



Ekonomická  
fakulta  
Faculty  
of Economics

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Ekonomická Fakulta  
Katedra Ekonomiky

Diplomová práce

# Principy cirkulární ekonomiky v automobilovém průmyslu

Vypracoval: Bc. Petr Kolář  
Vedoucí práce: Ing. Jiří Alina, Ph.D.

České Budějovice 2023

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Ekonomická fakulta

Akademický rok: 2020/2021

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Petr KOLÁŘ  
Osobní číslo: E20417  
Studijní program: N0413A050036 Ekonomika a management  
Studijní obor:  
Téma práce: Principy cirkulární ekonomiky v automobilovém průmyslu  
Zadávací katedra: Katedra aplikované ekonomie a ekonomiky

### Zásady pro vypracování

Primárním cílem diplomové práce je zhodnocení úrovně principů cirkulární ekonomiky v automobilovém průmyslu na základě provedené analýzy. Dílčím cílem práce je návrh na zlepšení současného stavu.

Osnova:

1. Úvod
2. Přehled řešené problematiky – cirkulární ekonomika, automobilový průmysl
3. Metodika práce, analýza
4. Řešení a výsledky –zhodnocení úrovně a principů cirkulární ekonomiky v automobilovém průmyslu
5. Závěr, návrh na zlepšení současného stavu

Rozsah pracovní zprávy: 50 – 60 stran

Rozsah grafických prací:

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

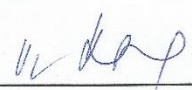
Seznam doporučené literatury:

- Ghosh, S. K. (Ed.). (2020). *Circular economy: Global perspective*. Springer.
- Lacy, P., & Rutqvist, J. (2015). *Waste to Wealth: The Circular Economy Advantage (1st ed.)*. Palgrave Macmillan UK.
- Louda, J., & Jilková, J. (2012). *Udržitelný rozvoj –ekonomický a politický pohled*. Alfa Nakladatelství.
- Stahel, W. R. (2020). *The Circular Economy: A User's Guide (1st ed.)*. Taylor & Francis.
- Webster, K. (2015). *The Circular Economy: A Wealth of Flows*

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jiří Alina, Ph.D.  
Katedra aplikované ekonomie a ekonomiky

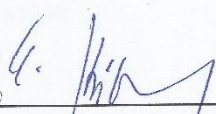
Datum zadání diplomové práce: 20. února 2021  
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE



doc. Dr. Ing. Dagmar Škodová Parmová  
děkanka

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
EKONOMICKÁ FAKULTA  
Studentská 13 (2e)  
370 05 České Budějovice



prof. Ing. Eva Kislingerová, CSc.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 22. února 2021

*Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.*

Datum

Podpis studenta

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mojí diplomové práce Ing. Jřímu Alinovi, Ph.D., za jeho cenné rady, připomínky, ochotu a čas při zpracovávání této práce.

## Obsah

1	Úvod a cíl práce .....	2
2	Přehled řešené problematiky .....	4
2.1	Cirkulární ekonomika.....	4
2.2	Bariéry přijetí cirkulární ekonomiky .....	6
2.3	Cirkulární ekonomika v EU a nakládání s odpady.....	8
2.4	Dopad na automobilový průmysl .....	10
2.5	Časová řada .....	29
3	Metodika .....	35
3.1	Míra využití cirkulárního materiálu .....	36
3.2	Obnova automobilového parku .....	38
4	Praktická část .....	40
4.1	Princip míry využití cirkulárního materiálu v automobilovém průmyslu .....	41
4.2	Návrh na zlepšení současného stavu .....	47
4.3	Princip obnovy automobilového parku.....	48
4.4	Vyhodnocení principu obnovy automobilového parku.....	59
4.5	Návrh na zlepšení současného stavu .....	61
5	Závěr .....	63
6	Summary .....	65
	Seznam použitých zdrojů:.....	67
	Seznam obrázků: .....	1
	Seznam tabulek: .....	2
	Seznam grafů:.....	3

# 1 Úvod a cíl práce

Dnes je na světě téměř 1,5 miliardy motorových vozidel a jejich množství se neúprosně každým rokem zvyšuje. S tím, jak se zlepšuje kvalita života především v chudších rozvojových státech a s tím, jak přibývá na planetě počet obyvatel, lze očekávat, že se během následujících let toto číslo rapidně zvýší.

Jaký to ovšem bude mít dopad na nás všechny a na planetu Zemi? Existuje vůbec nějaká hranice, kdy už bude množství automobilů naprosto neúnosné? Je lepší mít nový, ale ekologičtější vůz každých 5 let, nebo mít méně ekologický automobil například 20 let? A bude vůbec za chvíli dostatek surovin na výrobu vozidel? Na to jistě zatím neexistují jednoznačné odpovědi.

Pokud nám není současná situace lhostejná, bude velmi důležité, abychom velmi rychle změnili náš způsob života.

Jedním z řešení, které by dokázalo vyřešit spoustu problémů spojených s uvedenými otázkami, je cirkulární ekonomika.

Pro Českou republiku je toto téma obzvláště důležité. A to z důvodu toho, že automobilový průmysl je pro českou ekonomiku klíčový a zaměstnává významný počet obyvatel. Kromě přechodu na cirkulární ekonomiku se očekává velká revoluce především ve změně pohonu automobilů z tradičních spalovacích motorů na alternativní pohon jako je například elektrický nebo vodíkový.

Primárním cílem diplomové práce je zhodnotit úroveň principů cirkulární ekonomiky v automobilovém průmyslu na základě provedené analýzy. Dílčím cílem práce je návrh na zlepšení současného stavu. Cílem je zjistit, jaké úrovně v přijetí cirkulární ekonomiky v automobilovém průmyslu dosahuje Česká republika ve srovnání s ostatními státy Evropské unie a jak by mohla tuto úroveň zlepšit. Dále má práce za cíl analyzovat, jaký je rozvoj a jak rychle probíhá obnova automobilového parku v České republice.

Teoretická část práce je věnována popisu cirkulární ekonomiky a oblasti automobilového průmyslu.

První část zkoumá, jaký má k oběhovému hospodářství Evropská unie postoj, jaké jsou její cíle a návrhy. Zaměřuje se na bariéry, které omezují přijetí cirkulární ekonomiky a jaké bude nezbytné odstranit nebo minimalizovat.

V další části se již věnuje blíže dopadu cirkulární ekonomiky na automobilový průmysl. Popisuje, jaký vliv má na suroviny, konstrukci vozidel, recyklaci, repasování, design pro udržitelnost nebo e-mobilitu. Samotná kapitola je věnována problematice olovněných baterií, odpadů z automobilů a emisím CO<sub>2</sub>. Zároveň jsou zde popsány způsoby, podle kterých budou dané principy zkoumány.

Praktická část práce se již věnuje samotným principům. Analyzuje princip míry využití cirkulárního materiálu v automobilovém průmyslu a princip obnovy automobilového parku. Na závěr je u obou principů uveden návrh na zlepšení současného stavu.



## 2 Přehled řešené problematiky

### 2.1 Cirkulární ekonomika

Pro pojem cirkulární ekonomika neboli oběhové hospodářství existuje celá řada definic. Jonášová (2019) ji charakterizuje: „*Cirkulární ekonomika je systém, ve kterém se chováme ohleduplně k přírodě, ale zároveň generujeme zisk díky opětovnému využívání cenných materiálů, které udržujeme v oběhu co nejdéle.*“ Jiná definice zní: „*Cirkulární ekonomika je systém, ve kterém se snažíme, aby všechny zdroje kolovaly v oběhu v co nejvyšší kvalitě po co nejdelší dobu.*“ (Perková & Malá, 2018)

Cirkulární ekonomika však není žádný novodobý výmysl, ale věc, která funguje odjakživa v přírodě. Lidstvo však zapomnělo na selský rozum, který spočíval v šetrnosti a úspornosti. Místo toho lidé stvořili lineární ekonomiku, která těží, vyrábí a ve velkém vyhazuje. Stále více lidí a firem se začíná přiklánět ke změně dosavadního modelu ekonomiky. Hlavním faktorem, který naznačuje, že není možné do budoucna udržet současné tempo růstu, jsou mizející primární zdroje surovin. Dalším faktorem je fakt, že firmy si začínají uvědomovat to, že žádný výrobce nemůže být „úspěšný na neúspěšné planetě“ a začínají se chovat více zodpovědněji. Navíc pokud firmy uvažují v delším časovém horizontu, mohou vidět velký potenciál ve změně svého byznysového modelu. Jsou si vědomy toho, že dochází ke změně chování spotřebitelů. Ti stále více už nemají tak velkou potřebu statky vlastnit. Místo toho raději statky spotřebovávají nebo si je pronajímají na určitý čas. Díky ubývání primárních surovin je zde větší tlak na firmy pro materiálovou soběstačnost. Ty začínají nebo více využívají odpadní materiály, recykláty a tvoří takové služby a produkty, které mají na okolí pozitivní dopad. Mnohem více si lidé uvědomují, že přírodní zdroje jsou neskutečně cenným statkem. (Perková & Malá, 2019)

Alarmující je skutečnost, že za posledních šest let se globálně vytěžilo 100 miliard tun primárních surovin, to je stejné množství jako se vytěžilo za celé 20. století. Jestli se chce civilizace vyhnout budoucí katastrofě, bude nezbytné, aby co nejrychleji šlápla na brzdu a radikálně snížila těžbu primárních surovin a omezila spotřebu materiálů. Jedině tak se může dostat do bezpečných vod. Větší tlak na recyklaci, opravy a opětovné používání výrobků povede k udržení globálního oteplování pod dva stupně Celsia. Z celkových světových emisí je výroba a provoz automobilů zodpovědný za čtvrtinu emisí skleníkových plynů. (Ewalts, 2023)

S přeměnou z lineárního na cirkulární model ekonomiky je v celosvětovém srovnání nejdále Evropa. Ačkoliv se odpad pomalu stává cenným zdrojem, situace se zhoršuje. Od roku 2018, kdy 9,1 % veškerých použitých materiálů našlo druhý život, tím že neskončily jako odpad, ale dostaly podobu nových výrobků, došlo k poklesu na 7,2 %. (Eurostat, 2023)

Při zavedení cirkulární ekonomiky dojde nejen k úspoře primárních surovin, ale i vytvoření nových pracovních míst. Podle studie od McKinsey & Company (2015) by mohlo jen v Evropě do roku 2030 díky principům cirkulární ekonomiky vzniknout více než 2 miliony nových pracovních míst a ušetřit ročně až 1,8 bilionů eur. Přejít od lineární ekonomiky k cirkulární ekonomice by navíc mohl snížit závislost na dovozu primárních surovin a posílit konkurenceschopnost Evropy. (Perková & Malá, 2019)

Dostali jsme se do situace, kdy je pro planetu těžké udržet krok s poptávkou lidstva po materiálních statcích. Díky cirkularitě máme možnost omezit globální spotřebu. Pokud chceme dosáhnout v budoucnu pozitivních změn, bude klíčové zapojení firem a vytvoření vyššího množství cirkulárních výrobků. (Ewalts, 2023)

## **2.2 Bariéry přijetí cirkulární ekonomiky**

S přechodem z lineárního modelu na cirkulární model ekonomiky vznikají firmám ale i spotřebitelům různé bariéry. Výzvou do budoucna je dokázat tyto bariéry eliminovat nebo alespoň snížit jejich dopad. Bariéry, které brání nebo komplikují přechod, mohou být kulturní, tržní, technologické nebo regulatorní.

### **Kulturní bariéry**

Mohou se projevat na straně firem i na straně spotřebitelů. Spotřebitelé jsou velcí tradicionalisté a často preferují nákup známých a ověřených značek a produktů. O nové ekologičtější produkty a služby tak není velký zájem. Firmy a jejich zaměstnanci navíc nemají příliš velké odhodlání podílet se na transformaci. Podniky by měly zvýšit důraz na řešení této problematiky. Jedná se totiž o změnu celé společnosti, proto je potřeba všechny strany zainteresovat. (Perková & Malá, 2018)

V České republice je podle průzkumu CSR & Reputation Research z roku 2017 více než 68 % lidí ochotno si připlatit za produkty, které budou šetrné k životnímu prostředí. Čím mladší populace, tím je míra ochoty vyšší. To potvrzuje fakt, že bariéry jsou jen otázkou mentálního nastavení.

### **Tržní bariéry**

Největším tržním problémem jsou vysoké náklady, které způsobuje přechod na cirkulární ekonomiku. Jedná se především o náklady související se samotným přechodem jako je nákup nových strojů, vybudování nových budov či navázání nových kontraktů. Velkou obavou pro firmy je ztráta konkurenceschopnosti, která by mohla vzniknout při přechodu na jiný business model. Jednou z největších překážek je však získání druhotných surovin, které pochází z recyklovaných zdrojů za ceny, které by byly cenově konkurenceschopné s primárními surovinami. Těžké je pro firmy i hledání nových partnerů, které by jim pomohli při transformaci dodavatelsko-odběratelského řetězce. (Perková & Malá, 2018)

### **Technologické bariéry**

Mezi tyto bariéry patří především vysoké náklady na pořízení nových technologií a jejich špatná dostupnost. Překážkou, která brání rozvoji, je také požadavek, aby produkt, který je z recyklovaných surovin nebo byl opraven, byl ve stejné kvalitě jako výrobek v originální podobě. Bariérou je rovněž nedostatečná spolupráce firem s vědeckotechnickým světem. Mezi ty patří především výzkumné instituty a vysoké školy. (Perková & Malá, 2018)

## **Regulatorní bariéry**

Velké množství výrobků, výrobních postupů, nakládání s výrobkem a prodejních kanálů je spojeno s nějakým typem regulace. Typickým příkladem s velkou regulací je nakládání s hotovými jídly v restauracích. Ty musí podle zákona být do určité doby prodány nebo zlikvidovány. Velké regulaci podléhá i samotné nakládání s odpady. (Perková & Malá, 2018)

## **Bariéry podle Ministerstva životního prostředí**

Konkrétní bariéry zveřejněné Ministerstvem životního prostředí (2021) v rámci publikace „*Strategický rámec cirkulární ekonomiky České republiky 2040*“:

- zakořenění fungování lineárního systému
- nízká cena primárních surovin
- nízké povědomí a zájem zákazníků
- ze strany veřejných zadavatelů je poptávka omezená
- oběhová řešení mají velkou technologickou náročnost
- míra standardizace oběhových procesů/produktů je nízká
- legislativní pravidla dostatečně nepodporují design produktů a neumožňují jejich opětovné znovupoužití nebo recyklaci
- legislativní pravidla dostatečně nepodporují vznik a vývoj trhů s druhotnými surovinami
- legislativní prostředí dostatečně neomezuje vznik odpadů (př. cena poplatku za skládkování je velmi nízká)
- malé množství škálovatelných pilotních projektů
- počáteční investice jsou velmi vysoké
- zajištění vysoké kvality u produktů z druhotných surovin je velmi složité
- zdroje financování pro cirkulární projekty jsou velmi omezené
- nedostatečné množství dat jako je například dopad lineárního/cirkulárního hospodářství

## 2.3 Cirkulární ekonomika v EU a nakládání s odpady

V Evropské unii celá hospodářská činnost vyprodukuje přes 2,5 miliardy tun odpadu každý rok. V přepočtu na obyvatele se jedná o pět tun odpadu na každého jedince. Z toho každá osoba vyprodukuje v průměru téměř 500 kg komunálního odpadu každý rok. Ve svém akčním plánu cirkulární ekonomiky komise EU navrhla, jak lze výrazně snížit produkci komunálního odpadu a dosáhnout stanovených cílů. Podle předpisů Evropské unie by se měl podíl odpadu ukládaného na skládky snížit do roku 2035 o nejméně 10 %. K dosažení těchto cílů je potřeba, aby se zlepšily inovace v recyklaci a třídění odpadů, přimět spotřebitele ke změnám jejich návyků, omezit rozsah skládkování či jeho vývoz do zahraničí. Hlavním cílem je udržení čistého životního prostředí a zajištění ochrany zdraví občanů nejen v rámci Evropské unie. V dílčích cílech se jedná o 70 % pro recyklování komunálního odpadu, 80 % pro recyklování obalových materiálů a 5 % omezení skládkování v Evropské unii do roku 2030. Jako největším problémem podle EU je stavební a průmyslový odpad. (ec.europa, 2021)

Skládkování odpadů může mít za následky:

- znečištění životního prostředí – ovzduší, půdy a podzemní vody. Příkladem je rozpad odpadu organického původu, při kterém dochází ke vzniku škodlivých plynů jako je metan či CO<sub>2</sub>
- zvýšení zdravotního rizika – vrozené vady, astma či nízká porodní váha dětí
- zbytečná ztráta materiálů kvůli skládkování, který by jinak mohla evropská ekonomika znovu využít díky recyklovatelnosti materiálu (Friant & Vermeulen & Salomone, 2020)

### Politika EU – cíle a návrhy

Cílem Evropské unie je vytvoření akčního plánu cirkulární ekonomiky, podle kterého se budou členské státy řídit a naplňovat společnou politiku. Návrhy a cíle Evropské unie by měly přinést enviromentální, ale i hospodářské výhody.

