

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B0715A270013 – Strojní inženýrství
Studijní specializace: Konstruování strojů a technických zařízení

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Konstrukce jednoduchého hydraulického zvedáku pro osobní
automobily**

Autor: Adam Bartl
Vedoucí práce: Ing. Jiří Kořínek
Konzultant: Ing. Ladislav Tříška

Akademický rok 2021/2022

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Adam BARTL**
Osobní číslo: **S19B0536P**
Studijní program: **B0715A270013 Strojní inženýrství**
Specializace: **Konstruování strojů a technických zařízení**
Téma práce: **Konstrukce jednoduchého hydraulického zvedáku pro osobní automobily.**
Zadávající katedra: **Katedra konstruování strojů**

Zásady pro vypracování

Vytvořte konstrukční návrh jednoduchého zvedacího prostředku pro osobní automobily. Použití pro snadné zvednutí osobního automobilu za účelem výměny kol. Konstrukci vytvořte na bázi širokého paletového vozíku a opěrnými body pod práh automobilu. Nosnost 2000kg, možnost „vidle“ přeject při zajiždění automobilu na místo zvedání. Zdvih cca 150 –200mm.

Konzultant: Ing. Ladislav Tříška, firma Strkan s.r.o.

Rozsah bakalářské práce: **30-40**
Rozsah grafických prací: **podle potřeby**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- [1] HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. *Příručka strojního inženýra – Obecné strojní části 1*, Praha: Computer Press, 1999
[2] HOSNEDL, S. *Systémové konstrukční navrhování technických produktů*, Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 1. vyd. 1992

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Kořínek**
Katedra konstruování strojů
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Radek Teplý**
Regionální technologický institut
Datum zadání bakalářské práce: **16. října 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **28. května 2022**

L.S.

Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan

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

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Jiřímu Kořínkovi za příjemné vedení bakalářské práce a hodnotné informace.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Bartl	Jméno Adam		
STUDIJNÍ PROGRAM	B0715A270013 Strojní inženýrství			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Kořínek	Jméno Jiří		
PRACOVISŤE	ZČU - FST – KKS			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Konstrukce jednoduchého hydraulického zvedáku pro osobní automobily			

FAKULTA	Strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2022
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	71	TEXTOVÁ ČÁST	50	GRAFICKÁ ČÁST	21
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Bakalářská práce obsahuje návrh zvedáku pro osobní automobily do 2000 kg, založeného na použití nástavby svařence na paletový vozík a výpočet pevnosti a tuhosti svařence pomocí pevnostní analýzy v počítačové simulace.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	osobní automobily, hever, zvedák, svařenec, pevnostní analýza

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Bartl	Name Adam	
STUDY PROGRAMME	B0715A270013 Mechanical Engineering		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Kořínek	Name Jiří	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Design of a simple hydraulic car jack for passenger cars		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KKS	SUBMITTED IN	2022
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	71	TEXT PART	50	GRAPHICAL PART	21
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	Bachelor's thesis contains design of a hydraulic car jack for personal cars with weight under 2 tons, based on the use of the weldment superstructure on a pallet truck and the calculation of strength and rigidity of the weldment using computer simulation.
KEY WORDS	personal car, jack, car lift, weldment, stress analysis

Obsah

Přehled použitých zkratk a symbolů.....	12
Seznam obrázků	13
Seznam tabulek	14
Termíny a definice	15
1 Úvod.....	1
1.1 Uvedení do problematiky	1
1.2 Cíl	1
2 Rešerše soudobé používané techniky.....	2
2.1 Mechanické zvedáky	2
2.1.1 Mechanické nůžkové zvedáky	2
2.1.2 Mechanické závěsné zvedáky s kličkou.....	3
2.2 Pneumatické zvedáky	4
2.2.1 Pneumatické měchové zvedáky	4
2.2.2 Balónové zvedáky	4
2.3 Hydraulické zvedáky	5
2.3.1 Pojízdne hydraulické zvedáky.....	5
2.3.2 Hydraulické panenky.....	5
2.3.3 Jednosloupové hydraulické zvedáky	6
2.3.4 Dvousloupové hydraulické zvedáky	7
2.3.5 Čtyřsloupový zvedák.....	7
2.3.6 Nůžkové hydraulické zvedáky	8
2.4 Další speciální příklady zvedáků.....	9
2.4.1 Pákové zvedáky.....	9
2.4.2 Mobilní sloupové zvedáky	10
2.4.3 Finkbeiner FHB zvedák	11
2.5 Shrnutí automobilových zvedáků na trhu.....	12
3 Příprava pro konstrukční návrh	13
3.1 Zjištění rozměrů automobilů	13
3.2 Upřesnění zadání pro hydraulický zvedák.....	13
3.3 Navržení a specifikace požadavků na technický systém.....	14
3.4 Návrh stavební struktury variant konstrukčního řešení.....	15
3.4.1 Varianta A	15
3.4.2 Varianta B	16
3.4.3 Varianta C	17

3.4.4	Hodnocení variant konstrukčního řešení.....	18
3.5	Prediktivní rizikové a SWOT ((R&SWOT) hodnocení variant konstrukčního řešení 20	
3.6	Návrh vidlí.....	20
3.7	Návrh ustavovací desky.....	20
3.8	Návrh nájezdů.....	21
3.9	Výběr nakupovaných komponent.....	21
3.9.1	Výběr paletového vozíku – hydraulická jednotka.....	21
3.9.2	Rukojeť.....	21
3.9.3	Výběr vidlicových kol pro zvedák	22
3.9.4	Výběr řídicích kol pro zvedák.....	22
3.9.5	Výběr ustavovací desky (dosedacích podložek)	22
4	Konstrukční návrh zvedáku.....	23
4.1	Návrh hrubé stavební struktury	23
4.2	Návrh a hodnocení finální stavební struktury.....	25
4.2.1	Hodnocení finální stavební struktury	28
4.3	Zatížení působící na nosnou konstrukci a kontrola šroubovice.....	29
4.3.1	Rozdělení sil působící na nosnou konstrukci	29
4.3.2	Výpočet maximální síly působící na nosnou konstrukci.....	29
4.3.3	Kontrola šroubovice	30
4.4	Volba materiálu svařence	32
4.5	Výpočet tloušťky plechu vidlic	33
5	Pevnostní analýza svařence.....	37
5.1.1	Pevnostní analýza 1 – maximální dovolené vysunutí šroubovice.....	38
5.1.2	Pevnostní analýza 2 – použití pouze ustavovací desky.....	42
5.2	Zhodnocení analýzy a porovnání s výpočty pro nosník	45
6	Závěr.....	46
	Reference.....	47
	Přílohy	50
	Příloha 1	i
	Příloha 2	ii
	Příloha 3	iii
	Příloha 4	iv

Přehled použitých zkratk a symbolů

Zkratka/symbol	Název
mm	Milimetr
kg	Kilogram
t	Tuna
ČSN	Česká technická norma
EN	Evropská norma
FST	Fakulta strojní
KKS	Katedra konstruování strojů
ZČU	Západočeská univerzita v Plzni
MPa	Megapascal
Kč	Koruna česká
SWOT	Strength, Weaknesses, Opportunities, Threats
N	Newton
kN	Kilonewton
F	Síla
f	Součinitel smykového tření
SW	Software
Tab.	Tabulka
Obr.	Obrázek
g	Gravitační zrychlení

Seznam obrázků

Obrázek 1: Ruční mechanický nůžkový (trapézový) zvedák s zakončením ve tvaru oka [6] ...	2
Obrázek 2: Mechanický závěsný zvedák s klikou [7]	3
Obrázek 3: Pneumatický měchový zvedák s třemi měchy [9]	4
Obrázek 4: Balónový zvedák v praxi [10]	4
Obrázek 5: Pojízdny hydraulický zvedák [11]	5
Obrázek 6: Hydraulická panenka [12]	6
Obrázek 7: Jednosloupový hydraulický zvedák [14]	6
Obrázek 8: Dvousloupový hydraulický zvedák se spodním propojením [15]	7
Obrázek 9: Čtyřsloupový hydraulický zvedák [17]	7
Obrázek 10: Nůžkový hydraulický zvedák [20]	8
Obrázek 11: Pákový zvedák [21]	9
Obrázek 12: Mobilní sloupové zvedáky, sestava 10 sloupů [22].....	10
Obrázek 13: Mobilní zvedák Finkbeiner FHB3000-SS v praxi [23]	11
Obrázek 14: Princip specifikace požadavků a SWOT hodnocení TS Hosnedl 2020]	14
Obrázek 15: Návrh konstrukčního řešení Varianta A, pohled shora.....	15
Obrázek 16: Návrh konstrukčního řešení Varianta B, pohled shora.....	16
Obrázek 17: Návrh konstrukčního řešení Varianta C, pohled shora – rozložený stav.....	17
Obrázek 18: Návrh konstrukčního řešení Varianta C, pohled shora – složený stav	17
Obrázek 19: SWOT hodnocení klíčových požadavků navržených variant konstrukčního řešení [26]	18
Obrázek 20: Výsledky SWOT hodnocení jednotlivých navržených alternativ konstrukčního řešení [26].....	19
Obrázek 21: Paletový vozík DELTALIFT BF800m [27]	21
Obrázek 22: Ustavovací deska – gumová podložka s vybráním pro práh automobilu [28]	22
Obrázek 23: Hrubá stavební struktura – pohled shora	23
Obrázek 24: Hrubá stavební struktura – pohled bez svařence a	24
Obrázek 25: Hrubá stavební struktura – ustavovací systém a řez ustavovacím systémem.....	24
Obrázek 26: Finální stavební struktura – pohled shora.....	25
Obrázek 27: Finální stavební struktura – pohled bez svařence.....	25
Obrázek 28: Finální stavební struktura – pohled shora na zvedák se složenými komponenty	26
Obrázek 29: Finální stavební struktura – ustavovací systém	27
Obrázek 30: Možné použití ustavovacího systému a jeho částí.....	27
Obrázek 31: Finální stavební struktura – vysunutý ustavovací systém	28
Obrázek 32: Výsledky hodnocení SWOT analýzy finální stavební struktury [25].....	28
Obrázek 33: Materiálová specifikace – ocel S235JR (11375 dle ČSN) [30].....	32

Obrázek 34: Nosník.....	33
Obrázek 35: Průběh sil na nosníku – rovina YZ	34
Obrázek 36: Předběžný profil vidlí – rozměry	34
Obrázek 37: Průběh ohybového napětí na nosníku – rovina YZ	35
Obrázek 38: Průběh průhybu na nosníku – rovina YZ.....	35
Obrázek 39: Pevnostní analýza 1 – zatížení a vazby na svařenci	38
Obrázek 40: Pevnostní analýza 1 – pohled shora.....	38
Obrázek 41: Pevnostní analýza 1 – pohled zdola.....	39
Obrázek 42: Pevnostní analýza 1 – detail vzniku maximálního napětí.....	39
Obrázek 43: Pevnostní analýza 1 – detail vzniku napětí u čepu	40
Obrázek 44: Pevnostní analýza 1 – detail napětí pod ustavovacím systémem a i pístu.....	40
Obrázek 45: Pevnostní analýza 1 - posunutí	41
Obrázek 46: Pevnostní analýza 2 - zatížení a vazby na svařenci	42
Obrázek 47: Pevnostní analýza 2 - pohled shora	42
Obrázek 48: Pevnostní analýza 2 - pohled zdola	43
Obrázek 49: Pevnostní analýza 2 – detail vzniku maximálního napětí.....	43
Obrázek 50: Pevnostní analýza 2 – detail vzniku napětí u čepu	44
Obrázek 51: Pevnostní analýza 2 – detail napětí pod ustavovacíma deskami a u pístu.....	44
Obrázek 52: Pevnostní analýza 2 - posunutí	45

Seznam tabulek

Tabulka 1: Shrnutí automobilových zvedáků.....	12
Tabulka 2: Rozměry a hmotnost automobilů značky Škoda [24]	13
Tabulka 3: Rizika, výhody a nevýhody jednotlivých variant.....	20
Tabulka 4: Porovnání velikostí reakcí působící na vidle	33
Tabulka 5: Předběžné rozměry profilu vidlí	34
Tabulka 6: Síly působící na svařenec	37

Termíny a definice

„**Zvedák vozidla** – zdvihací zařízení s vedeným nabíracím zařízením břemena pro zvedání pozemních prostředků pro dopravu, jako jsou auta, motocykly, nákladní auta, autobusy, tramvaje, kolejová vozidla, průmyslové vozíky a podobně, dále jen pod názvem vozidlo, které je navrženo pro pracovní činnost na nebo pod vozidlem“ [1]

„**Ručně poháněný zvedák vozidla** – zvedák vozidla, kde je nabírací zařízení poháněno ruční silou“ [1]

„**Motorický poháněný zvedák vozidla** – zvedák vozidla, kde není nabírací zařízení poháněno ruční silou“ [1]

„**Přemístitelný zvedák vozidla** – zvedák vozidla, který může plnit svou funkci bez upevnění k podlaze a může být konstruován jako přepravitelný“ [1]

„**Jmenovitá nosnost** – maximální břemeno pro jehož zvednutí je zvedák navržen“ [1]

„**Nabírací zařízení** – část(i) zvedáku, které drží buď přímým stykem s vozidlem nebo prostřednictvím ustavovacích desek nebo podložek“ [1]

„**Nosné rameno** – nabírací zařízení připevněno jedním koncem přímo nebo nepřímo k úložnímu prvku a které drží břemeno na jeho dalším konci“ [1]

„**Ustavovací deska** – část nabíracího zařízení, které má přímý styk s vozidlem a které má stanovenou polohu na nabíracím zařízení“ [1]

Zdvihací prvek – prostředek, jímž je přenášena síla ze zdroje energie na nabírací zařízení [1]

„**Rozchod kol** – vzdálenost mezi osami kol na nápravě“ [1]

„**Rozvor kol** – vzdálenost mezi středy kol přední a zadní nápravy“ [1]

Zvedací bod – místo na automobilu určené pro dotyk s ustavovací deskou

Minimální zdvih – výška zvedáku od země, podvozek automobilu musí být vyšší

Maximální zdvih – maximální výška nad zemí, do které automobil zvedák může zdvihnout

Pohotovostní hmotnost – hmotnost vozidla se všemi provozními kapalinami ale bez cestujících a nákladu

1 Úvod

1.1 Uvedení do problematiky

Výměna kol u osobního automobilů je součástí života mnoho lidí. Výměnu kol lidé mohou udělat osobně anebo odvést automobil do servisů. Mnoho lidí dnes vlastní 2 páry kol, na zimu a léto a výměnu kol dělají sami a pro zvednutí automobilu potřebují zvedák vozidla. Zvedáků vozidel je dnes mnoho druhů dělí se podle způsobu pohánění, přemístitelnosti, jmenovité nosnosti, zdvihacích prvků, skladnosti a dalších.

1.2 Cíl

Cílem bakalářské práce je shrnout v současné době používané zvedáky osobních automobilů a vytvořit konstrukční návrh jednoduché ručně poháněného zvedáku pro osobní automobily do 2000 kg, který zvedá automobil přes práh. Dále provést na navrženém zvedáku pevnostní analýzu a vytvořit výkresovou dokumentaci svařence a sestavy. a navrhnout ručně poháněný hydraulický zvedák pro osobní automobily do hmotnosti 2000 kg.

2 Rešerše soudobé používané techniky

Zvedáků vozidel existuje mnoho různých druhů, dělí se podle několika kritérií jako jsou např. způsobu pohánění, typ zvedání automobilu, přemístitelnosti, jmenovité nosnosti, zdvihacích prvků, skladnosti a dalších klíčových kritérií. Zákazník si poté vybírá nejvhodnější zvedák, který vyhovuje jeho požadavkům.

2.1 Mechanické zvedáky

Mechanické zvedáky jsou nejnámější typy zvedáku osobních automobilů a také nejstarším typem zvedáků obecně. Nachází se v povinné výbavě většiny osobních automobilů, které jsou vybaveny rezervním kolem, dojezdovým kolem nebo sadou na opravu pneumatik. Jsou nejčastěji používány, protože jsou bezúdržbové, lehké, skladné a oproti ostatním typům zvedákům levné. Přenos síly funguje na principu stoupání matice, která je přivařena v rámu zvedáku, po vodícím šroubu, kterým se otáčí. Zvedáky se vždy umísťují na zvedací bod, který může být na prahu pro zvedáky s ustavovací deskou pro práh anebo na podvozku, pokud má zvedák plochou ustavovací desku. Mechanické typy zvedáku vždy zvedají pouze jedno kolo a neslouží k práci na podvozku, ale používají se hlavně pro výměnu kol. [2, 3]

2.1.1 Mechanické nůžkové zvedáky

Nůžkové zvedáky také občas nazývány trapézovými mají obvykle jmenovitou nosnost v rozmezí 1000 až 3000 kg, vyšší nosnost není potřeba, protože zvedáky nezvedají celou tíhu automobilu ale pouze jeho část. Minimální zdvih začíná kolem 100 mm a maximální zdvih dosahuje obvykle kolem 500 mm. Ukončení vodícího šroubu je obvykle ve tvaru oka nebo šestihranu. Nejrozšířenější jsou s ručním pohonem, ale v dnešní době už existují na trhu i varianty s elektromotorem a příklepovou vrtačkou, které mají zástrčku do automobilové zásuvky. Varianty s elektromotorem mají obvykle vyšší nosnost, vyměnitelné ustavovací desky a nastavitelné výšky ustavovacích desek. Cena zvedáků s ručním pohonem se pohybuje v rozmezí 500 až 1 200 Kč podle nosnosti a příslušenství a zvedáky s elektromotorem bez rázového utahováku kolem 2 000 Kč, s utahovákem 2 500 Kč a více. [3–5]



Obrázek 1: Ruční mechanický nůžkový (trapézový) zvedák s zakončením ve tvaru oka [6]

2.1.2 Mechanické závěsné zvedáky s kličkou

Závěsné zvedáky mají jmenovitou nosnost do 1200 kg a jsou používány především firmou Volkswagen Group. Automobily, které používají tento typ mají zvedací bod na prahu, kde se zvedák zavěsí a potom otáčením šroubu zapře o zem. Ukončení je kličkou, které je přivařena na vodícím šroubu. Minimální zdvih se pohybuje kolem 100 mm a maximální zdvih dosahuje 400 mm. Jejich výhodou oproti nůžkovým zvedákům je nižší hmotnost. Cena zvedáků se pohybuje v rozmezí 500 až 1 000 Kč podle přesného typu. [7]



Obrázek 2: Mechanický závěsný zvedák s kličkou [7]

2.2 Pneumatické zvedáky

Pneumatické zvedáky jsou skupina, která je motorově poháněna. Přenos síly funguje pneumaticky. Můžou zvedat až dvě kola při správném umístění, ale nepoužívají se při práci na podvozku.

2.2.1 Pneumatické měchové zvedáky

Pneumatické měchové zvedáky mají obvykle jmenovitou nosnost v rozmezí 2500 až 3500 kg. Jsou rozděleny na dva až tři měchy a počet měchů ovlivňuje minimální a maximální zdvih. Obvykle mají vyměnitelné ustavovací desky, které můžou být podlouhlé pro prahy nebo ploché. Minimální zdvih začíná kolem 115 mm a maximální zdvih dosahuje 450 mm. Jejich hlavní výhody jsou snadná přemístitelnost, rychlé zvednutí vozidla a bezúdržbovost. Cena zvedáků se pohybuje od 3 000 Kč a výše. [8, 9]



Obrázek 3: Pneumatický měchový zvedák s třemi měchy [9]

2.2.2 Balónové zvedáky

Balónové zvedáky mají jmenovitou nosnost od 3000 do 4000 kg. Jejich maximální zdvih dosahuje až 800 mm. Jejich hlavní výhodou je, že se dají použít nerovných, sypkých nebo kluzkých površích jako jsou např. sníh, písek atd., kde by zvedáky s nutností pevné a rovné podložky nešli použít. Lze je použít i jako vyprošťovací zařízení při zahrabání kola, nadzvedne se zahrabané kolo a poté se místo pod ním vyplní. Pro nafouknutí balónu se hadice z balónu připojí k výfuku nastartovaného automobilu a pomocí výfukových plynů se balónový zvedák nafoukne. Cena zvedáků se pohybuje kolem 2 000 Kč. [10]



Obrázek 4: Balónový zvedák v praxi [10]

2.3 Hydraulické zvedáky

Hydraulické zvedáky jsou velmi rozšířené jak v domácnostech, tak v profesionálních servisech. Mohou být ručně nebo motorově poháněné. Na trhu se nachází velké množství druhů hydraulických zvedáků, které se dají rozdělit podle různých parametrů jako jsou např. výška zdvihu, typ pohonu a dalších.

2.3.1 Pojízdné hydraulické zvedáky

Pojízdné hydraulické zvedáky nacházejí své využití jak domácnostech, tak i v automobilových servisech. Jejich jmenovitá nosnost se pohybuje v rozmezí od 1500 do 5000 kg. Zvedáky zvedají pouze jedno kolo a nejsou určeny pro práci na podvozku. Minimální zdvih začíná už kolem 70 mm a maximální zdvih se pohybuje obvykle v rozmezí 400 až 600 mm. U tohoto typu zvedáku se ustavovací deska pohybuje obloukovým pohybem, proto je nutné zajistit, aby se zvedák mohl volně zasouvat pod automobil po podložce. Výhodou oproti mechanickým ručně poháněným zvedákům je hlavně rychlejší zvedání a pohodlnější použití. Jejich cena se pohybuje od 1 000 Kč nahoru a záleží hlavně na jmenovité nosnosti a minimální výšce zdvihu. [11]



Obrázek 5: Pojízdný hydraulický zvedák [11]

2.3.2 Hydraulické panenky

Hydraulické panenky občas se také nazývají hydraulické sloupové pákové zvedáky mají veliké rozmezí jmenovitých nosností začínající na 2000 kg jdoucí do desítek tisíc kg. Zvedáky zvedají pouze jedno kolo a nejsou určeny pro práci na podvozku. Jedná se o typ zvedáku, který má velký minimální zdvih, obvykle nad 150 mm, tím pádem není vhodný pro automobily s nízkým podvozkem a jeho maximální zdvih je menší než dvojnásobek minimálního zdvihu. Jeho hlavní výhodou je nízká pořizovací cena, která začíná na 350 Kč při dosažení vysokých jmenovitých nosností. Zvedáky se vyrábějí pouze s ručním pohonem. [12]



Obrázek 6: Hydraulická panenka [12]

2.3.3 Jednosloupové hydraulické zvedáky

Jednosloupové hydraulické zvedáky jsou novějším typem, který je na trhu. Jejich jmenovitá nosnost se pohybuje v rozmezí od 2500 do 3000 kg. Mají elektromotorem poháněné čerpadlo, které tlačí hydraulický píst, na kterém je připevněné ozubené kolo. Přes ozubené kolo je veden řetěz, který má jeden konec spojen s nabíracím zařízením a druhý s rámem zvedáku. Minimální výška zdvihu začíná na 100 mm a maximální dosahuje až 1800 mm. Zvedák má čtyři nastavitelná otočná ramena, na kterých jsou ustavovací desky, které jsou vyměnitelné a výškově nastavitelné. Jejich hlavní výhodou je možnost přemísťování. Nevýhoda těchto zvedáků je, že nabírací zařízení zakrývá část podvozku, a proto komplikuje nebo úplně znemožňuje práci na této části podvozku. Cena těchto zvedáků se pohybuje od 100 000 Kč nahoru. [13]



Obrázek 7: Jednosloupový hydraulický zvedák [14]

2.3.4 Dvousloupové hydraulické zvedáky

Dvousloupové hydraulické zvedáky jsou jedny z nejrozšířenějších druhů zvedáku v autoservisech. Mohou být se spodním nebo vrchním propojením. Vrchní propojení má nevýhodu, že potřebuje vyšší sloupy, aby dosáhlo stejné výšky zdvihu. Spodní propojení má nevýhodu v nutnosti přejezdu automobilem najížděcí práh. Jejich jmenovitá nosnost se pohybuje od 3500 kg nahoru. Minimální výška zdvihu začíná na 100 mm a maximální výška zdvihu je od 1800 mm nahoru. Zvedáky mají hydraulické písty poháněné čerpadlem, které zvedají nosná ramena na obou stranách současně. Ceny se pohybují 50 000 Kč nahoru. [15]



Obrázek 8: Dvousloupový hydraulický zvedák se spodním propojením [15]

2.3.5 Čtyřsloupový zvedák

Čtyřsloupové hydraulické zvedáky jsou také velmi rozšířené v dílnách. Tento typ zvedáku se nezasouvá pod podvozek, ale auto najede na přejezdy a ty se zvedají. Šířka mezi přejezdy je nastavitelná. Některé typy jsou doplněny ještě pojízdným nůžkovým přízdvihem, který slouží k přizvednutí jedné části automobilu např. kvůli výměně kol nebo měření geometrie náprav. Jejich jmenovitá nosnost se pohybuje od 3500 kg nahoru. Minimální zdvih se neudává, protože automobil najíždí na rampy, takže není důležitá výška podvozku a maximální zdvih se pohybuje kolem 1800 mm. Ceny se pohybují od 100 000 Kč nahoru. [16]



Obrázek 9: Čtyřsloupový hydraulický zvedák [17]

2.3.6 Nůžkové hydraulické zvedáky

Nůžkový typ zvedáku je jeden nejrozšířenější v pneuservisech kvůli rychlosti a stabilitě. Rozdělují se na typy zapaštěné do podlahy, s kotvením do podlahy a mobilní. Zapaštěné do podlahy mají výhodu, že jsou v rovině a podlahou a se tedy nemusí nic přejíždět, ale nevýhoda je, že je potřeba provést stavební úpravy podlahy před montáží zvedáku. S kotvením do podlahy mají nevýhodu přejezdu, ale nemusí se upravovat podlaha před montáží. Oba tyto typy mají jmenovitou nosnost do 3500kg a maximální zdvih se pohybuje kolem 1800 mm nad zemí. Oba tyto zvedáky jsou připojené k řídicímu panelu, ve kterém je elektromotor s čerpadlem. Jejich cena se obvykle pohybuje od 100 000 Kč nahoru. [18, 19]

Mobilní mají výhodu přenosnosti, ale jejich maximální zdvih je obvykle do 1000 mm a jejich jmenovitá nosnost je do 2800 kg. Ceny začínají už na 60 000 Kč. [19]



Obrázek 10: Nůžkový hydraulický zvedák [20]

2.4 Další speciální příklady zvedáků

2.4.1 Pákové zvedáky

Pákové zvedáky, občas také nazývané offroad zvedáky, jsou ručně poháněné mechanické zvedáky, které se používají hlavně při potřebě zvednutí automobilu v terénu. Rám zvedáku je děrovaný a do těchto děr zapadají dva kolíky, které jsou spojeny se stoupacím zařízením. Na stoupacím zařízení je páka. Při záběru páky se horní kolík uvolní a posune o jednu díru výše a poté se uvolní spodní kolík, který se také posune o jednu díru nahoru. Poté lze proces opakovat, než je dosažena potřebná výška zvednutí. Jmenovité nosnosti se pohybují v rozmezí 2500 až 3500 kg. Maximální zdvih se pohybuje obvykle v rozmezí 1250 až 1400 mm. Ceny začínají na 1 500 Kč. [21]



Obrázek 11: Pákový zvedák [21]

2.4.2 Mobilní sloupové zvedáky

Mobilní sloupové zvedáky jsou sady 4 a více sloupů. Každý sloup se dá samostatně přemístit a umísťují se pod kola. Na jednom ze sloupů je umístěná řídicí jednotka a sloupy jsou propojeny mezi sebou, buď kabelem nebo bezdrátově, takže zvedají vozidlo synchronně. Tento typ zvedáků se nepoužívá běžně pro osobní automobily, spíše pro autobusy, dodávky nebo kamiony. Nosnosti se udávají na jeden sloup, začínají na 2500 kg a končí na přibližně na 20 000 kg. Maximální výška zdvihu se pohybuje kolem 1800 mm. Nevýhodou je vysoká pořizovací cena. Výhodou je že systém se dokáže přizpůsobit nerovnoměrnému rozložení hmotnosti vozidla. Cena tohoto typu zvedáků začíná na 400 000 Kč za čtyři sloupy s jmenovitou nosností 2500 kg. [22]



Obrázek 12: Mobilní sloupové zvedáky, sestava 10 sloupů [22]

2.4.3 Finkbeiner FHB zvedák

Mobilní motorově poháněný zvedák, který vyrábí firma Finkbeiner. Jmenovitá nosnost je v rozmezí 3000 až 3500 kg. Minimální zdvih je 125 mm a maximální zdvih přesahuje 1800 mm. Je poháněn elektrohydraulicky se dvěma hydraulickými válci. Automobil zvedá pomocí čtyř otočných nosných ramen, ale dají se vyměnit za přejezdy. Jeho výhodou je přemístitelnost a oproti jednosloupovému hydraulickému zvedáku nezasahuje do podvozku. Cena se pohybuje od 200 000 Kč nahoru. [23]



Obrázek 13: Mobilní zvedák Finkbeiner FHB3000-SS v praxi [23]

2.5 Shrnutí automobilových zvedáků na trhu

Z rešerše lze vidět, že na trhu je veliký výběr zvedáku. Na trhu se ale pořád nenachází zvedák, který by bylo možné přemístit i v zatíženém stavu a také se na trhu nenachází levný typ zvedáku, který by sloužil nadzvednutí celého automobilu pro výměnu kol nebo lehkých opravách na brzdách např. výměně brzdových destiček.

