

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Dopravní a manipulační technika

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Modifikace železničního nákladního podvozku Y27 na rychlost 140 km/h

Autor: **Tomáš Černý**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Petr HELLER, CSc.**

Akademický rok 2016/2017

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....

podpis autora

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Černý	Jméno Tomáš	
STUDIJNÍ OBOR	2301R016 „Dopravní a manipulační technika“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. HELLER, CSc.	Jméno Petr	
PRACOVISTĚ	ZČU – FST - RTI		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Modifikace železničního nákladního podvozku Y27 na rychlost 140 km/h		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2017
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	49	TEXTOVÁ ČÁST	32	GRAFICKÁ ČÁST	17
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL, POZNATKY A PŘÍNOSY	Tato bakalářská práce obsahuje modifikaci železničního nákladního podvozku Y27 na rychlost 140 km/h. Byl vypracován koncepční návrh ve čtyřech variantách. Nejvhodnější varianta byla podrobně zpracována ve 3D , dále byl vytvořen výkres sestavy a výrobní výkresy jednotlivých dílů použité v sestavě.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Železnice, Kolejová vozidla, podvozky, Y27, koncepční návrh, primární vypružení, sekundární vypružení, výrobní výkres, výkres sestavy

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Černý	Name Tomáš	
FIELD OF STUDY	2301R016 „Transport and handling machinery“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. HELLER, CSc.	Name Petr	
INSTITUTION	ZČU – FST - RTI		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Modification of the freight railway bogie Y27 for speed 140 km/h		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machine design	SUBMITTED IN	2017
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eg. A4)

TOTALLY	49	TEXT PART	32	GRAPHICAL PART	17
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	This bachelor work contains the modification of the railways bogie Y27 to a speed 140 km/h. Conceptual design was designed in four variants. The best variant was detail processed in 3D and were created drawings.
KEY WORDS	Rail vehicles, railway, bogies, Y27, Concept Design, Primary Suspension, Secondary Suspension, Production Drawing, Assembly Drawing

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu Doc. Ing. Petru Hellerovi, CSc, za jeho cenné rady, vstřícný přístup, odborné a cenné připomínky. Dále bych chtěl poděkovat firmě Legios a.s. za veškeré poskytnuté dokumenty a cenné informace z praxe.

Obsah

Seznam obrázků	2
Seznam tabulek.....	4
1. Úvod	5
2. Kolejová vozidla – pojmy	6
3. Rešerše současných podvozků pro nákladní vozy.....	7
3.1. Vypružení pružnicemi	7
3.1.1. Podvozek 26-2.8.....	7
3.1.2. Podvozek BA 714.3.....	8
3.2. Vypružení šroubovitými pružinami.....	9
3.2.1. Diamonds	9
3.2.2. Podvozek typu Y25	11
3.2.3. Podvozek typu Y27	16
3.2.4. Podvozek typu Y31	17
3.2.5. Podvozek typu Y33	17
3.2.6. Podvozek Y37 / VVR.....	17
3.2.7. Podvozek TVP 2007.....	18
3.2.8. Podvozek TVP 2009-R.....	19
3.2.9. Podvozek DRRS.....	20
3.2.10. Podvozek TF25 / TF25E	21
3.2.11. Podvozek AM ^{III}	22
3.2.12. Podvozek LEILA.....	23
3.2.13. Podvozek RC25NT	25
4. Návrh základních parametrů podvozku	27
4.1. První varianta.....	27
4.2. Druhá varianta	28
4.3. Třetí varianta.....	29
4.4. Čtvrtá varianta	30
4.5. Hodnocení.....	31
5. Návrh vlastního koncepčního řešení	32
5.1. Podélník.....	32
5.2. Příčník.....	33

5.3. Konzola pro brzdy	34
5.4. Rám.....	35
5.5. Primární vypružení	38
5.6. Sekundární vypružení	40
5.7. Kolébka a odpružená kluznice.....	40
5.8. Táhlo.....	42
5.9. Dvojkolí.....	43
6. Technický nákres koncepčního řešení	44
7. Závěr	46
8. Používaná literatura	47
8.1. Knižní publikace.....	47
8.2. Internetové zdroje	47
Software.....	49
Seznam příloh	49

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Podvozek 26-2.8	8
Obrázek 2- Třínápravový podvozek BA 714.3	9
Obrázek 3 – podvozek Diamond	9
Obrázek 4 – odlévaný podvozek Diamond	10
Obrázek 5 - Vypružení podvozku Y 25	11
Obrázek 6 - Podvozek Y25 Lsd l	13
Obrázek 7 - Podvozek Y25 Ls(s)i 1/f	14
Obrázek 8 - Podvozek Y25 Ls(s)d1-K	15
Obrázek 9 - Podvozek Y27 - svařovaný rám	16
Obrázek 10 - Podvozek Y27 - odlévaný rám	16
Obrázek 11 - Podvozek Y33	17
Obrázek 12 - Podvozek Y37/VVR	18
Obrázek 13 - Podvozek TVP 2007 s křížovou vazbou a se dvěma třecími prvky Lenoir	19
Obrázek 14 - Výkres podvozku TPV 2009 - R od Tatravagonky	20
Obrázek 15 – Podvozek DRRS	20
Obrázek 16 - Podvozek DRRS v řezu	21
Obrázek 17 - Podvozek DRRS	21

Obrázek 18 - Výkres podvozku TF25	22
Obrázek 19 - Podvozek TF25 s kývačkovým vedením a hydraulickým tlumením	22
Obrázek 20 - Podvozek AM ^{III} pro zatížení 25t na nápravu	23
Obrázek 21 - Podvozek AM ^{III} pro zatížení 30t na nápravu	23
Obrázek 22 - Podvozek LEILA s křížovou vazbou	24
Obrázek 23 - Podvozek LEILA DG	24
Obrázek 24 - Podvozek RC25NT	25
Obrázek 25 – Primární vypružení podvozku RC25NT	26
Obrázek 26 – Sekundární vypružení podvozku RC25NT	26
Obrázek 27 - Schéma vedení svislými trny	28
Obrázek 28 – Schéma vedení plochými ocelovými pásy	29
Obrázek 29 Vedení kyvným ramenem a vypružení šroubovitou pružinou	30
Obrázek 30 – pryžokovová pružina MEGI	30
Obrázek 31 - Podélník.....	32
Obrázek 32 – Konzola pro uchycení pružin.....	32
Obrázek 33 – Podélník s nosičem	33
Obrázek 34 – Příčnick.....	33
Obrázek 35 – brzdová jednotka kotoučové brzdy [30]	34
Obrázek 36 – konzola pro uchycení brzdy.....	34
Obrázek 37 – Příčnick s konzolemi pro uchycení brzd	34
Obrázek 38 – Otevřený svařovaný H rám	35
Obrázek 39 – Nalakovaný rám černou barvou včetně konzol pro pružiny a brzdy	36
Obrázek 40 – technický náčrt rámu Y27	37
Obrázek 41 – Ložisková skříň uložená na nápravě.....	38
Obrázek 42 - Náprava , ložiska, labyrint, šrouby, deska.....	39
Obrázek 43 - Ložisková skříň vložená do podélníků.....	39
Obrázek 44 - pohled na sekundární vypružení s kolébkou	40
Obrázek 45 - Kolébka	40
Obrázek 46 – Odpružená kluznice	41
Obrázek 47 – Kolébka s odpruženou kluznicí.....	41
Obrázek 48 - Táhlo pro přenos podélných sil	42
Obrázek 49 - Táhlo přichycené k rámu a ke kolébce	42
Obrázek 50 - Dvojkolí.....	43

Obrázek 51 – Základní rozměry nárysu	44
Obrázek 52 – Základní rozměry bokorysu	44
Obrázek 53 – Základní rozměry půdorysu	45
Obrázek 54 – Izometrický pohled na koncepční podvozek Y27	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 55 – koncepční návrh plošinového vozu s novými podvozky Y27	Chyba! Záložka není definována.

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Technické parametry podvozku BA 714.3	9
Tabulka 2 - Technické parametry podvozku Y25 Lsd 1	13
Tabulka 3 - Technické parametry podvozku Y25 Ls(s)i 1/f	14
Tabulka 4 - Technické parametry podvozku Y25 Ls(s)d1-K	15
Tabulka 5 - Technické parametry podvozku Y37/VVR	18
Tabulka 6 - Technické parametry podvozku TVP 2007	18
Tabulka 7 - Technické parametry podvozku TVP 2009-R	19
Tabulka 8 - Technické parametry podvozku AM ^{III}	23
Tabulka 9 - Technické parametry podvozku LEILA DG	25
Tabulka 10 – Porovnání variant a jejich vyhodnocení	31
Tabulka 11 – Parametry koncepčního rámu	37
Tabulka 12 – Základní parametry koncepčního podvozku Y27	45

1. Úvod

Cílem této práce je modifikace železničního nákladního podvozku Y27 na rychlost 140 km/h při dodržení nápravových zatížení dle normy EN 15528 a rozměrům podvozku Y27. Avšak před samotným návrhem bude zpracována rešeršní část, která seznámí čtenáře s již dostupnými a používanými typy podvozků.

Samotný návrh bude zpracován kompletně ve 3D modelu včetně výkresové dokumentace jednoho vybraného dílu.

1.1. Zadání

Vypracování rešerše dosud používaných podvozků pro vyšší rychlost než 100 km/h. Návrh základních parametrů podvozku a návrh vlastního koncepčního řešení. Výkresová dokumentace. Výkres vybraného dílu – výkres sestavy, výrobní výkres.

2. Kolejová vozidla – pojmy

Pojezd železničního kolejového vozidla je zařízení zabudované mezi kolejí a vozovou skříní, které je určeno k nesení a vedení vozidlové skříně v koleji.

Pojezdy kolejových vozidel můžeme rozdělit na pojezdy rámové, kdy vůz je uložen většinou na dvou nápravách vedených ve společném rámu na spodku skříně vozu, dále jsou pojezdy podvozkové. Tyto pojezdy mají samonosný rám, který má jistou pohyblivost vůči spodku skříně vozu.

Podvozek u kolejového vozidla je dvou nebo vícenápravový vozík, který je pohyblivě spojený s rámem nebo se samonosnou skříní vozidla. Ve většině případů je podvozek vůči rámu nebo skříní vozidla otočný kolem svislé osy.

K základním částem podvozku patří rám, dvojkolí, vedení, nápravová ložiska, vypružení a brzdové ústrojí.

Rám podvozku je základní část podvozku. Podle výroby je rozlišujeme na svařované, odlévané nebo kombinace těchto technologií. Tvary rámu jsou uzavřené (obdélníkové) nebo otevřené (H). Dále rozdělujeme dle podélníků vůči kolům na rámy vnější a vnitřní a dle tuhosti na tuhé a kloubové.

Dvojkolí se skládá ze dvou kol, které jsou nalisovány na nápravu. Jeho úkolem je:

- Nesení železničního vozidla
- Směrové vedení vozidla
- Přenos adhezní brzdné síly na kolejnice

Pro kolejové vozidlo je důležitý rozchod kolejí, na kterém je možno dvojkolí provozovat. Rozchod koleje je vzdálenost vnitřních ploch hlav kolejnic, která se měří 14 mm pod temenem kolejnice. Používaný rozchod kolejí ve střední (včetně ČR) a západní Evropě, dále pak v Severní Americe, v Austrálii, Číně atd. je 1435 mm.

Vypružení rozdělujeme na primární, kdy vypružení je mezi dvojkolím a rámem podvozku a na sekundární, kdy je vypružení mezi rámem podvozku a skříní nebo rámem vozidla. Některé primitivní konstrukce na úzkokolejných drázkách se někdy obejdou bez vypružení zcela. Ve vypružení používáme následující typy pružin a pružnic:

- Listové pružnice
- Parabolické pružnice
- Torzní tyče
- Vinuté pružiny
- Pryžokovové prvky
- Pneumatické pružiny vlnovcové nebo membránové

Nápravová ložiska nám umožňují otáčení nápravy v ložiskových skříních a přenášejí nám na čep nápravy veškeré síly ze svislého vypružení a vedení dvojkolí.

Brzda v podvozku bývá obvykle špalíková, kdy se používá jednostranný nebo oboustranný brzdění kol, nebo kotoučová. Brzdové kotouče bývají samostatně nalisované na nápravě nebo na discích kol.

3. Rešerše současných podvozků pro nákladní vozy

Vzhledem k rozdílným provozním podmínkám a různým požadavkům dopravců bylo navrženo a v praxi použito mnoho konstrukčních řešení podvozků pro nákladní vozy. Všechny varianty prošli mnohaletým vývojem na celém světě. Každý typ podvozku má své výhody a nevýhody. Postupem času, jak se mění výrobní technologie, jak se mění podmínky na železnici a požadavky na konstrukci, prochází každé řešení vývojem a inovací. V dnešní době je kladen důraz na zvyšování užitných vlastností podvozků. Mezi tyto vlastnosti můžeme zařadit zvyšování technických parametrů a životnosti podvozku, snižování výrobních i provozních nákladů. Dále je snaha snížit vliv železniční dopravy na jeho okolí a životní prostředí. Jedná se hlavně o snížení hlučnosti podvozků v provozu. Pro vývoj nových konstrukcí nebo inovace již použitých podvozků je třeba se seznámit se staršími a současnými konstrukcemi a porovnat jejich vlastnosti a technické parametry. Podle historického vývoje lze učinit základní rozdělení podvozků a to na:

Podvozky evropského typu

Tento typ podvozku se vyznačuje tím, že je zde realizováno prvotní vypružení s chybějícím druhotným vypružením. U starších typů se ve vypružení uplatňovaly výhradně pružnice, v novějších typech se prosazují šroubovité pružiny. Výhodou těchto podvozků je nižší nevypružená hmotnost. Musíme zmínit, že nově aplikované podvozky nákladních vozů pro vysoké rychlosti (160 km/h) mají dvojité vypružení.

Podvozky amerického typu

U tohoto typu je použito druhotné vypružení s chybějícím prvotním vypružením. U starších typů podvozku se ve vypružení uplatňovaly dvojité pružnice, nověji jsou to výhradně šroubovité pružiny. Řešení rámu podvozků vede k menším změnám kolových a nápravových zatížení při jízdě po nerovné koleji.

Provedení podvozků nákladních vozů:

3.1. Vypružení pružnicemi

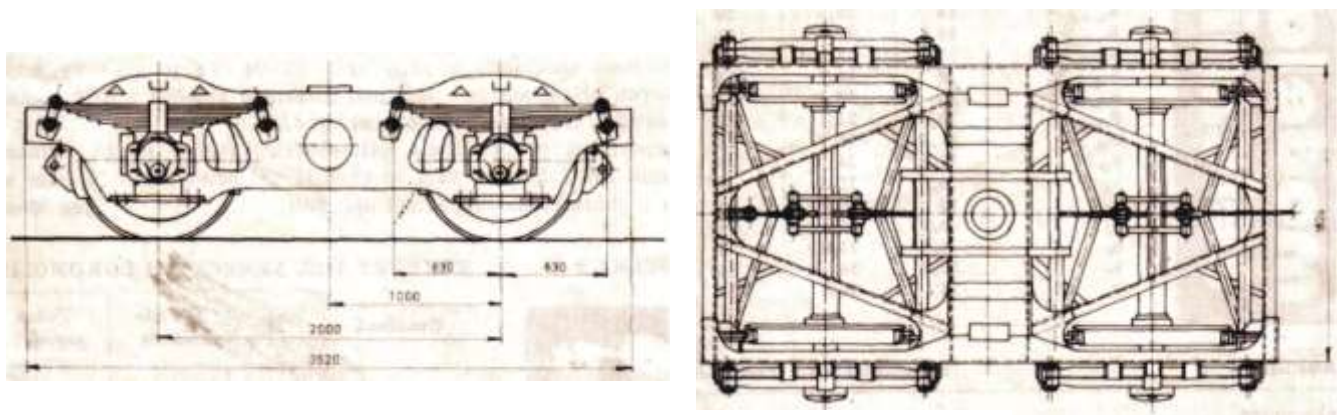
3.1.1. Podvozek 26-2.8

Tento podvozek se označuje také jako střeoevropský a vychází z původního podvozku typového označení 26-2, který byl zkonstruován a následně používán u ČSD v roce 1947. Existovala vývojová řada podvozků: 26-2.4; 26-2.5; 26-2.6; 26-2.7; 26-2.8. Rám je obdélníkový celosvařovaný. Je tvořený ze dvou lisovaných podélníků, dvou čelníků, příčnicku skříňového tvaru a šikmých vzpěr. Vedení dvojkolí má v podélném i příčném směru malé vůle 2x 1,5 mm. Rozvor podvozku je 2000 mm. Ložiskové skříně vzoru 59 V jsou uloženy

prostřednictvím osmilistých pružnic, které jsou zavěšeny na rámu plochými závěskami. Rám je zavěšen na pružnicích pomocí plochých závěsek, které neumožňují téměř žádné pohyby v příčném směru. Brzdy jsou špalíkové z obou stran kola. Podvozek je určen pro čtyřnápravové nákladní vozy s hmotností na nápravu do 21 tun, které mají přípravu pro zabudování automatického spřáhla a je způsobilý jen pro rychlosti do 100 km/h ovšem pouze za určitých podmínek. Na příčnici jsou uchyceny spodní díl kulové torny a spodní díly postranních kluznic

Výsledkem vývoje podvozku typu 26-2 až 26-2.8 jsou zlepšené jízdní vlastnosti, a to především náhradou krátkých plochých závěsek jednoduchými dlouhými hraníky se žlábkovými sedly, zvětšením příčných vřelí v rozsochovém vedení nápravového ložiska až na 2 x 20 mm při zachování podélných vřelí 2 x 1,5 mm. Dále došlo k zesílení rámu a zmenšení rozvoru na 1800 mm, což vedlo se zvýšení únosnosti.

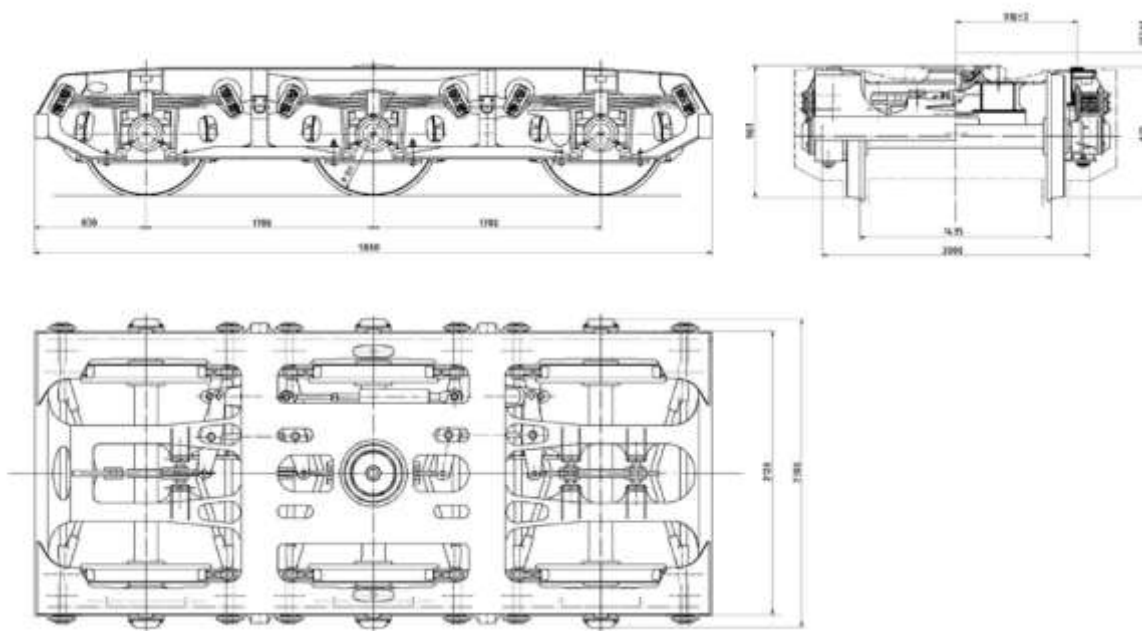
Konstrukčně téměř totožné jako podvozek typu 26-2.8 jsou podvozky označované jako UIC 30, které jsou odvozené německého provedení z DB BA 931.



Obrázek 1 – Podvozek 26-2.8 [5]

3.1.2. Podvozek BA 714.3

Třínápravové podvozky vycházejí s koncepcí dvounápravových podvozků, kde je kladen požadavek na vyšší únosnost nebo na velmi nízké podlahy. Většina těchto podvozků se používají na plošinové a hlubinové vozy. K vyrovnání zatížení kol je užito provahadlování některých sousedních závěsů pružnic tak, aby bylo docíleno čtyřbodového, lépe však třibodového uložení rámu podvozku na ložiskových skříních. Abychom zajistili průjezdnost vozu malými poloměry oblouků, zeslabují se okolky nebo jsou větší vřelí v rozsochách. Krajní podvozky hlubinových vozů nesou na čelníku také táhlové a narážecí ústrojí, ovládací kolo vřetenové ruční brzy, případně i brzdařskou budku.



Obrázek 2- Třínápravový podvozek BA 714.3 [6]

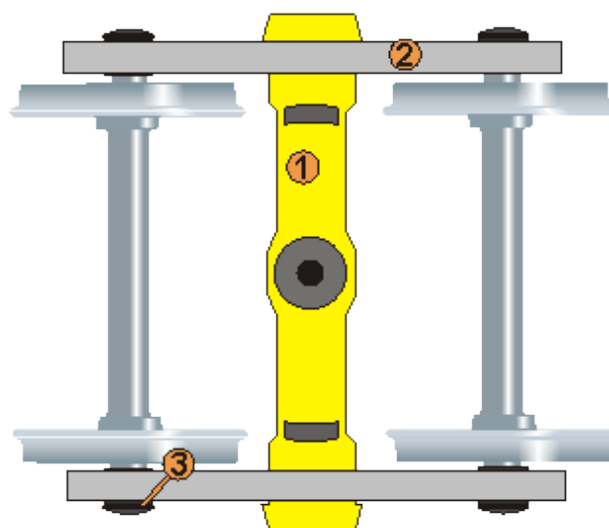
Hmotnost	7,8 t
Rozchod	1 435 mm
Rozvor	2x 1 700 mm
Průměr kol	920 mm
Maximální rychlost při nápravovém zatížení 22,5 t	100 km/h
Maximální rychlost prázdného vozu	120/h

Tabulka 1 - Technické parametry podvozku BA 714.3

3.2. Vypružení šroubovitými pružinami

3.2.1. Diamonds

Jedná se o podvozek amerického typu, kdy první konstrukce podvozku Diamonds pochází přibližně v polovině 19. století. Tento podvozek se vyznačuje tím, že nemá klasické čelníky a příčníky svařené dohromady, jak je tomu u všech ostatních podvozků. Skládá se z odlévaného rámu tvořící dvě příhradové postranice (2), které jsou vázány pevnou vazbou ložiskových skříní (3). Žádoucí pohyby postranic při jízdě po nerovnostech trati jsou umožněny konstrukcí uložení ložiskových



Obrázek 3 – podvozek Diamond [7]

skříní v postranicích. Dvojkolí s ložiskovými skříněmi nahrazují funkci příčnicku. Příčnick (1) není součástí rámu podvozku, ale funguje obdobně jako kolébka podvozků s dvojitým vypružením. Tento takzvaný příčnick (1) je uložen na postranice pomocí šroubovitých válcových pružin. Toto uložení je zkonstruováno tak, že postranice se vůči příčnicku mohou naklánět ve svislé rovině. Vypružení je pouze sekundární, kdy konstrukce vychází z neodpružených dvojkolí a odpruženého rámu vozu. Postranice jsou k sobě vázány pevnou vazbou dvojkolími. [3]

Jedná se patrně o nejrozšířenější podvozek pro nákladní vozy. Využívá se do extrémních podmínek dálkových tratí v zemích jako je Kanada, Ruska a Čína a má několik modifikací.

Obrovskou výhodou tohoto typu podvozku je jednoduchá výroba, montáž a podvozek je schopný se skvěle přizpůsobit nerovnostem na trati. Velká nevýhoda tohoto typu podvozku je nízká maximální rychlost. Dále za nevýhodu můžeme považovat velkou neodpruženou hmotu podvozku působící negativně jak na samotný vůz, tak i na trať, kdy může docházet k poškození trati.



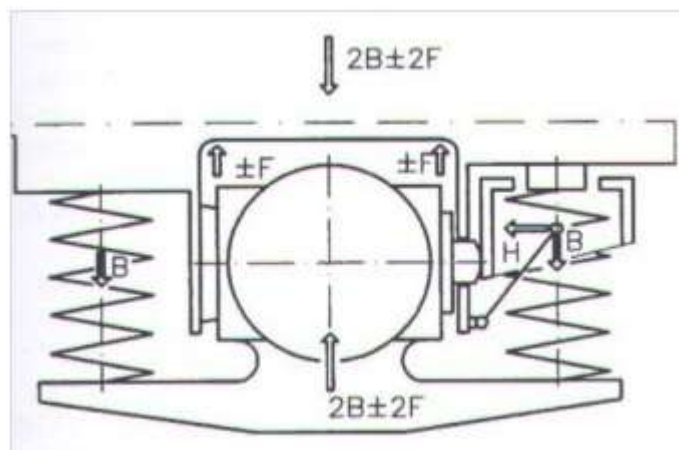
Obrázek 4 – odlévaný podvozek Diamond [8]

3.2.2. Podvozek typu Y25

Na přelomu šedesátých a sedmdesátých let bylo rozhodnuto o zavedení standardního podvozku pro čtyřnápravové nákladní vozy. Podvozky typu Y vycházejí z francouzské konstrukce. Dnes je to nejrozšířenější podvozek vyráběný v mnoha modifikacích. Všechny varianty podvozku, které se vyrábějí buď svařováním, nebo odléváním jednotlivých dílů, vycházejí z realizace prvotního vypružení pomocí dvojice šroubovitých pružin, které jsou umístěny po stranách ložiskové skříně dle patentu SNCF Lenoir. Jednotlivé konstrukční varianty rámu podvozku mají charakteristické řešení. Konstrukce rámu podvozku je s čelníkem nebo bez čelníku a na to navazuje řešení konstrukce brzdové soustavy s brzdovými špalky z obou stran kola dvojkolí nebo v případě bez čelníkové konstrukce jednostranné brzdění z vnitřní strany kol.

Konstrukce rámu podvozku Y25 je poddajná, což nám umožňuje, aby se podvozek dobře přizpůsobil křížovým propadům trati. Rám je tvořen ze dvou podélníků profilu „I“, příčnicku skříňového průřezu, dvou čelníků profilu „U“ a čtyř podélných výztuh profilu „U“. Tento typ podvozku je osazován ložiskovými skříněmi vzor 80 V, které obsahují dvojici válečkových ložisek nalisovaných za tepla přímo na ložiskový čep nápravy.

Podvozky Y25 jsou charakteristické systémem vypružení a vedení dvojkolí dle patentu SNCF Lenoir znázorněné na obrázku 1.3. Primární vypružení je provedeno pomocí dvou (vnější a vnitřní) vinutých šroubovitých pružin umístěné mezi ložiskovou skříní a rozsochou podvozku. Svislé pohyby mezi rámem podvozku a ložiskovou skříní jsou tlumeny pomocí tření v třecím tlumiči. Vodorovný přítlak „H“ je vyvolán svislým zatížením „B“



Obrázek 5 - Vypružení podvozku Y 25 [2]

rámu podvozku. Šroubovitá pružina dosedá na volný talíř, který je spojen pístem třecího tlumiče přes čepy a šikmou závěsku.

Podvozek Y25 není možné výškově stavět, což nám ale umožňuje zachovat malý pokles nárazníků vůči temeni kolejnice i při velkém rozdílu hmotností (prázdný vůz vs naložený vůz).

Skříň vozu je uložena na příčník rámu podvozku pomocí kulové torny a dvojice odpružených postranních kluznic, které slouží pro zajištění stability skříně. Kulová torna přenáší všechny síly, které vznikají mezi vozovou skříní a podvozkem ve vodorovné rovině.

