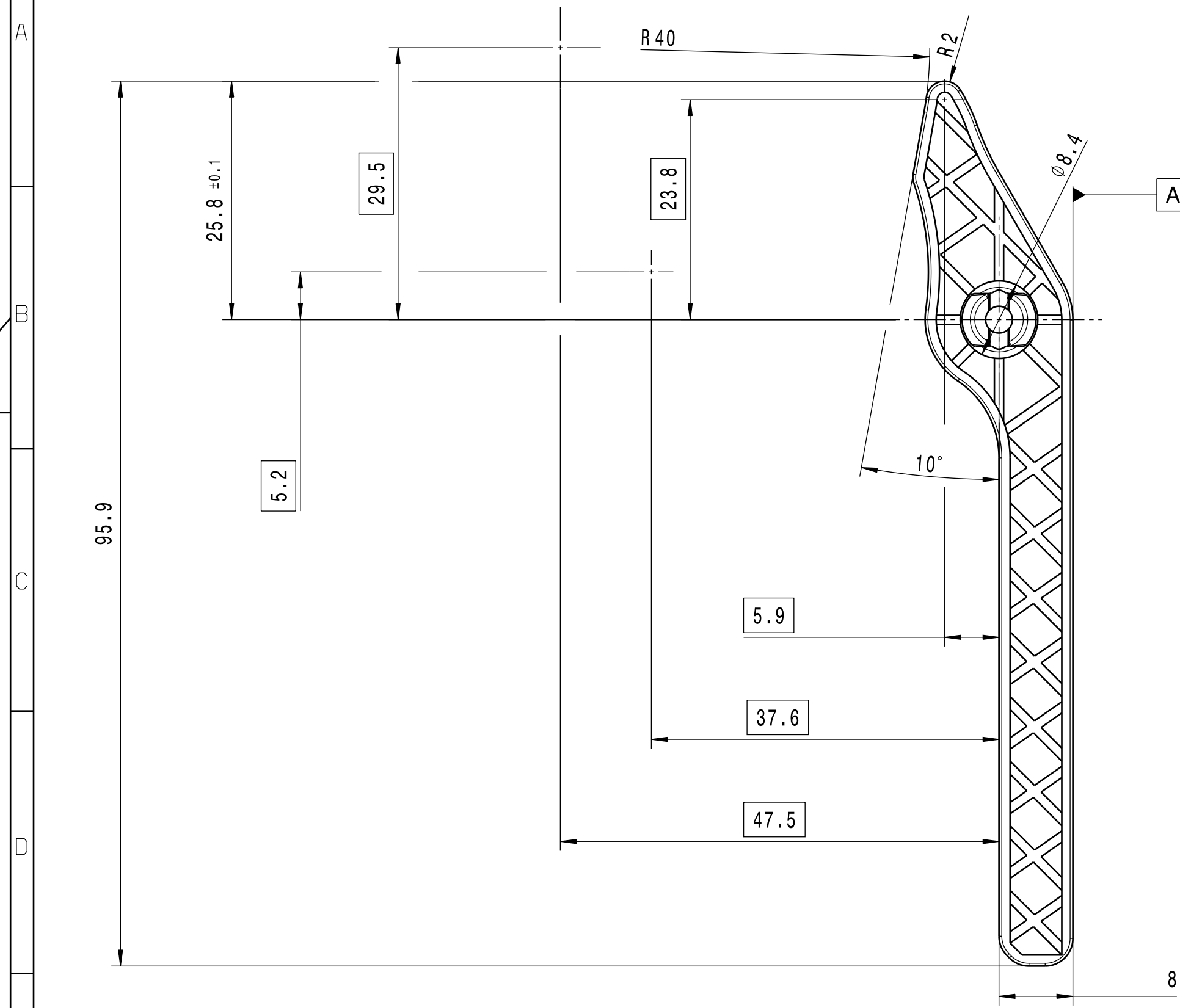
Technical terms of delivery see WN 016 032 [6]

Alignment elements A-B-C
 All dimensions are valid for the finished unit including the surface treatment none dimensioned geometry see 3D data same part number
 For this is valid:
 surface form deviation for transformed surface line
 form tolerance for cut edges

Volumen/mm ³ volume in mm ³	467,4	Werkstoff material	1.1231
Gewicht/g weight in g	3,7	Werkstoff- behandlung material treatment	
Oberflaeche/mm ² surface in mm ²	1708	Oberflaechen- behandlung surface treatment	1x Delta protect, delta seal
Normgeprueft standard-checked		Datum/date	Name/name
		Gezeichnet./drawn	27.03.15 Cibulka
ISO 128-30		Geprueft/checked	30.03.15 Tarasov
		Fertigungsgeprueft production-checked	
allgemein general	±0.3	Maßstab scale	Benennung title
>315	±0.3 ±0.3	2:1	Sliding lever for hook
>120 ≤315	±0.3 ±0.3	5:1	
>30 ≤120	±0.3 ±0.3	1:1	
>6 ≤30	±0.2 ±0.3		
Winkel angle	±1°	Radien radius	
Masse ohne Toleranzangabe dimensions without tolerances			
		Zeichnung Nr. / Drawing-no.	Produktgruppe
		007	FKS
		Kundenprojekt Customer proj.	Krit.Merkn./crit. char
		CAD-System CatiaV5 DIN A2	1234567890



© WITTE-Nejdek spol s.r.o.
 Schutzvermerk ISO 16016 beachten / Protected by ISO 16016



0.6 Position of any profile

All sharp edges round R0,3

Function and visible surfaces without ejectors and burrs

Part surface to be clear and without lubrication marks

Colour master reference - black

Grain master reference - VDI 23

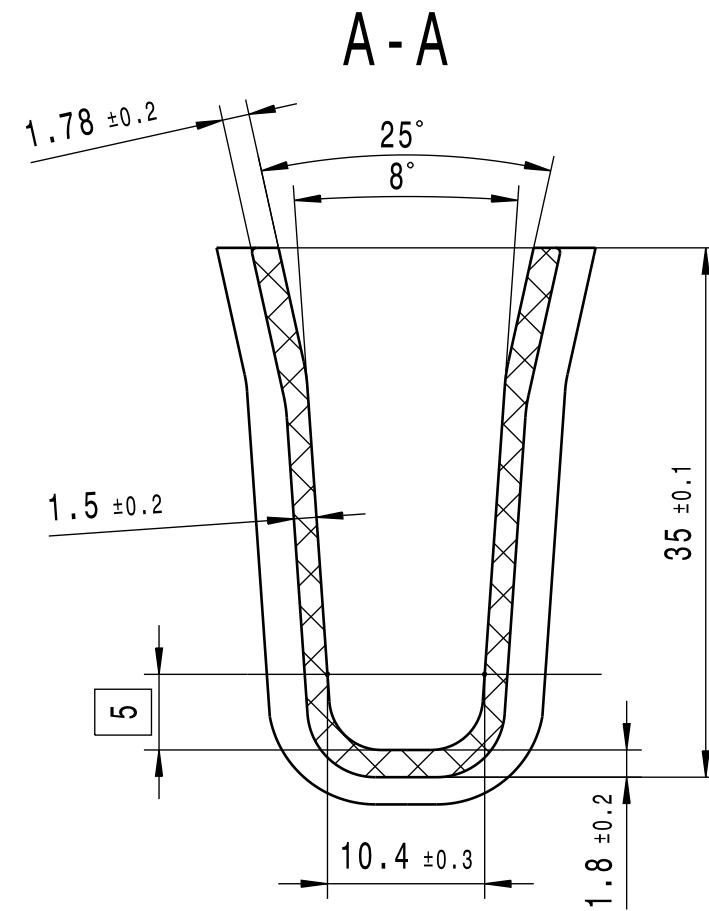
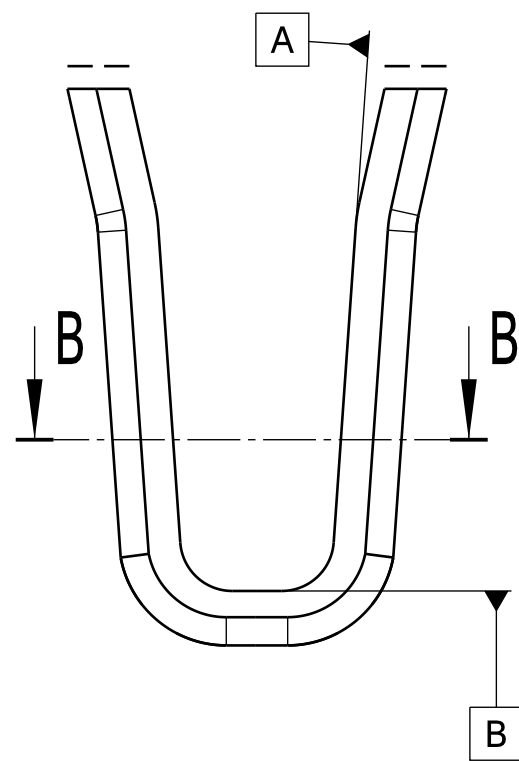
Theoretical dimension