Mezi konkrétní cíle a návrhy patří:

- vytvořit v Evropské unii více než 170 000 přímých pracovních míst do roku 2035
- zvýšit konkurenceschopnosti odvětví výroby v EU, nakládání s odpady a recyklace
- snížení závislosti Evropské unie na dovozu surovin

- zabránit vzniku emisí skleníkových plynů (více než 600 milionů tun ekvivalentu CO<sub>2</sub> v letech 2015-2035)
- snížení administrativní zátěže
- snížení dopadů na lidské zdraví a na životní prostředí (ec.europa, 2021)

S velikou pravděpodobností s přijetím těchto návrhů na vytvoření plně účinného systému recyklace a opětovného použití vzniknou nemalé náklady. Ty by podle odhadů mohly překročit i více než 108 miliard EUR. Velkým přínosem cirkulární ekonomiky by však mělo být, že díky optimalizaci dokáže vytvářet ekonomickou hodnotu. A to tím, že minimalizuje volatilitu a poskytuje suroviny pro nové výrobky s nižší ekologickou stopou a zároveň za nižší náklady. Pokud výrobci automobilů vytvoří hodnotový řetězec cirkulární ekonomiky a vytvoří něco navíc, získají nejen efektivitu svých dodavatelských řetězců, ale zvýší se jim i loajalita zákazníků a ziskovost. Tomu by měl pomoci technologický pokrok v oblastech jako je umělá inteligence, komunikace mezi stroji, diagnostika či modulární konstrukce. (Buruzs & Torma, 2017)

## 2.4 Dopad na automobilový průmysl

Pokud se podíváme blíže na problematiku automobilového průmyslu, zjistíme, že existuje celá řada faktorů, které mají velký vliv a jsou samy ovlivněny přechodem ekonomiky na cirkulární model. Za velmi důležité je považována oblast surovin, změna konstrukčních materiálů vozidel, recyklace v uzavřeném kruhu, repasování, design pro udržitelnost, e-mobilita, olovné baterie, odpad z automobilů či emise CO<sub>2</sub>. (Rommel, 2018)

### Suroviny a jejich nedostatek

Suroviny se stávají mnohem vzácnějšími a naproti tomu emise stále rostou. To vede k většímu významu na šetrné využívání zdrojů. Na důležitosti nabývají nové moderní technologie, nové materiály a komponenty pomocí kterých je možné optimalizovat konstrukce vozidel. Ve všech oblastech vývoje vozidel je kladen důraz na šetrné využívání neobnovitelných zdrojů. (McCarthy & Dellink & Bibas, 2018)

Celkově dnes ve světě na silnicích jezdí více než jedna a půl miliarda obyvatel a v následujících letech se očekává silný nárůst. Každým rokem se pak celosvětově vyrobí více než 85 milionů nových automobilů. To představuje téměř 10 000 nově vyrobených automobilů každou hodinu. Každým momentem jsou pak ve světě nevyužívány vozidla v hodnotě přesahující sedm bilionů amerických dolarů. Z pohledu cirkulární ekonomiky se jednoznačně jedná o odpad. Vytvořením hodnotového řetězce v cirkulární ekonomice získají firmy v automobilovém průmyslu nejen vyšší efektivitu, ale také se jim zvýší ziskovost a loajalita. To proto, že materiály využívané k výrobě automobilů podléhají rostoucím nákladům, cenovým výkyvům materiálů využívaných k výrobě automobilů a omezováním nabídky, a to proto, že poptávka po automobilech má rostoucí trend. Všechny typy těchto materiálů pak mají podobnou charakteristiku a to takovou, že pokud se s nimi náležitě nehospodaří, tak při jejich výrobě je velká spotřeba energií a vznikají přitom skleníkové plyny, které mohou způsobit velké škody na životním prostředí a na zdraví člověka. Dodavatelský řetězec začíná koupí nového vozidla spotřebitelem a končí recyklováním starého automobilu. (Rommel, 2018)

Nejlepším příkladem pro oběhové hospodářství by bylo navrhování, výroba, transport, recyklace a obnovování vozidel udržitelnějšími metodami.

navrhování → výroba → transport → recyklace → obnovení vozidel
--

Volba materiálů má rozhodující vliv na emise CO<sub>2</sub>, které vznikají při výrobě komponentů pro automobily. Vzhledem k různým výrobním a recyklačním metodám je rozsah velmi široký. V oblasti recyklace pak v posledních letech díky štíhlé výrobě dochází k velkému pokroku napříč výrobci. Z pohledu cirkulární ekonomiky je zde však mnohem větší potenciál. V automobilovém průmyslu je v oblasti dodavatelského řetězce zapotřebí 6 klíčových faktorů:

*a) Design*

Důležité je navrhnout nejen výrobek, ale i celý životní cyklus tak, aby optimalizoval využití a opětovné použití všech zdrojů.

*b) Měřítko*

Musí být k dispozici dostatečné množství ojetých automobilů, aby bylo možné investovat do recyklační infrastruktury.

*c) Náklady*

Ekologicky a ekonomicky výhodná technologie by měla umožňovat opětovné používání materiálů a být nákladově efektivní.

*d) Politika*

Je nezbytné, aby byly vytvořeny právní předpisy, které budou zakazovat nevhodnou likvidaci, zavádět vhodné pobídky a umožňovat výrobcům recyklovat výrobky nejen vlastní, ale i ty konkurenční.

*e) Sběr*

Musí být zajištěna integrace sběru použitých výrobků prostřednictvím stejných partnerů a kanálů jako je použito pro distribuci nových výrobků.

*f) Neustále zlepšování*

Pro správné fungování dodavatelského řetězce je zapotřebí, aby bylo možné identifikovat, monitorovat a následně se přizpůsobovat příležitostem a problémům, které mohou znamenat vyšší hodnotu nebo naopak bránit v dalším rozvoji.

Potencionální příjmy obchodních modelů cirkulárního hospodářství pro společnosti v automobilovém průmyslu by se mohly do roku 2030 více než zdvojnásobit a vzrůst o více než 400-600 miliard dolarů. Pokud by došlo k převratnému scénáři, pak by modely oběhového hospodářství předstihly růst příjmů generovaných prodejem nových osobních automobilů. Tím by mohla být ziskovost vyšší oproti tradičnímu prodeji nových osobních automobilů více než třikrát. Obchodní modely



cirkulárního hospodářství v automobilovém průmyslu by se tak staly hlavním zdrojem zisku. (Rommel, 2018)

### **Změna v konstrukčních materiálech vozidel**

Pokud se podíváme do historie, tak až do 70. let minulého století, kdy byla ropná krize, neexistoval primární požadavek na výrobu vozidel pro nižší hmotnost vozidel a specifickou spotřebu paliva. Tyto požadavky se však do popředí zájmu konstruktérů dostaly, když došlo k výraznému zdražení ropy. Od této doby došlo k velkému nárůstu zájmu navrhovat a vyrábět vozidla s nižší hmotností. Hmotnost lze snížit vhodnou volbou konstrukčních materiálů. Stále je však důležité dbát i na další faktory s tím související, a to především na bezpečnost při běžném používání automobilů a na ochranu životního prostředí. (Rommel, 2018)

Snížení hmotnosti lze dosáhnout nahrazením běžných ocelových a železných materiálů slitinami, plasty a ocelovými plechy, které zajistí menší tloušťku a váhu stěn. Použití těchto materiálů sice umožňuje snížit váhu a rozměry vozidla, ale tyto materiály jsou také náročnější, dražší a mnohem hůře recyklovatelné než tradiční materiály z oceli a železa. Tento fakt platí především pro plasty, které není vhodné používat pro konstrukci vozidel. Různé zpevňující materiály a zpomalovače hoření pak ještě více snižují smísitelnost plastů, která je sama o sobě i tak velmi nízká. (Rollinson & Oladejo, 2020)

Díky velkým změnám v oblasti technologií a jejich aplikací dochází ke zkracování životnosti automobilů. Pro dosažení většího komfortu, bezpečnosti pro uživatele automobilů a ekologických řešení dochází ke zvyšování stupně elektronizace. V automobilech střední třídy je dnes běžně používáno 30 až 50 kusů elektroniky a souvisejících elektronických dílů. Díky tomu dochází ke zhoršené přehlednosti celého systému vozidla, jeho opravitelnosti a servisovatelnosti. Není tak překvapením, že v dnešních moderních luxusních automobilech vyšší třídy je tolik součástí elektroniky jako je v největším letadle na světě Airbusu A380. Tím se neustále zvyšuje množství materiálu používaných v elektronických součástkách. Jedná se především o neželezné drahé kovy a kovy vzácných zemin. Jejich výskyt sice není omezen, ale je velmi limitován z důvodu omezeného přístupu do určitých zemí a regionů. Poptávka po kovech vzácných zemin v posledních letech výrazně vzrostla. V roce 2015 poptávka přesáhla 210 000 tun. A například ceny lithia se za posledních 20 let více než ztrojnásobily. (Rommel, 2018)

S tímto problémem souvisí i samotná těžba kovů vzácných zemin. Většina jejich zdrojů se nachází mimo Evropu a Severní Ameriku. Zdaleka největší úložiště se nachází v Asii, především na území Číny. Celosvětově významné lokality znázorňuje obrázek 1. (Nowakowska, 2012)

Obrázek 1: Koncentrace kovů vzácných zemin ve světě



Zdroj: Nowakowska, 2012

## Recyklace v uzavřeném cyklu

Pokud se podíváme na výrobu automobilů, od roku 2008 došlo ke snížení spotřeby vody na jeden vyrobený automobil o 31 %. Tohoto poklesu se podařilo dosáhnout díky využívání recyklačních technologií, které snižují spotřebu vody a podporují její opětovné využívání. Zároveň došlo ke snížení množství vyprodukovaného odpadu výrobcí o téměř 14 %. Automobily přitom disponují více funkcemi, aby byly čistější, bezpečnější a chytřejší.

Recyklace v uzavřeném cyklu je samostatný proces, který využívá recyklovatelné materiály, které jsou schopny si zachovat kvalitu v celém cyklu. Pro výrobce je výhodnější, protože je snazší produkty vrátit zpět do původní podoby. Recyklace v uzavřeném cyklu podle Světového ekonomického fóra snižuje spotřebu energie až o 75 %. To znamená úsporu nákladů zejména proto, že při výrobě nových dílů se nezohledňují náklady na těžbu zdrojů, ze kterých se díly vyrábějí. Jedním z návrhů pro recyklaci v uzavřeném cyklu je snaha povzbudit výrobce automobilů, aby vytvářeli programy, pomocí kterých budou moci snížit náklady na recyklaci tím, že budou reaktivně sbírat

vozidla od samotných koncových uživatelů. Tyto programy již několik společností provozuje. Ovšem je pouze na zákazníky, aby tyto sběrná střediska vyhledal a kontaktoval. To pro něj může představovat nepříjemnost. Firmy by měly přijít s pobídkami pro zákazníky, kteří se rozhodnou odevzdat svá vozidla s ukončenou životností. To by více povzbudilo lidi k odevzdávání starých vozidel, jejichž životnost se odhaduje na 13 let používání.

Se zavedením recyklace automobilový průmysl čelí celé řadě výzev. Jednou z výzev jsou náklady na recyklaci. Ty mohou být vyšší než náklady na těžbu zdrojů. To může být způsobeno tím, že při těžbě zdrojů je nutné suroviny následně podrobit různým procesům, které jsou vyžadovány při rafinaci materiálů proto, aby splňovaly standardy kvality, které se očekávají od finálního výrobku.

Dalším velkým problémem jsou počáteční vysoké náklady na recyklační zařízení. Recyklační proces navíc znamená používání intenzivních procesů, které mají za úkol dodržet požadavky na vysokou kvalitu a bezpečnost automobilů. (Rommel, 2018)

## **Repasování**

Repasování se často zaměňuje s pojmem recyklace. Repasování ovšem zahrnuje přestavbu výrobku tak, aby splňovaly specifikace původních hotových výrobků. Při zpracování však dochází k použití opravených, znovu použitých opotřebovaných a nových dílů. V podstatě se jedná o obnovu výrobku, jehož cílem je obnovit výrobek tak, aby splňoval vlastnosti jako nové výrobky. (Korhonen & Honkasalo, 2018)

V cirkulárním hospodářství by repasování mohlo být ve větší míře zavedeno především při výrobě automobilových dílů. Výzkumy prokázaly, že repasování snižuje spotřebu energie až o 80 % v porovnání s výrobou nových dílů. Repasování celkově může snížit množství vyhozeného odpadu až o 70 %. Při procesu zároveň dochází o 88 % k menší spotřebě vody a uvolňuje se o 90 % méně chemických látek. (Rommel, 2018)

## **Design pro udržitelnost**

Udržitelný design můžeme popsat jako koncept, kterým se navrhují fyzické objekty nebo služby tak, že jsou v souladu s požadavky ekologické udržitelnosti. V konceptu udržitelného designu jsou vozidla navržena tak, aby byla schopna vydržet po celý svůj životní cyklus. Pokud má automobilový průmysl přispět k oběhovému hospodářství, je nezbytné, aby přijmul principy udržitelného designu, které tuto myšlenku podporují. Jedním ze způsobů, který by mohl být implementován je prodloužení fáze provozu

vozidel. Další způsob je zajištění přizpůsobení vozidel pro recyklovatelnost ve fázi, kdy jejich životní cyklus vyprší. Celkově je v automobilovém průmyslu vidět úsilí, které se snaží navrhnout taková vozidla, která by měla nižší dopad na životní prostředí. (Rommel, 2018)

## **E-mobilita**

V následujících letech se očekává velký nárůst e-mobility. Lze očekávat, že to zcela promění některé hlavní systémy, dopravu, energetiku a hospodaření se surovinami.

Obrázek 2: Tesla S – lithiová baterie



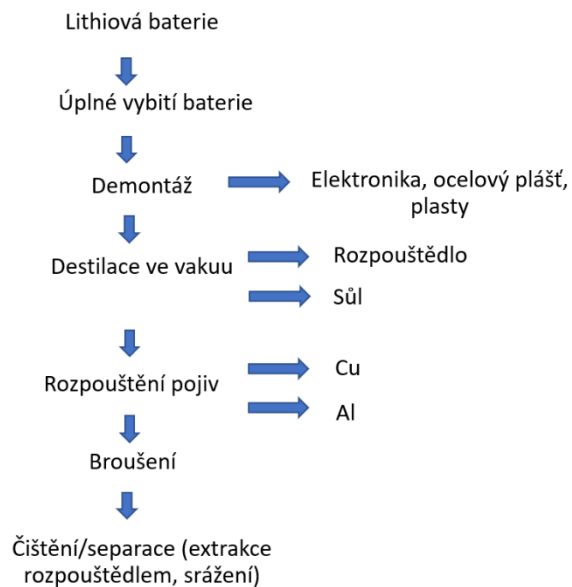
*Zdroj: Buruzs & Torma (2017)*

Současně to bude ale také velká výzva pro cirkulární ekonomiku. Přestože se jedná o ekologicky šetrné technologie, tak tyto systémy přinášejí obrovské a stále neřešené problémy v oblasti nakládání s odpady a se zdroji. Klíčové přitom bude, aby bylo možné fosilní paliva odstranit ekologicky nejvýhodnějšími technologiemi. Důležité je proto výzkum dopadů na životní prostředí a požadavky na zdroje pro „zelenější“ alternativy. Zpracování lithia, jakožto hlavní surovinou pro výrobu baterií je přitom stále velmi komplikované, drahé a plno bezcenných materiálů, které vznikají při jeho zpracování se dostávají na skládky. Současně pak existuje celá řada typů Li-Ion baterií, který však mají podobné problémy. Aby bylo možné efektivně získávat lithium a další suroviny v co možná největší míře zpět, je nezbytné vytvořit stabilní infrastrukturu systémů využití a sběru, ekonomickými a právními pobídkami. Právní prostředí však zatím není pro tyto nové výzvy přizpůsobené a není dostatečně zřejmé jaké budou tyto právní a ekonomické pobídky. Jako příklad si můžeme položit otázky: Jak bude probíhat demontáž automobilu, který bude mít tisíce článkovou baterii o hmotnosti 800 kilogramů? Jak se spotřebitel zbaví své 10 nebo 20 leté staré Tesly?

Pokud se má jednat o udržitelné hospodaření se zdroji, je důležité, aby byla vysoká míra recyklace Li-ion baterií se specifickými materiály jako je lithium, kobalt či nikl.

Náročnost recyklačního procesu znázorňuje obrázek 3 na následující stránce. (Rommel, 2018)

Obrázek 3: Proces recyklace lithiové baterie



*Zdroj: Rommel (2018), vlastní zpracování*

Navzdory celé řadě omezení existuje velké množství důvodů, proč by se měl automobilový sektor více zaměřit na oběhové hospodářství. Pomocí tohoto ekonomického modelu dochází k nižšímu znečištění, snižuje se spotřeba energie a dochází k většímu tlaku na využívání ekobilancí (hodnocení environmentální výkonnosti). Posilování národních ekologických norem, především v Asii a rostoucí tlak spotřebitelů pravděpodobně povede k většímu nárůstu významu ekologické vyváženosti. To by mělo následně vést k integrovanějšímu oběhovému hospodářství. (Bocken, 2016)

## Olověné baterie

Součástí cirkulární ekonomiky je i problematika olověných baterií. Jedná se o významnou oblast, protože množství odpadu i procento recyklace se každým rokem zvyšuje. To bude důležité zvláště do budoucna, kdy bude pravděpodobně mnohem více odpadu tohoto typu, než je dnes, a to především díky vzrůstajícímu podílu elektromobilů ve světě.

Sběr dat provádějí samostatně členské státy Evropské unie. Pojmy, klasifikace a formáty jsou definovány Eurostatem. Jednotlivé země si mohou zvolit zdroje a metody pro výpočet, které jim nejlépe vyhovují. Eurostat následně provádí kontrolu formátu údajů, kontrolu věrohodnosti a kontrolu srovnatelnosti mezi jednotlivými státy.

Členské státy využívají ke sběru dat různé zdroje. Jedná se například o:

- a) průzkumy,
- b) národní statistický úřad,
- c) administrativní zdroje jako jsou obce (např. zpracovatelské závody, kolektivní systémy nakládání, zařízení pro nakládání s odpady),
- d) odpovědné výrobce, podniky, vývozce/dovozce. (Eurostat, 2022)

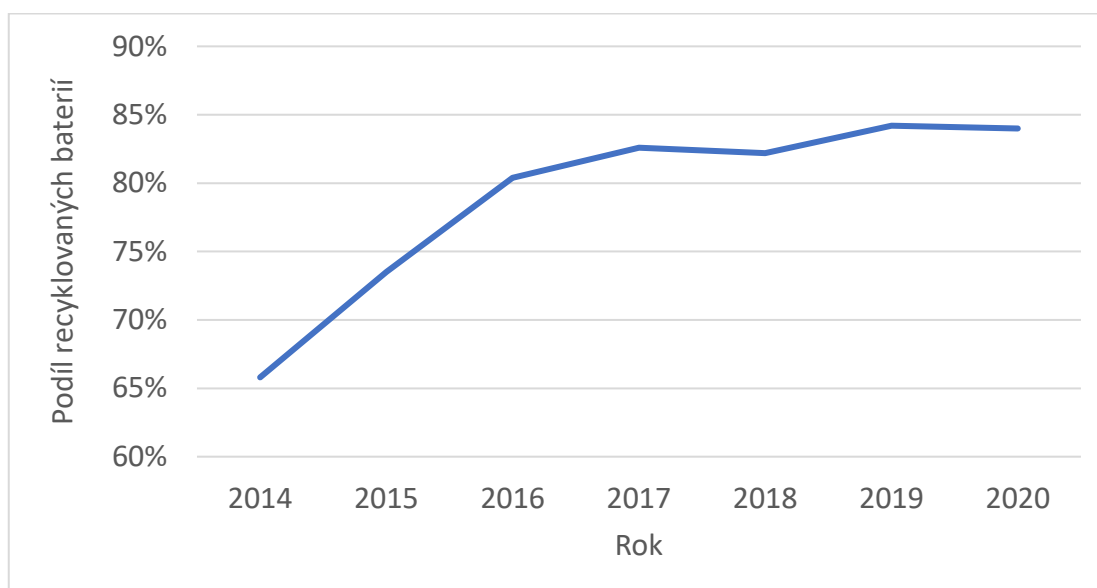
Tabulka 1: Vývoj recyklace olověných baterií v České republice

Rok	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Tuny	31384	29453	25396	36508	36497	35936	34924
%	0,66	0,74	0,80	0,83	0,82	0,84	0,84

*Zdroj: Eurostat (2022), vlastní zpracování*

Pro lepší přehlednost je vývoj recyklace olověných baterií v České republice v procentech dán do grafu 1.

Graf 1: Vývoj recyklace olovněných baterií v České republice



*Zdroj: Eurostat (2022), vlastní zpracování*

Na grafu je patrné, že dochází k rostoucímu trendu recyklace olovněných baterií. To je částečně způsobené tím, že v Evropské unii mají státy kvantitativní cíle pro sběr a recyklaci baterií. Zatímco ještě v roce 2014 bylo v České republice recyklováno 66 % z celkového objemu, v roce 2019 a 2020 to již bylo více než 84 %.

V Evropské unii za rok 2020 bylo v recyklaci olovněných baterií na prvním místě Maďarsko s 94,5 % a na opačném konci bylo Estonsko s 64,4 %. Česká republika byla s 84 % nad průměrem EU.

