

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem a výrobou prototypu držáku mobilního zařízení PDA ASUS A730 do osobního automobilu. Výroba plastových dílů je realizována pomocí vakuového odlévání. Rešeršní část popisuje konstrukci a problematiku použití jednotlivých dílů držáků. V konstrukční části je řešen návrh držáku, výběr optimální varianty a samotná výroba držáku.

KLÍČOVÁ SLOVA

Držák PDA zařízení, polohovací mechanismus, rapid prototyping, vakuové odlévání plastů, reverzní inženýrství.

ABSTRACT

This bachelor's thesis is dealing with the design and manufacture of prototype car holder for PDA ASUS A730. Production of plastic parts is carried out by vacuum casting. Retrieval section describes the construction and problems with application of particular parts holders. In the construction part is solved the holder design, selection of optimal alternative and manufacture of the holder itself.

KEYWORDS

PDA holder, adjustable mechanism, rapid prototyping, vacuum casting of plastics, reverse engineering.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

FRÝZA, J. *Návrh a výroba prototypu plastového dílce držáku PDA*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 60 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Daniel Koutný, Ph.D.



PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tuto bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pod odborným vedením Ing. Daniela Koutného, Ph.D s využitím informací a zdrojů, které cituji v seznamu použité literatury.

V Brně dne.....

.....

Podpis



PODĚKOVÁNÍ

Tímto chci poděkovat vedoucímu práce, Ing. Danielovi Koutnému, Ph.D, za jeho vedení, odborné rady, postřehy a připomínky. A také své přítelkyni a všem blízkým, kteří mě po celou dobu studia podporovali.



OBSAH

ÚVOD	13
1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	14
1.1 Rozdělení držáků	14
1.1.1 Aktivní držáky	14
1.1.2 Pasivní držáky	15
1.1.3 Držáky pro použití originálního kabelu	15
1.1.4 Držáky s průchozím konektorem.....	15
1.2 Vanička	15
1.2.1 Jednoučelové vaničky	15
1.2.2 Univerzální vaničky	16
1.3 Polohovací mechanismus.....	18
1.3.1 Rozdělení podle druhu nosného ramene	18
1.3.2 Rozdělení podle druhu otočného kloubu	18
1.4 Systém připevnění držáku.....	19
1.4.1 Podtlakový systém připevnění.....	20
1.4.2 Připevnění pomocí konzoly.....	20
1.4.3 Připevnění háčkovým spojem	21
1.4.4 Připevnění samolepicím diskem.....	21
1.4.5 Připevnění šrouby	21
1.5 Spojení jednotlivých dílů držáku.....	22
1.5.1 HR systém	22
1.5.2 Multidapt System	22
2 FORMULACE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU A JEHO TECHNICKÁ A VÝVOJOVÁ ANALÝZA	23
2.1 Zařízení Asus A730	23
3 VYMEZENÍ CÍLŮ PRÁCE	24
4 NÁVRH METODICKÉHO PŘÍSTUPU K ŘEŠENÍ	25
5 NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ A VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY	26
5.1 Vanička	26
5.1.1 Vaničky otočné okolo vertikální osy	26
5.1.2 Vaničky otočné okolo vertikální i horizontální osy.....	28
5.2 Polohovací mechanismus.....	29
5.2.1 Polohovací mechanismy jednoosé.....	29
5.2.2 Polohovací mechanismy kulové.....	31
5.3 Systém připevnění držáku.....	32
5.4 Způsob spojení jednotlivých dílů držáku.....	32
5.5 Výběr optimální varianty řešení	33
6 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	34
6.1 Digitalizace zařízení	34
6.2 Modelování držáku	35
6.2.1 Vanička	35
6.2.2 Polohovací mechanismus.....	38
6.2.3 Konzola	39
6.2.4 Celková sestava	40

6.3	Výroba držáku	40
6.3.1	Výroba master modelů	40
6.3.2	Vakuové odlévání	41
6.3.3	Výroba konzoly	43
6.3.4	Sestavení prototypu	43
7	ZÁVĚR (KONSTRUKČNÍ, TECHNOLOGICKÝ A EKONOMICKÝ ROZBOR ŘEŠENÍ)	44
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	46
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN	47
10	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	48
11	SEZNAM TABULEK	49
12	SEZNAM PŘÍLOH	50

ÚVOD

Návrh a výroba prototypů jsou velmi ovlivněny dynamickým rozvojem trhu. Výrobky musí splňovat nejen funkční předpoklady, mít konkurenceschopný design a přijatelnou cenu, ale také být uvedeny na trh v co nejkratším čase. Díky vývoji plastů v posledních desetiletích spolu s nejmodernějšími výrobními technologiemi jsou tyto předpoklady uskutečnitelné.

Při vývoji prototypu je používána technologie Rapid Prototyping, která umožňuje rychlou výrobu prototypů z 3D modelů vytvořených v programech a s její pomocí bude vyroben i plastový dílec držáku PDA (Personal Digital Assistant), který je tématem této bakalářské práce.

V praxi mají držáky mobilních zařízení mnohá využití. V domácnostech obvykle splňují dekorativní účel, popř. umožňují připojení kabeláže pro nabíjení a datovou komunikaci daných zařízení. Při sportovních aktivitách jako je například běh, cyklistika, paragliding, jachting a podobně, jsou na ně kladeny speciální požadavky, především na odolnost. Tato bakalářská práce je zaměřena na nejvíce rozšířenou kategorii držáků - držáky používané v dopravních prostředcích. Ty slouží nejen k nabíjení a datové komunikaci zařízení, ale také umožňují upevnění přístroje v poloze vyhovující uživateli a tak přispívají k celkové aktivní bezpečnosti jízdy, tj. k předcházení vzniku dopravní nehody.

1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

Na trhu se v současnosti vyskytuje rozmanité množství držáků mobilních zařízení, které jsou uplatněny v automobilech pod různými komerčními názvy a značkami. Primárním materiálem užívaným k výrobě držáků je díky svým vlastnostem, jako je nízká měrná hmotnost, dobrá chemická odolnost, vysoká pružnost, snadná vyrobiteľnosť a nízká cena, plast. Jen zřídka se používá kov, který je využíván především pro specifické účely, např. chromový lesk, nebo velmi odolné provedení držáků.

Držáky se skládají z tzv. vaničky, někdy také chybně nazývané kolébkou (označení pro stolní stojánek mobilních zařízení), sloužící k upevnění zařízení k držáku. Další částí je polohovací mechanismus, který zajišťuje nastavení požadované polohy zařízení vůči uživateli a jeho aretaci v této poloze. Třetí člen slouží pro připevnění držáku v interiéru automobilu. Komponenty držáku jsou vzájemně spojeny tak, aby bylo možné zaměnit za jiné varianty. Ke spojení výrobků od různých firem se používají redukce a adaptéry. Účelem držáku jako celku, kromě faktů zmíněných již v úvodu této práce, je umožnění jednoduchého a bezpečného ovládání přístroje, včetně jeho vyjímání a vkládání do držáku, snadného nastavení, zajištění polohy zařízení, odolávání vibracím vznikajících při jízdě automobilem a s tím spojené spolehlivosti držáku proti uvolnění a pádu. Zbylá část této kapitoly se věnuje detailnějšímu popisu a vlastnostem jednotlivých částí držáků.

1.1 Rozdělení držáků [1]

Držáky se rozdělují podle možnosti napájení na aktivní a pasivní, na držáky pro použití originálního kabelu a na držáky s průchozím konektorem.

1.1.1 Aktivní držáky

Aktivní držáky jsou vybaveny vlastním napájením a konektorem pro nabíjení přístroje, popř. i konektorem pro připojení externí antény. Konektor je zabudován do jednoúčelové vaničky popsané níže. Napájení je realizováno ze zásuvky zapalovače, nebo pevným připojením do palubní sítě. Při napájení z palubní sítě je výhodou možnost zapojení více zařízení použitím redukce.



Obr. 1-1 Aktivní držák [1]

1.1.2 Pasivní držáky

1.1.2

Zařízení upevněné v pasivních držácích nelze nabíjet. Převážně se jedná o držáky s univerzální vaničkou (viz kapitola 1.2.2). Tento typ držáků se příliš nepoužívá, protože je často možné se jeho nevýhodě konstrukčně vyhnout.

1.1.3 Držáky pro použití originálního kabelu

1.1.3

Jsou obdobou pasivním držáků. Nemají vlastní napájení ani nejsou vybaveny konektorem, ale díky své konstrukci umožňují zapojení originální nabíječky přímo do přístroje.

1.1.4 Držáky s průchozím konektorem

1.1.4

Držáky s průchozím konektorem jsou kompromisem mezi aktivními držáky a držáky pro použití originálního kabelu. Nemají vlastní napájení, ale v těle vaničky je zatavena redukce konektoru, do které se připojuje originální napájecí kabel daného zařízení.



Obr. 1-2 Držák s průchozím konektorem [1]

1.2 Vanička

1.2

Do vaničky držáku se vkládá a upevňuje mobilní zařízení. Hlavním požadavkem je spolehlivé připevnění zařízení ve všech polohách, do kterých je možné vaničku otočit pomocí polohovacího mechanismu. Dalším předpokladem je možnost využívání všech nabízených funkcí daného zařízení. Tzn., aby vanička nepřekrývala ovládací prvky přístroje ani jeho vstupní a výstupní konektory, popř. reproduktor. Vanička bývá někdy opatřena molitanovými polštářky, které chrání přístroj proti poškození a zároveň zajišťují jeho pevné uchycení. Vaničky lze rozdělit podle konstrukce na jednoúčelové a univerzální.

1.2.1 Jednoúčelové vaničky

1.2.1

Jednoúčelové vaničky jsou vyráběny přesně na míru pro daný typ zařízení [1]. Kopírují tvar tohoto zařízení a neomezují jeho použitelnost díky vhodnému umístění konstrukčních otvorů. Upevnění je realizováno pomocí tvarových úchytů, které lze elasticky ohnout pro vložení, popř. vyjmutí zařízení. Nebo je zařízení uchyceno

pouze působením gravitace pomocí tvarového styku. Takové vaničky není možné otočit o 180° okolo vodorovné osy z důvodu nebezpečí uvolnění zařízení.



Obr. 1-3 Jednoúčelová vanička [2]

1.2.2 Univerzální vaničky

Univerzální vaničky jsou určeny pro veškerá zařízení v určitém rozsahu rozměrů. Jsou konstrukčně složitější než vaničky jednoúčelové. Skládají se z pevných a posuvných elementů zajišťujících držení zařízení. Jejich nevýhodou může být časté zakrytí ovládacích prvků a reproduktorů připevňovaných zařízení.



Obr. 1-4 Univerzální vanička [2]

Kromě klasického mechanického uchycení přístroje k vaničce, se používá také adhezních účinků, nebo magnetismu, popř. kombinace těchto variant.

1.2.2.1 Magnetické univerzální držáky

Jedním z výrobců magnetických univerzálních držáků pro český trh je např. firma Naztech [4]. Držáky se skládají z magnetického tělíska a nalepovacích plíšků. Magnetické tělísko se připevňuje v interiéru automobilu. Plíšky se lepí na zadní stranu přístroje, popř. se nepoužívají, pokud má přístroj zadní stranu z kovu. Přiblížením zařízení k magnetu dojde k jeho uchycení. Pro uvolnění se používá

uvolňovacího tlačítka, které oddálí magnet, nebo oddálení přístroje silou ruky. Jejich výhodou jsou malé rozměry, rychlá montáž a příznivá cena. Nevýhodou je znehodnocení povrchu přístroje a interiéru lepidlem, obtížná demontáž a absence polohovacího mechanismu.



Obr. 1-5 Univerzální magnetický držák [4]

1.2.2.2 Gelové univerzální držáky

Nový způsob upevnění zařízení přinesla na světový trh firma Clingo [5]. Ta využívá patentovaného gelového polštářku vyrobeného pomocí nanotechnologie. Přístroj se položí na polštářek a pomocí adhezních účinků na něm drží až do jeho uvolnění rukou. Polštářek nezanechává na přístroji žádné znehodnocující stopy. Zařízením je možné otáčet pomocí polohovacího mechanismu a držák je cenově srovnatelný s běžnými mechanickými držáky. Nevýhodou je omezená přilnavost k povrchům, které jsou nerovné, nebo jsou na silikonové bázi a z důvodu znečišťování gelového polštářku prachem.



Obr. 1-6 Univerzální gelový držák od firmy Clingo [5]

1.3 Polohovací mechanismus

Převážná část držáků je opatřena polohovacím mechanismem. Mechanizmy se skládají z nosných ramen a otočných kloubů. Tyto části určují rozsah pohybu jak ve vzdálenosti, tak i v úhlu natočení od výchozí polohy.

1.3.1 Rozdělení podle druhu nosného ramene

Nosné rameno je charakterizováno svou délkou, která udává vzdálenost zařízení od bodu připevnění držáku. Může být pevné, nebo ohebné, nazývané jako husí krk (název odvozen od vzhledu).

1.3.1.1 Pevné rameno

Nejčastěji je vyrobeno z plastu a opatřeno sadou otočných kloubů (obr. 1-6 a 1-8). Může být konstruováno i jako výsuvné se zajištěním požadované délky pomocí aretačního šroubu.

