



# Řízení nákladů výroby exteriérových plastových dílů v automobilovém průmyslu

## Bakalářská práce

*Studijní program:*

B6208 Ekonomika a management

*Studijní obor:*

Podniková ekonomika

*Autor práce:*

**Lukáš Varga**

*Vedoucí práce:*

Ing. Eva Štichhauerová, Ph.D.

Katedra podnikové ekonomiky a managementu







## Zadání bakalářské práce

# Řízení nákladů výroby exteriérových plastových dílů v automobilovém průmyslu

*Jméno a příjmení:* **Lukáš Varga**  
*Osobní číslo:* E17000065  
*Studijní program:* B6208 Ekonomika a management  
*Studijní obor:* Podniková ekonomika  
*Zadávající katedra:* Katedra podnikové ekonomiky a managementu  
*Akademický rok:* **2019/2020**

### Zásady pro vypracování:

1. Teoretická východiska ve vybrané oblasti.
2. Analýza současného procesu výroby.
3. Analýza plýtvání procesu.
4. Analýza plýtvání designu.
5. Návrhy opatření a alternativních řešení včetně jejich vyhodnocení.

Rozsah grafických prací:  
Rozsah pracovní zprávy:  
Forma zpracování práce:  
Jazyk práce:

30 normostran  
tištěná/elektronická  
Čeština



### Seznam odborné literatury:

- BHASIN, Sanjay. 2015. *Lean Management Beyond Manufacturing: A Holistic Approach*. Springer. ISBN 978-3319174099.
- CAMP, Robert B. 2013. *Sustainable Lean*. New York: Productivity Press. ISBN 978-1466571686.
- HABURAIOVÁ, Inga a Miroslav BAUER. 2015. *Leadership s využitím Kaizen a Lean*. Praha: Bizbooks. ISBN 9788026503903.
- MARKSBERRY, Philip. 2012. *The Modern Theory of the Toyota Production System: A Systems Inquiry of the World's Most Emulated and Profitable Management System*. London: Productivity Press. ISBN 978-1466556744.
- POPPENDIECK, Mary. 2013. *The Lean Mindset: Ask the Right Questions*. Addison-Wesley Professional. ISBN 978-0321896902.
- RIES, Eric. 2011. *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses*. Currency. ISBN 9780307887894.
- PROQUEST. 2019 Databáze článků ProQuest [online]. Ann Arbor, MI, USA: ProQuest. [cit. 2019-09-26]. Dostupné z: <http://knihovna.tul.cz>

Konzultant: Ing. Filip Malý, Magna Exteriors (Bohemia) s.r.o., Vedoucí závodového controllingu

Vedoucí práce:

Ing. Eva Štichhauerová, Ph.D.  
Katedra podnikové ekonomiky a managementu

Datum zadání práce:

31. října 2019

Předpokládaný termín odevzdání: 31. srpna 2021

L.S.

prof. Ing. Miroslav Žižka, Ph.D.  
vedoucí katedry

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má bakalářská práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

5. dubna 2020

Lukáš Varga



## **Anotace**

Bakalářská práce se věnuje rozboru nákladů na výrobu vstřikovaných plastových dílů v automobilovém průmyslu, konkrétně krytů nárazníků a jejich doplňků. V teoretické části nejprve stručně představuje nástup automobilové výroby a důvody rostoucího využití a obliby plastových dílů. V praktické části na příkladu výroby ve společnosti Magna Exteriors (Bohemia) analyzuje výrobu tří konkrétních vozů a porovnává nákladovou strukturu s průmyslovým standardem prezentovaným v teorii. Nákladové kategorie člení do podskupin materiálových, lidských a strojních nákladů. Zkoumá odchylky mezi jednotlivými výrobky a vůči teoretickému standardu. Představuje možné příčiny těchto odchylek. Práce představuje a kalkuluje ekonomické dopady neúspěšnosti procesů. Na závěr práce prezentuje některé systematické možnosti snížení nákladů výroby plastových dílů a zhodnocuje jejich dopady a proveditelnost.

**Klíčová slova:** Vstřikování plastů, automobilové nárazníky, lakování plastů, výrobní náklady, nákladová struktura

## **Annotation**

The bachelor's thesis is focused on analyzing the production cost of molded plastic parts in the automotive industry, specifically vehicle bumpers and their accessories. The theoretical basis briefly introduces the rise of automotive manufacturing and reasons for increasing usage of plastic. The following research conducted within Magna Exteriors (Bohemia) analyzes the manufacturing of three specific vehicles and compares their cost structures to a broad industry standard presented in the theoretical part. It allocates the manufacturing costs into categories of material costs, labor costs and machine costs. The research analyzes deviations from the standard. It presents possible causes of these deviations. The thesis explores and calculates the impact of scrap production. In the end the thesis presents selected systemic ways of cost reductions and discusses their effects and possibility.

Keywords: Plastic molding, vehicle bumpers, plastic painting, production cost, cost structure



## **Poděkování**

*Děkuji tímto za vedení, podporu, čas a cenné rady vedoucí práce Ing. Evě Štichhauerové, Ph.D. a Ing. Filipovi Malému. Děkuji také společnosti Magna Exteriors (Bohemia) s. r. o. za poskytnutí přístupu k jejímu zázemí a expertíze pro řešení této problematiky.*



# Obsah

Úvod .....	14
1 Teoretická východiska ve zkoumané oblasti.....	17
1.1 Nástup automobilového průmyslu a plastových dílů .....	17
1.1.1 Historie výroby v automobilovém průmyslu.....	18
1.1.2 Plasty a spektrum jejich aplikací .....	19
1.1.3 Plasty v automobilovém průmyslu 21. století .....	21
1.1.4 Moderní automobilový trh .....	22
1.1.5 Moderní vůz a jeho exteriér .....	24
1.2 Štíhlá výroba .....	26
1.2.1 Plýtvání vs. efektivita.....	28
1.3 Struktura a alokace nákladů výroby nárazníků .....	29
2 Případová studie ve společnosti Magna Exteriors (Bohemia) s. r. o.....	33
2.1 Proces výroby sestav nárazníků .....	33
2.2 Uspořádání procesu výroby.....	34
2.3 Náklady na výrobu krytů a sestav nárazníků.....	35
2.3.1 Proces vstřikování krytu.....	37
2.3.2 Proces lakování krytu.....	40
2.3.3 Proces montáže sestavy.....	42
2.3.4 Nákladová výhodnost dílčích procesů.....	44
2.3.5 Redukce nákladů .....	46
2.3.6 Doplnkové díly.....	49
2.3.7 Úspěšnost výrobních procesů.....	50
2.4 Závěry případové studie.....	53
3 Závěr .....	57
Seznam citací .....	59

## Seznam ilustrací

Obrázek 1: Světová produkce plastů mezi lety 1950–2014 (mil. tun) .....	20
Obrázek 2: Spotřeba plastů v Evropě v roce 2015 (%) .....	20
Obrázek 3: Počty nově registrovaných vozidel v EU* v letech 2003–2018 .....	23
Obrázek 4: Hlavní exteriérové části, Škoda Octavia III, verze RS, facelift .....	25
Obrázek 5: Kryt nárazníku, Škoda Octavia III, verze RS (2013).....	26
Obrázek 6: Vývoj poměrů hlavních nákladových skupin ve výrobě během let (%) .....	31
Obrázek 7: Procentuální zastoupení nákladů na výrobu krytů nárazníků vozů 1, 2, 3.....	37
Obrázek 8: Složení nákladů na vstřikované kryty (Kč).....	38
Obrázek 9: Podíl jednotlivých složek nákladů na vstřikování krytů .....	39
Obrázek 10: Složení nákladů na lakování krytů (Kč) .....	40
Obrázek 11: Podíl jednotlivých složek nákladů na lakování krytů .....	41
Obrázek 12: Zastoupení jednotlivých nákladů na montáž krytů nárazníků (%) .....	43

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Nejčastější druhy průmyslově užívaných plastů .....	21
Tabulka 2: Náklady na výrobu nárazníků vozů 1, 2, 3.....	36
Tabulka 3: Charakteristiky variability nákladových složek vstřikování krytů (%).....	39
Tabulka 4: Charakteristiky variability nákladových složek lakování krytů (%).....	41
Tabulka 5: Rozdělení skupin přímých nákladů na montáž vozů.....	42
Tabulka 6: Složení nákladů na montáž nárazníků (Kč) .....	42
Tabulka 7: Hodnotový přínos jednotlivých výrobních procesů pro výsledný produkt .....	44
Tabulka 8: Vliv hlavních procesů na jednotkové hodnoty produktu .....	45
Tabulka 9: Nákladové skupiny výroby krytů nárazníků (Kč).....	45
Tabulka 10: Relativní podíl nákladových skupin výroby krytů nárazníků (%) .....	46
Tabulka 11: Simulace využití recyklovaného granulátu .....	48
Tabulka 12: Náklady nadstandardního doplňkového dílu.....	50
Tabulka 13: Simulace efektu neúspěšnosti procesů .....	51
Tabulka 14: Nákladová simulace 80% úspěšnosti procesů.....	52

## Úvod

Prudký rozvoj vědy a průmyslu během 20. století přinesl vývoj mnoha nových materiálů pro průmyslové aplikace a zároveň umožnil aplikaci širokého spektra materiálů pro do té doby nepoznané objemy výroby. Tyto rostoucí objemy produkce byly výsledkem mnoha faktorů, mezi které patří například obecná snaha výrobců o růst počtu prodaných výrobků, prvotní marketingové strategie zaměřené na maximalizaci objemu produkce dodávané na trh či dramatický nárůst světové populace během posledního století, především pak nárůst této populace v rozvinutých a spotřebitelsky aktivních a bohatých oblastech.

Pokroky ve výzkumu především v posledních desetiletích dále přinášejí nové plastové materiály a směsi, které jsou schopny zastávat čím dál více funkčních i designových vlastností v neustále se rozšiřující nabídce výrobků. Některé druhy plastů v mnoha případech nahrazují doposud tradiční kovové materiály, v porovnání s nimiž dosahují srovnatelných či dokonce lepších vlastností, a přitom jsou také levnější a zpracovatelsky méně náročné. Aplikované jsou také kombinace těchto materiálů, kdy tradičně celokovový díl je nahrazen minimální kovovou výztuhou jako oporou pro celou sestavu, která je doplněna plastovou částí.

Důležitou oblastí, ve které se významně využívá plastových materiálů, je automobilový průmysl. Jako jedno z relativně novějších odvětví průmyslové výroby je jeho vývoj časově velmi blízko vývoji plastových materiálů. Plastové materiály umožňují levnější a rychlejší výrobu vozů. Plastové materiály jsou také mnohem lépe tvarovatelné oproti kovům, čímž lze dosáhnout lepších a rozmanitějších designů automobilů. Samotné složení plastového materiálu lze také podstatně měnit tvorbou a úpravou směsí, čímž lze mnohem lépe dosáhnout konkrétních vlastností.

Prominentním způsobem výroby plastových součástí pro automobilový průmysl je technologie vstřikování. Roztavený plastový materiál je při tomto způsobu výroby vtlačen do dutiny v ocelové formě, kde vychladne, ztuhne a stane se odlitkem. Tento proces je rychlý, automatizovaný a umožňuje produkci mnoha identických výrobků z každé takové formy. Některé díly mohou dále procházet dodatečnou úpravou, například lakováním

povrchu, lepením, svařováním či jiným montážním procesem, během kterého se z jednotlivých výlisků složí větší sestava navzájem propojených dílů.

Cílem této práce je analýza nákladů výroby exteriérových plastových dílů v automobilovém průmyslu, konkrétně sestav předních a zadních nárazníků. Seskupit jednotlivé činnosti do hlavních nákladových skupin dle jednotlivých výrobních podprocesů, porovnat poměrné zastoupení těchto skupin s běžným průmyslovým standardem a identifikovat pravděpodobné příčiny případných odchylek. Práce má dále za cíl navrhnout a zdůvodnit možnosti plošné redukce nákladů, včetně důsledků jejich zavedení.

Práce nejprve popisuje stručnou historii automobilového průmyslu a jeho dnešní stav, následně standardní výrobní proces sestav předních a zadních nárazníků v současnosti a jeho jednotlivé fáze, a dále se soustředí na ekonomickou stránku tohoto procesu a jeho jednotlivých podprocesů: náklady na vstupní materiály a díly od dodavatelů, uspořádání a návaznost výrobních a logistických procesů, nepřímé a ostatní náklady. Práce dále identifikuje a analyzuje prominentní druhy plýtvání v rámci dvou skupin: plýtvání způsobené procesem (nežádoucí, způsobené nedokonalostmi a chybami) a plýtvání vědomé (žádoucí, např. z důvodu estetických či marketingových rozhodnutí). Práce poté analyzuje nutnost takového plýtvání, předkládá vybraná alternativní řešení a kalkuluje jejich možný dopad. Data a podklady pro reálné díly jsou čerpány od společnosti Magna Exteriors (Bohemia) s.r.o., libereckého výrobního závodu a dodavatele sestav předních a zadních nárazníků pro mnoho evropských automobilů.

V oblasti jednotlivých konkrétních technologií výroby práce přebírá v současnosti používané možnosti a postupy. Cílem práce není navrhnout lepší výrobní technologii ani nad takovým potenciálem spekulovat.





# 1 Teoretická východiska ve zkoumané oblasti

Tato práce v první části stručně popisuje nástup využití plastů v průmyslové výrobě během dvacátého století. Představuje nejrozšířenější druhy plastů a spektrum jejich využití, především v automobilovém průmyslu. Přibližuje důvody jejich rozšíření a potenciál pro výrobce i spotřebitele.

Navazující část představuje a shrnuje některé moderní teoretické poznatky z oblasti štíhlé výroby. Zdůrazňuje vzájemné vztahy mezi jednotlivými přístupy a nutnost komplexního přístupu k výrobnímu portfoliu.

Finální část popisuje způsob, jakým byla alokována výrobní data pro případovou studii.

## 1.1 Nástup automobilového průmyslu a plastových dílů

Uvedení automobilů na trh v podobě osobních i nákladních vozidel bylo revolučním krokem. Poprvé v historii byla veřejnosti představena dostupná možnost rychlé pozemní dopravy, která nezávisela na zvířecím pohonu. Zájem o takové prostředky se nadále zvyšoval s tím, jak se jejich výroba zefektivňovala a automatizovala, čímž se z unikátních konceptů pro nejmajetnější vrstvu společnosti postupně stával dopravní nástroj dostupný běžné populaci. Není proto divu, že tento nový trh s dopravními prostředky se velmi rychle rozšířil, prohloubil a diverzifikoval. Dostupná dobová technologie byla postupně modifikována a přizpůsobována na základě nových vědeckých objevů, její možnosti a schopnosti s každou aplikací rozšiřovány. Tak byl nejprve nahrazen zvířecí pohon odolnějším a výkonnějším motorem, dřevěná kola uvolnila cestu pohodlnějším hliníkovým diskům s gumovými pneumatikami, kovy jako ocel a železo ustoupily nejprve lehčím kovům, např. hliníku, a s pokrokem chemického výzkumu později také levnějšími a tvárnějšími plastům.

Vědecký a technologický vývoj neustává, jeho vliv na komerční produkty platí i v současnosti, např. vývoj autonomních vozidel. Stále se však jedná o automobilový průmysl. Z původních unikátních, kusových úprav koňských kočárů na samohybné prostředky se vyvinul na současné trhy, kam jsou dodávány automobily vyráběné z progresivně levnějších, odolnějších a tvárnějších materiálů v maximálně

automatizovaných a stále více propojených sériových procesech v milionových ročních objemech. Tyto vozy jsou dodávány na konkurenční trhy pro vozidla specializovaná na těžká břemena, náklady dlouhé, objemné, osobní vozy terénní, rodinné, sportovní, městské, užitkové, luxusní, aj.; stejně jako existují automobily zaměřené na nespočetné kombinace vícero takových vlastností.