## Množství odpadu z vraků automobilů v ČR

Hmotnost autovraků, ale i nových automobilů neúprosně narůstá, a to i navzdory používání nových odlehčených materiálů. Automobily o větší hmotnosti potřebují vyšší výkon motoru a spotřebují také větší množství energie. Zajímavý bude vývoj do budoucích let i z důvodu toho, že lze očekávat nárůst počtu elektromobilů. Elektromobily jsou totiž výrazně těžší než automobily na spalovací pohon. S vyšší hmotností a větším počtem automobilů souvisí i mnohem větší zatěžování komunikací. Silnice nemusí mít takovou životnost, a to může způsobit celou řadu negativních faktorů jako jsou větší náklady nebo emise vznikající při opravách komunikací.

Dalším negativním faktorem je, že je spotřebováváno větší množství materiálů na výrobu nových automobilů. To způsobí, že je potřeba i větší množství energie na výrobu a následnou likvidaci nebo recyklaci.

Pokud má dojít ke zlepšení, bude nezbytné, aby výrobci začali ve větší míře používat menší množství materiálů, alternativní lehčí materiály a zároveň došlo ke zmenšení velikosti automobilů.

Vývoj hmotnosti autovraků za posledních 13 let v České republice ukazuje tabulka 2.

Tabulka 2: Vývoj hmotnosti autovraků v České republice (v tunách)

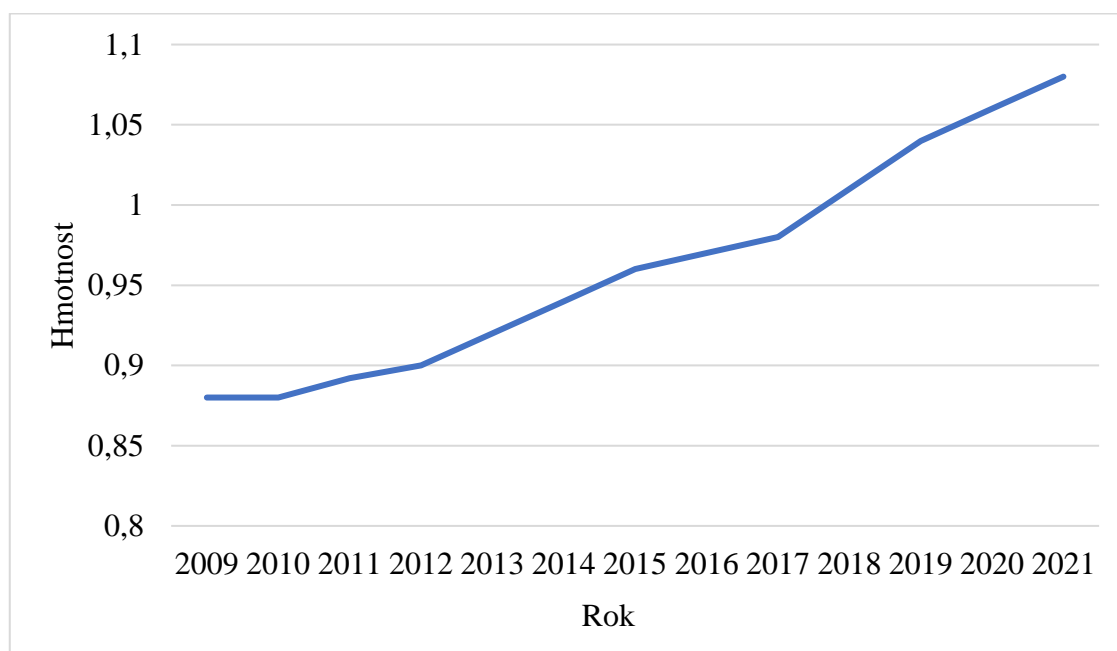
2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0,88	0,88	0,89	0,90	0,92	0,94	0,96	0,97	0,98	1,01	1,04	1,06	1,08

Zdroj: *Autovraky.mzp (2022), vlastní zpracování*

Kromě roku 2010, kdy byla naměřená hmotnost stejná jako rok předchozí jsou hodnoty každým rokem vyšší. Průměrná hmotnost autovraku za sledované období vzrostla z 880 kilogramů v roce 2009 o 200 kg na 1080 kilogramů v roce 2021. To je nárůst o téměř 23 %.



Graf 2: Vývoj hmotnosti autovraků v České republice (v tunách)



*Zdroj: Autovraky.mzp (2022), vlastní zpracování*

Zajímavé bude sledovat, jak se bude vyvíjet hmotnost autovraků do budoucna. V roce 2021 hmotnost autovraků (různého stáří) činila 1080 kilogramů, ale hmotnost nového automobilu činila průměrně 1600 kilogramů. Z tohoto důvodu se dá očekávat nárůst hmotnosti autovraků. Vysvětlení lze najít v tom, že se velikost automobilů neustále zvětšuje a automobily mají větší vybavení například je zde více kabeláže. K redukci hmotnosti výrazně nepomůžou ani nové odlehčené materiály, které se k výrobě používají, protože základní konstrukce vozidla je stále z oceli.

S rostoucí hmotností narůstá i množství odpadů z vraků automobilů.

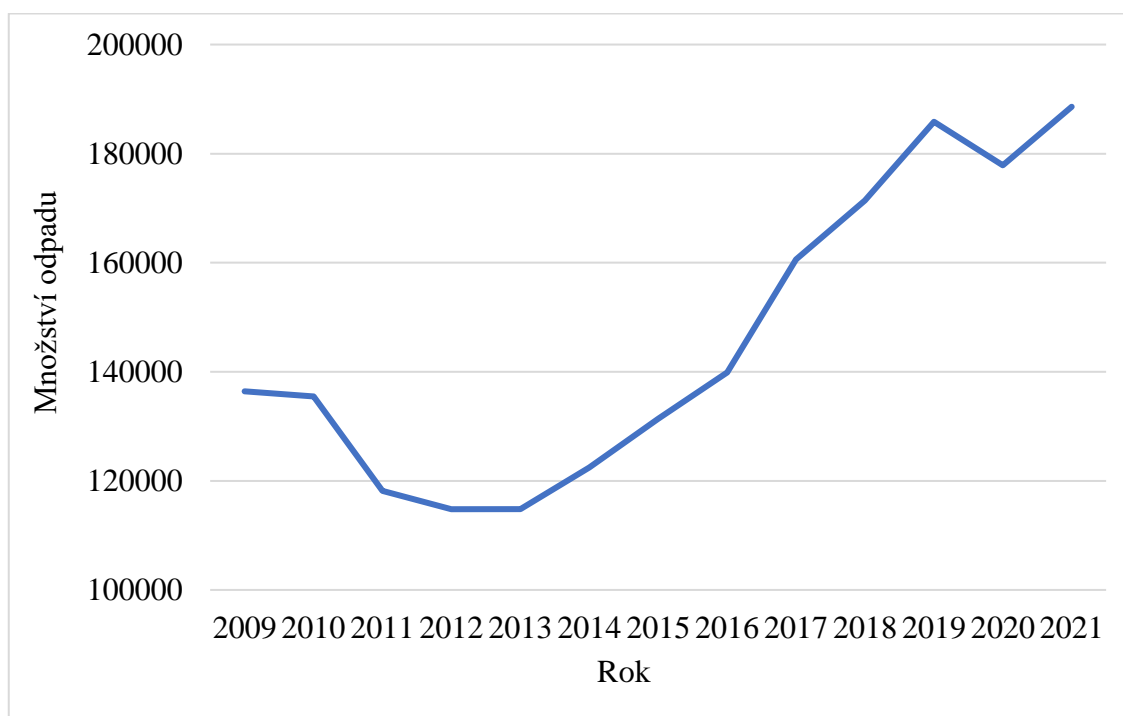
Tabulka 3: Vývoj množství odpadů z vraků automobilů v ČR (v tisíc tun)

2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
136	135	118	114	114	122	131	139	160	171	185	177	188
394	479	147	800	833	450	392	881	587	412	830	883	594

*Zdroj: Eurostat (2022), vlastní zpracování*

Pro lepší přehlednost jsou data dána do grafu 3.

Graf 3: Vývoj množství odpadů z vraků automobilů v ČR (v tis. tunách)



Zdroj: Eurostat (2022), vlastní zpracování

Množství odpadu z autovraků se zvýšilo z 136 394 tisíc tun v roce 2009 na 188 594 tisíc v roce 2021. To je za 12 let nárůst o 38 %.

Vzhledem ke skutečnosti, že se vyrábí stále větší množství automobilů o větší hmotnosti, lze i v budoucích letech očekávat výrazný nárůst odpadu. Výzvou pak bude, jak se s tímto nárůstem společnost vypořádá, jestli dokáže efektivně nakládat s větším množstvím odpadu. Samotný odpad nemusí být problém, pokud se efektivně zpracuje a následně využije.

S hmotností automobilů souvisí i množství odpadu, které vzniká při výrobě a likvidaci automobilů. Velká část odpadu pak končí na skládkách. Od konce minulého století výrobci v automobilovém průmyslu čelí novým přísnějším předpisům a vyšším nákladům na skládkování. Díky tomu je vyvíjen velký tlak na snižování odpadu a do popředí jde rovněž recyklace. Zároveň dochází k úspoře nákladů. Firmy rovněž investují do designu pro udržitelnost.

## **Emise CO<sub>2</sub>**

Emise CO<sub>2</sub> vozidel je v poslední době velmi diskutovaným tématem na celém světě. V Evropské unii ale i v celé řadě států světa je vyvíjen velký tlak na jejich snižování. I když v posledních letech dochází ke snižování průměrných emisí CO<sub>2</sub>, stále roste množství automobilů po celém světě, které celkové množství naopak zvyšují. Ke vznikům emisí CO<sub>2</sub> ovšem dochází už při výrobě automobilů, těžbě a zpracování surovin, které jsou potřeba na výrobu. Přejít na cirkulární ekonomiku může počet těchto emisí velmi zredukovat. Doprava v EU uvolňuje každý rok do atmosféry 820 Mt<sup>1</sup> CO<sub>2</sub>. To představuje více než 21 % z emisí v celé Evropské unii. Největší podíl mají osobní automobily s 58 %. Na druhém místě jsou těžkými nákladními automobily a autobusy s 25 %. (Hanzlík & Javůrek & Smeets & Svoboda, 2019)

Pro Českou republiku je toto téma obzvláště důležité, protože na množství emisí je třetí nejnáročnější ekonomikou Evropské unie v přepočtu na obyvatele. Od roku 1990 došlo k poklesu emisí CO<sub>2</sub> v průmyslu o 60 %. Pokud se však podíváme na emise, které plynou ze spotřeby samotných produktů, zjistíme, že došlo k poklesu jen o 10 %. (Hague & Zedníček & Rulík, 2022)

Ukazatel emisí CO<sub>2</sub> je definován jako průměrné emise oxidu uhličitého na kilometr nových osobních automobilů registrovaných v daném roce. (Eurostat, 2022)

### **Průměrné množství průměrné množství emisí CO<sub>2</sub> v ČR a v EU**

Snižování emisí pro nové automobily je stanoveno Evropskou unií v rámci povinných cílů. Pro rok 2015 byla stanovena hodnota 130 gramů CO<sub>2</sub> na kilometr, zatímco v roce 2021 již 95 gramů CO<sub>2</sub> na kilometr. Tyto cíle jsou stanoveny pro celkový vozový park výrobce.

To znamená, že je stále dovoleno produkovat vozy s vyšší hodnotou. Výrobce zároveň může požádat o výjimku a mít vyšší hodnotu emisí CO<sub>2</sub>. (Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU 2019/631, V., 2019)

Vývoj průměrného množství emisí CO<sub>2</sub> v České republice a v Evropské unii za období od roku 2009 do roku 2020 zobrazují tabulky 4 a 5.

---

<sup>1</sup> Megatuna – miliarda kilogramů

Tabulka 4: Vývoj průměrného množství emisí CO<sub>2</sub> v ČR (v gramech)

2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
155,5	148,9	144,5	140,8	134,6	131,6	126,3	121,2	124,1	126	128,7	120,9

*Zdroj: Eurostat (2022), vlastní zpracování*

Za sledované období 12 let došlo ke snížení produkce emisí CO<sub>2</sub> v České republice ze 155,5 gramů v roce 2009 na 120,9 gramů v roce 2020. To je snížení o téměř 23 %.

Tabulka 5: Vývoj průměrného množství emisí CO<sub>2</sub> v EU (v gramech)

2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
145	139,6	135,3	132	126,4	123,1	119,1	117,6	118	120,1	122,1	108,2

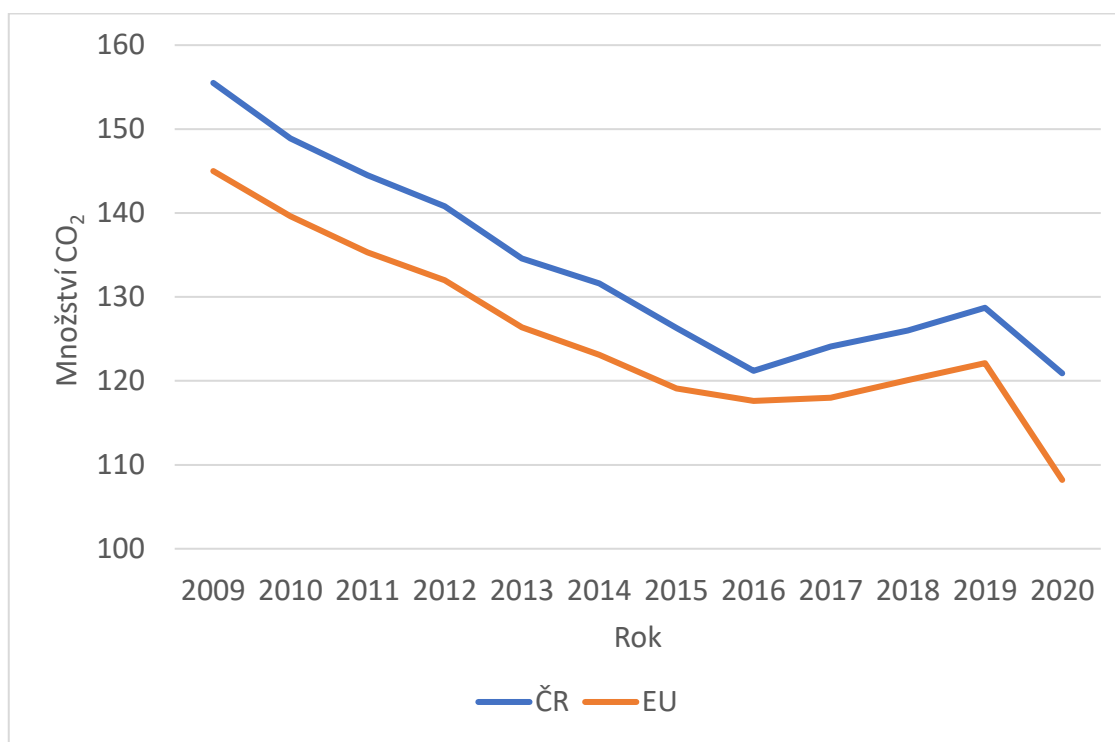
*Zdroj: Eurostat (2022), vlastní zpracování*

V Evropské unii za stejné období došlo průměrně ke snížení produkce emisí CO<sub>2</sub> ze 145 gramů v roce 2009 na 108,2 gramů v roce 2020. To je snížení o více než 25 %.

V Evropské unii bylo v roce 2020 na suverénním prvním místě Norsko s hodnotou 38,2 gramů následované Islandem s 80,2. Na opačném konci bylo Bulharsko se 133 a Kypr se 125. Česká republika byla se 120,9 šestá nejhorší. Za 10 let se podařilo snížit emise CO<sub>2</sub> v Evropské unii o 25%.

Graf 4 ukazuje vývoj průměrných emisí oxidu uhličitého na kilometr nových osobních automobilů registrovaných v daném roce v České republice a v Evropské unii. Z grafu je patrné, že Česká republika zaostává za průměrem Evropské unie. (Eurostat, 2022)

Graf 4: Srovnání vývoje průměrných emisí CO<sub>2</sub> v ČR a v EU



Zdroj: Eurostat (2022), vlastní zpracování

### Poplatek za překročení emisí CO<sub>2</sub> v Evropské Unii

Pokud výrobce překročí v daném kalendářním roce emisní cíl, dostane pokutu. Pokutu uloží Komise přímo výrobcí nebo správci sdružení. Výše poplatku je dána Nařízením Evropského parlamentu a Rady EU 2019/631, které stanovuje výkonnostní normy pro emise CO<sub>2</sub> pro nové osobní automobily a pro nová lehká užitková vozidla. Poplatek se podle nařízení vypočítá pomocí vzorce:

$$(\text{překročení emisí} \times 95 \text{ EUR}) \times \text{počet nově registrovaných vozidel}$$

Zdroj: Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU 2019/631, V., 2019, vlastní zpracování

Komise dále prostřednictvím prováděcích aktů stanoví způsob, jakým bude probíhat výběr poplatků za překročení emisí. Na přijímané částky poplatků za překročení emisí se nahlíží jako na příjem do souhrnného rozpočtu Evropské Unie.

Nařízení stanovuje výkonnostní požadavky na emise CO<sub>2</sub> pro nová lehká užitková vozidla a nové osobní automobily. Tím tak přispívá k plnění cíle Evropské Unie, který spočívá ve snižování produkovaní emisí skleníkových plynů. Cíle na množství

produkovaných emisí CO<sub>2</sub> jsou stanoveny v nařízení Evropské Unie 2018/842 a Pařížské dohodě. Plnění těchto cílů dochází k zajištění řádného fungování vnitřního trhu Evropské Unie. (Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU 2019/631, V., 2019)

### **Superkredity**

Vozidla od nuly do 50 g CO<sub>2</sub>/km jsou definovány jako „vozidla s nulovými a nízkými emisemi“ osobní automobil nebo lehké užitkové vozidlo s výfukovými emisemi, jak byly stanoveny v souladu s nařízením (EU) 2017/1151“ Pro tyto vozidla se stanovuje speciální výpočet průměrných specifických emisí CO<sub>2</sub>. Výrobce tak získává výhodu v podobě superkreditů, které se ovšem každý rok snižují. Například nový osobní automobil se specifickými emisemi CO<sub>2</sub>, které jsou nižší než 50 g CO<sub>2</sub>/km se započítá jako:

- 2 osobní automobily v roce 2020,
- 1,67 osobního automobilu v roce 2021,
- 1,33 osobního automobilu v roce 2022,
- 1 osobní automobil po roce 2023

(Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU 2019/631, V., 2019)

### **Sledování a hlášení průměrných emisí**

V Evropské Unii musí každý členský stát za každý kalendářní rok zaznamenat u každého nového lehkého užitkového vozidla a nového osobního automobilu registrovaného na jeho území informace o těchto vozidlech, jejichž součástí je i množství průměrných emisí CO<sub>2</sub>.

Každý členský stát si zvolí příslušný orgán, který bude sbírat a sdělovat Komisi údaje za sledování. Určený příslušný orgán by měl zajistit správnost informací, které předává Komisi. Orgán dále poskytne Komisi kontaktní místo, které by mělo být schopné v případě žádosti Komise o vyřešení chyb a opomenutí v předaném souboru rychle reagovat.