1.3.1.2 Husí krk

Skládá se z pláště a dutého jádra. Plášť je tvořen nejčastěji ohebnou elektroinstalační trubicí, popř. se používá pouze pogumování jádra. Jádro se vyrábí z kroucené pružinové oceli, popř. z hliníku. Často je vyrobeno spolu s podtlakovým systémem připevnění jako jeden celek. Díky své ohebnosti je možné vynechat v mechanismu otočné klouby, které dokonale nahrazuje svými naklápěcími elementy. Nevýhodou je menší tuhost než u pevného ramene.



Obr. 1-7 Polohovací mechanismus řešený pomocí „husího krku“ [2]

1.3.2 Rozdělení podle druhu otočného kloubu

Hlavním parametrem otočných kloubů je jejich úhel natočení. Největší rozsah natočení přístroje pomocí kloubů se záměrně realizuje pouze v jedné ose, popř. ve dvou vzájemně kolmých osách. Ve třetí ose je náklon zařízení vůči uživateli dán kulovými klouby, zakřivením nosného ramene a sklonem místa připevnění držáku.

1.3.2.1 Jednoosé klouby [2]

Jednoosé klouby se zajištěním polohy pomocí aretačního členu jsou konstrukčně rozmanité. Klouby v axiální ose jsou běžně nastavitelné v rozsahu 360° . V radiální ose až v 270° , ale většinou jsou konstruovány do 90° , což je v kombinaci s ostatními klouby pro nastavení polohy držáku postačující.

1.3.2.2 Kulové klouby [2]

Kulové klouby se skládají z kulového čepu a kulové hlavičky. Jejich nespornou výhodou je náklon ve třech osách, což umožňuje konstrukci držáků menších rozměrů, než při použití jednoosých kloubů. Mají rozsah 360° v axiální ose a v radiálních osách do 70° . Nevýhodou je obtížnější, popř. nemožná výměna opotřebované části a častá absence aretačního členu.



Obr. 1-8 Polohovací mechanismus s otočnými klouby [2]

1.4 Systém připevnění držáku

Interiér dopravních prostředků je rozmanitý jak na materiály, tak i na tvary ploch, ke kterým je možné držák připevnit. Z tohoto důvodu existuje mnoho systémů připevnění. Místo připevnění držáku je velmi důležité z hlediska aktivní bezpečnosti jízdy vozidlem. Některé systémy mají za následek trvalé poškození místa připevnění držáku, jiné nejsou tolik spolehlivé. Klasicky je držák umístěn na předním skle nebo na palubní desce, méně často na středovém panelu, bočním A sloupku, hlavové opěře, nebo v jiné části interiéru [1].

1.4.1 Podtlakový systém připevnění

Jedná se o nejvíce využívaný způsob připevnění. Pomocí počátečního tlaku, působícího na vnější část silikonové přísavky, se vytvoří mezi přísavkou a připevňovacím povrchem podtlak, který zabezpečuje upevnění držáku. Aplikuje se na čelní sklo, popř. i na palubní desku s pomocí samolepících disků (viz kapitola 1.4.4). Jeho výhodou je možnost připevnění v každém vozidle, jednoduchá montáž a demontáž bez poškození interiéru. Působením slunečního záření a tepla na silikonovou přísavku dochází ke zmenšení podtlaku a k vyššímu nebezpečí uvolnění držáku. Další nevýhodou je malá odolnost proti větším rázům vznikajících při jízdě po špatném povrchu vozovky. Podtlakový systém je znázorněn na obrázku 1-6 (str. 17) a 1-7 (str. 18).

1.4.2 Připevnění pomocí konzoly

Systém připevnění pomocí plastové konzoly nazvaný ProClip pochází od švédské firmy Brodit [1]. Později na světový trh přišla s obdobným způsobem připevnění i britská firma Dashmount [6], která se zaměřuje na univerzální konzolu z kovu.



Obr. 1-9 Univerzální kovová konzola [6]

ProClip se upevňuje zasunutím do technologických mezer mezi plasty v interiéru automobilu. Zde drží pomocí tvarového styku, nebo je navíc zajištěn originálními šrouby automobilu, popř. samolepícími proužky. Ke snadnější montáži se někdy využívá plastových destiček, s nimiž se vzájemně oddalují plasty interiéru. V porovnání s podtlakovým systémem má vyšší spolehlivost a je konstrukčně jednodušší, ale není tolik univerzální. ProClip konzolu je možné použít pouze na určitém místě interiéru a v daném modelu automobilu.



Obr. 1-10 ProClip [1]

1.4.3 Připevnění háčkovým spojem

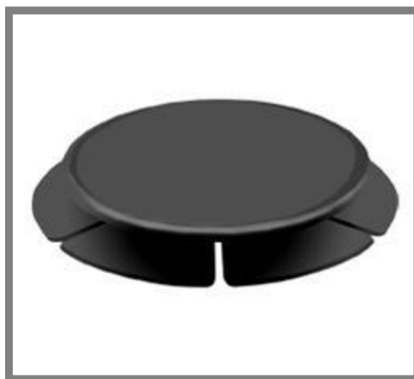
Háčkový spoj se používá při připevnění držáku do mřížky ventilace. Výhodou je univerzálnost použití, snadná montáž a vysoká tuhost. Jeho nevýhodou je nebezpečí ulomení háčku při demontáži a častá absence polohovacího mechanismu.



Obr. 1-11 Držák pro připevnění do ventilační mřížky [2]

1.4.4 Připevnění samolepícím diskem

Průkopníkem samolepících disků na českém trhu je mezinárodní firma Garnim [3]. Aplikují se na palubní desky pomocí adhezivního účinku lepidel. Disky s hladkým povrchem slouží jako redukce pro připevnění držáků s podtlakovým systémem k palubní desce. Jejich povrch může být tvořen i suchým zipem. Disky s vyrovnávacími segmenty lze připevnit i na nerovné povrchy. Jejich nevýhodou je obtížná až nemožná demontáž a znehodnocení povrchu lepidlem.



Obr. 1-12 Samolepící disk s vyrovnávacími segmenty [3]

1.4.5 Připevnění šrouby

Jde o nejjednodušší způsob připevnění. Používají se samořezné šrouby do plastu, popř. plechu. Výhodou je odolnost proti vibracím a možnost použití i v místech, ve kterých to jinými způsoby připevnění není možné (mimo čelní sklo). Nevýhodou je nevratné porušení interiéru automobilu a nebezpečí porušení dalších součástí pod připevňovaným povrchem při neodborné montáži.

1.5 Spojení jednotlivých dílů držáku

Spojení částí držáků se liší podle jejich výrobců. Běžně se používají šroubové a háčkové spoje, jejichž výhody a nevýhody jsou popsány v předchozí kapitole. Mnozí výrobci používají mezi díly svých držáků univerzální systém připojení, který si nechávají patentovat. Nejrozšířenější jsou HR systém a Multidapt System.

1.5.1 HR systém [2]

Univerzální způsob spojení pocházející od německé firmy Herbert Richter. Na českém trhu je častěji označován jako SH systém. Spojení je realizováno pomocí čtyř hrotů (samec) a drážek (samice), které se do sebe vzájemně zasunou. Hroty jsou umístěny na polohovacím (obr. 1-7 a 1-8), popř. připevňovacím (obr. 1-11) mechanismu. Drážky se nachází ve vaničce držáku (obr. 1-3). S výhodou se také používají redukce a adaptéry umožňující připevnit HR držák pomocí šroubů, popř. samolepící plochou, například ke konzole, nebo uchytit dva různé držáky na jeden úchyt.

1.5.2 Multidapt System [7]

Patentovaný způsob spojení kovových nebo plastových částí držáků od švédské společnosti Krusell. Zařízení je umístěno v koženém pouzdře, na kterém je připevněna drážka. Do drážky se upevňuje dutý čep, který tvoří otočný kloub. Některé čepy mají po obvodu drážky, umožňující zafixování polohy pouzdra. Zbylá část čepu se zasouvá do držáku opatřeného uvolňovacím a aretačním mechanismem.



Obr. 1-13 Multidapt System [7]

2 FORMULACE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU A JEHO TECHNICKÁ A VÝVOJOVÁ ANALÝZA

2

Řešeným problémem této práce je navrhnutí a vytvoření prototypu držáku takového, který by byl svou konstrukcí i principem své funkce přínosem ke zlepšení aktivní bezpečnosti jízdy automobilem a převyšoval by tak svými vlastnostmi (spolehlivost, ergonomie, polohovatelnost ve více osách, řešení kabeláže) stávající držáky dostupné na trhu při současném splnění vymezených cílů práce.

2.1 Zařízení Asus A730

2.1

Východním bodem k řešení dané problematiky je stručný popis konstrukce přístroje, pro který je držák určen. PDA má rozměry 117,5 x 72,8 x 16,9 milimetrů a hmotnost 170 gramů. Přední strana je tvořena displejem, ovládacími tlačítky a ve spodní části jsou dva otvory pro mikrofon. Zadní strana má vzhledem k bočním stěnám a spodní stěně zaoblené hrany. V horní části je umístěn objektiv fotoaparátu se zrcátkem a s nasvětlující LED diodou. Pod ní se nachází reproduktor. V rozích jsou malé konstrukční výčnělky. Na levé straně je tlačítko pro zapnutí a vypnutí přístroje a pod ním tlačítko fotoaparátu. Na pravé straně je pojistka pro uvolnění zadního krytu. Ve spodním pravém zadním rohu je vsunut stylus. Horní strana je obsazena sloty pro paměťové karty a 3,5 milimetrovým konektorem pro sluchátka. Zbývající dolní strana přístroje obsahuje napájecí (datový) konektor a tlačítko pro reset PDA.



Obr. 2-1 Zařízení Asus A730

3 VYMEZENÍ CÍLŮ PRÁCE

Primárním cílem bakalářské práce je konstrukční návrh plastového dílce držáku pro PDA zařízení Asus A730 a výroba prototypu pomocí vakuového odlévání plastů. Pro možnost použitelnosti držáku v praxi je však nutné zaměřovat se i na konstrukci dalších jeho částí a ve výsledku posuzovat držák jako funkční celek. Proto je proveden konstrukční návrh a výroba prototypu celého držáku. Pro možnost posuzování vhodnosti jednotlivých návrhů řešení a vyhodnocení splnění cílů práce jsou stanovena tato kritéria:

- **Spolehlivost** – plnění funkce aretace zařízení v požadované poloze a bezpečné připevnění držáku ve vozidle bez poškození interiéru automobilu.
- **Vysoká tuhost** – odolnost proti vibracím a náhlým rázům vznikajících jízdou vozidla.
- **Použitelnost** – umožnění nabíjení zařízení a použití všech funkcí, které připevněné zařízení nabízí, s ohledem na aktivní bezpečnost jízdy.
- **Snadná vyrobiteľnosť** – prototyp je třeba vyrobit pomocí technologie vakuového odlévání plastů a jeho kovové díly tvářením za studena.
- **Jednoduchost provedení** – možnost jednoduché montáže, demontáže a samotného používání držáku tak, aby vyhovovalo pohybovým možnostem obsluhy z ergonomického hlediska.
- **Polohovateľnosť** – držák musí obsahovat polohovací mechanismus s možností aretace, který je schopný natočit zařízení alespoň v jedné ose v minimálním rozsahu 90°. Při polohování ve více osách postačuje úhel natočení na jednu osu 50°.

4 NÁVRH METODICKÉHO PŘÍSTUPU K ŘEŠENÍ

4

Konstrukce a výroba prototypu držáku budou zahrnovat následující etapy a dílčí úkoly, které bude nutné v průběhu řešení postupně realizovat.

- ***Tvorba 3D modelu prototypu***
 1. *Návrh* - koncepční řešení jednotlivých částí držáku a výběr nejvhodnější varianty
 2. *Digitalizace* - určení přesných rozměrů přístroje 3D optickým skenováním a převedení dat do CAD programu
 3. *Modelování* – vytvoření 3D modelu držáku v programu Autodesk Inventor 2010
 4. *Kontrola* - ověření vlastností držáku simulacemi a analýzami
 5. *Modifikace* - provedení konstrukčních úprav na modelech a opětovné kontroly

- ***Výroba master modelů***
 6. *Preprocessing* - převedení CAD dat na STL data a jejich zpracování softwarem 3D tiskárny
 7. *Processing* - zhotovení dílů FDM technologií z ABS plastu
 8. *Postprocessing* - odstranění podpůrného materiálu a povrchová úprava master modelů
 9. *Kontrola* - ověření funkčnosti držáku

- ***Výroba silikonových forem***
 10. *Návrh* - návrh a modifikace dělicích rovin, vtokových soustav, jader, tvarových zámků a výztuh forem
 11. *Příprava liti* - zaformování master modelů do skleněných forem a vakuování silikonu
 12. *Vlastní liti* - odlití jednotlivých dílů silikonových forem a jejich vytvrzení
 13. *Dokončení forem* - vyjmutí všech prvků z forem, vytvoření odvětrávacích otvorů a vyčištění forem

- ***Výroba prototypu***
 14. *Vakuové liti* - předehřátí silikonových forem, odlití polyuretanové směsi a její temperování
 15. *Úprava odlitků* - odstranění zateklin a vtokových soustav
 16. *Barvení* – úprava povrchu dílů prototypu barvou a lakem
 17. *Dokončení* - kompletace držáku a kontrola jeho funkčnosti

5 NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ A VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

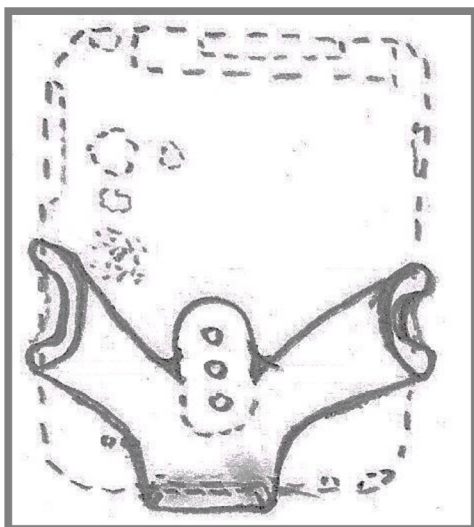
Návrhy řešení jsou přednostně realizovány formou náčrtku. Pro lepší představivost jsou některé vybrané varianty vymodelovány v 3D parametrickém modeláři Autodesk Inventor 2010. Při jejich zhodnocení je kladen důraz především na požadavky uvedené v třetí kapitole této práce.