Tabulka 1: Shrnutí automobilových zvedáků

Název zvedáku	Typ pohonu	Rozmezí jmenovité hmotnosti [t]	Max / min zdvih [mm]	Pro práci na podvozku	Cena (přibližná) [Kč]
Nůžkový zvedák	Ruční	1+	500/100	Ne	500+
	Elektromotor	2+			2 000+
Závěsný zvedák	Ruční	Do 1,2	400/100	Ne	500+
Měchový zvedák	Elektropneumatický	2,5-3,5	450/115	Ne	3 000+
Balónový zvedák	Motorem automobilu – výfukové plyny	3-4	800/0	Ne	2 000+
Pojízdný zvedák	Ruční	1,5+	500/75	Ne	1 000+
Hydraulická panenka	Ruční	2+	600/200	Ne	350
Jednosloupový zvedák	Elektrohydraulický	2,5 - 3	1800/100	Ano	100 000+
Dvousloupový zvedák	Elektrohydraulický	3,5+	1800+/100	Ano	50 000+
Čtyřsloupový zvedák	Elektrohydraulický	3,5+	1800+/0	Ano	100 000+
Nůžkový zvedák	Elektrohydraulický	2,5+	1800/100	Ano	60 000+
Pákový zvedák	Ruční	2,5+	1250+/100	Ne	1 500+
Mobilní sloupové zvedáky	Elektrohydraulický	2,5+	1800/0	Ano	400 000+
Finkbeiner FHB	Elektrohydraulický	3+	1800/100	Ano	200 000+

3 Příprava pro konstrukční návrh

V této kapitole budou zjištěny potřebné rozměry pro zvedák z řady automobilů značky Škoda. Dále budou navrženy požadavky na zvedák. Poté budou navrženy možné varianty konstrukčního řešení a z nich bude za pomoci SWOT analýzy vybrána nejvhodnější varianta. V neposlední řadě budou navrženy hlavní části zvedáku a vybrány nakupované komponenty.

3.1 Zjištění rozměrů automobilů

Na trhu se nacházejí různé velikosti automobilů a je tedy potřeba zjistit rozměry automobilů, aby zvedák bylo možné použít pro co nejvíce typů automobilů. Pro zjištění těchto rozměrů byla vybrána značka Škoda a všechny její v tuto chvíli vyráběné modely.

Tabulka 2: Rozměry a hmotnost automobilů značky Škoda [24]

Model	Rozvor kol [mm]	Šířka automobilu [mm]	Pohotovostní hmotnost [kg]
Fabia	2564	1780	1216
Fabia Combi	2470	1732	1226
Scala	2649	1793	1265
Kamiq	2651	1793	1256
Octavia	2686	1829	1548
Octavia Combi	2686	1829	1620
Karoq	2630	1841	1649
Kodiaq	2788	1882	1755
Superb	2841	1864	1655
Superb Combi	2841	1864	1674
Enyaq iV	2765	1879	1998 až 2117
Enyaq Coupe iV	2765	1879	2025

Poznámka: U hmotností vždy byly psané maximální hmotnosti daného modelu anebo rozmezí, pokud se hmotnost zvedala nad hranici 2000 kg.

3.2 Upřesnění zadání pro hydraulický zvedák

Pro navržení technického systému je nutno specifikovat požadavky, které budou ovlivňovat konstrukční návrh. Bylo zadáno že zvedák má být na bázi širokého paletového vozíku, který je určen pro zvedání osobních automobilů za účelem výměny kol automobilu. Opěrné body pro automobil jsou zadané pod práh automobilu. Maximální váha automobilu byla stanovena na 2000 kg a zdvih byl stanoven v rozmezí 150 až 200 mm. Konstrukční návrh má být co nejjednodušší časově na výrobu a i cenově.

Zvedák musí být schopen pracovat v nečistém prostředí. Zvedák může být použit jak ve vnitřních, tak ve vnějších prostorách krytých prostorách. Zvedák je možné skladovat venkovně, pokud bude uschován před přímými vlivy počasí. Pro použití zvedáku je nutné, aby byl postaven na pevné a tvrdé podložce a aby podložka byla přibližně vodorovná. Protože

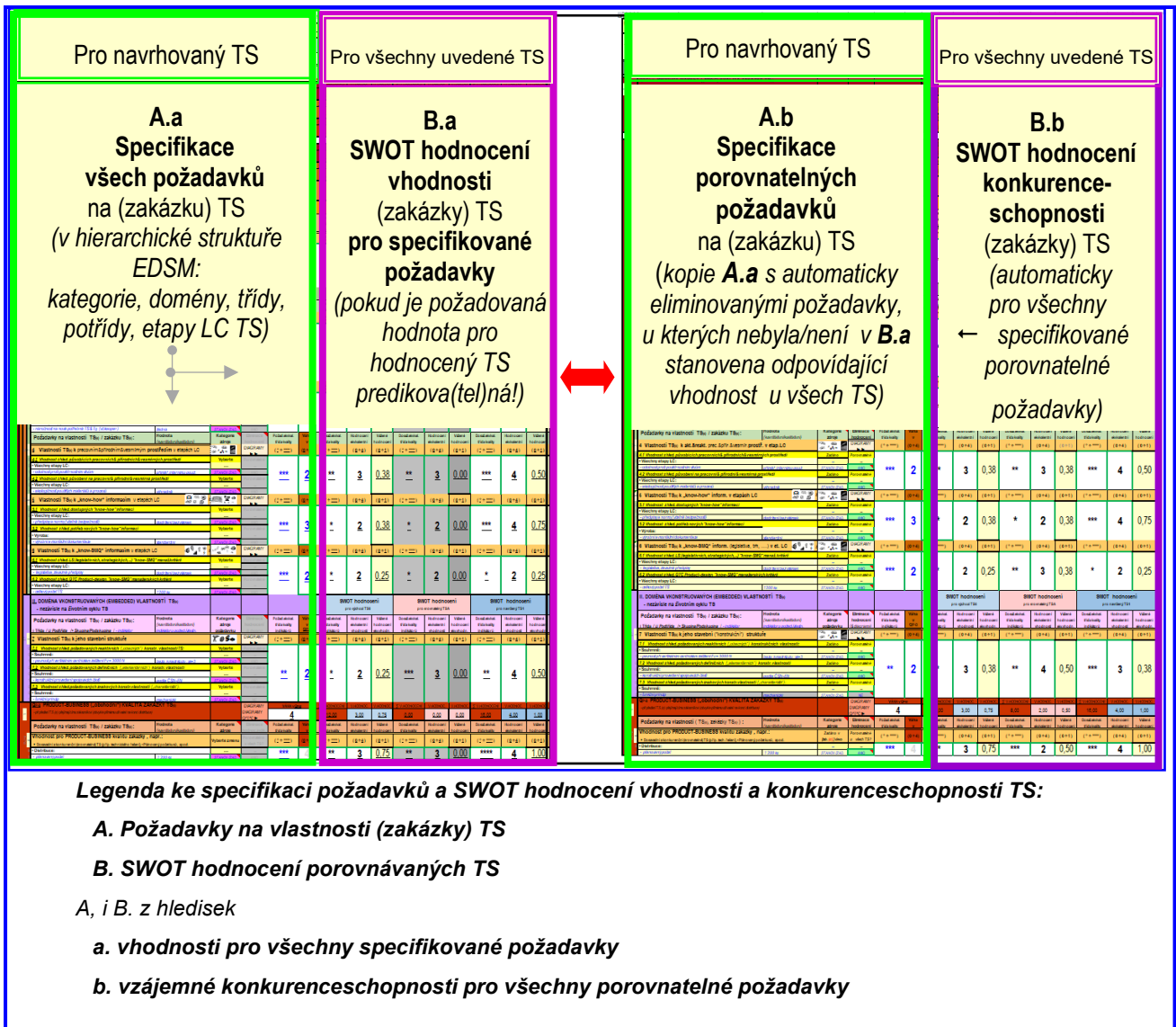
k zvedání automobilu dochází při malých rychlostech je možné zanedbání dynamických účinků a počítat zatížení jako statické namáhání.

3.3 Navržení a specifikace požadavků na technický systém

Zadáním je konstrukční návrh hydraulického zvedáku na bázi širokého paletového vozíku. Vymezení řešeného transformačního systému a jeho klíčových prvků je jednoznačné:

- Operand:** automobil
Transformační proces: zvednutí automobilu
Operátor TS: paletový zvedák

Specifikace požadavků strukturovaná v souladu s taxonomií vlastností TS podle EDSM (Obr.23) vypracovaná s využitím SW RS&EV [25] [Hosnedl&al 2020] je uvedena v Příloze 1.



Obrázek 14: Princip specifikace požadavků a SWOT hodnocení TS Hosnedl 2020 (implementováno v SW RS&EV [Hosnedl&Skřivánek&Kalina 2020], viz PŘÍLOHA 1) [23]

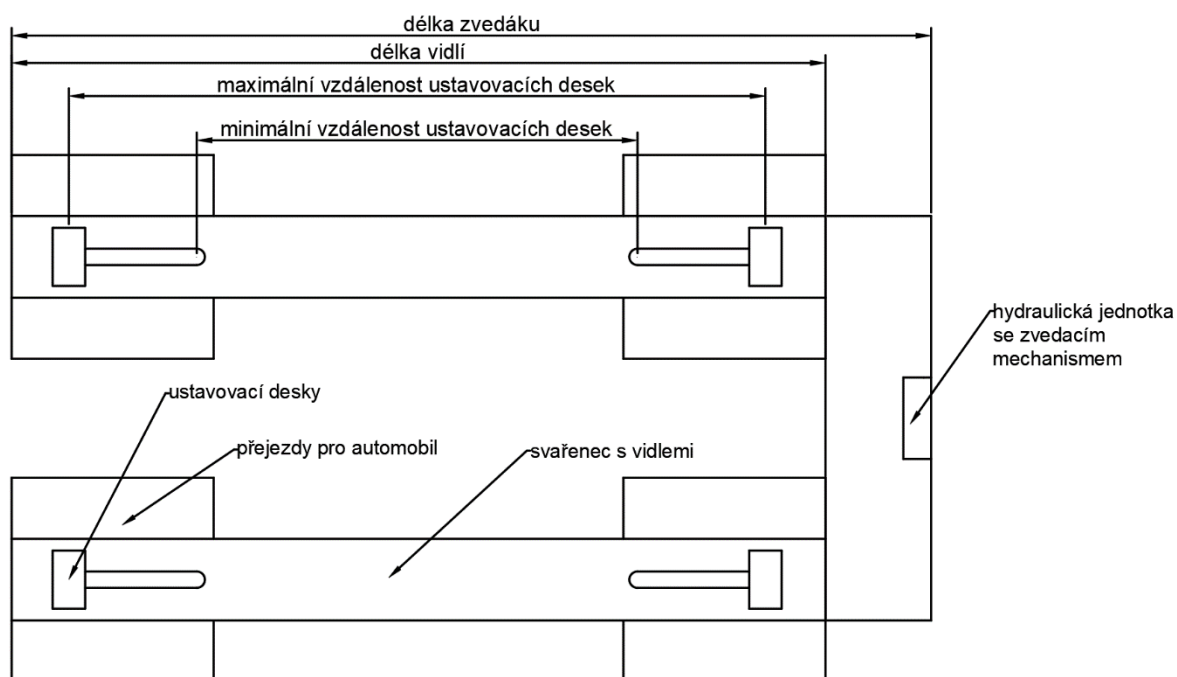
Jednotlivé požadavky na navrhovaný TS byly predikovány hlavně z konstrukčního hlediska. Manažerské kritéria, hlavně cena a doba dodání, byly provedeny odhadem a slouží pouze jako orientační hodnoty. Pro přesný kvalifikovaný odhad by byla nutná poptávka ve výrobních podnicích, a i v tomto případě by byla v tuto dobu pouze orientační kvůli kolísavosti ceny a dostupnosti materiálu na trhu. Všechny navržené predikce byly provedeny odhadem bez dalšího odůvodňování a dokumentování.

3.4 Návrh stavební struktury variant konstrukčního řešení

Dle jednotlivých požadavků od zadavatele a určených specifikací z Přílohy 1 byly navrženy různé varianty řešení.

3.4.1 Varianta A

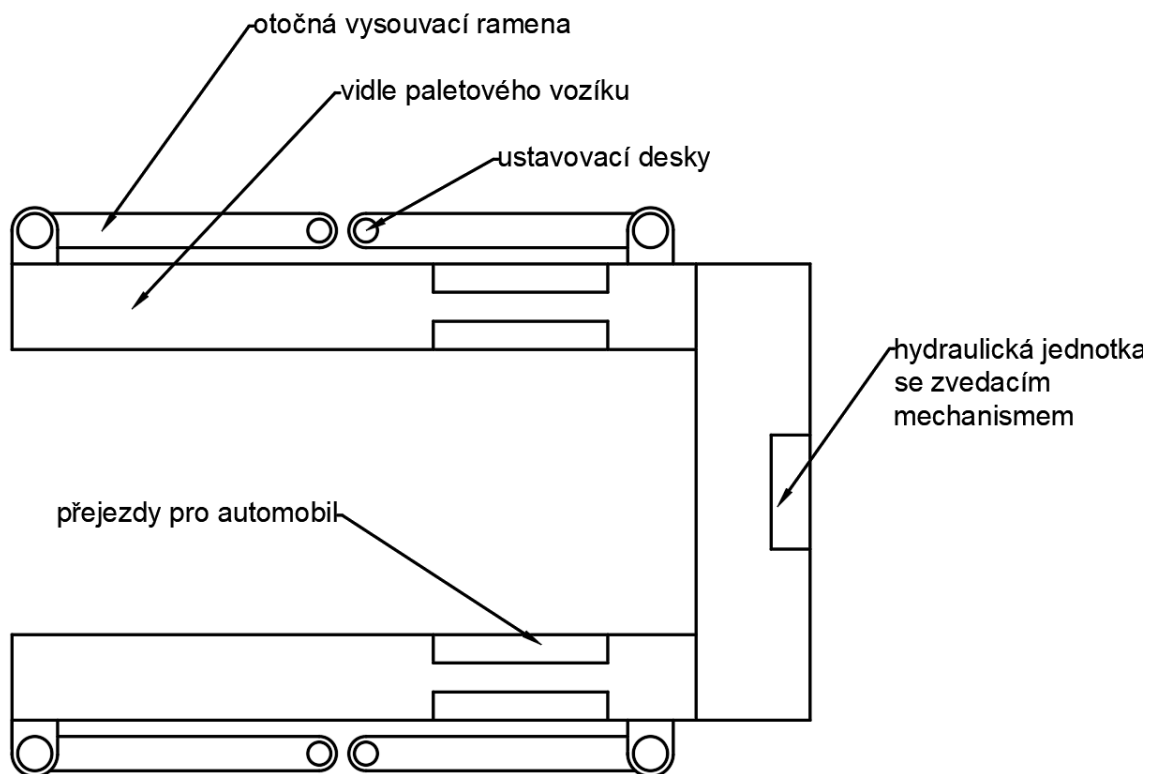
Varianta A se skládá z hydraulické jednotky se zvedacím mechanismem, svařence s vidlemi, čtyř posuvných ustavovacích desek a osmi sundavacích přejezdů pro automobil. Svařenec s vidlemi je spojen s hydraulickou jednotkou a při zvedání pístu se zvedají vidle s ustavovacími deskami čímž je zajištěno zvedání automobilu. Pod hydraulickou jednotkou a na konci vidlí se nachází kolečka, která slouží pro přesun zvedáku a jako opěrné body s podložkou při zvedání automobilu. Maximální a minimální vzdálenost ustavovacích desek na jedné vidli musí vyhovovat šířkám všech typů automobilů z Tabulky 2. Ustavovací desky jsou čtyři, dvě na každé vidli, volně posuvné po vidlích a výškově nastavitelné pro přesné umístění místa dotyku pod práh automobilu. Při zatížení jsou ustavovací desky zajištěny na vidlích pomocí tíhy automobilu a třecích sil. Přejezdy pro automobil lze sundat z vidlí.



Obrázek 15: Návrh konstrukčního řešení Varianta A, pohled shora

3.4.2 Varianta B

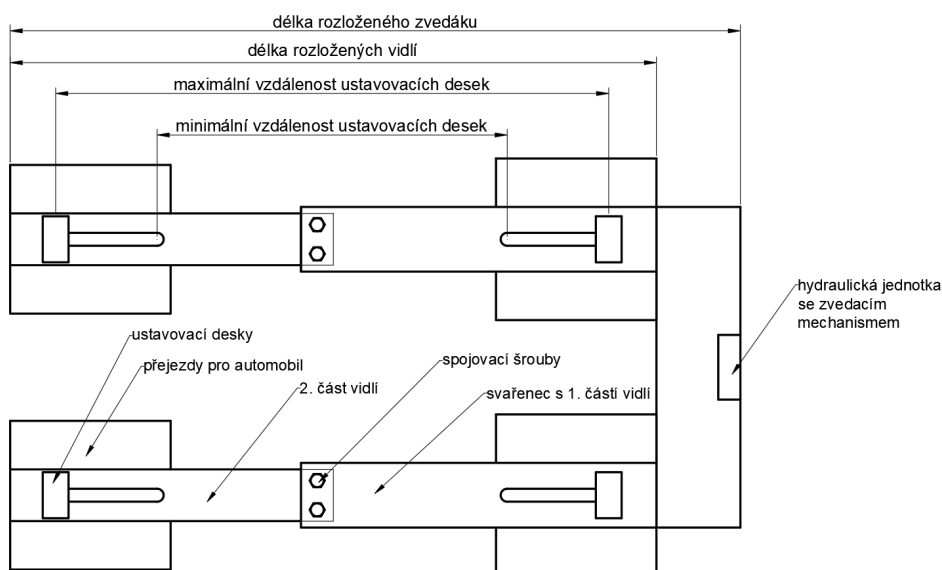
Varianta B se skládá z hydraulické jednotky se zvedacím mechanismem, svařence s vidlemi a čtyř otočných vysouvacích ramen s ustavovacími deskami. Ramena s ustavovacími deskami jsou spojena s vidlemi pomocí čepů, u kterých je možné zajistit polohu při zvedání. Ramena mohou být dělená na 2 nebo 3 části pro zajištění většího rozmezí dosažených rozměrů. Svařenec s vidlemi je spojen s hydraulickou jednotkou a při zvedání pístu se zvedají vidle s rameny na kterých jsou ustavovací desky a tím je zajištěno zvedání automobilu. Pod hydraulickou jednotkou a na konci vidlí se nachází kolečka, která slouží pro přesun zvedáku a jako opěrné body s podložkou při zvedání automobilu. Rozmezí maximálního a minimálního vysunutí a natočení ramen musí vyhovovat šířkám všech typů automobilů z Tabulky 2. Ustavovací desky jsou čtyři, jedna na každém rameni a jsou výškově nastavitelné pro přesné umístění pod práh automobilu. Při zatížení jsou ustavovací desky zajištěny na ramenech tvarovým stykem a ramena jsou zajištěná proti pootočení také tvarovým stykem. Přejezd pro automobil je pevně spojeny s vidlemi.



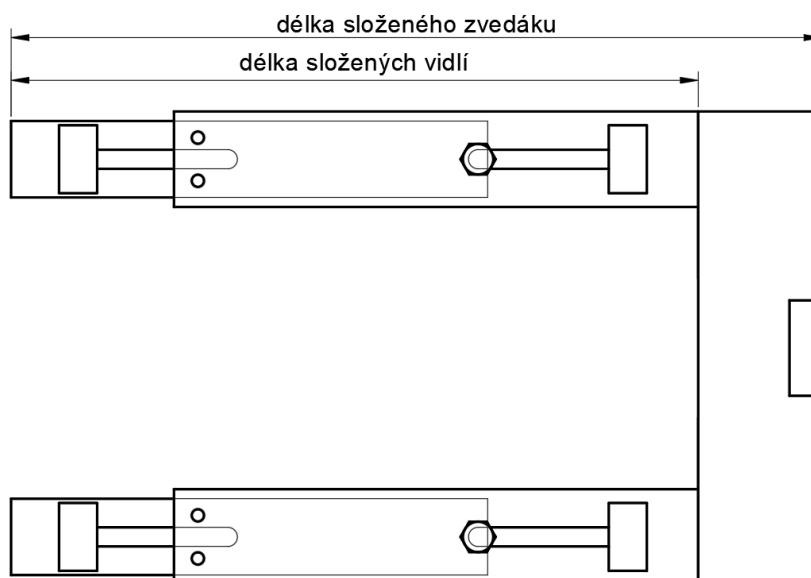
Obrázek 16: Návrh konstrukčního řešení Varianta B, pohled shora

3.4.3 Varianta C

Varianta C se skládá z hydraulické jednotky se zvedacím mechanismem, svařenec s první polovinou vidlí, druhou částí vidlí, čtyř posuvných ustavovacích desek a čtyř sundavacích přejezdů pro automobil. Vidle jsou rozdělené na dvě části, takže je možné je zajistit ve dvou polohách. Svařenec s 1. částí vidlí je spojen pomocí šroubů s druhou částí vidlí a zároveň je spojen s hydraulickou jednotkou. Při zvedání pístu se zvedají vidle s ustavovacími deskami čímž je zajištěno zvedání automobilu. Pod hydraulickou jednotkou a na konci vidlí se nachází kolečka, která slouží pro přesun zvedáku a jako opěrné body s podložkou při zvedání automobilu. Maximální a minimální vzdálenost ustavovacích desek na jedné vidli musí vyhovovat šířkám všech typů automobilů z Tabulky 2. Ustavovací desky jsou čtyři, dvě na každé vidli, volně posuvné po vidlích a výškově nastavitelné pro přesné umístění místa dotyku pod práh automobilu. Při zatížení jsou ustavovací desky zajištěny na vidlích pomocí tíhy automobilu a třecích sil. Přejezdy pro automobil lze sundat z vidlí. Složený stav není určen pro zvedání automobilu.



Obrázek 17: Návrh konstrukčního řešení Varianta C, pohled shora – rozložený stav



Obrázek 18: Návrh konstrukčního řešení Varianta C, pohled shora – složený stav

3.4.4 Hodnocení variant konstrukčního řešení

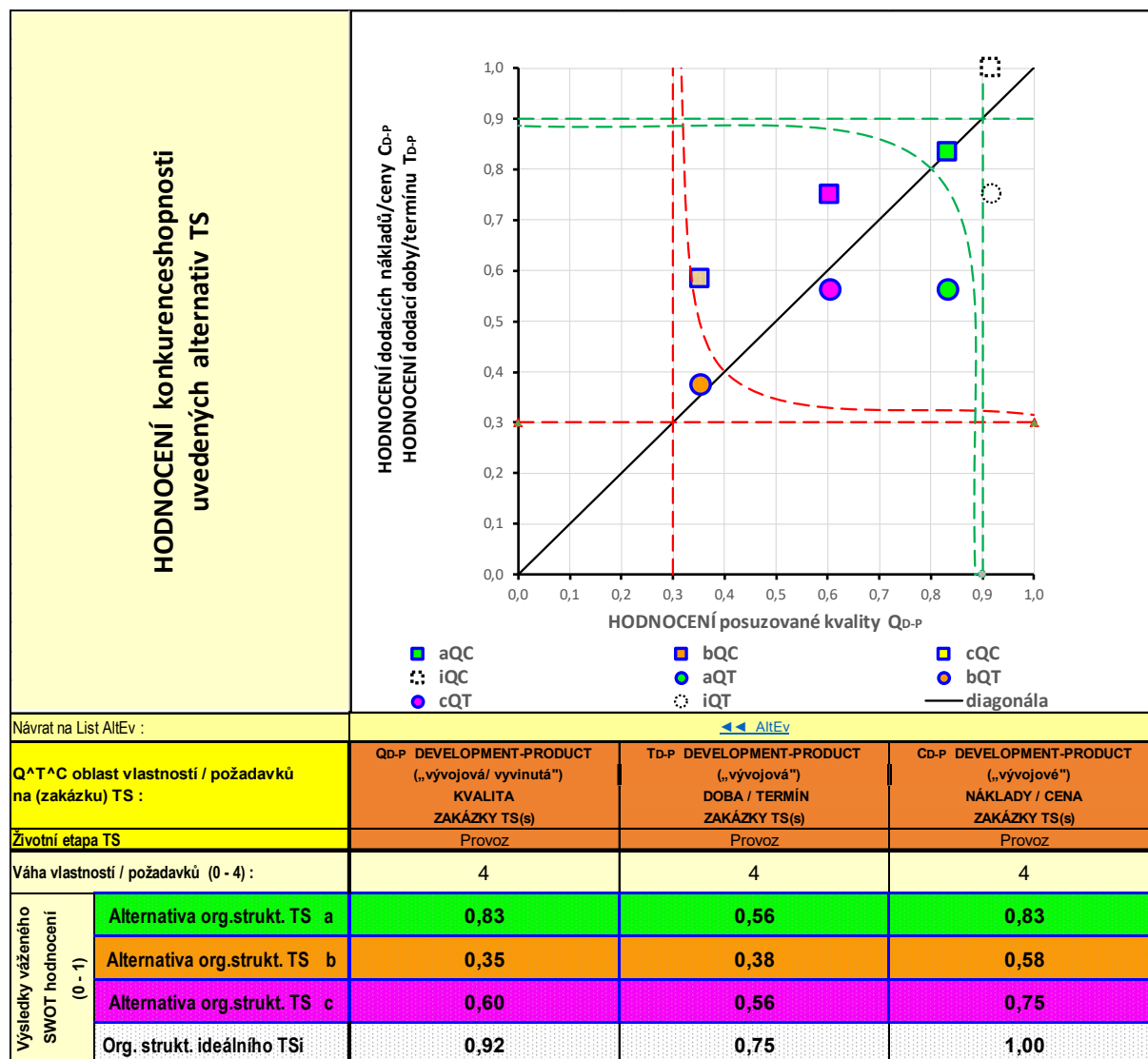
SWOT Analýzy

Pro hodnocení variant konstrukčních řešení byla použita SWOT analýza. Jejím účelem je zhodnotit jednotlivé řešení pomocí předem určených kritérií. Na základě výsledku analýzy je potom vybráno nejvhodnější řešení pro výrobu.

DIAGR. ►►		Požadavek / kritérium	Váha	Alternativa			
		Porovnatelná konkurenční vlastnost	(0 ÷ 4)	a	b	c	Ideal
Hodnocení vhodnosti (min. 0 ÷ max. 4)	Posuzovaná kvalita Q	Počet dílů	4	4	2	3	4
		Jednoduchost konstrukce	4	4	1	3	4
		Jednoduchost výroby	4	4	1	2	4
		Velikost	2	2	3	3	4
		Stabilita	4	4	2	3	4
		Montáž	4	3	1	2	4
		Σvážené hodnocení vhodnosti Q	---	3,3	1,4	2,4	3,7
		Σnorm.váž.hodnoc.vhodn. Q (0 ÷ 1)	(0 ÷ 1)	0,83	0,35	0,60	0,92
	Dodací doba/termín T	Celková dodací doba	3	3	2	3	4
		--		-	-	-	-
		--		-	-	-	-
		Σvážené hodnocení vhodnosti T	---	2,3	1,5	2,3	3,0
		Σnorm.váž.hodnoc.vhodn. T (0 ÷ 1)	(0 ÷ 1)	0,56	0,38	0,56	0,75
	Dodací náklady/cena C	Celkové dodací náklady - shodné	4	3	3	3	4
		Cena výroby	4	4	2	3	4
		Cena materiálu	4	3	2	3	4
		Σvážené hodnocení vhodnosti C	---	3,3	2,3	3,0	4,0
		Σnorm.váž.hodnoc.vhodn. C (0 ÷ 1)	(0 ÷ 1)	0,83	0,58	0,75	1,00

Obrázek 19: SWOT hodnocení klíčových požadavků navržených variant konstrukčního řešení [26]

Vypracováno s využitím SW AltEV [26][Hosnedl&Skřivánek&Kalina 2020], viz Příloha 2.