Většina podvozků Y25 používá špalíkovou brzdu. Ovšem u nákladních vozů s větším kilometrickým proběhem je výhodnější použít brzdu kotoučovou, kterou ale je nutné prohlížet v pravidelných intervalech. V přepočtu na ujetý kilometr je provoz s kotoučovou brzdou

levnější. Dále můžeme rozdělit podvozky na typy se snímačem nebo bez snímače zatížení. Snímač zatížení umožňuje plynule snímat hmotnost na nápravu a podle něj systém automaticky zabezpečí tlak v brzdovém válci a tím i brzdící výkon (není potřeba manuálního nastavení vozu prázdný - ložený)

Základní značení podvozků typu Y 25 podle maximální hmotnosti na nápravu [2]:

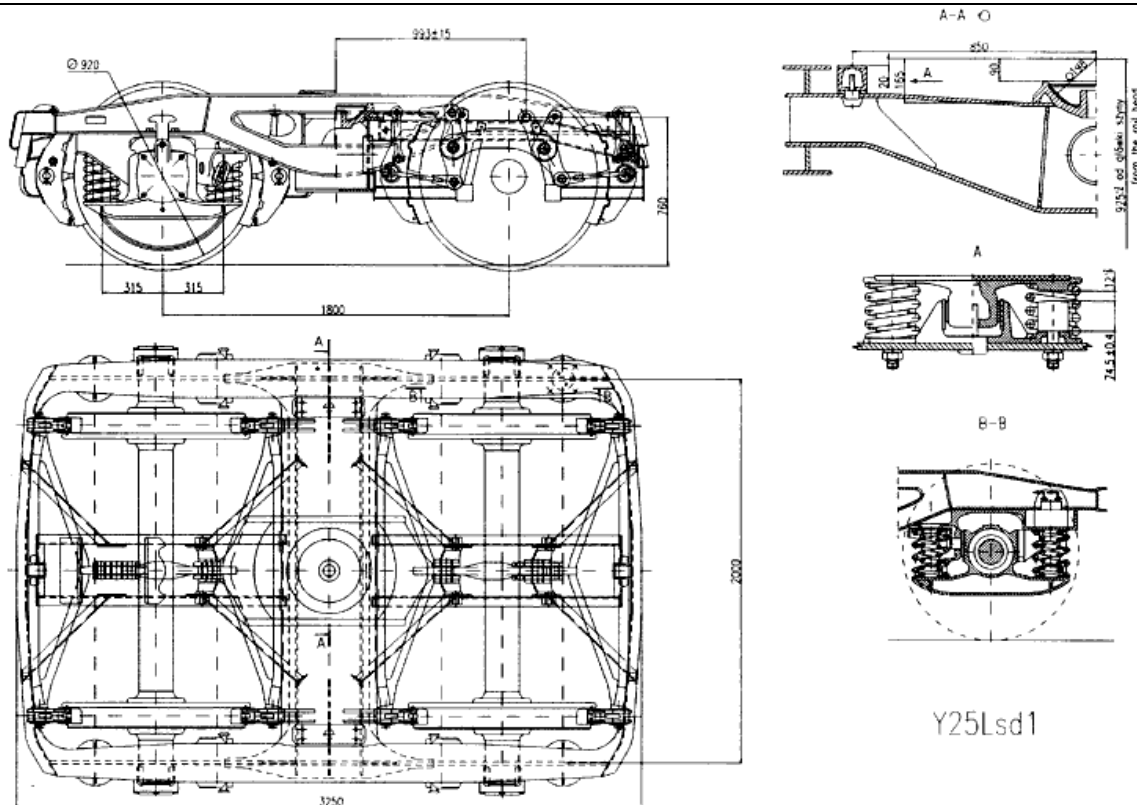
- Y25 C maximální hmotnost na nápravu 20 t
- Y25 R maximální hmotnost na nápravu 20 t, zesílená varianta (**R**einforcé)
- Y25 L maximální hmotnost na nápravu 22,5 t (**L**ourd)
- Y25 LL maximální hmotnost na nápravu 25 t
- Y25 D podvozek s kotoučovou brzdou (**D**isque)

Doplňkové značení vlastností podvozků [2]:

- s režim provozu "S" 100 km/h
- ss režim provozu "SS" 120 km/h
- s2 upravený „S“ režim
- m podvozek s odlévaným rámem (**m**oule)
- a zesílené podélné vzpěry, na které jsou upevněné nosiče brzdového pákoví podvozků
- d dvojitá brzdová zdrž Bgu
- i podvozek s integrovanou brzdou
- f podvozek vystrojený ruční brzdou
- o oboustranná závěska umožňující radiální nastavení dvojkolí (orientable)
- e podvozek pro španělský rozchod
- t příprava pro možnost zabudování integrované brzdy
- 1 používané označení pro L podvozky označující variantu uložení podélných vzpěr přišroubovaných k nosičům na příčnících a volně uložených v klouzátku na čelníku podvozků (Y 25 Lsd1)
- 2 podélné vzpěry upevněné k čelníku i příčnících zesíleným řešením (výstužné žebra)

Y25 Lsd 1

2-nápravový podvozek pro nákladní vozy s max. zatížením na nápravu 22,5 t

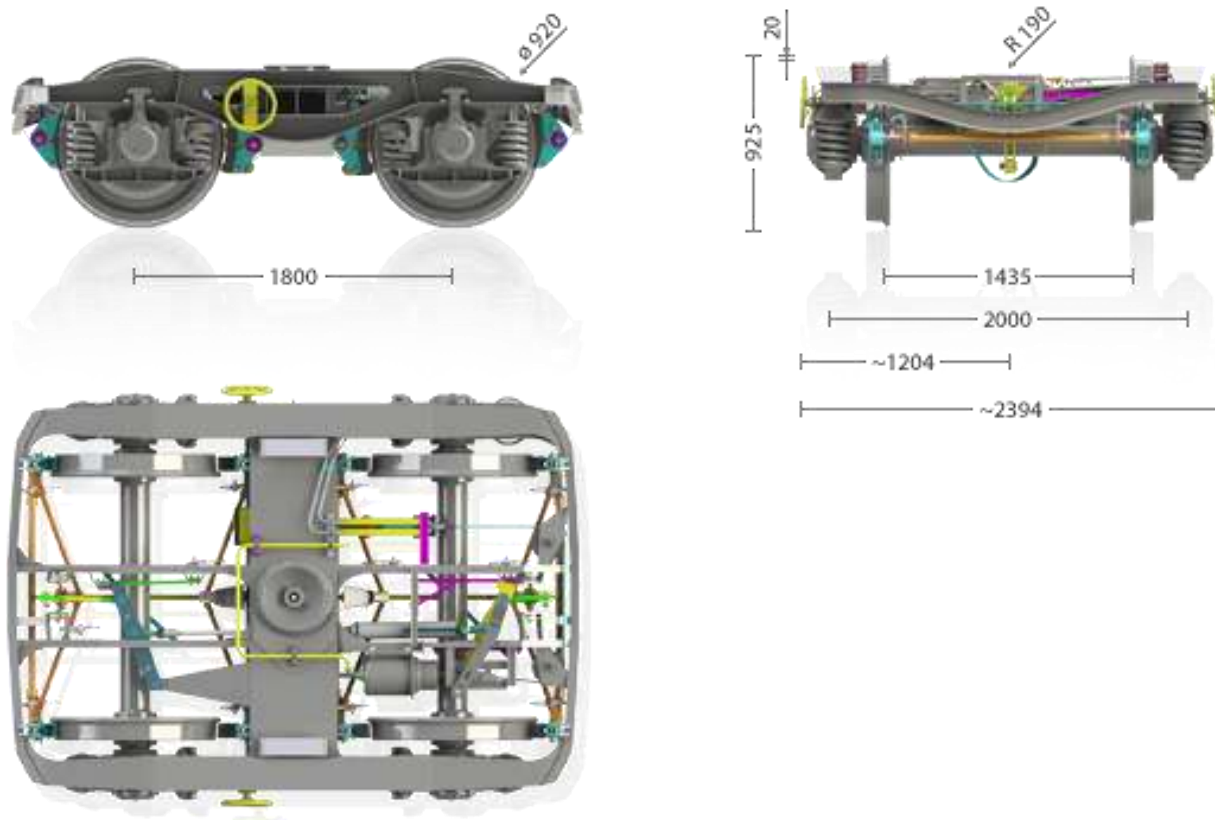


Obrázek 6 - Podvozek Y25 Lsd 1 [9]

Hmotnost	4,5 t (+/- 5%)
Rozchod	1 435 mm
Rozvor	1 800 mm
Průměr kol	920 mm
Maximální rychlost - ložený	100 km/h
Maximální rychlost - prázdný	120 km/h

Tabulka 2 - Technické parametry podvozku Y25 Lsd 1

Y25 Ls(s)i 1/f 2-nápravový podvozek se zabudovanou brzdou/ruční brzdou (f)

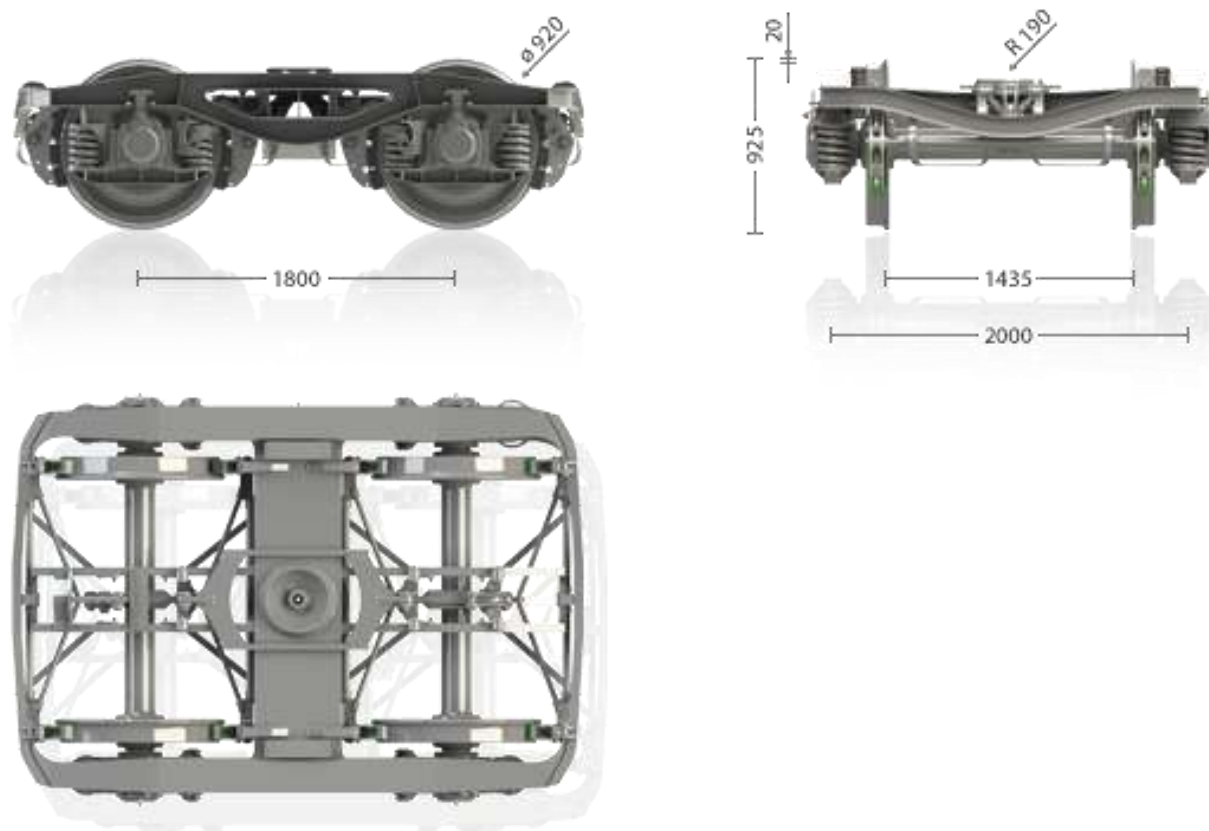


Obrázek 7 - Podvozek Y25 Ls(s)i 1/f [10]

	Hmotnost	4,8 t / 4,9 t
	Rozchod	1 435 mm
	Rozvor	1 800 mm
	Průměr kol	920 mm
	Maximální rychlost při nápravovém zatížení 22,5 t	100 km/h
	Maximální rychlost při nápravovém zatížení 20 t	120 km/h

Tabulka 3 - Technické parametry podvozku Y25 Ls(s)i 1/f

Y25 Ls(s)d1-K 2-nápravový podvozek pro nákladní vozy s max. zatížení 25 t



Obrázek 8 - Podvozek Y25 Ls(s)d1-K [11]

Zatížení na nápravu	25 t
Rozchod	1 435 mm
Rozvor	1 800 mm
Průměr kol	920 mm
Maximální rychlost při nápravovém zatížení 18 t	120 km/h
Maximální rychlost při nápravovém zatížení 25 t	100/h

Tabulka 4 - Technické parametry podvozku Y25 Ls(s)d1-K

3.2.3. Podvozek typu Y27

Konstrukce podvozku Y27 vychází z řady Y25, ovšem vyznačuje se tím, že není použit čelník. Je zde zesílená celá konstrukce, která se skládá z H rámu, podélných výztuh a nosičů brzdového pákoví. Rámy jsou odlévané a svařované. U bez čelníkové verze je pouze jednostranné osazení brzdových špalků z vnitřní strany podvozku směrem od příčnicku podvozku. Používají se buď špalíkové brzdy, nebo kotoučové brzdy, případně kombinace obou dvou brzd. Y27 je určen až do rychlosti 120 km/h, maximální přípustné zatížení na nápravu 20 t. Spousta výrobců ovšem značí své podvozky bez čelníků jako Y25, protože se konstrukcí a jízdními vlastnostmi podvozek Y27 nijak nemění, ovšem museli by absolvovat všechny testy, zkoušky a splňovat předepsané normy, které už splňuje podvozek typu Y25.



Obrázek 9 - Podvozek Y27 - svařovaný rám [12]



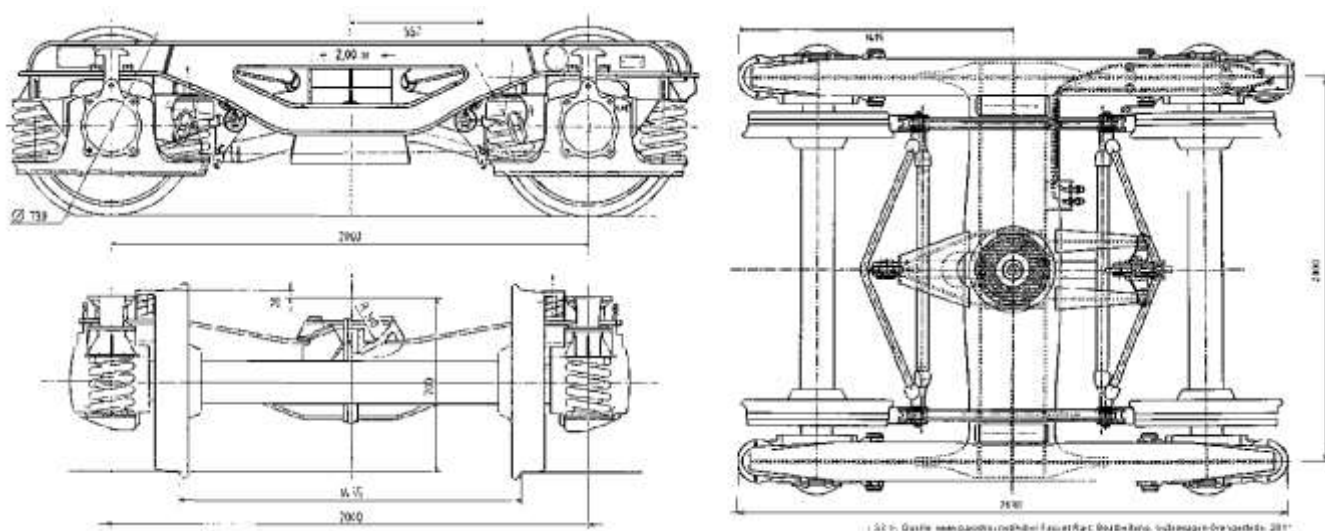
Obrázek 10 - Podvozek Y27 - odlévaný rám [13]

3.2.4. Podvozek typu Y31

Další varianta s otevřeným H rámem bez čelníku. Vyznačuje se nízkou konstrukcí s malými průměry kol.

3.2.5. Podvozek typu Y33

Podvozky označeny jako Y33 jsou navrženy pro speciální vozy, kdy je zapotřebí nízký profil nebo vysoká rychlost. Tento typ podvozku se vyznačuje velkým rozvorem 2 000 mm a vysokou rychlostí 140 km/h. Proto musí podvozek Y33 obsahovat automatický snímač hmotnosti na nápravu, aby byl zajištěn tlak v brzdovém válci a tím i brzdící výkon. Jsou použity kotoučové brzdy. Od podvozků Y25 firmy Tatravagonky Poprad se liší tím, že jsou vybaveny dvojkolím o průměru 840 mm namísto 920 mm a výška středu otočného čepu je 755 mm oproti 925 mm. Firma ARBEL FAUVET RAIL/Douai používá průměr kol 730 mm a výška středu otočného čepu je 700 mm.



Obrázek 11 - Podvozek Y33 [14]

3.2.6. Podvozek Y37 / VVR

Podvozky průměru 610 x 80 mm, čtyřmi jednotkami špalíkové brzdy vybavené snímačem zatížení a protismykovým zařízením. K dosažení rychlosti 140 km/h je max. hmotnost na nápravu 18 t, při rychlosti 160 km/h je max. hmotnost na nápravu 16 t. s tímto označením jsou určeny pro vysoké rychlosti. Podvozek Y37 / VVR od firmy Tatravagonka Poprad se rozlišuje větším rozvorem náprav 2 300 mm, průměr kol je 920 mm. Podvozek je vybaven šesti jednotkami kotoučové brzy, kdy jsou použity kotouče o

Y37 / VVR**2-nápravový podvozek pro nákladní vozy s max. rychlostí až 160 km/h**

Obrázek 12 - Podvozek Y37/VVR [15]

Hmotnost	5,8 t
Rozchod	1 435 mm
Rozvor	2 300 mm
Průměr kol	920 mm
Maximální rychlost při nápravovém zatížení 18 t	140 km/h
Maximální rychlost při nápravovém zatížení 16 t	160/h

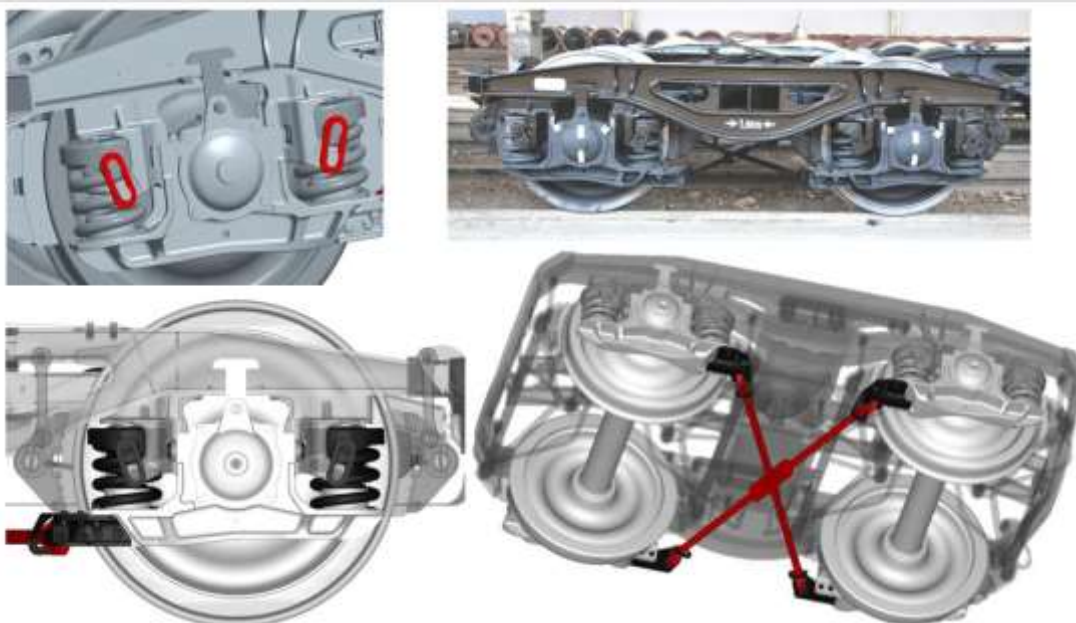
Tabulka 5 - Technické parametry podvozku Y37/VVR

3.2.7. Podvozek TVP 2007

Hmotnost	4,8 t (+/- 5%)
Rozchod	1 435 mm
Rozvor	1 800 mm
Průměr kol	925 mm
Maximální rychlost při nápravovém zatížení 22,5 t	120 km/h
Maximální rychlost při nápravovém zatížení 25 t	100 km/h

Tabulka 6 - Technické parametry podvozku TVP 2007

Jedná se o dvounápravový podvozek pro nákladní vozy pro maximální hmotnost na nápravu 25t. Tento podvozek vyvinula společnost Tatravagonka Poprad a vychází z typu Y25, avšak od původního typu Y 25 se liší upraveným vypružením. Rozsochy jsou upravené tak, aby umožnili použití třecího tlumiče Lenoir z obou stran. Dále je použito křížové vazby nápravových ložisek. To má za následek zlepšení jízdních vlastností při jízdě obloukem. Spojení skříňe s podvozkem je zabezpečeno stejným systémem jako u podvozku Y25, tedy kulovým otočným čepem a odpruženými kluznicemi.



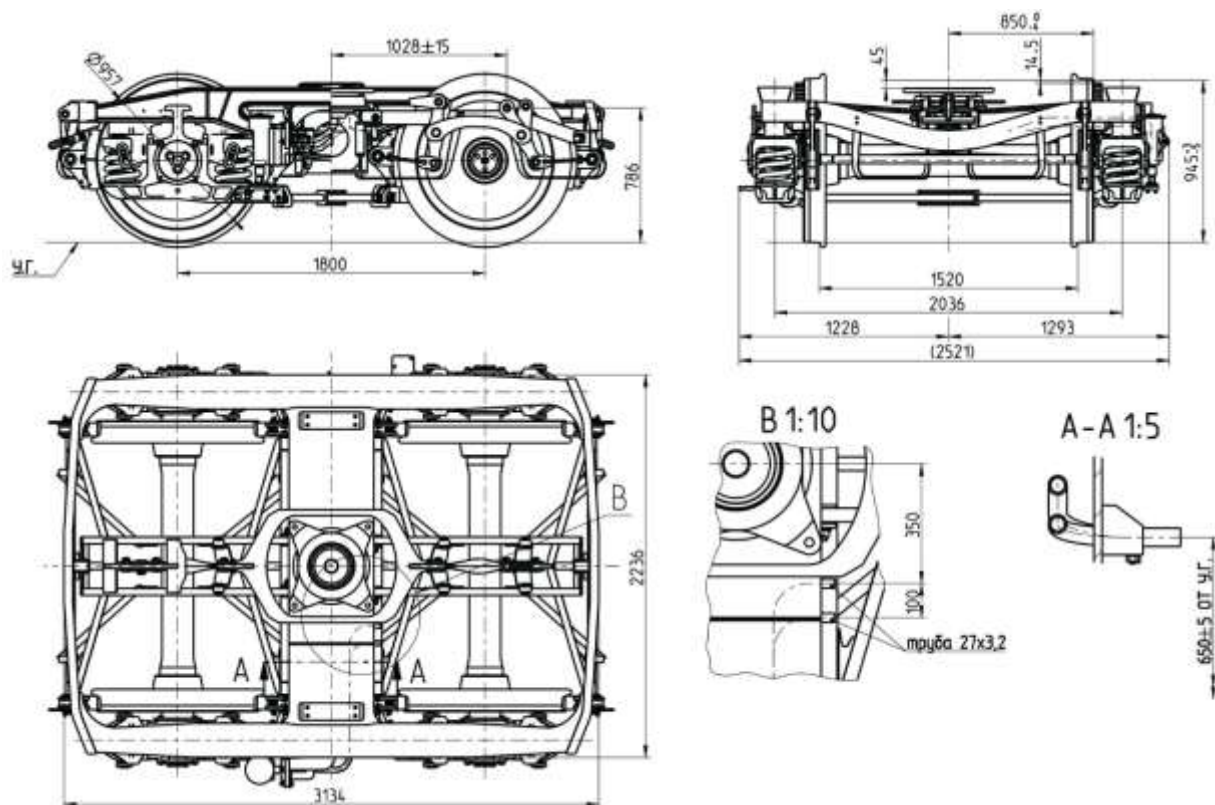
Obrázek 13 - Podvozek TVP 2007 s křížovou vazbou a se dvěma třecími prvky Lenoir [16]

3.2.8. Podvozek TVP 2009-R

Tento podvozek vyrobený firmou Tatravagonka Poprad je určený pro rozchod kolejí 1 520 mm. Stejná konstrukce jako u předešlé verze TVP 2007.

Hmotnost	4,9 t
Rozchod	1 520 mm
Rozvor	1 800 mm
Průměr kol	957 mm
Maximální rychlost při nápravovém zatížení 25 t	100 km/h

Tabulka 7 - Technické parametry podvozku TVP 2009-R



Obrázek 14 - Výkres podvozku TPV 2009 - R od Tatravagonky [17]

3.2.9. Podvozek DRRS

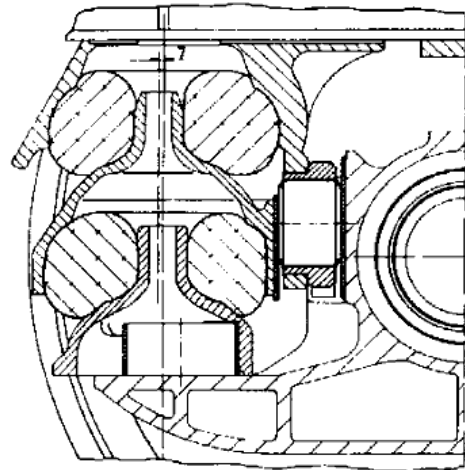
Zkratka názvu " Double Rubber Rolling Spring". Tento podvozek používá k vypružení dvojité gumové odvalovací pružiny, které musí mít speciální vlastnosti a přesně definovanou geometrii. Je vhodný do rychlosti až 160 km/h a jeho maximální zatížení na nápravu je 25 t. Cílem vývoje podvozků DRRS je využití nákladní dopravy na tratě, které slouží pro osobní dopravu, jako jsou např. francouzské tratě pro TGV nebo německé NBS pro vlaky ICE. Nasazení těchto podvozků se předpokládá u kontejnerové železniční dopravy. Pomocí gumové pružiny dochází k tlumení hluku, čímž nám snižuje hlučnost celé soupravy vlaku.



Obrázek 15 – Podvozek DRRS [18]



Obrázek 17 - Podvozek DRRS [19]



Obrázek 16 - Podvozek DRRS v řezu [20]

3.2.10. Podvozek TF25 / TF25E

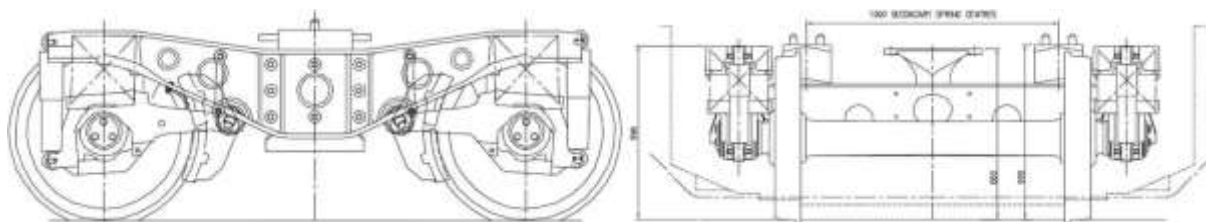
Společnost Axiom Rail vyvíjí, vyrábí a nabízí tři typy podvozků TF („Track friendly“) pro nákladní vozy, které jsou značeny jako podvozky se snížením účinkem na trať. Díky nastavování dvojkolí v oblouku má nízké opotřebení jízdního profilu. Dalšími výhodami v porovnání s Y25 je prodloužení údržbových period, snížení spotřeby lokomotiv díky nižšímu jízdnímu odporu v obloucích, vyloučení opotřebovaných částí (třecích ploch). Typ s označením TF25 je určený pro Velkou Británii a Skandinávii, kdy je max. nápravový zatížení 25,5 t a typ TF25E je používán ve zbytku Evropy při max. nápravovém zatížení 25 t.

Rám podvozku tvoří svařenec tvaru „H“. Vypružení je realizované jako dvoustupňové. Primární vypružení je zajištěno pomocí dvou souosých pružin, které jsou umístěny do misek na konci podélníku, tlumení zajišťují hydraulické tlumiče umístěné na koncích podélníků. Tlumiče jsou přichyceny pomocí konzole, která je na obou koncích podélníků. Sekundární vypružení je pomocí dvou gumokovových prvků umístěné po stranách podvozku. Tyto prvky zajišťují tuhé vedení dvojkolí v přímé koleji, které umožňují radiální nastavení dvojkolí v obloucích. Vazba podvozek – skříň zajišťuje otočný čep v ose příčnicku a pár postranních kluznic. Podvozek TF 25 má kývačkové vedení, což nám s kombinací hydraulického tlumení přináší řadu výhod oproti podvozku Y 25 např: měkčí primární vypružení, hydrodynamické tlumení je lepší než třecí tlumič, který při vypružení pracuje jen při pohybu podvozku směrem dolů. Poté, kdy pružiny jdou směrem vzhůru, je třecí tlumič zcela vyřazen z funkce, protože dochází k odlehčení.

Brzda je integrovaná do podvozku, kola jsou brzděna jednostranně ze strany příčnicku rámu podvozku.

Pro provoz ve Velké Británii má dvojkolí průměr kol 840 mm, pro EU se používají kola s průměrem 920 mm. Rozvor podvozku je 2000 mm. Dle testování v Německu a Francii

v souladu s normou EN 14 363 (UIC518/UIC518-2) dovoluje podvozek TF25e použít do rychlosti 120 km/h při maximálním zatížení na nápravu 25 t.



Obrázek 18 - Výkres podvozku TF25 [21]



Obrázek 19 - Podvozek TF25 s kývačkovým vedením a hydraulickým tlumením [22]

3.2.11. Podvozek AM^{III}

Tento podvozek je provozován ve Velké Británii a ve Finsku. Je určen pro hmotnost na nápravu až 30 t pro rychlosti do 140 km/h. Rám je tvořen ze svařovaného příčnicku, středních dílů podélníků a krajních dílů, které jsou odlévané a zajišťují nám vedení dvojkolí, které je rozsochové s třecími tlumiči. Primární vypružení nám zajišťují dva páry souosých pružnic umístěné po stranách skříní nápravových ložisek, které částečně působí na tlumící klín, který je umístěn v pohyblivém příčnicku. Ten je oboustranný, takže je možné zajistit radiální nastavení. Vazba podvozek – skříně je tvořena tornou a dvojicí postranních kluznic tvořené z pružných pryžokovových bloků. Brzda je integrovaná do podvozku, kola jsou brzděna jednostrannou špalíkovou brzdou umístěnou ze strany příčnicku rámu podvozku. Pro provoz v EU je podvozek AM^{III} homologován podle TSI.