5.1 Vanička

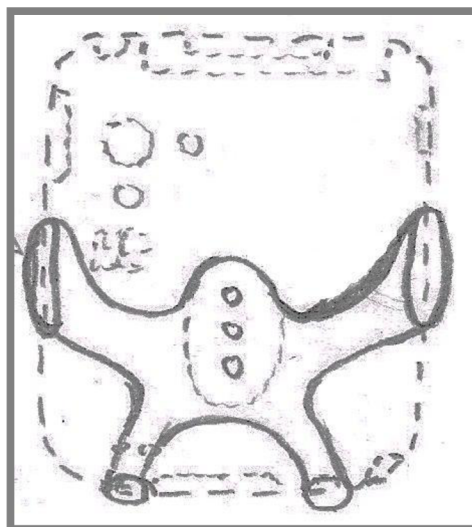
Jelikož je zatavení konektoru, popř. celého napájení, do těla vaničky výrobně náročné, zaměřují se návrhy vaničky na koncepci držáku pro použití originálního kabelu (viz kapitola 1.1.3). Pro snadné stanovení závěrů dle kritéria použitelnosti je jako podklad návrhů použit nákres PDA. Z pohledu možnosti polohování s vaničkou bez nebezpečí uvolnění zařízení jsou návrhy rozděleny do dvou kategorií dle os, kolem kterých lze vaničkou otáčet.

5.1.1 Vaničky otočné okolo vertikální osy

Vzhledem ke směru působení tíhového pole Země není potřebné přidržovat zařízení v těchto vaničkách shora. Toto tvrzení platí pouze za předpokladu, že rázy vzniklé jízdou vozidla nebudou tak silné, aby způsobily uvolnění přístroje. Proto musí být zajištěn dostatečný odpor proti působení těchto rázů. Praktickým řešením je využití tření mezi plochami vaničky a přístroje a konstrukčních výčnělků na zadní straně PDA.



Obr. 5-1 Návrh vaničky č. 1

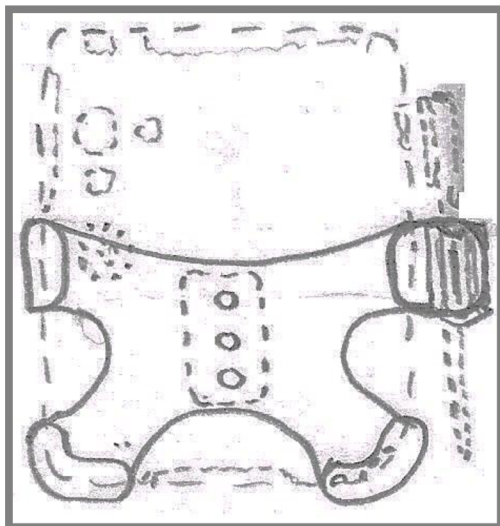


Obr. 5-2 Návrh vaničky č. 2

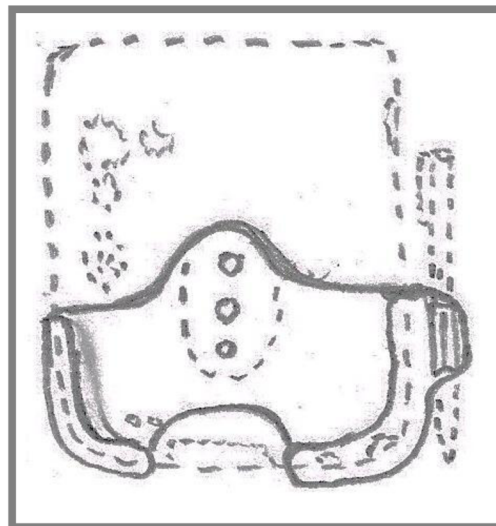
Výchozí varianta návrhu je zobrazena na obrázku 5-1. Zařízení je drženo ze stran pomocí drážek a ze spodní části je zajištěno dorazem zapadajícím do napájecího konektoru. Drážky jsou odlehčeny otvory, což vede k zajímavějšímu vzhledu a k úspoře materiálu. Uprostřed vaničky je prostor pro připevnění polohovacího mechanismu. Problematickou částí návrhu jsou otvory v drážkách a doraz vaničky. Pro vytvoření nesymetrických otvorů při vakuovém odlévání je nutné zhotovit jádro a přesně ho umístit do formy. Tato procedura je časově i finančně náročná a často obtížně realizovatelná. Doraz je zvolen z hlediska spolehlivosti držáku správně, ale

jeho umístění znemožňuje napájení přístroje, což odporuje kladeným požadavkům na použitelnost PDA.

Druhá varianta (viz obr. 5-2) vychází z předchozího návrhu a odstraňuje jeho nedostatky. Zrušení odlehčení vede k vytvoření větší třecí plochy podporující bezpečné uchycení. Konstrukční změna dorazu, který je rozdělen na dvě části s drážkami, má však opačný efekt. Tuhost držáku se značně zmenšila a dorazy by pevnostně nemusely odolat většímu dynamickému zatížení. Další nevýhodou je zakrytí tlačítka pro systémový reset přístroje.



Obr. 5-3 Návrh vaničky č. 3



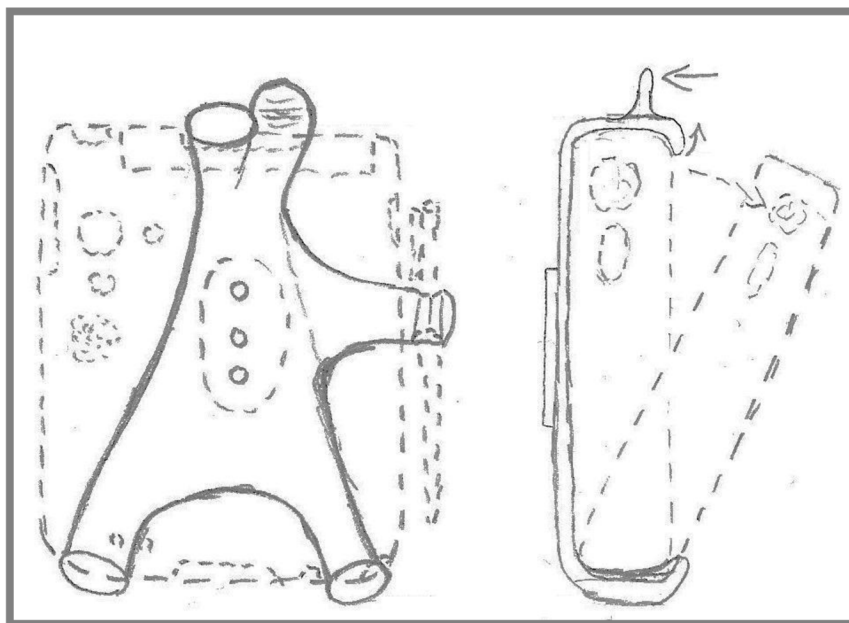
Obr. 5-4 Návrh vaničky č. 4

Tyto nedostatky řeší třetí varianta (viz obr. 5-3), u které je navrženo zesílení konstrukce jednotlivých úchyťů. Střední část vaničky je vhodněji spojena s bočními úchyty a dorazy kopírují spodní rohové části PDA. Tlačítko reset zůstalo nepřístupné. Avšak při dodatečných úpravách se zpřístupní vyvrtáním otvoru, což v předchozí verzi není možné kvůli malé šířce dorazu. Problém nastává částečným zakrytím reproduktoru a otvoru pro stylus. Řešení uchycení stylusu je uskutečnitelné připevněním do kruhové drážky, nebo vytvoření výřezu v dorazu. Výřez pro reproduktor je ale u této konstrukce nežádoucí, protože by došlo k obdobným závadám jako u předchozího návrhu (viz obr. 5-2).

Finální řešení je znázorněno na obrázku 5-4. Tělo vaničky je oproti původním verzím celistvé až na výřez pro napájení. To vede k snadné vyrobitelnosti. Drážka obepíná celou spodní polovinu přístroje, což zabezpečuje vysokou spolehlivost připevnění zařízení a tuhost držáku. Reproduktor je již přístupný a tak jedinou nevýhodou zůstává zakrytí originálního umístění stylusu, které je řešeno jeho připevněním do kruhové drážky.

5.1.2 Vaničky otočné okolo vertikální i horizontální osy

Tyto návrhy vaniček jsou určeny pro držák s polohovacím mechanismem umožňujícím pohyb ve dvou, popř. třech osách (viz kapitola 1.3.2). Z tohoto důvodu je nutné zajistit, aby zařízení vzhledem k vaničce mělo z kinematického hlediska nula stupňů volnosti. To vede k úvaze vytvořit ucelené pouzdro přesně kopírující tvar přístroje, obdobné konečnému návrhu vaničky otočné okolo vertikální osy. Takové řešení by však mělo za následek nejen velkou spotřebu materiálu, ale především nemožnost vkládání a vyjímání PDA, což je v rozporu s praktickým využitím držáku. Proto je potřeba navrhnout některou část vaničky ohebnou tak, aby umožnila uvolnění zařízení.

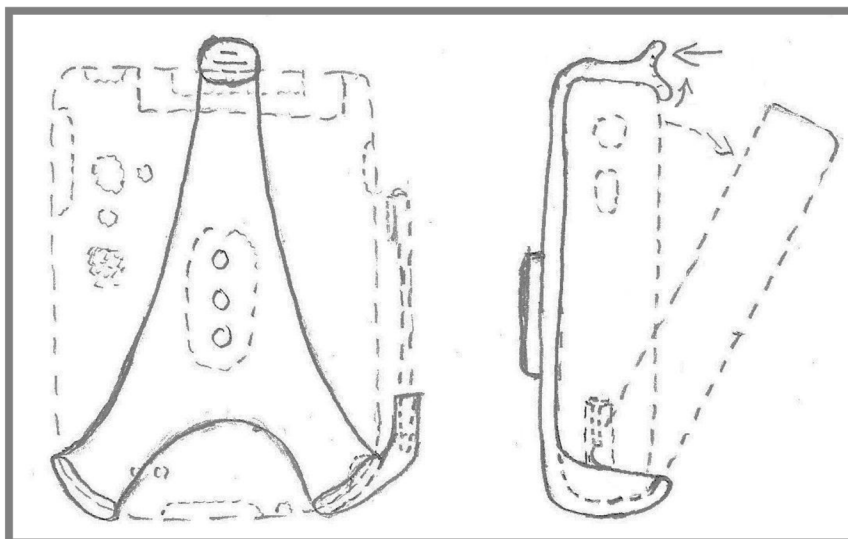


Obr. 5-5 Návrh vaničky č. 5

Návrh takové vaničky je zobrazen na obrázku 5-5, kde je pro lepší představivost nakreslen také její bokorys. Uvolnění je realizováno tlakem prstu na horní plošku, čímž dojde k ohybu celé horní poloviny vaničky až po místo připevnění polohovacího mechanismu a k nadzvednutí jistícího dorazu. Potom je možné PDA z držáku vyklonit a vyjmout. Celý tento proces je na obrázku vyznačen šipkami. Připevnění stylusu je řešeno opět pomocí kruhové drážky. Ta je ale přichycena ramenem až ke střednímu úseku, nikoliv hned k tuhé části vaničky jako u 4. varianty a při jejím použití dojde k nežádoucímu ohybu ramene. Dalším nedostatkem je obtížné použití uvolňovacího mechanismu pro leváky, protože vyvinout dostatečný tlak prstem levé ruky na požadované místo částečně znemožňuje samotná konstrukce tohoto mechanismu.