Obrázek 20: Výsledky SWOT hodnocení jednotlivých navržených alternativ konstrukčního řešení [26]

Vypracováno s využitím SW AltEV [26] [Hosnedl&Skřivánek&Kalina 2020], viz Příloha 2.

Po posouzení výsledků zhodnocení jednotlivých navržených variant, byla vybrána jako nejvhodnější varianta konstrukčního řešení **Varianta A**. Při vybírání nejvhodnější varianty se vycházelo hlavně z posuzované kvality zakázky a nákladů na zakázku, doba na zakázku byla určena pouze orientační. Hlavní kritéria pro výběr nejvhodnější varianty z posuzované kvality byly jednoduchost konstrukce, počet dílů a jednoduchost výroby a z nákladů na zakázku cena materiálu a cena výroby. Na druhém místě se pak umístila **Varianta C**.

3.5 Prediktivní rizikové a SWOT ((R&SWOT) hodnocení variant konstrukčního řešení

Tabulka 3: Rizika, výhody a nevýhody jednotlivých variant

Varianty řešení TS	A	B	C
Pořadí podle vhodnosti jednotlivých variant	1	3	2
R Rizika - rizikové stránky/vlastnosti:		Nižší stabilita	Možnost špatného sestavení
S Výhody - silné stránky/vlastnosti	Lze použít i jako normální paletový vozík	Velké rozpětí ramen	Lze použít i jako normální paletový vozík
	Jednoduchá výroba	Menší zabíraný prostor při skladování	Menší zabíraný prostor při složeném skladování
	Náklady na výrobu		
W Nevýhody - slabé stránky/vlastnosti	Velký zabíraný prostor při skladování	Více částí	
		Složitost konstrukce	
		Náklady na výrobu	

Po hodnocení rizik, výhod a nevýhod jednotlivých variant konstrukčního řešení byla vybrána **Varianta A**, stejně jako ve SWOT analýze. Na druhém místě se umístila varianta C a až na třetím místě varianta B,

3.6 Návrh vidlí

Vidle, které budou zasunuty pod automobil musí mít čtyři opěrné body pod místem rámu. Protože vidle musí být automobil možný přejet, jejich minimální délka musí být vyšší než maximální šířka automobilu (z Tab. 2). Vidle musí být možno zasunout bod automobil nebo přejet. Na vidlích jsou nasazeny při zvedání čtyři ustavovací desky, které zvedají automobil za práh automobilu. Práh automobilu je obvykle ve vzdálenosti 100 až 200 mm od vnějšku automobilu, proto rozmezí vzdálenosti ustavovacích desek musí být tomuto přizpůsobeno.

Vidle je možné navrhnout dvěma nevhodnějšími řešeními. První řešení je navržení vidlí z ohýbaného plechu. Plech je tedy konstantní tloušťky v celém průřezu profilu. Druhá možnost je navržení vidlí z UPE profilu. Výhodou této možnosti je koupení profilu, tím pádem není potřeba vlastnit ohýbací stroj pro výrobu. Nevýhodou je že výška vidlí je daná výškou UPE profilu. Z důvodu nevhodné výšky UPE profilu bylo použité navržení vidlí z ohýbaného plechu.

3.7 Návrh ustavovací desky

Ustavovací deska je součástí, které má přímý styk s vozidlem a které má stanovenou polohu při zvedání automobilu. Dotyk ustavovací desky s prahem automobilu musí mít vybrání pro dosednutí na práh automobilu.

3.8 Návrh nájezdů

Nájezdy musí být automobil schopen přejet bez posunutí zvedáku. Je tedy nutné navrhnout bezpečný úhel stoupání rampy. Sklon nájezdů vzhledem k podložce byl navržen 25°.

3.9 Výběr nakupovaných komponent

Protože zvedák má být na způsob širokého paletového vozíku bude koupen paletový vozík a z něj budou odebrány komponenty, které budou použity pro konstrukční řešení. Další potřebné komponenty budou dokoupeny zvlášť.

3.9.1 Výběr paletového vozíku – hydraulická jednotka

Vybraný paletový vozík musí splňovat zadané specifikace, které jsou zdvih v rozmezí 150 až 200 mm a minimální nosnost 2000 kg. Protože svařenec bude vážit více než původní vidle a při práci na zvednutém automobilu vznikají další síly je z důvodu bezpečnosti zvolen paletový vozík s hydraulickou jednotkou s nosností 2500 kg. Paletové vozíky se dají dělit na vozíky s hydraulickou jednotkou bez brzd nebo s brzdou. Výhoda paletového vozíku s brzdou je možnost přibrzdování při převozu těžkých nákladů. Protože zvedák není určen k převozu zvednutých automobilů není nutno pořizovat paletový vozík s bržděnou hydraulickou jednotkou. Pro zvedák byl vybrán paletový vozík od firmy DELTALIFT model BF800m s maximálním zdvihem 200 mm a nosností 2500 kg. Hydraulická jednotka má otočný úhel řízení až 210°, takže je zajištěn velký rádius manévrování. [27]



Obrázek 21: Paletový vozík DELTALIFT BF800m [27]

3.9.2 Rukojeť

Rukojeť byla vzata z nakoupeného hydraulického vozíku. Rukojeť má pohodlné ergonomické pogumované madlo a je vybavena pákou třípolohovou pákou. [27]

3.9.3 Výběr vidlicových kol pro zvedák

Vidlicová kola pro zvedák jsou na výběr ze tří materiálu. Nylonová kola jsou tvrdé a odolné proti otěru mají dlouhou životnost. Nejsou ale vhodné pro hrubé povrchy a způsobují vyšší hluk při jízdě na nerovnostech. Polyuretanová kola mají středně dlouhou životnost. Jsou vhodné pro téměř všechny druhy povrchů, mimo kluzkých povrchů. Mají středně dlouhou životnost a univerzální tvrdost. Gumová kola se vyznačují velkou tichostí a pohlcováním nerovností při jízdě na hrubém povrchu. Jejich nevýhoda je rychlejší opotřebení kvůli měkkosti. Z těchto druhů kol byly vybrány polyuretanová kola 80x70 v tandemovém uložení, kvůli jejich univerzálním vlastnostem. Tyto kola jsou vzata z nakoupeného paletového vozíku. [27]

3.9.4 Výběr řídicích kol pro zvedák

Na výběr jsou kola z materiálů nylon a polyuretan. Již v předchozí kapitole (3.9.2) byly napsány jejich vlastnosti a ze stejných důvodů jsou řídicí kola vybrána z materiálu polyuretan. Tyto kola mají rozměry 200x50 mm a byly vzata z nakoupeného paletového vozíku. [27]

3.9.5 Výběr ustavovací desky (dosedacích podložek)

Ustavovací deska se dotýká s automobilem v místě prahu. Je tedy nutné, aby ustavovací deska měla vybrání pro dosednutí na práh a nedošlo k poškození prahu. Pro zvedák tedy byly vybrány dosedací podložky z gumy s výřezem pro dosednutí prahu automobilu.



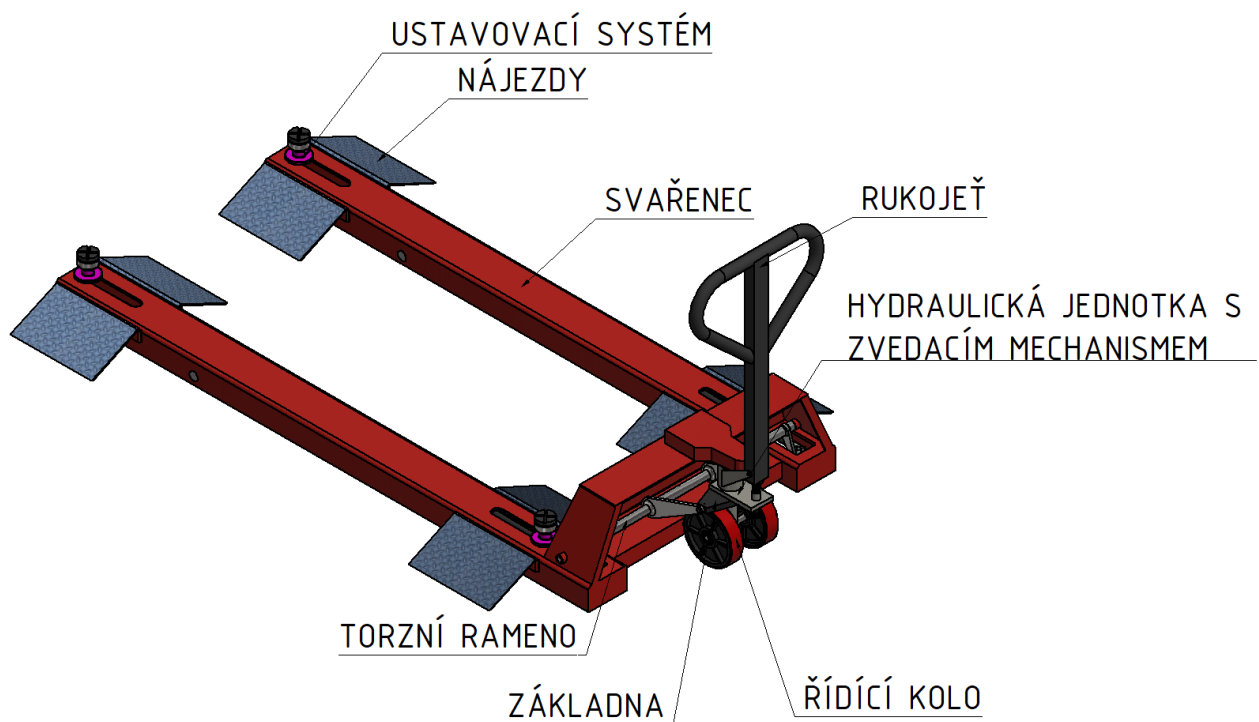
Obrázek 22: Ustavovací deska – gumová podložka s vybráním pro práh automobilu [28]

4 Konstrukční návrh zvedáku

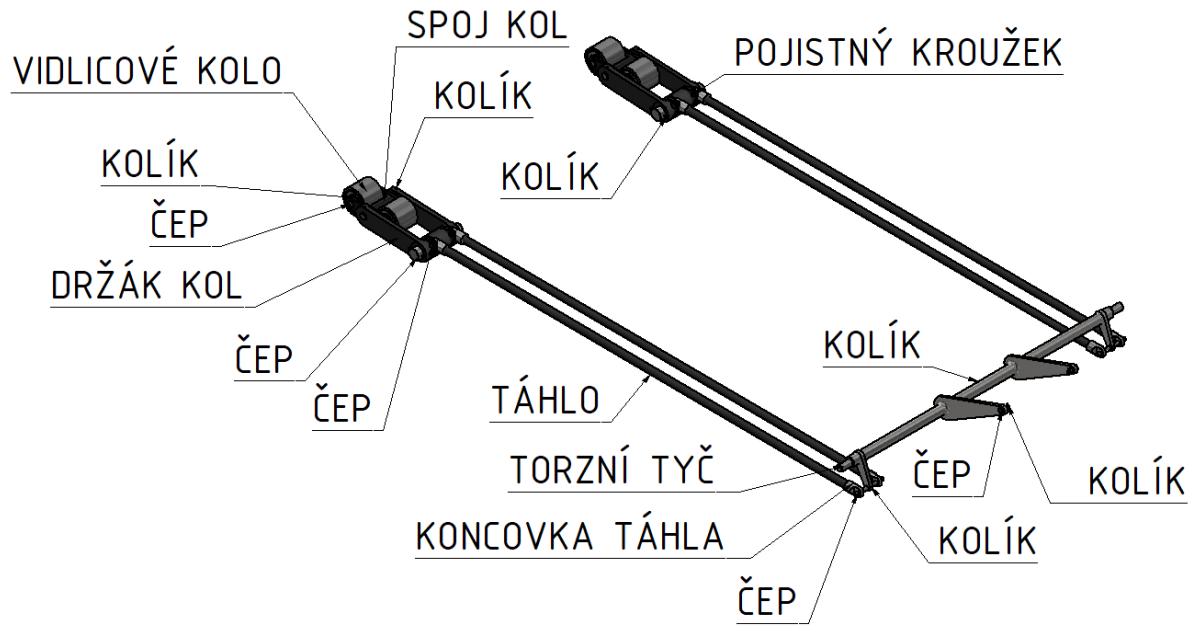
V této kapitole je navržena hrubá a finální orgánová struktura zvedáku. Poté jsou vypočítané vnější síly působící na svařenec. Dále je navržen materiál svařence a vypočítané rozměry svařence. Na svařenci je nakonec provedena jednoduchá pevnostní analýza a je zkontrolována bezpečnost v kritických místech.

4.1 Návrh hrubé stavební struktury

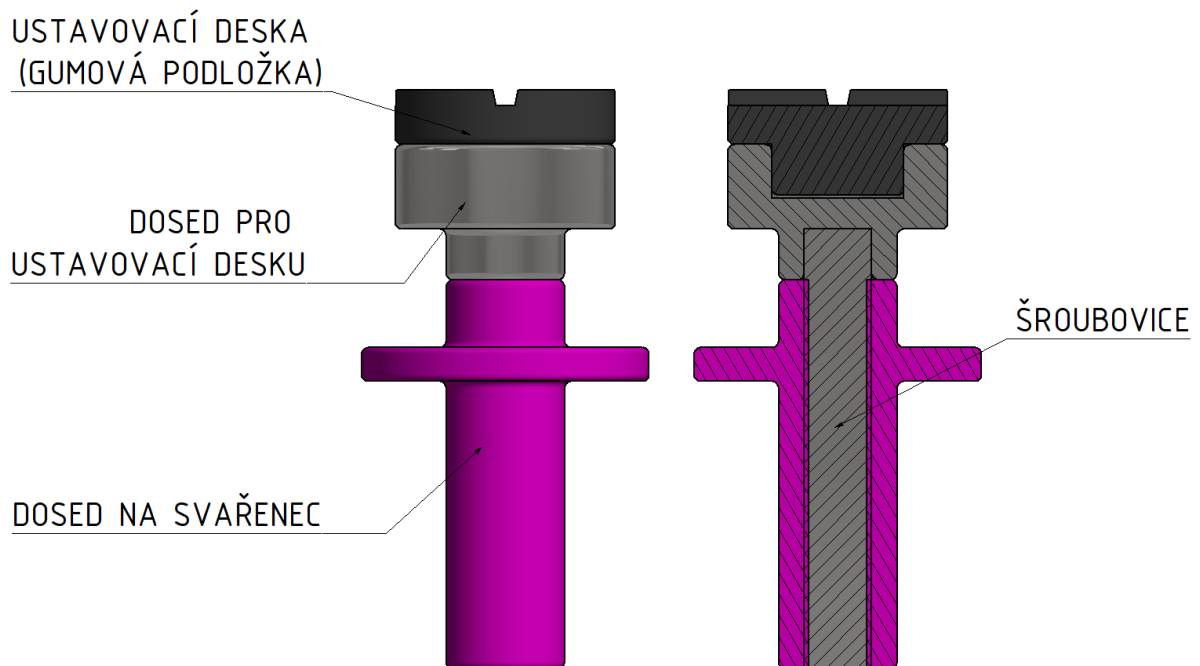
Návrh hrubé stavební struktury obsahuje veškeré prvky, které jsou nutné pro zvedák, ale pořád existují prvky technického systému, které se dají dále upravit nebo zlepšovat. Hydraulický systém se zvedacím mechanismem a rukojeť byly navrženy pouze obrazně a nejsou reálným zobrazením nakupovaných komponent.



Obrázek 23: Hrubá stavební struktura – pohled shora



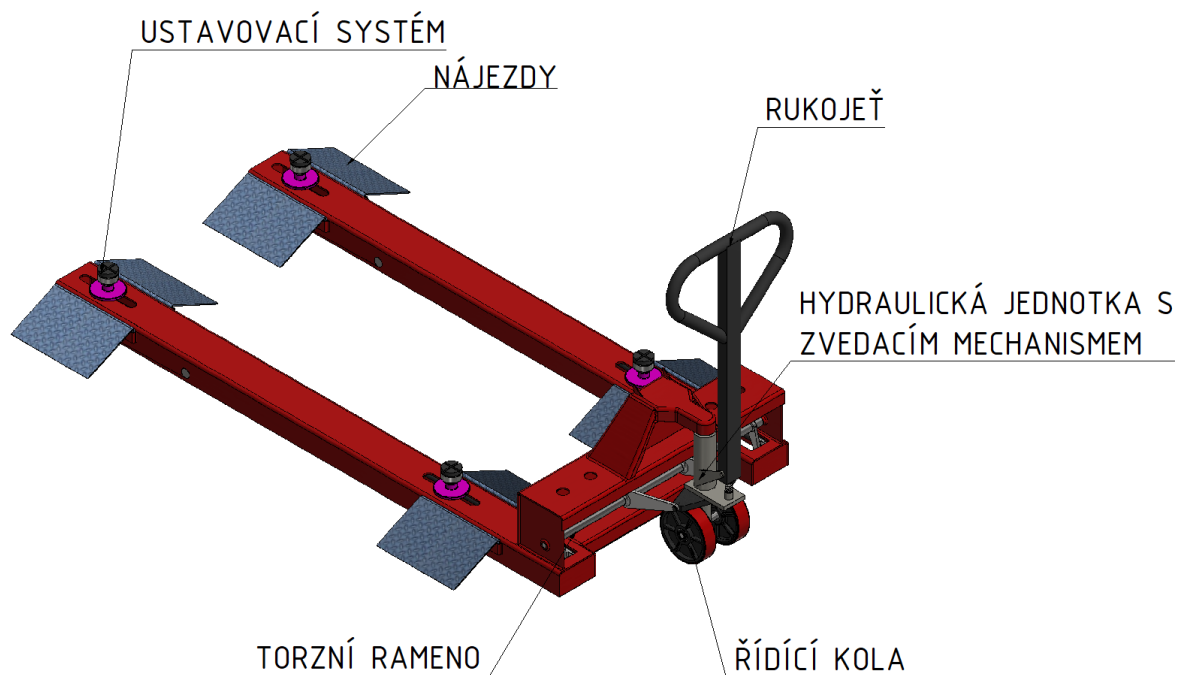
Obrázek 24: Hrubá stavební struktura – pohled bez svařence a



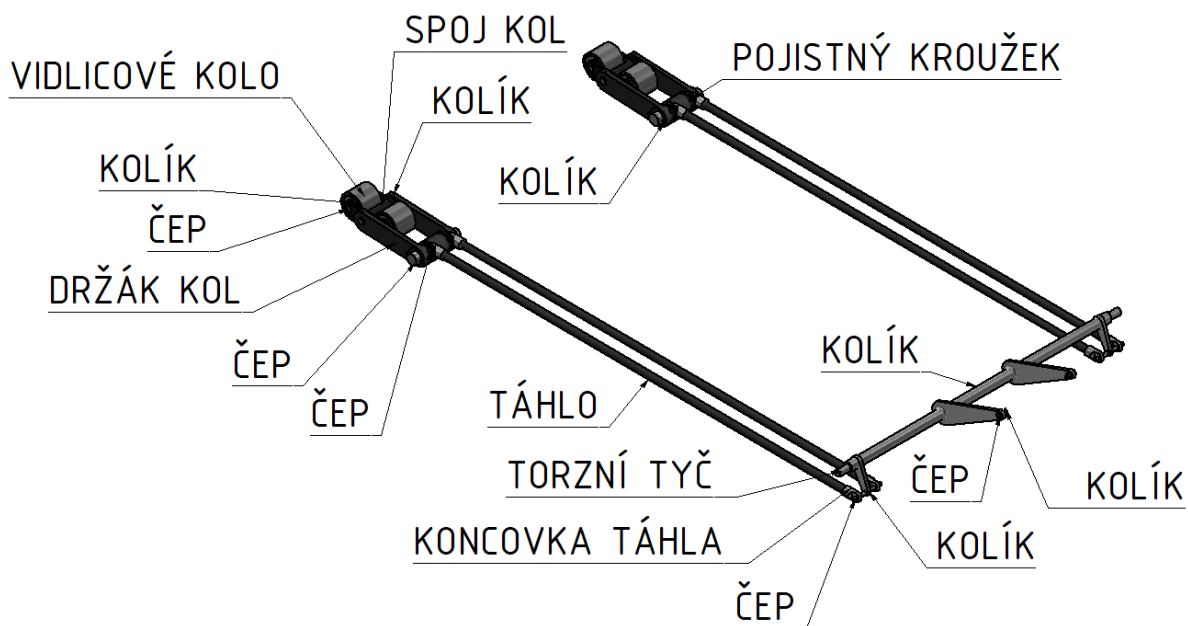
Obrázek 25: Hrubá stavební struktura – ustavovací systém a řez ustavovacím systémem

4.2 Návrh a hodnocení finální stavební struktury

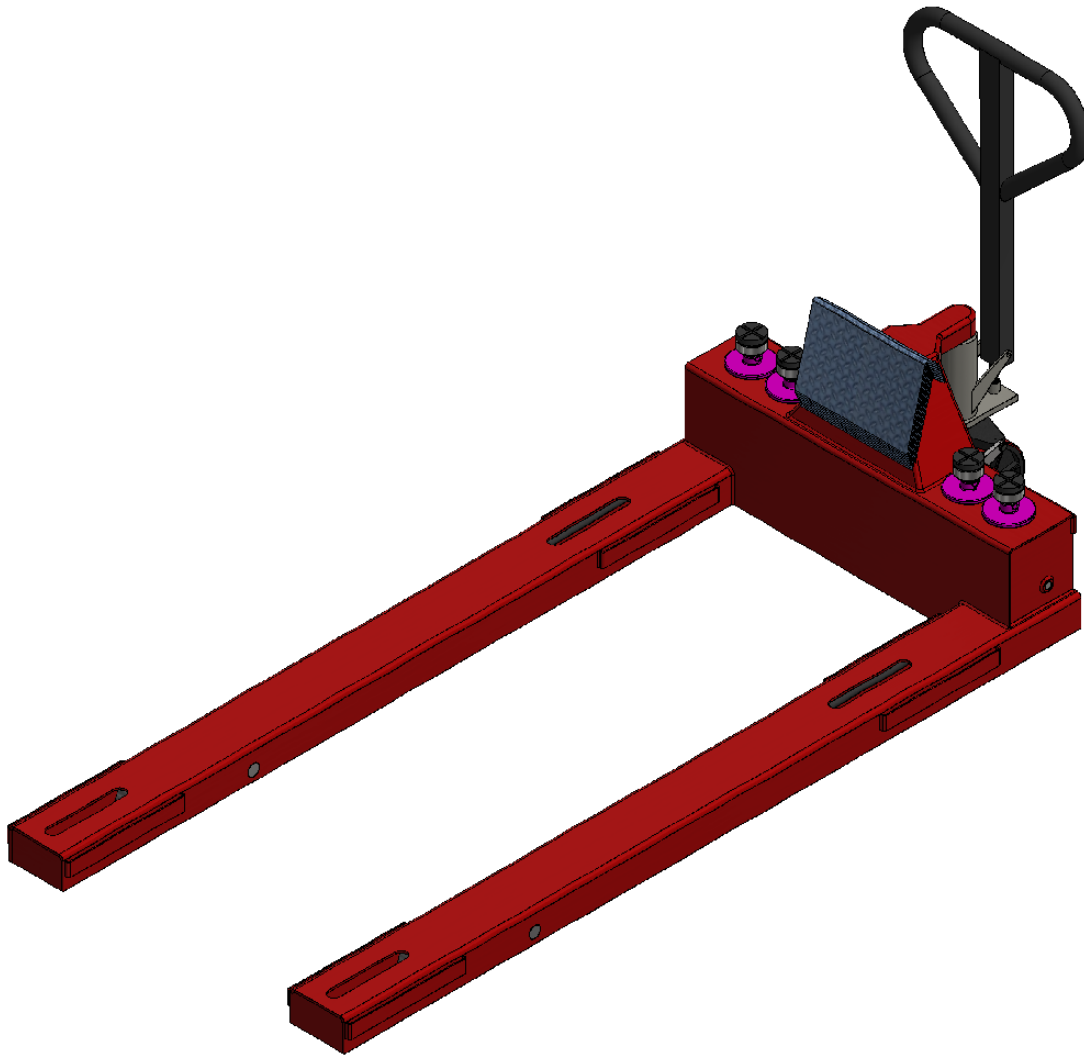
U finální stavební struktury oproti hrubé stavební struktuře byl u svařence změněn tvar pro jednodušší výrobu. Dále byly přidány otvory pro odložení ustavovacího systému a zarážky pro odložení nájezdů. Byly změněny rozměry ustavovacího systému pro zajištění vhodnosti více typů osobních automobilů. Hydraulický systém se zvedacím mechanismem a rukojeť byly navrženy pouze obrazně a nejsou reálným zobrazením nakupovaných komponent.