### **1.1.1 Historie výroby v automobilovém průmyslu**

Vývoj moderních dopravních prostředků a snaha oprostit se od zvířecího pohonu není pouze novodobou záležitostí. Již od konce 18. století probíhaly po světě pokusy o samohybné dopravní prostředky. Jednalo se ale o unikátní koncepty či kusovou výrobu, bez rozšiřování produkce. Evolučním milníkem automobilového průmyslu v novodobém pojetí byla pohyblivá montážní linka, kterou Henry Ford ve své automobilce (Ford Motor Company, založena 1903) začal implementovat na počátku 20. století. Henry Ford nebyl první ve výrobě automobilů (Karl Benz získal v Německu patent na Benzovo motorové vozidlo již v roce 1886), ani v produkci z výrobní linky (Benz & Co. Rheinische Gasmotoren-Fabrik, založena 1883, byla se svým modelem Velocipede v letech 1894 až 1901 největším světovým výrobcem automobilů). Ford se však se svým modelem T v roce 1908 odchýlil od designu kočárů a přinesl automobil v relativně moderním pojetí: se čtyřmi koly, čelním sklem, plátěnou střechou a prostorem pro náklad.

Ford a jeho produkce se proslavili také svým zacílením na rychlejší, levnější, efektivnější a maximálně automatizovanou výrobu. Automatizace z pohledu výrobce na začátku 20. století ale měla jinou podobu než idea automatizace současné výroby. Ať již jde o technologické postupy, které se vývojem posunuly na neporovnatelnou úroveň, rozdíl v požadavcích mezi takto dobově odlišnými trhy, změnou koncepčního chápání průmyslu a výroby či další důvody, význam pojmu automatizace se v průběhu 20. století chronologicky vyvíjel a lze jej v závislosti na blíže určené době charakterizovat čtyřmi hlavními postupy (Zeman, 2018):

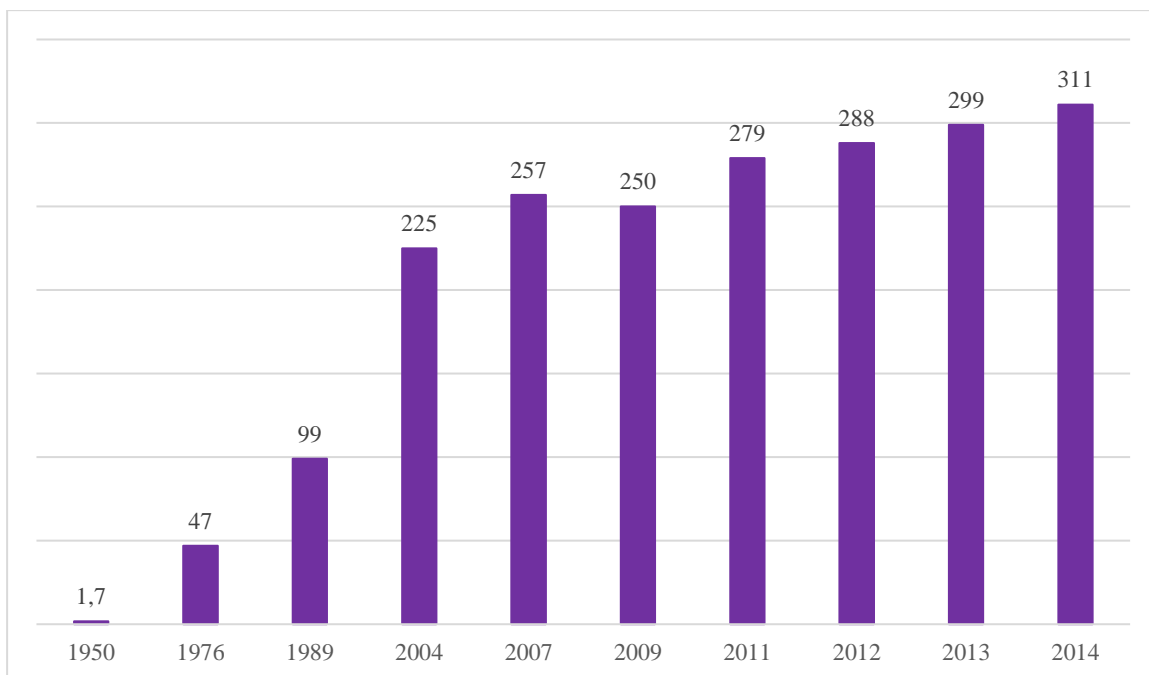
- a) v minulosti: oddělené automatizační technologie;
- b) nyní: vzájemně propojená automatizace;
- c) blízká budoucnost: optimalizace celého výrobního procesu pomocí nových inovativních softwarových systémů;

d) vzdálenější budoucnost: organizace a optimalizace výroby prostřednictvím kyberneticko-fyzických systémů, chytré továrny, Průmysl 4.0.

Fordova montážní linka byla omezena kromě jiného také dobovými materiály. Jednotlivé díly modelu T byly vyrobeny především z oceli, hliníku, železa, dřeva a mosazi. Tyto materiály převládaly v automobilové výrobě po celou první polovinu 20. století. Paralelně s výrobou však probíhal, a kontinuálně nadále probíhá, výzkum chemických látek a jejich reakcí a možných aplikací v praktickém využití, podporován zájmem o produkty, konkurenčním bojem i snahou o zvýšení rentability vyráběných produktů. Jedním z úspěšných výstupů tohoto výzkumu je aplikace plastů.

### **1.1.2 Plasty a spektrum jejich aplikací**

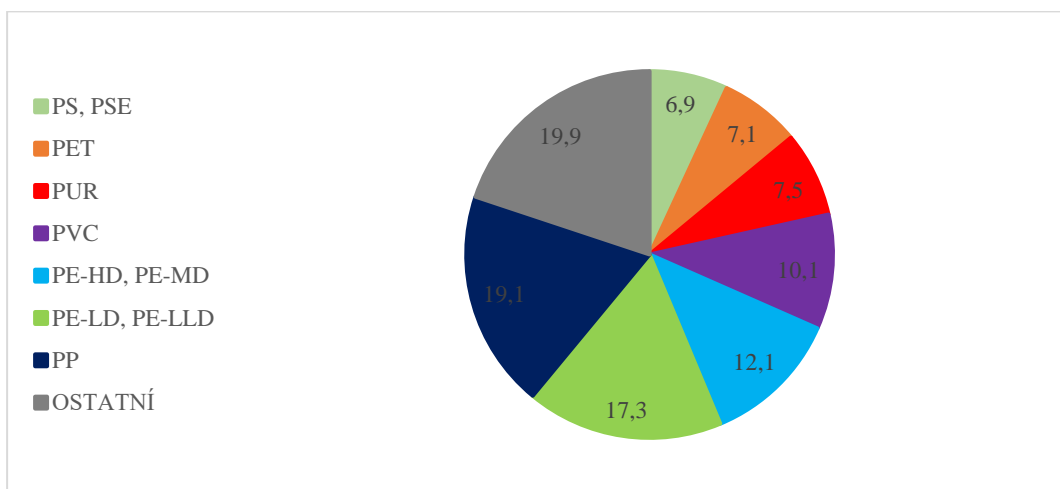
Plasty (často nepřesně nazývané jako „umělé hmoty“) jsou materiály, které jsou z většiny tvořeny řadami tzv. polymerů – řetězců převážně uhlovodíkových sloučenin, které je možné používat ve směsích mezi sebou i přidáním dalších látek pro změnu užitečných vlastností výsledného produktu. Lze tak docílit například jejich vyšší odolnosti proti stárnutí, změnit jejich pružnost, tvrdost či jejich citlivost na tepelné podmínky. Tato obrovská variabilita, spolu s jejich ostatními vlastnostmi, jako je jejich nízká hustota, tepelná odolnost, tvrdost, pružnost nebo dobrá zpracovatelnost, způsobila jejich masivní rozšíření do mnoha průmyslových odvětví. Česká technologická platforma PLASTY uvádí ve zprávě (PLASTY,2019): „Koncem 19. století se průmyslově uplatnilo kolem 10 tis. tun plastů za rok. V roce 1930 překročila roční světová výroba plastů hodnotu 30 tis. tun, v roce 1949 se přehoupla přes 1 milion tun a v současné době dosahuje úrovně 359 mil. tun. Do roku 2020 se očekává dosažení 400 mil. tun, do roku 2050 přes 700 mil. tun, podle Mac Arthur Foundation dokonce 1,1 mil. tun.“ Data organizace Plastics Europe (obr. 1) o světové produkci plastů v 21. století s těmito údaji korespondují a dokazují, že většina dosavadní světové produkce plastů je soustředěna do 21. století. Z původního uplatnění plastů v technologicky méně náročných oblastech (jako je například výroba doplňků do domácností či hraček), se rozšířily do většiny průmyslových odvětví. Celkem je odhadováno (Geyer, 2017), že do roku 2017 bylo na světě vyprodukováno 8,3 miliardy tun plastových výrobků z nerecyklovaných surovin.



Obrázek 1: Světová produkce plastů mezi lety 1950–2014 (mil. tun)

Zdroj: Plastics Europe (2018)

Zeman (2018, s. 15) uvádí: „Na světové spotřebě se největší mírou podílejí polyolefiny (PP a PE) společně s PVE, PS, EPS (pěnový polystyren) a PET tvoří 85 % spotřeby.“ To je konzistentní s daty o evropských požadavcích na plasty, shromážděnými organizací Plastics Europe a obsaženými v Obrázku 2.



Obrázek 2: Spotřeba plastů v Evropě v roce 2015 (%)

Zdroj: Plastics Europe (2018)

Plastics Europe prezentuje následující příklady využití těchto druhů jednotlivých plastů v tabulce 1.

Tabulka 1: Nejčastější druhy průmyslově užívaných plastů

Druh plastu	Využití
PS, PSE	Obroučky brýlí, kelímky, tácy, obaly, izolace budov
PET	Nápojové lahve
PUR	Izolace budov, matrace, izolační pěny
PVC	Okenní rámy, trubky, izolace kabelů, zahradní hadice, nafukovací bazény
PE-HD, PE-MD	Hračky, lahve (mléko, kosmetika), trubky, domácí potřeby
PE-LD, PE-LLD	Znovupoužitelné sáčky, tácy a nádoby, zemědělské a potravinové fólie
PP	Obaly na jídlo a cukrovinky, nádoby do mikrovlnné trouby, automobilové díly, trubky, bankovky
Ostatní	Kryty automobilových kol (ABS), optické kabely (PBT), kontaktní čočky, střešní krytiny (PC), dotykové obrazovky (PMMA), kryty telekomunikačních kabelů (PTFE)

Zdroj: Plastics Europe (2018)

Vzhledem k rozmanitosti automobilové produkce a výbavy současných vozů je většina těchto druhů do určité míry využívána ve výrobě osobních vozů. Z původně dekorativních dílů se plasty, a především jejich směsi, rozšířily i do strukturálně a funkčně důležitých sestav (Zhang, 2014). Především PP a jeho směsi tvoří častý základ nárazníkových sestav. Materiály ABS a PMMA nacházejí využití v interiérech i exteriérech jako efektní designové díly. Směsi PVC, PE a PTFE slouží mj. jako izolace elektronických systémů.

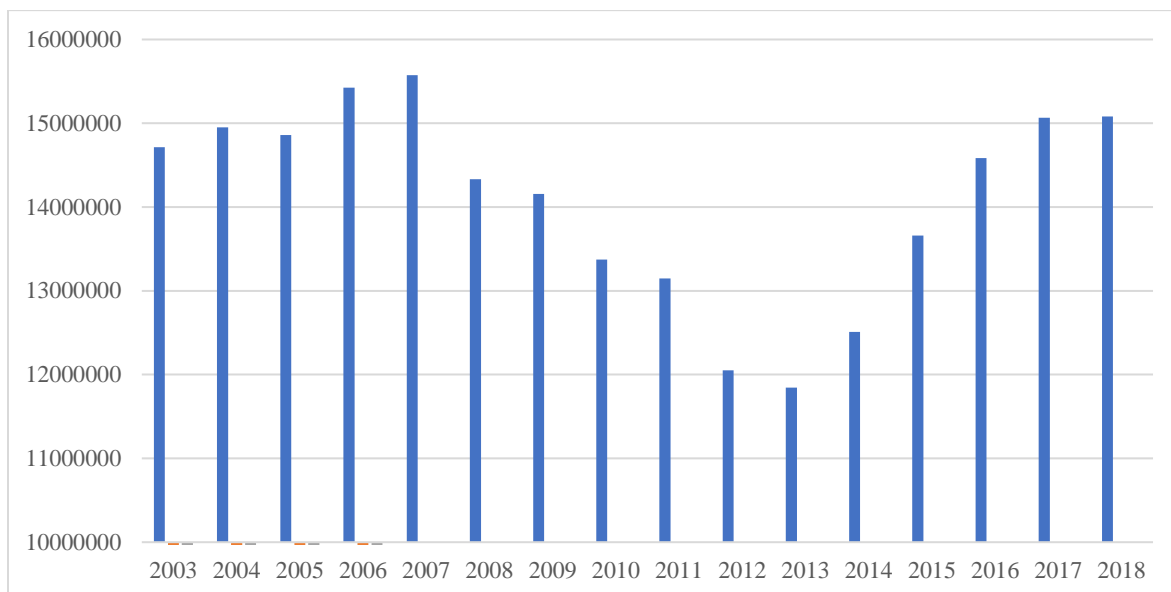
### 1.1.3 Plasty v automobilovém průmyslu 21. století

Z doposud prezentovaných dat je patrné, že automobilový průmysl je odvětvím, které našlo pro plasty mnohá využití: Interiérové i exteriérové díly, výztuhy, dotykové obrazovky, izolace kabelů, hadice, těsnění, a jiné. Díky zmiňované variabilitě plastových produktů je možné vybrat vhodný materiál pro konkrétní část interiéru i exteriéru vozu, a dále tento materiál upravovat změnou jeho složení tak, aby nejlépe vyhovoval specifickým požadavkům dané části automobilu. Nárazník například musí mít složení, na kterém bude dobře držet lak. Naproti tomu střední konzole v interiéru vozu nebývá lakovaná, je však prominentním designovým prvkem interiéru a cestující se jí navíc budou často dotýkat, její materiál tedy musí dobře vypadat, být příjemný na dotek a odolávat mechanickému i chemickému působení takového kontaktu.

Produkce výrobků z plastů přitom v čase nabývá na náročnosti. Těchto komplikujících faktorů je mnoho. Jedním z nich je například technologická náročnost, kdy právě jedna z jejich předností, tedy samotná variabilita, má svou stinnou stránku, když každý nový druh nebo variace používaného materiálu vyvolává potřebu investic pro skladování a využívání takových diverzifikovaných vstupů. Dalším faktorem je ekologická stopa takových produktů, jednak ve formě odpadu vznikajícího při výrobě, jednak v možnostech nakládání s takovým produktem po skončení jeho životního cyklu (Comanita, 2016) (Miller, 2014). Důležitým, i když kontroverzním faktorem je také omezená dostupnost ropy (NASDAQ, 2017) jako suroviny pro výrobu plastů. Přestože se vedou spory, zda a kdy ropa dojde, optimalizace výroby plastů představuje příležitost ekonomickou, ekologickou i společenskou.

#### **1.1.4 Moderní automobilový trh**

Automobilový průmysl urazil za svou relativně krátkou historii dlouhou cestu. Mění, vyvíjí a zdokonaluje se jednak výrobní proces, jednak výsledný produkt. Z extravagantního vynálezu začátku 20. století se stalo zboží denní potřeby 21. století prodávané na konkurenčním trhu. Toto zboží je zároveň vysoce diverzifikované i maximálně unifikované. Automobily mohou cílit jak na praktické potřeby zákazníků (např. počet sedadel, velikost zavazadlového prostoru, užitkové využití, inteligentní systémy), tak na jejich emocionální potřeby (např. specifický design, sportovní jízda, exkluzivita), čímž se otevírají možnosti pro oslovení širokého spektra zákazníků. O velikosti automobilového trhu jen v Evropské unii napovídají počty registrací nových vozidel na obrázku 3.



Obrázek 3: Počty nově registrovaných vozidel v EU\* v letech 2003–2018

Zdroj: ACEA – European Automobile Manufacturers Association (2019)

\* Obsahuje data všech zemí, které byly nebo se v tomto období staly členy EU, s výjimkou Chorvatské republiky, Maltské republiky a Kyperské republiky (data nedostupná). Pro zachování konzistence grafu jsou data nových členských států obsažena již v letech předcházejících jejich vstupu do EU.

