



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA STROJNÍ



Diplomová práce

**Inovace plastové příchytky sloužící k upnutí
kabelů, kabelových svazků v automobilu**

**Innovation of a plastic clip for fixing the cables, cable
bundles in a car**

2009

Petra Šťastná



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra částí a mechanismů strojů

Studijní program: N2301 - Strojní inženýrství

Obor: 3909T010 - Inovační inženýrství

Zaměření: Inovace výrobků

Inovace plastové příchytky sloužící k upnutí kabelů, kabelových svazků v automobilu

Innovation of a plastic clip for fixing the cables, cable bundles in a car

Jméno autora: Petra Šťastná

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Ladislav Ševčík, CSc. TU Liberec

Konzultant diplomové práce: Ing. Viktor Zoubek, A. Raymond Jablonec s.r.o.

Rozsah práce a příloh:

Počet stran: 74

Počet obrázků: 55

Počet příloh: 2

Datum: 22.12.2009



Místo pro zadání



ANOTACE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

TÉMA:

Inovace plastové příchytky sloužící k upnutí kabelů, kabelových svazků v automobilu

ANOTACE:

Tato diplomová práce se zabývá inovací plastové příchytky sloužící k upnutí kabelů, kabelových svazků v automobilu. Cílem této práce bylo zhodnotit stávající řešení plastové příchytky, průzkum plastových příchyttek u konkurenčních firem. Na základě poznatků vytvořit vlastní varianty, vypracovat inovační záměr a naplánovat inovaci.

KLÍČOVÁ SLOVA:

plastová příchytka, kabel, kabelový svazek, inovace, PA66

DIPLOMA THESIS

THEME:

Innovation of a plastic clip for fixing the cables, cable bundles in a car

ANNOTATION:

The thesis deals with the innovation of a plastic clip for fixing the cables, cable bundles in a car. The aim of the thesis is to assess the current solution of the plastic clip, to study the clips at rival companies, to create new variations on the basis of the findings, to develop an innovative plan, and finally to plan the innovation itself.

KEY WORDS:

plastic clip, cable, cable bundle, innovation, PA66



Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé DP a prohlašuji, že souhlasím s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne 22.12.2009

.....

Petra Šťastná

Místopřísežné prohlášení

„Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího diplomové práce a konzultanta.“

V Liberci dne 22.12.2009

.....

Petra Šťastná



Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Ladislavu Ševčíkovi CSc., z katedry Částí a mechanismů strojů TU v Liberci za poskytnutý čas a věcné připomínky. Svému konzultantovi panu Ing. Viktoru Zoubkovi z firmy A. Raymond Jablonec nad Nisou, za odbornou pomoc při zpracování tématu, ochotu a množství poskytnutých rad.

Děkuji firmě A. Raymond Jablonec nad Nisou za možnost vypracování diplomové práce a za poskytnuté zázemí při řešení daného problému.

Svým rodičům za jejich soustavnou podporu při studiu na Technické Univerzitě v Liberci.

OBSAH

1	Úvod	11
1.1	Cíl diplomové práce	11
1.2	Teorie inovace	12
1.2.1	Inovace v upínacích systémech	13
2	Současný stav plastové kabelové příchytky	14
2.1	Kabelová příchytka	14
2.2	Popis příchytky	14
2.2.1	Technické údaje současné kabelové příchytky	15
2.3	Použití příchytky	16
2.4	Pevnostní analýza současné příchytky	16
2.4.1	Namáhání upínací části	17
2.4.2	Namáhání pružné lamely	18
2.4.3	Pevnostní kontrola současné příchytky	20
2.5	Postup výroby	20
2.6	Okruh spotřebitelů	22
2.7	Použití příchytky mimo automobilový průmysl	22
2.8	Materiál kabelové příchytky	23
2.8.1	Plasty	23
2.8.2	Termoplasty	24
2.8.3	PA66	24
2.9	Výhody a nevýhody současné příchytky	26
2.10	Navrhované řešení	26
3	Průzkum trhu	27
3.1	HellermannTyton	27
3.1.1	WPC kabelový držák	27
3.1.2	Pevnostní elementy pro trubky a vodiče	28
3.2	Transfer Multisort Elektronik	29
3.2.1	Samolepící zamačkávací kabelová úchytka	29
3.3	Lumiplast	29

3.3.1	Kabelová příchytka	29
3.4	Nifco	30
3.4.1	Držák jednoduchých elementů	30
3.4.2	Klip pro upnutí většího počtu drátů	30
3.4.3	Příchytka pro držení jedné až čtyř trubek	30
3.5	Vzájemné posouzení současných výrobků a navržených variant	31
3.6	Dotazník kabelové plastové příchytky	33
3.7	Afinní diagram zákaznických potřeb	36
3.8	Relativní významnost požadavků zákazníka	37
4	Plánování inovace kabelové příchytky	38
4.1	Identifikace zákaznických potřeb	39
4.2	Identifikace inovačních příležitostí	39
4.3	Inovační záměr	40
4.4	Alokace zdrojů	40
4.5	Vypracování harmonogramu	41
4.6	Zformulování inovačních prohlášení	41
5	Návrh vlastních variant	42
5.1	Pevnostní analýza navržených variant příchyték	43
5.2	Varianta 1. - konstrukce čepu a pružné lamely	43
5.2.1	Popis příchytky	43
5.2.2	Pevnostní analýza – namáhání čepu a pružné lamely	44
5.3	Varianta 2. - konstrukce pružné lamely	46
5.3.1	Popis příchytky	46
5.3.2	Pevnostní analýza – namáhání pružné lamely	46
5.4	Varianta 3. – konstrukce kotvičky	48
5.4.1	Popis příchytky	48
5.4.2	Pevnostní analýza – namáhání kotvičky	49
5.5	Varianta 4. – konstrukce kotvičky a pružné lamely	52
5.5.1	Popis příchytky	52
5.5.2	Pevnostní analýza – namáhání kotvičky a pružné lamely	53
5.6	Varianta 5. – konstrukce čepu	57
5.6.1	Popis příchytky	57

5.6.2	Pevnostní analýza – namáhání příchytky	57
5.7	Vyhodnocení pevnostní analýzy	58
6	Kalkulace variant.....	59
6.1	Obecný výpočet.....	59
6.2	Konkrétní výpočet při násobnosti formy 1x.....	60
6.2.1	Konkrétní výpočet 4. varianty při násobnosti formy 1x.....	60
6.2.2	Konkrétní výpočet 5. varianty při násobnosti formy 1x.....	61
6.3	Konkrétní výpočet při násobnosti formy 4x.....	62
6.3.1	Konkrétní výpočet 4. varianty při násobnosti formy 4x.....	62
6.3.2	Konkrétní výpočet 5. varianty při násobnosti formy 4x.....	62
6.4	Výsledky kalkulace	63
7	Výhody, nevýhody nových variant z hlediska DFX	64
7.1	Design for Manufacturing – výroba	64
7.2	Design for Assembly – montáž	64
7.3	Design for Disassembly – demontáž	65
8	Výběr nejvhodnější varianty	66
8.1	Přehled technických parametrů navržených konceptů	66
8.2	Hodnocení inovačních konceptů	67
9	Vítězná varianta.....	69
9.1	Popis příchytky z hlediska metod DFX.....	69
9.2	Postup výroby.....	70
10	Přínos inovace	72
11	Závěr	73
12	Použitá literatura	74
13	Přílohy.....	74

Použité označení a zkratky

Označení	Jednotka	Název veličiny
PA66	-	Polyamid 66
R _{mt}	MPa	Mez pevnosti v tahu
R _{md}	MPa	Mez pevnosti v tlaku
σ_{Tmax}	MPa	Maximální napětí v tahu
σ_{TLmax}	MPa	Maximální napětí v tlaku
σ_{DT}	MPa	Dovolené napětí v tahu
σ_{DTL}	MPa	Dovolené napětí v tlaku
k	-	Bezpečnost
-	mm	Deformace
F ₁	N	Síla působící na kotvičku
F ₂	N	Síla působící na lamelu

1 Úvod

Téma diplomové práce je inovace plastové kabelové příchytky sloužící k upnutí kabelů, kabelových svazků v automobilu.

V této práci se bude řešit dosavadní stav plastové kabelové příchytky, její konstrukce, chování materiálu při montáži. Na základě získaných informací z průzkumu trhu konkurenčních firem a dotazníku, budou navrženy vlastní varianty příchyttek. U nově navržených variant se provede pevnostní analýza, díky které se zjistí maximální hodnoty napětí v tahu a tlaku v nejvíce namáhaných oblastech konstrukce kabelových příchyttek. Získané informace budou zhodnoceny a zaznamenány do tabulky. Navržené varianty se budou dále posuzovat a hodnotit z hlediska moderních metod pro detailní konstruování (DFX). Zvolená vítězná varianta bude podrobněji popsána z hlediska metod DFX. Bude vypracován postup výroby. Výsledkem řešení daného problému bude optimalizovaný tvar konstrukce plastové kabelové příchytky umožňující opětovnou montáž a demontáž.

1.1 Cíl diplomové práce

Cílem diplomové práce je navrhnout a naplánovat inovaci plastové příchytky sloužící k upnutí kabelů nebo kabelového svazku v automobilu. Dosáhnout takového tvaru plastové kabelové příchytky, který by umožňoval opakované upínání a vyjímání příchytky z materiálu, aniž by došlo k jejímu opotřebení nebo dokonce ke znehodnocení.

Úkolem je podrobný popis konstrukce současné plastové příchytky, popis chování materiálu při jejím upínání.

Provést průzkum trhu kabelových plastových příchyttek, dotazník kabelové příchytky. Identifikovat zákaznické potřeby, inovační příležitosti, sestavit inovační záměr. Vypracovat harmonogram.

Navrhnout vlastní varianty příchyttek. Popsat tvar konstrukce a provést pevnostní analýzu návrhů. Získané hodnoty zpracovat do tabulky a provést vyhodnocení. Pomocí inovačních metod vyhodnotit klady a zápory každé varianty. Provést hodnocení technických parametrů příchyttek.

V závěru vybrat jednu variantu která se bude jevit jako nejvíce vyhovující. Tuto vítěznou variantu popsat z hlediska metod DFX. Vypracovat její postup výroby.

Výsledkem diplomové práce bude optimalizovaný konstrukční návrh plastové kabelové příchytky sloužící k opětovnému upnutí kabelů nebo kabelového svazku.

1.2 Teorie inovace

Pojem inovace (z latinského "innovare" - obnovovat) se původně vyskytoval v americké sociologii meziválečného období (zde ve smyslu vývojové změny sociálních struktur).

Teorii inovací zpracoval a poprvé použil pojem inovace rakouský ekonom a český rodák J.A.Schumpeter (1883-1950). Jeho definice zní: „Inovace je každá změna v organismu firmy, která vede k novému stavu“. Pomocí inovací vysvětluje základní ekonomické kategorie jako zisk, úrok či konkurenci. Inovace považuje za základ ekonomického vývoje [1].

Zpočátku Schumpeter nazývá inovace „prosazování nových kombinací“ a zahrnuje pod ně pět případů:

- výrobu nového statku, který není spotřebitelům ještě známý, nebo statku nové kvality
- zavedení nové výrobní metody, která je pro dané průmyslové odvětví prakticky neznámá. Základem nové výrobní metody však nemusí být nový vědecký objev a může spočívat také v novém způsobu komerčního využívání statku
- otevření nového trhu, tedy trhu, na kterém dosud nebylo zastoupené dané průmyslové odvětví příslušné země bez ohledu na to, zda tento trh již předtím existoval nebo neexistoval
- získání nového zdroje surovin nebo polotovarů bez ohledu na to, zda tento zdroj již předtím existoval - ale my jsme k němu nepřihlíželi a pokládali jsme ho za nepřístupný [1]

1.2.1 Inovace v upínacích systémech

Firemní síť A.Raymond je jedním z nejvýznamnějších světových výrobců spojovacích systémů. Již od založení firmy v roce 1865 se inovace stala základem firemní kultury A.Raymond.

Cílem inovace je zjednodušení, standardizace, automatizace a integrace procesů. Každodenní pracovní náplní odborníků v 10 projekčních kancelářích sítě A.Raymond je hledání nových konceptů a materiálů, vývoj nových technologií, které přinesou zákazníkům lepší technické a ekonomické řešení.

Inovace v oblasti příchytěk je neustálý proces ze strany výrobců příchytěk ve snaze nabídnout nové řešení, které přinese další výhodu oproti stávajícím příchýtkám a to nejen pouze samostatnou funkcí příchytky, ale i s pohledem na zjednodušení procesu montáže u automobilového závodu.

Ze strany automobilky je mít co nejmenší variabilitu typů příchytěk, tzn. snaha o standardizaci. V mnohých případech uvolnění příchytky u automobilky znamená složitý proces schvalování a testování a po uvolnění se příchytka používá jako standardní díl napříč modely a je přebírána z modelu na model.

Snaha automobilky je mít co nejméně příchytěk a snaha dodavatele / výrobce je naopak mít co nejvíce příchytěk.

Je velmi důležité navrhovat výrobek z hlediska politiky firmy i z hlediska životního prostředí. Neboť by byla velká chyba, aby nově navržený výrobek, jehož součástí jsou cenné materiály, poškozoval životní prostředí.

Realizace inovace přispěje k naplnění cílů politiky podniku, přinese určité vylepšení ekonomických parametrů firmy, např. úspory nákladů, růst zisku.



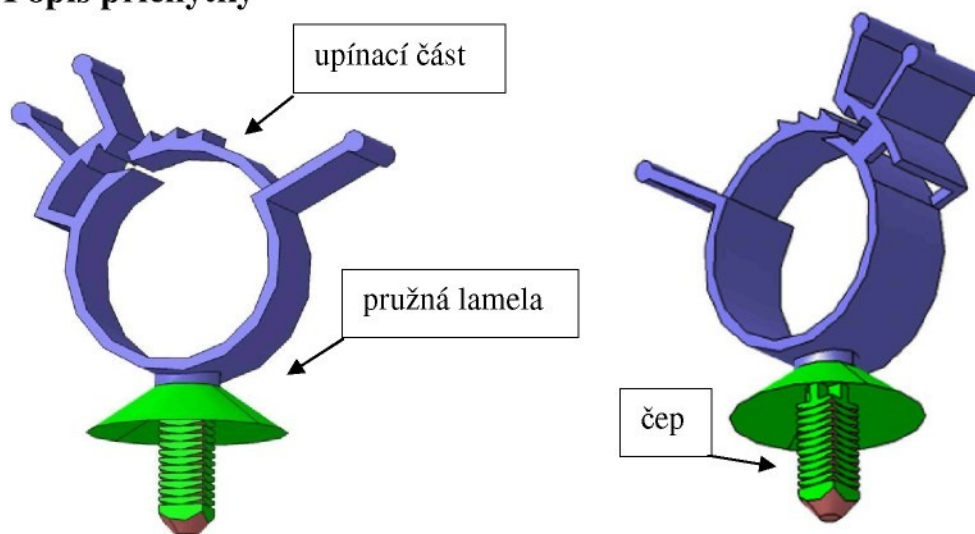
Obr.1: Ukázka použití příchytěk.

2 Současný stav plastové kabelové příchytky

2.1 Kabelová příchytka

Je to jen několik gramů plastu, které umožňují rychlou a snadnou montáž jednoho nebo více komponentů dohromady. Příchytka je odlišná od tradiční podstaty upevňování, jako např. matice, šroub a nýt, protože nevyžaduje obvykle speciální nářadí na montážní lince. Může se použít ve všech průmyslových odvětvích: automobilová technika, stavebnictví, domácí spotřebiče, podzemní i nadzemní stavba.

2.2 Popis příchytky



Obr.2: Současná příchytka.

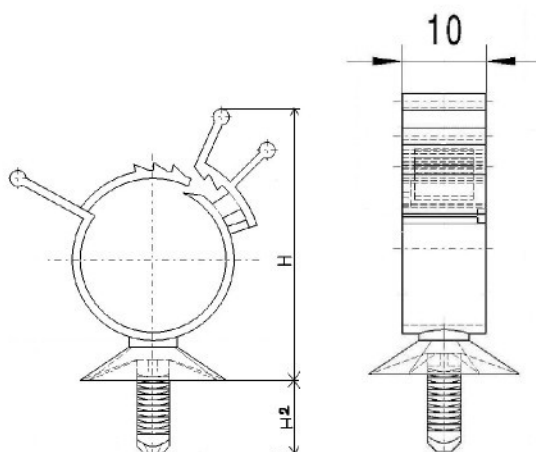
Jedná se o jednu nerozebíratelnou součást složenou ze 3 základních částí viz. obr. 2. (upínací část, pružná lamela, čep s drážkami). Upínací část slouží k upnutí kabelu nebo kabelového svazku. Pružná lamela, kruhového půdorysu, pevně uchytí příchytku k materiálu. Čep, čtvercového půdorysu, se upne do předem vytvořeného kruhového otvoru.

2.2.1 Technické údaje současné kabelové příchytky

Základní technické parametry příchytky byly pro lepší přehlednost zaznamenány do tabulky.

Tab.1: Technické údaje současné příchytky.

Typ příchytky	AHC
Šířka (W)	10 mm
Výška (H)	34 mm
Výška (H2)	10 mm
Celková výška	44 mm
Čep	4x4 mm
Kruhová lamela Ø	18 mm
Kabel, svazek Ø min.	12 mm
Kabel, svazek Ø max.	16 mm
Upevňovací otvor Ø	4 mm JS14
Tloušťka plechu	1 mm
Tloušťka stěn upínací části	1 mm
Materiál	PA66
Hmotnost	1,934 g



Obr.3: Současná příchytka.

2.3 Použití příchytky

Montáž této příchytky je velmi jednoduchá. Součást je snadno uchopitelná a vložitelná. Malým tlakem se přitlačí do předem vytvořeného otvoru $\varnothing 4$ mm JS14. Pružné drážky na čepu se při upínání příchytky do otvoru vlivem namáhání ohýbají. Po upnutí se opět vrátí do původní polohy. Pokud bychom chtěli příchytku vyjmout, pružné drážky nám v tom brání, přesto příchytku dokážeme vyjmout, ale dojde k poškození materiálu.