Šestý návrh vaničky (viz obr. 5-6) odstraňuje tyto problémy a zvyšuje celkovou tuhost a spolehlivost držáku. Připevnění stylusu je přesunuto do dolní části a řešeno pomocí otvoru ve válcovém držáku. Uložení stylus-díra musí být s mírným přesahem, aby nedošlo k jeho uvolnění, proto má držák ještě rozpěrnou drážku v ose díry. Popř. může být řešením i výřez ve vaničce a použití originálního umístění v PDA. Princip uvolnění zařízení zůstal stejný, pouze je změněno konstrukční

uspořádání jeho ovládacího členu, který je umístěn přímo na čelo ohýbané části vaničky a je tvarován tak, aby byl použitelný pomocí palce levé i pravé ruky, přičemž ostatní prsty dané ruky během uvolnění přidržují vyjímání přístroj. Nevýhodou této i předchozí varianty vaničky je nemožnost manipulace s paměťovými kartami během upevnění PDA v držáku. V praxi je tento problém však zanedbatelný.



Obr. 5-6 Návrh vaničky č. 6

5.2 Polohovací mechanismus

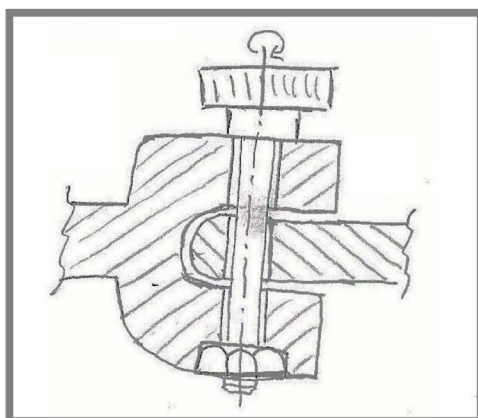
5.2

Vzhledem k vyrobiteľnosti a vyšší tuhosti jsou návrhy zaměřeny na mechanismy s pevným ramenem (viz kapitola 1.3.1.1). Rozděleny jsou dle druhu otočného kloubu jako v kapitole 1.3.2, kde jsou popsány jejich základní vlastnosti.

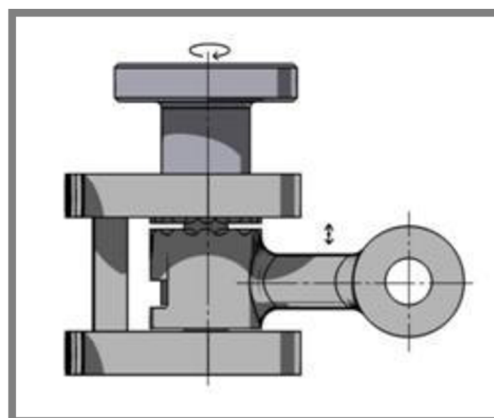
5.2.1 Polohovací mechanismy jednoosé

5.2.1

První varianta, znázorněná na obrázku 5-7, je z návrhů konstrukčně nejjednodušší. Skládá se ze dvou plastových dílů v podobě vidlice se zatavenou maticí a ramene s dírou. Díly spojuje šroub s drážkovanou hlavou, který umožňuje vzájemnou rotaci a zároveň i zajištění mechanismu stažením ramene ve vidlici.

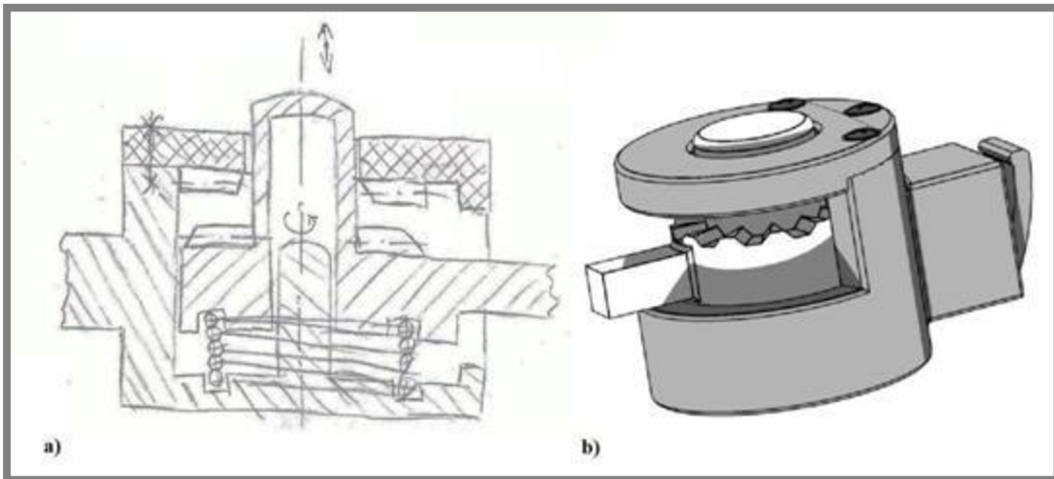


Obr. 5-7 Návrh mechanismu č. 1



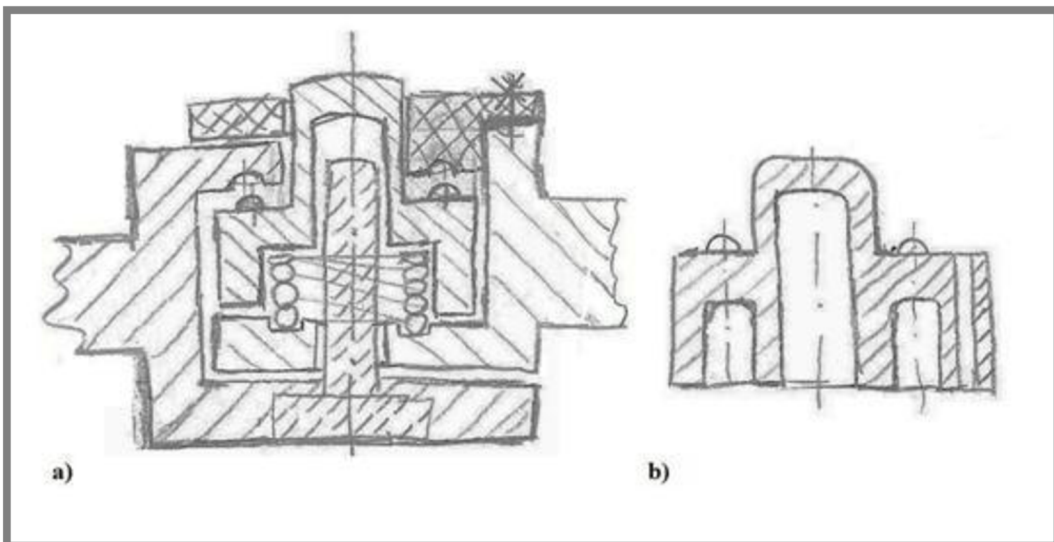
Obr. 5-8 Návrh mechanismu č. 2

Druhá varianta je modifikací varianty předchozí. Matice je vsazena v drážce ramene (na obrázku 5-8 je zakončeno okem), které se při otáčení šroubem pohybuje. Na vnitřní straně vidlice je vytvořeno ozubení a na povrchu ramene jsou drážky, které zajišťují aretaci mechanismu. Vymodelovaný mechanismus má rozsah 240° a umožňuje aretaci po 30° při zdvihu ramene o 1 milimetr, což přibližně odpovídá 1,5 otáčky šroubu. Výhodou je velký rozsah a výroba bez zatavení matice. Nevýhodou je výroba ozubení a drážek.



Obr. 5-9 Návrh mechanismu č. 3; a) náčrt, b) model

Třetí mechanismus (viz obr. 5-9) je navržen pro ovládání aretace pomocí uvolňovacího tlačítka. Skládá se z ozubeného věnce, který je šrouby připevněn k plastovému dílu s čepem. Z otočného dílu s ozubením a s tlačítkem. A z pružiny, která zabezpečuje návrat tlačítka do zajištěné polohy. Rozsah modelu polohovacího mechanismu je 180° se zajištěním po 30° . Vlastnosti jsou obdobné jako u předchozí varianty, pouze způsob ovládání aretace je pro uživatele jednodušší.



Obr. 5-10 Návrh mechanismu č. 4; a) náčrt mechanismu, b) náčrt modifikace tlačítka

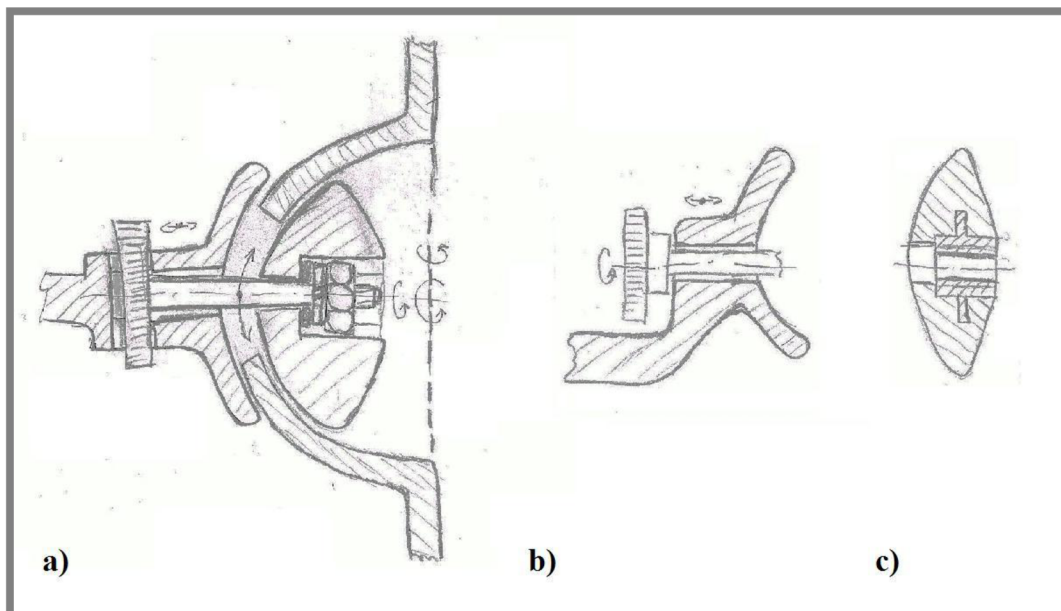
Čtvrtý návrh (viz obr. 5-10 a) má z této kategorie nejvíce dílů. Na rozdíl od předcházející varianty je uvolňovací tlačítko mechanismu samostatné a nedochází

tedy k nadzdvihnutí ramene. Místo ozubení je použito půlkulových výběžků na tlačítku a důlků na věnci a dílu ve tvaru vidlice, který má v těle kovový čep. Pro možnost použití menších pružin (např. z propisovacích tužek) je navržena modifikace tlačítka (viz obr. 5-10 *b*) s více otvory pro vedení pružin a s vodící drážkou. Tato varianta polohovacího mechanismu je obtížně realizovatelná, protože kovový čep je potřeba zatavit až při kompletaci, čímž se stane mechanismus nerozebíratelným.

5.2.2 Polohovací mechanismy kulové

5.2.2

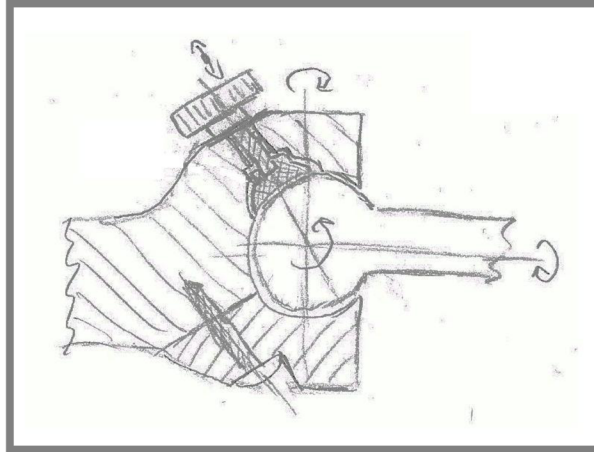
Pátý návrh (viz obr. 5-11 *a*) využívá vaničky držáku jako části polohovacího mechanismu, čímž odpadá řešení připevnění těchto dílů a zmenšuje se celková velikost držáku. Vanička má ve dně půlkulovitou prohlubeň s dírou, kterou prochází aretační šroub sloužící zároveň jako doraz maximálního náklonu vaničky. Drážkovaná hlava s částí dráčky šroubu je pohyblivě zatavena do ramene, které je zakončeno miskovitým tvarem dosedajícím na vaničku. V dutině se nachází plastový díl v podobě kulové výseče s průchozí dírou a s šestihránným zahloubením. Do tohoto dílu je vložena podložka, pružná podložka čtvercového průřezu a matice. Obvyčejná podložka zajišťuje, aby se pružná podložka nevtačila do plastového dílu. Pružná podložka s maticí je důležitá pro funkci aretace. Obstarává nepřetržité sevření plastů v zajištěné poloze a předepjatí šroubu. Nevýhodou je, že pro vytvoření kuželové díry ve vaničce musí být při jejím odlití ve formě vloženo jádro, popř. pro její vyvrtání použit speciální kuželový vrták. Problematika nutnosti pohyblivého zatavení šroubu, které je výrobně náročné, je odstraněna modifikací ramene (viz obr. 5-11 *b*), ve které je umožněna jednoduchá montáž šroubu. Dalším návrhem úpravy mechanismu je nahrazení matice zatavením kovového pouzdra se závitem (viz obr. 5-11 *c*). Potom se obvyčejná a pružná podložka instaluje pod hlavu šroubu.