Obrázek 26: Finální stavební struktura – pohled shora

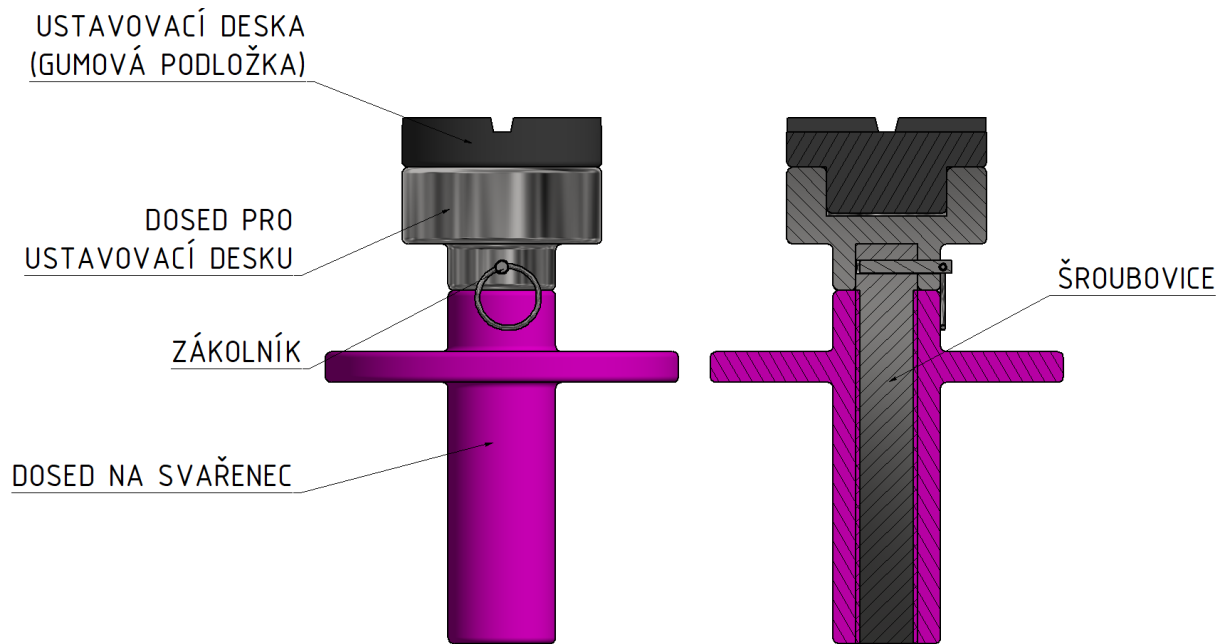


Obrázek 27: Finální stavební struktura – pohled bez svařence

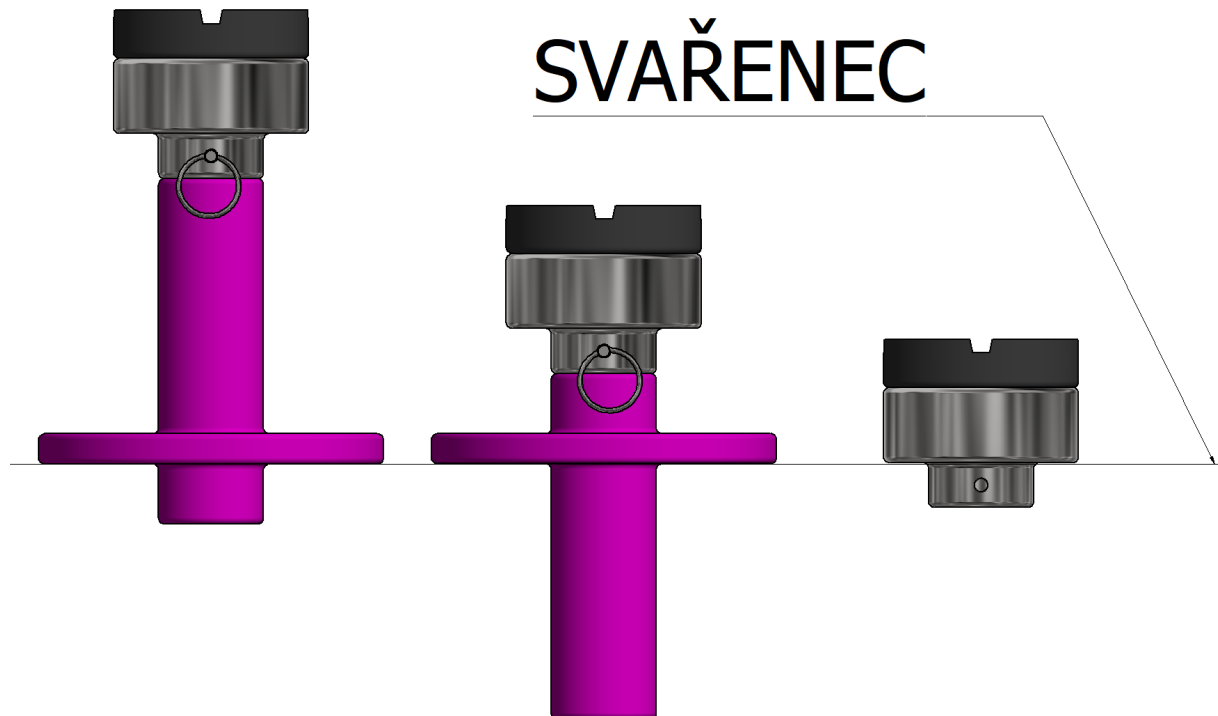


Obrázek 28: Finální stavební struktura – pohled shora na zvedák se složenými komponenty

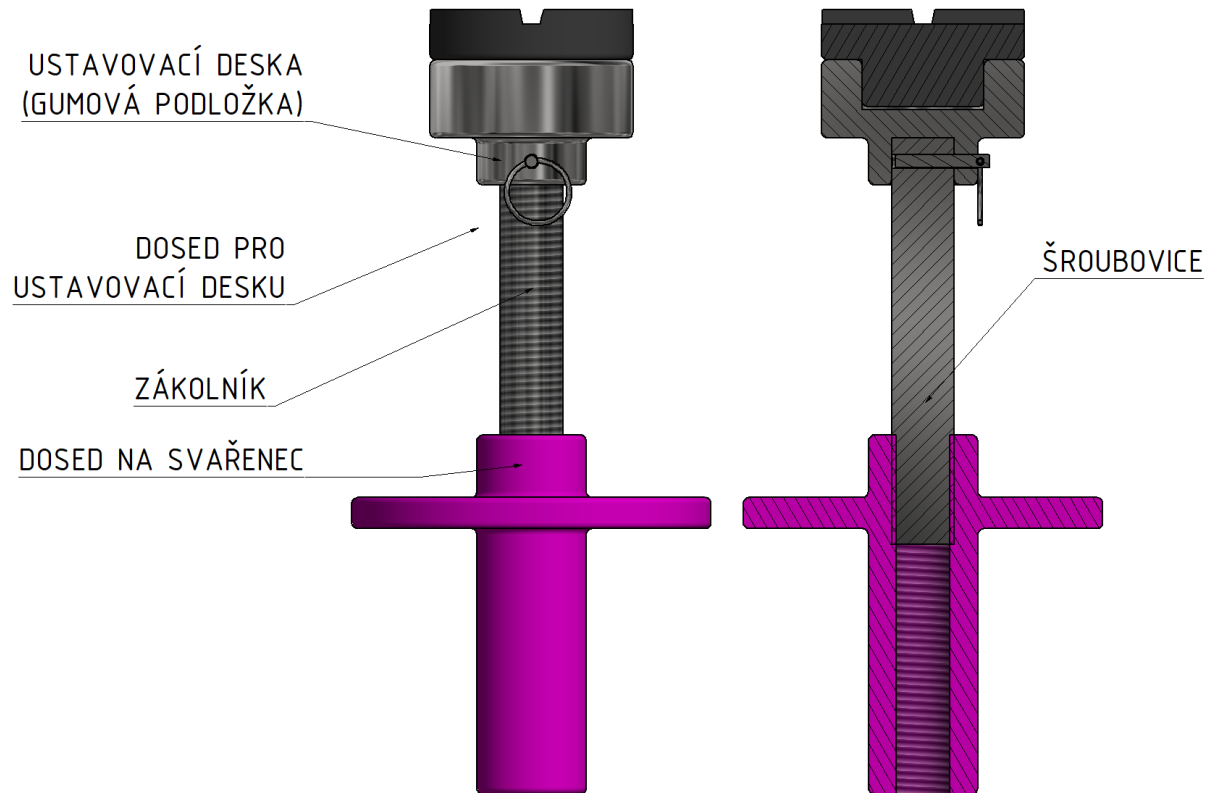
Oproti hrubé stavební struktuře ustavovacího systému byl přidán do finální struktury zákolník, který zajišťuje pootočení ustavovací desky vůči šroubovici. Tento typ spoje byl vybrán kvůli rychlé a snadné rozebíratelnosti. Ustavovací desku s dosedem lze použít samostatně, to znamená bez všech dalších částí ustavovacího systému. Takovéto použití je výhodné, pokud potřebujeme menší minimální zdvih než ustavovací systém dovoluje. Při potřebě vyššího zdvihu lze dosed na svařenec otočit, to umožní větší maximální zdvih, vhodné hlavně při zdvihání automobilu s vysokým podvozkem.



Obrázek 29: Finální stavební struktura – ustavovací systém



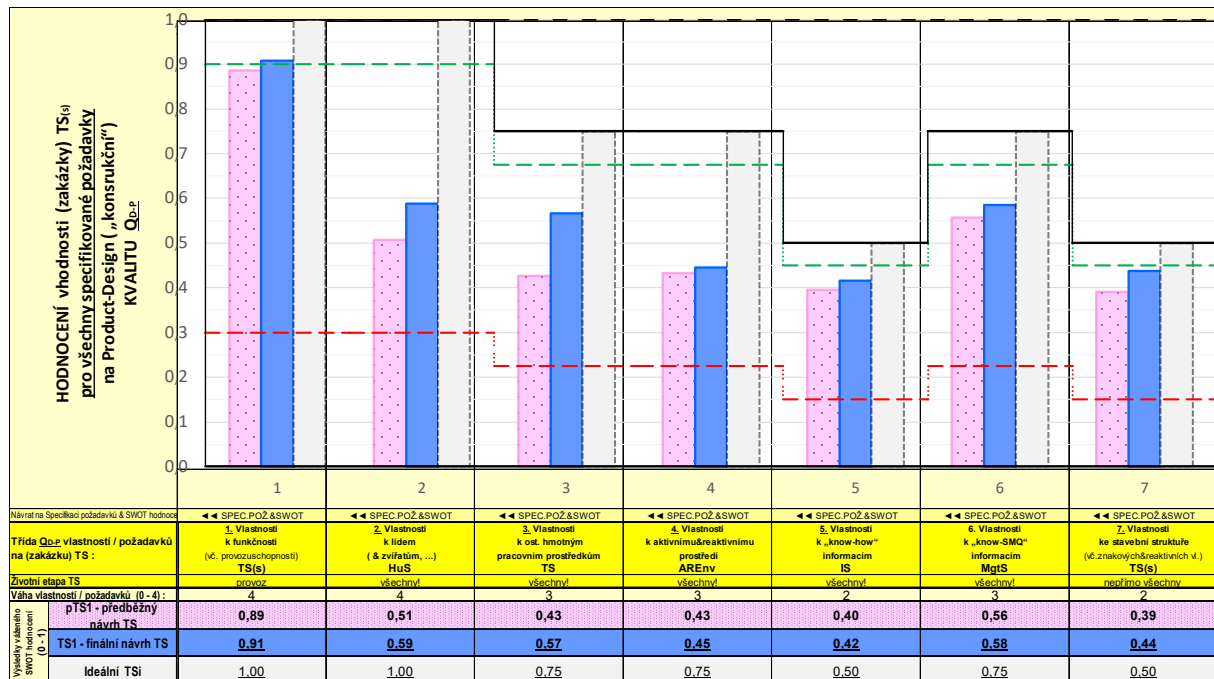
Obrázek 30: Možné použití ustavovacího systému a jeho částí



Obrázek 31: Finální stavební struktura – vysunutý ustavovací systém

4.2.1 Hodnocení finální stavební struktury

SWOT hodnocení definitivní stavební struktury bylo provedeno s využitím SW podpory RS&EA (viz Příloha 1). [25]



Obrázek 32: Výsledky hodnocení SWOT analýzy finální stavební struktury [25]

4.3 Zatížení působící na nosnou konstrukci a kontrola šroubovice

4.3.1 Rozdělení sil působící na nosnou konstrukci

Zatížení konstrukce vlastní hmotností

Rozděluje se na zatížení vyvolané nepohybující se částmi, které jsou považované za statické zatížení, a zatížení vyvolané pohybujícími se částmi, které jsou považované za dynamické zatížení a je možné je nepočítat kvůli malým pracovním rychlostem, v řádech 0,01, protože nepůsobí zároveň s ručními silami. Předpokládaná hmotnost konstrukce je 150 kg, a ve výpočtech se tedy bude uvažovat s touto hmotností. Tato hmotnost by měla být dostatečnou rezervu, aby nebyla překročena a výpočty se nemuseli upravovat. [1]

Zatížení jmenovitou nosností

Jmenovitá nosnost zvedáku je 2000 kg. Tuto hmotnost je nutno převést na sílu od dynamického zatížení, protože při zvedání je se pohybuje. [1]

Ruční síly

Ruční síly, které jsou vyvolány obsluhou a působí např. při výměně kol. Tato síla má velikost 1000 N v horizontálním směru a je dána normou ČSN 1493. Nejbližší ustavovací deska zachytí většinu této síly, proto je nutné tuto sílu přičíst k zatížení každé ustavovací desky. [1]

Dynamické síly

Jsou to síly, které vznikají při pracovních pohybech zvedání a spouštění automobilu. Protože rychlost zvedání je velmi malá, v řádech 0,01 m/s je možné tyto síly nepočítat, protože nepůsobí zároveň s ručními silami. [1]

Na nosnou konstrukci působí síly

Zvednutý automobil má jeho hmotnost rozložen na čtyři ustavovací desky, při zvedání na ně působí navíc síla od setrvačných účinků a při práci na automobilu (např. přezouvání kol) působí ruční síla. [1]

Účinky sklonu

Jelikož je specifikováno že zvedák musí být při pracovních pohybech na přibližně vodorovné podložce nevznikají anebo vznikají minimální účinky od sklonu, které je možné zanedbat. [1]

4.3.2 Výpočet maximální síly působící na nosnou konstrukci

Statická síla od zatížení vlastní hmotností je

$$F_{vm} = m_k \cdot g = 150 \cdot 9,81 \cong 1,5 \text{ kN.} \quad (1)$$

Síla od dynamických účinků od zatížení vlastní hmotností je velmi malá vůči ostatním silám kvůli malým pracovním rychlostem a je tedy možné ji nepočítat. Síla od zatížení jmenovitou nosností je

$$F_{jm} = m_{jm} \cdot g = 2000 \cdot 9,81 \cong 19,6 \text{ kN.} \quad (2)$$

Ruční síla je daná normou a má velikost

$$F_r = 1 \text{ kN.} \quad (3)$$

Síly působící na konstrukci při zvedání jsou menší než síly působící na konstrukci při práci kvůli malým pracovním rychlostem. Proto je celková síla působící na konstrukci počítána jako

$$F_C = F_{vm} + F_{jm} + F_r = 1,5 + 19,6 + 1 = 22,1 \text{ kN.} \quad (4)$$

Protože rozložení hmotnosti automobilu nemusí být symetrické je dle normy ČSN 1493 počítáno rozložení 2:3 a 3:2, protože zvedák je symetrický je možné počítat pouze jedno z těchto rozložení hmotnosti. Síly působící na každou vidli jsou

$$F_{V1} = \frac{1}{2}(F_{vm} + F_r) + \frac{3}{5}F_{jm} = \frac{1}{2}(1,5 + 1) + \frac{3}{5} \cdot 19,6 \cong 13 \text{ kN,} \quad (5)$$

$$F_{V2} = \frac{1}{2}(F_{vm} + F_r) + \frac{2}{5}F_{jm} = \frac{1}{2}(1,5 + 1) + \frac{2}{5} \cdot 19,6 \cong 9,1 \text{ kN.} \quad (6)$$

Tyto síly se přenášejí na konstrukci přes ustavovací desky, které jsou čtyři, dvě na každé vidli. Síly působící na ustavovací desky jsou

$$F_{U1} = \frac{F_{V1}}{2} = \frac{13}{2} = 6,5 \text{ kN,} \quad (7)$$

$$F_{U2} = \frac{F_{V2}}{2} = \frac{9,1}{2} = 4,55 \text{ kN.} \quad (8)$$

4.3.3 Kontrola šroubovice

Rozměry závitů a dovolené hodnoty byly odečteny z tabulek. [29, 31]

Kontrola na tlak

Byl navrhnut závit šroubovice M20. Závitové tyče se obvykle vyrábí s pevnostní třídou 4.8. Jmenovitá mez kluzu této pevnostní třídy je

$$R_{ej} = 400 \text{ MPa,} \quad (9)$$

kvůli bezpečnosti je nutné tuto hodnotu snížit a dovolené napětí v tlaku je tedy

$$\sigma_{dovT} = R_{ej} \cdot 0,7 = 400 \cdot 0,7 = 280 \text{ MPa.} \quad (10)$$

Šroubovice je zatížena pouze osovou silou, a tedy pro výpočet napětí v tlaku platí

$$\sigma = \frac{F}{A_s}, \quad (11)$$

kde A_s je střední plocha průřezu šroubu a F je zatěžující síla v ose. Střední plocha šroubu se vypočítá jako

$$A_s = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2 \quad (12)$$

a po dosazení do vztahu pro napětí se tedy napětí vypočítá jako

$$\sigma = \frac{F_{U1}}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2} = \frac{6500}{\frac{\pi}{4} \left(\frac{18,376 + 16,993}{2} \right)^2} \cong 22,5 \text{ MPa.} \quad (13)$$

Dovolené napětí v tlaku je tedy větší než skutečné a šroub vyhovuje.

Kontrola samosvornosti

Šroubovice se nesmí při zvedání automobilu otočit. Kontrola se provede z podmínky samosvornosti

$$\operatorname{tg} \alpha \leq f. \quad (14)$$

Kde α je úhel stoupání a f je součinitel smykového tření. Velikost $\operatorname{tg} \alpha$ se vypočte jako

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{P}{\pi d_2} = \frac{2,5}{\pi \cdot 18,376} \cong 0,043, \quad (15)$$

kde P je stoupání závitů a d_2 je střední průměr závitu. Součinitel smykového tření při třecích plochách ocel – ocel je 0,15 až 0,2 a tedy podmínka samosvornosti

$$0,043 = \operatorname{tg} \alpha \leq f = (0,15 \div 0,20) \quad (16)$$

je splněna.

Výpočet minimální výšky závitu v záběru z otlačení závitu

Otlačení závitu vychází z podmínky pro otlačení

$$p = \frac{F}{S_p} \leq p_d, \quad (17)$$

kde p je skutečný tlak vznikající v závitu, F je síla zatěžující závit, S_p je opěrná plocha všech závitů v záběru závitu a p_d je dovolený tlak který může vznikat v závitu. Pro pevnostní třídu 4,8 je dovolený tlak

$$p_d = 75 \text{ MPa}. \quad (18)$$

Opěrná plocha závitu se vypočte jako

$$S_p = \frac{m}{P} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - D_1^2) \quad (19)$$

kde m je výška záběru, P je rozteč závitu, d je velký průměr šroubu a D_1 je malý průměr vnitřního závitu. Minimální výška v záběru se tedy vypočte jako

$$m = \frac{4 \cdot F_{U1} \cdot P}{\pi \cdot (d_2 - D_1)^2} = \frac{4 \cdot 6500 \cdot 2,5}{\pi \cdot (19,623^2 - 17,294^2)} \cong 3,2 \text{ mm}. \quad (20)$$

4.4 Volba materiálu svařence

Pro materiál svařence byl zvolen materiál S235JR (11 375). Tento materiál byl zvolen hlavně z důvodu vhodnosti ke svařování a dobrou mezí kluzu. Tento materiál je nelegovaná konstrukční ocel vhodná zejména pro staticky namáhané nosné konstrukce jako jsou např. mostové či jeřábové a méně zatížené strojní díly. [29]

Přehled vlastností oceli S235JR								1.0038	
Druh oceli	Nelegovaná jakostní konstrukční ocel								
TDP	ČSN EN 10025-2: 2005								
Dřívější označení	S235JRG2 podle EN 10025: 1990 + A1: 1993; RSt 37-2 podle DIN 17100; 11 375 podle ČSN								
Chemické složení v % hmot. (rozbor tavby)	C max. pro tloušťku v mm			Mn max.	Si max.	P max.	S max.	N max.	
	≤16	>16≤40	>40 ¹⁾						
Složení hotového výrobku	0,17	0,17	0,20	1,40	-	0,035	0,035	0,012	
	0,19	0,19	0,23	1,50	-	0,045	0,045	0,014	
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	
	235	225	215	215	215	195	185	175	
	Pevnost v tahu R_m MPa pro výrobky jmenovité tloušťky v mm :								
	≥ 3 ≤ 100			> 100 ≤ 150			> 150 ≤ 250		
	360-510			350-500			340-490		
	Minimální tažnost v % ($L_0 = 5.65\sqrt{S_0}$) pro výrobky jmenovité tloušťky v mm ⁵⁾ :								
	> 3 ≤ 40		> 40 ≤ 63		> 63 ≤ 100		> 100 ≤ 150		> 150 ≤ 250
	26		25		24		22		21
	Minimální nárazová práce KV (J) při 20°C pro výrobky jmenovité tloušťky v mm : ^{4),5)}								
≤150				>150≤250					
27 ⁴⁾				27 ⁴⁾					
Maximální hodnota CEV ³⁾	Pro výrobky jmenovité tloušťky v mm:								
	≤ 30		> 30 ≤ 40		> 40 ≤ 150		> 150 ≤ 250		
	0,35		0,35		0,38		0,40		
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 dodávané výrobky dále tvářeny za tepla, splňují uvedené mechanické vlastnosti pouze po následném normalizačním žitání.								
Tvářitelnost za studena	Ocel určená pro tváření za studena musí být označena písmenem C (S235JRC). 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 se vypočte z rozboru tavby podle vzorce : $CEV = C + Mn : 6 + (Cr+Mo+V) : 5 + (Ni+Cu) : 15$ CEV je volitelný požadavek ⁴⁾ průměrná hodnota vypočtená z výsledků tří stanovení musí splňovat předepsané požadavky. Jedna hodnota může být nižší, než předepsaná minimální průměrná 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. ⁵⁾ pro podélný směr zkoušení.									

Obrázek 33: Materiálová specifikace – ocel S235JR (11375 dle ČSN) [30]

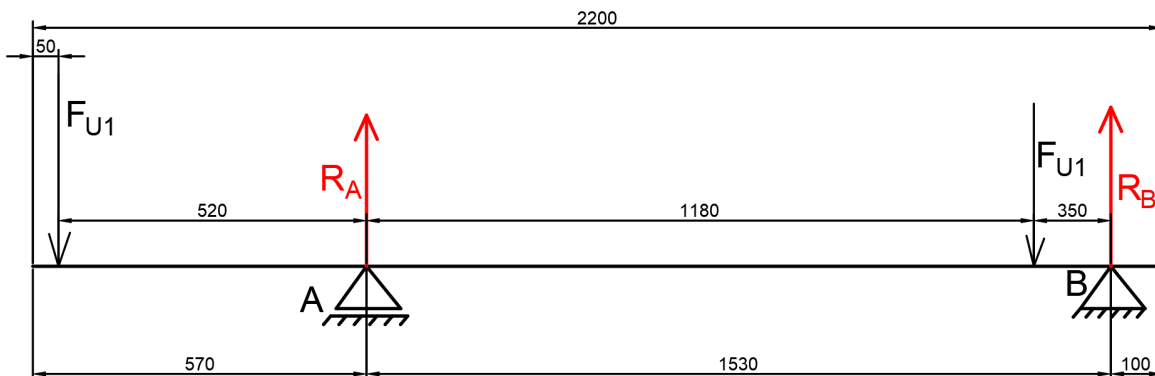
Je předpokládáno že konstrukce svařence nebude mít větší tloušťku než 16 mm. Z materiálové specifikace (Obr. 33) je odečtena mez kluzu R_{eH} pro materiály tloušťky 16 mm a méně. Bezpečnost k je zvolena 1,5 a vypočítané dovolené napětí je tedy

$$\sigma_{dov} = \frac{R_{eH}}{k} = \frac{235}{1,5} \cong 156 \text{ MPa} \quad (21)$$

toto napětí musí být vyšší než napětí, které vzniká na konstrukci.

4.5 Výpočet tloušťky plechu vidlic

Pro svařenec je důležité, aby na něm nevznikal nebo vznikl pouze minimální průhyb a vznikalo menší než dovolené ohybové napětí. Je tedy nutné vypočítat maximální ohybové napětí a maximální průhyb. Svařenec zjednodušíme na dvě vidle a budeme počítat pouze vidli, která je zatížena větší silou. Vidle jsou počítány jako když budou zatíženy silou F_{V1} v nejnepříznivější poloze. Nejnepříznivější poloha je dána maximální možnou vzdáleností ustavovacích desek. Vidle je tedy možné chápat jako nosník o dvou podporách, kde jedna podpora je ve středu místa svaření a druhá podpora je v místě spojení čepu s vidlemi. Nosník tedy vypadá se zatížením



Obrázek 34: Nosník

Síla od vlastní tíhy nosníku je v tomto případě uvažována již v zatěžovací síle F_{U1} . Při uvolnění nosníku vznikají reakce R_A a R_B . Výpočet těchto reakcí je proveden z momentových podmínek k bodu A a k bodu B.

Výpočet reakce R_B z momentové podmínky k bodu A

$$\begin{aligned} \sum M_{iA} &= R_B \cdot 1450 + F_U(600 - 1300) = 0 \rightarrow \\ R_B &= \frac{6500 \cdot (1180 - 520)}{1480} \cong 2900 \text{ N} \end{aligned} \quad (22)$$

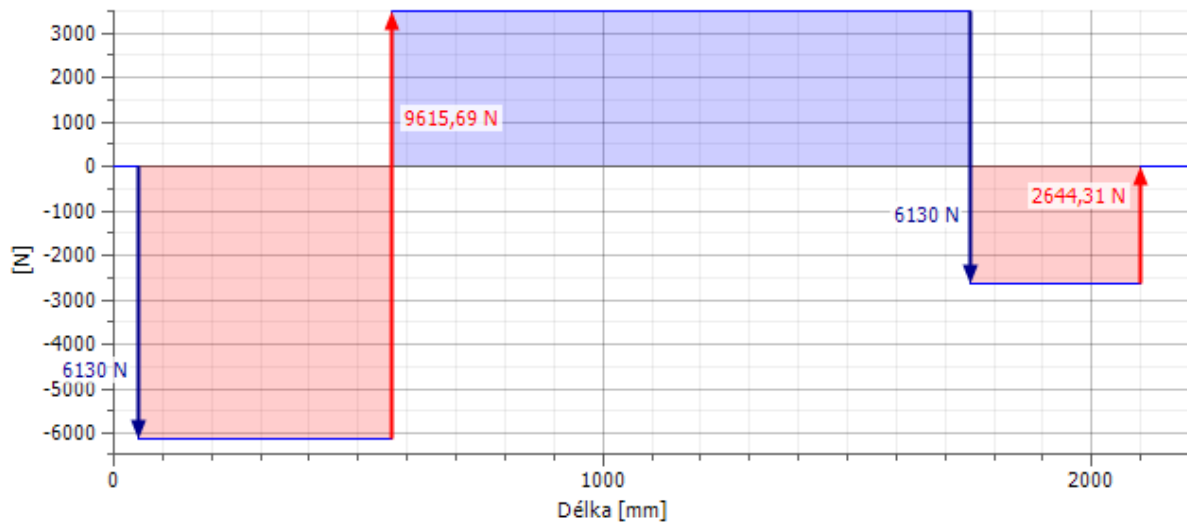
Výpočet reakce R_A z momentové podmínky k bodu B

$$\begin{aligned} \sum M_{iB} &= R_A \cdot 1450 - F_U(520 + 1180 + 350 + 350) = 0 \rightarrow \\ R_A &= \frac{6500 \cdot (520 + 1180 + 350 + 350)}{1480} \cong 10101 \text{ N} \end{aligned} \quad (23)$$

Tyto hodnoty porovnáme s hodnoty vypočítané SW Autodesk Inventor.

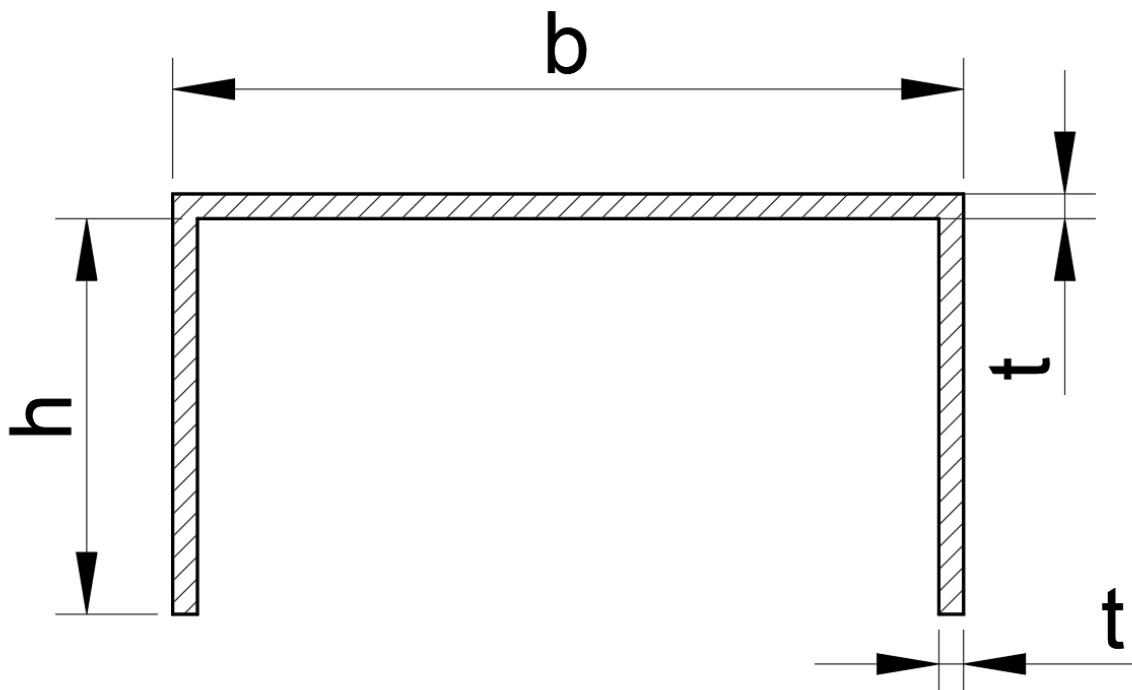
Tabulka 4: Porovnání velikostí reakcí působící na vidle

Hodnoty vypočítané	Hodnoty vypočítané SW
$R_A \cong 10101 \text{ N}$	$R_{AS} \cong 9616 \text{ N}$
$R_B \cong 2900 \text{ N}$	$R_{BS} \cong 2645 \text{ N}$



Obrázek 35: Průběh sil na nosníku – rovina YZ

Pro další výpočty je potřeba zvolit předběžný profil. Byl zvolen předběžný profil ve tvaru U z ohýbaného plechu a poloměry ohybu byly zanedbané.