Pružná lamela kruhového půdorysu nám umožňuje pevně uchytit příchytku k materiálu tak, aby nedocházelo k pohybu. Nakonec dojde k upnutí kabelu. Do pružné upínací části se vloží kabel nebo kabelový svazek a díky malým zubům se upínací část nemůže sama otevřít. K tomu nám slouží pružná odklápěcí část.

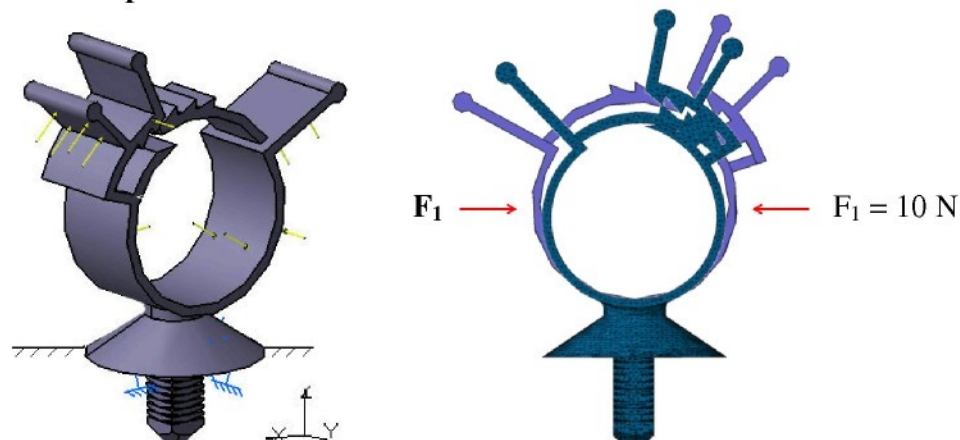
Montáž se provádí do svazku na montážním stole manuálně nebo do karoserie vozu bez jakéhokoliv vybavení a též manuálně.

2.4 Pevnostní analýza současné příchytky

Obrázky namáhání současné příchytky a navržených variant jsou konstruovány v programu Catia V5. Pomocí metody konečných prvků, v tomto programu, byla provedena analýza všech navržených variant příchyttek. Síť je tvořena elementy s lineární hranou. Maximální délka hrany byla zvolena 1,5 mm. Příchytky byly konstruovány do plechu tloušťky 1 mm a upínacího otvoru průměru $10 + 0,2$ mm.

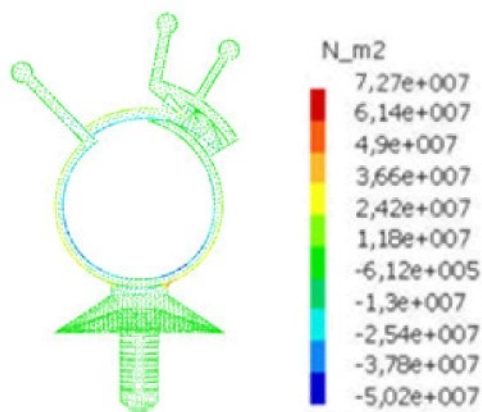
Při montáži působíme na příchytku silou danou výrobcem $F_2 = 55$ N, je to síla potřebná k upnutí příchytky do upínacího otvoru. Síla $F_1 = 10$ N je tak velká, aby došlo k upnutí kabelu, s minimálním průměrem 12 mm, do upínací části.

2.4.1 Namáhání upínací části



Obr.4: Namáhání upínací části současně příchytky.

Pevná modrá podpora je zvolena pod pružnou lamelou. Do této oblasti je příchytka zafixována ve všech směrech a rotacích. Od této podpory směrem nahoru dochází k namáhání materiálu. Při upínání kabelu, s nejmenším možným průměrem, do upínací části, působíme na příchytku silou $F_1 = 10 \text{ N}$ ve směru červených šipek.



Obr.5: Namáhání upínací části současně příchytky.

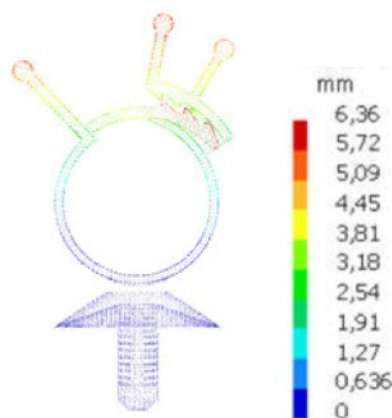
Maximální napětí v tahu:

$$\sigma_{Tmax} = 7,27 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2 = 72,7 \text{ MPa}$$

Maximální napětí v tlaku:

$$\sigma_{TLmax} = 5,02 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2 = 50,2 \text{ MPa}$$

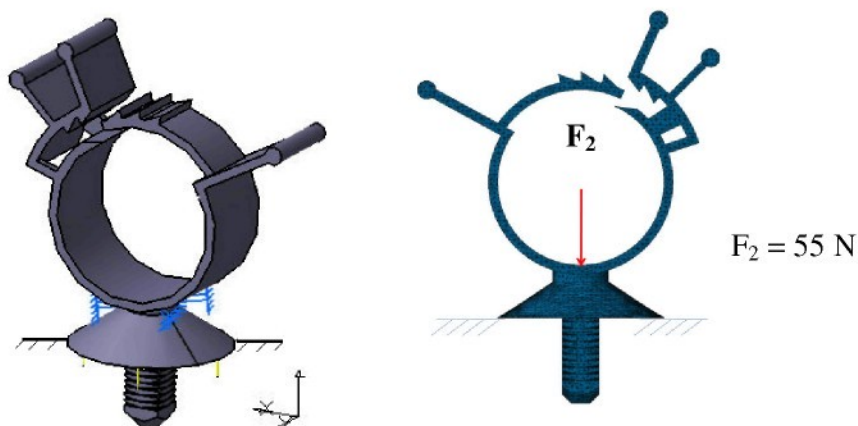
Při zavírání upínací části vzniká největší napětí v místě ohybu, což je ve spodní části upínacího elementu. Tato oblast je na obrázku znázorněna žlutou až červenou barvou. Maximální tahové napětí je 72,7 MPa a maximální hodnota tlakového napětí je 50,2 MPa.



Obr.6: Deformace upínací části současné příchytky.

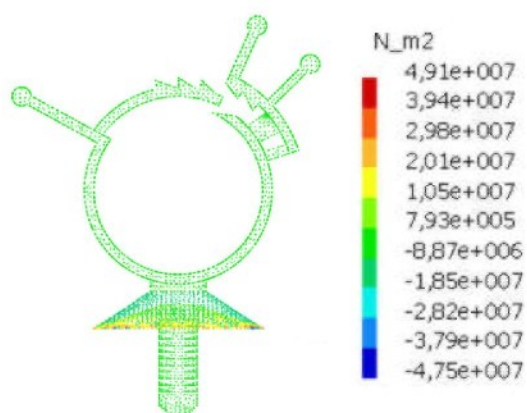
Maximální hodnota deformace dosažená při upínání kabelu do upínací části je 6,36 mm.

2.4.2 Namáhání pružné lamely



Obr.7: Namáhání pružné lamely současné příchytky.

Ve směru x a y nepůsobí při montáži na pružnou lamelu žádné upínací síly. Pružná lamela je namáhána pouze v ose z silou $F_2 = 55 \text{ N}$. Tato hodnota montážní síly je dána výrobcem. Fixní bod (modrá grafika) je zvolen pod upínací částí. Příchytka je směrem nahoru zafixována, není namáhána. Při upínání příchytky je namáhána pružná lamela, namáhání čepu je vzhledem k velikosti namáhání pružné lamely zanedbatelné.



Obr.8: Namáhání pružné lamely současné příchytky.

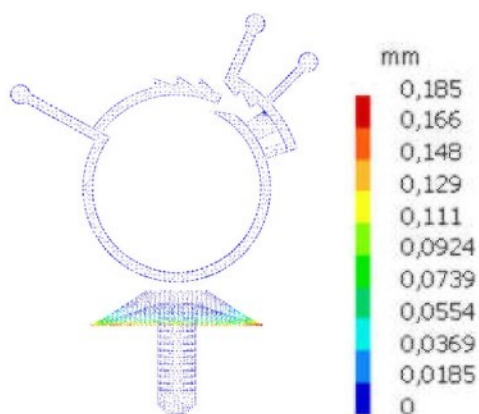
Maximální napětí v tahu:

$$\sigma_{Tmax} = 4,91 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2 = 49,1 \text{ MPa}$$

Maximální napětí v tlaku:

$$\sigma_{TLmax} = 4,75 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2 = 47,5 \text{ MPa}$$

Pružné drážky na čepu jsou při upínání příchytky do plechu namáhány jako první. Postupně jsou jedna drážka za druhou ohýbány a po průchodu do plechu se opět narovnají a napětí vymizí. Poté je namáhána pružná lamela. Největší napětí v tahu 49,1 MPa vzniká v oblasti okraje pružné lamely. V těchto oblastech je zapotřebí, aby byl materiál pružný, proto je zde tloušťka lamely slabší než u jejího středu. Znázorněno oranžovou až červenou barvou. Směrem ke středu napětí ustupuje, neboť se tloušťka materiálu zvětšuje, tudíž nepruží, materiál není namáhán.



Obr.9: Deformace pružné lamely současné příchytky.

Maximální hodnota deformace dosažená při upínání příchytky do otvoru je 0,185 mm.

2.4.3 Pevnostní kontrola současné příchytky

Materiál příchyttek je polyamid PA66. Jeho mechanická vlastnost mez pevnosti v tahu je $R_{mt} = 85 \text{ MPa}$ a mez pevnosti v tlaku $R_{md} = 86 \text{ MPa}$. Pro PA66 byla zvolena bezpečnost $k = 1$.

Maximální tahové napětí:

$$\sigma_{Tmax} = 72,7 \text{ MPa}$$

Maximální tlakové napětí:

$$\sigma_{TLmax} = 50,2 \text{ MPa}$$

Dovolené napětí v tahu:

$$\sigma_{DT} = (R_{mt} / k)$$

$$\sigma_{DT} = 85 / 1 = 85 \text{ MPa}$$

Dovolené napětí v tlaku:

$$\sigma_{DTL} = (R_{md} / k)$$

$$\sigma_{DTL} = 86 / 1 = 86 \text{ MPa}$$

Pevnostní kontrola současné příchytky potvrdila správnost navržení konstrukce. Při montáži příchytky a při upínání kabelu do upínací části, nedojde při dodržení pokynů od výrobce k porušení materiálu.

2.5 Postup výroby

Technologie vstřikování je nejrozšířenější technologií na zpracování plastů. Vstřikováním se vyrábějí výrobky, které mají buď charakter konečného výrobku a nebo jsou polotovary nebo díly pro další zkompletování samostatného celku. Výrobky zhotovené vstřikováním se vyznačují velmi dobrou rozměrovou i tvarovou přesností.

Plast v podobě granulí je nasypán do násypky, z níž je odebírán pracovní částí vstřikovacího stroje (šnekem, pístem), která hmotu dopravuje do tavící komory, kde za současného účinku tření a topení plast taje a vzniká tavenina. Tavenina je následně vstřikována do dutiny formy, kterou zcela zaplní a zaujme její tvar. Plast předá formě teplo a ochlazením ztuhne ve finální výrobek. Potom se forma otevře a výrobek je vyhozen a celý cyklus se opakuje.

Na počátku vstřikovacího cyklu je dutina formy prázdná a forma je otevřená. Stroj dostane impuls k zahájení vstřikovacího cyklu, pohyblivá část formy se přisune k pevné, forma se zavře a uzamkne. Následuje pohyb šneku v tavící komoře a začíná vlastní vstřikování roztavené hmoty do dutiny vstřikovací formy. V této fázi šnek plní funkci pístu.

Jakmile tavenina vstoupí do dutiny formy, ihned začne předávat teplo vstřikovací formě a chladne. Chlazení trvá až do otevření formy a vyjmutí výstřiku. Během chlazení se hmota smršťuje a zmenšuje svůj objem a aby se na výstřiku netvořily propadliny a staženiny, je nutno zmenšování kompenzovat dostatečným dotlačením taveniny do dutiny formy – dotlak.

Po dotlaku začíná plastikace nové dávky plastu. Šnek se začne otáčet, pod násypkou nabírá granulovanou hmotu, plastikuje ji a vtlačuje do prostoru před čelem šneku. Ohřev plastu během plastikace se děje jednak převodem tepla ze stěn válce, jednak teplem které vzniká třením plastu o stěny komory a o povrch šneku.

Doba plastikace je čas, který je potřebný k tomu, aby došlo k zplastikování dávky plastu k jejímu rovnoměrnému zhomogenizování a umístění dávky před čelo šneku.

Vstřikovací proces probíhá na moderních strojích většinou plně automaticky. Pořizovací cena strojního zařízení je značně vysoká. Technologie je proto vhodná pro velkosériovou a hromadnou výrobu. Vstřikovací stroj je dovybaven zařízením neboli mlýnem [3].



Obr.10: Mlýn.

Při výrobě se vyrobí samotný díl a zůstanou vtoky (odpad). Vtoky je možné buď zcela 100 procentně nebo částečně recyklovat. Pomocí podavače, viz. obr. 11, jsou vhazovány opět do mlýnu, kde se rozemelou na malé kousky a jsou zpět přidávány do původního materiálu. Výroba je pak bezodpadová. V některých případech je to ale zakázáno přímo zákazníkem nebo to není vzhledem k funkci dílu možné nebo je to nevhodné.



Obr.11: Podavač.

Vstřikovací formy svou velikostí a počtem otisků (počet dílů, které vypadávají při jednom zdvihu formy) odpovídají požadavkům na budoucí výrobek a na požadovanou kapacitu výroby. Zvyšováním počtu otisků roste kapacita výroby a klesá cena výrobku, je však nákladnější výroba formy [3].

2.6 Okruh spotřebitelů

Příchytky jsou svým charakterem používány nejen finálním výrobcem automobilovým závodem Škoda, Renault, Toyota ale i subdodavateli na všech úrovních a podúrovních. Například dodavatel elektrických svazků do firmy Škoda Auto firma SEBN, Delphi, Leoni a jejich případní subdodavatelé menších podvazků, firmy jako například Autokabel, Filec, CVG...

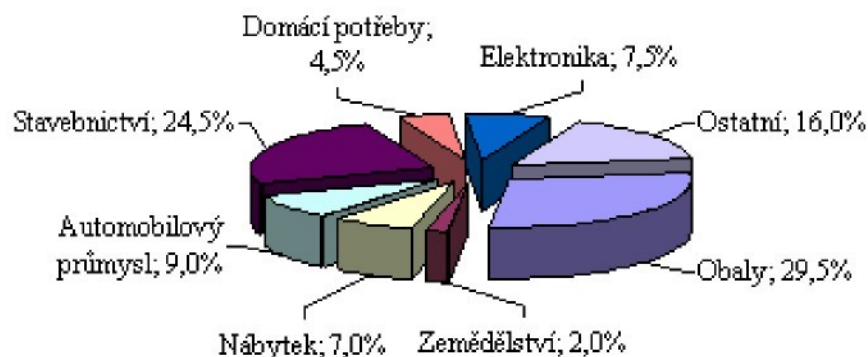
2.7 Použití příchytky mimo automobilový průmysl

Elektroprůmysl, silnoproudá technika, stavebnictví – hmoždinky, držáky trubek, domácí spotřebiče, zemědělství – příchytky ze samodegradujících plastů např. na vinnou révu a rajčata.

2.8 Materiál kabelové příchytky

2.8.1 Plasty

V roce 1940 činila celosvětová výroba plastů asi 0,5 mil. tun, potom se zvyšovala přibližně každých pět let na dvojnásobek a v roce 1975 dosáhla 40 mil. tun. V současné době se na celém světě vyrábí asi 80 milionů tun plastů ročně. Jejich produkce se stále zvyšuje. Naprostá většina plastů se využívá pro technické účely.



Obr.12: Světová spotřeba plastů podle jejich použití.

K hlavním přednostem plastů patří jejich výborná zpracovatelnost. Zpracovávají se mnoha způsoby tváření na finální výrobky (nárazníky osobních automobilů, kryty vysavačů, přepravky na ovoce) nebo polotovary (desky, profily, trubky, fólie), které se mohou dále tvarovat, svařovat, lepit, obrábět.

Je nutno vědět, že existují i určité faktory limitující použitelnost plastů. Patří k nim relativně nízká teplotní odolnost, která u běžných plastů brání používat plastové díly při teplotách vyšších než 100 °C. Plasty mají oproti kovům větší teplotní roztažnost.

Plasty se z technického hlediska rozdělují na termoplasty a reaktoplasty. Podíl termoplastů zde představuje v celosvětovém měřítku asi 80 % (především tzv. velkoobjemové plasty - polyolefiny, polyvinylchloridové a polystyrenové plasty) [3].

2.8.2 Termoplasty

Termoplasty jsou polymery, které zahříváním přecházejí do plastického stavu a pak je možné je tvářet do požadovaného tvaru. Do pevného stavu přejdou ochlazením pod určitou teplotu, jež je pro daný druh plastu typická. Při zahřívání nastávají pouze změny fyzikální povahy, ale chemická struktura plastu se nemění. Proto lze proces plastikace a tuhnutí teoreticky opakovat do nekonečna. Ve skutečnosti však při zvýšené teplotě dochází za spolupůsobení vzdušného kyslíku k nežádoucí degradaci polymeru, což se projevuje zhoršováním jeho vlastností. [2]

Příklady termoplastů:

polyetylén PE, polypropylen PP, polyvinylchlorid PVC, polystyren PS, polyetylentereftalát PET, polyamid PA, polyuretany PUR

2.8.3 PA66

Celá součást je vyrobena z vysoce kvalitního PA. Tento technický materiál se zpracovává vstřikováním. Je to hyroskopický materiál tzn., že materiál může vodu přijímat ale i odevzdávat. Pro optimální zpracování pojiva je důležité, aby měl materiál 2,5 % vlhkost, v tomto stavu je v rovnováze. Obsah vody v materiálu zůstává konstantní. Z tohoto důvodu je také uskladnění těchto produktů v originálním balení důležité pro kvalitu pojiva [2].

Podmínky pro skladování:

- skladovat bez přívodu tepla
- ideální skladovací podmínky 23 °C
- 50 % relativní vlhkost vzduchu
- neukládat na přímém světle



Obr.13: Příchytky z PA66.