Alignment elements

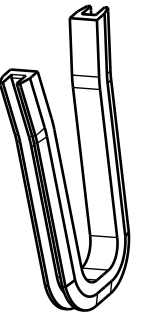
Function surface

Visible and graining surface

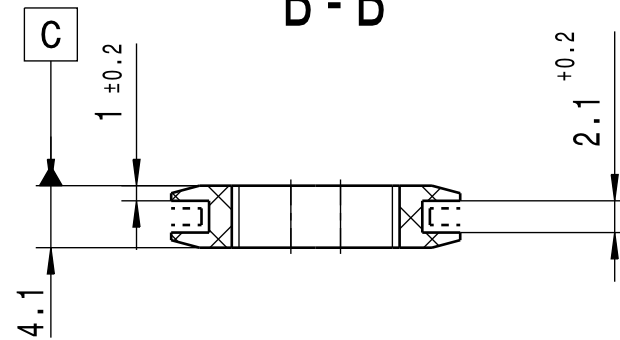
Volumen/mm ³ volume in mm ³	2542,2	Werkstoff material	TABOREN PH 41 G 30 SCHWARZ PP-H-GF30	
Gewicht/g weight in g	3,8	Werkstoff- behandlung material treatment		
Oberflaeche/mm ² surface in mm ²	4275,3	Oberflaechen- behandlung surface treatment		
Normgeprueft standard-checked		Datum/date	Name/name	 © WITTE-Nejdek spol s.r.o. Schutzvermerk ISO 16016 beachten / Protected by ISO 16016
ISO 128-30		Gezeichnet./drawn	27.03.15 Cibulka	
		Geprueft./checked	30.03.15 Tarasov	
		Fertigungsgeprueft production-checked		
allgemein general	E DIN 16742	Maßstab scale	Benennung title	
>315	-	2:1	Wedge lever	
>120 ≤315	± 0.5	(1:1)		
>30 ≤120	± 0.3			
>6 ≤30	± 0.2 ± 1			
≤6	± 0.1 ± 0.5			
Winkel angle	±0,5°	Radien radius		
Masse ohne Toleranzangabe dimensions without tolerances		Zeichnung Nr. / Drawing-no.	008	Produktgruppe Krit.Merkn./crit. char
		CAD-System	CatiaV5	DIN A2
		Kundenprojekt Customer proj.		1234567890