K 1. 1. 2019 je odhadována populace EU na 513,5 milionu obyvatel (Evropská unie, 2019a), z toho 508 milionů pro země obsažené na obrázku 3. V roce 2018 tedy bylo registrováno v EU průměrně přibližně jedno nové vozidlo na každých 34 obyvatel Evropské unie. Osobní automobil přitom představuje komplexní technologický výrobek o hmotnosti zpravidla nad 1000 kg, který navíc po celou dobu své životnosti bude ke svému provozu spotřebovávat palivo (ať už přímo interně spotřebované v případě automobilů poháněných spalovacími motory, či nepřímo – například elektromobily poháněné energií dobitou z nabíjecí stanice). Podle kanadského ministerstva životního prostředí nedávná studie Massachusettského technologického institutu odhaduje, že snížení hmotnosti vozidel o 35 % by mohlo být implementováno za rozumnou cenu. Jejich odhady berou v potaz dodatečnou hmotnost budoucích bezpečnostních požadavků a komfortní výbavy. Takové snížení hmotnosti by mohlo snížit spotřebu paliva o 12 až 20 % bez snížení současných standardů bezpečnosti vozidel a výkonnostních vlastností (Kanada, 2014). Je uváděno, že obecné snížení hmotnosti vozu o 10 % zvýší jeho efektivitu o 5–8 % (English, 2017). Výrobci automobilů jsou tedy motivováni k optimalizaci výroby a zavádění plastových výrobků nejen z důvodu snižování výrobních nákladů, když plasty jsou zpravidla levnější, lehčí a lépe tvarovatelné oproti

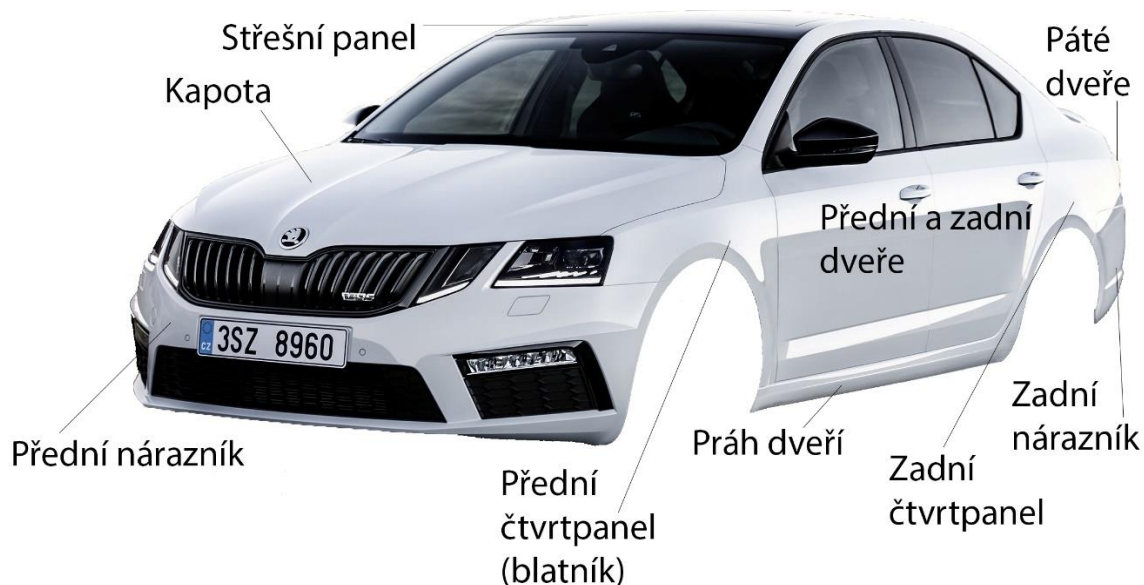
alternativám z kovu, ale také z důvodů ekologičnosti vozidel. Tím jednak automobilka získává možnost lépe vyhovět stále se zpřísnujícím normám spotřeby paliv, jednak má příležitost použít ekologičnost svých vozidel v rámci své marketingové strategie. V neposlední řadě představuje efektivnější a ekologičtější výroba či provoz vozů komparativně nižší zátěž pro životní prostředí, což je pozitivním vlivem bez ohledu na normy či pověst výrobce.

### **1.1.5 Moderní vůz a jeho exteriér**

Vývoj unikátních produktů, a to nejen plastových, s sebou nese kromě jiného také cenu v podobě unikátních nákladů, kdy každý samostatný díl znamená samostatné náklady, např. na vývoj, montáž či skladování. Výrobci automobilů proto musí zvažovat, zda takový unikátní díl přinese dostatečné výnosy, aby tyto náklady pokryl, či zda je pro ně výhodnější automobil navrhnout za použití dílů vyvinutých pro jiný vůz, které s sebou sice tyto náklady již nepřinášejí, zároveň ale nejsou na trhu novinkou a nemusí pro zákazníka představovat tak silný podnět ke koupi, nebo jej dokonce mohou od koupi odradit. Nutnost přizpůsobit se staršímu dílu také koncepčně a designově omezuje součásti, které s takovým dílem budou sousedit či spolupracovat, a vytváří mnoho potenciálních rizik. Tento problém je relevantní především u dílů, se kterými přichází zákazník denně do kontaktu. Kromě vybavení interiéru vozu jsou typickým příkladem těchto dílů exteriérové části vozu.

Skelet většiny dnešních osobních automobilů tvoří tzv. samonosná karoserie, která je typicky ocelová (karoserie nebo její části mohou být u některých modelů z jiných materiálů, nejčastěji hliníku, hořčíku nebo kompozitu z uhlíkových vláken). Tato karoserie tvoří tuhý, ale zároveň pružný celek, na kterém jsou upevněny nápravy, motor i převodovka. Uvnitř karoserie se nachází interiér vozu včetně prostoru pro cestující. Celek karoserie je pokryt exteriérovými díly, které v sobě spojují využití praktické i designové. Největší části exteriéru karoserie jsou popsány na obrázku 4.





Obrázek 4: Hlavní exteriérové části, Škoda Octavia III, verze RS, facelift

Zdroj: Caricos.com (2017)

Materiály použité pro jednotlivé části exteriéru nejsou unifikované a zpravidla se liší, především v závislosti na požadavcích na konkrétní část sestavy, ale také dle konkrétního výrobce, modelu nebo cenové hladině produktu. Běžný vůz je dnes tvořen z 11 % plastovými díly (Hovorun, 2017). Nacházejí využití například jako materiál pro díly, které nejsou výrazně mechanicky namáhány nebo plní designovou funkci. Typickými příklady takových dílů jsou sestavy předních a zadních nárazníků, mřížky chladičů nebo dveřní prahy.

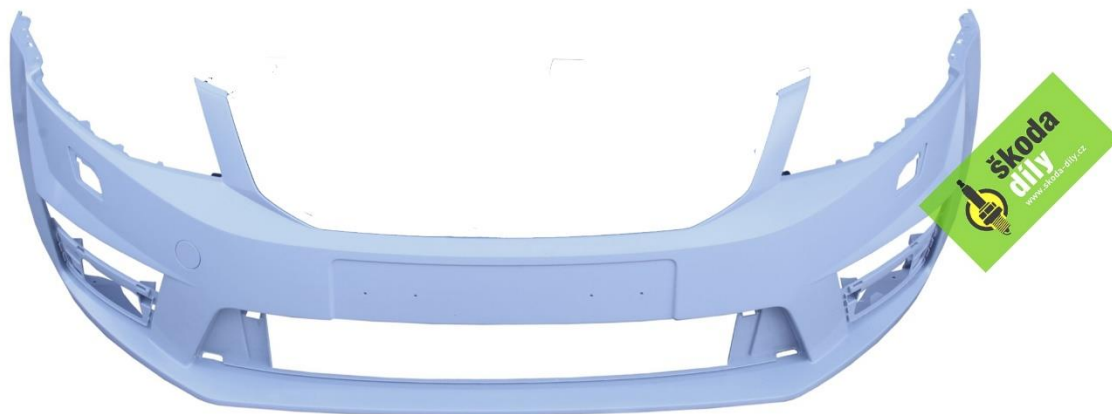
Pro účely přesné terminologie je třeba rozlišovat dva názvy, které se v běžné komunikaci často nerozlišují: Nárazník a kryt nárazníku.

### **Nárazník**

Pod tímto pojmem se zpravidla rozumí celá sestava nárazníku (ať už přední či zadní části vozu), která obsahuje i desítky doplňkových dílů v závislosti na specifikaci konkrétního vozu, jako jsou světla, mřížky chladiče, radar, parkovací senzory či ozdobné lišty.

### **Kryt nárazníku**

Jedná se o hlavní a zpravidla o největší a nejtěžší díl sestavy nárazníku, je vyrobený z plastu, vsazují se do něj některé menší díly, např. světla, mřížka chladiče či senzory. Samotný kryt nárazníku vozu Škoda Octavia III RS je zachycen na obrázku 5.



Obrázek 5: Kryt nárazníku, Škoda Octavia III, verze RS (2013)

Zdroj: Škoda-díly.cz [2019]

## 1.2 Štíhlá výroba

Bhasin (2015) a Womack (1990) shodně identifikují jako zdroj názvu „Štíhlá“ pro tuto filosofii Johna Krafcika, který jej poprvé použil v roce 1988, tehdy jako student Massachusettského technologického institutu. Krafcik, v té době pod akademickým vedením Jamese P. Womacka, zkoumal výrobu v mezinárodním automobilovém průmyslu. Během těchto prací identifikovali jisté chování v rámci oboru unikátní pro firmu Toyota. Ten během osmdesátých let zjistil, že společnost Toyota exceluje v mnoha výkonnostních ukazatelích, načež ve společné publikaci s jeho vedoucím Jamesem Womackem (1990) uvádí: „Štíhlá výroba (termín zavedený výzkumníkem Johnem Krafcikem) je „štíhlá“, protože používá méně všeho v porovnání se sériovou výrobou – poloviční množství lidské práce v továrně, poloviční výrobní prostory, poloviční investice do náradí, poloviční čas na vývoj nového produktu za polovinu doby. Také požaduje držení méně než poloviny potřebných zásob na místě, vytváří mnohem méně defektů a produkuje větší a neustále rostoucí portfolio výrobků“.

Womack (1990) a Liker (1997) shodně označují štíhlou výrobu jako nikdy nekončící proces bez konečného stavu. Existují-li náklady, existuje prostor pro hledání a eliminaci plýtvání. Sériová výroba nastavuje pro všechny své procesy cíle: přijatelné procento vad ve výrobě, přijatelné náklady na investice, přijatelné množství zásob na místě, přijatelnou plochu

výrobních prostor, a podobně. Sériová výroba přitom argumentuje, že plnit tyto cíle ještě lépe by bylo příliš náročné finančně nebo časově. V kontrastu s tím, štíhlá výroba se snaží dosáhnout perfektních výsledků ve všech oblastech: např. neustále klesající náklady, nulové procento vad ve výrobě, nulové zásoby na místě. Žádné zlepšení pro ni není dostatečné, vždy se snaží dosahovat kontinuálně lepšího a efektivnějšího procesu.

Trend minimalizace vstupů při maximalizaci výstupů se přitom začal uplatňovat již dříve, konkrétně od sedmdesátých let dvacátého století (Poppendieck, 2014). Ekonomicky racionální pracovníci tíhnou k maximalizaci použitého vstupu. Takoví lidé se snaží získat maximální ekonomický výsledek z co nejmenšího možného množství práce.

Většina pozic v organizační struktuře se kvůli této snaze (ať již samostatné prostřednictvím vlastní ekonomické racionality pracovníka, či řízené prostřednictvím implementace štíhlé výroby) stává náročnějšími a více stresujícími. Jedním z myšlenek štíhlé výroby je přesouvat zodpovědnost na nižší pozice v organizační struktuře. (Mauer, 2014) doporučuje, aby byly každému zaměstnanci vštípeny otázky „Jak právě já napomohu k tomu, aby naše společnost byla nejlepší v oboru?“. Tito zaměstnanci si nejlépe všimnou, vytváří-li jejich činnost jeden z osmi druhů plýtvání, jak je uvádí např. Svozilová (2011) (čekání, nadvýroba, přepracování, pohyb, přemísťování, zpracovávání, skladování, intelekt). Je zapotřebí v nich vzbudit pocit zodpovědnosti za jejich činnost. Tím dává i nižším pozicím svobodu utvářet, organizovat a kontrolovat vlastní pracovní postupy, cenou za to je odpovědnost za tato rozhodnutí a výkony.

Bhasin (2015) uvádí pět zásadních principů procesu štíhlé výroby, které v rozdílných mírách vyžadují aktivní účast pozic na procesu výroby se přímo podílejících:

- a) Identifikovat zákazníka a vymezit hodnotu; jasně definovat, v čem zákazník spatřuje hodnotu a požadované vlastnosti výrobku, a tím umožnit zacílení na odstranění plýtvání;
- b) kategorizovat a zmapovat tok všech aktivit vedoucích k dodání výsledného produktu;
- c) zlepšovat tok odstraňováním plýtvání a tím zkracovat čas potřebný k realizaci výroby;
- d) pružně reagovat na zákaznické požadavky a termíny;
- e) kontinuálně se snažit dosáhnout dokonalosti.

Podle Bhasina (2015) je prvním principem štíhlé výroby identifikace zákazníka a hodnot, které v produktu spatřuje. Nalezení všech hodnot produktu není vždy jednoduchým krokem. Mauer (2014) pro tento účel doporučuje malé, jednoduché otázky.

Østbø (2016) nadto upozorňuje, že zisk z dodatečných zlepšení se průběžně snižuje s růstem efektivity. Jak se tím přibližuje bodu, kdy dodatečné úsilí způsobuje neúměrně malé zlepšení, je proto vhodnější takové úsilí a péči aplikovat na jinou část výrobního řetězce, kde je prostor pro zvýšení efektivity větší.

### **1.2.1 Plýtvání vs. efektivita**

Literatura opakovaně [např. (Womack, 1990), (Liker, 1997), (Svozilová, 2011)] uvádí omezování plýtvání jako jeden z hlavních způsobů zvyšování efektivity prostřednictvím implementace štíhlé výroby. Z nezanedbatelné části vychází ze systému Toyota Production System (TPS), jehož vývoj započal ve společnosti Toyota po druhé světové válce.

Radeka (2013) rozlišuje plýtvání potřebné (samo nevytváří hodnotu, ale pomáhá nějakým způsobem udržovat systém, který hodnotu vytváří) a nepotřebné (osm druhů plýtvání).

Modig (2015) uvádí dva druhy efektivity: efektivita zdrojů a efektivita toku. Efektivitu zdrojů zjednodušeně označuje tak, že všichni mají stále co na práci. Efektivitu toku pak označuje jako proces, při kterém se práce (výroba) posouvá kupředu. Dále argumentuje, že důraz na efektivitu zdrojů dříve či později nevyhnutelně vede k prostojům, organizačním problémům a konfliktům mezi procesy. Efektivita toku oproti tomu zajišťuje skutečnou výkonnost.

Liker (1997) poznamenává, že pouhé dodatečné vytížené pracoviště ještě nemusí znamenat zvýšení efektivity, když uvádí, že štíhlá výroba je filosofií, která při implementování snižuje čas mezi objednáním výrobku a jeho dodáním prostřednictvím eliminace zdrojů plýtvání ve výrobním toku.

Østbø (2016) rozlišuje dva přístupy ke zvyšování efektivity – objemový přístup a kvalitativní přístup. V objemovém přístupu uvádí tři druhy (více zaměstnanců, více strojů, delší pracovní doba) a poznamenává, že všechny tyto směry jsou postaveny na dodatečných

nákladech. Pod kvalitativním přístupem uvádí dva směry: pracovat intenzivněji (což bývá vykoupeno a limitováno větší námahou) či pracovat rozumněji. Je to právě možnost pracovat rozumněji, která podle něj vychází z eliminace plýtvání.

Cílená redukce plýtvání musí být aplikována na základě vzájemných vazeb mezi těmito klasifikacemi. Je třeba zvýšit skutečnou výkonnost zvýšením efektivity toku (Modig, 2015). Je potřebné však zefektivňovat především ten proces, který přináší největší užitek (Liker, 1997). V rámci zlepšovaného procesu je zapotřebí mít na paměti, že každý proces má bod nasycení, při jehož překročení by další úsilí pro jeho zlepšení bylo efektivněji vynaloženo jinde (Østbø 2016). Je nutné vyhnout se objemovým přístupům zefektivňování, pokud způsobují dodatečné náklady bez dostatečné kompenzace růstem výkonnosti (Østbø 2016). Nepotřebné plýtvání je dočasně přijatelné, podporuje-li systém vytvářející větší hodnoty (Radeka, 2013).