Informace o vozidlech následně musí do 28. února každého kalendářního roku předat Komisi Evropské unii. Na žádost Komise Evropské unie musí členský stát předat úplný soubor sebraných údajů. Komise z údajů, které nahlásí členské státy dále vede centrální registr údajů a do 30. června každého kalendářního roku vypočítá pro každého výrobce:

- a) „průměrné specifické emise CO<sub>2</sub> za předchozí kalendářní rok;
- b) cíle pro specifické emise v předchozím kalendářním roce;

*c) rozdíl mezi jeho průměrnými specifickými emisemi CO<sub>2</sub> v předchozím kalendářním roce a jeho cílem pro specifické emise pro daný rok.“*

(Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU 2019/631, V., 2019)

Komise každý kalendářní rok po vyhodnocení těchto údajů oznámí každému výrobcí předběžný výpočet. Toto oznámení obsahuje údaje o počtu registrovaných nových lehkých užitkových vozidel a nových osobních automobilů. Oznámení dále obsahuje množství emisí CO<sub>2</sub> výrobce za každý členský stát. Veškeré údaje jsou rovněž veřejně přístupné v centrálním registru údajů Komise.

Pokud výrobci nebudou souhlasit s uvedenými informacemi, mohou do 3 měsíců ode dne, kdy jim byly oznámeny předběžné výpočty oznámit Komisi případné chyby v datech. Součástí stížnosti by mělo být uvedení, ve kterém členském státě podle nich došlo k chybě. Komise následně posoudí všechny stížnosti od výrobců a do 31. října daného kalendářního roku předběžné výpočty potvrdí anebo je pozmění. (Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU 2019/631, V., 2019)

### **Zveřejnění výkonnosti výrobců**

Do 31. října každého kalendářního roku Komise Evropské Unie prostřednictvím prováděcích aktů zveřejní seznam, v němž uvede:

- a) „u každého výrobce jeho cíl pro specifické emise za předchozí kalendářní rok;*
- b) u každého výrobce jeho průměrné specifické emise CO<sub>2</sub> v předchozím kalendářním roce;*
- c) rozdíl mezi průměrnými specifickými emisemi CO<sub>2</sub> daného výrobce v předchozím kalendářním roce a jeho cílem pro specifické emise pro daný rok;*
- d) průměrné specifické emise CO<sub>2</sub> pro všechny nové osobní automobily a nová lehká užitková vozidla registrovaná v Unii v předchozím kalendářním roce;*
- e) průměrnou hmotnost v provozním stavu všech nových osobních automobilů a nových lehkých užitkových vozidel registrovaných v Unii v předchozím kalendářním roce, a to do 31. prosince každého kalendářního roku;*
- f) průměrnou zkušební hmotnost všech nových osobních automobilů a nových lehkých užitkových vozidel registrovaných v Unii v předchozím kalendářním roce“* (Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU 2019/631, V., 2019)

## **Výjimky pro určité výrobce**

Výrobci vozidel mohou požádat Komisi o výjimku, která jim zajistí, že mohou produkovat vozidla s vyšší průměrnou hodnotou emisí CO<sub>2</sub>. Žádost o výjimku z cíle pro specifické emise může podat výrobce, který splňuje podmínky:

- a) „není součástí skupiny spojených výrobců, nebo*
- b) je součástí skupiny spojených výrobců, která celkově odpovídá za méně než 10 000 nových osobních automobilů nebo 22 000 nových lehkých užitkových vozidel registrovaných v Unii za kalendářní rok, nebo*
- c) je součástí skupiny spojených výrobců, ale provozuje svá vlastní výrobní zařízení a konstrukční středisko“ (Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU 2019/631, V., 2019)*

Tuto výjimku lze udělit na dobu nejvýše pěti kalendářních let a lze ji udělit opakovaně. Výrobci musí podat žádost Komisi Evropské Unie nejpozději do 31. října prvního roku, v němž by měla výjimka platit. (Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU 2019/631, V., 2019)

## **Ekologická inovace**

Výrobci mohou množství emisí CO<sub>2</sub> snížit pomocí tzv. ekologických inovací. Pokud výrobce vyvine nové technologie, které budou mít za následek prokazatelné snížení emisí, může požádat Komisi o snížení průměrných specifických emisí CO<sub>2</sub> až o hodnotu 7g CO<sub>2</sub>/km. Výrobci nebo dodavatelé musí o inovativní technologii nebo o inovativním technologickém souboru informovat Komisi prostřednictvím zprávy, která musí obsahovat rovněž ověření technologie autorizovaným a nezávislým subjektem. (Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU 2019/631, V., 2019)

## **Přijetí emisní normy Euro 7**

Evropská unie začala se zaváděním emisních norem Euro v roce 1992. Nejnovější norma Euro 7 má začít platit v roce 2025 pro osobní automobily a od roku 2027 budou muset emisní limity splňovat i nová přepravní vozidla jako jsou dodávky, autobusy a nákladní automobily. Největší novinkou této normy oproti předchozím bude zavedení jednotné emisní normy pro všechna vozidla, a to bez ohledu na to, který druh paliva budou používat. Požadavky tak budou stejné pro dieselová, benzinová, hybridní, ale i elektrická auta. Emisní limit oxidu dusíku bude 60 mg/km. Dalšími omezeními bude například



omezení emisí diazidu, formaldehydu nebo amoniaku. Emise částic výfukových plynů by se měla snížit o 13 %. Omezením bude i životnost a kilometrový nájezd. Nově budou muset automobily plnit normu alespoň po dobu 10 let nebo 200 000 km. Součástí by měly být i požadavky na životnost baterií u elektrických automobilů. (Markovič, 2022)

Tyto přísnější limity však mohou vést k tomu, že dojde k úbytku nabídky levnějších modelů vozidel a ke stárnutí vozového parku. To proto, že pro automobilky je to velice nákladný proces a nevyplatí se tyto normy vyvíjet pro levnější modely. Příkladem může být v České republice velice oblíbený model Škoda Fabia. Tato situace může vést k tomu, že dojde ke zhoršení environmentálních parametrů celého vozového parku kvůli tomu, že z provozu přestanou mizet neekologické staré vozy. (Hodková, 2023)

## 2.5 Časová řada

V praktické části je pracováno s daty, které tvoří časovou řadu 11-14 let. V této části je popsána problematika časových řad. Je vysvětleno, jaká je charakteristika časových řad, jaká jsou jejich dělení, jaké metody používáme k jejich analýze a na jaké problémy je potřeba si dát pozor.

### Charakteristika časové řady

*„Časová řada je chronologicky uspořádaná konečná posloupnost reálných hodnot určitého statistického ukazatele. Tento ukazatel musí být v čase vymezen věcně a prostorově shodně.“* (Kvasnička & Moravanský, 2004)

To znamená, že časová řada je tvořena řadou čísel. Tato řada čísel je tvořena hodnotami například ekonomických veličin. Zpravidla jsou seřazeny chronologicky, to znamená od nejstarší po nejmladší, eventuálně naopak. Hodnoty tvořící tuto časovou řadu se nazývají pozorování neboli prvky časové řady. Na každé pozorování  $y$  pak připadá nějaké období  $t$ . Pro tato pozorování veličin v čase se používá značení  $y_t$ . Mezi každými dvěma vedlejšími pozorováními je určitá vzdálenost. Tato vzdálenost se nazývá krok. Časovou řadu zapisujeme jako posloupnost individuálních pozorování, tj. jako

$$y_1, y_2, \dots, y_n, \quad (1)$$

nebo

$$y_t, t = 1, \dots, n, \quad (2)$$

popřípadě

$$\{y_t\}_{t=1}^n \quad (3)$$

Jestli se časová řada zapisuje od nejnovějšího k nejstaršímu pozorování, má formální zápis tvar jako

$$y_{t-k}, k = 0, 1, 2, \dots, n, \quad (4)$$

kde  $t$  znamená číslo nejnovějšího pozorování a  $k$  je počet kroků do minulosti. Může se stát, že dojde k situaci, ve které bude nekonečně mnoho pozorování. Zápis pro takovou situaci pak vypadá  $n = \infty$ . (Kvasnička & Moravanský, 2004)

## Dělení časové řady

Pokud bychom zkoumali časovou řadu, pak nejdůležitější bude samotné porozumění mechanismu. Ten specifikuje hodnoty ekonomické veličiny, která je sledována. Jestliže dokážeme tento mechanismus identifikovat, dostaneme možnost předvídat vývoj hodnot v budoucnu a v určitých okamžicích tento vývoj i ovlivnit. K tomu, abychom lépe porozuměli vývoji pozorujících ekonomických veličin, se používají ekonomické modely. Tyto modely nám ukazují vztahy mezi vysvětlovanými neboli exogenními proměnnými a vysvětlujícími neboli endogenními proměnnými. (Kvasnička & Moravanský, 2004)

Podle typu sledovaných ukazatelů je možné časové řady rozdělit podle:

- *Rozhodného období* se rozdělují na okamžikové a intervalové. Okamžiková časová řada je taková, která se vztahuje k danému časovému momentu. Charakteristické pro okamžikové časové řady je to, že nezáleží na délce časového intervalu. Příkladem může být počet dovezených ojetých vozidel k 31.12. daného roku. Naopak intervalová časová řada je taková, která je tvořena ukazateli zobrazující vývoj sledovaného ukazatele v určitém časovém úseku. Příkladem může být počet dovezených ojetých vozidel v jednotlivých měsících za období 1 roku.
- *Délky intervalu neboli periodicity* se rozdělují na krátkodobé a dlouhodobé. Krátkodobá časová řada je zpravidla taková řada, která je pozorována za časový úsek kratší než 1 rok. Sledované hodnoty jsou většinou čtvrtletní, měsíční nebo týdenní. Naopak dlouhodobá časová řada je taková řada, která je sledována za časový úsek delší než 1 rok.
- *Druhů ukazatelů* časové řady se dělí na absolutní ukazatele a odvozené ukazatele. Pro absolutní ukazatele je charakteristické to, že zobrazují stavy za dané časové úseky. Příkladem může být měsíční dovoz ojetých automobilů za 1 měsíc. Naopak odvozené ukazatele jsou takové, že zobrazují kumulované stavy k určitým datům nebo zobrazují stavy pomocí poměrných čísel. Typickým příkladem může být aktuální dovoz ojetých automobilů. (Litschmannová, 2010)

## Metody analýzy časových řad

K analýze časových řad se v současné době používá velké množství různých metod. Podle Kvasničky a Moravanského (2004) mezi nejrozšířenější a nejdůležitější metody patří:

- *Expertní (kvalitativní) metoda*

Využití této metody je hlavně tam, kde je nemožné racionálně kvantifikovat vliv na vývoj zkoumané veličiny. Zpravidla se jedná o nákladnější a náročnější metodu, protože pro použití této metody je potřeba určité kvalifikace.

- *Grafická analýza*

Tato metoda vychází z analýzy časových řad, které jsou zastupované grafy. Grafická metoda patří k jednodušším, a tudíž je i méně nákladná. Pokud se analyzuje graf, většinou se hledá trend. Dá se totiž předpokládat, že v průběhu časových řad dochází k určitým opakujícím se vzorcům. Jestliže se podaří odhalit tyto vzorce, je zde určitá šance predikovat vývoj do budoucna. Tato metoda se v praxi používá například při analyzování vývoje akcií.

- *Ekonometrický model*

Ekonometrický model interpretuje hodnotu exogenní proměnné prostřednictvím jedné nebo více endogenních proměnných veličin. U proměnných veličin je předpoklad lineární závislosti. Snahou je vysvětlit příčinné vazby mezi veličinami.

- *Dekompozice časové řady*

Dekompozicí neboli rozkladem časové řady se předpokládá, že hodnota konkrétní sledované veličiny je závislá jen na čase. Obvykle se časová řada rozděluje na několik složek. Tyto složky jsou na sobě nezávislé. Zpravidla jsou tvořeny z trendové, sezónní, cyklické a reziduální složky. Jestliže rozložíme časovou řadu na jednotlivé nezávislé složky, můžeme lépe identifikovat její chování, než pokud by tvořila jeden celek. Dekompozice se využívá především pro krátkodobé či střednědobé predikce. Složky, které tvoří časovou řadu se dělí na:

- *Trendovou složku ( $T_t$ )* – tato složka znázorňuje hlavní trend dlouhodobého vývoje určitého statistického ukazatele časové řady. Trendová složka je důsledkem určitých faktorů. Tyto faktory působí na danou zkoumanou veličinu stejným směrem. Díky složce, která zobrazuje trend, je možné předpovědět chování určitého jevu v budoucnosti.

- *Sezónní složku ( $S_t$ )* – tato složka obsahuje odchylky od trendu, které se pravidelně opakují. Vyskytují se u řad, které mají roční nebo menší frekvenci a periodicky nastávají během každého roku. U časových řad s ročním pozorováním není možné určit sezónnost. Časová řada tedy musí obsahovat údaje jiné než roční. Většinou je složena z měsíčních nebo čtvrtletních. Mezi hlavní vlivy, které tvoří sezónní složku, jsou odlišné délky měsíců, střídání ročních období nebo různé lidské zvyky a tradice, například svátky.
- *Cyklickou složku ( $C_t$ )* – cyklická složka se vyskytuje v dlouhodobých, často různorodých cyklech s měnící se periodou a amplitudou. Tato složka je v porovnání s ostatními částmi časové řady nejtěžší na rozpoznání. Jednotlivé cykly jsou na rozdíl od složky sezónní delší než 1 rok. V období kratším, než je 1 rok je význam zanedbatelný. Jako příklad cyklické složky může být opakování období ekonomického růstu a období recese u tržních ekonomik. Často je opomíjena a bývá zahrnována do trendové složky.
- *Náhodnou složku ( $E_t$ )* – tato složka bývá někdy označovaná též jako nesystematická, reziduální, iregulární nebo zbytková. Náhodná složka v časové řadě tvoří nahodilé pohyby zkoumaných ukazatelů bez uspořádaného charakteru. Je tedy nemožné je vyjádřit prostřednictvím žádné funkce. Jedná se například o chyby, které se objevily při měření či zaokrouhlování. Během dekompozice a následné analýze se obvykle jedná o jev, kterému se říká “bílý šum.” “*Pojem bílý šum označujeme posloupnost nekorelovaných náhodných veličin se stejnou (obvykle nulovou) střední hodnotou a konstantním rozptylem.*” (Kvasnička & Moravanský, 2004)

Při procesu dekompozice se nejprve snažíme o rozpoznání trendu a poté se zabýváme sezónními vlivy. Je však možné postupovat i opačně, to znamená, že si nejprve očistíme časovou řadu od sezónních vlivů a až poté se zaměříme na hledání trendu nebo závislosti vysvětlujících proměnných.

U dekompozice mohou složky mít mezi sebou určité specifické vztahy, které popisují 3 modely:

- *Aditivní model* – tento model předpokládá, že výsledná řada je dohromady tvořena součtem jednotlivých složek.

Obecný vztah vypadá:

$$y_t = T_t + S_t + C_t + E_t \quad (5)$$

- *Multiplikativní model* – předpokladem pro tento model naopak je, že výsledná řada je tvořena součinem jednotlivých složek. U časové řady je jednotka přiložena jen trendu. Ostatním složkám jsou přiřazovány bezrozměrné koeficienty. Vztah obecně vypadá jako:

$$y_t = T_t \cdot S_t \cdot C_t \cdot E_t \quad (6)$$

- *Smíšený model* – tento model kombinuje předchozí dva modely. Některé složky jsou v součinu a některé v součtu. Obecný vztah takového modelu může být:

$$y_t = T_t \cdot S_t \cdot C_t + E_t \quad (7)$$

(Kvasnička & Moravanský, 2004)

## **Problémy časové řady**

U sestavování časové řady je podstatné brát ohled na několik faktorů. V první řadě je důležité zvolit potřebný počet pozorování a žádoucí periodicitu faktorů. Obecně platí, že čím větší množství pozorování je, tím lépe. Podstatné je ovšem nemít příliš mnoho dat. To by způsobilo následné problémy s výběrem dat a jejich následné analyzování. Dále je důležité mít srovnána data podle počtu pozorování neboli data by měla být ve shodných frekvencích. Je nezbytné převést data na nejnižší společnou frekvenci. Jako příklad lze uvést rozdílná čtvrtletní a měsíční data. Měsíční data se musí převést na čtvrtletní. Ovšem tento proces není možné provést opačně neboli data čtvrtletní nelze převést na data měsíční. Jako další problém může být sezónnost a kalendářní variace. Aby bylo možné s daty nadále pracovat, je nezbytné očistit časovou řadu od těchto problémů. Sezónnost znamená, že během určitého období se vyskytují vlivy, které se opakují. Kalendářní variací se rozumí, že se data očistí v rámci pracovních nebo kalendářních dnů. (Kvasnička & Moravanský, 2004)

### **3 Metodika**

V praktické části diplomové práce jsou analyzovány principy cirkulární ekonomiky v automobilovém průmyslu. Je pracováno s daty, které mají různé vlastnosti a tvoří časovou řadu 12-14 let. V této kapitole je popsáno, jak je možné vlastnosti určit, udělat jejich potřebné úpravy a následně data podrobit analýze.

Prvním principem je míra využití cirkulárního materiálu, která charakterizuje celkový podíl veškerého materiálu, který je recyklován a vrácen zpět do ekonomiky. Charakteristika a metodika pro výpočet tohoto principu jsou popsány v části 3.1.

Druhým principem je obnova automobilového parku. Tedy jak moc dochází v ekonomice k obnově automobilů a jaká je dlouhodobě udržitelná hranice. Na straně jedné, jak velká část automobilů ubude a na straně druhé, jak velká část přibude. Charakteristice a metodice pro výpočet tohoto principu se více věnuje část 3.2.

Výsledné hodnoty u obou principů jsou zhodnoceny a dílčí částí jsou návrhy na zlepšení do budoucích let.



### 3.1 Míra využití cirkulárního materiálu

Prvním analyzovaným principem v praktické části diplomové práce je míra využití cirkulárního materiálu. Pro analýzu tohoto principu jsou použita data za časový úsek 12 let s roční frekvencí.

Míra využití cirkulárního materiálu (anglicky circular material use rate) neboli míra oběhovosti, která se měří v procentech udává podíl materiálu, jenž je recyklován a vrácen zpět do ekonomiky. Tím šetří těžbu primárních surovin na celkovém použití materiálů. (Jonášová, 2019)

Míra cirkularity je definována jako poměr využití cirkulárního materiálu a využití celkového materiálu:

$$CMU = \frac{U}{M} \quad (8)$$

CMU ... míra využití cirkulárního materiálu

U ... cirkulární využití (spotřeba) materiálu

M ... celkové využití (spotřeba) materiálu

Celková spotřeba materiálu M je pak dána součtem celkové domácí spotřeby (DMC) a oběhového použití materiálu U (tedy  $M = DMC + U$ ). Celkové využití materiálu je pak doplněno o množství odpadu recyklovaného v domácích zařízeních na využití odpadu (RCV\_R), vyvezeným odpadem určeného na recyklaci do zahraničí ( $EXP_w$ ) a odečtem dovezeného odpadu určeného k recyklaci ( $IMP_w$ ).

Míru cirkularity je pak možné formálně zapsat jako:

$$CMU = \frac{U}{M} = \frac{(RCV_R - IMP_w + EXP_w)}{DMC + (RCV_R - IMP_w + EXP_w)} \quad (9)$$

RCV\_R ... množství odpadu recyklovaného v domácích zařízeních na využití odpadu

DMC ... celková domácí spotřeba

$EXP_w$  ... vyvezený odpad určený na recyklaci do zahraničí

$IMP_w$  ... dovezený odpad určený k recyklaci

Čím je hodnota míry cirkularity vyšší, tím více jsou primární suroviny nahrazovány druhotnými surovinami. Dochází tak k omezení dopadů těžby primárních materiálů na životní prostředí.