Obr. 5-11 Návrh mechanismu č. 5; a) náčrt mechanismu, b) náčrt modifikace ramene, c) náčrt modifikace plastového dílu

Šestou variantou je kulový kloub (viz obr. 5-12) tvořený dělenou kulovou hlavicí, kulovým čepem a aretačním šroubem s pryžovou vložkou. Do jedné části hlavice je

zataveno kovové pouzdro se závitem. Pryžová vložka má tvar misky a dosedá na čep, jehož poloha se zajišťuje přitažením šroubu. Vlastnosti takového mechanismu jsou popsány již v kapitole 1.3.2.2.



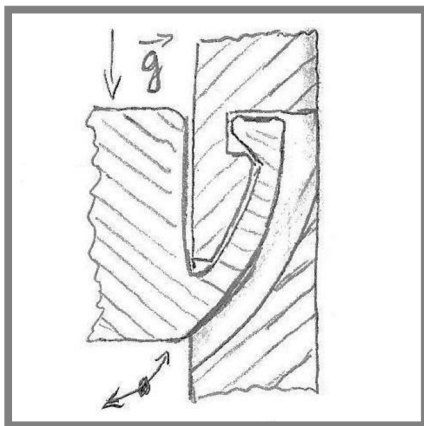
Obr. 5-12 Návrh mechanismu č. 6

5.3 Systém připevnění držáku

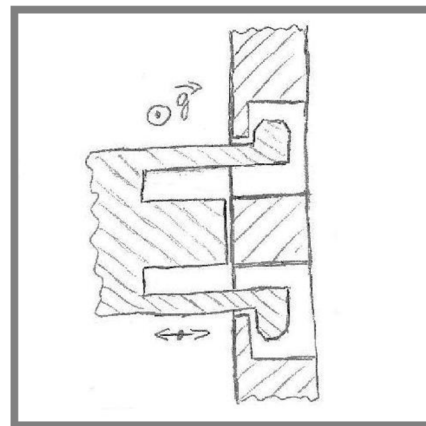
Běžné způsoby připevnění držáku v automobilu jsou vysvětleny v rešeršní části této práce (kapitola 1.4) a není potřebné pro volbu optimální varianty dělat další návrhy řešení. Připevnění pomocí samolepicích disků a šroubů nevyhovují stanoveným kritériím kvůli poškození interiéru vozidla. V úvahu přichází připevnění háčkovým spojem do mřížky ventilace, připevnění pomocí konzoly a podtlakový způsob připevnění.

5.4 Způsob spojení jednotlivých dílů držáku

Způsoby spojení jsou charakterizovány v kapitole 1.5. Jelikož je podoba spojení šrouby obecně známá, tak jsou návrhy zaměřeny pouze na spojení dílů pomocí háčkového spoje. Orientace náčrtů je zřejmá z naznačeného směru vektoru tíhového zrychlení označeného písmenem g .



Obr. 5-13 Návrh háčkového spoje č. 1



Obr. 5-14 Návrh háčkového spoje č. 2

První návrh (viz obr. 5-13) je určen výhradně pro spojení polohovacího mechanismu s vaničkou. Přičemž háček je umístěn na mechanismu a drážka je vytvořena ve vaničce. Vyjímání a vkládání háčku se provádí po kruhové trajektorii. Pro uvolnění háčku je nutné vynaložit energii potřebnou k elastické deformaci spojené s ohybem nosníku háčku. Model háčku je znázorněn na obrázku 5-9 *b*.

Náčrt druhé varianty je zobrazen na obrázku 5-14. Dvojice háčků (bokorys modelu viz obr. 5-8), které jsou vzájemně zrcadlově otočené, se připevňuje stlačením jejich nosníků směrem k sobě a zasunutím lineárním pohybem do drážek až po konstrukční doraz. Uvolnění probíhá v opačném pořadí. Obecnou nevýhodou háčkových spojů je obtížná výroba drážky při odlévání.

5.5 Výběr optimální varianty řešení

5.5

Návrhy vaničky a polohovacího mechanismu jsou rozděleny do kategorií dle jejich polohovatelnosti a posouzeny s ohledem na tyto kategorie. Pro lepší uživatelské nastavení jsou výhodnější držáky umožňující polohování ve více osách, proto je jim v konstrukční části věnována větší pozornost.

Díky postupnému způsobu navrhování vaničky odstraňujícím nedostatky původních koncepcí je nejvhodnější varianta vaničky ve své kategorii odvozena již v kapitole 5.1. Konkrétně se jedná o variantu vaničky otočné okolo vertikální osy s drážkou obepínající celou spodní polovinu PDA (viz obr. 5-4) a o vaničku otočnou okolo vertikální i horizontální osy s ovládacím členem umístěným přímo na čele ohýbané části vaničky (viz obr. 5-6).

Z polohovacích mechanismů jednoosých je pro svou konstrukční i výrobní jednoduchost nejvhodnější první varianta řešení (viz obr. 5-7), která umožňuje plynulé nastavení úhlu natočení držáku v celém jeho rozsahu.

Z kategorie kulových polohovacích mechanismů je vybrán pátý návrh (viz obr. 5-11) využívající vaničku jako součást mechanismu.

System připevnění držáku je s ohledem na spolehlivost, vysokou tuhost, snadnou výrobitelnost a jednoduchost provedení zvolen jako připevnění pomocí konzoly.

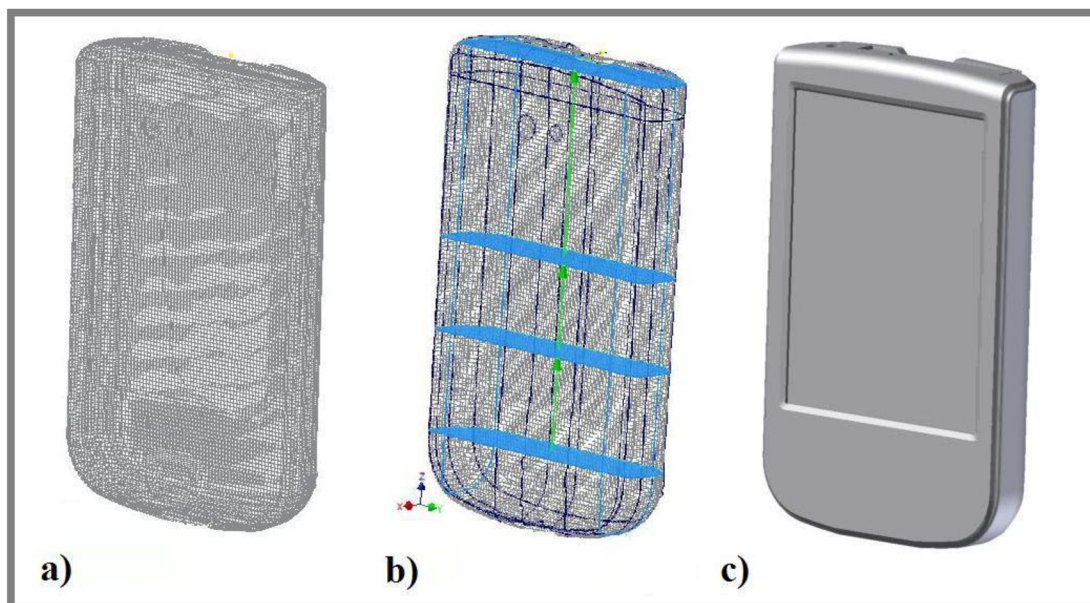
Pro jednoduchost a spolehlivost je jako vhodný způsob spojení dílů držáku vybráno spojení pomocí samořezných šroubů.

6 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Při konstrukčním řešení držáku je využito reverzního inženýrství - tedy stanovení přesných rozměrů PDA, jejich převedení do digitální podoby a vytvoření modelu přístroje se všemi jeho konstrukčními a funkčními prvky. Na základě tohoto modelu je vytvořen model vaničky držáku, který je v sestavě spojen s modely ostatních dílů. Tyto díly a celá sestava jsou podrobeny pevnostním analýzám metodou konečných prvků (MKP) a následuje samotná výroba držáku technologií Rapid Prototyping (RP). 3D tiskem se vytvoří jednotlivé díly prototypu, ze kterých jsou udělány master modely a s jejich pomocí jsou zhotoveny silikonové formy. Nakonec se díly vyrobí vakuovým odléváním plastů, provedou se na nich dodatečné a povrchové úpravy a smontují se v konečný prototyp držáku.

6.1 Digitalizace zařízení

Jelikož je povrch PDA tvořen velkým množstvím tvarových ploch a prostorových křivek, tak je obtížné přesné rozměry a tvary tohoto přístroje zjistit pomocí běžných měřících metod. Z tohoto důvodu je použito digitalizačního systému ATOS (Advanced Topometric Sensor) od firmy GOM. Jedná se o 3D aktivní optický skener, který snímá povrch předmětu za pomoci kamer a zdroje světla. Prostřednictvím stejnojmenného softwaru ho převádí na tzv. mračno bodů. V softwaru je zvolen souřadný systém a body jsou propojeny do trojúhelníků. Takto vytvořený model je ve směru os rozřezán a importován do programu Autodesk Inventor v podobě konstrukční skupiny tvořící drátovou mřížku (viz obr. 6-1 a).



Obr. 6-1 Tvorba modelu PDA; a) drátová mřížka, b) šablonování modelu, c) hrubý model

Mřížka je proložena 2D náčrtů, které jsou rovnoběžné s hlavními rovinami souřadného systému. Do náčrtů je promítnut tvar rozřezané mřížky a vzniklé obrysy jsou vyhlazeny v přímky, oblouky a interpolované křivky tak, aby tvořily uzavřené smyčky. Pomocí nástroje *Šablonování* jsou vybrány rovnoběžné vyhlazené profily a jako vodící trajektorie slouží k nim kolmé náčrtů (viz obr. 6-1 b). Automaticky je vytvořeno mapování bodů zamezující natočení profilů. Podle složitosti utvářené části

tělesa je volen počet použitých náčrtů a šablonování je aplikováno i ve směru další osy, kdy se profily zamění s původními trajektoriemi. Tímto způsobem vzniká tzv. hrubý model PDA (viz obr. 6-1 c), který má konstrukční tvar zařízení, ale ještě postrádá funkční prvky. Ovládací tlačítka, otvory pro mikrofon, objektiv fotoaparátu, zrcátko, nasvětlující dioda, reproduktor, pojistka proti uvolnění zadního krytu, otvor pro stylus, paměťové karty, konektor pro sluchátka, napájecí konektor a tlačítko reset jsou vymodelovány postupným vytvářením náčrtů a aplikací nástrojů *Vysunutí*, *Rotace* a *Otvor*. Vzniklým prvkům jsou dle potřeby zaobleny, nebo sražené hrany a prvky symetrické k dané rovině jsou kopírovány příkazem *Zrcadlit*. Pro reálnější vzhled modelu jsou na plochy a prvky přístroje naneseny barevné textury a pro nápisy a grafiku displeje je použit nástroj *Obtisk*. Konečný model PDA je zobrazen na obrázku 6-2.



Obr. 6-2 Model PDA

6.2 Modelování držáku

6.2

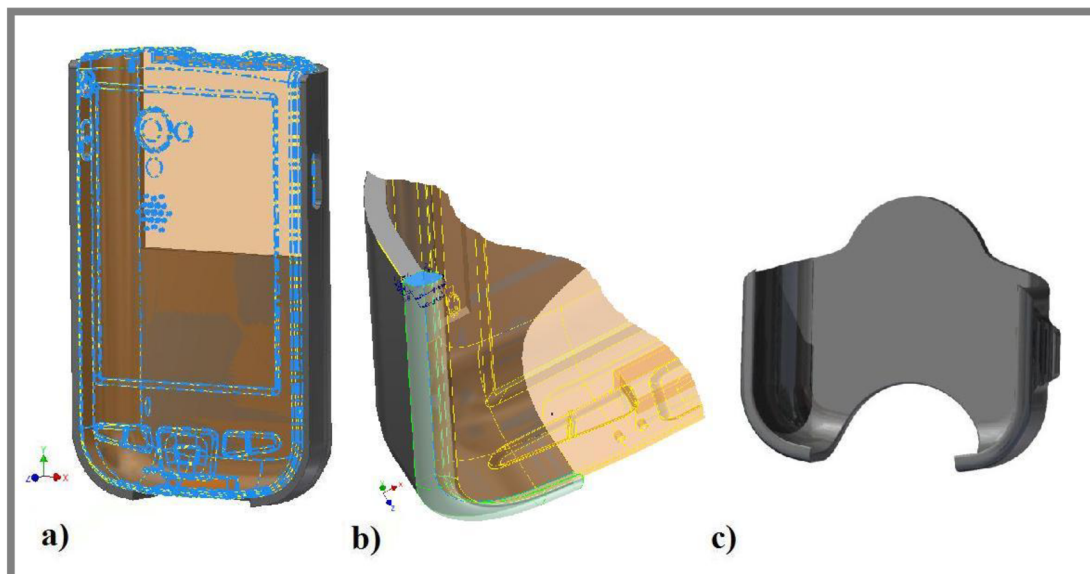
Tvorba modelu není pouze nutným mezikrokem k výrobě prototypu, ale díky lepší vizualizaci součásti je důležitá i z hlediska dalších konstrukčních úprav, které předchozí návrhy nezahrnují. Také umožňuje ještě před výrobou numericky určit fyzikální, dynamické i mechanické vlastnosti hotového držáku a upozornit tak na možná nebezpečí při jeho použití v praxi.