ISO
1:1



B - B



0.4 Position of any profile

All sharp edges round R0,3

Function and visible surfaces without ejectors and burrs

Part surface to be clear and without lubrication marks

Colour master reference - black

Grain master reference - VDI 23

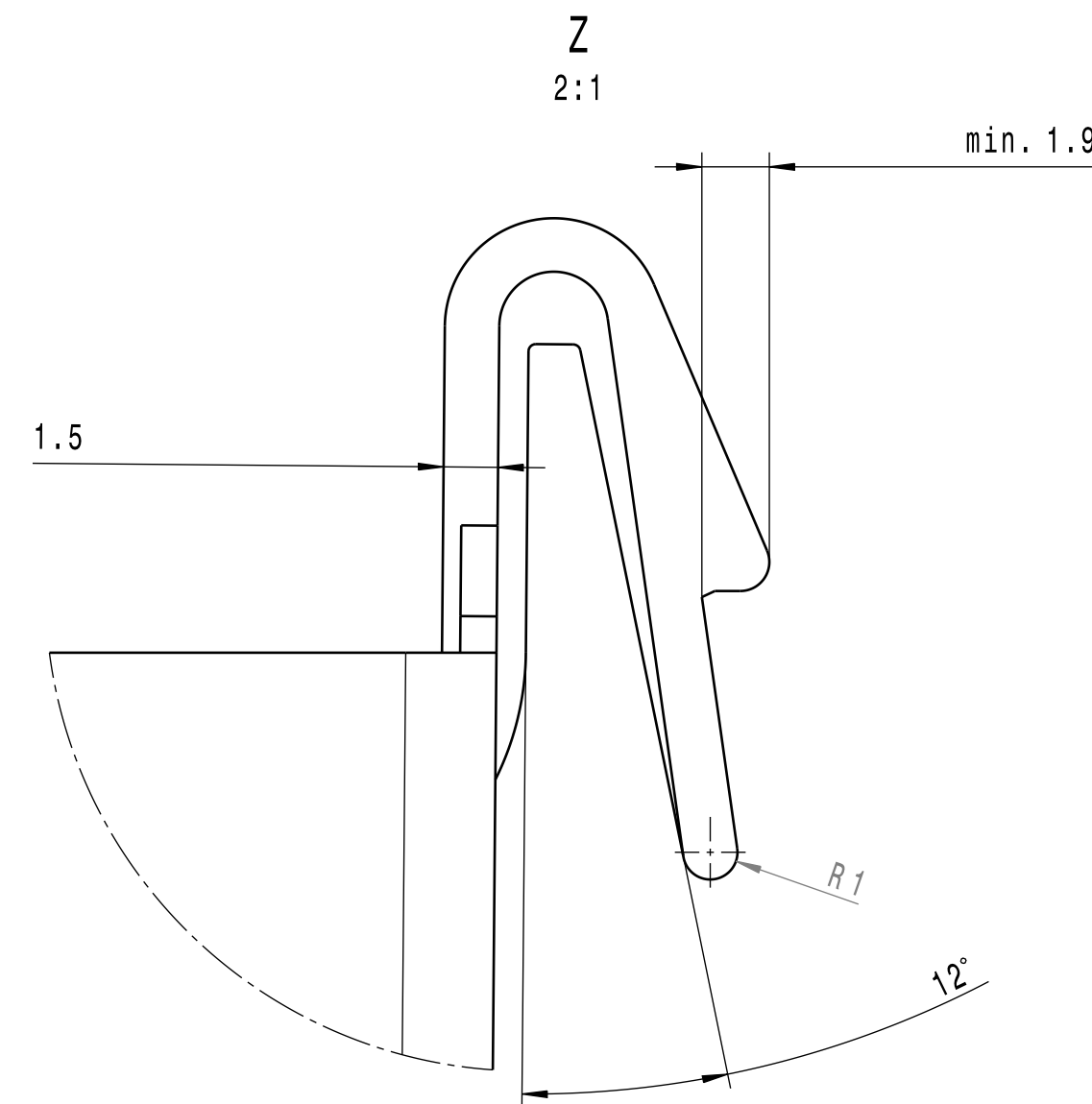
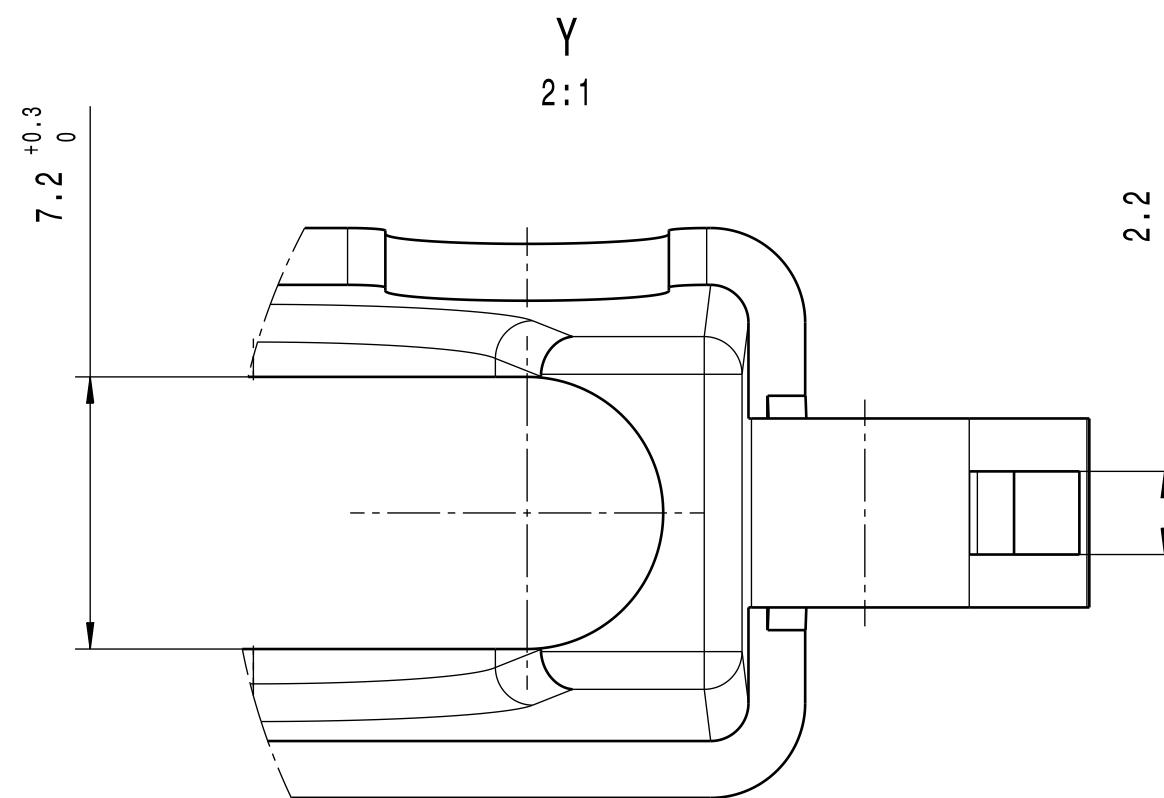
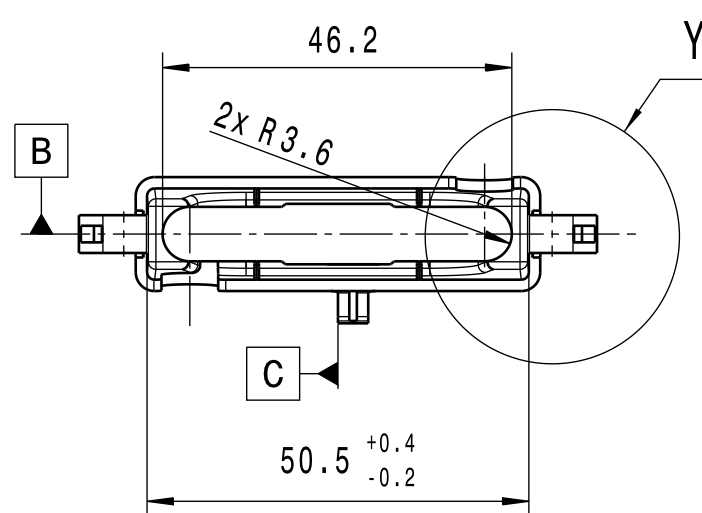
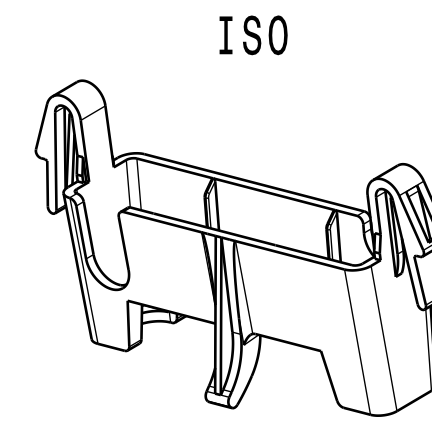
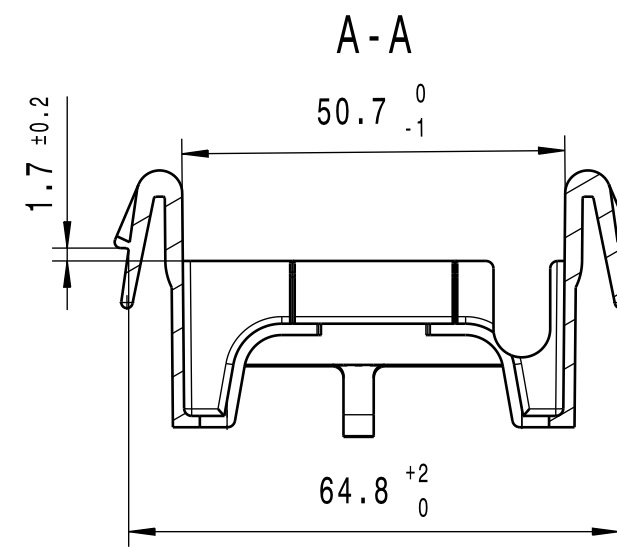
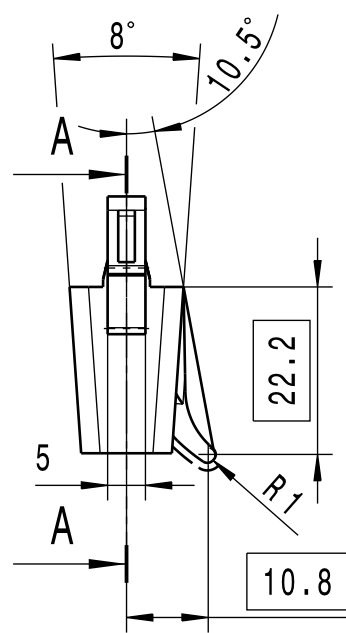
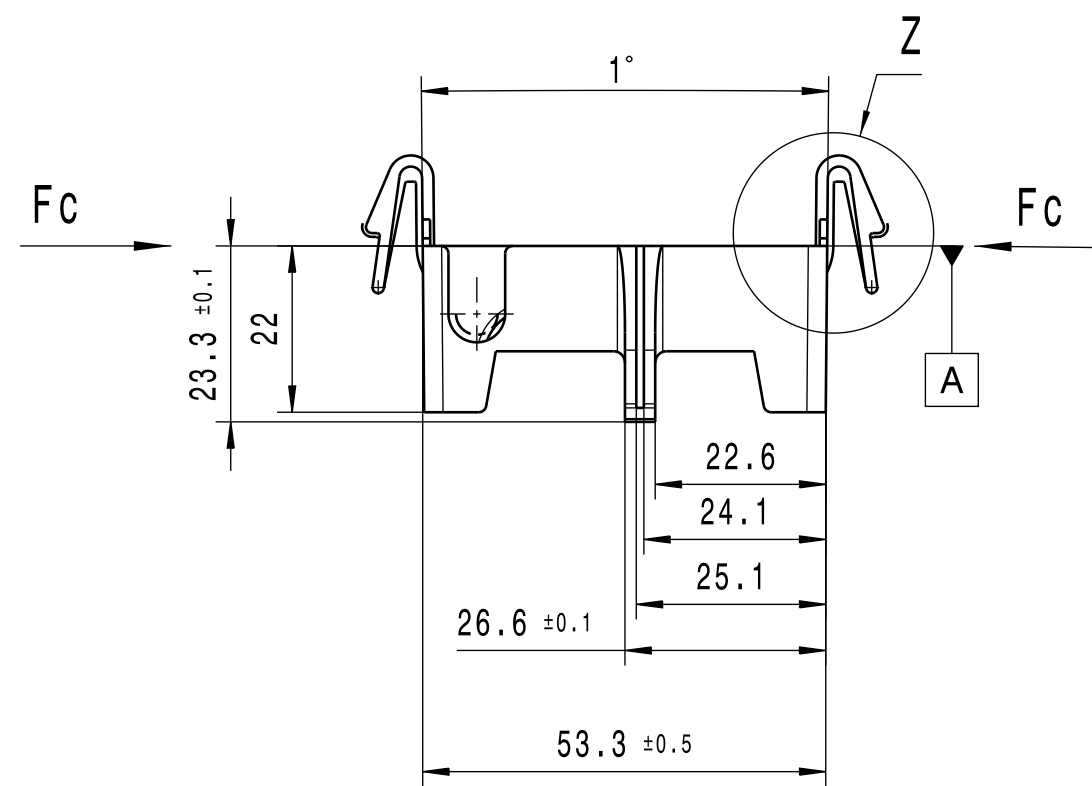
Theoretical dimension

Alignment elements

Function surface

Visible and graining surface

Volumen/mm ³ volume in mm ³	Werkstoff material			HOSTAFORM C9021 SCHWARZ POM-C	
Gewicht/g weight in g	Werkstoff- behandlung material treatment			1,4	
Oberfläche/mm ² surface in mm ²	Oberflächen- behandlung surface treatment			1607,9	
Nom. geprüft standard-checked		Datum/date	Name/name	 © WITTE-Velbert GmbH & Co. KG Schutzvermerk ISO 16016 beachten / Protected by ISO 16016	
	Gezeichnet./drawn	27.03.15	Cibulka		
ISO 128-30	Geprüft/checked	30.03.15	Tarasov		
	Fertigungsgeprüft production-checked				
allgemein general	DIN ISO 2768 - m	Masstab scale	Benennung title		
>315		2:1	Clip		
>120 ≤ 315	± 0.5				
> 30 ≤ 120	± 0.3				
> 6 ≤ 30	± 0.2	± 1			
≤ 6	± 0.1	± 0.5			
Winkel angle	± 2°	Radialen radius			
Masse ohne dimensions	Toleranzangabe without tolerances				
		Zeichnung Nr. drawing-no.	009		Krit. Merkm. crit. char.
		CAD-System	CatiaV5		DINA3