Obrázek 20 - Podvozek AM^{III} pro zatížení 25t na nápravu [23]Obrázek 21 - Podvozek AM^{III} pro zatížení 30t na nápravu [24]

	UK	EU
Rozchod	1 435 mm	Až 1 524 mm
Rozvor	2 000 mm	2 000 mm
Průměr kol	920 mm	-
Maximální rychlost při nápravovém zatížení 22,5 t	120 km/h	120 km/h
Maximální rychlost při nápravovém zatížení 25 t	-	100 km/h
Maximální rychlost při nápravovém zatížení 30 t	100 km/h	-

Tabulka 8 - Technické parametry podvozku AM^{III}

Podvozky TF a AM^{III} jsou způsobilé pro výhledové zvýšení své únosnosti.

3.2.12. Podvozek LEILA

Německo a Švýcarsko, konkrétně německé spolkové ministerstvo pro výzkum a švýcarský spolkový úřad pro životní prostředí, lesy a krajinu se domluvili na spolupráci a vytvořily týmy německých a švýcarských odborníků, kteří vyvinuly nový typ podvozku LEILA-DG. Zkratka LEILA (Leichtes und lärmarmes Güterwagen-Drehgestell) znamená lehký a málo hlučný podvozek pro nákladní vozy. Tento projekt byl úspěšně dokončen v roce 2008, kdy je od té doby nasazován do provozu. Jeho cílem bylo snížení hluku, snížení hmotnosti a opotřebení, zvýšení provozní spolehlivosti a zvýšení pasivní a aktivní bezpečnosti.

Rám podvozku je svařen dvěma bočnicemi, které jsou spojeny uprostřed hlavním příčnickem s dolní tornou a dvěma čelníky, které jsou posunuty nad osu dvojkolí. Hlavní příčník přesahuje přes bočnice.

Dvojkolí jsou navzájem vázána křížovou vazbou. Ložiska jsou uloženy vnitřně, tím má dvojkolí ve vedení horizontální vůle a jsou tak radiálně stavitelná, což nám umožňuje větší natáčení dvojkolí ve srovnání s pojezdy s vnějšími ložisky. K tomu napomáhá i křížová vazba, která umožňuje radiálně stavitelná dvojkolí v obloucích a snižuje opotřebení. Ovšem nápravová vnitřní ložiska neumožňují dokonalou vizuální kontrolu ložisek a vypružení, je nutné aplikovat diagnostický systém. Při instalaci palubního diagnostického systému a telematiky se zvyšuje provozní spolehlivost.

Primární vypružení obstarávají tři pryžokovové pružiny u každého kola, které jsou vsazeny do masivních ocelových nosných misek umístěné po stranách ložiskové skříně a dva



Obrázek 22 - Podvozek LEILA s křížovou vazbou [25]

hydraulické prvky. Druhotné vypružení představuje pružný pryžový kroužek, který leží v dolní torně.

V podvozku LEILA je použita elektricky řízená brzda, která je integrovaná do podvozku a skládá se ze čtyř jednotek kotoučové brzy a senzorů. Vždy po jedné na každém kole. Brzdový systém vše vyhodnocuje a řídí brzdovou sílu podle nápravového zatížení, eliminuje skluz kol. Nahrazení kotoučových brzd namísto špalíkových brzd se snižuje hlučnost. Brzdové kotouče jsou s tvrzeným povrchem z hliníkových slitin.

Podvozek LEILA-DG je kompatibilní se všemi homologovanými podvozky typu Y25. Je vhodný pro převoz vysokých návěsů a kontejnerů.



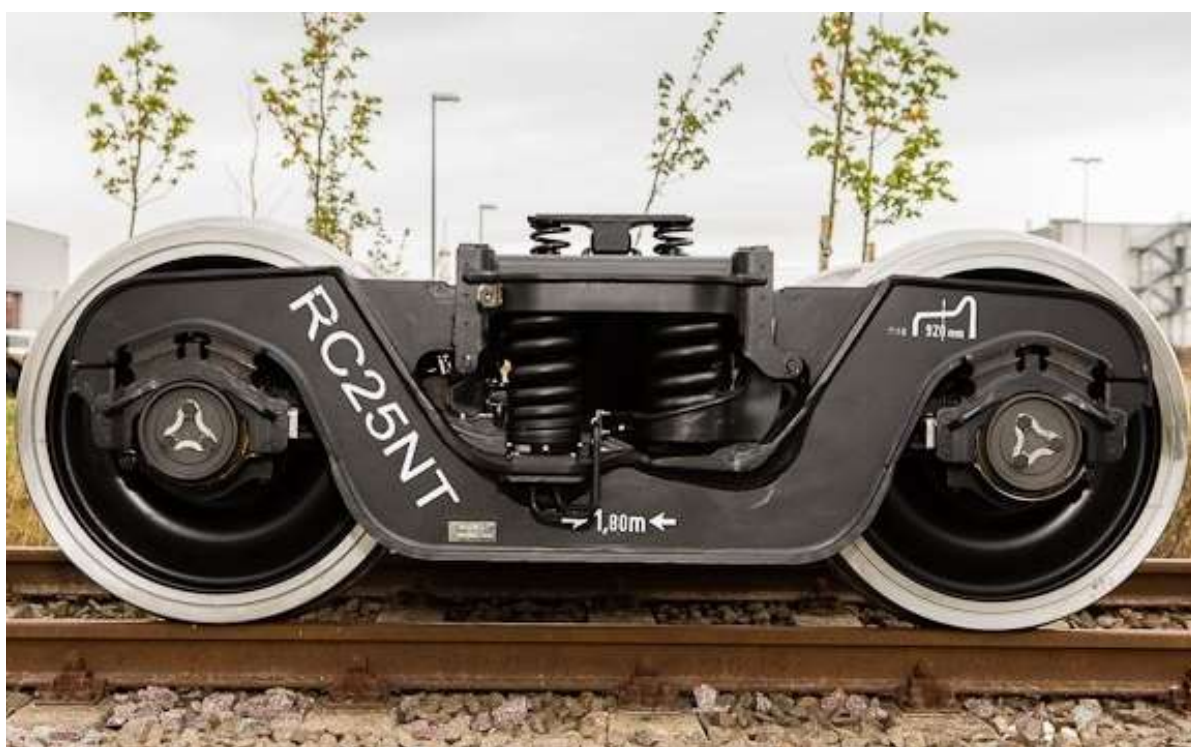
Obrázek 23 - Podvozek LEILA DG [26]

	Hmotnost	>4 t
	Rozchod	1 435 mm
	Rozvor	1 800 mm
	Průměr kol	920 mm
	Maximální rychlost při nápravovém zatížení 22,5 t	120 km/h
	Maximální rychlost při nápravovém zatížení 25 t	100 km/h

Tabulka 9 - Technické parametry podvozku LEILA DG

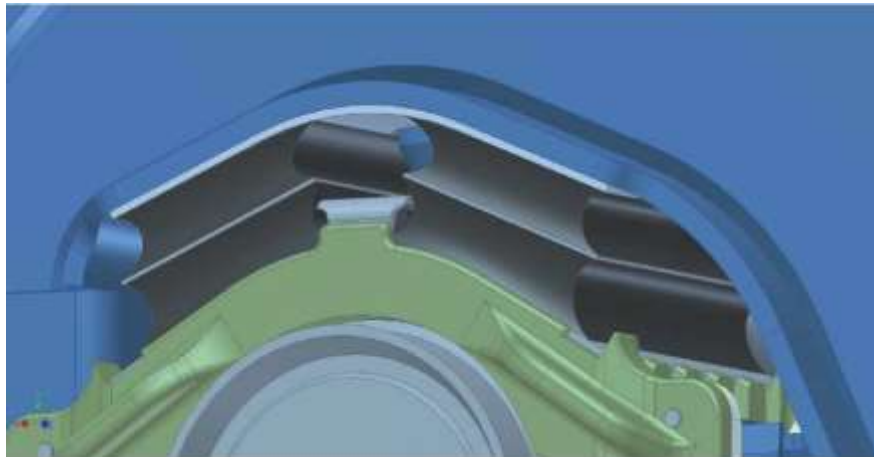
3.2.13. Podvozek RC25NT

Podvozek RC25NT je nový vývoj dvounápravových podvozku od firmy ELH pro nákladní vozy se zatížením nápravy 25 t. Vyznačuje se jednoduchým konstrukčním řešením. Rám tvoří dva podélníky, které jsou propojené příčnými vazníky. Ty jsou na jedné straně upevněné kloubově k jednomu podélníku a k druhému podélníku jsou pevně přichycené. Na koncích podélníků jsou vytvořeny dosedací plochy pro pružiny primárního vypružení. Součástí rámu je i odpružený příčník, na kterém jsou upevněné komponenty spojení kostry spodku s podvozkem, dolní těleso otočného čepu a odpružené kluznice.

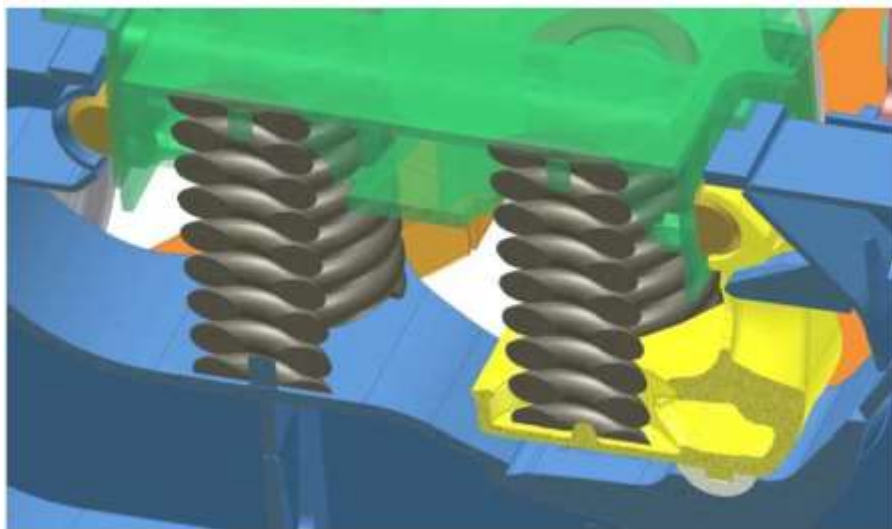


Obrázek 24 - Podvozek RC25NT [27]

Tlumení se provádí ve dvou stupních. Primární vypružení tvoří gumokovové pružiny uložené tak, aby centrovali polohu ložiskové skříně vůči rozsochovému vedení v přímé trati. Sekundární vypružení zajišťují dvojice vinutých pružin, které působí přes adaptér na třecí tlumič, který přitlačí odpružený příčník na třecí plochu opačné strany podélníku. Gumová pružina zajišťuje tuhost ve spojení s dvojkolím a má vysokou stabilitu na přímé koleji a dobré radiální řízení v zatáčkách.



Obrázek 25 – Primární vypružení podvozku RC25NT [28]



Obrázek 26 – Sekundární vypružení podvozku RC25NT [28]

Tento podvozek je vhodný pro rychlost 100 – 120 km/h. Rozvor podvozku je 1800 mm, průměr kola je standardních 920 mm, váha podvozku 4300 Kg.

Kotoučové brzdy zajišťují nízké opotřebení kol a jsou velice tiché i při vysokém zatížení nápravy. Dodávají se i špalkové brzdy, kdy se využívají nové brzdící špalky, které jsou také velice tiché.

4. Návrh základních parametrů podvozku

Při návrhu základních rozměrů podvozku jsem vycházel z podvozku typu Y27, kdy je použit otevřený vnější svařovaný H rám bez čelníků. Důležitý parametr při konstrukci podvozku je vedení dvojkolí. Vedení je úzce spjato s primárním vypružením podvozku. Tyto části podvozku mají velký vliv na chování vozidla při jízdě. Vedení dvojkolí přenáší síly jak ve směru podélném, kdy mluvíme hlavně o silách tažných a brzdných a pak dále musí přenášet síly ve směru příčném a svislém z rámu podvozku na dvojkolí a naopak, kdy je řeč o silách vodících. Pro použití podvozku při vyšších rychlostech můžeme říci, že rozsochové vedení není příliš vhodné. Toto vedení podléhá vysokému opotřebení, při použití na vyšší rychlosti vyžaduje sledování vůlí, musí probíhat včasná výměna kluzných částí, jinak dochází k nestabilnímu chodu vozidla. Proto jsem se v mém návrhu zaměřil na bezrozsochové vedení dvojkolí.

K dosažení vyšší rychlosti je potřeba, aby primární vypružení podvozku bylo tužší a sekundární vypružení bylo progresivní.

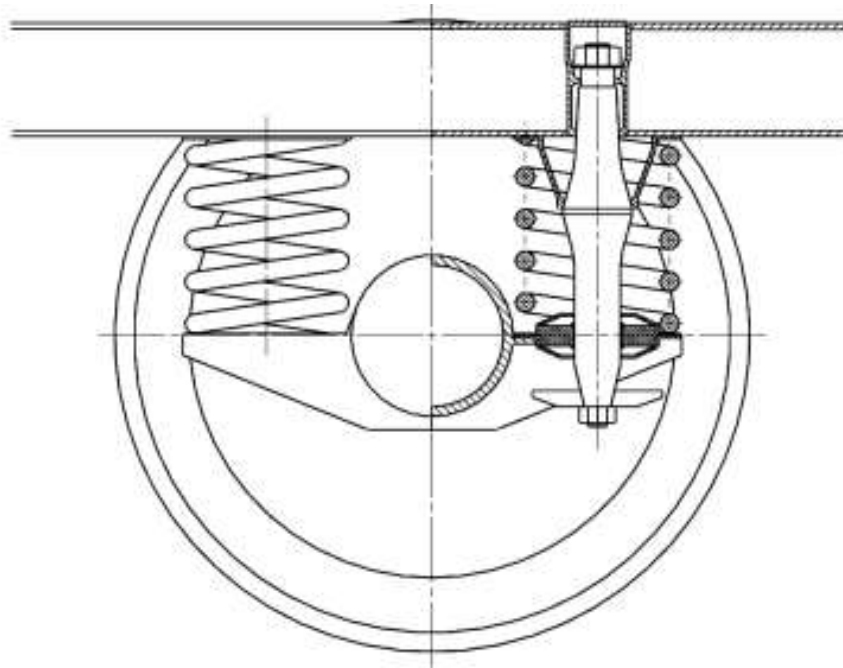
4.1. První varianta

Vedení svislými trny a vypružení šroubovitou pružinou

Při použití této varianty je použitý svislý trn. Tvar trnu je přibližně stejný jako u nosníku stálé pevnosti a jeho horní část je přišroubována s předpětím k rámu podvozku. Vodící trn je ve spodní části obepínán pryžovým prstencem, který je uzavřený v ocelovém pouzdru a končí pod nosičem pružin. Pouzdro je tvořeno dvěma snýtovanými ocelovými deskami, kde se uvnitř pouzdra nachází prsteneček, který je tvořen třemi zavulkanizovanými plechovými mezikruhovými pásy s otvory. Styčná plocha prstence s trnem je vybavena třídílným silikonovým pouzdrem. Na konci trnu je spodní miska, která pracuje jako podchytka. Ta umožňuje zvedání podvozku jako celku. Svislé trny nám zajišťují vedení ložiskové skříně vůči rámu podvozku.

Silikonové pouzdro po přitlačení pryžovým prstencem svým třením o trn spolehlivě tlumí a podílí se na příčné a svislé tuhosti vedení dvojkolí v podvozku.

Primární vypružení je tvořeno celkem osmi válcovými šroubovitými pružinami. Ty slouží ke svislému vypružení a k nesení rámu podvozku na ložiskových skříních. Při použití šroubovité pružiny dochází k menší úpravě dosedacích ploch pružiny. Tato pružina nemá skoro žádné vnitřní tření, proto její charakteristika je lineární. Ovšem při použití šroubovité pružiny je nutno zařadit do konstrukce tlumící prvky, které v tomto případě jsou použity jako tlumící prvky silikonové pouzdro s pryžovým prstencem.



Obrázek 27 - Schéma vedení svislými trny [2]

4.2. Druhá varianta

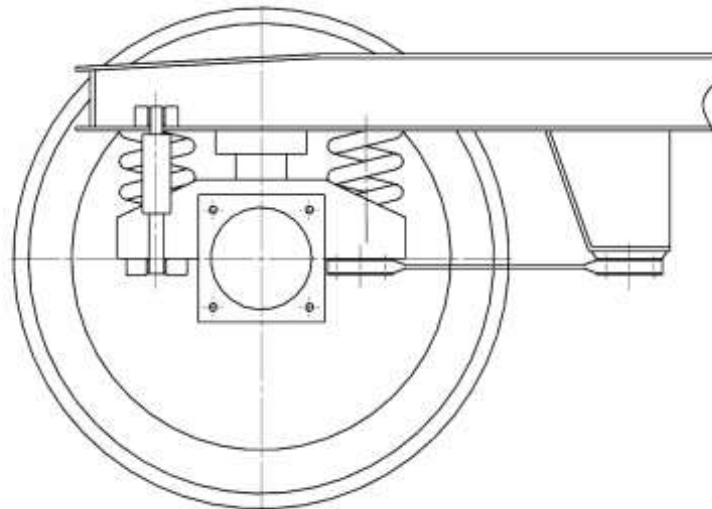
Vedení plochými ocelovými pásy a vypružení šroubovitými pružinami s použitím teleskopického třecího tlumiče

Druhá varianta se může skládat buď z oboustranného vedení ložiskové skříně, kdy tyto podvozky mají větší délku, nebo se jedná o jednostranné vedení, kde podvozek je zkrácen. V koncepčním návrhu je použita varianta s jednostranným vedením.

Primární vypružení nám zajišťuje sada osmi válcových šroubových pružin, kdy sada je tvořena dvěma paralelně řazenými pružinami (jedna větší, druhá menší). Menší pružina je umístěna uvnitř větší pružiny. Vedení pružiny v horní části ve vodorovné poloze zajišťují stočené pásky plechu, které jsou přivařeny na spodní pásnici podélníku. Na spodní straně pružin vedou pružiny osazení, která jsou vytvořena na konzolách ložiskových skříní.

Ložisková skříň je vůči rámu vedena dvojicí ocelových vodících pásů. Ty jsou přišroubovány ke spodní straně patek ložiskové skříně. Vodící pás je vodorovný pružný nosník, kdy je měkký při ohýbání ve svislém směru a tuhý ve vodorovném směru. Tyto pásy nevykazují žádné tření, takže netrpí opotřebením, ale při použití podvozků do vyšších rychlostí je nutné radit do uzlu primárního vypružení teleskopické třecí tlumiče.

Teleskopický tlumič může být přichycen různými způsoby. Buď je součástí každé ložiskové skříně, kdy je přichycen za konzolu, která je přivařena ke stojině podélníku, nebo může být teleskopický tlumič umístěn uvnitř šroubovitých pružin. U první varianty nám konzola slouží zároveň jako záchytky při poruše horního upevnění tlumiče. U druhé varianty, kdy tlumič je schován uvnitř šroubovitých pružin, je velkou nevýhodou to, že když se tlumič poškodí, musí se rozebrat celé primární vypružení včetně vyndání obou pružin.



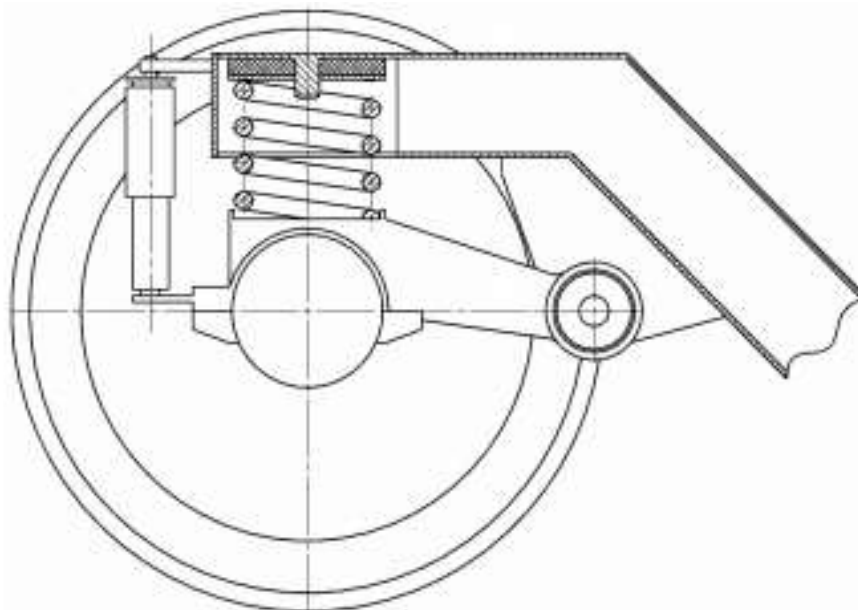
Obrázek 28 – Schéma vedení plochými ocelovými pásy [2]

4.3. Třetí varianta

Vedení kyvným ramenem a vypružení šroubovitou pružinou

Tato varianta nám umožňuje spojení ložiskové skříně a kyvného rameno do jednoho celku. Kyvné rameno na jednom konci přechází přímo v ložiskovou skřín a druhá část kyvného ramena je připojena přes silentblok a čep ke konzole rámu podvozku. Díky dělené ložiskové skříně je možné vyvázat dvojkolí bez demontáže kyvných ramen. Rám podvozku je většinou prohnutý. Primární vypružení nám zajišťuje jedna šroubovitá pružina, která je umístěna nad nápravovým ložiskem. Kvůli malé zástavbové výšce mezi podélníkem a ložiskovou skříní, je v podélníku vytvořená dutina, kde je umístěn pryžový silentblok. Tuhost podélného vypružení při vedení dvojkolí kyvným ramenem závisí na tuhosti silentbloku, který je umístěn v dutině rámu podvozku a tuhost příčného vypružení závisí na konstrukci nápravového ložiska a opět na tuhosti silentbloku použitého v rámu podvozku.

Toto vedení je nutné tlumit. Proto jsou zde použity hydraulické tlumiče. Tlumič je přišroubován na vnější straně, kdy spodní část je přichycena ke kyvnému ramenu (ta část, která je součástí ložiskové skříně) a horní část je přichycena ke konzole rámu podvozku. Svorník slouží jako podchytka a zajišťuje současné zvedání dvojkolí při zvedání vozu zvedáky.



Obrázek 29 Vedení kyvným ramenem a vypružení šroubovitou pružinou [2]

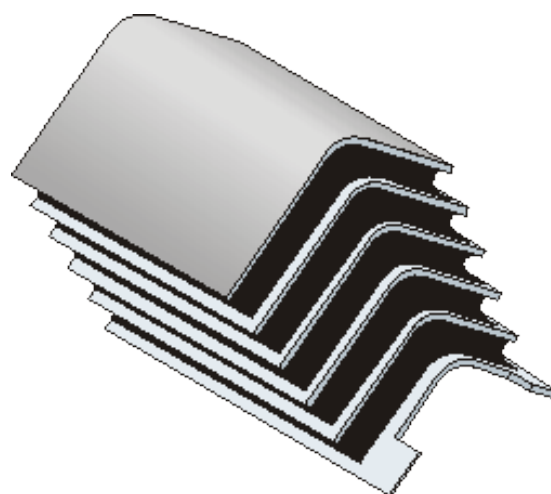
4.4. Čtvrtá varianta

Vedení a vypružení šípovými pružiny MEGI

U čtvrté varianty vložíme mezi ložiskovou skříní a rámem podvozku pryžové bloky ve tvaru kvádrů. Rám podvozku má konický tvar a je prohnutý. Příčné vypružení vymezují přesahy ložiskových skříní. Tuhost pryžových prvků závisí na tom, jak je zatěžujeme. Buď tlakem, nebo smykem. Na této vlastnosti je založen systém primárního vypružení a vedení dvojkolí šikmými pryžovými bloky. Tuhost příčného a podélného vypružení lze nastavovat pomocí velikostí úhlu sklonu pryžových bloků. Tím, že pryž má velmi dobré tlumící vlastnosti, nemusíme při této variantě používat žádné tlumící prvky. Tato vlastnost se jeví jako velice dobrá výhoda.

Svislé vypružení pryžovým bloky je příliš tuhé. To způsobuje, že není zajištěna bezpečnost proti vykolejení. Proto je nutné použít rám podvozku poddajné konstrukce.

Chceme-li zvýšit tuhost příčného vypružení při použití pryžových bloků, provedeme navulkanizování několika vrstev plechu do průřezu pryžového bloku a následném vytvarování průřezu včetně konzol podvozku a úprava ploch ložiskových skříní do tvaru šípu. Šípová pružina, kde jsou spojeny vrstvy pryže a kovové plechy, se nazývá pryžokovová pružina MEGI.



Obrázek 30 – pryžokovová pružina MEGI [29]

Vývoj pryžových pružin pokračoval dále systémem CLOUTH. Tento systém využívá odvalování pryže v uzavřeném prostoru tvarovaném trnem a miskou. Takto použité vypružení má progresivní charakteristiku, kdy nám tuhost při zvýšení zátěže narůstá a oproti blokům má i nižší svislou tuhost. Ovšem velká nevýhoda tohoto použití je drahá výroba. Tvarovaný trn, a samotná pryž, která se odvaluje, musí mít speciální a přesný tvar. Abych nedocházelo k opotřebení pryže, jsou na ni vytvořeny speciální vrstvy. Bohužel vlastnosti pryže, ať se jedná o tuhost, tlumící konstantu atd. se v průběhu životnosti mění.

Nevýhoda použití pryžových pružin, ať se jedná o pryžokovové bloky, pryžokovové pružiny MEGI nebo pryžové pružiny se systémem CLOUTH je taková, že samotná pryž mění své vlastnosti a při různých podmínkách (teplota, vlhkost) se chová jinak.

4.5. Hodnocení

Při celkovém návrhu jsem hodnotil celkovou vhodnost použití jednotlivých primárních a sekundárních vypružení, dále složitost jednotlivých konstrukčních řešení, složitost celé konstrukce, vhodnost konstrukčního řešení pro vyšší rychlosti, možnost inovace a výzkumu konceptu.

Hodnocení jednotlivých parametrů jsem prováděl přiřazením hodnot od 1 do 4, kdy číslo 4 znázorňuje nejlepší možné řešení, číslo 1 je nejméně vhodné. Varianta s nejvíce body je vyhodnocena jako nejlepší.

	Konstrukce	Inovace a výzkum	Hmotnost	Cena	Celkem
Varianta 1	4	1	4	1	10
Varianta 2	3	2	2	3	10
Varianta 3	1	3	1	4	9
Varianta 4	2	4	3	2	11

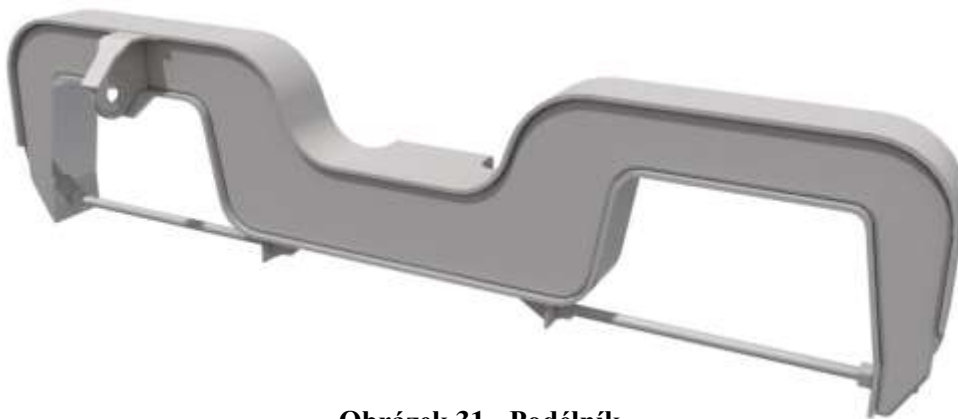
Tabulka 10 – Porovnání variant a jejich vyhodnocení

Podle výsledků z tab. 10 vychází nejlépe varianta 4. Tato varianta má největší výhodu v inovaci a výzkumu. Proto jsem se rozhodl pro tuto variantu.

5. Návrh vlastního koncepčního řešení

5.1. Podélník

Podélník je složen celkem ze 13 dílů, a to konkrétně z horní pásnice, dolní pásnice, tří bočnic podélníku, výztuhy pro zpevnění, horní a spodní plech pro uchycení táhla, stojina pro uchycení táhla, mezikroužky, svorník zajišťující stálý tvar rozsochového prostoru, podložky a matice. Celkový tvar podélníku je prohnutý. Tento tvar byl zvolen na základě použití kolébky. Mezi horní a dolní pásnicí jsou přivařeny z obou stran bočnice podélníku, které nám dávají celkový tvar podélníku. Jsou zde použity půl V svary. Horní a spodní pásnice jsou zvoleny z plechu o tloušťce 12 mm, bočnice z tloušťky 8 mm, oceli S355J2. Ocel je zaručeně svařitelná a je vhodná pro výrobu plechů válcovaných za studena. Abychom zajistily celkovou tuhost a pevnost podélníku, jsou zde umístěny na kritických místech celkem 4 výztuhy, které se nacházejí mezi bočnicemi. Výztuhy z plechu o tloušťce 10 mm.



Obrázek 31 - Podélník

Součástí podélníku je konzola pro uchycení pružin sekundárního vypružení složená z několika plechů o tloušťce 8 mm. Také zde jsou umístěny výztuhy pro zvýšení pevnosti. Na horní ploše konzoly jsou přivařeny dvě takzvané misky. Ty zajišťují vedení pružin a brání proti vypadnutí pružin. Tato konzola je přivařena ke spodní pásnici a ke vnější bočnici podélníku.

