

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Akademický rok: 2013/2014

Lukáš Dohnal

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA STROJNÍ

KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ

**POROVNÁNÍ STARÉ A NOVÉ KONCEPCE VÝROBY VYBRANÝCH DÍLŮ A
ZEFEKTIVNĚNÍ VYBRANÉHO DÍLU Z HLEDISKA TECHNOLOGIČNOSTI**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Lukáš Dohnal

Vedoucí práce: Ing. Jiří Vyšata, Ph.D.

Plzeň, 2014

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lukáš DOHNAL**
Osobní číslo: **S12N0022K**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Strojírenská technologie - technologie obrábění**
Název tématu: **Porovnání staré a nové koncepce výroby vybraných dílů a zefektivnění vybraného dílu z hlediska technologičnosti**
Zadávací katedra: **Katedra technologie obrábění**

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

1. Úvod, cíle práce
2. Charakter výroby staré koncepce
3. Charakter výroby nové koncepce
4. Porovnání obou koncepcí, návrhy na zlepšení
5. Technicko-ekonomické zhodnocení
6. Závěr

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


STANĚK, J., NĚMEJC, J.: Metodika zpracování a úprava diplomových prací.
Plzeň : ZČU,2005.
Webové stránky: www.reisrobotics.de/
Podklady z firmy Reis Robotics

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jiří Vyšata, Ph.D.**
Katedra technologie obrábění
Konzultant diplomové práce: **Ing. Jiří Vyšata, Ph.D.**
Katedra technologie obrábění

Datum zadání diplomové práce: **7. října 2013**
Termín odevzdání diplomové práce: **23. května 2014**


Doc. Ing. Jiří Staněk, CSc.
děkan




Doc. Ing. Jan Řehůř, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 7. listopadu 2013

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Anotace práce

Anotace

Diplomová práce řeší dva vybrané díly, které tvoří jeden montážní celek. Porovnávají se zde nové a staré koncepce výroby obou dílů z hlediska dosažených svařovacích a obráběcích časů, které vyplynuly z historie časů, kdy se díly vyráběly. Popisuje se zde obě koncepční varianty z hlediska členů a upínání. Jeden díl nové koncepce výroby je inovován z hlediska technologičnosti tak, aby výrobní náklady byly menší a snížily se tak časy na zhotovení celého dílu. Jednotlivé náklady jsou zahrnuty v práci. Pro posouzení zdali inovovaná koncepce výroby vyhovuje stejně jako stará a nová koncepce výroby v praxi se využilo pevnostní statické analýzy všech variant vytvořené v modelovacím systému. Pomocí normovaných časů a tarifů cen daných firmou se zjistily materiálové a výrobní náklady všech konstrukcí. U inovované konstrukce není normovaný čas podpořen praxí, a proto se jedná o odhadovaný čas.

Abstract

This thesis takes two selected parts that form one assembly . Compared there are new and old concepts for both parts in terms of achievements welding and machining time , which resulted from the history of the times when the parts were made . Disclosed herein is both conceptual variants in terms of subsections and clamping. One part of the new concept of production is upgraded from a technology point of view , so that production costs were smaller and thus decreased at times making the whole piece. Individual costs are included in the work. To assess whether innovative concepts for suits as well as old and new concepts for the practice to take advantage of the static strength analysis of all variants created in the modeling system. With time allowances prices and tariffs of the company has identified the material and production costs of construction. With innovative design is not standardized time supported the practice , and therefore, the estimated time.

Poděkování

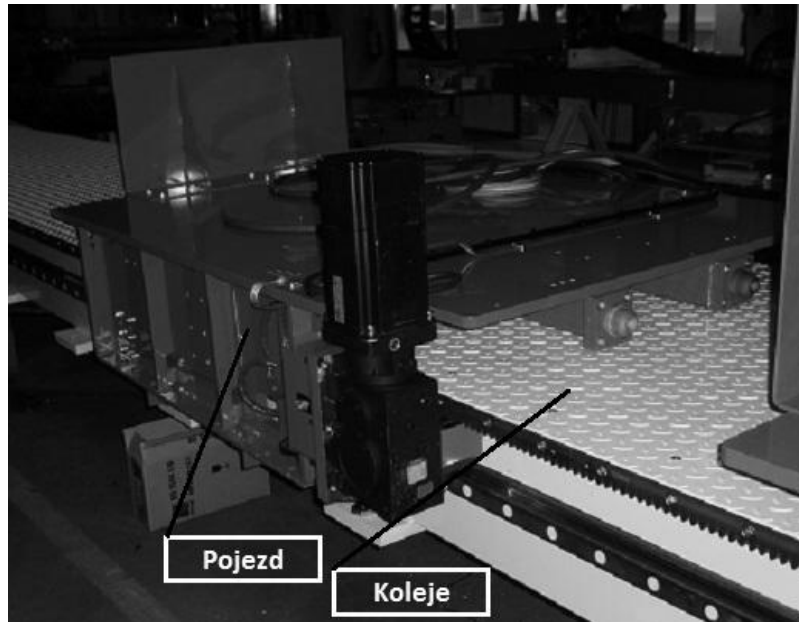
Tímto by chtěl autor diplomové práce poděkovat zaměstnancům Reisu Roboticsu za vstřícnost při zjišťování fotografií a potřebných informací pro sepsání diplomové práce. Dále by chtěl autor poděkovat vedoucímu diplomové práce panu doktorovi Vyšatovi za pomoc při psaní diplomové práce.

Obsah

1. Úvod, cíle práce	str.2
1.1 Firma Reis Robotics	str.4
1.2 Strojový park ve firmě Reis Robotics	str.6
2. Charakter výroby staré koncepce	str.12
2.1 Koleje staré konstrukce	str.12
2.2 Pojezd staré konstrukce	str.15
3. Charakter výroby nové koncepce	str.20
3.1 Koleje nové konstrukce	str.20
3.2 Pojezd nové konstrukce	str.23
4. Porovnání obou koncepcí, návrhy na zlepšení	str.27
4.1 Porovnání staré a nové konstrukce kolejí	str.28
4.2 Porovnání staré a nové konstrukce pojezdu	str.42
4.3 Návrh zlepšení z hlediska technologičnosti	str.45
5. Technicko-ekonomické zhodnocení	str.55
6. Závěr	str.58
7. Seznam literatury	str.60
8. Seznam tabulek, obrázků, grafů zobrazené v práci a v příloze.....	str.61
Příloha	str.65

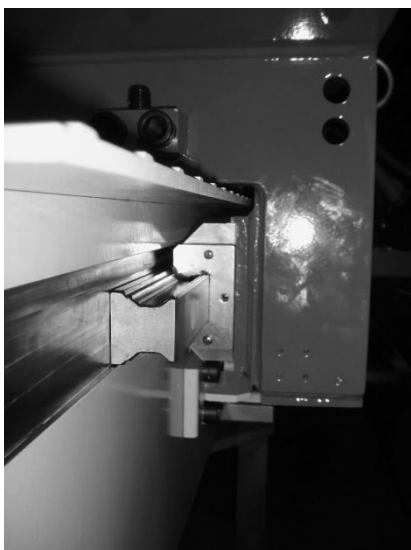
1. Úvod, cíle práce

Ve firmě Reis Robotics, která bude specifikovaná v kapitole 1.1, se vyrábějí svařovací roboti. Jedním z pohybů robota je jeho přesouvání na jiné místo pracoviště. To je zajišťováno prostřednictvím pojezdu pohybujícího se po kolejích. Na obrázku Obr. 1 je fotografie pojezdu na kolejích. Z kolejí (bílé barvy) je vidět sice jen výsek jejich délky, ale pro ozřejmění principu to postačí. Pojezd tmavé barvy se pomocí koleček pohybuje po liště, která je namontována na boční straně kolejí. Pohyb realizuje hnací jednotka černé barvy tvořená elektromotorem, převodovkou a pastorkem, který zapadá do hřebenu upevněný nad zmíněnou lištou. Problém, který se snaží řešit tato práce, spočívá ve chvění kolejí při jejich výrobě. Toto chvění je nežádoucí nejen kvůli zajištění potřebných hygienických požadavků při výrobě - zejména hlučnosti, ale také s ohledem na životnost výrobních prostředků - především nástrojů. Především však chvění při obrábění ovlivňuje geometrickou přesnost a jakost povrchu. Pro dosažení na výkrese požadovaných hodnot tolerance rovinnosti a rovnoběžnosti je tedy v současnosti nutno upravovat řezné podmínky směrem k nižším hodnotám úběru, což se projevuje vyšším časem obrábění. V současné době se koleje vyrábějí ve dvou koncepčních variantách. Každé z těchto variant také odpovídá zvláštní verze dílu pojezd, který tvoří spolu s příslušnou variantou kolejí jeden vyšší montážní celek. Obě koncepční varianty kolejí a pojezdu budou popsány v kapitolách 2 a 3.



Obr. 1 Pohled na montážní celek pojezd – koleje

Na Obr. 2 je vidět řešení pohybu pojezdu po kolejích. Na boční straně kolejí bílé barvy je pohyb řešen tak, že do vyfrézované drážky je vsazena profilová lišta, do které je vložen protikus. Protikus je pomocí šroubů namontován na pojezd. Na druhé boční straně kolejí bílé barvy je pohyb realizován ozubeným převodem, který vzniká mezi ozubeným hřebenem a ozubeným kolem. Ozubené kolo je součástí hnací jednotky pojezdu.





Obr. 2 Pohled na řešení pohybu montážního celku pojezdu a kolejí

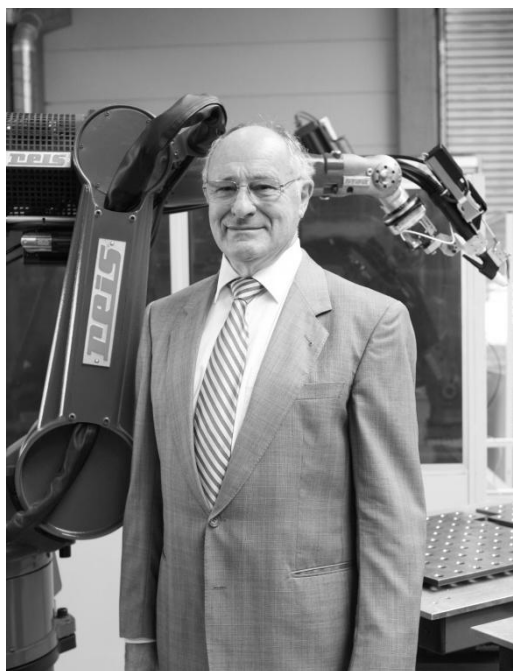
Tato práce v souvislosti s uvedenými skutečностями sleduje dva cíle. Jedním je porovnání obou variant kolejí a pojezdu z hlediska dosažených obráběcích a svařovacích časů a vytvoření celkového pohledu na obě koncepční varianty. Druhým cílem je navrhnout opatření v oblasti technologičnosti konstrukce výrobků, která by vedla k zajištění potřebné stability procesu obrábění při zvýšení hodnot řezných podmínek a ke zkrácení výrobních časů na výrobu kolejí, tedy i snížení materiálových a výrobních nákladů. Při zajišťování tohoto cíle je však také zapotřebí naplnit požadavek na nepřekročení stanovené hmotnosti dané celkovou hmotností robota.

1.1 Firma Reis Robotics

Firmu Reis Robotics založil v roce 1957 Walter Reis (Obr. 3) jako rodinnou firmu se sídlem na Horním hradě v Obenburgu nad Mohanem. Skupina Reis byla restrukturalizována v roce 2010. Nyní je ve skupině Reis 18 společností, mezi niž patří Reis Group Holding, ve kterém je ředitelství společnosti. Předseda představenstva je bývalý nástrojář a zakladatel společnosti Walter Reis. Ve skupině Reis je zaměstnáno 1400 pracovníků, kteří pracují v pobočkách po celém světě.

Reis Robotics se zabývá vývojem a výrobou horizontálních, vertikálních robotů, které se využívají pro manipulaci s materiálem, ke svařování či třídění. Dále se zabývají výrobou kloubových několika ramenných otočných robotů. Tyto roboti jsou schopni se pohybovat do více směrů a poloh, proto

se dají využít v jakémkoli odvětví strojírenství. Důležitým výrobkem firmy jsou sloupcové lisy, které se využívají pro odstraňování otřepů. Firma zhotovuje i vstřikovací lisy o různých velikostech. Firma vyrábí také horizontální roboty, kterými se bude zabývat tato práce. Horizontální roboti se vytvářejí v několika metrových délkách. Délka horizontálních robotů se pohybuje od 3 do 6 metrů. Horizontální roboti jsou zhotoveni tak, že se na sebe můžou napojovat a proto může firma zajistit délku tratě podle přání zákazníka.



Obr. 3 Walter Reis – zakladatel společnosti

1.2 Strojový park ve firmě Reis Robotics

Strojový park je zaměřen na technologie obrábění a svařování kolejí a pojezdu. Strojový park také zobrazuje celkový pohled na technologie a jejich možnosti využití z hlediska technologičnosti konstrukce. Ve firmě se využívají různé horizontální vyvrtávačky, které se liší svými technologickými možnostmi obrábění. Bližší přiblížení, proč se právě tento typ horizontální vyvrtávačky použil na zhotovení obou koncepčních variant kolejí a pojezdu, bude specifikován v kapitolách 2 a 3. Technické parametry horizontálních vyvrtávaček umožňují ukázat přehled o pracovních možnostech strojů.

Horizontální vyvrtávačka WHQ 13 CNC typ TOS

Základní rozměr: 3500 x 2500 mm

Výkon: 37 kW

Maximální otáčky: 3000 (1/min)

Podélný posuv x: 3500 mm

Příčný posuv y: 2500 mm

Délka stolu: 2500 mm

Šířka stolu: 1800 mm

Výsuv pinoly/vřetena: 800(+1250Z) mm

Průměr vřetena: 130 mm

Vřeteno nad stolem: 75 – 2500 mm

Šířka T drážek: 22 mm



Obr. 4 Horizontální vyvrtávačka WHQ 13 CNC

Horizontální vyvrtávačka WHQ 13 CNC z Obr. 4 se používá na obrobky, které jsou masivní, pravidelných tvarů. Výhodou této vyvrtávačky je vysoká tuhost vřetena a možnost nasazení nástavce, který nám umožňuje zpětné obrábění pomocí speciálního obráběcího nástroje. Vysoká tuhost vřetena je výhodná pro nastavení vysokých hrubovacích řezných podmínek obrábění.

Horizontální vyvrtávačka UNION

Základní rozměr: 2460 x 1960 mm

Výkon: 13 kW

Maximální otáčky: 560 (1/min)

Podélný posuv x: 2460 mm

Příčný posuv y: 1960 mm

Délka stolu: 3460 mm

Šířka stolu: 2000 mm

Rozměr palety/kostky: 1000 x 1820 mm

Výška palety/kostky: 768 mm

Výsuv pinoly/vřetena: 780(+350Z) mm

Průměr vřetena: 125 mm

Vřeteno nad stolem: 740 – 2700 mm

Šířka T drážek: 36/22 mm



Obr. 5 Horizontální vyvrtávačka UNION

Horizontální vyvrtávačka UNION z Obr. 5 je klasická vyvrtávačka bez podpory CNC technologie. Tato vyvrtávačka má nízký cenový tarif a proto se využívá pro menší díly pravidelných tvarů, kde

není zapotřebí program obráběcích operací od programátora CNC technologie. Je omezená poměrně malým pracovním prostorem. Velkou výhodou této vyvrtávačky je, že na ní pracují zkušení pracovníci, kteří se pohybují ve strojírenské praxi již několik let, a proto si dokážou rozmyslet vhodnou strategii pro obrábění dílu jak z hlediska upínání tak obrábění.

Horizontální vyvrtávačka FP 8000 typ Soraluce

Základní rozměr: 8000 x 2500 mm

Výkon: 28 kW

Maximální otáčky: 3000 (1/min)

Podélný posuv x: 8000 mm

Příčný posuv y: 2000 mm

Délka stolu: 9000 mm

Šířka stolu: 2000 mm

Rozměr palety/kostky: 1280 x 1600

Vzdálenost pinoly od stolu: 170 mm

Výsuv pinoly/vřetena: 1200 mm

Vřeteno nad stolem: 215/165 mm

Šířka T drážek: 28/18 mm

Horizontální vyvrtávačka SP 14000 typ Soraluce

Základní rozměr: 12500 x 3100 mm

Výkon: 28 kW

Maximální otáčky: 4000 (1/min)

Podélný posuv x: 12500 mm

Příčný posuv y: 2600 mm

Délka stolu: 14000 mm

Šířka stolu: 1100 mm

Výsuv pinoly/vřetena: 1200 mm

Vřeteno nad stolem: 60(120)/0 mm

Šířka T drážek: 28 mm



Obr. 6 Horizontální vyvrtávačka typ Soraluca

Horizontální vyvrtávačky typu Soraluca (Obr. 6) jsou moderní stroje, které umožňují na jedno upnutí obrobit bez natočení stolu horní, čelní a boční plochy obrobku, díky své možnosti natočení pracovní hlavice (Obr. 7) do jiné pracovní polohy. Mají velké pracovní prostory, což je určitě výhodou. Tyto vyvrtávačky obrábí převážně svařované konstrukce, které nejsou pravidelných tvarů. Svařované díly jsou spíše konstrukce, které nejsou z materiálového hlediska masivní, ale spíš jsou velké díky svému objemu. Nevýhodou oproti horizontální vyvrtávačce WHQ 13 CNC je, že vřeteno s pracovní hlavicí je méně tuhé a proto neumožňuje nastavení vysokých hrubovacích řezných podmínek.



Obr. 7 Možnost natočení hlavice

Na Obr. 7 je vidět natočení pracovní hlavy vřetena stroje o 90 stupňů a proto se tak může obrobit boční plocha obrobku. Horizontální vyvrtávačka SP 14000 tvoří s pracovním stolem jeden celek, a proto se zde nemůže usazovat obrobek o velké hmotnosti. Horizontální vyvrtávačka FP 8000 nemá pracovní stůl součástí další částí stroje, a proto se zde obrábí obrobky o větších hmotností než na vyvrtávačce SP 14000. Horizontální vyvrtávačka SP 14000 zase vyniká svými rychlými přejedy a možností větší rychlosti otáček vřetena.

Svařovací aparát MIG/MAG Kuhlreiber

Vstupní napětí 50 Hz: 3x400 V

Rozsah svařovacího proudu: 30 – 280 A

Napětí naprázdno: 17 – 38 V

Počet reg. stupňů: 20

Vinutí: Cu

Sítový proud/příkon 60%: 12,3 A/8,6 kVA



Obr. 8 Svařovací aparát MIG/MAG pro středně těžkou až těžkou strojírenskou výrobu

Ve firmě se svařují převážně oceli z materiálu ST, v určitých případech i nerezové oceli. Jedná se převážně o ruční svařování jednotlivými svářeči metodou MIG/MAG (Obr. 8). Jelikož se nejedná o části, které se využívají v činnostech podléhající přísné tlakové kontrole, tak se nemusí svary kontrolovat rentgenovou nebo ultrazvukovou metodou. Proto se svary nemusí svařovat speciálním strojovým automatickým svařovacím aparátem.

Resumé první kapitoly

V této podkapitole jsou zobrazeny technologie a jejich parametry, aby bylo blíže jasné, že pojezd a koleje jsou poměrně veliké díly. Jedná se o souhrn technologií pro představu, že na zhotovení pojezdu a kolejí je potřeba různých horizontálních vyvrtávaček. Na obrázcích Obr. 4, 5, 6, 8 jsou zobrazené jednotlivé horizontální vyvrtávačky a svařovací aparát pro metodu MIG/MAG. Podkapitola strojový park chce zobrazit výhody jednotlivých technologií a ukázat kde by se mohly výhodně využít. Hlavní rys technologičnosti se opírá o cenu, tedy využít optimální technologii na zhotovení kolejí a pojezdu vzhledem k jejich možnostem upnutí a obrábění tak, aby byl využit optimální (nejlépe nejlevnější) cenový tarif stroje pro zhotovení dílů. Další rys technologičnosti je zhodnotit možnosti upnutí tak, aby se díl nemusel zbytečně přeupínat a tak zvýšit celkový přípravný čas.

[1], [2]

2. Charakter výroby staré koncepce

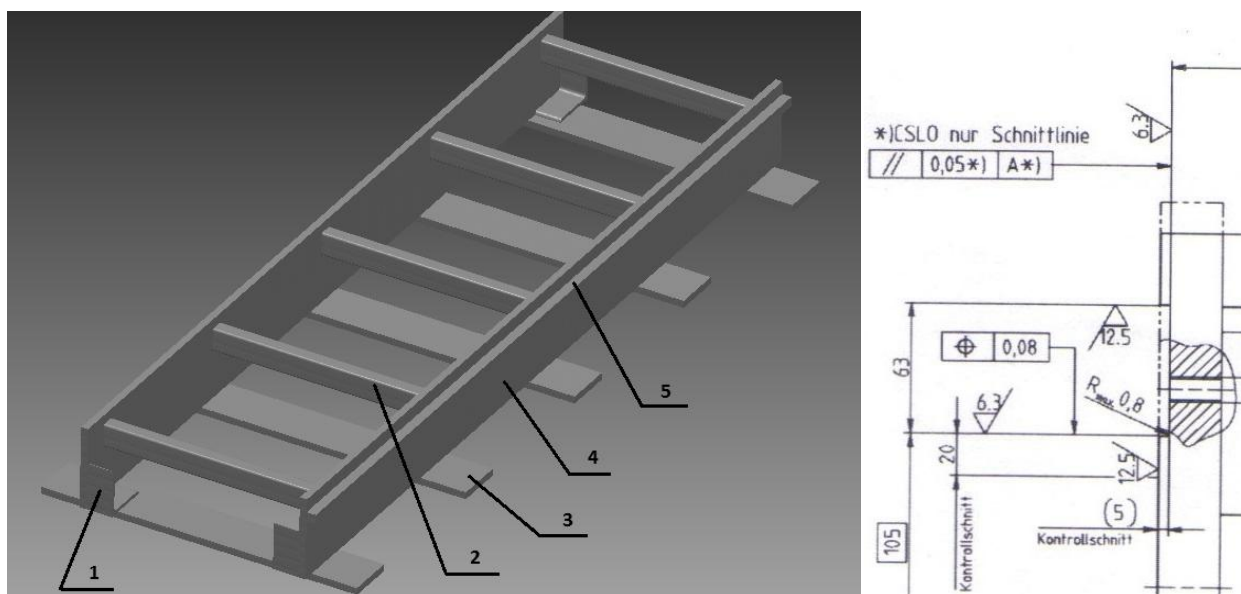
Tato kapitola se zabývá výrobou staré konstrukce pojezdu a kolejí. V této kapitole jsou zahrnuty jednotlivé členy celé konstrukce z hlediska rozměrů a materiálu. Koleje jsou pevně smontovány se základy, na bočních plochách jsou vyfrézované drážky, na kterých jsou namontovány lišty a ozubené hřebeny. Ozubené hřebeny a lišty tvoří s pojezdem jeden posuvný celek. Proto je důležité, aby drážky splňovaly geometrické tolerance rovinnosti a rovnoběžnosti. Jejich hodnoty jsou rovinnost: 0,05/500 mm, rovnoběžnost: 0,05 mm. Na kolejích se také frézuje člen 1 (Obr. 9), kde se musí udržet geometrická tolerance kolmosti 0,1 mm. Tato hodnota je důležitá pro další možnost napojení jiných kolejí. Kapitola se technologičností konstrukce nemusí tolik zabývat, protože až u nové koncepce výroby kolejí to má smysl, aby se tyto skutečnosti zohlednily u inovované konstrukce kolejí.

2.1 Koleje staré konstrukce

Technologický postup výroby staré konstrukce kolejí:

- **komisování svařovny** (sjednocení jednotlivých členů svařovaného celku před svářecí pracoviště)
- **svaření** (svařování jednotlivých členů v jeden celek dle výkresové dokumentace, kontrola a případné rovnání)
- **kontrola** (rozměrů, svarů a jednotlivých členů svařovaného celku)
- **programování** (programování jednotlivých obráběcích a vrtacích operací pro horizontální vyvrtávačku SP 14000)
- **obrábění** (upnutí na čtyři uhelníky, obrábění drážky šířky 63 mm (Obr. 9) na členu 4, obrábění boční plochy na členu 4, obrábění drážky šířky 25 mm na členu 5, obrábění drážky šířky 63 mm na druhém členu 4, obrábění boční plochy druhého členu 4, obrábění všech členů 1, vrtání členů 1, vrtání členů 3, vrtání členu 5, vrtání členů 4)
- **odjehlení po obrábění** (zbavení okují po obrábění, začištění hran)
- **kontrola** (rozměrů, geometrických tolerancí, otvorů)
- **základní nátěr, lakování do odstínu barvy** (očištění, omytí, přelepení obrobených ploch lepenkou, nátěr, odstranění lepenky z přelepených ploch)
- **logistika** (příprava na odvoz na montáž)

Na obrázku Obr. 9 je vidět vymodelovaná stará konstrukce kolejí s očíslovanými jednotlivými pozicemi, které jsou zahrnuty v kusovníku. Kusovník zobrazuje počet kusů použitých na zhotovení staré konstrukce kolejí a také jaké se použily rozměry.



Obr. 9 Pohled na jednotlivé části staré konstrukce kolejí délka 3500 mm + výřez z výkresu

Kusovník jednotlivých částí staré konstrukce kolejí:

1. Tyč profil L (4 kusy)

Rozměr: 200 x 200 x 20 v délce 110 mm

2. Profilová jeklová trubka (pro délku 3500 mm 5 kusů)

Rozměr: 100 x 60 x 5 v délce 915 mm

3. Výpalek tloušťka 30 mm (pro délku 3500 mm 5 kusů)

Rozměr: 200 x 1365 x 30 mm

4. Výpalek tloušťka 30 mm (2 kusy)

Rozměr: 350 x 3500 x 30 mm

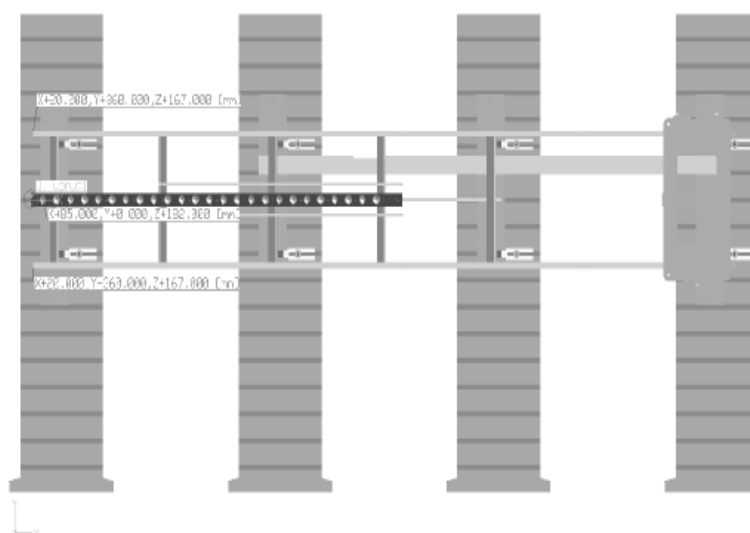
5. Plochá tyč (1 kus)

Rozměr: 40 x 40 v délce 3500 mm

Stará konstrukce je svařovaný celek z oceli ST37. Svařuje se metodou MIG/MAG svařovacím aparátem Kuhntreiber a obrábí se na jedno upnutí na horizontální vyvrtávače SP 14000 typu Soraluze, jejíž technické parametry byly specifikované v podkapitole 1.2. Je nutné obrábět na jedno upnutí, protože se musí dodržet vzájemné geometrické tolerance v předepsané míře, což by na dvě upnutí bylo těžko proveditelné. Na konstrukci se obrábí člen 1, pro napojení dalšího dílu kolejí je důležité dodržet na součásti geometrické tolerance kolmosti. Dále se obrábí členy 4 a 5, kde se musí dodržet vzájemná rovinnost a rovnoběžnost, protože po těchto plochách pojíždí pojezd. Horizontální vyvrtávačka SP 14000 je využita pro svůj velký pracovní prostor, který se hodí pro 3,5 metru dlouhou kolej. Konstrukce není tak těžká, váží 210 kg, a proto se využívá tento nejnovější stroj ve firmě. Výhodou této vyvrtávačky je možnost obrábění kolejí na jedno upnutí.