Míra využití cirkulárního materiálu se skládá ze čtyř hlavních materiálních kategorií, a to:

- a) biomasa (např. papír, dřevo)
- b) kovové rudy (např. hliník)
- c) nekovové materiály (např. sklo)
- d) fosilní energetické materiály (např. plasty)

Data pro výpočet CMU se v Evropské unii získávají ze třech zdrojů statistických údajů. Mezi zdroje patří statistika odpadů, statistika mezinárodního obchodu se zbožím a účty materiálových toků v rámci celé ekonomiky.

Recyklovaný odpad se odhaduje na základě evropských statistik o odpadech, které se shromažďují podle nařízení (ES) č. 2150/2002. Toto množství se pak upravuje o dovoz a vývoz odpadů. K tomu se používají evropské statistiky mezinárodního obchodu se zbožím (ITGS).

Domácí spotřeba (DMC) je ukazatel, který je odvozen z účtů materiálových toků za celé hospodářství shromažďovaných podle nařízení EU 691/2011. DMC představuje celkové množství primárních surovin použitých v hospodářství. Rovná se domácí těžbě minus vývoz a plus dovoz.

Statistika odpadů, tj. jeden z použitých zdrojů, je k dispozici pouze každý druhý rok. Data za chybějící liché roky jsou tak odhadnuté Eurostatem. Ostatní zdroje jsou k dispozici každý rok. (Eurostat, 2023)

Míra využití oběhového hospodářství v zásadě měří podíl recyklovaného materiálu na celkovém množství použitého materiálu. Je mnohem nižší než jiné ukazatele oběhového hospodářství. Například míra recyklace, což je podíl recyklovaného materiálu, se v Evropské unii pohybuje kolem 40-50 %. Míra využití oběhového hospodářství je však definována z hlediska všech materiálů, které jsou v našem hospodářství. To znamená, že míru využití oběhového hospodářství lze zvýšit více způsoby a bude nezbytné provést hlubší transformaci naší společnosti. Například nahrazení fosilních paliv obnovitelnými zdroji, prodloužení životnosti výrobků nebo používání účinnějších výrobních technologií. (Jonášová, 2019).

### 3.2 Obnova automobilového parku

Druhým analyzovaným principem v praktické části diplomové práce je obnova automobilového parku. Pro analýzu tohoto principu jsou použita data za časový úsek 14 let s roční frekvencí.

Obnova automobilového parku je základním pilířem pro cirkulární ekonomiku v oblasti automobilového průmyslu. Základem jsou staré vyřazené automobily, které se dají využít k dalším procesům a jsou tak vstupním faktorem v procesu výroby nových automobilů. Aby nevznikal odpad nebo nedocházelo k těžbě primárních surovin, je nezbytné, aby co možná nejvíce materiálů z těchto starých automobilů bylo použito pro výrobu nových automobilů. V ideálním případě, aby se vytvořila dokonalá kruhová ekonomika, kde by nevznikal žádný odpad nebo jen nepatrné množství.

Obnova automobilového parku je dána na jedné straně počtem vyřazených automobilů a na straně druhé počtem nově vyrobených neboli registrovaných automobilů.

Pro lepší přehlednost je tento vztah vyjádřen ve vzorci:

$$X_n = \frac{\text{počet vyřazených automobilů}}{\text{počet nově registrovaných automobilů}} \quad (10)$$

$x_n$ ... počet vyřazených automobilů na 1 nově registrovaný automobil v  $n$  roce  
 $n$ ... rok

Vyřazený automobil vzniká momentem odhlášení z registru vozidel. Takové vozidlo je buďto určeno k fyzické likvidaci nebo je vyvezeno do zahraničí.

Počet vyřazených automobilů je tedy dán součtem:

$$\text{počet autovraků} + \text{počet vyvezených ojetých automobilů}$$

Nově registrovaný automobil může být nově vyrobené vozidlo, které je poprvé přihlášeno do evidence automobilů nebo vozidlo, které je dovezeno ze zahraničí a poprvé přihlášeno.

Počet nově registrovaných automobilů je pak dán součtem:

$$\text{počet registrací nových automobilů} + \text{počet registrací dovezených ojetých automobilů}$$

Vzhledem k zanedbatelnému množství a skutečnosti, že vozidlo fakticky nezaniká nebo není vyvezeno, je v tomto výpočtu opomíjené dočasné vyřazení automobilu z evidence vozidel (tzv. „depozit“). Do statistiky není započítán ani počet registrací ojetých automobilů, protože taková vozidla jen měnila majitele či byla v depozitu po určité době a byla znovu zaregistrovaná.

Výsledná hodnota může nabývat hodnot menších než 1, rovno 1 nebo větších než 1. Pokud je hodnota menší než 1, tak dochází k obnově a nárůstu vozového parku. V momentě, kdy je hodnota větší než 1, dochází k situaci, kdy také probíhá obnova vozového parku, ale zároveň dochází k poklesu počtu automobilů. Pokud se hodnota rovná 1, znamená to, že dochází k obnově, ale nedochází k růstu ani poklesu, protože za každý jeden odhlášený automobil přibude právě jeden nový. K obnově by nedocházelo, pokud by ve jmenovateli byla 0, což je velice nepravděpodobné, protože by to znamenalo, že se žádný automobil v daný rok nevyrobil. V současné době se pro trvale udržitelný trend doporučuje hodnota kolem 1 nebo dokonce větší než 1. To by znamenalo, že by v ekonomice docházelo jen k malému přírůstku nebo dokonce k úbytku celkového počtu automobilů. (Krammer, 2022)

## 4 Praktická část

Primárním cílem diplomové práce je zhodnocení úrovně principů cirkulární ekonomiky v automobilovém průmyslu na základě provedené analýzy.

První část praktické práce se zabývá principem míry využití cirkulárního materiálu v automobilovém průmyslu v České republice ve srovnání s Evropskou unií.

Další část praktické práce se pak zabývá principem obnovy automobilového parku. Tento princip zkoumá, zda a v jaké míře dochází k obnově a rozvoji vozového parku v České republice a jaký je trend dalšího rozvoje do budoucích let. Je zkoumáno, jak se v průběhu let měnil počet nových registrací automobilů oproti tomu, jak velký byl počet vyřazených automobilů a jejich poměr.

Data jsou vzhledem k dostupnosti zkoumána za časový úsek od roku 2009/2010 do roku 2020/2022. Veškerá data byla získána z webových stránek Eurostatu, Svazu dovozců automobilů a Ministerstva životního prostředí.

Součástí zkoumání každého indikátoru je návrh na zlepšení.

## Analýza úrovně principů cirkulární ekonomiky

V této části diplomové práce je již uvedena samotná analýza úrovně principů cirkulární ekonomiky automobilovém průmyslu, které byly popsány v teoretické části.

### 4.1 Princip míry využití cirkulárního materiálu v automobilovém průmyslu

V této kapitole jsou zobrazena a porovnána konkrétní data v rámci České republiky a zemích Evropské unie za roky 2010 až 2021. Dále je popsán vývoj jednotlivých veličin, ze kterých je složena míra využití cirkulárního materiálu. Tabulky 6 a 7 zobrazují vývoj míry využití cirkulární ekonomiky v automobilovém průmyslu v České republice a v Evropské unii za období od roku 2010 do roku 2021.

Výpočet míry využití cirkulárního materiálu byl popsán v teoretické části 3.1.

Tabulka 6: Vývoj míry využití cirkulárního materiálu v ČR (v %)

2010	2011	2012	2013	2014	2015
5,8	5,9	6,8	7,2	7,3	7,4
2016	2017	2018	2019	2020	2021
8	9,6	11	11,8	12,1	11,9

*Zdroj: Eurostat (2022), vlastní zpracování*

Tabulka 7: Vývoj míry využití cirkulárního materiálu v EU (v %)

2010	2011	2012	2013	2014	2015
11,2	10,8	11,5	11,7	11,6	11,8
2016	2017	2018	2019	2020	2021
12	12,1	12,2	12,5	12,2	12,2

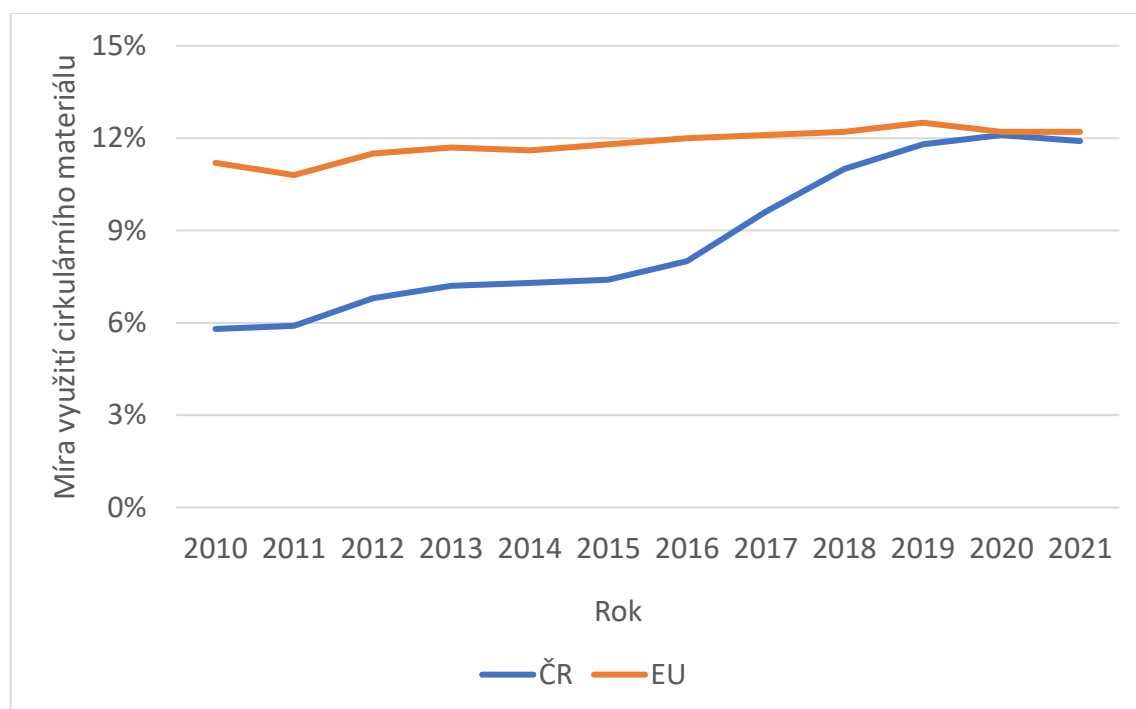
*Zdroj: Eurostat (2022), vlastní zpracování*

Česká republika byla v míře využití cirkulárního materiálu v automobilovém průmyslu za celé zkoumané období 2010-2021 pod průměrem Evropské Unie. Ovšem pokud se podíváme na delší období, můžeme vidět velké zlepšení. Za 11 let je možné vidět dlouhodobý rostoucí trend České republiky, kdy z 5,8 % v roce 2010 měla 11,9 % v roce

2021, a hodnotu tedy více než zdvojnásobila. Největší změna byla v roce 2017, kdy se míra využití cirkulárního materiálu za rok zvětšila z 8 % na 9,6 %. Naopak v roce 2021 došlo dokonce k poklesu z 12,1 % na 11,9 %. I přes tento mírný pokles patří Česká republika ve srovnání s ostatními státy Evropské unie ke státům s lepšími výsledky. V roce 2021 se umístila na 8. místě. V absolutním měřítku je sice stále mírně pod průměrem, za zkoumané období ovšem udělala významný posun kupředu.

Pokud se podíváme na vývoj průměru celé Evropské unie, můžeme vidět, že téměř nedošlo ke změně. Mezi roky 2010 a 2019 zde byl rostoucí trend, který však v roce 2020 vystřídal mírný pokles. Tento pokles mohl být způsoben následky pandemie Covid-19. Například celkový HDP v Evropské unii poklesl ve druhém čtvrtletí roku 2020 o 11,8 %. Srovnání vývoje ČR s průměrem EU v míře využití cirkulárního materiálu zobrazuje graf 5.

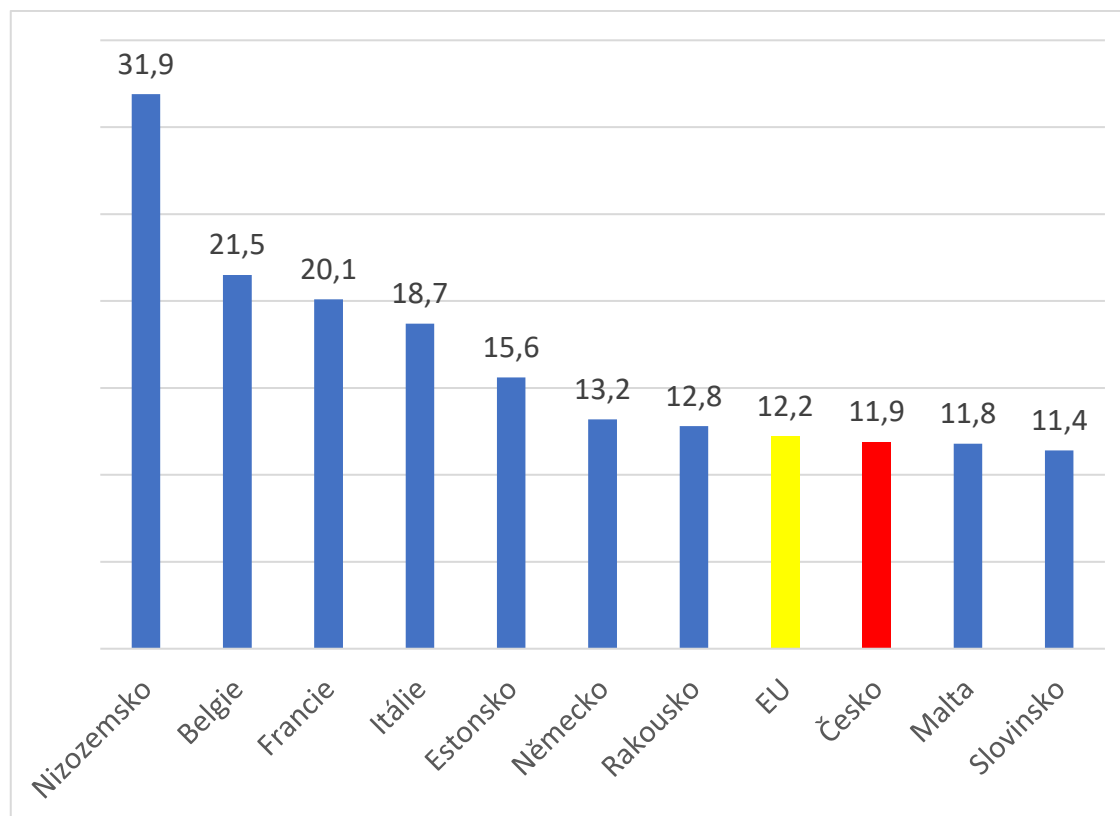
Graf 5: Srovnání vývoje ČR s průměrem EU v míře využití cirkulárního materiálu v automobilovém průmyslu



Zdroj: Eurostat (2022), vlastní zpracování

Zajímavé je srovnání jednotlivých zemí Evropské unie. Graf 6 znázorňuje 10 zemí s nejvyšší mírou využití cirkulárního materiálu v Evropě. Na grafu 7 je naopak znázorněno 10 zemí s nejnižší mírou využití cirkulárního materiálu v Evropě.

Graf 6: Srovnání 10 zemí s nejvyšší mírou využití cirkulárního materiálu v Evropě v automobilovém průmyslu



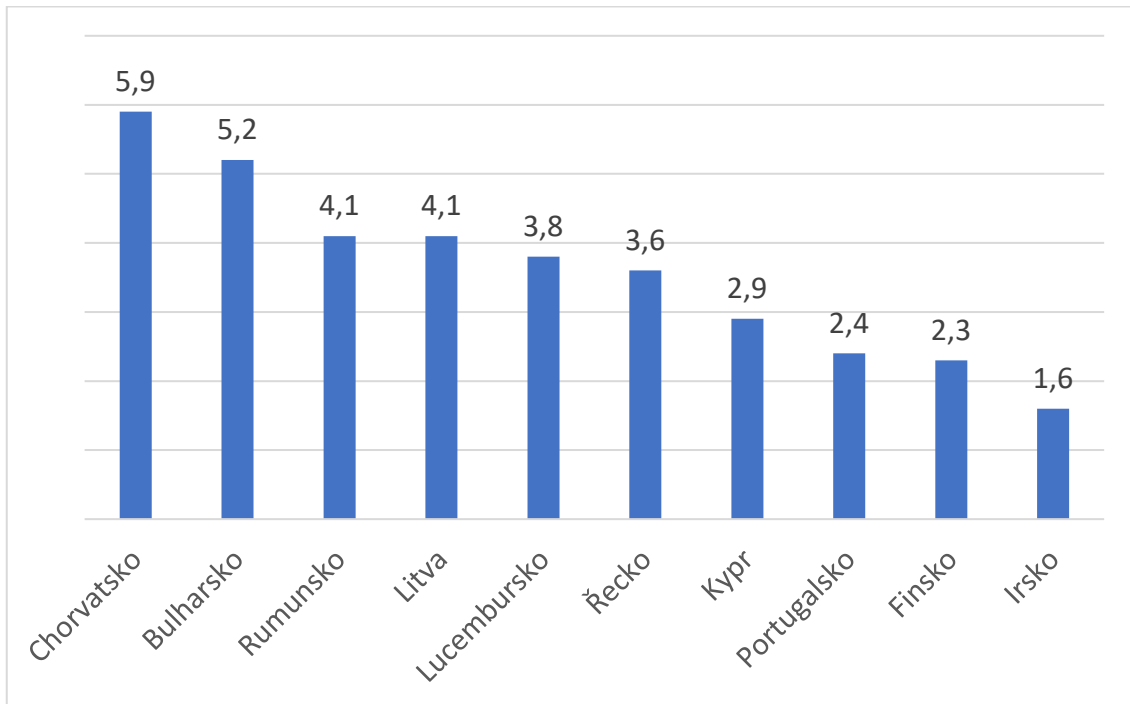
Zdroj: Eurostat (2022), vlastní zpracování

Největší míry využití cirkulárního materiálu bylo za rok 2021 dosaženo v Nizozemsku, a to 31,9 %. S velkým odstupem je pak následováno Belgií s 21,5 % a Francií s 20,1 %.

V České republice došlo v míře využití cirkulárního materiálu k velkému pokroku. Za 10 let došlo k nárůstu z 5,8 % na 11,9 % v roce 2021. Díky tomu je ve srovnání s ostatními evropskými státy Česká republika stále podprůměrná, ale je velmi blízko celkovému průměru EU.



Graf 7: Srovnání 10 zemí s nejnižší mírou využití cirkulárního materiálu v Evropě v automobilovém průmyslu



Zdroj: Eurostat (2022), vlastní zpracování

Z grafu 7 je patrné, že nejnižší hodnota byla u Irska 1,6 % a u Finska 2,3 %.

Pokud bude míra využití cirkulárního materiálu dostatečně velká, dojde k velkému přínosu pro životní prostředí. Dojde totiž k omezení těžby primárních surovin a k většímu využívání recyklovaných neboli druhotných materiálů.

Na základě zkoumaných dat se dá i do budoucna očekávat rostoucí trend.

## Zastoupení jednotlivých složek v celkové míře využití cirkulárního materiálu

Za sledované období měla míra využití cirkulárního materiálu rostoucí trend. Pokud se však podíváme na jednotlivé složky, zjistíme, že mají odlišný vývoj.