Analogicky k tomuto přístupu práce cílí na zefektivňování aktivit, které zkracují čas mezi objednávkou a dodáním hodnot zákazníkovi. Rozlišuje hodnoty jednotlivých procesů a soustředí se především na ty, které jsou pro výrobce nejvýhodnější. Porovnává vliv plýtvání potřebného a nepotřebného.

### **1.3 Struktura a alokace nákladů výroby nárazníků**

Jak bylo popsáno v kapitole 1.1.5., sestava nárazníku obsahuje kromě samotného krytu nárazníku také mnoho doplňkových dílů v závislosti na typu vozu a jeho konkrétní specifikaci. Vzhledem k tomu, že kryt nárazníku je základní díl každé takové sestavy, je tento díl použit pro zjednodušený základní popis výrobního procesu tak, jak je aplikován pro každý vstříkovaný a lakovaný plastový díl. Magna Exteriors (Bohemia) s.r.o. poskytla veškerá data a procesy. Byly vybrány produkty odběratelů z různých zemí, odlišných velikostí a co nejširšího zaměření, od běžných osobních vozů po luxusní. Protože jsou veškeré tyto údaje důležitým obchodním tajemstvím, konkrétní zákazníci nejsou jmenováni, díly jsou pojmenovány pouze písmeny a veškeré uváděné hodnoty byly vynásobeny tajnými koeficienty tak, aby samotné hodnoty nebyly vypovídající, avšak poměry mezi jednotlivými hodnotami, částkami, časy, procesy, komponenty a výrobky zůstaly zachovány. Protože zmetkovitost procesů je citlivým obchodním tajemstvím, jehož utajení tímto způsobem by zkreslilo všechny výstupy, je uvažována 100% úspěšnost procesů. Data zohledňují pouze

část nepřímých a režijních nákladů nejbližše souvisejících se samotnou výrobou (např. údržba, opravy, pojištění strojů) v souladu se zaměřením práce na výrobní náklady a ochranou citlivých údajů společnosti.

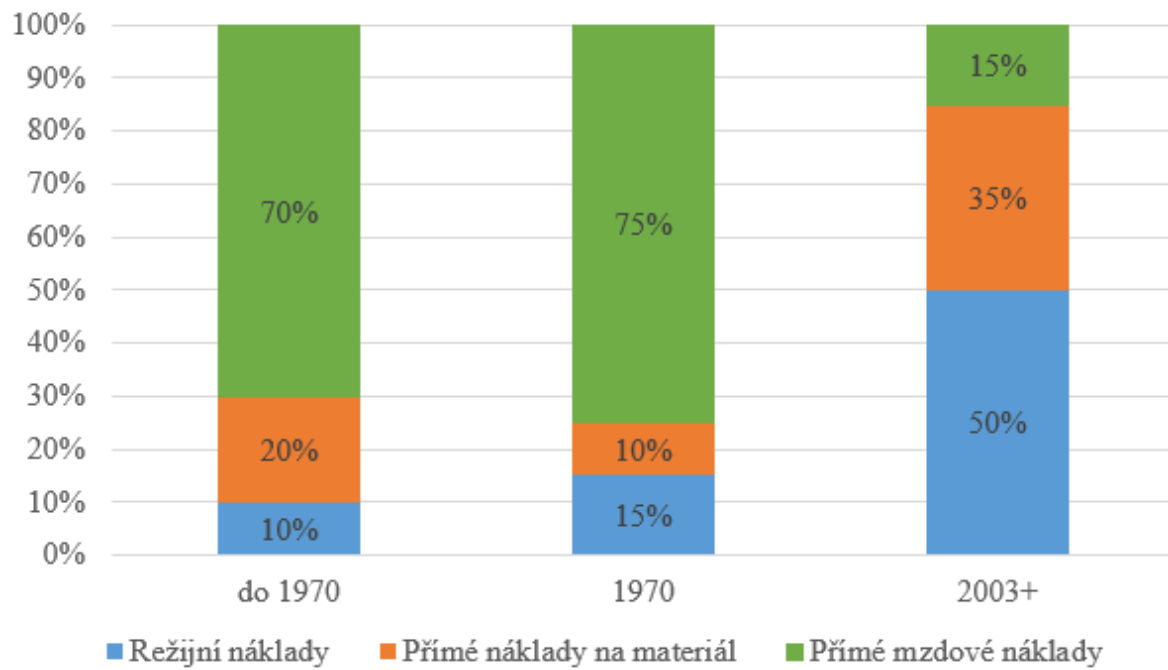
Drury (2007) uvádí dva základní způsoby alokace nepřímých nákladů na vyrobenou jednotku: metodu tradiční a metodu ABC.

Tradiční metoda spočívá v přiřazení poměrné části z celkových nepřímých nákladů na základě poměrné části spotřebovaných přímých nákladů. Metoda ABC (activity-based costing) alokuje veškeré nepřímé náklady k výrobkům na základě přímo spotřebovaných aktivit. Uváděná data byla získána metodou ABC. K implementaci metody ABC uvádí Drury (2007) čtyři potřebné kroky:

1. Alokovat veškeré nepřímé náklady do výrobních a nevýrobních nákladových center;
2. přesunout veškeré náklady z nevýrobních center do výrobních center;
3. vypočítat individuální nákladové sazby pro jednotlivá výrobní centra;
4. přiřadit nepřímé náklady jednotlivým výrobkům na základě využitých aktivit.

Nikolai (2010) dělí nepřímé náklady na fixní a variabilní. Fixní náklady by podnik vynaložil i v případě, kdy by výrobní linka nebyla v provozu. Variabilní nepřímé náklady jsou vázané na provoz. Jsou to především fixní nepřímé náklady (např. administrativní a technickohospodářští pracovníci), které, jak bylo zmíněno, jsou z dat vyňaty.

V nákladových skupinách průmyslové výroby je pozorován přibližný trend (Petřík, 2009), který znázorňuje obrázek 6. Jelikož tento trend nebere v potaz konkrétní odvětví průmyslu, lze očekávat, že naměřené hodnoty nebudou s tímto trendem plně korespondovat.



Obrázek 6: Vývoj poměrů hlavních nákladových skupin ve výrobě během let (%)

Zdroj: Petřík (2009)





## **2 Případová studie ve společnosti Magna Exteriors (Bohemia) s. r. o.**

Praktická část byla vypracována s podporou libereckého závodu společnosti Magna Exteriors (Bohemia) s. r. o. Výrobce plastových výrobků se zaměřením na automobilový průmysl se pyšní více než 70letou historií a je jedním z největších zaměstnavatelů v Liberci, kde k 31. 5. 2019 měla 1 800 zaměstnanců (TRIMA NEWS, 2019). Mezi lety 2016 a 2018 se podílela na uvedení 285 automobilových modelů, což představovalo 66 % celkového trhu (Magna International, 2017).

Tato případová studie stručně přibližuje proces výroby sestav automobilových nárazníků a sdružuje jednotlivé operace do tří hlavních procesních kategorií. Analyzuje tři konkrétní, anonymizované produkty, hledá nesrovnalosti v poměrech výrobních nákladů a porovnává je s teoretickým standardem průmyslové výroby. Zkoumá výhodnost jednotlivých fází procesu. Na závěr zjednodušenou formou prezentuje možnosti zvýšení efektivity a výhodnosti hlavních podprocesů.

### **2.1 Proces výroby sestav nárazníků**

Jednotlivé kroky ve výrobě sestav nárazníků jsou chronologicky seřazeny a sdruženy do tří skupin dle hlavní technologie: vstřikování krytu, lakování krytu, montáž sestavy.

#### **Vstřikování krytu nárazníku**

Prvním krokem v procesu výroby nárazníku je vstřikování. Materiál (plastový granulát) je roztaven a ve vstřikovacím lisu nahnán do dutiny ve vstřikovací formě. Vstřikovací lis je výrobním strojem, lze do něj vsadit různé vstřikovací formy. Naopak vstřikovací forma je nástroj, který je unikátní pro jeden konkrétní výlisek (konkrétní díl či skupinu dílů). Vstřikovací forma je tedy, velmi zjednodušeně řečeno, pouze upřesňující mezičlánek ve výrobě. Je možné ji opakovaně vyjmát a vsazovat do vstřikovacích lisů nebo ji s relativně nízkými náklady přesunout na jiné výrobní místo či k jinému dodavateli a pokračovat ve výrobě totožného dílu jako z původního místa (od původního dodavatele). Vstřikovací forma

je tedy vázána na konkrétní díl a je vlastnictvím konkrétního zadavatele zakázky (v tomto případě automobilky).

### **Lakování krytu nárazníku**

Vystříknutý výlisek je dopraven do lakovny, kde je jeho povrch předpřipraven pro nános laku, následně roboticky nalakován ve specifikované barvě a poté uložen v přísných podmínkách, které zajišťují správné usazení lakované vrstvy.

### **Montáž sestavy nárazníku**

Lakovaný kryt nárazníku je dopraven na montážní pracoviště. Zde je na jednotlivých pracovištích postupně vybaven veškerými požadovanými doplňkovými díly dle konkrétního požadavku. Zatímco kryt nárazníku bývá standardně pro konkrétní model jednoho vozu stejný, odlišen pouze barvou, u doplňkových dílů existuje rozsáhlé spektrum kombinací. Parkovací senzory, automatické parkovací systémy, detekce chodců, automatické brždění, radarové systémy, tempomat, automatické otevírání kufru, odlišné vizuální stylizace, chromované prvky – to jsou jen některé příklady volitelných výbav, které lze v sestavách nárazníků kombinovat. Montáží těchto doplňkových dílů se z krytu nárazníku stává hotový nárazník (sestava nárazníku). Všechny tyto výbavy a s nimi související díly je třeba řídit, tedy ve správném množství a čase vyrábět a skladovat, přizpůsobit jim samotný proces montáže a zamezit záměnám jednotlivých variant. Vzhledem ke komplexnosti všech těchto kombinací lze předpokládat, že společnost Magna bude mít vyšší procentuální zastoupení nákladů na manipulaci a montáž než teoretický konkurent vyrábějící např. pouze nejlevnější vozy bez takovýchto technologických a luxusních prvků.

## **2.2 Uspořádání procesu výroby**

Společnost Magna organizuje procesy vstřikování a povrchové úpravy (především lakování) procesním způsobem, při kterém jsou technologicky podobné funkce shromážděny na jedno místo. Vstřikovací lisy a lakovací linky pro výrobky velikosti nárazníků jsou prostorově, finančně i organizačně natolik náročné investice, že je nelze realisticky přesouvat ani vytvářet taková pracoviště unikátní pro jednotlivé výrobky s životním cyklem běžné generace automobilu. Kvůli takovému uspořádání jsou materiály náročnější na manipulaci, když jsou přepravovány mezi jednotlivými procesními místy. Tímto způsobem lze

dosáhnout efektivního využití kapacit, avšak za cenu náročnějšího výrobního plánování, když jsou pracoviště využívána pro výrobu více druhů výrobků.

Naopak montáž výrobků je komparativně flexibilní soubor procesů prováděný ručně či na montážních strojích, kde společnost Magna využívá výrobkové uspořádání a v případě potřeby může proces měnit a přesouvat. Příprava výroby a manipulace s materiálem jsou díky tomu jednodušší, toto uspořádání je však výrazně náročnější z pohledu vstupních investic, když je pro každý výrobek zřízeno samostatné pracoviště.

Lze tedy očekávat, že kvůli procesní organizaci prvních dvou kroků výroby by společnost Magna měla vyšší procentuální zastoupení nákladů na manipulaci s materiálem a výrobky než teoretický výrobce uspořádaný výrobkově (např. vyrábějící pouze malé díly, které lze vstříkovat a lakovat v řádově menších a méně náročných strojích), který by tak minimalizoval dopravu materiálu a polotovarů. Uspořádání montážního procesu pak vytváří předpoklad, že společnost Magna bude mít na tento proces vyšší náklady na strojní vybavení než teoretický výrobce uspořádaný procesně (např. vyrábějící pouze úzké portfolio velmi podobných výrobků, které by bylo možné kompletovat na univerzálních zařízeních).

### **2.3 Náklady na výrobu krytů a sestav nárazníků**

Pro práci byly zvoleny 3 vozy, s jejichž výrobci společnost Magna dlouhodobě spolupracuje. Takovou spoluprací je myšleno, že společnost Magna vyráběla alespoň jednu předchozí generaci daného vozu a zároveň pro daného zákazníka vyráběla v posledních 12 letech alespoň jeden další model. Pro maximální diverzifikaci byly vybrány vozy odlišných cenových hladin. Jako vůz 1 byl zvolen vůz ze skupiny střední třídy, vůz 2 představuje zástupce ze skupiny městských vozů nižší střední třídy a vůz 3 byl vybrán z kategorie velkých a luxusních vozů.

Náklady na výrobu vzorových krytů nárazníků vozů 1, 2, 3, rozdělené do kategorií dle kapitoly 2.1, shrnuje tabulka 2.

Tabulka 2: Náklady na výrobu nárazníků vozů 1, 2, 3

Vůz	Vstříkování	Lakování	Montáž	Celkem za vůz
<b>Vůz 1</b>	3 730 Kč	4 126 Kč	3 367 Kč	<b>11 224 Kč</b>
<b>Vůz 2</b>	4 326 Kč	4 131 Kč	2 496 Kč	<b>10 952 Kč</b>
<b>Vůz 3</b>	3 884 Kč	3 768 Kč	6 241 Kč	<b>13 893 Kč</b>

Zdroj: vlastní zpracování podle interních výrobních dat společnosti Magna

Uvedené položky obsahují sumy nákladů za tyto podprocesy:

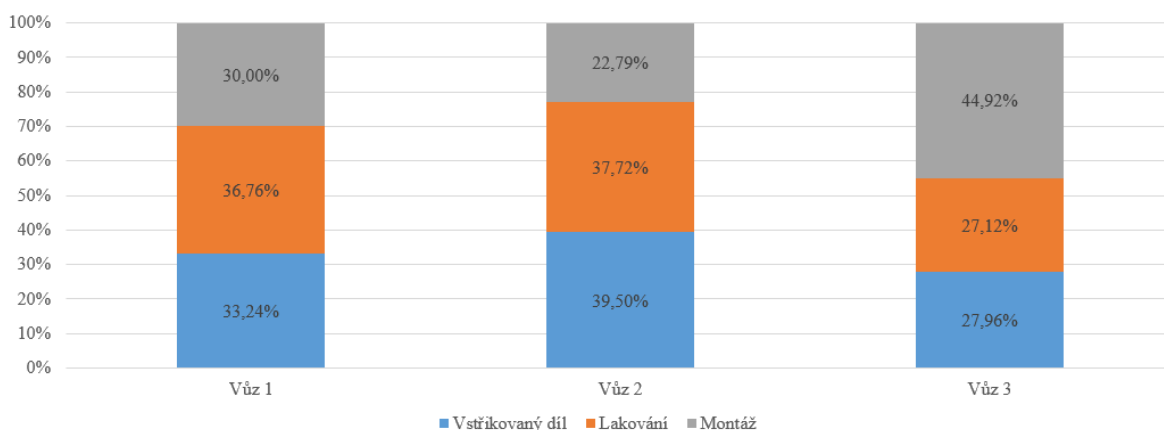
**Vstříkování krytu:** Spotřeba materiálu (granulát), provoz vstříkovacího lisu včetně obsluhy a energií, údržba vstříkovacích strojů a náklady spojené se strojem a jeho opotřebením (např. pojištění).

**Lakování krytu:** Spotřeba materiálu (barvy, laky, tvrdidla, ředidla), provoz lakovací linky včetně obsluhy a energií, údržba lakovací linky a náklady spojené s ní a s jejím opotřebením.

**Montáž sestavy:** Doprava a manipulace s materiálem a polotovary mezi procesními centry (např. logističtí operátoři, obsluha vysokozdvizných vozíků), obsluha a provoz skladových prostor, obsluha a provoz montážních strojů na montážním pracovišti, kvalitativní kontroly dílů a finální sestavy.

Uvedené výrobní náklady se skládají z nákladů přímých a nepřímých. Přímé náklady lze přímo spočítat či změřit na každý jeden výrobek, zatímco nepřímé náklady takto změřit nelze.

Obrázek 7 dále znázorňuje data z tabulky 1 převedená na procentuální zastoupení nákladů pro jednotlivé vozy.