Je to konstrukční plast s výhodnými mechanickými vlastnostmi:

- napětí na mezi kluzu 85/60 MPa
- jsou velmi pružné, modul pružnosti od 900 do 1600 MPa
- vysoká odolnost vůči otěru
- poměrně nepatrné přijímání vlhkosti způsobuje, že výrobky z PA se nesrážejí
- za mokra ztrácejí poměrně málo pevnosti
- přijímá téměř všechny druhy textilních barviv
- max. teplota krátkodobá 105 °C
- max. teplota dlouhodobá 85 °C
- minimální teplota - 40 °C
- opětovně využitelný materiál
- materiál z neobnovitelných zdrojů

Nevýhody:

- malá odolnost proti vlivům světla a povětrnosti
- snadné nabíjení statickou elektřinou
- při spalování vznikají emise [2]

Tab.2: Odolnost proti působení chemikálií.

Číslo		Benzín	Minerální oleje	Jedlé oleje	Slabé alkálie	Silné alkálie	Slabé kyseliny	Silné kyseliny
1	Nylon-6 (polyamid-6) (PA-6)	A	A	A	A	B	B	C
2	Nylon-66 (polyamid-66) (PA-66)	A	A	A	A	B	B	C

A = DOBRÁ

B = PROBLEMATICKÁ

C = SLABÁ

2.9 Výhody a nevýhody současné příchytky

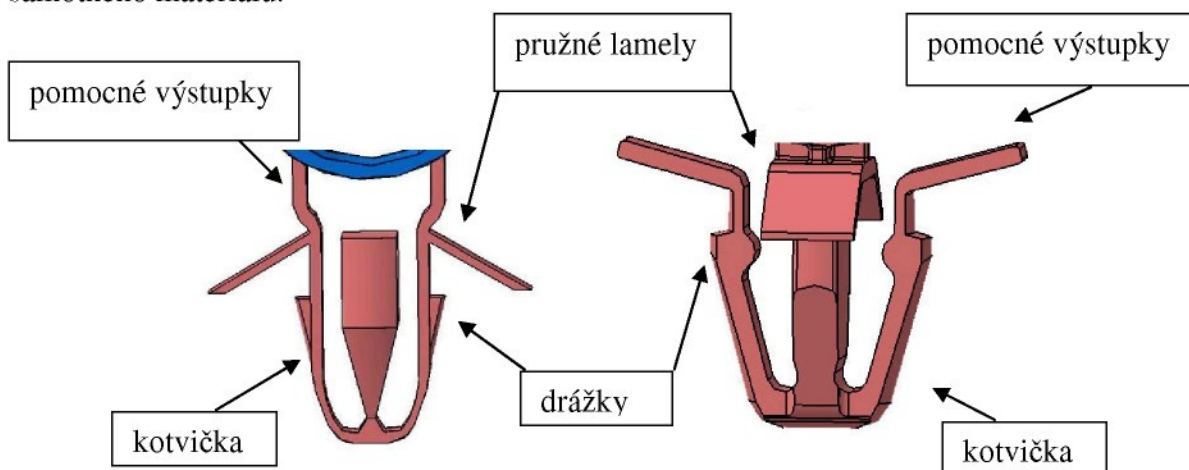
Z hlediska výroby je výhodou malý rozměr součásti s jednoduchými tvary. Příchytka je vyrobena z jednoho materiálu, který je snadno dostupný a recyklovatelný.

Z hlediska montáže se příchytka snadno a rychle upíná do materiálu. Pokud je příchytka upnuta v materiálu (plechu), není možné ji bez poškození nebo znehodnocení opět vyjmout. Znovu použitá, poškozená příchytka vede ke ztrátě její funkce. Pokud dojde, v důsledku používání příchytky, k zašpinění čepu, nelze ho vzhledem k jeho konstrukci, uvést do původního stavu.

Tyto všechny vlastnosti souvisejí s náklady na výrobu formy, s množstvím použitého materiálu. Čím větší, komplikovanější konstrukce příchytky, tím větší spotřeba materiálu, větší náklady na formu.

2.10 Navrhované řešení

Tento typ příchytky neumožňuje snadnou demontáž bez poškození samotného dílu. Pro vyřešení problému demontáže byla navržena taková konstrukce plastové kabelové příchytky, umožňující snadnou a opakovanou montáž a demontáž bez poškození samotného materiálu.



Obr.14: Navrhované řešení.

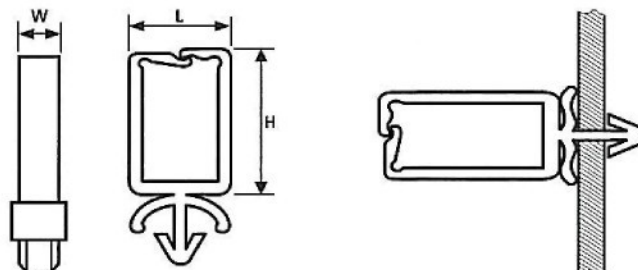
3 Průzkum trhu

3.1 HellermannTyton

Firma HellermannTyton je hlavní poskytovatel, dodavatel produktů k vázání svazků, upevnění svazků, k ochraně svazků, označení a zpracování kabelů a vodičů rovněž jejich připojovacích komponentů.

3.1.1 WPC kabelový držák

WPC kabelový držák se vyznačuje svým hranatým tvarem. Kotvy umožňují rychlé pevnostní připojení držáku. Následně není však možné příchytку z materiálu vyjmout aniž by se poškodila nebo dokonce znehodnotila. Je určena pouze na jedno použití.



Obr.15: Kabelový držák WPC.

Obecné údaje kabelového držáku:

PA66, barva přírodní

Pracovní teplota - 40 až + 85 °C

Krátkodobá teplota do + 105 °C

Rozměry kabelového držáku:

délka $L = 15 \text{ mm}$

tloušťka plechu min. = 0,8 mm

šířka $W = 5,25 \text{ mm}$

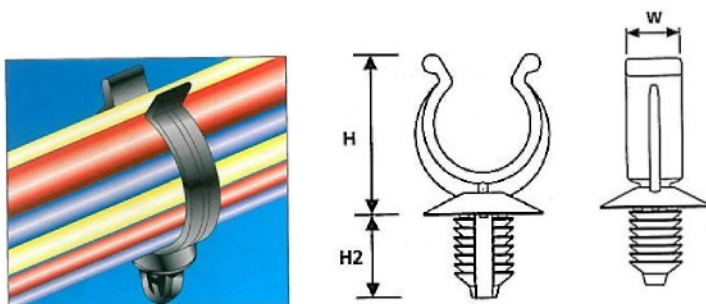
tloušťka plechu max. = 4,0 mm

výška $H = 12,7 \text{ mm}$

upevňovací otvor $\varnothing 4,75 \text{ mm}$

3.1.2 Pevnostní elementy pro trubky a vodiče

Pevnostní elementy byly vyrobeny pro jednoduchou a rychlou montáž trubek a vodičů. Pomocí kotviček a lamel budou držáky v upínacím otvoru materiálu pevně uchyceny. Tento pevnostní element, upnutý v materiálu, můžeme z upevňovacího otvoru vyjmout. Dojde ale k opotřebení materiálu. Proto je určen pouze na jedno upnutí.



Obr.16: Pevnostní element pro trubky a vodiče.

Obecné údaje kabelového držáku:

PA 66, barva černá

Pracovní teplota - 40 až + 85 °C

Krátkodobá teplota do + 105 °C

Rozměry kabelového držáku:

upevňovací otvor	Ø 6,4 – 6,8 mm	tloušťka plechu min. = 1 mm
šířka	W = 12 mm	tloušťka plechu max. = 6 mm
výška	H = 27,1,7 mm	
výška	H2 = 11,1 mm	
pružná lamela	Ø 21,6 mm	
kabel	max. Ø 15,7 mm	

3.2 Transfer Multisort Elektronik

Firma Transfer Multisort Elektronik (TME) vznikla v roce 1990 jako malá rodinná firma a zaměřila se na prodej širokého sortimentu elektronických servisních a produkčních částí nejen do zemí Evropské Unie, ale rovněž do Ruska, Ukrajiny či arabských států.

3.2.1 Samolepící zamačkávací kabelová úchytka



Obr.17: Samolepící kabelová příchytka.

Obecné údaje kabelové úchytky:

PA66, barva černá

Pracovní teplota - 40 až + 85 °C

Krátkodobá teplota do + 105 °C

3.3 Lumiplast

Společnost LUMIPLAST s.r.o. je zaměřena zejména na výrobu plastových a gumových výlisků pro potřeby energetiky (kabelové průchodky, rozvaděče, osvětlovací tělesa), automobilový a nábytkářský průmysl.

3.3.1 Kabelová příchytka



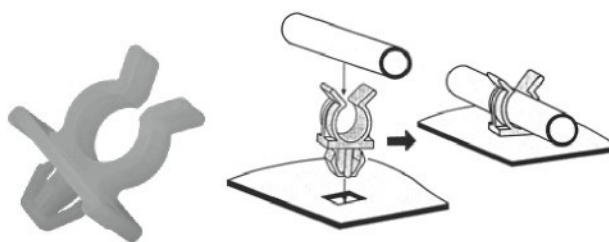
Obr.18: Kabelová příchytka.

3.4 Nifco

V roce 1967 firma Nifco poprvé vyrobila plastový upínač pro Japonský automobilový průmysl. Během dalších čtyřiceti let se firmě dařilo díky svým schopnostem založených na originalitě a zvládnutí technologie vstřikování a montáže. Tím odpovídala na rozdílné požadavky na trhu každý rok.

3.4.1 Držák jednoduchých elementů

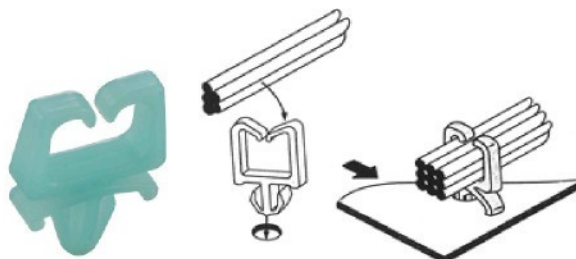
Dostupné ve standardních rozměrech, které dovolují tyč vyjmout.



Obr.19: Držák jednoduchých elementů.

3.4.2 Klip pro upnutí většího počtu drátů

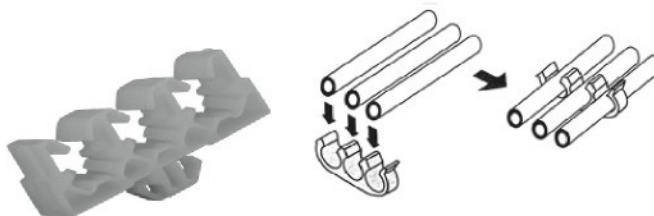
Z vrchu otevřený klip, jedno a dvoukomorové verze. Dráty mohou být upevněny snadno a bezpečně.



Obr.20: Klip pro upnutí většího počtu drátů.

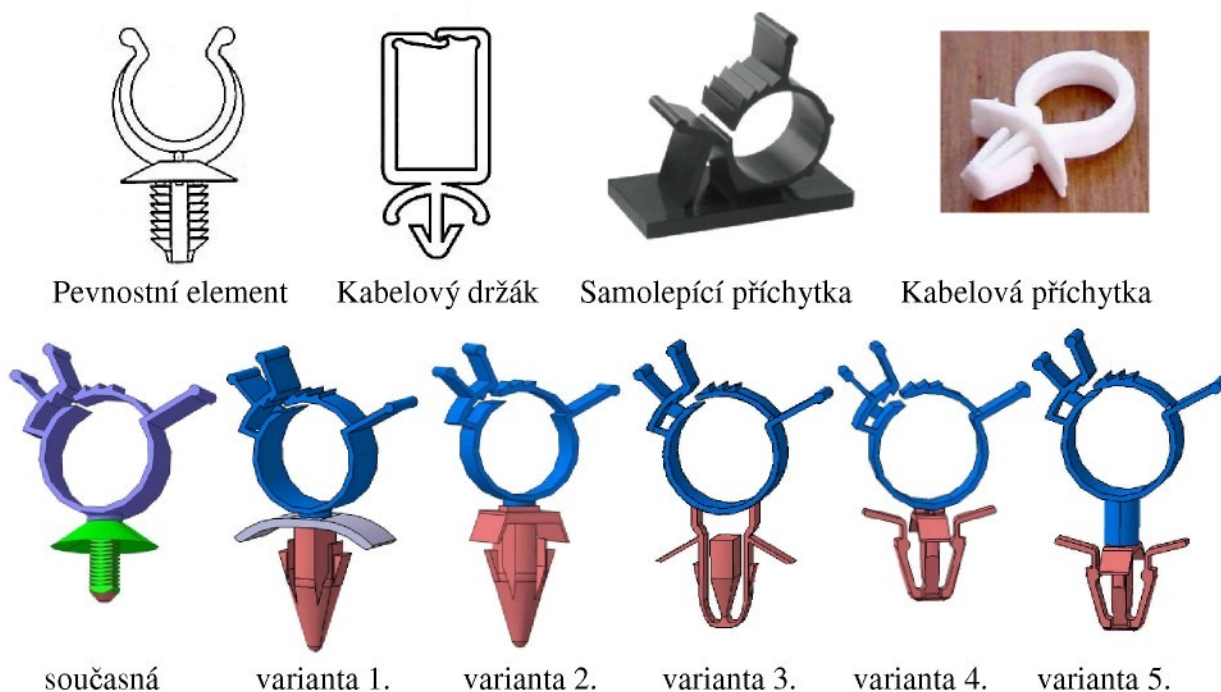
3.4.3 Příchytka pro držení jedné až čtyř trubek

Buď v jednoduché verzi nebo ve verzi příchytka, která se upne do karoserie.



Obr.21: Příchytka pro držení jedné až čtyř trubek.

3.5 Vzájemné posouzení současných výrobků a navržených variant



Obr.22: Obrázky současných a navržených příchetek.

Tvar upínacího otvoru se liší podle kladených vlastností na pevnostní element. Upínací otvory mohou mít kruhový tvar, čtvercový, obdélníkový nebo oválný tvar.

Tvar upínací části je u daných typů příchetek rozdílný. Příchytka firmy HellermannTyton – kabelový držák, se od ostatních příchetek odlišuje hranatým tvarem upínací části. Upnutí kabelu je velmi jednoduché, pouze malým tlakem se přitlačí na upínací část, která se sama otevře a po vložení kabelu se zavírací element, díky pružným drážkám, sám zavře.

Pevnostní element pro trubky a vodiče, od stejné firmy, má kulový tvar upínací části. Nemá mechanismus pro pevné uzavření kabelu jako současná kabelová příchytka. Je určen pro rychlou a jednoduchou montáž. Kabel se přitlačí na upínací část, která se díky pružnosti plastu rozevře, zvětší svůj průměr. Po překonání napětí se průměr upínací části vrátí na svoji původní velikost a kabel je upnut. Na stejném principu fungují i příchytka od firmy Nifco.

Tvar konstrukce upínací části samolepící zamačkávací kabelové úchytky je podobný s tvarem současné příchytky. Pomocí výstupků na upínací části ji rozevřeme, zvětšíme její průměr a vložíme kabel. Tento mechanismus můžeme napevno uzavřít při smáčknutí pomocných výstupků směrem k sobě. Zoubky na upínací části brání zpětnému otevření.

Upínací část kabelové příchytky od firmy Lumiplast je též kruhového tvaru, ale upínací otvor je ve spodní části. Pokud upínáme kabel, opět musíme zvětšit průměr upínací části a teprve pak upnout kabel.

Navržené varianty příchytěk i současné příchytky mají většinou elementy tvaru kotvičky, které se zacvaknou do materiálu. Tento tvar zajišťuje pevné držení příchytky v materiálu a neumožňuje její zpětné vyjmutí.

Zpětné vyjmutí příchytky umožňuje konstrukce čepu současné příchytky, třetí, čtvrtá a pátá varianta. Současnou příchytka, s čepem čtvercového půdorysu, dokážeme z materiálu vyjmout, ale dojde k poškození materiálu. Kotvička s prodlouženými lamelkami a pomocnými výstupky zajišťuje ve variantě číslo 3 snadné vyjmutí z materiálu aniž by došlo k jejímu poškození. Čtvrtá a pátá varianta mají shodný tvar kotvičky. Spojením kotvičky a pomocných výstupků byl získán jednoduchý tvar konstrukce příchytky umožňující vícenásobné použití.

Samolepící úchytka má snadnou a rychlou montáž, ale je určena pouze na jedno použití a má malé přídržné síly.

Na základě vzájemného posouzení současných plastových kabelových příchytěk a navržených variant, bylo zjištěno, že firmy vyrábějí pouze plastové kabelové nebo potrubní příchytky sloužící pouze na jedno upnutí. Většinou se konstrukce skládá z upínací části a elementu, díky kterému se příchytka buď přilepí na materiál, nebo se zacvakne do upínacího otvoru. Příchytky, které se pouze nalepí na materiál aby mohly vést elektrický kabel, jsou konstruovány s ohledem na malé přídržné síly.

Současné varianty příchytěk jsou konstruovány s ohledem na jedno upnutí bez potřeby zpětného vyjmutí. Nově navržené tvary příchytěk tuto funkci umožňují. Konstrukce příchytěk jsou navrženy tak, aby při smáčknutí pomocných výstupků došlo k uvolnění drážek na kotvičce a mohlo tak dojít k jednoduchému vyjmutí příchytky z materiálu.

3.6 Dotazník kabelové plastové příchytky

Před vlastním návrhem konceptu byl vypracován dotazník určený pro zákazníky plastové kabelové příchytky.