Celková míra využití cirkulárního materiálu je dána průměrem 4 složek – biomasa (např. papír, dřevo), kovové rudy (např. hliník), nekovové materiály (např. sklo) a fosilní energetické materiály (např. plasty).

Vývoj těchto jednotlivých složek za posledních 10 let je znázorněn v tabulce 8.

Tabulka 8: Vývoj jednotlivých složek v míře využití cirkulárního materiálu EU (v %)

	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Celkově</b>	<b>11,2</b>	<b>10,8</b>	<b>11,5</b>	<b>11,7</b>	<b>11,6</b>
Biomasa	9,2	9,0	8,5	9,3	9,4
Kovové rudy	30,2	26,8	27,9	25,8	25,2
Nekovové materiály	15,2	15,8	15,6	15,7	15,9
Fosilní energetické materiály	2,1	2,2	2,5	2,4	2,5

	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Celkově</b>	<b>12</b>	<b>12,1</b>	<b>12,5</b>	<b>12,2</b>	<b>12,2</b>
Biomasa	9,1	9,3	9,5	9,4	9,9
Kovové rudy	26,2	26	27,2	23,5	22,6
Nekovové materiály	15,8	15,8	15,9	13,9	14
Fosilní energetické materiály	2,5	2,6	2,7	3,2	3,2

*Zdroj: Eurostat (2022), vlastní zpracování*

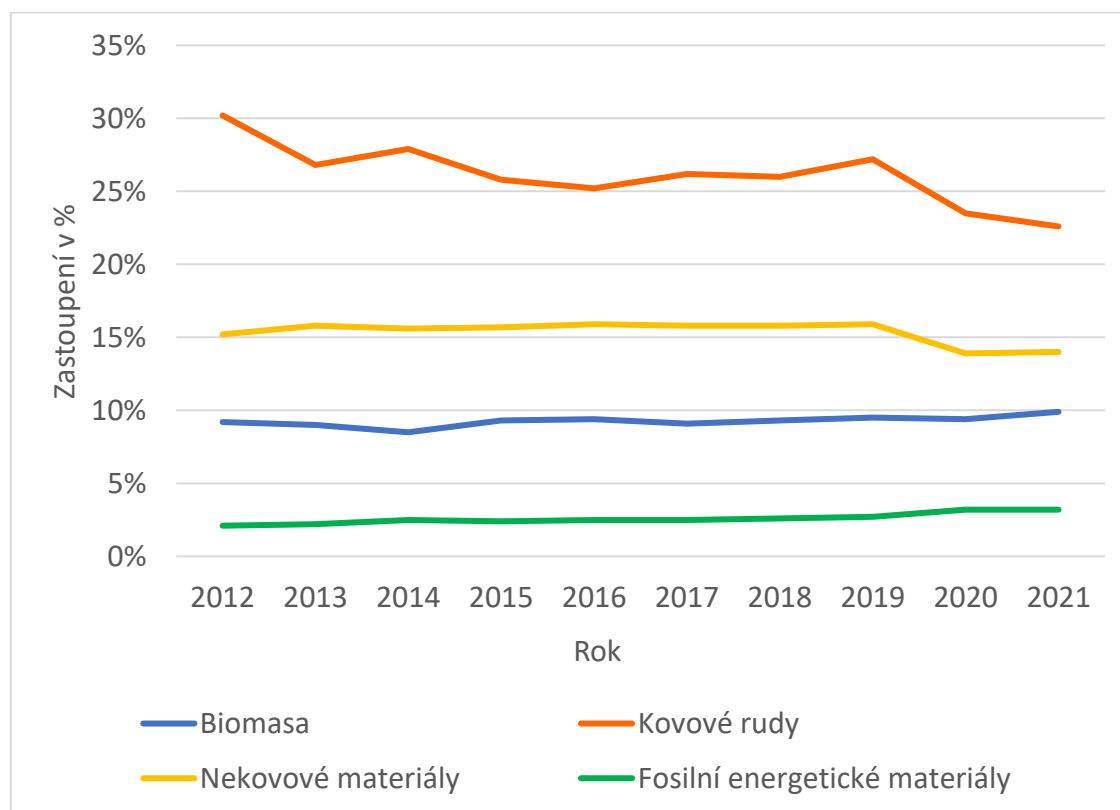
Za zkoumané období dosahovaly nejvyšších hodnot kovové rudy. Překvapením ovšem je, že za dobu 10 let došlo k poklesu z 30,2 % na 22,8 %, tj. pokles o 7,4 %. U kovových rud může být dlouhodobý klesající trend vysvětlen tím, že je mnohdy stále levnější využít primární suroviny místo druhotných. To může být do jisté míry podpořeno i tím, že celosvětově roste těžba primárních surovin. Jak již bylo zmíněno v kapitole 3.1, za posledních 6 let se globálně vytěžilo 100 miliard tun primárních surovin. To je stejné množství jako se vytěžilo za celé 20. století. Kovové rudy se na tomto čísle podílejí velkou měrou. Pokles je i u nekovových materiálů, které mají druhou nejvyšší hodnotu. Zde byl celkový pokles z 15,2 % na 14 %. Největší pokles byl zaznamenán v roce 2020. To mohlo být způsobeno následky pandemie Covid-19, kdy byla omezena výroba a s tím související procesy. V roce 2021 byl u nekovových materiálu opět mírný nárůst.

U biomasy a fosilních energetických materiálů je i přes menší výkyvy vidět dlouhodobý rostoucí trend. Například plastů by se mohlo recyklovat podstatně více. Výzvou pro státy proto bude do budoucna zvýšit podíl recyklovaných plastů, a to především proto, že jejich obliba a používání je stále oblíbenější a má rostoucí trend.

Určitý vliv na růst může být způsoben i tím, že je vyvíjen velký tlak Evropské unie na státy, aby používaly v nových výrobcích co největší podíl recyklovaných materiálů. Důležitý faktor zde bude hrát i fakt, že firmy si stále více uvědomují, že je velmi důležité být šetrný k přírodě. Přistupují tak více k udržitelnosti a zapojují se do cirkulární ekonomiky.

Pro lepší přehlednost jsou data dána do grafu 8.

Graf 8: Vývoj zastoupení jednotlivých složek v celkové míře využití cirkulárního materiálu



Zdroj: Eurostat (2022), vlastní zpracování

## **4.2 Návrh na zlepšení současného stavu**

S využíváním cirkulárního materiálu vzniká firmám ale i spotřebitelům celá řada bariér. Do budoucna bude na nás všech, abychom tyto bariéry odstranili nebo alespoň snížili jejich dopad.

### **Větší zapojení států, firem a občanů**

Ke zlepšení současného stavu by mohlo pomoci větší zapojení států, firem, ale i jednotlivých občanů. Ze strany států by se mohlo jednat o různé pobídky či regulace. Například zavedení kvót pro použití primárních surovin nebo naopak daňového zvýhodnění pro recyklované materiály. Řešením by mohly být i vyšší státní dotace na vývoj a rozvoj technologií souvisejících s cirkulárním hospodářstvím či odstraněním některých státních regulací. Velmi důležité bude, aby firmy a spotřebitelé nebraly tyto změny jako překážky, ale jako příležitosti.

### **Spolupráce firem s vysokými školami a s výzkumnými instituty**

Významnou roli může hrát prohloubení spolupráce firem s vysokými školami a s výzkumnými instituty. Vzájemná spolupráce by měla pozitivní efekt i na celý region. Velkým přínosem by byl vznik nových kvalifikovanějších pracovních míst.

### **Zvýšení povědomí o cirkulární ekonomice ve společnosti a změna uvažování spotřebitelů**

Jedním z nejdůležitějších faktorů je podle mého názoru zvýšení povědomí o této problematice ve společnosti a změna uvažování, a to hlavně u samotných spotřebitelů.

Pokud budou spotřebitelé jako koneční zákazníci požadovat výrobky z cirkulárního materiálu, bude mnohem větší tlak na firmy něco změnit. Pokud se najdou firmy, které budou mít odhodlání na tyto změny rychle přistoupit, mají potenciál stát leadery ve svých oborech.

I když je za poslední roky vidět velký nárůst v míře využití cirkulárního materiálu, bude velkou výzvou toto číslo ještě navýšit. Jako přijatelné v krátkodobém horizontu bych viděl hodnotu alespoň 50 %, tedy polovina materiálů by byla použita k opakovanému využití. V dlouhodobém horizontu by pak bylo nejlepší dosahovat hodnot blízkých 100 %. Čím vyšší číslo to bude, tím méně bude odpadu a tím více se utlumí těžba primárních surovin. To by mělo nepochybně veliký přínos pro životní prostředí.

### 4.3 Princip obnovy automobilového parku

Teoretická část 3.2 popisovala obnovu automobilového parku. V této části je již provedena samotná analýza. Je pracováno s daty v rámci České republiky za období 2009 až 2022. Jednotlivé části jsou nejdříve popsány a potom je proveden samotný výpočet. Součástí je zhodnocení současného stavu a návrhy na jeho zlepšení.

Jak již bylo zmíněno, obnova automobilového parku je dána počtem vyřazených automobilů dělený počtem nově registrovaných automobilů:

$$x_n = \frac{\text{počet vyřazených automobilů}}{\text{počet nově registrovaných automobilů}}$$

$x_n$ ... počet vyřazených automobilů na 1 nově registrovaný automobil v  $n$  roce

$n$ ... rok

Tento vzorec popisuje skutečnost, zda a v jaké míře dochází k obnově a rozvoji vozového parku. Aby byl výpočet relevantnější, jsou do něj zařazeny i data týkající se vyvezených automobilů a registrace dovezených ojetých vozidel, a to vzhledem ke skutečnosti, že do České republiky je každý rok dováženo nezanedbatelné množství ojetých automobilů.

Vyřazený automobil vzniká momentem odhlášení z registru vozidel. Takové vozidlo je buďto určeno k fyzické likvidaci nebo je vyvezeno do zahraničí.

Počet vyřazených automobilů je tedy dán součtem:

$\text{počet autovraků} + \text{počet vyvezených ojetých automobilů}$
---

Nově registrovaný automobil může být nově vyrobené vozidlo, které je poprvé přihlášeno do evidence automobilů nebo vozidlo, které je dovezeno ze zahraničí a poprvé přihlášeno v ČR.

Počet nově registrovaných automobilů je pak dán součtem:

$\text{počet registrací nových automobilů} + \text{počet registrací dovezených ojetých automobilů}$
---

Vzhledem k zanedbatelnému množství a skutečnosti, že vozidlo fakticky nezaniká nebo není vyvezeno, je v této statistice opomíjené dočasné vyřazení automobilu z evidence vozidel (tzv. „depozit“). Do statistiky není započítán ani počet registrací ojetých automobilů, protože taková vozidla jen měnila majitele či byla v depozitu po určitou dobu

a byla znovu zaregistrovaná a hypoteticky tak nedošlo k nárůstu počtu registrovaných automobilů.

V následující části jsou popsána jednotlivá data týkající se autovraků, vyvezených ojetých automobilů, registrací nových automobilů a registrací dovezených ojetých automobilů. Následně jsou data použita pro celkový výpočet obnovy automobilového parku.

## Počet autovraků

První zkoumanou proměnou je počet autovraků v České republice. Autovrak je takový automobil, který byl vyřazen z registru automobilů a je určen k fyzické likvidaci.

Tabulka 9: Vývoj počtu autovraků (v ks)

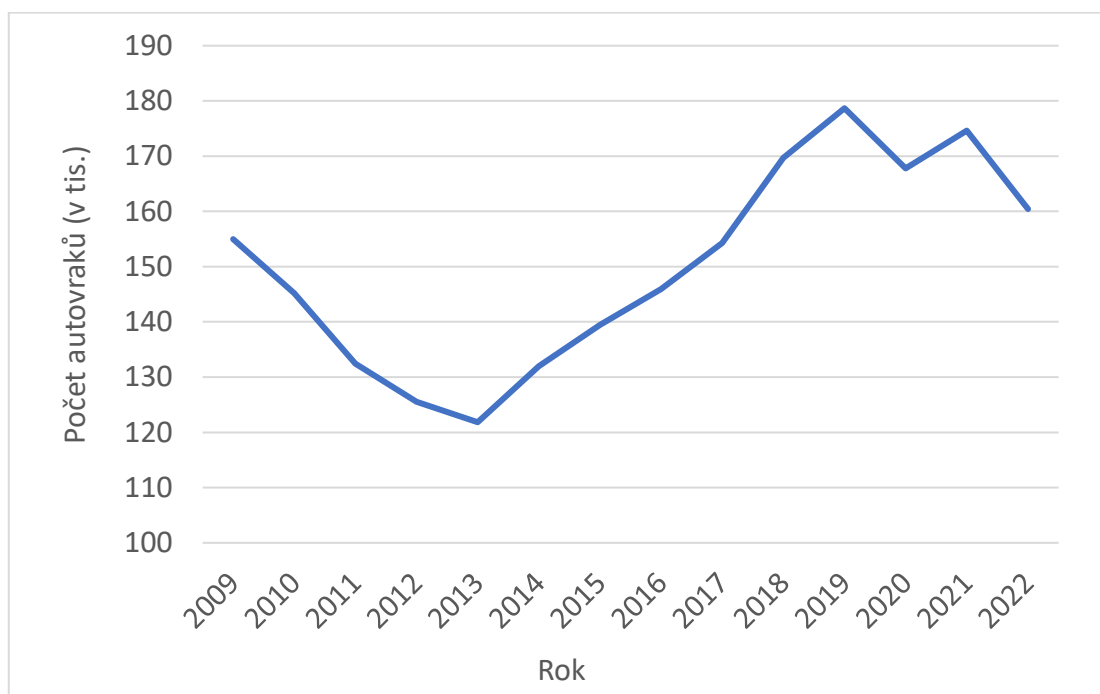
2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
154 993	145 200	132 448	125 546	121 837	131 987	139 438
2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
145 928	154 305	169 714	178 680	167 814	174 624	160 419

*Zdroj: autovraky.mzp (2022), vlastní zpracování*

Nejnižší hodnota počtu autovraků byla naměřena v roce 2013, a to 121 837. Naopak nejvyšší hodnoty 178 680 bylo dosaženo v roce 2019. Z uvedených dat je patrné, že za sledované období byl přes menší výkyvy převážně rostoucí trend.

Data jsou pro lepší přehlednost rovněž dány do grafu 9.

Graf 9: Vývoj počtu autovraků (v tis.)



*Zdroj: autovraky.mzp (2022), vlastní zpracování*

## Počet vyvezených ojetých automobilů

Druhou proměnou, která bude použita do výpočtu, je počet vyvezených ojetých automobilů. Jedná se o všechny ojeté automobily různého stáří, které byly nejdříve registrovány a následně odhlášeny a vyvezeny z České republiky. Statistiky za jednotlivé roky zachycuje tabulka 10.

Tabulka 10: Vývoj počtu vyvezených ojetých automobilů (v ks)

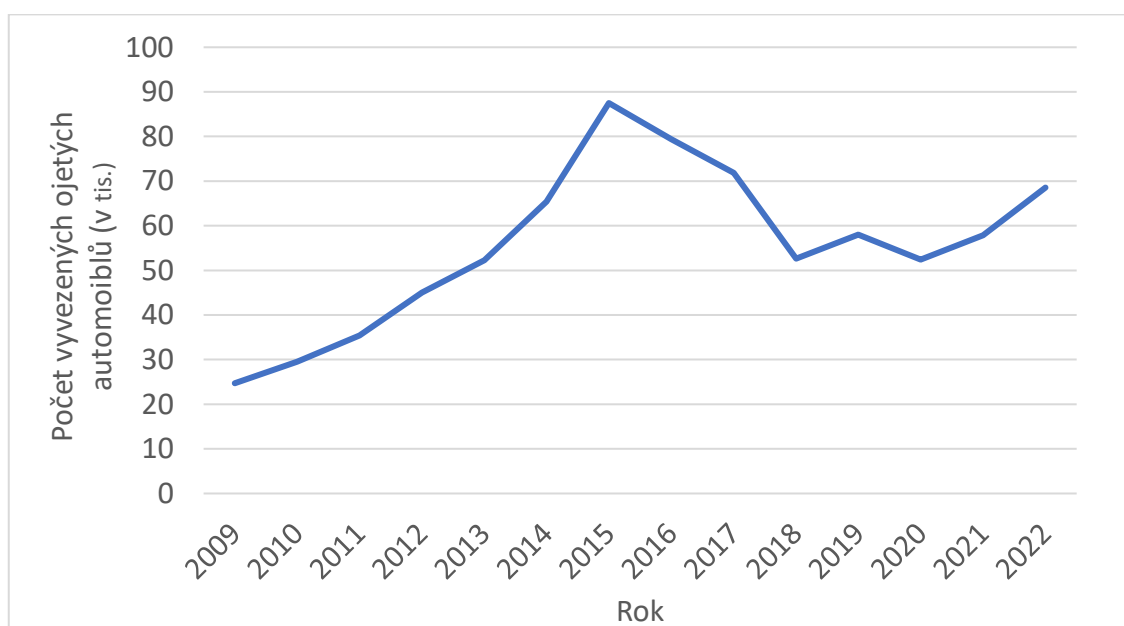
2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
24 703	29 504	35 427	44 997	52 299	65 390	87 499
2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
79 360	71 825	52 655	58 005	52 404	57 831	68 536

Zdroj: Svaz dovozců automobilů (2022), vlastní zpracování

Nejvyšší hodnoty 87 499 bylo dosaženo v roce 2015. Naopak nejnižší hodnota 24 703 byla v roce 2009.

Data jsou pro lepší přehlednost dána do grafu 10.

Graf 10: Vývoj počtu vyvezených ojetých automobilů (v tis.)



Zdroj: Svaz dovozců automobilů (2022), vlastní zpracování



Z grafu je patrné, že počet vyvážených automobilů z České republiky má i přes výrazný nárůst v letech 2009 až 2015 spíše stagnující nebo klesající trend do budoucích let. To může být podle mého názoru opět podpořeno tím, že se dá v následujících letech očekávat velmi dynamická a velká obnova vozového parku a přechod na automobily s alternativním pohonem a skutečnost, že na ostatních zejména západních trzích bude tento trend rychlejší. To bude mít za následek, že se spíše budou z těchto zemí dovážet ojeté automobily než vyvážet. V této souvislosti bude také zajímavé sledovat, jestli přechod na automobily s alternativními pohony ovlivní průměrné stáří vozového parku, jestli se lidé budou chtít zbavit starších automobilů se spalovacím motorem.

## Počet registrací nových automobilů

Třetí proměnou je počet registrací nových automobilů. Jedná se o úplně nový automobil, který byl poprvé zaregistrován v České republice. Tabulka 11 zobrazuje data za jednotlivé roky.