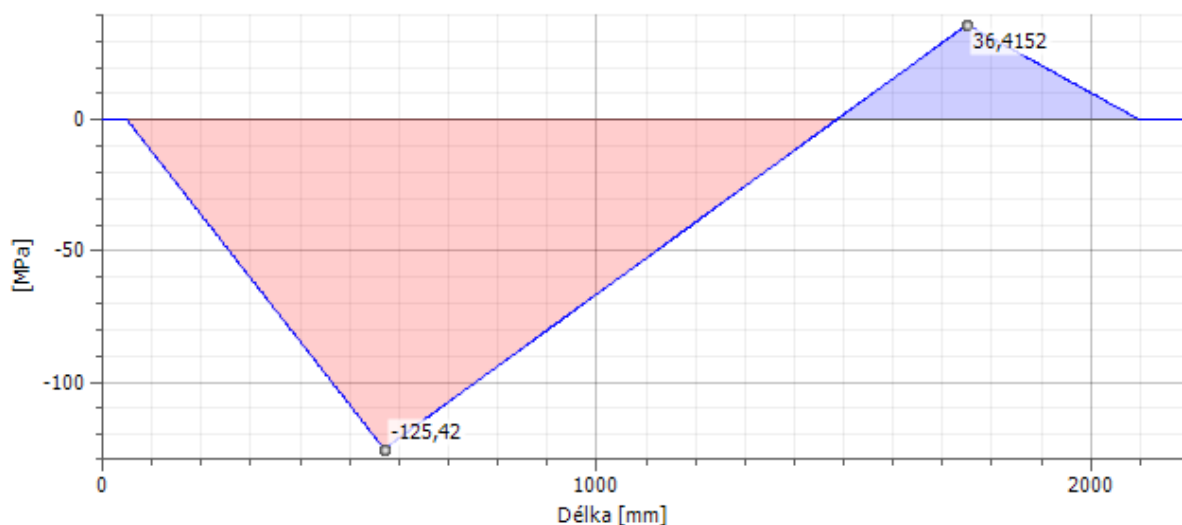


Obrázek 36: Předběžný profil vidlí – rozměry

Tabulka 5: Předběžné rozměry profilu vidlí

Rozměr profilu	Velikost [mm]
b	160
h	85
t	6

K dalším výpočtům byl použit SW Autodesk Inventor. Maximální ohybový moment je zřejmé že vzniká v bodě A. Protože je nosník stálého průřezu vzniká v bodě A i maximální ohybové napětí. Ohybové napětí je jediné napětí působící na nosník a je tedy zřejmé že maximální napětí vzniká v bodě A.



Obrázek 37: Průběh ohybového napětí na nosníku – rovina YZ

Maximální napětí vznikající na nosníku je tedy

$$\sigma_{maxN} \cong 126 \text{ MPa} \quad (24)$$

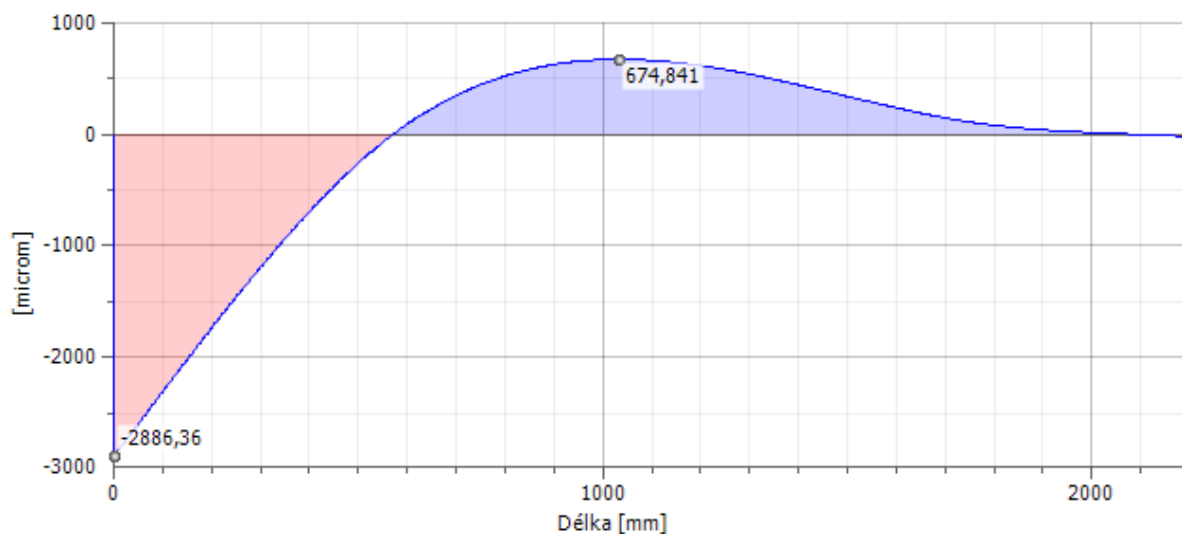
a toto napětí splňuje podmínku

$$156 \text{ MPa} = \sigma_{Do} \geq \sigma_{maxN} = 126 \text{ MPa}. \quad (25)$$

Bezpečnost k v bodě A se vypočte jako

$$k = \frac{R_{eH}}{\sigma_{maxN}} = \frac{235}{126} = 1,87. \quad (26)$$

Nyní je potřeba zkontrolovat nosník na maximální průhyb.



Obrázek 38: Průběh průhybu na nosníku – rovina YZ

Maximální průhyb vzniká tedy na konci nosníku a má velikost

$$x_n \cong -2,9 \text{ mm} \quad (27)$$

kde mínus značí směr prohnutí směrem k podložce.

Navržený profil tedy vyhovuje danému zatížení. Průhyb 2,9 mm není ideální a bude pokus o snížení ve finálním konstrukčním návrhu, na který bude použita pevnostní analýza. Všechny výpočty v této kapitole jsou pouze orientační a reálné hodnoty budou vypočteny pomocí pevnostní analýzy v kapitole 4.6.

5 Pevnostní analýza svařence

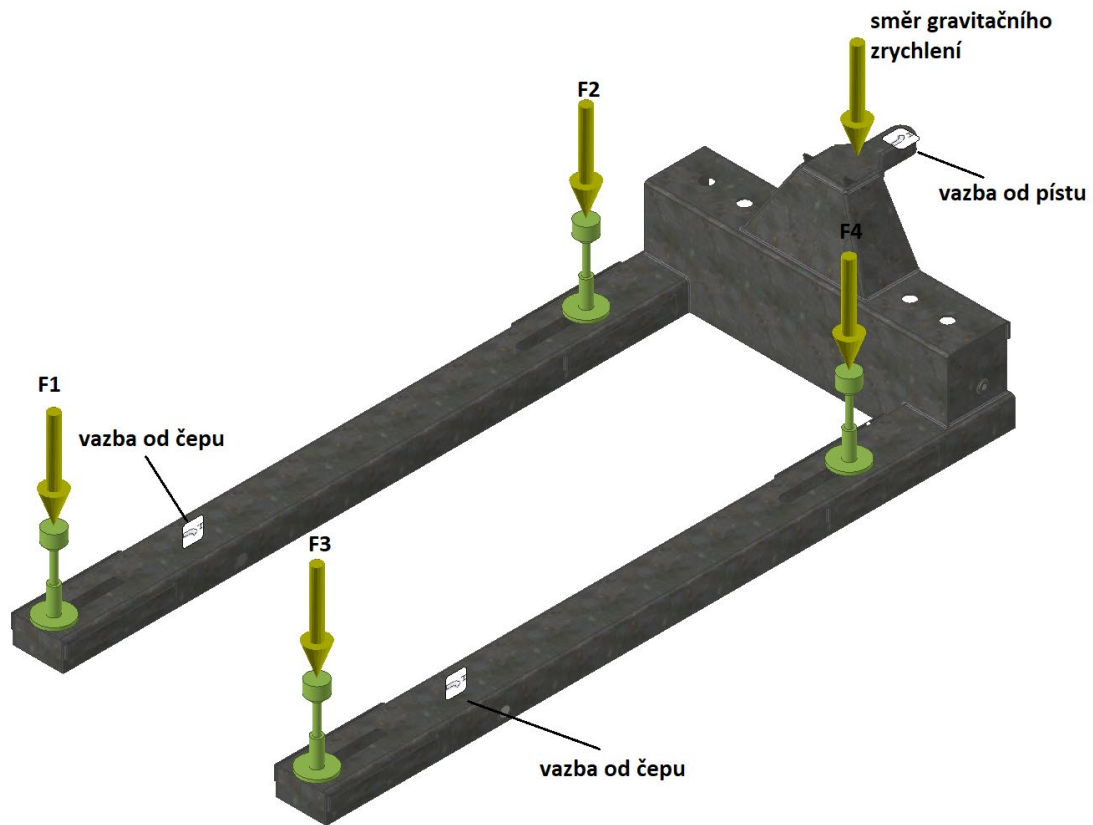
Svařenec zvedáku, který byl navrženého v předchozích kapitolách byl vymodelován a byla na něm provedena analýza pomocí SW Autodesk Inventor. Pevnostní analýza byla vytvořena pro nejnepříznivější rozložení zatížení, to znamená za působení největších sil, při největší vzdálenosti mezi ustavovacími deskami. Dále lze nejnepříznivější rozložení rozdělit podle rozložení ustavovací soustavy. První rozložení je při použití celé ustavovací soustavy s maximálním vysunutím šroubovice a použití dosedu na svařenec ve směru pro maximální zdvih. Druhé rozložení je při použití pouze dosedu pro ustavovací desku a ustavovací desky. Při použití rozložení dva může vznikat kritické napětí, protože dosedací plocha dosedu pro ustavovací desku je menší než dosedací plocha dosedu na svařenec. Největší působící síly byly vypočítány v kapitole 4.2.2, tyto síly je ale nutné ještě upravit a odečíst od nich vlastní hmotnost, protože v analýze lze zadat směr gravitačního zrychlení, kterým se vypočítá síla od vlastní tíhy zatížené sestavy.

Tabulka 6: Síly působící na svařenec

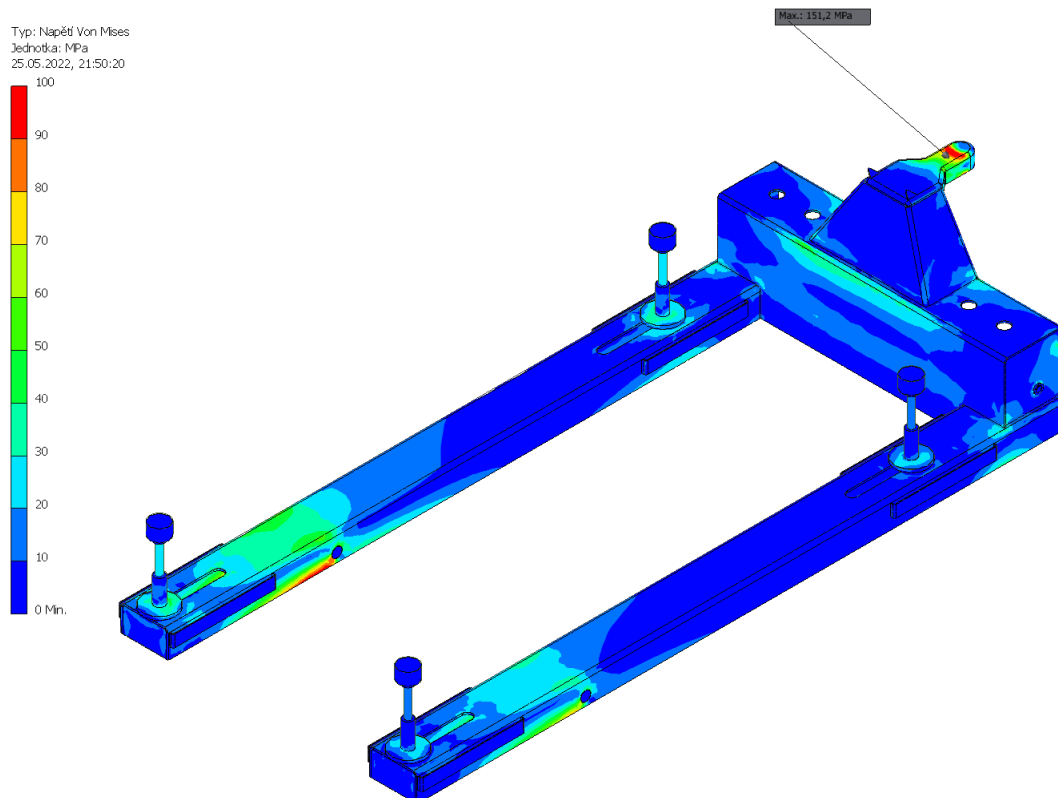
Síly působící na svařenec	Velikost síly
$F_1 = \frac{1}{2} \left(\frac{3}{5} F_{jm} + \frac{1}{2} F_r \right)$	6130 N
$F_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{3}{5} F_{jm} + \frac{1}{2} F_r \right)$	6130 N
$F_3 = \frac{1}{2} \left(\frac{2}{5} F_{jm} + \frac{1}{2} F_r \right)$	4170 N
$F_4 = \frac{1}{2} \left(\frac{2}{5} F_{jm} + \frac{1}{2} F_r \right)$	4170 N
$F_G = m \cdot g$	1070 N

Pro pevnostní analýzu byl zvolen rozsah stupnice od 0 do 100 MPa pro přehlednou vizualizaci napěťových map na svařenci. Dále jsou zobrazeny detaily míst, ve kterých se koncentruje napětí. V pevnostní analýze jsou uvažovány dokonale tuhé svarové spojení. Ve výsledcích analýzy byly skryty značky zatížení a vazeb pro lepší přehlednost výsledků. Vazby byly umístěny na čepy, které jsou mezi vidlemi a držákem kol, na plochu, na kterou dosedá píst viz Obr. 39 a 46.

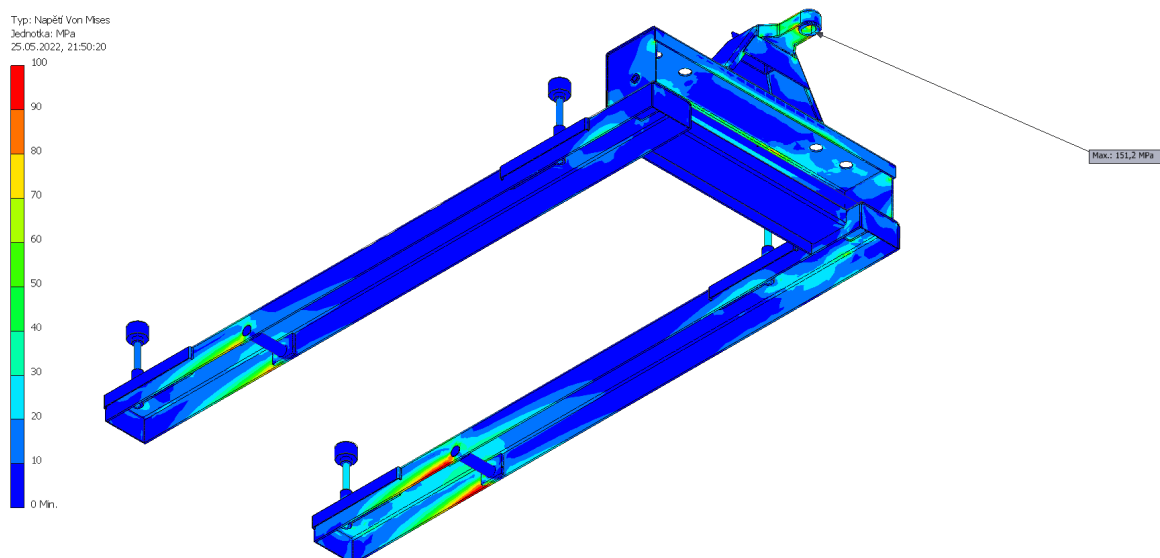
5.1.1 Pevnostní analýza 1 – maximální dovolené vysunutí šroubovice



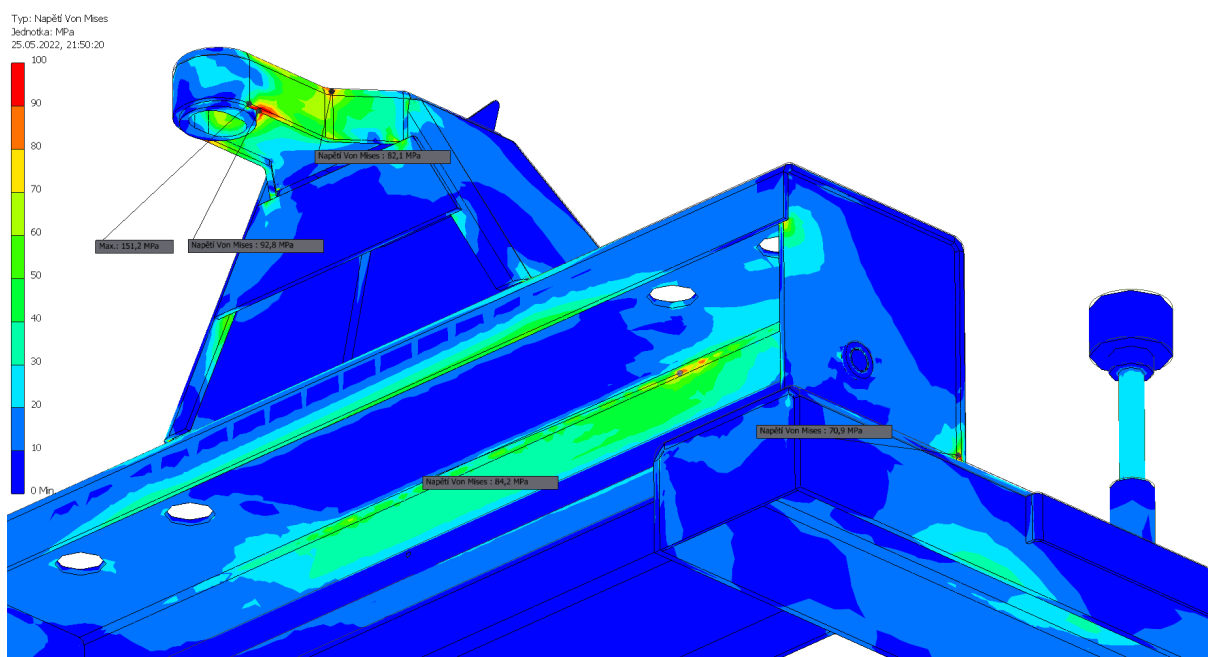
Obrázek 39: Pevnostní analýza 1 – zatížení a vazby na svařenci



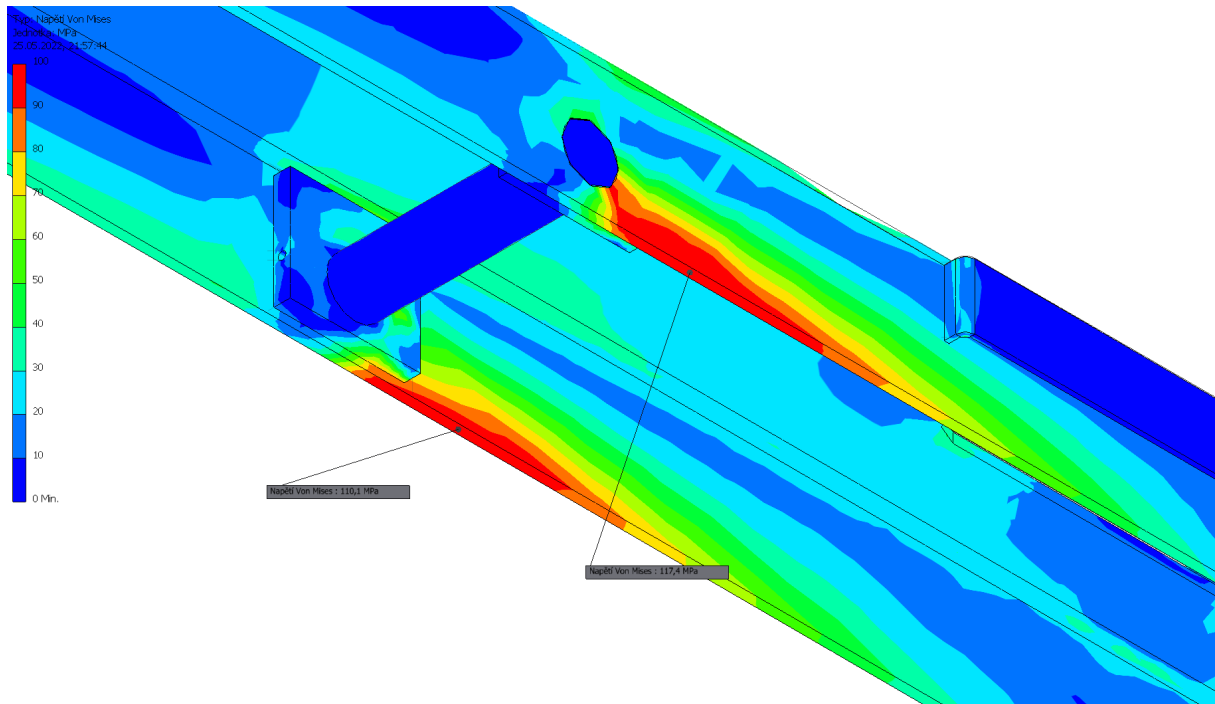
Obrázek 40: Pevnostní analýza 1 – pohled shora



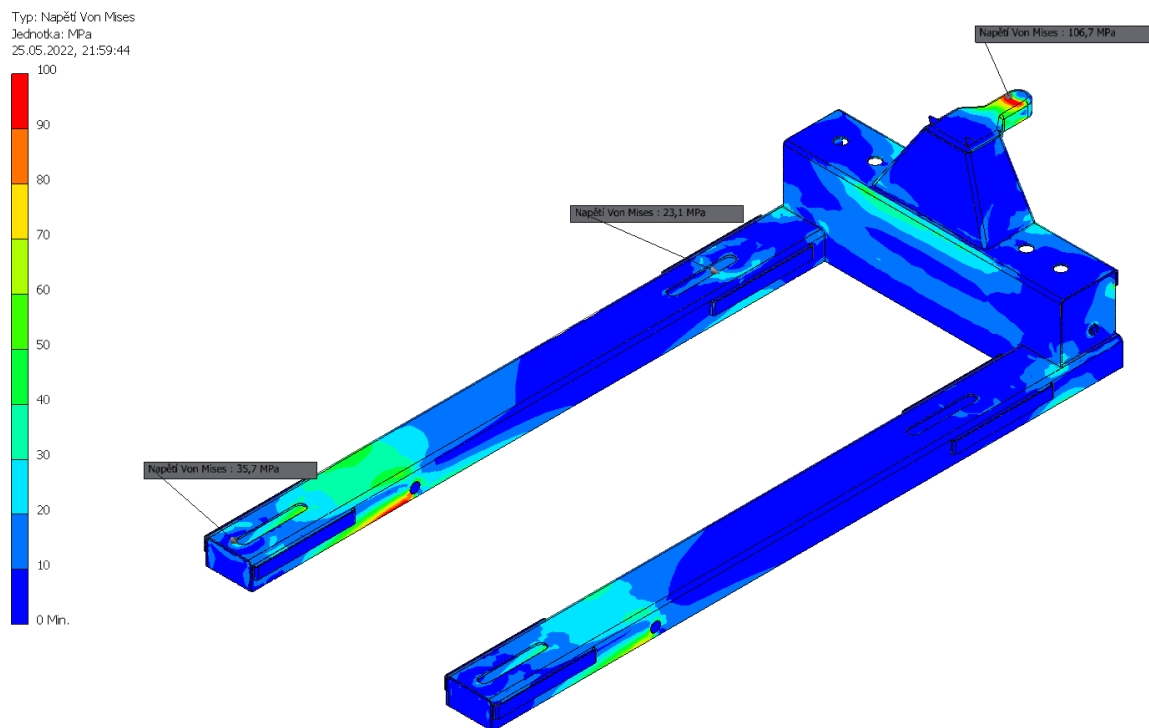
Obrázek 41: Pevnostní analýza 1 – pohled zdola



Obrázek 42: Pevnostní analýza 1 – detail vzniku maximálního napětí



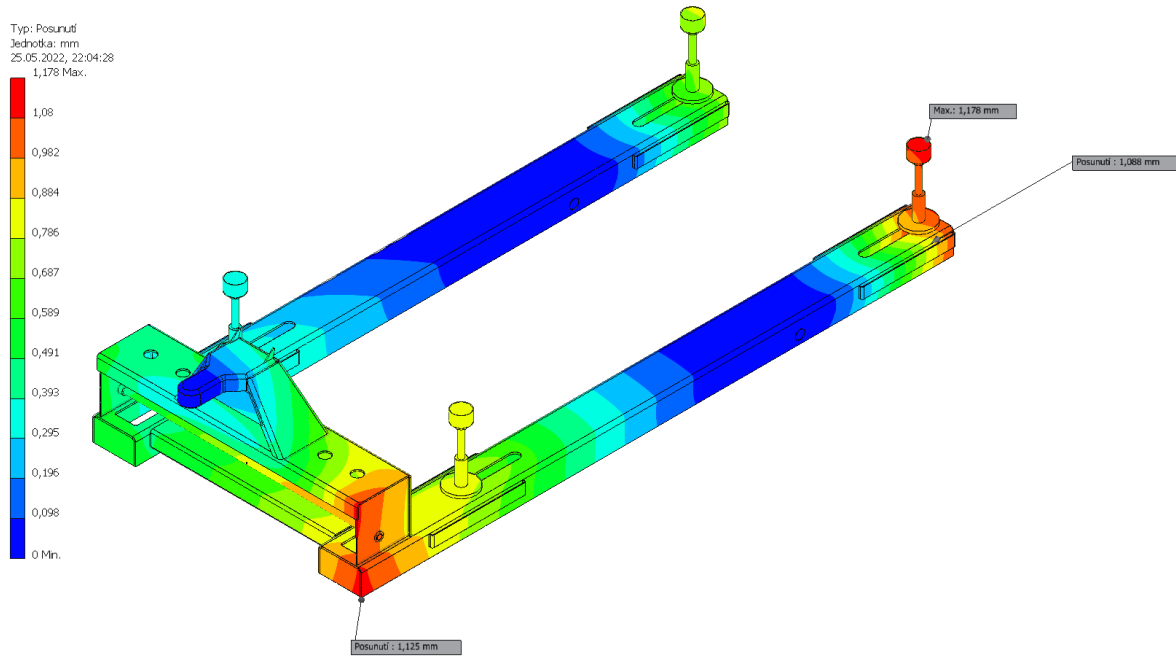
Obrázek 43: Pevnostní analýza 1 – detail vzniku napětí u čepu



Obrázek 44: Pevnostní analýza 1 – detail napětí pod ustavovacím systémem a i pístu

Z analýzy vyplývá že maximální napětí vzniká v místě spoje svařence s pístem. Toto napětí je menší dovolené napětí σ_{D0} a požadovaná bezpečnost $k = 1,5$ je splněna. Z maximálního napětí je možné spočítat bezpečnost v kritickém místě jako

$$k_1 = \frac{R_{eH}}{\sigma_{\max_1}} = \frac{235}{151,2} \cong 1,55. \quad (28)$$



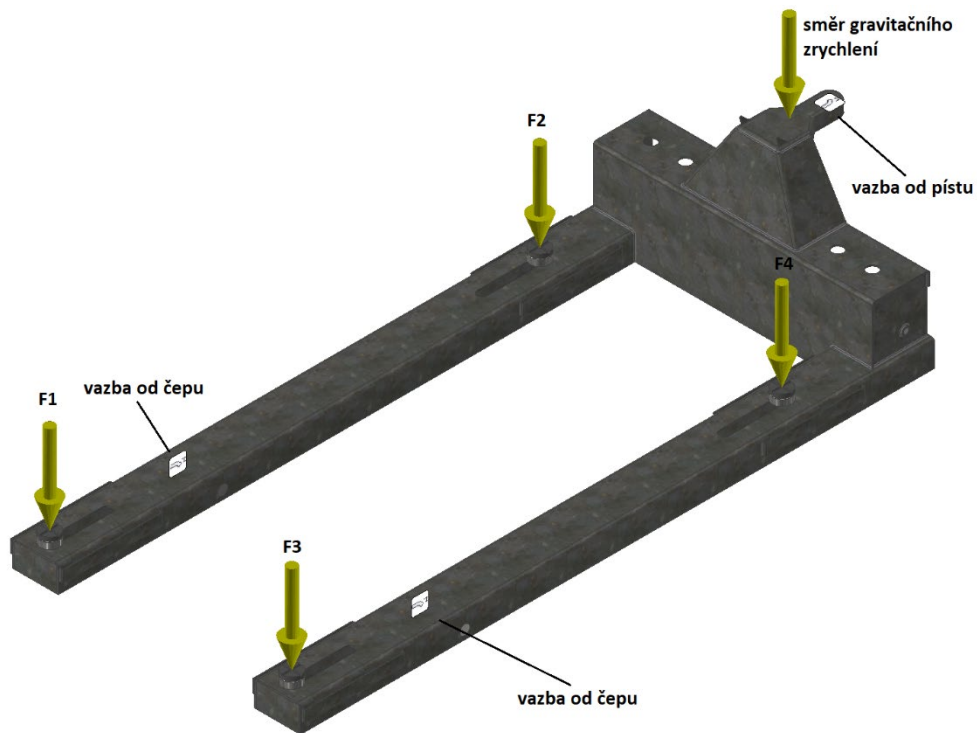
Obrázek 45: Pevnostní analýza 1 - posunutí

Z analýzy vyplývá že maximální posunutí vzniká na vrcholu ustavovacího systému. Další vysoká posunutí vznikají na konci a na začátku vidlí. Posunutí, které vzniká na svařenci má velikost

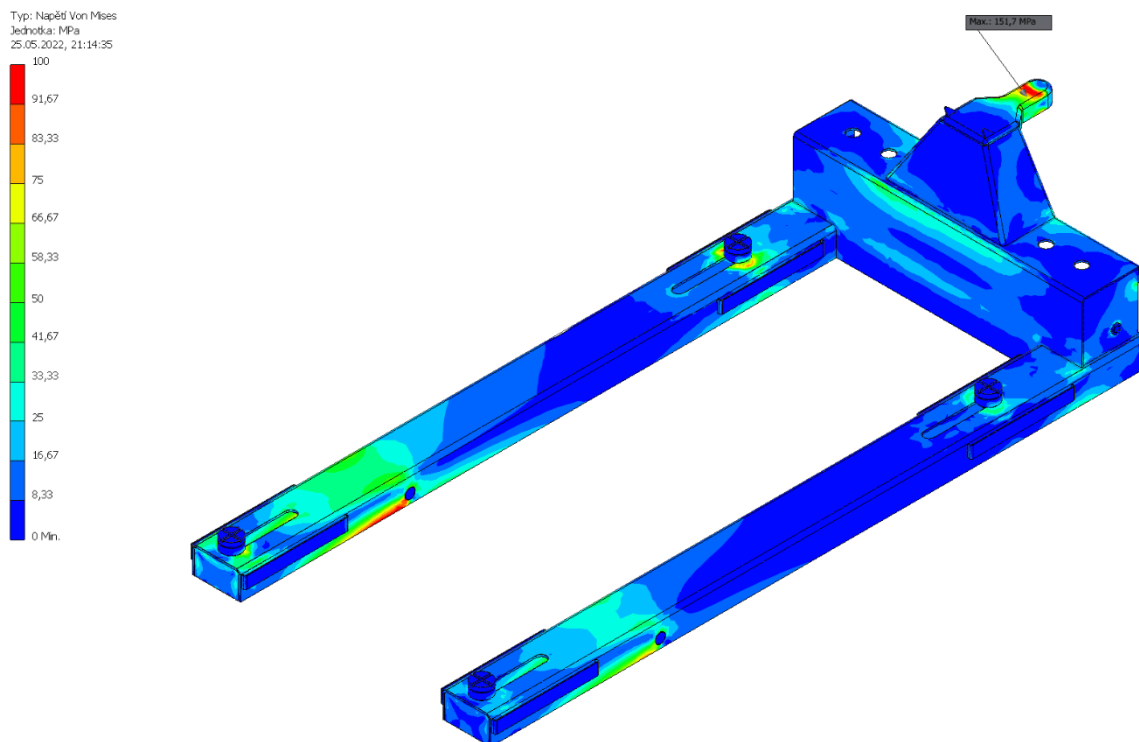
$$x_{a_1} \cong 1,18 \text{ mm} \quad (29)$$

a je přijatelné vzhledem k velikosti svařence.