0.3 Position of any profile

All sharp edges round R0.3

Function and visible surfaces without ejectors and burrs

Part surface to be clear and without lubrication marks

Colour master reference - black
Grain master reference - VDI 23

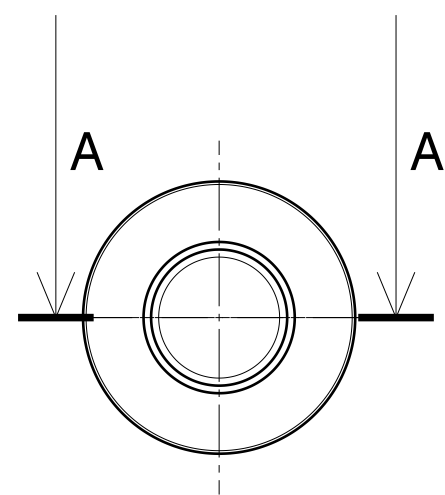
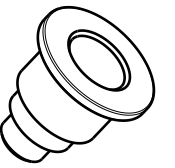
Theoretical dimension

Alignment elements

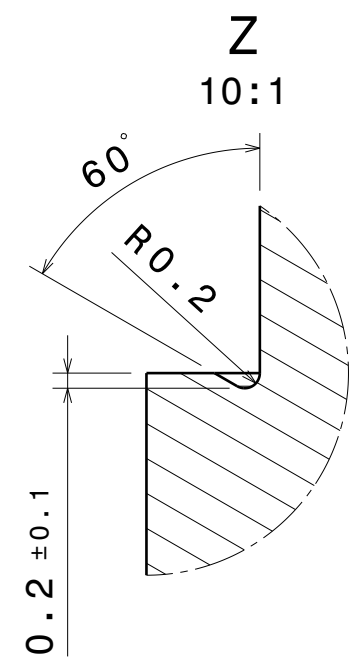
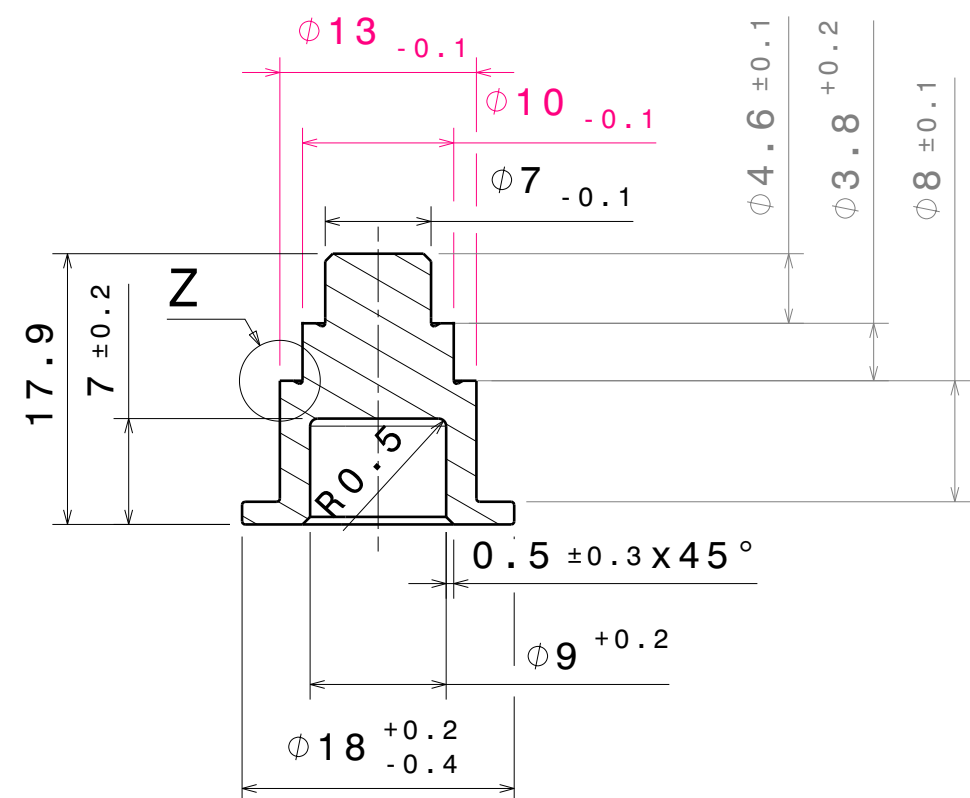
Function surface

Volumen/mm ³ volume in mm ³	4183	Werkstoff material	TABOREN PH 41 G 30 SCHWARZ PP-H-GF30	
Gewicht/g weight in g	4.7	Werkstoff- behandlung material treatment		
Oberflaeche/mm ² surface in mm ²	5934,7	Oberflaechen- behandlung surface treatment		
Normgeprueft standard-checked		Datum/date	Name/name	 © WITTE-Nejdek spol s.r.o. Schutzvermerk ISO 16016 beachten / Protected by ISO 16016
ISO 128-30		Gezeichnet./drawn	27.03.15 Cibulka	
		Geprueft./checked	30.03.15 Tarasov	
		Fertigungsgeprueft production-checked		
Allgemein general	E DIN 16742	Maßstab scale	Benennung title	
>315	-	1:1	Returning lever	
>120 ≤ 315	± 0.5	(2:1)		
>30 ≤ 120	± 0.3			
>6 ≤ 30	± 0.2 ± 1			
≤ 6	± 0.1 ± 0.5			
Winkel angle	± 0,5°	Radien radius		
Masse ohne Toleranzangabe dimensions without tolerances			Zeichnung Nr. / Drawing-no.	Produktgruppe Krit.Merkm./crit. char
			013	FKS -
			CAD-System CatiaV5 DIN A2	Kundenprojekt Customer proj. 1234567890

ISO
1:1

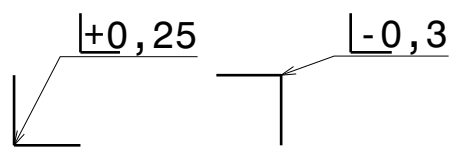


A-A



Take in consider WN 016 025 [7]
All dimensions valid for finished part including of surface treatment.
Missing dimensions based on 3D model of the same number.