6.2.1 Vanička

6.2.1

Nejdříve je vymodelován návrh vaničky číslo čtyři (viz obr. 5-4). Z modelu PDA je funkcí *Kopírovat objekt* vytvořena kompozitní plocha, která je jako konstrukční skupina vložena do nového souboru součástí. Pomocí nástroje *Zesílení/Odsazení* jsou zhotoveny základní stěny vaničky o tloušťce 2,5 milimetru (viz obr. 6-3 a). Do zadní stěny jsou vyřezány vybrání pro zajištění konstrukčních výčnělků přístroje při jeho vložení do držáku. Na základě nakresleného profilu a 3D náčrtu trajektorie je příkazem *Tažení* (viz obr. 6-3 b) zkonstruováno vedení, které drží zařízení z přední strany. Následně je zkopírováno zrcadlením na druhou polovinu součásti. Funkcí *Vysunutí* jsou zaceleny nežádoucí otvory, vytvořen úchyt pro stylus a tvar modelu

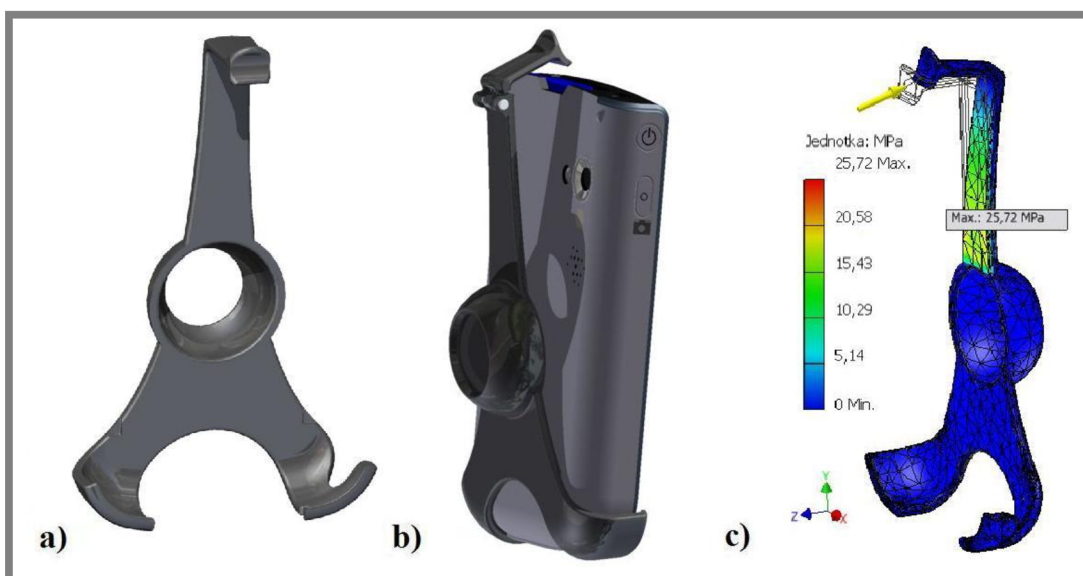
přizpůsoben návrhu. Aby vznikla co největší styčná plocha je nástroji *Rozdělit*, *Posunout tělesa*, *Vysunuti* a *Kombinovat* vanička prodloužena až pod reproduktor. Nakonec jsou zaobleny hrany součásti.



Obr. 6-3 Tvorba modelu návrhu vaničky č. 4; a) základní stěny vaničky, b) tažení vedení, c) model vaničky

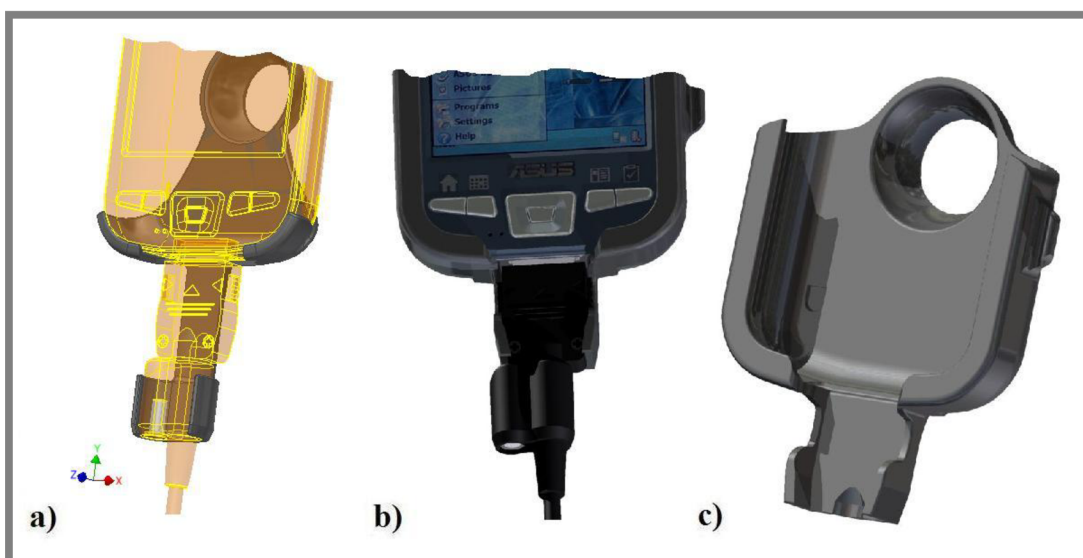
Model vaničky polohovatelné ve více osách (viz obr. 6-4 a) vychází z předcházející součásti. Boční stěny jsou ořezány a zadní stěna je přizpůsobena návrhu. V horní části je pomocí ploch PDA vymodelován uvolňovací člen. Na rozdíl od návrhu je stylus ponechán v přístroji a jeho vyjmutí je umožněno pomocí výřezu ve vaničce. Uprostřed součásti je vytvořena kulovitá plocha s kuželovou dírou, která slouží jako část polohovacího mechanismu umožňujícím plynulé natočení zařízení ve vodorovné ose o 360° a ve svislých osách o 50° . Jako náhradní konstrukční řešení vaničky pro případ, že požadovaný ohyb její části pro uvolnění přístroje nebude z pevnostního hlediska možný, je varianta vaničky s pružinou (na obr. 6-4 b vyobrazena při vyjímání zařízení), u které je horní uvolňovací člen připojen k tělu vaničky pomocí čepu procházejícím zkrutnou pružinou. Ta je vytvořena v generátoru komponent umožňujícím součást konstruovat na základě rozměrových i pevnostních požadavků, které jsou vzájemně propojeny výpočtovým modulem. Výhodou modifikace je umožnění přístupu k paměťovým kartám. Naopak záporem je větší počet dílů držáku a v závislosti na tuhosti pružiny i větší síla nutná k uvolnění PDA, popř. menší spolehlivost vaničky. Pro volbu varianty řešení je provedena v systémovém prostředí programu statická pevnostní analýza MKP vykreslující napětí Von Mises (viz obr. 6-4 c). Jako výchozí materiál je zvolen ABS (akrylonitrilbutadienstyren) plast s mezí kluzu v tahu 40 MPa, ke které je vztažen součinitel bezpečnosti. Průměrná velikost prvku sítě ovlivňující přesnost výsledku je 0,1 mm. Síť tak tvoří 26221 uzlů a 15424 prvků. Pevná vazba je aplikována na kulovitou plochu vaničky, u které se uvažuje zajištění polohovacím mechanismem. Zatěžující síla o velikosti 7 N působí v uvažovaném směru působení prstu na plochu uvolňovacího členu vaničky a způsobuje posunutí dorazu ve svislém směru o 4 mm, které je potřebné pro uvolnění zařízení z vaničky. Toto posunutí bylo změřeno pomocí vhodně umístěné

virtuální sondy. Součinitel bezpečnosti k meznímu stavu pružnosti je 1,57. Vzhledem k výsledku MKP je modifikace vaničky zbytečná a je ponecháno původní řešení.



Obr. 6-4 Model návrhu vaničky č. 6; a) základní varianta, b) náhradní řešení, c) MKP

V návrhu i v předešlé konstrukci vaničky je sice umožněno napájení přístroje, ale při polohování vaničkou hrozí poškození napájecího konektoru, který není k takové manipulaci určen. Proto je žádoucí předejít tomuto problému pevným uchycením konektoru k tělu vaničky. Z tohoto důvodu je provedena digitalizace napájecího konektoru a jeho kompozitní plocha vložena do modelu vaničky. Konstrukční návrhy jsou provedeny pro obě vaničky a zobrazeny na obrázku 6-5. První varianta umožňuje připevnění konektoru před i po umístění PDA do vaničky. Nevýhodou je malá tuhost a velké celkové rozměry vaničky. Druhá varianta je vhodnější. Má menší rozměry, vyšší tuhost a díky připevnění konektoru a konstrukčním výčnělkům přístroje, které jsou zajištěné vybráním, umožňuje bezpečně polohovat vaničkou i ve více osách než je tomu v původním návrhu.



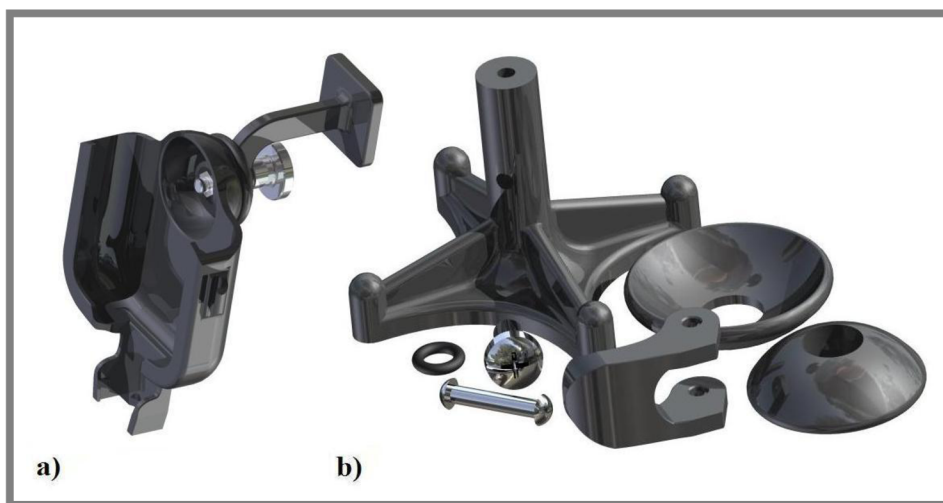
Obr. 6-5 Upevnění napájecího konektoru; a) varianta č. 1, b) varianta č. 2, c) výsledný model vaničky

Nedostatkem je, že konektor musí být připevněn již před vsunutím PDA do vaničky. Proto je uchycení konstruováno tak, aby v něm byl konektor na stálo. Výsledný model vaničky (viz obr. 6-5 c) má výšku 107 mm, šířku 83,7 mm a hloubku 33,9 mm. Předpokládaná hmotnost výrobku je 30 gramů.

6.2.2 Polohovací mechanismus

Vzhledem k možnosti vaničkou polohovat ve více osách je konstrukce zaměřena pouze na tento typ polohovacího mechanismu.

Plastové díly mechanismu jsou postupně vymodelovány v Autodesk Inventoru obdobně, jako tomu bylo u vaničky, a spolu s ní jsou vloženy do sestavy. Nosné rameno je zakončeno deskou s předvrtanými otvory pro samořezné šrouby pro připevnění ke konzole. Spojení je provedeno pomocí vazeb, které omezují vzájemný pohyb dílů, a normalizovaných součástí, které jsou do sestavy umístěny z knihovny *Obsahového centra*. S využitím nástroje *Kontrola kolizí* je modifikována velikost aretačních kulových ploch tak, aby byly maximální a zároveň nedošlo k dotyku ostatních ploch dílů s vaničkou, popř. s PDA. Sestava je podrobena pevnostním analýzám a dynamickým simulacím. Při ověřování dynamických možností mechanismu se ukázalo, že aretaci polohy vaničky je obtížné ovládat jednou rukou, což nevyhovuje kladeným požadavkům. Také odlití ramene by bylo technologicky náročné. Proto je vytvořena modifikace mechanismu.



Obr. 6-6 Model polohovacího mechanismu; a) původní varianta, b) modifikované díly

Normalizované součástky jsou odstraněny a dosedací miska je oddělena od nosného ramene. To je nahrazeno ramenem válcového tvaru procházejícím dírou ve vytvořeném vnějším disku a otvorem ve vaničce, čímž zastupuje původní doraz maximálního náklonu mechanismu. Rameno je zakončeno deskou a vyztuženo žebry. Na vnitřním disku je zrušena díra s šestihrábným zahloubením pro matici a místo ní je vytvořena průchozí díra s válcovým zahloubením na opačné straně dílu. Do zahloubení je vložen pryžový O-kroužek a nosné rameno zajištěné šroubem s válcovou hlavou. Samotné sevření dílů je realizováno pomocí páky zakončené vačkou, která je z důvodu samosvornosti konstruována s mírným přesahem. Osu vačky tvoří nýt, který zároveň spojuje ovládací páku s ramenem. O-kroužek tak obstarává funkci předepjatí šroubu spojujícího vnitřní disk s nosným ramenem a

vymezení přesahu vačky při montáži. Na závěr je sestava znovu prověřena MKP a simulacemi.

