



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

STUDIE TECHNICKÉ PŘÍPRAVY VÝROBNÍHO PORTFOLIA PRO VÝROBNÍ ORGANIZACI

STUDY OF TECHNICAL PREPARATION OF A PRODUCTION PORTFOLIO FOR PRODUCTION
ORGANIZATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Matej Cabúk

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

BRNO 2023

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Bc. Matej Cabúk**
Studijní program: Strojírenská technologie
Studijní obor: Strojírenská technologie a průmyslový management
Vedoucí práce: **prof. Ing. Marie Jurová, CSc.**
Akademický rok: 2022/23

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Studie technické přípravy výrobního portfolia pro výrobní organizaci

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Návrh změn u výrobních zakázek pro předpokládanou optimalizaci jako základu pro přípravu digitalizace inženýrských prací ve prospěch zakázek z hlediska jakosti.

Cíle diplomové práce:

Stanovení cílů řešení.

Vyhodnocení teoretických přístupů k řešení.

Popis současného stavu podnikání ve vybrané organizaci.

Analýza současného stavu řízení přípravy technické dokumentace.

Návrh změn pro dokumentaci u vybraného portfolia.

Podmínky realizace a přínosy.

Seznam doporučené literatury:

JUROVÁ, M. a kol. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: GRADA Publishing, 2016. 256 s. ISBN 978-80-271-9330-1.

KOŠTURIÁK, J. Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků. Brno: Computer Press, 2010. 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.

SVOZILOVÁ, A. Projektový management. Praha: Grada Publishing, 2008. 356 s. ISBN 978-80-247-3611-2.

UČEŇ, P. Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení. Praha GRADA Publishing, 2008. 190 s. ISBN 978-80-247-2472-0.

RUSSELL, R. S. Operations management: creating value along the supply chain. 6th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2009. ISBN 9780470095157.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2022/23

V Brně, dne

L. S.

Ing. Jan Zouhar, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Uvedenie nového výrobku na trh si vyžaduje množstvo prípravnej činnosti. V medzinárodných spoločnostiach sú jasne dané postupy a pravidlá. A zatiaľ čo teória definuje činnosti technickej prípravy výroby, reálne procesy sa v závislosti od konkrétnej firmy líšia. Diplomová práca sa zameriava na analýzu a optimalizáciu čiastkových úloh, hlavne na konštrukčnú prípravu výroby. Navrhuje riešenia na zlepšenie procesov z pohľadu konštruktéra. Pre pochopenie vhodnosti navrhovaných riešení je potrebné poznať charakter analyzovanej spoločnosti, ktorá bude stručne predstavená. Návrhy sa zaoberajú softvérovým vybavením na pracovisku, ktorého potenciál zamestnanci nevyužívajú naplno. A hoci kvalitné softvérové vybavenie je dôležitou súčasťou efektívneho fungovania každej firmy, pri niektorých činnostiach je vhodnejšie používané softvéry obmedziť a procesy zjednodušiť. Návrhy diplomovej práce pomôžu špecialistom vykonávať svoju prácu kvalitne a za kratší čas. Vytvorenie pozície špecialistu na fotorealistické vizualizácie dáva priestor zamestnancovi rozvíjať sa v danej oblasti. Na výkonnosť zamestnancov majú vplyv rôzne faktory, napríklad motivácia a pracovné prostredie. Zavedenie nových benefitov, zlepšenie dopravnej infraštruktúry a podpora alternatívnych spôsobov cestovania do práce môžu pozitívne vplyvať na výkonnosť zamestnancov a ich spokojnosť. Záverečná časť hodnotí návrhy z technicko-ekonomického hľadiska.

Kľúčové slová

príprava výroby, produkt, výroba, vývoj, konštruktér, softvérovo vybavenie, zamestnanec

ABSTRACT

Launching a new product on the market requires a lot of preparatory work. In international companies, procedures and rules are clearly given. And while theory defines the technical production preparation activities, the actual processes vary from company to company. This diploma thesis focuses on the analysis and optimization of partial tasks, mainly on the design preparation of production. It proposes solutions to improve processes from a designer's point of view. In order to understand the appropriateness of the proposed solutions, it is necessary to know the nature of the analyzed company, which will be briefly presented. The proposals deal with software equipment in the workplace, the potential of which is not fully exploited by the employees. And although good quality software is an important part of the efficient operation of any company, for some activities it is preferable to limit the software used and simplify the processes. The specialists do their job with high quality and in less time. Creating a position of a specialist in photorealistic visualizations gives room to employee to develop in the field. Various factors, such as motivation and work environment, affect the performance of employees. Introducing new benefits, improving transport infrastructure and promoting alternative ways of travelling to work can have a positive impact on employee performance and satisfaction. The final part evaluates the proposals from a technical and economic perspective.

Keywords

preparation of a production, product, production, development, designer, software equipment, employee

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

CABŮK, Matej. *Studie technické přípravy výrobního portfolia pro výrobní organizaci* [online]. Brno, 2023. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/149063>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Marie Jurová.

PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som diplomovú prácu na tému Studie technické přípravy výrobního portfolia pro výrobní organizaci vypracoval samostatne s využitím uvedenej literatúry a podkladov, na základe konzultácií a pod vedením vedúceho práce.

Brno, 26.05.2023

miesto, dátum

Matej Cabúk

POĎAKOVANIE

Týmto ďakujem vedúcej práce prof. Ing. Marii Jurovej, CSc. za cenné pripomienky a rady, ktoré mi poskytla pri vypracovaní diplomovej práce.

OBSAH

Zadanie práce

Abstrakt

Bibliografická citácia

Čestné prehlásenie

Pod'akovanie

Obsah

ÚVOD	9
1 ROZBOR ZADANIA.....	10
1.1 Varianty riešenia.....	10
2 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ	11
2.1 Výrobné portfólio	11
2.2 Výrobný proces a jeho členenie	12
2.3 Predvýrobná etapa výroby	14
2.3.1 Technická príprava výroby (TPV).....	15
2.3.2 Konštrukčná príprava výroby (KPV)	17
2.3.3 Technologická príprava výroby (TgPV).....	20
2.3.4 Projektová príprava výroby (PPV)	21
2.3.5 Spolupráca medzi útvarmi TPV	21
2.3.6 Mechanizácia a automatizácia TPV	22
2.4 Riadenie prípravy výroby	24
2.5 Práca konštruktéra	25
3 NÁVRHY NA OPTIMALIZÁCIU TPV	29
3.1 Predstavenie spoločnosti	30
3.2 Zlepšenie montážnych návodov	32
3.3 3D výkresy – definícia založená na modeloch (MBD).....	34
3.4 Využívanie modulu pre tolerančné analýzy	36
3.5 Využívanie generatívneho dizajnu	38
3.6 Možnosť spravovať rozšírenia a konfiguračné voľby softvéru Creo Parametric.....	41
3.7 Optimalizácia zmenového konania	42
3.8 Vytvorenie pozície špecialistu na fotorealistické vizualizácie.....	43
3.9 Problematika riadenia úloh.....	45
3.10 Redukcia komunikačných kanálov	47
3.11 Motivácia a spokojnosť zamestnancov	48
4 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE	54
ZÁVER.....	58

Zoznam použitých zdrojov

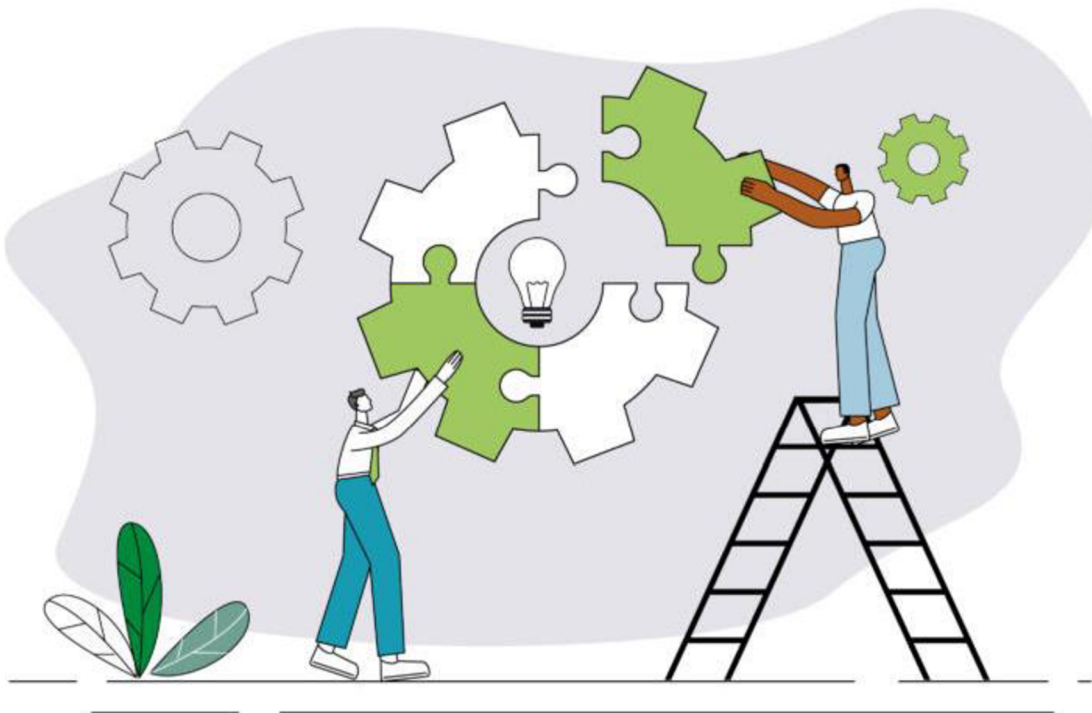
Zoznam použitých symbolov a skratiek

Zoznam príloh

ÚVOD

Súčasná, rýchlo meniac sa doba, so silným konkurenčným prostredím a náročnými zákazníkmi je výzvou pre výrobné organizácie. K dosiahnutiu vyššej efektivity výroby, nižších nákladov a vyššej ziskovosti je dôležité neustále sledovať a optimalizovať svoje výrobné portfólio. Proces od návrhu po uvedenie do sériovej výroby zložitých komponentov alebo systémov je z časového hľadiska dlhým, často niekoľkoročným obdobím. Jedná sa o komplexný proces, v ktorom aj malá optimalizácia môže mať v konečnom dôsledku veľký vplyv. Príprava výroby je nezanedbateľnou a podstatnou súčasťou tohto procesu. Ako ukazuje obr. 1, každý diel skladačky je dôležitý pre dosiahnutie stanoveného cieľa. Vzájomná spolupráca všetkých zainteresovaných strán je cestou k úspechu.

Aj keď sa na prvý pohľad môže zdať, že zabehnutá spoločnosť bude mať všetky procesy dokonale vyladené, nemusí to byť pravda. Práve možnosť ovplyvniť čo i len malou zmenou náročný a dlhodobý proces, skrátiť čas potrebný na uvedenie produktu na trh, zvýšiť jeho kvalitu alebo znížiť konečnú cenu, bol hlavným dôvodom pre výber témy diplomovej práce. Cieľom práce je analyzovať technickú prípravu výroby a navrhnúť opatrenia na zlepšenie efektívnosti procesu. Práca sa zameriava na základné prvky technickej prípravy výroby, ktorej súčasťou sú konštrukčná, technologická a projektová príprava výroby.



Obr. 1 Dôležitosť vzájomnej spolupráce [1].

1 ROZBOR ZADANIA

Riešením diplomovej práce je analyzovanie technickej prípravy výroby spoločnosti a navrhnutie opatrení, ktoré pomôžu optimalizovať prípravu výroby. Jedným z cieľov práce je vypracovanie teoretických východísk pre spracovanie analytickej a návrhovej časti práce. V úvode teoretickej časti budú postupne predstavené pojmy a definície nevyhnutné pre správne porozumenie rozoberanej problematiky. Na to, aby bolo možné navrhnúť a aplikovať zmeny, je potrebné porozumieť charakteru analyzovanej spoločnosti. Na teoretické poznatky bude nadväzovať analýza súčasného stavu podnikania a riadenia prípravy technickej dokumentácie.

Výsledkom práce budú konkrétne návrhy zmien v technickej príprave výroby. Nie všetky navrhované zmeny bude možné aplikovať. Súčasťou práce budú podmienky realizácie jednotlivých zmien, prínosy, príp. riziká a ich ekonomicko-technické zhodnotenie.

1.1 Varianty riešenia

Spoločnosť, v ktorej prebieha analýza technickej prípravy výroby, je súčasťou nadnárodnej skupiny. Množstvo procesov a zdrojov je riadených centrálnou spoločnosťou v zahraničí. Portfólio vyrábaných produktov konkrétneho podniku taktiež podlieha riadeniu centrálnej spoločnosti. Vzhľadom na široké spektrum produktov pre rôzne odvetvia priemyslu sa jednotlivé podniky špecializujú len na časť výrobkov z celého portfólia skupiny. Niektoré produkty sa historicky vyrábajú v konkrétnych pobočkách. Výroba iných sa môže vzhľadom na ekonomickú situáciu presúvať do rôznych krajín, podstatou je produkovať zisk. Jednotlivé pobočky sa roky prispôbujú či už ľudskými zdrojmi alebo strojovým vybavením na výrobu konkrétnej skupiny produktov. Relokácia výroby z jedného závodu do druhého je náročným obdobím, prináša so sebou množstvo prípravných prác rôzneho druhu a stojí nemalé finančné prostriedky. V ideálnom prípade by presun a rozbeh výroby do druhého závodu prebiehal bez problémov. Takýto scenár však nezodpovedá realite a niekedy sa postupne odkrývajú ďalšie a ďalšie nepredvídateľné problémy. Práca sa nebude zaoberať návrhom zmien výrobného portfólia, ktoré je určené materskou spoločnosťou.

Daná skupina produkuje výrobky rôzneho charakteru. Technická príprava výroby sa líši v závislosti od konkrétneho výrobku. Príprava výroby je iná pre jednoduché komponenty ako pre zložité mechatronické systémy obsahujúce stovky až tisíce komponentov. Optimalizácia prípravy výroby môže mať reálny prínos na budúcu výrobu.

Technická príprava výroby sa skladá z rôznych častí a môže byť veľmi rozsiahla. Rozoberať každý jeden krok prípravy výroby by bolo nad rámec diplomovej práce. Práca sa bude zameriavať najmä na konštrukčnú časť prípravy výroby. Výsledkom práce nebude návrh zmien technických parametrov, predpisov alebo výkresovej dokumentácie ale optimalizácia a vylepšenie čiastkových úloh, s ktorými sa počas výkonu práce stretáva konštruktér.

2 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ

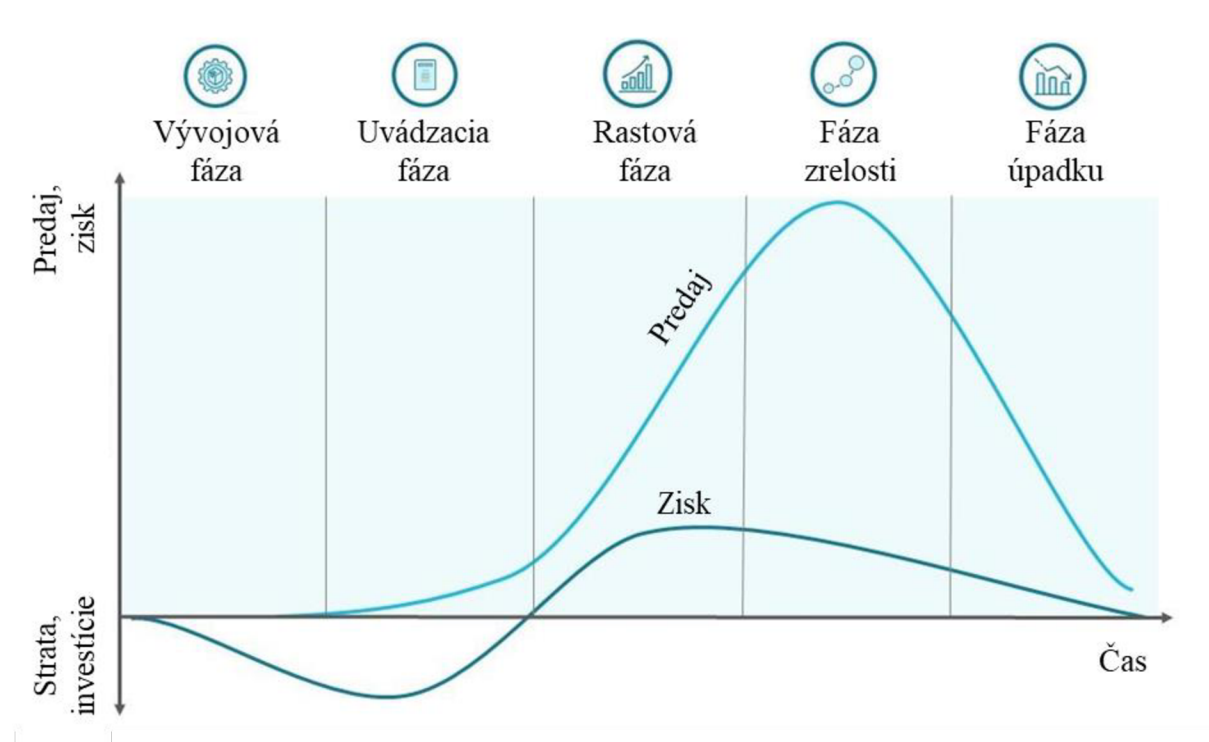
2.1 Výrobné portfólio

Pojem portfólio vyjadruje v podnikaní zostavu, set alebo súbor niečoho. Používa sa v rôznych spojeniach, kde je potrebné riadiť alebo koordinovať určitý súbor. Najčastejšie sa vyskytuje v spojeniach investičné, produktové, zákaznícke alebo projektové portfólio. Jedným z charakteristických znakov výrobných podnikov je súbor produktov alebo služieb, ktoré vyrábajú alebo poskytujú. Výrobné portfólio možno definovať ako súhrn všetkých produktov a služieb, ktoré sú schopné vyrábať alebo poskytovať súčasné výrobné zariadenia, zdroje a zamestnanci podniku. [2]

Výrobné portfólio môže tvoriť jeden alebo viacero typov produktov a služieb, ktoré môžu byť podobné ale aj odlišné. Podniky môžu mať rôzne výrobné portfóliá v závislosti od ich zamerania, veľkosti, technologických kapacít a trhových segmentov, na ktorých sa chcú presadiť. Výrobné portfólio určuje schopnosť zvládať zmeny v dopyte a konkurenčnom prostredí, preto je dôležité pre výrobné a priemyselné podniky. Na základe zmeny trhových trendov a potrieb zákazníkov môžu podniky prispôbiť svoje portfólio, príp. investovať do nových technológií a zariadení, aby zlepšili svoje portfólio a zostali konkurencieschopní.

Niektoré produkty sa stávajú medzi zákazníkmi veľmi obľúbenými a možno ich považovať za ikonické výrobky spoločnosti. Podieľajú sa práve najznámejšie produkty najväčšou mierou na úspechu firmy? Nemusi to tak byť. Optimálne zložené portfólio sa skladá z produktov v rôznych fázach životného cyklu a v rôznych fázach rastu, trhového podielu a ziskovosti, viď obr. 2. Podnik tak môže investovať do nových produktov alebo inovovať staré produkty. [3]

Portfóliové analýzy slúžia na jasné definovanie, vytvorenie a určenie ďalšieho smerovania marketingovej stratégie podniku. Pomáhajú nájsť rovnováhu medzi podnikom, trhom a marketingovým prostredím. Podľa potreby a pre rôzne časové obdobia sa zostavujú rôzne portfóliové analýzy, umožňujú napríklad hodnotiť portfólio v minulosti a súčasnosti alebo odhadnúť budúci vývoj portfólia danej spoločnosti. [4]



Obr. 2 Závislosť predaja a zisku na fáze životného cyklu produktu, upravené podľa [5].

Portfóliové analýzy závisia od účelu a produktu. Jednou z vecí, ktoré ovplyvňujú analýzu trhu je zvolená stratégia spoločnosti, stratégia stability alebo expanzie. Používané metódy pre analýzy portfólií používané v strategickom manažmente:

- technologické portfólio,
- BCG matica,
- Hoferova matica,
- GE matica,
- matica životného cyklu trhu,
- Ansoffova matica,
- Arthur D. Littleova matica. [6]

Nástroje označované ako marketingový mix slúžia na ovplyvňovanie potrieb a prianí na cieľových trhoch. Tieto nástroje nachádzajú uplatnenie aj pri vyhodnocovaní stavu dopytu a formovaní marketingovej stratégie. Pri výrobkoch je nevyhnutné ohodnotiť ich trhový potenciál, rentabilitu, technickú a ekonomickú úroveň a priebeh ich životného cyklu. [7]

2.2 Výrobný proces a jeho členenie

Vedieť sa prispôbiť a reagovať na meniace sa trhovú prostredie je kľúčové pre úspech podniku. Úspešné podniky to dokážu prostredníctvom praxe strategického, na trh orientovaného plánovania výrobného procesu. Vedia rozvíjať a udržiavať životaschopnú väzbu medzi svojimi cieľmi, zdrojmi a príležitosťami. Vykonávajú proces strategického plánovania na úrovni podniku, obchodnej jednotky a aj na úrovni výrobku. Ciele vytýčené na úrovni podniku sa dostávajú na nižšiu úroveň, kde sú spracované strategické plány výroby a marketingové plány pre usmerňovanie aktivít podniku. Opakujúce sa cykly analyzovania, plánovania, realizácie a kontroly sú základnými prvkami strategického plánovania. [8]

Výrobný proces je postup, na základe ktorého sa suroviny a ďalšie vstupné faktory ako pracovná sila, energie a informácie transformujú na hotové výrobky alebo služby. Výrobný proces obsahuje množstvo krokov. Môže doň patriť návrh a vývoj produktu, príprava výroby, výroba, kontrola kvality, skladovanie a distribúcia výrobkov. Výrobný proces sa môže skladať z viacerých rôznych operácií a môžu ho ovplyvňovať mnohé faktory, napr. používané technológie, dostupnosť surovín a pracovnej sily, financie a iné. Uskutočňuje sa radou na sebe závislých pracovných fáz, ktoré musia byť organizované tak, aby konečný výrobok spĺňal všetky požiadavky zákazníka. Predpokladom pre zabezpečenie optimálneho priebehu výrobného procesu je komplexné riadenie výroby využívajúce najnovšie poznatky vedy a výskumu. [8; 9]

Výrobný proces možno členiť z rôznych hľadísk.

- Podľa miery plynulosti technologického procesu:
 - plynulá (kontinuálna) výroba,
 - prerušovaná (diskontinuálna, diskretná) výroba.
- Podľa charakteru technológie:
 - mechanická výroba,
 - chemická výroba,
 - biologická a biochemická výroba.

- Podľa typu výroby:
 - zákazková (kusová) výroba,
 - sériová výroba,
 - hromadná výroba.
- Podľa formy organizácie výrobného procesu:
 - prúdová výroba,
 - skupinová výroba,
 - fázová výroba. [7]

Pri strojárskej výrobe sa nemenia vlastnosti látkovej podstaty opracovaných materiálov a polotovarov, materiál alebo polotovar menia svoj tvar a akosť. Strojárska výroba sa radí do výroby mechanickej. Strojársky výrobný proces je súhrn pracovných, technologických a prírodných procesov. Účelom týchto činností je meniť tvar, zloženie, akosť a spojenie pracovných predmetov s cieľom vytvoriť strojársky výrobok. Výrobný proces je možné členiť na základe rôznych hľadísk, napr. podľa charakteru zložiek výrobného procesu, podľa vzťahu k výrobku, výrobnému programu alebo podľa vzťahu k časovému priebehu výrobného procesu. [7; 10]

Výrobný proces sa delí podľa charakteru výrobných zložiek na technologický a pracovný proces. Technologický proces je súhrn činností (tvárnenie, obrábanie, montáž, atď.) usporiadaných v časovom slede na sebe nadväzujúcich operácií. Operácie prebiehajú nezávisle na pracovnom procese, zámerne a postupne menia tvar, rozmery, fyzikálne vlastnosti a akosť polotovaru. Pracovný proces je definovaný ako súhrn činností, ktoré pomocou pracovných prostriedkov vykonáva pracovná sila. Príkladmi pracovných prostriedkov sú manipulácia, kontrola, a pod. Štruktúra výrobného procesu je závislá predovšetkým na druhu a množstve výrobkov a typu organizácie a je charakterizovaná práve technologickou a pracovnou činnosťou podniku. Štruktúra týchto procesov ovplyvňuje celkovú zložitosť, resp. prácnosť strojárskej výroby. Optimálne zvolená štruktúra jednotlivých technologických a pracovných činností je jedným z hlavných zdrojov zvýšenia produktivity práce a efektívnosti výrobného procesu. Ďalšími vplyvnými faktormi sú zvýšenie podielu používania progresívnych technológií a zariadení, mechanizácia a automatizácia výrobného procesu. [9; 11]

Ďalšie rozdelenie výrobného procesu je podľa vzťahu k výrobku. Výrobný proces sa v takomto prípade člení na hlavný, pomocný a vedľajší (obslužný) výrobný proces. Hlavný výrobný proces tvorí súhrn hlavných technologických činností, ktoré menia tvar, zloženie a akosť pracovných predmetov – surovín, materiálov a podobne. Tieto predmety sú určené k expedícii mimo podnik. Podobne ako hlavný výrobný proces aj pomocný výrobný proces mení tvar, akosť, atď. pracovných predmetov, ktoré ale materiálne neprechádzajú do hotových výrobkov určených k expedícii. Patrí tu napríklad výroba nástrojov, prípravkov, zápustiek, a pod. K dôležitým procesom patrí aj vedľajší výrobný proces. Zaisťuje všetky druhy energií – elektrickú, tlakovú, tepelnú a iné. Do vedľajšieho výrobného procesu spadá taktiež napr. manipulácia s materiálom, skladovanie a expedícia. [9; 11]

Vzťah výrobného procesu k výrobnému programu rozdeľuje výrobný proces na hlavnú, doplnkovú a pridruženú výrobu. Ako z názvu vyplýva, hlavná výroba je podstatná pre podnik, určuje jeho profil a špecializáciu a má smerodajný vplyv na výrobnú kapacitu podniku. Doplnková výroba doplná hlavnú výrobu a tým umožňuje lepšie kapacitné využitie výrobných plôch, zariadení a materiálov. Pridružená výroba sa zavádza napr. z dôvodu lepšieho využitia odpadu. [9; 11]

Výrobný proces vo vzťahu k časovému priebehu sa delí na predvýrobnú, výrobnú a povýrobnú etapu. Predvýrobná etapa výroby zahŕňa celkovú činnosť nevýrobných útvarov s celou problematikou výskumu a vývoja, projekcie, konštrukcie, technologickej prípravy výroby

vrátane zabezpečenia materiálov, nástrojov, meradiel, prípravkov, výrobných zariadení, atď., až po okamžik zahájenia vlastnej výroby. Výrobná etapa je definovaná zahájením vlastnej výroby a trvá až po prevzatie výrobku útvárom riadenia akosti a predaním na sklad. Do povýrobnej etapy patria činnosti ako skladovanie výrobku, konzervácia, balenie, expedícia a uvedenie výrobku do prevádzky u užívateľa. [9; 11]