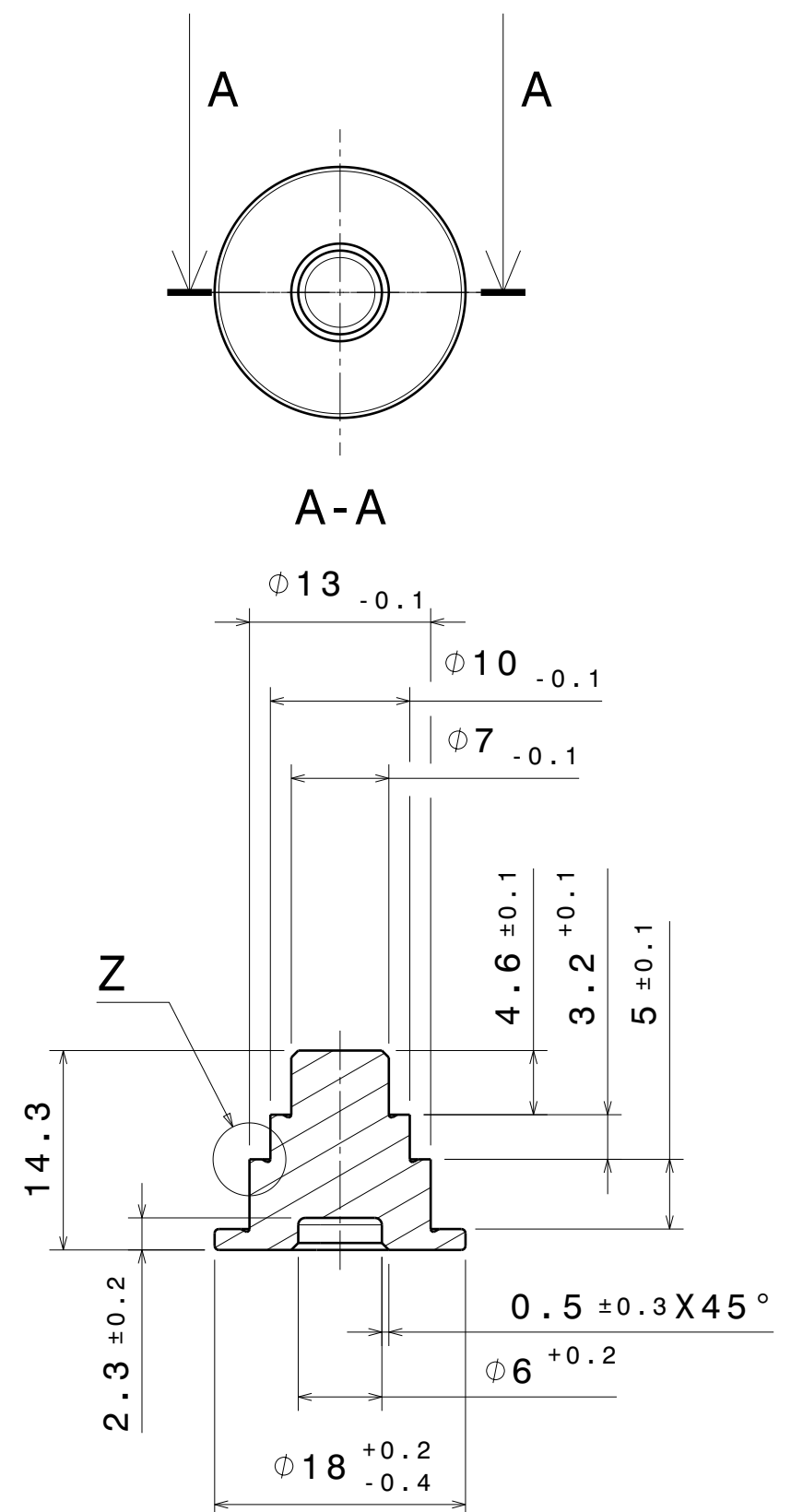
- XXX Theoretical dimension
- XXX Check dimension
- Function surface



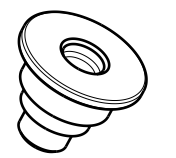
Volumen/mm ³ volume in mm ³ 1456,1		Werkstoff material 1.0718 11SMnPb30/37	
Gewicht/g weight in g 11,5		Werkstoff- behandlung material treatment	
Oberfläche/mm ² surface in mm ² 1310,8		Oberflächen- behandlung surface treatment Zn silber passiv.	
Normgeprüft standard-checked		Datum/date	Name/name
ISO 128-30		Gezeichnet./drawn	27.03.15 Cibulka
		Geprüft/checked	30.03.15 Tarasov
allgemein general >315 >120 ≤ 315 ± 0.5 > 30 ≤ 120 ± 0.3 > 6 ≤ 30 ± 0.2 ± 1 ≤ 6 ± 0.1 ± 0.5 Winkel angle ± 1° Radien radius Masse ohne Toleranzangabe dimensions without tolerances		DIN ISO 2768-m	Massstab scale 2:1 1:1 10:1
Benennung title RIVET FOR PAWL		Zeichnung Nr. / Drawing-no. 014	Produktgruppe FKS
Krit.Merkm./crit. char -		CAD-System CatiaV5	DIN A3
Kundenprojekt Customer proj. 1234567890			



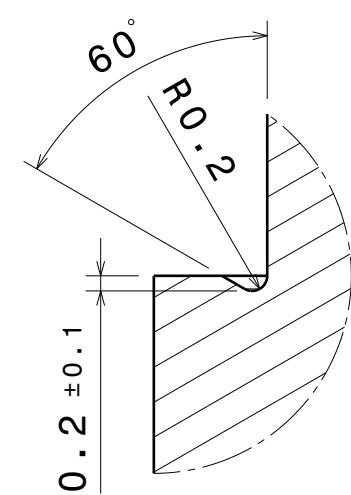
A
B
C
D
E



ISO
1:1

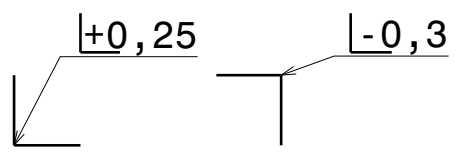


Z
10:1



Take in consider WN 016 025 [7]
All dimensions valid for finished part including of surface treatment.
Missing dimensions based on 3D model of the same number.

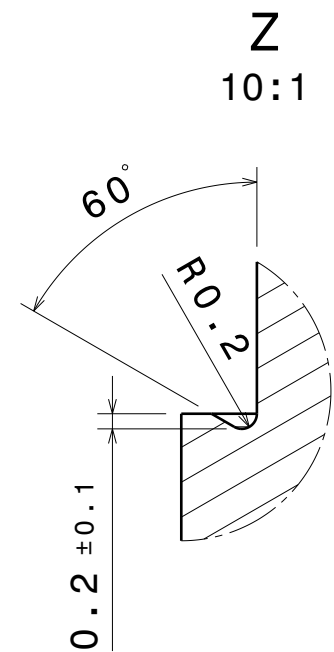
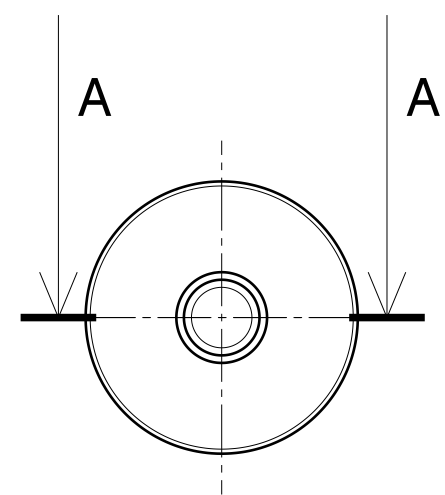
XXX Theoretical dimension
XXX Check dimension
----- Function surface



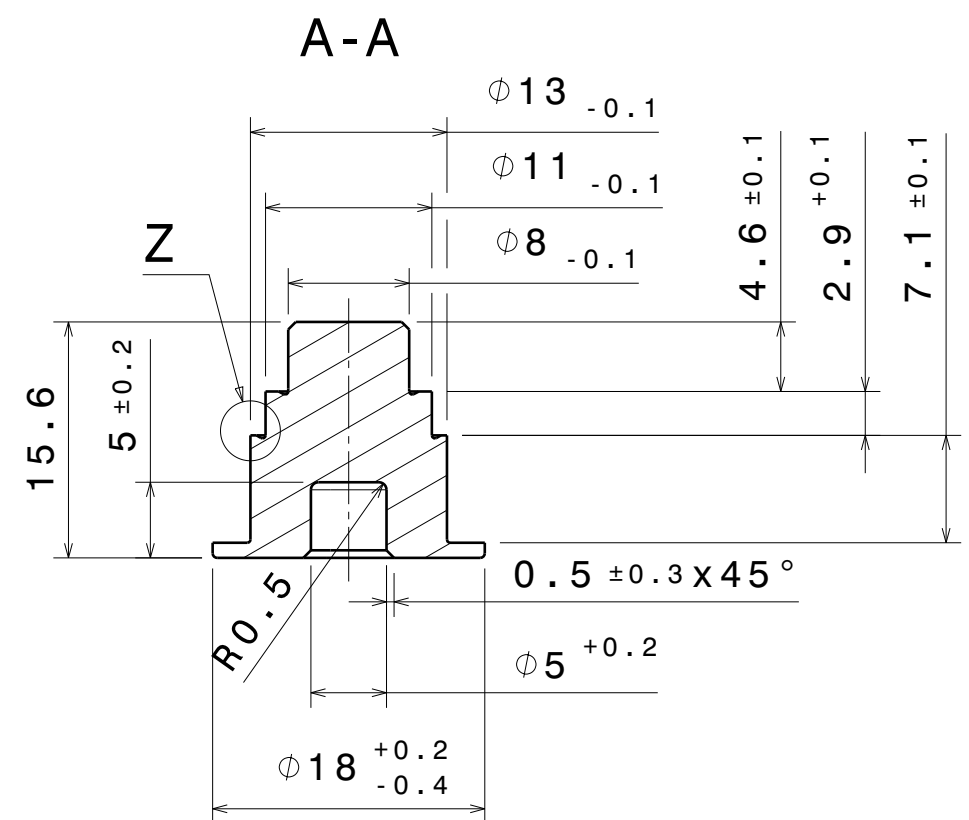
Volumen/mm ³ volume in mm ³ 1379,1		Werkstoff material 1.0718 11SMnPb30/37	
Gewicht/g weight in g 10,9		Werkstoff- behandlung material treatment	
Oberfläche/mm ² surface in mm ² 1022		Oberflächen- behandlung surface treatment Zn silber passiv.	
Normgeprüft standard-checked		Datum/date	Name/name
ISO 128-30		Gezeichnet./drawn	27.03.15 Cibulka
Geprüft/checked		30.03.15	Tarasov
Fertigungsgeprüft, production-checked			
allgemein general >315	DIN ISO 2768-m	Masstab scale 2:1	Benennung title RIVET FOR CLAW
>120 ≤ 315	± 0.5	1:1	Zeichnung Nr. / Drawing-no. 015
> 30 ≤ 120	± 0.3	10:1	
> 6 ≤ 30	± 0.2		Produktgruppe FKS
≤ 6	± 0.1		Krit.Merkm./crit. char -
Winkel angle	± 1° Radien radius		
Masse ohne Toleranzangabe dimensions without tolerances		CAD-System CatiaV5	DIN A3 Kundenprojekt Customer proj. 1234567890