Dále na podélníku se nachází uchycení pro táhlo. Skládá se z horního a spodního plechu, ze stojiny pro táhlo a ze dvou mezikroužků. Jak spodní díl, tak horní díl o tloušťce 8 mm jsou přivařeny ke spodní a horní pásnici podélníku.

Ve spodní části podélníku se nachází svorník (též můžeme nazvat jako rozsochová spona), která má na obou koncích závit. Pro zajištění polohy svorníku použijeme pružnou podložku, dvě podložky a dvě matice. Jednu matici z vnitřní strany použijeme jako kontramatici pro zajištění polohy svorníku a aby nedocházelo k pohybu rozsochového prostoru. Tento svorník slouží k tomu, aby nedocházelo k porušení geometrie rozsochy a nemohlo nám vypadnout primární vypružení.



Obrázek 32 – Konzola pro uchycení pružin



Obrázek 33 – Podélník s nosičem

5.2. Příčník

Příčník se nachází uprostřed celého rámu a spojuje nám dva podélníky. Ty spolu tvoří otevřený H rám. Konstrukce příčníku není nikterak složitá. Je složena ze spodní a horní pásnice příčníku, ze dvou stojin a dvou výztuh dané pro zvýšení tuhosti celého podvozku. Tloušťka pásnic u příčníku je stejná jako tloušťka pásnic u podélníku, tedy 12 mm. Stojiny jsou z plechu S355J2 o tloušťce 8 mm. Pásnice a stojiny jsou k sobě svařeny půl V svařem. Součástí příčníku jsou konzole pro uchycení brzd. Tyto konzole budou popsány v dalším bodě.



Obrázek 34 – Příčník

5.3. Konzola pro brzdy

Pro koncepční návrh podvozku jsem volil kotoučové brzdy oproti špalíkovým brzdám. Kotoučové brzdy nejsou hlučné, jsou vhodnější pro použití do vyšší rychlosti a mají větší brzdou účinnost.

Samotná konzola pro uchycení brzd se skládá opět z horního a dolního plechu a ze dvou stojin, které jsou k sobě přivařeny. Dále se zde nachází příchytky pro konzolu a dvě výztuhy dané z obou stran. Mezi příchytkou a výztuhou je dáno pouzdro pro šroub. Konzola brzd

je k příčníku svařena ke spodní pásnici příčníku, ke stojině příčníku a k horní pásnici příčníku. Brzdy na tomto podvozku budou použity od firmy DAKO-CZ.



Obrázek 35 – brzdová jednotka kotoučové brzdy [30]



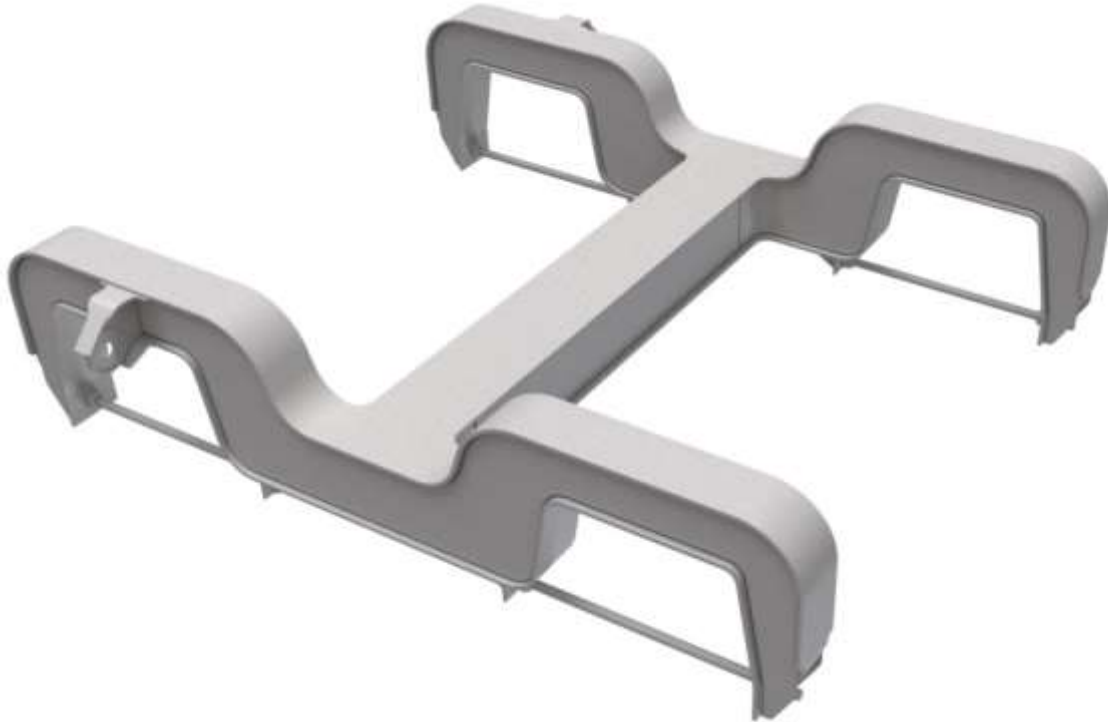
Obrázek 36 – konzola pro uchycení brzd



Obrázek 37 – Příčník s konzolemi pro uchycení brzd

5.4. Rám

Příčnick a dva podélníky spolu tvoří otevřený svařovaný rám s označením Y27.



Obrázek 38 – Otevřený svařovaný H rám

Jeden z hlavních důvodů volby tohoto rámu bez čelníků (typ podvozku Y27) je úspora celkové hmotnosti svařované konstrukce rámu. Součástí otevřeného svařovaného H rámu jsou dvě konzole pro uchycení pružin sekundárního vypružení a čtyři konzole pro uchycení brzd.

Podélníky, příčnick, konzole pro brzdy a konzole pro uchycení sekundárního vypružení jsou k sobě přivařeny. Svařování takto velké konstrukce sebou přináší mnohé nevýhody. Jedna z nich je taková, že se nám vytváří vnitřní pnutí. Abychom toto vnitřní pnutí odstranili, musíme nechat celý rám vyžít. Rám vložíme do pece a pomalu zahříváme na teplotu 600 – 630 °C. Poté necháme rám v této teplotě přibližně 4 hodiny. Po uplynutí 4 hodin snižujeme teplotu a pomalu ochlazujeme. Pomalé ochlazování je důležité právě proto, aby v materiálu v důsledku rozdílných teplot nevznikalo další nežádoucí pnutí.

Po vyžihání necháme celý rám nabarvit na černo. Jako technologii použijeme práškové lakování. Jedná se o moderní technologii povrchové úpravy kovů. Tyto barvy neobsahují rozpouštědla a jsou velmi šetrná k životnímu prostředí. Při použití této metody vyžaduje tato aplikace určitý specifický přístup. Obecně platí, že povrch materiálu musí být absolutně čistý, odmaštěný a suchý. Princip práškového lakování je nanesení prášku na povrch dílce a následné vytvrzení v peci.

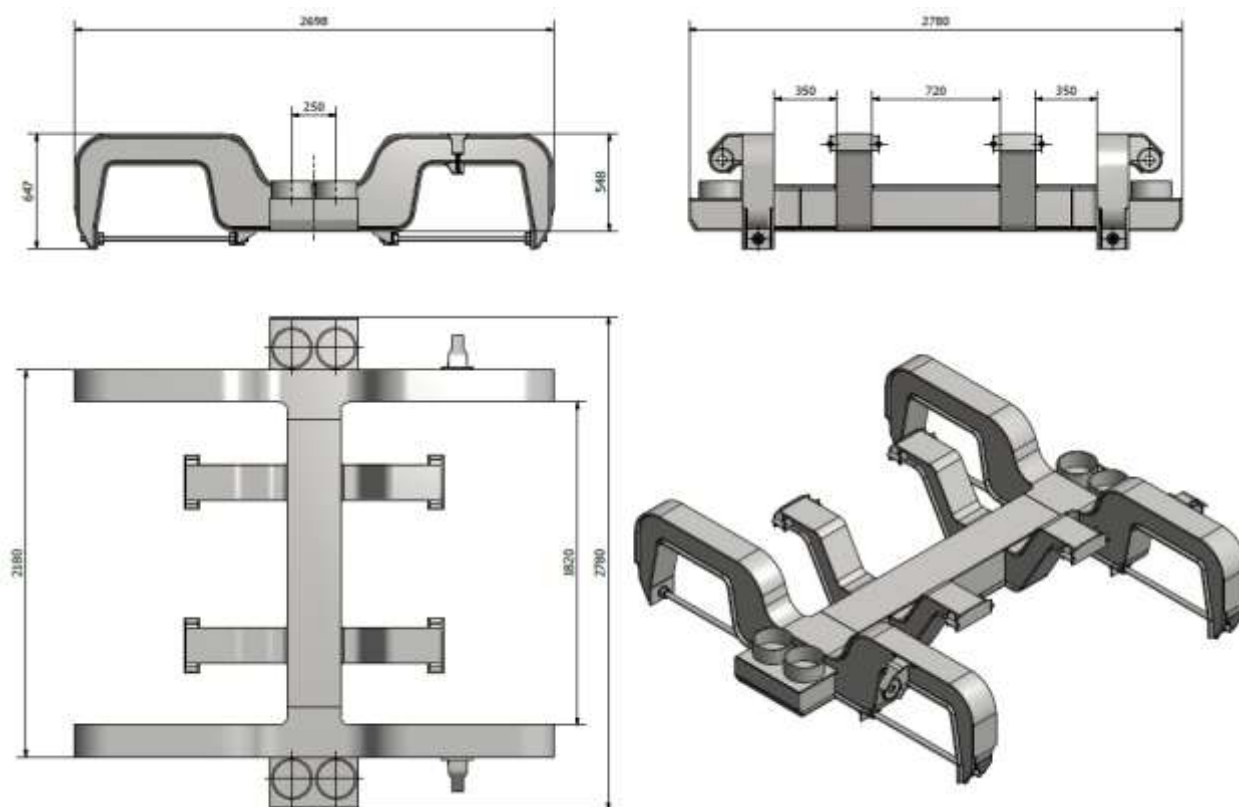
Práškové nátěrové hmoty se nanášejí stříkáním stlačeného vzduchu v elektrostatickém poli. Lakovaný předmět, v našem případě otevřený H rám, je uzemněn a částice prášku se elektricky nabíjejí. Elektrostatická síla využívá fyzikální jev, kdy se opačně nabitě částice přitahují. To způsobuje udržení dostatečné vrstvy prášku na rámu. Poté celý rám vložíme do vypalovací pece, zahřejeme na 180 °C. Při této teplotě dochází k roztavení, vytvrzení a přilnutí prášku k povrchu rámu[31]. Výhody této technologie jsou:

- Vrstva barvy je odolná vůči nárazům
- Vysoká odolnost proti poškrábání
- Vysoká chemická odolnost
- Dlouhá trvanlivost
- Technologie je velmi šetrná k životnímu prostředí

Plochá nátěru rámu činní 64,2 m².



Obrázek 39 – Nalakovaný rám černou barvou včetně konzol pro pružiny a brzdy



Obrázek 40 – technický nákres rámu Y27

Parametry koncepčního řešení podvozku:

Hmotnost	625 kg
Celková délka	2698 mm
Šířka	2780 mm
Výška	647 mm
Barva	Černá

Tabulka 11 – Parametry koncepčního rámu

5.5. Primární vypružení

Jako primární vypružení jsem v této koncepci volil vedení a vypružení šípovými pružiny MEGI. Toto vypružení se skládá z ložiskové skříně, která má speciální tvar. Uvnitř této skříně se nachází labyrint, dvě válečková ložiska, těsnící kroužek a koncová deska. Ložisková skříně je uložena na nápravě, kde koncová deska uvnitř skříně je přišroubovaná k nápravě.

Uložení nám zajišťují válečková ložiska od firmy SKF. Jedná se o ložiska s označením CRB (Cylinder roller bearings), základní označení WJP130x240P. Rozměry ložisek jsou: vnitřní průměr 130 mm, vnější průměr 240 mm, šířka 80 mm.

Vše je uzavřeno víčkem, které je přišroubováno k ložiskové skříně celkem čtyřmi šrouby M16x40. Po stranách ložiskové skříně se nacházejí navulkanizované ohnuté plechy. Ložisková skříně a ohnuté plechy jdou do tvaru šípu.



Obrázek 41 – Ložisková skříně uložená na nápravě



Obrázek 42 - Náprava , ložiska, labyrint, šrouby, deska

Celková pryžokovová pružina MEGI a ložisková skříň slouží jako rozsocha. Ta je poté vložena do prostoru pro rozsochy v podélníku viz [obrázek 43].

Pryžokovová pružina MEGI je vložena do prostoru mezi dolní pásnicí podélníku. Protože musí být uložena s přesahem, mohlo by docházet k ohýbání dolní pásnice podélníku. Abychom tomuto ohýbání předešli, je na spodní pásnici podélníku přivařený plech pro vedení svorníku. Tento svorník nám zajišťuje tvar a tuhost podélníku. Pryžokovová pružina MEGI přenáší jak svislé síly, tak i příčné síly.



Obrázek 43 - Ložisková skříň vložena do podélníků

5.6. Sekundární vypružení

Sekundární vypružení zajišťují celkem 4 předepjaté šroubovitě tlačné pružiny. Ty jsou umístěny na konzole, která jak jsem uvedl v sekci podélník, je přivařena k dolní pásnici podélníku a k bočnici podélníku. Nacházejí se v misce. Pružiny jsou mezi podélníkem a kolébkou a zachycují svislé síly, které se mohou přenášet od skříně vozu nebo od nerovností na trati. V tomto konceptu použijeme tlačné pružiny od firmy HENNLICH s označením ANAKONDA.



Obrázek 44 - pohled na sekundární vypružení s kolébkou

5.7. Kolébka a odpružená kluznice

V mém koncepčním návrhu jsem se rozhodl pro použití kolébky. Kolébky se více vyskytují u osobní dopravy než u nákladní, ovšem má to jistě své výhody. Celková kolébka se skládá opět z plechových částí a to ze dvou stojin kolébky, z horní a dolní pásnice kolébky a ze dvou čelníků kolébky. Ty jsou na jedné straně prodlouženy kvůli přichycení táhla. Dále jsou zde použity výztuhy a dvě mezikruží. Na spodní části dolní pásnice kolébky jsou přivařeny celkem 4 kužely, které slouží k vedení pružiny a zabraňují proti vypadnutí pružin ze své pozice.

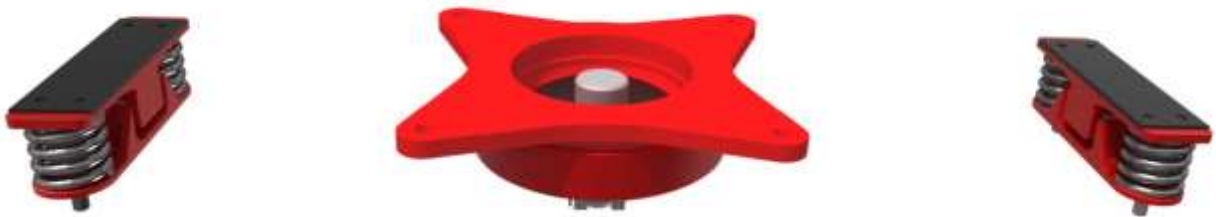


Obrázek 45 - Kolébka

Na horní pásnici kolébky je přichycena odpružená kluznice. Ta je složena s několika částí: těleso dolního otočného čepu, pojistka, svorník, vložka otočného čepu, závlačka, čep, těleso dolní a horní kluznice, doraz, pružina kluznice, dřík, hlava vedení, kluzná deska, šroub, nýty a matice.

Samotná skříň vozu je přichycena pomocí horního otočného čepu čtyřmi šrouby. Kluznice odpružení nám zachytává svislé síly a tlumí rázy mezi kolébkou a skříní vozu. Odpružená kluznice použitá v mém návrhu se vyskytuje na podvozcích s označením Y27 a dodala mi ji firma LEGIOS a.s.

Stejně jako rám, tak i kolébka je nabarvená na černou barvu. Kluznice má kombinaci černé a červené barvy, kdy červeně jsou zbarvené tělesa dolní a horní kluznice, černou barvu má kluzná deska [Obrázek 46]



Obrázek 46 – Odpružená kluznice



Obrázek 47 – Kolébka s odpruženou kluznicí

5.8. Táhlo

Táhlo je složeno z tyče, která má na jednom konci šestihrannou hlavu a na druhém závit, podložku s maticí, kotouče pro těsnění, silentbloky a trubky. Táhlo se nachází mezi rámem podvozku a kolébkou. Samotné táhlo je uchycené mezi konzolou kolébky a konzolou rámu podvozku. Táhlo přenáší podélné síly mezi kolébkou a rámem podvozku. Pomocí silentbloků zajišťuje tlumení vrtivých pohybů rámu podvozku vůči kolébce. [3]



Obrázek 48 - Táhlo pro přenos podélných sil



Obrázek 49 - Táhlo přichycené k rámu a ke kolébce

5.9. Dvojkolí

Dvojkolí zajišťuje vedení kolejového vozidla. Skládá se z dvojice kol a nápravy. Kola jsou lisována na nápravu za studena silou, kde se síla zaznamenává a tento záznam slouží ke kontrole nalisovaného spoje. Nalisování zajišťuje stálý rozchod kol. Na nápravě se nacházejí dva brzdové kotouče. Kola jsou celistvá, rozchod kol standardních 1435 mm.

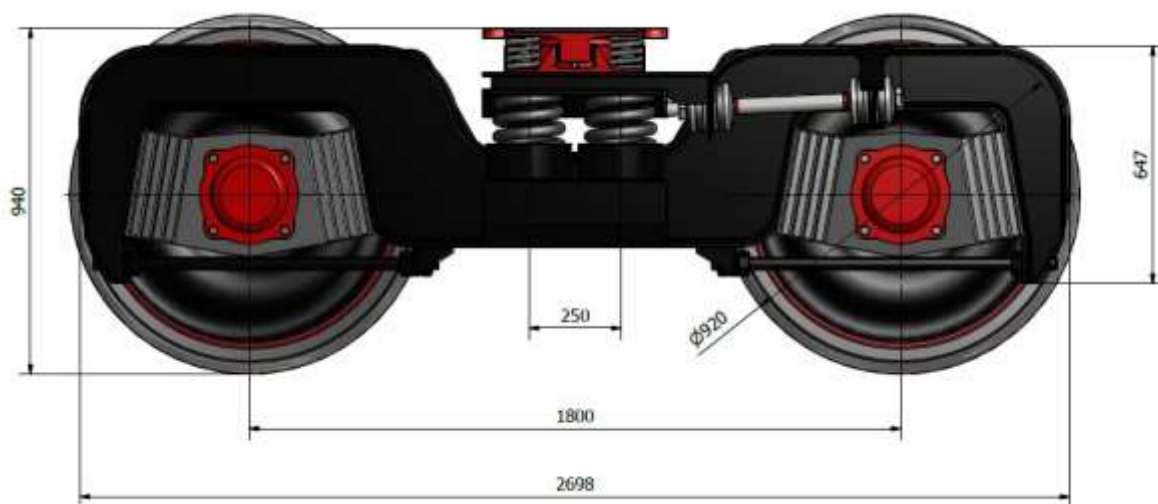


Obrázek 50 - Dvojkolí

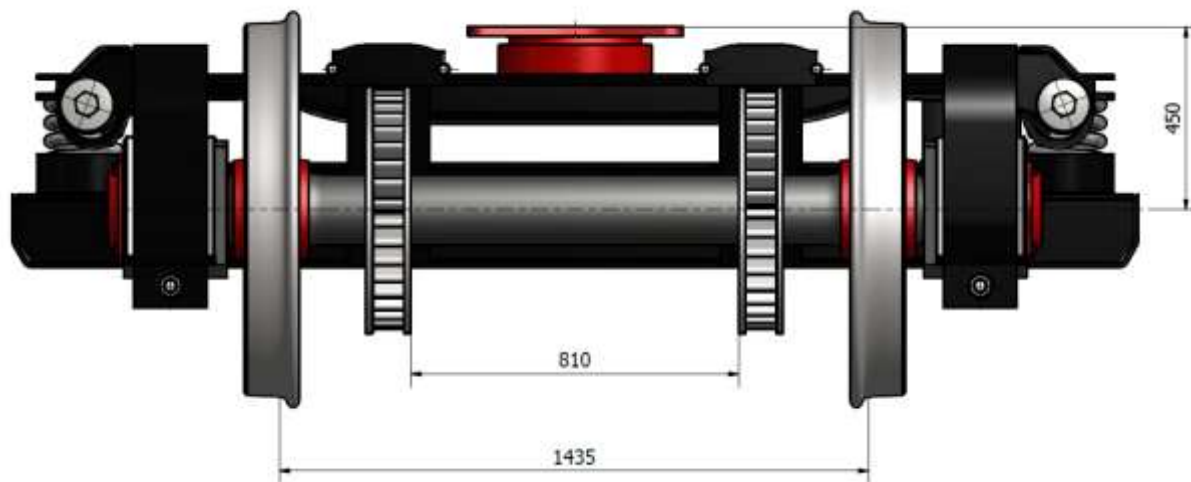
Náprava slouží k upevnění kol a brzdových kotoučů, které jsou také nalisovány. Druhá funkce nápravy je umožnění montáže dvojkolí do nápravových ložisek, v našem případě upevnění nápravy na ložiskovou skříň. Na nápravě jsou vyvrtány 3 otvory pro přichycení koncové desky.

Náprava je silně zatěžována na ohyb, proto se klade velký důraz na výrobu a na tvaru nápravy. Podle UIC [4] (International union of railways) nesmí být provozováno vozidlo s nápravou, která má ostré hrany a vybroušená místa s oblými hranami nesmí být hlubší než 1 mm. Pokud souprava má ohnutou nápravu, musí provozovatel okamžitě tento vůz vyřadit z provozu. [3]

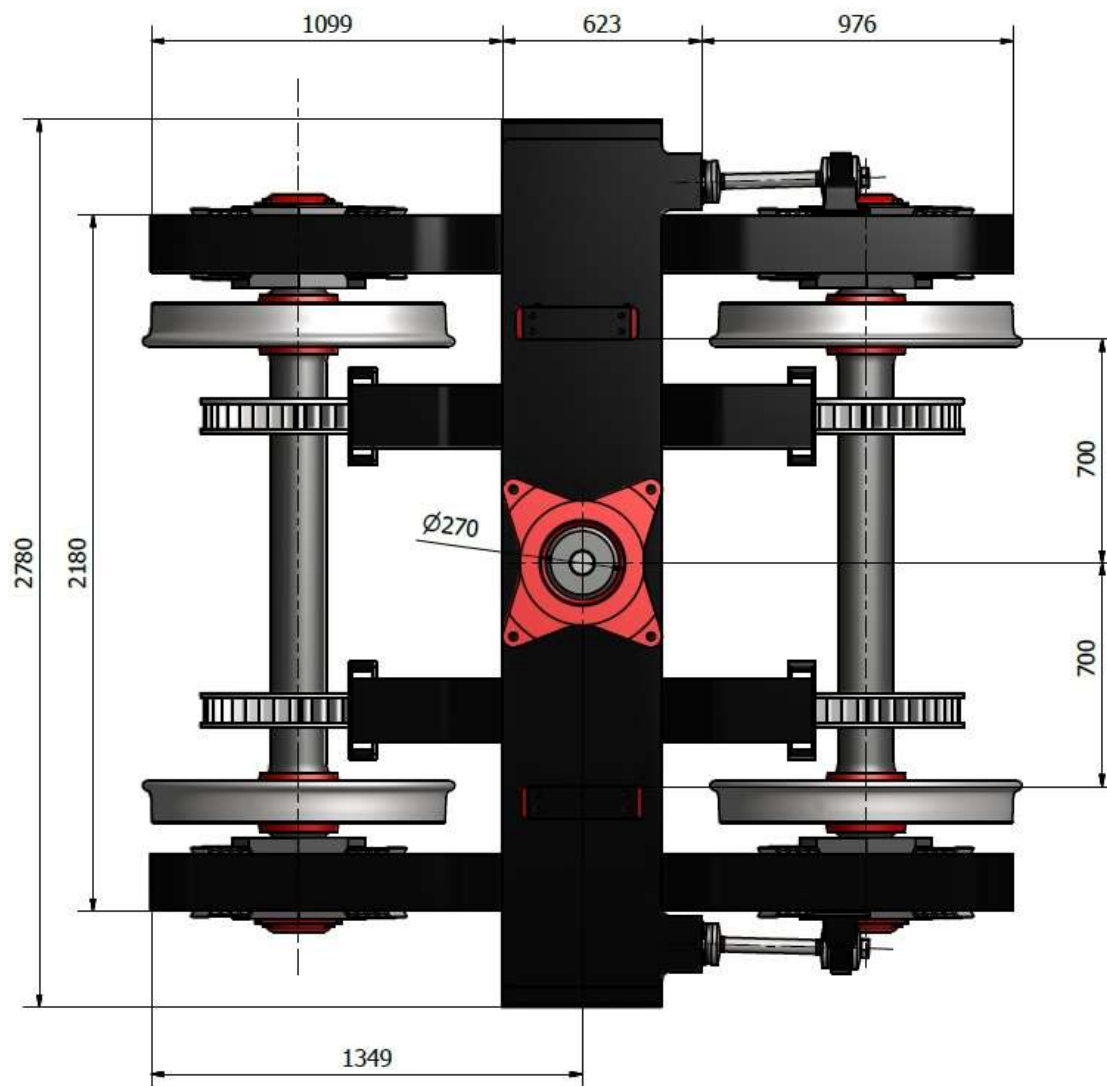
6. Technický nákres koncepčního řešení



Obrázek 51 – Základní rozměry nárysu



Obrázek 52 – Základní rozměry bokorysu



Obrázek 53 – Základní rozměry půdorysu

Podvozek Y27

Délka	2698 mm
Šířka	2780 mm
Výška od kolejnic po kluznici	940 mm
Hmotnost	4 800 kg (+/- 5%)
Rozchod	1435 mm
Rozvor	1800 mm
Průměr kol	920 mm
Brzdové ústrojí	kotoučové
Maximální rychlost	140 km/h
Barva	černá/červená

Tabulka 12 – Základní parametry koncepčního podvozku Y27

7. Závěr

V první, teoretické části jsem se věnoval všeobecným poznatkům týkající se podvozků pro nákladní dopravu. V prvním bodě jsem zmínil základní pojmy pro kolejovou dopravu. Dalším bodem je základní rozdělení jednotlivých podvozků a to vypružení pružnicemi a vypružení šroubovitými pružinami. Při popisu jsem používal podvozky, které jsou určeny do rychlosti vyšší než 100 km/h včetně. Představil jsem základní princip, konstrukční řešení a použití jednotlivých podvozků pro nákladní dopravu. Tento úvod mi přišel nezbytně nutný pro pochopení základních principů a uvedení čtenáře do problematiky mé bakalářské práce.

V další části mé práce jsem vybral 4 varianty pro koncepční návrh podvozku pro rychlost 140 km/h. U jednotlivých variant jsem popsal princip použití a poté vybral na základně hodnocení nejlepší variantu.

Ve třetí části jsem vybral na základě kritérií nejlepší variantu a poté dle příslušných norem navrhl základní rozměry daného podvozku. Poté jsem za pomoci CAD softwaru SOLIDWORKS 2011 a Autodesk Inventor Professional 2015 zhotovil 3D model koncepčního návrhu.

V poslední části jsem popsal jednotlivé důležité části týkající se mého návrhu podvozku a vytvořil výkresovou dokumentaci vybraného dílu, což v mém případě byl podélník.