- 1) Uvítali byste inovaci plastové kabelové příchytky?**
- 2) Dali byste přednost vyjímatelné variantě příchytky před jednorázovou?**
- 3) Přivítali byste zvýšení mechanické pevnosti materiálu?**
- 4) Přejí byste si, aby se příchytka dala použít v prostředí:**
Velmi nízkých teplot
Vysokých teplot
Velmi nízkých a vysokých teplot
- 5) Jste ochotni si připlatit za inovaci plastové kabelové příchytky?**
- 6) Jste ochotni akceptovat zvýšení ceny při změně vlastností příchytky?**
- 7) V jakém rozmezí by toto navýšení mohlo být?**
- 8) Dali byste přednost otočné nebo pevné variantě příchytky?**
- 9) Pro jaký průměr kabelového svazku nakupujete nejvíce příchytěk?**
- 10) Jaké další vlastnosti by podle vás měla příchytka mít?**

**10 osob bylo seznámeno s dotazníkem plastové kabelové příchytky. Na základě
řádného vyplnění byly získány tyto informace.**

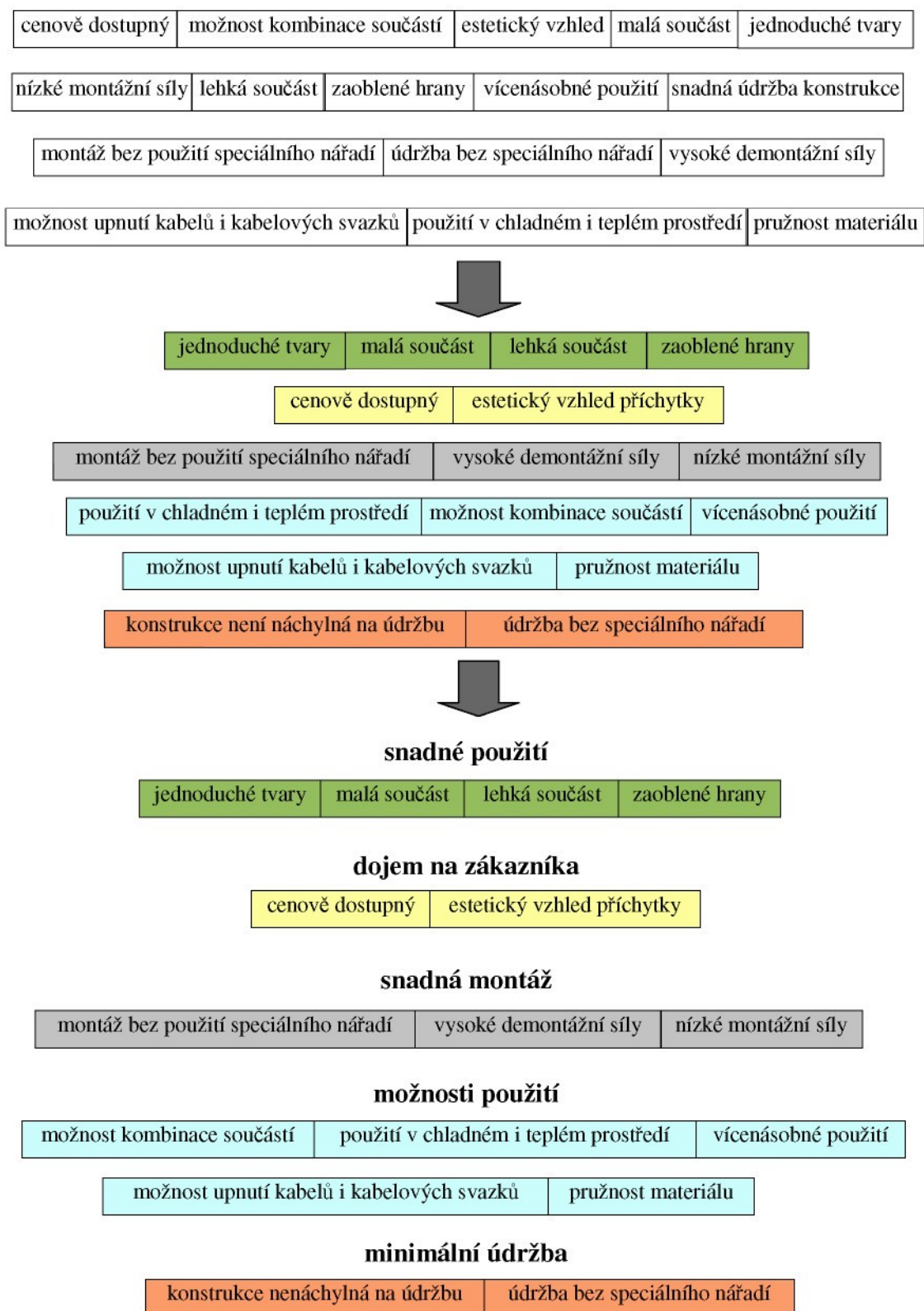
- 1) **Uvítali byste inovaci plastové kabelové příchytky?**
Ano - 8 Ne - 2
- 2) **Dali byste přednost vyjímatelné variantě příchytky před jednorázovou?**
Ano - 7 Ne - 3
- 3) **Privítali byste zvýšení mechanické pevnosti materiálu?**
Ano - 9 Ne - 1
- 4) **Přáli byste si, aby se příchytka dala použít v prostředí:**
Velmi nízkých teplot - 2
Vysokých teplot - 1
Velmi nízkých a vysokých teplot - 7
- 5) **Jste ochotni si připlatit za inovaci plastové kabelové příchytky?**
Ano - 7 Ne - 3
- 6) **Jste ochotni akceptovat zvýšení ceny při změně vlastností příchytky?**
Ano - 9 Ne - 1
- 7) **V jakém rozmezí by toto navýšení mohlo být?**
1000 Kč / 1000 ks - 6
1500 Kč / 1000 ks - 2
2000 Kč / 1000 ks - 2
- 8) **Dali byste přednost otočné nebo pevné variantě příchytky?**
otočné - 7 pevné - 3
- 9) **Pro jaký průměr kabelového svazku nakupujete nejvíce příchyttek?**
15 - 20 mm
- 10) **Jaké další vlastnosti by podle vás měla příchytka mít?**
barevná odlišnost, nehořlavost, biologická odbouratelnost

Z průzkumu vzešly následující požadavky:

- Nová příchytka nesmí být drahá
- Možnost kombinace součástí
- Estetický vzhled
- Malá součást
- Nová konstrukce nesmí mít složité tvary
- Montáž bez použití speciálního nářadí
- Údržba bez speciálního nářadí
- Vysoké demontážní síly
- Nízké montážní síly
- Lehká součást
- Nová konstrukce nesmí mít ostré hrany
- Vícenásobné použití
- Snadná údržba konstrukce
- Možnost upnutí kabelů i kabelových svazků
- Použití v chladném i teplém prostředí
- Pružnost materiálu

Tyto požadavky byly dále zpracovány do afinního diagramu.

3.7 Afinity diagram zákaznických potřeb



Obr.23: Afinity diagram.

3.8 Relativní významnost požadavků zákazníka

Na základě dotazníku byly od zákazníků získány důležité informace. Jedná se o požadavky zákazníků, které se týkají např. funkce příchytky, konstrukce příchytky, ceny....

Tyto požadavky jsou následně zpracovány do tabulky a ohodnoceny dle významnosti pomocí stupnice 1 - 5. Kde číslo 5 je nejdůležitější požadavek.

Tab.3: Relativní význam jednotlivých zákaznických potřeb.

Č.	Požadavek	Relativní význam
1	příchytka má jednoduchý tvar	2
2	příchytka je cenově dostupná	3
3	montáž příchytky bez použití speciálního zařízení	4
4	možnost kombinace součástí	5
5	konstrukce příchytky není náchylná na údržbu	2
6	příchytka lze použít v chladném i teplém prostředí	3
7	při vyjímání příchytky jsou zapotřebí vysoké demontážní síly	3
8	příchytka lze vícenásobně použít	5
9	možnost otáčení upínací částí příchytky kolem vlastní osy	3
10	možnost upnutí kabelů i kabelových svazků	2
11	údržba konstrukce nevyžaduje speciální nářadí	2
12	příchytka je odolná proti pádům na zem	2
13	příchytka se snadno montuje	5
14	příchytka pevně drží v upínacím otvoru	4
15	příchytka má velkou trvanlivost	3
16	příchytka má pěkný vzhled	2
17	příchytka je lehká	2
18	příchytka lze použít i v jiných průmyslových oblastech	3
19	příchytka nevyžaduje speciální balení	1

4 Plánování inovace kabelové příchytky

Inovační proces je uceleným procesem, který zahrnuje činnosti od výzkumu, přes aplikaci jeho výsledků až po jejich komerční využití, a proto je nutná spolupráce podniku s dalšími partnery. Nejvýznamnější partneři pro vývoj inovací jsou zákazníci, dodavatelé, ale i spolupracující univerzity, vědeckovýzkumné instituce.

Úspěch podniků není jenom v optimalizaci, ale především v inovacích. Nejde však pouze o dokonalé technické produkty, ale musí být vytvořena hodnota pro zákazníka. Správně zvládnutá inovace z hlediska hodnoty pro zákazníka je ta, kterou zákazník uzná [4].

Rámcový postup plánování inovace:

- 1) Nejprve byl podrobně popsán současný stav kabelové plastové příchytky (konstrukce, funkce, materiál, namáhání příchytky, použití příchytky...).
- 2) Poté proveden průzkum trhu firem, které vyrábějí plastové kabelové příchytky (firma HellermanTyton, Nifco, TME.....)
- 3) Na základě analýzy současné příchytky a výrobků konkurenčních firem, byly zjištěny důležité informace potřebné ke zlepšení tvaru současné plastové příchytky.
- 4) Návrh variant konstrukce čepu a pružné lamely kabelové příchytky.
- 5) Jednotlivé varianty příchetek byly posouzeny z hlediska metod DFX (metody pro detailní konstruování výrobku). Byly vyhodnoceny klady a zápory jednotlivých variant příchetek. Na základě hodnocení důležitých parametrů, zvolena vítězná varianta.
- 6) Nejlepší varianta byla posouzena z hlediska metod DFX.
- 7) Vypracován postup výroby vítězné varianty.

4.1 Identifikace zákaznických potřeb

Při analýze zákazníků jsou systematicky sbírány, řazeny, komprimovány a vyhodnocovány informace o zákaznících a segmentech trhu. Na počátku inovačního procesu, při rozpoznání problému, je nejdůležitější identifikovat potřeby a přání zákazníků. Je to cílené hledání informací o problémech, potřebách, vnímání nedostatků, přáních a preferencích zákazníků, stejně jako o jejich zpracování s cílem nalézt nové výrobky nebo další vývoj výrobků.

Řada informací o zákaznících přichází do podniku sama: poptávky, stížnosti, reklamace, návrhy. Důležitým interním zdrojem jsou zaměstnanci, kteří mají přímý kontakt se zákazníky a tráví s nimi hodně času.

Tento typ výrobku je určen pro firmy a malé spotřebitele zabývající se montáží kabelů nebo kabelových svazků. Pokud by firmy a spotřebitelé nezjišťovali požadavky zákazníků na nový výrobek, jako jsou např. velikost příchytky, tvar, funkce, montáž, umístění, byla by náhoda, kdyby výrobek přesto splnil přání zákazníků.

4.2 Identifikace inovačních příležitostí

V oblasti výroby kabelových plastových příchytok dochází neustále, s ohledem na životní prostředí, k inovaci tvarů ale i materiálů upínacích systémů. Firma A.Raymond prosazuje čisté multifunkční spojovací systémy pro všechny napájecí obvody vozidla (ekologické složky, snížení emisí CO₂). Firma také začala nabízet ekonomické a ekologické upínací systémy a výrobky (biologicky rozložitelné komponenty, obaly rozpustitelné ve vodě).

Na základě získaných informací od zákazníků byly vypsány následující inovační příležitosti:

- estetický vzhled
- jednoduchá montáž
- možnost součást demontovat
- kvalitní materiál
- vícenásobné použití příchytky

Podle Druckera je úspěšný podnikatel ten, který umí využívat změny ve svůj prospěch. Vyhledávání těchto změn nemůže ponechat náhodě, jeho úkolem je cílevědomé analyzování a hledání inovačních příležitostí. Pro podnikatele je tedy zásadní, aby si uvědomili důležitost systematických inovací a naučili je používat v praxi.

4.3 Inovační záměr

Tato plastová kabelová příchytka je vyrobena z PA66. Díky tomuto materiálu má velmi výhodné mechanické vlastnosti. Mezi reklamace zákazníků patří např. nedostříknutý díl nebo naopak přetoky. V našem případě bylo již na začátku zákazníkem dáno, vyjímatelná plastová kabelová příchytka. Proto nebudeme brát ohledy na to, proč k praskání dílů dochází. Zaměříme se na inovaci tvaru čepu, abychom vylepšili funkci příchytky a splnili tak přání zákazníka.

- vícenásobné použití příchytky
- estetický vzhled

4.4 Alokace zdrojů

Potřeba lidských zdrojů: celá plastová kabelová příchytka je vyrobena pomocí vstřikovacího stroje automaticky. Lidské zdroje pouze dodávají potřebný materiál k výrobě a kontrolují správnost chodu stroje. Dále pak kontrolují kvalitu a důležité vlastnosti výrobků. Počty těchto lidských zdrojů si firma plánuje sama.

Potřeba zařízení pro uplatnění metody Rapid prototyping: tato metoda se používá v případě požadavku zákazníka nebo i samotného výrobce na test funkce dílu případně test zástavby ještě před výrobou sériového nářadí (formy). Výsledkem může být korekce designu dílu ještě ve fázi vývoje. Nevzniknou tak náklady na změny již hotového sériového nářadí (formy).

Potřeba linky: při výrobě příchetek není zapotřebí linky. Neboť celý proces výroby příchytky se provádí na jednom pracovním stroji automaticky. V případě potřeby dodatečné montáže se díly smontují na montážním přístroji.

Potřeba testovacího zařízení: zkoušky příchytěk se provádějí na trhacím přístroji (trhačka) pro zjištění montážních a demontážních sil. Další testy jako např. vibrační testy, stárnutí, vodotěsnost, chemická odolnost se dělají na základě specifických norem dle konkrétního požadavku zákazníka např. Renault, Volvo.

4.5 Vypracování harmonogramu

Plánování inovace plastové kabelové příchytky bylo rozděleno do těchto bodů:

- Popis současného stavu plastové kabelové příchytky
- Průzkum výrobků u konkurenčních firem
- Plánování inovace
- Návrh vlastních variant řešení
- Výpočty namáhání
- Zhodnocení inovačních návrhů z hlediska metod DFX
- Výběr nejvhodnější varianty a její podrobný popis
- Postup výroby

Plánování inovace plastové kabelové příchytky bylo vypracováno v programu MS project (program pro plánování projektů), viz. příloha č. 2.

4.6 Zformulování inovačních prohlášení

Jedná se o dokument, který zahrnuje směry, které by měly být sledovány ve fázi vývoje výrobku. Toto prohlášení by mělo obsahovat informace:

- Výrobková vize, popis výrobku, klíčový přínos pro zákazníka: Naplánovat inovaci plastové příchytky sloužící k uchycení kabelů nebo kabelového svazku v automobilu s cílem dosáhnout takového tvaru konstrukce čepu příchytky, který by umožňoval její opakovanou montáž a demontáž.
- Klíčové obchodní cíle: Opětovné využití, zajištění snadné demontáže, snížení nákladů, nízké montážní síly, vysoké demontážní síly.

- Primární (cílový) trh: Kabelová plastová příchytka je určena pro firmy a malé spotřebitele zabývající se montáží kabelových svazků.
- Podružné trhy: Tento navržený výrobek se dá použít i v jiných oblastech průmyslu, kde se pracuje s kabely a kde je zapotřebí jejich uchycení.

5 Návrh vlastních variant

Tato část diplomové práce je zaměřena na vlastní návrhy konstrukce plastové kabelové příchytky. Cílem je dosáhnout takové konstrukce čepu příchytky, která by umožňovala opakované používání příchytky, aniž by došlo k jejímu celkovému znehodnocení nebo jen k opotřebení materiálu.

V první, třetí a čtvrté variantě dochází ke změně konstrukce čepu a pružné lamely. Ve druhé variantě ke změně konstrukce pružné lamely pod upínací částí. Pátá varianta je zaměřena na možnost kombinace částí a na demontáž příchytky.

Tloušťka plechu je dána na začátku vývoje, u firmy A.Raymond pak modelují díl na tento plech, popř. mají díly, které zvládnou větší rozsah tloušťek a lze je použít na více místech. Tam, kde chceme zamezit otáčení dílu, vytvoříme otvor čtvercový nebo oválný.

Při konstrukci příchytky, z hlediska výroby, se musí dbát na to, aby byl navrhovaný díl lehký, pro ruční montáž bez ostrých hran, snadno namontovatelný, s jednoznačnou montáží. Dávat si pozor na složitost konstrukce, aby byl nástroj jednoduchý, tzn. forma bude bezporuchová, snadná údržba. Z technologického hlediska, díl s rovnoměrnou tloušťkou, předejdeme tak propadlinám, kroucení dílu.

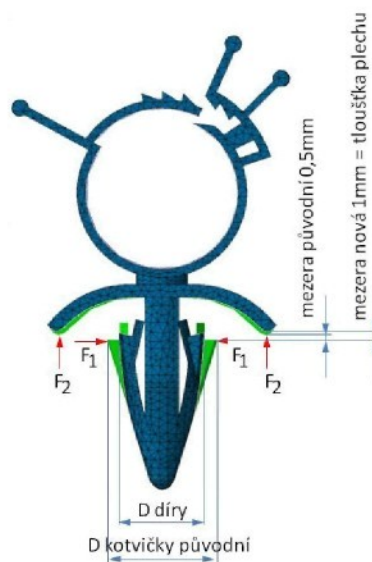
Cílem výpočtů je zjistit maximální a minimální možné namáhání příchytky, aby při montáži nedocházelo k praskání jednotlivých částí a předešlo se tak zbytečným ztrátám.

5.1 Pevnostní analýza navržených variant příchytěk

Síly působící na příchytce byly stanoveny za těchto předpokladů:

Síla F_1 je tak velká, aby došlo k deformaci kotvičky z původního průměru na průměr díry. Protože je konstrukce jednotlivých kotviček odlišná, liší se i velikost síly potřebné pro tuto deformaci.