Tabulka 11: Vývoj počtu registrací nových automobilů (v ks)

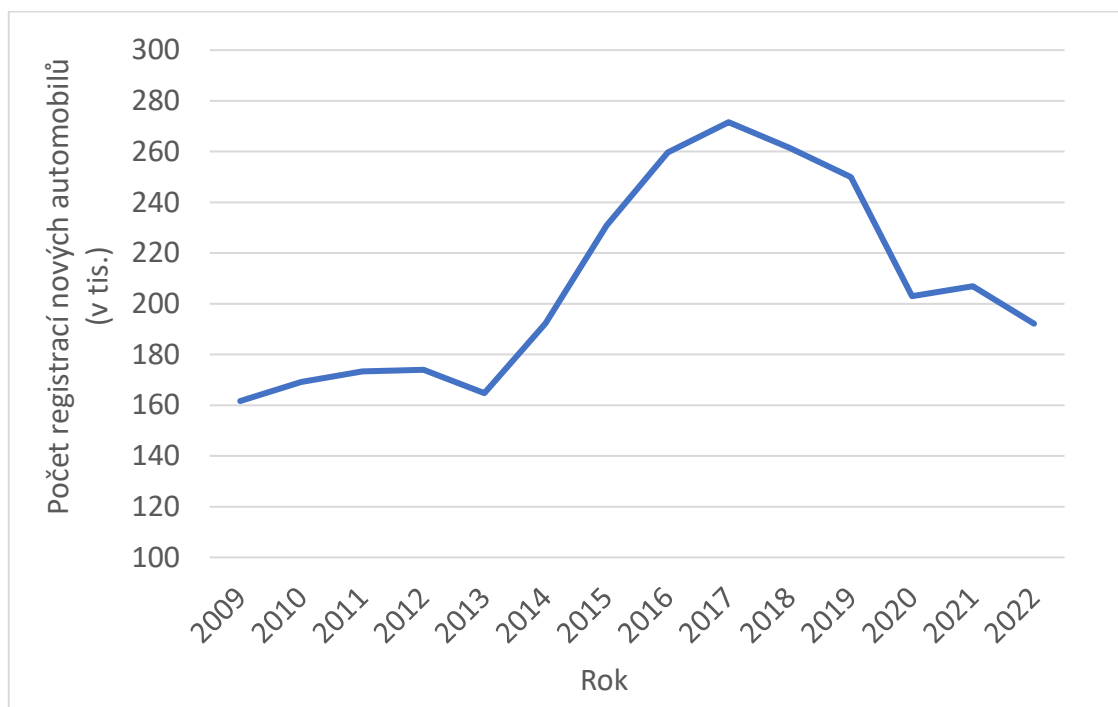
2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
161 659	169 236	173 282	174 009	164 736	192 314	230 857
2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
259 693	271 595	261 437	249 915	202 971	206 876	192 087

*Zdroj: Svaz dovozců automobilů (2022), vlastní zpracování*

Z tabulky je patrné, že za zkoumané období vzrostl počet registrací nových automobilů téměř o 30 % ze 161 659 v roce 2009 na 192 087 v roce 2022. Nejvyššího počtu bylo ovšem dosaženo v roce 2017, a to 271 595. Tedy v roce, kdy bylo v České republice naměřeno tempo růstu HDP 5,2 %, podstatně vyšší než jiné roky za sledované období.

Zajímavý je velký propad počtu registrací nových automobilů v roce 2020. V tento rok došlo k poklesu o 46 944 registrací. Důsledek tohoto velkého poklesu může být zapříčiněn pandemií „Covid-19“, kdy byl celkový trh s automobily velmi omezen a byla dokonce nějakou dobu zastavena výroba nových automobilů a s tím spojené potíže s dodávkami automobilů koncovým zákazníkům.

Graf 11: Vývoj počtu registrací nových automobilů (v tis.)



*Zdroj: Svaz dovozců automobilů (2022), vlastní zpracování*

V grafu je na první pohled vidět velká podobnost s grafem 9 s počtem autovraků a s grafem 10 s počtem vyvezených ojetých automobilů. Bylo rovněž dosaženo paraboly. Podobnost těchto grafů a dat lze jednoduše vysvětlit tím, že pokud byl prodán nový automobil, tak s velkou pravděpodobností byl nějaký automobil odhlášen z registru, tedy buďto určen k fyzické likvidaci jako autovrak nebo vyvezen do zahraničí. Pokud data porovnáme blíže mezi sebou, zjistíme, že v průběhu zkoumaných let byl počet registrací nových automobilů větší než počet autovraků. To lze vysvětlit tím, že zde panuje trend, kdy se zvyšuje množství automobilů v České republice.

Do budoucna bude důležité, aby docházelo k obnově vozového parku, ale bylo by dobré najít rovnováhu mezi výrobou a využíváním automobilů. Neboli není žádoucí mít co nejnižší stáří vozového parku a vysoké počty registrací nových automobilů. Lepší by bylo mít automobil, jehož výroba, provoz a údržba bude dlouhodobě šetrná k životnímu prostředí bez ohledu na jeho stáří.

## Počet dovezených ojetých automobilů

Poslední proměnnou je počet dovezených ojetých automobilů. Jedná se o všechny ojeté automobily různého stáří, které byly dovezeny do České republiky a poprvé zde registrovány.

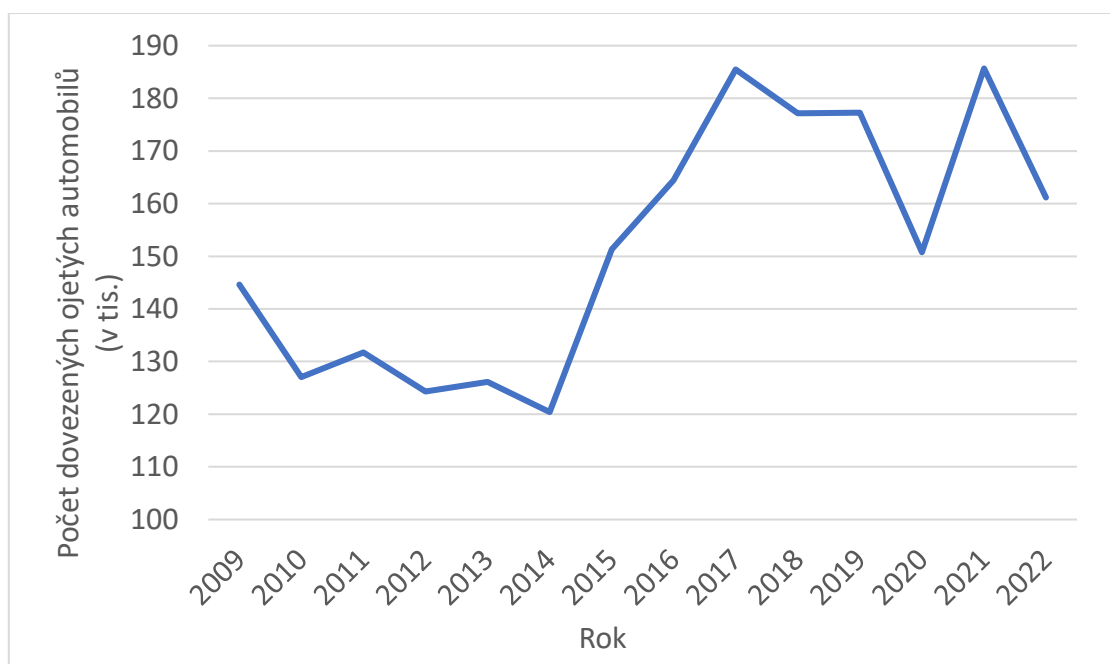
Tabulka 12: Vývoj počtu dovezených ojetých automobilů (v ks)

2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
144 602	127 034	131 707	124 343	126 115	120 408	151 334
2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
164 422	185 451	177 117	177 261	150 731	185 663	161 186

Zdroj: Svaz dovozců automobilů (2022), vlastní zpracování

Data byla pro lepší přehlednost dána do grafu 12.

Graf 12: Vývoj počtu dovezených ojetých automobilů (v tis.)



Zdroj: Svaz dovozců automobilů (2022), vlastní zpracování

Z grafu 12 je patrné, že počet dovážených automobilů do České republiky i přes menší výkyvy pořád roste. Za sledované období se počet dovezených ojetých automobilů zvýšil ze 144 602 v roce 2009 o více než 28 % na 161 186 v roce 2022. Jedná se o výrazný

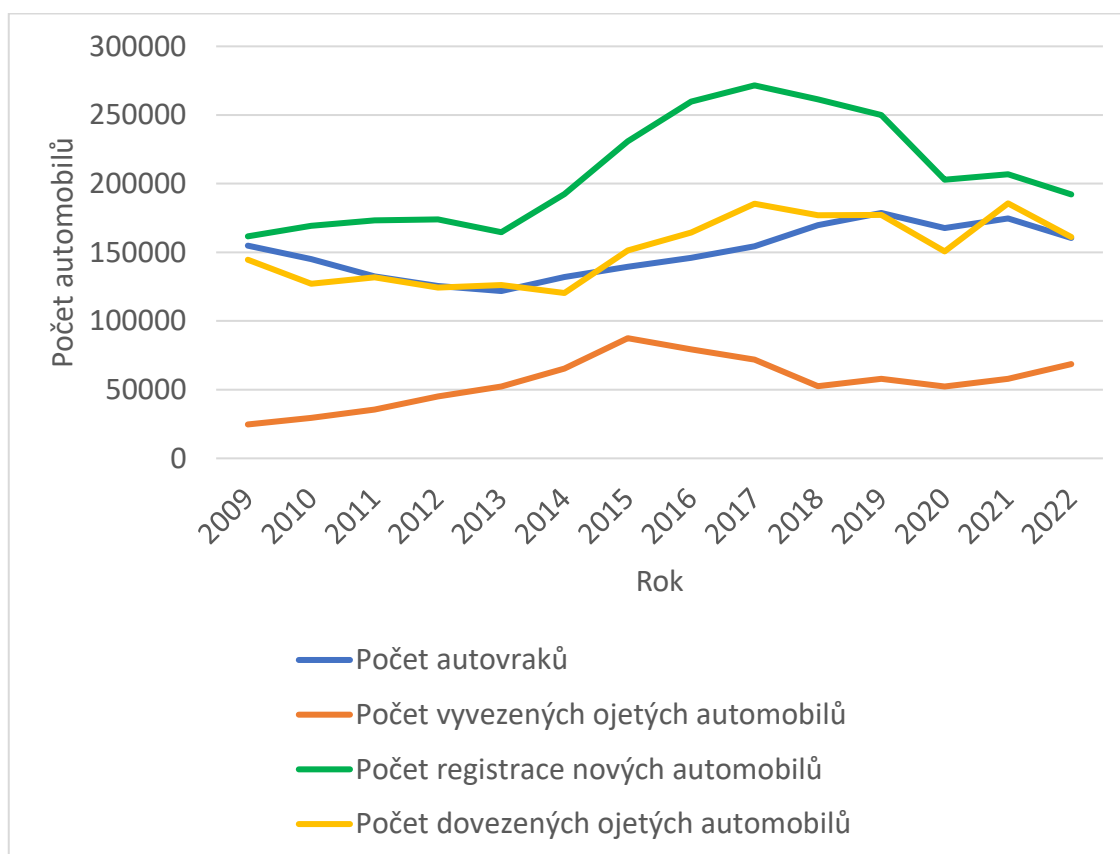
nárůst. V současnosti nic nenasvědčuje tomu, že by mělo dojít k útlumu. Podle mého názoru se dá předpokládat, že se tento trend bude zvyšovat vzhledem ke skutečnosti, že dochází ke zdražování nových automobilů a také kvůli tomu, že na západních trzích Evropy je dynamičtější obnova vozového parku. Tento trend může být podpořen přijetím nové emisní normy Euro 7 v roce 2025 a také tím, že cílem Evropské Unie je zákaz aut na spalovací pohon do roku 2035 a přechod na automobily s alternativním pohonem. Dá se očekávat, že v České republice bude tento přechod spíše pomalejší vzhledem k velké oblibě aut se spalovacím pohonem a menší kupní síle obyvatel. Lidé tak budou volit spíše levnější alternativu v podobě pořízení ojetého vozidla právě ze zahraničí a dojde tak ke zvýšení dovozu ojetých automobilů. S tím souvisí i stáří vozového parku, které tímto neustále narůstá, a to i přesto, že roste počet registrací nových automobilů. Výzvou do budoucích let bude, pokud možno co nejvíce utlumit dovoz ojetých automobilů nebo alespoň dovážet automobily s co možná nejnižším stářím výroby či takové automobily, u kterých je provoz šetrný k životnímu prostředí.

## Srovnání vývoje jednotlivých proměnných za sledované období

Pokud porovnáme zkoumaná data (tj. počet autovraků, počet vyvezených automobilů, počet registrací nových automobilů a počet registrací dovezených ojetých automobilů) mezi sebou, vznikne zajímavé srovnání s velmi podobným vývojem za sledované období od roku 2009 do roku 2022.

Data jsou pro lepší přehlednost dána do grafu 13.

Graf 13: Srovnání vývoje jednotlivých proměnných



Zdroj: Autovraky.mzp (2022), Svaz dovozců automobilů (2022), vlastní zpracování

Z grafu 13 je patrné, že všechny 4 proměnné za sledované období dosahovaly podobného průběhu, který je tvarově blízký parabole. Počet registrací nových automobilů a počet dovezených ojetých automobilů dosáhly pomyslného vrcholu v roce 2017, tj. v roce, kdy tempo růstu HDP v České republice dosáhlo vysoké hodnoty 5,2 %. Naopak velkého propadu dosáhly v roce 2020, kdy byl trh ohromen důsledky pandemie Covid-19 (restrikce vlády, omezení výroby). Zcela odlišný vývoj byl u počtu vyvezených ojetých automobilů. Zde prvotní růst vystřídal po roce 2015 pokles. U jako jediné proměnné však v roce 2020 nastal růst.

Proměnné počet autovraků a počet dovezených ojetých automobilů měly velmi podobný, téměř identický průběh. To může být zčásti způsobeno i tím, že velká část automobilů určena k fyzické likvidaci, je každý rok do České republiky importovaná z důvodu levnější likvidace. Jedná se především o státy západní Evropy.

#### 4.4 Vyhodnocení principu obnovy automobilového parku

V předchozí části byla popsána jednotlivá data, jejich vývoj a provedeno celkové srovnání ve sledovaném období. V následující části jsou jednotlivá data dána do vzorce, je proveden celkový výpočet a vyhodnocení.

##### Počet vyřazených automobilů na 1 nově registrovaný automobil

Pro výpočet jsou použita data za období 14 let, tj. data od roku 2009 do roku 2022. Vzorec pro výpočet byl popsán v části 3.2 Analýza principu obnovy automobilového parku.

Vypočtená data jsou zobrazena v tabulce 13.

Tabulka 13: Vývoj počtu vyřazených automobilů na 1 nově registrovaný automobil

2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0,587	0,590	0,550	0,572	0,599	0,631	0,594
2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
0,531	0,495	0,507	0,554	0,623	0,592	0,648

*Zdroj: vlastní zpracování*

Za sledované období 2009-2022 byl vývoj celkem stabilní. I přes drobné výkyvy je zde vidět mírný nárůst. Po celou dobu byla hodnota menší než 1. To znamená, že na trhu automobilů za sledované období převažovaly registrace nových automobilů a dovezených ojetých automobilů nad počtem autovraků a počtem vyvezených ojetých automobilů. Každý rok tak kromě obnovy docházelo i k velkému nárůstu automobilového parku.

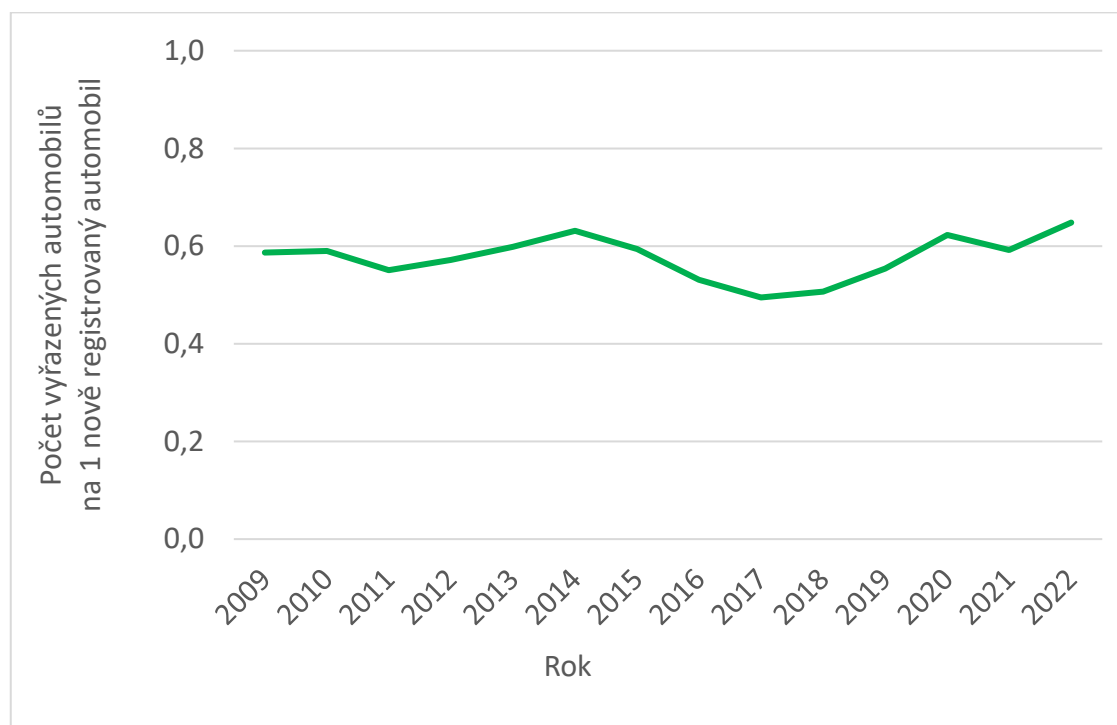
Nejnižší hodnoty 0,495 vyřazeného automobilu na 1 nově registrovaný bylo za sledované období dosaženo v roce 2017. To může být dáno především tím, že tento rok bylo přibýlo nejvyšší množství nových automobilů, konkrétně 271 595. Zároveň počet dovezených automobilů byl za sledované období v tomto roce druhý nejvyšší, a to 185 451. Celkový přírůstek po odečtení počtu autovraků a vyvezených automobilů činil 230 916 nových registrací. Naopak nejvyšší hodnoty 0,648 vyřazeného automobilu na 1 nově registrovaný bylo dosaženo v roce 2022. V tento rok přibýlo v České republice 353 273 nových registrací vozidel, naproti tomu počet vyřazených automobilů činil 229 027. To je přírůstek 124 246 vozidel. Ve srovnání s rekordním rokem 2017 se jednalo o pokles o více než 100 000 vozidel. Vliv měl především vyšší počet vyvezených ojetin a nižší



počet nových registrací automobilů a počet dovezených automobilů. To mohlo být z části způsobené problémy výrobců aut s dodacími lhůtami nových automobilů, rostoucími cenami vozidel nebo útlumem poptávky ze strany spotřebitelů a firem.

Pro lepší přehlednost byla data dána do grafu 14.

Graf 14: Vývoj počtu vyřazených automobilů na 1 nově registrovaný automobil



*Zdroj: vlastní zpracování*

Jak již bylo zmíněno, za sledované období od roku 2009 do roku 2022 byl vývoj počtu vyřazených automobilů na 1 nově registrovaný automobil celkem stabilní. Podle výsledků lze soudit, že v České republice v posledních letech dochází k významnému nárůstu počtu nových, ale i ojetých automobilů dovezených ze zahraničí. Na opačné straně však nedochází k dostatečné obnově automobilového parku, protože v provozu je velké množství starších vozidel, které nejsou nahrazovány novými. Do budoucna bude výzvou tento trend změnit. Tedy uvádět do provozu nové ekologičtější automobily a více starých neekologických likvidovat. Zároveň bude velmi důležité, aby již nedocházelo k významnému počtu nárůstu vozidel v České republice.