Obrázek Obr. 10 je řešení upínání kolejí. Jedná se o podobný typ konstrukce, jako jsou koleje z této práce. Je to ilustrační obrázek pro představu jakým stylem se upínají koleje. Upínají se na čtyři uhlíky upínkami proti vřetenu s otočnou hlavou. Obráběcí a vrtací operace se programují v systému Tebis, kde se dá kompletně nasimulovat celá horizontální vyvrtávačka s upnutým dílem a navrhnout tak kompletní strategii celkového obrábění s výměnou nástrojů v zásobníku. Obrábí se na jedno upnutí.

Řešení upnutí



Obr. 10 Řešení upínání kolejí

Jednotlivé členy konstrukce se řežou na rozměr na pile, či se nechají pálit plamenem s přídavkem na obrábění dle pálícího plánu na pálícím aparátu.

Normovaný čas pro koleje staré konstrukce je:

- komisování svařovny, svaření 840 min
- obrábění, odjehlení po obrábění 760 min

Tyto normované časy jsou definované strojními technologiemi ze zkušenosti, z výsledků předešlé výroby, z výkresové dokumentace. Jedná se o celkový čas na zhotovení jednotlivých operací, kde je započítaný přípravný čas na upínání obrobku či přípravný čas na sestavení svařovaného dílu. Firma při normování časů nedefinuje časy T_{AC} a T_{BC} , tedy časy jednotkové a dávkové s přírážkou směnového času.

2.2 Pojezd staré konstrukce

Konstrukce pojezdu je vymyšlena jako dva svařované díly, které se montují v jeden celek. 1. část a 2. část staré konstrukce (Obr. 11, Obr. 12) se svařuje metodou MIG/MAG svařovacím aparátem Kuhlreiber. 1. část staré konstrukce pojezdu se obrábí na horizontální vyvrtávačce UNION a 2. část staré konstrukce pojezdu se obrábí na horizontální vyvrtávačce WHQ 13 CNC typu TOS. Technické parametry jednotlivých horizontálních vyvrtávaček jsou specifikované v podkapitole 1.2. Důležité je udržení geometrických tolerancí kolmosti a rovinnosti v hodnotě 0,05/ 500 mm na boční ploše 1. části staré konstrukce pojezdu pro možnost správné montáže v jeden celek. Pojezd se tak skládá ze dvou kusů 1. části staré konstrukce pojezdu a z jednoho kusu 2. části staré konstrukce pojezdu.

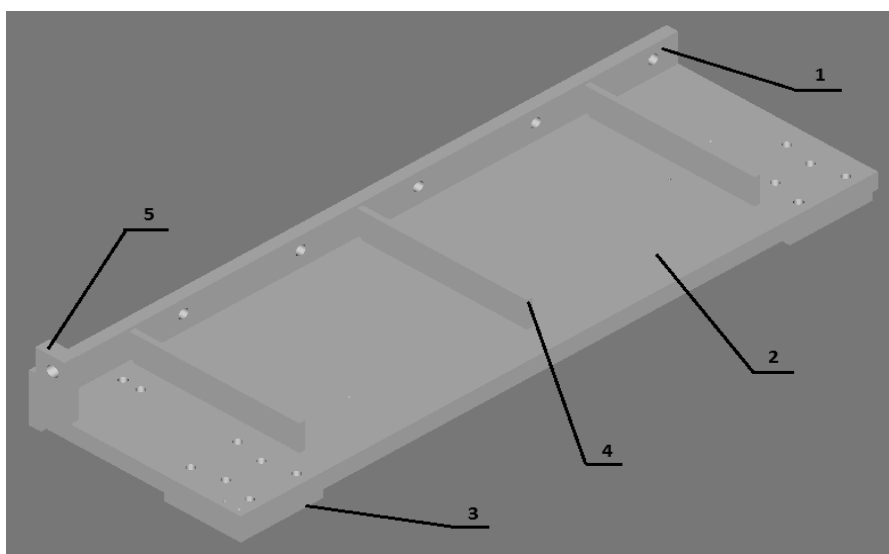
Technologický postup staré konstrukce pojezdu:

1. část staré konstrukce pojezdu

- **komisování svařovny** (sjednocení jednotlivých členů svařovaného celku před svářecí pracoviště)
- **svaření** (svařování jednotlivých členů v jeden celek dle výkresové dokumentace, kontrola a případné rovnání)
- **kontrola** (rozměrů, svarů a jednotlivých členů svařovaného celku)
- **obrábění** (upnutí na jeden uhelník, obrábění a vrtání členů 3, vrtání členu 2, natočení stolu, obrábění a vrtání členu 1, přeupnutí, vrtání členu 2, odjehlení), Obr.11
- **kontrola** (rozměrů, geometrických tolerancí, otvorů)
- **základní nátěr** (očištění, omytí, přelepení obrobených ploch lepenkou, nátěr, odstranění lepenky z přelepených ploch)
- **logistika** (příprava na odvoz na montáž)

Člen 5 se vrtá předem, než se konstrukce svařuje. Ušetří se tak jedno upnutí.

U této části staré konstrukce pojezdu se využila horizontální vyvrtávačka UNION, jedná se totiž o poměrně menší svařovaný díl a tak pracovní prostor je vyhovující. Obráběcích operací není tolik oproti obrábění kolejí. Výsledná cena kvůli nižšímu tarifu stroje oproti jiným horizontálním vyvrtávačkám bude příznivá.



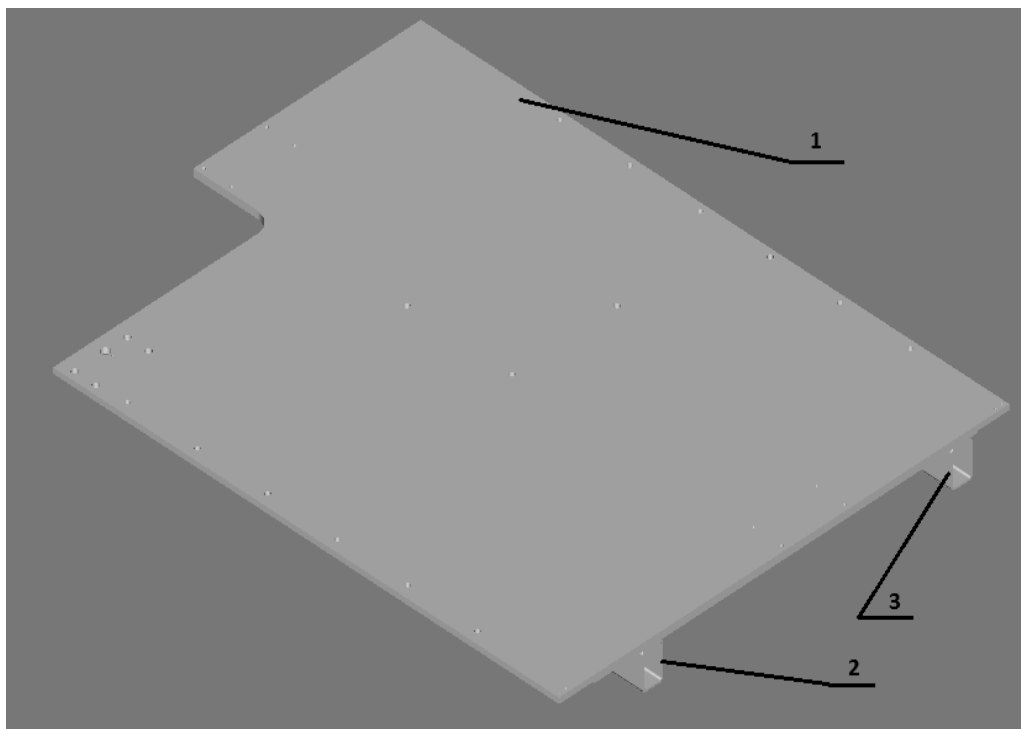
Obr. 11 1. část staré konstrukce pojezdu

Na tomto obrázku Obr. 11 je vidět bok staré konstrukce pojezdu, kterou tvoří hlavně člen 2 výpalek 30x340x1085 mm.

2. část staré konstrukce pojezdu

- **komisování svařovny** (sjednocení jednotlivých členů svařovaného celku před svařecí pracoviště)
- **svaření** (svařování jednotlivých členů v jeden celek dle výkresové dokumentace, kontrola a případné rovnání)
- **kontrola** (rozměrů, svarů a jednotlivých členů svařovaného celku)
- **programování** (programování jednotlivých obráběcích a vrtacích operací pro horizontální vyvrtávačku WHQ 13 CNC)
- **obrábění** (upnutí na jeden uhelník, obrábění drážek členu 1, vrtání členu 1, natočení stolu, vrtání členu 2), Obr. 12
- **odjehlení po obrábění** (zbavení okují po obrábění, začištění hran)
- **kontrola** (rozměrů, geometrických tolerancí, otvorů)
- **základní nátěr, lakování do odstínu barvy** (očištění, omytí, přelepení obrobených ploch lepenkou, nátěr, odstranění lepenky z přelepených ploch)
- **logistika** (příprava na odvoz na montáž)

U této části staré konstrukce pojezdu se využila horizontální vyvrtávačka WHQ 13 CNC, jedná se o poměrně pravidelný tvar vyšších rozměrů a tak se tento typ horizontální vyvrtávačky hodí, výhodou je možnost natočení stolu.



Obr. 12 2. část staré konstrukce pojezdu

Obr. 12 zobrazuje horní plochu pojezdu, na kterou se ustavuje robot, horní plocha se u staré konstrukce kolejí neobrábí, člen 1. Obrábí se pouze drážky ve spodní části členu 1 pro usazení 1. části staré konstrukce pojezdu.

Kusovníky jednotlivých částí staré konstrukce pojezdu:

1.část staré konstrukce pojezdu

1. Plochá tyč (1 kus)

Rozměr: 100 x 25 v délce 1085 mm

2. Výpalek tloušťka 30 mm (1 kus)

Rozměr: 340 x 1085 x 30 mm

3. Plochá tyč (2 kusy)

Rozměr: 140 x 30 v délce 130 mm

4. Plochá tyč (3 kusy)

Rozměr: 50 x 10 v délce 290 mm

5. Plochá tyč (1 kus)

Rozměr: 50 x 25 v délce 110 mm

2.část staré konstrukce pojezdu

1. Výpalek tloušťka 20 mm (1 kus)

Rozměr: 1285 x 1680 x 20 mm

2. Profilová jeklová trubka (1 kus)

Rozměr: 100 x 60 x 5 v délce 1445 mm

3. Profilová jeklová trubka (1 kus)

Rozměr: 100 x 60 x 5 v délce 1680 mm

Ploché tyče a výpalky jsou z oceli ST37, profilové jeklové trubky jsou z materiálu EN 10219. Kusovník je rozdělen na dvě části, tvořící převážně profilové trubky, výpalky a ploché tyče. Jednotlivé členy konstrukce jsou dělené na pile nebo jsou vypálené na pálícím aparátu.

Normovaný čas pro pojezd staré konstrukce je:

1. část

- komisování svařovny, svaření 275 min
- obrábění 340 min

2. část

- komisování svařovny, svaření 180 min
- obrábění, odjehlení po obrábění 265 min

Obdobně jako u kolejí jsou tyto normované časy definovány strojními technologiemi ze zkušenosti, z výsledků předešlé výroby, z výkresové dokumentace. Jedná se o celkový čas na zhotovení jednotlivých operací, kde je započítán přípravný čas na upínání obrobku či přípravný čas na sestavení svařovaného dílu. Firma při normování časů nedefinuje časy T_{AC} a T_{BC} , tedy časy jednotkové a dávkové s přírůžkou směnového času.

Resumé druhé kapitoly

Stará konstrukce kolejí a pojezdu byly řešeny pro menší až střední roboty a proto jsou konstrukce lehčí a jednodušší a tím pádem i méně tuhé. [3], [4], [5], [6]

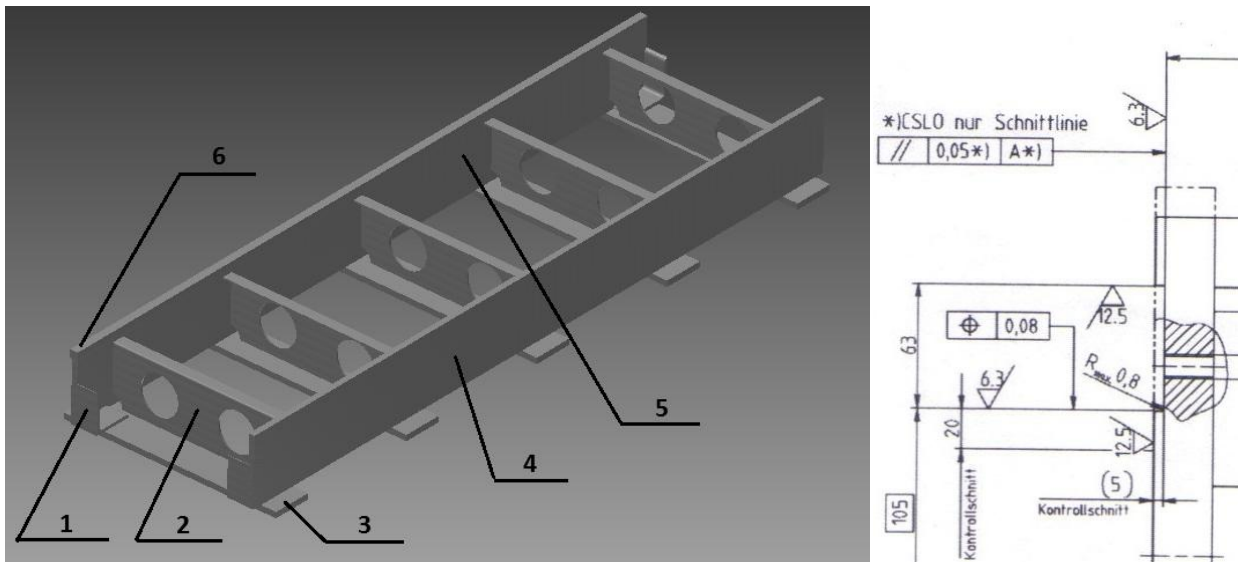
3. Charakter výroby nové koncepce

Tato kapitola charakterizuje výrobu nové konstrukce pojezdu a kolejí. Kapitola zahrnuje členy celé konstrukce z hlediska rozměrů a materiálu. Koncept nové konstrukce kolejí je zásadně podobný jako u staré konstrukce a tedy dodržení vzájemné geometrické tolerance rovinnosti, rovnoběžnosti a kolmosti je stejně zásadní. Jejich hodnoty jsou rovinnost: 0,05/500 mm, rovnoběžnost: 0,05 mm a kolmost 0,05 mm. Velký rozdíl je v konstrukci pojezdu. Pojezd již není řešen jako montážní celek, ale jako jeden svařovaný kus, který je svařován z více členů. Technologický postup a kusovník jednotlivých členů nových kolejí představuje v této kapitole novou koncepci výroby a zobrazuje tak možnosti její inovace a analýzy z hlediska technologičnosti konstrukce, která se řeší v podkapitole 4.3.

3.1 Koleje nové konstrukce

Technologický postup výroby nové konstrukce kolejí:

- **komisování svařovny** (sjednocení jednotlivých členů svařovaného celku před svářecí pracoviště)
- **svaření** (svařování jednotlivých členů v jeden celek dle výkresové dokumentace, kontrola a případné rovnání)
- **kontrola** (rozměrů, svarů a jednotlivých členů svařovaného celku)
- **programování** (programování jednotlivých obráběcích a vrtacích operací pro horizontální vyvrtávačku SP 14000)
- **příprava náradí** (nástrojáři připraví potřebné nástroje pro obrábění a vrtání obrobku)
- **obrábění** (upnutí na čtyři uhelníky, obrábění drážky šířky 63 mm (Obr. 13) na členu 5, obrábění členu 6, obrábění drážky šířky 30 mm na boční ploše členu 6, obrábění drážky šířky 63 mm na členu 4, obrábění boční plochy členu 4, obrábění všech členů 1, vrtání členů 1, vrtání členů 3, vrtání členu 5, vrtání členu 4)
- **odjehlení po obrábění** (zbavení okují po obrábění, začištění hran)
- **kontrola** (rozměrů, geometrických tolerancí, otvorů)
- **základní nátěr, lakování do odstínu barvy** (očištění, omytí, přelepení obrobených ploch lepenkou, nátěr, odstranění lepenky z přelepených ploch)
- **logistika** (příprava na odvoz na montáž)



Obr. 13 Pohled na jednotlivé části nové konstrukce kolejí délka 3500 mm + výřez z výkresu

Na obrázku Obr. 13 je vidět vymodelovaná nová konstrukce kolejí s očíslovanými jednotlivými pozicemi, které jsou zahrnuty v kusovníku. Kusovník je tvořen šesti jednotlivými členy, které jsou v kusovníku popsány podle rozměrů, ze kterých se skládají.

Koleje nové konstrukce se obrábí na horizontální vyvrtávačce SP 14000 stejně jako stará konstrukce, změny nejsou tak radikálně zásadní na rozměry a geometrické tolerance a proto se může využít stejný stroj se svými výhodami.

Kusovník jednotlivých částí nové konstrukce kolejí:

1. Tyč profil L (4 kusy)

Rozměr: 200 x 200 x 20 v délce 110 mm

2. Výpalek tloušťka 8 mm (pro délku 3500 mm 5 kusů)

Rozměr: 360 x 915 x 8 mm

3. Výpalek tloušťka 30 mm (pro délku 3500 mm 5 kusů)

Rozměr: 200 x 1135 x 30 mm

4. Výpalek tloušťka 30 mm (1 kus)

Rozměr: 350 x 3500 x 30 mm

5. Výpalek tloušťka 30 mm (1 kus)

Rozměr: 300 x 3500 x 30 mm

6. Plochá tyč (1 kus)

Rozměr: 40 x 40 v délce 3500 mm

Nová konstrukce je svařovaný celek z oceli ST37, jedině člen 2 je vypálený z oceli ST52-3. Svařuje se metodou MIG/MAG svařovacím aparátem Kuhnreiber a obrábí se na jedno upnutí na horizontální vyvrtávače SP 14000 typu Soraluze, jejíž technická data byla specifikována v podkapitole 1.2. Je nutné obrábět na jedno upnutí, protože se musí dodržet vzájemné geometrické tolerance v předepsané míře, což by na dvě upnutí bylo těžko proveditelné. Na konstrukci se obrábí člen 1, pro napojení dalšího dílu kolejí, tedy je důležité zajistit na součásti geometrické tolerance kolmosti. Dále se obrábí členy 4, 5 a 6 kde je důležité udržet vzájemnou rovinnost a rovnoběžnost, protože po těchto plochách pojezdí pojezd.

Rozdílný člen oproti staré konstrukci je člen 2, který je vypálen na laseru. Člen 2 je odlehčen vypálenými otvory, které také slouží jako průtažná místa pro elektroinstalaci. Člen 2 je řešen ve firmě kooperativně, protože podnik nemá ve svém strojovém parku technologii pro pálení tenkých plechů. Člen 2 je ohýbán pro zvýšení tuhosti soustavy.

Upínání nové konstrukce je řešeno obdobně jako u staré konstrukce, tedy se upíná na čtyři uhelníky upínkami proti vřetenu s otočnou hlavou. Jednotlivé členy se řezou na pile a pálí na pálicím aparátu. Obrábí se na jedno upnutí.

Normovaný čas pro koleje nové konstrukce je:

- komisování svařovny, svaření 830 min
- příprava náradí, obrábění, odjehlení po obrábění 825 min

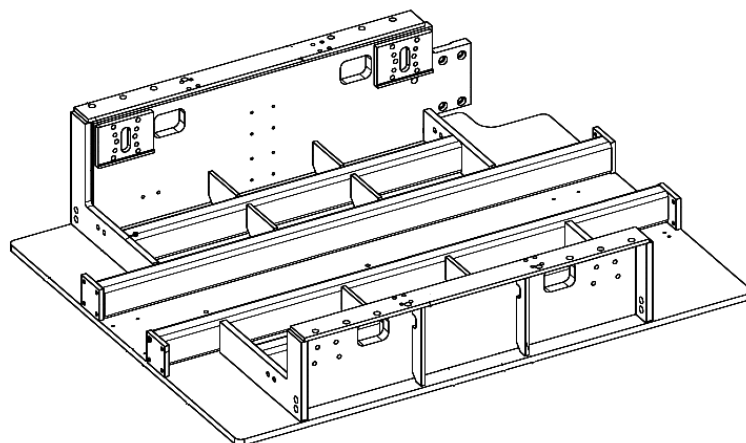
Normované časy pro svařování a obrábění kolejí nové konstrukce jsou obdobně normované jako u staré konstrukce, tedy ze zkušenosti strojních technologií, z výkresové dokumentace a z výsledků předešlé výroby stejného dílu.

3.2 Pojezd nové konstrukce

Technologický postup výroby nové konstrukce pojezdu:

- **komisování svařovny** (sjednocení jednotlivých členů svařovaného celku před svářecí pracoviště)
- **svaření** (svařování jednotlivých členů v jeden celek dle výkresové dokumentace, kontrola a případné rovnání)
- **kontrola** (rozměrů, svarů a jednotlivých členů svařovaného celku)
- **žihání** (pro odstranění pnutí ve svařeném dílu a zlepšení obrobitelnosti)
- **rovnání** (pod lisem, pro lepší obrábění)
- **programování** (programování jednotlivých obráběcích a vrtacích operací pro horizontální vyvrtávačku FP 8000)
- **příprava náradí** (nástrojáři připraví potřebné nástroje pro obrábění a vrtání obrobku)
- **obrábění** (upnutí na dva uhelníky, obrábění horní desky a bočních ploch dle Obr. 15, vrtání horní desky a bočních ploch dle Obr. 15, přeupnutí, obrábění a vrtání vnitřních ploch dle Obr. 16)
- **odjehlení po obrábění** (zbavení okují po obrábění, začištění hran)
- **kontrola** (rozměrů, geometrických tolerancí, otvorů)
- **základní nátěr, lakování do odstínu barvy** (očištění, omytí, přelepení obrobených ploch lepenkou, nátěr, odstranění lepenky z přelepených ploch)
- **logistika** (příprava na odvoz na montáž)

Některé členy se vrtají předem, než se díl svaří, aby se nemusely složitě řešit na horizontální vyvrtávačce FP 8000. Tato vyvrtávačka je zvolena pro svoji možnost dostat se pracovní hlavicí i do poměrně nepřístupných míst a také má nižší tarif než vyvrtávačka SP 14000 a více tuhé vřeteno.

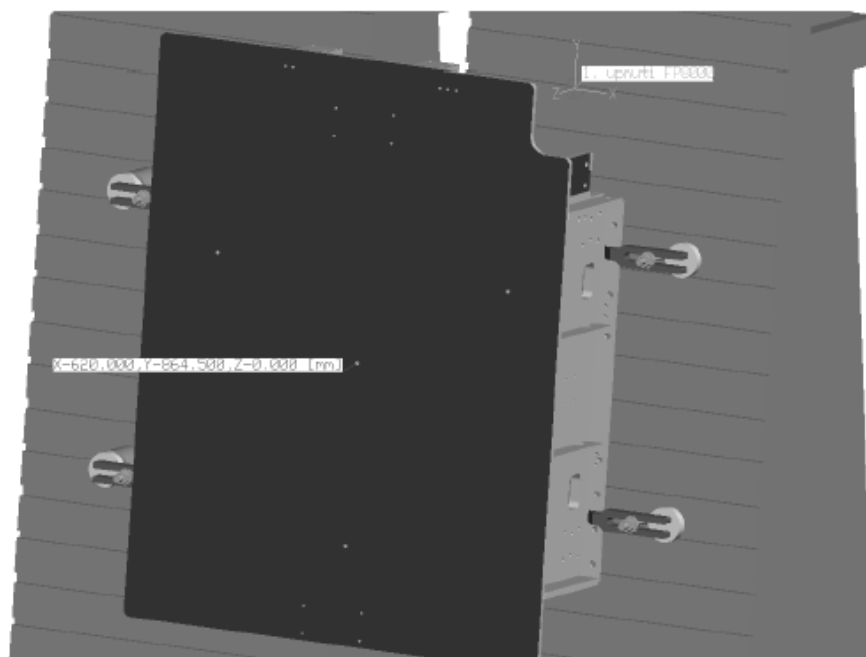


Obr. 14 Nová konstrukce pojezdu

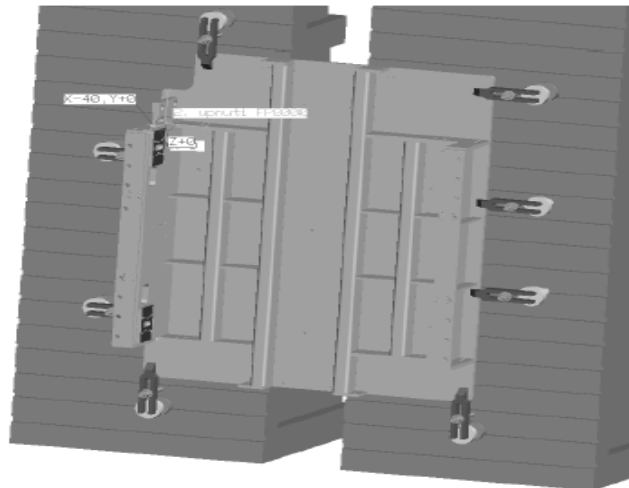
Na obrázku Obr. 14 je vidět, že nová konstrukce pojezdu je řešena jako jeden svařovaný celek z více členů, než kolik jich bylo u staré konstrukce pojezdu. Nová konstrukce pojezdu je řešena pro mohutnější roboty o velkých hmotnostech až několik tun.

Řešení upnutí

Na obrázcích Obr. 15 a 16 je vidět způsob upnutí, tedy díl se obrábí na dvě upnutí. To je řešeno tak, že se pojezd upíná na dva uhelníky pomocí upínek proti vřetenu s otočnou hlavou.