2.3 Predvýrobná etapa výroby

Vývoj produktu zohráva dôležitú úlohu pri uvádzaní nových produktov na trh. Vývoj by nemal byť podceňovanou alebo zanedbávanou časťou výrobného procesu. Každá, aj malá, inovácia môže v konečnom dôsledku priniesť veľkú konkurenčnú výhodu. Nemusi sa jednať len o novú funkciu produktu. Vývoj sa môže zaoberať napr. zvýšením kvality produktu, skrátením dodacích termínov, nižšou cenou, úsporám pri výrobe a príprave výroby alebo zlepšením niektorého z parametrov výrobku. Predvýrobná etapa zahŕňa činnosť nevýrobných útvarov s celou problematikou výskumu, vývoja, projektovania, konštrukcie, technologickej prípravy výroby, vrátane zabezpečenia materiálu, nástrojov, meradiel, prípravkov, výrobných zariadení, atď. až do okamžiku zahájenia vlastnej výroby. Včasné odhalenie chýb vo výrobku vo fáze vývoja a prípravy výroby má preventívny charakter a môže viesť k zníženiu nákladov. [7; 9]

Stratégie vývoja produktov sú dôležité na zabezpečenie hodnoty pre potenciálnych zákazníkov, ako aj na zabezpečenie dopytu a najvyššej možnej kvality finálnych produktov predtým, ako budú uvedené na trh. Tie najlepšie produkty tiež pomáhajú spoločnosti zlepšovať sa, či už prostredníctvom samotného produktového radu alebo prostredníctvom vytvárania zamestnanosti a príjmu, ktoré nové produkty prinášajú. Výrobné a technologicke inovácie majú rozhodujúci význam v podnikateľskej stratégii podniku. Po obchodnej stránke môže nový produkt uspieť na novom alebo zlepšiť podiel na súčasnom trhu a vytvoriť rast v spoločnosti a poskytnúť ekonomickú udržateľnosť prostredníctvom nových tokov príjmov. Inovácie vedú k poklesom nákladov výroby, ktoré umožňujú znížiť cenu a zvýšiť tak podiel na trhu. Pri príprave nových výrobkov sa vyhodnocujú návrhy na nové výrobky, stanoví sa ich marketingová stratégia, vykoná sa vyhodnotenie ich hospodárnosti, efektívnosti a trhových šancí. Pri definitívnom rozhodovaní o novom výrobku záleží na situácii na konkrétnom trhu, prianiach, požiadavkách a dopyte zákazníkov. Rozhodujúcim faktorom konkurencieschopnosti podniku je vo veľkej miere akosť produktov, ich technická úroveň a logistikou poskytované služby. [7; 12]

Kontinuálna tvorivá činnosť technicko-ekonomického charakteru ovplyvňujúca efektívnosť výrobného procesu sa nazýva technologicke projektovanie (TP). Spočíva v analyzovaní, plánovaní, navrhovaní a spracovaní podmienok pre optimálne využitie všetkých hmotných zdrojov materiálov, energie, priestoru, prostriedkov (výrobných, kontrolných, manipulačných), pracovných síl, atď. Výsledky technologickeho projektovania sú predané k realizácii vo forme technologickej a projektovej dokumentácie pre výrobné systémy. TP možno rozdeliť do dvoch časovo odlišných fáz, na predprojektovú fázu a na projektovú a realizačnú fázu. Predprojektová fáza je zameraná na otázky koncepcie. Stanovuje východzie predpoklady rozvoja výrobné technologickej základne. Je nutné sa venovať:

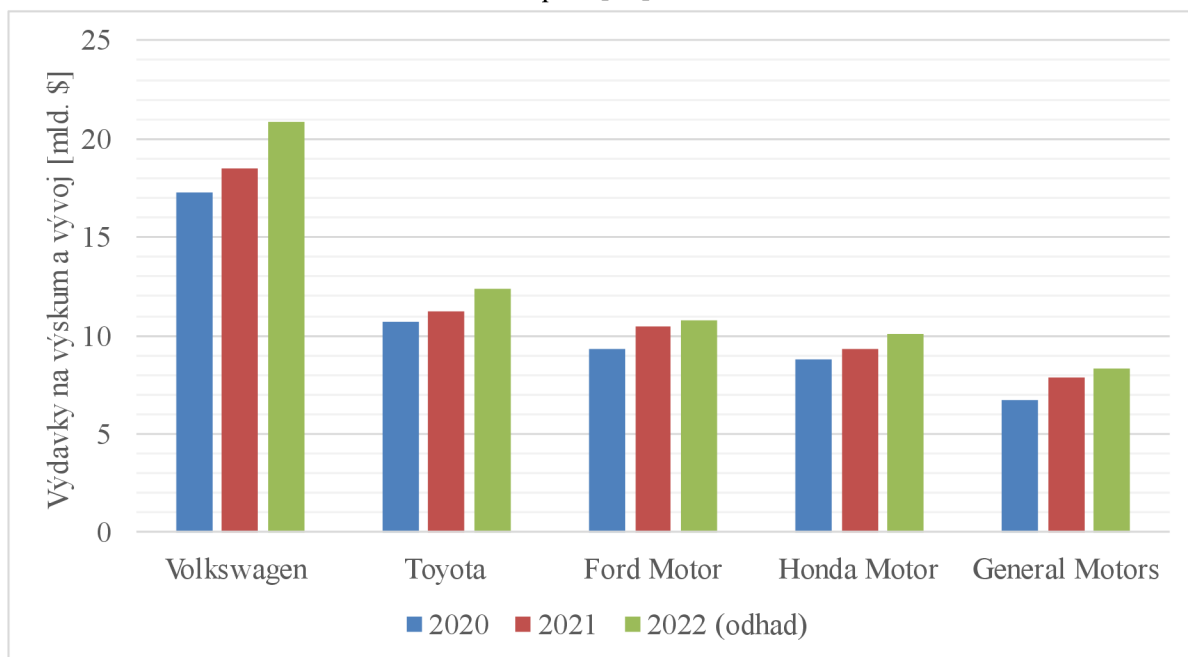
- konštrukčne technologickej koncepcii výrobkov a montážnych celkov s ohľadom na znižovanie materiálovej, tvarovej, energetickej a nákladovej náročnosti,
- optimalizácii štruktúr výrobných programov s ohľadom na znižovanie sortimentu súčiastkovej základne (štandardizácia, špecializácia, kooperácia),
- perspektíve a stabilite výrobného programu,
- uplatňovaniu progresívnych technológií s ohľadom na znižovanie prácnosti, materiálovej a energetickej náročnosti výroby,

- základnej koncepcii z hľadiska automatizácie a integrácie výroby, stanoveniu optimálnych foriem výrobných štruktúr, technicko-organizačnej forme metód plánovania a riadenia výroby,
- stanoveniu časových limitov pre realizáciu stavby. [9]

Projektová a realizačná fáza ďalej upresňuje a hlbšie rozpracováva základnú koncepciu rozvoja výrobné technickej základne. Fáza prebieha spravidla v dvoch stupňoch:

- 1. stupeň je zameraný na spracovanie prípravnej dokumentácie, na návrh variant technicko-organizačného usporiadania výrobných a montážnych systémov vrátane zdôvodnenia ekonomickej efektívnosti,
- 2. stupeň prehĺbuje, upresňuje a dopĺňa riešenia z 1. stupňa a stanovuje postup realizačného opatrenia. Výsledkom je technická, projektová a realizačná dokumentácia pre realizáciu stavby a zahájenie výroby. [9]

Rámcová schéma fáz a etáp TP je podrobnejšie zobrazená v prílohe 1. Dôležitosť výskumu a vývoja si uvedomujú aj producenti automobilov. Obr. 3 znázorňuje investície vybraných automobiliek, ktoré patria k najväčším na svete, do výskumu a vývoja. Napriek poklesu predaja vozidiel takmer všetkých výrobcov počas pandémie má objem investovaných prostriedkov do výskumu a vývoja v posledných rokoch rastúci trend. Vďaka inováciám ako autonómne riadenie, elektrifikácia, konektivita a uhlíková neutralita prebiehajú medzi výrobcami preteky vo vývoji. Výrobcovia investujú do nových technológií a riešení. Prispôbujú sa, aby sa vyhlí zastaraníu a zároveň boli konkurencieschopní. [13]



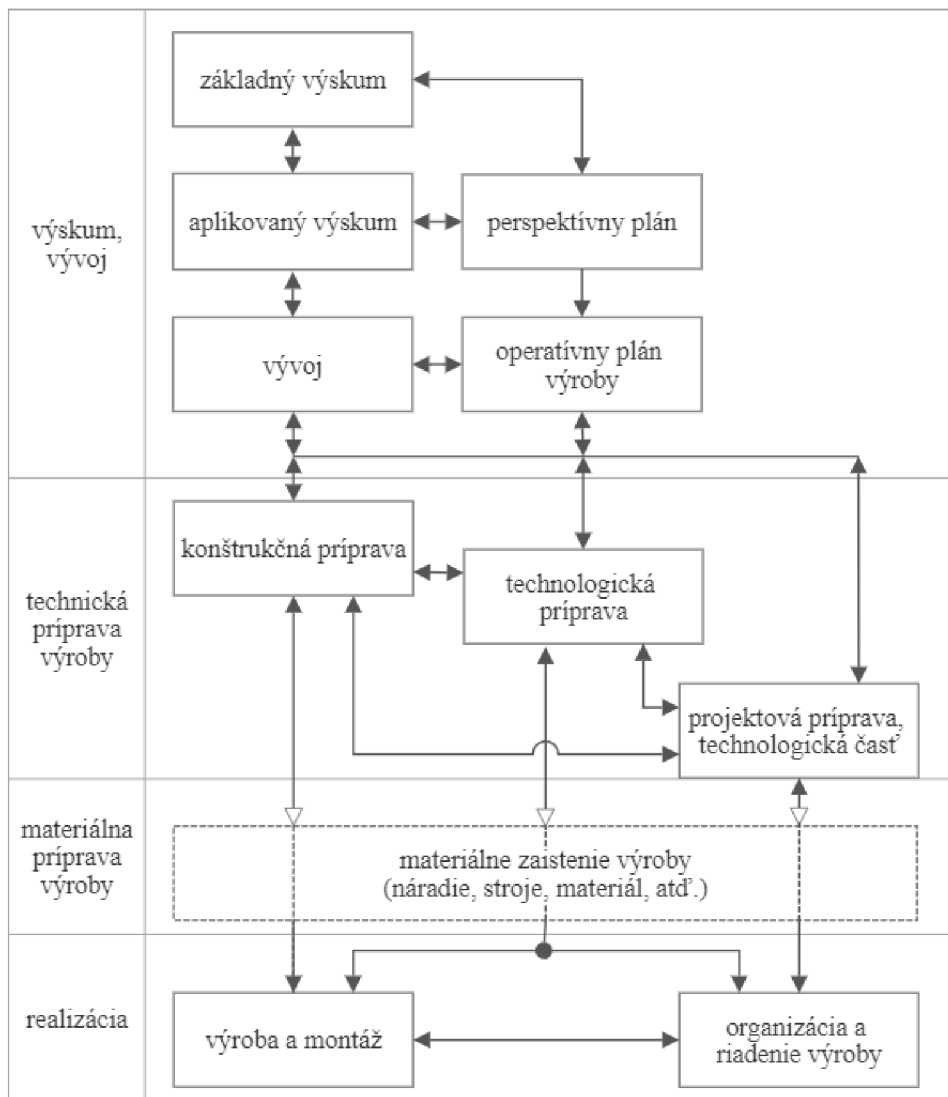
Obr. 3 Celosvetové výdavky na výskum a vývoj vybraných výrobcov automobilov rokoch 2020-2022, upravené podľa [14].

2.3.1 Technická príprava výroby (TPV)

Súčasťou predvýrobnej etapy je technická príprava výroby (TPV), ktorá zahŕňa konštrukčnú, technologickú a projektovú prípravu výroby. Technickú prípravu výroby možno charakterizovať ako súhrn činností a opatrení technicko-organizačného charakteru zameraných na spracovanie konštrukčnej, technologickej a projektovej dokumentácie a tiež materiálovo-technického vybavenia výrobného procesu. TPV má využívať také konštrukčné, technologické a projektové riešenia, ktoré zaistia prostredníctvom výrobných systémov maximálne

dosiahnuteľnú produktivitu práce a efektívnosť výrobného procesu s prihliadnutím k úsporám materiálu, energií a pracovnej sily. V praxi znamená dodržanie týchto zásad rešpektovanie vzájomného vzťahu jednotlivých prvkov výrobného systému z hľadiska ich kvality ale aj kvantity. [9; 11; 15]

Úlohou je pripraviť technicky a ekonomicky efektívne a účelné riešenie produktu, technológie a organizácie výroby. Konečné riešenie produktu má byť v súlade s vlastnými ekonomickými ale aj mimoekonomickými cieľmi podniku a požiadavkami trhu. Výsledné riešenie produktu závisí aj od kapacitných a technologických možností daného podniku. Vzájomné vzťahy medzi konštrukciou, technológiou, projekciou, organizáciou výroby a inými sú veľmi dôležité. Akákoľvek zmena v niektorej fáze sa nutne prejaví aj pri ostatných faktoroch výrobného systému. Predpokladom k vykonávaniu zmien v prvkoch výrobného systému je čo najrýchlejšie prispôbenie konštrukčných, technologických a projektových podkladov a materiálovo-technického vybavenia podľa najvýhodnejšej varianty riešenia. Kvalita, rýchlosť, objektivita a úplnosť konštrukčných, technologických a projektových podkladov je závislá na úrovni TPV a je predovšetkým daná podmienkami časovej a obsahovej štruktúry jednotlivých činností a etáp TPV, kvalitou a kvantitou informačných súborov dát potrebných pre TPV, vytváraním podmienok pre využitie vedeckovýskumných poznatkov, podmienkami materiálovo-technického vybavenia TPV, druhom výroby, zložitosťou výrobkov a stupňom automatizácie a mechanizácie výrobného procesu. [9; 11; 15]



Obr. 4 Schéma začlenenia TPV, upravené podľa [9].

TPV je jedním z prvků systému výskum – vývoj – příprava výroby – realizácia, vid' obr. 4. Celý cyklus prebieha v etapách od výskumu a vývoja cez technickú a materiálovú prípravu výroby k realizácii. TPV sa ďalej delí na samostatné etapy: konštrukčnú, technologickú a projektovú. Konštrukčná a technologická príprava výroby tvorí spravidla hlavné články TPV. Výrazne ovplyvňujú úroveň výrobku a technicko-organizačnú úroveň výrobných systémov a určujú smery inovačných procesov výrobné technickej základne. [9; 11; 15]

Stručne zhrnuté, cieľom TPV je:

- maximálna produktivita práce,
- maximálne využitie dostupných zdrojov,
- efektívnosť výrobných procesov (s prihliadnutím k úsporám materiálu, energií a pracovných síl). [16]

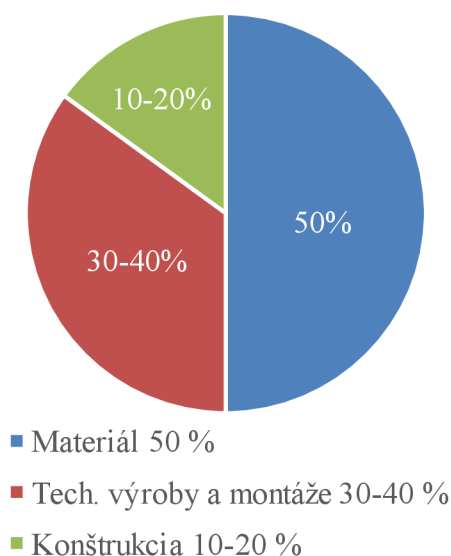
2.3.2 Konštrukčná príprava výroby (KPV)

Konštruovaniu nových výrobkov alebo modernizácii súčasných výrobkov sa venuje konštrukčná príprava výroby. Cieľom je dosiahnuť výrobok, ktorý je funkčne dokonalý, patentovo nezávadný, konštrukčne jednoduchý a prevádzkovo hospodárny. V niektorých odvetviach je azda najdôležitejší samotný dizajn výrobku. Strojárske výrobky sa vo väčšine prípadov vyznačujú značnou zložitosťou a rôznorodosťou – rôzne materiály, druh a počet súčastí a montážnych celkov, požiadavky na akosť výroby a podobne. [9; 11]

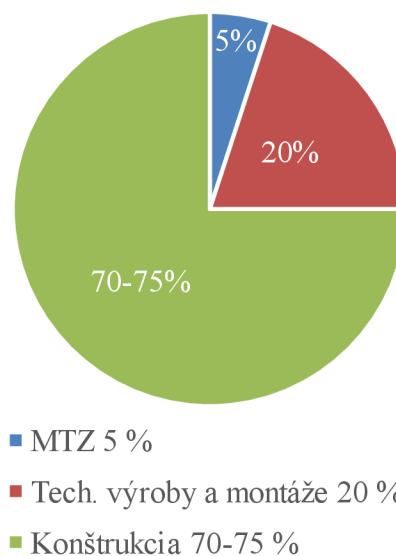
Z časového hľadiska sa jedná o pomerne dlhý cyklus. Je vhodné návrh výrobku a činnosti, ktoré súvisia s inováciami výrobku, rozdeliť do samostatne kontrolovateľných etáp:

- spracovanie návrhu výrobku,
- konštrukčné riešenie výrobku, príp. výroba a overenie prototypu,
- spolupráca, resp. podpora konštruktérov pri technologickej časti prípravy výroby a pri rozbehu výroby. [15]

Konštrukcia výrobku má zásadný vplyv na výrobné náklady daného výrobku. Konštrukcia a prijaté riešenia s nasledujúcimi rozhodnutiami taktiež podstatne vplyvajú na jednotlivé prvky výrobného systému a efektívnosť výrobného procesu. Tým vplyvajú aj na výsledky práce v oblasti technologického projektovania. V malosériovej a stredne sériovej výrobe tvoria náklady na konštruovanie približne 20 až 25 % z výrobných nákladov (obr. 5). Samotná



Obr. 5 Štruktúra výrobných nákladov, upravené podľa [9].

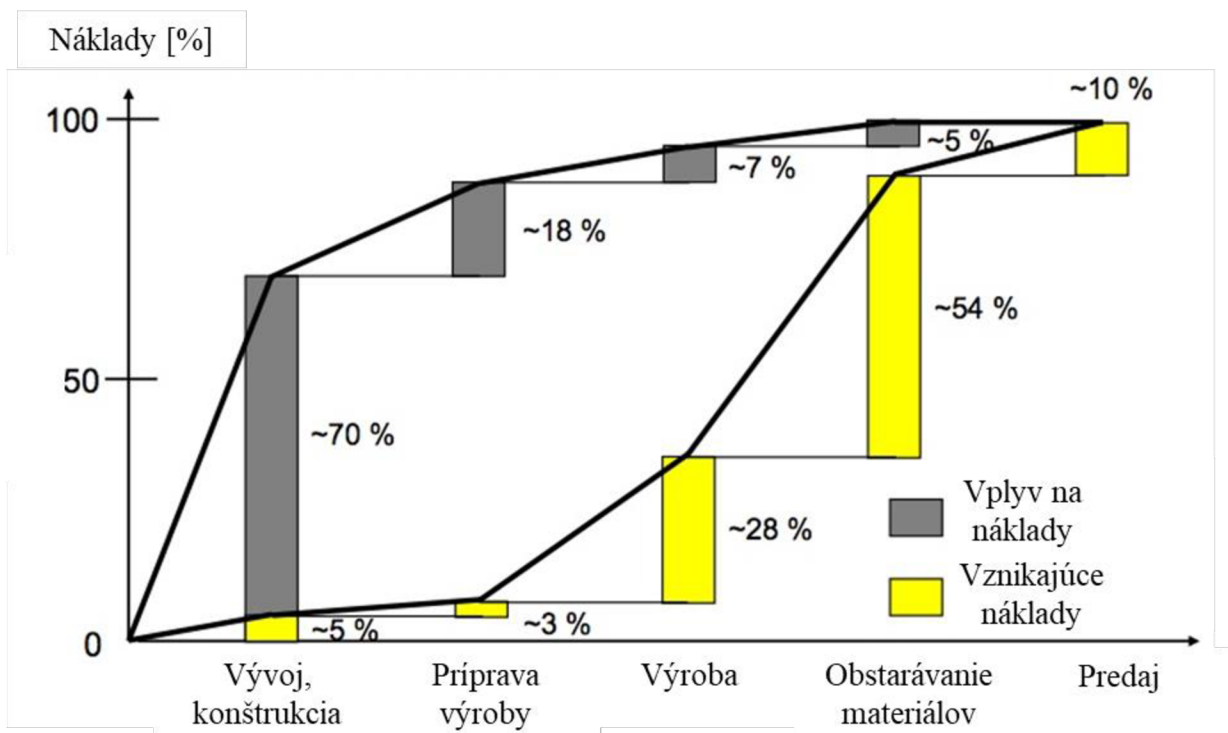


Obr. 6 Činitele ovplyvňujúce náklady, upravené podľa [9].

konštrukcia ovplyvňuje výrobné náklady vo fáze vlastnej výroby a montáže asi zo 70 až 75 % (obr. 6). Iný zdroj na obr. 7 uvádza, že približne 70 % výrobných nákladov dielu je určených vo fáze vývoja a návrhu a ďalších 18 % vo fáze prípravy výroby. Rozhodujúci podiel na prácu v KVP, až 55 %, má rutinná činnosť. [9; 17]

Konštrukčný manažment zahŕňa plánovanie, riadenie a kontrolu konštruovania. Jeho dôležitosť sa v dôsledku narastajúceho významu konštruovania a zvyšovania použitia nástrojov (CAD, CAE, rapid prototyping, simulácie výroby atď.) výrazne zvýšila. Efektivita konštrukčnej práce je okrem motivácie a kvalifikácie veľmi ovplyvnená multidisciplinárnou pracovnou metodikou, systémom riadenia termínov, nákladov, kapacít projektu a flexibilnou organizačnou štruktúrou. [17]

Schéma účelového postupu konštrukčného riešenia výrobku je zobrazená na obr. 8. Výsledkom KPV je konštrukčná výkresová dokumentácia a kusovník dielov. [11; 15]



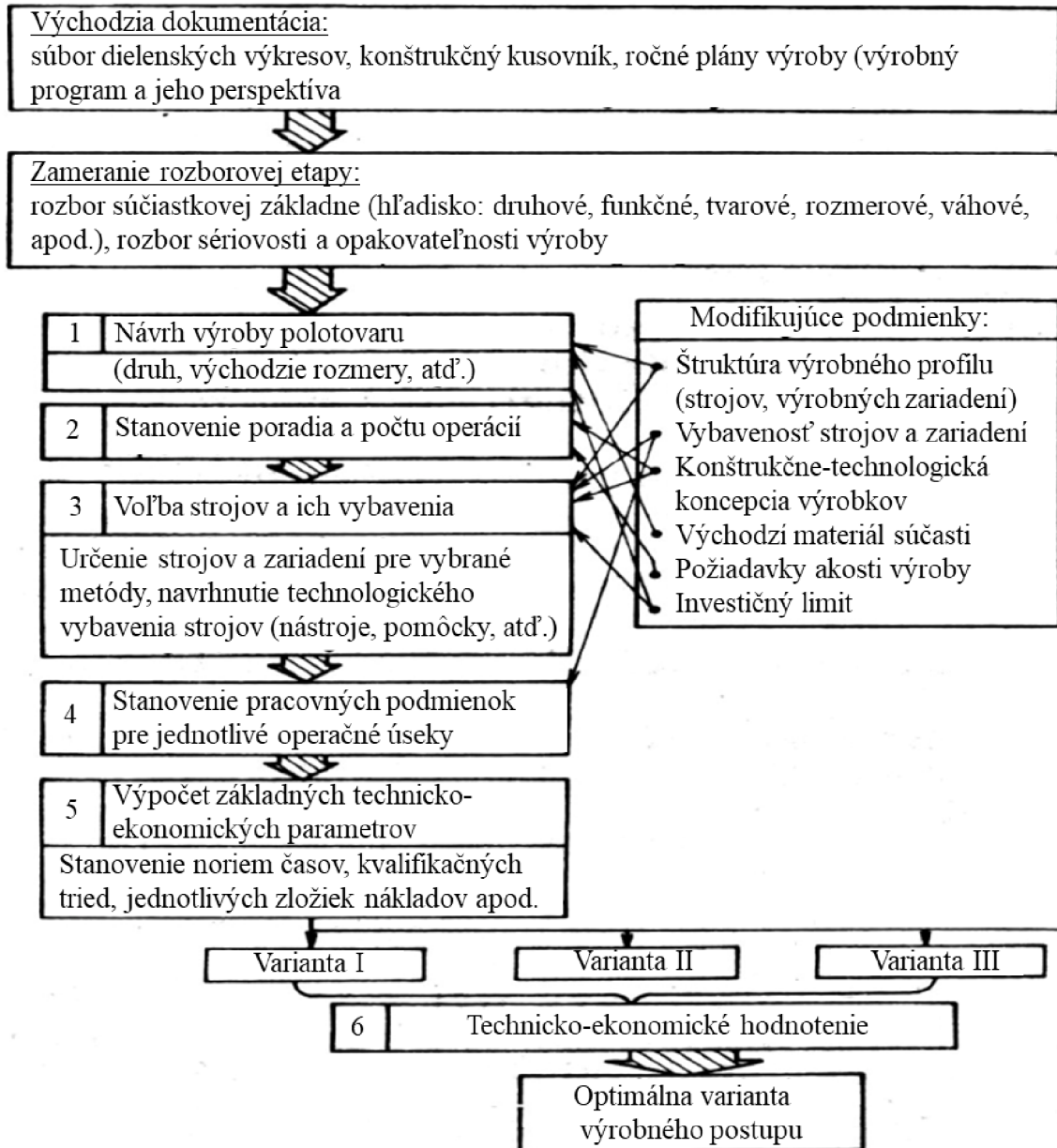
Obr. 7 Stanovenie a tvorba nákladov v útvaroch spoločnosti (príklad sériovej výroby), upravené podľa [18].



Obr. 8 Schéma účelového postupu konstrukčného riešenia výrobku, upravené podľa [9].

2.3.3 Technologická příprava výroby (TgPV)

Súhrn technicko – organizačných činností a opatrení zameraných na spracovanie dokumentácie a podkladov pre materiálne vybavenie výrobného procesu strojmi, zariadeniami, náradím a prípravkami charakterizuje technologická príprava výroby. Úlohou je rozhodnúť o spôsobe premeny východzieho materiálu na konečný produkt. Súbor záväzných technicko-organizačných a ekonomických údajov potrebných pre zaistenie racionálnej výroby z hľadiska navrhovanej technológie výroby, manipulácie, kontroly, organizácie a ekonomicky práce je definovaný ako výrobná dokumentácia. Vypracovaná dokumentácia je pomerne rozsiahla, zachytáva popis postupu a nároky na jeho správne zaistenie. Obr. 9 znázorňuje schému časovej a obsahovej nadväznosti základných činností technologickej prípravy výroby. [9; 11; 15]



Obr. 9 Schéma časovej a obsahovej nadväznosti základných činností TPV, upravené podľa [9].