Obrázek 7: Procentuální zastoupení nákladů na výrobu krytů nárazníků vozů 1, 2, 3

Zdroj: vlastní zpracování

Z dat je v obrázku 7 je patrné, že procentuální zastoupení nákladů na montáž a manipulaci se s nákladností vozu zvyšuje. Nejlevnější vůz 2 má nejmenší poměr těchto nákladů, nejdražší vůz 3 má tento poměr nejvyšší. Vzniká tak předpoklad vyšší manipulační náročnosti dražších (a tedy extenzivněji vybavených) vozů, zmíněný v bodě 3.3. Pro dokázání tohoto předpokladu by však bylo nutné pracovat s větším vzorkem výroby a rozložit náklady ze skupiny montáže na podrobnější položky. Taková analýza nemůže být poskytnuta pro externí dokument.

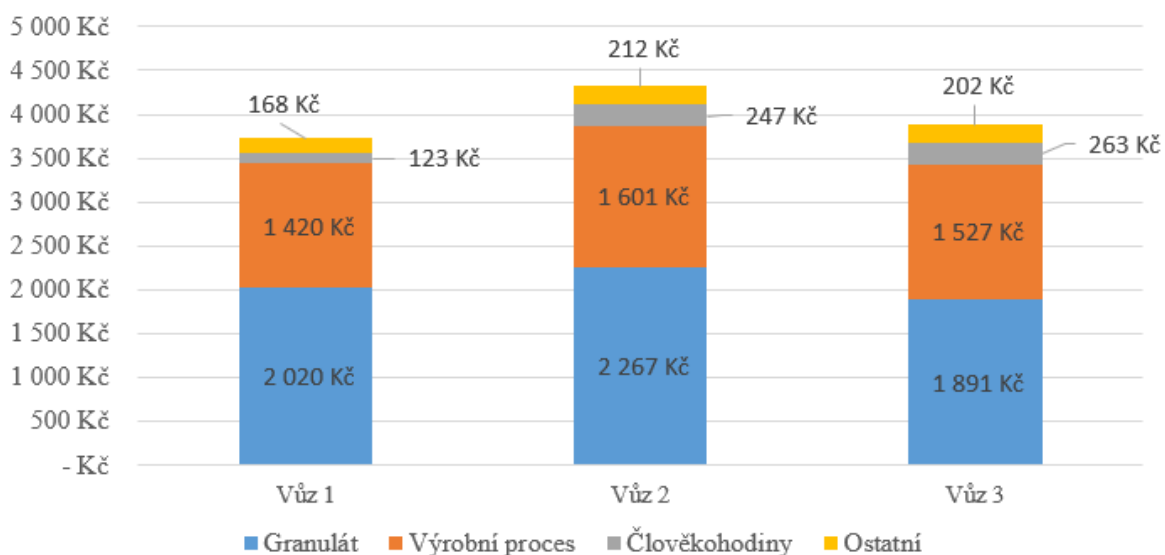
Data také ukazují, že lakování tvoří 27–38 % nákladů na výrobu krytů nárazníků. Ačkoli tato úprava přináší hodnotu (barvu vozu a vzhled vozu, vizuální efekty) i funkci (např. ochrana proti korozi, povětrnostním vlivům), nejedná se o jedinou možnost povrchové úpravy. Funkční hodnota tohoto nákladu může tedy být naplněna i jiným procesem. Jediná odlišnost na hodnotě produktů odlišně povrchově upravených tedy bude estetická. Je zde proto prostor pro porovnání nákladové náročnosti jednotlivých možností povrchových úprav. Detailní analýza vhodnosti a výhodnosti alternativní úpravy, stejně jako jejích vlivů např. na výrobní kapacity či ekologickou stopu výroby automobilů, je však v první řadě v gesci odběratele nárazníků, tedy automobilky.

### 2.3.1 Proces vstřikování krytu

Výstupem procesu vstřikování krytu je první meziprodukt: vstřikovaný kryt. Je znám vzorec (1) pro výpočet nákladů na výrobu vstřikovaného dílu

$$C_{pp} = \frac{C_{mc}}{V_{ol}} + C_{ml} + C_{pc} \quad (1)$$

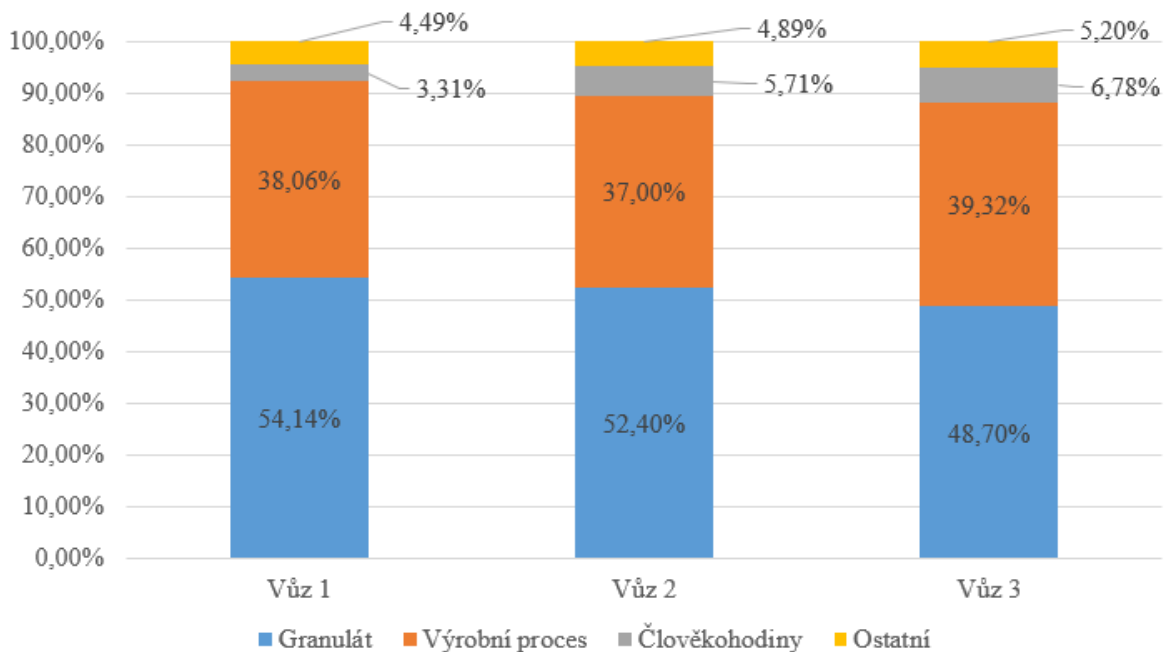
kde  $C_{pp}$  jsou náklady na výrobu jednoho vstřikovaného dílu,  $C_{mc}$  je náklad na vstřikovací formu,  $V_{ol}$  je celkové množství vyráběných dílů,  $C_{ml}$  jsou materiálové náklady na díl a  $C_{pc}$  jsou náklady vstřikovacího procesu na jeden díl (Shing, 2017) (Turc, 2017). Jak je uvedeno v kapitole 3.1, vstřikovací formy jsou majetkem zákazníka, jejich pořízení proto není v této analýze nákladem výrobce dílu. Náklady procesu jsou dále rozděleny na výrobní proces, člověkohodiny a ostatní (dostupné nepřímé náklady). Absolutní složení nákladů na vstřikované díly zachycuje obrázek 8.



Obrázek 8: Složení nákladů na vstřikované kryty (Kč)

Zdroj: vlastní zpracování

Pro účely porovnání jednotlivých vozů jsou tyto náklady znázorněny poměrově na obrázku 9. Na základě variability těchto poměrů mezi jednotlivými vozy lze vyvozovat, že je výrobní proces standardizovaný. Naopak velké rozdíly při výrobě podobných výrobků by mohly znamenat nedostatečnou stabilizaci procesů a neadekvátní spotřeby vstupů.



Obrázek 9: Podíl jednotlivých složek nákladů na vstříkování krytů

Zdroj: vlastní zpracování

Všechny podprocesy vstříkování vykazují napříč jednotlivými vozy velmi nízkou variabilitu, jak ukazuje tabulka 3.

Tabulka 3: Charakteristiky variability nákladových složek vstříkování krytů

Proces	Aritmetický průměr podílů (%)	Rozptyl	Směrodatná odchylka
Granulát	51,74	5,19	2,28
Výrobní proces	38,13	0,90	0,95
Člověkohodiny	5,27	2,11	1,45
Ostatní	4,86	0,08	0,29

Zdroj: vlastní zpracování

Na základě těchto dat lze předpokládat podobné výrobní parametry pro vstříkované kryty jednotlivých vozů. Největší rozptyl vykazuje spotřebovaný granulát (5,19 %). Protože data jsou očištěna o zmetkovitost procesu, toto může být způsobeno buď rozdílnou nákupní cenou vstupního materiálu u jednotlivých krytů, nebo rozdílnou spotřebou materiálu pro jednotlivé vozy.

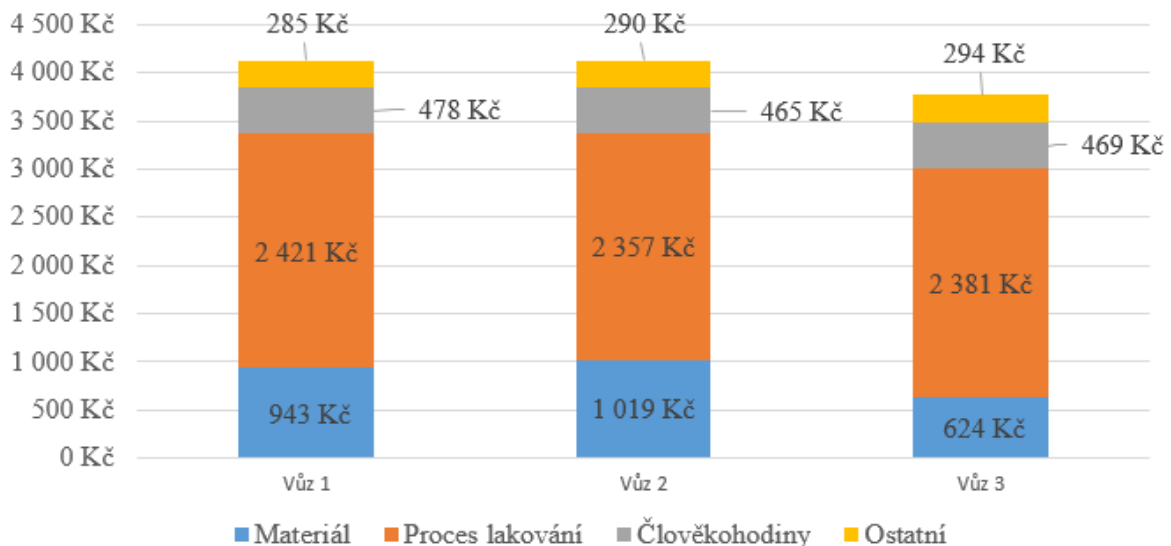
Vstřikovací data také ukazují velmi malý podíl lidské práce na celkových nákladech procesu (5,27 %). To lze očekávat od investičně a provozně náročné průmyslové výroby, nadto je to konzistentní s obecným trendem rostoucích režijních a výrobních nákladů a klesajících nákladů přímé lidské práce, prezentovaným v teorii (Petřík, 2009).

### 2.3.2 Proces lakování krytu

Vstřikovaný polotovár následně prochází procesem lakování a s ním spojenými povrchovými úpravami. Je znám základní vzorec (2) pro výpočet nákladů na lakování výrobku

$$C_p = (C_M + C_L)nk_6k_7 \quad (2)$$

kde  $C_p$  jsou náklady na jeden lakovaný výrobek,  $C_M$  je náklad na lakovací materiál pro jeden díl,  $C_L$  je náklad na přímou práci pro jeden díl,  $n$  je celkové množství lakovaných výrobků,  $k_6$  je koeficient nepřímých nákladů společnosti a  $k_7$  jsou nepřímé náklady lakovacího centra (Mankute, 2009). Jak bylo uvedeno, nepřímé náklady společnosti ( $k_6$ ) byly ze zjištěných dat vyňaty. Nominální složení nákladů na proces lakování zachycuje obrázek 10.

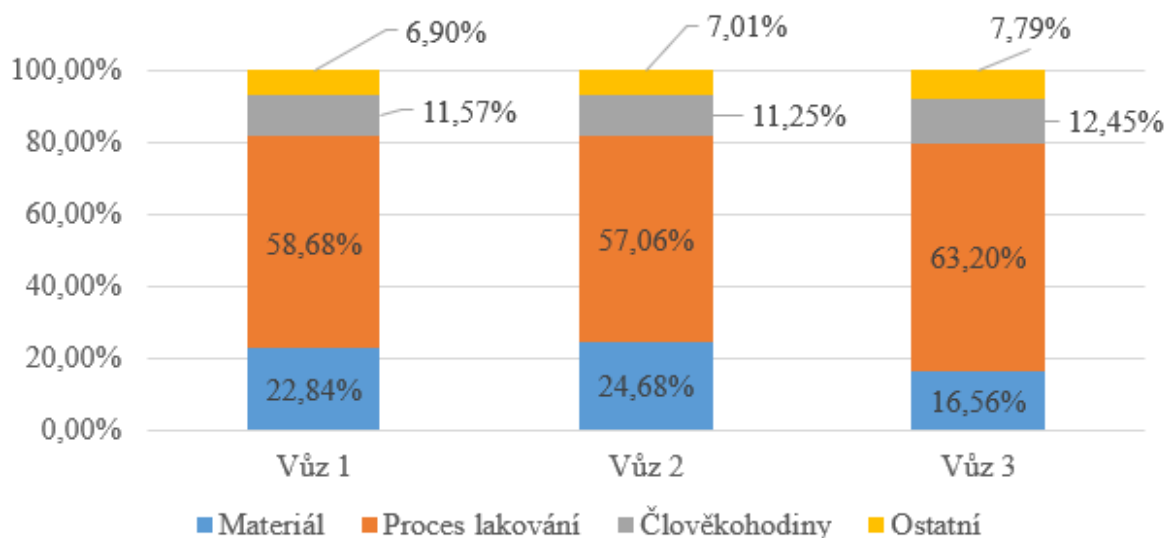


Obrázek 10: Složení nákladů na lakování krytů (Kč)

Zdroj: vlastní zpracování



Pro porovnání jednotlivých vozů jsou náklady opět převedeny do relativního vyjádření na obrázku 11.



Obrázek 11: Podíl jednotlivých složek nákladů na lakování krytů

Zdroj: vlastní zpracování

Náklady na jednotlivé podprocesy lakování krytu vykazují mírně vyšší variabilitu v porovnání s náklady na vstřikování. Nadále jde však o nízkou variabilitu, jak dokládá tabulka 4.

Tabulka 4: Charakteristiky variability nákladových složek lakování krytů

Proces	Aritmetický průměr podílů (%)	Rozptyl	Směrodatná odchylka
<b>Materiál</b>	21,36	12,08	3,48
<b>Proces lakování</b>	59,65	6,75	2,60
<b>Člověkohodiny</b>	11,76	0,26	0,51
<b>Ostatní</b>	7,23	0,16	0,40

Zdroj: vlastní zpracování

Prokázaná nízká variabilita procesů vstřikování i lakování poukazuje na standardizovaný a stabilizovaný výrobní proces napříč spektrem produktů. Lze očekávat, že polotovary všech vozů jsou si v obou stupních výroby podobné a hlavní zdroj jejich odlišnosti je množství spotřebovaného materiálu (analogicky tedy také hmotnost výsledného polotovaru). Přestože pro analýzu byly vybrány odlišné produkty z jiných segmentů osobních automobilů a z odlišných cenových hladin, aby bylo možné označit celou výrobu společnosti za standardizovanou, bylo by nutné tyto předpoklady ověřit na širším portfoliu výrobků.

### 2.3.3 Proces montáže sestavy

Lakovaný nárazník je následně na montážním pracovišti osazen doplňkovými díly a výbavou dle specifikované varianty. Tak se z krytu nárazníku stává finální produkt, sestava nárazníku. Náklady jsou členěny do hlavních skupin, jak zobrazuje tabulka 5. Náklady těchto podkategorií pro jednotlivé vozy zobrazuje tabulka 6.