Obr. 15 Řešení upínání pojezdu – 1.upnutí



Obr. 16 Řešení upínání pojezdu – 2.upnutí

Kusovník jednotlivých částí nové konstrukce pojezdu:

- | | |
|---|---|
| 1. Výpalek tloušťka 25 mm (1 kus)
Rozměr: 1295 x 1675 x 25 mm | 10. Profilová jeklová trubka (1 kus)
Rozměr: 100 x 60 x 5 v délce 1072 mm |
| 2. Profilová jeklová trubka (2 kusy)
Rozměr: 100 x 60 x 5 v délce 1645 mm | 11. Výpalek tloušťka 20 mm (1 kus)
Rozměr: 365 x 458 x 20 mm |
| 3. Plochá tyč (4 kusy)
Rozměr: 100 x 15 v délce 100 mm | 12. Plochá tyč (1 kus)
Rozměr: 100 x 20 v délce 368 mm |
| 4. Plochá tyč (8 kusů)
Rozměr: 100 x 12 v délce 154 mm | 13. Výpalek tloušťka 30 mm (1 kus)
Rozměr: 365 x 1226 x 30 mm |
| 5. Profilová jeklová trubka (1 kus)
Rozměr: 100 x 60 x 5 v délce 1100 mm | 14. Výpalek tloušťka 20 mm (1 kus)
Rozměr: 60 x 365 x 20 mm |
| 6. Výpalek tloušťka 30 mm (1 kus)
Rozměr: 260 x 1100 x 30 mm | 15. Výpalek tloušťka 12 mm (2 kusy)
Rozměr: 50 x 365 x 12 mm |
| 7. Výpalek tloušťka 20 mm (2 kusy)
Rozměr: 260 x 458 x 20 mm | 16. Plochá tyč (1 kus)
Rozměr: 80 x 12 v délce 1092 mm |
| 8. Výpalek tloušťka 12 mm (2 kusy)
Rozměr: 50 x 260 x 12 mm | 17. Výpalek tloušťka 20 mm (4 kusy)
Rozměr: 130 x 180 x 20 mm |
| 9. Plochá tyč (1 kus)
Rozměr: 80 x 12 v délce 1120 mm | |

Pojezd nové konstrukce je složitější a je tvořen sedmnácti jednotlivými členy. Členy jsou tvořeny výpalky, plochými tyčemi a profilovými trubkami. Kusovník zobrazuje počet a rozměry jednotlivých členů. Pojezd se svařuje metodou MIG/MAG pomocí svařovacího aparátu Kuhnreiber. Nová konstrukce se obrábí na dvě upnutí na horizontální vyvrtávače FP 8000 typu Soraluze, jejíž technická data byla specifikována v podkapitole 1.2. Důležité je zhotovit geometrické tolerance přímosti a rovinnosti na vnitřní straně svařovaného dílu. Tyto tolerance jsou nezbytné při usazování na koleje. Také se obrábí horní největší deska pro správné ustavení robota na pojezd, zde je důležitá tolerance rovinnosti. Hodnoty tolerancí na vnitřní straně svařovaného dílu jsou: přímost 0,06/1100 mm a rovinnost 0,08/1100 x 1100 mm. Hodnota rovinnosti na čelní desce je 0,2/1600 x 1600 mm. Ploché tyče jsou z oceli ST37 a výpalky z oceli ST52-3. Profilové jeklové trubky jsou z materiálu EN 10219.

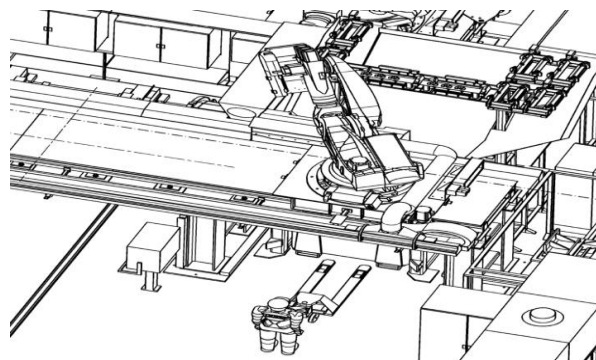
Normovaný čas pro pojezd nové konstrukce je:

- komisování svařovny, svaření 1200 min
- příprava nářadí, obrábění, odjehlení po obrábění 1365 min

Normované časy pro svařování a obrábění pojezdu nové konstrukce jsou obdobně vymyšlené jako u staré konstrukce, tedy ze zkušenosti strojních technologů, z výkresové dokumentace a z výsledků předešlé výroby stejného nebo podobného dílu.

Resumé třetí kapitoly

Pojezd a koleje nové konstrukce jsou řešeny pro větší přenášené zatížení a proto jsou s více členy na svařování složitější. Nové konstrukce pojezdu a kolejí mají větší hmotnosti oproti starým konstrukcím. Na obrázku Obr. 17 je vidět praktické využití kolejí a pojezdu v polské Poznani v tamním závodě. [3],[4],[5]



Obr. 17 Aplikace kolejí a pojezdu v závodě v Poznani

4. Porovnání obou koncepcí, návrhy na zlepšení

V této kapitole se porovnávají obě varianty a to z hlediska zjištěných časů svařování a obrábění, které vyplynuly z historie výroby jednotlivých dílů. Koleje se zhotovují ve více délkových variantách a to v délkách 3000, 3500, 4000, 4500, 5000, 5500 a 6000 mm. Jednotlivá porovnání nových a starých verzí se statisticky a graficky zpracují. Pojezd se vyrábí o stejných rozměrech pro všechny délkové varianty kolejí. Řeší se statistické zhodnocení porovnání obou variant podle dosažených časů svařování a obrábění pomocí sloupcových grafů.

Výsledky jednotlivých dosažených časů jsou odečteny ze systému B2 jako výsledky procesu jednotlivých operací, B2 je operativní a informační systém firmy Reis Robotics, ve kterém se zadává technologický postup a celkový čas na výrobu jednotlivé zakázky. Celkový čas zahrnuje jak přípravný, tak výrobní čas. Přípravný čas zahrnuje přípravu náradí, přípravků, nástrojů, práci s mostovým jeřábem, upnutí a přesné ustavení. Obecně má také velký vliv na celkový čas počet upnutí pro zhotovení jednotlivých dílů. Firma Reis nezahrnuje do svých normovaných časů jednotlivé časy t_{AC} a t_{BC} , ale normuje se celkový čas na celé jednotlivé operace.

Č. zakázky	Pol ▲	SmČVýr	Množ.	Pojmen.	Číslo dílu	Pracoviště	Název pracovní operace	V	NormCas	Spotr.Cas	DatZpHlás
DE011612	10	RXP845	1,000	UNTERB...	5280410	129	svarit , rovnat, kontrola	8	800,00	703,51	13.10.2012
DE011636	10	RXP891	1,000	UNTERB...	5280410	129	svarit , rovnat, kontrola	8	800,00	886,68	12.10.2012
DE011495	10	RXU612	1,000	UNTERB...	5280410	129	svarit , rovnat, kontrola	8	800,00	677,29	16.11.2012
DE011802	10	RYI148	1,000	UNTERB...	5280410	129	svarit , rovnat, kontrola	8	800,00	777,20	15.01.2013
DE011802	20	RYI222	1,000	UNTERB...	5280410	129	svarit , rovnat, kontrola	8	800,00	901,71	14.01.2013
DE011802	30	RZD676	1,000	UNTERB...	5280410	129	svarit , rovnat, kontrola	8	800,00	782,85	30.04.2013
DE011802	40	RZD690	1,000	UNTERB...	5280410	129	svarit , rovnat, kontrola	8	800,00	889,75	05.05.2013
DE011495	10	RXU612	1,000	UNTERB...	5280410	2000	zákl.+RAL 7035	8	0,00	0,00	19.12.2012
DE011612	10	RXP845	1,000	UNTERB...	5280410	212	odjehlit po obrobeni	8	55,00	47,90	16.10.2012
DE011636	10	RXP891	1,000	UNTERB...	5280410	212	odjehlit po obrobeni	8	55,00	55,47	13.10.2012
DE011495	10	RXU612	1,000	UNTERB...	5280410	212	odjehlit po obrobeni	8	55,00	52,57	17.11.2012
DE011802	10	RYI148	1,000	UNTERB...	5280410	212	odjehlit po obrobeni	8	55,00	49,59	19.01.2013
DE011802	20	RYI222	1,000	UNTERB...	5280410	212	odjehlit po obrobeni	8	55,00	49,59	19.01.2013
DE011802	30	RZD676	1,000	UNTERB...	5280410	212	odjehlit po obrobeni	8	55,00	26,90	07.05.2013
DE011802	40	RZD690	1,000	UNTERB...	5280410	212	odjehlit po obrobeni	8	55,00	117,77	16.05.2013
DE011612	10	RXP845	1,000	UNTERB...	5280410	220	opracovat dle vykresu RLV40 HUB 2...	8	750,00	775,97	16.10.2012
DE011636	10	RXP891	1,000	UNTERB...	5280410	220	opracovat dle vykresu RLV40 HUB 2...	8	750,00	844,22	12.10.2012
DE011495	10	RXU612	1,000	UNTERB...	5280410	220	opracovat dle vykresu RLV40 HUB 1...	8	750,00	710,40	16.11.2012
DE011802	10	RYI148	1,000	UNTERB...	5280410	220	opracovat dle vykresu RLV40 HUB 2...	8	750,00	962,34	19.01.2013
DE011802	20	RYI222	1,000	UNTERB...	5280410	220	opracovat dle vykresu RLV40 HUB 2...	8	750,00	962,34	19.01.2013
DE011802	30	RZD676	1,000	UNTERB...	5280410	220	opracovat dle vykresu RLV40 HUB 2...	8	750,00	825,24	06.05.2013
DE011802	40	RZD690	1,000	UNTERB...	5280410	220	opracovat dle vykresu RLV40 HUB 2...	8	750,00	842,33	15.05.2013

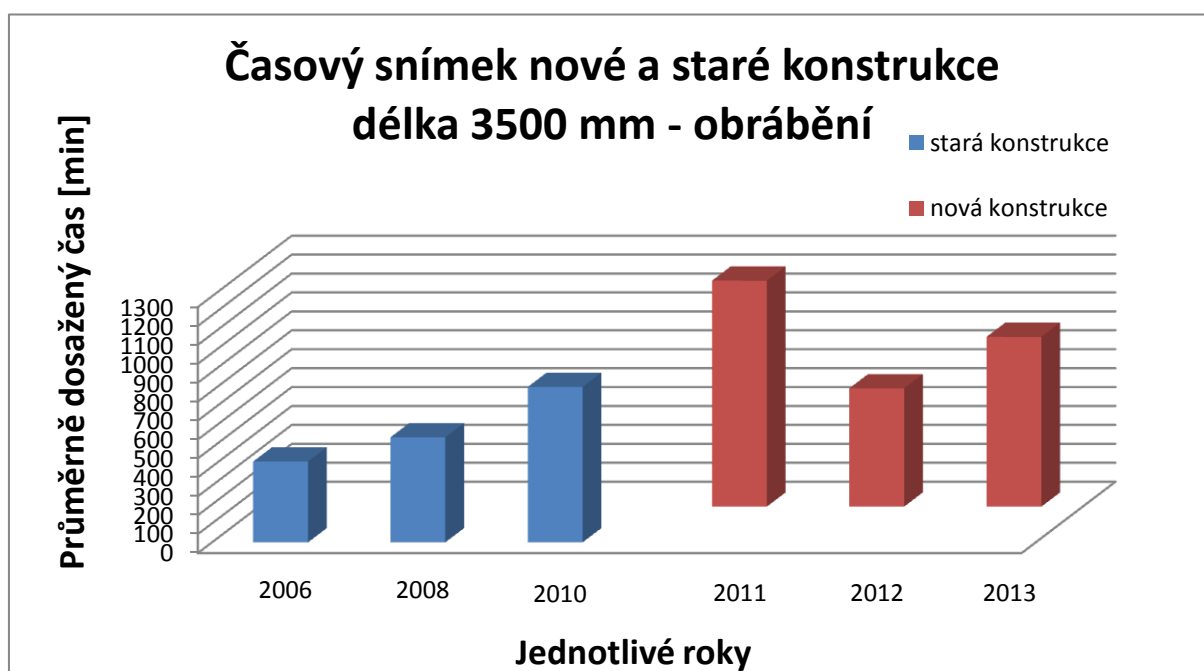
Obr. 18 Pohled na systém B2

Operace, které jsou důležité pro tuto práci, se dají odfiltrout pomocí systému B2. Jedná o operaci svařit, rovnat, kontrola a operaci opracovat dle výkresu (Obr. 18). Po odfiltrování těchto operací je důležité se zaměřit na sloupce NormCas, Spotr.Cas a DatZpHláš (Obr. 18). Jedná se v pořadí: o normované časy technology na jednotlivé operace, o skutečně spotřebované časy na operace a dny, kdy byly operace ukončeny.

4.1 Porovnání staré a nové konstrukce kolejí

Při nasazení nové konstrukce se zatím vyráběly ve firmě díly s variantami 3500, 4000, 5000, 5500, 6000 mm. Varianty 3000, 4500 mm nové konstrukce se ve firmě nevyráběly a proto se nemůžou porovnat se starou konstrukcí. Z porovnání jednotlivých variant se vyčte, jak se změnil časy svařování a obrábění při nasazení nové konstrukce kolejí.

V grafech se zobrazují průměrně dosažené časy obrábění nebo svařování na ose y. Na ose x jsou jednotlivé roky, kdy se obě konstrukce vyráběly. Pod grafem jsou v tabulkách data zjištěných výrobních časů pro svařování a obrábění za jednotlivé roky.



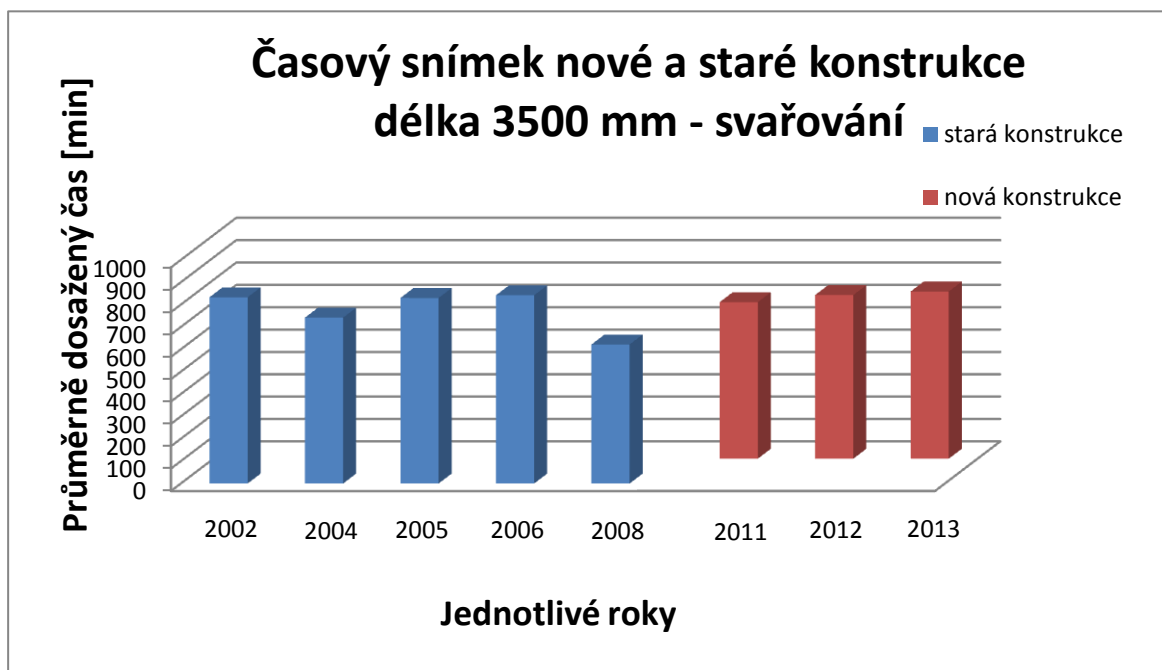
Graf 1 Časový snímek nové a staré konstrukce – obrábění, délka 3500 mm

Na grafu 1 je vidět, že při nasazení nové konstrukce kolejí došlo k zvýšení průměrného času obrábění u obrobku, který byl zhotoven v roce 2011. Obrobky staré konstrukce kolejí z let 2006, 2008, 2010 mají nižší průměrné obráběcí časy než obrobek z roku 2011. Obrobky nové konstrukce kolejí z let 2012 a 2013 dosahují podobných průměrných obráběcích časů jako obrobky staré konstrukce kolejí z let 2008 a 2010. Dá se tak usoudit, že v letech 2012 a 2013 byly již vychytané způsoby rychlého tuhého upínání a optimalizované obráběcí a vrtací programy, které by mohly snižovat celkové výrobní časy. Proto při nasazení nové nevyzkoušené varianty v roce 2011 vycházejí vyšší průměrné obráběcí časy.

čas [min]	rok	délka 3500 mm nová konstrukce
1194	2011	obrábění
625	2012	
1013	2013	
1043	2013	
634	2013	

čas [min]	rok	délka 3500 mm stará konstrukce
382	2006	obrábění
472	2006	
601	2008	
508	2008	
720	2010	
928	2010	
815	2010	

Tabulky 1: Dosažené průměrné časy obrábění v jednotlivých letech – délka 3500 mm



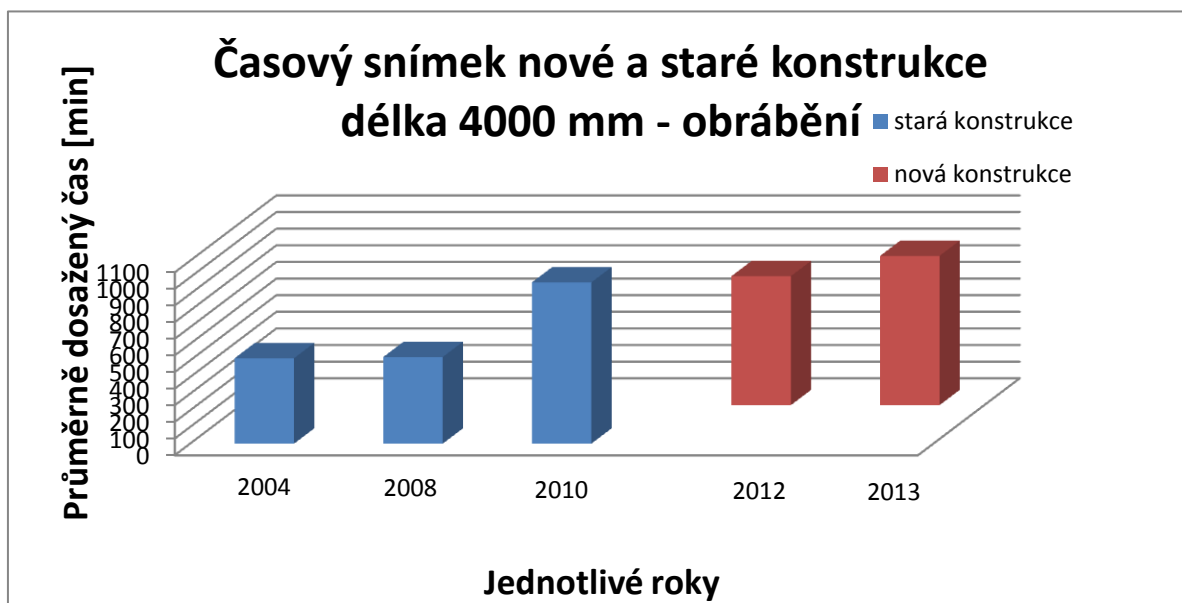
Graf 2 Časový snímek nové a staré konstrukce – svařování, délka 3500 mm

Na grafu 2 se dá spozorovat, že při nasazení nové konstrukce kolejí došlo k zvýšení průměrných časů svařování v letech 2011, 2012, 2013 oproti roku 2008, kdy je použita ještě stará konstrukce kolejí. Nové konstrukce z let 2011, 2012, 2013 dosahují velmi podobných průměrných svařovacích časů. Je tedy vidět, že se nová konstrukce kolejí délky 3500 mm, je dobře navržena pro svařecí operace. Celkově pohledem na všechny roky, kdy byly koleje délky 3500 mm svařované, vycházejí časy svařování nové konstrukce nižší než u staré konstrukce kolejí.

čas [min]	rok	délka 3500 mm nová konstrukce
700	2011	svařování
732	2012	
768	2013	
710	2013	
767	2013	

čas [min]	rok	délka 3500 mm stará konstrukce
833	2002	svařování
724	2004	
760	2004	
830	2005	
964	2006	
726	2006	
744	2006	
935	2006	
571	2008	
672	2008	

Tabulky 2: Dosažené průměrné časy svařování v jednotlivých letech – délka 3500 mm



Graf 3 Časový snímek nové a staré konstrukce – obrábění, délka 4000 mm

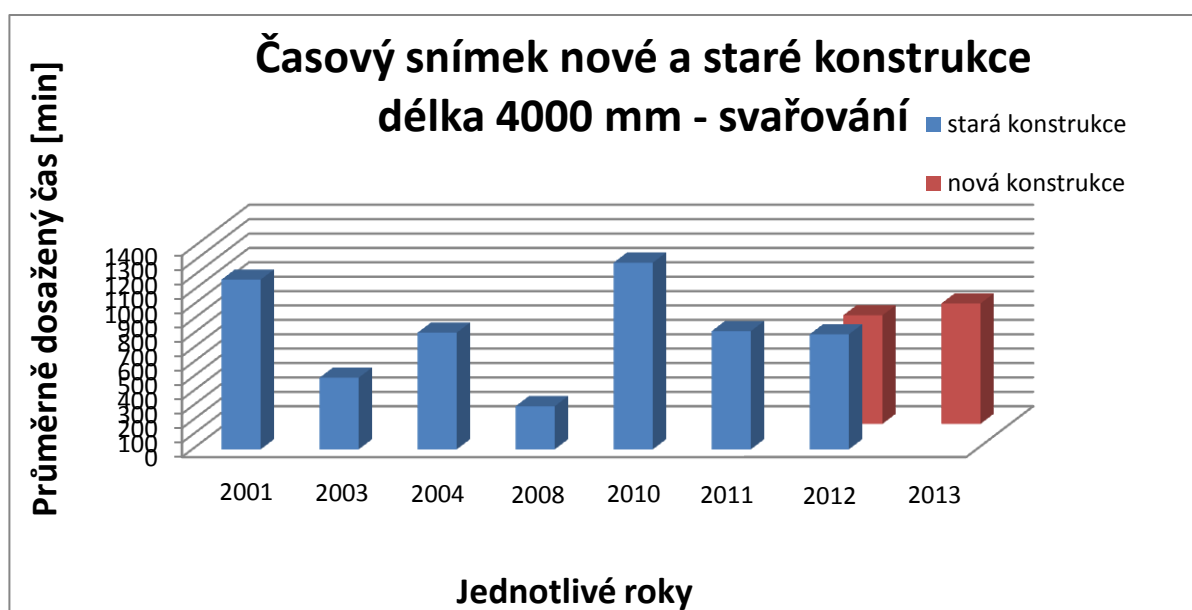
Na grafu 3 se dá spatřit, že v roce 2010 jsou průměrné obráběcí časy vyšší než u obrobků nové konstrukce kolejí, které byly obráběny v letech 2012 a 2013. Zase při porovnání obrobků kolejí staré konstrukce kolejí v letech 2004 a 2008 s kolejemi nové konstrukce z let 2012 a 2013 dosahují nižších průměrných obráběcích časů.

To může být dáno tím, že v roce 2010 mohlo dojít ke změně pracovníků horizontálních vyvrtávaček, či ke změně dodavatele břitových destiček využívaných u řezných nástrojů. Při nastavených nových podmínkách již nebylo možné dosáhnout podobných časů obrábění jaké byly v letech 2004 a 2008.

čas [min]	rok	délka 4000 mm nová konstrukce
775	2012	obrábění
844	2012	
710	2012	
962	2013	
962	2013	
825	2013	
842	2013	

čas [min]	rok	délka 4000 mm stará konstrukce
514	2004	obrábění
521	2008	
970	2010	

Tabulky 3: Dosažené průměrné časy obrábění v jednotlivých letech – délka 4000 mm



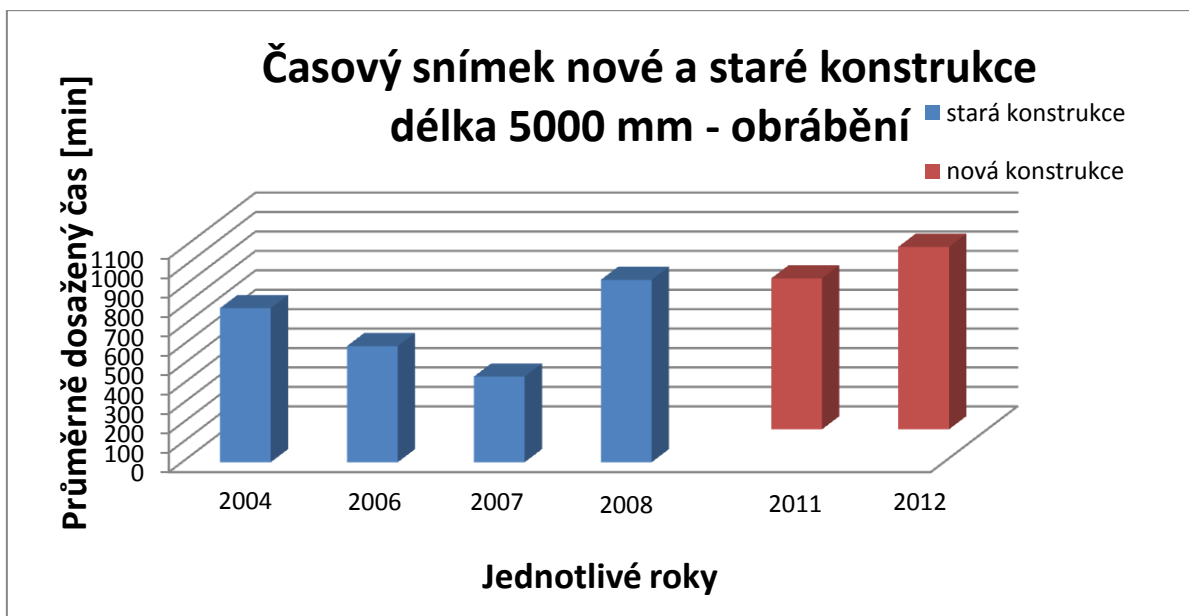
Graf 4 Časový snímek nové a staré konstrukce – svařování, délka 4000 mm

Graf 4 zobrazuje pohled na průměrné dosažené časy svařování v jednotlivých letech, kdy byla svařována konstrukce kolejí délky 4000 mm. S pohledu na graf jsou výrazné roky 2003 a 2008, kdy jsou dosažované časy svařování dosti nízké. V těchto letech se konstrukce svařovaly pouze jednou a tak se mohly nesprávně zapsat dosažované časy do systému a tak ovlivnit celkový čas. V letech 2011, 2012, 2013 dosahují svařovací časy velmi podobných výsledků a to dokonce i když se v roce 2012 změnila konstrukce kolejí ze staré na novou. Z těchto výsledků plně, že se podařilo strojním technologům s pomocí mistrů z výroby nanormovat optimální čas, za který se dá konstrukce svařit.