Medzi hlavné úlohy TgPV patrí:

- spracovanie konštrukčne technologických rozborov súčiastkovej základne,
- výber vhodných polotovarov z hľadiska druhu, rozmerov a využitia materiálu,
- určenie počtu a poradia technologických, manipulačných a kontrolných etáp výroby a montáže strojných súčastí,
- výber vhodných výrobných strojov a zariadení, nástrojov, prípravkov, pomôcok, meradiel a pod.,
- výpočet technicko-ekonomických údajov o spotrebe materiálu, energie, času atď. pre jednotlivé súčasti alebo súbory ale aj pre celé výrobky,
- konštrukčná a technologická príprava prostriedkov technologického vybavenia,
- spracovanie a evidenciu zmenového riadenia vo všetkých stupňoch a formách výrobných dokumentácií,
- kompletizácia, evidenciu a archivácia výrobných dokumentácií. [9]

Najväčší podiel kapacity oddelenia TgPV, 70 až 80 %, je sústredený na prípravu výrobných podkladov, predovšetkým na spracovanie výrobných a montážnych postupov a na stanovenie materiálových a výkonových noriem. Veľká časť rozhodujúcich činností je algoritimizovateľná a je možné ju mechanizovať a automatizovať. Rozsah a obsah spracovávanej výrobných dokumentácií je závislý najmä na sériovosti a opakovateľnosti výroby, ďalej na zložitosti a presnosti výrobkov, úrovni technologického vybavenia výroby a na úrovni mechanizácie a automatizácie činností v TgPV. [9]

2.3.4 Projektová príprava výroby (PPV)

Činnosti, ktoré súvisia s výpočtom nákladov a ceny, spadajú do projektovej prípravy výroby (PPV). Hlavným cieľom týchto aktivít je minimalizovanie nákladov pri zachovaní funkčných a estetických vlastností produktu. Súčasťou sú kalkulácie spotreby materiálu v merných jednotkách a v nákladoch, výpočet mzdových nákladov a výpočet ceny. [11]

Technologická časť PPV sa zaoberá časovými a priestorovými otázkami z hľadiska požadovaných cieľov projektu, predovšetkým vymedzuje vzťahy medzi jednotlivými prvkami výrobných systémov z pohľadu časových a priestorových nárokov pracovných, technologických, manipulačných a ostatných činností. Uvedené činnosti sú nevyhnutné pre uskutočnenie racionálneho výrobného procesu. Schéma časovej a obsahovej postupnosti najdôležitejších činností technologickej časti PPV je zobrazená v prílohe 2. Je evidentné, že PPV je rozsiahlou projektovou činnosťou, ktorá si vyžaduje vzájomnú spoluprácu rôznych špecialistov. Aby sa skrátila priebežná doba spracovania dokumentácie, mali by byť jednotlivé časti spracované súbežne. Technologický projekt sa odovzdáva k realizácii vo forme prípravnej a projektovej dokumentácie zloženej z technicko-výpočtovej a výkresovej časti. [9]

2.3.5 Spolupráca medzi útvarmi TPV

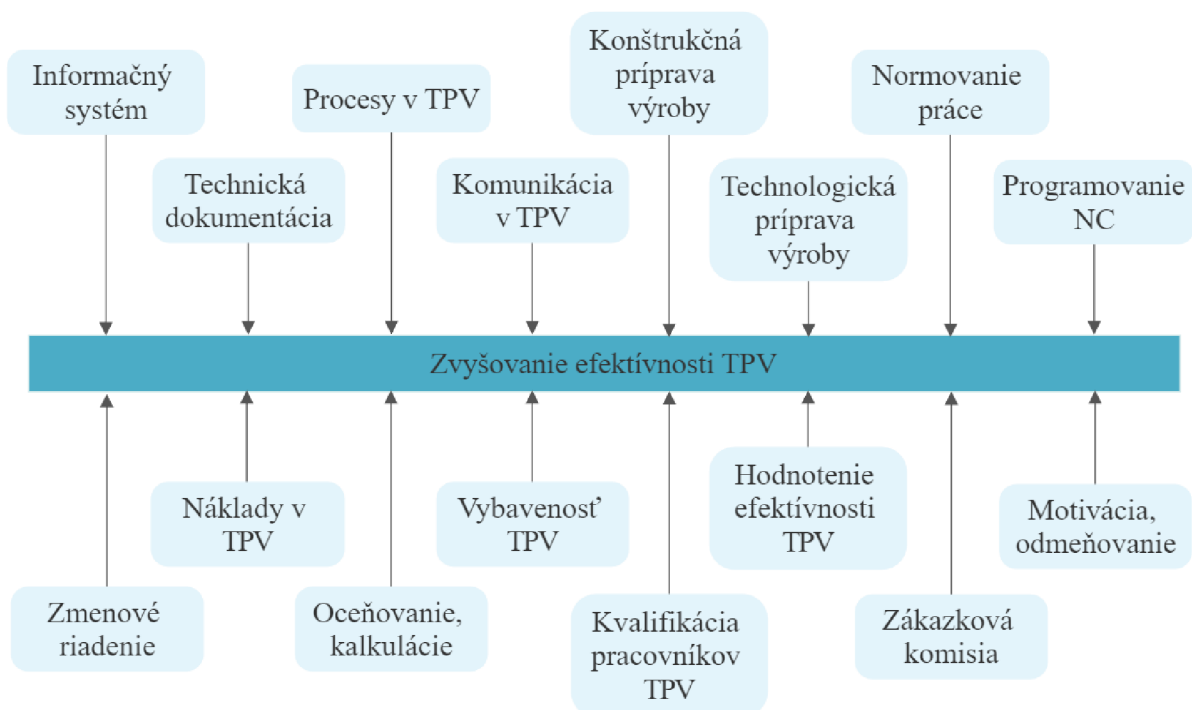
Zabezpečenie požiadaviek kladených na TPV predpokladá spoluprácu všetkých útvarov, ktoré zaisťujú a realizujú výrobu.

- Spolupráca medzi konštrukčnou a technologickou prípravou výroby:
 - Výsledkom vzájomnej spolupráce oboch útvarov je konštrukčne technologická koncepcia výrobku. Musí byť jasná v štádiu vývoja a výskumu, tak aj v štádiu výroby prototypov, nultej série alebo ustálenom chode výroby, kde môže dochádzať k pomerne veľkému množstvu konštrukčných a technologických zmien. Kvalitný výrobok nemôže byť výsledkom práce len konštruktéra, ale musí byť výsledkom úzkej spolupráce hlavne s technologickými a organizačne ekonomickými útvarmi TPV.

- Spolupráca medzi technologickou a projektovou prípravou výroby:
 - Spolupráca by mala byť zameraná na problémy profesných, časových a priestorových štruktúr z hľadiska rozvoja výrobné technologickej základne. Oba útvary vo veľkej miere ovplyvňujú technicko-organizačnú úroveň výroby. Najmä z pohľadu úspor živej práce pomocou mechanizácie a automatizácie výroby, zvyšovaním produktivity práce a rozumného využitia všetkých materiálových a energetických zdrojov, výrobných prostriedkov, plôch, atď.
- Spolupráca medzi útvarmi technologického projektovania a vlastnou výrobou:
 - Prenášanie nových technologických a technicko-organizačných poznatkov do výroby a projektovej dokumentácie je výsledkom spolupráce medzi výrobou, technologickou a projektovou prípravou výroby. Mimo iného slúži aj k overeniu výsledkov práce uvedených útvarov. K ďalším dôležitým vzťahom patria spolupráca medzi konštrukciou a odbytom, konštrukciou a materiálovo-technickým zásobovaním, TPV a útvaram konštrukcie špeciálneho náradia, konštrukciou s TgPV a technickou kontrolou a TPV s výpočtovým oddelením. [9]

2.3.6 Mechanizácia a automatizácia TPV

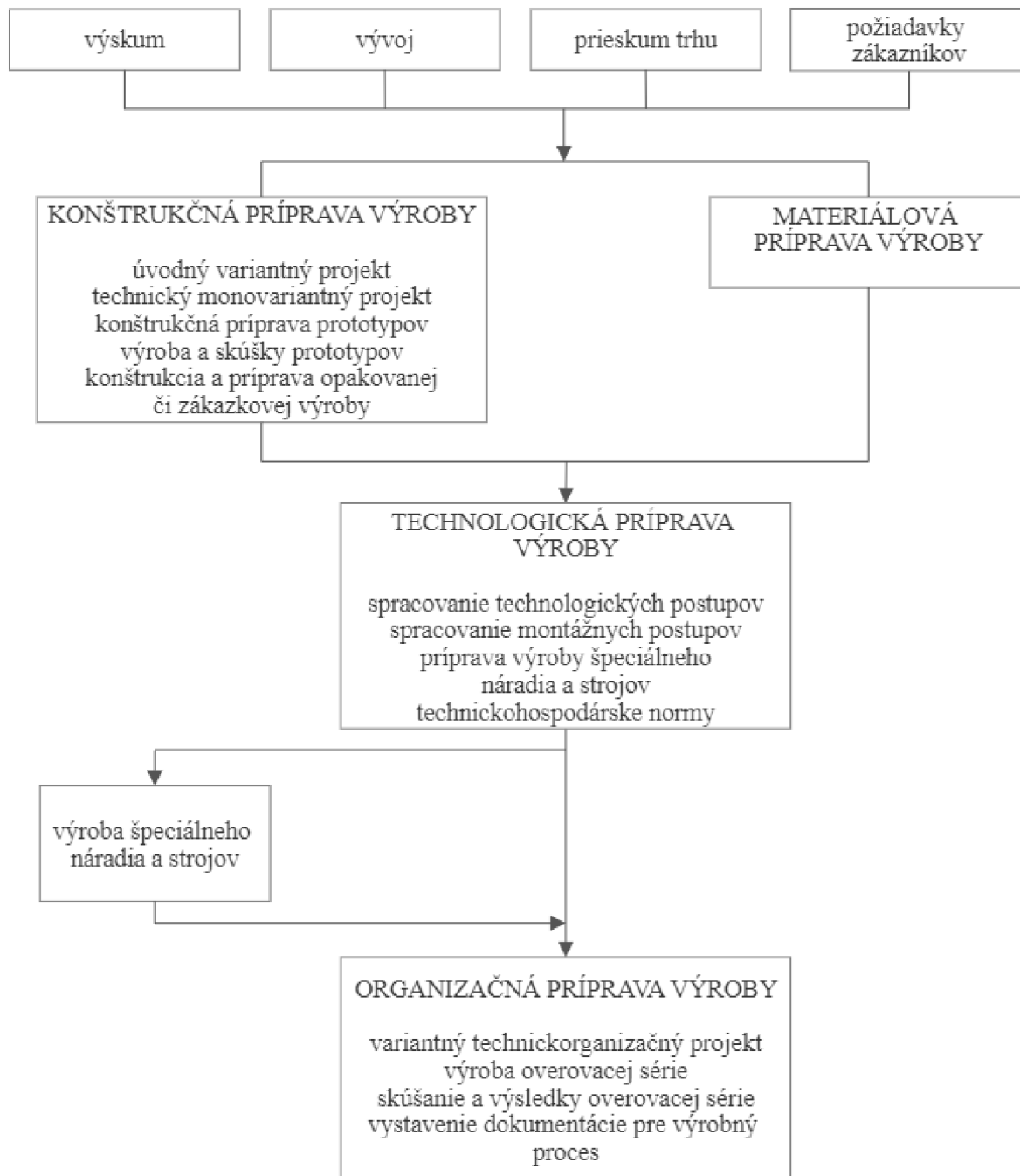
Požiadavka na kvalitu ale aj kvantitu údajov a informácií sa neustále zväčšuje. Odzrkadľujú sa tým neustále rastúce požiadavky na kvalitu výrobkov a výroby, jej mechanizáciu a automatizáciu a uplatňovanie nových foriem organizácie a riadenia. Charakter činností, ktoré sú súčasťou všetkých troch častí PPV ukazuje, že najväčší podiel z celkového rozsahu činností, 45 až 75 %, dosahujú rutinné činnosti. Nasledujú logické činnosti, ktorým patrí podiel 25 až 50 %. 1 až 5 % z celkového rozsahu činností sa radí medzi intuitívne činnosti. Výrazná časť činností TPV je algoritmizovateľná a možno ju popísať a realizovať formou logických a aritmetických operácií na počítači. V dnešnej dobe je bežne rozšírený a zavedený integrovaný systém automatizácie strojárkej výroby známy ako CAD/CAM. Tvoria ho 3 časti, konštruovanie výrobkov a ich častí CAD (Computer Aided Design), technologická príprava výroby CAP (Computer Aided Process Planning) a automatizácia riadenia výrobného



Obr. 10 Faktory vplývajúce na efektívnosť výroby, upravené podľa [16].

programu CAM (Computer Aided Manufacturing). CAD softvéry, napr. AutoCAD, Solidworks, CATIA, Autodesk Inventor, PTC Creo alebo Siemens NX sú v priemysle bežnou súčasťou softvérového vybavenia nielen výrobných podnikov. Vo veľkých podnikoch je nevyhnutné použitie softvéru ku správe dát, tzv. PDM a PLM systémy. Medzi často používané patria napr. SAP, Teamcenter, SolidWorks PDM, PTC Windchill, ENOVIA a iné. [9; 16]

Prehľad faktorov vplyvujúcich na efektívnosť výroby je zobrazený na obr. 10. Faktory ovplyvňujúce efektívnosť výroby sú viaceré, pôsobia na rôzne oblasti v rozličnom čase. Zvyšovanie efektívnosti TPV, t. j. optimalizácia TPV ale aj výrobného procesu, vychádza zo vstupných informácií určených na základe výskumu a vývoja. Postupne určujú a bližšie špecifikujú samotný konštrukčný návrh, technológiu výroby a jej realizáciu a následne aj návrh projektu. Obr. 11 zobrazuje schému priebehu prípravy výroby.



Obr. 11 Schéma priebehu prípravy výroby, upravené podľa [7].

V niektorých prípadoch tvorí až 80 % celkového priebežného času návrh výrobného procesu. Z pohľadu nákladov tvorí TPV až 60 % z celkových výrobných nákladov. Význam TPV je skutočne výrazný. [16]

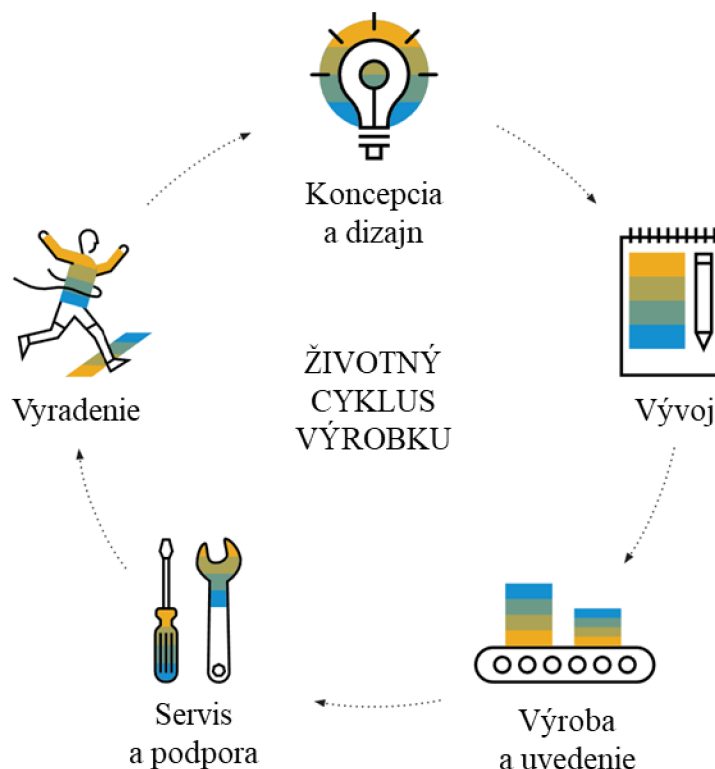
2.4 Riadenie prípravy výroby

Tradičný spôsob práce v oblasti vývoja výrobku a prípravy výroby je definovaný ako Tayloristický systém práce, v ktorom sú jednotlivé špecializované oddelenia prepojené v sieti. K ovládnutiu kľúčových aspektov výroby – akosť, časť a náklady, je potrebné prekročiť klasický spôsob práce. Pokiaľ má byť skrátený čas, ktorý je jeden z kritických faktorov, musí sa sériový spôsob práce zmeniť na paralelný. Takýto spôsob práce umožňuje realizovať procesy simultánne a tým dochádza k výraznému skráteniu celého procesu návrhu. Kratší čas prípravy výroby je pre podnik konkurenčnou výhodou. [7; 16]

Úspešné uvedenie nového výrobku na trh je často hlavným bodom záujmu celého podniku. Realizácia je multidisciplinárnu záležitosťou, značne ovplyvnenou kritériami trhu, peňazi a času. Nový výrobok je potrebné uviesť rýchlo a s minimálnymi nákladmi, resp. s nákladmi, ktoré sa v predpokladanej dobe vrátia. Paralelný vývoj a simulácia výroby vo virtuálnom prostredí pred výrobou fyzických prototypov a fyzickou prípravou výroby umožňuje dosiahnuť stanovené ciele. Dochádza k znižovaniu počtu zmien v neskoršej fáze a k šetreniu materiálu a času. Pre správne fungovanie musia byť splnené základné predpoklady:

- digitálna definícia výrobku a výrobných zariadení (3D),
- zaistenie riadeného prístupu všetkých zainteresovaných pracovníkov k dátam výrobku, definovanie pravidiel zdieľania dát a procesov (schvaľovanie, zmenové riadenia, atď.),
- simulácia výrobku vo vývoji, výrobe, ergonómii a pod. [19]

Riadenú paralelnú spoluprácu vývoja a TPV zabezpečujú systémy riadenia životného cyklu výrobku (PLM). Spôsoby ako opísať fázy vývoja produktu, sú viaceré. Typický životný cyklus výrobku predstavuje obr. 12. PLM systémy umožňujú simultánne zdieľanie informácií,



Obr. 12 Životný cyklus výrobku, upravené podľa [20].

simulácií, optimalizáciu výrobných zariadení a procesov vo virtuálnej rovine. Už v úvodných fázach návrhu výrobku je možné aplikovať pripomienky z oddelení, ktoré by sa dostali k informáciám neskôr a mohli by vyvolávať požiadavky na zmeny. Snahou je zahrnúť do procesu prípravy výrobku všetkých, ktorí môžu ovplyvniť jeho kvalitu, vlastnosti, rýchlosť uvedenia na trh a pod. Nejedná sa len o technikov z vývoja a výroby, ale aj o zástupcov marketingu, obchodu, servisu a popredajných služieb. Vykonávať potrebné zmeny a úpravy na výrobku v digitálnej forme je neporovnateľne jednoduchšie, rýchlejšie a lacnejšie ako na fyzických prototypoch. [19]

Kľúčové faktory, prečo sa spoločnosti rozhodnú investovať do PLM systémov sú:

- zlepšenie vývoja a efektivity,
- odstránenie chýb počas konštrukčného procesu,
- skrátený čas uvedenia na trh,
- zlepšená dodávka projektu,
- kvalitnejšie návrhy. [20]

2.5 Práca konštruktéra

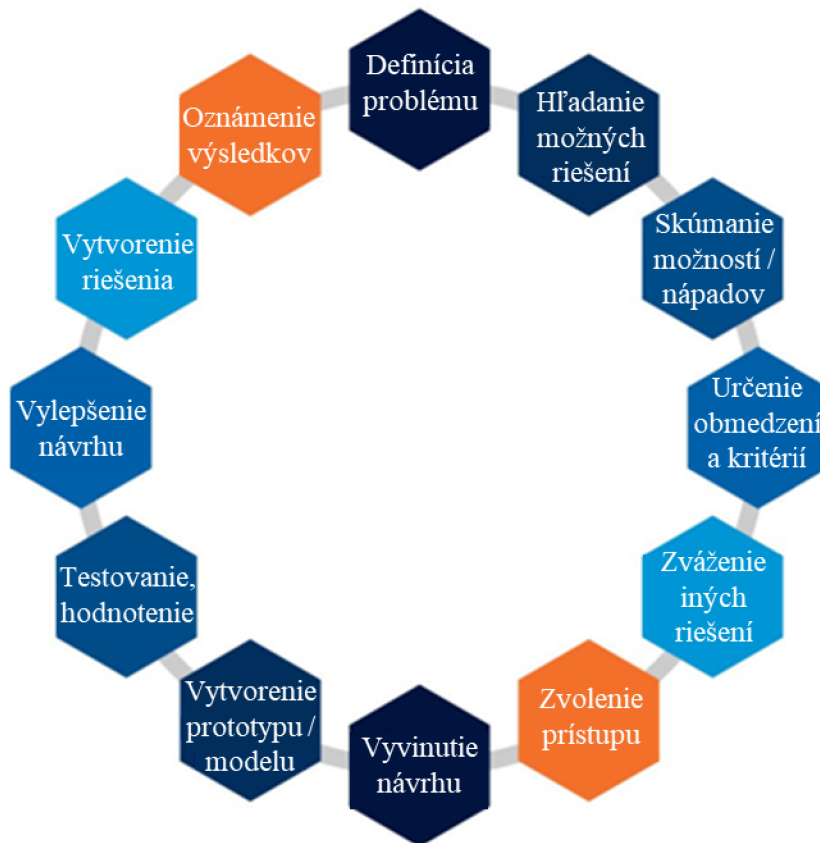
Einstein kedysi povedal: „Vedci skúmajú to, čo už existuje. Konštruktéri vytvárajú to, čo ešte nikdy nebolo.“ Je ťažké presne definovať činnosť, ktorá sa nazýva konštruovanie. Jedná sa o duševne a technicky náročnú činnosť, ktorá pokrýva široké spektrum oblastí. Úlohou konštruktéra je jednoznačne popísať, t. j. konkretizovať a zviditeľniť svoje abstraktné predstavy o budúcom výrobku. Zároveň musí výrobok spĺňať požadované funkcie a parametre pri splnení mnohých predpísaných a všeobecne predpokladaných požiadaviek. Kľúčové požiadavky a obmedzenia na konštruovaný výrobok by mali rešpektovať:

- stanovené a všeobecne predpokladané potreby zákazníka a spoločnosti,
- obmedzenia zákonov, noriem, nariadení, prehlásenie o zhode a bezpečnostné predpisy,
- technologické, vedomostné (know-how), kapacitné a ekonomické schopnosti firmy. [21; 22]

K zhmotneniu svojich myšlienok do výkresovej dokumentácie využíva konštruktér konštrukčný proces (obr. 13) a sústavu prostriedkov tvorenú samotnými konštruktérmi s rôznymi znalosťami a schopnosťami, softvérové a hardvérové pracovné prostriedky, know-how, znalosti, informácie a pracovné prostredie tvorené firemnou klímou.

Konštruovanie je proces, na ktorého začiatku sú vstupy od zákazníka, abstraktné informácie s požiadavkami na budúci produkt. Požiadavky sú spracované obchodným úsekom, ktorý zároveň tvorí vnútropodnikovú objednávku. Výstupom procesu je výkresová dokumentácia pre zhotovenie požadovaného produktu. Využíva systémový prístup na nájdenie optimálneho technicko-ekonomického riešenia s účelom uspokojenia vlastných alebo zákazníckych potrieb. Konštrukčný proces je komplexnou úlohou a musí byť rozdelený do logicky usporiadaných krokov. Pracovnú náplň konštruktéra možno rozdeliť do štyroch základných etáp riešenia konštrukčného problému:

- stanovenie a formulácia úlohy,
- varianty hľadania riešenia,
- hodnotenie a rozhodovanie, určenie optimálnej varianty,
- tvorba výrobnej a montážnej dokumentácie. [22]



Obr. 13 Konštrukčný proces, upravené podľa [23].

Oddelenie konštrukcie by nemalo byť izolovaným oddelením v rámci podniku. Je jeho súčasťou a podľa toho je potrebné ho riadiť a organizovať. Čím lepšie a systematickejšie bude prepracovaná organizácia práce, tým menej problémov budú mať vedúci pracovníci. Dôsledné riadenie je potrebné najmä v nasledujúcich oblastiach.

- Personálna oblasť:
 - rozdelenie zamestnancov na pracovné tímy,
 - stanovenie platových hraníc a platového rastu konštruktérov,
 - reálny spôsob odmeňovania konštruktérov,
 - zdroj náboru nových zamestnancov,
 - krízový plán prevádzky konštrukcie – organizácia práce v dobe krízy,
 - plán vzdelávania konštruktérov.
- Oblasť vlastnej organizácie konštrukčného procesu:
 - vyťaženosť konštrukčných tímov,
 - spôsob rozdeľovania a pridelovania tvorivej a rutínnej práce,
 - spôsob mapovania práce konštruktérov,
 - organizácia práce medzi výkonovou konštrukčnou prácou a tvorbou návodov, obchodnými záležitosťami, výrobou a montážou,
 - systém vo výkresovej dokumentácii, skladovanie,
 - systém v oponentnom riadení,
 - konštrukčná digitálna kniha s osvedčenými riešeniami.

- Konštrukčná tvorivá práca:
 - klasifikácia zmien a jej vyhodnotenie,
 - plán vývoja,
 - spôsob číslovania výkresov a spôsoby skladovania,
 - poznať aký hardvér (HW) a softvér (SW) je potrebný pre efektívny konštrukčný proces,
 - plán obnovy HW a SW,
 - prístup k normám a legislatíve,
 - systém v kontrole vydávanej dokumentácia,
 - systém v označovaní produktov,
 - štandardizácia a unifikácia v tvorbe produktov,
 - zásobník najlepšie dostupných nakupovaných položiek – znižovanie zásob,
 - príručka konštruktéra s údajmi o možnostiach obrábania a merania v podniku.
- Ostatné:
 - ochrana duševného majetku,
 - ochrana proti odcudzeniu dokumentácie,
 - manažment rizík prechodu zákaziek firmou,
 - prísun študijnej literatúry a časopisov. [22]

Pracovná náplň konštruktéra počas svojej histórie prešla mnohými fázami. Činnosti konštruktéra boli v minulosti odlišné ako v dnešnej dobe. Je veľmi obťažné presne definovať činnosti konštruktéra, ktoré definujú jeho pracovnú náplň. V každej spoločnosti môže konštruktér vykonávať rozdielne aktivity vzhľadom na oblasť podnikania zamestnávateľa. Pre konštruktéra sú okrem technických znalostí dôležité aj tzv. mäkké zručnosti ako adaptabilita, zmysel pre detail, komunikácia, práca pod tlakom, kreativita, kritické myslenie, vedenie, matematické zručnosti, riešenie problémov, tímová práca a analytické myslenie [24].