8. Používaná literatura

8.1. Knižní publikace

[1] HELLER, P., DOSTÁL, J. Kolejová vozidla I, Plzeň: ZČU, 2007,

ISBN 978-80-7043520-5

[2] HELLER, P., DOSTÁL, J. Kolejová vozidla II, Plzeň: ZČU, 2009,

ISBN 978-80-7043641-7

8.2. Internetové zdroje

[3] <http://www.vagony.cz>

[4] <http://www.uic.org/>

[5] Podvozek 26-2.8. In: <Http://www.drehgestelle.de> [online]. [cit. 2016-02-10]. Dostupné z: http://www.drehgestelle.de/2/pb2_cz_26_2.html

[6] Třínápravový podvozek BA 714.3. In: <Http://tatravagonka.sk> [online]. [cit. 2016-02-10]. Dostupné z: <http://tatravagonka.sk/bogie/ba-714-3/>

[7] Podvozek Diamond. In: <Http://www.vagony.cz> [online]. [cit. 2016-02-10]. Dostupné z: <http://www.vagony.cz/pojezdy/diamond/ram.html>

[8] Odlévaný podvozek Diamond. In: <Https://en.wikipedia.org> [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bogie#/media/File:Seitenkipper-Ua4201-Drehgestell.jpg>

[9] Podvozek Y25 Lsd 1. In: <Https://www.alibaba.com> [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: https://www.alibaba.com/product-detail/Y25-Bogie-Y25-LSD-1-Bogie_783123154.html

[10] Podvozek Y25 Ls(s)i 1/f. In: <Http://tatravagonka.sk> [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://tatravagonka.sk/bogie/y-25-lssi1f/>

[11] Podvozek Y25 Ls(s)d1-K. In: <Http://tatravagonka.sk> [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://tatravagonka.sk/bogie/y-25-ls1-k/>

[12] Podvozek Y27 - svařovaný rám. In: <Http://www.elh.de> [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: http://www.elh.de/uploads/RTEmagicC_home_standard_dg.jpg.jpg

[13] Podvozek Y27 - odlévaný rám. In: <Http://paul3715.tripod.com> [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://paul3715.tripod.com/binliner.htm>

[14] Podvozek Y33. In: <Https://www.parostroj.net> [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <https://www.parostroj.net/technika/Y25/y33.tif>

[15] Podvozek Y37/VVR. In: <Http://www.drehgestelle.de> [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: http://www.drehgestelle.de/6/y37_vvr_tapo_2012.jpg

[16] Podvozek TVP 2007 s křížovou vazbou a se dvěma třecími prvky Lenoir. In: <Http://tatravagonka.sk> [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://tatravagonka.sk/bogie/tvp-ng-dbs>

- [17] Výkres podvozku TPV 2009 - R od Tatravagonky. In: <Http://tatravagonka.sk> [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: http://tatravagonka.sk/file/2016/07/tv_prod_list_podvozokTVP2009R_aj_nj_sj_rj_0611.pdf
- [18] Podvozek DRRS. In: <Http://www.quantum-capital-partners.com> [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.quantum-capital-partners.com/en/investments/success-stories/wbn-waggonbau-niesky.html>
- [19] Podvozek DRRS. In: <Http://www.quantum-capital-partners.com> [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.quantum-capital-partners.com/en/investments/success-stories/wbn-waggonbau-niesky.html>
- [20] Podvozek DRRS v řezu. In: <Https://www.parostraj.net> [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <https://www.parostraj.net/technika/DRRS/vypruzeni.gif>
- [21] Výkres podvozku TF25. In: <Http://www.innobogies.de> [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.innobogies.de/img/axiom/TF25%20ski%20coll%206.gif>
- [22] Podvozek TF25 s kývačkovým vedením a hydraulickým tlumením. In: <Http://www.innobogies.de> [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.innobogies.de/img/axiom/ln25%20wf%20axiom.jpg>
- [23] Podvozek AM III pro zatížení 25t na nápravu. In: <Http://www.axiomrail.com> [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.axiomrail.com/images/visuals/internal/am3.jpg>
- [24] Podvozek AM III pro zatížení 30t na nápravu. In: <Http://www.axiomrail.com> [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: http://www.axiomrail.com/images/visuals/internal/am3_broad_gauge.jpg
- [25] Podvozek LEILA s křížovou vazbou. In: <Http://www.drehgestelle.de> [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: http://www.drehgestelle.de/6/Leila_p_unten_hecht.jpg
- [26] Podvozek LEILA DG. In: <Http://www.drehgestelle.de> [online]. [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: http://www.drehgestelle.de/6/Leila_0904_ubr.jpg
- [27] Podvozek RC25NT. In: <Https://pictures.attention-ngn.com> [online]. [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: https://pictures.attention-ngn.com/portal/35/36144/products/1376980/be19da65aeaabbd8377732deb6806b65_01_07_o.jpg
- [28] Vypružení podvozku RC25NT. In: <Https://www.yumpu.com> [online]. [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: <https://www.yumpu.com/de/document/view/26062669/dscholdan-ngabriel-wkik-schienenfahrzeugtagung-graz/17>
- [29] Pryžokovová pružina MEGI. In: <Http://www.vagony.cz> [online]. [cit. 2016-02-25]. Dostupné z: http://www.vagony.cz/pojezdy/vedeni_dvojkoli/bloky.gif
- [30] Brzdová jednotka kotoučové brzdy. In: <Http://www.dako-cz.cz> [online]. [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://www.dako-cz.cz/brzdova-jednotka-kotoucove-brzdy-brzdovy-kotouc>
- [31] <http://lakum.cz>

Software

SOLIDWORKS 2011

Autodesk Inventor Professional 2015

Microsoft Office Word 2010

Microsoft Excel 2010

Seznam příloh

Materiálový list oceli S355J0

Materiálový list oceli S355J2

Materiálový list oceli S355JRG1

CAD modely podvozku Y27 a plošinového vozu

CAD výkresy podélníku

PŘÍLOHA č.1

Materiálové listy ocelí S355JO, S355J2, S355JRG1

Přehled vlastností oceli S355J2							1.0577	
Druh oceli	Nelegovaná jakostní konstrukční ocel							
TDP	ČSN EN 10025-2: 2005							
Dřívější označení	S355J2G4 podle EN 10025: 1990 +A1: 1993; St 52-3 N podle DIN 17100; 11 503 podle ČSN							
Chemické složení v % hmot. (rozbor tavby)	C max. pro tloušťku v mm			Mn	Si	P	S	N
	≤ 16	>16≤40	>40 ¹⁾	max.	max.	max.	max.	max.
Složení hotového výrobku	0,20 ⁵⁾	0,20 ⁴⁾	0,22	1,60	0,55	0,025	0,025	-
	0,23 ⁵⁾	0,23 ⁴⁾	0,24	1,70	0,60	0,035	0,035	-
Mechanické vlastnosti pro zkoušky v podélném směru	Minimální mez kluzu R _{eH} MPa pro výrobky jmenovité tloušťky v mm :							
	≤16	>16≤40	>40≤63	>63≤80	>80≤100	>100≤150	>150≤200	>200≤250
	355	345	335	325	315	295	285	275
	Pevnost v tahu R _m MPa pro výrobky jmenovité tloušťky v mm :							
	≥3 ≤ 100			> 100 ≤ 150			> 150 ≤ 250	
	470-630			450-600			450-600	
	Minimální tažnost v % (L ₀ = 5.65√S ₀) pro výrobky jmenovité tloušťky v mm v ⁸⁾ :							
	≥ 3 ≤ 40		> 40 ≤ 63		> 63 ≤ 100		> 100 ≤ 150	> 150 ≤ 250
	22		21		20		18	17
	Minimální nárazová práce KV (J) při - 20° C pro výrobky jmenovité tloušťky v mm ^{2), 8)} :							
≤ 150				>150 ≤ 250				
27 ⁶⁾				27 ⁶⁾				
Maximální hodnota CEV ³⁾	Pro výrobky jmenovité tloušťky v mm:							
	≤ 30		> 30 ≤ 40		> 40 ≤ 150		> 150 ≤ 250	
0,45		0,47		0,47		0,49 ⁷⁾		
Technologické vlastnosti								
Svařitelnost	Vhodná ke svařování všemi obvykle používanými způsoby svařování. S rostoucí tloušťkou výrobku a rostoucí hodnotou uhlíkového ekvivalentu se zvyšuje riziko výskytu trhlin za studena v oblasti sváru. Je účelné dbát doporučení, stanovující podmínky pro svařování, jak je ku příkladu uvádí ECSC IC 2 (EN 1011).							
Tváření za tepla	Jsou-li dodané výrobky dále tvářené za tepla, splňují uvedené mechanické hodnoty pouze po následném normalizačním žitání.							
Tvářitelnost za studena	Ocel určená pro tváření za studena musí být označena písmenem C (S355JOC). To se týká i tažení za studena.							
¹⁾ pro profily o jmenovité tloušťce nad 100 mm se obsah C stanoví po dohodě. ²⁾ pro profily o jmenovité tloušťce nad 100 mm je hodnoty nutno dohodnout ³⁾ hodnota uhlíkového ekvivalentu CEV, stanovená z rozboru tavby se vypočte podle vzorce : CEV = C + Mn : 6 + (Cr+Mo+V) : 5 + (Ni+Cu) : 15 CEV je volitelný požadavek. ⁴⁾ pro jmenovitou tloušťku nad 30 mm a pro tváření za studena je obsah C max. 0,22 % resp. 0,24% v hotovém výrobku. ⁵⁾ je-li ocel určena k válcování za studena je obsah C max. 0,22% resp. 0,24% pro hotový výrobek. ⁶⁾ průměrná hodnota vypočtená výsledků tří stanovení musí splňovat předepsané požadavky. Jedna hodnota může být nižší, než předepsaná minimální hodnota za předpokladu, že nebude nižší než 70% této hodnoty. V opačném případě se odebírají ze zkušební vzorku další 3 zkušební tělesa. Průměrná hodnota ze 6 zkoušek pak nesmí být nižší než předepsaná minimální hodnota, přičemž 2 výsledky mohou být nižší, ale pouze jeden s hodnotou nižší, než 70% předepsané minimální hodnoty. ⁷⁾ pro dlouhé výrobkyne maximální hodnota CEV 0,54 ⁸⁾ pro podélný směr zkoušení								

Přehled vlastností oceli S355JO

1.0553

Druh oceli	Nelegovaná jakostní konstrukční ocel								
TDP	ČSN EN 10025-2: 2005								
Dřívější označení	S355JO podle EN 10025: 1990 + A1: 1993; St 52-3 U podle DIN 17100; 11 523 podle ČSN								
Chemické složení v % hmot. (rozbor tavby)	C max. pro tloušťku v mm			Mn	Si	P	S	N	
	≤16	>16≤40	>40 ¹⁾	max.	max.	max.	max.	max.	
	0,20 ²⁾	0,20 ⁴⁾	0,22	1,60	0,55	0,030	0,030	0,012	
Složení hotového výrobku	0,23 ⁵⁾	0,23 ⁴⁾	0,24	1,70	0,60	0,050	0,050	0,011	
Mechanické vlastnosti pro zkoušky v podélném směru	Minimální mez kluzu R _{eH} MPa pro výrobky jmenovité tloušťky v mm :								
	≤16	>16≤40	>40≤63	>63≤80	>80≤100	>100≤150	>150≤200	>200≤250	
	355	345	335	325	315	295	285	275	
	Pevnost v tahu R _m MPa pro výrobky jmenovité tloušťky v mm :								
	≥ 3 ≤ 100		> 100 ≤ 150			> 150 ≤ 250			
	470-630		450-600			450-600			
	Minimální tažnost v % (L ₀ = 5.65√S ₀) pro výrobky jmenovité tloušťky v mm ⁸⁾ :								
	≥ 3 ≤ 40		> 40 ≤ 63		> 63 ≤ 100		> 100 ≤ 150		> 150 ≤ 250
	22		21		20		18		17
	Minimální nárazová práce KV (J) při 0°C pro výrobky jmenovité tloušťky v mm : ^{2), 8)}								
≤ 150				> 150 ≤ 250					
27 ⁶⁾				27 ⁶⁾					
Maximální hodnota CEV ³⁾	Pro výrobky jmenovité tloušťky v mm:								
	≥ 30		> 30 ≤ 150			> 150 ≤ 250			
	0.45		0.47			0.49 ⁷⁾			
Technologické vlastnosti									
Svařitelnost	Vhodná ke svařování všemi obvykle používanými způsoby svařování. S rostoucí tloušťkou výrobku a rostoucí hodnotou uhlíkového ekvivalentu se zvyšuje riziko výskytu trhlin za studena v oblasti sváru. Je účelné dbát doporučení stanovující podmínky pro svařování, jak je ku příkladu uvádí ECSC IC 2 (EN 1011).								
Tváření za tepla	Jsou-li dodané výrobky dále tvářeny za tepla, splňují uvedené mechanické hodnoty pouze po následném normalizačním žihání .								
Tvařitelnost za studena	Ocel určená pro tváření za studena musí být označena písmenem C (S355JOC). To se týká i tažení za studena.								
¹⁾ pro profily o jmenovité tloušťce nad 100 mm se obsah C stanoví po dohodě. ²⁾ pro profily o jmenovité tloušťce nad 100 mm je hodnoty nutno dohodnout ³⁾ hodnota uhlíkového ekvivalentu CEV stanovená z rozboru tavby se vypočte podle vzorce : CEV = C + Mn : 6 + (Cr+Mo+V) : 5 + (Ni+Cu) : 15 CEV je volitelný požadavek. ⁴⁾ pro jmenovitou tloušťku nad 30 mm a pro tváření za studena je obsah C max. 0,22% resp. 0,24% pro hotový výrobek. ⁵⁾ je-li ocel určena k válcování za studena je obsah C max. 0,22% resp. 0,24% pro hotový výrobek. ⁶⁾ průměrná hodnota vypočtená z výsledků tří stanovení musí splňovat předepsané požadavky. Jedna hodnota může být nižší, než předepsaná minimální hodnota za předpokladu, že nebude nižší, než 70% této hodnoty. V opačném případě se odebírají ze zkušební vzorku další 3 zkušební tělesa. Průměrná hodnota ze 6 zkoušek pak nesmí být nižší než předepsaná minimální hodnota, přičemž 2 výsledky mohou být nižší, ale pouze jeden s hodnotou nižší, než 70% předepsané minimální hodnoty. ⁷⁾ u dlouhých výrobků je maximální hodnota CEV 0,54. ⁸⁾ pro podélný směr zkoušení									



1. Orientační srovnání se zahraničními normami

DIN	EN 10027-1	EN 10027-2	EN 10025:90	GOST
USt37-2	S235JRG1	1.0036	Fe360BFU	St2kp

2. Chemické složení (rozběr tavby) v %

C	Mn	Si	P	S	N	Al
max. 0,170			max. 0,045	max. 0,045	max. 0,007	

3. Mechanické vlastnosti

Mechanické vlastnosti	Provedení	
	tepelně nezpracované	normalizačně žíhané
Pevnost v tahu R_m [MPa]	min. 370	min. 350
Mez kluzu R_e [MPa]	min. 250	min. 220
Tažnost A_{10} [%]	min. 7	min. 20

4. Charakteristika oceli a příklady použití

Neušlechtilá konstrukční ocel obvyklé jakosti vhodná ke svařování. Součásti konstrukcí a strojů tavně svařované, namáhané staticky i mírně dynamicky, méně namáhaná svařovaná potrubí a odbočnice, jezové konstrukce. Součásti svařované kovářsky.

PŘÍLOHA č.2

CAD modely podvozku Y27 a plošinového vozu Y27



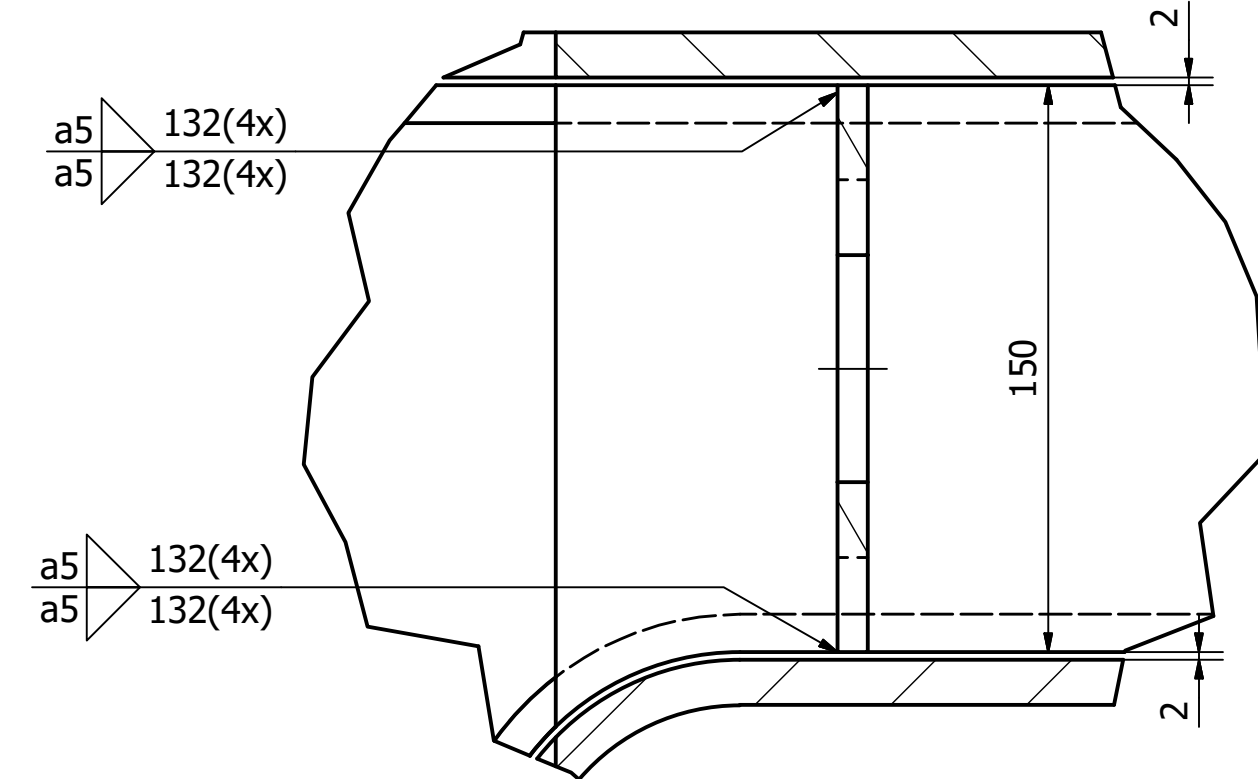
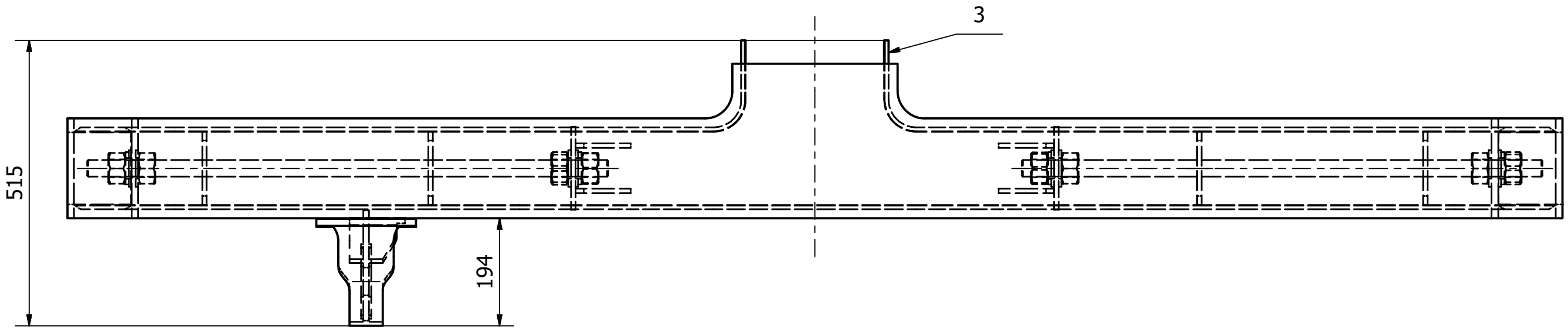
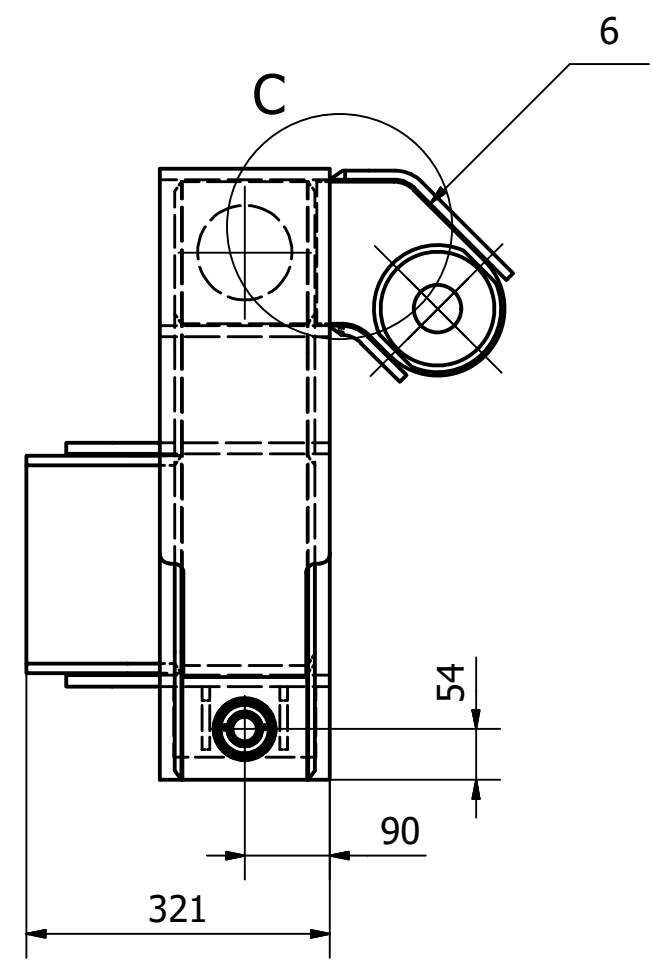
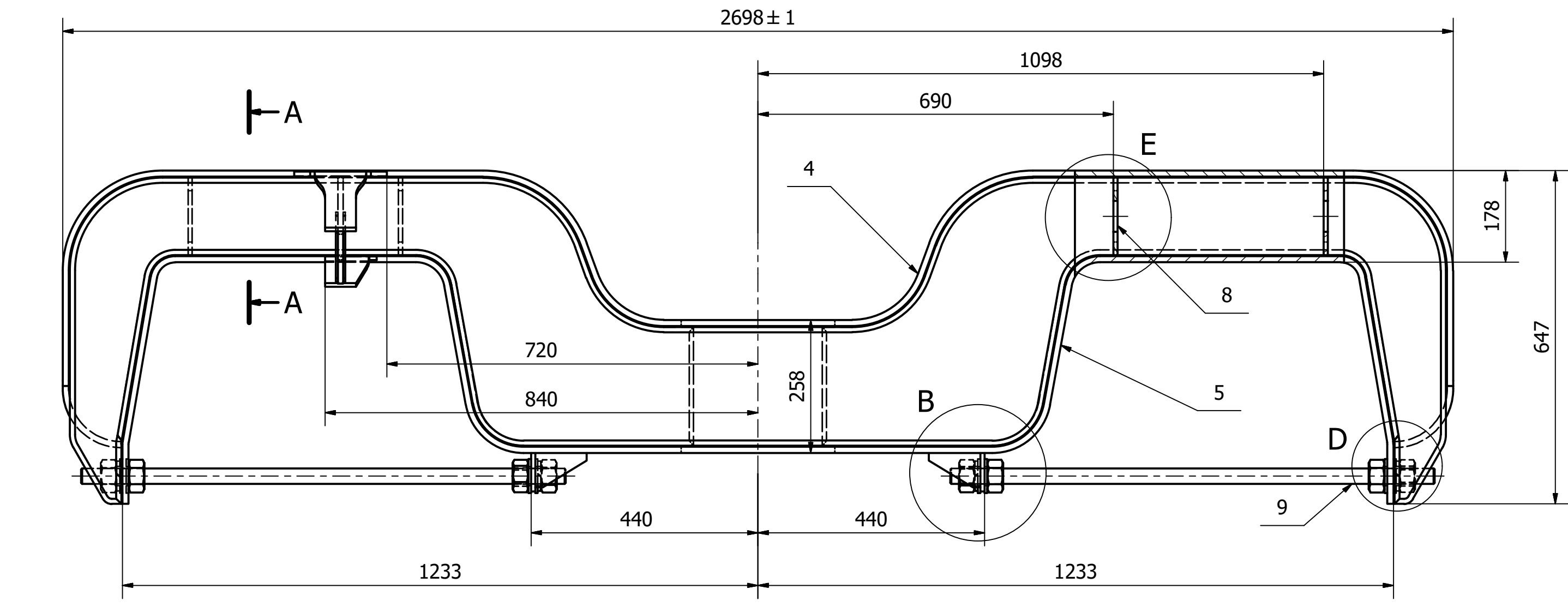
Izometrický pohled na koncepční podvozek Y27



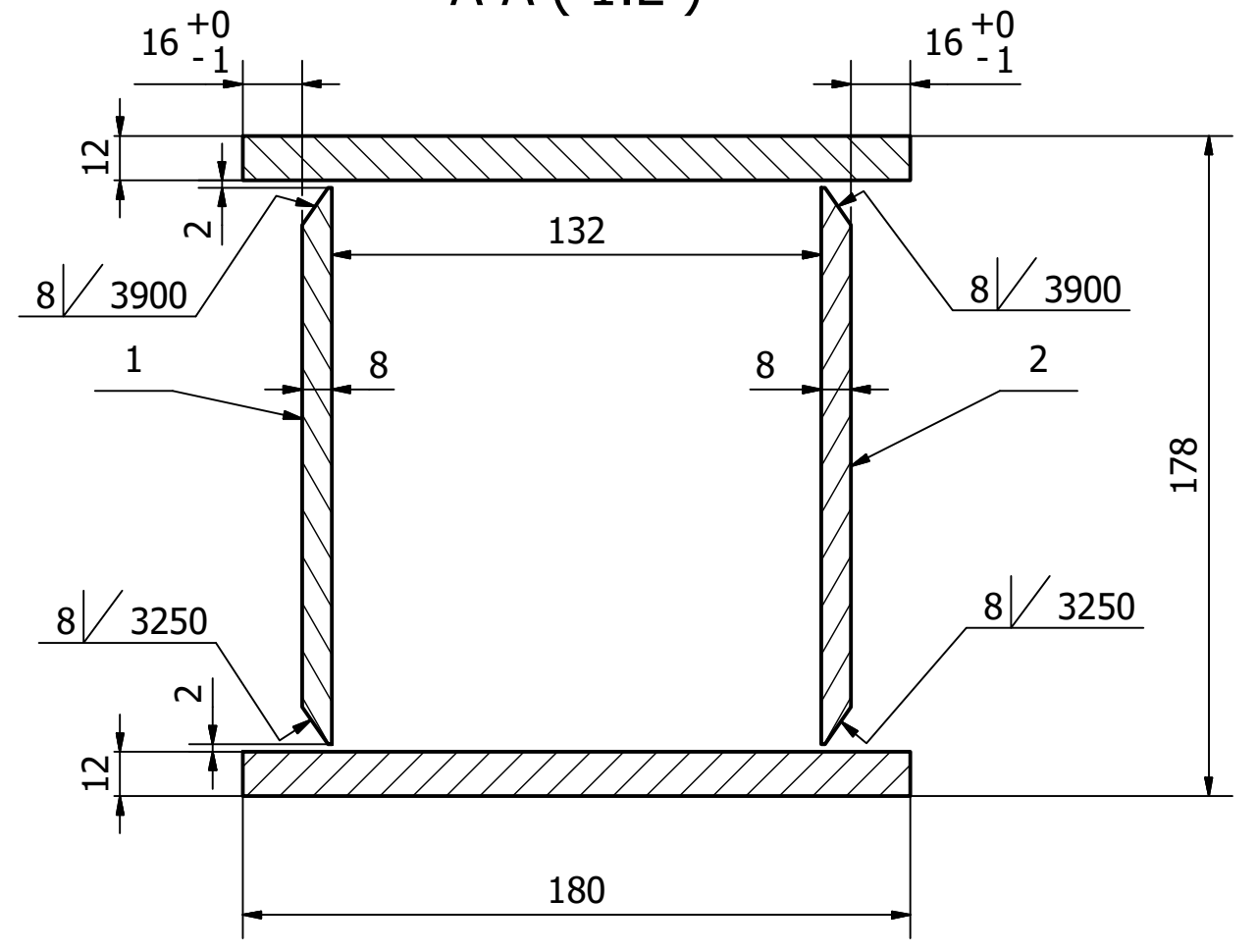
koncepční návrh plošinového vozu s novými podvozky Y27

PŘÍLOHA č.3

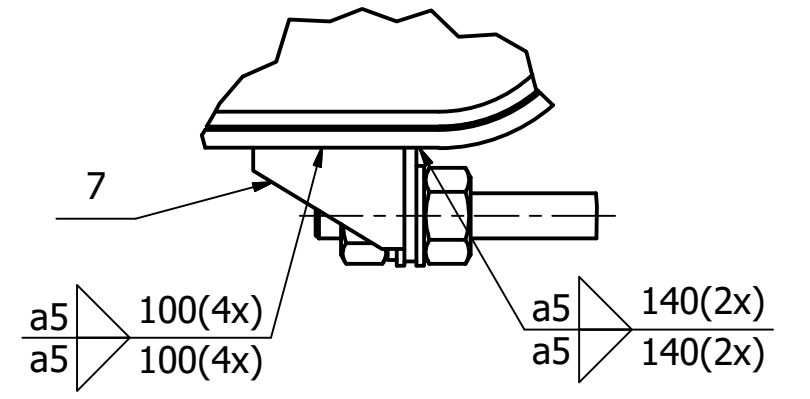
CAD výkresy podélníku



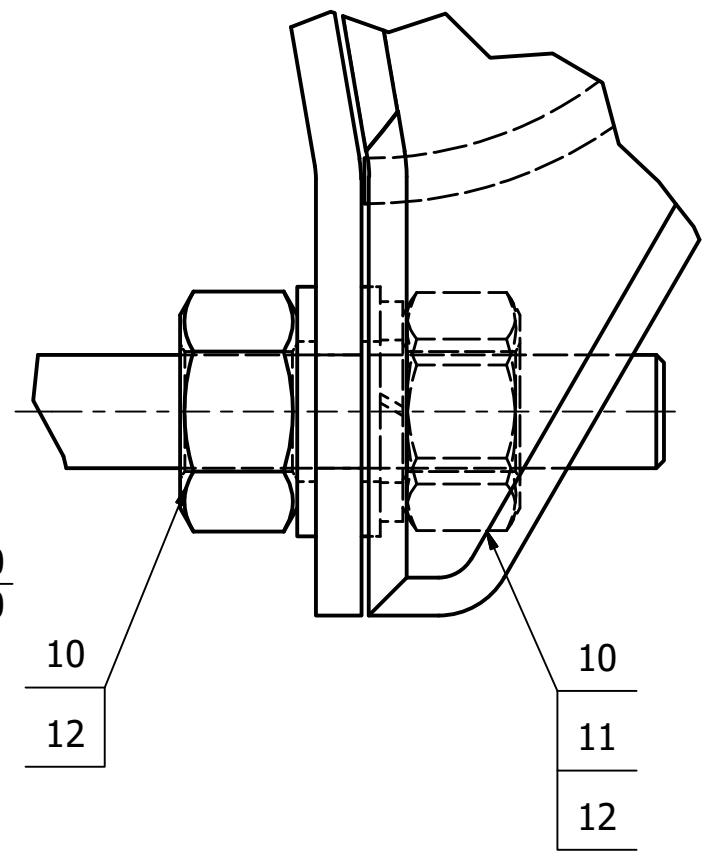
A-A (1:2)