čas [min]	rok	délka 4000 mm nová konstrukce
703	2012	svařování
886	2012	
677	2012	
777	2013	
901	2013	
782	2013	
889	2013	

čas [min]	rok	délka 4000 mm stará konstrukce
1180	2001	svařování
498	2003	
811	2004	
300	2008	
1298	2010	
822	2011	
800	2012	

Tabulky 4: Dosažené průměrné časy svařování v jednotlivých letech – délka 4000 mm



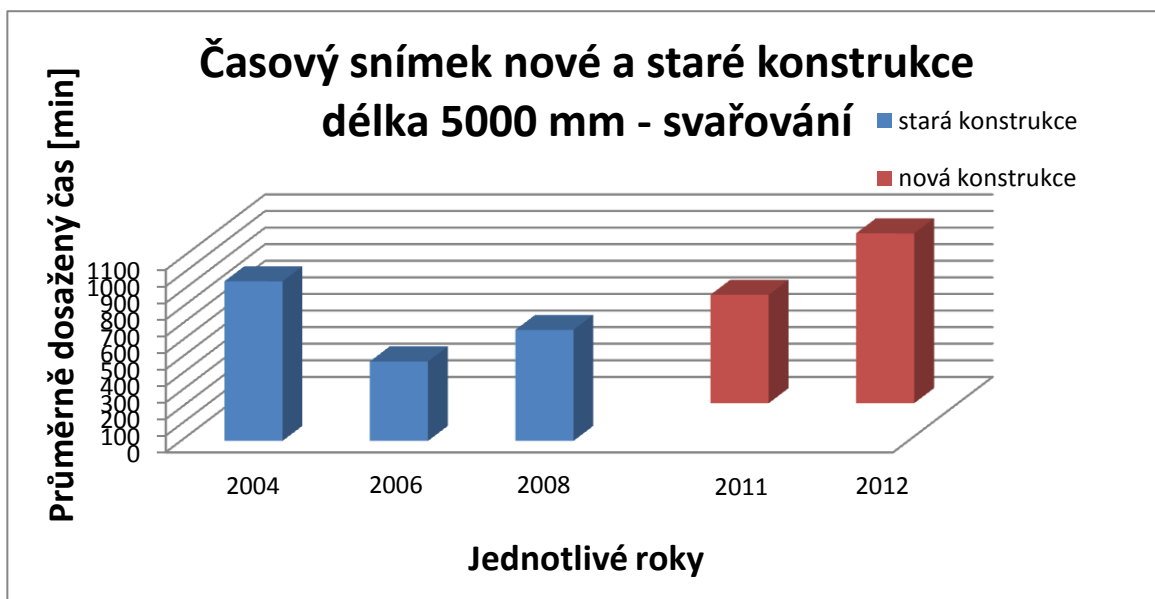
Graf 5 Časový snímek nové a staré konstrukce – obrábění, délka 5000 mm

Z grafu 5 je vidět, že při přechodu na novou konstrukci kolejí v letech 2011 a 2012 došlo k mírnému poklesu průměrného obráběcího času než v roce 2008, kdy byla ještě ve výrobě stará konstrukce kolejí. V letech 2004, 2006, 2007 vycházejí časy obrábění nižší než při zavedení nové konstrukce kolejí, která se začala vyrábět v roce 2011. Níže průměrné obráběcí časy mohou být kvůli tomu, že při vývoji konstrukce kolejí nebyly na konstrukci kladené tak velké nároky na přenesené zatížení. Konstrukce byla jednodušší a tím pádem bylo na kolejích méně ploch, které by se musely obrábět.

čas [min]	rok	délka 5000 mm nová konstrukce
777	2011	obrábění
939	2012	

čas [min]	rok	délka 5000 mm stará konstrukce
793	2004	obrábění
576	2006	
620	2006	
441	2007	
722	2008	
1156	2008	

Tabulky 5: Dosažené průměrné časy obrábění v jednotlivých letech – délka 5000 mm



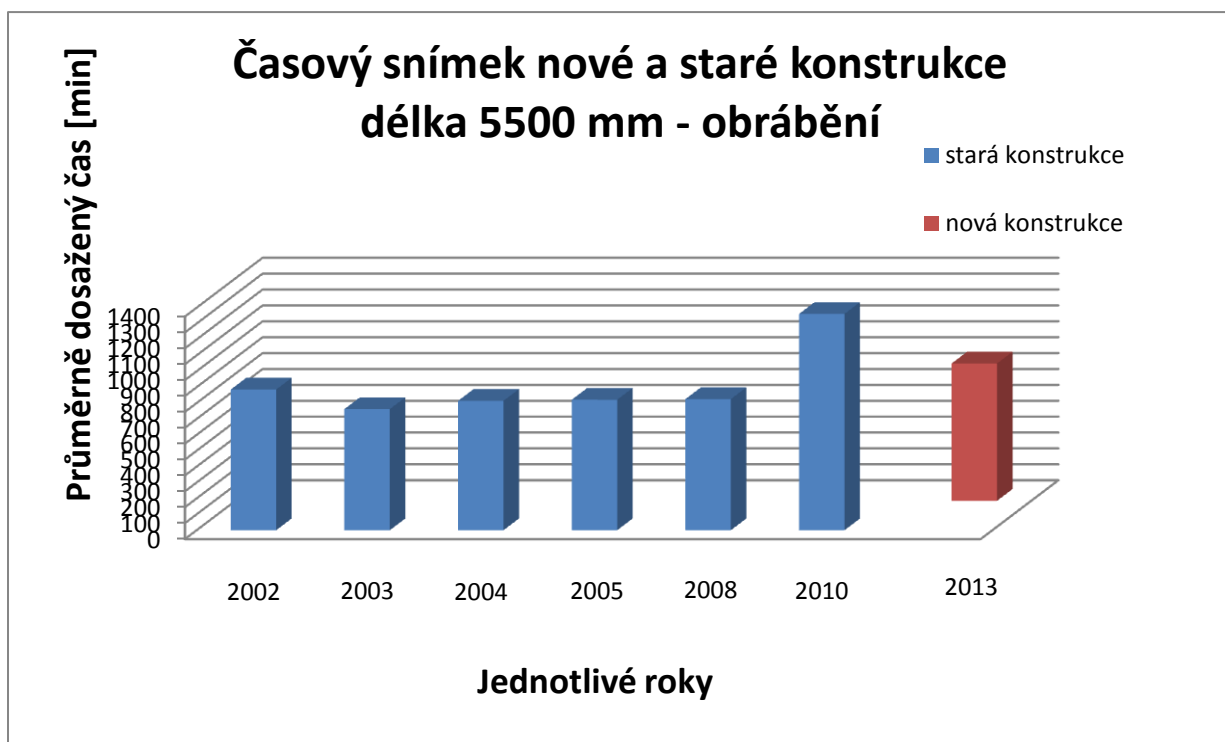
Graf 6 Časový snímek nové a staré konstrukce – svařování, délka 5000 mm

Na grafu 6 se dá vypořádat, že při nasazení nové konstrukce kolejí v letech 2011 a 2012 vycházejí průměrné svařovací časy vyšší než v letech 2006 a 2008, kdy se ještě vyráběla stará konstrukce kolejí. V roce 2004 vychází průměrný svařovací čas vyšší než v letech 2006 a 2008. V roce 2004 byla totiž poprvé nasazena do výroby tato varianta kolejí a proto svářeči s kolejí délky 5000 mm neměly zkušenosti a proto při svařování mohly vyjít vyšší svařovací časy. Vyšší průměrné svařovací časy u nové konstrukce jsou dány tím, že konstrukce musí přenášet vyšší zatížení a proto je masivnější a složitější.

čas [min]	rok	délka 5000 mm nová konstrukce
654	2011	svařování
1024	2012	

čas [min]	rok	délka 5000 mm stará konstrukce
962	2004	svařování
479	2006	
465	2008	
757	2008	
786	2008	

Tabulky 6: Dosažené průměrné časy svařování v jednotlivých letech – délka 5000 mm



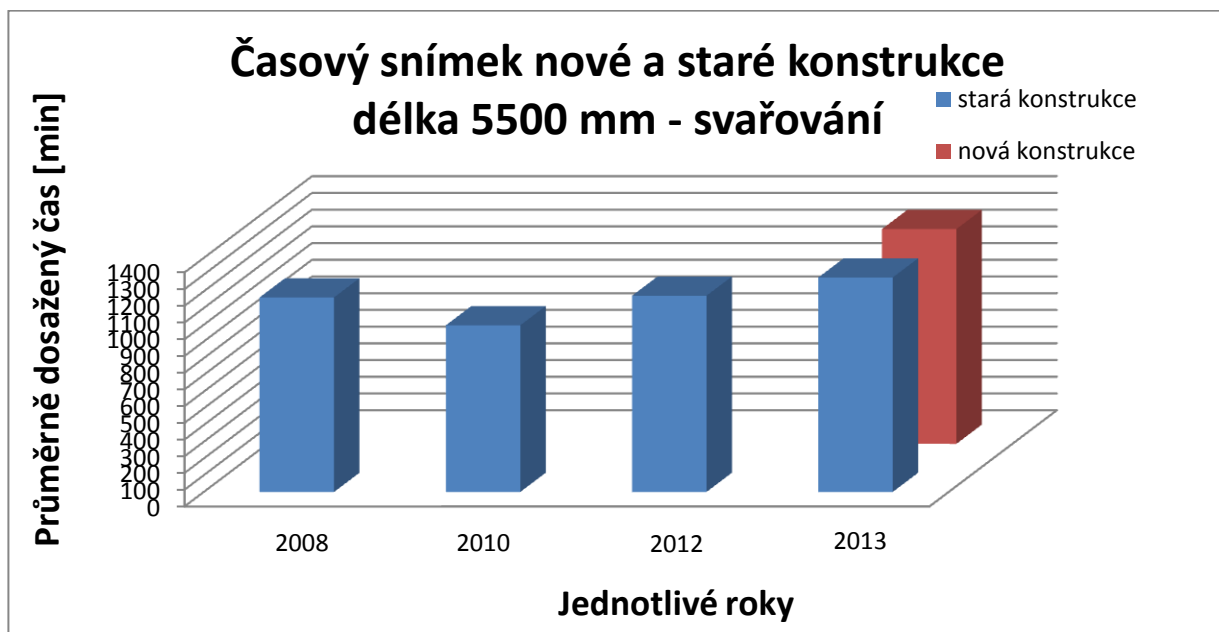
Graf 7 Časový snímek nové a staré konstrukce – obrábění, délka 5500 mm

Graf 7 zobrazuje jednotlivá léta kdy se vyráběly koleje délky 5500 mm. Při nasazení nové konstrukce kolejí vycházejí průměrné obráběcí časy velmi podobné časům, které se dosahovaly při výrobě staré konstrukce kolejí. V roce 2010 jsou průměrné obráběcí časy vyšší než v minulých letech. Může to být dáno tím, že v té době docházelo k fluktuaci pracovníků na horizontálních vyvrtávačkách a noví pracovníci nebyli tak zkušení s upínáním a nastavením optimálních řezných podmínek. Proto může vycházet vyšší obráběcí čas.

čas [min]	rok	délka 5500 mm nová konstrukce
864	2013	obrábění

čas [min]	rok	délka 5500 mm stará konstrukce
885	2002	obrábění
762	2003	
814	2004	
852	2005	
793	2005	
818	2005	
594	2008	
738	2008	
909	2008	
1058	2008	
1620	2010	
1265	2010	
1198	2010	

Tabulky 7: Dosažené průměrné časy obrábění v jednotlivých letech – délka 5500 mm



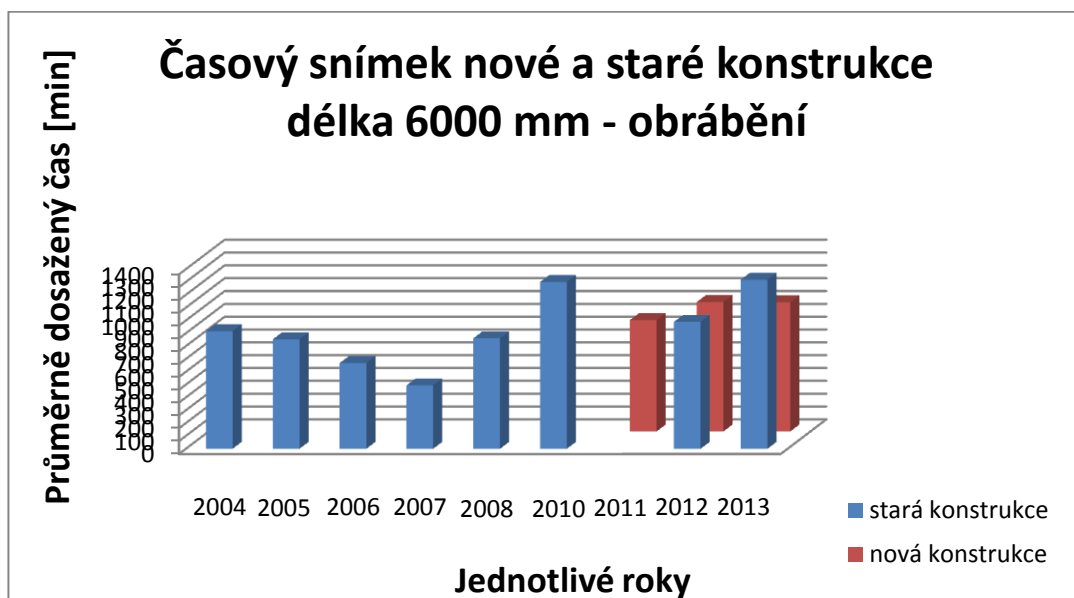
Graf 8 Časový snímek nové a staré konstrukce – svařování, délka 5500 mm

Na grafu 8 je vidět, že průměrné svařovací časy kolejí délky 5500 mm jsou velmi podobné a to i dokonce v roce 2013, kdy se vyráběla nová i stará konstrukce kolejí. Mírný rozdíl v dosahovaných průměrných časech je v roce 2010, ale není tak výrazný a proto se může jednat jen o nahodilý čas.

čas [min]	rok	délka 5500 mm nová konstrukce
1285	2013	svařování

čas [min]	rok	délka 5500 mm stará konstrukce
1178	2008	svařování
1149	2008	
1178	2010	
726	2010	
1087	2010	
1174	2012	
1283	2013	

Tabulky 8: Dosažené průměrné časy svařování v jednotlivých letech – délka 5500 mm



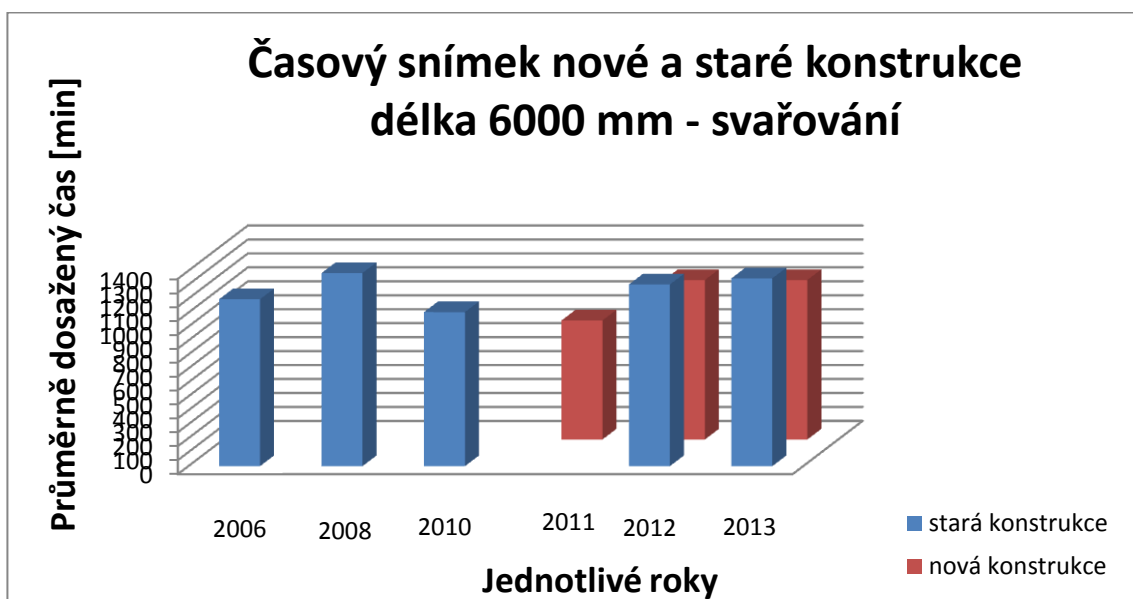
Graf 9 Časový snímek nové a staré konstrukce – obrábění, délka 6000 mm

V grafu 9 jsou koleje délky 6000 mm zajímavé tím, že se vyráběly poměrně hodněkrát a to dokonce v letech 2012 a 2013 i obě varianty jak nová, tak stará konstrukce kolejí. Opět jak u délky 5500 mm vychází průměrné obráběcí časy v roce 2010 vyšší než například v letech 2004, 2005, 2006 a 2007. Tento problém by měl mít stejná fakta, která jsou popisované u obrábění délky 5500 mm. Při nasazení nové konstrukce kolejí v letech 2012 a 2013 vycházejí průměrné obráběcí časy nižší, než když se ve stejných letech vyráběla i stará konstrukce kolejí. V této době by mohli být pracovníci na horizontálních vyvrtávačkách dostatečně zkušení a mít optimální podmínky na to, aby plnily normy předepsané strojními technologiemi.

čas [min]	rok	délka 6000 mm nová konstrukce
829	2011	obrábění
937	2011	
834	2011	
872	2011	
920	2012	
1395	2012	
1044	2012	
938	2012	
748	2012	
1062	2013	
970	2013	
1012	2013	
981	2013	
1098	2013	
1031	2013	
896	2013	

Tabulka 9: Dosažené průměrné časy obrábění v jednotlivých letech – délka 6000 mm, nová konstrukce

Tabulka 1, která zobrazuje průměrně dosažené časy obrábění v jednotlivých letech staré konstrukce kolejí délky 6000 mm, je v příloze na konci této práce.



Graf 10 Časový snímek nové a staré konstrukce – svařování, délka 6000 mm

V grafu 10 je vidět, že při nasazení nové konstrukce kolejí v letech 2012 a 2013, kdy se také vyráběla i stará konstrukce, vycházejí průměrné časy svařování nižší než u staré konstrukce kolejí. Průměrné časy na svařování délky 6000 mm jsou ve všech letech poměrně podobné.

Dá se tak usoudit, že tato délka 6000 mm je pro svářeče celkem výhodná pro přípravu a svařování. Koleje délky 6000 mm jsou ve firmě svařované již od roku 2006 a tak se za tu dobu již podařilo svářečům najít optimální rychlý postup na přípravu a svaření kolejí.

čas [min]	rok	délka 6000 mm nová konstrukce
654	2011	svařování
950	2011	
960	2011	
848	2011	
1170	2012	
1076	2012	
1337	2012	
1314	2012	
694	2012	
1268	2012	
991	2013	
954	2013	
1307	2013	
1117	2013	
1009	2013	
1417	2013	
1205	2013	

čas [min]	rok	délka 6000 mm stará konstrukce
936	2006	svařování
1435	2006	
955	2006	
1525	2006	
484	2006	
1165	2006	
1009	2006	
2060	2006	
1384	2008	
1027	2010	
1083	2010	
998	2010	
960	2010	
1283	2010	
1274	2010	
1319	2012	
1284	2012	
1346	2013	
1416	2013	
1277	2013	

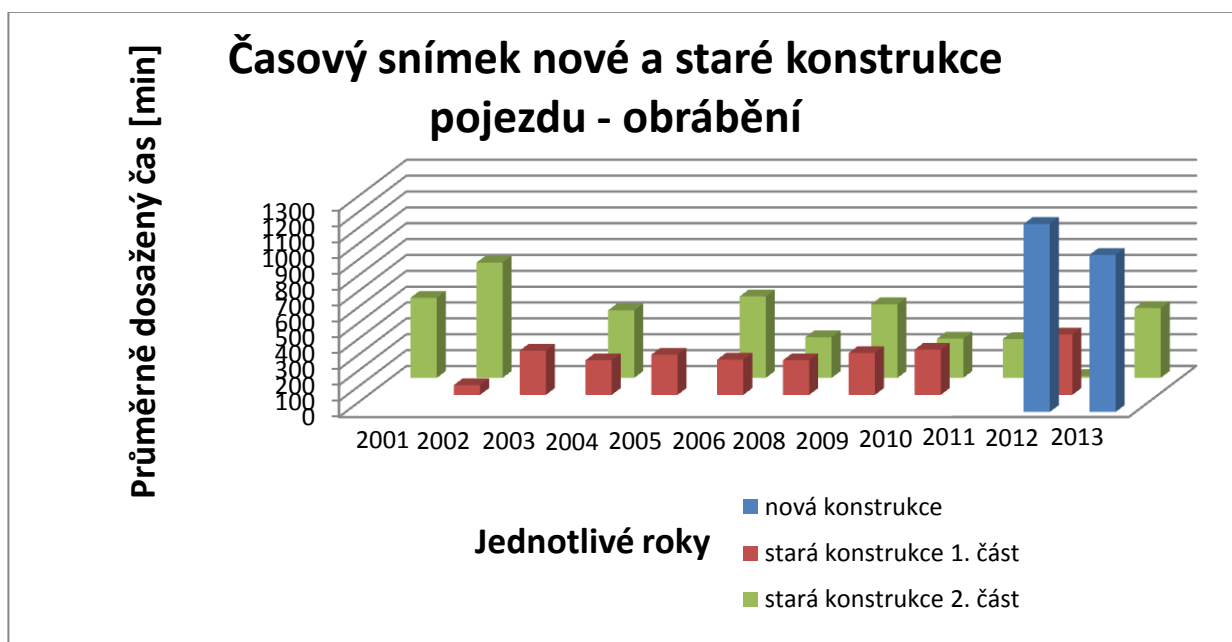
Tabulky 10: Dosažené průměrné časy svařování v jednotlivých letech – délka 6000 mm

Ostatní zjištěné hodnoty, které nejdou porovnat se starou konstrukcí, protože nová konstrukce se ještě nevyráběla, jsou zachycené v dalších tabulkách 2, 3, které jsou zobrazené v příloze na konci této práce.

4.2 Porovnání staré a nové konstrukce pojezdu

Při nasazení nové konstrukce se dvě části montážního celku pojezdu inovovaly na jeden svařovaný celek, a proto jsou v grafech rozděleny na dvě části a porovnávány s novou konstrukcí v rámci svařování a obrábění. Části jsou v grafech pojmenované: stará konstrukce 1. část a stará konstrukce 2. část.

V grafech se zobrazují průměrně dosažené časy obrábění nebo svařování na ose y. Na ose x vidíme jednotlivé roky, kdy se obě konstrukce vyráběly. Pod grafem jsou v tabulkách data zjištěných výrobních časů pro svařování a obrábění za jednotlivé roky.



Graf 11 Časový snímek nové a staré konstrukce pojezdu – obrábění

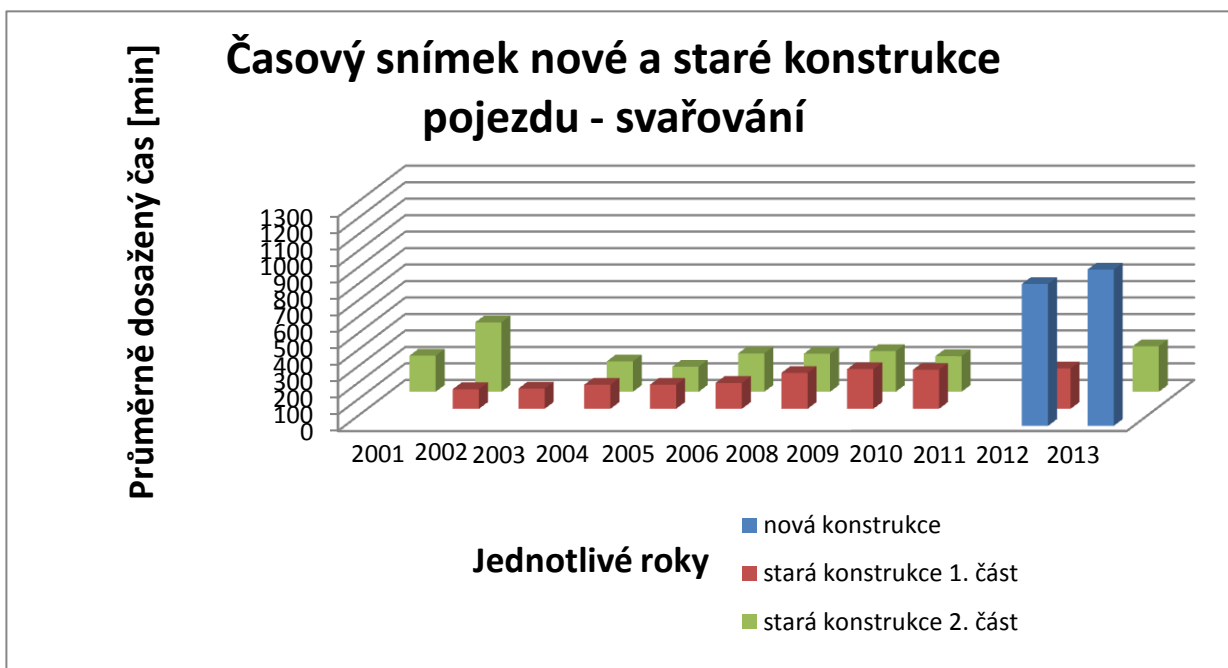
Graf 11 zobrazuje časový snímek porovnání pojezdu z hlediska dosahovaných průměrných obráběcích časů v letech, kdy se pojezd vyráběl. Za tu dobu došlo k inovaci. Ze dvou montážních celků pojezdu vznikl členitější jeden svařovaný celek a proto, aby se daly obě vyvinuté konstrukce porovnat, tak se do grafu vynesly hodnoty dvou částí staré konstrukce pojezdu a ty se vzájemně porovnávají i s novou konstrukcí pojezdu. Z grafu je vidět, že nová konstrukce byla nasazena v letech 2012 a 2013. Jinak se od roku 2001 do roku 2011 vyráběl pojezd jako montážní celek ze dvou obrobků. I kdyby by se sečetly jednotlivé sloupce obou částí staré konstrukce pojezdu, tak by

stejně nedosahovaly časů, jaké se dosahovaly u nové konstrukce pojezdu. Nová konstrukce je totiž složitější, protože musí přenášet větší zatížení než tomu bylo u staré konstrukce a tak je zde více ploch na obrábění.

čas [min]	rok	pojezd nové konstrukce
1066	2012	obrábění
1245	2012	
1245	2012	
1113	2013	
708	2013	
864	2013	
1058	2013	
1061	2013	
1082	2013	
1041	2013	

Tabulka 11 : Dosažené průměrné časy obrábění v jednotlivých letech – pojezd nové konstrukce

Další tabulky 4, které zobrazují průměrně dosažené obráběcí časy v jednotlivých letech, kdy se ještě vyráběly dvě části staré konstrukce pojezdu, jsou zobrazené v příloze na konci této práce. Jsou pojmenované: pojezd stará konstrukce 1. část obrábění a pojezd stará konstrukce 2. část obrábění.



Graf 12 Časový snímek nové a staré konstrukce pojezdu – svařování

Na grafu 12 je vidět, že například v roce 2011 se nasvařovala žádná konstrukce a to ani nová konstrukce pojezdu, protože v té době ještě nebyla nasazena do výroby. Také je jasně vidět, že při svařování nové konstrukce pojezdu vycházejí vyšší průměrné svařovací časy. Svařovaný celek je složen z více členů, než tomu bylo u staré konstrukce pojezdu a proto vycházejí vyšší svařovací časy.

čas [min]	rok	pojezd nové konstrukce
874	2012	svařování
857	2012	
955	2012	
757	2012	
1092	2013	
804	2013	
969	2013	
894	2013	
1018	2013	
915	2013	

Tabulka 12 : Dosažené průměrné časy svařování v jednotlivých letech – pojezd nové konstrukce

Další tabulky 5, které zobrazují průměrně dosažené svařovací časy v jednotlivých letech, kdy se ještě svařovaly jednotlivé montážní části staré konstrukce pojezdu, jsou zobrazené v příloze na konci této práce. Jsou pojmenované: pojezd stará konstrukce 1. část svařování a pojezd stará konstrukce 2. část svařování.