Konštruktér v analyzovanej spoločnosti by mal podľa popisu pracovného miesta vykonávať projektové a konštrukčné práce. Dodržiava predpisy a normy v oblasti BOZP, politiky EHS a politiky Kvality. Podieľa sa na zvyšovaní úrovne kvality v zmysle politiky kvality koncernu a pri ochrane životného prostredia v zmysle platnej politiky EHS koncernu a bezpečnosti zdravia pri práci. Okrem uvedených právomocí sa pracovník riadi kolektívnou zmluvou, centrálnymi procedúrami v manažérskej príručke a internými pracovnými predpismi a usmerneniami. Úlohy konštruktéra v organizácii:

- konštruktér výrobku zodpovedá za vyhotovenie technickej dokumentácie a správu CAD dát,
- kontrola a uvoľňovanie výkresov a kusovníkov,
- efektívna práca s konštruktérskymi a podpornými programami zavedenými a používanými v spoločnosti (Creo, SAP, Windchill, Speed, ...),
- spracovanie žiadosti o zmenu a správu zmenového konania zvereného produkčného spektra,
- efektívne zvädzanie zmien do výkresovej a inej konštrukčnej dokumentácie,
- overenie funkčnosti výrobku ako aj jeho vyrobiteľnosti vo výrobe (podpora výroby pri testovaní),
- starostlivosť o produkt (vzorka a séria) počas predvývoja, vývoja a po produkčnej fáze projektu,
- optimalizácia produktu z hľadiska výroby,

-
- dodržiavanie konštrukčných smerníc, interných a verejných noriem,
 - dodržiavanie všetkých interných nariadení, pokynov a bezpečnostných predpisov,
 - dodržiavanie pravidiel koncernu pre internú a externú korešpondenciu,
 - dodržiavanie všetkých predpisov a zásad v spoločnosti pre oblasť životného prostredia, bezpečnosť práce a požiarnu ochranu,
 - účasť na kurzoch, seminároch, zvyšovanie odbornej úrovne,
 - spolupráca pri objasňovaní reklamácií,
 - zabezpečenie kvality, nákladov a termínov v oblasti konštrukcie,
 - priebežné zlepšovanie v rámci pracovných úloh,
 - plnenie a spolupráca na prípravu štandardov, inštrukcií a postupov v rámci svojich kompetencií,
 - dozorovanie a kontrolovanie konštrukčnej dokumentácie,
 - vykonávanie požadovaných kalkulácií a skúšok v rámci svojej kompetencie,
 - komunikácia so zákazníkom a dodávateľom,
 - spolupráca na príprave cenových ponúk,
 - účtovanie výkonov na mesačnej báze. [25]

Okrem uvedených povinností musí vlastník pracovného miesta vykonávať úlohy priradené svojím nadriadeným, ktoré zodpovedajú povahe pracovnej pozície alebo sa týkajú prevádzkových potrieb. Konštruktéri sú určené zvláštne právomoci a zodpovednosti:

- konštrukčný návrh výrobkov a ich variant,
- rozhodnutie o zmenových konaniach produktu,
- analýza a rozhodnutie schválených odchýlok výrobkov,
- školenie interných a externých spolupracovníkov,
- mentor pre školenie zamestnanca vo svojej oblasti,
- administratívna činnosť v rámci svojej oblasti,
- podpora pri komunikácii medzi konštrukčným oddelením v zahraničí a lokálnou výrobou,
- koordinácia konštrukčných prác (metodika práce) v rámci zvereného projektu. [25]

3 NÁVRHY NA OPTIMALIZÁCIU TPV

Pri nových výrobkoch musí ich špecifikácia jasne formulovať cieľové technické a ekonomické parametre. Priebežne sa tým inovuje celý výrobný program. Všetky výrobky rýchlo starnú, ich životnosť je na trhu stále kratšia. Je potrebné limitovať parametre produktov. Produkty musia konkurovať priaznivou cenou pre zákazníkov, flexibilitou plnenia požiadaviek, vysokou rýchlosťou a kvalitou. Dôkladná predvýrobná príprava vyžaduje úzku spoluprácu množstva ľudí s vysoko tvorivým zameraním. Aby bol dosiahnutý správny časový okamžik dodania nového výrobku na trh, musí všetko prebiehať vo vysokej rýchlosti. Uľahčuje to okrem iného aj využívanie štandardizácií, noriem a normatívo. [8]

Zvyšuje sa komplexnosť výrobkov a nároky na vývoj, na druhej strane sa morálna životnosť výrobkov rýchlo skraca. Stratégia výrobkov plánuje produkty maximálnej kvality a jej neustáleho zlepšovania a nepretržitých inovácií vo forme zavádzania nových výrobkov. To znamená, produkty s rôznymi variantami a modifikáciami. Trojuholník akosť – náklady – čas silno vplýva na mnohých výrobcov a núti ich k tomu, aby sa namiesto vývoja nových produktov viac orientovali na inováciu existujúcich produktov, pretože nie sú schopní vysporiadať sa s faktorom času. Súčasne sa často vyskytujú nasledovné opatrenia:

- zjednodušovanie komplexnosti výroby – komponenty výrobku sa nakupujú od dodávateľov a prestávajú sa vyrábať interne,
- presunutie výroby do krajín s lacnou pracovnou silou,
- znižovanie nákladov v nevýrobnej oblasti organizácie. [8]

Jednou z iných ciest pri inovovaných alebo nových výrobkoch sú výrobkové, technologické a organizačné inovácie. Progresívny manažment a inovačné správanie podniku sú potrebným predpokladom trhovej ekonomiky. Náplň, vecná, časová a priestorová štruktúra prípravy výroby je v skutočnosti v každej organizácii iná. Je závislá na zložitosti výrobku, type a charaktere výroby, tradícii a technickom vybavení spoločnosti. Výstupom prípravy výroby je súbor technicko-ekonomických činností, ktoré majú za úlohu vypracovať efektívne riešenie výrobku, spôsob výroby, jej organizáciu a vybavenie. Konečná dokumentácia má doceliť, aby bol výrobok konkurencieschopný a aby proces prípravy výroby, vlastný výrobný proces a používanie výrobku bolo efektívne. Príprava výroby musí zohľadniť zabezpečenie vysokej akosti výrobku a jeho rýchle zavedenie do výroby. [8]

Portfólio vyrábaných produktov konkrétnej pobočky medzinárodného koncernu je určené centrálnou spoločnosťou. Podnik sa môže uchádzať o výrobu nových produktov, prevažne sú však vyrábané produkty vopred určené a spadajú do portfólia koncernu. Postupom času sa mení zloženie a typ produktov, od jednoduchších a lacných až po komplexné mechatronické systémy s veľkou hodnotou. Prirodzený proces, kedy nie je možné dosiahnuť ďalšiu úsporu na produkte a výroba je preskladnená smerom na východ, je bežný. Naopak, výroba nových produktov je preskladnená k nám zo západu. Doceliť zmenu vyrábaných produktov, by bolo veľmi obtiažne, preto sa jej v práci ďalej nebude venovať pozornosť.

Cieľom práce je navrhnúť také zmeny v procese prípravy výroby, ktoré môžu byť reálne zavedené a môžu mať prínos pre podnik. Vo firme, kde je množstvo úkonov pevne daných a riadia sa firemnými pravidlami, štandardami a normami, je potrebné sa zamerať na čiastkové úlohy v procese prípravy výroby. Nie je možné, aby jedna pobočka používala napríklad pre modelovanie dielov iný softvér ako ostatné pobočky. Výsledkom práce by mali byť návrhy zmien, ktoré pomôžu zlepšiť a optimalizovať súčasné procesy. Jedná sa však o obrovské množstvo procesov a úloh na rozdielnych úrovniach a v rozličných oblastiach. Preto sa bude práca zameriavať na procesy, s ktorými prichádza do kontaktu v rámci svojej pracovnej náplne konštruktér.

3.1 Predstavenie spoločnosti

Pre správne chápanie kontextu je potrebné v krátkosti predstaviť analyzovanú spoločnosť. Konkrétny závod spadá do technologickej skupiny, ktorá je popredným dodávateľom pre automobilový a ostatný priemysel s globálnou pôsobnosťou. Je priekopníkom vynálezov a vývoja v oblasti pohybu a mobility. Svoju činnosť zameriava na inovatívne technológie a produkty, elektromobilitu, efektívne pohony z hľadiska CO₂, priemysel 4.0, digitalizáciu a obnoviteľné energie. Portfólio výrobkov skupiny tvoria vysoko presné komponenty a systémy pre pohonné ústrojenstvo, prevodovky a podvozky. Veľkú časť produkcie tvoria riešenia valivých a klzných ložísk pre množstvo priemyselných použití. Nevýrobnú činnosť tvoria rozsiahle služby v oblasti výpočtov, diagnostiky, údržby a montáže valivých ložísk a kompletných systémov. Globálna sieť závodov s približne 84 000 zamestnancami patrí k najväčším rodinným podnikom na svete. Celosvetová sieť výrobných závodov, výskumných a vývojových (R&D) centier sa nachádza vo viac ako 50 krajinách sveta a tvorí ju približne 200 prevádzok. [26]

V Slovenskej republike sa nachádzajú 2 výrobné závody skupiny. Analyzovaná prevádzka patrí k najväčším závodom koncernu. Výroba bola zahájená v roku 2000, v roku 2019 vznikol projekt e-mobility a nastal masívny rozvoj R&D centra. V súčasnej dobe, v roku 2023, podnik zamestnáva viac ako 4300 kmeňových zamestnancov, z toho približne 230 zamestnancov pracuje v R&D centre, kde sa zaoberajú vývojom kompletných elektrických pohonných systémov. R&D centrum má ambíciu v najbližších rokoch rozšíriť svoj tím výskumníkov a inžinierov až na 450 zamestnancov a podieľať sa na vývoji mechatronických riešení pre autonómne riadenie vozidiel. [27; 28]

Oddelenie R&D sa na základe svojej činnosti delí na menšie celky, ktoré sa ďalej členia na špecializované tímy. Oddelenia, ktoré tvoria R&D sú:

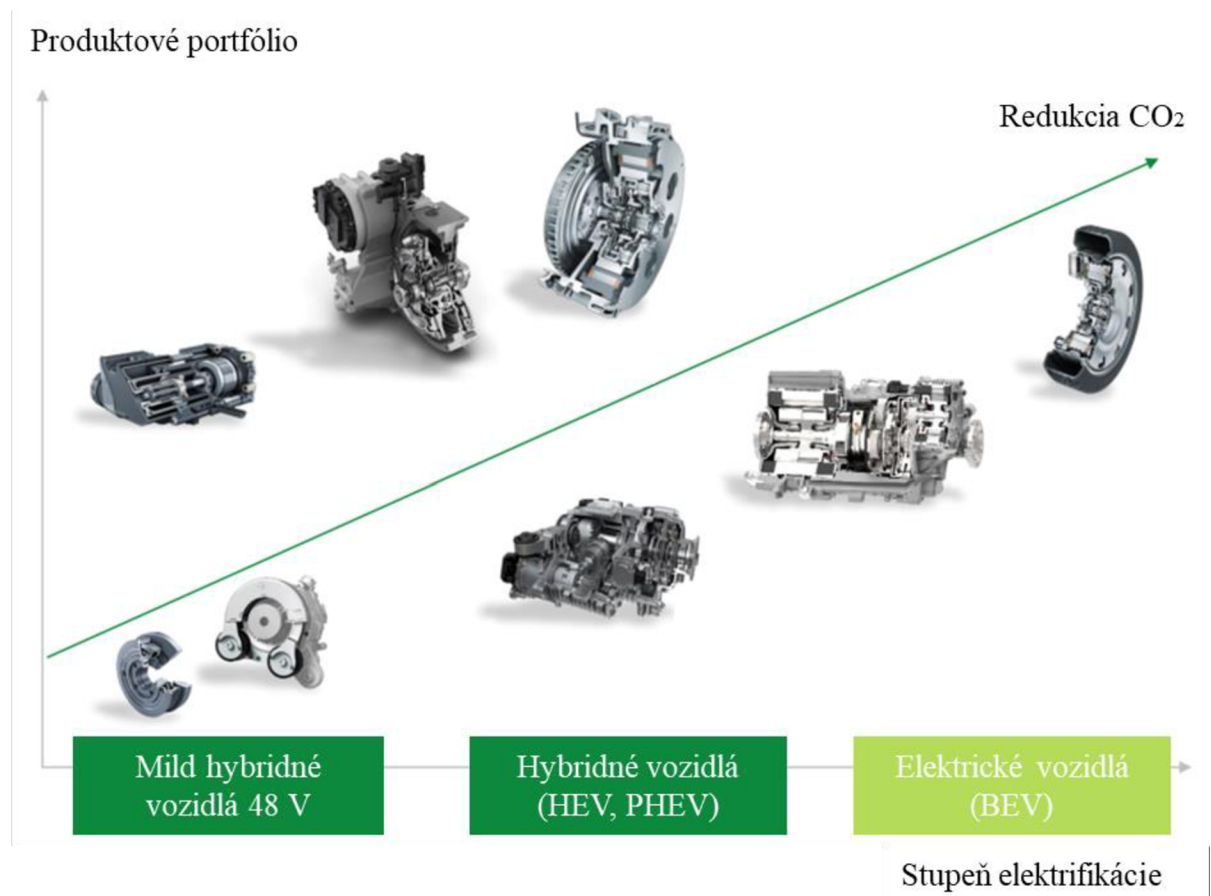
- zákaznícka podpora a aplikácia,
- vývoj systému,
- vývoj mechatronických produktov,
- vývoj mechanických produktov,
- testovanie, simulácia, výpočty, akustika,
- skúšobníctvo,
- centrálna podpora. [29]

Široké pole pôsobnosti oddelenia R&D si vyžaduje množstvo rôzneho špecializovaného softvérového a hardvérového vybavenia. Náklady na licencie a oprávnenia tvoria značnú časť nákladov oddelenia. Z dôvodu minimalizácie nákladov spojených so softvérovým vybavením nedisponuje každý zamestnanec licenciou pre všetky používané programy vo firme, ale len tými, ktoré vyžaduje jeho bežná pracovná náplň. Organizácia často využíva tzv. plávajúce licencie, ktoré nie sú viazané na konkrétneho užívateľa alebo zariadenie. V prípade potreby, ak je voľná plávajúca licencia, môžu ju využiť všetci zamestnanci. Možno predpokladať, že veľké firmy majú individuálne dohody so sprostredkovateľmi, predajcami alebo výrobcami softvérov a ceny za poskytované služby sa líšia od bežného cenníka. Základné softvérové vybavenie konštruktérov oddelenia R&D ukazuje tab. 1.

Tab. 1 Prehľad základného softvérového vybavenia oddelenia R&D.

Činnosť	Softvér
Modelovanie, výkresová dokumentácia	Creo Parametric, Creo View
Simulácie, výpočty	Abaqus, Ansys
Správa dát	SAP, Windchill, Windchill RV&S Client
Vizualizácie	Creo Parametric, Keyshot
Riadenie úloh	Jira, Swim
Komunikácia	Skype for Business, MS Teams, MS Outlook
Administratíva, prezentácie, reporty	PDF-XChange Editor, Microsoft 365

Portfólio vyrábaných produktov v analyzovanej pobočke sa mení v čase. V prvých rokoch prevádzky sa vyrábali hlavne jednoduchšie produkty a komponenty z oblasti valivých ložísk. Postupne pribúdali zložitejšie mechanické systémy. Od vzniku projektu e-mobility začal podnik s výrobou mechatronických a elektronických systémov. Za kľúčové produkty z pohľadu výroby možno považovať kolesové ložiská a závitové lineárne vedenia. Z oblasti elektromobility, viď. obr. 14, sa vyrábajú napr. produkty ako modulárna, vysoko integrovaná technologická platforma pre elektromobily, elektrické osi, hybridné pohonné jednotky, elektrické nápravy, elektrické parkovacie brzdy, mechatronické stabilizátory náklonu alebo modulárne spojkové aktuátory pre hybridné vozidlá. [28]



Obr. 14 Produktové portfólio z oblasti elektromobility, upravené podľa [30].

3.2 Zlepšenie montážnych návodov

Montáž výrobku je často najzložitejšia etapa výrobného procesu. Koncentrujú sa tu výsledky technickej, technologickej, organizačnej a ekonomickej činnosti. Podiel prácnosti montáže voči celkovej prácnosti je približne 30 až 40 %. Podľa druhu výroby a vybavenosti sa prácnosť montáže pohybuje medzi 10 až 80 %. Do montážnej činnosti spadá:

- doprava,
- prispôsobovanie práce,
- príprava montáže,
- montáž,
- skladovanie.

Na montážny proces má vplyv konštrukčné riešenie výrobku, technológia a organizácia, pracovná sila, pracovné prostriedky, atď. [9]

V bežnej praxi sa okrem dokumentácie podliehajúcej technickým normám a predpisom používajú aj rôzne návody na montáž a demontáž, uvedenie do prevádzky alebo na obsluhu a údržbu. Zjednodušené návody sa môžu použiť aj napríklad pri prvotných fázach návrhu pre lepšiu ilustráciu postupu montáže. Aby sa inštrukcie dodržiavali a nedochádzalo k chybám v predpísanom postupe, mali by byť inštrukcie ľahko pochopiteľné. Jasne a stručne sa dá popísať postup pomocou grafického znázornenia. Dodatočné postupy alebo prezentácie môžu doplniť montážne výkresy pre lepšie pochopenie problému.

Grafické inštrukcie je možné vytvoriť viacerými postupmi. Najjednoduchším, ale často využívaným spôsobom, sú snímky obrazovky napr. z CAD softvéru a ich následné vloženie do dokumentu alebo prezentácie. Jedná sa o rýchle vytváranie obrázkov bez potreby špeciálneho softvéru a fyzického produktu. Nevýhodou je, že takto vytvorené obrázky vyzerajú amatérsky a až príliš jednoducho. Pri zmene dizajnu produktu je potrebné vytvoriť nové obrázky. Vyššiu kvalitu obrázkov je možné doceliť exportom obrázkov priamo z CAD softvéru. Princíp ostáva rovnaký. Samotné obrázky bez bližšieho popisu nemusia mať efekt na lepšie pochopenie problematiky. Často je nutné doplniť ďalšie inštrukcie v grafických editoroch alebo v prezentácii, napr. popisky, názvy dielov, montážne inštrukcie, smer pôsobenia sily a iné.

Ďalšími možnými spôsobmi na vytvorenie návodu je použitie fotografií alebo videa. Ukážka reálneho produktu môže pomôcť užívateľovi s pochopením postupu. Nevýhoda spočíva práve v tom, že reálny produkt musí byť dostupný. Pri zmenách na produkte je potrebné vytvoriť nový postup s upraveným produktom. Pri absencii fyzického produktu by sa dali vytvoriť fotorealistické obrázky alebo animácie a z nich následne vytvoriť návod. Pokiaľ to situácia nevyžaduje, je zbytočné a časovo náročné vytvárať fotorealistické obrázky a animácie za účelom interného použitia, resp. na pochopenie princípu napr. montáže. Pri prezentácii výrobku by mohli takto vytvorené návody zaujať a viesť k úspešnému predaju alebo spolupráci. Pri zmenách na výrobku by sa aj v tomto prípade musel vytvárať nový postup.

Používanie 3D ilustrácií (obr. 15) je pre výrobcov skvelou príležitosťou, ako poskytovať efektívne technické informácie. Jedným z používaných programov je softvér Creo Illustrate. Softvér ponúka prostredie s možnosťami na vytváranie 3D technických ilustrácií, 2D kresieb a interaktívnych animácií, ktoré presne odrážajú súčasný dizajn produktov. Nástroj dokáže pracovať s CAD modelmi zo všetkých bežných CAD systémov. Komplexné informácie môžu slúžiť ako servisné postupy, školiace materiály, návody, katalógy náhradných dielov a iné technické publikácie. Softvér uľahčuje prepracovanie existujúcich 3D CAD údajov, pretože udržiava asociatívne prepojenie s pôvodnými súbormi, čo umožňuje rýchlu aktualizáciu pri zmenách dizajnu. Creo Illustrate dokáže reštrukturalizovať konštrukčné CAD kusovníky a vytvárať servisné alebo výrobné kusovníky. [31; 32]

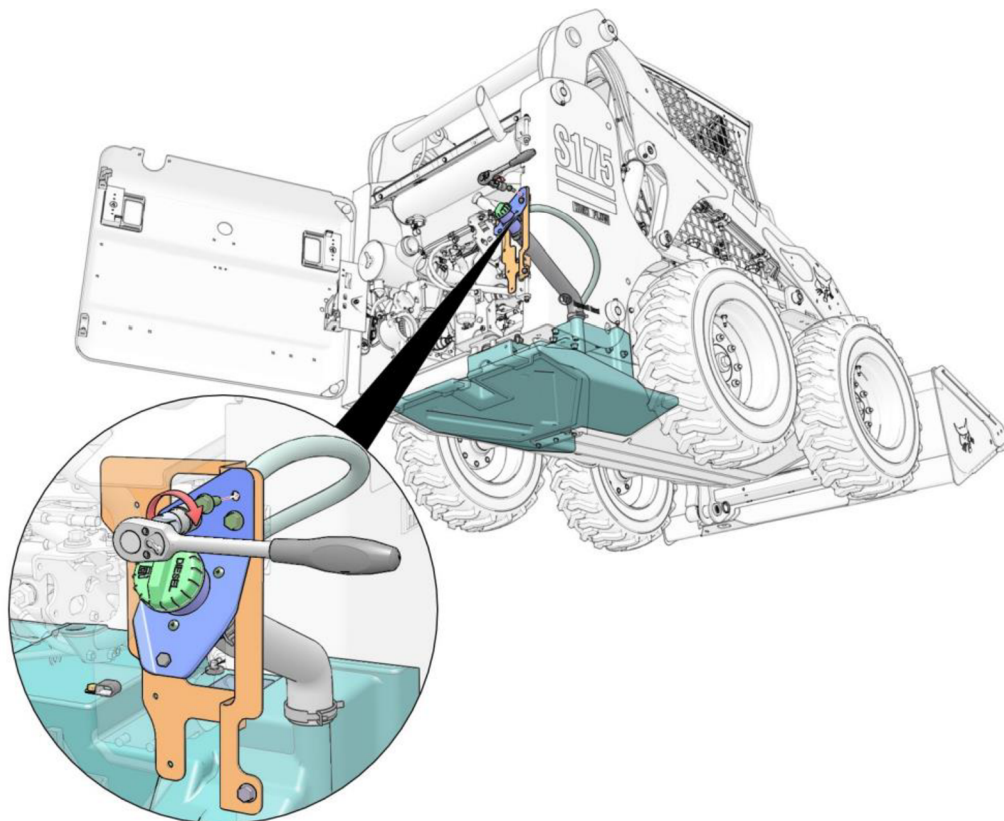
Hlavné výhody Creo Illustrate:

- zlepšenie presnosti servisných informácií a presnosti dokumentácie,
- skrátenie času opráv a údržby,
- rast spokojnosti zákazníkov. [32; 33]

Kľúčové funkcie Creo Illustrate:

- využitie existujúcich CAD dát pre vytváranie aktuálnych technických ilustrácií a animácií,
- prevod konštrukčného alebo výrobného kusovníka do servisného kusovníka,
- generovanie ilustrovaných zoznamov náhradných dielov, súčiastok a pozícií,
- vytváranie 3D animácií pre interaktívne technické publikácie,
- vytváranie viacerých ilustrácií v jednom súbore,
- vytváranie dynamických rezov pre zobrazenie vnútorných komponentov zostáv,
- automatizácia riadenia zmien v ilustráciách po konštrukčnej zmene. [32], [33]

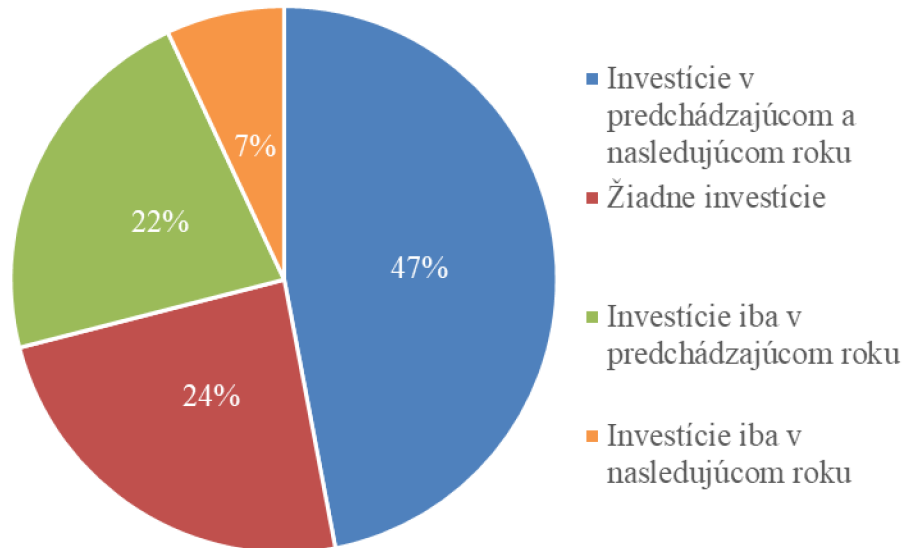
Program je dostupný v 3 verziách v závislosti na funkciách – Creo Illustrate Essential, Creo Illustrate Standard, Creo Illustrate Professional. Verzie Essential a Professional sú dostupné aj s tzv. plávajúcou licenciou. Licencia vo variante plávajúceho režimu nie je viazaná na konkrétny počítač. Pokiaľ je licencia dostupná, môže byť spustená na inom zariadení v rámci organizácie. Takéto riešenie je výhodné pre spoločnosti s väčším počtom zamestnancov a pre programy, ktoré nie sú používané denne. Napriek tomu, že spoločnosť disponuje plávajúcou licenciou, sa tento užitočný nástroj na oddelení konštrukcie takmer vôbec nepoužíva. Firma by nemala dodatočné náklady spojené s prácou v programe za licencie, ale len náklady spojené so zaškolením personálu. Informačný leták k programu priamo od výrobcu je k nahliadnutiu v prílohe 3. [31; 32]



Obr. 15 Ukážka 3D animácie vytvorenej v Creo Illustrate [32].

3.3 3D výkresy – definícia založená na modeloch (MBD)

Konstruktívna dokumentácia úspešne riadi celý proces vývoja. Dokumentácia funguje ako riadiaca definícia pre všetky činnosti vrátane výroby, zásobovania, kvality a služieb. Výrobcovia sa spoliehajú na dokumentáciu, preto nie je prekvapením, že spoločnosti pokračujú v investíciách do jej zlepšovania, vid' obr. 16. Prieskum z roku 2020 tvrdí, že 69 % respondentov investovalo v predchádzajúcom roku do iniciatív na zlepšenie dokumentačnej činnosti a 54 % plánuje v týchto výdavkoch pokračovať v nasledujúcom roku. [34]



Obr. 16 Investície výrobcov do vylepšení dokumentácie, upravené podľa [34].