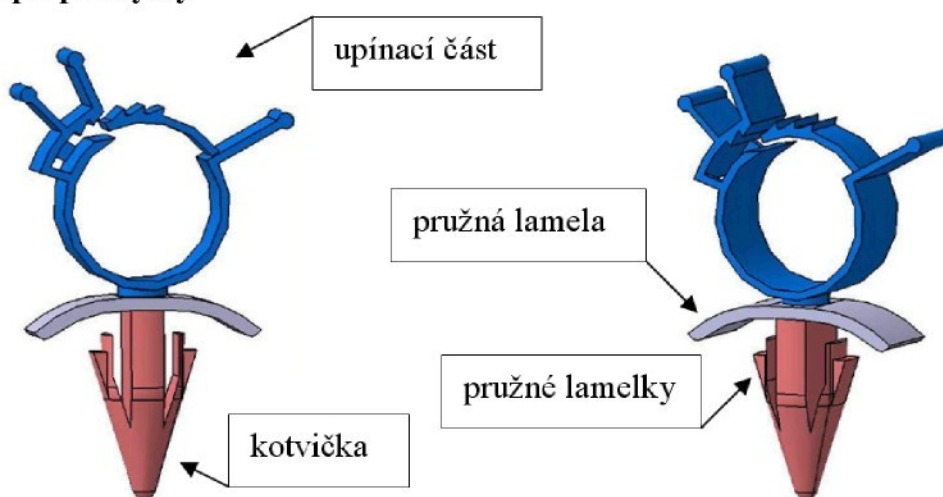
Síla F_2 je tak velká, aby došlo k deformaci pružné lamely a mezi vrchní hranou kotvičky a spodní hranou lamely vznikla mezera tloušťky 1 mm, což odpovídá tloušťce plechu. Pokud by byl plech silnější, byla by nutná i větší deformace, na základě toho by byla zapotřebí i větší síla F_2 .



Obr.24: Podmínky namáhání.

5.2 Varianta 1. - konstrukce čepu a pružné lamely

5.2.1 Popis příchytky



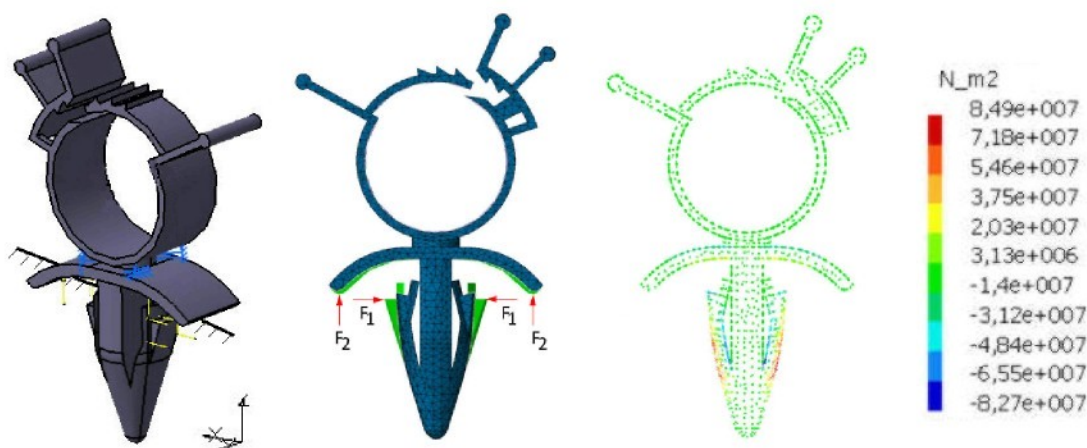
Obr.25: Tvar příchytky 1.varianty.

Jedná se o jednu nerozebíratelnou součást složenou ze 3 základních částí (upínací část, pružná lamela, kotvička s pružnými lamelkami – viz. obr. 25).

Tvar upínací části zůstal zachován. Pružná lamela je oproti původní verzi silnější. Z hlediska ušetření materiálu byl zvolen obdélníkový půdorys.

Aby příchytka pevně držela v materiálu, byl navržen čep tvaru kotvičky. Hlavní část tvoří jakési „tělo“, tvaru kvádru, které se směrem dolů zužuje. K němu z obou protějších stran přiléhají dvě pružné lamelky na jejichž vnější straně jsou malé drážky.

5.2.2 Pevnostní analýza – namáhání čepu a pružné lamely



Obr.26: Namáhání příchytky 1.varianty.

Na příchytce působí síly: $F_1 = 15 \text{ N}$ $F_2 = 48 \text{ N}$

Maximální napětí v tahu:

$$\sigma_{Tmax} = 8,49 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2 = 84,9 \text{ MPa}$$

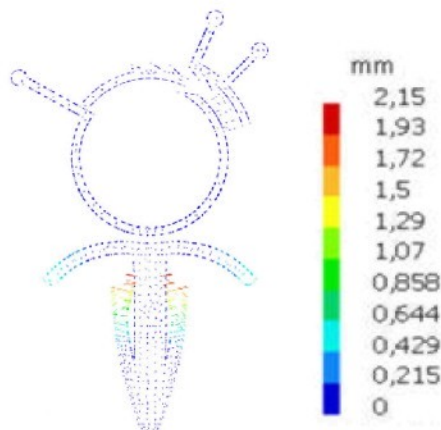
Maximální napětí v tlaku:

$$\sigma_{TLmax} = 8,27 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2 = 82,7 \text{ MPa}$$

Pevná modrá podpora je zvolena pod upínací částí. Od této podpory nahoru nepůsobí na příchytce žádné vnější síly. Směrem dolů je příchytka namáhána. Žluté šipky ukazují směr působení sil na příchytce.

Montáž příchytky je velmi jednoduchá. Uchopí se za upínací část a vloží do předem vytvořeného otvoru. Pružné lamelky na kotvičce se přitlačí k tělu a při dosednutí příchytky na plech se pružné lamelky opět uvolní a dojde tak k upnutí. Drážky na pružných lamelkách brání jejímu vyjmutí. Poté dosedají na plech okraje pružné lamely.

Při montáži příchytky působí na kotvičku síla F_1 o velikosti 15 N. Materiál je namáhán, ohýbá se a v místě ohybu vzniká napětí o velikosti 84,9 MPa. Kotvička je namáhána tlakem a tahem současně. Po obvodu kotvičky je napětí tahové (na obrázku znázorněno červenou barvou) a na vnitřní straně kotvičky napětí tlakové (na obrázku znázorněno modrou barvou), kde byla naměřena maximální hodnota 82,7 MPa. Pružná lamela je namáhána silou F_2 o velikosti 48 N.

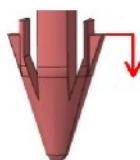


Obr.27: Deformace pružné lamely a kotvičky 1.varianty.

Maximální naměřená hodnota deformace je 2,15 mm.

Oproti předchozí variantě, kde byla pružná lamela kruhového půdorysu a jednoduchý tvar čepu s drážkami čtvercového půdorysu, je tento nově navržený spoj, díky mohutnější kotvičce a pružné lamele, silnější a pevnější. Konstrukce ale nedovoluje vyjmutí příchytky z materiálu.

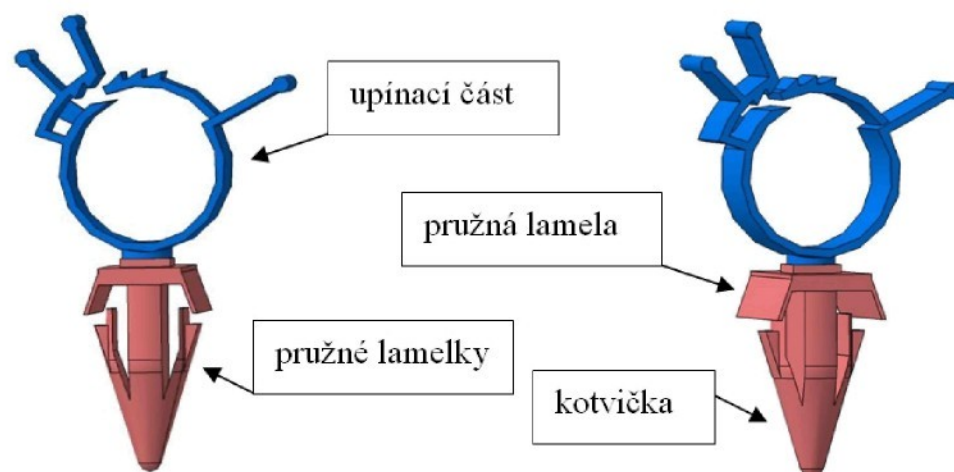
Pokud by se příchytka upnula do slabšího plechu, nebude pružná lamela tolik namáhána, tudíž nebude pevně držet v materiálu. Aby příchytka fungovala tak jak má, musela by se na obou stranách o několik mm prodloužit pružná lamela. Chtěli bychom naopak příchytku upnout do silnějšího plechu, pružná lamela by v takovém případě byla moc namáhána nebo by k upnutí příchytky nemuselo vůbec dojít. Řešením by bylo, snížit velikost malých výstupků viz. obr. 28.



Obr.28: Snížení malých výstupků.

5.3 Varianta 2. - konstrukce pružné lamely

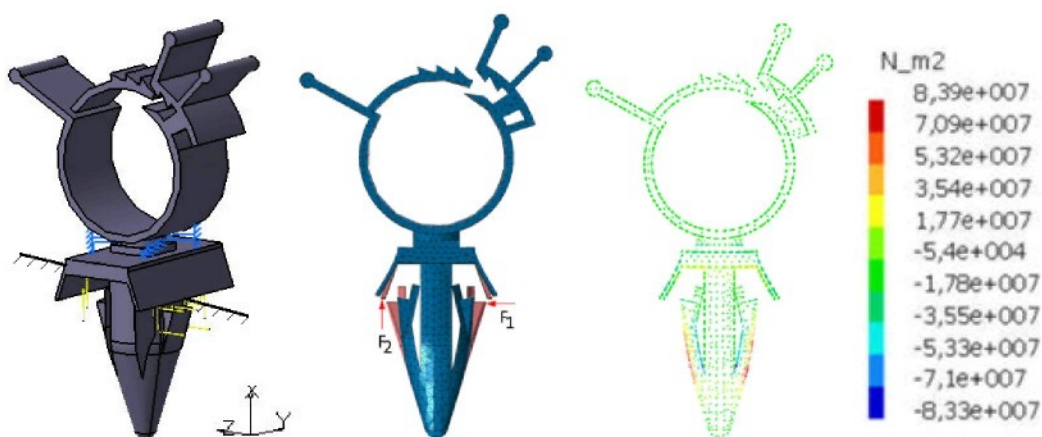
5.3.1 Popis příchytky



Obr.29: Tvar příchytky 2.varianty.

U druhé varianty byla navržena nová konstrukce pružné lamely pro stabilnější a pevnější držení v materiálu. Konstrukce upínací části a kotvičky zůstávají beze změny. Pružná lamela se skládá ze dvou částí. Hlavní část tvoří deska (tloušťky 2 mm) s pružnými lamelami (lamely pod úhlem 30 stupňů, tloušťka 1,5 mm).

5.3.2 Pevnostní analýza – namáhání pružné lamely



Obr.30: Namáhání příchytky 2.varianty.

Na příchytce působí síly: $F_1 = 15 \text{ N}$ $F_2 = 67 \text{ N}$

Maximální napětí v tahu:

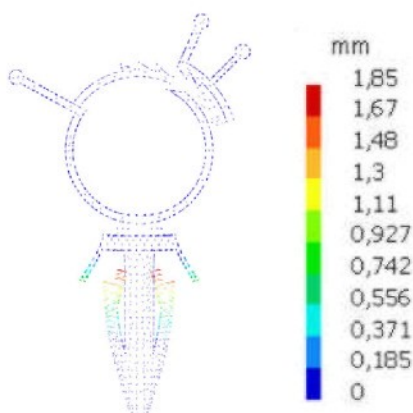
$$\sigma_{T\max} = 8,39 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2 = 83,9 \text{ MPa}$$

Maximální napětí v tlaku:

$$\sigma_{TL\max} = 8,33 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2 = 83,3 \text{ MPa}$$

Pevná modrá podpora je pod upínací částí. Je namáhána pouze spodní část příchytky (podložka s pružnou lamelou a kotvička). Montážní postup je shodný s variantou první, proto se o něm již nebudu zmiňovat.

Na čep, při upínání příchytky, působí síla F_1 o velikosti 15 N. Materiál je namáhán, a díky jeho pružnosti nedojde k porušení materiálu ale ohybu. Průměr kotvičky se zmenší na velikost upínacího otvoru a dojde tak k jednoduchému upnutí příchytky. V místě ohybu vzniká největší tahové napětí 83,9 MPa a tlakové napětí 83,3 MPa. Na pružnou lamelu působí ve směru x síla F_2 velikosti 67 N. Lamely jsou při montáži namáhány a ohýbají se směrem nahoru. Po upnutí příchytky pevně drží na materiálu.



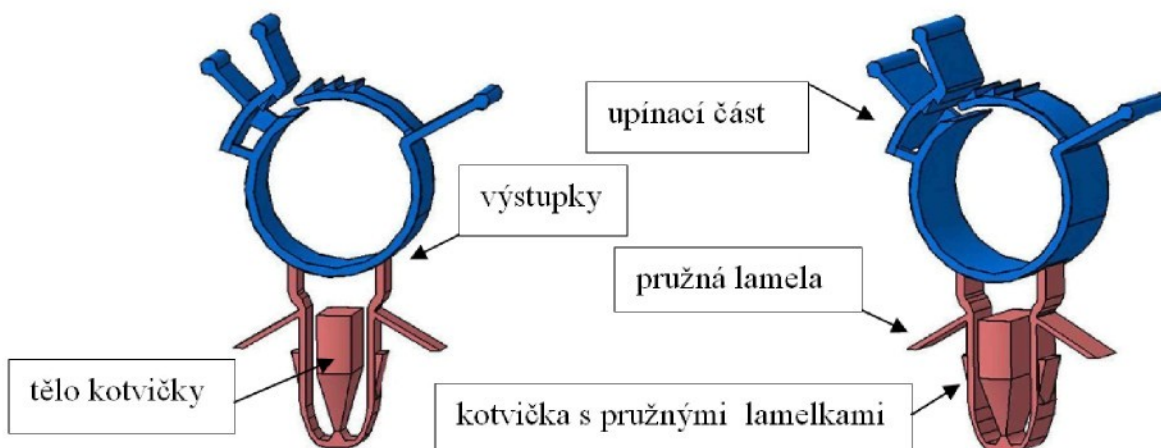
Obr.31: Deformace pružné lamely a kotvičky 2.varianty.

Maximální hodnota deformace dosažená při upínání příchytky je 1,85 mm.

Nový tvar pružných lamel, oproti původní verzi, pevně drží na materiálu, příchytka je stabilnější.

5.4 Varianta 3. – konstrukce kotvičky

5.4.1 Popis příchytky



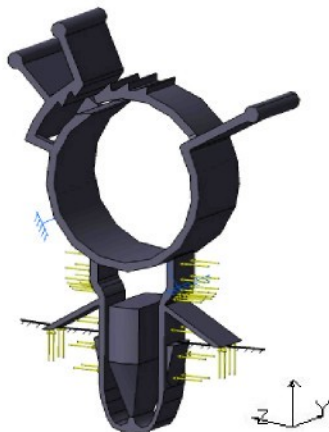
Obr.32: Tvar příchytky 3.varianty.

Třetí varianta příchytky se skládá z jednoho nerozebíratelného spoje složeného z několika částí (upínací část, výstupky, pružné lamely, kotvička s pružnými lamelkami, tělo kotvičky). U třetí varianty se inovace zaměřila na konstrukci spodní části příchytky.

Tvar kotvičky se oproti původní variantě výrazně změnil. Tato nově navržená příchytka je menší a tvar kotvičky zaoblenější. Pružné lamelky na kotvičce se prodloužily a spojily s upínací částí příchytky. Tvar těla kotvičky, tvaru kvádru, zůstal s malými změnami zachován. Stejně jako pružné lamely je spojeno s kotvičkou.

Aby mohlo dojít k uvolnění drážek na kotvičce a příchytka se tak mohla z materiálu vyjmout, byly pod upínací částí navrženy dva malé pružné výstupky, které se oproti kotvičce vychýlily o 45 stupňů a spojily s upínací částí.

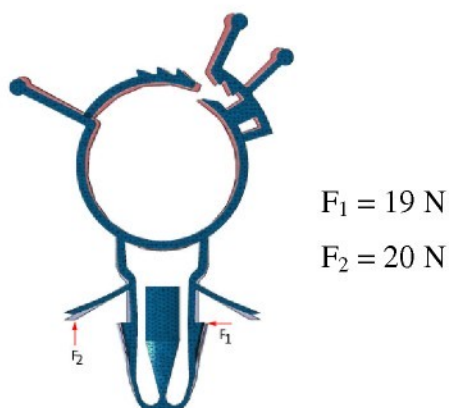
5.4.2 Pevnostní analýza – namáhání kotvičky



Obr.33: Namáhání příchytky 3.varianty.

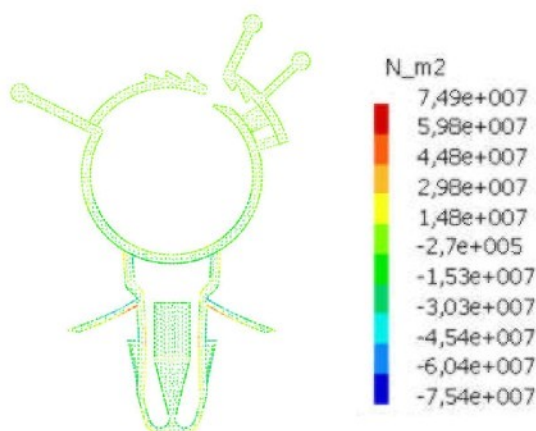
Upínací část příchytky je pevně zafixována, nepůsobí na ni žádné síly, není namáhána. Při montáži a demontáži příchytky jsou namáhány pomocné výstupky, kotvička a pružné lamely. Žluté šipky ukazují směr působení síly při montáži a demontáži příchytky.

Montáž



Obr.34: Síly působící na příchytku při montáži.

Při upínání příchytky do materiálu je nejprve namáhána kotvička. Na malé výstupky na kotvičce působí síla F_1 velikosti 19 N. Materiál se prohýbá a kotvička mění svůj průměr. Po dosažení shodného průměru s upínacím otvorem, vklouzne příchytka do materiálu. Poté jsou v ose x namáhány pružné lamely silou F_2 velikosti 20 N. Ty se vlivem namáhání ohýbají směrem nahoru.



Obr.35: Namáhání příchytky 3. varianty při montáži.