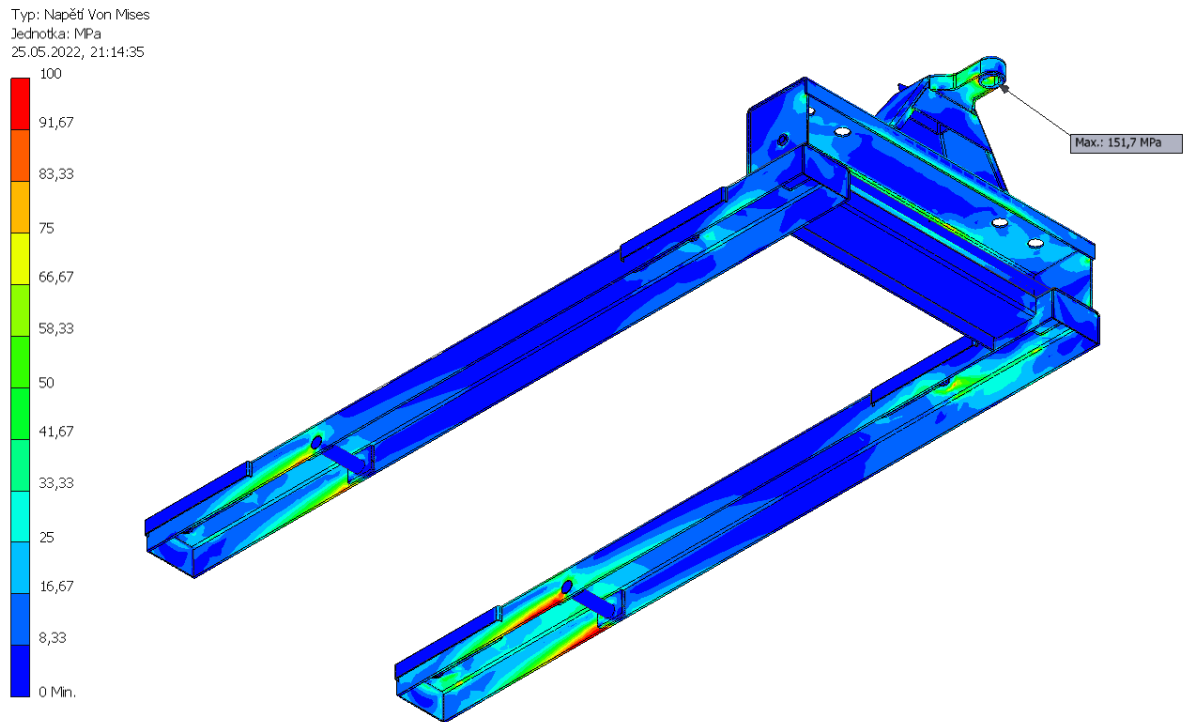
5.1.2 Pevnostní analýza 2 – použití pouze ustavovací desky



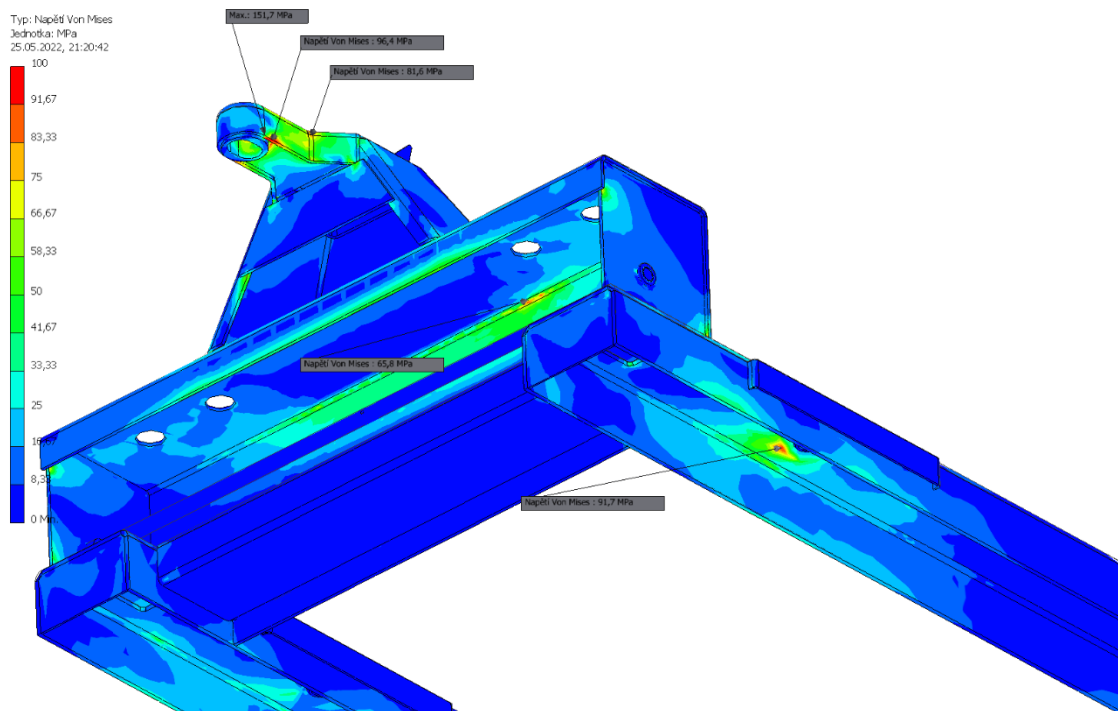
Obrázek 46: Pevnostní analýza 2 - zatížení a vazby na svařenci



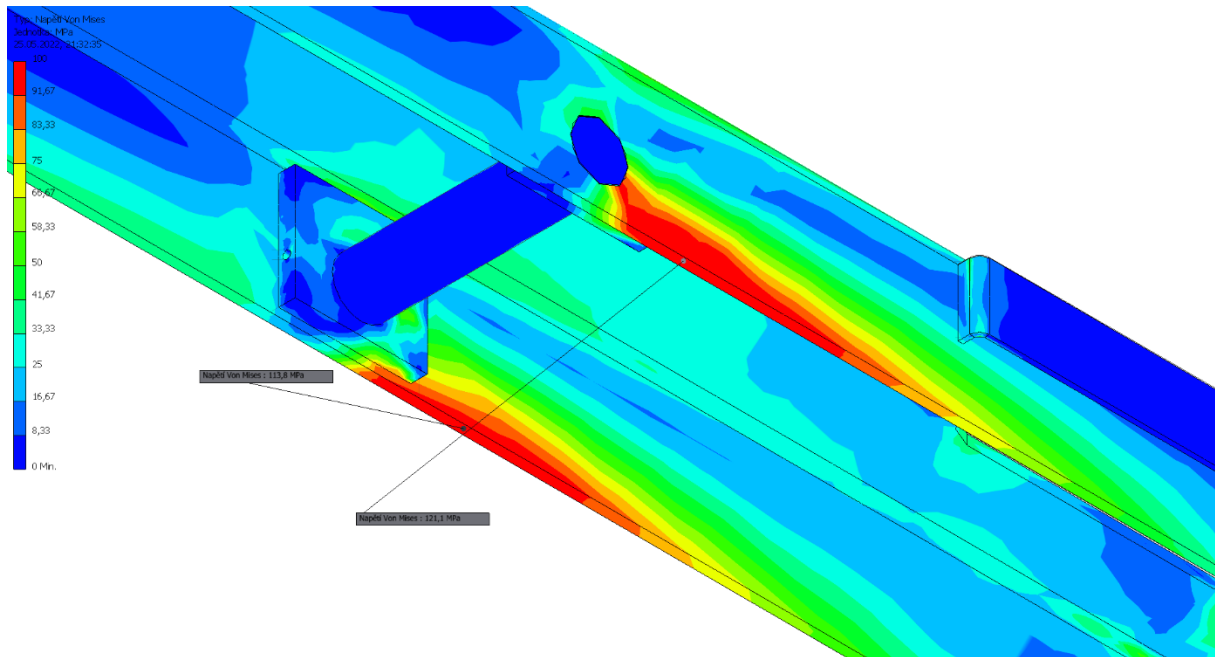
Obrázek 47: Pevnostní analýza 2 - pohled shora



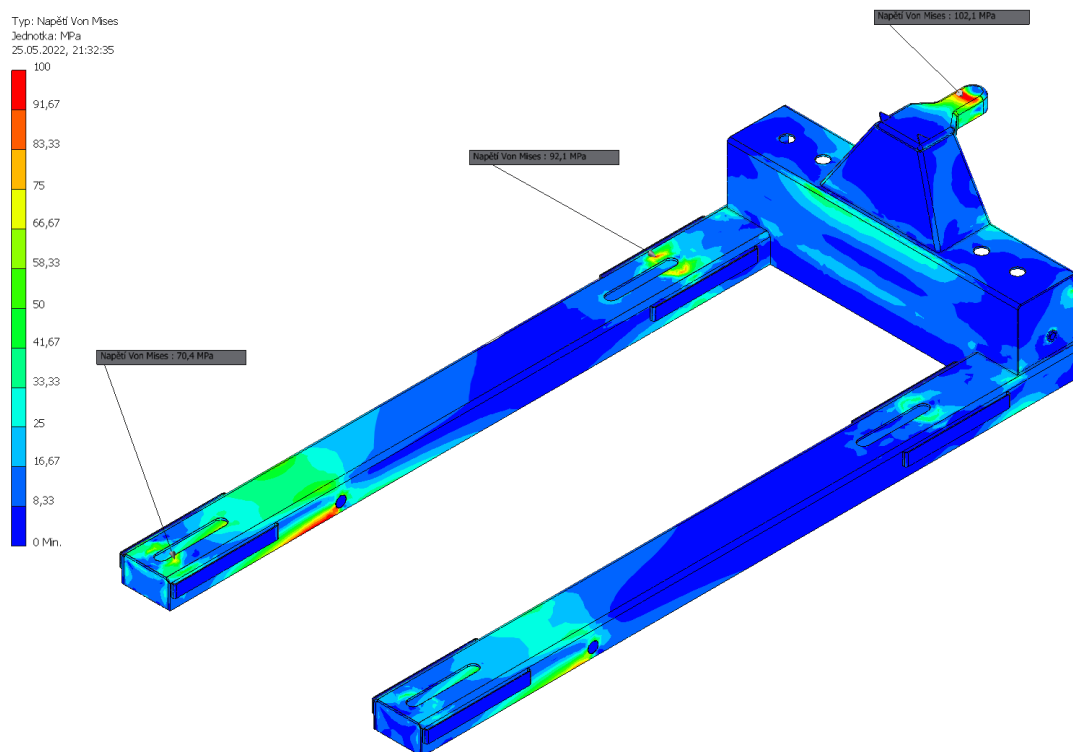
Obrázek 48: Pevnostní analýza 2 - pohled zdola



Obrázek 49: Pevnostní analýza 2 – detail vzniku maximálního napětí



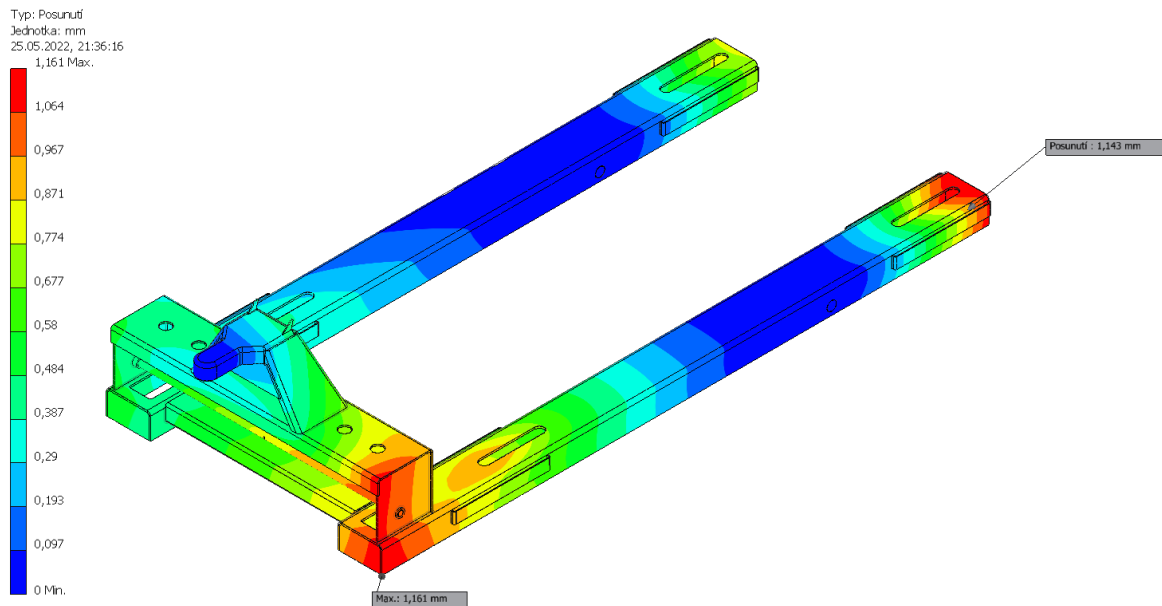
Obrázek 50: Pevnostní analýza 2 – detail vzniku napětí u čepu



Obrázek 51: Pevnostní analýza 2 – detail napětí pod ustavovacími deskami a u pístu

Z analýzy vyplývá že maximální napětí vzniká v místě spoje svařence s pístem. Toto napětí je menší dovolené napětí σ_{Do} a požadovaná bezpečnost $k = 1,5$ je splněna. Z maximálního napětí je možné spočítat bezpečnost v kritickém místě jako

$$k_2 = \frac{R_{eH}}{\sigma_{max_2}} = \frac{235}{151,7} \cong 1,55. \quad (30)$$



Obrázek 52: Pevnostní analýza 2 - posunutí

Z analýzy vyplývá že maximální posunutí vzniká na konci a na začátku vidle vzniká téměř stejný posunutí. Posunutí, které vzniká na svařenci má velikost

$$x_{a2} \cong 1,16 \text{ mm} \quad (31)$$

a je přijatelné vzhledem k velikosti svařence.

5.2 Zhodnocení analýzy a porovnání s výpočty pro nosník

Při porovnání analýz 1 a 2 s výpočty nosníku se maximální napětí v analýze zvětšilo o přibližně 24 MPa, ale v místě, ve kterém byl počítán nosník byla napětí téměř totožná. Posunutí (průhyb) se oproti výpočtům zmenšil přibližně o 60 %. Tento výsledek byl chtěný a nastává hlavně kvůli různým částem na svařenci, které zpevňují konstrukci proti posunutí.

Při porovnání analýzy 1 a 2 bylo zjištěno že napětí vznikající u pístu je téměř totožné stejně jako napětí vznikající u čepů. V pevnostní analýze 1 u dotyků ustavovacího systému s svařencem je napětí razantně menší než napětí v analýze 2. Menší napětí tam vzniká kvůli větší dosedací ploše na svařenec. V obou případech byla splněna bezpečnost $k = 1,5$. Při porovnání posunutí se změnilo místo maximálního posunutí. U analýzy 1 vzniká maximální posunutí na vysunutém ustavovacím systému, přičemž při analýze 2 vzniká největší posunutí na začátku vidlí. U analýzy 1 tedy vzniká menší posunutí na konci vidlí z důvodu lepšího rozložení zatížení přes dosed na vidle, ale kvůli vysunutí šroubovice vzniká úhlová závislost, která zvětšuje posunutí na vrchu ustavovacího systému. Rozdíly posunutí jsou minimální.

6 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo shrnout současně používané zvedáky vozidel a vytvořit konstrukční návrh jednoduchého zvedáku pro osobní automobily, který bude zvedat automobil za práh za účelem výměny kol, popřípadě výměny brzdových komponent apod. Konstrukce má být vytvořena na bázi širokého paletového vozíku.

V úvodu bakalářské práce jsou popsány a porovnány jednotlivé druhy zvedáků vozidel, které se v současné době používají. Následně byly specifikovány požadavky na zvedák. Pro specifikované požadavky byly navrženy tři varianty možného konstrukčního řešení a následně byla vybrána nejoptimálnější varianta pomocí SWOT analýzy. Na vybranou variantu byl poté vypracován konstrukční návrh. Poté byly vybrány nakupované komponenty, které budou použity na zvedáku.

V další kapitole byl nejdříve navržen hrubý konstrukční návrh orgánové struktury, který obsahoval všechny důležité prvky pro zvedák. Tento návrh byl vylepšen v několika oblastech a následně byl vytvořen finální návrh definitivní stavební struktury, který je totožný s vypracovaným modelem. Následně bylo provedeno porovnání hrubého a finálního návrhu pomocí SWOT analýzy. Dále byl pro svařenec vybrán materiál bylo vypočítáno maximální dovolené napětí v ohybu. Vidle svařence byly následně zjednodušeny na tvar nosníku a byl na nich proveden výpočet, v první části ručně a následně pomocí SW Autodesk Inventor. Poté byly navrženy rozměry profilu vidlí a byl proveden výpočet maximálního ohybového napětí a průhybu v SW Autodesk Inventor. Následně proběhla kontrola šroubovice ustavovacího systému.

V poslední kapitole byla provedena pevnostní analýza svařence pro dvě varianty ustavovacího systému v SW Autodesk Inventor. Byly zobrazeny kritická místa a bylo odečteno maximální napětí vznikající na svařenci a porovnáno s dovoleným. Poté proběhlo zhodnocení analýzy vůči výpočtům a dvou variant ustavovacího systému mezi sebou.

Reference

- [1] ČSN EN 1493. *Zvedáky vozidel*. B.m.: Praha: Český normalizační institut, prosinec 2010
- [2] *Jack (device)* [online]. 2021 [vid. 2022-02-08]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Jack_\(device\)&oldid=1057857949](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Jack_(device)&oldid=1057857949)
- [3] S.R.O, Web Revolution. Nůžkové zvedáky na auto. *ahprofi* [online]. [vid. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.ahprofi.cz/nuzkove-zvedaky>
- [4] AMiO Elektrický nůžkový zvedák s nosností 3 t. *fajnceny* [online]. [vid. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.fajnceny.cz/amio-elektricky-nuzkovy-zvedak-s-nosnosti-3-t/>
- [5] 3 Ton 12V Electric Scissor Car Jack Lift 1/2" Impact Wrench 12V DC Automotive. *aliexpress* [online]. [vid. 2022-02-10]. Dostupné z: [//www.aliexpress.com/item/32886502300.html?src=ibdm_d03p0558e02r02&sk=&aff_platform=api-new-product-detail&aff_trace_key=fc1cd6e35667422281300fb0fa6dce97-1644506509074-06048&af=&cv=&cn=&dp=291590-64782.19228185](https://www.aliexpress.com/item/32886502300.html?src=ibdm_d03p0558e02r02&sk=&aff_platform=api-new-product-detail&aff_trace_key=fc1cd6e35667422281300fb0fa6dce97-1644506509074-06048&af=&cv=&cn=&dp=291590-64782.19228185)
- [6] Nůžkový zvedák na auto 2220 Hever 2 t. *fortel-katalog* [online]. [vid. 2022-02-08]. Dostupné z: <https://www.fortel-katalog.cz/nuzkovy-zvedak-na-auto-hever-1-5-t.htm>
- [7] Hever Heyner OEM (koncern VW, 1010kg). *autohotarek* [online]. [vid. 2022-02-08]. Dostupné z: <https://www.autohotarek.cz/hever-heyner-oem-koncern-vw-1010kg>
- [8] The Air Bag Jack Advantages - YAQIYA. *yaqiyagroup* [online]. [vid. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.yaqiyagroup.com/1792.html>
- [9] DUM-DILNA.CZ. Pneumatický měchový zvedák 6T, 15-40cm, Tagred TA290. *dum-dilna* [online]. [vid. 2022-02-08]. Dostupné z: <https://www.dum-dilna.cz/zvedaky-na-auto/pneumaticky-mechovy-zvedak-6t--15-40cm--tagred-ta290/>
- [10] CONRAD. Berger & Schröter Air Jack, 30178 pneumatický zvedák, nosnost 3 t, výška 60 cm. *conrad* [online]. [vid. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.conrad.cz/p/berger-schroter-air-jack-30178-pneumaticky-zvedak-nosnost-3-t-vyska-60-cm-max-828852>
- [11] Pojízdny hydraulický zvedák - 3 000 kg - 95 až 505 mm. *expondo* [online]. [vid. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.expondo.cz/msw-pojizdny-hydraulicky-zvedak-3-000-kg-95-az-505-mm-10061292>
- [12] Hydraulická panenka - 15 t. *expondo.cz* [online]. [vid. 2022-02-11]. Dostupné z: <https://www.expondo.cz/msw-hydraulicka-panenka-15-t-10061282>
- [13] Jednosloupové zvedáky na auto. *mojedilna* [online]. [vid. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://www.mojedilna.cz/jednosloupove-zvedaky/>
- [14] Jednosloupový hydraulický zvedák. *indiamart* [online]. [vid. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.indiamart.com/proddetail/single-post-car-lift-10355349512.html>

- [15] Zvedák dvousloupový 4 t PROFI, elektronické zámky, spodní propojení - Golemtech *mojedilna*. [online]. [vid. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.mojedilna.cz/zvedak-dvousloupovy-4-t-profi-elektronicke-zamky-spodni-propojeni-golemtech>
- [16] Čtyřsloupové zvedáky na auto. *mojedilna* [online]. [vid. 2022-05-26]. Dostupné z: <https://www.mojedilna.cz/ctyrsloupove-zvedaky/>
- [17] Zvedák dvousloupový 4 t PROFI, elektronické zámky, spodní propojení. *mojedilna* [online]. [vid. 2022-02-11]. Dostupné z: <https://www.mojedilna.cz/zvedak-dvousloupovy-4-t-profi-elektronicke-zamky-spodni-propojeni-golemtech>
- [18] PRESTAPROFI. Nůžkový zvedák na podlahu 3 t. *Golemtech* [online]. [vid. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.golemtech.cz/nuzkove-zvedaky-hydraulicke/85-nuzkovy-zvedak-3000-kg.html>
- [19] Nůžkové zvedáky na auto - zapouštěcí i mobilní. *mojedilna* [online]. [vid. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.mojedilna.cz/nuzkove-zvedaky/>
- [20] Nůžkový zvedák 3000 kg na podlahu - Golemtech. *mojedilna* [online]. [vid. 2022-02-11]. Dostupné z: <https://www.mojedilna.cz/nuzkovy-zvedak-3000-kg-na-podlahu-golemtech>
- [21] Pákový hever - 2 500 kg. *expondo* [online]. [vid. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.expondo.cz/msw-pakovy-hever-2-500-kg-10060934>
- [22] Zvedák pro nákladní vozidla 7,5 t Stertil Koni. *miteral* [online]. [vid. 2022-02-12]. Dostupné z: <https://www.miteral.cz/produkty/zvedak-pro-nakladni-vozidla-75t-stertil-koni>
- [23] FHB3000-01 | Mobile 2-post lift | Walter Finkbeiner GmbH. *finkbeiner-lifts* [online]. [vid. 2022-02-12]. Dostupné z: <https://www.finkbeiner-lifts.com/en/product/77-fhb3000-01/>
- [24] Technical specs, data, fuel consumption of cars. *auto-data* [online]. [vid. 2022-02-12]. Dostupné z: <https://www.auto-data.net/en/>
- [25] HOSNEDL, S., T. KALINA a P. SKŘIVÁNEK. *SW podpora specifikace požadavků s komplexním SWOT hodnocením a analýzami v EDT*. 2020.
- [26] HOSNEDL, S., T. KALINA a P. SKŘIVÁNEK. *SW podpora hodnocení konkurenceschopnosti alternativ orgánových struktur TS*. 2020.
- [27] Paletový vozík BF800m| DELTALIFT. *deltalift* [online]. [vid. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.deltalift.cz/paletove-voziky/kratke/paletovy-vozik-bf800m-kratky?riditelna-kola=polyuretan-200mm-2&vidlicova-kola=polyuretan-80x70mm-1>
- [28] Gumová podložka zvedáku 65x31 mm. *Ferdus* [online]. [vid. 2022-05-25]. Dostupné z: <https://www.ferdus.cz/nove-razeni/zvedaky/prislusenstvi-ke-zvedakum/gumove-podlozky-pro-zvedaky/kulate/gumova-podlozka-zvedaku-65x31-mm.html>
- [29] ŘASA, J. a J. ŠVERCL. *Strojnické tabulky 2 pro školu a praxi*. 1. vyd. B.m.: Scientia, spol. s.r.o, pedagogické nakladatelství, nedatováno. ISBN 978-80-8690-20-3.