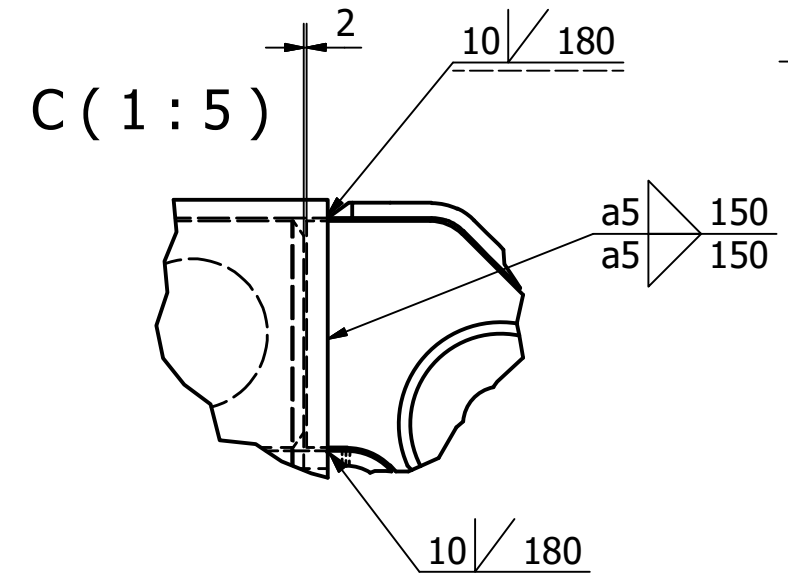
B (1:5)



D (1:2)



C (1:5)

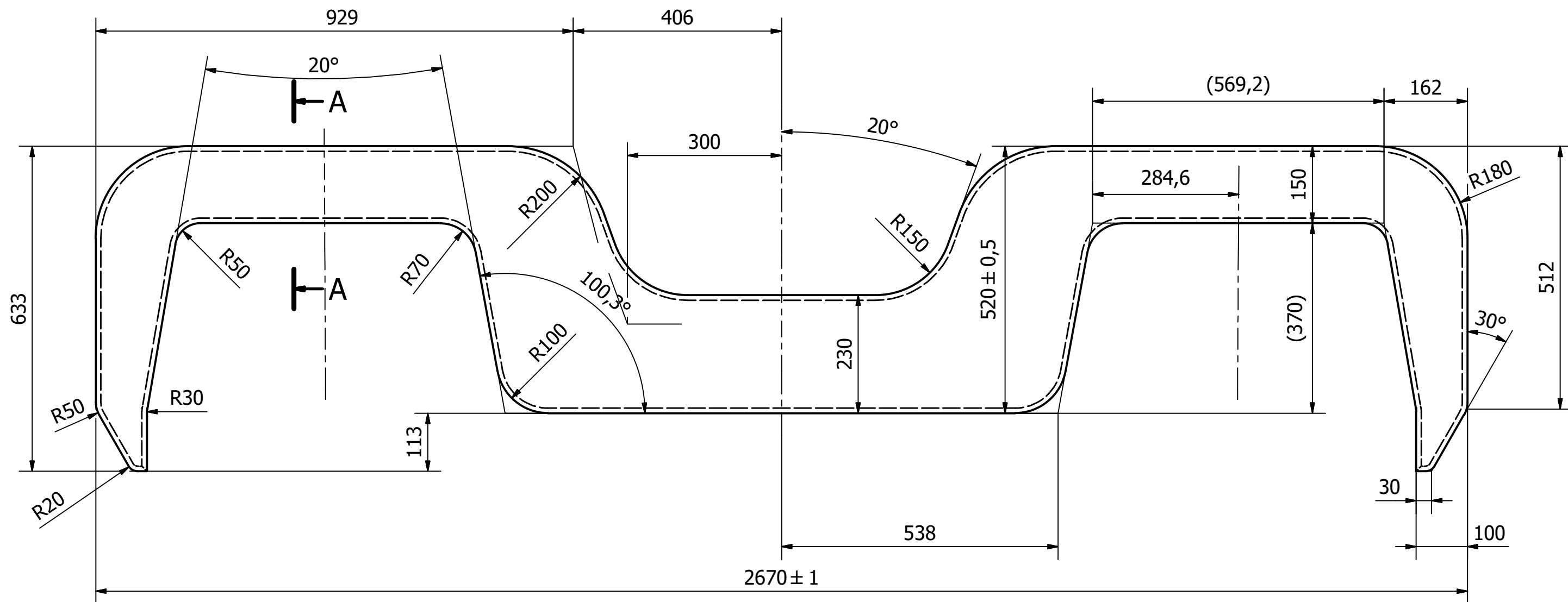


P 44.13C
ISO 2768-mK

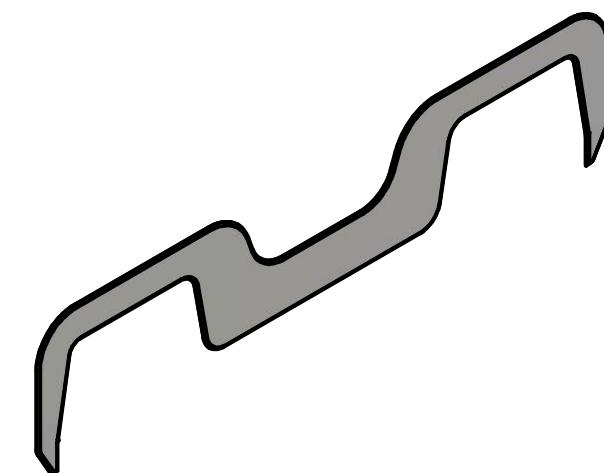
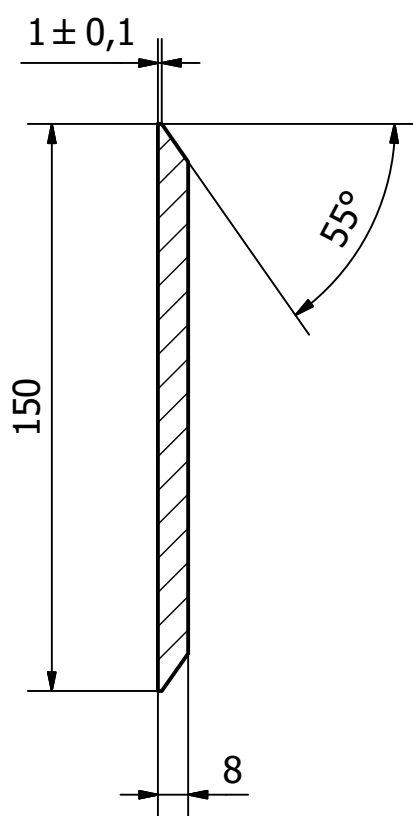
KS	NÁZEV - ROZMĚR	Mat.	Polotovar	Hmot.	ČÍSLO VÝKRESU	Poz
8	PODLOŽKA 37		DIN 125	0,092 kg		12
4	PODLOŽKA 36		DIN 127	0,072 kg		11
8	MATICE M36		ISO 4032	0,428 kg		10
2	SVORNÍK	S355JO	EN 10025-2	5,213 kg	BP-KKS-PVZK-011	9
4	VÝZTUHA 1	S355JO	EN 10025-2	0,750 kg	BP-KKS-PVZK-009	8
2	SVARENEC 2			0,648 kg	BP-KKS-PVZK-016	7
1	SVARENEC			4,34 kg	BP-KKS-PVZK-007	6
1	SPODNÍ PÁSNICE	S355J2	EN 10025-2	67,038 kg	BP-KKS-PVZK-006	5
1	HORNÍ PÁSNICE	S355J2	EN 10025-2	68,751 kg	BP-KKS-PVZK-005	4
1	BOČNICE 3	S355J2	EN 10025-2	21,623 kg	BP-KKS-PVZK-004	3
1	BOČNICE 2	S355J2	EN 10025-2	21,623 kg	BP-KKS-PVZK-003	2
1	BOČNICE 1	S355J2	EN 10025-2	42,967 kg	BP-KKS-PVZK-002	1

Měřítko	1:10	Hmotnost (kg)	245,43	Promitání		Formát	A3
---------	------	---------------	--------	-----------	--	--------	----

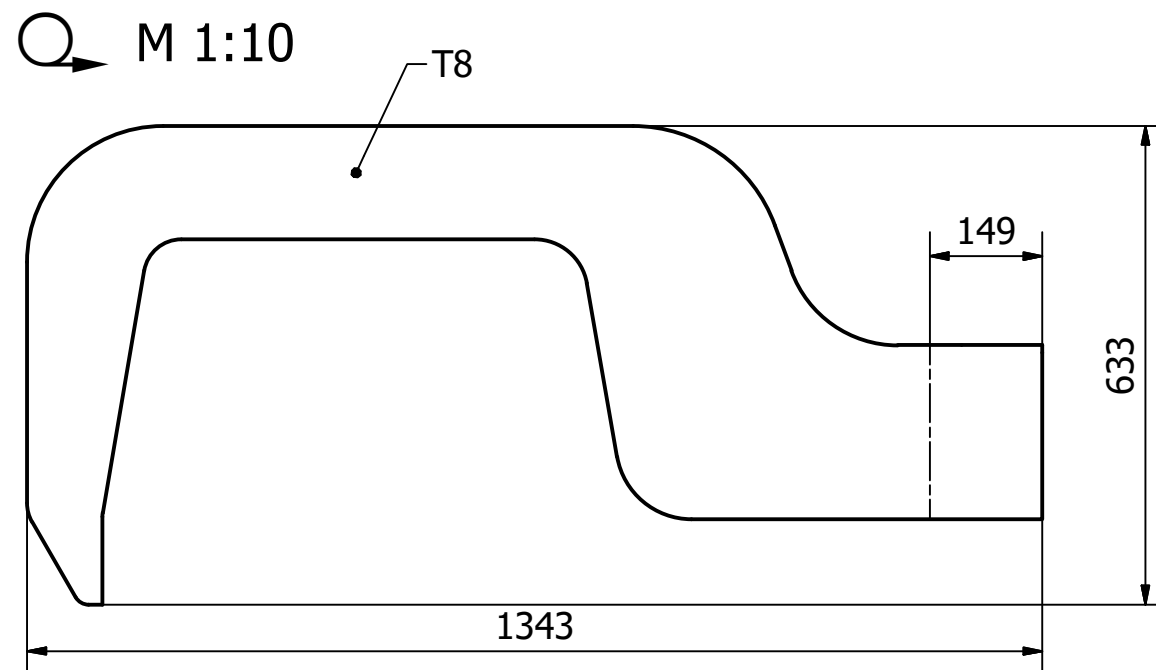
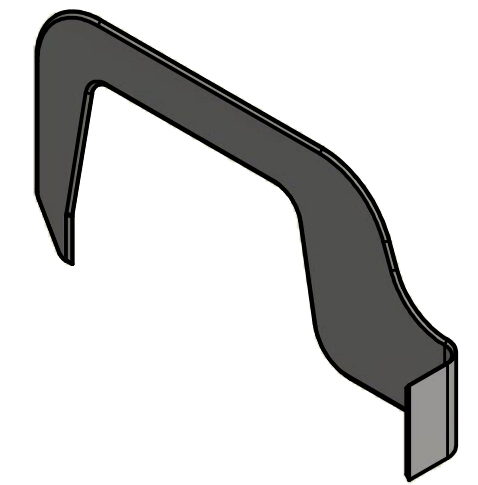
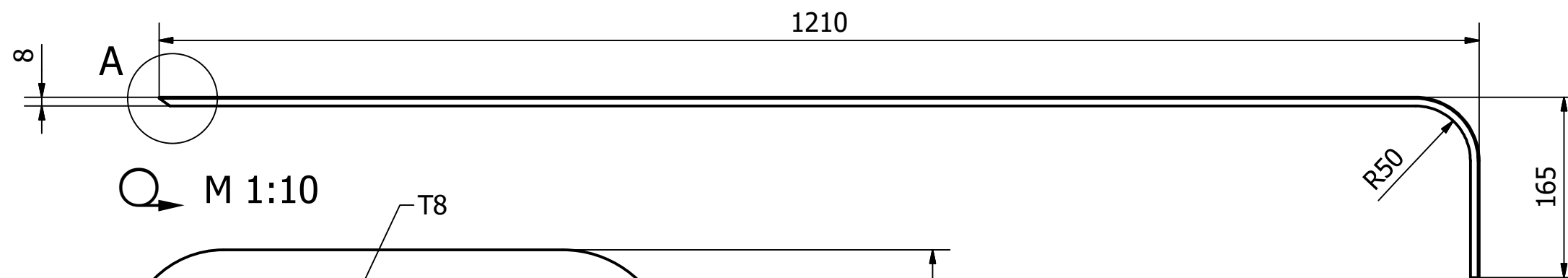
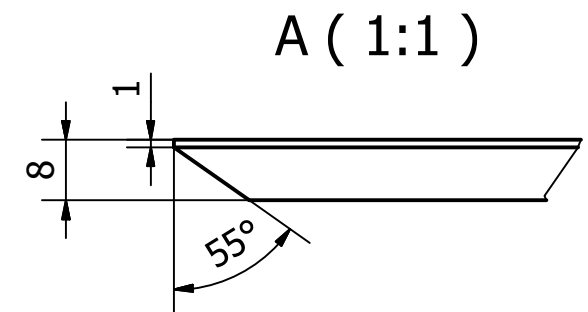
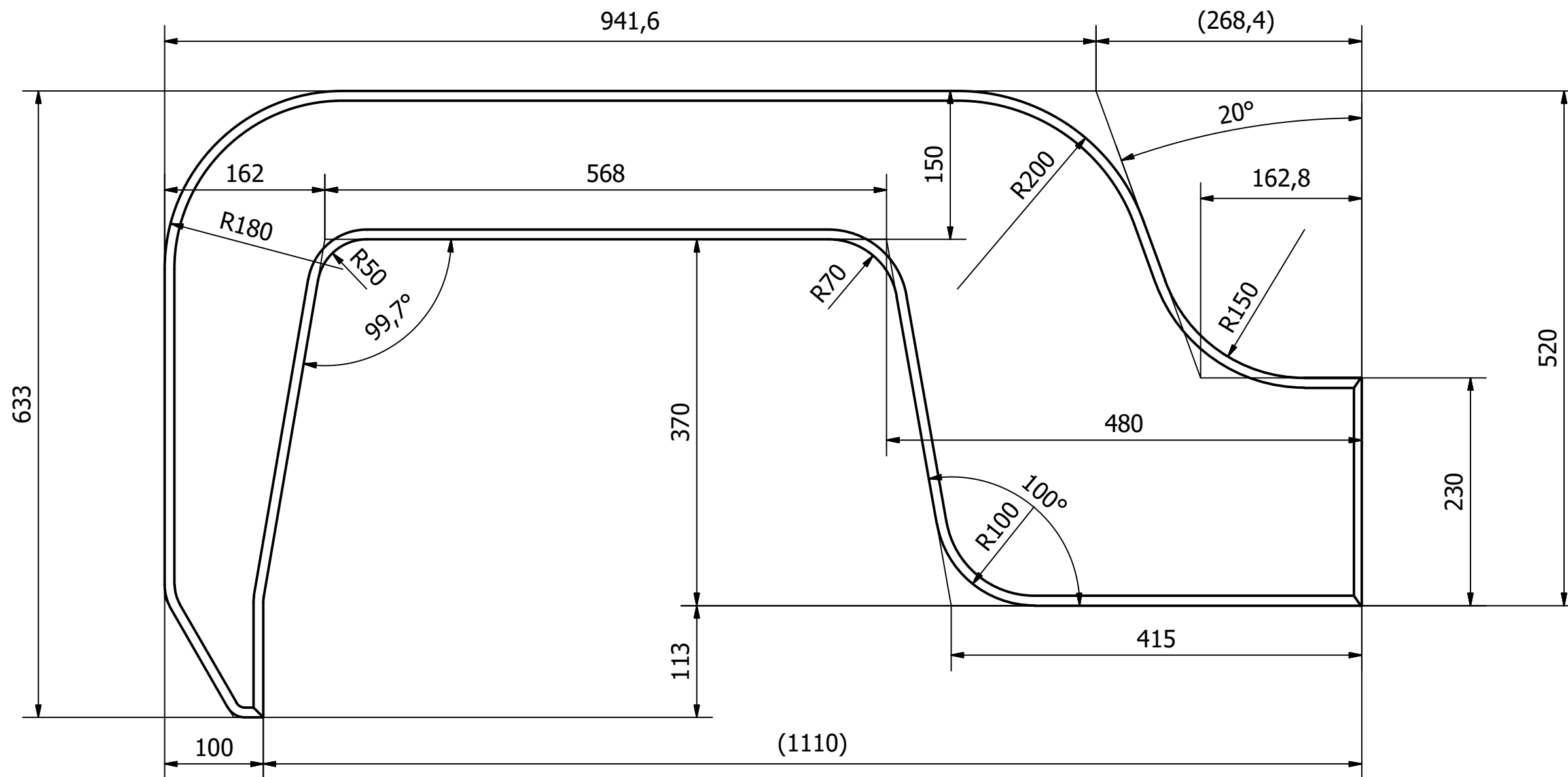
	Kreslil	ČERNÝ	Datum 20.4.2017	Název	PODÉLNÍK
	Schválil			Číslo dokumentu	BP-KKS-PVZK-001
KKS	KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Druh dokumentu	VÝKRES SESTAVY		



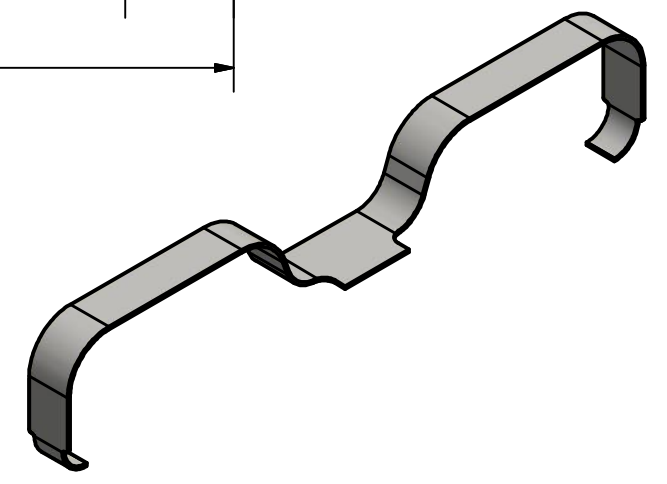
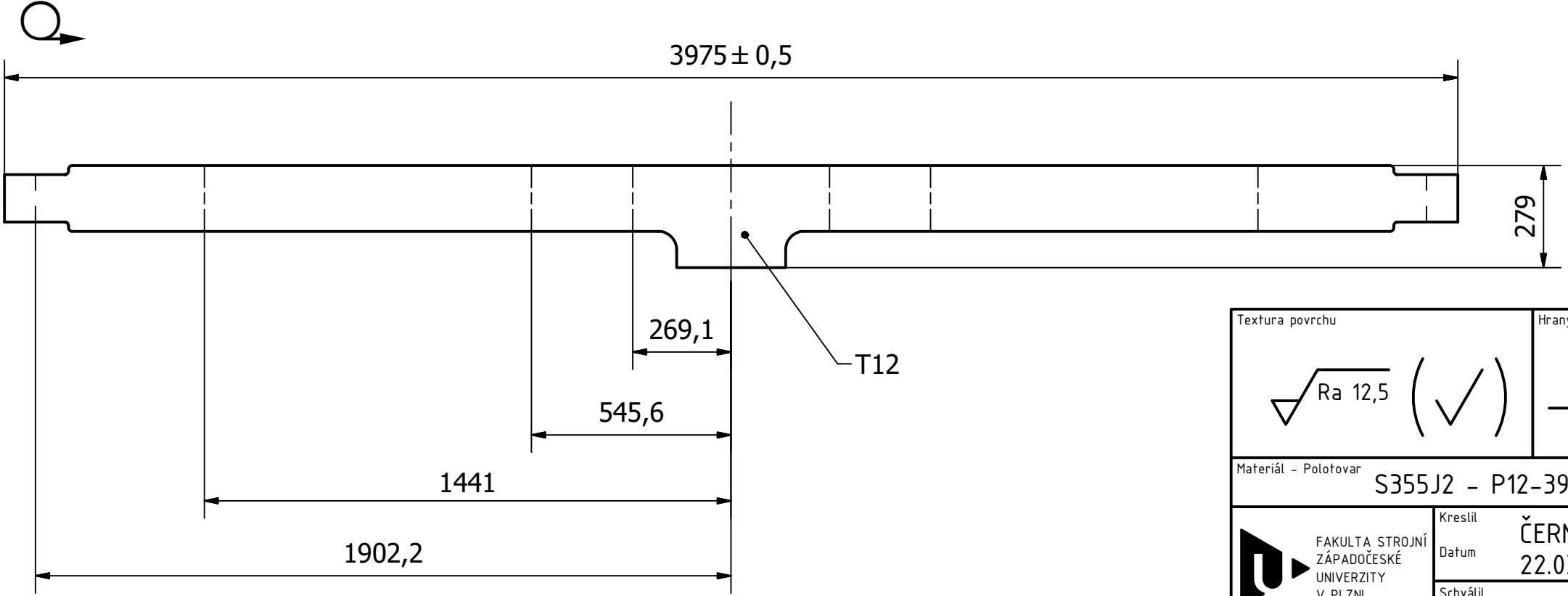
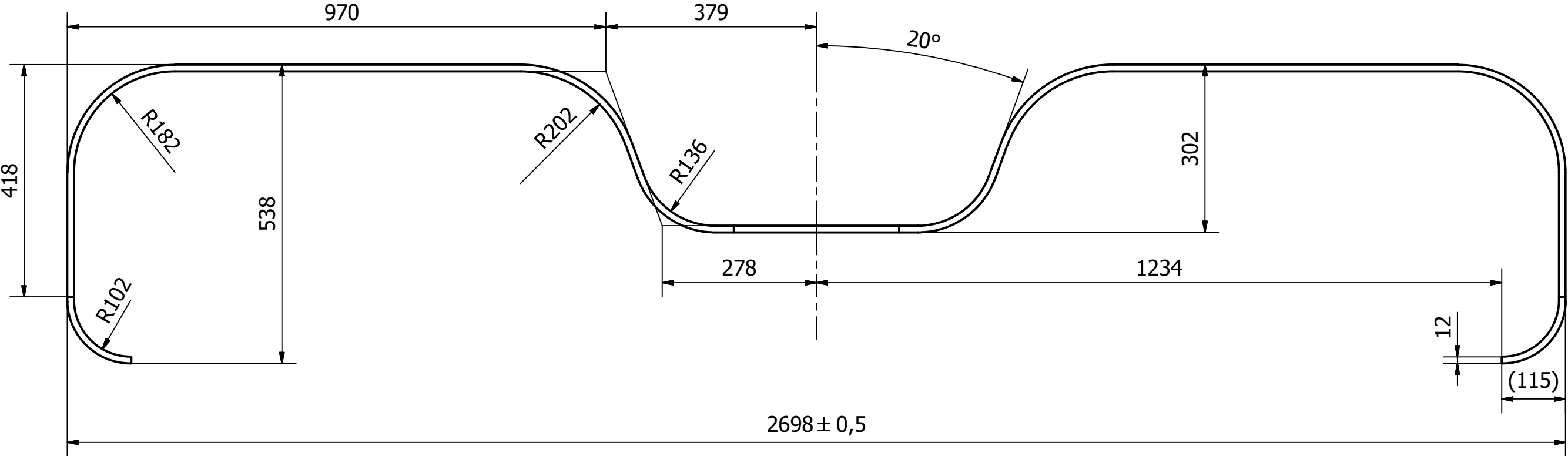
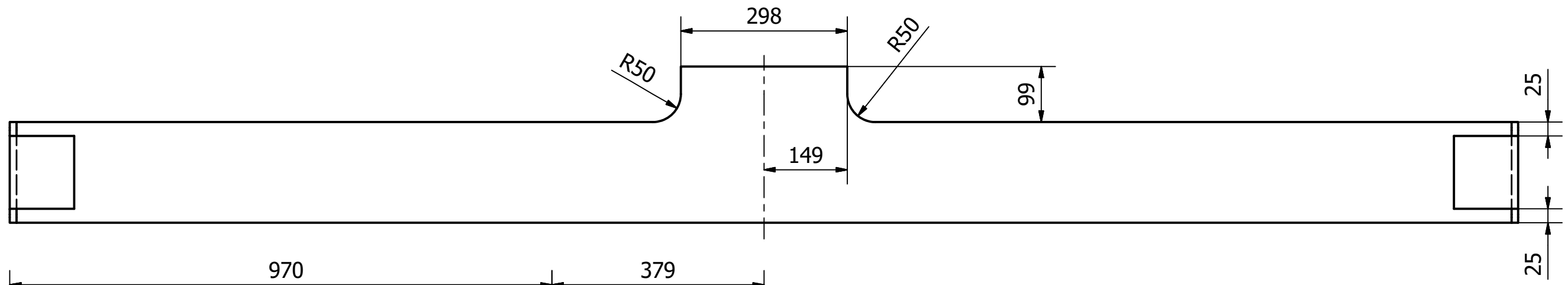
A-A (1 : 2)



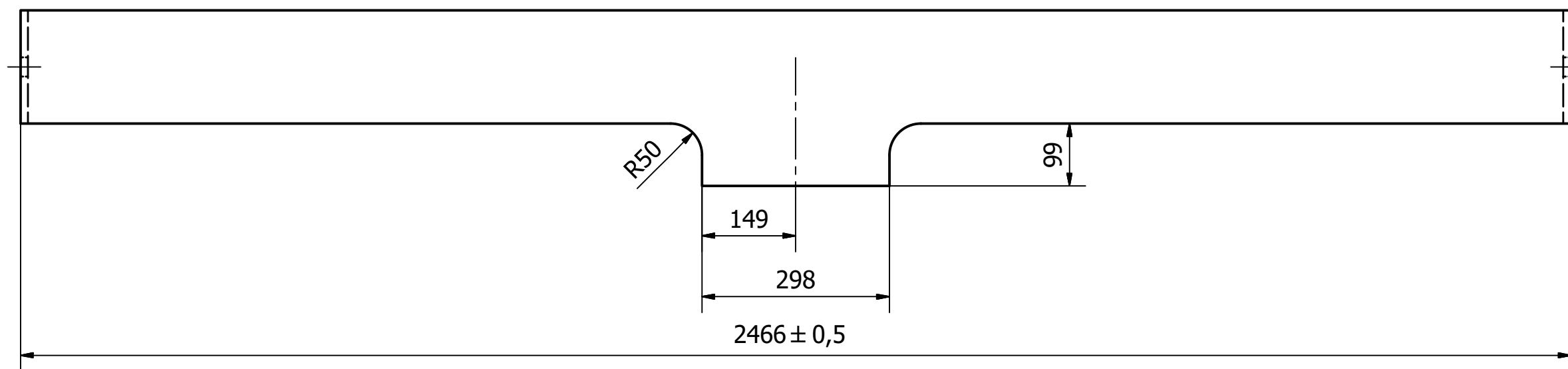
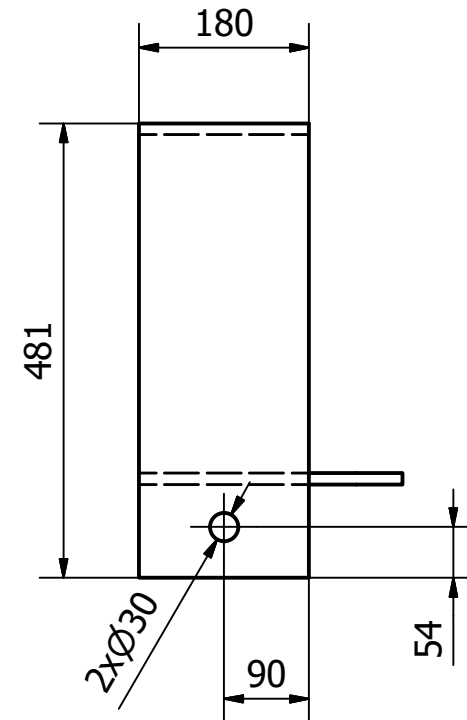
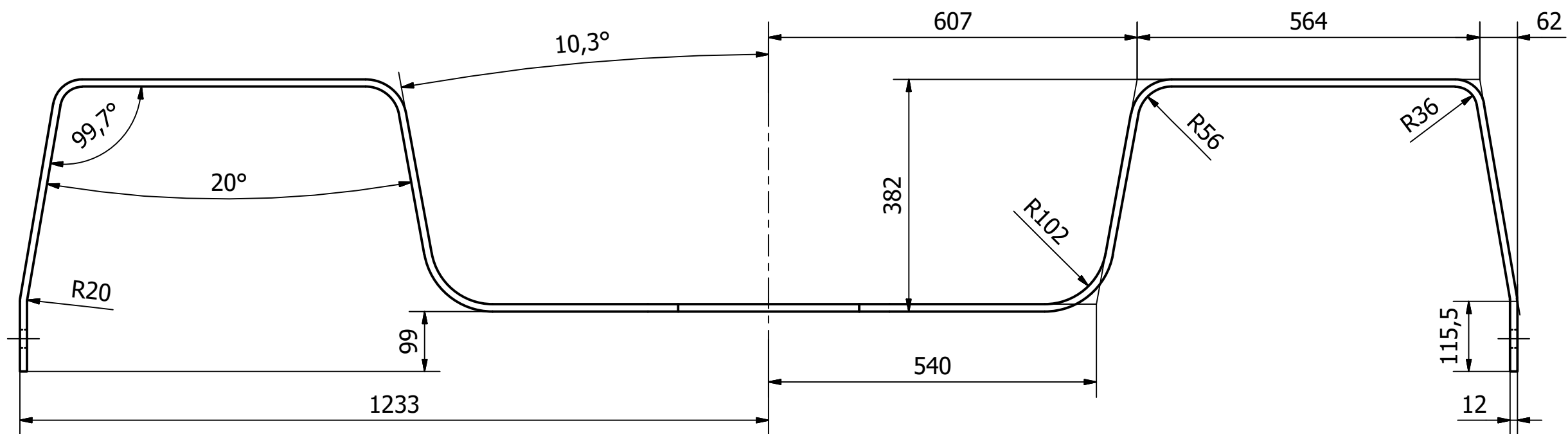
Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítka	Přesnost
		1:10	ISO 2768 - mK
Materiál - Polotovár		Hmotnost (kg)	Tolerování
S355J2 - P8-2670x520 EN 10025-2		42,96	ISO 8015
Kreslil ČERNÝ Datum 22.3.2017		Promítání 	
Schválil Datum Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Název	Formát
KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ KKS		BOČNICE	A3
		Číslo dokumentu	
		BP-KKS-PVZK-002	