Definícia založená na modeloch (MBD), vid' obr. 17, známa pod svojim anglickým názvom Model-based definition, je prístup k vytváraniu 3D modelov tak, aby efektívne obsahovali všetky údaje potrebné na definovanie produktu – rozmery, geometrické tolerancie, poznámky, symboly, charakteristiky povrchu, tabuľky, príp. ďalšie informácie. Pri MBD sa model stáva hlavným zdrojom informácií, ktorý riadi všetky inžinierske činnosti. Informácie sú digitálne a prístupné ľuďom aj strojom, môže ich ľahko použiť výroba, kontrola kvality a ďalšie zainteresované oddelenia v rámci organizácie alebo dodávateľa. MBD neznamená, že sa jedná o bezpapierovú výrobu. Ide o širšiu iniciatívu, ktorá ovplyvňuje celý postup od návrhu cez výrobu až po kvalitu, kontrolu a partnerov v dodávateľskom reťazci. [35; 36]

Historicky boli inžinierske procesy sústredené okolo 2D výkresov. Fyzické alebo digitálne reprezentácie 2D výkresov sprostredkovali informácie potrebné na riadenie výrobných procesov. S pokrokom technológií a neustálymi požiadavkami na skrátenie cyklov vývoja produktov zaostávajú 2D výkresy v mnohých smeroch:

- explozívny rast mobilných technológií a budúcnosť cenovo dostupných 3D technológií, 3D vizualizácia sa stáva mainstreamom,
- 2D výkresy sú generované z 3D modelov, vytváranie 2D výkresov je časovo náročné a v určitých prípadoch je zbytočným úsilím,
- samotné 2D výkresy nie sú dostatočné na zachytenie všetkých inovácií. Úplná definícia návrhu býva uložená vo viacerých zdrojoch údajov, ktoré sú odpojené od 2D výkresov,
- 2D výkresy nie sú vhodné pre širokú spoluprácu cez geografické bariéry,
- 2D výkresy sú náchylnejšie na chyby interpretácie a vedú k nesúladu návrhu a nepresnosti údajov,

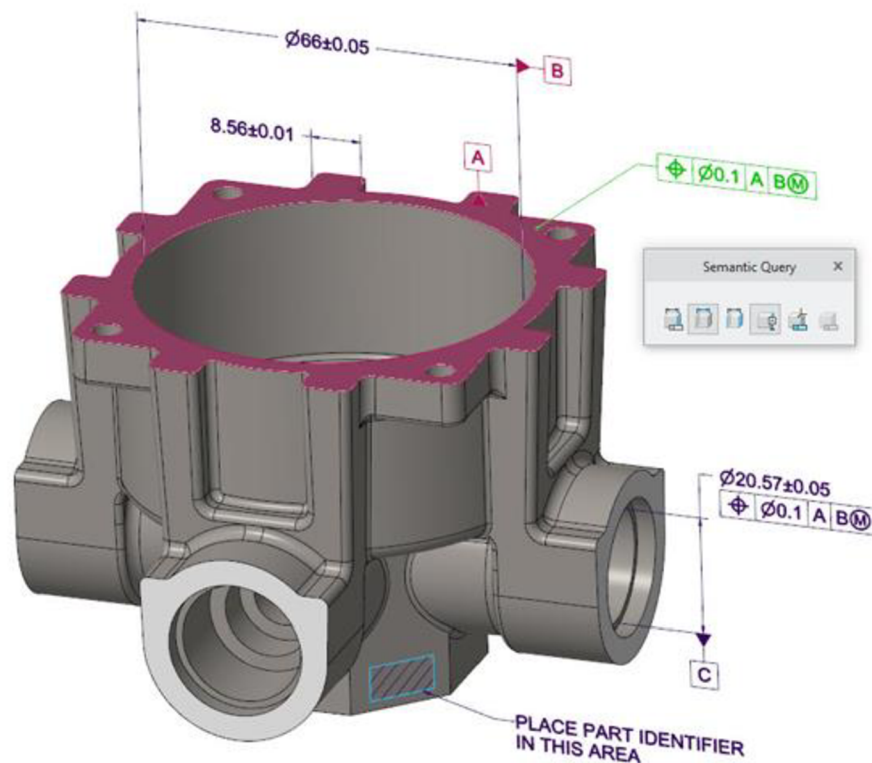
- dnešní mladí inžinieri sú iní ako mladí inžinieri v minulosti. Vytváranie 2D výkresov je pre nich krok späť, pretože premýšľajú, vidia a pracujú v 3D. [35]

Aktuálne obchodné trendy v odvetví môžu pomôcť presadiť sa MBD princípom v praxi. Pôsobia v rozdielnych oblastiach, a preto ich možno rozdeliť na technologické, ekonomické, regulačné a kultúrne trendy. Konkrétne ide napr. o vplyvy trendov ako mobilná a cenovo dostupná 3D technológia, tlak na náklady a zdroje, šifrovanie a archivácia. Firmy dôkladne sledujú, ktoré činnosti vykonávajú ich zamestnanci počas pracovného času. 20 až 60 % svojho času venujú inžinieri príprave 2D výkresov. S princípmi MBD môžu inžinieri venovať menej času projektovej dokumentácii a viac sa venovať analýze a riešeniu problémov, čo vedie ku kvalitným produktom. [35; 37]

Medzi benefity tzv. 3D výkresov patria:

- redukcia manuálneho reprodukovania dát,
- redukcia chýb súvisiacich s dokumentáciou,
- lepšia komunikácia,
- rýchlejší čas odozvy,
- menšie množstvo súborov na údržbu,
- zníženie nákladov,
- jednoduchší výstup,
- väčšia flexibilita pre zamestnancov. [34; 35; 38]

Podľa Národného inštitútu pre štandardy a merania (z angl. National Institute of Standards and Technology) dokáže MBD zredukovať proces návrh – výroba – kontrola o 78,4 % potrebného času [37]. MBD dokáže znížiť potrebný čas vo fáze stavby prototypov o 50 %, redukovať nejasnosti vďaka použitiu 3D modelu o 30 % a eliminovať nejasnosti vyplývajúce z nepresností vo výkrese o 40 % [35].



Obr. 17 Ukážka 3D definície dielu [36].

Nové technológie prinášajú so sebou zaujímavé výhody. Na druhej strane nemožno očakávať, že budú vhodné pre každého. Pre niektorých môžu prevládať nevýhody nad benefitmi a rozhodnú sa nevyužívať princípy MBD. Ich nástup a rozšírenie v spoločnosti si bude vyžadovať prekonanie určitých bariér a rizík. Je možné ich rozdeliť do troch kategórií, na technologické, kultúrne a obchodné.

Analyzovaná spoločnosť je popredným dodávateľom pre automobilový priemysel, so silnou orientáciou na sektor elektromobility. Elektromobilita so sebou prináša potrebu výroby zložitých dielov s náročnými požiadavkami zákazníkov. V automobilovom priemysle je všeobecne veľmi veľká konkurencia. Výskum a vývoj je často boj s časom. Ten, kto na trh prinesie nový produkt, získava konkurenčnú výhodu. Organizácie sa snažia čo najviac skrátiť čas potrebný na vývoj produktu. V snahe vyrobiť vzorky a prototypy na testovanie v krátkom období, využívajú firmy moderné výrobné technológie, napr. rozšírené aditívne technológie. Kombinácia aditívnych technológií a krátkeho času na vývoj produktu je skvelou príležitosťou pre využívanie MBD princípov. Navyše, firma disponuje potrebným softvérom, nie je potrebná zmena softvéru alebo obstarávanie iných licencií.

3.4 Využívanie modulu pre tolerančné analýzy

Tolerančné analýzy sú neoddeliteľnou súčasťou konštruktárskej práce. Pomáhajú inžinierom pochopiť, ako rozmerové a geometrické tolerančné odchýlky ovplyvňujú kvalitu a výrobitelnosť. Analýza umožňuje identifikovať kritické tolerancie, ktoré je možné následne upraviť. Virtuálny model je idealizovanou reprezentáciou návrhu súčiastky. Fyzické diely v dôsledku výrobných obmedzení nikdy nebudú totožné s virtuálnymi. Riešenie tolerančných vzťahov zahŕňa dve podkategórie, tolerančnú analýzu a tolerančnú syntézu. Tolerančná analýza je úloha priama a kontrolná. Na základe známych medzných odchýlok všetkých čiastkových členov sa stanovujú medzné odchýlky uzatvárajúceho člena. Priame úlohy sú výpočtovo jednoznačné a slúžia zvyčajne ku kontrole súčastí a montážnych jednotiek vyrobených podľa výkresovej dokumentácie. Overujú správnosť príslušného konštrukčného riešenia. Tolerančná syntéza je úloha nepriama a konštrukčná. Na základe známych medzných odchýlok uzatvárajúceho člena, ktoré sú určené funkčnými požiadavkami, sa navrhujú medzné odchýlky čiastkových členov. Využívajú sa pri navrhovaní a kótovaní jednotlivých súčiastok a pri navrhovaní funkčných a montážnych skupín. Často ide o technologický typ úlohy, napr. keď sa pre výrobu alebo meranie prechádza z konštrukčnej, príp. technologickej základne uvedenej na výkrese na inú základňu. Princípy a metódy výpočtu podrobnejšie popisuje odborná literatúra. [39; 40; 41]

Pre mnohé výrobky v rôznych odvetviach je analýza tolerancií dôležitou súčasťou návrhového procesu. Slúži na zabezpečenie správnej funkčnosti. Tolerancie musia byť zvolené dostatočne presné pre každú súčiastku, aby sa zabránilo problémom s montážou alebo funkčnosťou. Vyššia presnosť sa často prejaví na vyšších nákladoch na výrobu. Riešenie tolerančných analýz je v automobilovom priemysle bežná úloha. Aktuálna doba ponúka softvéry a dodatočné nadstavby na uľahčenie práce s tolerančnými analýzami, napr. rozširujúci modul PTC Creo Tolerance Analysis Extension (TAX). Ukážka modulu je zobrazená na obr. 18.

Konštruktéri získavajú pomocou modulu nástroj nie len na analyzovanie, ale aj vizualizovanie a pochopenie reťazcov geometrických tolerancií a rozmerových variácií. Porozumenie vplyvom tolerancií na produkt pomáha urýchliť uvedenie výrobku na trh. Riešenia sú bezproblémovo integrované do konštrukčného prostredia. Grafické užívateľské rozhranie je užívateľsky priateľivé a jednoduché na použitie.

Výhody rozšiřujícího modulu sú:

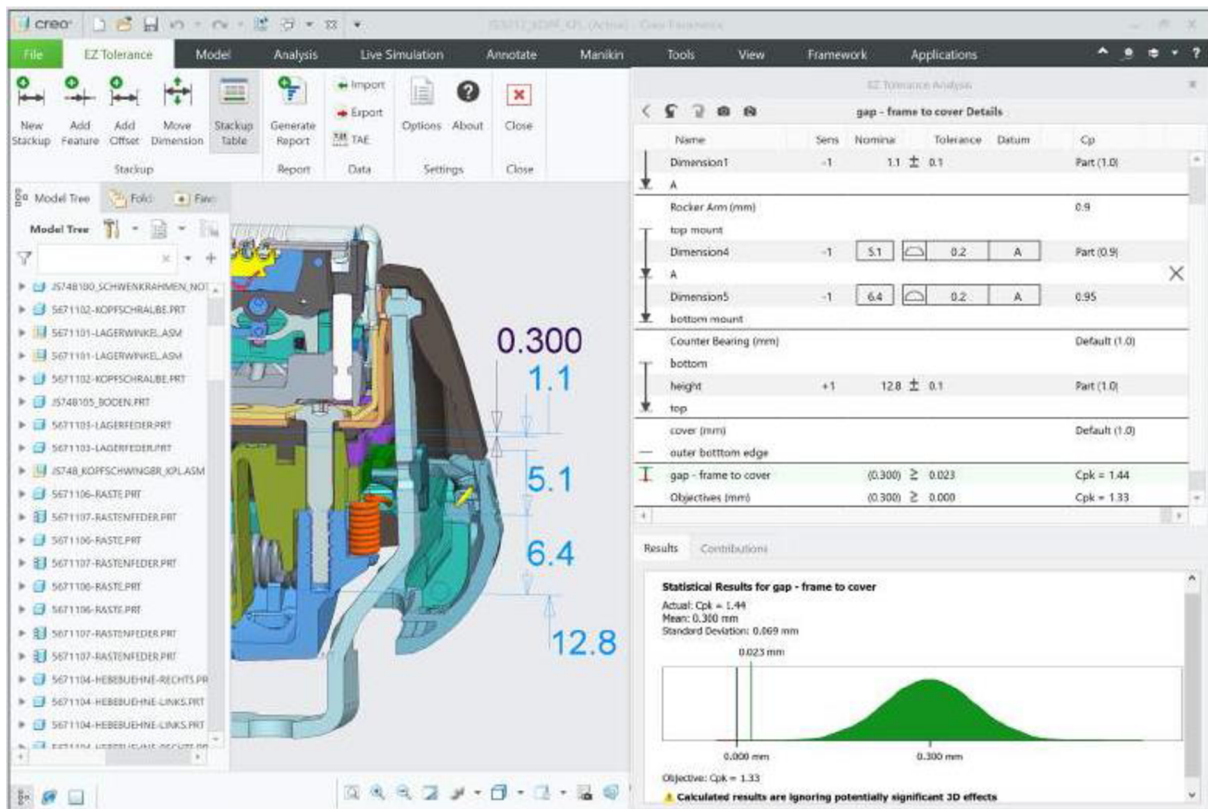
- vyhodnotenie vplyvu tolerancií na vhodnosť konštrukcie pre výrobu,
- umožnenie súbežného konštruovania, konštrukčné návrhy zodpovedajú výrobným požiadavkám,
- metodika Six Sigma zabezpečuje vysokú kvalitu konštrukcie,
- zjednodušenie procesu konštrukcie, zvýšenie produktivity a skrátenie času od vývoja po uvedenie výrobku na trh.

Tabuľky na informačnom paneli zobrazujú výsledky analýz spolu s virtuálnou indikáciou toho, či boli splnené požiadavky. Výsledky analýz sú dostupné vo viacerých formátoch:

- automaticky vygenerované výstupné grafy s rôznymi metódami vyhodnotenia tolerančných analýz,
- kvalitatívne metriky pre štatistickú analýzu,
- detailné reporty s grafickým zobrazením rozmerových slučiek,
- HTML reporty pre ľahké zdieľanie. [42; 43]

Ďalšie informácie o module priamo od výrobcu sú dostupné v prílohe 4.

Tolerančné analýzy sa v spoločnosti vykonávajú odlišnými postupmi a majú rôznu formu. To znamená, že na oddelení sa nepoužíva jednotný nástroj pre ich výpočet a napriec tímami na oddelení sa medzi sebou tolerančné analýzy líšia. Práca jednotlivých tímov sa môže prelínať, jeden tím sa napr. venuje komponentom alebo podzostavám, iný tím sa zaoberá najvyššou zostavou konečného produktu. Za určitých okolností môžu vzniknúť nezhody, nedorozumenia alebo neúmerne narastať práca na projekte z dôvodu nepochopenia tolerančných analýz. Pri niektorých produktoch sa musí postupovať podľa smerníc, pri iných je naopak v rukách konštruktéra, akým spôsobom bude vytvorená a prezentovaná tolerančná analýza. Je zrejmé, že pokiaľ bude zamestnanec pracovať s analýzou vytvorenou kolegom a bez štandardizovaných postupov, bude potrebovať viac času na pochopenie problematiky. Jednotlivé tímy majú



Obr. 18 Ukážka modulu TAX [42].

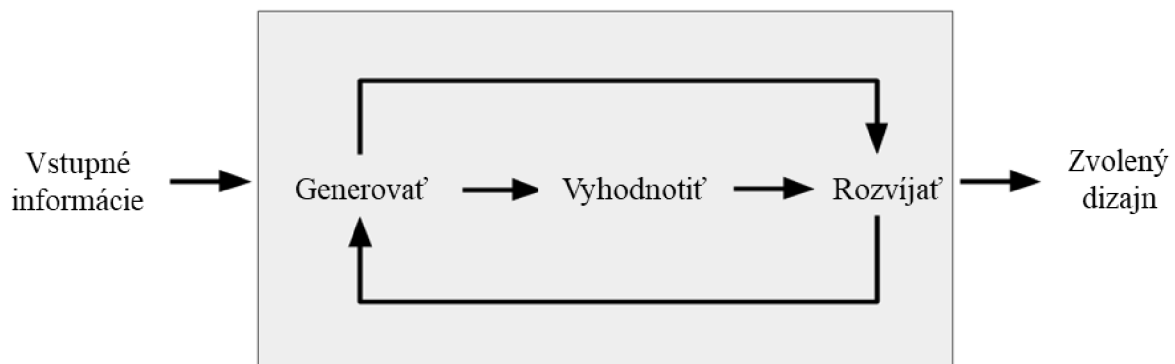
vzhľadom na svoje produkty vytvorené vlastné preddefinované výpočtové nástroje. Samotný výpočet prebieha väčšinou v programe MS Excel, doplnený obrázkami a prezentáciami, príp. inými prílohami. Okrem rôznej metodiky práce a formy je veľkou nevýhodou to, že importované dáta do výpočtových nástrojov nie sú prepojené s CAD dátami v reálnom čase. Pri zmenách vo výkresovej dokumentácii je potrebné celý výpočet skontrolovať a aktualizovať, aby sa predišlo neaktuálnej prezentácii výsledkov. Úloha sa tým pádom predlžuje, účtuje sa viac výkonov a narastajú náklady. Po zásadnejších zmenách v dokumentácii, keď sa nemení len hodnota alebo tolerancia kót, ale sa kóty odstraňujú a pridávajú, dochádza ku kolapsu výpočtu, pretože sa v takýchto prípadoch mení jedinečné identifikačné označenie kóty. Práve na základe identifikačného označenia sú tvorené tolerančné reťazce, pokiaľ výpočtový nástroj nenájde skôr použitú kótu, výpočet zlyháva a je potrebné ho ručne prerobiť. Nájst' chybu a opraviť výpočet je v takomto prípade veľmi prácne a zdĺhavé.

Na konštruktéra v analyzovanej spoločnosti je často vyvíjaný veľký tlak z hľadiska plnenia termínov a účtovania nákladov na projekty. Tieto faktory majú priamy vplyv na mzdu zamestnanca vo forme koeficientu pre ročné prémie. Každý nástroj, ktorý dokáže zrýchliť prácu zamestnanca pri dodržaní kvalitatívnych štandardov, je vítaný. Cena za ročnú licenciu modulu TAX je 1190 € [44]. Creo ponúka svoje rozšírenia aj vo vopred určených dizajnových balíkoch, ktoré sú rozdelené do piatich úrovní – Design Essentials, Design Advanced, Design Advanced Professional, Design Premium a Design Premium Professional. Modul Tax je súčasťou balíkov Design Advanced Professional, Design Premium a Design Premium Professional.

3.5 Využívanie generatívneho dizajnu

Aditívne technológie a 3D tlač sú v súčasnej dobe veľmi populárne a sú známe širokej verejnosti. Niektorí ľudia tieto pojmy len postupne objavujú, iní vlastnia domáce 3D tlačiarne a majú prehľad v aktuálnych technológiách. 3D tlač kovov je nesporne zaujímavou a modernou výrobnou technológiou. Umožňuje výrobu tvarovo špecifických, konvenčnými technológiami nevyrobiteľných dielov, šetrí čas a peniaze. Uplatnenie si nachádza najmä vo vývojových fázach projektu, príp. v kusovej a malosériovej výrobe. Väčšie série by mohli zvládnuť tzv. farmy 3D tlačiarne. Vývoj aditívnych technológií v posledných rokoch pokročil a technológie dosiahli úroveň použiteľnú v priemysle. Pokrok týchto technológií otvára dvere využívaniu generatívneho dizajnu a topologických optimalizácií.

Konvenčné konštruovanie pracuje na základe parametrického modelovania. Navrhovaný zámer 3D modelu je zachytený pomocou upraviteľných funkcií a obmedzení, resp. parametrov, aby bol dosiahnutý jedinečný výsledok návrhu. Premenné zahŕňajú geometrické rozmery, vlastnosti materiálu, atď. Parametrický návrh možno použiť na manuálne preskúmanie nových alternatív návrhu zmenou hodnôt parametrov. [45]



Obr. 19 Princíp softvéru na generatívny dizajn, upravené podľa [46].

Generatívny dizajn je metóda využívajúca algoritmy umelej inteligencie na generovanie a vyhodnocovanie viacerých alternatív návrhu dizajnu na základe súboru požiadaviek od užívateľa. Činnosť softvéru na generatívny dizajn zjednodušene zobrazuje obr. 19. Pomocou softvéru na generatívny návrh dizajnu môžu inžinieri interaktívne špecifikovať svoje požiadavky a ciele, vrátane preferovaných materiálov a výrobných procesov, a následne softvér automaticky vytvorí návrh dizajnu. Užívatelia môžu interagovať s technológiou za účelom vytvorenia optimálneho dizajnu a tak urýchliť inováciu produktov. [45]

Generatívny dizajn nie je topologická optimalizácia. Je vhodné porozumieť rozdielom medzi oboma technológiami, pretože sa tieto dva termíny často zamieňajú. Majú rovnaký cieľ, poskytnúť čo najoptimálnejší návrh vzhľadom na špecifický súbor požiadaviek, ale jedná sa o výrazne odlišné technológie. Topologická optimalizácia sa používa v úvodnej fáze návrhu k predpovedi optimálneho rozloženia materiálu vnútri daného úvodného návrhového priestoru a berú sa pritom do úvahy funkčné špecifikácie a výrobné obmedzenia. Zjednodušene povedané, analyzuje potenciál (využitie) materiálu v navrhovanom priestore pre zadané zaťaženia a okrajové podmienky vzhľadom na cieľovú funkciu. Častou cieľovou funkciou býva hmotnosť konštrukcie, pretože hmotnosť konštrukcie je po prevedení na náklady významným ekonomickým faktorom. Výsledkom sú pevné a ľahké súčasti s využitím menšieho množstva materiálu. Značne sa skrakuje proces návrhu súčastí, pretože sa začína od ideálneho, matematicky efektívneho riešenia. V závislosti na type používaných elementov pre výpočet sa rozlišujú rôzne metódy topologickej optimalizácie. Topologická optimalizácia sa zameriava na jedno riešenie založené na funkčných cieľoch, obmedzeniach a zaťaženiach. Generatívny dizajn súčasne vyvíja viacero riešení s cieľom dosiahnuť najlepšiu možnú sadu riešení na základe požiadaviek. Krátky prehľad požiadaviek a parametrov pre oba nástroje je zobrazený v tab. 2. [47; 45; 49; 50; 51]

Tab. 2 Požiadavky a parametre pre nástroj pre topologickú optimalizáciu a generatívny dizajn [50].

	Topologická optimalizácia	Generatívny dizajn
Vstupná geometria	tuhé teleso s maximálnym objemom	okolité body a/alebo plochy (existujúce montážne diely)
Definícia priestoru	maximálny objem a zachovaná geometria	prekážky a zachovaná geometria
Počet materiálov pre jeden výpočet	1	1 alebo viac
Dizajn pre výrobu	nezahrňa	niekoľko výrobných metód
Výsledok	1 najoptimálnejší dizajn	niekoľko optimálnych dizajnov
Dĺžka výpočtu (pre rovnakú úlohu)	niekoľko minút	niekoľko hodín
Paralelné porovnanie dizajnu	nemožné	hmotnosť, napätie, vizuálne porovnanie
Dodatočná úprava dizajnu	potrebná	pre niektoré prípady nepotrebná

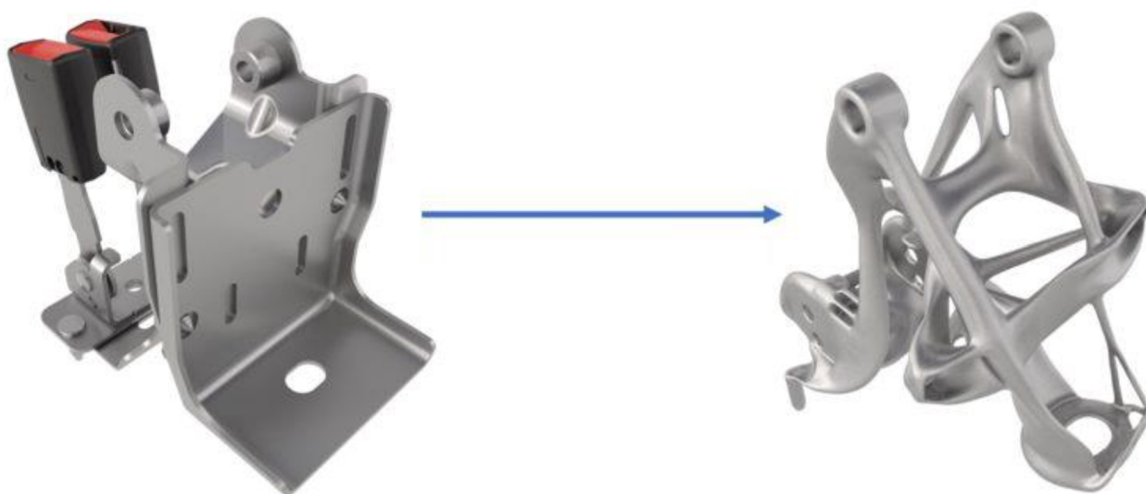
Narastajúca globalizácia výroby zvyšuje už teraz silnú konkurenciu v automobilovom priemysle. Aby zostali spoločnosti konkurencieschopné vo svetovej ekonomike, potrebujú sa

zameriavať na diferenciačnú stratégiu svojich produktov. Automobilky sa snažia vyvíjať inovatívne produkty, aby predstihli konkurentov a získali väčší podiel na trhu. Rýchlosť uvedenia na trh a nižšia hmotnosť patria k významným faktorom. Práve spomínané faktory sú hlavnou prednosťou rozširujúcich modulov softvéru Crea Parametric – Generative Design Extension (GDX) a Generative Topology Optimization (GTO). Moduly GDX a GTO majú svoje rozdiely. Podľa potrieb projektu je možné ich používať separátne alebo spolu. Pre optimalizáciu modelu s konkrétnym materiálom a výrobným procesom sa javí ako správne riešenie použiť modul GTO. V prípade, ak treba vyvíjať a porovnávať mnoho scenárov súčasne, pre viac inovatívnych riešení, je vhodné využiť modul GDX. Generatívny dizajn dokáže v krátkom čase prinášať stovky inovatívnych dizajnových riešení, je vhodný pre spoločnosti, ktoré chcú:

- aplikovať diferenciačnú stratégiu na produkty,
 - Väčšina dizajnov je založená na modeloch, ktoré fungovali v minulosti. Generatívny dizajn umožňuje vymaniť sa zo stereotypu a vytvára nové, vysoko výkonné, ťažko duplikovateľné diely a produkty, ktoré presahujú požiadavky.
- vyžadujú expertné výsledky (od neskúsených zamestnancov),
 - Konštruktér s nižšou úrovňou skúseností dokáže vytvoriť diel pomocou generatívneho dizajnu, nástroj pomôže filtrovať nevhodné riešenia.
- dosiahnuť optimalizovanú spoľahlivosť,
 - Analýza napätia na výsledkoch zabezpečí správnu funkčnosť produktu a ušetrí náklady na výrobu a podporné služby.
- vylepšovať existujúce dizajny.
 - Bežne sa aktualizujú dizajny z predchádzajúcich generácií, generatívny dizajn môže nájsť spôsoby, ako výrazne zlepšiť pevnosť dielu, znížiť hmotnosť alebo lepšie využiť materiál. [51]

Spoločnosť Cummins, svetový líder v oblasti naftových a plynových motorov, energetických zariadení, filtrov a súvisiacich produktov, uvádza zníženie použitého materiálu o 10 až 15 % pri aplikovaní generatívneho dizajnu na akékoľvek konvenčne navrhnuté diely. Vďaka tomu dokázali splniť svoje ciele v oblasti nákladov a udržateľnosti. [52]

Zníženie hmotnosti vozidla o 10 % dokáže znížiť spotrebu paliva o 6 až 8 %. Spoločnosť General Motors dokázala pomocou generatívneho dizajnu skombinovať 8 komponentov do jedného, vid' obr. 20. Dosiahli tak zníženie hmotnosti o 40 % a zvýšenie pevnosti o 20 %. Honda dokázala s využitím tejto technológie vyvinúť kľukový hriadeľ, ktorý bol o 50 % ľahší



Obr. 20 Využitie generatívneho dizajnu spoločnosťou General Motors [53].

ako pôvodný. Spoločnosť Briggs Automotive Company dokázala s príspevom generatívneho dizajnu vyrobiť disky kolies s hmotnosťou o 35 % nižšou ako predchádzajúca verzia. Disky kolies boli pritom vyrobené na 5-osom CNC sústružníckom centre. [54]

Či už je cieľom vyvinúť novú optimálnu súčiastku alebo optimalizovať už existujúcu, generatívny dizajn sa najlepšie uplatňuje vo vývojovej fáze procesu pri hľadaní vhodného konceptu. Môže poskytnúť prekvapivé odpovede vo forme mnohých tvarov, ktoré spĺňajú definované požiadavky. Dizajn môže byť ľahší, pevnejší, lacnejší na výrobu a pritom ekologickejší. Budú potrebné ďalšie vylepšenia a zmeny, ale už v počiatočnej fáze má konštruktér v rukách viaceré „životaschopné“ návrhy a nemusí začínať s nulovými možnosťami. Nástroj dokáže viac ako len ušetriť čas. Modul nezachováva konvencie a nepreferuje známy dizajn, a preto je pravdepodobnejšie, že vytvorí revolučné návrhy. Nástroj nenahrádza prácu konštruktérov a inžinierov, ale pomáha im vykonávať svoju prácu za kratší čas. [55]

Spoločnosť navrhuje zložité komponenty a systémy. Ako bolo spomínané, požiadavka na nízku hmotnosť patrí v automobilovom sektore k tým najdôležitejším. Vďaka kratšiemu času na vývoj dokáže spoločnosť predstaviť nové inovatívne produkty skôr ako konkurencia, môže získať viac zákazníkov a produkovať väčší zisk. Firma by mala zvážiť využívanie modulov GDT a GTO, aby dokázala prekonať konkurenciu a byť lídrom v danej oblasti na trhu. Návrhy s nižšou hmotnosťou spotrebúvajú menej materiálu a sú v súlade so strategickými cieľmi korporátu v oblasti udržateľnosti. Kratší vývojový čas znižuje náklady spojené s vývojom.