Princip funkce mechanismu: Plocha vačky dosedá při zajištěné poloze na rovnou plochu vnějšího disku, který spolu s vnitřním diskem svírá vaničku. Při pohybu pákou směrem od vaničky se vnější disk, díky vačkovému mechanismu, oddálí od vaničky a tím ji uvolní (při vychýlení páky o 30° dojde k posunutí disku o 1 mm). Nyní je možné nastavit polohu zařízení, přičemž uživatel vaničku drží jednou rukou a ukazováčkem téže ruky ovládá páku. Vrácením páky do původní polohy je mechanismus opět zajištěn.

Tab. 1 Seznam součástí polohovacího mechanismu

Název - označení	Norma - rozměr	Materiál	Hmotnost
Nosné rameno s deskou	Průměr = 10 mm, délka = 40 mm, výška = 45 mm, šířka = 45 mm	Plast	0,013 kg
Páka s vačkou	Výška = 23 mm, šířka = 16 mm, hloubka = 12,5 mm	Plast	0,002 kg
Vnější disk	Průměr = 33 mm, šířka = 9 mm, díra = 10,5 mm (průměr)	Plast	0,003 kg
Vnitřní disk s osazenou dírou	Průměr = 28 mm, šířka = 12 mm, díra = 3,5 mm, osazení = 10 x 7 mm	Plast	0,005 kg
Nýt	ČSN 02 2301 – 3 x 20	Hliník	0,001 kg
Šroub do plechu	ISO 7049 – ST 4,8 x 16 – C - H	Ocel	0,001 kg
O-kroužek	ČSN 10 489 – P5	Pryž	0,001 kg

6.2.3 Konzola

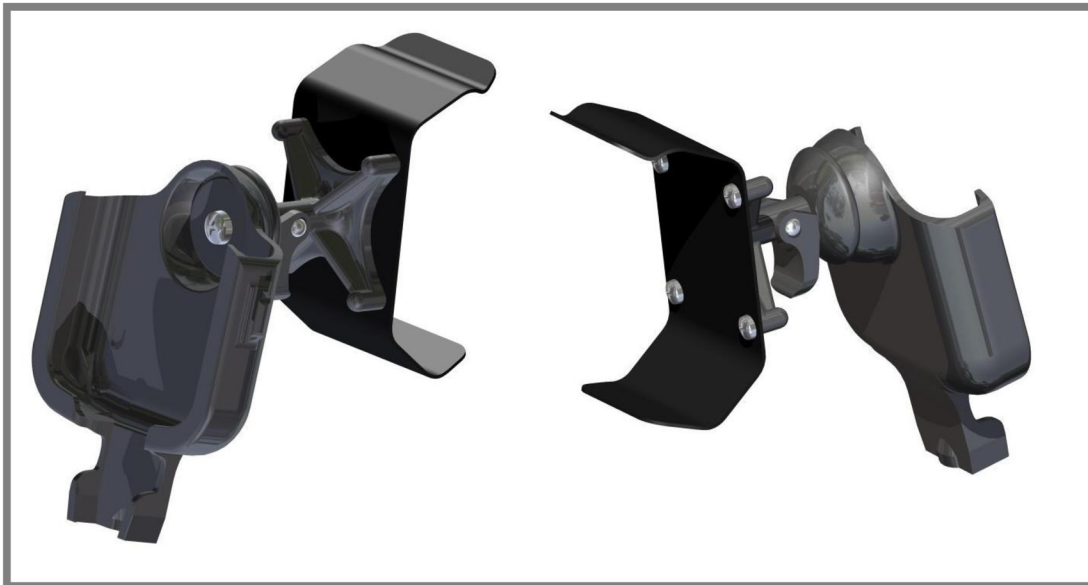
6.2.3

Konzola je určena pro automobily Škoda Octavia I. generace. Její umístění je zvoleno na střední části palubní desky, čímž se přispívá k aktivní bezpečnosti jízdy, neboť je držák plně přístupný a ovladatelný nejen pro řidiče, ale i pro spolujezdce. Rozměry nezbytné pro konstrukci konzoly jsou získány na základě experimentálního měření pomocí lehce tvarovatelného plechu. Polotovarem konzoly je zvolen ocelový plech z materiálu 11 321 o rozměrech 140 x 50 mm a tloušťce 1 mm. V 3D parametrickém modeláři je vytvořena plechová součást v podobě tohoto polotovaru a ve funkčních místech pro připevnění konzoly jsou zkoseny a zaobleny hrany. Dále jsou vytvořeny otvory pro připevnění nosného ramene držáku a plech je v pěti místech vytvarován příkazem *Ohnutí*. Rozměry modelu konzoly jsou 88 x 50 x 36 mm a váha činí 53 gramů. Pro možnost výroby dle modelu je použita funkce *Přejít na rozvin*. Funkce vytváří náhled na plechový díl před ohnutím s vyznačenými místy a poloměry ohybů. Na základě rozvinutého modelu je zhotoven výrobní výkres konzoly (viz Příloha 4).

Montáž konzoly se provádí jednoduchým zasunutím nejprve její horní a následně i dolní části do technologických mezer mezi plasty palubní desky, přičemž k ní není potřeba žádného vybavení. Konzola drží díky tvarovému styku bez použití samolepících proužků, takže nedochází k znehodnocení povrchu interiéru vozidla a je jí možné jednoduše demontovat obráceným postupem, než tomu je u montáže.

6.2.4 Celková sestava

Sestava modelu je složena z třinácti součástí o souhrnné hmotnosti 113 gramů. Vanička s polohovacím mechanismem jsou připevněny ke konzole pomocí čtyř šroubů do plechu ISO 7049 – ST 3,5 x 9,5 – C - H. Celkové rozměry modelu prototypu jsou dány aktuálním natočením vaničky, proto je definován pracovní prostor držáku, který je dán vzdáleností palubní desky od středu otáčení vaničky a nejvzdálenějším bodem vaničky od tohoto středu. Pracovní prostor má přibližně tvar válce o výšce 120 mm a průměru 180 mm.



Obr. 6-7 Model prototypu držáku

6.3 Výroba držáku

Technologie výroby prototypu pomocí vakuového odlévání plastů se skládá z několika základních částí popsaných níže. Během této finální fáze tvorby prototypu nabude držák všech žádaných vlastností (mechanických, geometrických i funkčních). Pro větší názornost je v příloze vytvořena fotodokumentace výroby (viz Příloha 1).

6.3.1 Výroba master modelů

Proces je zahájen 3D tiskem vymodelovaných dílů. CAD soubory jsou v Autodesk Inventoru převedeny do formátu STL a dále zpracovány softwarem CatalystEX. Jedná se o software pro 3D tiskárny od společnosti Dimension, na které jsou modely zhotoveny (konkrétně na tiskárně Dimension SST 1200). Tato tiskárna pracuje na technologii FDM (Fused Deposition Modeling), která je založena na postupném nanášení vrstev podpurného a stavebního ABS plastového materiálu pomocí tavných trysek. ABS materiál zhotovený FDM metodou má pevnost v tahu přibližně 22 MPa a v ohybu 41 MPa [8]. V programu jsou dle nastavených parametrů 3D modely rozřezány na 0,254 mm tenké vrstvy, způsob vyplnění modelu stavebním materiálem je zvolen jako *Solid* (plná výplň pro nejlepší mechanické vlastnosti) a podpurný materiál je nanášen způsobem *Sparse* (úspora použitého materiálu bez ohrožení stavební stability modelu). Dále je zvolena orientace modelu na pracovní desce

tiskárny tak, aby vlákna nanášeného materiálu byla spojitá ve směru zatížení namáháním působícím při ověřování funkčnosti modelů a docílilo se co největší úspory materiálu. Po zvolení orientace program doplní k modelu podpurný materiál, vyhodnotí množství potřebného materiálu a čistý pracovní čas a umožní náhled na postup tisku modelu po jednotlivých vrstvách. Modely jsou postupně odeslány k 3D tisku. Tiskárna nejprve zahřeje tavné trysky na provozní teplotu a provede kalibraci umístění trysek vůči pracovní desce. Následně na ni nanese základní vrstvu podpurného materiálu a postupně vytváří jednotlivé vrstvy podpor a modelu (viz obr. P-1 a P-2). Během procesu jsou trysky automaticky čištěny. Po dokončení tisku je pracovní deska vyjmuta z tiskárny (viz obr. P-3) a je z ní odstraněn model včetně podpurného materiálu.

Model je mechanicky zbaven podpurného materiálu, a protože je jeho povrch tvořen jednotlivými vrstvami a prohlubněmi, které jsou dány technologií tisku, je nutné model povrchově upravit. Po aplikaci tmelení, broušení, plnění, barvení a lakování (viz obr. P-4) vzniká konečný master model. Tento proces se opakuje pro každý plastový díl držáku.



Obr. 6-8 Hotové master modely

6.3.2 Vakuové odlévání

6.3.2

První částí tohoto procesu je tvorba silikonových forem. Nejdříve jsou vhodně zvoleny dělicí roviny jednotlivých modelů, které jsou zřejmě z příložené fotodokumentace. Pro předlití otvorů je použito svařovacích drátů požadovaných průměrů. Master modely jsou umístěny na skleněné desky a zaformovány plastelínou, do které se vytvoří tvarové zámky a následně se vyhladí. Pro úsporu materiálu je vnější a vnitřní disk držáku umístěn na jedné desce a opatřen společnou vtokovou soustavou. Pomocí dalších skleněných desek a lepicí tavné pistole se vytvoří okolo modelů stěny (viz obr. P-5). Pro celkový objem forem je odměřena polyadiční silikonová hmota a tužidlo (Silastic[®] T-4 RTV od firmy Dow Corning [9]) v poměru 100:10 dle materiálových listů. Obě složky se promíchají a vloží do připravené vakuovací komory, kde se z nich odstraní bubliny. Vakuovaný silikon se vyjme z komory a nalije do skleněných forem (viz obr. P-6). Zbylé bubliny většinou během 20 až 40 minut vyplavou na povrch a je možné je ještě před

ztuhnutím silikonu odstranit propíchnutím. Formy tuhnou při teplotě 22°C 12 hodin. Jelikož se forma pro vaničku skládá ze tří částí, je nejprve zhotoveno silikonové jádro a až následně první polovina formy, která je pro ustavení vzájemné polohy částí formy vyztužena vyjímatelnými vodícími dráty. Po ztuhnutí jsou skleněné formy rozebrány, z master modelů je odstraněna plastelína a silikon je zbaven zateklin. Z důvodu chemické reakce mezi změkčovačem plastelíny a silikonem jsou formy dotvrzeny v temperační komoře při 70 °C. Dodatečně jsou na dělicí rovině vytvořeny skalpelem tvarové zámky a tím jsou první poloviny silikonových forem hotové. Druhé poloviny forem jsou vytvořeny obdobným způsobem, pouze před vlastním litím silikonu jsou stávající formy natřeny separátorem (viz obr. P-8) z důvodu snadnějšího oddělení silikonových ploch a k modelům je přilepena vtoková soustava. Po ztuhnutí jsou z forem vyjmuty master modely, dráty pro předlití otvorů i vodící dráty a kolíky vtokové soustavy a formy jsou vyčištěny od zateklin. Nakonec jsou vytvořeny v horní polovině silikonové formy odvzdušňovací otvory (např. 36 ve formě nosného ramene).

Druhou částí procesu je odlévání plastů. Před samotným odléváním jsou obě poloviny formy sešity svorkami a přehřátý v temperační peci (viz obr. P-11). Dle hmotnosti dílu a nutných přísad na vtokovou soustavu a ztráty je odměřeno potřebné množství složky A (polyol) a B (isokyanát) polyuretanové hmoty PR 403 v poměru 60:100. Kelímky složek jsou upevněny ve vakuovací komoře a je zahájen proces vakuování, při současném míchání složky B. Po odstranění bublinek z chemikálií je do komory umístěna vyhřátá forma a obnoveno vakuum. Složka A je přelita ke složce B a po krátkém promíchání, při kterém dojde k chemické reakci, je směs nalita při licím tlaku (100 až 120 mbar) do formy (viz obr. P-12). Následuje ukončení vakuování a vyjmutí formy z komory. Forma se nechá odstát, dokud materiál nezgelovatí a následně je umístěna do temperační pece na dobu a teplotu dle materiálových listů. Takto vytvořený díl má vlastnosti PP s pevností v tahu 47 MPa a v ohybu 65 MPa (viz Příloha 3) [10], které jsou na rozdíl od master modelu v celém objemu homogenní a převyšují vlastnosti materiálů použitých pro numerické výpočty a simulace.



Obr. 6-9 Formy a odlitky vakuového odlévání plastů

Poslední částí výroby jsou úpravy odlitků. Odlitek je vyjmut ze silikonové formy a je z něj odstraněn vtok (viz obr. P-13) a zatekliny v odvětrávacích otvorech a dělicí rovině. Tato místa jsou vyhlazena jemným broušením. Nakonec se ošetří povrch dílu pomocí dvousložkové barvy a laku. Tímto způsobem jsou vyrobeny všechny plastové díly prototypu.