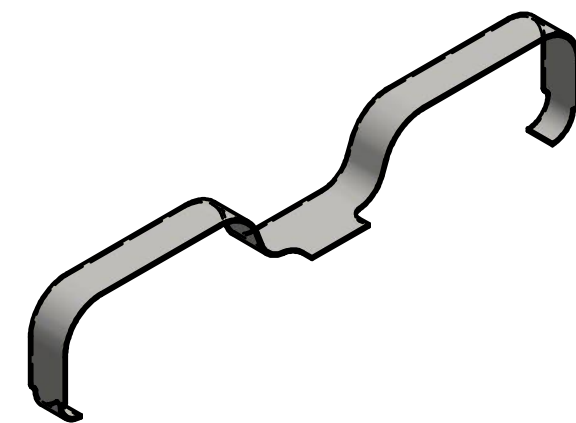
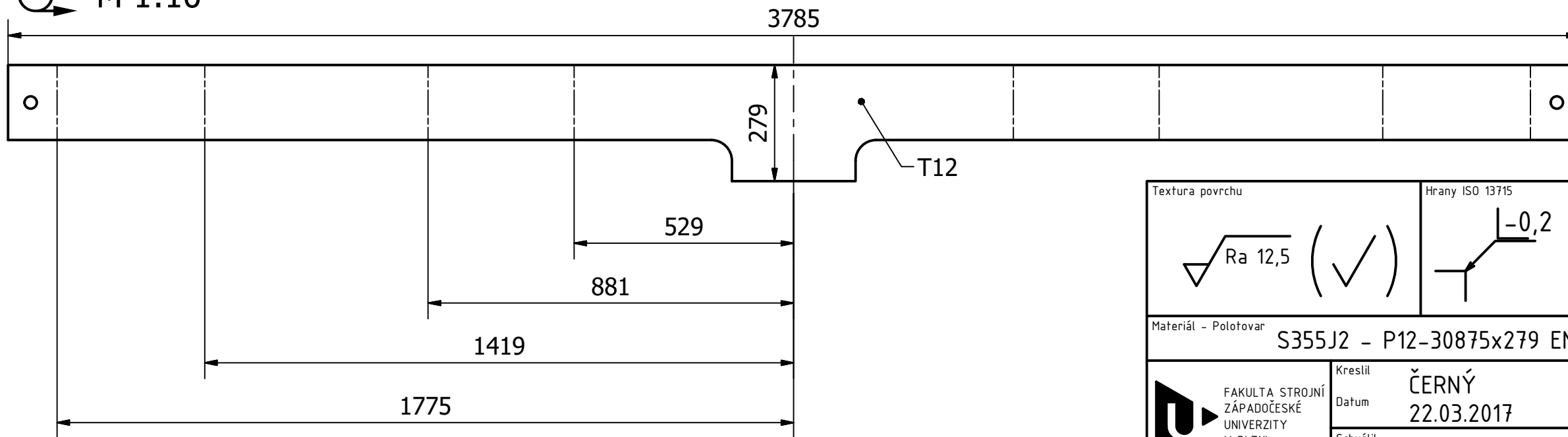
Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítka	Přesnost
		1:5	ISO 2768 - mK
Materiál - Polotovár		Hmotnost (kg)	Tolerování
S355J2 - P8-1343x633 EN 10025-2		21,62	ISO 8015
Kreslil		Promítání	
ČERNÝ			
Datum		Formát	
10.5.2017		A3	
Schválil		Název	
Datum		BOČNICE 2	
Druh dokumentu		Číslo dokumentu	
VÝROBNÍ VÝKRES		BP-KKS-PVZK-003	



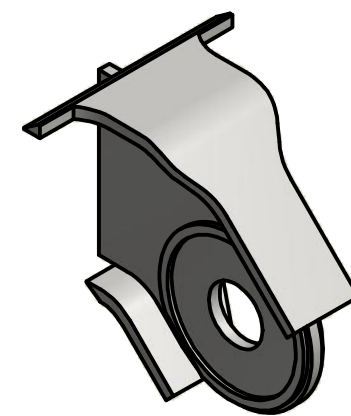
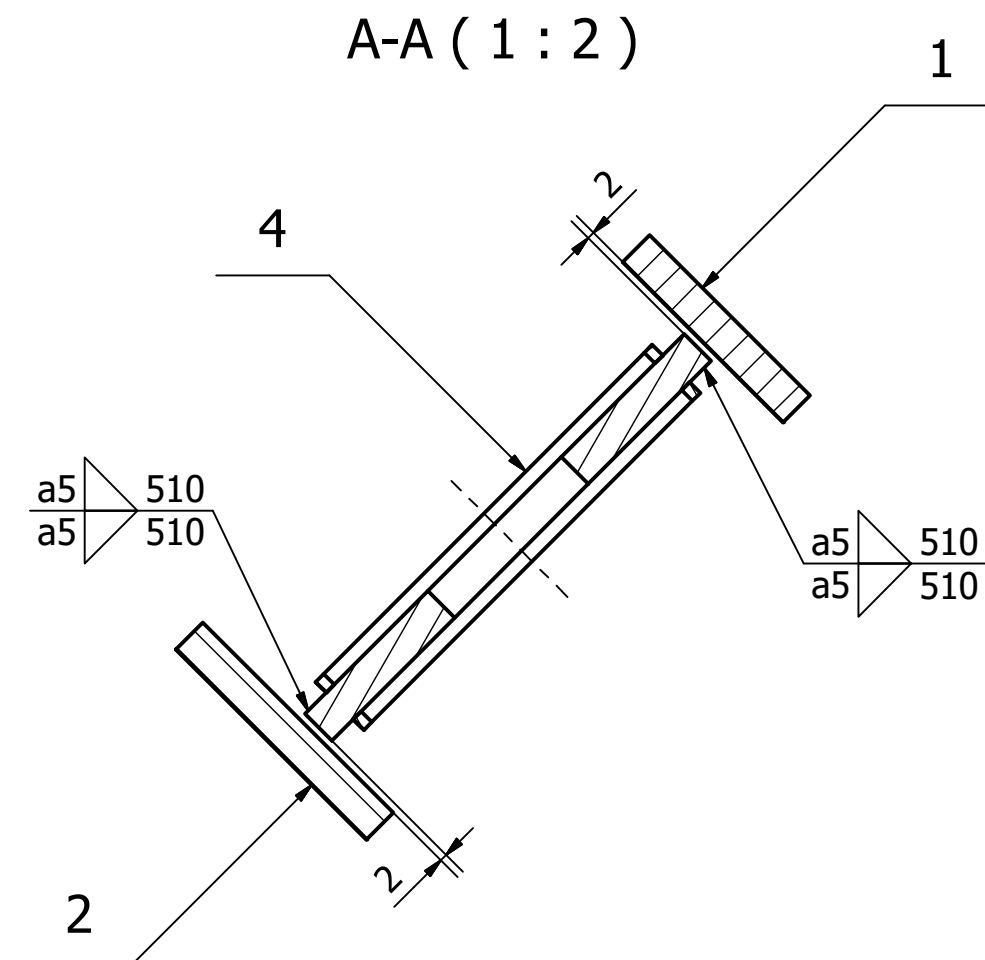
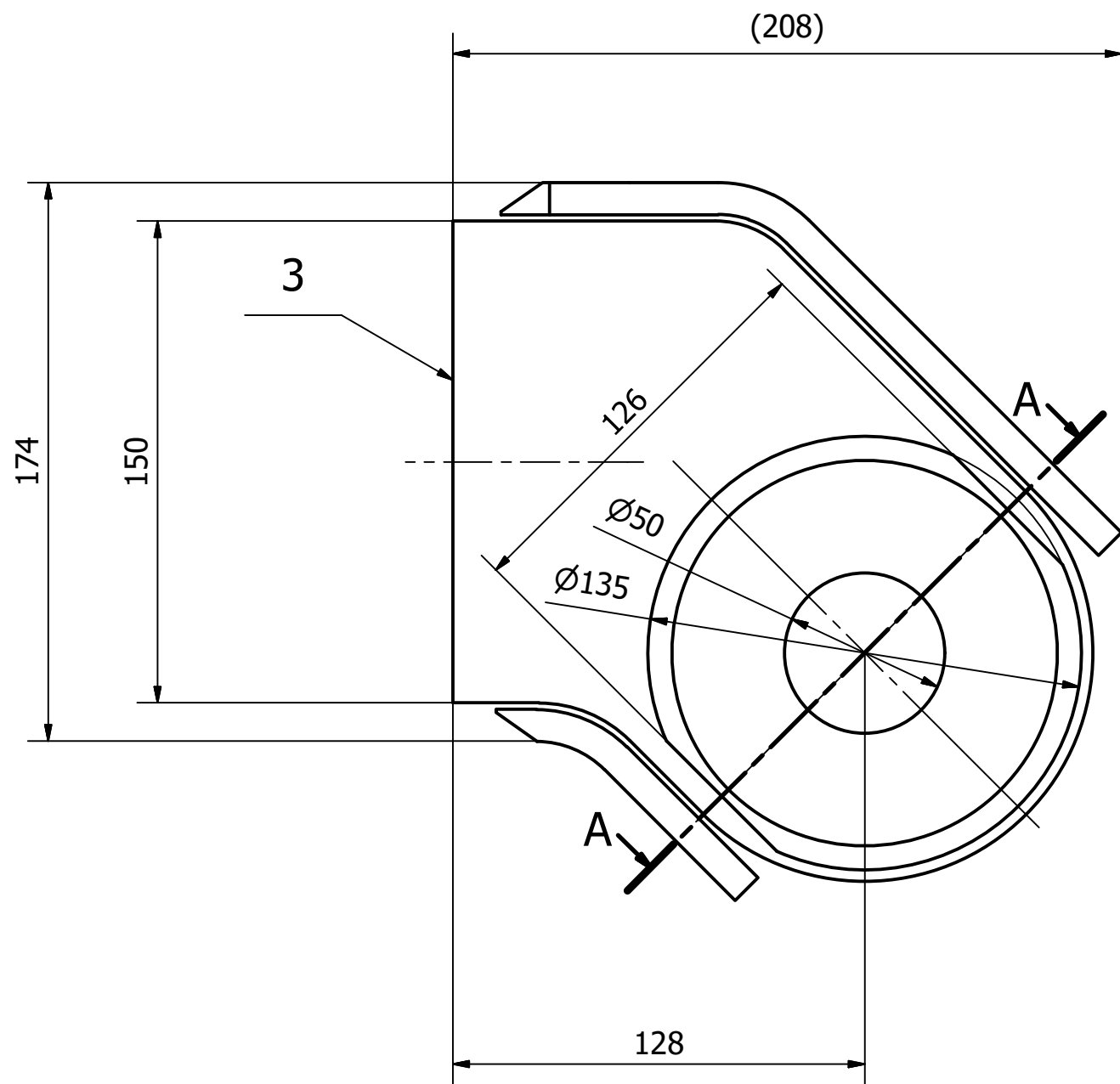
Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítka	Přesnost
		1:10	ISO 2768 - mK
Materiál - Polotovár S355J2 - P12-3975x279 EN 10025		Hmotnost (kg)	Tolerování
		70,41	ISO 8015
			Promítání
		Formát A3	
KRESLIL ČERNÝ DATUM 22.03.2017	NÁZEV HORNÍ PÁSNICE		
	ČÍSLO DOKUMENTU BP-KKS-PVZK-005		
KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	DRUH DOKUMENTU VÝROBNÍ VÝKRES		



Q M 1:10



Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko	Přesnost
		1:10	ISO 2768 - mK
Materiál - Polotovár		Hmotnost (kg)	Tolerování
S355J2 - P12-30875x279 EN 10025		70,41	ISO 8015
Kreslil ČERNÝ Datum 22.03.2017		Promítání 	
Schválil Datum		Formát A3	
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ		Název DOLNÍ PÁSNICE	
Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Číslo dokumentu BP-KKS-PVZK-006	

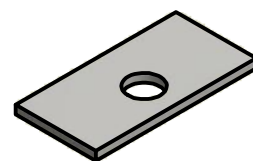
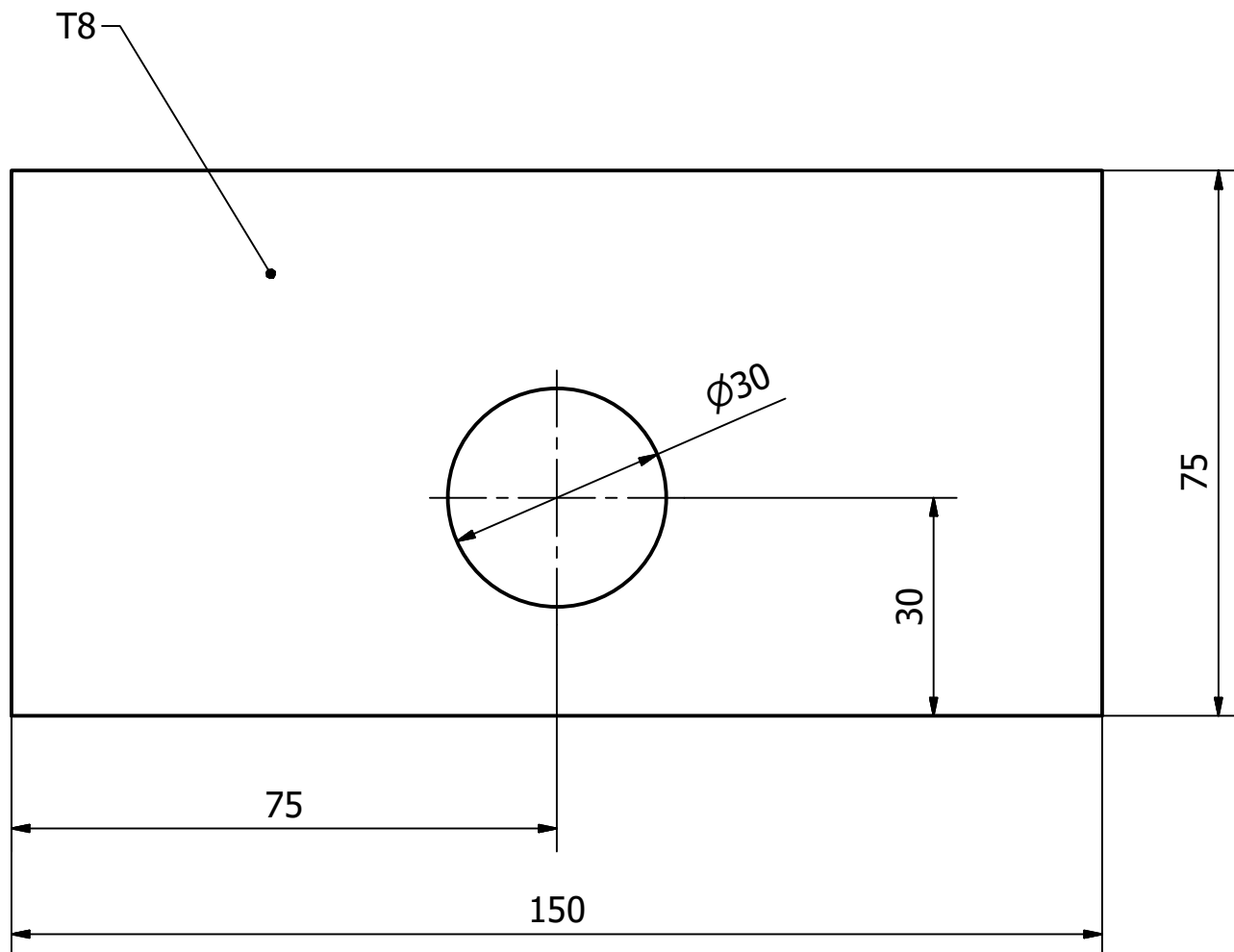


P 44.13C
ISO 2768-mK

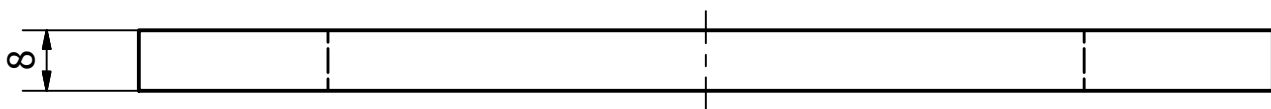
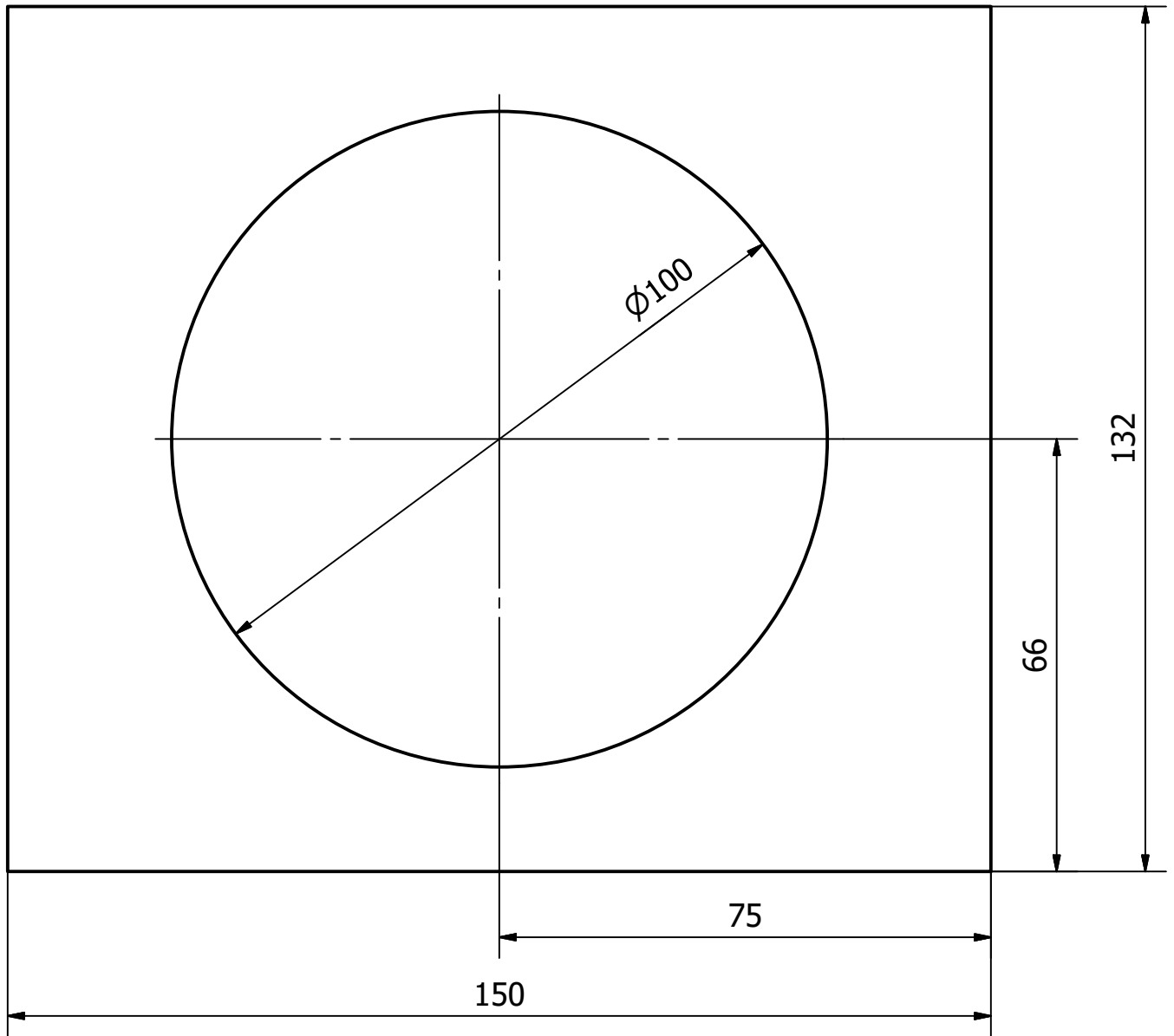
Ks	Název - Rozměr	Materiál	Polotovar	Hmot.	Číslo výkresu	Poz.
2	MEZIKOUŽEK P4-135x126	S355J0	EN 10025-2	0,011	BP-KKS-PVZK-015	4
1	PLECH ÚCHYTKA P10-200x210	S355J0	EN 10025-2	2,215	BP-KKS-PVZK-014	3
1	PLECH SPODNÍ P10-98x100	S355J0	EN 10025-2	0,561	BP-KKS-PVZK-013	2
1	PLECH HORNÍ P10-235x180	S355J0	EN 10025-2	1,472	BP-KKS-PVZK-012	1

Měřítko	1:2	Hmotnost (kg)	4,34	Promítání		Formát	A3
---------	-----	---------------	------	-----------	--	--------	----

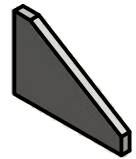
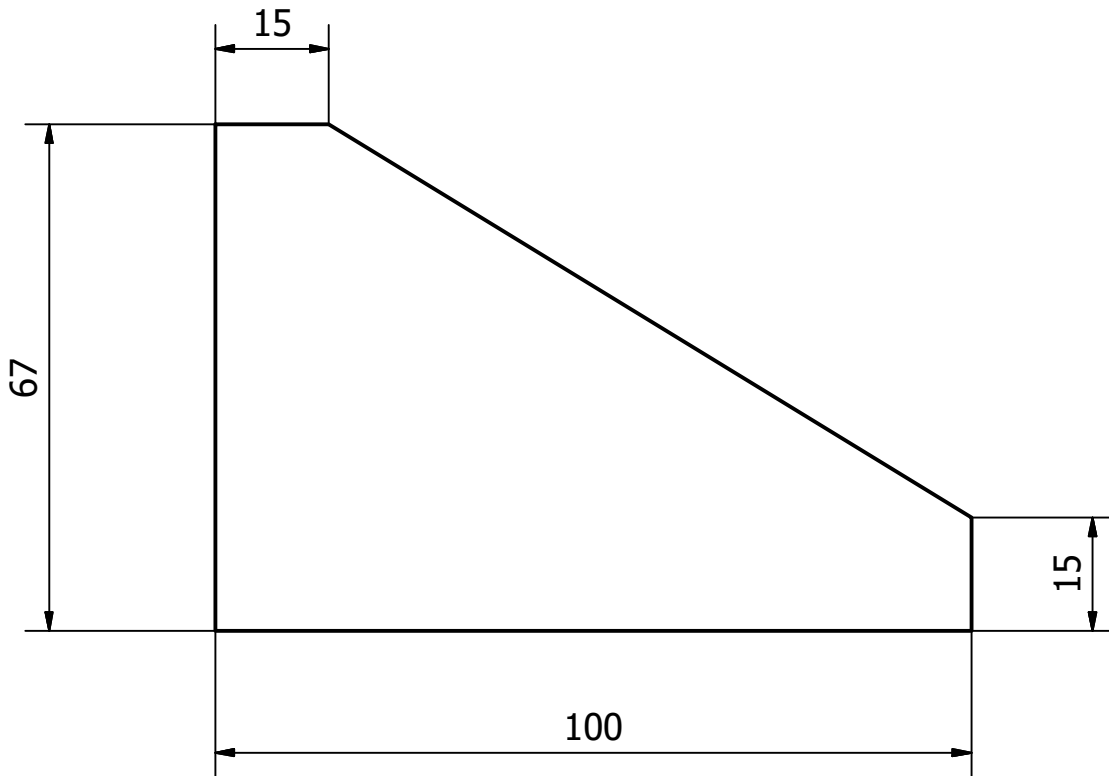
<p>FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI</p>	Kreslil	ČERNÝ	Název SVAŘENEC 1
	Datum	20.4.2017	
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil		Číslo dokumentu BP-KKS-PVZK-007
	Datum		
	Druh dokumentu	VÝKRES SESTAVY	



Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 1:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 0,66	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovár S355J0 - P8-50x75 EN 10025			Promítání
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil ČERNÝ	Název PLECH	
	Datum 20.2.2017	Číslo dokumentu BP-KKS-PVZK-008	
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil		
	Datum		
Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES			



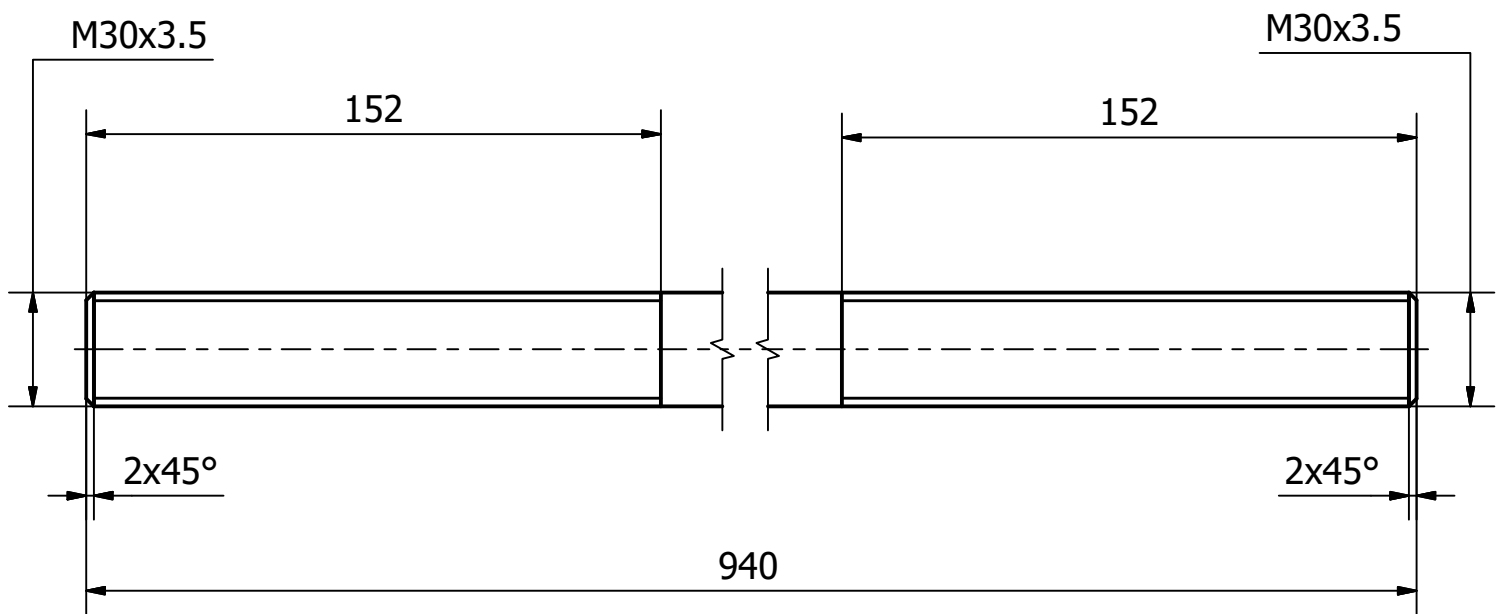
Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 1:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 1,2	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovár S355J0 - P8-150x132 EN 10025-2		Promítání 	
Formát A4		Kreslil ČERNÝ	
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Datum 10.4.2017	Název VÝZTUHA 1	
	Schválil Datum Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	Číslo dokumentu BP-KKS-PVZK-009	
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	List 1 Listů 1		