## **4.5 Návrh na zlepšení současného stavu**

Jak již bylo zmíněno, za zkoumané období došlo k významnému nárůstu počtu nových i ojetých automobilů. Z analýzy bylo zjištěno, že v automobilovém průmyslu nedochází k dostatečné obnově automobilového parku, neboť nejsou vyřazována z provozu stará neekologická vozidla. Podle mého názoru bude podobný vývoj v České republice pokračovat i v následujících letech a bude podpořen nástupem elektromobility, zákazem automobilů s klasickým spalovacím motorem po roce 2035 nebo přijetím nové emisní normy Euro 7. Domnívám se, že se lidé nebudou chtít zbavit starších automobilů se spalovacími motory ve prospěch nových dražších automobilů na elektrický či jiný alternativní pohon.

Pokud má dojít ke změně, bude nezbytné učinit určité kroky, které povedou ke zlepšení situace, tedy k větší obnově a menšímu nárůstu automobilového parku. Důležité ovšem bude, aby se na změně podílely nejen samotné firmy a stát, ale i jednotliví občané. Jedině tak bude možné dosáhnout zlepšení situace. Mezi kroky, které by mohly zvýšit obnovu automobilového parku, by mohly spadat:

### **Cena automobilů**

Významným faktorem, který by mohl tento trend ovlivnit, je vzrůstající cena automobilů a fakt, že elektrický automobil je stále dražší než klasický na spalovací motor. To by v případě České republiky mohlo vést k většímu dovozu ojetých automobilů a menšímu prodeji nových vozidel. Bude ovšem zajímavé pozorovat, jak tento trend mohou ovlivnit nařízení Evropské unie či možné dotace na nové elektrické automobily. Pokud by byly vozidla levnější, byly by větší prodeje nových ekologických automobilů a menší dovoz starších ojetých.

### **Nové technologie**

Vývoj nových technologií by mohl nepochybně mít velký vliv na obnovu vozového parku. Současné alternativní možnosti nahrazování klasických automobilů na spalovací motor jsou stále ještě dražší a mají i velké množství technologických negativ, které brzdí jejich masivní rozvoj. Pokud by však došlo ke zdokonalení současných nebo vývoji nových lepších technologií, které by například i zlevnily cenu nového automobilu, mohlo dojít k velkému nárůstu v obnově vozového parku. V posledních letech je velmi diskutovaným tématem vodíkový pohon, kterého je neomezené množství, ovšem současné metody výroby vodíku jako paliva pro automobily jsou velmi nákladné.

## **Nalezení optimální úrovně**

Pro trvale udržitelný rozvoj v následujících letech bude však nezbytné, aby se toto číslo pohybovalo kolem 1 nebo bylo dokonce vyšší. Jinými slovy, za každý jeden odhlášený automobil by přibyl právě jeden nový. Pokud by byla hodnota vyšší než 1, docházelo by k situaci, kdy by se množství automobilů ve společnosti snižovalo. Když by hodnota byla nižší než 1, jako za zkoumané období, tak by to znamenalo, že by sice docházelo k největší obnově vozového parku, ale zároveň by docházelo k přírůstku automobilů ve společnosti. Bude však velmi důležité nalézt optimální úroveň. Neboli primárním cílem v budoucnu není mít co největší obnovu vozového parku, ale takovou obnovu, při které budou uváděny do provozu automobily, které budou šetrně vyrobeny a jejich následný provoz bude ekologický k životnímu prostředí po co nejdelší období. V Evropě je velkým vzorem Norsko nebo Island, kde v registracích nových automobilů již dokonce převažují automobily na elektrický nebo hybridní pohon.

## **Celkový pohled**

Velmi důležité bude dívat se na tuto problematiku z celkového pohledu, tj. od samotné výroby až po likvidaci, ale i využívání alternativních možností. Tím je myšleno, že by spotřebitel nevyužíval automobil, ale použil jiný způsob k dopravě. Například při cestě do práce by zvolil vlakovou dopravu nebo spolujízdu automobilem. Žádoucí bude přimět spotřebitelé začít více přemýšlet o této problematice. Jedině tak může dojít ke změně k lepšímu, protože není možné, aby celkový objem automobilů používaných ve společnosti donekonečna rostl nebo docházelo k rychlé obnově vozového parku.

## 5 Závěr

Hlavním cílem diplomové práce bylo zhodnotit úroveň principů cirkulární ekonomiky v automobilovém průmyslu. Záměrem bylo zjistit, jak je na tom Česká republika v přijetí cirkulární ekonomiky ve srovnání s ostatními státy Evropské unie a jak velký udělala pokrok za poslední roky. Dále bylo zkoumáno, jaký je rozvoj a jak rychle probíhá obnova automobilového parku v České republice. Součástí práce bylo stanovit návrhy na zlepšení současného stavu.

V teoretické části jsem se zabýval problematikou cirkulární ekonomiky a automobilového průmyslu. Zaměřil jsem se všeobecně na bariéry přijetí, na politiku a postavení Evropské unie k cirkulární ekonomice. Z pohledu automobilového průmyslu jsem se blíže podíval na témata, která jsou nezbytná pro správné fungování cirkulární ekonomiky. Jedná se o změnu v konstrukčních materiálech vozidel, recyklaci v uzavřeném cyklu, repasování, design pro udržitelnost, e-mobilitu, oblast olověných baterií, problematiku odpadů z vraků automobilů a emise CO<sub>2</sub>.

V praktické části diplomové práce jsem zkoumal úroveň principů cirkulární ekonomiky v automobilovém průmyslu. Pro analyzování jsem si zvolil 2 principy – princip míry využití cirkulárního materiálu v automobilovém průmyslu a princip obnovy automobilového parku.

V prvním analyzovaném principu bylo velice zajímavé srovnání s ostatními státy Evropské unie. Příjemným zjištěním bylo, že Česká republika udělala v oblasti míry využití cirkulárního materiálu automobilovém průmyslu velký posun vpřed a přiblížila se průměru EU. Je v tomto směru dokonce výrazně lepší, než některé vyspělé státy jako je Irsko, Finsko nebo Lucembursko. Za období 2010 až 2021 se míra využití cirkulárního materiálu v automobilovém průmyslu zvýšila z 5,8 % na 11,9 %. Průměr Evropské unie se ovšem téměř nezměnil a za dobu 12 let vzrostl z 11,2 % na 12,2 %.

V další části jsem se již zaměřil na samotné propojení cirkulární ekonomiky a automobilového průmyslu. Zkoumal jsem, jak velká probíhá v České republice obnova automobilového parku. Analýzou bylo zjištěno, že obnova automobilového parku v letech 2009 až 2022 v České republice se pohybovala v rozmezí 0,495 – 0,648 vyřazeného automobilu na 1 nově registrovaný automobil. Docházelo tak k obnově, ale i nárůstu automobilového parku. Například v roce 2022 bylo 353 273 nových registrací, naproti tomu počet vyřazených automobilů byl 229 027. To je přírůstek 124 246

automobilů. V roce 2017, kdy bylo číslo obnovy automobilového parku nejnižší, a to 0,495 vyřazeného automobilu na 1 nově registrovaný, přibylo v České republice dokonce 230 916 vozidel. Je žádoucí, aby se uváděly do provozu nové ekologičtější automobily a na druhé straně se likvidovaly staré neekologické automobily. V budoucnu však bude velmi důležité, aby se tato hodnota blížila číslu 1, nebo byla dokonce vyšší. To by znamenalo, že by docházelo k největší obnově automobilového parku, ale především k úbytku vozidel ve společnosti.

Bylo by zajímavé provést srovnání s ostatními státy světa. A to především se státy, kde je nízké stáří automobilového parku, a kde je velký počet registrací nových automobilů na alternativní pohon. Mohlo by se jednat například o Island nebo Norsko. Zároveň by jistě stálo za úvahu podívat se blíže na jiné části cirkulární ekonomiky v automobilovém průmyslu. Například by se mohlo jednat o vznik nových pracovních míst nebo investice do nových technologií související s přechodem na cirkulární ekonomiku.

## 6 Summary

The main aim of this thesis was to evaluate the level of circular economy principles in the automotive industry. The intention was to find out where the Czech Republic stands in the implementation of the circular economy compared to other European countries and how much progress it has made in recent years. Furthermore, the development and the rate of renewal of the automotive fleet in the Czech Republic was examined. Part of the work was to set out proposals to improve the current situation.

In the theoretical part I examined the issue of the circular economy and the automotive industry. I focused on the barriers to adoption in general and the policy and position of the European Union towards the circular economy. From the perspective of the automotive industry, I took a closer look at the topics that are necessary for the proper functioning of the circular economy. These are the change in vehicle construction materials, closed-loop recycling, remanufacturing, design for sustainability, e-mobility, the area of lead-acid batteries, the issue of waste from car wrecks and CO<sub>2</sub> emissions.

In the practical part of the thesis, I examined the levels of circular economy principles in the automotive industry. I choose 2 principles to analyse – the principle of circular material rate in the automotive industry and the principle of automotive fleet renewal.

In the first principle analysed, the comparison with other European Union countries was very interesting. It was a surprising finding that the Czech Republic has made a big step forward in the use of circular materials rate in the automotive industry and is close to the EU average. It is even significantly better in this respect than some developed countries such as Ireland, Finland, or Luxembourg. Over the period 2010 to 2021, the automotive circular material rate increased from 5.8% to 11.9%. However, the EU average remained almost unchanged, rising from 11.2% to 12.2% over the 12-year period.

In the next chapter, I focused on the interaction of the circular economy itself and the automotive industry. I examined the extent of the renewal of the car fleet in the Czech Republic. The analysis showed that the renewal of the car fleet between 2009 and 2022 in the Czech Republic ranged from 0.495 to 0.648 scrapped cars per 1 new registered car. Thus, there was a renewal but also an increase in the car fleet. For example, in 2022 there were 353 273 new registrations, while the number of scrapped cars was 229 027. This is an increase of 124 246 cars. In 2017, when the fleet renewal figure was the lowest,

at 0.495 scrapped cars per 1 new registration, the Czech Republic added as many as 230,916 vehicles.

It is desirable to introduce new greener cars into production and, on the other hand, to destroy old non-eco-friendly cars. In future, however, it will be very important for this value to be close to 1 or even higher. This would mean that there would be the greatest renewal of the car fleet, but above all a decline in the number of vehicles in society.

It would be interesting to make a comparison with other countries in the world. Especially with countries where the age of the car fleet is low and where there are a significant number of new car registrations of new registrations of alternative fuel vehicles. This could be Iceland or Norway, for example. At the same time, it would certainly be worth looking more closely at other parts of the circular economy in the automotive industry. For example, it could be the creation of new jobs or investment in new technologies related to the transition to a circular economy.

## Seznam použitých zdrojů:

### Odborná literatura

Buruzs, A., Torma, A. (2017). *A Review on the outlook of the circular economy in the automotive industry*. World academy of science, engineering and technology, International journal of environmental and ecological engineering.

Hague, B., Zedníček, P., Rulík, T. (2022). *The Role of the Circular Economy in Decarbonisation of Industry*. Praha: Institut Cirkulární Ekonomiky, z.ú.

Hanzlík, V., Javůrek, V., Smeets, B., Svoboda, D. (2019). *Klimaticky neutrální Česko*. Mckinsey & Company.

Jonášová, S. (2019). *Cirkulární ekonomika jako příležitost pro úspěšné inovace českých firem*. Praha: Institut Cirkulární Ekonomiky, z.ú.

Kvasnička, M., & Moravanský, D. (2004). *Ekonomicko-matematické metody*. Brno: Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta.

Litschmannová, M. (2010). *Úvod do analýzy časových řad*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, FEI, Katedra aplikované matematiky.

Perková, V., Malá, I. (2018). *Cirkulární Česko*. Praha: Direct People, s. r. o., INCIEN, z.ú.

Perková, V., Malá, I. (2019). *Cirkulární Česko 2*. Praha: JIC, zájmové sdružení právnických osob, Direct People, s.r.o., INCIEN, z.ú.



## Internetové zdroje

Bocken, N. M. P. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*.

Doi: 10.1080/21681015.2016.1172124

Cbcsd.cz (2017). CSR & Reputation Research 2016. [https://www.cbcsd.cz/wp-content/uploads/2017/05/Ipsos-CSR-REPUTATION-RESEARCH-2016\\_vybran%C3%A9-v%C3%BDsledky-z-ve%C5%99ejn%C3%A9-%C4%8D%C3%A1sti-v%C3%BDzkumu.pdf](https://www.cbcsd.cz/wp-content/uploads/2017/05/Ipsos-CSR-REPUTATION-RESEARCH-2016_vybran%C3%A9-v%C3%BDsledky-z-ve%C5%99ejn%C3%A9-%C4%8D%C3%A1sti-v%C3%BDzkumu.pdf)

Deloitte.wsj.com (2023). The Circular Economy is Shrinking: Here's How to Expand it. <https://deloitte.wsj.com/articles/the-circular-economy-is-shrinking-heres-how-to-expand-it-01674585095>

Ec.europa.eu (2012). Defining Critical Raw Materials in the EU: Information Gaps and Available Solutions. <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/rawmat-Nowakowska-Defining-Critical-Raw-Materials-in-the-EU-Information-Gaps-and-Available-Solutions.pdf>

Ec.europa.eu (2021). Komise zakročila vůči pěti členským státům, které musí zlepšit nakládání s odpady. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/CS/IP\\_21\\_5649](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/CS/IP_21_5649)

Ewalts, D. (2023). Circular IT: we need to think big, but start small and act now. <https://www2.deloitte.com/nl/nl/pages/sustainability/articles/circular-it-we-need-to-think-big-but-start-small-and-act-now.html>

Eurostat (2022). Waste. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/waste/data/database>

Eurostat (2023). Circular material use rate. [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/explore/all/tb\\_eu?lang=en&subtheme=cei&display=list&sort=category&extractionId=CEI\\_SRM030](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/explore/all/tb_eu?lang=en&subtheme=cei&display=list&sort=category&extractionId=CEI_SRM030)

Eurostat (2023). Circular material use rate by type. [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env\\_ac\\_curm/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_ac_curm/default/table?lang=en)

Friant, M., Vermeulen, W., Salomone R. (2020). Analysing European Union circular economy policies: words versus actions. *Sustainable Production and Consumption* <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.11.001>

Hodková, J. (2023). Euronormy. <https://www.fintag.cz/clanek/agenda-euronormy-udelaji-z-ceska-vrakoviste-varuje-dovozce-aut-223814>

- Korhonen, J., Honkasalo, A. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*. Doi: 10.1016/j.ecolecon.2017.06.041
- Krammer, S. (2022). Seven Essential Considerations for Your Automotive Concept Phase. <https://insights.apps-magna.com/>
- Markovič, J. (2022). Emisní norma Euro 7. <https://www.autosalon.tv/novinky/ridicuv-chleba/emisni-norma-euro-7-je-na-svete-benzinovyh-aut-se-nedotkne-naftova-to-ale-budou-mit-tezsi>
- McCarthy, A., Dellink, R., Bibas R. (2017). The Macroeconomics of the Circular Economy Transition: A Critical Review of Modelling Approaches. OECD Environment Working Papers. <http://dx.doi.org/10.1787/af983f9a-en>
- Mckinsey.com (2015). Europe's circular-economy opportunity. <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/europes-circular-economy-opportunity>
- Ministerstvo životního prostředí (2021). Strategický rámec cirkulární ekonomiky České republiky 2040. [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/cirkularni\\_cesko/\\$FILE/OODP-Cirkularni\\_Cesko\\_2040\\_web-20220201.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/cirkularni_cesko/$FILE/OODP-Cirkularni_Cesko_2040_web-20220201.pdf)
- Renewablematter.eu (2023). Circularity gap report 2023: Here's why global circularity has dropped to 7.2 %. <https://www.renewablematter.eu/articles/article/circularity-gap-report-2023-heres-why-global-circularity-has-dropped-to-7-2>
- Rollinson, A., Oladejo, J. (2020). Chemical Recycling: Status, Sustainability, and Environmental Impacts. *Global Alliance for Incinerator Alternatives*. Doi: 10.46556/ONLS4535
- Rommel, Y. (2018). The Circular Economy In The Automotive Sector: How Far Can We Introduce It? <https://www.victanis.com/blog/circular-economy-automotive-industry>
- Svaz Dovozců Automobilů (2022). Statistiky. <https://portal.sda-cia.cz/stat.php?n#rok=2021&mesic=9&kat=OA&vyb=cel&upr=&obd=m&jine=false&lang=CZ&str=nova>
- Úřední věstník Evropské unie (2019). Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU 2019/631. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0631&from=ES>

## **Seznam obrázků:**

Obrázek 1: Koncentrace kovů vzácných zemin ve světě.....	13
Obrázek 2: Tesla S – lithiová baterie.....	15
Obrázek 3: Proces recyklace lithiové baterie.....	16

## Seznam tabulek:

Tabulka 1: Vývoj recyklace olovněných baterií v České republice .....	17
Tabulka 2: Vývoj hmotnosti autovraků v České republice (v tunách) .....	19
Tabulka 3: Vývoj množství odpadů z vraků automobilů v ČR (v tisíc tun).....	20
Tabulka 4: Vývoj průměrného množství emisí CO <sub>2</sub> v ČR (v gramech).....	23
Tabulka 5: Vývoj průměrného množství emisí CO <sub>2</sub> v EU (v gramech).....	23
Tabulka 6: Vývoj míry využití cirkulárního materiálu v ČR (v %).....	41
Tabulka 7: Vývoj míry využití cirkulárního materiálu v EU (v %).....	41
Tabulka 8: Vývoj jednotlivých složek v míře využití cirkulárního materiálu EU (v %) .....	45
Tabulka 9: Vývoj počtu autovraků (v ks) .....	50
Tabulka 10: Vývoj počtu vyvezených ojetých automobilů (v ks) .....	51
Tabulka 11: Vývoj počtu registrací nových automobilů (v ks) .....	53
Tabulka 12: Vývoj počtu dovezených ojetých automobilů (v ks) .....	55
Tabulka 13: Vývoj počtu vyřazených automobilů na 1 nově registrovaný automobil ...	59

## Seznam grafů:

Graf 1: Vývoj recyklace olovněných baterií v České republice .....	18
Graf 2: Vývoj hmotnosti autovraků v České republice (v tunách).....	20
Graf 3: Vývoj množství odpadů z vraků automobilů v ČR (v tis. tunách).....	21
Graf 4: Srovnání vývoje průměrných emisí CO <sub>2</sub> v ČR a v EU .....	24
Graf 5: Srovnání vývoje ČR s průměrem EU v míře využití cirkulárního materiálu v automobilovém průmyslu .....	42
Graf 6: Srovnání 10 zemí s nejvyšší mírou využití cirkulárního materiálu v Evropě v automobilovém průmyslu .....	43
Graf 7: Srovnání 10 zemí s nejnižší mírou využití cirkulárního materiálu v Evropě v automobilovém průmyslu .....	44
Graf 8: Vývoj zastoupení jednotlivých složek v celkové míře využití cirkulárního materiálu .....	46
Graf 9: Vývoj počtu autovraků (v tis.).....	50
Graf 10: Vývoj počtu vyvezených ojetých automobilů (v tis.).....	51
Graf 11: Vývoj počtu registrací nových automobilů (v tis.).....	54
Graf 12: Vývoj počtu dovezených ojetých automobilů (v tis.).....	55
Graf 13: Srovnání vývoje jednotlivých proměnných.....	57
Graf 14: Vývoj počtu vyřazených automobilů na 1 nově registrovaný automobil.....	60