3.6 Možnosť spravovať rozšírenia a konfiguračné voľby softvéru Creo Parametric

Softvér Creo Parametric disponuje mnohými rozširujúcimi modulmi priamo od výrobcu. Moduly prinášajú nové nástroje na efektívnejšiu prácu. Ďalšie rozšírenia vznikajú na základe požiadaviek užívateľských firiem a sú prispôbené činnostiam konkrétnych spoločností. Takéto rozšírenia často bežia neustále na pozadí, spúšťajú sa automaticky a nie je možné ich vypnúť. Na ich chod je potrebná časť výkonu počítača. Logicky, čím viac rozšírení, tým väčšia časť výkonu je alokovaná pre tieto rozšírenia. Práca s veľkými zostavami, ktoré obsahujú tisíce komponentov, je náročná práve na výkon počítača. Nie všetci konštruktéri využívajú pri svojej práci firemné rozšírenia. Na podobnom princípe fungujú aj firemné konfiguračné voľby. Pri každom spustení programu sa načíta konfiguračný súbor vytvorený interne a bez možnosti úpravy definuje nastavenia a parametre.

Napríklad konštruktér, ktorý v počiatočnej fáze projektu modeluje komponent, nepotrebuje, aby boli na pozadí spustené moduly, ktoré vyplňajú popisové pole vo výkresoch. Užívateľ, ktorý v modelárskom CAD programe len upravuje model, nebude ho nahrávať do systému a pripravuje ho na ďalšiu vizualizáciu, je výrazne obmedzovaný prídavnými modulmi. Príprava modelov a zostáv, najmä vytváranie 3D rezov, vyžaduje maximálny dostupný výkon. Podobných prípadov, kedy je potrebný maximálny výkon a nepoužívajú sa prídavné rozšírenia, sa dá nájsť viacero. V takýchto prípadoch by bolo vhodné vypnúť nepotrebné rozšírenia alebo zmeniť konfiguračné voľby a vykonávať svoju prácu bez strachu z kolapsu systému. V niektorých situáciách by zamestnanci ocenili možnosť spustiť „čisté“ Creo.

Na základe komunikácie s expertom na softvér Creo Parametric, je možné aj vo firemných podmienkach spustiť „čisté“ Creo bez rozšírení alebo konfiguračných volieb určených organizáciou. Takýto zásah si vyžaduje administrátorské práva, ktorými bežný zamestnanec nedisponuje. Navyše, daný postup môže byť v rozpore s podnikovými pravidlami a môžu byť vyvolané následky. [56]

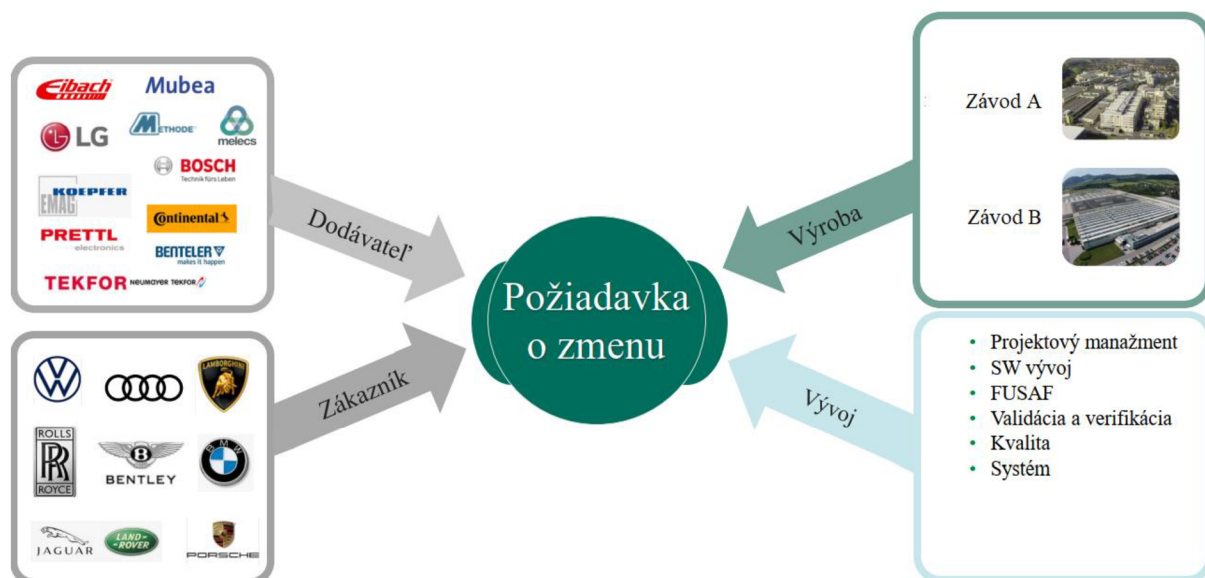
Užívateľom je aspoň umožnené upravovať a prepisovať konfiguračné voľby pre klávesové skratky. Tie veľmi zrýchľujú prácu konštruktéra. Najmä v situáciách, kedy je potrebné

opakovane zadávať rovnaké príkazy. Napr. pri kótovaní výkresu. Medzi kolegami sú rozšírené rozsiahle zoznamy konfiguračných volieb pre klávesové skratky. Najmä novonastúpení zamestnanci často nepoznajú možnosť využitia klávesových skratiek a existujúcich zoznamov, ktoré sa dajú jednoducho aplikovať. Nevedomky si tak neľahčujú prácu. Spoločnosť by mala informovať primárne nových zamestnancov o takýchto možnostiach. Prípadne môže v určitých intervaloch zasielať všetkým zamestnancom informáciu o dostupnosti pripravených klávesových skratiek alebo priamo konfiguračný súbor s návodom na inštaláciu.

3.7 Optimalizácia zmenového konania

Riadenie zmien, t. j. zmenové konanie je kontrolovaný proces, ktorý pomáha identifikovať, autorizovať a dokumentovať zmeny na už uvoľnených produktoch. Formálne riadenie zmien pomáha vyhnúť sa odchýlkam od cieľov projektu a následným problémom so zodpovednosťou za výrobok. Ako ukazuje obr. 21, zmenu môžu požadovať rôzne strany: dodávateľ, zákazník, výroba alebo vývoj. Napríklad, keď zákazník požaduje novú funkciu pre svoj produkt, musia byť analyzované dopady prípadnej zmeny. Musí byť vyhotovená analýza vplyvu, pretože nové požiadavky môžu ovplyvniť plánovanie zdrojov a nákladov, časový harmonogram projektu, architektúru produktu, testovanie, dokumentáciu, atď. Ďalšie dôvody, kedy je potrebný proces zmien, môžu byť napr. nové podmienky na trhu, nové zariadenie, oprava chýb, zlepšenie výkonu a spoľahlivosti, rozpočtové a plánovacie obmedzenia a iné. Zmenový proces má 4 hlavné fázy (požiadavka na zmenu, analýza, rozhodnutie a implementácia) a participujú na ňom všetky zainteresované oddelenia.

Zmenové konanie nemá zjednotený postup pre produkty v rámci oddelenia. Aj keď sa samotná zmena vykoná v CAD programe (Creo Parametric), konštruktér musí ovládať ďalšie 3 softvéry (Windchill, SAP, Windchill RV&S Client, známe pod starším názvom Integrity, aby zmenu úspešne a podľa pravidiel ukončil. Pri niektorých produktoch nie je potrebné zakladať zmenu v programe Windchill RV&S Client a tento krok je vynechaný. Všetky strany, na ktoré môže zmena vplývať, potom rozhodujú o prijatí alebo zamietnutí zmeny po obdržaní toku pracovných činností v programe SAP. Celý proces zmien je pomerne zložitý, najmä pre zamestnancov, ktorí vytvárajú zmeny len sporadicky. Súčasný manuály sú neprehľadné a nepopisujú celý proces krok za krokom. Školenia k procesu zmenového konania sú povrchné a nevenujú sa problematike do hĺbky. Zamestnanec je informovaný o procese, ale prakticky sa nenaučí spracovávať tento proces bez váhania a hľadania potrebných informácií. Spoločnosť by sa mala snažiť zmenový proces zjednotiť a zjednodušiť. Zároveň by mala prepracovať materiály



Obr. 21 Požiadavka o zmenu na produkte [57].

k zmenovému procesu, vhodne upraviť školenia zamestnancov a zamerať sa viac na praktickú časť.

Tlak na rýchlosť rozhodnutia a implementáciu zmeny býva často veľký, hlavne v prípade, keď môže byť ohrozená výroba. Pracovník, ktorý by mal vykonať ďalší krok v posudzovaní zmeny si nemusí okamžite všimnúť túto požiadavku, prípadne v danom období nepracuje. Odporúča sa priamo kontaktovať a informovať zamestnanca o tom, že je potrebné vykonať ďalšie posúdenie zmeny z jeho strany.

Zamestnanec môže čerpať dovolenku, je práceneschopný, zmenil oddelenie či zamestnávateľa a tým pádom sa schvaľovací proces zastaví a nenastáva žiaden posun, pretože len on obdržal informáciu, že je potrebné vykonať ďalší krok v procese. Zadávatel' zmeny musí potom práce pátrať po zástupcovi pôvodného schvaľovateľa, ktorý má kompetencie a oprávnenie rozhodnúť. Navrhované zmeny, ktoré by pomohli eliminovať podobné prípady:

- výzva na rozhodnutie o schválení alebo zamietnutí zmeny bude posielaná automaticky schvaľovateľovi a jeho zástupcovi, príp. nadriadenému pracovníkovi schvaľovateľa,
- pravidelná aktualizácia databáz pracovníkov, ktorí vystupujú v zmenovom konaní (trvalé alebo dočasné vyradenie neaktívnych zamestnancov a ich nahradenie),
- vytvorenie zoznamu zástupcov pre zamestnancov vystupujúcich v zmenovom konaní,
- upozornenie žiadateľa, pokiaľ bude výzva na ďalšie posúdenie zmeny zaslaná dočasne alebo trvalo neaktívnemu zamestnancovi.

Podobné problémy s pozastavenou alebo dlho trvajúcou schvaľovacou činnosťou sa vyskytujú aj v iných procesoch, napr. pri schvaľovaní odchýlok. V takom prípade je tlak na rýchle rozhodnutie ešte väčší, pretože žiadosti na uvoľnenie s odchýlkami väčšinou priamo súvisia s výrobou. Navrhované zmeny by sa dali aplikovať aj v tomto procese a pomohli by tak eliminovať riziko prerušenia výroby.

3.8 Vytvorenie pozície špecialistu na fotorealistickej vizualizácii

Jedným z faktorov úspešného predaja výrobkov je správna prezentácia produktu zákazníkovi. Prezentovanie technických parametrov spolu s obrázkami produktu môže byť dobrou kombináciou. Niekedy je veľmi jednoduché daný produkt odfotografovať a snímku prezentovať. V prípade prezentácie nových produktov napr. vedeniu, investorom alebo potenciálnym zákazníkom, často finálny produkt neexistuje vo fyzickej podobe. Je možné použiť 3D model z CAD softvéru, ale fotorealistickej obrázky vedia zaujať viac. Možnosť presného a detailného vizuálneho zobrazenia produktov a projektov, ktoré sú vo fáze návrhu alebo pred výrobou, je hlavnou výhodou. Vytváranie rôznych katalógov alebo variant produktu spôsobom, že každý kus musí byť najprv práce vyrobený, odfotografovaný a až potom



Obr. 22 Porovnanie fotorealistickej vizualizácie (vľavo) a fotografie (vpravo) [58].

odprezentovaný, nedáva z ekonomického pohľadu zmysel. Navyše, možnosti následnej úpravy fotografií sú obmedzené a neumožňujú vytváranie rezov súčastí alebo animácií. Opakom konzervatívneho spôsobu je vytváranie 3D vizualizácií. Obr. 22 názorne zachytáva porovnanie vizualizácie a fotografie. Vizualizácie môžu pomôcť firmám v rýchlejšom rozhodovaní, poskytnúť lepšiu predstavu o koncovom produkte a umožniť identifikáciu potenciálnych problémov alebo nedostatkov pred samotnou výrobou. Pomáhajú šetriť čas a peniaze, pretože prototypy nemusia byť nikdy fyzicky vyrobené.

Tak ako pri iných softvéroch, aj v sektore 3D vizualizácií je na trhu viacero konkurenčných produktov. Samotné Creo Parametric poskytuje rozširujúci modul Render Studio. Spoločnosť využíva toto rozšírenie a je dostupné pre zamestnancov. Pre veľmi rýchlu a jednoduchú potrebu vytvorenia vizualizácie súčiastky ho možno využiť. Výsledné obrázky zaostávajú kvalitatívne za špecializovanými softvérmi. Problematické býva dosiahnutie odleskov kovov podobných realite. Výsledkom je lesklý povrch dielu, ktorý tvoria veľmi hladké plochy. Povrch sa viac podobá na sklenený materiál ako na obrobený kov. Nastavovanie scény a svetelného prostredia je oproti profesionálnym programom primitívnejšie, čo vedie k zložitejšiemu vytváraniu realistických vizualizácií objektov s vysokou odrazivosťou povrchu. V strojárstve sa prevažne pracuje s kovovými materiálmi. Analyzovaná firma sa zaoberá primárne funkčnými dielmi automobilov, ktoré tvoria prevažne rôzne kovy. Zo spomínaných dôvodov je vhodné využívať špecializovaný softvér na fotorealistické vizualizácie.

Na vytvorenie kvalitných, presných a realite veľmi podobným obrázkov firma používa program KeyShot. Príklad vizualizácie konkrétneho produktu je zobrazený na obr. 23. Umožňuje všetko, čo je potrebné pre rýchle vytvorenie fotorealistických scenérií. Dokáže zobrazovať 3D vizualizácie v reálnom čase, priebežne zlepšuje zobrazenie 3D scény vo fotorealistickej kvalite, a tým výrazne skracuje dobu potrebnú k vytvoreniu požadovaných snímok výrobku. Ponúka množstvo funkcií a s presne preddefinovanými materiálmi, prednastaveným prostredím, pokročilými možnosťami úprav a animácií materiálov umožňuje užívateľom jednoducho vytvárať marketingové snímky, fotorealistické ilustrácie alebo interaktívne konfigurátory produktov. Medzi hlavné výhody voči konkurencii patria jednoduchosť a intuitívne prostredie, rýchlosť vytvárania obrázkov, presné materiály, využívanie výkonu procesora bez potreby špeciálnych grafických kariet, pokročilé možnosti osvetlenia a vykresľovanie v reálnom čase. Softvér dobre spolupracuje s formátmi uložených modelov z CAD programov. Nevýhody môžu spočívať v obmedzených možnostiach úpravy modelov a vyššej cene. [59; 60]



Obr. 23 Príklad vizualizácie produktu v softvéri Keyshot [61].

Práca s programom nie je zložitá a s dávkou tréningu a trpezlivosti dokáže jednoduché úlohy spracovať aj neskúsený pracovník. Ak má oddelenie dostatok úloh z oblasti vizualizácií alebo sú požiadavky na vygenerované obrázky príliš vysoké, je vhodné vytvoriť pozíciu špecialistu na vizualizácie. Analyzovaná spoločnosť má dostatok úloh z danej oblasti. Skúsený pracovník dokáže plniť úlohy rýchlejšie a efektívnejšie a neštráca čas s hľadaním a vymýšľaním postupov, ako daný problém vyriešiť. Vie si vytvoriť určité štandardizácie a šablóny, ktoré môže opakovane používať. Tým sa skraca čas potrebný na vyriešenie úlohy. Školenia od špecialistov sú pomerne drahé, cena úvodného jednodňového tréningu je na úrovni 550 € za osobu [62]. Je vhodné zúčastniť sa aj ďalších nadväzujúcich školení. Prípadne si dohodnúť individuálne školenia so zameraním na potreby organizácie. Pre firmu je nevýhodné platiť školenia väčšiemu počtu zamestnancov len preto, aby bol v každom tíme alebo na oddelení pracovník, ktorý pozná daný softvér a príležitostne by riešil úlohu s danou problematikou.

Vývojové oddelenie so širokým zameraním potrebuje pre svoju prácu používať počítačové programy rôzneho druhu. Profesionálne programy nie sú bežne dostupné a na ich používanie je nutné vlastniť platnú licenciu. Ceny za licencie sa odlišujú v závislosti od konkrétneho programu, cena niektorých dosahuje hodnoty tisícov € za mesiac. Pri veľkom počte užívateľov a špecifických programov je vhodné zvážiť, či všetci zamestnanci potrebujú pre svoju prácu dané licencie a podľa potreby im možno niektoré licencie odobrať. Typy licencií pre užívateľov programu KeyShot a ich ceny sú rôzne. Pokiaľ bude zamestnanec riešiť primárne úlohy týkajúce sa vizualizácií, môžu mu byť odobrané licencie pre iné programy a tým sa opäť znížia náklady.

3.9 Problematika riadenia úloh

Riadenie úloh je činnosť, ktorej predmetom je správne zadávanie, koordinácia a kontrola úloh. Patrí medzi manažérske aktivity a pomocou zadávania úloh manažéri riadia prácu a činnosti zamestnancov. Úlohy majú konkrétne ciele a termíny, do kedy majú byť splnené. Jedná sa o jeden zo základných kameňov riadenia práce. Úlohy môžu byť zadané a kontrolované rôznymi komunikačnými kanálmi. Správne zadávanie úloh je veľmi dôležité. Hovorí sa, že zlé zadávanie úloh je najdrahšia manažérska chyba. Vhodne zadaná úloha musí mať jasný a konkrétny cieľ, vymedzený termín splnenia, mala by byť splniteľná a dosiahnuteľná a zároveň musí byť zadaná zamestnancovi, ktorý má dostatočné skúsenosti, schopnosti, vedomosti a právomoci na splnenie úlohy. [63]

Veľké firmy využívajú pre zadávanie, koordináciu a kontrolu úloh softvéry na to určené. Analyzovaná spoločnosť nie je výnimkou. Za posledných 5 rokov mohli zamestnanci dostať úlohu cez rôzne softvéry – Microsoft Excel, Microsoft Teams, S-Board, SWIM a Jira (obr. 24). K spomínaným softvérom treba pripočítať zadanie cez emailovú komunikáciu (MS Outlook), telefonáty alebo správy (MS Teams, Skype) a nakoniec ústne podanie od nadriadeného pracovníka alebo kolegu. Jedno oddelenie výskumu a vývoja používalo a používa súčasne odlišné softvéry naprieč jednotlivými tímami, aktuálne sa používa SWIM a Jira. Tímy nie sú medzi sebou izolované, ale navzájom spolupracujú. Taktiež v prípade potreby zamestnanci prestupujú medzi tímami, príp. sa úlohy presúvajú medzi tímami. Zamestnanec sa musí zakaždým naučiť pracovať s daným softvérom, čo si vyžaduje školenia, spomaľuje to odbornú prácu a tým zvyšuje náklady. Zamestnanec musí vo vlastnom záujme správne vyplňať úlohy, pretože ich stav je kontrolovaný a plnenie úloh v termínoch má vplyv na mzdu zamestnanca. Spoločnosť by mala zjednotiť softvér používaný na riadenie úloh, minimálne v rámci oddelenia výskumu a vývoja. Mala by nezaškolených zamestnancov hromadne zaučiť a tým predísť zvyšovaniu nákladov na školenia v prípade početných školení v malých skupinách.

Ako bolo spomenuté, správne zadanie úlohy je nesmierne dôležité. Stáva sa, že úloha neobsahuje všetky potrebné informácie. Nie je jasne definované kedy môže byť úloha ukončená. Práve termín splnenia úlohy je kontrolovaný a vyhodnocovaný a ovplyvňuje prémie

zamestnanca. Konštruktér spracuje úlohu v termíne a z jeho strany je uzavretá. Musí však počkať na spätnú väzbu od zadávateľa úlohy a až potom môže byť úloha dokončená. Práve neskorá spätná väzba často spôsobuje nesplnenie úlohy v termíne. V opačnom prípade, keď konštruktér úlohu uzavrie skôr ako dostane spätnú väzbu, môže zadávateľ požadovať úpravu alebo dodatočné zmeny a musela by sa vytvárať nová úloha, čo je opäť zbytočná práca. Termíny sa potom opakovane posúvajú a vzniká chaos a neporiadok v riadení úloh. Bolo by vhodné zaviesť zadávanie úloh formou čiastkových úloh, kedy sa vytvorí hlavná úloha a k nej zoznam čiastkových úloh s vlastnými termínmi na splnenie. Následne by sa vyhodnocovali termíny plnenia čiastkových úloh. Pokiaľ by bolo nutné, jednoducho sa pridá ďalšia podúloha do zoznamu. Na záver, po splnení všetkých čiastkových úloh, by bola ukončená hlavná úloha. Takéto riešenie by mohlo eliminovať vplyv neskorkej spätnej väzby na ukončovanie úloh v termíne a malo by priaznivý vplyv na prémie zamestnanca.

Aby bolo možné lepšie kontrolovať náklady na projekt, pri každej úlohe by mal byť zadany predpokladaný objem hodín potrebný na spracovanie úlohy a projektové číslo. Zamestnanec by mal potom pri každej úlohe uviesť, koľko hodín strávil na riešení úlohy. Opäť dochádza k určitej nadpráci, pretože zamestnanec je povinný účtovať svoje výkony na projekty na mesačnej alebo týždennej báze v programe SAP. V súčasnej dobe nie je možné priamo migrovať dáta zo softvérov na zadávanie úloh do výkazov v SAPe. Nie je možné ani exportovať dáta v takom formáte, aby sa dali jednoduchým skopírovaním celých riadkov vložiť do výkazov v SAPe. Takže pracovník musí zadávať hodiny do softvérov na riadenie úloh a potom práce vkladať dáta do výkazov. Príp. si môže viesť vlastnú evidenciu s predpripravenou maskou a následne skopírovať celé riadky do výkazu. Firma by mala prísť s riešením, aby bolo možné buď účtovať mesačné/týždenné výkony priamo z programov pre zadávanie úloh do SAPu, alebo vytvoriť masku pre export dát v takej forme, aby obsahovala všetky potrebné údaje a dali sa jednoducho skopírovať a vložiť do výkazu v SAPe. V ideálnom prípade zamestnanec zadá svoje odpracované hodiny a mesačné vyúčtovanie prebehne automaticky.

S účtovaním výkonov súvisí aj ten problém, že musia byť vykázané v danom mesiaci. Sú situácie, kedy projektové číslo k úlohe ešte nie je vytvorené, nie je schválené, je zablokované, neexistuje k nemu objednávka, nie je pre konkrétnu pobočku, nie je pridelené pre požadované nákladové stredisko alebo užívateľ nemá oprávnenie sa účtovať na dané číslo. V skratke, zamestnanec nevie vyúčtovať odpracované hodiny na projektové číslo. Náklady sú prísne kontrolované. Nezrovnalosti dochádzky a vyúčtovaných hodín sú problémom. Malo by sa zaviesť a dodržiavať pravidlo, že úlohy budú zadávané len s fungujúcim projektovým číslom.

Key	Summary	Progress	Assignee	Priority	Story Points	Time Spent	Status	Fix versions	Print
INIT-1	Core Products	<div style="width: 100%;"></div>	Sarah Johnson	↑	119	6w 4d 2h	IN PROGRESS		
INIT-3	Structure	<div style="width: 100%;"></div>	Eugene Lebedev	↑	119	6w 4d 2h	IN PROGRESS		
STR-1	Formulas	<div style="width: 100%;"></div>	Eugene Lebedev	↑	60	1w 3d 5h	IN PROGRESS		
STR-4	Support for JQL	<div style="width: 100%;"></div>	James Stevens	↑	15		TO DO	Structure 1.0	STR S
STR-10	Design Syntax	<div style="width: 100%;"></div>	Bob Smith	↑			TO DO		STR S
STR-5	New UX for editing of large formulas	<div style="width: 100%;"></div>	Bob Smith	↑	26	7 2d 5h	IN PROGRESS	Structure 1.0	STR S
STR-11	Design UX for long formulas editi	<div style="width: 100%;"></div>	Bob Smith	↑	7	2d 5h	DONE		STR S
STR-12	Implement new UI	<div style="width: 100%;"></div>		↑	12		TO DO		STR S
STR-6	Technical Debt	<div style="width: 100%;"></div>		↑	19	1w 1d	TO DO		
STR-3	Sync Attributes to Custom Fields	<div style="width: 100%;"></div>	Jacques Durand	↑	50	4w 1d 5h	TO DO		
STR-2	Notes Column	<div style="width: 100%;"></div>	Bob Smith	↑	9	4d	TO DO		
INIT-2	Extensions	<div style="width: 100%;"></div>	Mohammed Attar	↑	262	3w 3d 2h	IN PROGRESS		
INIT-5	Structure.Garnt	<div style="width: 100%;"></div>	Mohammed Attar	↑	166	3w 3d 2h	IN PROGRESS		
GNT-1	Sync Start/Finish Dates to Jira	<div style="width: 100%;"></div>	Ling Hong	↑	66	21	TO DO		
GNT-2	Milestones	<div style="width: 100%;"></div>	Mohammed Attar	↑	31	15 1w 4d	DONE		
GNT-3	Configurable Resources	<div style="width: 100%;"></div>	Ling Hong	↑	69	32 1w 4d 2h	IN PROGRESS		

Obr. 24 Pracovné prostredie softvéru Jira [64].

3.10 Redukcia komunikačných kanálov

Komunikácia s kolegami, nadriadenými a podriadenými zamestnancami alebo zákazníkmi a dodávateľmi je významná časť v konštruktárskej praxi. Jasné definovanie problému a správne pochopenie úlohy je nesmierne dôležité a predchádza možným budúcim nezrovnalostiam a problémom. Problémy v komunikácii môžu prinášať nervozitu a podráždenosť, čo môže následne ovplyvniť pracovný výkon zamestnanca.

Okrem osobnej komunikácie sa v práci každodenne využíva emailová a telefonická komunikácia, príp. komunikácia cez správy. Takmer všetky porady sa presunuli do online priestoru. Väčšina zadávaných úloh prichádza zo zahraničia z centrálného oddelenia. Taktiež komunikáciu so zákazníkmi alebo dodávateľmi tvoria prevažne zahraniční partneri. Častá je aj online komunikácia medzi kolegami z dôvodu využívania práce z domu. Na komunikačné účely využíva spoločnosť okrem služobných telefónov aj programy Skype for Business, MS Teams a MS Outlook.