U časových snímků porovnání nové a staré konstrukce pojezdu se dá vyčíst, že při nasazení nové konstrukce vzrostly časy obrábění i svařování dílu. Vyšší časy obrábění i svařování jsou dány větší složitostí jednotlivých dílů, protože musí být dimenzované na mohutnější roboty, než jaké byly u staré konstrukce. Obrábí se více ploch, než u staré konstrukce pojezdu. Obrábí se celá horní největší deska nového pojezdu, na který se ustavuje robot. U staré konstrukce to tak nebylo a proto vycházejí vyšší obráběcí časy. Grafy, které se zabývaly kolejemi, jsou jednotlivě popsány. Jsou uváděny určité hypotézy, které by mohly ovlivňovat dosažené výsledky.

4.3 Návrh zlepšení z hlediska technologičnosti

Tato podkapitola se zabývá konstrukcí nových kolejí a to jejich další úpravou z hlediska technologičnosti výroby. Snaha je změnit konstrukci tak, aby výroba jednotlivých prvků konstrukce byly levnější. Inovace spočívá také ve snížení obráběcích a svařovacích časů celé konstrukce a ne jen jednotlivých členů. Důležitý předpoklad je zajistit tuhost konstrukce tak, aby nedocházelo při obrábění k chvění a tím i delším výrobním časům, protože se nedá využít optimální výkon stroje z hlediska posuvu a otáček nástroje.

Analýza technologičnosti konstrukce nové konstrukce kolejí

Z hlediska tvaru a rozměrů:

Koleje nejsou rotační, musí se tedy vyrábět na vhodném typu frézovacího stroje. Jedná se o členitý svařovaný celek. Vzhledem k velkým rozměrům součásti je vyžadován stroj příslušné velikosti, nejlépe horizontální vyvrtávačka. Na součásti se frézují drážky a vrtají otvory, vše je možné zhotovit běžnými nástroji. Na délku součásti je třeba brát zřetel při výběru horizontální vyvrtávačky kvůli vhodnému rozměru stolu.

Z hlediska přesnosti a jakosti povrchu:

Na součásti jsou požadované takové tolerance, které se dají dodržet na horizontálních vyvrtávačkách. Není požadována taková drsnost, která by se nemohla na horizontální vyvrtávačce dosáhnout. Není nutné používat speciální dokončovací technologie (například broušení).

Z hlediska tuhosti a upnutí:

S ohledem na délku kolejí například 3500 mm je potřeba upnout na více uhlíků několika upínkami pro zajištění dostatečné tuhosti upnutí. Koleje jsou svařovaný celek, který není masivní a proto je potřeba volit opatrněji řezné podmínky, aby nedošlo k chvění celé konstrukce.

Z hlediska materiálu:

Není zde důraz na nějaké mechanické či fyzikální vlastnosti materiálu. Například mez kluzu, mez pevnosti, tepelná vodivost. Důraz je, aby materiál neměl velkou hustotu a tím pádem vysokou hmotnost, byl dobře svařitelný a také dobře obrobitelný.

Z hlediska polotovaru:

Jelikož se jedná o svařovaný celek tak polotovary jsou převážně výpalky z plechu obdélníkového profilu. Dále jsou zde výpalky tenkých ohnutých plechů, které se v inovované konstrukci již nevyskytují. Poslední částí svařovaného celku jsou profilové tyče L řezané na rozměr.

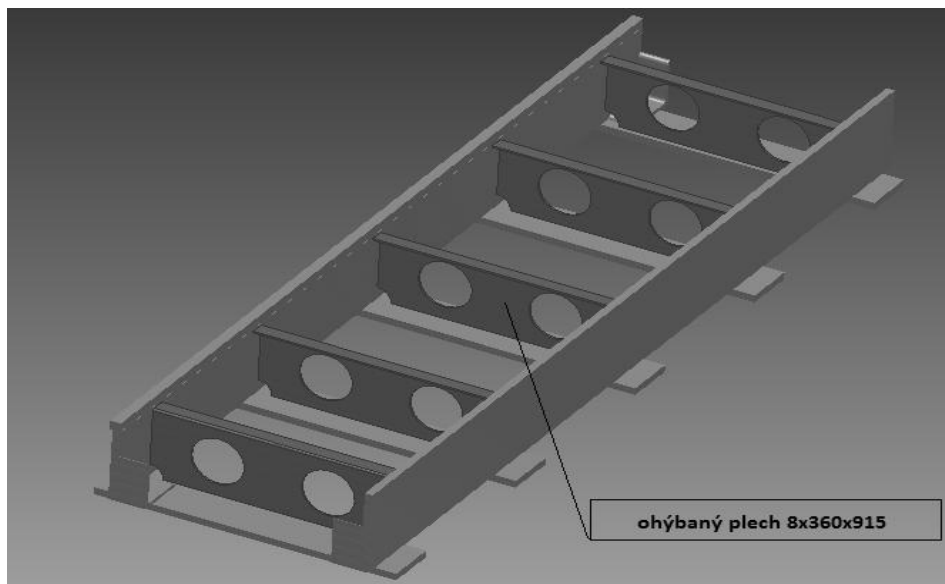
Inovované řešení kolejí je technologičností – konstrukční úprava konstrukce tak, aby bylo možné ve stejném podniku zhotovit všechny polotovary a zajistit úsporu při zhotovení celé konstrukce. Konstrukční studie, která se blíže popisuje na dalších řádcích, nemá přímý význam technologický, ale pro zajištění parametrů inovované konstrukce kolejí a její realizaci je nezbytná.

Další souvislosti

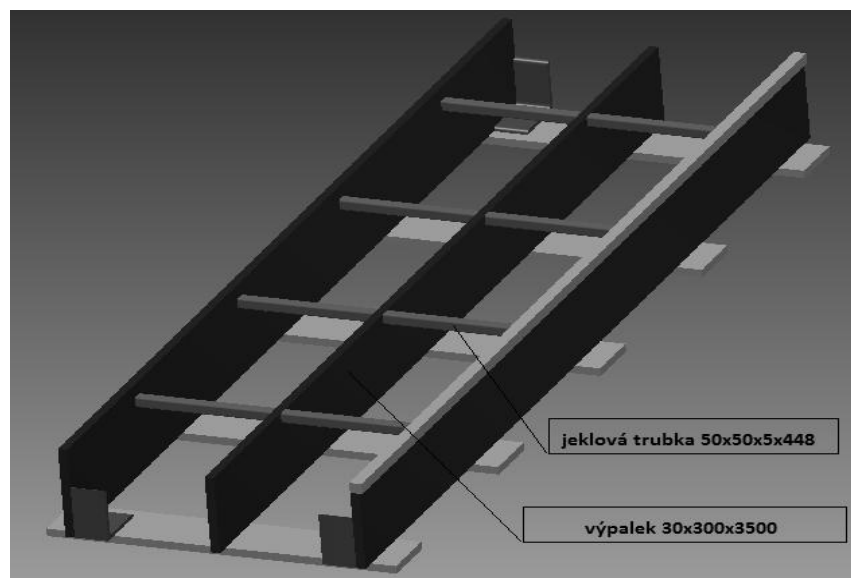
Aby se mohla ověřit tuhost staré, nové a inovované konstrukce, tak autor práce vytvořil modely jednotlivých konstrukcí v modelovacím programu Inventor podle výkresové dokumentace a příslušných kusovníků. V Inventoru byly konstrukce analyzované statickou pevnostní analýzou, kdy konstrukce musí přenést hmotnost pojezdu, kolejí a robota což je v součtu 5755 kg. Statická pevnostní analýza pomáhá zjistit posunutí v jednotlivých osách x, y, z u všech konstrukcí. Je to kontrola, zda u inovované konstrukce nedochází k velkým změnám v posunutí v jednotlivých osách

s porovnáním s novou a starou konstrukcí, které jsou ověřené praxí. Hlavním parametrem pro zjištění statické pevnostní analýzy je vypočtené gravitační zatížení, které je rozděleno na čtyři síly rovnoměrně rozložené v rozích pojezdu tak, aby simulovalo zatížení celé konstrukce. Tedy hmotnost $5755 \text{ kg} / 4 = 1439 \text{ kg}$ a přibližně ze vzorce $F = m \cdot g$ se vypočítá zatížení na jednu sílu v rozích $F = 1439 \cdot 10 = 14177 \text{ N}$. Tato síla je použita pro simulaci napětí v konstrukci a zjistí se tak posunutí v jednotlivých osách. Simulace zatížení se testuje na dvou místech polohy pojezdu na kraji a na druhém kraji konstrukce. Zjistí se tak vliv posunutí v osách x, y z v jednotlivých polohách pojezdu, které může ovlivnit geometrické tolerance součásti a tím i zvýšit obráběcí časy kolejí, protože by se při chvění dílu obtížněji udržovaly.

První inovovaná konstrukce kolejí



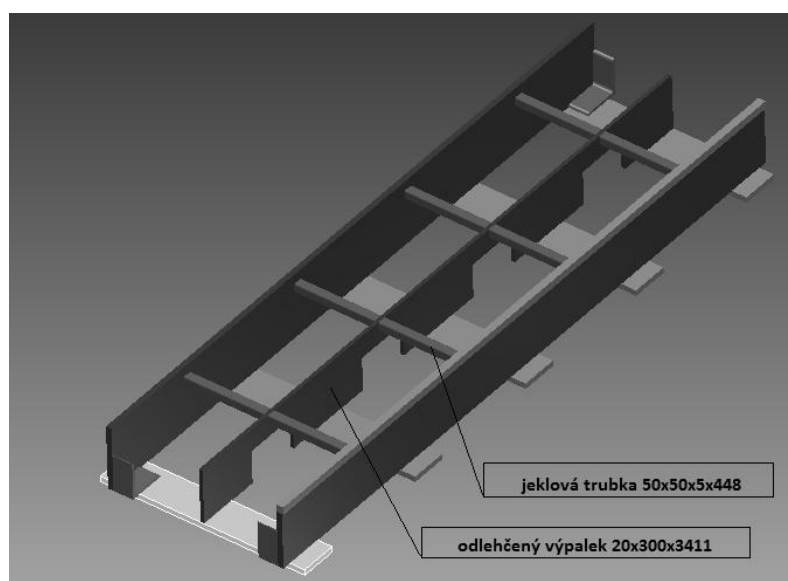
Obr. 19 Pohled na člen: ohýbaný plech 8x360x915 u nové konstrukce kolejí



Obr. 20 Pohled na první inovovanou konstrukci kolejí

Podstata inovace spočívá v tom, že ohýbaný plech z tloušťky 8 mm (Obr. 19), který je vypálený pomocí technologie laserového vypalování (člen nové konstrukce kolejí), která se podrobněji řeší v kapitole 2, bude nahrazen osmi jeklovými trubkami 50x50 mm s tloušťkou stěny 5 mm s délkou 448 mm a výpalkem s tloušťkou 30 mm s rozměry 300x3500 mm. Výpalek je umístěn na středu konstrukce (Obr. 20).

Druhá inovovaná konstrukce kolejí

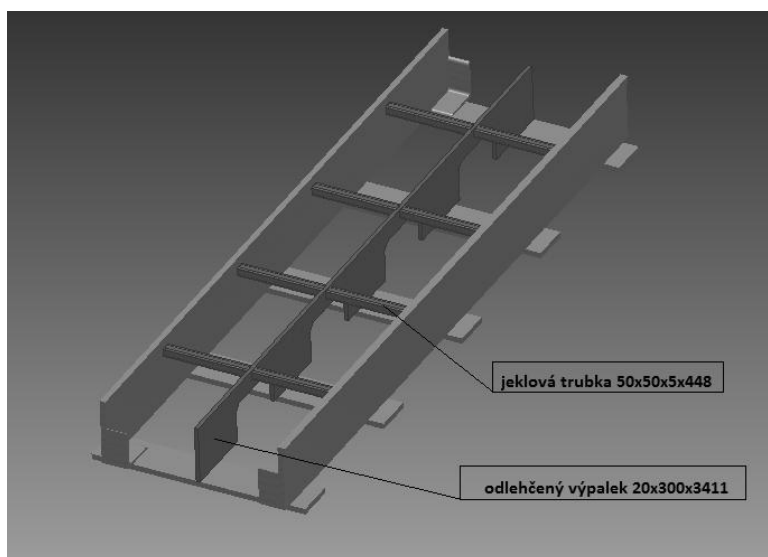


Obr. 21 Pohled na druhou inovovanou konstrukci kolejí

Výpalek na středu konstrukce byl dále inovován tak, že se nahradil odlehčeným výpalkem s tloušťkou 20 mm o rozměrech 300x3411. Odlehčující otvory slouží jako prostor pro montáž elektroinstalace (Obr. 21). Výpalek z tloušťky 20 mm je levnější oproti tloušťce 30 mm z materiálových nákladů a také i vyhovuje z hlediska tuhosti celé konstrukce, která se dá zjistit z výsledků statické pevnostní analýzy. Jednotlivé porovnání nákladů se řeší v kapitole 5.

Třetí inovovaná konstrukce kolejí

U výpalku na středu konstrukce (Obr. 22) došlo k další změně a to takové, že vypálené odlehčující otvory jsou s úkosey pro zvýšení tuhosti výpalku a tím pádem i celé inovované konstrukce kolejí. Další výhodou inovace výpalku z hlediska technologičnosti je, že se ušetří místo na pálicím plánu díky odlehčujícím otvorům, protože se výpalky na zakázky dají vložit do sebe a uvolněný prostor se může využít pro jiné výpalky. Příklad jak by mohl vypadat pálicí plán je zobrazený na obrázku (Obr. 23).



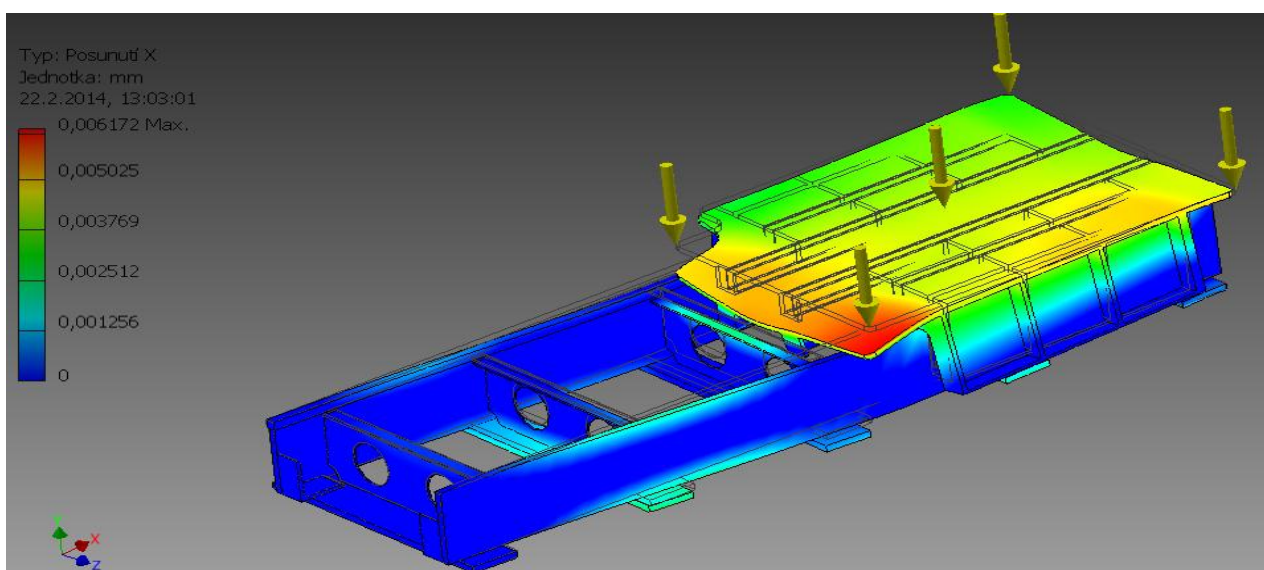
Obr. 22 Pohled na třetí inovovanou konstrukci



Obr. 23 Pálicí plán výpalků

Pomocná statická pevnostní analýza pro zjištění tuhosti konstrukce

V obrázku Obr. 24 je důležité si všimnout, jak se mění v levé části hodnoty posunutí v osách x, y, z vzhledem k aktuální poloze pojezdu na kolejích u jednotlivých konstrukcí. Největší posunutí v jednotlivých osách je zobrazeno červenou barvou. Pro ilustraci je v této kapitole zobrazen obrázek Obr. 24 u, kterého je vidět největší posunutí v ose x na rohu pojezdu když je umístěn na druhém kraji kolejí. Pomocí hodnot posunutí v jednotlivých osách z obrázků označené 1 až 17, které jsou v příloze na konci této práce, se vyčtou údaje o posunutí v jednotlivých osách. Pomocí údajů posunutí se sestavila tabulka hodnot (Tabulka 13) posunutí v osách x, y, z jednotlivých variant konstrukcí tedy staré, nové a inovované konstrukce. Údaje ze statické pevnostní analýzy dají fakt, zdali inovovaná konstrukce je dostatečně tuhá s porovnáním s novou a starou konstrukcí, které jsou ověřené praxí. Tuhost konstrukce by zajišťovala při obrábění možnost, že by se při správném upnutí nechvěly koleje a bylo by možné při obrábění využít vyšší obráběcí parametry. Nejvíce by se využil posuv a otáčky vřetena.



Obr. 24 Posunutí v ose x na druhém kraji nové konstrukce

Porovnání všech statických pevnostních analýz

Prům. S.O. Průměrná směrodatná odchylka

S.O. Směrodatná odchylka

	Kraj			
	nová k.	stará k.	inovov. k.	S.O. [-]
Posunutí x [mm]	0,009	0,022	0,007	0,007
Posunutí y [mm]	0,054	0,023	0,052	0,014
Posunutí z [mm]	0,022	0,064	0,028	0,019
	Druhý kraj			
	nová k.	stará k.	inovov. k.	S.O. [-]
Posunutí x [mm]	0,006	0,019	0,006	0,006
Posunutí y [mm]	0,071	0,023	0,067	0,022
Posunutí z [mm]	0,027	0,086	0,025	0,029
			Prům. S.O.	0,016

Tabulka 13 : Porovnání jednotlivých statických pevnostních analýz

Tabulka 13 zobrazuje jednotlivá posunutí v osách x, y, z. Tyto údaje jsou zjištěny z hodnot statické pevnostní analýzy jednotlivých konstrukcí. Průměrná směrodatná odchylka všech posunutí je nízká a tedy se může předpokládat, že inovovaná konstrukce je dostatečně tuhá. Bere se totiž fakt, že nedochází k velkému posunutí v osách x, y, z u staré a nové konstrukce kolejí, které by měly tuhostně odpovídat, protože se v praxi vyrábějí.

Normovaný čas pro kolejje inovované konstrukce je:

- komisování svařovny, svaření 600 min
- příprava náradí, obrábění, odjehlení po obrábění 796 min

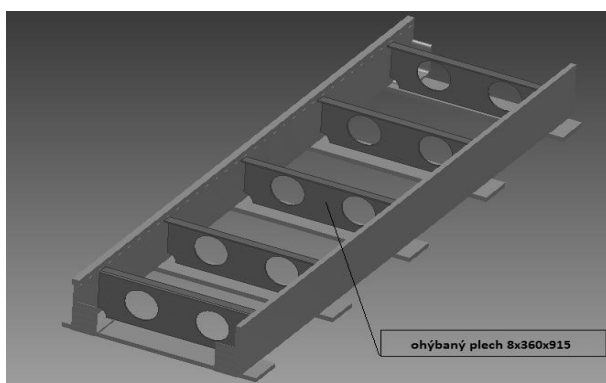
Normovaný čas pro kolejje nové konstrukce je:

- komisování svařovny, svaření 830 min
- příprava náradí, obrábění, odjehlení po obrábění 825 min

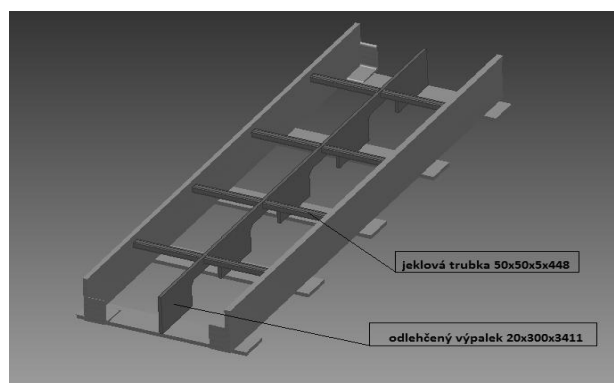
Tyto normované časy nové konstrukce jsou zde pro objasnění, jakým způsobem byly spočítané časy inovované konstrukce. U svařování se vycházelo z předpokladu, že u nové konstrukce kolejí je potřeba svařit více metrů svarů u členů, které se budou inovovat než u inovované konstrukce kolejí. U inovované konstrukce kolejí u členů, které se inovovaly, je potřeba svařit méně svarů než u nové konstrukce kolejí viz náhled na Obr. 25. Pomocí této skutečnosti a přímé úměry z celkového času na svařování nové konstrukce kolejí byl odhadován čas na svaření inovované konstrukce na 600 minut.

Pohled na řešení zjištěných normovaných časů inovované konstrukce kolejí

Po spočítání metrů svarů u členů, které se změnilo, dle Obr. 25 vyšlo, že je potřeba svařit 14 metrů svarů u nové konstrukce. Metry svarů byly spočteny z jednotlivých modelů nové a inovované konstrukce kolejí. U inovované konstrukce vyšlo svařování vyměněných členů na 6 metrů, tedy odhadovaný normovaný čas bude menší než u nové konstrukce. Členy, které se změnilo, jsou na Obr. 25 označeny tmavou barvou. U nové konstrukce kolejí byl odhadován průměrný posuv na 750 mm/min. Za předpokladu, že je inovovaná konstrukce tužší se dá usoudit, že se bude méně chvět při obrábění. Může se tak zvolit průměrný posuv zkušebně na 850 mm/min viz Tabulka 14. Čas na obrábění by tak vycházel 796 min. Porovnáním s normovaným časem kolejí nové konstrukce tak vychází čas obrábění o 29 minut menší. Nyní vychází celkový čas svařování i obrábění kolejí o 259 minut menší. Tyto minuty vyšly z výpočtu: $(830+825) - (600+796) = 1655 - 1396 = 259$.



Nová konstrukce kolejí



Inovovaná konstrukce kolejí

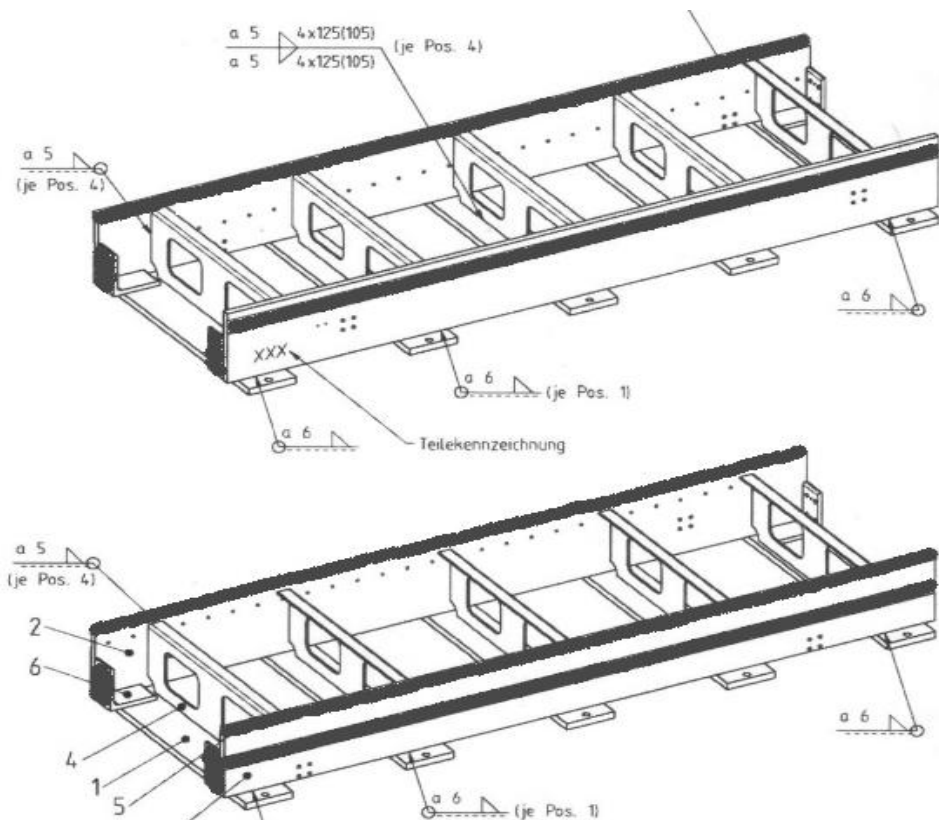
Obr. 25 Pohled a vizuální porovnání svařených členů nové a inovované konstrukce kolejí

U nové konstrukce kolejí se mění pět členů ohýbaného plechu o rozměrech 8x360x915 mm a pro úplné svaření těchto členů je potřeba 14 metrů svarů. U inovované konstrukce jsou nové členy svařovacího celku: osm kusů jeklové trubky o rozměrech 50x50x5x448 mm a jeden výpalek o rozměrech 20x300x3411. Pro tyto členy je potřeba svařit 6 metrů svarů.

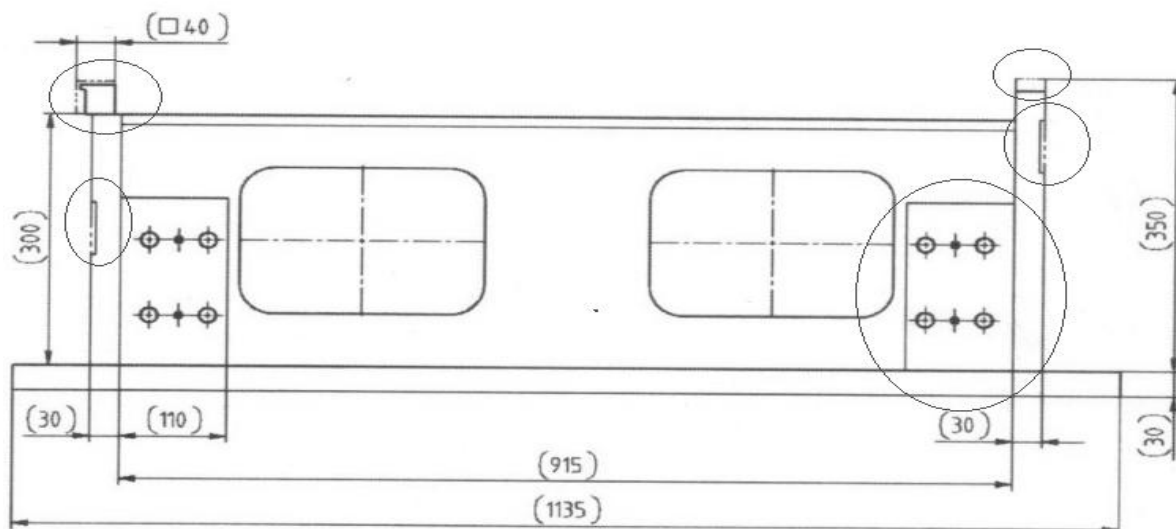
Normovaný čas na zhotovení inovované konstrukce kolejí

Obráb. plocha	Rozměr	Počet tříš.	Počet drah	Délka obráb.	Prům. posuv	Průměr frézy	Čas [min]
1.plocha	šířka 63 mm	5	3	3500 mm	850 mm/min	20 mm	62
2.plocha	šířka 63 mm	5	3	3500 mm	850 mm/min	20 mm	62
3.plocha	šířka 40 mm	5	2	3500 mm	850 mm/min	20 mm	41
4.plocha	šířka 40 mm	5	1	3500 mm	850 mm/min	60 mm	21
5.plocha	šířka 40 mm	5	1	3500 mm	850 mm/min	60 mm	21
6.plocha	šířka 140 mm	5	3	200 mm	850 mm/min	60 mm	4
7.plocha	šířka 140 mm	5	3	200 mm	850 mm/min	60 mm	4
8.plocha	šířka 140 mm	5	3	200 mm	850 mm/min	60 mm	4
9.plocha	šířka 140 mm	5	3	200 mm	850 mm/min	60 mm	4
Vrtání, závity							366
počet otvorů	122						
čas na 1 otvor	3 min						
Přípravný čas							
upínání							100
příprava							80
odjehlení							30
celkem							796

Tabulka 14 : Uvažovaný čas na výrobu inovované konstrukce kolejí



Obr. 26 Pohled na obráběné a vrtané plochy nové konstrukce kolejí



Obr. 27 Výřez z výkresu nové konstrukce kolejí

Podle obrázků Obr. 26 a Obr. 27 se dá představit, jaké plochy se budou obrábět a vrtat, které jsou pak zohledněné v tabulce 14. Jedná se o plochy označené na Obr. 26 tmavou barvou. Podélné drážky mají šířku 63 mm.