A
B
C
D
E

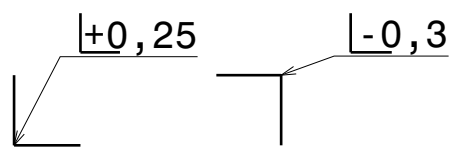


ISO
1:1



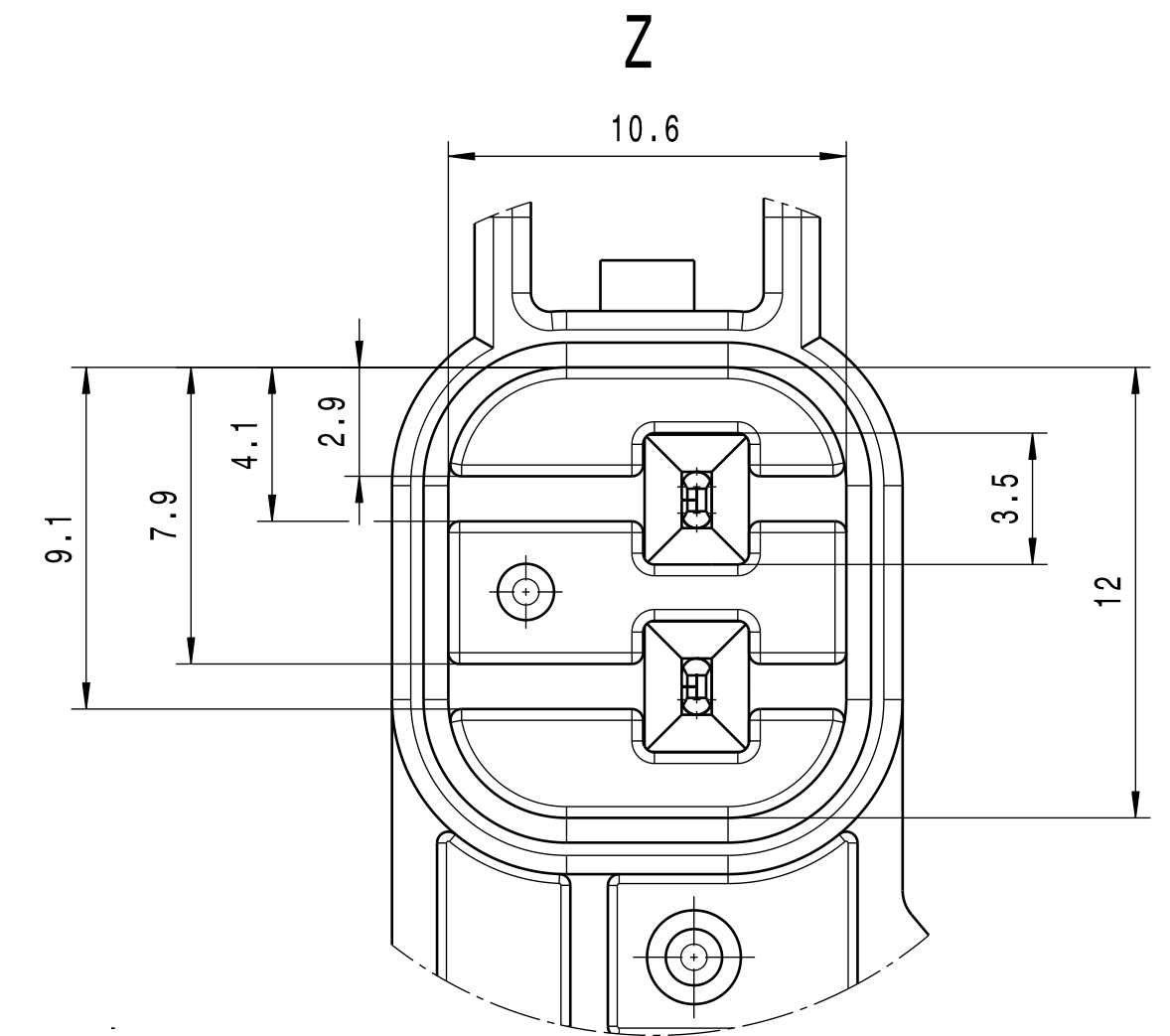
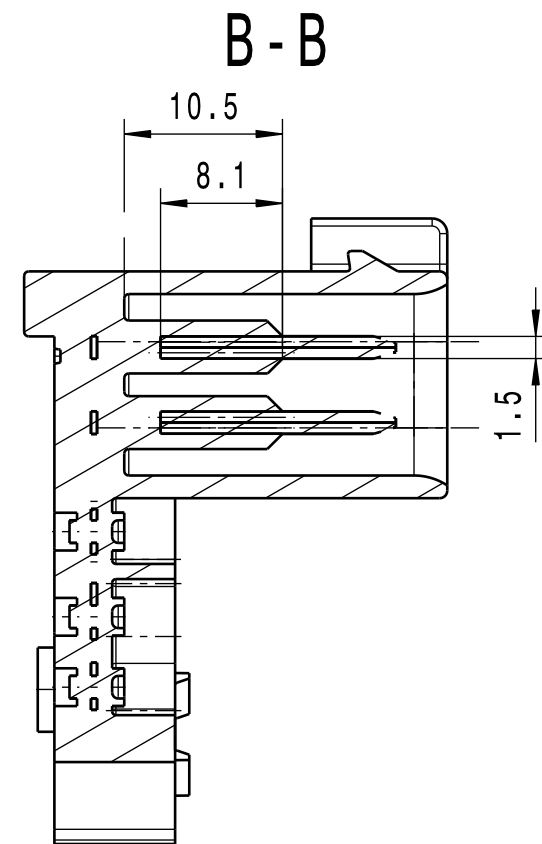
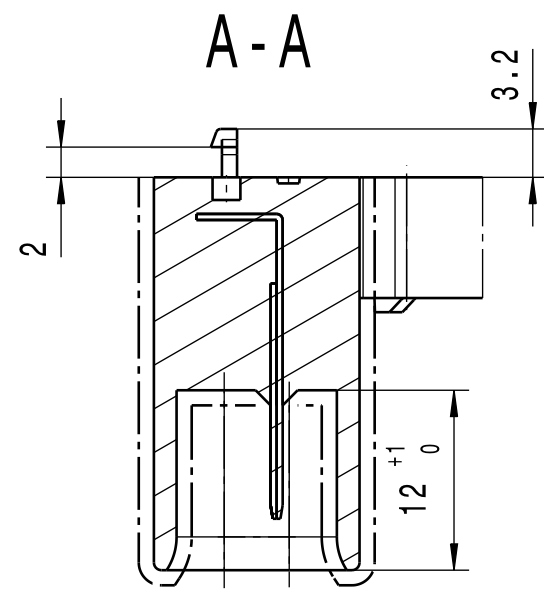
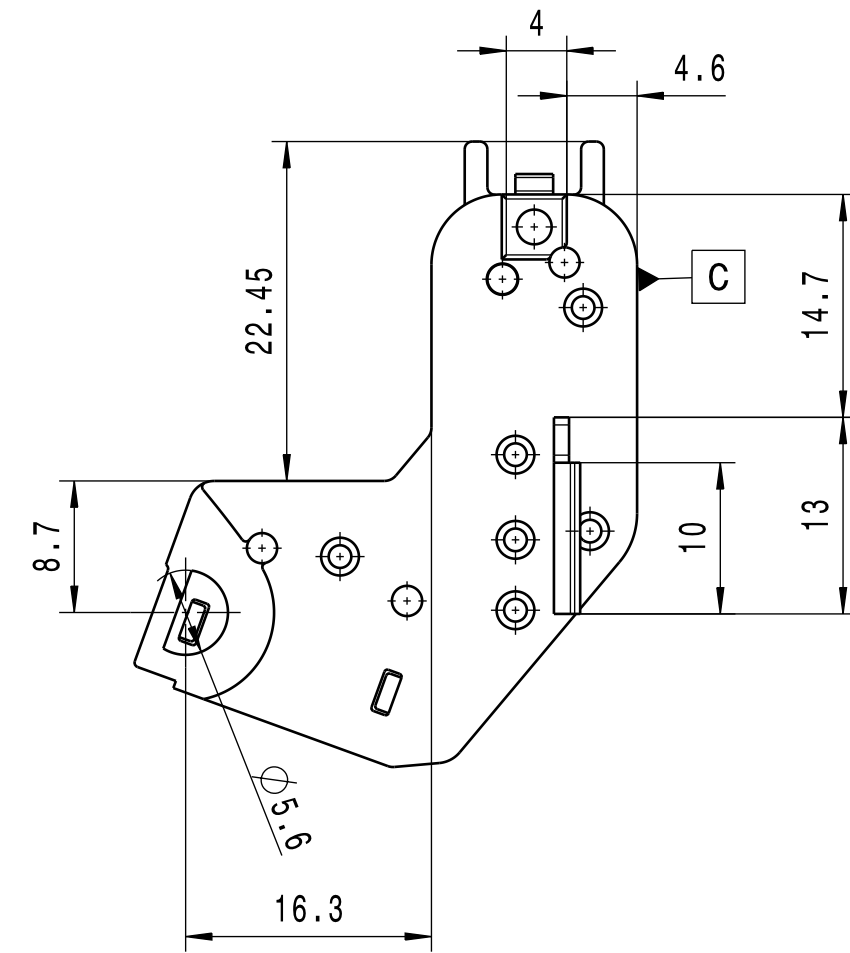
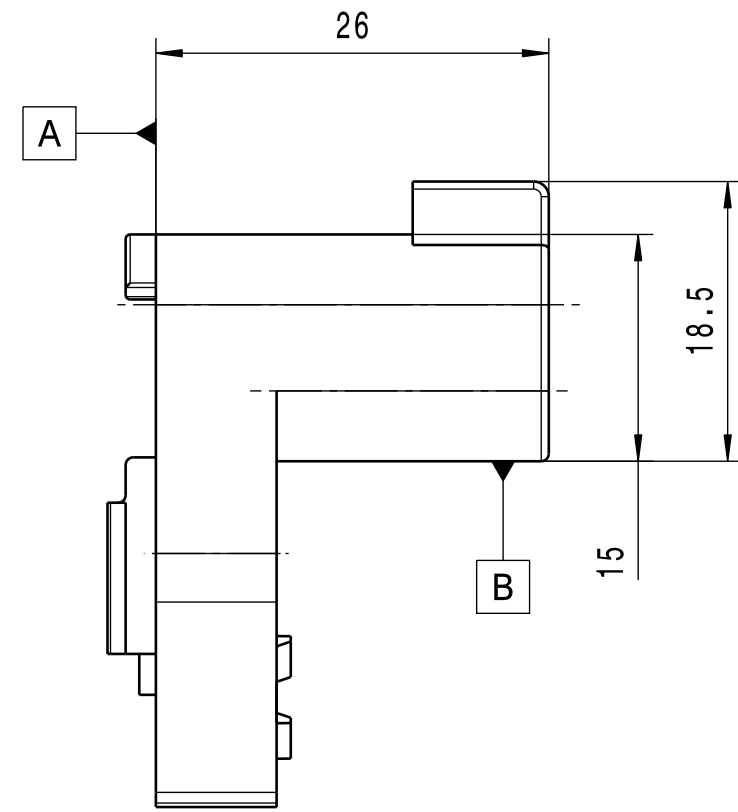
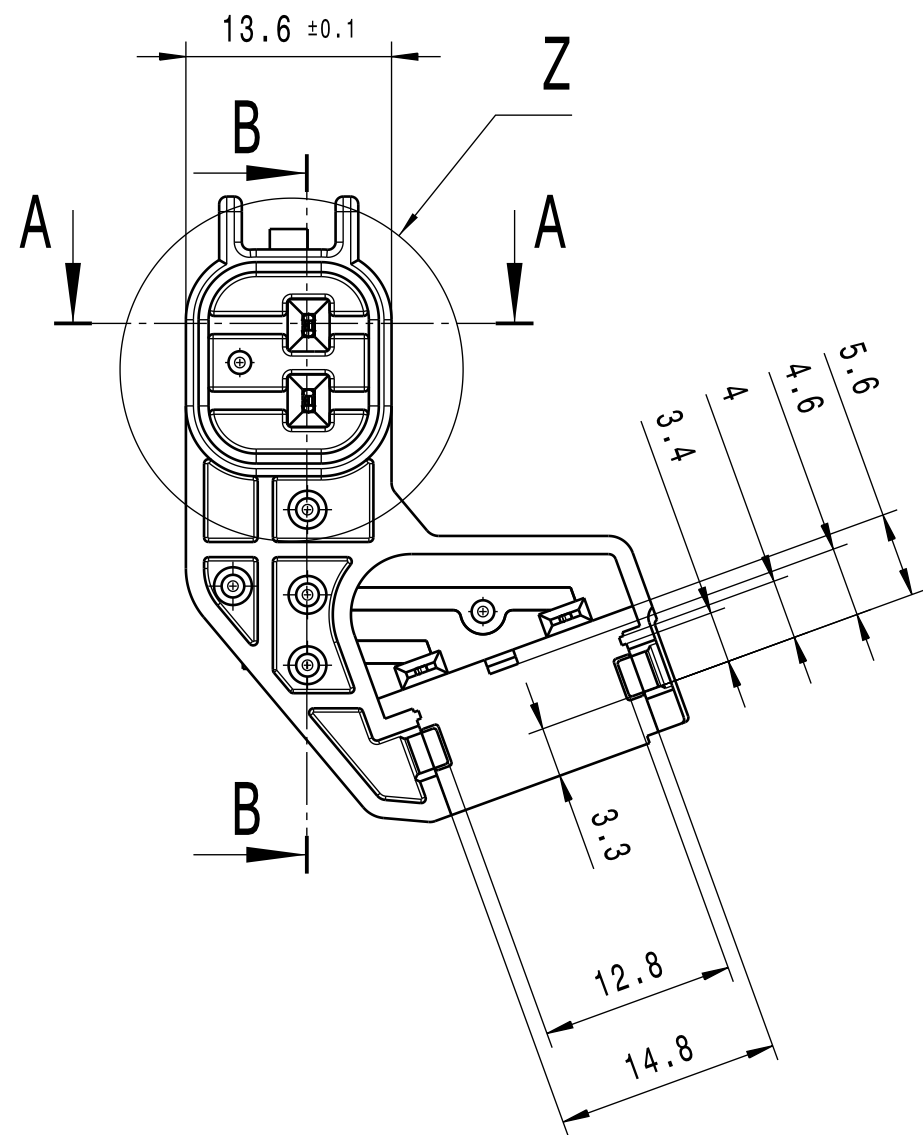
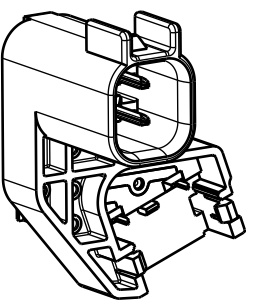
Take in consider WN 016 025 [7]
All dimensions valid for finished part including of surface treatment.
Missing dimensions based on 3D model of the same number.

XXX Theoretical dimension
XXX Check dimension
----- Function surface



Volumen/mm ³ volume in mm ³ 1605	Werkstoff material 1.0718 11SMnPb30/37		
Gewicht/g weight in g 12,6	Werkstoff-behandlung material treatment		
Oberfläche/mm ² surface in mm ² 1137	Oberflächen-behandlung surface treatment Zn. silber passiv.		
Nom. geprüft standard-checked	Datum/date	Name/name	 © WITTE-Verl. GmbH & Co. KG Schutzvermerk: ISO 16016 beachten / Protected by ISO 16016
ISO 128-30	Gezeichnet/drawn	27.03.15	
	Geprüft/checked	30.03.15	
allgemein general >315	DIN ISO 2768-m	Masstab scale 2:1	Benennung title RIVET FOR HOOK
>120 ≤ 315	± 0.5	1:1	Zeichnung Nr. / Drawing-no. 016
> 30 ≤ 120	± 0.3	10:1	
> 6 ≤ 30	± 0.2		Produktgruppe FKS
≤ 6	± 0.1		Krit. Merkm./crit. char -
Winkel angle ± 1°	Radien radius		
Masse ohne Toleranzangabe dimensions without tolerances			CAD-System CatiaV5 DIN A3
			Kundenprojekt Customer proj.