- [30] ŘASA, J. a J. ŠVERCL. *Strojnické tabulky 1 pro školu a praxi*. 1. vyd. B.m.: Scientia, spol. s.r.o, pedagogické nakladatelství, nedatováno. ISBN 80-7183-312-6.
- [31] Přehled vlastností oceli S235JR. *bbolzano* [online]. [vid. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://bbolzano.cz/cz/technicka-podpora/technicka-prirucka/tycove-oceli-uhlikove-konstrukcni-a-legovane/nelegovane-konstrukcni-oceli-podle-en-10025/prehled-vlastnosti-oceli-s235jrdrive-s235jrg2>
- [32] ČSN EN ISO 2553. *Svařování a příbuzné procesy – Zobrazování na výkresech – Svarové spoje*. B.m.: Česká agentura pro standardizaci. květen 2020
- [33] ČSN EN ISO 4603. *Svařování a příbuzné procesy – Přehled metod a jejich číslování*. B.m.: Česká agentura pro standardizaci. červenec 2011
- [34] HOSNEDL, S a J KRÁTKÝ. *Příručka strojního inženýra 1 -obecné strojní části*. Brno: Computer Press, 1999. ISBN 80-7226-055-3.

Přílohy

- Příloha 1:** Specifikace požadavků a SWOT hodnocení v celém životním cyklu RS&Ev pro navrhovaný technický produkt
- Příloha 2:** Hodnocení vzájemné konkurenceschopnosti alternativ orgánové struktury AltEv pro navrhovaný technický produkt
- Příloha 3:** Výkres svařence
- Příloha 4:** Výkres sestavy

Příloha 1

Specifikace požadavků a SWOT hodnocení v celém životním cyklu RS&Ev pro navrhovaný technický produkt

**Specifikace požadavků a SWOT hodnocení
v celém životním cyklu**

Complex Life Cycle (LC) Requirements Specification and SWOT Evaluation for designed tech. product (TS)
RS&Ev

pro navrhovaný technický produkt / systém (TS):

Hydraulického zvedák pro osobní automobily

Autor:

Bartl Adam

**SW podpora a dokumentace komplexní specifikace požadavků a SWOT hodnocení
navrhovaného technického produktu (TS) pro celý životní cyklus (LC)**

T. Kalina, S. Hosnedl a P. Skřivánek

Katedra konstruování strojů (KKS), Fakulta strojní (FST), Západočeská univerzita v Plzni (ZČU)
2020, verze 1.2

***SW lze užívat v MS Excel k řešení a přenosu výsledků pouze interně pro školní práce na ZČU v Plzni.
V ostatních případech kontaktujte, prosím:***

© Stanislav Hosnedl, KKS, FST, ZČU v Plzni

Při využití uveďte v seznamu bibliografických citací inf.zdrojů ve své práci a v místech použití vložte odkazy.

Tato publikace neprošla redakční ani jazykovou úpravou

Stav řešení ke dni

27.05.2022

Fáze řešení:	SPECIFIKACE POŽADAVKŮ na vlastnosti / zakázku navrhovaného TS			SWOT HODNOCENÍ VHODNOSTI TS(s) pro SPECIFIKOVANÉ POŽADAVKY				
	SPECIFIKACE POŽADAVKŮ na NAVRHOVANÝ TS a SWOT HODNOCENÍ TS (s) SE PROVÁDÍ POUZE V TĚTO TABULCE !			Dolní mez vhodnosti :	0,3	(0+1)	Horní mez vhodnosti :	0,9
TS(s) :	Hydraulického zvedák pro osobní automobily			pTS1 - předběžný návrh TS		TS1 - finální návrh TS		
				Hrubá stavební struktura		Definitivní stavební struktura		
FAZE NÁVRHU TS:	I. ROZPRACOVÁNÍ PROBLÉMU			III. KONSTRUKČNÍ NÁVRH		III. KONSTRUKČNÍ NÁVRH		
Dílčí fáze EDMS :	1.a Vypracování specifikace požadavků na TS (Dílčí část fáze: 1.Vyprac.specifikace požadavků na TS a plánu řešení projektu)			4.Návrh hrubé stavební strukt.TS		5. Návrh definitivní stavební strukt. TS		
Krok (pořadí):	i. Specifikace požadavků na TS (1)			ii.b SWOT návrž.TS1 pro specifikované požadavky (4.a)		ii.b SWOT návrž.TS1 pro specifikované požadavky (4.a)		
Omezení hodnocení ?:	Lze predikovat hodnoty všech specifikovaných indikátorů vlastnosti / požadavků u posuzovaného TS ? (ODPOVĚDI NEZADÁVEJTE, JSOU VÝSLEDKEM KONTROLY ÚPLNOSTI ZADANÝCH HODNOT !!!):			ANO	=> Lze hodnotit	ANO	=> Lze hodnotit	
Verze:	EDR	0,1		P-B & P-M	0			

Pracovní pole strukturované podle EDMS třídění vlastností TS - výsledky řešení se zobrazují na Listu DIAGRAMY

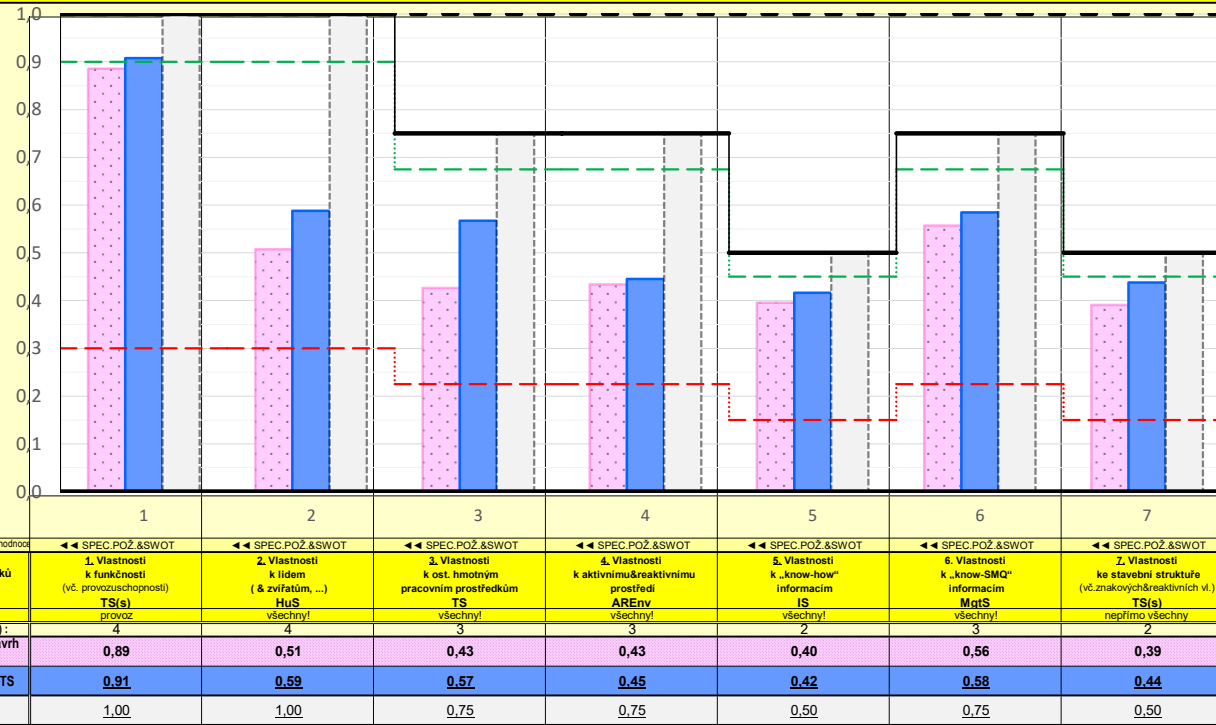
Qd.P	DEVELOPMENT-PRODUCT („vývojová/vyvinutá“) KVALITA / KVANTITA (ZAKÁZKY) TS(s)	Váha v Qd.P	Σ V.HODNOCENÍ n x (Q+4)	V.HODNOC. (Q+4)	V.HODNOC. (Q+1)	Σ V.HODNOCENÍ n x (Q+4)	V.HODNOC. (Q+4)	V.HODNOC. (Q+1)			
									4	57,55	2,06
I. DOMĚNA REFLEKTOVANÝCH (REFLECTED) VLASTNOSTÍ TS(s)											
- ve vazbách ke konkrétním úsekům životního cyklu TS											
I.a Reflektované vlast. TS(s) k provoznímu Transform. procesu vč. jeho Operandu											
- k PROVOZNÍ ETAPĚ životního cyklu (LC) TS											
Požadavky na vlastnosti TS(s) / (zakázky TS(s)) :		Hodnota indikátoru vlastnosti (kvantitativní/kvalitativní)	Váhy ve tř.vlastn.	Kategorie zdroje požadavku	Váha v Qd.P	Predikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Vázhodnoc. vhodnosti	Predikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Vázhodnoc. vhodnosti
1 Vlastnosti TS(s) k funkčnosti (v provoz. etapě LC)		✘	(0+4)	[ISO-9000 2016]	(Q+4)	(kvantitativní / kvalitativní)	(0+4)	(Q+1)	(kvantitativní / kvalitativní)	(0+4)	(Q+1)
1.1 Vhodnost pro požadované výstupní (pracovní a spojovací) funkce a účinky : (nejkonkrétnější k operátoru, obecnější k operandu & asist.vstupům, nejobec.k transf.procesu):		Váha v I z menu	Kategorie z menu	Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu	Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu	Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu		
k OPERÁTORU TS: Hydraulického zvedák pro osobní automobily		---	---	---	---	---	---	---	---		
• Zvedák		---	---	---	---	---	---	---	---		
- ustavovací deska pro práh		4x	4	STANOV.ZAD.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4		
- umožnit přejetí vidli		zkosení pro přejezd	4	STANOV.ZAD.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	3	přímý kvalifik. odhad.: 4	3		
- způsob zajištění automobilu na zvedáku		vlastní tíhou a třením	4	STANOV.ZAD.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4		
- jmenovitá nosnost zvedáku		2000 kg	4	STANOV.ZAD.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4		
- vyměnitelné dotyky ustavovací desky		ano	4	STANOV.ZAD.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4		
• Spojit zvedák se zemí		---	---	---	---	---	---	---	---		
- princip		vlastní tíhou a třením	4	STANOV.ZAD.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4		
k OPERANDU & as.vst: Automobil		---	---	---	---	---	---	---	---		
• Vlastnosti automobilu		---	---	---	---	---	---	---	---		
- min. šířka		1732 mm	4	STANOV.ZAD.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4		
- max. šířka		1882 mm	4	STANOV.ZAD.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4		
- max. hmotnost		2000 kg	4	STANOV.ZAD.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4		
- zvedací bod		práh automobilu	4	STANOV.ZAD.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4		
k TRANSF.PROCESU: Zvedání automobilu		---	---	---	---	---	---	---	---		
• Proces		---	---	---	---	---	---	---	---		
- manipulovatelnost při přesunu zvedáku		dobrá	4	STANOV.ZAD.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	3	přímý kvalifik. odhad.: 4	3		
- minimální výška zdvihu		150 mm	4	STANOV.ZAD.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4		
1.2 Vhodnost k požadované provozuschopnosti (z hledisek místa, času, servisu, ...):		Váha v I z menu	Kategorie z menu	Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu	Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu	Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu		
• Základ/nosný TS, • M.E.I připojení k základ./nosnému TS, • Pořeba místa, • Prac.prostředí, ap.		---	---	---	---	---	---	---	---		
• Životnost, • Četnost použití, • Spolehlivost, apod.		---	---	---	---	---	---	---	---		
• Zaškolení obsluhy, • Údržba, • Opravy, apod.		---	---	---	---	---	---	---	---		
MÍSTO a PROSTŘEDÍ: Vnitřní nebo vnější prostory		---	---	---	---	---	---	---	---		
• Specifikace		---	---	---	---	---	---	---	---		
- podložka		tvrdá a pevná	4	STANOV.ZAD.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4		
- sklon podložky		přibližně vodorovný	4	STANOV.ZAD.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4		
- max. hmotnost působící na základ		3000 kg	4	STANOV.ZAD.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4		
- způsob zajištění zvedáku na základu		vlastní tíhou a třením	4	STANOV.ZAD.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4		
- provozní prostředí		nečisté	3	OBV.PŘEDP.	3	přímý kvalifik. odhad.: 4	2	přímý kvalifik. odhad.: 4	2		
- odolnost ploch proti opotřebení		vyšoká	4	STANOV.ZAD.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	3	přímý kvalifik. odhad.: 4	3		
ČASOVÉ ROZMEZÍ: Obvykle předpokládané pro uvedené místo a prostředí		---	---	---	---	---	---	---	---		
• Specifikace		---	---	---	---	---	---	---	---		
- životnost		10 let	4	OBV.PŘEDP.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	3	přímý kvalifik. odhad.: 4	3		
- intenzita používání		vyšoká	4	OBV.PŘEDP.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	3	přímý kvalifik. odhad.: 4	3		
- stupeň spolehlivosti		velmi vysoký	4	STANOV.ZAD.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	4		
ASIST.PROC.(servis,...): Obvykle předpokládané pro uvedené místo a prostředí		---	---	---	---	---	---	---	---		
• Specifikace		---	---	---	---	---	---	---	---		
- náročnost na údržbu, apod.		minimální	4	OBV.PŘEDP.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	3	přímý kvalifik. odhad.: 4	3		
- náročnost na opravy, apod.		minimální	4	OBV.PŘEDP.	4	přímý kvalifik. odhad.: 4	2	přímý kvalifik. odhad.: 4	2		

Požadavky na vlastnosti TS(s) ((zakázky TS(s)) : i Třída / l.j Podtřída / * Skupina/ Podskupina / - Indikátor	Hodnota indikátoru pož.vlastn. (kvantitativní/kvalitativní)	Váhy ve tř.vlastn.	Kategorie zdroje požadavku	Váha v Qp-P	Predikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Vázhodnoc. vhodnosti	Predikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Vázhodnoc. vhodnosti
6 Vlastnosti TS(s) k „know-SMQ“ informacím v etapách LC										
6.1 Vhodnost z hled. LS (legislativních, strategických, ...) "know-SMQ" manaž.kritérií										
* Zákony, směrnice, patenty, licence, závaz.normy, ... (L); * Strategie org.(produktová, tržní, ...) (S), apod.										
* Všechny etapy LC:										
- legislativa, závazné předpisy	4	4	STANOV.ZAD.	4	4	4	4	4	4	4
- patentová a licenční práva	4	4	STANOV.ZAD.	4	4	4	4	4	4	4
- ČSN EN 60601 Bezpečnost produktů	4	4	STANOV.ZAD.	4	4	4	4	4	4	4
6.2 Vhodnost z hled. QTC Product-design "know-SMQ" manaž.kritérií										
* Produktová kritéria (Q); * Terminová kritéria (T); * Nákladová kritéria (C), apod.										
* Všechny etapy LC:										
- celkový počet TS	2	2	STANOV.ZAD.	2	2	2	2	2	2	2
* Předvýrobní etapy LC:										
- doba (=> termin) na předvýr. etapy prototypu/prvého TS	10 dni	2	VLASTNÍ	2	2	2	2	2	2	2
- celk.náklady na předvýr. etapy prototypu /prvého TS	cca 10 000 Kč	2	VLASTNÍ	2	2	2	2	2	2	2
- celk. rozpočt. náklady na předvýr. etapy dalšího TS	1 000 Kč	2	VLASTNÍ	2	2	2	2	2	2	2
* Výroba:										
- doba (=> termin) na výrobu prototypu /prvého TS	2 dni	4	VLASTNÍ	4	4	4	4	4	4	4
- celk.náklady na výrobu prototypu /prvého TS	25 000 Kč	4	VLASTNÍ	4	4	4	4	4	4	4
- celk. rozpočtené nákl. na výrobu 1 ks TS	4000	4	VLASTNÍ	4	4	4	4	4	4	4
* Distribuce:										
- doba (=> termin) na dodání prototypu/prvého TS	2 dni	4	VLASTNÍ	4	4	4	4	4	4	4
- doba (=> termin) na dodání dalšího 1 ks TS	1 den	4	OBV.PŘEDP.	4	4	4	4	4	4	4
- prodejní cena	cca 15000 Kč	4	VLASTNÍ	4	4	4	4	4	4	4
* Provoz:										
- náklady na provoz TS	velmi malé	4	OBV.PŘEDP.	4	3	3	3	3	3	3
- náklady na údržbu a opravy TS	velmi malé	4	OBV.PŘEDP.	4	3	3	3	3	3	3
* Likvidace:										
- doba na likvidaci 1 TS	1 den	4	OBV.PŘEDP.	4	3	3	3	3	3	3
- náklady na likvidaci 1 ks TS	2000 Kč	4	VLASTNÍ	4	2	2	2	2	2	2
II. DOMÉNA VKONSTRUOVANÝCH (EMBEDDED) VLASTNOSTÍ TS(s)										
- ke všem částem životního cyklu TS										
7 Vlastnosti TS(s) k jeho stavební struktuře										
7.1 Vhodnost z hled. požadovaných reaktivních („obecných“) konstr. vlastností TS:										
* Mechanical I.: - Makro/mikropovrchové, - Makro/mikroobjemové, apod.										
* Mechanical II. - Pevnostní, - Deformační, - Dynamické, - Tribologické, apod.										
* Tepelné, - Chemické, - Akustické, - Optické, - Elektrické,										
* Nukleární, - Chemicko-mechanické, - Technologické,										
* "Botanické", - "Biologické", - "Zoologické", apod.										
* Specifikace:										
- bezpečnost k	bezp.k mezi kluzu: k=1,5	4	STANOV.ZAD.	4	4	4	4	4	4	4
- typ namáhání	statické	4	OBV.PŘEDP.	4	4	4	4	4	4	4
- odolnost všech ploch při teplotách T = - 40 až + 250 °C	bez mechan. poškození	4	OBV.PŘEDP.	4	4	4	4	4	4	4
7.2 Vhodnost z hled. požadovaných definičních („elementárních“) konstr. vlastností										
Stavební struktura TS (ve všech předpokl. konstrukčních stavech I):										
* Prvky stavební struktury, * Uspořádání prvků										
Každý prvek stavební struktury TS (ve stavu volném i zamontovaném I):										
* Tvary, * Rozměry, * Materiály, * Způsob výroby, * Stavby povrchu, * Odchytky od jm. hodnot										
* Souhrnné:										
- konstrukční provedení spojovacích částí	podle ČSN-EN	4	STANOV.ZAD.	4	4	4	4	4	4	4
- povrchová úprava funkčních ploch	prášková barva	2	OBV.PŘEDP.	4	4	4	4	4	4	4
- povrchová úprava nefunkčních ploch	prášková barva	2	OBV.PŘEDP.	4	4	4	4	4	4	4
7.3 Vhodnost z hled. požadovaných znakových konstr.vlastností („charakteristik“):										
Konstrukční (strukturní) znaky TS (principy a způsoby provedení):										
* Konstr.princ. a způsob provedení struktur TS: - Stavební, - Organové, - Funkční, apod.										
Pracovní (funkční) znaky TS:										
* Pracovní princip, * Pracovní způsob, apod.										
Technologické (transformační) znaky TS:										
* Tg princip & způsob, * Princip & způsob provozního technického transform.procesu, apod.										
Obecné konstrukční (mech., tepelné, chemické, ...) znaky TS:										
* Povrch, * Objem, * Hmotnost, * Poloha ležistiště, apod.										
* Specifikace:										
- funkční princip	hydraulický	4	STANOV.ZAD.	4	4	4	4	4	4	4
- zdroj energie pro ovládání a pohon/přestavování	ruční	4	STANOV.ZAD.	4	4	4	4	4	4	4

TS	Td-P DEVELOPMENT-PRODUCT („vývojová“) DOBA / TERMÍN (ZAKÁZKY) TS(s)				Váha v Td-P	\sum V.HODNOCENÍ $n \times (0 + 4)$	V.HODNOC. (0 + 4)	V.HODNOC. (0 + 1)	\sum V.HODNOCENÍ $n \times (0 + 4)$	V.HODNOC. (0 + 4)	V.HODNOC. (0 + 1)	
		- při předání TS (s) přejímajícímu zákazníkovi (obvykle příměmu uživateli na konci distribuce)				4	1,00	0,25	0,06	1,50	0,38	0,09
	Požadavky na vlastnosti TS(s) / (zakázky TS(s)) : i Třída / l.j Podtřída / * Skupina/Podskupina / - Indikátor	Hodnota indikátoru pož./vlastn. (kvalitativní/kvalitativní)	Váhy ve požad.	Kategorie zdroje požadavku	Váha v Td-P	Předikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Vázh.hodnoc. vhodnosti	Předikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Vázh.hodnoc. vhodnosti	
	Vlastnosti (zakázky) TS(s) k DEVELOPMENT-PRODUCT („vývojové“) době / termínům		(0 + 4)	[ISO-9000 2016]	(0 + 4)	(kvantitativní / kvalitativní)	(0 + 4)	(0 + 1)	(kvantitativní / kvalitativní)	(0 + 4)	(0 + 1)	
	Vhodnost pro DEVELOPMENT-PRODUCT („vývojové“) doby / termíny zakázky TS (s), např.: • Klíčové dílčí a celk. dod.termíny (doby, příp.termíny), • Rez.na nepředvídat.zdržení, apod.:	Váha z menu		Kategorie z menu	1	Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu	0,25	Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu	0,38	
	• Distribuce:											
	- max. dodací doba =>termín na protot./ první ks (T1 P-D)	14 dní	2	VLASTNÍ		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	3		
	- max. dodací doba =>termín na další ks (T P-D)	4 dny	2	VLASTNÍ		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	3		
	Cd-P DEVELOPMENT-PRODUCT („vývojové“) NÁKLADY / CENA (ZAKÁZKY) TS(s)					Váha v Cd-P	\sum V.HODNOCENÍ $n \times (0 + 4)$	V.HODNOC. (0 + 4)	V.HODNOC. (0 + 1)	\sum V.HODNOCENÍ $n \times (0 + 4)$	V.HODNOC. (0 + 4)	V.HODNOC. (0 + 1)
	- při předání TS (s) přejímajícímu zákazníkovi (obvykle příměmu uživateli na konci distribuce)				4	1,00	0,25	0,06	1,00	0,25	0,06	
	Požadavky na vlastnosti TS(s) / (zakázky TS(s)) : i Třída / l.j Podtřída / * Skupina/Podskupina / - Indikátor	Hodnota indikátoru pož./vlastn. (kvalitativní/kvalitativní)	Váhy ve požad.	Kategorie zdroje požadavku	Váha v Cd-P	Předikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Vázh.hodnoc. vhodnosti	Předikovaná / skutečná dosažená hodnota	Hodnocení vhodnosti	Vázh.hodnoc. vhodnosti	
	Vlastnosti (zakázky) TS(s) k DEVELOPMENT-PRODUCT („vývojovým“) nákladům/ceně		(0 + 4)	[ISO-9000 2016]	(0 + 4)	(kvantitativní / kvalitativní)	(0 + 4)	(0 + 1)	(kvantitativní / kvalitativní)	(0 + 4)	(0 + 1)	
	Vhodnost pro DEVELOPMENT-PRODUCT („vývojové“) náklady/ceny zakázky TS (s), např.: • Klíčové dílčí a celk.dod.náklady (ceny), • Rezervy na nepředvídatelné náklady, apod.:	Váha z menu		Kategorie z menu	1	Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu	0,25	Hodnota podle typu indikátoru, příp.přímé hodnoc.vh.kvalifik.odh.:	Hodnocení z menu	0,25	
	• Distribuce:											
	- dodací náklady na prototyp/ první ks (C1 P-D)	500 Kč	2	VLASTNÍ		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	2		
	- dodací náklady na další ks (C P-D)	500 Kč	2	VLASTNÍ		přímý kvalifik. odhad.:	2		přímý kvalifik. odhad.:	2		

Legenda		
Více viz např. Hosnedl S.: Systémové navrhování technických systémů. Podklady k přednáškám KKS/ZKM, Pízeň, ZČU, FST, KKS, 2019. https://portal.zcu.cz/portal/studium/courseware/kks/zkm [Hosnedl 2019]		
Výbrané základní zkratky a pojmy:		
TS	Technický produkt chápaný jako technický systém	
TS (s)	"Subjektivizovaný" technický systém (TS), který je předmětem uvažované úlohy (zde specifikace požadavků a hodnocení vhodnosti a konkurenceschopnosti) pro odlišení od všech ostatních TS	
Konkurenční TS (s)	Další srovnatelný, alternativní, apod. TS (s) (příp. srovnatelné "technické řešení", pokud není konkurenční TS (s) známý nebo ani neexistuje)	
DEVELOPMENT-P, D	DEVELOPMENT-PRODUCT : označení pro "vývojové-produktová" kritéria hodnocení (zakázky) TS (s) závisící pouze na inherentních, "neoddělitelných" (inherent) vlastnostech TS(s) (při předpokl. "konstrukčních situacích" vč. mezních!!!)	
D-P	- např. "konstrukční" požadavky, vlastnosti, vhodnost, kvalita, konkurenceschopnost, apod.	
BUSINESS-P	BUSINESS-PRODUCT : označení pro "obchodně–produktová" kritéria hodnocení (zakázky) TS (s) závisící i na dalších přiřazených (assigned) faktorech / "vlastnostech" TS(s)	
B-P	- např. "obchodní" požadavky, vlastnosti, vhodnost, kvalita, konkurenceschopnost, apod.:	
MARKET-P	MARKET-PRODUCT : označení pro "tržně-produktová" kritéria hodnocení (zakázky) TS (s) složená z \sum DEVELOPMENT-PRODUCT (inherentních) a BUSINESS-PRODUCT (přiřazených) faktorů	
M-P	- např. "tržní" požadavky, vlastnosti, vhodnost, kvalita, konkurenceschopnost, apod.	
SMQ	Six Management Questions (šest manažerských otázek): what to make (co dělat)?, when (kdy)?, where (kde)?, how (jak)?, in what quantities (kolik)?, with what inputs (s čím)?	
Σ	V přeneseném významu "výsledná hodnota"; "množina položek"; apod., ne tedy v matematickém významu "součet" (číselných hodnot, apod.) !!!	
Označení kategorie zdroje kritéria - požadavku [ISO-9000 2016] (na vlastnost, indikátor vlastnosti apod.) a automatické barevné zvýraznění polí pro dvě nejvýznamnější kategorie požadavků:		
STANOVENO	Zadané, dohodnuté	(Stated)
ZÁVAZNE	Povinné, předepsané	(Obligatory)
OBV. PŘEDP.	Obyčkle předpokládané	(Generally Implied)
VLASTNÍ	Vlastní	(Own)
- zvýraznění velké závaznosti, lze obtížně dodatečně změnit (dohodou, apod.)		
- zvýraznění bezpodmínečné závaznosti, nelze změnit		
- vyjádření menší závaznosti, lze ovlivnit (např. marketingové, apod.)		
- vyjádření menší závaznosti, lze změnit		
Doporučená stupnice bodového hodnocení váhy (tj. jeho významnosti v rámci dané skupiny kritérií), příp. hodnocení vhodnosti (tj. relace hodnot) predikovaného/skutečného a požadovaného stavu (podtržení, příp. nepodtržení má analogický význam jako u vyjádření "třídy kvality")		
4	Maximální	důležitost, vhodnost
3	Střední	důležitost, vhodnost
2	Malá	důležitost, vhodnost
1	Minimální	důležitost, vhodnost
0	Zanedbatelná	důležitost, vhodnost
X	Neznámá	důležitost, vhodnost
Signální označení polí s výsledky analýz (pro hodnocení vhodnosti lze nastavit poměrné mezní hodnoty v buňkách U3 a X3 na tomto listu)		
hodnota	Mimo mezní hodnoty v "nebezpečném" pásmu	
hodnota	Mezi min. a max. mezní hodnotou, tj. v "bezpečném" pásmu"	
hodnota	Mimo mezní hodnoty v "příliš bezpečném" pásmu	

HODNOCENÍ vhodnosti (zakázky) TS_s
pro všechny specifikované požadavky
na Product-Design („konstrukční“)
KVALITU Q_{DP}



▲	Návrat na Specifikaci požadavků & SWOT hodnocení	◀ SPEC.POŽ.&SWOT	◀◀ SPEC.POŽ.&SWOT	◀◀ SPEC.POŽ.&SWOT	◀◀ SPEC.POŽ.&SWOT	◀◀ SPEC.POŽ.&SWOT	◀◀ SPEC.POŽ.&SWOT
▼	Třída Q _{DP} vlastností / požadavků na (zakázku) TS :	1. Vlastnosti k funkci (vč. provozuschopnosti)	2. Vlastnosti k lidem (& zvířatům, ...)	3. Vlastnosti k ost. hmotným pracovním prostředkům	4. Vlastnosti k aktivnímu & reaktivnímu prostředí	5. Vlastnosti k „know-how“ informacím	6. Vlastnosti k „know-SMQ“ informacím
	Zivotní etapa TS	TS(s) provoz	HuS všechny!	TS všechny!	AREnv všechny!	IS všechny!	MgtS všechny!
	Váha vlastností / požadavků (0 - 4) :	4	4	3	3	2	3
	pTS1 - předběžný návrh TS	0,89	0,51	0,43	0,43	0,40	0,56
	TS1 - finální návrh TS	0,91	0,59	0,57	0,45	0,42	0,58
	Ideální TS1	1,00	1,00	0,75	0,75	0,50	0,75
	Z. Vlastnosti ke stavební struktuře (vč. znakových & reaktivních vč.)						TS(s) nepřímo všechny

Příloha 1 - Obr. 4, část 1 ze 3 [Case Ex. DesProc&SumRep, Obr. 5-4] Výsledky SWOT hodnocení vhodnosti (zakázek) uvedených TS pro všechny specifikované Q_{DP} požadavky na navrhovaný TS

(Ize jen pro ty TS, u kterých lze predikovat / a tedy hodnotit a porovnat / dosažené hodnoty ke všem požadavkům):

Příloha 2

Hodnocení vzájemné konkurenceschopnosti alternativ orgánové struktury AltEv pro navrhovaný technický produkt

**Hodnocení vzájemné konkurenceschopnosti alternativ
orgánové stuktury**

Alternatives Evaluation of the mutual Competitiveness of designed TS structures

AltEv

pro navrhovaný technický produkt / systém (TS):

Hydraulický zvedák pro osobní automobily

Autor:

Bartl Adam

**SW podpora a dokumentace hodnocení vzájemné konkurenceschopnosti
alternativ struktur technického produktu (TS)**

P. Skřivánek, S. Hosnedl a T. Kalina

Katedra konstruování strojů (KKS), Fakulta strojní (FST), Západočeská univerzita v Plzni (ZČU)

2020, verze 1.2

SW lze využívat v MS Excel k řešení a přenosu výsledků pouze interně pro školní práce na ZČU.