Resumé čtvrté kapitoly

V podkapitole 4.3 je řešena inovativní varianta nové konstrukce z hlediska technologičnosti, kvůli ušetření materiálových a výrobních nákladů, které budou blíže specifikované v kapitole 5, ale také aby byla konstrukce dostatečně tuhá a nechvěla se při obrábění. Proto byla snaha změnit konstrukci a i členy svařovaného celku kolejí. Inovovaná konstrukce s novou a starou konstrukcí byla analyzována statickou pevnostní analýzou pomocí modelovacího systému Inventor a výsledek určil, zda inovační varianta může při porovnání s vyzkoušenou novou a starou konstrukcí obstát. Z tabulky 13 se dá vyčíst, že vypočtená průměrná směrodatná odchylka jednotlivých variant je poměrně nízká. Může se tak usoudit, že inovativní varianta je tuhá, protože jednotlivé směrodatné odchylky staré a nové konstrukce, které jsou ověřené praxí, jsou také nízké. Bere se předpoklad, že když se stará a nová konstrukce již vyráběly, tak by měly splňovat tuhostní podmínky zadané jako výchozí zatížení konstrukce. [3], [4], [5], [6]

5. Technicko-ekonomické zhodnocení

V této kapitole se řeší technicko-ekonomické zhodnocení nákladů pojezdu a kolejí z hlediska materiálu a výroby. Porovnávají se tedy náklady staré, nové konstrukce pojezdu a kolejí. Dále se porovnávají náklady inovované konstrukce kolejí. Jednotlivé finanční údaje jsou zjištěny z B2 pro jednotlivé členy. Tabulky jsou řešeny tak, že jsou spočítané sumy jednotlivých členů dle vztahu: $(M.N. + V.N.) * P.K.$ Pomocí tabulky 15 se vytvořily další tabulky, které mapují jednotlivé náklady. Tabulka 15 zobrazuje jednotlivé ceny jednotlivých technologií za 1 min činnosti. V tabulce 16 oranžově označená políčka zobrazují náklady na řezání a tryskání a zeleně označená políčka náklady na pálení a tryskání. Zbylé tabulky 6 až 9 jsou zobrazené v příloze na konci této práce.

M.N. – materiálové náklady

V.N. – výrobní náklady

P.K. – počet kusů

Bohrwerk Soraluca SP 14 000		Bohrwerk TOS WHQ 13 CNC	
obrábění, odjehlení	1 min/1,35 EURO	obrábění, odjehlení	1 min/1,08 EURO
Bohrwerk Soraluca FP 8000		Bohrwerk UNION	
obrábění, odjehlení	1 min/1,23 EURO	obrábění, odjehlení	1 min/0,67 EURO
pálení, tryskání	1 min/0,58 EURO		
řezání, tryskání	1 min/0,43 EURO		
komisování, svařov.	1 min/0,39 EURO		

Tabulka 15 : Tarify jednotlivých technologií

Koleje inovovaná konstrukce délka 3500 mm – Technologie Soraluče SP 14 000							
	hodnoty v mm	M.N. [Euro]	tarif firmy	V.N. [Euro]	čas [min]	kusy	suma [Euro]
	svařování konst.		1 Euro/metr	234,00	600	1	234,00
	obrábění konst.		1 Euro/kg	1074,60	796	1	1074,60
řezání a tryskání	Tyč profil L						
rozměr [mm]	200x200x20x110	0,66	6,00	9,89	23	4	42,20
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	300x20x3411	98,00	0,61	23,20	40	1	121,20
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	200x30x1135	34,00	0,63	13,34	23	5	236,70
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	350x30x3500	182,00	0,63	31,32	54	1	213,32
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	300x30x3500	156,00	0,63	29,00	50	1	185,00
řezání a tryskání	Plochá tyč						
rozměr [mm]	40x40x3500	201,14	57,47	9,03	21	1	210,17
řezání a tryskání	Profilová trubka						
rozměr [mm]	50x50x5x448	2,17	4,86	3,44	8	8	44,88
Suma							2362,07

Tabulka 16 : Technicko-ekonomické zhodnocení inovované konstrukce kolejí délka 3500 mm

Tabulka 16 je zásadní technicko-ekonomické zhodnocení nákladů, protože zobrazuje náklady inovované konstrukce kolejí délky 3500 mm a tak zhodnocuje porovnáním s novou konstrukcí kolejí výhodnost této varianty. V tabulce jsou zobrazeny všechny jednotlivé technologie na zhotovení kolejí a také rozměry členů, ze kterých se koleje vyrábějí. Celkové náklady nové konstrukce kolejí vychází 2509,84 Euro a celkové náklady inovované konstrukce kolejí vychází 2362,07 Euro. Rozdíl je 147,77 Euro. Z technicko-ekonomického zhodnocení nákladů vychází inovovaná konstrukce kolejí levnější než nová konstrukce kolejí.

Resumé páté kapitoly

Z tabulek 16 a 6 až 9 se dá vyčíst, že pojezd nové konstrukce je téměř třikrát dražší než pojezd staré konstrukce. Je to dáno tím, že nová konstrukce musí přenášet větší zatížení. Při porovnání odhadovaného času inovované konstrukce kolejí a normovaného času nové konstrukce kolejí na zhotovení sestavy se zjistilo, že je o 147,77 Euro inovovaná konstrukce kolejí levnější než nová konstrukce kolejí. Jedná se o náklady na celý výrobek včetně členů. Stará konstrukce kolejí vychází o 155,9 Euro levnější než nová konstrukce kolejí. Výroba staré konstrukce kolejí je 2353,94 Euro a výroba nové konstrukce kolejí stojí 2509,84 Euro. [2], [3], [4], [5], [6]

6. Závěr

Diplomová práce byla rozdělena do čtyř hlavních částí. V první části se řešila stará koncepce výroby pojezdu a kolejí a to z hlediska členů a způsobu upnutí pro obrábění celého svařovaného dílu. Ve druhé části se řešila obdobně nová koncepce výroby kolejí a pojezdu. Ve třetí části se poukazovalo na porovnání obou koncepcí výroby pomocí sloupcových grafů z hlediska dosažených průměrných časů svařování a obrábění za jednotlivá léta, kdy byly díly zhotoveny. Zásadní informace byla, že koleje, které se dělají v různých délkách, mají při porovnání nové se starou koncepcí rovnocenné či menší časy svařování a obrábění. Jedině koleje délky 3500 mm dosahují vyšších obráběcích časů. Dá se to vysvětlit tím, že tato délka kolejí se tak často neopakuje a proto personál horizontálních vyvrtávaček nemusí mít s touto délkou kolejí velké zkušenosti. Mohlo dojít také k fluktuaci zaměstnanců na horizontálních vyvrtávačkách, či se přešlo kvůli ušetření nákladů na břitové destičky k jinému levnějšímu dodavateli a břitové destičky se tak rychleji otupují a musí se ostřit. Proto se nemůže využít optimální posuv a otáčky nástroje. Z grafů, které se zaměřují na pojezd, se dá vyčíst, že při nasazení nové koncepce výroby vycházejí vyšší časy svařování i obrábění, protože je konstrukce složitější. Přenáší totiž větší zatížení než, které bylo u staré koncepce výroby. Dále se řeší ve třetí části inovovaná konstrukce kolejí u, které je snaha změnit členy z hlediska technologičnosti, aby byla konstrukce levnější u materiálových a výrobních nákladů, ale také aby konstrukce byla dostatečně tuhá, aby se využily optimální řezné podmínky, které by snížily čas na zhotovení celého dílu. Došlo zde k analýze technologičnosti konstrukce kolejí a to z hlediska tvarů, rozměrů, přesnosti, jakosti povrchu, tuhosti, upnutí, materiálu a polotovaru. Inovované řešení kolejí je technologičnostně – konstrukční úprava konstrukce. Konstrukční studie nemá přímý význam technologický, ale pro zajištění parametrů inovované konstrukce kolejí a její realizaci je nezbytná. Proto pomocí modelovacího systému Inventor byla vymodelovaná nová, stará a inovovaná konstrukce kolejí a simulována statickou pevnostní analýzou pro ověření, že inovovaná konstrukce vyhovuje stejně jako praxí ověřená nová a stará konstrukce kolejí. Statická pevnostní analýza zobrazila výsledky, které se dále statisticky zhodnocovaly směrodatnou odchylkou. Průměrná směrodatná odchylka vyšla nízká a to 0,016. Dá se tak usoudit, že inovovaná konstrukce by se mohla v praxi použít a byla by dostatečně tuhá, aby při obrábění nedocházelo ke chvění. Bere se totiž fakt, že když je směrodatná odchylka všech konstrukcí nízká, tak stará a nová konstrukce kolejí, které se již vyrábějí, musí být dostatečně tuhé. Aby přenesly zatížení, které se na ně klade. Ve čtvrté části se řeší finanční stránka pojezdu a kolejí z hlediska materiálových a

výrobních nákladů. Nejdůležitější informace je, že inovovaná konstrukce kolejí vychází o 147,77 Euro levněji než nová konstrukce. Konstrukce je vymyšlená tak, že jsou všechny díly vyráběny ve stejném závodě. Tedy se tak kapacitně zatíží všechna potřebná pracoviště a nemusí se některé díly vyrábět kooperačně. Čas svařování inovované konstrukce je odhadován dle rozdílu spočtených metrů svarů, který bude u nové a inovované konstrukce kolejí u nahrazených členů. Bere se v úvahu přepočtení přímé úměry mezi normovaným časem nové konstrukce a zjištěnými údaji svařování nahrazených dílů. Čas na obrábění inovované konstrukce je stejný jako u nové konstrukce, protože nahrazené členy se neobrábí.

7. Seznam literatury

- [1] Webové stránky: www.reisrobotics.de/
- [2] Podklady z firmy Reis Robotics
- [3] J.Mádl, A.Zelenka, M.Vrabec: Technologičnost konstrukce - Obrábění a montáže, Praha, 2005
- [4] B.Bednář, J.Šanovec, J.Čermák, L.Michálek: Technologičnost konstrukce I, Praha, 2005
- [5] M. Vigner, M. Král, A. Zelenka: Metodika projektování výrobních procesů, Praha, 1984
- [6] J.Mádl, J.Kafka, M.Vrabec, R.Dvořák: Technologie obrábění, Praha, 2002

8. Seznam tabulek, obrázků, grafů zobrazené v práci a příloze

Tabulky 1 : Dosažené průměrné časy obrábění v jednotlivých letech – délka 3500 mm	str.29
Tabulky 2 : Dosažené průměrné časy svařování v jednotlivých letech – délka 3500 mm	str.31
Tabulky 3 : Dosažené průměrné časy obrábění v jednotlivých letech – délka 4000 mm	str.32
Tabulky 4 : Dosažené průměrné časy svařování v jednotlivých letech – délka 4000 mm	str.33
Tabulky 5 : Dosažené průměrné časy obrábění v jednotlivých letech – délka 5000 mm	str.34
Tabulky 6 : Dosažené průměrné časy svařování v jednotlivých letech – délka 5000 mm	str.35
Tabulky 7 : Dosažené průměrné časy obrábění v jednotlivých letech – délka 5500 mm	str.37
Tabulky 8 : Dosažené průměrné časy svařování v jednotlivých letech – délka 5500 mm	str.38
Tabulka 9 : Dosažené průměrné časy obrábění v jednotlivých letech – délka 6000 mm, nová konstrukce	str.39
Tabulky 10 : Dosažené průměrné časy svařování v jednotlivých letech – délka 6000 mm	str.41
Tabulka 11 : Dosažené průměrné časy obrábění v jednotlivých letech – pojezd nové konstrukce	str.43
Tabulka 12 : Dosažené průměrné časy svařování v jednotlivých letech – pojezd nové konstrukce	str.44
Tabulka 13 : Porovnání jednotlivých statických pevnostních analýz	str.50
Tabulka 14 : Uvažovaný čas na výrobu inovované konstrukce kolejí	str.52
Tabulka 15 : Tarify jednotlivých technologií	str.55
Tabulka 16 : Uvažovaný čas na výrobu inovované konstrukce kolejí	str.56
Obr. 1 Pohled na montážní celek pojezd – koleje	str.3
Obr. 2 Pohled na řešení pohybu montážního celku pojezdu a kolejí	str.4
Obr. 3 Walter Reis – zakladatel společnosti	str.5
Obr. 4 Horizontální vyvrtávačka WHQ 13 CNC	str.6
Obr. 5 Horizontální vyvrtávačka UNION	str.7

Obr. 6 Horizontální vyvrtávačka typ Soraluce	str.9
Obr. 7 Možnost natočení hlavice	str.9
Obr. 8 Svařovací aparát MIG/MAG pro středně těžkou až těžkou strojírenskou výrobu	str.10
Obr. 9 Pohled na jednotlivé části staré konstrukce kolejí délka 3500 mm + výřez z výkresu ..	str.13
Obr. 10 Řešení upínání kolejí	str.14
Obr. 11 1. část staré konstrukce pojezdu	str.16
Obr. 12 2. část staré konstrukce pojezdu	str.18
Obr. 13 Pohled na jednotlivé části nové konstrukce kolejí délka 3500 mm + výřez z výkresu.....	str.21
Obr. 14 Nová konstrukce pojezdu	str.24
Obr. 15 Řešení upínání pojezdu – 1.upnutí	str.24
Obr. 16 Řešení upínání pojezdu – 2.upnutí	str.25
Obr. 17 Aplikace kolejí a pojezdu v závodě v Poznani	str.26
Obr. 18 Pohled na systém B2	str.27
Obr. 19 Pohled na člen: ohýbaný plech 8x360x915 u nové konstrukce kolejí	str.47
Obr. 20 Pohled na první inovovanou konstrukci kolejí	str.47
Obr. 21 Pohled na druhou inovovanou konstrukci kolejí	str.48
Obr. 22 Pohled na třetí inovovanou konstrukci	str.49
Obr. 23 Pálící plán výpalků	str.49
Obr. 24 Posunutí v ose x na druhém kraji nové konstrukce	str.50
Obr. 25 Pohled a vizuální porovnání svařených členů nové a inovované konstrukce kolejí ..	str.52
Obr. 26 Pohled na obráběné a vrtané plochy nové konstrukce kolejí	str.53
Obr. 27 Výřez z výkresu nové konstrukce kolejí	str.53
Graf 1 Časový snímek nové a staré konstrukce – obrábění, délka 3500 mm	str.28
Graf 2 Časový snímek nové a staré konstrukce – svařování, délka 3500 mm	str.30

Graf 3 Časový snímek nové a staré konstrukce – obrábění, délka 4000 mm	str.31
Graf 4 Časový snímek nové a staré konstrukce – svařování, délka 4000 mm	str.32
Graf 5 Časový snímek nové a staré konstrukce – obrábění, délka 5000 mm	str.34
Graf 6 Časový snímek nové a staré konstrukce – svařování, délka 5000 mm	str.35
Graf 7 Časový snímek nové a staré konstrukce – obrábění, délka 5500 mm	str.36
Graf 8 Časový snímek nové a staré konstrukce – svařování, délka 5500 mm	str.37
Graf 9 Časový snímek nové a staré konstrukce – obrábění, délka 6000 mm	str.38
Graf 10 Časový snímek nové a staré konstrukce – svařování, délka 6000 mm	str.39
Graf 11 Časový snímek nové a staré konstrukce pojezdu – obrábění	str.42
Graf 12 Časový snímek nové a staré konstrukce pojezdu – svařování	str.43

Příloha

Tabulka 1: Dosažené průměrné časy obrábění v jednotlivých letech – délka 6000 mm, stará konstrukce	str.65
Tabulky 2: Dosažené průměrné časy obrábění a svařování v jednotlivých letech – délka 3000 mm	str.67
Tabulky 3: Dosažené průměrné časy obrábění a svařování v jednotlivých letech – délka 4500 mm	str.68
Tabulky 4: Dosažené průměrné časy obrábění v jednotlivých letech – pojezd staré konstrukce 1. a 2. část	str.70
Tabulky 5 : Dosažené průměrné časy svařování v jednotlivých letech – pojezd staré konstrukce 1. a 2. část	str.72
Tabulka 6 : Technicko-ekonomické zhodnocení staré konstrukce kolejí délka 3500 mm	str.72
Tabulka 7 : Technicko-ekonomické zhodnocení staré konstrukce pojezdu	str.73
Tabulka 8 : Technicko-ekonomické zhodnocení nové konstrukce pojezdu	str.73
Tabulka 9 : Technicko-ekonomické zhodnocení nové konstrukce kolejí délka 3500 mm	str.74
Obr. 1 Posunutí v ose x na kraji nové konstrukce	str.74
Obr. 2 Posunutí v ose y na kraji nové konstrukce	str.75

Obr. 3 Posunutí v ose y na druhém kraji nové konstrukce	str.75
Obr. 4 Posunutí v ose z na kraji nové konstrukce	str.76
Obr. 5 Posunutí v ose z na druhém kraji nové konstrukce	str.76
Obr. 6 Posunutí v ose x na kraji staré konstrukce	str.77
Obr. 7 Posunutí v ose x na druhém kraji staré konstrukce	str.77
Obr. 8 Posunutí v ose y na kraji staré konstrukce	str.78
Obr. 9 Posunutí v ose y na druhém kraji staré konstrukce	str.78
Obr. 10 Posunutí v ose z na kraji staré konstrukce	str.79
Obr. 11 Posunutí v ose z na druhém kraji staré konstrukce	str.79
Obr. 12 Posunutí v ose x na kraji inovované konstrukce	str.80
Obr. 13 Posunutí v ose x na druhém kraji inovované konstrukce	str.80
Obr. 14 Posunutí v ose y na kraji inovované konstrukce	str.81
Obr. 15 Posunutí v ose y na druhém kraji inovované konstrukce	str.81
Obr. 16 Posunutí v ose z na kraji inovované konstrukce	str.82
Obr. 17 Posunutí v ose z na druhém kraji inovované konstrukce	str.82

Příloha

čas [min]	rok	délka 6000 mm stará konstrukce
690	2004	obrábění
833	2004	
1228	2004	
853	2005	
664	2006	
1074	2006	
644	2006	
615	2006	
430	2006	
583	2006	
494	2007	
494	2007	
985	2008	
668	2008	
563	2008	
1162	2008	
912	2008	
873	2008	
1280	2010	
1540	2010	
1282	2010	
1040	2010	
1123	2010	
1540	2010	
1035	2012	
1047	2012	
885	2012	
1195	2013	
1440	2013	

Tabulka 1: Dosažené průměrné časy obrábění v jednotlivých letech – délka 6000 mm, stará konstrukce

čas [min]	rok	délka 3000 mm stará konstrukce
512	2004	obrábění
544	2004	
440	2005	
243	2006	
235	2006	
208	2006	
192	2006	
310	2008	
431	2008	
431	2008	
533	2008	
492	2008	
718	2008	

čas [min]	rok	délka 3000 mm stará konstrukce
665	2004	svařování
781	2004	
780	2004	
827	2005	
372	2006	
569	2006	
377	2006	
562	2006	
509	2008	
406	2008	
420	2008	
356	2008	
275	2010	
460	2010	
436	2010	
908	2012	
765	2012	
690	2012	

Tabulky 2: Dosažené průměrné časy obrábění a svařování v jednotlivých letech – délka 3000 mm

čas [min]	rok	délka 4500 mm stará konstrukce
484	2002	obrábění
475	2006	
407	2008	
1617	2010	
878	2010	
638	2012	
602	2013	
940	2013	

čas [min]	rok	délka 4500 mm stará konstrukce
822	2002	svařování
745	2004	
639	2006	
535	2008	
691	2010	
328	2010	
878	2012	
1002	2013	
1117	2013	

Tabulky 3: Dosažené průměrné časy obrábění a svařování v jednotlivých letech – délka 4500 mm

čas [min]	rok	pojezd staré konstrukce 1.část
62	2002	obrábění
279	2003	
263	2004	
173	2004	
215	2005	
291	2005	
240	2006	
227	2006	
215	2006	
206	2006	
205	2008	
210	2008	
238	2008	
264	2009	
230	2010	
313	2010	
289	2010	
289	2010	
331	2010	
353	2010	
274	2010	
324	2010	
207	2010	
207	2010	
322	2010	
280	2010	
390	2012	
372	2012	

čas [min]	rok	pojezd staré konstrukce 2. část
505	2001	obrábění
726	2002	
355	2004	
315	2004	
604	2004	
564	2006	
421	2006	
555	2006	
290	2008	
195	2008	
282	2008	
464	2009	
232	2010	
255	2010	
360	2010	
215	2010	
220	2010	
255	2010	
215	2010	
215	2010	
255	2010	
245	2011	
433	2013	
391	2013	
495	2013	

Tabulky 4 : Dosažené průměrné časy obrábění v jednotlivých letech – pojezd staré konstrukce 1. a 2. část

čas [min]	rok	pojezd staré konstrukce 1. část
119	2002	svařování
123	2003	
136	2004	
155	2004	
146	2005	
146	2006	
86	2006	
206	2006	
188	2006	
189	2008	
235	2008	
242	2008	
207	2008	
241	2009	
269	2010	
257	2010	
128	2010	
128	2010	
282	2010	
240	2010	
312	2010	
259	2010	
257	2010	
220	2010	
277	2010	
268	2010	
181	2010	
225	2012	
241	2012	
213	2012	
302	2012	

čas [min]	rok	pojezd staré konstrukce 2. část
219	2001	svařování
421	2002	
188	2004	
184	2004	
179	2004	
152	2005	
364	2006	
160	2006	
175	2006	
178	2008	
309	2008	
206	2008	
272	2009	
221	2009	
520	2010	
144	2010	
205	2010	
85	2010	
107	2010	
275	2010	
274	2010	
179	2010	
159	2010	
211	2013	
385	2013	
266	2013	
240	2013	

Tabulky 5 : Dosažené průměrné časy svařování v jednotlivých letech – pojezd staré konstrukce 1. a 2. část

Koleje stará konstrukce délka 3500 mm – Technologie Soraluče SP 14 000							
operace	hodnoty v mm	M.N. [Euro]	tarif firmy	V.N. [Euro]	čas [min]	kusy	suma [Euro]
	svařování konst.		1 Euro/metr	327,60	840	1	327,60
	obrábění konst.		1 Euro/kg	1026,00	760	1	1026,00
řezání a tryskání	Tyč profil L						
rozměr [mm]	200x200x20x110	0,66	6,00	9,89	23	4	42,20
řezání a tryskání	Profilová trubka						
rozměr [mm]	100x60x5x915	6,99	7,64	8,60	20	5	77,95
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	200x30x1365	41,00	0,63	13,34	23	5	271,70
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	350x30x3500	182,00	0,63	31,32	54	1	213,32
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	300x30x3500	156,00	0,63	29,00	50	1	185,00
řezání a tryskání	Plochá tyč						
rozměr [mm]	40x40x3500	201,14	57,47	9,03	21	1	210,17
Suma							2353,94

Tabulka 6 : Technicko-ekonomické zhodnocení staré konstrukce kolejí délka 3500 mm

Pojezd stará konstrukce – Technologie UNION a TOS 13 CNC							
	hodnoty v mm	M.N. [Euro]	tarif firmy	V.N. [Euro]	čas [min]	kusy	suma [Euro]
	svařování celé konst.		1 Euro/metr	177,45	455	1	177,45
	obrábění celé konst.		1 Euro/kg	514,00	605	1	514,00
Pojezd stará konstrukce první část							
řezání a tryskání	Plochá tyč						
rozměr [mm]	100x25x1085	14,63	13,48	6,88	16	1	21,51
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	340x30x1085	55,00	0,63	23,20	40	1	78,20
řezání a tryskání	Plochá tyč						
rozměr [mm]	140x30x130	3,03	23,35	4,73	11	2	15,52
řezání a tryskání	Plochá tyč						
rozměr [mm]	50x10x290	0,76	2,63	5,59	13	3	19,05
řezání a tryskání	Plochá tyč						
rozměr [mm]	50x25x110	0,71	6,43	6,45	15	1	7,16
Pojezd stará konstrukce druhá část							
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	1285x20x1680	207,00	0,61	40,60	70	1	247,60
řezání a tryskání	Profilová trubka						
rozměr [mm]	100x60x5x1445	12,06	8,35	7,74	18	1	19,80
řezání a tryskání	Profilová trubka						
rozměr [mm]	100x60x5x1680	14,03	8,35	9,03	21	1	23,06
Suma							1123,35

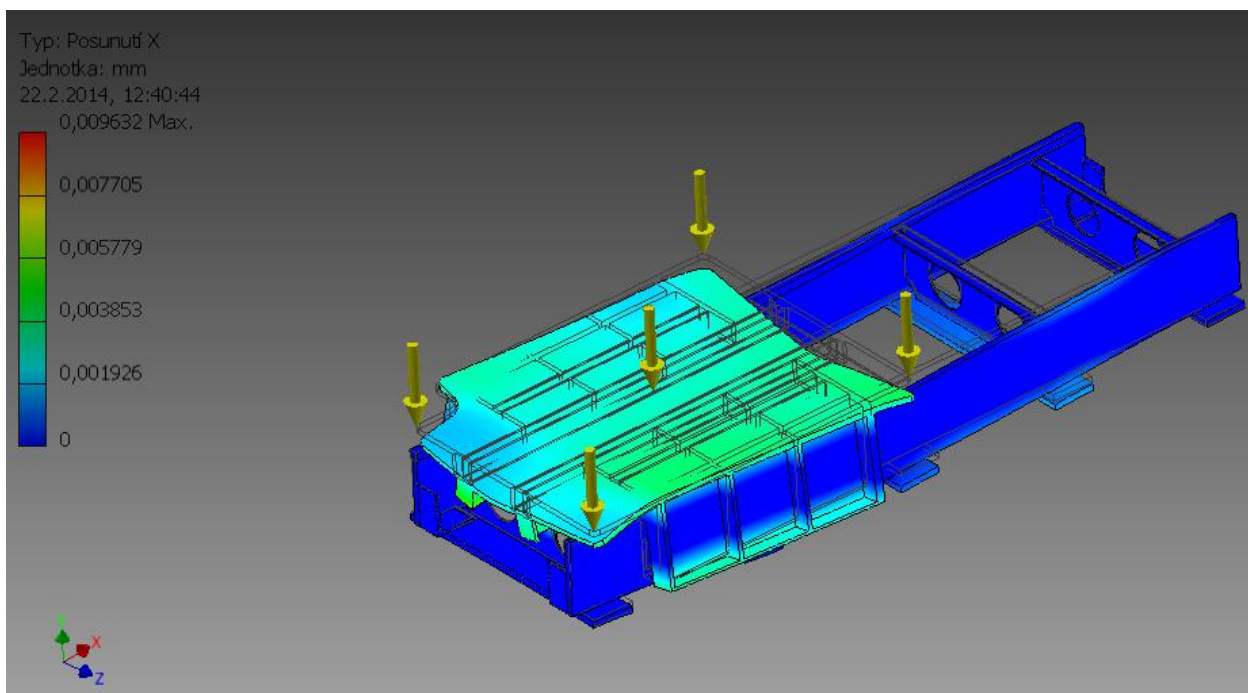
Tabulka 7 : Technicko-ekonomické zhodnocení staré konstrukce pojezdu