ISO
1:1



Position of any profile

All sharp edges round R0,3

Function and visible surfaces without ejectors and burrs

Part surface to be clear and without lubrication marks

Colour master reference - black

Grain master reference - VDI 23

XXX Theoretical dimension

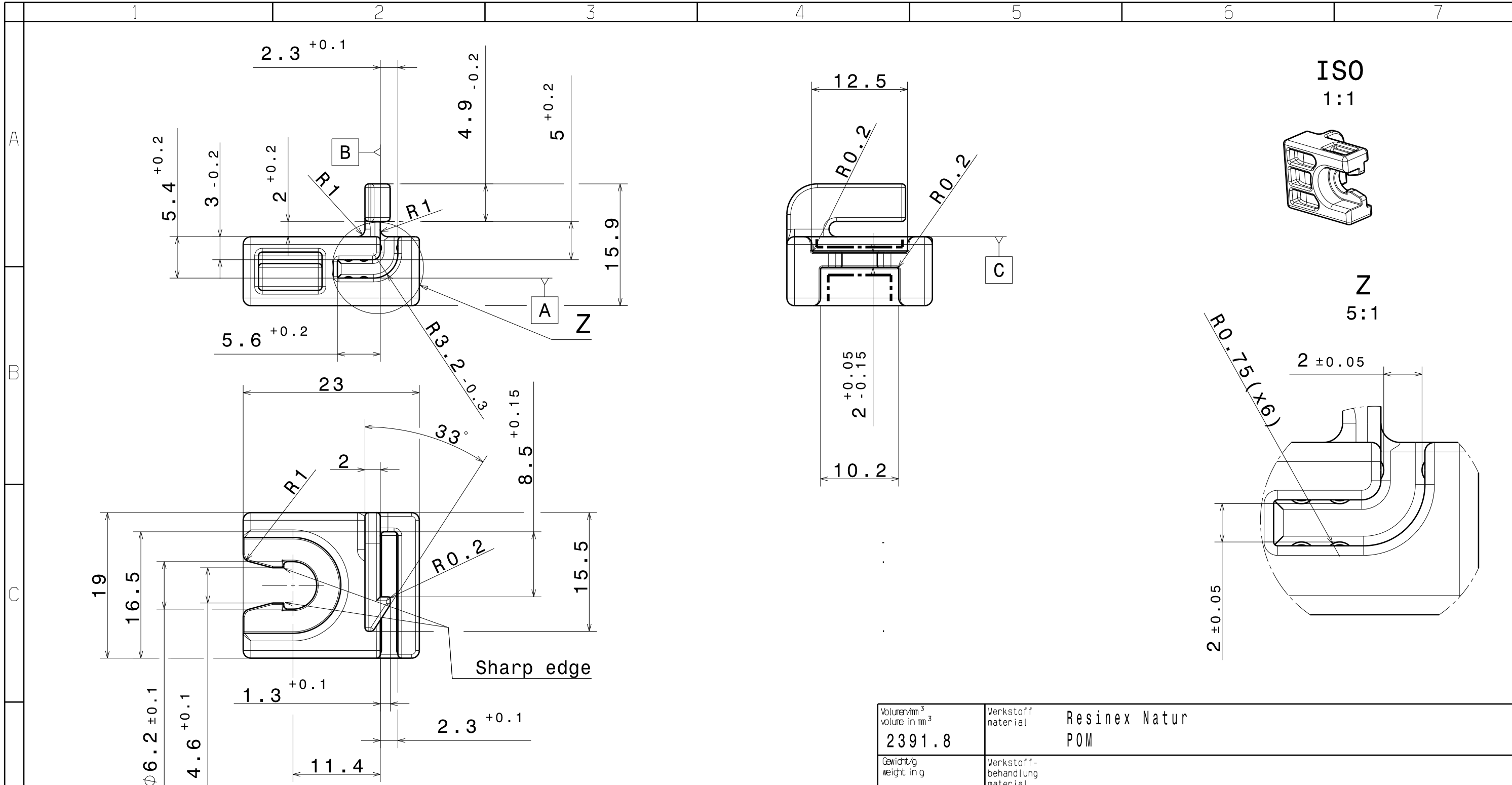
A B C Alignment elements

----- Function surface

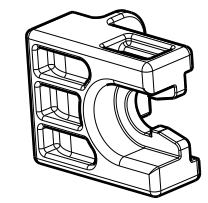
Volum ³ volume in mm ³ 4850	Werkstoff material ULTRADUR S 4090 G6 NATUR PBT+ASA GF 30		
Gewicht/g weight in g 6,7	Werkstoff- behandlung material treatment		
Oberfläche/m ² surface in mm ² 6094	Oberflächen- behandlung surface treatment		
Normgeprüft/ standard-checked	Datum/date 27.03.15	Name/name Cibulka	
ISO 128-38 	Gezeichnet/drawn 30.03.15	Name/name Tarasov	
allg. general >315	Masstab scale 2:1	Benennung title DUMMY	
>120 ≤ 315 ± 0,4 > 30 ≤ 120 ± 0,3 ± 0,3 > 6 ≤ 30 ± 0,2 ± 0,2 ≤ 6 ± 0,1 ± 0,1	Zeichnung Nr. drawing-no. 018	Krit. Merkm. crit. char. -	
Winkel angle ± 1°	Radien radius	CAD-System CatiaV5 DIN A2	
Masse ohne Toleranzangabe dimensions without tolerances			



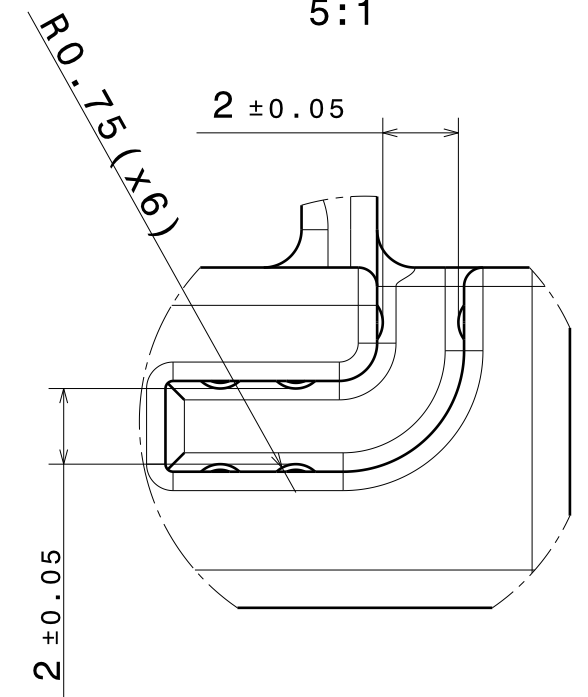
© WITTE-Velbert GmbH & Co. KG
Schutzvermerk ISO 1601b beachten / Protected by ISO 1601b



ISO
1:1



Z
5:1



0.4 Position of any profile

All sharp edges round R0,3
Function and visible surfaces without ejectors and burrs
Part surface to be clear and without lubrication marks
Colour master reference - black
Grain master reference - VDI 23

Theoretical dimension

Alignment elements

Function surface

Volumen/mm ³ volume in mm ³ 2391.8		Werkstoff material Resinex Natur POM	
Gewicht/g weight in g 3,3		Werkstoff- behandlung material treatment	
Oberfläche/mm ² surface in mm ² 2332		Oberflächen- behandlung surface treatment	
Nicht geprüft standard-checked		Datum/date	Name/name
ISO 128-30 		Gezeichnet./drawn	27.03.15 Cibulka
		Geprüft/checked	30.03.15 Tarasov
		Fertigungsgeprüft production-checked	
allgemein general >315		DIN ISO 2768 - m	Masstab scale 2:1
>120 ≤ 315		± 0.5	Benennung title CLIP FOR BOWDEN
> 30 ≤ 120		± 0.3	
> 6 ≤ 30		± 0.2 ± 1	
≤ 6		± 0.1 ± 0.5	
Winkel angle		Radien radius	1:1
Masse ohne Toleranzangabe dimensions without tolerances			5:1
		Zeichnung Nr. drawing-no.	019
		Krit. Merkm. crit. char.	-
		CAD-System	CatiaV5 DINA3



© WITTE-Velbert GmbH & Co. KG
Schutzvermerk ISO 16016 beachten / Protected by ISO 16016