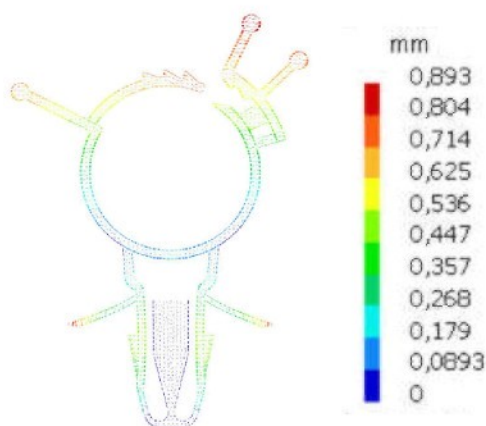
Maximální napětí v tahu:

$$\sigma_{Tmax} = 7,49 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2 = 74,9 \text{ MPa}$$

Maximální napětí v tlaku:

$$\sigma_{TLmax} = 7,54 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2 = 75,4 \text{ MPa}$$

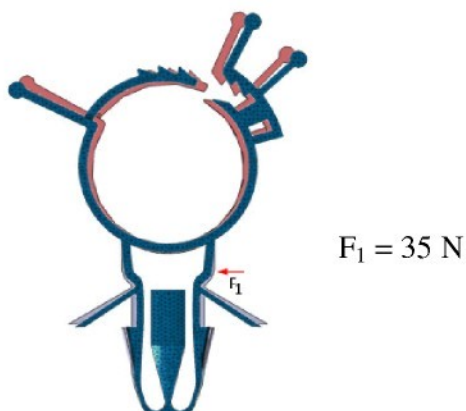
Nejvíce namáhaná oblast při montáži příchytky je označena červenou a modrou barvou. Na vnitřní straně kotvičky a pružných lamel vzniká napětí v tahu o velikosti 74,9 MPa a na vnější straně kotvičky a pružných lamel dosahuje napětí v tlaku hodnoty 75,4 MPa.



Obr.36: Deformace kotvičky a pružné lamely 3.varianty při montáži.

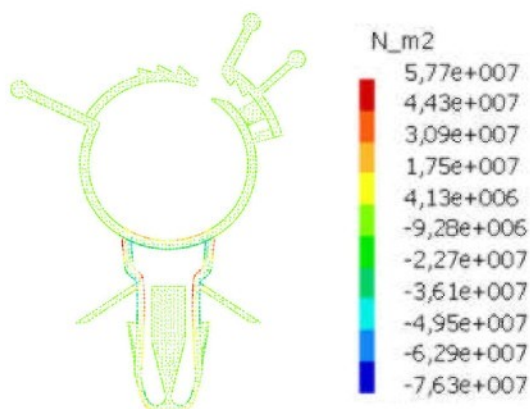
Maximální hodnota deformace dosažená při montáži příchytky je 0,893 mm.

Demontáž



Obr.37: Síla působící na příchytce při demontáži.

Při smáčknutí pomocných výstupků na příchytce silou $F_1 = 35 \text{ N}$ se pružné lamelky přitlačí k sobě, výstupky na kotvičce se uvolní a dojde k jednoduchému vyjmutí příchytce z materiálu. Vzdálenost mezi tělem příchytce a pružnými lamelkami je dostatečná na zmenšení průměru kotvičky na velikost průměru upínacího otvoru.



Obr.38: Namáhání příchytce 3. varianty při demontáži.

Maximální napětí v tahu:

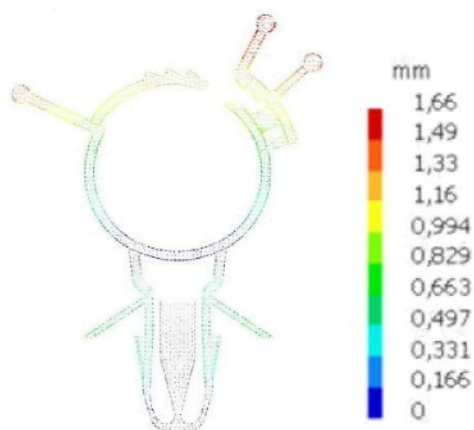
$$\sigma_{Tmax} = 5,77 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2 = 57,7 \text{ MPa}$$

Maximální napětí v tlaku:

$$\sigma_{TLmax} = 7,63 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2 = 76,3 \text{ MPa}$$

Při smáčknutí výstupků jsou lamelky a spodní část upínacího otvoru namáhány na tah i tlak současně.

Na vnitřní straně lamelky a upínací části dochází k namáhání materiálu tahem. Na vnější straně lamelky a upínací části je materiál namáhán tlakem. Při demontáži příchytky vzniká maximální napětí v tahu 57,7 MPa a maximální napětí v tlaku 76,3 MPa.



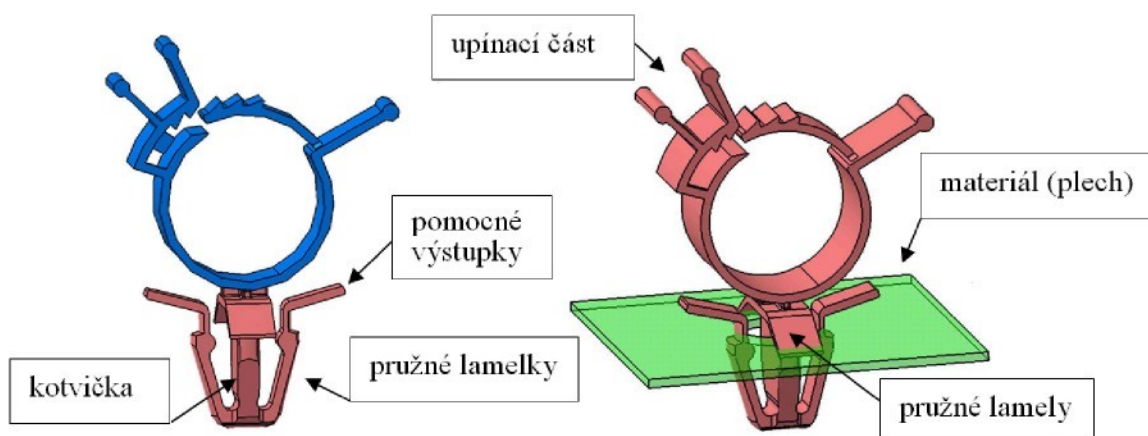
Obr.39: Deformace kotvičky a pružné lamely 3.varianty při demontáži.

Maximální hodnota deformace dosažená při demontáži příchytky je 1,66 mm.

Spotřeba materiálu je ve srovnání s druhou variantou menší, proto i hmotnost této varianty bude lehčí a náklady na výrobu menší. Konstrukce příchytky umožňuje demontáž příchytky bez poškození vlastního materiálu.

5.5 Varianta 4. – konstrukce kotvičky a pružné lamely

5.5.1 Popis příchytky



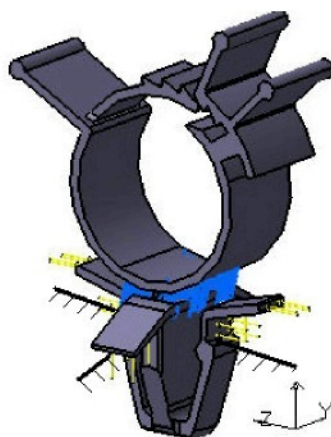
Obr.40: Tvar příchytky 4.varianty.

Kotvička a pružné lamely čtvrté varianty získaly zcela nový tvar. Podobně jako u předcházející varianty jsou spojeny pomocné výstupky s pružnými lamelkami. Pomocné výstupky nejsou spojeny s upínací částí, ale jsou navrženy volně do prostoru s ohledem na snadné stlačení při demontáži příchytky.

Pružné lamely jsou, oproti konstrukci pružné lamely druhé varianty, užší a pootočené o 90 stupňů. Druhý obrázek názorně ukazuje upnutí příchytky v materiálu. Velmi dobře je vidět, v jakých místech se kotvička a pružné lamely dotýkají materiálu.

Právě v těchto místech je příchytka při montáži namáhána. Díky drážkám na kotvičce příchytka dobře drží v materiálu.

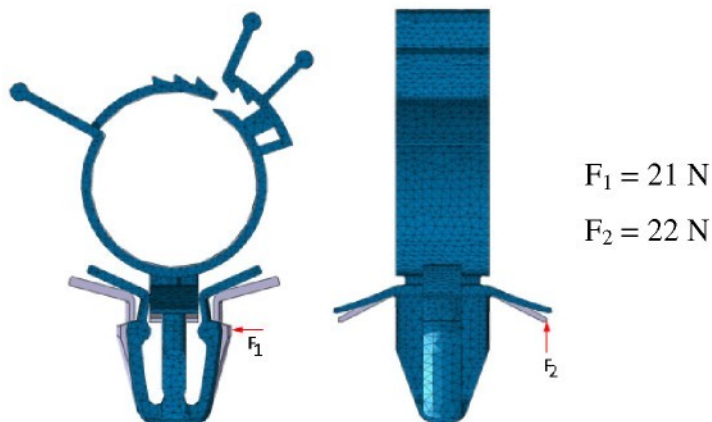
5.5.2 Pevnostní analýza – namáhání kotvičky a pružné lamely



Obr.41: Síly působící na příchytku při montáži a demontáži 4.varianty.

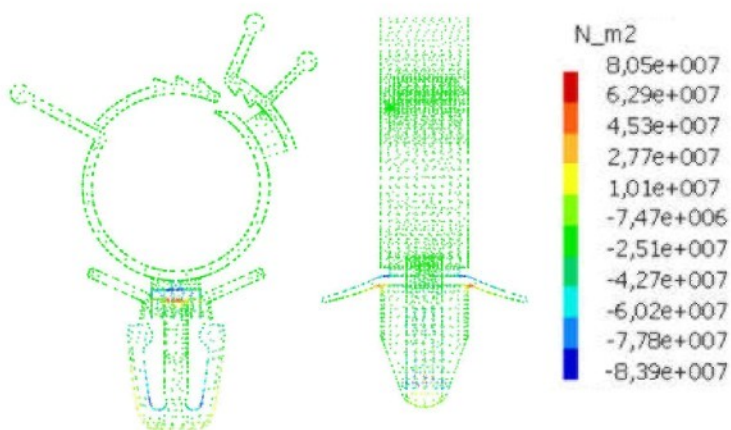
Pevná modrá podpora je pod upínací částí, která není namáhána. V místě žlutých šipek působí síly při montáži a demontáži příchytky na pružné lamely a kotvičku s pomocnými výstupky. Dochází k namáhání materiálu.

Montáž



Obr.42: Síly působící na příchytce při montáži.

Na příchytce při montáži působí síly F_1 a F_2 . Na pružné lamelky působí z boku síla F_1 velikosti 21 N, dochází k namáhání materiálu, pružné lamelky se přitlačí k sobě, zmenší svůj průměr na velikost upínacího otvoru a kotvička může snadno vklouznout do materiálu. Na pružné lamely působí síla F_2 velikosti 22 N, které se vlivem působení síly v ose x ohýbají směrem nahoru. Tvar konstrukce této varianty se shoduje s tvarem konstrukce 5.varianty. Proto i velikost působících sil na kotvičku a pružné lamely při montáži je shodná.



Obr.43: Namáhání příchytce 4. varianty při montáži.

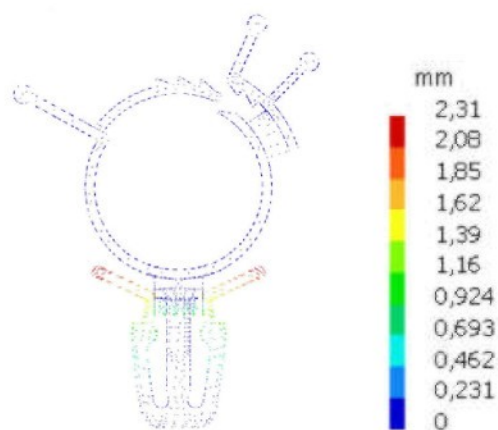
Maximální napětí v tahu:

$$\sigma_{Tmax} = 8,05 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2 = 80,5 \text{ MPa}$$

Maximální napětí v tlaku:

$$\sigma_{TLmax} = 8,39 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2 = 83,9 \text{ MPa}$$

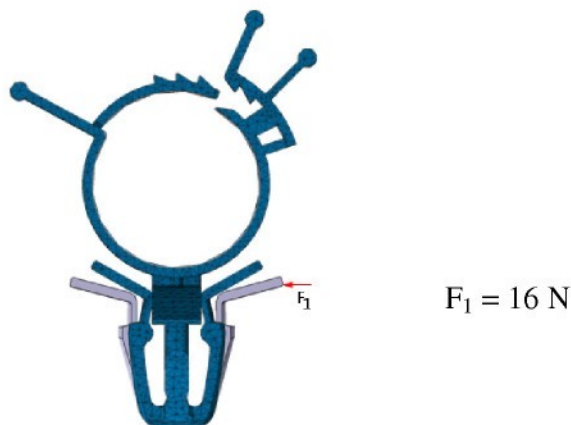
Maximální napětí v tahu, které při montáži příchytky vzniká, dosahuje hodnoty 80,5 MPa, na obrázku znázorněno červenou barvou. Maximální hodnota napětí v tlaku je 83,9 MPa. Modrá barva na obrázku znázorňuje oblasti namáhání příchytky tlakem.



Obr.44: Deformace kotvičky a pružné lamely 4.varianty při montáži.

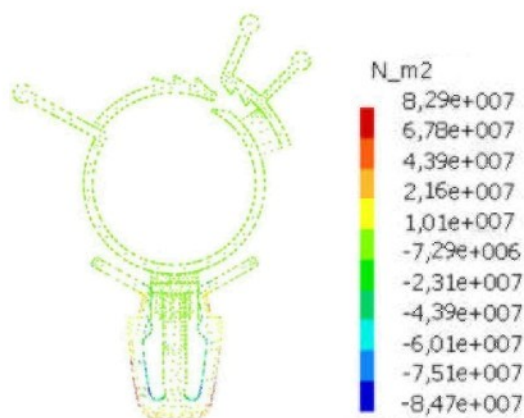
Maximální hodnota deformace dosažená při montáži příchytky je 2,31 mm.

Demontáž



Obr.45: Síla působící na příchytce při demontáži.

Při demontáži příchytky působíme na pomocné výstupky silou 16 N. Při takto velké síle dojde ke smáčknutí kotvičky. Zmenší se její průměr, drážky na kotvičce se uvolní a příchytka lze z materiálu vyjmout.



Obr.46: Namáhání příchytky 4. varianty při demontáži.

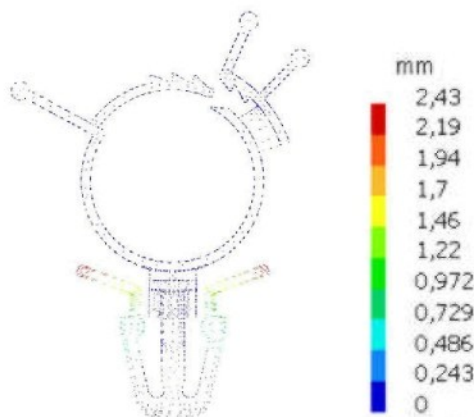
Maximální napětí v tahu:

$$\sigma_{Tmax} = 8,29 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2 = 82,9 \text{ MPa}$$

Maximální napětí v tlaku:

$$\sigma_{TLmax} = 8,47 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2 = 84,7 \text{ MPa}$$

Na tomto obrázku jsou velmi dobře vidět oblasti namáhání materiálu tahem a tlakem. Na vnitřní části kotvičky je materiál namáhán tlakem a na vnější straně kotvičky tahem. Nejvyšší hodnota v tahu dosahuje velikosti 82,9 MPa, nejvyšší hodnota v tlaku 84,7 MPa.



Obr.47: Deformace kotvičky a pružné lamely 4.varianty při demontáži.

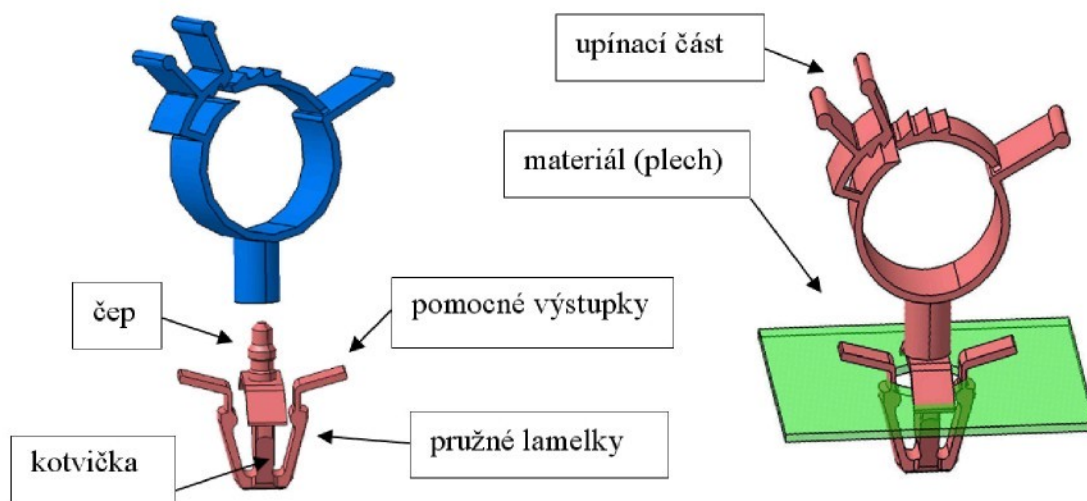
Maximální hodnota deformace dosažená při demontáži příchytky je 2,43 mm.

Odstraněním mohutného těla kotvičky a zúžením pružných lamel bylo získáno lehčí a jednodušší konstrukce příchytky.

Pátá varianta, vzhledem ke stejné konstrukci, dosahuje při demontáži příchytky stejných hodnot namáhání.