Pojezd nová konstrukce – Technologie Soraluze FP 8000							
	hodnoty v mm	M.N. [Euro]	tarif firmy	V.N. [Euro]	čas [min]	kusy	suma [Euro]
operace	svařování konst.		1 Euro/metr	468,00	1200	1	468,00
	obrábění konst.		1 Euro/kg	1678,95	1365	1	1678,95
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	1295x25x1675	260,00	0,61	43,50	75	1	303,50
řezání a tryskání	Profilová trubka						
rozměr [mm]	100x60x5x1645	13,74	8,35	4,30	10	2	36,08
řezání a trykání	Plochá tyč						
rozměr [mm]	100x15x100	0,83	8,27	6,88	16	4	30,83
řezání a tryskání	Plochá tyč						
rozměr [mm]	100x12x154	1,01	6,57	8,17	19	8	73,44
řezání a tryskání	Profilová trubka						
rozměr [mm]	100x60x5x1100	9,18	8,35	6,45	15	1	15,63
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	260x30x1100	43,00	0,63	13,92	24	1	56,92
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	260x20x458	12,00	0,61	8,12	14	2	40,24
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	50x12x260	1,00	0,67	7,54	13	2	17,08
řezání a tryskání	Plochá tyč						
rozměr [mm]	80x12x1120	5,96	5,32	8,60	20	1	14,56
řezání a trykání	Profilová trubka						
rozměr [mm]	100x60x5x1072	8,95	8,35	6,88	16	1	15,83
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	365x20x458	16,00	0,61	14,50	25	1	30,50
řezání a tryskání	Plochá tyč						
rozměr [mm]	100x20x368	3,84	10,42	8,60	20	1	12,44
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	365x30x1226	67,00	0,63	20,30	35	1	87,30
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	60x20x365	2,00	0,61	8,12	14	1	10,12
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	50x12x365	1,00	0,66	7,54	13	2	17,08
řezání a tryskání	Plochá tyč						
rozměr [mm]	80x12x1092	5,81	5,32	7,74	18	1	13,55
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	130x20x180	3,00	0,61	5,80	10	4	35,20
Suma							2957,25

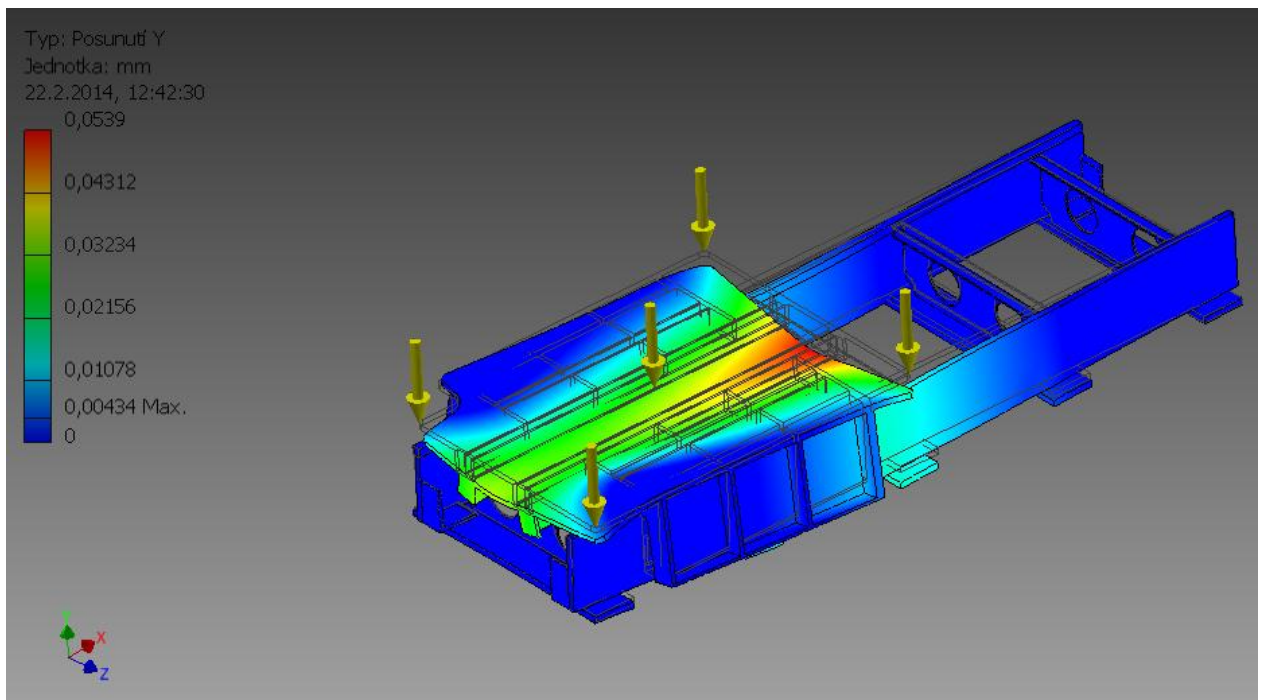
Tabulka 8 : Technicko-ekonomické zhodnocení nové konstrukce pojezdu

Koleje nová konstrukce délka 3500 mm – Technologie Soraluce SP 14 000							
	hodnoty v mm	M.N. [Euro]	tarif firmy	V.N. [Euro]	čas [min]	kusy	suma [Euro]
	svařování konst.		1 Euro/metr	323,70	830	1	323,70
	obrábění konst.		1 Euro/kg	1113,75	825	1	1113,75
řezání a tryskání	Tyč profil L						
rozměr [mm]	200x200x20x110	0,66	6,00	9,89	23	4	42,20
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	360x8x915	18,00	0,83	19,00	KOO	5	185,00
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	200x30x1135	34,00	0,63	13,34	23	5	236,70
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	350x30x3500	182,00	0,63	31,32	54	1	213,32
pálení a tryskání	Výpalek						
rozměr [mm]	300x30x3500	156,00	0,63	29,00	50	1	185,00
řezání a tryskání	Plochá tyč						
rozměr [mm]	40x40x3500	201,14	57,47	9,03	21	1	210,17
Suma							2509,84

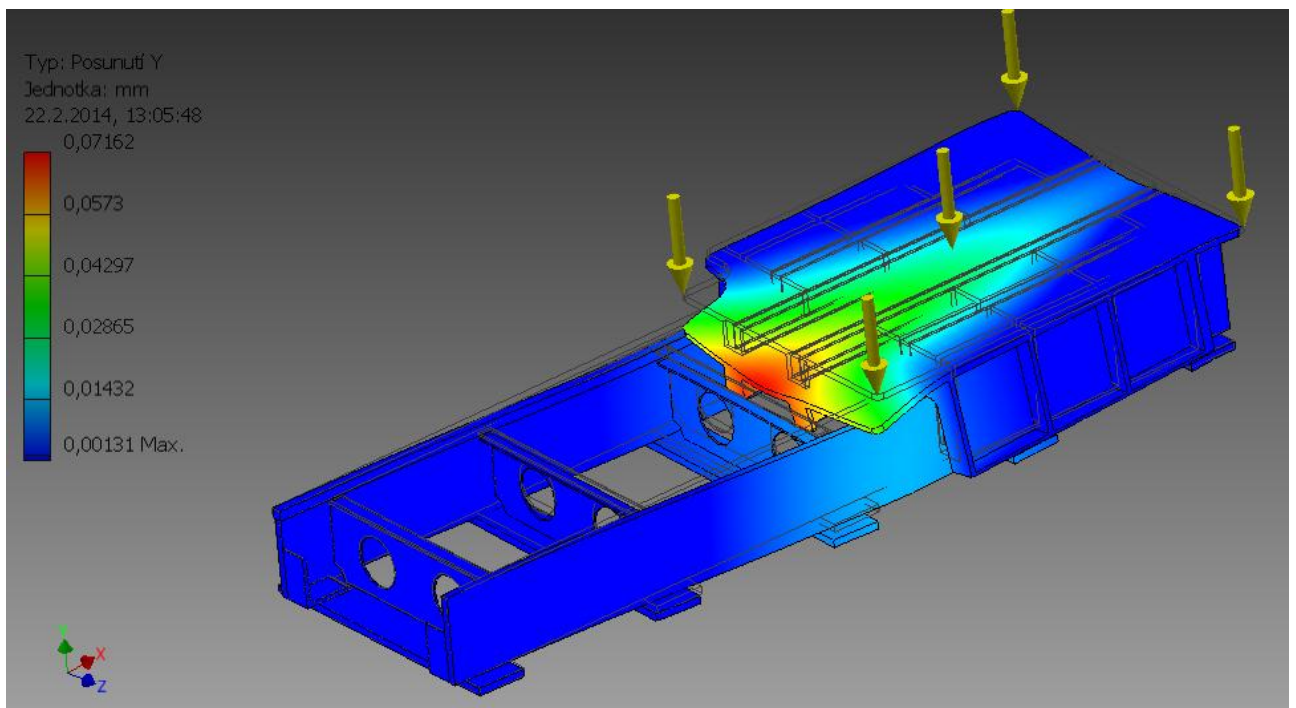
Tabulka 9 : Technicko-ekonomické zhodnocení nové konstrukce kolejí délka 3500 mm



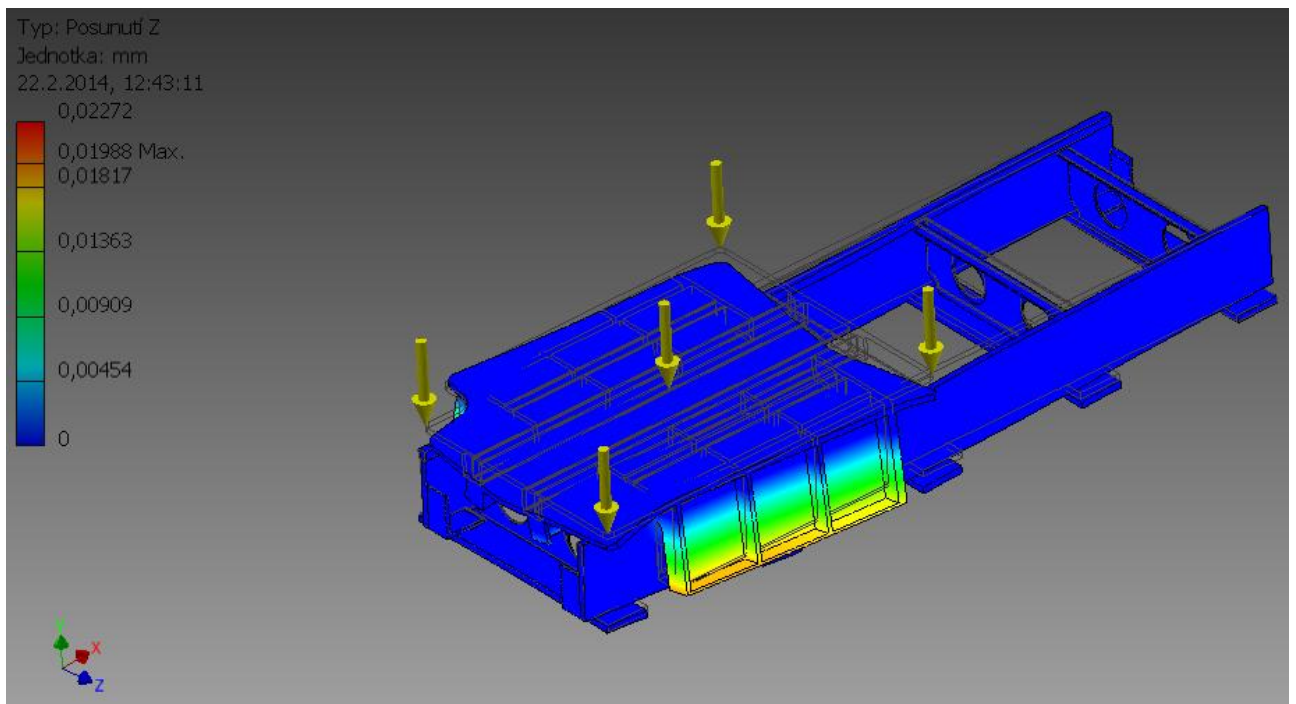
Obr. 1 Posunutí v ose x na kraji nové konstrukce



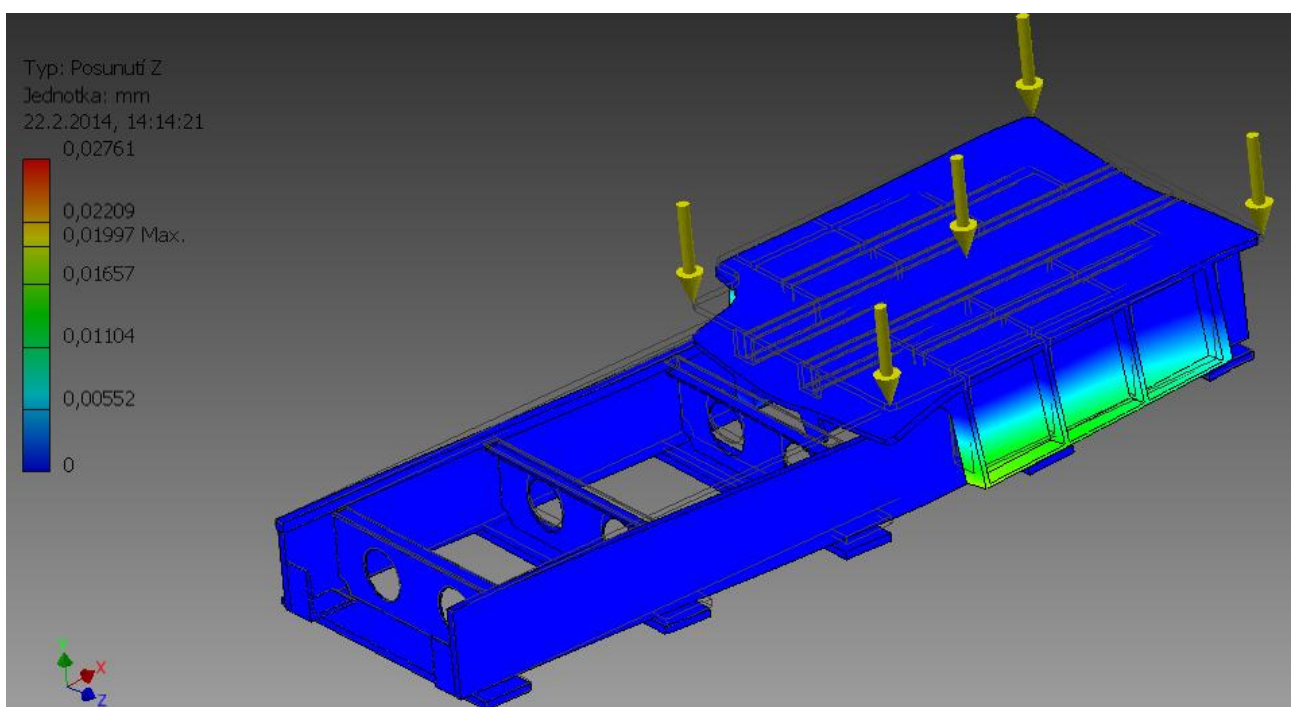
Obr. 2 Posunutí v ose y na kraji nové konstrukce



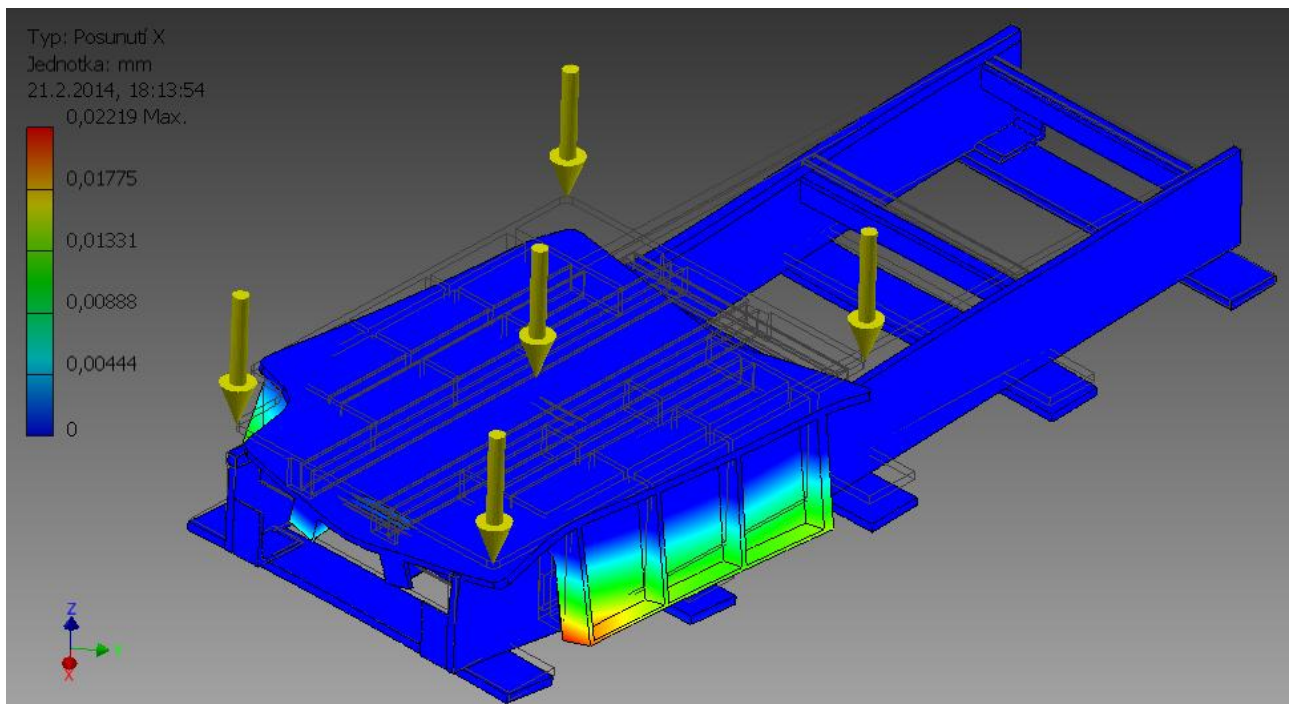
Obr. 3 Posunutí v ose y na druhém kraji nové konstrukce



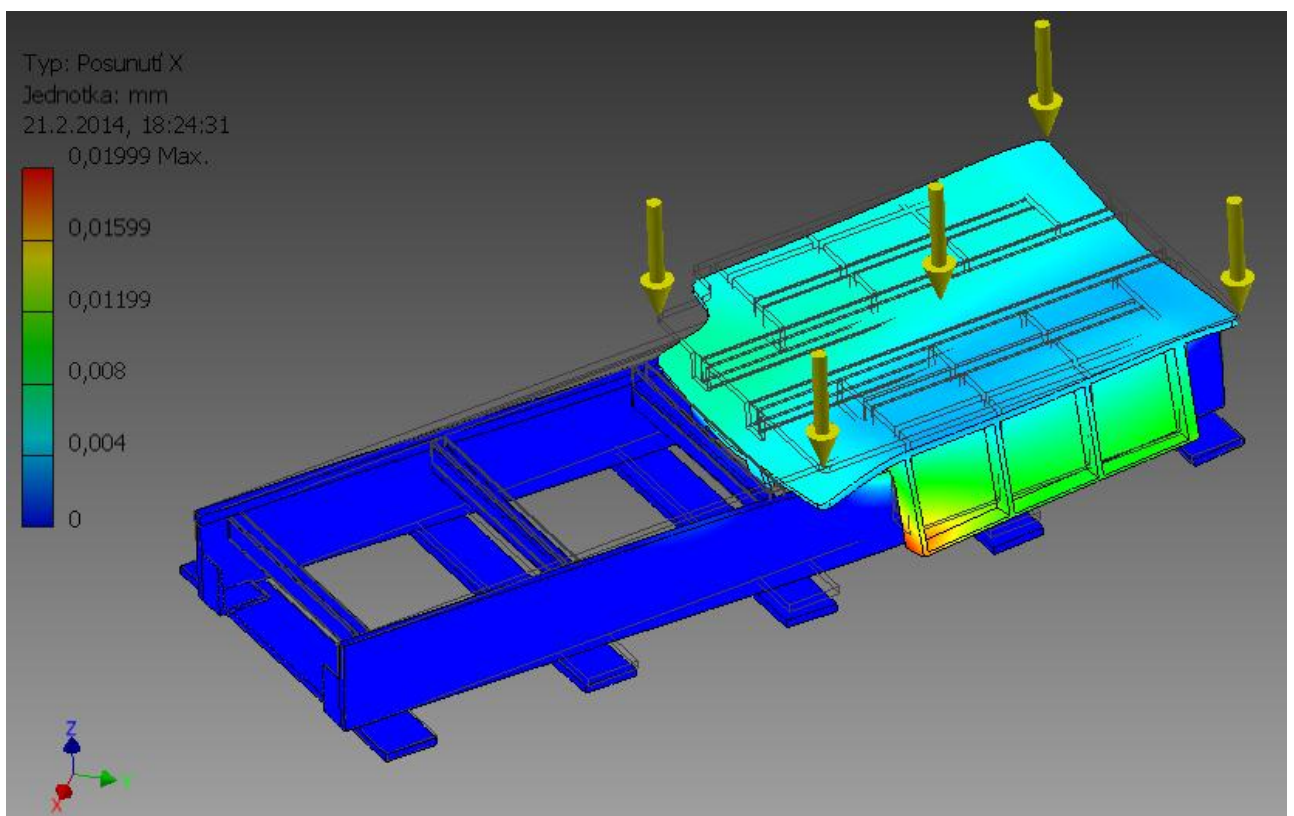
Obr. 4 Posunutí v ose z na kraji nové konstrukce



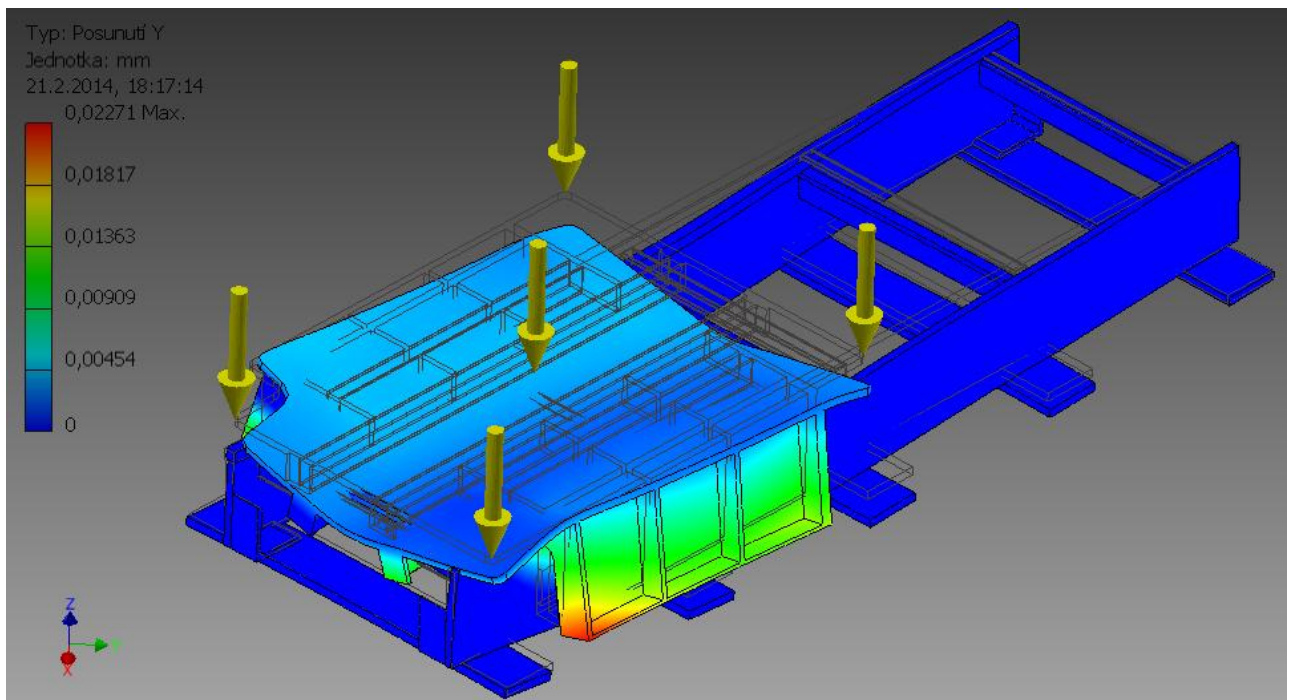
Obr. 5 Posunutí v ose z na druhém kraji nové konstrukce



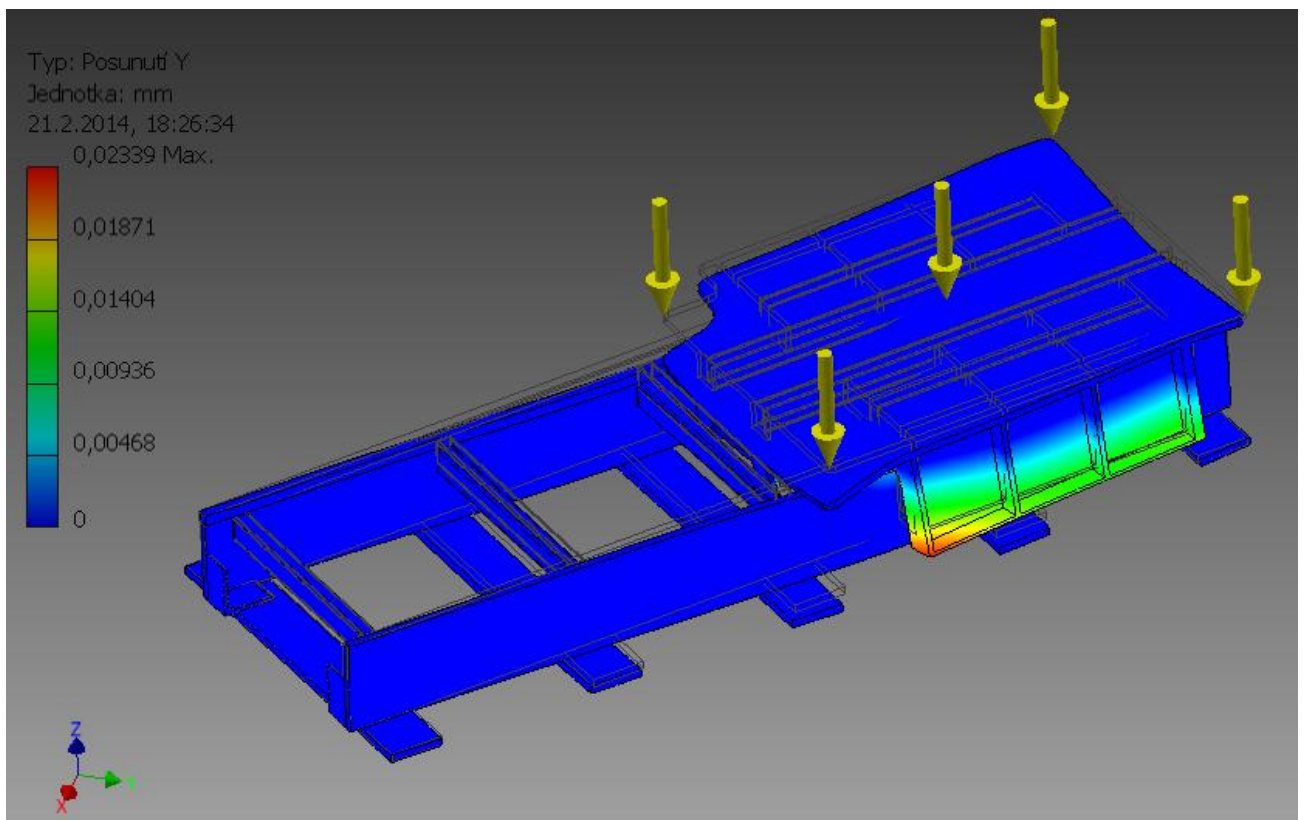
Obr. 6 Posunutí v ose x na kraji staré konstrukce