Vytváranie online stretnutí, posielanie súborov, telefonovanie či zdieľanie obrazovky je možné prostredníctvom softvérov MS Teams a Skype. Spomínané funkcie sú pri oboch na podobnej úrovni. Zamestnanec si môže podľa vlastných preferencií vybrať, ktorý softvér bude častejšie využívať. Vzájomné prepojenie programov nie je na dostatočne dobrej úrovni. Pri hovore práve používaný komunikačný kanál automaticky neblokuje druhý program. To znamená, že počas hovoru alebo schôdze napr. cez Skype je možné zavolať pracovníkovi cez MS Teams a naopak. Neprijemné sú situácie pri prezentovaní obrazovky, keď zamestnanec zdieľa svoju obrazovku zákazníkom, dodávateľom, či kolegom a zároveň sa ho snažia kontaktovať iní zamestnanci, na ploche sa zobrazujú prichádzajúce hovory a správy.

Takáto komunikácia pôsobí neprofesionálne a môže vyvolávať nedorozumenia a konflikty. V záujme firmy by mala byť snaha eliminovať uvedené situácie. Spoločnosť by mala zapracovať na vzájomnom prepojení, resp. „komunikácii“ medzi programami. Pokiaľ bude prebiehať komunikácia prostredníctvom jedného programu, cez druhý by mala byť obmedzená a pri zdieľaní obrazovky dočasne zablokovaná. Zároveň by mal byť upozornený užívateľ na druhej strane, že snaha o kontakt nie je možná z dôvodu iného hovoru alebo prezentovania obrazovky.

MS Teams nemusí slúžiť len na komunikačné účely, pozri obr. 25. Oproti softvéru Skype poskytuje užívateľovi aj iné funkcie. Výhodou je trvalé ukladanie správ, zdieľanie súborov



Obr. 25 Benefity MS Teams, upravené podľa [65].

alebo celých priečinkov, plánovanie úloh a iné. MS Teams od svojho uvedenia dosiahol funkcionality svojho konkurenta a so svojimi vlastnosťami môže slúžiť aj pre iné potreby. Preto je zbytočné, aby firma využívala dva podobné programy a zvyšovala tak svoje náklady na softvérove vybavenie. Mala by zvážiť, či naozaj potrebuje využívať oba kanály a prípadne jeden z nich vyradiť. Vzhľadom na množstvo iných funkcií sa javí ako vhodná voľba zachovať MS Teams.

3.11 Motivácia a spokojnosť zamestnancov

K dosiahnutiu trvalej konkurenčnej výhody je potrebné zaistiť kvalifikovaných, oddaných a dobre motivovaných zamestnancov. Zamestnanci majú významný a dlhodobý vplyv na úspešnosť podniku na trhu. Kľúčové faktory ovplyvňujúce ich pracovný výkon zachytáva obr. 26. Strategické rozhodnutia, ktoré sa týkajú nábora vhodnej pracovnej sily, sú výsledkom strategického riadenia ľudských zdrojov. Organizácie sa usilujú o dosiahnutie dlhodobu vysokej úrovne výkonu svojich zamestnancov. Motivovaniu ľudí je venovaná zvýšená pozornosť a prebieha pomocou rôznych spôsobov a nástrojov. Cieľom spoločností je vytvárať a rozvíjať také motivačné procesy a pracovné prostredie, aby zamestnanci dosahovali pracovné výsledky, ktoré spĺňajú očakávania vedenia organizácií.

Pojem motivácia má v odbornej literatúre množstvo definícií, ktoré sa navzájom mierne líšia. Zhodujú sa v tom, že motivácia je nevyhnutnou súčasťou všetkých podnikov. Heller definuje motiváciu ako pocit, ktorý chce u svojich zamestnancoch dosiahnuť každý zamestnávateľ. Práca motivovaných zamestnancov odzrkadľuje ich vnútorné nadšenie pre dosahovanie čo najlepších výsledkov. Je nutné si uvedomiť, že každý človek je iný a môže byť citlivý na iné podnety. Pozitívny vzťah zamestnanca k danej úlohe vzniká z dvoch dôvodov. Splnenie úlohy je spojené so ziskom zvonku prichádzajúcich hodnôt, napr. finančná odmena. Úloha je plnená pod vplyvom vonkajších podnetov – stimulov. Druhým prípadom je stav, keď je plnenie úlohy v súlade s vnútorným presvedčením človeka. Úloha je plnená na základe vnútorných pohnútok – motívov. Stimuly a motívy môžu pôsobiť spoločne a vzájomne sa dopĺňať a posilňovať. Stimuláciou sa nazýva dej, keď je vyvolaná ochota niečo urobiť pomocou vonkajších stimulov. Pokiaľ je vyvolaná ochota na základe už existujúcich vnútorných motívov, jedná sa o motiváciu. Zlaté pravidlo motivácie hovorí o snahe priradiť vhodné úlohy vhodným zamestnancom, a teda dosiahnuť, aby každý zamestnanec pracoval na úlohe, ktorá vyhovuje jeho osobnosti, schopnostiam a záujmom. Tým sa docieli, že zamestnanec bude pracovať s maximálnym nasadením. V praxi nie je vždy možné riadiť sa zlatým pravidlom. V takýchto



Obr. 26 Faktory, ktoré ovplyvňujú výkon zamestnanca, upravené podľa [66].

prípadoch je dôležitý správny spôsob zadania úlohy. Dostatok pozornosti venovaný samotnému prijímaciemu konaniu zamestnanca môže prispieť k dodržiavaniu zlatého pravidla motivácie. [67; 68]

Motivačné teórie sa snažia vysvetliť fungovanie a pôsobenie procesu motivácie. Odborná literatúra ponúka viacero teórií, napr. Maslowova teória potrieb, Herzbergerova dvojfaktorová teória motivácie alebo teória očakávania. Motivácia má priamy vplyv na výkonnosť človeka. Pri rovnakej pracovnej spôsobilosti ľudia s priaznivejšou motiváciou podávajú vyšší výkon ako demotivovaní ľudia. Všeobecne platí, že pracovný výkon človeka je ovplyvnený subjektívnymi (motivácia, schopnosti) a objektívnymi faktormi (možnosti, pracovné podmienky). Organizácia môže mať všetky zložky do určitej miery pod kontrolou. Žiadúca úroveň výkonu je podmienená žiadúcou úrovňou motivácie. S rastúcou motiváciou ale nemusí rásť výkon jedinca. Dosiahnutie požadovanej úrovne motivácie je primárnym cieľom firemných motivačných programov.

V dnešnej dobe nie je stredobodom pozornosti zamestnancov alebo uchádzačov o zamestnanie len výška mzdy, ale aj pracovné podmienky. Firemné benefity sú dôležitou súčasťou pracovného života. Pomáhajú zvyšovať spokojnosť zamestnancov a zároveň ich motivujú k vyššej výkonnosti. Najmä mladí ľudia prikladajú vysokú dôležitosť rovnováhe medzi pracovným a osobným životom. Analyzovaná spoločnosť ponúka množstvo finančných benefitov:

- 13. a 14. plat,
- bonus za hospodársky výsledok,
- príspevok na bývanie pri nástupe do zamestnania,
- príspevok zamestnávateľa na doplnkové dôchodkové sporenie,
- príspevok na jazykové vzdelávanie,
- príplatok za vedenie odbornej praxe,
- mentorský príplatok,
- odmeny za zlepšovacie návrhy a drobné zlepšenia,
- príspevok na stravu,
- príspevok na dopravu do zamestnania,
- príspevok za darcovstvo krvi,
- príspevok pri prvom odchode do starobného dôchodku,
- príspevok pri narodení dieťaťa,
- príspevok pri úmrtí zamestnanca, rodinného príslušníka,
- príspevok pri životných jubileách,
- odstupné navyše pri odpracovaní viac ako 10 rokov,
- pracovné voľno s náhradou mzdy (pri úmrtí rodinného príslušníka, pri narodení dieťaťa, 3 dni pre osamelé ženy alebo mužov starajúcich sa o deti do 15. roku veku),
- oceňovanie najlepších zamestnancov,
- jubilanti (zamestnanci, ktorí v danom roku odpracovali vo firme 10 a 25 rokov),
- príspevok pri dlhodobej práceneschopnosti,
- nástupný bonus,
- odporúčací program. [69]

Okrem finančných benefítov ponúka aj formu nefinančnej motivácie:

- pružná pracovná doba s možnosťou využitia práce z domu,
- sociálny program spoločnosti,
- spoločenské a športové podujatia pre zamestnancov,
- drobné reklamné predmety,
- možnosť kariérneho a odborného rastu kmeňových zamestnancov,
- 37,5 hodinový pracovný čas,
- pitný režim,
- MultiSport karta,
- vitamínové balíčky. [69]

Medzi ďalšie nezanedbateľné benefity patrí možnosť bezplatného využívania vzdelávacích portálov Seduo a goFLUENT. K významným činiteľom patrí každoročná valorizácia mzdy. V závislosti od postavenia v spoločnosti firma ponúka ďalšie benefity ako služobné telefóny a autá. Napriek tomu, že sa jedná o stabilné pracovné miesto v zahraničnej spoločnosti a firma ponúka svojim zamestnancom veľké množstvo benefítov, medzi ktoré možno zaradiť na Slovensku veľmi obľúbenú flexibilnú pracovnú dobu s možnosťou využitia práce z domu a možnosť odborného vzdelávania, zamestnanci sa necítia príliš spokojní. Na základe firemného prieskumu z roku 2022, ktorého sa zúčastnili takmer dve tretiny zamestnancov, boli dosiahnuté najhoršie výsledky v oblasti motivácie a komunikácie. Medzi slabé stránky, a teda oblasti, kde vzniká priestor na zlepšenie, sa radí otvorenosť vo vyjadrovaní svojich názorov, otvorená a úprimná komunikácia, nedostatočné uznanie zamestnancov za dobre vykonanú prácu, nedostatočná motivácia zamestnancov a nedôvera v uplatnenie kariérnych cieľov.

Zlepšená motivácia na pracovisku má množstvo výhod, vrátane tých, ktoré sú zobrazené na obr. 27. Zvýšenie motivácie môžu pozitívne ovplyvniť nové benefity. Konkurencia na trhu práce je veľká a je potrebné udržiavať súčasné trendy vo firemných benefitoch, príp. ponúknuť ešte zaujímavejšie výhody ako konkurencia. Medzi benefity, ktoré absentujú vo firme, ale konkurencia ich ponúka, patria tzv. „sick“ days (voľno kvôli chorobe) a „bridge“ days (voľno prepojujúce sviatky a víkendy), dovolenka nad rámec zákona, príspevok na dovolenku,



Obr. 27 Benefity zvýšenej motivácie na pracovisku, upravené podľa [70].

dorovnanie mzdy pri práceneschopnosti, možnosť zakúpiť akcie spoločnosti, kúpa tovaru so zľavou, materská škola pre deti zamestnancov, platené voľno za dobrovoľnícku činnosť.

Dôvod nízkej motivácie zamestnancov nemusí byť v nedostatočných benefitoch, ale môže vyplývať z frustrácie z práce a nevhodnej komunikácie. Frustrácia a zlosť môže nastúpiť už pred samotným príchodom do práce. Celý región, mesto a hlavne ľudia trpia kvôli nedostatočne vybudovanej dopravnej infraštruktúre. Kolóny sa tvoria na dennom poriadku, cesta do a z práce trvá neprímerane dlhý čas, ktorý nie je zaplatený a mohol byť strávený užitočnejším a príjemnejším spôsobom. Spoločnosť v spolupráci s autobusovým dopravcom ponúka hromadnú dopravu na cestovanie kvôli práci. Využívanie hromadnej dopravy nezaručuje rýchlejší spôsob cesty do práce, naopak, často trvá ešte dlhšie. Väčšina zamestnancov vo firme pracuje na robotníckych pozíciách vo výrobe s pevne určeným časom nástupu do práce. V závislosti od pracovného režimu, začína pracovná zmena o 6., 14., 18. alebo 22. hodine. V týchto časoch zaviedla spoločnosť bezplatnú kyvadlovú dopravu zo železničnej stanice do areálu firmy v snahe zlepšiť dopravnú situáciu a problémy s parkovaním. Pracovníci s flexibilnou pracovnou dobou sa musia prispôbiť hromadnej doprave, pokiaľ ju chcú využívať na cestovanie, a tým pádom benefit pružnej pracovnej doby pre nich stráca zmysel.

Ďalší problém spojený s dopravou je nedostatočná parkovacia kapacita závodu. Zloženie pracovnej sily sa v posledných rokoch výrazne mení. Ubúdajú robotnícke pracovné miesta s pevným začiatkom pracovnej zmeny a pribúdajú špecializované pozície s pružnou pracovnou dobou. Silná orientácia na elektromobilitu a prudký rozvoj oddelenia výskumu a vývoja spôsobujú fakt, že podporovaná hromadná doprava nevyhovuje stále väčšiemu počtu zamestnancov. Novoprijatí odborníci z rôznych kútov krajiny, ale aj zo zahraničia, často preferujú bývanie v neďalekom krajskom meste. Lokalita podniku nie je atraktívna pre nájdenie si nového bývania, ide totiž o relatívne malé mesto s pomerne slabou občianskou, kultúrnou a športovou vybavenosťou. Preto má stále viac zamestnancov potrebu využívať na dopravu do práce vlastný automobil. Z komunikácie vedenia môžu mať zamestnanci pocit, že problém s parkovaním nemá vysokú prioritu. Argumenty o vysokých investíciách do hmotného a nehmotného zázemia v posledných rokoch, o podpore hromadnej dopravy a o odporúčaní, aby miestni zamestnanci nevyužívali na cestu do práce svoje automobily, nenachádzajú u bežných pracovníkov pochopenie.

Firma, ktorá vo svojej vízii hovorí o udržateľnosti a klimatickej neutralite a korporátne strategické ciele výrazne podporujú podobné myšlienky, by mala venovať viac pozornosti podpore „zelených“ riešení dochádzania do práce. Obzvlášť keď problémy s dopravou a parkovaním postihujú väčšinu zamestnancov, ale aj obyvateľov mesta a okolitých obcí. Niektoré možné riešenia problému s parkovaním si vyžadujú investície, ktoré priamo nezvyšujú produkciu a zisk spoločnosti. Môže to byť dôvod, prečo je ťažké získať finančné prostriedky od materskej spoločnosti na vybudovanie nových parkovacích miest. Z finančných dôvodov by mohla byť preferovaná motivácia zamestnancov k dochádzaniu do práce inými spôsobmi. Napr. zdieľané cestovanie s kolegami, jazda na vlastnom alebo verejnom bicykli či chôdza. O takýchto riešeniach sa hovorí, ale reálne zamestnanec necíti podporu a v alternatívnom spôsobe cestovania do práce nevníma pre seba žiadnu výhodu. Spoločnosť má vybudované stanovišťa na odkladanie bicyklov zamestnancov, taktiež sa v bezprostrednej blízkosti nachádza stanovište verejných bicyklov, ktoré si môžu ľudia za malý poplatok prenajať. Negatívnym argumentom je fakt, že nie sú vybudované bezpečné dopravné spojenia najmä pre cyklistickú dopravu k firme. Rokovania o výstavbe cyklotrás prebiehali, sú v záujme mesta a vyššieho územného celku. Ich vybudovanie je bodom takmer v každej predvolebnej kampani, avšak len málo občanov verí, že sa výstavba v blízkej dobe uskutoční. Spoločnosť sa snažila vyrokovať vybudovanie železničnej zastávky v blízkosti firmy, toto riešenie však nebolo realizované. Taktiež podporuje dobudovanie diaľnice v regióne a postavenie diaľničného privádzача do priemyselnej zóny. Výstavba diaľničného privádzача sa realizuje a mala by byť

ukončená koncom roku 2023. Napriek viditeľnej snahe o zmenu k lepšiemu majú zamestnanci nedostatočný pocit podpory v oblasti mobility. Ak by však prišla podpora zo strany vedenia podniku vo finančnej forme, situácia sa môže radikálne zmeniť. Či už vo forme finančného príspevku, príspevku na prenájom verejných bicyklov, vyššej dotácie na stravovanie, dni voľna, dlhšej prestávky alebo kratšieho pracovného času, príp. zbieraním minút do časového konta.

Ďalším možným riešením je zapájanie sa do kampaní, ktoré podporujú alternatívne spôsoby prepravy, napr. kampaň Do práce na bicykli. Dôvody, prečo by mala mať spoločnosť čo najviac zamestnancov dochádzajúcich do práce na bicykli, sú nasledovné:

- zamestnanci dochádzajúci do práce na bicykli sú počas roka v priemere až o 2 dni menej práceneschopní ako ich kolegovia, ktorí dochádzajú do práce autom,
- fyzická aktivita pred začiatkom pracovného dňa zvyšuje výkonnosť zamestnancov až o 15 % a znižuje ich náchylnosť robiť v práci chyby až o 27 %,
- zamestnanec dochádzajúci do práce na bicykli je dokázateľne spokojnejší, sebavedomejší a je odolnejší voči stresu. [71]

Zároveň sú zrejmé benefity z pohľadu zamestnávateľa:

- ušetrené financie – na budovanie parkovacích miest či na parkovné zamestnancov, na firemné autá využívané len v rámci mesta, na organizáciu teambuildingu,
- dokáže sa, že ste spoločensky zodpovednou organizáciou – zamestnávateľ sa stará o zdravie svojich zamestnancov a chráni životné prostredie v meste,
- zamestnávateľ sa stane atraktívnejším pre kvalitných uchádzačov o prácu v spoločnosti – firemná politika priateľská k cyklistom je pre moderného zamestnanca zaujímavým benefitom. [71]

Zamestnávateľ môže zamestnancov podporiť zakúpením reklamných predmetov kampane alebo pridať vlastné reklamné predmety. Taktiež môže v prípade platených kampaní uhradiť štartovné. Jedným z benefitov môže byť aj sebaaprezentácia firmy smerom von, k občanom a konkurencii. Môže práve takouto pozitívnou cestou upozorniť na seba, zlepšiť si reputáciu a prilákať nových zamestnancov.

Návrhy na zlepšenie dopravnej situácie a problémy s parkovaním:

- vybudovanie parkovacieho domu,
- vybudovanie parkovacích miest na vlastných pozemkoch v areáli firmy,
- vybudovanie parkovacích miest na vlastných pozemkoch v okolí areálu firmy,
- vybudovanie parkovacích miest v spolupráci s mestom na mestských pozemkoch v okolí areálu firmy,
- vyšší príspevok pri využití hromadnej autobusovej dopravy,
- príspevok pri využívaní vlakovej dopravy,
- zavedenie benefitov pri využití alternatívnych spôsobov dopravy – zdieľané cestovanie, chôdza, jazda na bicykli, verejných bicykloch, kolobežke a pod.,
- zapájanie sa do kampaní, ktoré podporujú alternatívne spôsoby dochádzania do práce,
- zavedenie efektívneho systému rozdelenia práce v kancelárii a práce z domu,
- spolupráca a vyvíjanie tlaku na mesto, vyšší územný celok a štát v otázkach vybudovania cyklotrás, chýbajúceho úseku diaľnice a zlepšenie dopravnej infraštruktúry.

Celosvetová pandémia Covid-19 zmenila prístup firmy k práci z domu, tzv. „home office“. V minulosti bola práca z domu možná len vo výnimočných prípadoch. S nástupom pandémie a nariadeniami vlády sa situácia zmenila a na pozíciách, ktorých povaha práce to umožňuje, sa home office stal vítaným benefitom. V určitom období boli zamestnanci nútení pracovať

výhradne z domu. Veľa z nich investovalo vlastné prostriedky do vybavenia domáceho pracovného miesta. V tomto smere sa zamestnávateľ nevyznamenal a neposkytol kancelárske vybavenie zamestnancom v takej miere, aby mohli pracovať z domu pohodlne a s rovnakou výkonnosťou ako v kancelárii. Boli komunikované príspevky na kancelárske vybavenie, ich realizácia sa ale neuskutočnila. Štandardné pracovné miesto v kancelárii zahŕňa stolový počítač alebo laptop, 2 obrazovky, polohovateľný pracovný stôl, ergonomickú stoličku, klávesnicu, slúchadlá s mikrofónom, myš, kontajner na osobné veci a šatníkovú skrinku. Vzhľadom na uvedené, domáce plnohodnotné vybavenie pracoviska si vyžaduje investíciu viac ako 1000 €. Nie všetky veci sú potrebné pre občasnú prácu z domu. Ale napríklad práca konštruktéra len na obrazovke laptopu bez externých monitorov je nepredstaviteľná. Práca na viacerých monitoroch zvyšuje produktivitu o 42 % [72].

Taktiež by zamestnávateľ nemal argumentovať len tým, že je umožnená práca z domu, ale mal by sa inšpirovať konkurenciou a zamestnancom prispieť na energie počas práce z domu. Pravidlá pre prácu z domu sú nejasné a často sú rozhodnutia komunikované na poslednú chvíľu. Tiež sú závislé od oddelení a zamestnanci vnímajú rozdielne dodržiavanie pravidiel naprieč celou firmou. Je dôležité spomenúť, že nie každému práca z domu vyhovuje. Niektorí naopak prišli do zamestnania s tým, že práca z domu nie je problém a radi by ju využívali v maximálnej možnej miere. Pandémia ustúpila a na niektorých oddeleniach je snaha vrátiť ľudí do kancelárií a obmedziť prácu z domu. Aby sa predišlo nespokojnosti a pocitu diskriminácie, je nutné nastaviť jednoznačné, vhodne odkomunikované pravidlá v súlade s modernými trendami v tejto oblasti.

Jedným z faktorov, prečo sú mnohí zamestnanci v práci nespokojní, aj keď nemajú zlý plat, je chýbajúca možnosť rozvoja. Ako hlavný dôvod odchodu zo zamestnania podľa LinkedInu uviedlo až 83 % zamestnancov dôvod, že nemali pocit posunu vo svojej kariére. Výskum Humu hovorí, že ľudia, ktorí nevidia príležitosť rastu, chcú 7,9-krát viac odísť zo svojej pozície napriek tomu, že majú svoju prácu radi. Rozvoj a kariérne možnosti by nemali byť podceňované, pretože môžu výrazne ovplyvniť spokojnosť pracovníkov a môžu viesť až k odchodu zo zamestnania. Zamestnávateľ by mal pomôcť zamestnancom prehodnotiť kariérny rozvoj a definovať ho z iného pohľadu ako je klasický rebríček pracovného postupu. Ľudia tak môžu širšie premýšľať o tom, čo očakávajú od svojej kariéry a môžu tak rásť pre nich zmysluplnejšími spôsobmi. [73]

4 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOTENIE

Navrhované opatrenia nemajú za cieľ meniť výrobné portfólio spoločnosti. To je určené centrálnou jednotkou. Jednotlivé podniky koncernu sú súčasťou nadnárodnej skupiny, kde každý závod zaujíma určité miesto. Konkrétne podniky bývajú často špecializované na určitú skupinu produktov, disponujú potrebným vybavením, znalosťami a skúsenosťami. Snažia sa plniť si svoje úlohy v rámci skupiny čo najlepšie.

Príprava technickej dokumentácie sa riadi internými pokynmi, ktoré sa v rámci možností nepretržite optimalizujú. Pracovné postupy musia byť v rámci koncernu jednotné. Z tohto dôvodu nie je reálne, aby jednotlivé pobočky, príp. samostatné oddelenia, vytvárali a používali vlastnú metodiku na prípravu technickej dokumentácie. Väčšiu polovicu technickej prípravy výroby tvoria rutinné činnosti, čo je dôvod na to, aby sa im venovala dostatočná pozornosť. Práca sa teda zameriava na oblasti, ktoré vplyvajú na proces prípravy technickej dokumentácie a je možné ich z pohľadu podniku alebo oddelenia ovplyvniť.

Je nutné chápať, že sa podnik delí na viaceré jednotky podľa svojej činnosti. Najväčšiu časť zamestnancov tvoria pracovníci vo výrobe. Len približne 5 až 6 % zamestnancov (približne 230 ľudí) tvorí oddelenie R&D, ktorému sa primárne práca venuje. V horizonte 2 až 3 rokov by mal počet zamestnancov oddelenia narásť až na približne 500 pracovníkov. Napriek relatívne nízkemu počtu zamestnancov voči celkovému počtu v podniku sa radí miestne R&D oddelenie medzi najväčšie v krajine. Koncern v ostatných rokoch investoval veľké finančné prostriedky do rozvoja R&D oddelenia, čo dokazuje aj výstavba novej budovy, ktorú bez obáv možno zaradiť medzi najmodernejšie a najekologickejšie kancelárske priestory v republike. Oddelenie produkuje vysokú pridanú hodnotu, zamestnáva ľudí z rôznych kútov krajiny a zahraničia a stáva sa atraktívnym pracovným miestom.

Práca sa zameriava na analýzu oddelenia R&D, konkrétne na oddelenie konštrukcie. Výsledkom sú návrhy, ktoré pomôžu vylepšiť, zjednodušiť, zrýchliť alebo spríjemniť činnosti pracovnej náplne konštruktéra. Návrhy spadajú do rôznych oblastí, preto budú vyhodnotené po jednotlivých skupinách – softvérové možnosti, optimalizácia procesov a riadenia, motivácia a benefity.

Softvérové vybavenie oddelenia je na vysokej úrovni. Pre špecializované pozície a úkony sú dostupné na to určené programy. Spoločnosť disponuje mnohými veľmi drahými licenciami. Napriek tomu nevyužíva oddelenie celkový dostupný potenciál. Zamestnanci často ani len netušia, ktoré softvéry môžu využívať. Vykonávajú svoju činnosť na základe rutiny a nemajú snahu veci zlepšovať. Inovácie sú nevyhnutné na udržanie konkurencieschopnosti.

Moderným prístupom v strojárskom priemysle sú 3D výkresy a teda definícia založená na modeloch. Podľa výskumov dokáže prístup MBD zredukovať čas procesu návrh – výroba – kontrola o cca. 78,4 % a fázu stavby prototypov o 50 %. Nespornou výhodou je redukcia nejasností vyplývajúca z výkresovej dokumentácie o 40 %. Firma disponuje softvérovým vybavením, ktoré umožňuje aplikovať MBD prístup. Nevznikajú dodatočné náklady spojené s obstarávaním licencií. Náklady spojené so zaškolením pracovníkov v hodnote 550 € na zamestnanca, sú pri značnom zrýchlení procesov a eliminácii chýb z dlhodobého hľadiska zanedbateľné [74].

Ďalším, zriedka používaným modulom, je rozšírenie Tolerance Analysis Extension. Pomáha konštruktérom s výpočtom tolerančných analýz, ktoré sú v niektorých prípadoch náročnou úlohou. Spoločnosť vlastní licenciu na dizajnový balík, ktorý obsahuje daný modul. Náklady na dodatočné licencie sú nulové. Merateľný prínos je ťažko definovateľný, pretože závisí od konkrétneho zadania úlohy. Už len správne určenie tolerančného reťazca dokáže v niektorých prípadoch ušetriť rádovo hodiny. Odhadom dokáže modul TAX skrátiť čas potrebný na výpočet tolerančnej analýzy o 20 až 50 %. Náklady spojené so školením personálu sa nepodarilo získať.

Rozvoj nových technológií ako umelá inteligencia a vylepšovanie už existujúcich, napr. aditívnych technológií, prináša možnosti pre inovatívne riešenia produktov. V automobilovom, ale aj inom priemysle, sú prísne požiadavky na hmotnosť a pevnosť dôležitými faktormi pri konštruovaní produktov. Splniť náročné podmienky a zároveň znížiť náklady na materiál môže pomôcť využívanie generatívneho dizajnu a topologickej optimalizácie. Obe technológie ponúkajú rozšírenia používaného softvéru na modelovanie - Generative Design Extension a Generative Topology Optimization. Využívanie modulov dokáže preukázateľne pomôcť vyvíjať riešenia, ktoré môžu spájať viacero komponentov do jedného, redukovať hmotnosť použitého materiálu o 10 až 50 % a zvyšovať pevnosť až o 20 %. Pokiaľ by podnik dokázal znížiť náklady na spotrebovaný materiál o 10 %, znamenalo by to úsporu okolo 32,4 mil. € (údaje za rok 2021). Organizácia disponuje plávajúcou licenciou.