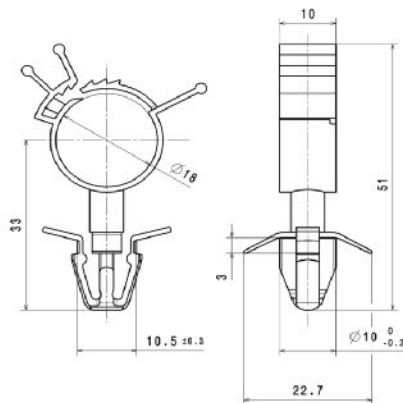
5.6 Varianta 5. – konstrukce čepu

5.6.1 Popis příchytky



Obr.48: Tvar příchytky 5.varianty.

Tato pátá varianta se od čtvrté varianty liší malým čepem na pružné lamele a otvorem v upínací části. Velikost, tvar kotvičky a pružné lamely se nijak nezměnil. Po upnutí příchytky se může upínací část, díky této konstrukci, otočit kolem své osy o 360 stupňů. Další výhodou tohoto montovaného řešení je možnost vytvořit v budoucnu další kombinace s jiným dílem.



Obr.49: Rozměry konstrukce 5.varianty příchytky

Z obr. 49 můžeme vyčíst další důležité informace o velikostech a tvaru dané varianty.

5.6.2 Pevnostní analýza – namáhání příchytky

Velikost namáhání a deformace 5.varianty je shodná s variantou čtvrtou.

5.7 Vyhodnocení pevnostní analýzy

Zjištěné hodnoty pevnostní analýzy byly zaznamenány do přehledné tabulky.

Tab.4: Hodnoty pevnostní analýzy.

Varianty	σ_{Tmax}	σ_{TLmax}	deformace	F ₁	F ₂
Varianta 1.	84,9 MPa	82,7 MPa	2,15 mm	15 N	48 N
Varianta 2.	83,9 MPa	83,3 MPa	1,85 mm	15 N	67 N
Varianta 3. m.	74,9 MPa	75,4 MPa	0,893 mm	19 N	20 N
Varianta 3. d.	57,7 MPa	76,3 MPa	1,66 mm	35 N	-
Varianta 4.=5. m.	80,5 MPa	83,9 MPa	2,31 mm	21 N	22 N
Varianta 4.=5. d.	82,9 MPa	84,7 MPa	2,43 mm	16 N	-

Maximální naměřená hodnota napětí v tahu je 84,9 MPa - varianta 1.

Maximální naměřená hodnota napětí v tlaku je 84,7 MPa - varianta 4.,5.

Maximální naměřená hodnota deformace je 2,43 mm - varianta 4.,5.

Největší síla F₁ působící na příchytce je 35 N - varianta 3.

Největší síla F₂ působící na příchytce je 67 N - varianta 2.

Materiál příchytok je polyamid PA66. Jeho mechanická vlastnost mez pevnosti v tahu R_{mt} = 85 MPa a mez pevnosti v tlaku R_{md} = 86 MPa. Pro PA66 byla zvolena bezpečnost k = 1.

Maximální tahové napětí:

$$\sigma_{Tmax} = 84,9 \text{ MPa}$$

Maximální tlakové napětí:

$$\sigma_{TLmax} = 84,7 \text{ MPa}$$

Dovolené napětí v tahu:

$$\sigma_{DT} = (R_{mt} / k)$$

$$\sigma_{DT} = 85 / 1 = 85 \text{ MPa}$$

Dovolené napětí v tlaku:

$$\sigma_{DTL} = (R_{md} / k)$$

$$\sigma_{DTL} = 86 / 1 = 86 \text{ MPa}$$

Maximální naměřená hodnota napětí v tahu je 84,9 MPa, v tlaku 84,7 MPa. Dovolené zatížení v tahu bylo zvoleno 85 MPa a dovolené zatížení v tlaku 86 MPa. Při takovém zatížení příchytka by nemělo docházet k trvalým deformacím materiálu. Maximální dosažená deformace za daných podmínek je 2,43 mm.

6 Kalkulace variant

Byla vypracována kalkulace 4. a 5. varianty. K výpočtu je zapotřebí hmotnost příchytky, počet zdvihů za minutu. Získáme pouze holé náklady na 1000 ks dílů. Je třeba myslet na to, že do ceny dílu vstupují ještě tyto hodnoty: náklady na provoz, cena nástroje, cena formy, cena materiálu....

6.1 Obecný výpočet

Cena výrobku určená pro trh:

- je součtem nákladů na výrobu na stroji + nákladů na materiál + další náklady + zisk

Holé náklady: stroj, materiál

stroj = sazba stroje / (násobnost * cyklus)

materiál = cena za materiál * hmotnost dílu

další náklady = ??? provoz firmy, mzdy zaměstnanců....atd.

zisk = ???

materiál 78 Kč/kg

provoz stroje 2,25 Kč/min.

montáž 1000 ks = 333 Kč

Varianta 4.: celá součást

Celá součást

hmotnost dílu	1,78g	
násobnost formy	1x	4x
cyklus formy - počet zdvihů do minuty	3	3
cena formy	300.000 Kč	700.000 Kč
cena pro 1000 ks dílů	2.170 Kč	775 Kč
cena pro 1000 ks dílů	889,00 Kč	327,00 Kč

Varianta 5.: montovaná varianta

Kotva

hmotnost dílu	0,753 g	
násobnost formy	1x	4x
cyklus formy - počet zdvihů do minuty	3	3
cena formy	180.000 Kč	360.000 Kč
cena pro 1000 ks dílů	2.000 Kč	600 Kč
cena pro 1000 ks dílů	809 Kč	247,00 Kč

Klip

hmotnost dílu	1,252 g	
násobnost formy	1x	4x
cyklus formy - počet zdvihů do minuty	3	3
cena formy	240.000 Kč	550.000 Kč
cena pro 1000 ks dílů	2.090 Kč	675 Kč
cena pro 1000 ks dílů	848 Kč	286,00 Kč

6.2 Konkrétní výpočet při násobnosti formy 1x

6.2.1 Konkrétní výpočet 4. varianty při násobnosti formy 1x

náklady stroje na 1000 dílů

3 díly.....1 min.

1000 dílů.....= $1000/3 = 333,3333$ min

$333,33 * 2,25 = 750 \text{ Kč/min.}$

náklady na materiál za 1000 dílů

1 díl.....1,78 g

1000 dílů.....1780 g = 1,78 kg

1 kg.....78 Kč

1,78 kg.....**138,84 Kč**

Celkové holé náklady: $750\text{Kč} + 138,84\text{Kč} = 888,84\text{Kč} = \mathbf{889 \text{ Kč}}$

6.2.2 Konkrétní výpočet 5. varianty při násobnosti formy 1x

náklady stroje na 1000 dílů kotvičky:

3 díly.....1 min.

1000 dílů.....= $1000/3 = 333,3333$ min

$333,33 * 2,25 = 750$ Kč/min.

náklady na materiál za 1000 dílů kotvičky:

1 díl.....0,753 g

1000 dílů.....753 g = 0,753 kg

1 kg.....78 Kč

0,753 kg.....**58,734 Kč**

Celkové holé náklady na kotvičku: $750\text{Kč} + 58,734\text{Kč} = 808,734\text{Kč} = 809$ Kč

náklady stroje na 1000 dílů klipu:

3 díly.....1 min.

1000 dílů.....= $1000/3 = 333,3333$ min

$333,33 * 2,25 = 750$ Kč/min.

náklady na materiál za 1000 dílů klipu:

1 díl.....1,252 g

1000 dílů.....1252 g = 1,252 kg

1 kg.....78 Kč

1,252 kg.....**97,656 Kč**

Celkové holé náklady na klip: $750\text{Kč} + 97,656\text{Kč} = 847,656\text{Kč} = 848$ Kč

6.3 Konkrétní výpočet při násobnosti formy 4x

6.3.1 Konkrétní výpočet 4. varianty při násobnosti formy 4x

náklady stroje na 1000 dílů

12 dílů.....1 min.

1000 dílů.....= $1000/12 = 83,3333$ min

$83,33 * 2,25 = 187,5$ Kč/min.

náklady na materiál za 1000 dílů

1 díl.....1,78 g

1000 dílů.....1780 g = 1,78 kg

1 kg.....78 Kč

1,78 kg.....**138,84 Kč**

Celkové holé náklady: $187,5\text{Kč} + 138,84\text{Kč} = 326,34\text{Kč} = 327$ Kč

6.3.2 Konkrétní výpočet 5. varianty při násobnosti formy 4x

náklady stroje na 1000 dílů kotvičky:

12 dílů.....1 min.

1000 dílů.....= $1000/12 = 83,3333$ min

$83,33 * 2,25 = 187,5$ Kč/min.

náklady na materiál za 1000 dílů kotvičky:

1 díl.....0,753 g

1000 dílů.....753 g = 0,753 kg

1 kg.....78 Kč

0,753 kg.....**58,734 Kč**

Celkové holé náklady na kotvičku: $187,5\text{Kč} + 58,734\text{Kč} = 246,234\text{Kč} = 247$ Kč

náklady stroje na 1000 dílů klipu:

12 dílů.....1 min.

1000 dílů.....= $1000/12 = 83,33$ min

$83,33 * 2,25 = 187,5$ Kč/min.

náklady na materiál za 1000 dílů klipu:

1 díl.....1,252 g

1000 dílů.....1252 g = 1,252 kg

1 kg.....78 Kč

1,252 kg.....**97,656 Kč**

Celkové holé náklady na klip: $187,5\text{Kč} + 97,656\text{Kč} = 285,156\text{Kč} = 286$ Kč

náklady na sestavu budou tedy součtem cen dvou dílů + náklady na montáž:

násobnost forem	1x	4x
cena pro 1000 ks dílů	4.090 Kč	1.275 Kč
cena pro 1000 ks dílů + montáž	4.423 Kč	1.608 Kč
cena pro 1000 ks dílů + montáž	1.990 Kč	866,00 Kč

6.4 Výsledky kalkulace

Díky kalkulaci bylo zjištěno, že při větší násobnosti nástroje dojde k poklesu ceny dílu. Jde o množství dílů které je třeba vyrobit. Čím větší množství, tím násobněji forma se vyrábí. Pokud se má vyrobit velké množství kusů příchytěk, potom se firmě vyplatí vícenásobná forma. I přesto, že je nákladnější. Pokud má zakázku na delší dobu, náklady se jí časem vrátí.

7 Výhody, nevýhody nových variant z hlediska DFX

Cílem DFX metod je vytvoření co možná nejefektivnějšího modelu popisujícího reálný produkční proces. Jsou využívány zejména tvůrčími pracovníky z oblasti návrhu výrobku a jeho výroby. Metody DFX řeší vztah navrhovaných strojních celků s ohledem na jednoduchost, snadnost a rychlost výroby, montáže, demontáže, udržovatelnosti [1].

7.1 Design for Manufacturing – výroba

Z hlediska výroby se jedná o malé součásti jednoduchých tvarů. Konstrukce první a druhé varianty působí, oproti ostatním variantám, mohutněji. Skládá se z mohutné kotvičky a pružné, velké lamely. Materiál příchytka je plast, který je snadno dostupný a má široké uplatnění. Všechny příchytky, až na jednu poslední variantu, jsou vyrobeny z jednoho celku, jednotlivé části nejsou rozebiratelné.

Příchytka s číslem 2 se řadí na první místo ve spotřebě materiálu. Proto budou i náklady na její výrobu vyšší. Příchytky s číslem 4 a 5 mají stejnou tloušťku stěn pružné lamely. Díky rozebiratelnému spoji je příchytka s číslem 5 nejvyšší. První, druhá varianta a čtvrtá a pátá varianta mají shodný tvar konstrukce kotvičky. U páté varianty se vyrobí zvlášť kotvička a zvlášť upínací část. Jsou proto zapotřebí dvě formy. Což vede ke zvýšení nákladů na výrobu.

7.2 Design for Assembly – montáž

Montáž všech příchtek je velmi snadná a rychlá. Pouze malým tlakem se přitlačí do předem vytvořeného otvoru, pružné lamelky na kotvičce zmenší svůj průměr a příchytka může snadno vklouznout do upínacího otvoru. Po upnutí se pružné lamelky, díky pružnosti materiálu, vrátí do původní polohy a příchytka je upnuta. Jelikož se jedná o nerozebiratelné spoje, není nutná montáž samotné příchytky.

Výjimku tvoří varianta pátá, která je vyrobena ze dvou částí. Aby příchytka mohla fungovat tak jak má, musí se nejprve tyto dvě části smontovat pomocí pneumatického přístroje. Velkou výhodou této příchytky je možnost kombinace s jinými částmi příchyttek. Díky rozebiratelnému spoji můžeme snadno otáčet upínací částí.



Obr.50: Možné kombinace příchytky 5.varianty.

7.3 Design for Disassembly – demontáž

Po zacvaknutí kotvičky do materiálu není možné příchytku znovu použít. Díky drážkám na kotvičce nelze příchytku vyjmout z materiálu. Pouze konstrukce návrhů variant příchyttek s číslem 3, 4, 5 toto vyjmutí umožňuje. Třetí varianta má pod upínací částí malé výstupky, které po stlačení uvolní drážky na kotvičce a příchytka může být vyjmuta z materiálu. Nevýhodou je velikost výstupků. Výstupky na příchytce jsou malé a umístěné pod upínací částí. Proto i jejich dostupnost může být pro někoho obtížnější.

Varianty 4. a 5. mají shodnou konstrukci pevnostního elementu. Kotvička je spojena s pomocnými výstupky, které se při demontáži přitlačí k sobě, zmenší se průměr kotvičky, uvolní se drážky na kotvičce a příchytka je možné z materiálu vyjmout. Díky této inovaci je možné příchytky znovu a znovu použít. Demontáž samotné příchytky 5. varianty je nemožná. Jednotlivé části jsou do sebe zalisovány a bez poškození je nelze oddělit.

8 Výběr nejvhodnější varianty

8.1 Přehled technických parametrů navržených konceptů

Naměřené údaje příchytěk byly shrnuty do přehledné tabulky. Díky této tabulce můžeme vzájemně porovnat např. výšky příchytěk, hmotnost příchytěk, velikost lamely, ale i holé náklady na 1000 ks.

Tab.5: Přehled technických parametrů navrhovaných konceptů.

Parametry	návrh č.1	návrh č.2	návrh č.3	návrh č.4	návrh č.5
šířka (W)	10 mm	10 mm	10 mm	10 mm	10 mm
výška (H)	34 mm	36 mm	36 mm	33 mm	39 mm
výška (H2)	20 mm	19 mm	15 mm	11 mm	12 mm
celková výška	54 mm	55 mm	51 mm	44 mm	51 mm
lamela	24x10 mm	5x20 mm	5x8,5 mm	5,2x9 mm	5,2x9 mm
materiál	PA66	PA66	PA66	PA66	PA66
hmotnost	3,212 g	4,78 g	2,41 g	1,78 g	2,005 g
holé náklady na 1000ks(forma 4x)	438,00 Kč	560,00 Kč	375,00 Kč	327,00 Kč	533,00 Kč

Z hlediska nákladů na výrobu se návrh s číslem 2 řadí na první místo s 560,00 Kč na 1000 ks. Naopak návrh s číslem 4 je z hlediska spotřeby materiálu i výroby formy nejméně nákladný. Jeho hmotnost je pouze 1,78 g.

Nejvyšší příchytka má rozměry 55 mm a nejmenší 44 mm. Nejvíce materiálu na výrobu spotřebuje příchytka s číslem 2 a nejméně materiálu příchytka s číslem 4. Velikost lamel je ve čtvrté a páté variantě shodná 5,2 x 9 mm.

8.2 Hodnocení inovačních konceptů

Pro zhodnocení inovačních konceptů a výběr vítězné varianty byla zvolena metoda rozhodovací tabulka.

Jedná se o rozhodovací matici, díky které je každý koncept oceněn na základě předem stanovených kritérií, která mohou mít různou váhu. Váha byla zvolena s ohledem na požadavky zákazníků a na požadavky konstrukce. Kritéria byla vybírána s ohledem na správnou funkci součásti. Velký důraz byl kladen na možnost vícenásobného použití příchytky a na vyměnitelnost dílů. Jednotlivá kritéria byla ohodnocena stupnicí 1-5, kde číslo 5 je maximální možný výsledek.

Nejvhodnější varianta byla vybírána z pěti inovačních návrhů. Proto bylo nutné nejprve provést hrubší rozdělení konceptů.

Tab.6: Rozhodovací tabulka pro hrubé roztrídění konceptů.

Kritérium	Koncepty				
	č.1	č.2	č.3	č.4	č.5
hmotnost	-	-	-	+	-
složitost součásti	-	-	-	-	-
vyměnitelnost dílů	0	0	0	0	+
holé náklady	-	-	-	-	-
pevnostní parametry	+	+	+	+	+
montáž samotné příchytky	0	0	0	0	-
možnost vícenásobného použití	0	0	+	+	+
možnost natočení upínací části	-	-	-	-	+
součet (+)	1	1	2	3	4
součet (0)	5	4	3	3	0
součet (-)	4	4	4	3	4
skóre	-3	-3	-2	0	0
pořadí	4-5	4-5	3	1-2	1-2
další postup	ne	ne	ano	ano	ano

Tab.7: Rozhodovací tabulka pro detailní hodnocení konceptů.

Kritérium	Váha %	Koncepty					
		č.3		č.4		č.5	
		hodnota	vážená hodnota	hodnota	vážená hodnota	hodnota	vážená hodnota
hmotnost	10	2	0,2	4	0,4	3	0,3
složitost součástí	20	3	0,6	4	0,8	4	0,8
vyměnitelnost dílů	30	1	0,3	1	0,3	5	1,5
holé náklady	5	4	0,2	3	0,15	2	0,1
pevnostní parametry	10	3	0,3	5	0,5	5	0,5
montáž samotné příchytky	5	5	0,25	5	0,25	1	0,05
možnost vícenásobného použití	40	5	2	5	2	5	2
možnost natočení upínací části	10	1	0,1	1	0,1	5	0,5
celkem		3,95		4,5		5,75	
pořadí		3		2		1	

Hodnocení důležitých parametrů navrhovaných příchytěk ukázalo další klady a zápory variant. Nejvíce kladných bodů získala varianta s číslem 5. Jedná se o variantu s jednoduchou konstrukcí, malou spotřebou materiálu. Je konstruována s ohledem na opakované použití.