Tabulka 5: Rozdělení skupin přímých nákladů na montáž vozů

Nákladová skupina	Obsah
<b>Energie</b>	Spotřeba elektrické energie montážních strojů a vytápění montážních prostor
<b>Prostory</b>	Pronájem (případně hodnota vlastních) výrobních, montážních a skladovacích prostor
<b>Údržba</b>	Opravy a zajišťování provozuschopnosti montážních strojů a prostor
<b>Nepřímá práce</b>	Seřizovači, manipulanti, logističtí operátoři, pomocní pracovníci
<b>Přímá práce</b>	Montážní operátoři
<b>Pojištění</b>	Pojištění montážních strojů a prostor
<b>Doprava</b>	Přesun materiálu a polotovarů mezi jednotlivými výrobními stanovišti, přesun hotového výrobku na místo předání zákazníkovi

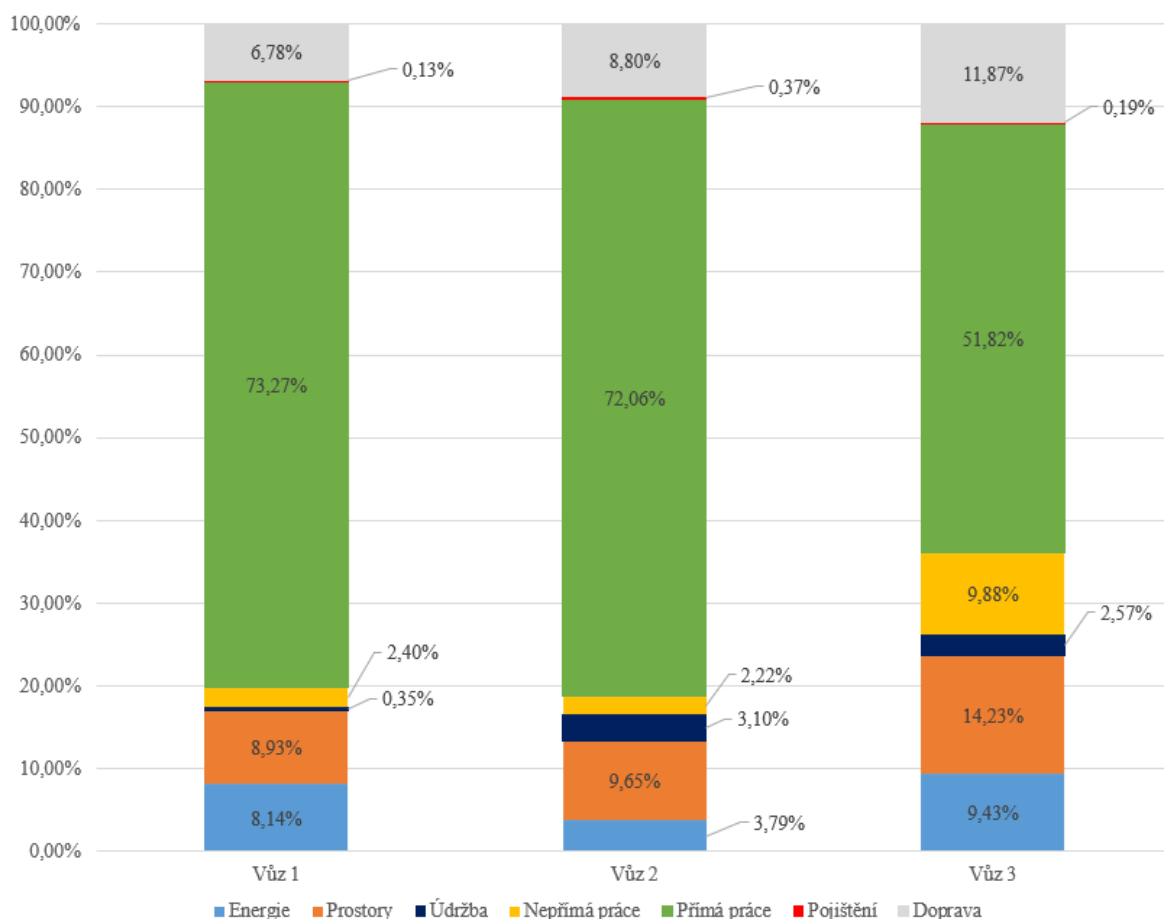
Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 6: Složení nákladů na montáž nárazníků (Kč)

Proces	Vůz 1	Vůz 2	Vůz 3
<b>Energie</b>	274 Kč	95 Kč	589 Kč
<b>Prostory</b>	301 Kč	241 Kč	888 Kč
<b>Údržba</b>	12 Kč	77 Kč	160 Kč
<b>Nepřímá práce</b>	81 Kč	56 Kč	617 Kč
<b>Přímá práce</b>	2 467 Kč	1 798 Kč	3 234 Kč
<b>Pojištění</b>	4 Kč	9 Kč	12 Kč
<b>Doprava</b>	228 Kč	220 Kč	741 Kč
<b>Celkem za vůz</b>	<b>3 367 Kč</b>	<b>2 496 Kč</b>	<b>6 241 Kč</b>

Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 12 převádí montážní náklady na procentuální zastoupení v rámci podprocesu.



Obrázek 12: Zastoupení jednotlivých nákladů na montáž krytů nárazníků (%)

Zdroj: vlastní zpracování

Proces montáží vykazuje již na první pohled nejvyšší nominální i poměrnou variabilitu. Je například patrné, že nejnákladnější vůz 3 obsahuje nejvyšší nominální náklady na spotřebu energie, prostory a strojní údržbu. Lze tedy očekávat, že montáž a skladování tohoto vozu vytěží větší množství strojů. Toto zjištění zároveň koresponduje s tím, že tento vůz vykazuje procentuálně nejnižší poměr nákladů na přímé práce. Operátor výroby je u tohoto vozu častěji nahrazen strojem. Nadto tento vůz vykazuje nejvyšší náklady na nepřímou práci, což tuto premisu podporuje.

Proti těmto zjištěním stojí fakt, že vůz 3 přesto vykazuje nominálně nejvyšší náklady na přímou práci. Lze proto předpokládat, že tento vůz disponuje nejširším spektrem doplňků a výbav. Z toho lze předpokládat, že vůz 3 je zaměřen na luxusnější tržní segment, což koresponduje s jeho nejvyššími celkovými výrobními náklady.

### 2.3.4 Nákladová výhodnost dílčích procesů

V souladu s teorií prezentovanou v kapitole 1.2 (strana 27) lze určit hodnotu výrobku krátkou, jednoduchou otázkou, zaměřenou na jeho přínos zákazníkovi. Zákazníkem výrobce nárazníků je automobilka. Vhodnou otázkou k určení hodnoty produktu tedy může být například: Co získává zákazník díky produktu? Tím jsou získány následující hlavní hodnoty produktu:

- a) mechanická funkční hodnota – sestavy nárazníků slouží jako ochranná a deformační zóna samotného automobilu a jeho posádky;
- b) aerodynamická funkční hodnota – sestavy nárazníků snižují odpor vzduchu při provozu automobilu a tím snižují spotřebu paliva a produkci hluku, zároveň tím zlepšují jízdní vlastnosti vozu;
- c) estetická hodnota – vizuální, designové a haptické vlastnosti sestav nárazníků pomáhají utvářet celkový vzhled vozu i obecné zaměření úplného výrobního mixu automobilky;
- d) nosná hodnota – kontinuální vývoj technologií vytváří stále se rozšiřující nabídku technologií, které nacházejí využití v automobilové dopravě. Především ty zaměřené na bezpečnost (např. signalizace vzdálenosti při parkování, sledování mrtvého úhlu, automatické brždění, signalizace opuštění jízdního pruhu) a pohodlí provozu (např. parkovací asistent, tempomat, pokročilé technologie automatického řízení) využívají snímače a přístroje umístěné na periferiích vozu.

Polotovár po prvním procesu (vstřikování) naplňuje hodnotu mechanickou a částečně hodnotu estetickou, nosnou a aerodynamickou. Po druhém procesu (lakování) získává část estetické hodnoty. Třetí proces (montáž) doplňuje zbylé části aerodynamické, nosné a estetické hodnoty. Pro přehlednost jsou návaznosti těchto hodnot na jednotlivé procesy zobrazené v tabulce 7.

Tabulka 7: Hodnotový přínos jednotlivých výrobních procesů pro výsledný produkt

Proces	Získaná hodnota			
	Mechanická	Estetická	Nosná	Aerodynamická
Vstřikování	x	x	x	x
Lakování		x		
Montáž		x	x	x

Zdroj: vlastní zpracování

Je-li předpokládána stejná důležitost jednotlivých hodnot a rovnoměrné dělení částečných hodnot, tabulka 8 zobrazuje zhodnocování výrobku v jednotlivých procesech.

Tabulka 8: Vliv hlavních procesů na jednotkové hodnoty produktu

	Vstřikování	Lakování	Montáž
<b>Průměrné procento nákladů z vozu</b>	33,56 %	33,87 %	32,57 %
<b>Přidaná hodnota produktu</b>	2,33	0,33	1,33
<b>Procento celkových nákladů k vytvoření 1 jednotky hodnoty</b>	14,40 %	102,63 %	24,49 %

Zdroj: vlastní zpracování

Toto porovnání ukazuje, že základní vstřikovaný polotovár je nákladově nejefektivnějším produktem, naopak lakování je nejméně nákladově efektivní proces. Na vstřikovaný polotovár a zlepšení procesu vstřikování by se proto společnost měla zaměřit, zatímco lakování by měl být nejméně prioritní proces. Tím by byla dodržena teorie, dle které má být zvyšování efektivity cílené na podprocesy, kde přinese největší nárůst hodnoty (Liker, 1997). Zde je však třeba upozornit, že toto porovnání je velmi pravděpodobně zkreslené. Nelze pouze na základě nákladů určit důležitost jednotlivých vlastností. U částečného plnění hodnot navíc nelze přesně určit, jak velkou část hodnoty daný proces naplňuje.

Alokováním veškerých nákladů do nákladových skupin vznikne tabulka 9. V ní jsou nákladové skupiny z jednotlivých podprocesů sloučeny pro vyjádření celkového podílu nákladových skupin na celkových nákladech.

Tabulka 9: Nákladové skupiny výroby krytů nárazníků (Kč)

Nákladová skupina	Vůz 1	Vůz 2	Vůz 3
<b>Materiálové náklady</b>	2 962 Kč	3 286 Kč	2 515 Kč
<b>Práce variabilní</b>	3 068 Kč	2 510 Kč	3 966 Kč
<b>Strojní režie variabilní</b>	4 115 Kč	4 052 Kč	4 497 Kč
<b>Fixní režie a pomocné činnosti</b>	1 078 Kč	1 104 Kč	2 914 Kč
<b>Celkem za vůz</b>	<b>11 224 Kč</b>	<b>10 952 Kč</b>	<b>13 893 Kč</b>

Zdroj: vlastní zpracování

Tyto náklady jsou dále sdruženy do kategorií prezentovaných v teorii (kapitola 1.3, strana 31). Přímý materiál obsahuje materiálové náklady, podíl přímé práce obsahuje variabilní práci, v režijních nákladech jsou alokovány variabilní strojní režie, fixní režie a pomocné činnosti. Poměry hlavních nákladových skupin shrnuje tabulka 10. Tyto poměry jsou rámcově konzistentní s předpoklady zjištěnými v teorii (Petřík, 2009), přestože ze zkoumaných dat byly odebrány některé režijní náklady. Vzhledem ke strojní náročnosti automobilového průmyslu lze očekávat, že celkový podíl režijních nákladů bude proto nadprůměrný.

Tabulka 10: Relativní podíl nákladových skupin výroby krytů nárazníků (%)

Skupina	Vůz 1	Vůz 2	Vůz 3	Průměrný vůz
<b>Přímý materiál</b>	26,39 %	30,00 %	18,11 %	<b>24,83 %</b>
<b>Podíl přímé práce</b>	27,33 %	22,92 %	28,55 %	<b>26,27 %</b>
<b>Režijní náklady</b>	46,27 %	47,08 %	53,35 %	<b>48,90 %</b>

Zdroj: vlastní zpracování

Za povšimnutí stojí získaná data materiálových a mzdových nákladů, kdy zjištěný podíl přímého materiálu je značně podprůměrné (25 % oproti 35 % na obr. 6), naopak podíl přímých mzdových nákladů je vysoce nadprůměrný (26 %, obecný trend 15 % na obr. 6). Toto může být ovlivněno mnoha faktory. Například zkoumaná výroba může být nadprůměrně náročná na lidské vstupy. Přímí pracovníci mohou být také nadprůměrně nákladní (např. z důvodu situace na trhu práce v regionu či v daném průmyslu). Materiálové procento pak může být ovlivněno relativní jednoduchostí potřebného materiálu, výhodnou nákupní cenou (např. z důvodů velkých objemů výroby), či jen zkráceně nízké v důsledku vysokých režijních nákladů.

### 2.3.5 Redukce nákladů

Analýza současného stavu nákladů jednotlivých podprocesů zvýraznila přítomnost několika významných příležitostí k redukci výrobních nákladů.

#### Redukce nákladů na vstříkování

Jak bylo vyzpozorováno, nejvyšší náklady v rámci fáze vstříkování jsou způsobeny spotřebou materiálu (granulátu). Takový materiál musí v konkurenčním prostředí automobilového

průmyslu splňovat mnoho estetických i funkčních požadavků. Vyroběný kryt nárazníku musí mít např. hladký povrch bez estetických vad a zároveň sloužit jako kvalitní podklad pro nanesení laku.

Nadto je třeba zohledňovat ekologickou stopu jak procesu výroby, tak výrobků na konci životního cyklu. Například Evropská unie stanovuje pro členské státy cíl recyklovat alespoň 85 % hmotnosti vyřazených vozů a znovu využít alespoň 95 % jejich hmotnosti. V roce 2016 tyto limity splnilo 24 z tehdejších 28 členských států (Evropská unie, 2019b). Jedním z možných využití recyklovaných plastů je také výroba nárazníků.

Společnost Magna Exteriors se snaží se ve všech procesech maximalizovat využití šetrných a obnovitelných zdrojů. Granulát z recyklovaných plastů je jednou z možností snížení ekologických dopadů výroby, která zároveň snižuje výrobní náklady díky nižší ceně vstupního materiálu. Nasazení takového granulátu do plného provozu může odhalit dosud neznámá teoretická rizika, například nižší úspěšnost procesu či častější estetické vady výrobků, jedná se přesto o přístupné a aplikovatelné řešení. Společnost Magna má k dispozici takový granulát. Jeho zavedení do sériové výroby by nezměnilo spotřebované množství granulátu na jeden výrobek. Tabulka 11 zkoumá teoretický vliv nahrazení současného granulátu recyklovaným.

Tabulka 11: Simulace využití recyklovaného granulátu

Produkt	Granulát	Proces vstřikování	Přímá práce	Ostatní	Náklady vstřikování	Celkové náklady na vůz
<b>Aktuální vůz 1</b>	2 020 Kč	1 420 Kč	123 Kč	168 Kč	3 730 Kč	11 224 Kč
<b>Vůz 1 z recyklátu</b>	981 Kč	1 420 Kč	123 Kč	168 Kč	2 692 Kč	10 185 Kč
<b>Úspora využitím recyklátu</b>	<b>51,44 %</b>	-	-	-	<b>27,85 %</b>	<b>9,26 %</b>
<b>Aktuální vůz 2</b>	2 267 Kč	1 601 Kč	247 Kč	212 Kč	4 326 Kč	10 952 Kč
<b>Vůz 2 z recyklátu</b>	1 101 Kč	1 601 Kč	247 Kč	212 Kč	3 160 Kč	9 786 Kč
<b>Úspora využitím recyklátu</b>	<b>51,44 %</b>	-	-	-	<b>26,95 %</b>	<b>10,65 %</b>
<b>Aktuální vůz 3</b>	1 891 Kč	1 527 Kč	263 Kč	202 Kč	3 884 Kč	13 893 Kč
<b>Vůz 3 z recyklátu</b>	850 Kč	1 527 Kč	263 Kč	202 Kč	2 843 Kč	12 852 Kč
<b>Úspora využitím recyklátu</b>	<b>55,05 %</b>	-	-	-	<b>26,81 %</b>	<b>7,49 %</b>

Zdroj: vlastní zpracování

Simulace porovnává náklady vstřikovacího procesu aktuálních vozů (tab. 2, obr. 9) s teoretickým totožným produktem vstřikovaným z recyklovaného granulátu. Jediná odlišnost mezi takovými produkty je tedy granulát (výše nákladů na jeho měrnou jednotku), všechny ostatní nákladové položky zůstávají neměnné. Ze simulace je patrné, že samotná výměna stávajícího materiálu za plně recyklovaný sníží náklady na výrobu vstřikovaného krytu nárazníku o 26–28 % a celkové náklady na výrobu úplné sestavy nárazníku o 7–11 %. Pro ověření tohoto vlivu by bylo zapotřebí praktické zavedení recyklátu do výroby a analýza jeho dlouhodobého vlivu na stroje a proces.