6.3.3 Výroba konzoly

6.3.3

Konzola je vyrobena tvářením za studena. Podle výrobního výkresu (viz Příloha 4) je vystříhnut z polotovaru žádaný tvar plechu. Dále jsou vyvrtány otvory a plech je v určených místech ohnut. Povrch konzoly je ošetřen nátěrem černé barvy.

6.3.4 Sestavení prototypu

6.3.4

Prototyp je smontován následujícím způsobem: Nejdříve je na nosné rameno připevněna páka s vačkou pomocí nýtu. Pro zabránění poškození laku při montáži nýtu jsou na nýt navléknuty podložky DIN 125 – 3,2. Dále je na rameno vložen vnější disk a vanička. Do zahlužení díry vnitřního disku je umístěn O-kroužek a disk je uchycen k nosnému ramenu šroubem. Při přitahování šroubu je ovládací páka v zajištěné poloze a dbá se na vytvoření přesahu vačkového mechanismu pro spolehlivou aretaci polohy vaničky takového, aby byla síla potřebná pro uvolnění mechanismu minimální. Nosné rameno je na závěr připevněno pomocí čtyř šroubů s podložkami ke konzole.



Obr. 6-10 Prototyp držáku

7 ZÁVĚR (KONSTRUKČNÍ, TECHNOLOGICKÝ A EKONOMICKÝ ROZBOR ŘEŠENÍ)

Cíle práce byly splněny v plném rozsahu. Bylo navrženo 6 variant řešení vaničky, 6 variant polohovacího mechanismu, 2 způsoby spojení dílů a vybráno připevnění držáku v automobilu pomocí konzole. Výsledná varianta držáku je určena pro spolehlivé připevnění přístroje na střední část palubní desky v automobilech Škoda Octavia I. generace. Má hmotnost 113 gramů a pracovní prostor přibližně ve tvaru válce o výšce 120 mm a průměru 180 mm. Její vanička, která obepíná celou spodní polovinu PDA, napájecí konektor a poskytuje uchycení stylusu přístroje v kruhové drážce, je součástí polohovacího mechanismu. Ten dovoluje plynulé natočení zařízení ve vodorovné ose o 360° a ve svislých osách o 50°. Pro aretaci je využíván vačkový mechanismus ovládaný pákou.

Nad rámec práce byly vytvořeny 3D modely všech dílů držáku a na jejich základě vyrobeny jednotlivé díly prototypu. Po sestavení byl prototyp odzkoušen (viz Příloha 2) a zhodnocen jako funkční. Vytvořené návrhy a prototyp respektují vytyčené cíle práce.

Práce by mohla být v budoucnu rozšířena o řešení univerzálního připevnění držáku v automobilu, např. podtlakového systému připevnění, a o celkové řešení ergonomie a designu prototypu. Také by bylo vhodné využít maximální kapacitu silikonové formy a odlít větší množství dílů tak, aby byly efektivně rozloženy celkové ekonomické náklady na malosériovou výrobu držáku.

Vynaložený čas a finanční prostředky na realizaci prototypu

Časové zhodnocení shrnuje odhad času, který byl vynaložen na dílčí úkony při tvorbě návrhů, modelů a samotné výrobě prototypu.

- **master modely** - návrhy 15 hodin, 3D modely 20 hodin, 3D tisk 7 hodin, povrchová úprava 25 hodin, celkem 67 hodin
- **silikonové formy** – návrhy 3 hodiny, výroba 42 hodin, celkem 45 hodin
- **plastové díly** – odlévání 7 hodin, povrchová úprava 12 hodin, celkem 19 hodin
- **konzola** – návrh 1 hodina, 3D model 1 hodina, výroba 1 hodina, povrchová úprava 2 hodiny, celkem 5 hodin

Přibližný čas potřebný pro konstrukční návrh a výrobu prototypu je **136 hodin**.

Finanční zhodnocení obsahuje odhad materiálových nákladů, které byly použity na výrobu master modelů, silikonových forem, jednotlivých dílů prototypu a nákup normalizovaných dílů.

- **konzola** - při množství použitého plechu o váze 55 gramů (35 Kč / 1 kg) je cena konzoly 2 Kč,
- **odlévané díly** - materiálové náklady jsou celkem 1 793 Kč (viz Tab. 2),

- *normalizované díly* - cena nakoupených normalizovaných dílů je 8 Kč (viz Tab. 3),
- *povrchové úpravy* - náklady na smirkový papír, tmel a barvu cca. 600 Kč.

Tab. 2 Materiálové náklady na výrobu plastových dílů prototypu

Název dílu	Objem ABS materiálu pro 3D tisk [cm ³]	Množství silikonu s tvrdidlem Silastic [®] T-4 [g]	Množství polyuretanové směsi PR 403 A+B [g]	Celkové náklady
Nosné rameno s deskou	14,5	283	17	346,5 Kč
Páka s vačkou	5,7	47	4	99,0 Kč
Vanička	47,5	957	35	1 146,0 Kč
Vnější a vnitřní disk	8,8	156	11	201,5 Kč
Celkové množství materiálu	76,5	1443	67	-
Cena za jednotku materiálu	12,5 Kč	0,567 Kč	0,284 Kč	-
Cena materiálu	956 Kč	818 Kč	19 Kč	1 793 Kč

Tab. 3 Seznam nakoupených normalizovaných dílů

Název dílu	Norma - rozměr	Množství [ks]	Celková cena
Nýt	ČSN 02 2301 – 3 x 20	1	1,5 Kč
Podložka	DIN 125 – 3,2	6	1 Kč
Šroub do plechu	ISO 7049 – ST 4,8 x 16 – C - H	1	0,5 Kč
Šroub do plechu	ISO 7049 – ST 3,5 x 9,5 – C - H	4	1,5 Kč
O-kroužek	ČSN 10 489 – P5	1	3,5 Kč
Celková cena nakoupených normalizovaných dílů			8 Kč

Celkové materiálové náklady při výrobě jednoho prototypu jsou **2 403 Kč**. Za předpokladu, že by se ze silikonových forem vyrobilo 30 prototypů, klesly by náklady na 120 Kč za kus. Ceny materiálů pro vakuové odlévání plastů vychází z informací od společnosti TORTEN s.r.o. [10]. Všechny ceny jsou uvedeny bez DPH.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] *Držáky do auta Brodit* [online]. c1999, c2011 [cit. 2011-02-02]. Dostupné z WWW: <<http://brodit.cz/>>.
- [2] *HR - Autocomfort : The mounting solution experts* [online]. 18.02.2008 , c2008 [cit. 2011-02-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.hrautocomfort.de/>>.
- [3] *Garmin : Speciální držáky RAM MOUNT* [online]. Picodas Praha spol. s r.o., c2009 [cit. 2011-02-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.garmin.cz/produkty/specialni-drzaky-ram-mount/>>.
- [4] *Naztech Technologies* [online]. c2005 [cit. 2011-02-02]. Dostupné z WWW: <<http://naztech.com/>>.
- [5] *Clingo : Universal Mobile Device Accessories* [online]. Clingo LLC, c2011 [cit. 2011-02-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.clingo.com/car-mounts/universal-hands-free-mount>>.
- [6] *Dashmount* [online]. c2001 [cit. 2011-02-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.dashmount.co.uk/index.php/Dashmount-Brackets.html>>.
- [7] *Krusell : Cases for mobile electronics* [online]. 1995 [cit. 2011-05-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.krusell.se/en/products/multidapt>>.
- [8] KRISTEL, Peter. *Postup tvorby prototypového dílu „řadící hlavice“ s využitím moderního softwaru a technologií* [online]. Brno, 2010. 56 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství. Dostupné z WWW: <https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=27260>.
- [9] *Dow Corning* [online]. c2011 [cit. 2011-05-12]. SILASTIC® T-4 RTV SILICONE RUBBER BASE & T-4 CURING AGENT. Dostupné z WWW: <<http://www3.dowcorning.com/applications/search/products/details.aspx?prod=03102891&type=PROD>>.
- [10] *TORTEN - materiály pro výrobu forem a modelů* [online]. InPage, c2011, 04/2009 [cit. 2011-05-18]. Technický datový list PR 403 A+B. Dostupné na požádání z WWW: <<http://www.torten.cz/kontaktovat/>>.
- [11] SHIGLEY, J. E.; MISCHKE, Ch. R.; BUDYNAS, R. G. *Konstruování strojních součástí*. Vyd. 1. Brno : VUTIUM, 2010. 1159 s. ISBN 978-80-214-2629-0.
- [12] SVOBODA, P.; BRANDEJS, J.; PROKEŠ, F. *Výběry z norem pro konstrukční cvičení*. Vyd. 2. Brno : CERM, 2007. 223 s. ISBN 978-80-7204-534-1.
- [13] ŘASA, J.; ŠVERCL, J. *Strojnické tabulky 1: pro školu a praxi*. Vyd. 1. Praha : Scientia, 2004. 753 s. ISBN 80-7183-321-6.
- [14] ŘEHULKA, Z. *Konstrukce výlisků z plastů a forem pro zpracování plastů*. Brno: Sekurkon, 2007. 228 s. ISBN 978-80-86604-36-7.
- [15] CHUA, C.K, LEONG, K.F, LIMC, S. *Rapid Prototyping : Principles and applications*. 2nd ed. World Scientific, 2005. 420 s. ISBN 981-238-120-1.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN**9**

2D	- Two Dimensional
3D	- Three Dimensional
ABS	- Akrylonitrilbutadienstyren
CAD	- Computer Aided Design
cca.	- Přibližně
ČSN	- Česká soustava norem
DIN	- Deutsche Industrie-Norm
DPH	- Daň z přidané hodnoty
FDM	- Fused Deposition Modeling
HR	- Herbert Richter
ISO	- International Organization for Standardization
MKP	- Metoda konečných prvků
PDA	- Personal Digital Assistant
PP	- Polypropylen
RP	- Rapid Prototyping
STL	- STereolitography file
°	- Stupeň (úhlový)
°C	- Stupeň Celsia
cm ³	- Centimetr krychlový
g	- Gram
Kč	- Koruna česká
kg	- Kilogram
ks	- Počet kusů
mbar	- Milibar
mm	- Milimetr
MPa	- Megapascal
N	- Newton

10 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 1-1 Aktivní držák	14
Obr. 1-2 Držák s průchozím konektorem	15
Obr. 1-3 Jednoučelová vanička	16
Obr. 1-4 Univerzální vanička	16
Obr. 1-5 Univerzální magnetický držák	17
Obr. 1-6 Univerzální gelový držák od firmy Clingo	17
Obr. 1-7 Polohovací mechanismus řešený pomocí „husího krku“	18
Obr. 1-8 Polohovací mechanismus s otočnými klouby	19
Obr. 1-9 Univerzální kovová konzola	20
Obr. 1-10 ProClip	20
Obr. 1-11 Držák pro připevnění do ventilační mřížky	21
Obr. 1-12 Samolepící disk s vyrovnávacími segmenty	21
Obr. 1-13 Multidapt System	22
Obr. 2-1 Zařízení Asus A730	23
Obr. 5-1 Návrh vaničky č. 1	26
Obr. 5-2 Návrh vaničky č. 2	26
Obr. 5-3 Návrh vaničky č. 3	27
Obr. 5-4 Návrh vaničky č. 4	27
Obr. 5-5 Návrh vaničky č. 5	28
Obr. 5-6 Návrh vaničky č. 6	29
Obr. 5-7 Návrh mechanismu č. 1	29
Obr. 5-8 Návrh mechanismu č. 2	29
Obr. 5-9 Návrh mechanismu č. 3	30
Obr. 5-10 Návrh mechanismu č. 4	30
Obr. 5-11 Návrh mechanismu č. 5	31
Obr. 5-12 Návrh mechanismu č. 6	32
Obr. 5-13 Návrh háčkového spoje č. 1	32
Obr. 5-14 Návrh háčkového spoje č. 2	32
Obr. 6-1 Tvorba modelu PDA	34
Obr. 6-2 Model PDA	35
Obr. 6-3 Tvorba modelu návrhu vaničky č. 4	36
Obr. 6-4 Model návrhu vaničky č. 6	37
Obr. 6-5 Upevnění napájecího konektoru	37
Obr. 6-6 Model polohovacího mechanismu	38
Obr. 6-7 Model prototypu držáku	40
Obr. 6-8 Hotové master modely	41
Obr. 6-9 Formy a odlitky vakuového odlévání plastů	42
Obr. 6-10 Prototyp držáku	43

11 SEZNAM TABULEK

11

Tab. 1 Seznam součástí polohovacího mechanismu	39
Tab. 2 Materiálové náklady na výrobu plastových dílů prototypu	45
Tab. 3 Seznam nakoupených normalizovaných dílů	45

12 SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1: Fotodokumentace výroby prototypu
- Příloha 2: Fotodokumentace použití prototypu v praxi
- Příloha 3: Technický datový list PR 403 A+B
- Příloha 4: Výrobní výkres konzoly 4-3A6-005/11
- Příloha 5: Master modely
- Příloha 6: Silikonové formy
- Příloha 7: Prototyp držáku