Tato varianta má do budoucna možnost různě zaměňovat jednotlivé díly příchytky a tím zlepšovat vlastnosti a funkce samotné příchytky. Díky lisovanému spoji můžeme upínací částí snadno otáčet kolem své osy podle potřeby. Díky montované konstrukci si může zákazník, podle svých představ, sestavit požadovaný tvar příchytky. Příchytka pak dostává jiný tvar, jiné vlastnosti a jiné funkce. I z pozice podnikatele mohou zákazníkovi nabídnout různé řešení příchytěk.

9 Vítězná varianta

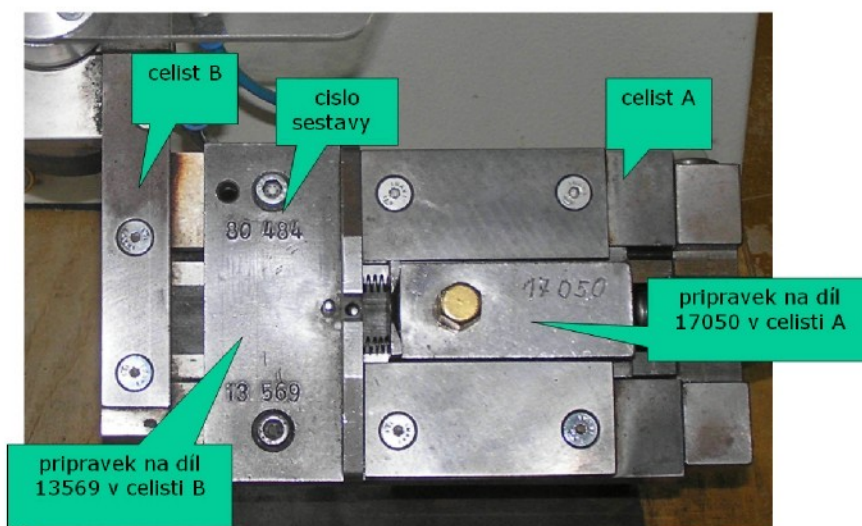
9.1 Popis příchytky z hlediska metod DFX

Design for Manufacturing – výroba

Vybraný, nově navržený výrobek má z hlediska výroby jednoduchý tvar. Celá součást je z jednoho materiálu, plastu. Tento materiál patří mezi standardní materiály, je snadno dostupný a má široké použití. Součástka je vyrobena vstřikováním. Tato technologie patří mezi technologie s minimálním odpadem. V našem případě se najednou vyrobí 4 součástky. Velkou výhodou součásti je jednoduchost, malá spotřeba materiálu a možnost vícenásobného použití. Postup výroby popsán v kapitole 2.5, 9.2.

Design for Assembly - montáž

Vybraná součást je složena ze 2 základních částí (upínací část s otvorem pro čep a kotvička s pružnou lamelou). Plastová kabelová příchytka se bude vyrábět velkosériově. Z hlediska montáže bude tedy kladen velký důraz na rychlost a jednoduchost montáže. Součást je malá, lehká, snadno uchopitelná a vložitelná. Montáž samotné součástky je velmi rychlá, provádí se na montážním zařízení viz. obr. 51.



Obr.51: Zařízení pro montáž plastové příchytky.

Princip montážního zařízení:

Montážní strojek má dvě čelisti, jednu pevnou a druhou pohyblivou. Pohyb je zajištěn pneumatickým válcem. Na tyto čelisti je upevněn montážní přípravek, což jsou vlastně kulisy pro montované díly. Pracovník založí díly do čelistí, díly jsou tak správně orientovány pro budoucí montáž. Zapne se pohon - (pneum. válec) a provede se montáž v ose spojení jednoho a druhého dílu. Při nasunutí jednoho dílu do druhého se využívá pružné deformace plastu.

Montáž do svazku se provádí na montážním stole manuálně, nebo do karoserie vozu bez vybavení a též manuálně.

Design for Disassembly – demontáž

I přesto, že je příchytka vyrobena ze dvou částí, nelze je od sebe oddělit. Oddělením by došlo k poškození materiálu a k celkovému znehodnocení příchytky.

Posouzení výrobku s ohledem na ekologické balení

Jedná se o volně ložené balení buď do nevratných kartonů nebo do vratných plastových boxů s víkem. V našem případě materiál vyžaduje min. obsah vody a proto musejí být díly baleny do PE pytlů. Rozměry balení vychází ze standardních typů balení, která jsou k dispozici u výrobce nebo na základě speciálních požadavků zákazníka a min. nebo max. rozměr. Současným trendem je i max. povolená hmotnost dílů do 12 kg s ohledem na manipulaci se zbožím.

9.2 Postup výroby

K výrobě nově navrženého výrobku je zapotřebí speciálního nářadí určeného vždy jen pro daný typ příchytky. Jedná se o vstřikovací formu která odolává vysokým tlakům, poskytuje výrobky o přesných rozměrech a umožňuje snadné vyjmutí výrobku. Jejich konstrukce a výroba je náročná.

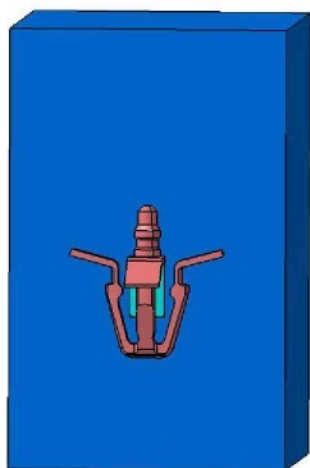
Vstřikovací forma se skládá z dílů, vymezujících tvarovou dutinu, z vtokového, temperačního a z vyhazovacího systému a z upínacích a vodících elementů.

Hmotnost formy je cca 500 kg. Vstřikovací forma obsahuje i mechanismus pro vyhazování výstřiků, protože se výrobky při ochlazování smršťují a zůstávají na tvarových součástech formy.

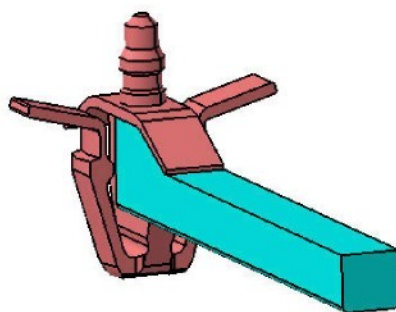


Obr.52: Forma pro vstřikování plastové příchytky.

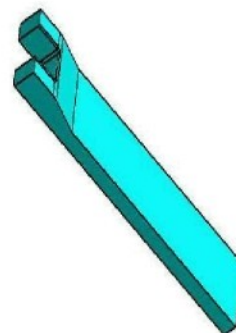
Pružné lamely se formují vložkou, která je volná a při otevírání formy se pohybuje s dílem. V okamžiku, kdy je díl mimo dutinu formy se vložka zastaví a dál pokračuje jen díl a vyhazovače. Lamela se potom, díky pružnosti materiálu, přetáhne přes vložku, protože kolem dílu už není žádná ocel, pouze volný prostor.



a)

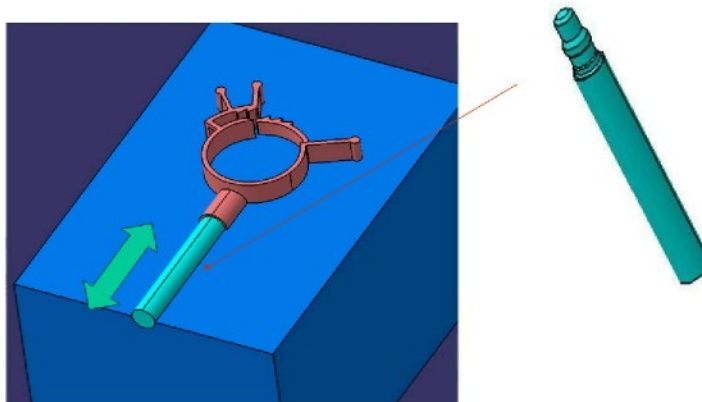


b)



c)

Obr.53: a) forma kotvičky, b) kotvička s pomocnou vložkou, c) pomocná vložka.



Obr.54: Náhled formy upínací části příchytky a posuvné jádro (šíbr).

Šíbr, resp. boční posuvné jádro, se pohybuje v dělicí rovině formy – viz.šipka. Posuvné jádro je připevněno na kolík, který je nakloněný pod úhlem 15° a při otevírání formy se automaticky vysouvá z otvoru upínací části příchytky. Slouží k odformování otvoru.

Výkresová dokumentace v příloze č. 1.

10 Přínos inovace

Přínosy inovace nově navrženého výrobku:

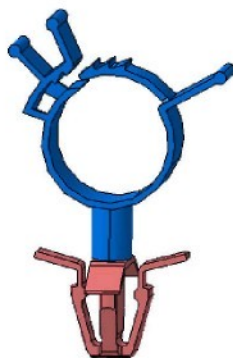
- konstrukce nově navrženého výrobku umožňuje snadné vyjmutí výrobku z materiálu
- konstrukce výrobku usnadňující modernizaci
- tvar nového výrobku umožňuje opětovné využití součástí
- díky vyjímatelné konstrukci příchytky se zvýšila užitná hodnota výrobku
- konstrukce nové příchytky umožňuje kombinovat jednotlivé části s jiným druhem řešení

11 Závěr

Diplomová práce byla vypracována na téma inovace plastové příchytky sloužící k upnutí kabelů, kabelových svazků v automobilu. Byl navržen a naplánován postup inovace plastové kabelové příchytky s využitím programu Microsoft project. Nejprve byla podrobně popsána současná plastová příchytka, její materiál, funkce, chování materiálu při jejím upínání.

Na základě průzkumu trhu konkurenčních firem a získání informací z dotazníků byly navrženy varianty plastové kabelové příchytky. Byla popsána stávající konstrukce a chování příchytky při jejím namáhání. Pomocí inovačních metod byly popsány klady a zápory jednotlivých variant příchýtek. Technické parametry návrhů byly zaznamenány do tabulky a ohodnoceny dle stupnice 1- 5. Příchytka byly modelovány a počítány v programu CATIA ver. 5. U každé varianty byla provedena pevnostní analýza metodou konečných prvků. Dále byl proveden podrobný cenový rozbor. Získané hodnoty byly nejprve zpracovány, poté zaznamenány do tabulky a nakonec bylo provedeno vyhodnocení.

Na základě získaných informací byla vybrána jedna vítězná varianta, která splnila nejvíce požadovaných kritérií. Optimálním řešením je příchytka číslo 5 viz. obr. 55.



Obr.55: Vítězná varianta.

Tato příchytka byla prověřena z hlediska metod DFX. Dále byl vypracován její postup výroby.

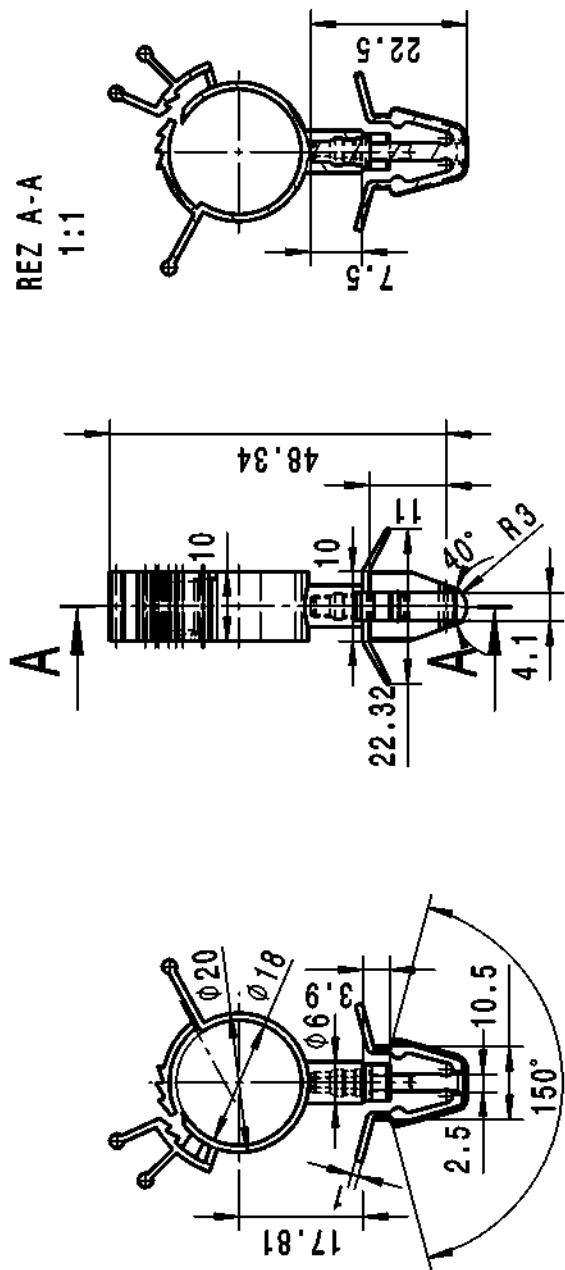
Výsledkem diplomové práce je optimalizovaný návrh plastové kabelové příchytky sloužící k upnutí kabelů, kabelových svazků v automobilu.

12 Použitá literatura

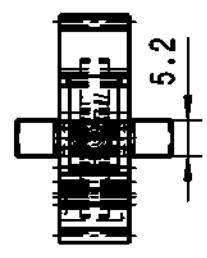
- [1] MAŠÍN, I. a kol. /Metody inovačního inženýrství./ Liberec:
Institut technologií a managementu, 2006.
- [2] Rosenau Milton D., Řízení projektů, Computer Pres Brno, 2007, ISBN 80-903533-0-4
- [3] LENFELD, P.: Technologie II.- 2. část (Zpracování plastů),
Technická univerzita v Liberci 2006.
- [4] V. Trommsdorff, F. Steinhoff: Marketing inovací, 2009.
- [5] Manuály Catia V5, Škoda Auto a.s.
- [6] www.araymond.cz
- [7] www.Hellermann Tyton.at

13 Přílohy

- Výkresová dokumentace vítězné varianty příchytky
- Časový plán v programu MS project



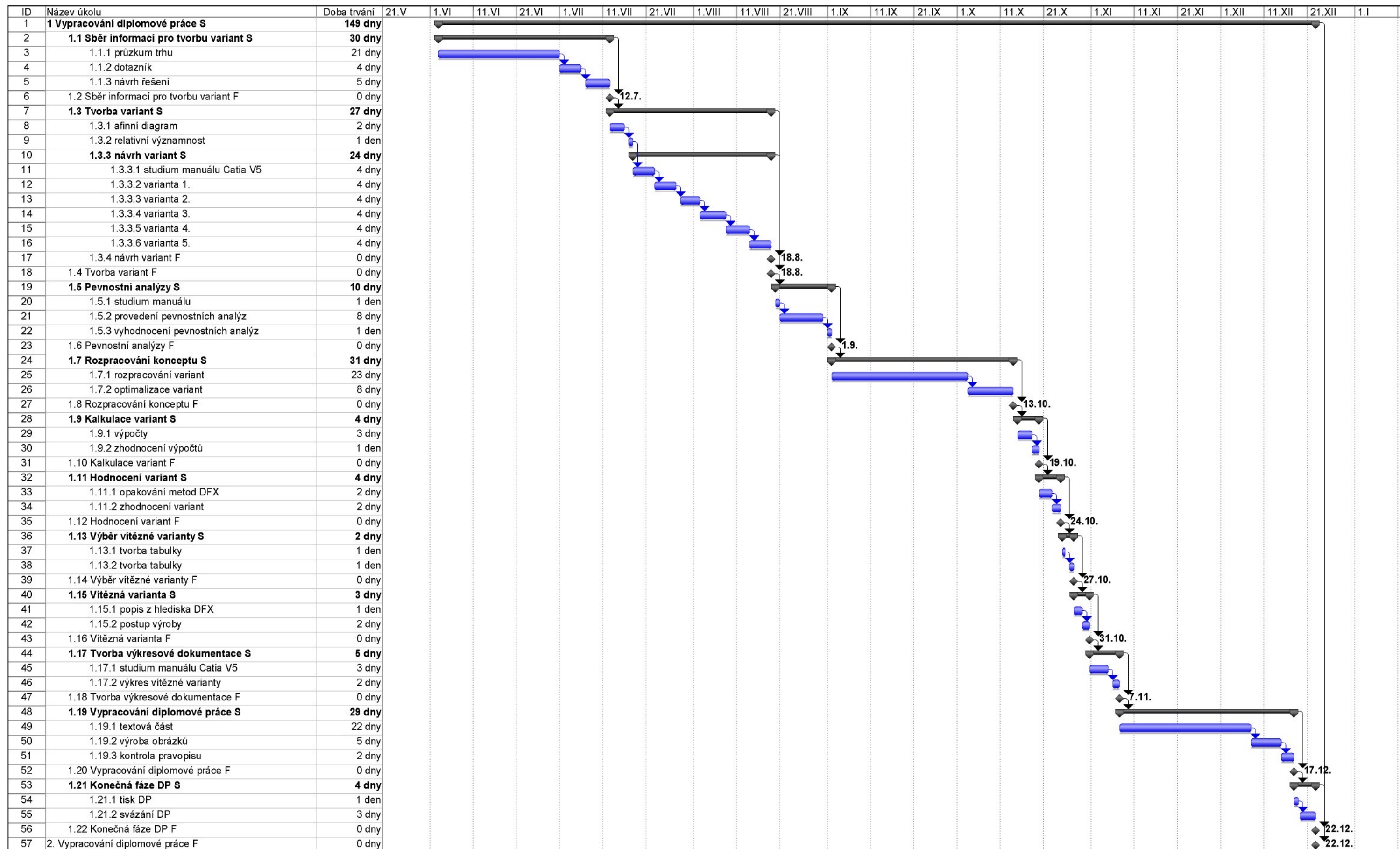
REZ A-A
1:1



DESIGNED BY:	stastna	
DATE:	06.11.2009	
CHECKED BY:	XXX	
DATE:	XXX	
SIZE	A4	
SCALE	1:1	
WEIGHT (kg)	2,005 g	
DRAWING NUMBER	Rozebiratelna prichytka	
SHEET	1/1	

XXX	
DASSAULT SYSTEMES	
Rozebiratelna prichytka	
1/1	

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.



Projekt: Projekt5.mpp
Datum: 13.12. 2009 15:51

Úkol
Rozdělení



Průběh
Milník



Souhrnný
Souhrn projektu



Vnější úkoly
Vnější milník



Konečný termín ↕