Budou-li případné vícenáklady způsobené recyklovaným granulátem nižší než kalkulovaná úspora v tabulce 11, je jeho zavedení žádoucí a v souladu s teorií (Radeka, 2013).

### Redukce nákladů na lakování

Jak ukazují data, lakování je v rámci výrobního procesu unikátním krokem, když jako jediné přidává pouze estetickou hodnotu výrobku. V případě snahy o výrobu nejlevnějšího možného automobilu je nejjednodušším krokem kryt nárazníku nelakovat.



Je třeba poznamenat zjištění (Shing, 2017), že výrobek bez dodatečné povrchové úpravy musí mít pro zajištění dostatečné kvality povrchu zapracovánu úpravu povrchu již v samotné vstřikovací formě, což může ovlivnit náklad na takovou formu.

Jak bylo zmíněno, vstřikovací forma je majetkem automobilky, nikoli výrobce dílu. Automobilka přesto tyto náklady musí předpovídat pro přesné porovnání úspory při použití nelakovaných dílů.

### **Redukce nákladů na montáž**

Data ukazují, že nejvyšší podíl nákladů na montáž vykazuje přímá práce. Možným způsobem snížení těchto nákladů by mohla být automatizace vhodných procesů a nahrazení lidské práce výkonem strojů. Toto je však v rozporu s daty, když vůz 3 vykazuje nejnižší podíl nákladů na přímou práci, přesto její nominálně nejvyšší náklad. Montážní proces je tedy příliš ovlivněn odlišnostmi mezi jednotlivými výrobky, což za současné situace a v tomto rozsahu znemožňuje obecné řešení. Jedním z efektů ovlivňujících náklady na montáž sestavy nárazníku je množství a variabilita doplňkových dílů.

### **2.3.6 Doplňkové díly**

Jak bylo zmíněno, doplňkové díly jsou osazeny na kryt nárazníku a spolu s ním tvoří sestavu nárazníku. Jedná se zpravidla o různé mřížky, spoilery, světla, kryty, nosiče či senzory. Tyto díly přidávají hodnotu mechanickou (především větší díly slouží jako část deformační zóny), aerodynamickou (např. usměrňují proud vzduchu pro lepší aerodynamiku vozu), estetickou (díly mají různé tvary a povrchové úpravy) i nosnou (díly slouží pro upevnění dodatečných dílů či senzorů). Množství a možnosti výbav se mezi jednotlivými vozy významně liší v závislosti na cenové hladině vozu, jeho zaměření či cílovém trhu.

Protože různé doplňkové díly a senzory jsou často velmi specializovaným produktem, který není součástí portfolia společnosti Magna, některé komponenty nebo jejich součásti jsou zajišťovány subdodavateli. To znemožňuje úplný rozklad výrobních procesů. Tabulka 12 proto zobrazuje pouze základní porovnání tří verzí estetického doplňkového dílu, který se nachází ve všech zkoumaných vozech, vždy v jednom ze tří estetických provedení dle dané úrovně výbavy vozu.

Tabulka 12: Náklady nadstandardního doplňkového dílu

Díl	Vůz 1	Vůz 2	Vůz 3
<b>Základní úprava</b>	1 312 Kč	1 165 Kč	2 468 Kč
<b>Nadstandardní úprava</b>	3 240 Kč	1 971 Kč	4 000 Kč
Poměr nákladů úpravy vůči základní verzi	247,03 %	169,15 %	162,07 %
<b>Vrcholná úprava</b>	3 356 Kč	2 533 Kč	6 262 Kč
Poměr nákladů úpravy vůči základní verzi	255,84 %	217,44 %	253,75 %

Zdroj: vlastní zpracování

Srovnání tohoto dílu ve všech autech ukazuje vícenáklady, které jsou vynaloženy pouze na exteriérový vzhledový díl. Je-li cílem pouze minimalizace výrobních nákladů, zúžení spektra těchto výrobků na základní verzi je jednoduchým krokem, jak takové úspory docílit. Vystává však otázka atraktivity takového vozu pro zákazníka a konečného spotřebitele.

### 2.3.7 Úspěšnost výrobních procesů

Jak bylo uvedeno, data kalkulují ideální 100% úspěšnost všech výrobních procesů. Výstupy neúspěšného výrobního procesu jsou vadné výrobky, tedy výrobní zmetky. Lze předpokládat, že skutečné výrobní procesy nemají 100% úspěšnost. V případě navazujících procesů je třeba mít na paměti, že neúspěšnost jednotlivých operací je kumulovaná. Pro ilustraci tohoto efektu je v této kapitole počítáno s 80% úspěšností.

Kumulativní efekt neúspěšnosti procesů lze zjednodušeně vysvětlit na následujícím příkladu. Je objednáno 100 výrobků. Pokud by do procesu vstřikování bylo zadáno pouze 100 výrobních cyklů, kvůli 80% úspěšnosti by proces vstřikování vyprodukoval pouze 80 bezvadných polotovarů. Tyto by mohly být předány do procesu lakování, který by kvůli své 80% úspěšnosti dokázal bezvadně nalakovat pouze 64 ks polotovarů. Montáž by pak měla k dispozici pouze 64 ks úspěšně nalakovaných polotovarů, z nichž by kvůli vlastní 80% úspěšnosti byla schopna vyrobit pouze 51 ks bezvadných finálních výrobků.

Konkrétní podproces musí zpracovat dostatečné množství vstupů nejen k zabezpečení dostatečného množství vlastních bezvadných výstupů, ale také k výrobě bezvadných dílů,

které budou znehodnoceny podprocesy následujícími po něm. Tabulka 13 ukazuje zjednodušený příklad neúspěšnosti procesů a potřebné nadbytečné vstupy k jejímu vyvážení.

*Tabulka 13: Simulace efektu neúspěšnosti procesů*

<b>Fáze</b>	<b>Úspěšnost procesu (%)</b>	<b>Minimální potřeba vstupů (ks)</b>	<b>Potřeba vstupů (celé jednotky, ks)</b>	<b>Procesem znehodnocené polotovary (ks)</b>
<b>Objednávka</b>	-	100,00	100	-
<b>Montáž</b>	80 %	125,00	125	<b>25</b>
<b>Lakování</b>	80 %	156,25	157	<b>32</b>
<b>Vstříkování</b>	80 %	196,25	197	<b>40</b>

Zdroj: vlastní zpracování

Je třeba poznamenat, že potřebné vstupy každého procesu musí být vždy zaokrouhleny nahoru, jelikož se vždy jedná o celé kusy. Nákladový vliv tohoto příkladu zobrazuje tabulka 14.

Tabulka 14: Nákladová simulace 80% úspěšnosti procesů

Položka	Montáž	Lakování	Vstřikování	Celkem
<b>Průměrné náklady na 1 nárazník</b>	3 980 Kč	4 008 Kč	4 035 Kč	<b>12 023 Kč</b>
<b>Náklady procesu při 100% úspěšných procesech</b>	398 000 Kč	400 833 Kč	403 467 Kč	<b>1 202 300 Kč</b>
<b>Náklady procesu při 80% úspěšnosti procesů</b>	497 500 Kč	629 308 Kč	794 829 Kč	<b>1 921 638 Kč</b>
<b>Vícenáklady procesu celkem</b>	99 500 Kč	228 475 Kč	391 363 Kč	<b>719 338 Kč</b>
<b>Vícenáklady způsobené pro svůj proces</b>	99 500 Kč	100 208 Kč	100 867 Kč	<b>300 575 Kč</b>
<b>Vícenáklady způsobené předcházejícím procesům</b>	289 653 Kč <sup>1</sup>	129 109 Kč <sup>2</sup>	0 Kč	<b>418 763 Kč</b>
<b>Celkové vícenáklady způsobené neúspěšností procesu</b>	389 153 Kč	229 318 Kč	100 867 Kč	<b>719 338 Kč</b>
<b>Navýšení celkových nákladů výroby</b>	32,37 %	19,07 %	8,39 %	<b>59,83 %</b>

Zdroj: vlastní zpracování

Náklady procesů při 100% úspěšnosti byly vypočteny jako součin potřebného počtu vstupů pro daný proces dle příkladu objednávky z tabulky 13 (100 ks) a nákladů na jeden proces z tabulky 2.

Náklady procesů při 80% úspěšnosti byly vypočteny jako potřebný počet vstupů pro proces dle tabulky 13 vynásobený náklady na jeden proces z tabulky 2.

Vícenáklady konkrétního procesu celkem jsou rozdíl nákladů daného procesu pro 100 ks výrobků při 80% úspěšnosti procesů a při 100% úspěšnosti procesů.

Vícenáklady způsobené pro svůj proces ukazují rozdíl mezi náklady na konkrétní proces při 100% úspěšnosti všech procesů a při 80% úspěšnosti pouze daného procesu (všechny ostatní

<sup>1</sup> Montáž: Pro 100 úspěšně smontovaných dílů potřebuje při 80% úspěšnosti navíc 25 vstupů ( $100/0,8 = 125$ ), tedy úspěšných lakovacích procesů (při 80% úspěšnosti  $25/0,8 = 31,25$ , tedy 32 lakovacích procesů navíc);  $32 * 4 008,333 = 128 266,70$  Kč. Pro těchto dodatečných 32 lakovacích procesů potřebuje 32 úspěšných procesu vstřikování (při 80% úspěšnosti  $32/0,8 = 40$ , tedy 40 procesů vstřikování navíc);  $40 * 4 034,666 = 161 386,70$  Kč.  $128 266,70$  Kč +  $161 386,70$  Kč =  $289 653,40$  Kč.

<sup>2</sup> Lakování: Pro 100 úspěšných lakovacích procesů potřebuje při 80% úspěšnosti navíc 25 vstupů ( $100/0,8 = 125$ ), tedy úspěšných procesů vstřikování (při 80% úspěšnosti  $25/0,8 = 31,25$ , tedy 32 vstřikovacích cyklů navíc);  $32 * 4034,666 = 129 109$  Kč.

procesy jsou uvažovány 100% úspěšné). Daný proces tedy pouze musí zpracovat dost vstupů, aby zajistil vlastní 80% úspěšnost ( $100 \text{ ks výrobků} / 80 \% = 125 \text{ výrobních cyklů}$ ).

Vícenáklady způsobené předcházejícím procesům zobrazují náklady na dodatečné výrobní cykly (nad rámec objednaných 100 ks) předcházejících procesů, které musí proběhnout pro dodání dostatečných vstupů pro cyklus.

Celkové vícenáklady způsobené neúspěšností procesu jsou sumou vícenákladů způsobených procesem pro svůj proces a vícenákladů způsobených procesům jemu předcházejícím.

Navýšení celkových nákladů výroby je pak podílem celkových vícenákladů způsobených konkrétním procesem na celkových nákladech celé výroby při 100% úspěšných procesech.

Ze simulace je patrné, že má-li každý ze tří procesů 20% neúspěšnost, celkové náklady na dodávku 100 ks průměrných nárazníků vzrostou téměř o 60 %. Je také pozorovatelný efekt neúspěšnosti procesu na vícenáklady jeho předchůdců. Přestože průměrné nominální náklady na každý jeden proces jsou velmi podobné, např. chronologicky první proces (vstřikování) musí vyrobit dostatek polotovarů nejen na pokrytí vlastní neúspěšnosti, ale také pro pokrytí neúspěšnosti následujících procesů.

Tato simulace proto dokazuje, že při stejné 20% míře neúspěšnosti jednotlivých procesů je neúspěšnost chronologicky třetího procesu (montáž) zodpovědná za téměř čtyřnásobné vícenáklady napříč celou výrobou oproti neúspěšnosti chronologicky prvního procesu (vstřikování).

To je konzistentní s teorií, ve které je doporučováno soustředit zefektivňování procesu na tu část výroby, kde jednotkové zvýšení úspěšnosti způsobí největší úsporu celkových výrobních nákladů (Østbø, 2016).

## **2.4 Závěry případové studie**

Provedenou případovou studií bylo zjištěno několik vlastností výroby a nákladové struktury ve společnosti Magna. V rámci prezentovaného portfolia výrobků byla zjištěna nízká variabilita nákladového složení procesů vstřikování a lakování (nejvyšší směrodatná

odchylka u podprocesů vstřikování 2,28 procentních bodů – tabulka 3, u podprocesů lakování 3,48 p. b. – tabulka 4), poukazující na sjednocené a standardizované parametry výroby. Byly zjištěny podprůměrné podíly přímé lidské práce v obou těchto procesech (vstřikování 5 % – tabulka 3; lakování 12 % – tabulka 4) v porovnání s průmyslovým průměrem 15 % (obrázek 6), což ukazuje relativně vysokou technologickou a strojní náročnost této výroby.

Proces montáže naopak vykazuje mezi jednotlivými vozy nekonzistentní hodnoty. Lze předpokládat, že tento proces je ovlivněn odlišným tržním zaměřením jednotlivých vozů, kdy dražší a luxusnější modely vyžadují instalaci více asistenčních systémů, senzorů a kosmetických doplňků, což způsobuje nárůst poměrných nákladů na proces montáže a ovlivňuje jejich strukturu.

V oblasti redukce nákladů bylo nalezeno a prezentováno několik teoretických řešení. Náklady na proces vstřikování lze snížit využitím recyklovaného granulátu, který byl pro prezentované vozy průměrně o 55 % levnější než standardní granulát, čímž bylo v procesu vstřikování dosaženo úspory nákladů 27 %, což představuje celkovou průměrnou úsporu výrobních nákladů 7 % (tabulka 11). Není jasné, jaké vlivy na výrobní proces a kvalitu výrobků by takový materiál měl v praktickém nasazení do velkoobjemové výroby, představuje však atraktivní potenciál.

V případě procesu lakování je jednou z možných alternativ absence povrchové úpravy krytu nárazníku. Takové verze osobních automobilů byly populární strategií pro nejlevnější modely malých osobních vozů v 90. letech 20. století. Automobilky se předháněly, kdo nabídne nejlevnější vůz, a tato válka gradovala na začátku 21. století (Hradecký, 2011), kdy byla nabízena například nejlevnější verze modelu Fabia společnosti Škoda Auto (Zezulka, 2005). Nadstandardní či estetické prvky, které bylo možné odstranit nebo nahradit levnějšími, byly takovým vozům odebrány. Dnes jsou nelakované nárazníky u osobních vozů raritou, zůstávají však běžným prvkem základních verzí některých užitkových vozů, jak ukazuje např. aktuální nabídka automobilky Volkswagen (Porsche Česká republika, 2020).

Za současné tržní situace, kdy byl prvek nelakovaných nárazníků z nabídky osobních vozů převážně odebrán, nejlevnější verze vozů s minimální výbavou nejsou zákazníky

vyhledávané. Bylo také dokázáno, že s růstem kupní síly společnosti roste poptávka po kvalitě (Chiarini, 2013). Nabízet spotřebitelům na dnešním trhu nelakované a potenciálně esteticky méně poutavé vozy je i z tohoto důvodu výzvou a rizikem pro automobilky.

Je však v posledních letech pozorován dramatický nárůst oblíbenosti sportovně užitkových vozů a tzv. crossoverů, které kombinují prvky více druhů karoserií (Czech News Center, 2019), především sportovní a terénní prvky. Segment crossoverů dává prostor pro estetické prvky exteriéru dodávající vozům robustní, agresivní vzhled – typické jsou například větší mřížky, prahy a lemy kol. Pro dosažení požadované estetiky jsou tyto prvky často tmavé či nelakované. Tento druh stylizace by mohl působit jako vhodný model pro znovuzavedení nelakovaných krytů nárazníků. Eliminace procesu lakování by snížila celkové náklady na kryty nárazníků o 27–38 % (obrázek 7). Nadto by materiál pro nelakované kryty nárazníků nemusel být vázán kvalitativními požadavky na lakovatelnost povrchu. Automobilky by tak měly příležitost k využití jiných, a potenciálně levnějších, materiálů. V případě nutnosti maximálních úspor by proto měli výrobci automobilů silnou motivaci tuto možnost zavést jako nový standard.