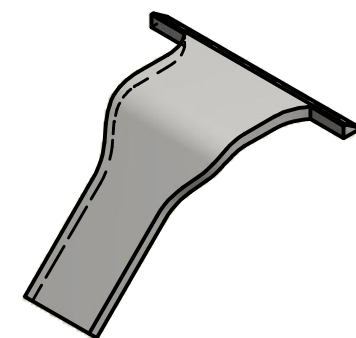
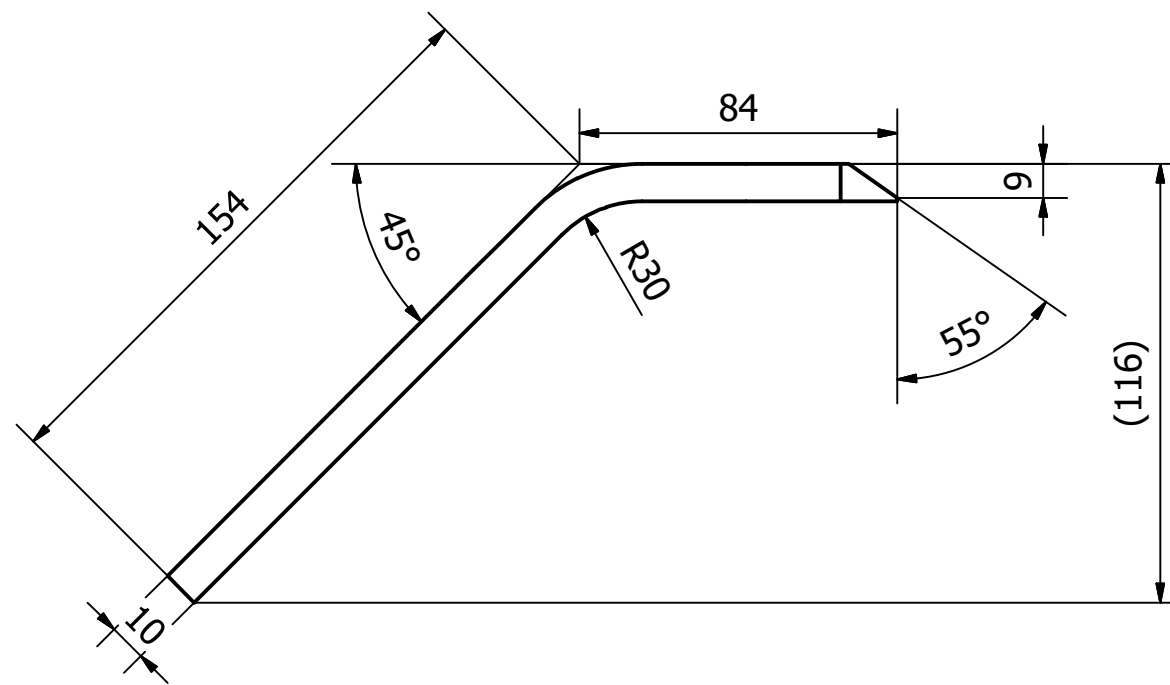
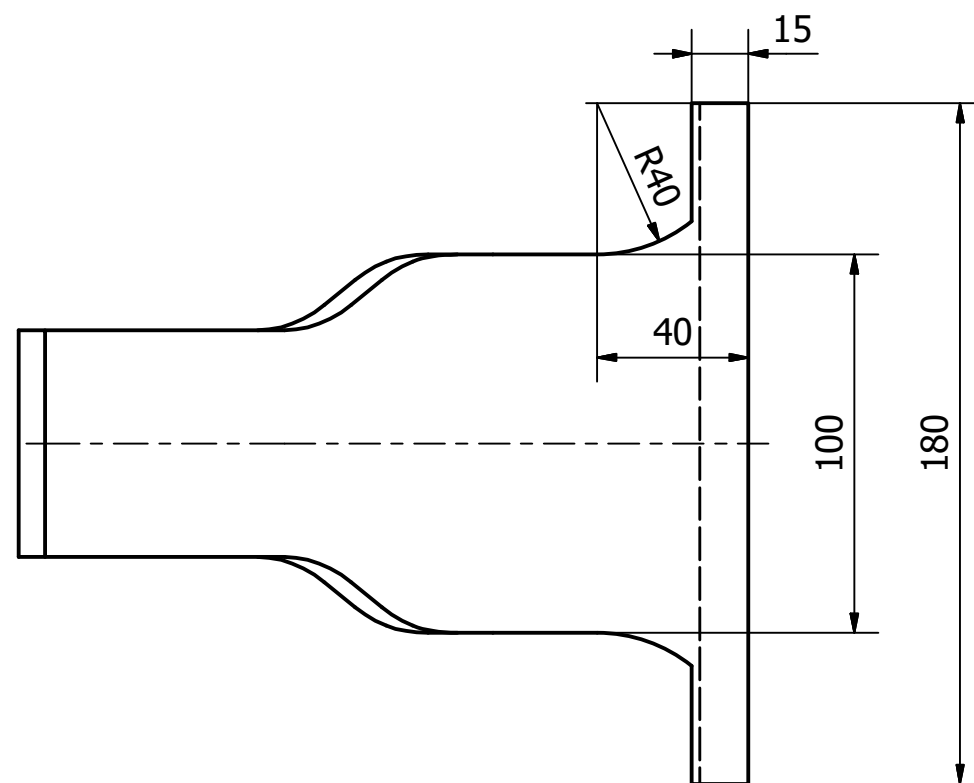
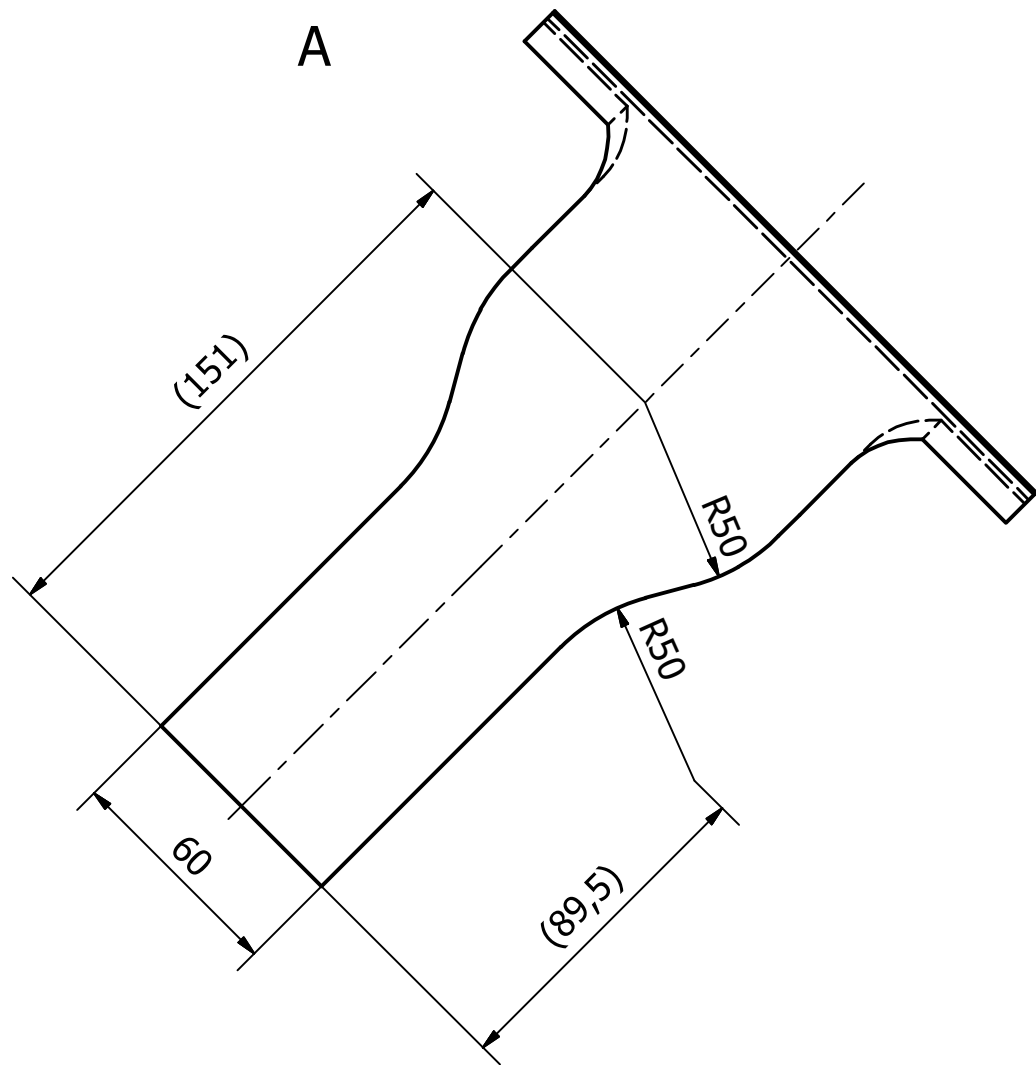
Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko	Přesnost ISO 2768 - mK
		1:1	
		Hmotnost (kg)	ISO 8015
		0,28	Promítání

Materiál - Polotovár	S355J0 - P8-100x67 EN 10025-2	Formát	A4
----------------------	-------------------------------	--------	----

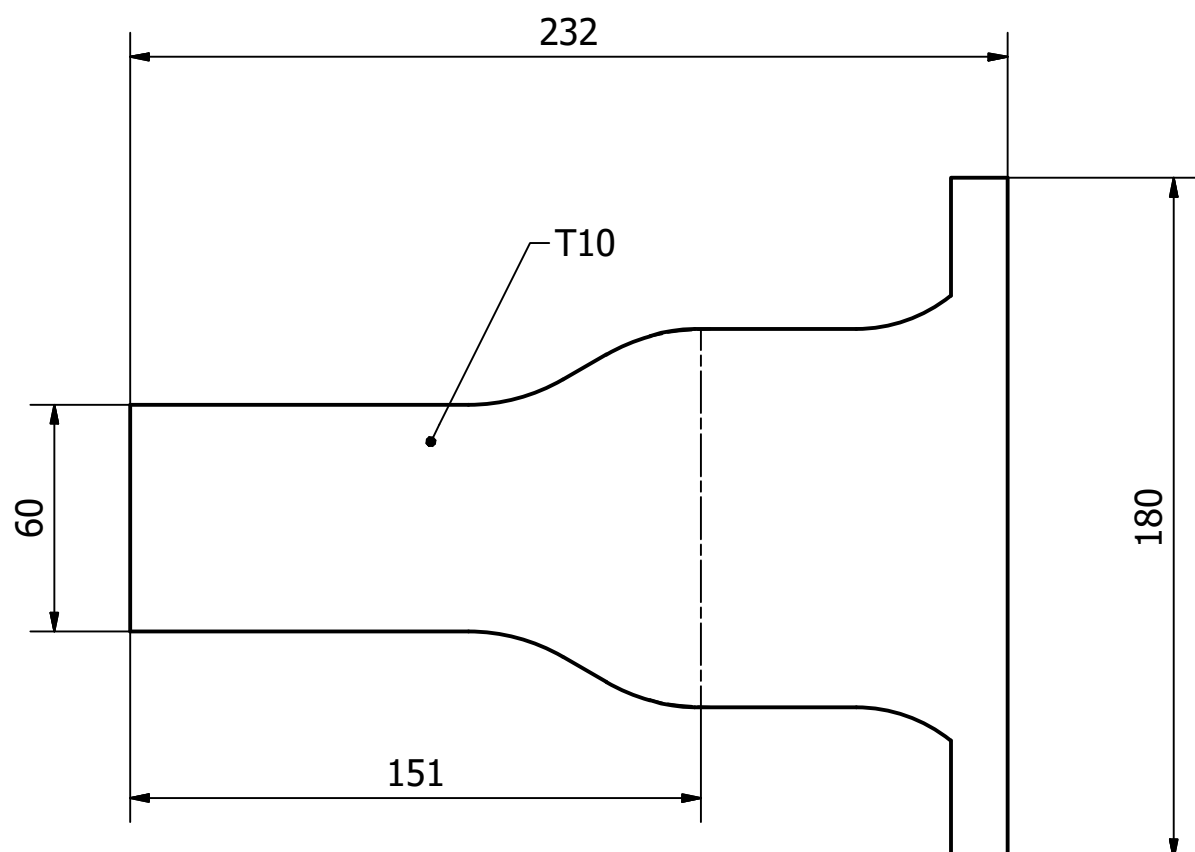
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil	ČERNÝ	Název VÝZTUHA 2
	Datum	10.5.2017	
	Schválil		Číslo dokumentu
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Datum		
	Druh dokumentu	VÝROBNÍ VÝKRES	



Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 1:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 5,21	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovár S355JRG1 - KR30-945 EN 10027-2		Promítání 	
Formát A4		Název SVORNÍK	
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil ČERNÝ	Číslo dokumentu BP-KKS-PVZK-011	
	Datum 10.4.2017	List 1 Listů 1	
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	
Datum			

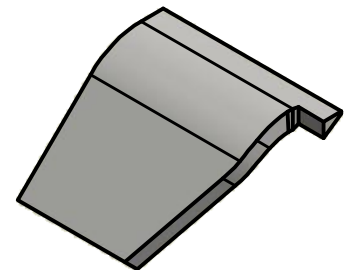
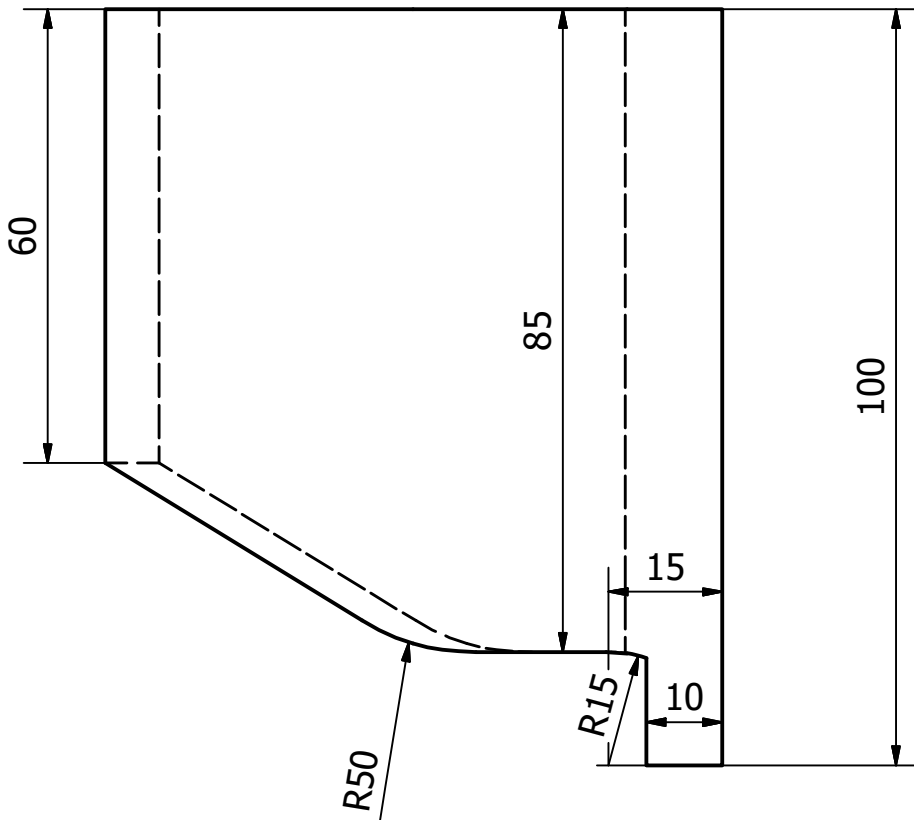
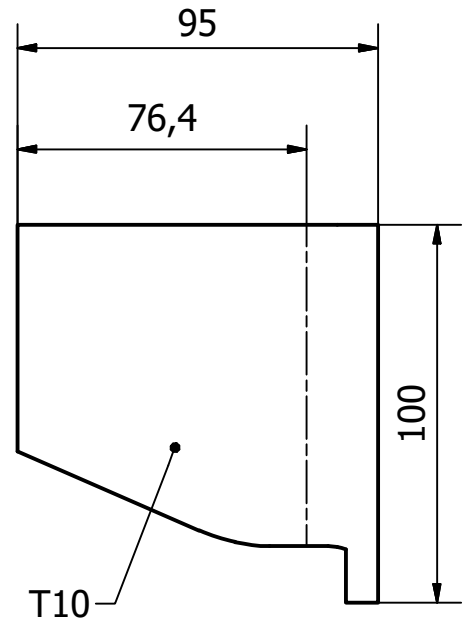
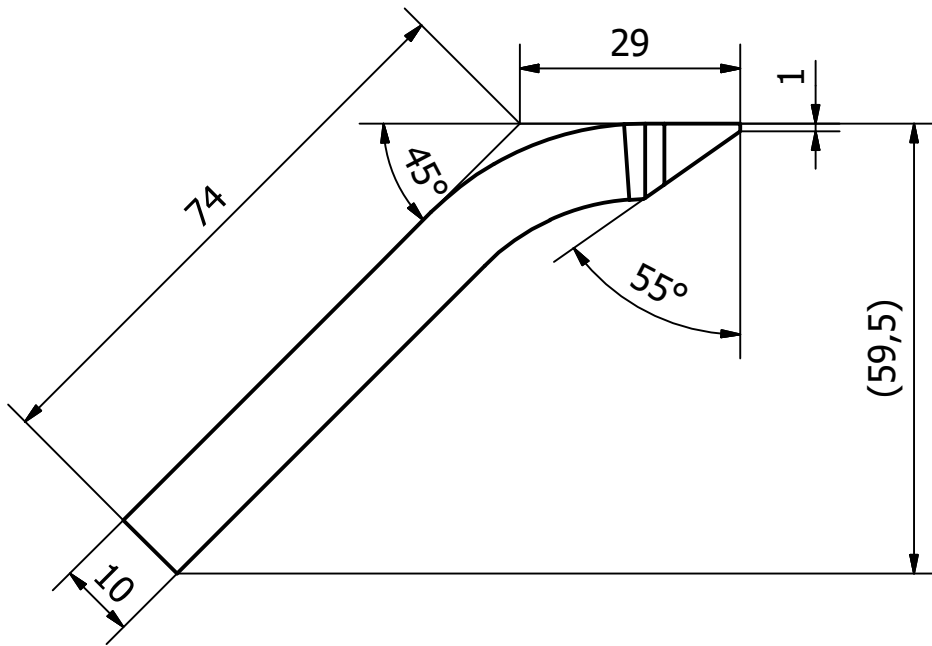


Q M 1:2



Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítka	Přesnost
		1:2	ISO 2768 - mK
Materiál - Polotovár		Hmotnost (kg)	Tolerování
S355J0 - P10-232x180 EN 10025-2		1,47	ISO 8015
Kreslil ČERNÝ Datum 10.4.2017		Promítání 	
Schválil Datum Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Název	Formát
Fakulta strojní Západočeské univerzity v Plzni		PLECH HORNÍ	
KKS Katedra konstruování strojů		Číslo dokumentu BP-KKS-PVZK-012	

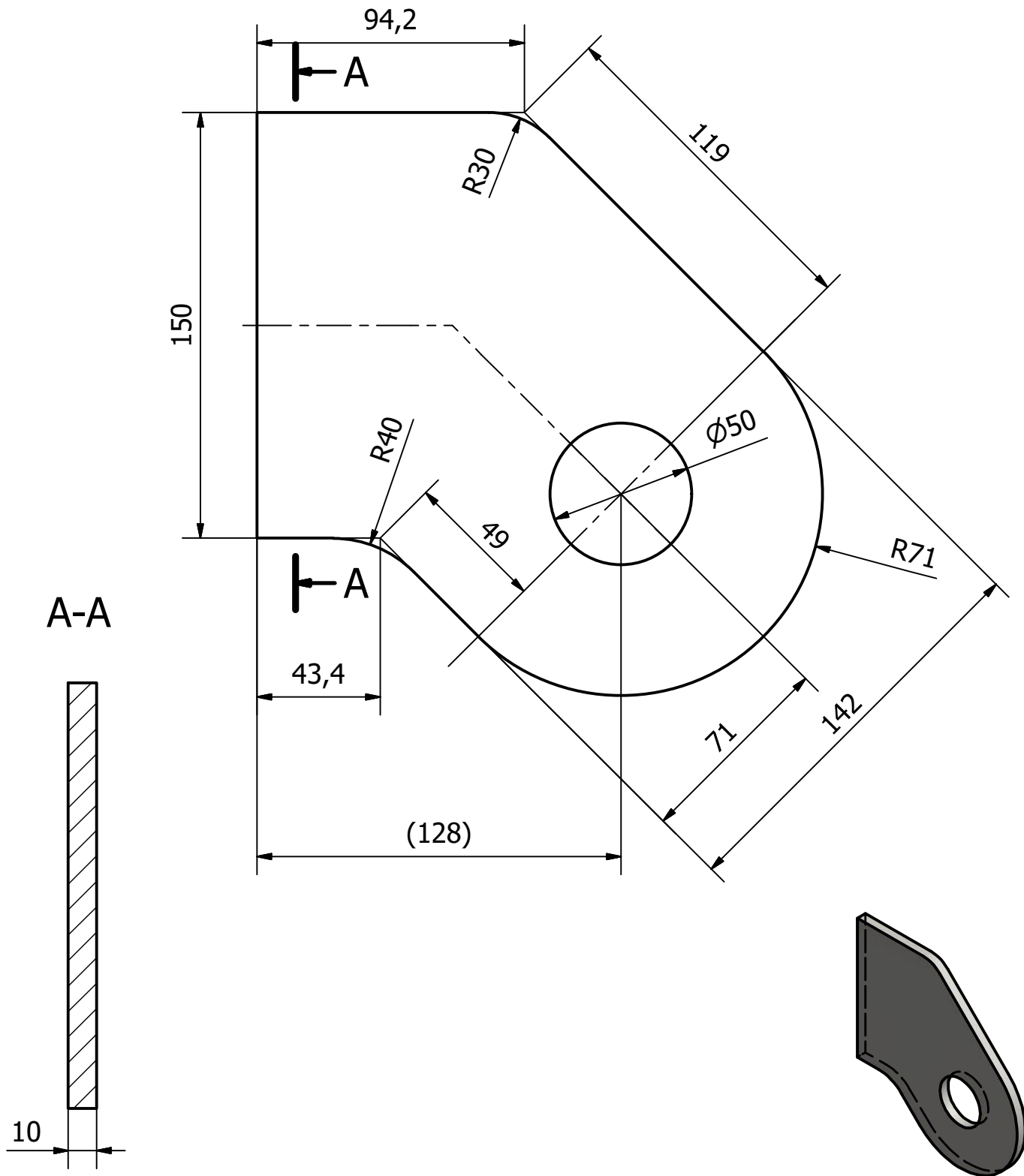
Q M 1:2



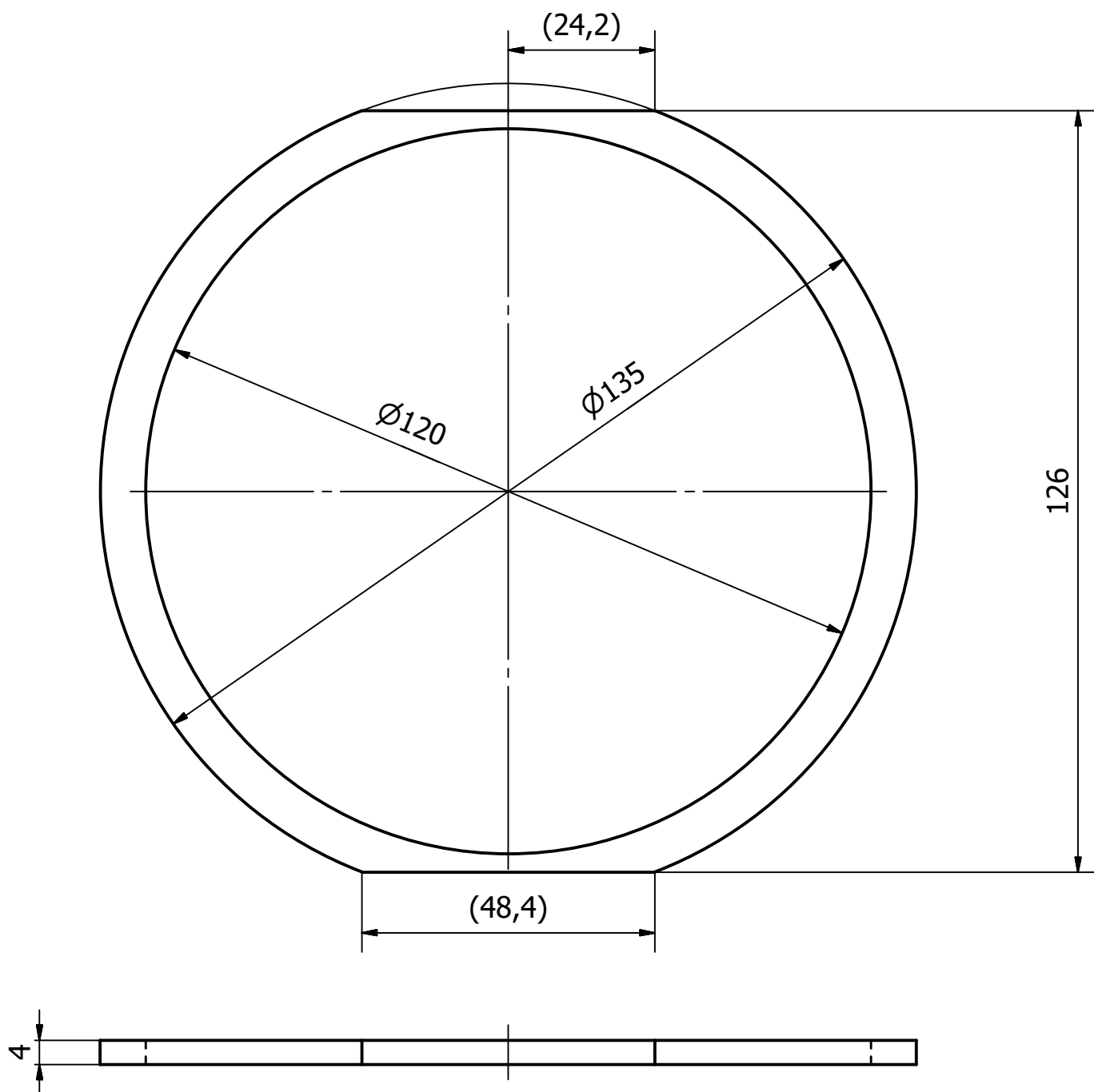
Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko	Přesnost
		1:1	ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg)	Tolerování
		0,56	ISO 8015
			Promítání

Materiál - Polotovár	S355JO - P10-100x95 EN 10025-2	Formát	A4
----------------------	--------------------------------	--------	----

FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil	ČERNÝ	Název PLECH SPODNÍ
	Datum	10.4.2017	
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil		Číslo dokumentu BP-KKS-PVZK-013
	Datum		
		Druh dokumentu	VÝROBNÍ VÝKRES



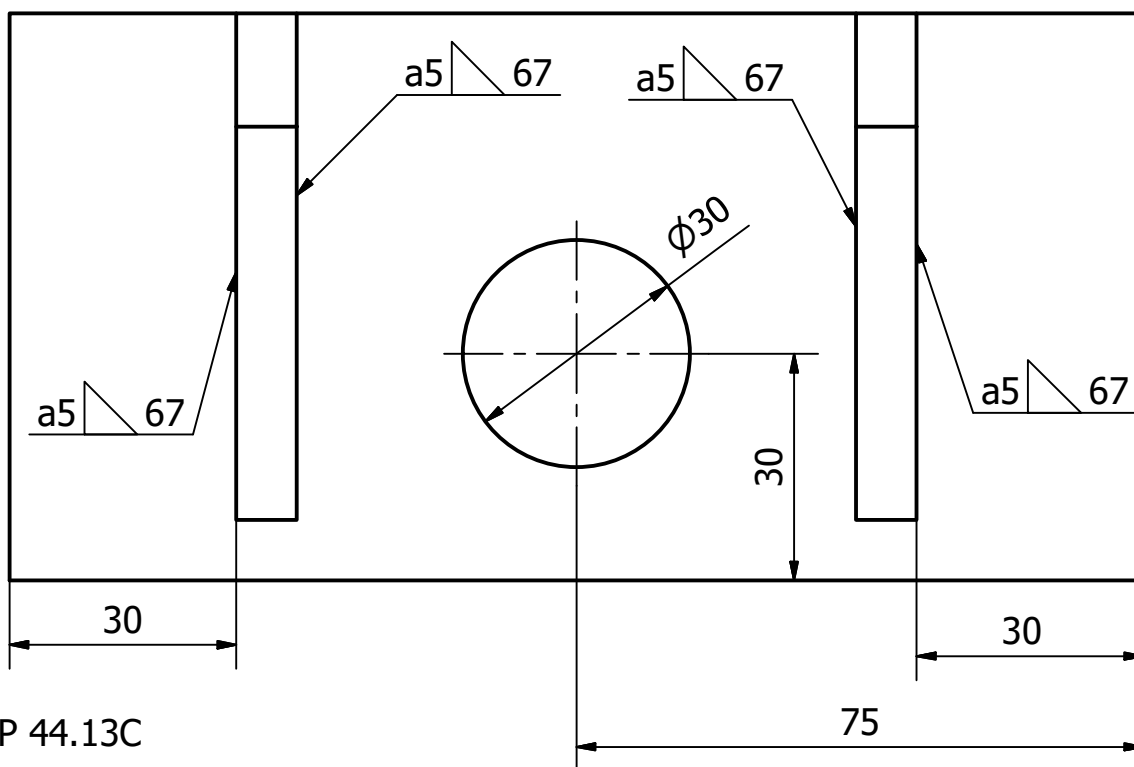
Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 1:2	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 2,14	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovár S355J0 - P10-200x206 EN 10025		Formát A3	
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Kreslil ČERNÝ	Název PLECH ÚCHYTKA	
	Datum 22.03.2017	Číslo dokumentu BP-KKS-PVZK-014	
Schválil		Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	
Datum			



Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 1:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 0,08	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovár S355J0 - P8-135x126 EN 10025-2		Promítání 	
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil ČERNÝ	Název MEZIKROUŽEK	
	Datum 10.5.2017	Číslo dokumentu BP-KKS-PVZK-015	
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil		
	Datum		
Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES			

108

150



P 44.13C
ISO 2768-mK

2	VÝZTUHA 2 - P8-100x67	S355J0	EN 10025-2	0,282	BP-KKS-PVZK-010	2
1	PLECH - P8-50x75	S355J0	EN 10025-2	0,084	BP-KKS-PVZK-009	1
Ks	Název - Rozměr	Materiál	Polotovar	Hmot.	Číslo výkresu	Poz.

Měřítko

1:1

Hmotnost (kg)

0,64

Promítání



Formát

A3



FAKULTA STROJNÍ
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI

Kreslil

ČERNÝ

Datum

20.4.2017

Schválil

Datum

Druh dokumentu

VÝKRES SESTAVY

Název

SVAŘENEC 2

Číslo dokumentu

BP-KKS-PVZK-016

KKS

KATEDRA
KONSTRUOVÁNÍ
STROJŮ