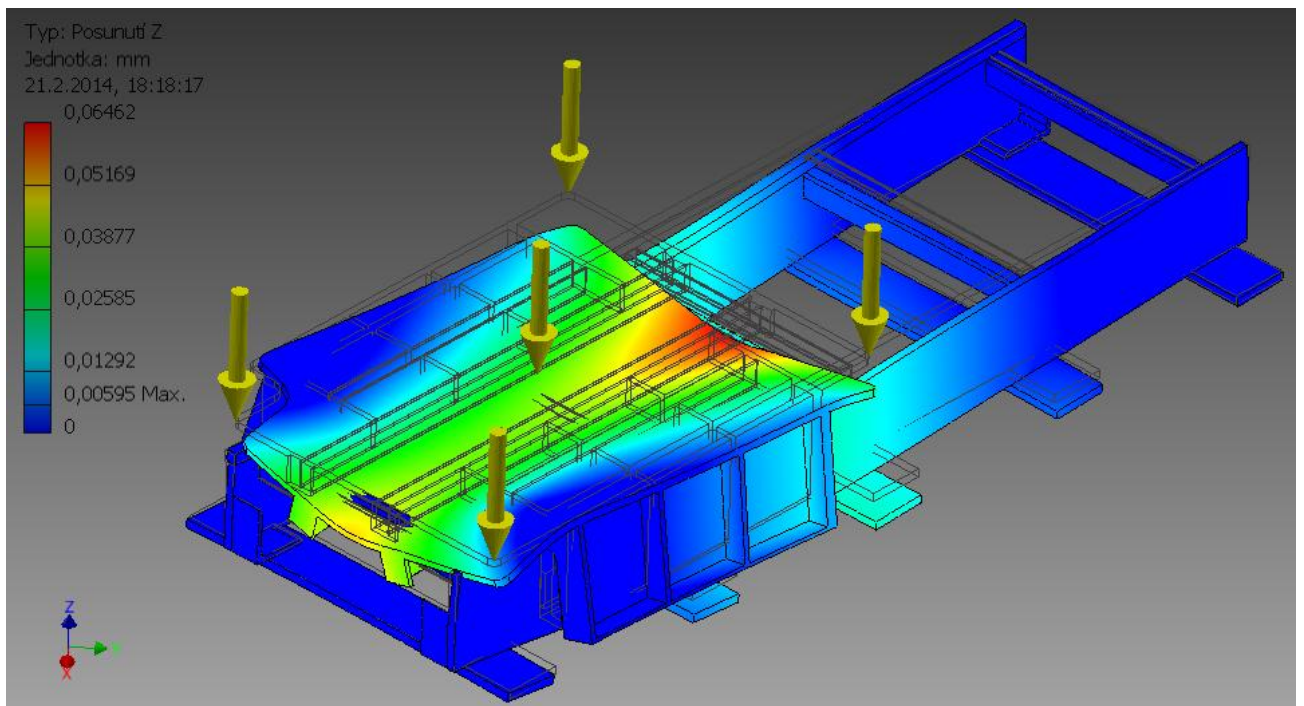
Obr. 7 Posunutí v ose x na druhém kraji staré konstrukce



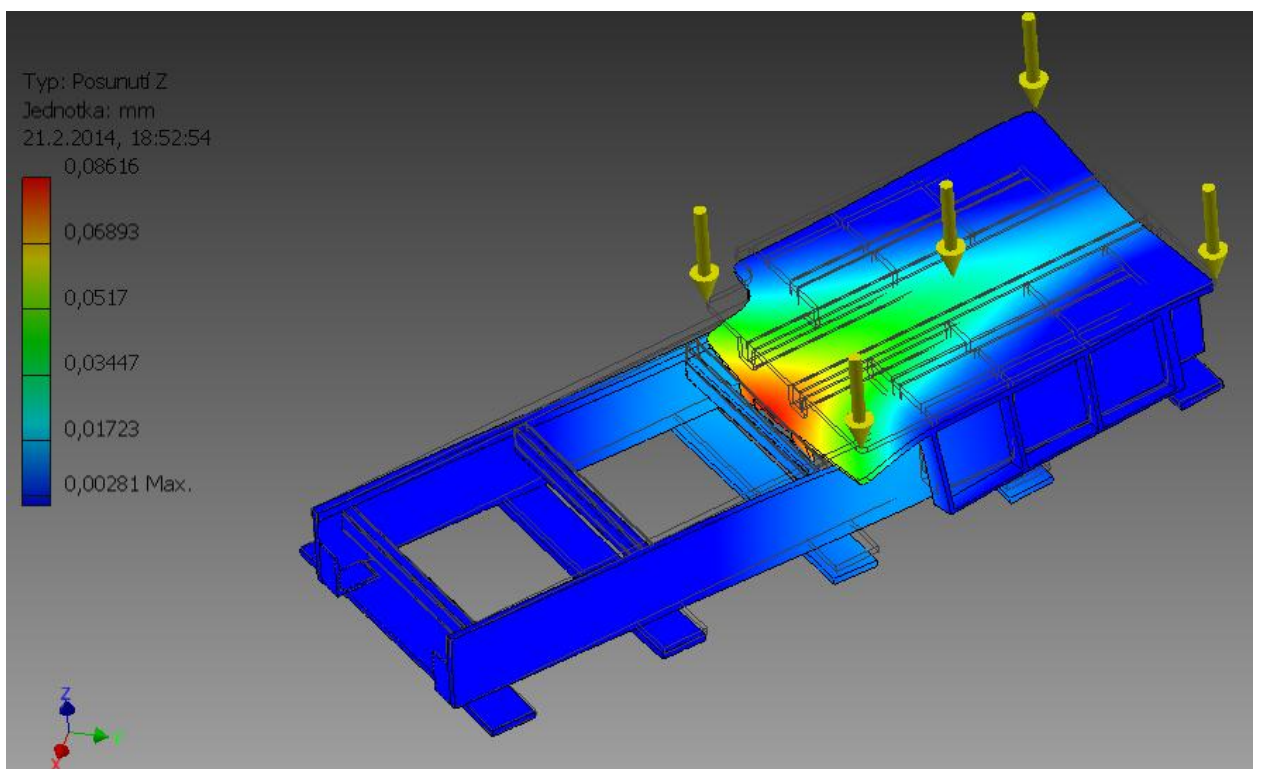
Obr. 8 Posunutí v ose y na kraji staré konstrukce



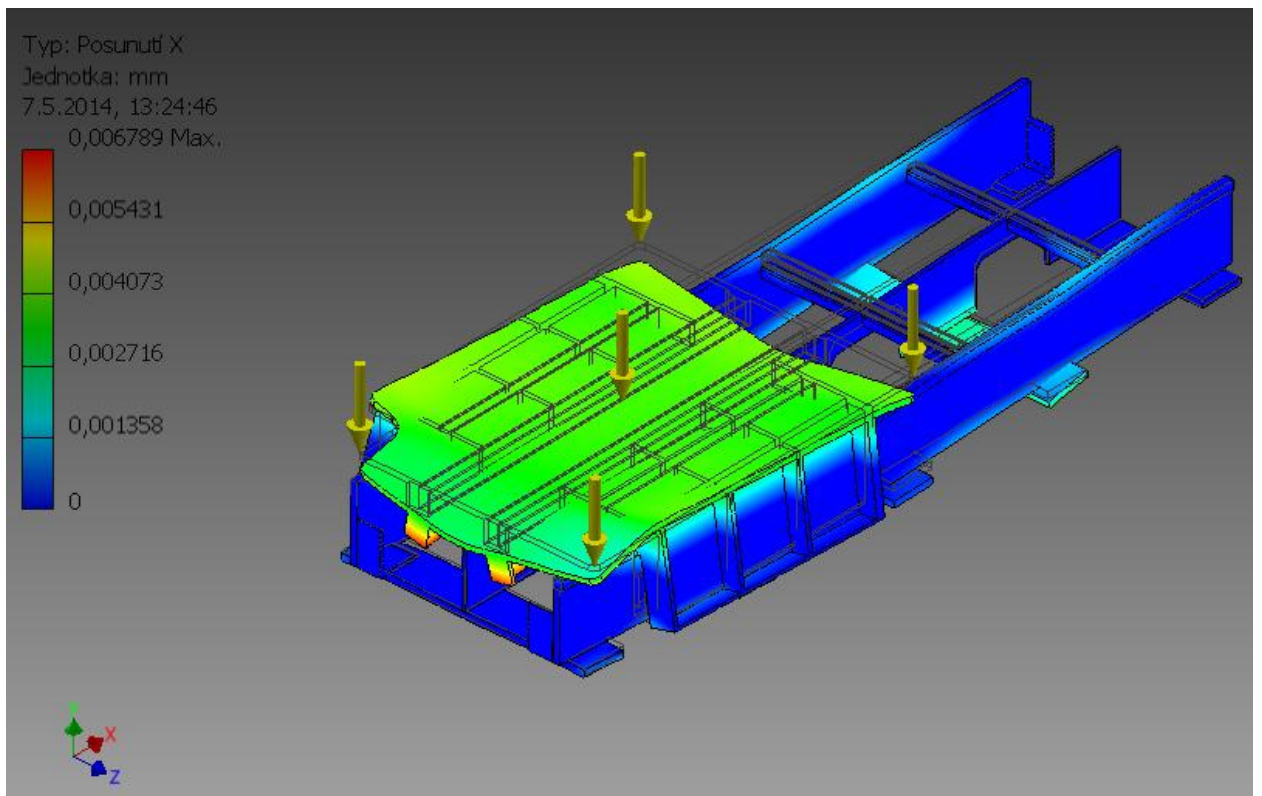
Obr. 9 Posunutí v ose y na druhém kraji staré konstrukce



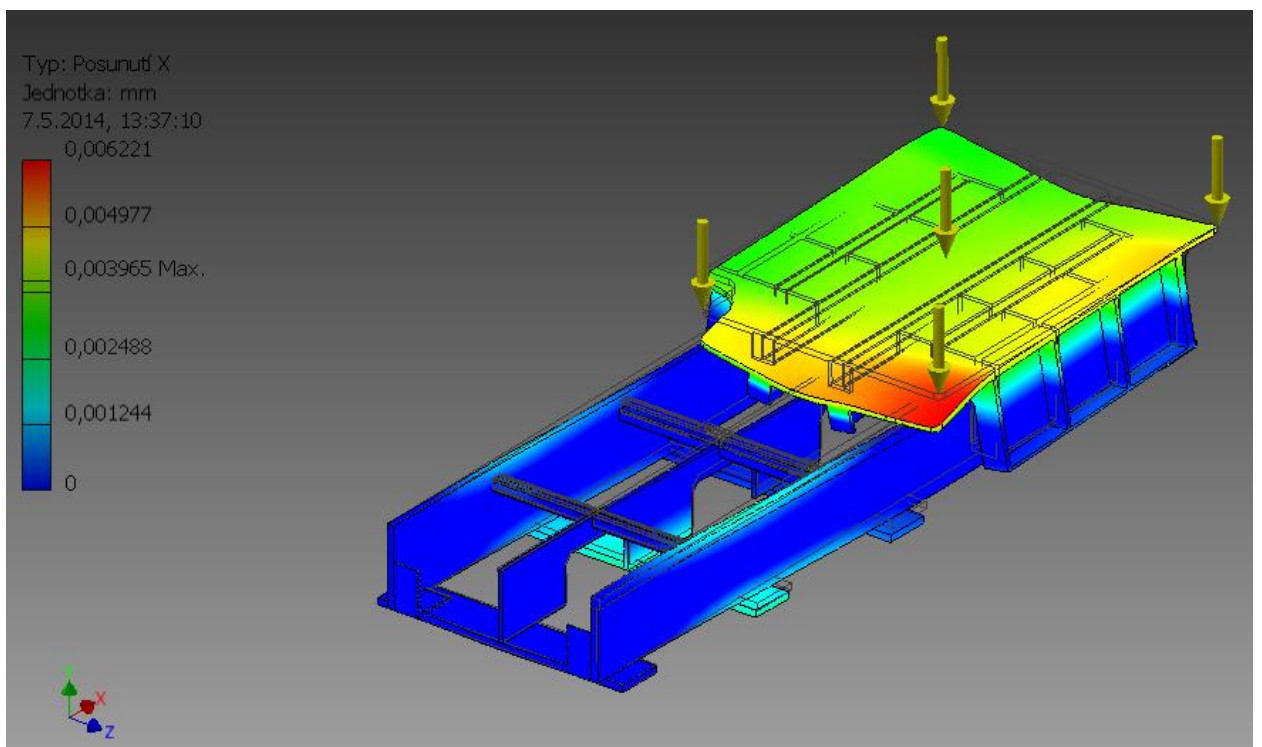
Obr. 10 Posunutí v ose z na kraji staré konstrukce



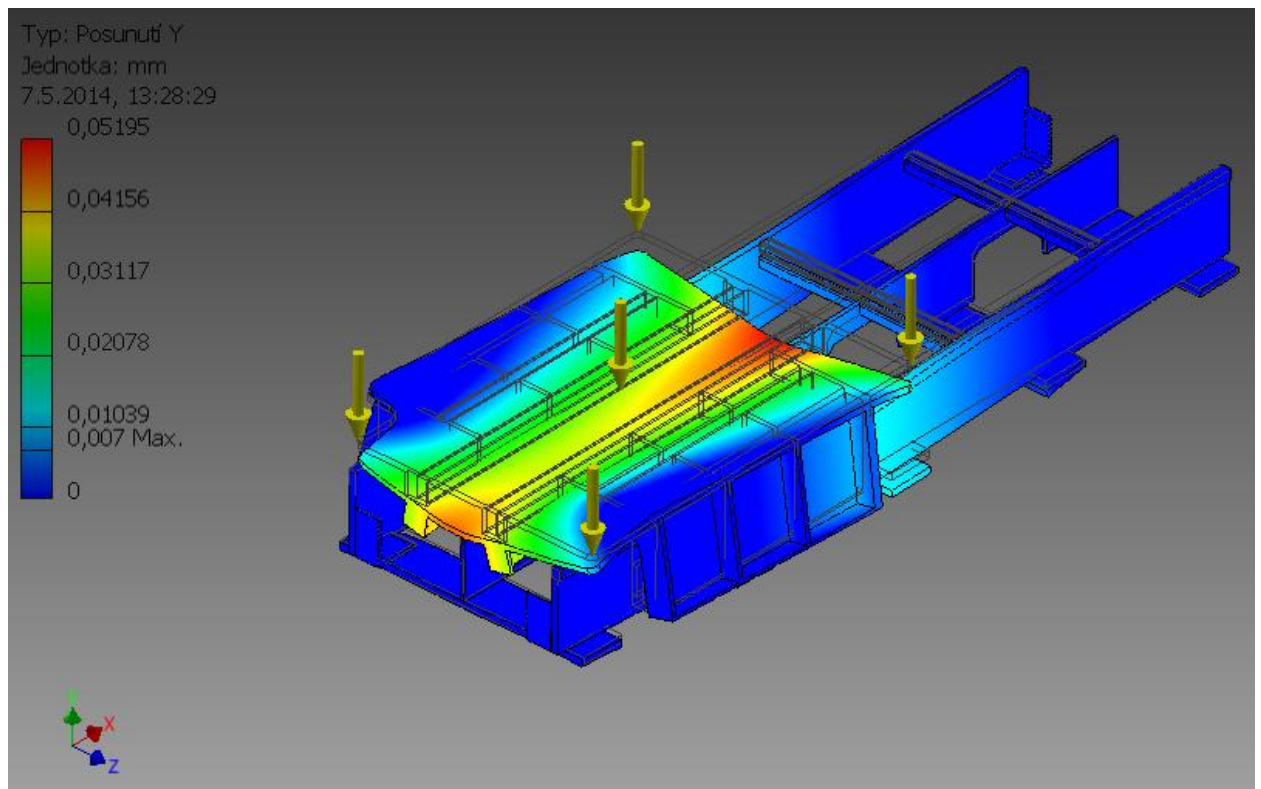
Obr. 11 Posunutí v ose z na druhém kraji staré konstrukce



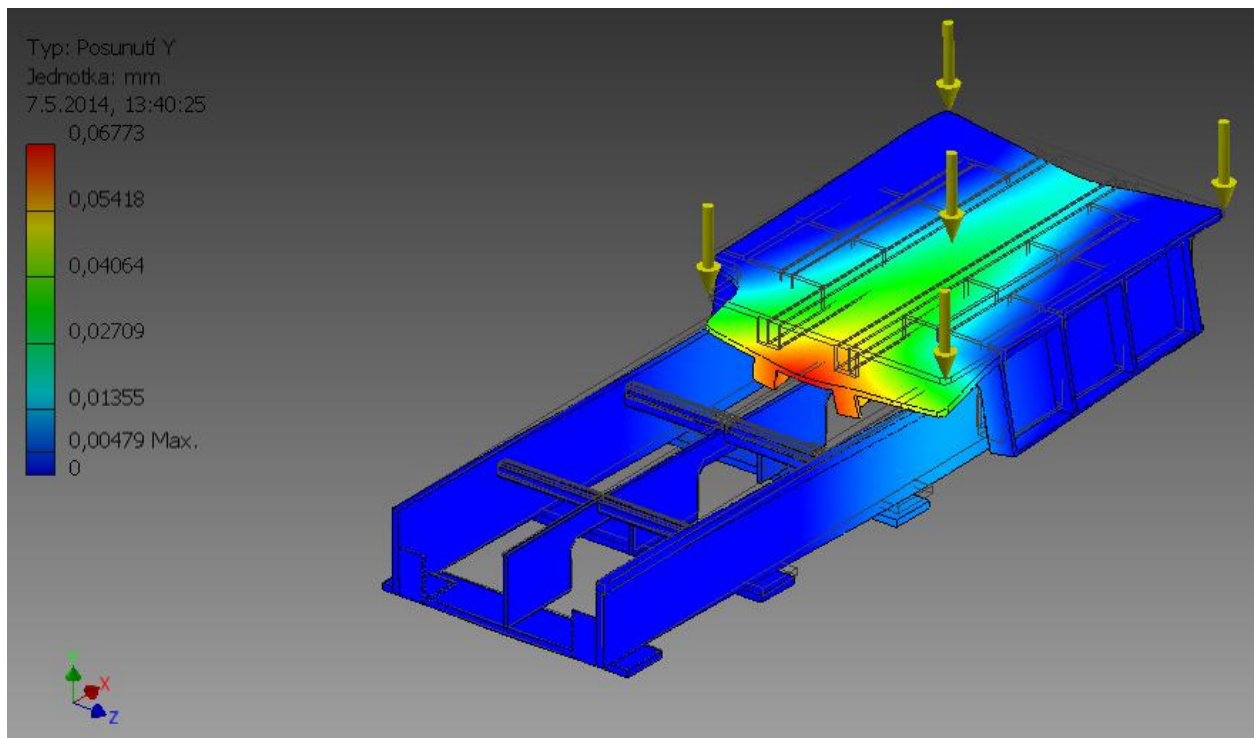
Obr. 12 Posunutí v ose x na kraji inovované konstrukce



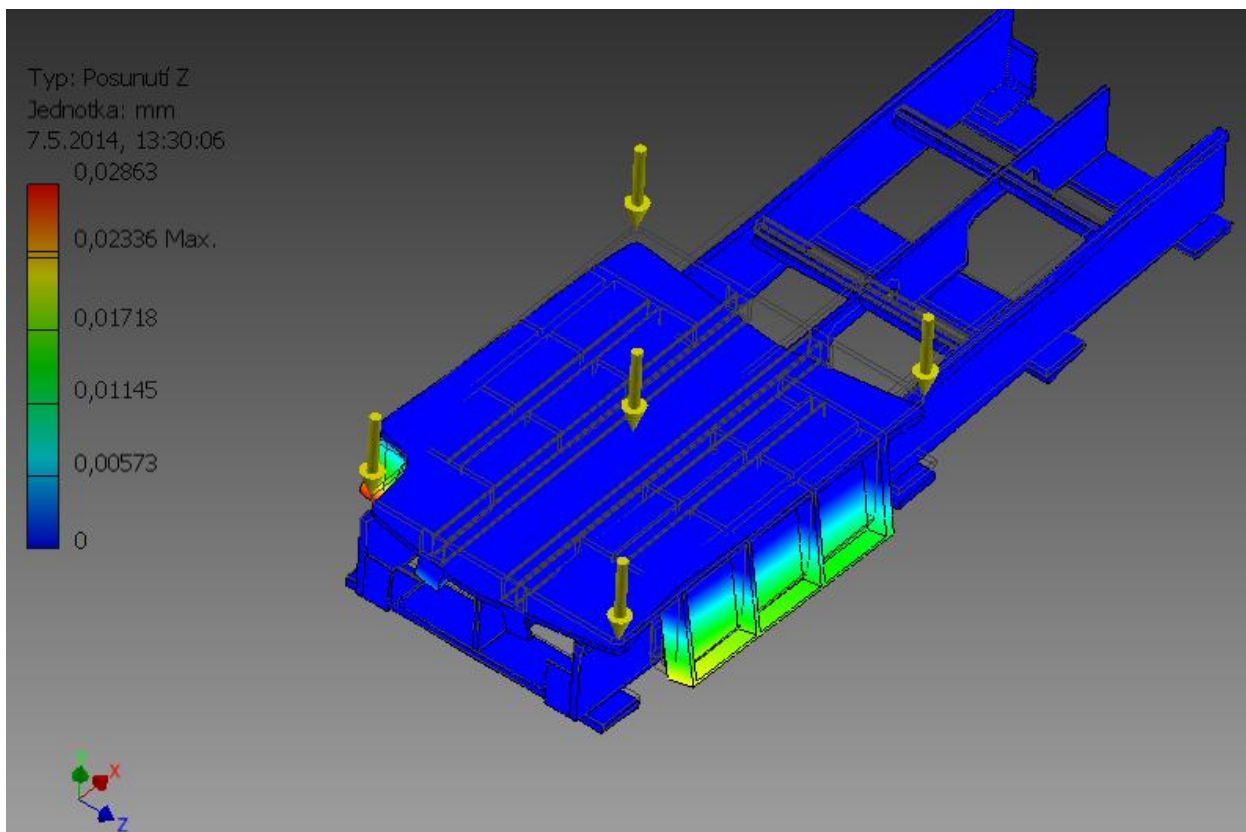
Obr. 13 Posunutí v ose x na druhém kraji inovované konstrukce



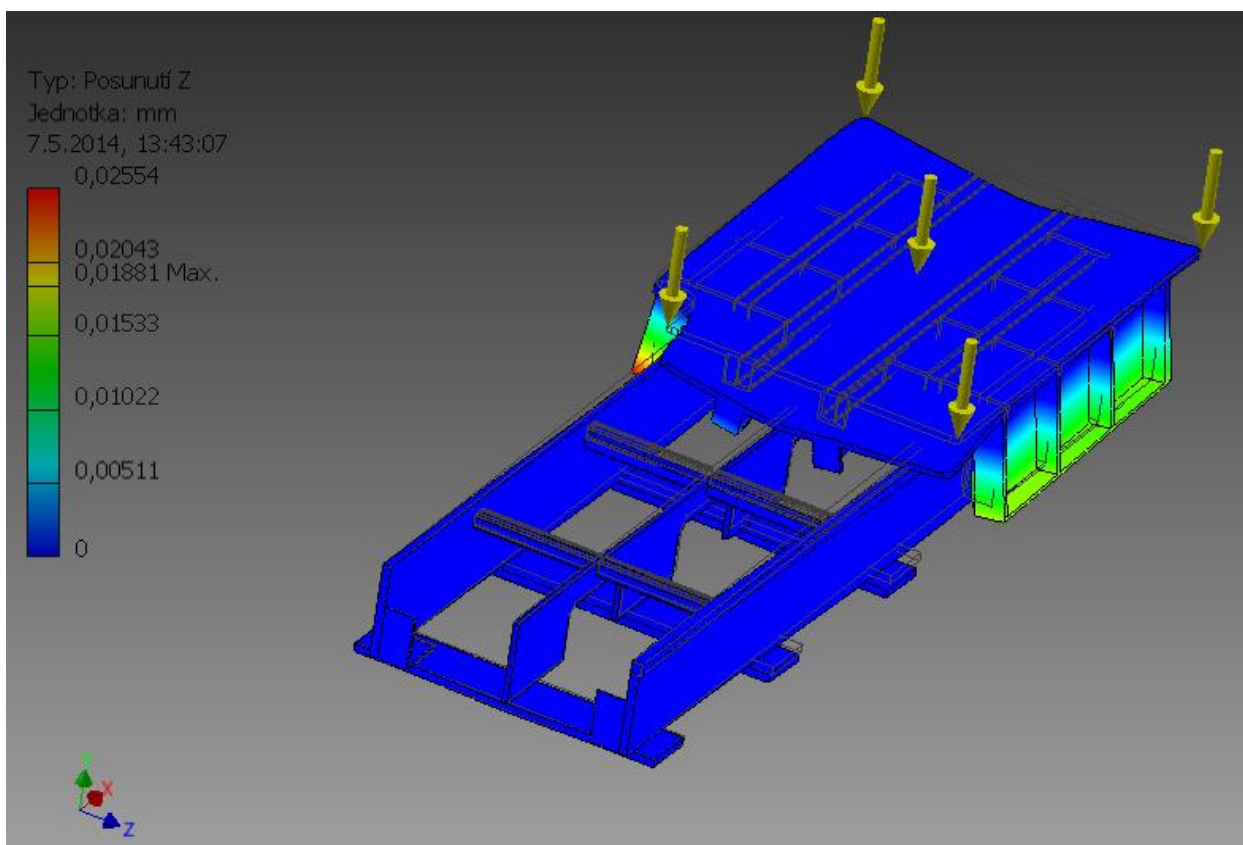
Obr. 14 Posunutí v ose y na kraji inovované konstrukce



Obr. 15 Posunutí v ose y na druhém kraji inovované konstrukce



Obr. 16 Posunutí v ose z na kraji inovované konstrukce



Obr. 17 Posunutí v ose z na druhém kraji inovované konstrukce