Proces montáže kvůli jeho nekonformitě nebylo možné nákladově obecně zjednodušit. Jeho součástí je však instalace doplňkových dílů do krytů nárazníků. Zde bylo na příkladu funkčního dílu, který se nachází v jednom ze tří výbavových stupňů v každém z prezentovaných vozů, zjištěno, že odlišnosti pouze v povrchové úpravě tohoto dílu způsobují nárůst nákladů na jeho výrobu až na 217–256 % nákladů základní verze (tabulka 12). Množství, úpravy a nákladová náročnost takových dílů se značně liší mezi jednotlivými automobilkami i tržními segmenty, zavedení pouze základních kosmetických variant by však dle tohoto příkladu způsobilo výraznou úsporu nákladů.

Byl také prezentován kumulativní efekt neúspěšnosti jednotlivých procesů. Bylo prokázáno, že proces montáže jako sekvenčně poslední podproces výroby způsobuje při stejné neúspěšnosti čtyřnásobně vyšší vícenáklady než první proces vstřikováním (32 % oproti 8 %, tabulka 14). To potvrzuje a zdůrazňuje teoretická zjištění, dle kterých by snahy o zlepšení efektivity (v tomto případě úspěšnosti) měly být soustředěny na tu část procesu, kde jednotkový nárůst způsobí nejvyšší úsporu.





### 3 Závěr

Automobilový průmysl je extrémně soutěživým prostředím. Strojně a systémově náročná produkce vozů, které jsou dodávány konečným spotřebitelům, musí neustále aplikovat nejnovější technologie, pomocníky a zlepšení pro získání konkurenční výhody. Výsledné vozy jsou rozměrné, těžké, plné drahých a křehkých technologií a jemných designových prvků. Všechny součásti vozu musí obstát celoroční zacházení majitelů různých řidičských a technických schopností ve všech klimatických pásmech. Automobily nadto musí zaujmout své odběratele také esteticky a rozměrově. Koncoví zákazníci mají přitom rozdílné zájmy a potřeby jak v rámci konkrétní kategorie vozů, tak geograficky. Městský vůz designovaný pro indický trh se bude soustředit na jiné designové i funkční prvky než městský vůz zaměřený na japonský trh. Výroba i provoz automobilů musí pro minimalizaci vlivu na životní prostředí dodržovat stále přísnější pravidla na lokální, národní i nadnárodní úrovni.

To vše musí výrobci dodat za konkurenceschopnou cenu. Nadto s vědomím, že sebeúspěšnější model nevydrží na výsluní dlouho a poptávky po jeho faceliftu či úplně nové generaci začnou rychle sílit natolik, že nebudou-li výrobcem vyslyšeny, hrozí přechod zákazníků ke konkurenci, která takový novější a aktualizovaný model nabídne. V současné době ekonomického růstu po krizi 2008 je trend stále ještě spíše růstový, kdy je na trhu dostupný široký sortiment modelů, s navyšující se úrovní základních technologií a neustále se rozšiřující nabídkou příplatkových a nadstandardních služeb a výbav. Jak se ale projevují sílící obavy ze zpomalování růstu, ekonomické krize, geopolitického vývoje a zdravotních hrozeb, je vhodné předvídat a plánovat, jak výrobci zareagují na utlumený trh.

Během analýzy procesu výroby sestav nárazníků tato práce našla a identifikovala několik příležitostí, které lze implementovat a jejich prostřednictvím docílit značných úspor nákladů. Tyto příležitosti lze využít i v jiných částech automobilové produkce, především ve výrobě exteriérových dílů a součástí vstupujících do prostoru pro cestující. V případě vzkvétajícího trhu a rostoucí poptávky po luxusních a maximálně vybavených automobilech je tržní zavedení stylu minimalizovaných vozů se sníženou estetickou hodnotou tak, jak je prezentuje tato práce, nepravděpodobné.

V situacích, jako jsou např. ekonomická krize, konzervativnější spotřebitelé, omezení dostupnosti zdrojů či zpřísnění ekologických norem, by však tyto příležitosti bylo možné

alespoň částečně implementovat a docílit tak produkce méně estetických, zato nezanedbatelně levnějších automobilů. Nadto lze argumentovat, že vozy, které nejsou nabízeny konečným spotřebitelům z řad nepodnikajících fyzických osob, by tyto příležitosti mohly využívat za všech okolností a ekonomických stavů. Jedná se např. o vozy užitkové, nákladní, vozy státní správy či bezpečnostních složek. Taková vozidla jsou zaměřena na funkční vlastnosti a minimalizace nadbytečných nákladů je v jejich případě plně racionálním krokem.

Rozhodující postavení na trhu má spotřebitel. Je proto na veřejnosti, jaké typy automobilů bude poptávat. Při snaze o minimalizaci nákladů a dopadů na životní prostředí je proto společným úkolem výrobního řetězce i dozorčích institucí, aby přesvědčily veřejnost o výhodách levnějších vozů, které jsou nadto méně ekologicky náročné. Zobecnění takového přístupu preferování funkčnosti před formou by mohlo vyústit v dalekosáhlé dopady na ceny produktů i ekologickou stopu společnosti.

## Seznam citací

ACEA – European Automobile Manufacturers Association. 2019. *New Registrations in European Union and EFTA* [online]. Brusel [cit. 2019-11-29]. Dostupné z:

[https://www.acea.be/uploads/statistic\\_documents/1990-2018\\_PC\\_by\\_country\\_EU%2BEFTA.xlsx](https://www.acea.be/uploads/statistic_documents/1990-2018_PC_by_country_EU%2BEFTA.xlsx)

BHASIN, Sanjay. 2015. *Lean Management Beyond Manufacturing: A Holistic Approach*. Londýn: Springer. ISBN 978-3319174105.

Caricos.com. 2017. Škoda Octavia III facelift, RS [barevná fotografie]. In: *Caricos* [online] [cit. 2019-11-29]. Dostupné z:

[https://www.caricos.com/cars/s/skoda/2017\\_skoda\\_octavia\\_rs/images/1.html](https://www.caricos.com/cars/s/skoda/2017_skoda_octavia_rs/images/1.html)

COMANITA, Elena-Diana, Raluca HLIHOR, Cristina GHINEA a Maria GAVRILESCU. 2016. OCCURRENCE OF PLASTIC WASTE IN THE ENVIRONMENT: ECOLOGICAL AND HEALTH RISKS. *Environmental Engineering and Management Journal* [online]. vol. 15. **15**(3), 675-685 [cit. 2020-01-31]. DOI: 10.30638/eemj.2016.073. ISSN 1582-9596. Dostupné z:

[http://www.eemj.icpm.tuiasi.ro/pdfs/vol15/no3/21\\_196\\_Comanita\\_15.pdf](http://www.eemj.icpm.tuiasi.ro/pdfs/vol15/no3/21_196_Comanita_15.pdf)

Czech News Center. 2019. Podíl SUV se v posledních pěti letech zdvojnásobil: Proč jsou tak oblíbená? In: *Auto.cz* [online]. Praha: Czech News Center [cit. 2020-01-18]. Dostupné z:

<https://www.auto.cz/podil-suv-se-v-poslednich-peti-letech-zdvojnasil-proc-jsou-tak-oblibena-129131>

DRURY, Colin. 2007. *Management and Cost Accounting*. 7. ed. Boston: Cengage Learning. ISBN 9781844805662.

ENGLISH, Trevor. 2017. What Materials are Used to Lightweight Cars? In: *Manufacturing Lounge* [online]. Longview: Manufacturing Lounge [cit. 2020-02-14]. Dostupné z:

<http://www.manufacturinglounge.com/materials-used-lightweight-cars/>

Evropská unie. European Commission. 2019a. EU-28 population continues to grow.

*Ec.europa.eu/eurostat* [online]. Lucemburk [cit. 2019-10-12]. Dostupné z:

[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Population\\_and\\_population\\_change\\_statistics#EU-28\\_population\\_continues\\_to\\_grow](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Population_and_population_change_statistics#EU-28_population_continues_to_grow)

Evropská unie. European Commission. 2019b. End-of-life vehicle statistics. *Ec.europa.eu/eurostat* [online]. 2019. Lucemburk [cit. 2020-02-14]. Dostupné z:<https://ec.europa.eu/eurostat/statistics->

explained/index.php/End-of-

life\_vehicle\_statistics#Reuse\_and\_recycling\_rates\_as\_a\_share\_of\_total\_weight

GEYER, Roland, Jenna JAMBECK a Kara LAW. 2017. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances* [online]. Svazek 3. 3(7) [cit. 2019-09-29]. DOI:

10.1126/sciadv.1700782. ISSN 2375-2548. Dostupné z:

<http://advances.sciencemag.org/lookup/doi/10.1126/sciadv.1700782>

HOVORUN, T. P., K. V. BERLADIR, V. I. PERERVA, S. G. RUDENKO a A. I. MARTYNOV. 2017. Modern materials for automotive industry. *Journal of Engineering Sciences* [online]. Svazek 4. 2. vyd. [cit. 2020-02-14]. DOI: 10.21272/jes.2017.4(2).f8. ISSN 23122498. Dostupné z:

[http://jes.sumdu.edu.ua/?page\\_id=26521](http://jes.sumdu.edu.ua/?page_id=26521)

HRADECKÝ, Jindřich. 2011. Ceny aut stále klesají. Kdy nakoupíme pod sto tisíc? In: *Peníze.cz* [online]. Praha: Partners media [cit. 2020-01-18]. Dostupné z:

<https://www.penize.cz/nakupy/226599-ceny-aut-stale-klesaji-kdy-nakoupime-pod-sto-tisic>

CHIARINI, Andrea. 2013. *Lean organization: from the tools of the Toyota Production System to lean office*. New York: Springer. Perspectives in business culture. ISBN 978-88-470-2509-7.

KANADA. Natural Resources Canada. 2014. Energy Efficiency. *Natural Resources Canada* [online]. Ottawa [cit. 2019-10-12]. Dostupné z: <https://www.nrcan.gc.ca/energy/efficiency/energy-efficiency-transportation-and-alternative-fuels/choosing-right-vehicle/tips-buying-fuel-efficient-vehicle/factors-affect-fuel-efficiency/vehicle-weight/21024>

LIKER, Jeffrey. 1997. *Becoming lean: inside stories of U.S. manufacturers*. Portland, Or.: Productivity Press. ISBN 978-1563271731.

MAGNA INTERNATIONAL. 2017. O společnosti Magna. In: *Magnabohemia.cz* [online]. Aurora (Kanada): Magna International [cit. 2020-03-01]. Dostupné z: <https://magnabohemia.cz/o-spolecnosti-magna>

MANKUTE, Rasa a Algirdas BARGELIS. 2009. Intelligent model for painting process and cost forecasting. *Mechanika* [online]. (4), 6 [cit. 2020-01-31]. ISSN 1392-1207.

MAURER, Robert. 2014. *One small step can change your life: the kaizen way*. New York: Workman Publishing Co., Inc. ISBN 978-0761180326.

MILLER, Lindsay, Katie SOULLIERE, Susan SAWYER-BEAULIEU, Simon TSENG a Edwin TAM. 2014. Challenges and Alternatives to Plastics Recycling in the Automotive Sector. *Materials* [online]. Svazek 7. 7(8), 5883-5902 [cit. 2020-01-31]. DOI: 10.3390/ma7085883.

ISSN 1996-1944. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/1996-1944/7/8/5883>

- MODIG, Niklas. 2015. *This is Lean: Resolving the Efficiency Paradox*. Londýn: Rheologica Publishing. ISBN 9789198039306.
- NASDAQ. 2017. How Much Oil Is Left In The Earth? In: *NASDAQ* [online]. New York [cit. 2019-09-29]. Dostupné z: <https://www.nasdaq.com/articles/how-much-oil-left-earth-2017-12-27>
- NIKOLAI, Loren A., John D. BAZLEY a Jefferson P. JONES. 2010. *Intermediate accounting*. 11. ed. Mason, OH: South-Western/Cengage Learning. ISBN 9780324659139.
- ØSTBØ, Petter, Mark WETHERILL a Robin CATTERMOLE. 2016. *Leading beyond lean: the seven drivers of productivity*. Londýn: Palgrave Macmillan [cit. 2020-02-14]. ISBN 978-1-349-94947-2.
- PETŘÍK, Tomáš. 2009. *Ekonomické a finanční řízení firmy: manažerské účetnictví v praxi*. 2., výrazně rozšířené a aktualizované vyd. Praha: Grada Publishing [cit. 2020-02-14]. ISBN 978-80-247-3024-0.
- PlasticsEurope. 2017. *Plastics – The Facts* [online]. Brusel [cit. 2019-11-29]. Dostupné z: [https://www.plasticseurope.org/download\\_file/force/1055/181](https://www.plasticseurope.org/download_file/force/1055/181)
- PLASTY. 2019. *Strategická výzkumná agenda České technologické platformy PLASTY* [online]. Praha [cit. 2019-10-13]. Dostupné z: [https://www.tp-plasty.cz/images/dokumenty/SVA\\_CTP\\_Plasty\\_2019\\_04.pdf](https://www.tp-plasty.cz/images/dokumenty/SVA_CTP_Plasty_2019_04.pdf)
- POPPENDIECK, Mary a Thomas POPPENDIECK. 2014. *The lean mindset: ask the right questions*. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley. ISBN 0321896904.
- Porsche České republika. 2020. *Volkswagen Užitkové vozy* [online]. Praha: Porsche Česká republika [cit. 2020-01-18]. Dostupné z: <https://www.vw-uzitkove.cz/>
- RADEKA, Katherine. 2013. *The mastery of innovation: a field guide to lean product development*. Boca Raton, FL: CRC Press. ISBN 978-1439877029.
- SHING, Ong Nan. 2017. Pre-Determination of Manufacturing Costs of Injection Moulded Part Design. *ASEAN Journal on Science and Technology for Development* [online]. Svazek 17. 11-26 [cit. 2020-02-10]. DOI: 10.29037/ajstd.138. ISSN 2224-9028. Dostupné z: <http://ajstd.org/index.php/ajstd/article/view/138>
- Škoda-díly.cz. 2019. Škoda Octavia III RS přední kryt nárazníku [barevná fotografie]. In: *Skoda-dily* [online]. Plzeň [cit. 2019-11-29]. Dostupné z: <https://www.skoda-dily.cz/nahradni-dil/5e0807217aa-predni-naraznik-rs-skoda-21375.html>
- SVOZILOVÁ, Alena. 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3938-0.

TURC, CG, C CăRăUŞU a G BELGIU. 2017. Cost analysis in injection moulded plastic parts designing. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [online]. Svazek 227 [cit. 2020-02-10]. DOI: 10.1088/1757-899X/227/1/012132. ISSN 1757-8981. Dostupné z: <http://stacks.iop.org/1757-899X/227/i=1/a=012132?key=crossref.8e8e77dae79c0a3726f1ba3156a0677f>

TRIMA NEWS. 2019. Magně se v Liberci daří. Stále se rozvíjí, modernizuje a nabízí i volná místa. In: *Liberecká Drbna* [online]. [Cit. 2020-03-12]. Dostupné z: <https://liberecka.drbna.cz/z-kraje/liberecko/18991-magne-se-v-liberci-dari-stale-se-rozviji-modernizuje-a-nabizi-i-volna-mista.html>

WOMACK, James, Daniel JONES a Daniel ROOS. 1990. *The machine that changed the world: based on the Massachusetts Institute of Technology 5-million dollar 5-year study on the future of the automobile*. New York: Rawson Associates. ISBN 9780892563500.

ZEMAN, Lubomír. 2018. *Vstřikování plastů: teorie a praxe*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0614-1.

ZEZULKA, Libor. 2005. Škoda Fabia Junior – cena jako zaklínadlo. In: *Auto.cz* [online]. Praha: CZECH NEWS CENTER [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/skoda-fabia-junior-cena-jako-zaklinadlo-1181>

ZHANG, Hongshen a Ming CHEN. 2014. Current recycling regulations and technologies for the typical plastic components of end-of-life passenger vehicles: a meaningful lesson for China. *Journal of Material Cycles and Waste Management* [online]. Svazek 16. 2. vyd. 187-200 [cit. 2020-02-14]. DOI: 10.1007/s10163-013-0180-3. ISSN 1438-4957. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s10163-013-0180-3>