V ostatních případech kontaktujte, prosím:

© Stanislav Hosnedl, KKS, FST, ZČU v Plzni

Při využití uveďte v seznamu bibliografických citací inf.zdrojů ve své práci a v místech použití vložte odkazy.

Tato publikace neprošla redakční ani jazykovou úpravou

Stav řešení ke dni

27.05.2022

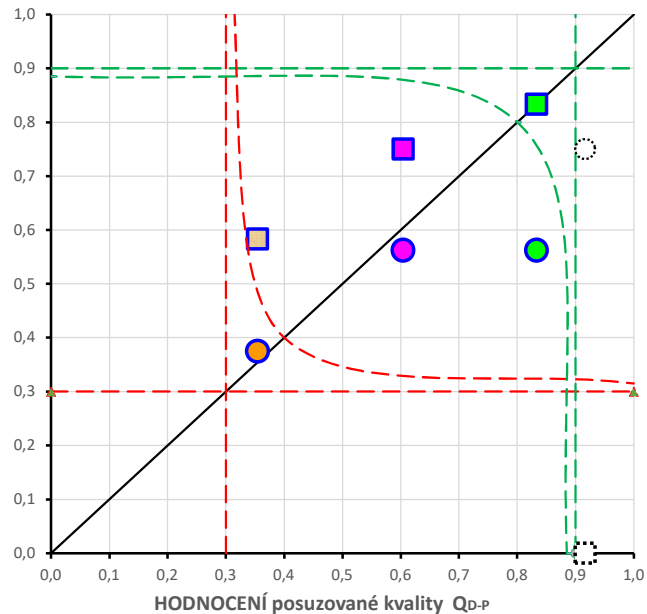
Hodnocení vzájemné konkurenceschopnosti		Meze vhodnosti hodnocení					
- alternativ	orgánové stuktury	dolní mez	0,3	horní mez	(0 ÷ 1)		
Fáze řešení :	SPECIFIKACE kritérií pro hodnocení	SWOT HODNOCENÍ konkurenceschopnosti					
FÁZE NÁVRHU TS :	//. KONCEPČNÍ NÁVRH - návrh *Orgánové struktury TS (nejčastěji, jinak omezení jen vhodností pro menší počet kritérií)						
DIAGR. ►►	Požadavek / kritérium	Váha	Alternativa				
	Porovnatelná konkurenční vlastnost	(0 ÷ 4)	a	b	c	Ideal	
Hodnocení vhodnosti (min. 0 ÷ max. 4)	Posuzovaná kvalita Q	Počet dílů	4	4	2	3	4
		Jednoduchost konstrukce	4	4	1	3	4
		Jednoduchost výroby	4	4	1	2	4
		Velikost	2	2	3	3	4
		Stabilita	4	4	2	3	4
		Montáž	4	3	1	2	4
		∑ vážené hodnocení vhodnosti Q	---	3,3	1,4	2,4	3,7
		∑ norm.váž.hodnoc.vhodn. Q (0 ÷ 1)	(0 ÷ 1)	0,83	0,35	0,60	0,92
	Dodací doba/termín T	Celková dodací doba	3	3	2	3	4
		---		-	-	-	-
		---		-	-	-	-
		∑ vážené hodnocení vhodnosti T	---	2,3	1,5	2,3	3,0
		∑ norm.váž.hodnoc.vhodn. T (0 ÷ 1)	(0 ÷ 1)	0,56	0,38	0,56	0,75
	Dodací náklady/cena C	Celkové dodací náklady - shodné	4	3	3	3	4
		Cena výroby	4	4	2	3	4
		Cena materiálu	4	3	2	3	4
		∑ vážené hodnocení vhodnosti C	---	3,3	2,3	3,0	4,0
		∑ norm.váž.hodnoc.vhodn. C (0 ÷ 1)	(0 ÷ 1)	0,83	0,58	0,75	1,00

PŘÍLOHA 2 - Obr. 1 [Case Ex. DesProc&SumRep, Obr.3-4]

SWOT hodnocení vzájemné konkurenceschopnosti navržených alternativ
orgánové struktury TS pro vybrané klíčové DEVELOPMENT-PRODUCT (D-P) vlastnosti
pro technický produkt / systém (TS) : **Hydraulický zvedák pro osobní automobily**

HODNOCENÍ konkureschopnosti uvedených alternativ TS

HODNOCENÍ dodacích nákladů/ceny Co-P
HODNOCENÍ dodací doby/termínu Td-P



■ aQC ■ bQC ■ cQC ○ iQC
● aQT ● bQT ● cQT ○ iTQ
 — diagonála - - - - - horizontální-dolní - - - - - horizontální-horní - - - - - vertikální-dolní

Návrat na List AltEv :

◀◀ AltEv

Q^T^C oblast vlastností / požadavků na (zakázku) TS :	Qd-P DEVELOPMENT-PRODUCT („vývojová/ vyvinutá”) KVALITA ZAKÁZKY TS(s)	Td-P DEVELOPMENT-PRODUCT („vývojová”) DOBA / TERMÍN ZAKÁZKY TS(s)	Co-P DEVELOPMENT-PRODUCT („vývojové”) NÁKLADY / CENA ZAKÁZKY TS(s)	
Životní etapa TS	Provoz	Provoz	Provoz	
Váha vlastností / požadavků (0 - 4) :	4	4	4	
Výsledky váženého SWOT hodnocení (0 - 1)	Alternativa org.strukt. TS a	0,83	0,56	0,83
	Alternativa org.strukt. TS b	0,35	0,38	0,58
	Alternativa org.strukt. TS c	0,60	0,56	0,75
	Org. strukt. ideálního TS _i	0,92	0,75	R

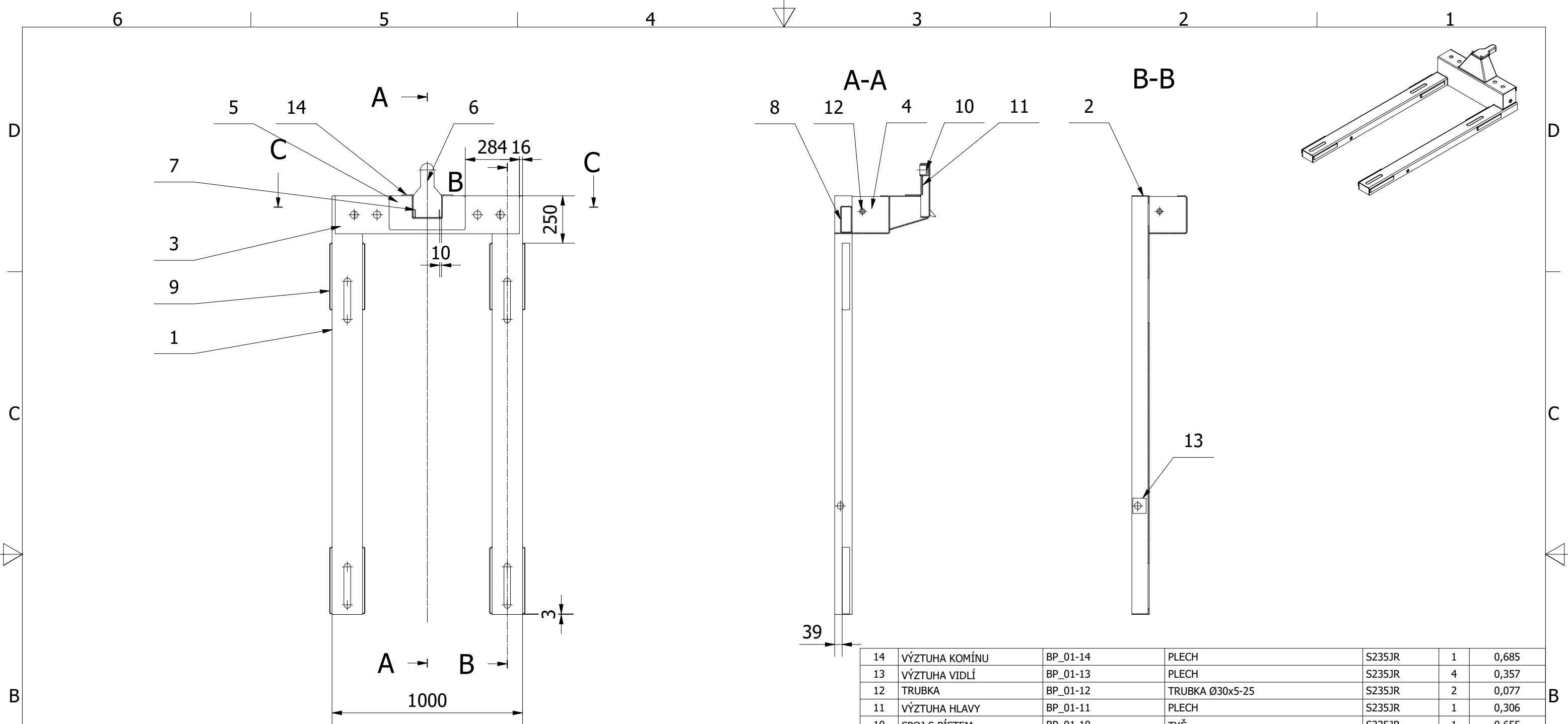
PŘÍL. 2 - Obr. 2 [Case Ex. DesProc&SumRep, **Obr. 3-5**] Výsl. SWOT hodnocení vzájemné konkureschopnosti navržených alternativ orgánové struktury TS pro vybrané klíčové DEVELOPMENT-PRODUCT (D-P) vlastnosti pro technický produkt / systém (TS) : **Hydraulický zvedák pro osobní automobily**

**Při řešení SaP na úrovni EDT (např. v SP DFX) se org. strukt. výchozího TS₀ obvykle nezhrnuje, kvalitu hodnocení však zvyšuje!*

(Celé řešení použijte jako přílohu zprávy a do zprávy vložte pouze tento obrázek s komentářem a odkazy)

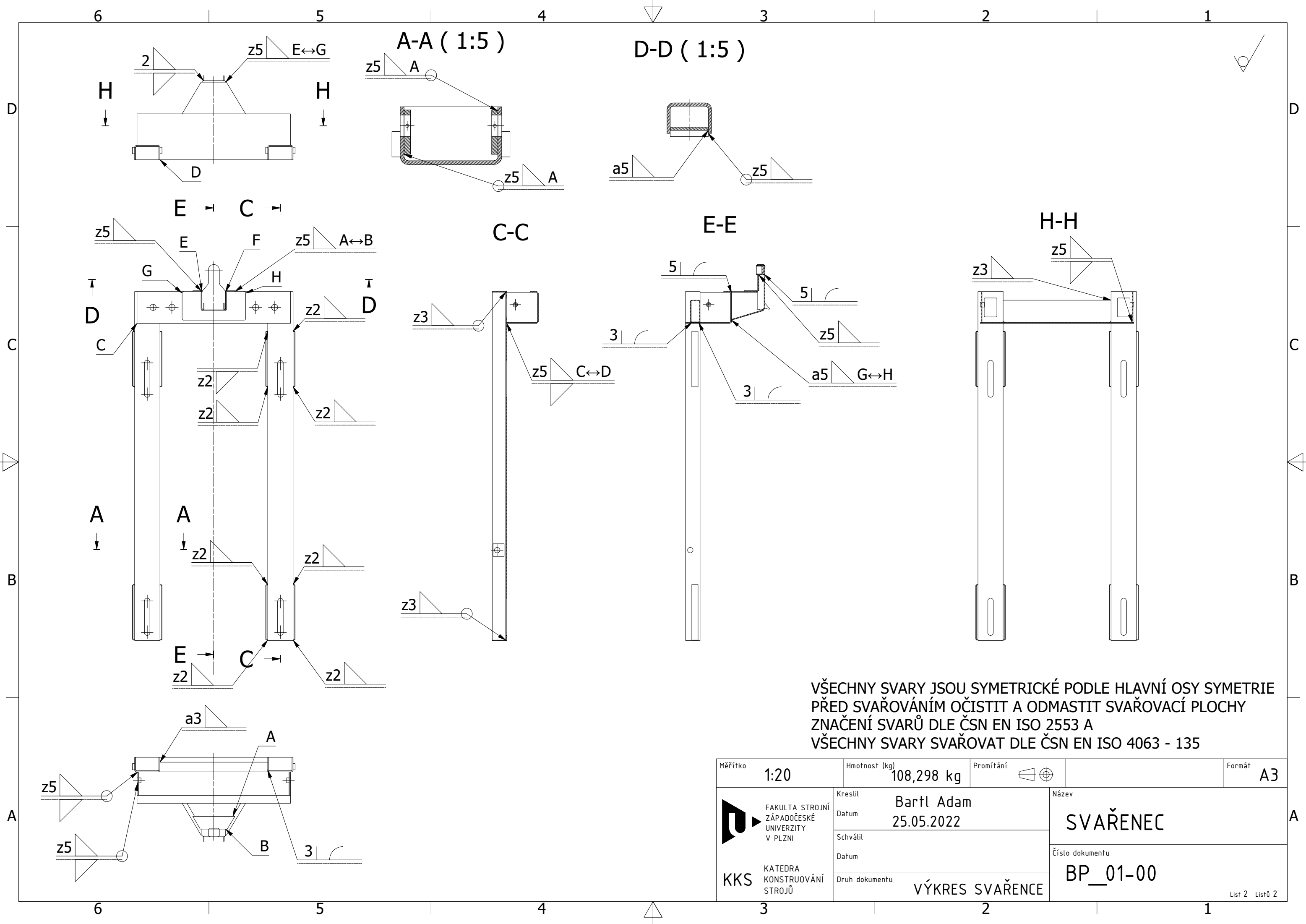
Příloha 3

Výkres svařence



14	VÝZTUHA KOMÍNU	BP_01-14	PLECH	S235JR	1	0,685
13	VÝZTUHA VIDLÍ	BP_01-13	PLECH	S235JR	4	0,357
12	TRUBKA	BP_01-12	TRUBKA Ø30x5-25	S235JR	2	0,077
11	VÝZTUHA HLAVY	BP_01-11	PLECH	S235JR	1	0,306
10	SPOJ S PÍSTEM	BP_01-10	TYČ	S235JR	1	0,655
6	HLAVA	BP_01-06	PLECH	S235JR	1	2,390
9	DRŽÁK NÁJEZDŮ	BP_01-09	PLECH	S235JR	8	0,345
8	ROZPĚRA	BP_01-08	TRUBKA OBDELNÍKOVÁ 140x60x3-680	S235JR	1	7,950
7	ZARÁŽKA	BP_01-07	PLECH	S235JR	2	0,013
5	KOMÍN	BP_01-05	PLECH	S235JR	1	4,724
4	STRANA	BP_01-04	PLECH	S235JR	2	1,419
3	HLAVNÍ PLECH	BP_01-03	PLECH	S235JR	1	18,669
2	VÍKO VIDLÍ	BP_01-02	PLECH	S235JR	4	0,296
1	VIDLE	BP_01-01	PLECH	S235JR	2	32,102
POZ.	NÁZEV	ČÍSLO VÝKRESU	POLOTOVAR	MAT.	MN.	HMOT. (kg)

Měřítko	1 : 20	Hmotnost (kg)	108,298 kg	Promítání		Formát	A3
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil	Bartl Adam		Název			
	Datum	26.05.2022		SVAŘENEC			
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil			Číslo dokumentu			
	Datum			BP_01-00			
Druh dokumentu			VÝKRES SESTAVY				

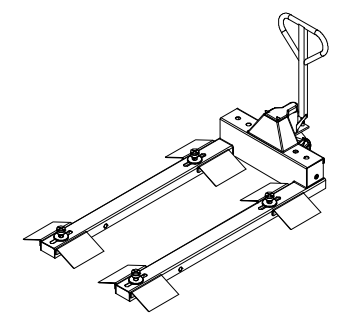
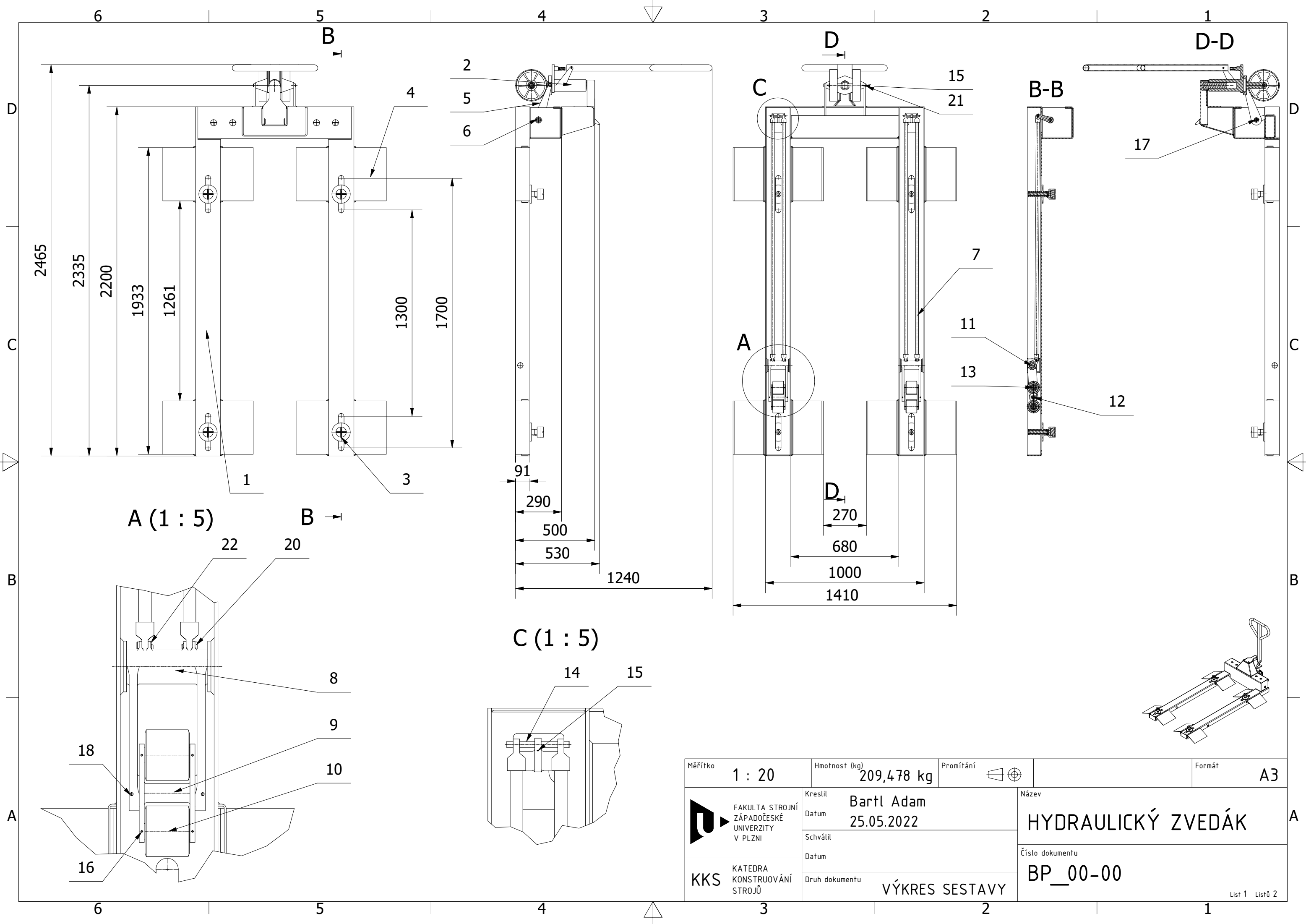


VŠECHNY SVARY JSOU SYMETRICKÉ PODLE HLAVNÍ OSY SYMETRIE
 PŘED SVAŘOVÁNÍM OČISTIT A ODMASTIT SVAŘOVACÍ PLOCHY
 ZNAČENÍ SVARŮ DLE ČSN EN ISO 2553 A
 VŠECHNY SVARY SVAŘOVAT DLE ČSN EN ISO 4063 - 135

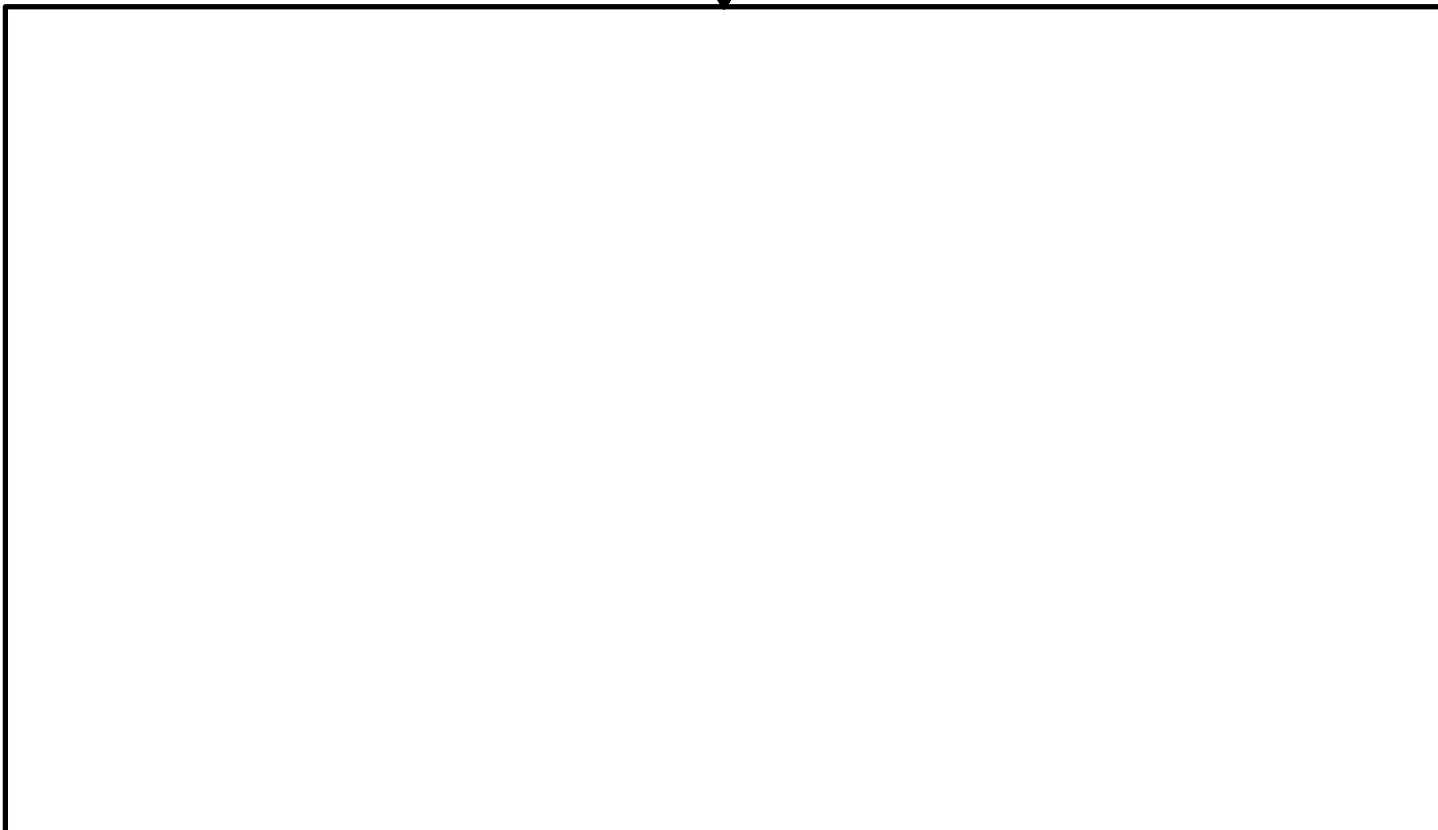
Měřítko	1:20	Hmotnost (kg)	108,298 kg	Promítání		Formát	A3
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil	Bartl Adam		Název			
	Datum	25.05.2022		SVAŘENEC			
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil			Číslo dokumentu			
	Datum			BP_01-00			
Druh dokumentu				VÝKRES SVAŘENCE			
						List 2 Listů 2	

Příloha 4

Výkres sestavy



Měřítko	1 : 20	Hmotnost (kg)	209,478 kg	Promítání		Formát	A3
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil	Bartl Adam		Název			
	Datum	25.05.2022		HYDRAULICKÝ ZVEDÁK			
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil			Číslo dokumentu			
	Datum			BP_00-00			
Druh dokumentu				VÝKRES SESTAVY			
						List 1 Listů 2	



22	POJISTNÝ KROUŽEK	CSN 02 2930 - 10	4	0,000
21	ČEP	ISO 2341 - A - 10 x 24	2	0,021
20	ČEP	ISO 2341 - A - 10 x 22	4	0,021
19	KOLÍK	ISO 2338 - 5 h8 x 60	4	0,009
18	KOLÍK	ISO 2338 - 5 h8 x 55	4	0,009
17	KOLÍK	ISO 2338 - 5 h8 x 30	1	0,005
16	KOLÍK	ISO 2338 - 3 h8 x 30	8	0,002
15	KOLÍK	ISO 2338 - 3 h8 x 20	4	0,001
14	ČEP - TÁHLO/TORZNÍ TYČ	BP_00-09	2	0,061
13	ČEP - SPOJKA KOLEČEK/VIDLICOVÉ KOLEČKO	BP_00-07	4	0,214
12	ČEP - SPOJ KOLEČKA/SPOJKA KOLEČKA	BP_00-08	2	0,289
11	ČEP - VIDLE/SPOJ KOLEČKA	BP_00-06	2	1,197
10	VIDLICOVÉ KOLEČKO	BP_03-00	4	1,074
9	SPOJKA KOLEČEK	BP_00-04	2	0,816
8	SPOJ KOLEČEK	BP_00-03	2	3,768
7	TÁHLO	BP_05-00	4	3,940
6	TORZNÍ TYČ	BP_00-02	1	2,384
5	TORZNÍ RAMENO	BP_00-01	1	4,982
4	NÁJEZDY	BP_00-05	8	2,757
3	USTAVOVACÍ SYSTÉM	BP_02-00	4	2,815
2	ZVEDACÍ MECHANISMUS S KOLEČKY	BP_04-00	1	25,969
1	SVAŘENEC	BP_01-00	1	108,298

POZ.	NÁZEV	ČÍSLO VÝKRESU	MN.	HMOT. (kg)
------	-------	---------------	-----	------------

Měřítko	Hmotnost (kg) 209,478 kg	Promítání	Formát A4
---------	-----------------------------	-----------	--------------

<p>FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI</p>	Kreslil Bartl Adam	Název HYDRAULICKÝ ZVEDÁK
	Datum 25.05.2022	
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil	Číslo dokumentu BP_00-00
	Datum	
	Druh dokumentu KUSOVNÍK	