Montážne návody a podobné inštrukcie je možné vytvárať viacerými postupmi. Zaužívaný spôsob – 3D model, snímky obrazovky a MS PowerPoint, nepôsobí profesionálne. Softvér Creo Illustrate umožňuje vytvárať 3D animácie pre rozličné aplikácie z CAD dát. Takto vytvorená dokumentácia dokáže zlepšovať presnosť potrebných úkonov, skrátiť čas úkonov a prispieva k nárastu spokojnosti zákazníka. Kvantifikovať prínos je obtiažne, diely sú špecifické a rozdiel hodnoty môže byť extrémny. Taktiež úkony, ktoré sa majú vykonávať na základe inštrukcií, sú rôzneho charakteru. V situáciách, kedy by mohol byť kvôli nejednoznačným inštrukciám znehodnotený produkt, nástroj alebo stroj, je presný a jasný návod na nezaplatenie. Organizácia opäť ponúka svojim zamestnancom plávajúcu licenciou. Úvodné školenie si vyžaduje investíciu vo výške 550 € na zamestnanca [74].

Možnosť spravovať rozšírenia a konfiguračné voľby softvéru Creo Parametric zvyšujú pohodlie a znižujú frustráciu konštruktérov. Pomáhajú zrýchľovať ich prácu. Tiež si môžu prispôbiť pracovné prostredie tak, aby sa im lepšie pracovalo alebo ako boli zvyknutí v predchádzajúcom zamestnaní. Odhad úspory času by bol individuálny podľa povahy vykonávanej práce. Klávesové skratky ušetria rádovo sekundy. Avšak pri častom opakovaní jednoduchých príkazov dochádza ku kumulácii časovej úspory. Porovnanie funkčnosti a využívaného výkonu pri práci s „čistým“ Creom bez rozšírení a pri bežnej prevádzke vo firemných podmienkach nebolo možné uskutočniť.

Špecialista dokáže vykonávať svoju prácu efektívnejšie. Jeho schopnosti a skúsenosti umožňujú spracovať úlohu v kratšom čase. Vie identifikovať spočiatku skryté problémy, zamerať sa na ne vo fáze prípravy, a tak im v neskorších fázach predchádzať. Tvorba fotorealistických vizualizácií si vyžaduje skúsenosti. Vytvorenie pozície špecialistu na ich vytváranie by prinieslo priestor na zdokonaľovanie sa v tejto činnosti. Dostatok úloh vie vyplniť celý pracovný fond zamestnanca. Na základe skúseností vie odborník na danú problematiku vytvoriť vizualizáciu o 30 až 40 % rýchlejšie ako pracovník, ktorý sa venuje ich tvorbe len sporadicky. Každá úloha je iná, nadobúdanie skúseností súvisí práve s dostatkom rozmanitých úloh. Komplexné školenie vyžaduje náklady v hodnote 2750 € [64]. V súčasnosti je vhodné vytvoriť 1 miesto špecialistu. Ak by bolo potrebné, do budúcnosti sa môže počet navýšiť. Zaškolenie nových zamestnancov na pozícii by mohlo byť potom v réžii prvého špecialistu, čím by sa eliminovali ďalšie náklady na zaškolenie.

Zjednodušenie zmenového konania je z pohľadu zamestnanca vítaný návrh. Z pohľadu zamestnávateľa to pravdepodobne nie je možné. Aj keď je postup medzi produktami odlišný, sú nastavené pravidlá pre produktové skupiny, ktoré sa musia dodržiavať. Často na jednej zmene na komponente pracuje medzinárodný tím z rôznych závodov. Oddelenie môže z vlastnej iniciatívy vypracovať nové adresné školiace materiály. Vyčlenenie času v rozsahu 1 až 2 dni pre zamestnanca, ktorý pripraví materiály je dostačujúce. Náklady oddelenia by sa takýmto krokom jednorázovo zvýšili o približne 260 až 520 €. V porovnaní s možnými nákladmi pri chybnom zmenovom konaní, sú náklady vynaložené na vytvorenie školiacich materiálov zanedbateľné.

Riadenie úloh je proces, ktorý je opäť určený centrálnou. Oddelenie môže pripomienkovať svoje návrhy na vylepšenia, úplna zmena softvéru je ale nepravdepodobná. Zo skúseností vyplýva, že tlak tímov na vedenie a centrálu dokáže ovplyvniť ich rozhodnutia v prospech tímov. Organizácia dokáže určité funkcie zariadiť. Priame prepojenie medzi softvéromi Jira a SAP kvôli účtovaniu hodín, je veľmi nepravdepodobné. Naopak, naprogramovanie funkcie na export vyučovaných hodín strávených riešením konkrétnych úloh v požadovanom formáte je možný. Odhad ceny je v rozmedzí 5000 až 10000 €. Oddelenie môže apelovať na správne zadávanie úloh, ktoré obsahuje všetky potrebné informácie, a tým predchádzať problémom. Náklady s tým spojené sú nulové, pričom spokojnosť zamestnanca sa zvyšuje.

Používanie dvoch podobných komunikačných kanálov (Skype for Business a MS Teams) je neefektívne a vedie k nárastu nervozity zamestnancov. Vzhľadom na funkcie spomínaných programov by mal byť zachovaný len MS Teams a druhý by sa mal prestať používať. Vzhľadom na najnovšie informácie (máj 2023) by sa naozaj mal Skype do roku 2025 prestať používať na firemnú komunikáciu. Prechodné obdobie bolo teda z technických príčin nevyhnutné. Napriek prechodnému obdobiu 2 – 3 roky v minulosti a ďalšiemu dvojročnému obdobiu v budúcnosti, sa javí dĺžka prechodného obdobia ako príliš dlhá. Závod môže skrátením prechodného obdobia ušetriť náklady spojené s údržbou a podporou pri riešení problémov.

Samostatnú kategóriu na vyhodnotenie tvoria firemné benefity a motivácia zamestnancov. Nesúvisia priamo s technickou prípravou výroby. Majú vplyv na výkon a spokojnosť zamestnanca, a tým nepriamo ovplyvňujú aj TPV. Niektoré návrhy sa zložito vyčíslujú a z dostupných zdrojov ich nie je možné overiť. Firma sa snaží ponúkať zaujímavé benefity, ktorých je veľké množstvo. Zamestnanci často vidia len to, čo oni nemajú a konkurenčné firmy áno.

Medzi žiadané benefity patrí tzv. „sick day“ a dovolenka nad rámec zákona. Pretože nie je možné overiť náklady vo výrobe a na iných oddeleniach, bude približný prepočet nákladov vzťahovaný len na oddelenie R&D. Pri poskytnutí 2 dní na prekonanie choroby – „sick day“ za rok pre každého zamestnanca a pri navýšení dovolenky o 5 dní za rok na zamestnanca sú náklady nasledovné:

- 2x „sick day“: 120 750 € / rok,
- 5 dní dovolenky navyše: 301 875 € / rok.

Výpočet nie je možné analogicky vzťahovať na pracovníkov vo výrobe. Zavedenie benefitov len pre určitú skupinu nie je v praxi možné. Vyvolalo by to obrovskú vlnu nevoľe a protestov. Pokiaľ by spomínané benefity platili pre celú firmu, náklady by boli mnohonásobne vyššie.

So spokojnosťou zamestnancov súvisí negatívna dopravná situácia a nedostatok parkovacích miest. Výstavba vonkajšieho parkoviska alebo parkovacieho domu musí spĺňať legislatívne požiadavky a nesmie byť v rozpore s územným plánom mesta. Na základe rešerše ceny parkovacích domov nie je možné odhadnúť cenu za výstavbu. Rozdiely v cenách sú veľké a výsledný odhad by mohol byť veľmi nepresný. Vzhľadom na podobu parkovacích miest a úpravu okolitej infraštruktúry sa môže cena pohybovať rádovo od desaťtisícov po milióny €. V každom prípade sa jedná o značnú investíciu. Finančné možnosti firmy a prekážky výstavby nie sú známe.

Spoločnosť by sa mala zamerať na aktívnu podporu alternatívnych možností dochádzania do práce. Ak ale zamestnanci nepocítia finančnú podporu, veľa z nich bude iné formy motivácie ignorovať. Nezľavnené cestovné z okolitých okresných miest je pri využití vlakovej dopravy priemerne o približne 45 % lacnejšie ako pri využívaní autobusovej dopravy. Spoločnosť hradí 55 % z ceny autobusovej dopravy. Podmienkou je používanie dopravnej karty dopravcu, čo znamená, že pasažier má nárok na zľavnené cestovné o približne 20 %. Priemerná výška dotovanej čiastky spoločnosťou na jednu cestu z dvoch najbližších okresných miest pri využití

autobusovej dopravy je na úrovni 0,76 €. Ak by spoločnosť dotovala rovnakou absolútnou čiastkou vlakovú dopravu, dosahovala by cena za železničné spojenie z blízkeho okolia pre zamestnancov len cca. 18 % pôvodnej hodnoty. Mnoho zamestnancov preferuje viac vlakovú dopravu ako autobusovú. Dotácia železničnej dopravy dáva zmysel aj vzhľadom na preťažené hlavné ťahy v regióne a každodenné dopravné zápchy v meste, kde pôsobí analyzovaná firma. Spomínaná absolútna čiastka s prehľadom prevyšuje cenu prenájmu verejných bicyklov, potrebnú na dochádzanie do práce. Príspevok v obdobnej čiastke by mohol byť poskytnutý aj pri využití ďalších alternatívnych spôsobov cestovania do práce – bicykel, chôdza, kolobežka a iné. Ak by 25 % zamestnancov firmy dostávalo príspevok za alternatívny spôsob dopravy vo výške 0,76 € za jednu cestu, zamestnanci by sa takýmto spôsobom dopravovali do práce 50 % pracovných dní za rok, ročné náklady by boli na úrovni približne 0,21 mil. €.

Podpora práce z domu je oblasťou, ktorá zaostáva a môže pozitívne ovplyvniť spokojnosť a výkonnosť zamestnancov. V prvom rade je potrebné stanoviť jasné pravidlá a zabezpečiť ich dodržiavanie v rámci celej firmy. Mal by byť stanovený počet dní v kancelárii a práce z domu za týždeň alebo mesiac. V konkurenčnej spoločnosti si zamestnanci mohli zvoliť dochádzkový režim (napr. 4 dni práca z doma a 1 deň v kancelárii) podľa vlastných preferencií. Spoločnosť môže stanoviť dochádzkový režim buď na základe individuálnej dohody so zamestnancom alebo zvoliť rovnaké pravidlá podľa svojho uváženia. Na základe zvoleného režimu by potom mala stanoviť príspevok na spotrebované energie. Napr. príspevok 10 € mesačne pre každého zamestnanca oddelenia sa rovná ročným nákladom vo výške 27600 €. Plnohodnotná práca z domu si vyžaduje adekvátne kancelárske vybavenie. Vhodné vybavenie predchádza zdravotným problémom a napr. používanie viacerých monitorov zvyšuje produktivitu práce o 42 %. Spoločnosť by mala v záujme udržania vysokej produktivity práce finančne prispieť na domáce vybavenie pracovného miesta. Príspevok v hodnote 500 € pre zamestnanca oddelenia na kancelárske vybavenie sa rovná jednorázovej investícii v hodnote 115000 €.

ZÁVER

Navrhnutie, vyvinutie a uvedenie nového produktu na trh si vyžaduje veľa úsilia. Celý proces je veľmi komplexný a ovplyvňujú ho rôzne oblasti, ktoré zdanlivo nemajú súvis s daným produktom. Výrobný proces v moderej dobe, s dôrazom na udržateľnosť a s prihliadnutím na silné konkurenčné prostredie v automobilovom priemysle, nutne potrebuje využívať efektívne procesy na udržanie konkurencieschopnosti. Dôsledná technická príprava výroby je tak rozhodujúcim faktorom v celom procese. V menších firmách je určitá voľnosť v procese prípustná. Naopak, pri veľkých korporátoch, kde je požadovaný štandardizovaný postup pre podniky v rôznych krajinách a kultúrach, je miera voľnosti v pracovných postupoch podstatne menšia.

Analyzovaná spoločnosť je súčasťou nadnárodnej skupiny. Portfólio výrobkov určuje centrálna spoločnosť. Firemné pravidlá a predpisy riadia väčšinu procesov v podnikoch skupiny. Práca sa preto zameriava na čiastkové činnosti, ktoré môžu byť optimalizované v konkrétnom závode a na konkrétnom oddelení. Technická príprava výroby je rozsiahla činnosť. Analýza všetkých jej častí by presahovala rozsah diplomovej práce. Preto sa analýza sústreďuje najmä na konštrukčnú časť technickej prípravy výroby a zaoberá sa faktormi, ktoré vplyvajú na prácu konštruktéra na oddelení výskumu a vývoja.

Vhodné softvérové vybavenie je základným pracovným nástrojom konštruktéra. Napriek tomu, že oddelenie disponuje širokou škálou licencií na špecializované softvéry a ich rozširujúce moduly, nevyužíva potenciál dostupných nástrojov v plnej miere. Princíp 3D výkresov, teda definícia založená na modeloch, sa taktiež nevyužíva. Používanie rozšírení programov dokáže zjednodušiť, zrýchliť a spresniť prácu konštruktéra. Využívanie generatívneho dizajnu vie prinášať prevratné riešenia a významne redukovat' objem spotrebovaného materiálu.

Opačný prípad, a teda nadmerné využívanie rôznych softvérov na podobnú činnosť, sa vyskytuje pri riadení úloh, zmenovom konaní a komunikácii. Zbytočne komplikované procesy a duplicitné softvéry vyžadujú väčšiu pozornosť konštruktérov, a tým ich oberajú o čas potrebný na riešenie svojich primárnych úloh.

Výkonnosť zamestnanca je ovplyvnená mnohými faktormi. Motivácia a pracovné prostredie sú jedným z nich. Firma ponúka rozsiahle benefity. Mala by však zvážiť zavedenie nových, atraktívnych benefítov po vzore konkurencie.

Spokojnosť a náladu v rámci celej firmy negatívne ovplyvňuje aj zlá dopravná situácia v meste a regióne spolu s nedostatkom parkovacích miest. Spoločnosť, s tak silnou orientáciou na udržateľnosť a zelené riešenia, by mala svoje myšlienky lepšie prenášať do reality a vo väčšej miere podporovať alternatívne spôsoby dopravy do zamestnania.

Cieľom diplomovej práce bolo navrhnúť zmeny v procese technickej prípravy výrobného portfólia konkrétnej organizácie. Vzhľadom na charakter spoločnosti, považujem stanovené ciele práce prostredníctvom návrhov na zlepšenie čiastkových procesov, za splnené.

ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

1. CARSTENS, Björn. The world of work is being upended. In: *Schaeffler tomorrow* [online]. April 2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://schaeffler-tomorrow.de/en/article/the-world-of-work-is-being-upended>
 2. Portfólio. In: *Management Mania* [online]. Wilmington: Creative Commons BY-NC, 10.08.2016 [cit. 2023-01-29]. Dostupné z: <https://managementmania.com/sk/portfolio>
 3. Produktové portfólio. In: *Management Mania* [online]. Wilmington: Creative Commons BY-NC, 17.08.2015 [cit. 2023-01-29]. Dostupné z: <https://managementmania.com/sk/produktove-portfolio>
 4. VIŠŇOVSKÝ, Rastislav. Portfóliové analýzy a BCG matica. In: *MONAQ Leasing* [online]. 30. decembra 2020 [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://www.monaqlasing.sk/portfoliove-analyzy-a-bcg-matica/>
 5. Marketing product life cycle with sales and profit. In: *Slide Team* [online]. [cit. 2023-01-20]. Dostupné z: <https://www.slideteam.net/marketing-product-life-cycle-with-sales-and-profit.html>
 6. Portfolio Analysis- 7 Methods And Techniques For Product Position. In: *Thekeepitsimple* [online]. January 19, 2021 [cit. 2023-01-20]. Dostupné z: <https://www.thekeepitsimple.com/portfolio-analysis/>
 7. JUROVÁ, Marie. *Organizace přípravy výroby*. Vydání druhé, rozšířené a přepracované. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2015. ISBN 978-80-214-5247-3.
 8. JUROVÁ, Marie. *Řízení výroby*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011. ISBN 978-80-214-4370-9.
 9. ZEMČÍK, Oskar. *Technologická příprava výroby*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2002. ISBN 80-214-2219-X.
 10. HEYDE, Wolfgang, Gerd LAUDEL a Helmut SABISCH. *Komplexná příprava výroby*. Bratislava: Alfa, 1990. ISBN 80-050-0658-6.
 11. ZEMČÍK, Oskar. *Technologické procesy: část obrábění*. Brno, 2002, 35 s. Učební texty kombinovaného bakalářského studia.
 12. What is Product Development?: (Definition and Examples). In: *TWI* [online]. Nov 6 2020 [cit. 2023-01-03]. Dostupné z: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/product-development#WhyProductDevelopmentisImportant>
 13. BAJPAI, Prableen. Automobile Companies and R&D: Top 5 Spenders. In: *Nasdaq* [online]. JUL 14, 2021 [cit. 2023-01-16]. Dostupné z: <https://www.nasdaq.com/articles/automobile-companies-and-rd%3A-top-5-spenders-2021-07-14>
 14. CARLIER, Mathilde. Global research and development spending of selected automotive manufacturers between 2020 and 2021, with a forecast for 2022. In: *Statista* [online]. Jan 16, 2023 [cit. 2023-01-16]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/1345655/global-research-and-development-spending-by-selected-automakers/>
 15. Technická příprava výroby (TPV). In: *Riadenie výroby* [online]. [cit. 2023-02-23]. Dostupné z: <http://www.riadenievyroby.sk/technicka-priprava-vyroby>
 16. ŠUGÁROVÁ, Jana. Navrhovanie a optimalizácia procesov a systémov: Navrhovanie a optimalizácia v technickej príprave výroby. In: *Výrobné technológie a výrobný manažment* [online]. 4/2019 [cit. 2023-03-23]. Dostupné z: https://vzdelavanie-vt.mtf.stuba.sk/?page_id=1138. Projekt KEGA 022STU-4/2019.
-

-
17. Konstruktion. In: *Das Wirtschaftslexikon* [online]. [cit. 2023-03-25]. Dostupné z: <http://www.daswirtschaftslexikon.com/d/konstruktion/konstruktion.htm>
 18. Produktionstechnik: Vorlesung 4. *Card2brain* [online]. 17.03.2016 [cit. 2023-03-25]. Dostupné z: https://card2brain.ch/box/produktionstechnik_i_vorlesung_4
 19. OSTRÝ, Svatopluk. Simulace a řízení přípravy výroby. *IT Systems* [online]. CCB, 1999, 10/2004, 6(10), 50-51 [cit. 2023-05-01]. ISSN 1802-002X. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/clanky/simulace-a-rizeni-pripravy-vyroby.htm>
 20. Čo je to riadenie životného cyklu produktu (PLM)?. In: *SAP* [online]. [cit. 2023-05-01]. Dostupné z: <https://www.sap.com/sk/products/scm/plm-r-d-engineering/what-is-product-lifecycle-management.html>
 21. Co je vlastně konstruování?. In: *E-konstrukér: Portál pro strojní konstruktéry* [online]. 13.01.2014 [cit. 2023-02-24]. Dostupné z: <https://e-konstrukter.cz/novinka/co-je-vlastne-konstruovani>
 22. MAREK, J. et al. *Stavba a provoz CNC obráběcích strojů* [online]. 1. vyd. Brno: Ústav výrobních strojů systému a robotiky, FSI, VUT v Brně, 23. 3. 2023, updated, průběžně aktualizováno [cit. 2023-05-08]. Učebnice Ústavu výrobních strojů, systému a robotiky, FSI, VUT v Brně, 1 svazek. Dostupné z: <https://www.os.fme.vutbr.cz>. ISBN 978-80-907452-4-7.
 23. What is engineering design process?. In: *TWI* [online]. Jun 12 2020 [cit. 2023-03-02]. Dostupné z: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/engineering-design-process>
 24. 10 Essential Mechanical Engineer Skills. In: *Indeed* [online]. 22 February 2023 [cit. 2023-03-02]. Dostupné z: <https://uk.indeed.com/career-advice/career-development/mechanical-engineer-skills>
 25. *Popis pracovného miesta: Konštruktér*. Schaeffler Kysuce. Kysucké Nové Mesto, 2023, 2 s. A_IN IWK 75037 1.1 Priloha_c1_PPM_THP_R_kat.predloha.docx.
 26. Schaeffler Group – We pioneer motion. *Schaeffler Group* [online]. [cit. 2023-01-16]. Dostupné z: <https://www.schaeffler.com/en/group/>
 27. Vitajte v Schaeffler Kysuce!. In: *SCHAEFFLER CONNECT* [online]. [cit. 2023-01-17]. Dostupné z: <https://sconnect.schaeffler.com/community/europe/cee-mea/slovakia/kysuce>
 28. Tvorme spolu budúcnosť elektromobility na Kysuciach. *E-mobility Schaeffler* [online]. [cit. 2023-01-17]. Dostupné z: <https://emobility-schaeffler.sk/rd-centrum/>
 29. *R&D GB E-Mobilität u. Fahrwerk IWK*. Schaeffler Group. 2022. Dostupné z: <https://sconnect.schaeffler.com/servlet/JiveServlet/download/327831-2-574777/R%26D%20GB%20E-Mobilit%20C%20A4t%20u%20%20Fahrwerk%20IWK.pdf>
 30. Schaeffler Group sees e-mobility and digitalization as key opportunities. In: *Green Car Congress: Energy, technologies, issues and policies for sustainable mobility* [online]. 10 January 2017 [cit. 2023-01-17]. Dostupné z: <https://www.greencarcongress.com/2017/01/20170110-shaeffler.html>
 31. *Creo Illustrate: Data Sheet* [online]. PTC, 2017, 4 s. [cit. 2023-02-08]. J10544–PTC-Creo-Illustrate–V1-EN–1212. Dostupné z: https://www.ptc.com/-/media/Files/PDFs/CAD/Creo_Illustrate_DS.pdf
 32. *PTC Creo Illustrate* [online]. AV Engineering. Zlín, 2023, 4 s. [cit. 2023-02-10]. Dostupné z: <https://www.aveng.cz/download/LDhSgZZhVXDSeEztfRpyJVgvgqURvEzmPQfqcCIbl>
-

-
33. *Creo Illustrate: Data Sheet* [online]. IMP Solutions. Prešov, 3 s. [cit. 2023-02-10].
Dostupné z: https://www.ipmsolutions.sk/files/web2011/01_produkty/01_creo/07_illustrate/prospekty/creo_illustrate.pdf
 34. *THE BENEFITS OF MODEL-BASED DEFINITION INITIATIVES: 5 Reasons your Competitors are Pivoting to MBD* [online]. Lifecycle Insights, 2022, 8 s. [cit. 2023-03-12]. Dostupné z: <https://www.ptc.com/-/media/Files/PDFs/CAD/LCI-Ebook-1708A-v08-assurance.pdf>
 35. RAMESH, Madhavi. *Model Based Definition (MBD): How reusing rich 3D models helps you manage complexity, maximize customer value and move ahead of the pack* [online]. PTC. 13 s. [cit. 2023-03-12]. 51009_MBD_eBook-EN_0113. Dostupné z: https://www.ptc.com/-/media/Files/PDFs/CAD/Model_Based_Definition-eBook.pdf?sc_lang=en
 36. Model-Based Definition. In: *PTC* [online]. [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://www.ptc.com/en/technologies/cad/model-based-definition>
 37. MARTIN, Dave. What Does MBD Mean?. In: *PTC* [online]. 11/17/2020 [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: <https://www.ptc.com/en/blogs/cad/what-does-mbd-mean>
 38. RUEMLER, Shawn P., Kyle E. ZIMMERMAN, Nathan W. HARTMAN, Thomas HEDBERG a Allison BARNARD FEENEY. Promoting Model-Based Definition to Establish a Complete Product Definition. *Volume 2: Materials; Biomanufacturing; Properties, Applications and Systems; Sustainable Manufacturing* [online]. American Society of Mechanical Engineers, 2016, 2016-06-27, - [cit. 2023-03-15]. ISBN 978-0-7918-4990-3. Dostupné z: doi:10.1115/MSEC2016-8702
 39. BRONČEK, Jozef, Martin ŽARNAY, Ľuboš KUČERA, Silvester POLJAK a Ladislav ČILÍK. *Konštruovanie 1*. Žilina: Žilinská univerzita, 2015. ISBN 978-80-554-1177-4.
 40. Toleranční analýza lineárních rozměrových řetězců. In: *MITCalc* [online]. [cit. 2023-04-07]. Dostupné z: <https://www.mitcalc.com/doc/tolanalysis1d/help/cz/tolanalysis1d.txt.htm>
 41. Tolerance Analysis. In: *PTC* [online]. [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: <https://www.ptc.com/en/technologies/cad/simulation-and-analysis/tolerance-analysis>
 42. *Creo EZ Tolerance Analysis Extension: Data Sheet* [online]. PTC. 2019, 2 s. [cit. 2023-04-10]. J14473_CreoEZToIExtension_Update_EN-0313. Dostupné z: <https://www.ptc.com/-/media/Files/PDFs/CAD/creo-ez-tolerance-analysis-extension-datasheet-en.pdf>
 43. PTC *Creo Tolerance Analysis Extension*. In: IMP Solutions [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: <https://www.ipmsolutions.sk/tax/>
 44. *Creo EZ Tolerance Analysis Extension*. Inneo [online]. [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: <https://shop.inneo.de/products/Produktentwicklung/Konstruktion-Entwicklung-CAD/Creo-Parametric-Extensions/Creo-EZ-Tolerance-Analysis-Extension-formerly-9>
 45. *Generative Design Helps You Deliver Your Best Designs in Less Time*. PTC [online]. [cit. 2023-03-22]. Dostupné z: <https://www.ptc.com/en/technologies/cad/generative-design#case-studies>
 46. What is Generative Design its Benefits and Applications?. In: *Smlease Design* [online]. 2020 [cit. 2023-03-22]. Dostupné z: <https://www.smlease.com/entries/technology/what-is-generative-design-benefits-applications/>
 47. MAREŠ, Tomáš. *Základy konstrukční optimalizace*. Praha: [Tomáš Mareš], 2006. Knižnice konstrukční optimalizace. ISBN 80-239-6508-5.
-

-
48. ŽENČÁK, Jan. *Topologická optimalizace držáku řízení*. Brno, 2018. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. 60 s. Vedoucí diplomové práce Pavel Ramík.
 49. Metoda SIMP pro optimalizaci topologie. In: *Dassault Systemes: SOLIDWORKS Web Help* [online]. 2019 [cit. 2023-03-21]. Dostupné z: https://help.solidworks.com/2019/czech/SolidWorks/cworks/c_simp_method_topology.htm?id=415bddc1f5cd4f3ab2c6449575dd9291%20-%20Pg0
 50. VLAH, D., R. ŽAVBI a N. VUKAŠINOVIĆ. EVALUATION OF TOPOLOGY OPTIMIZATION AND GENERATIVE DESIGN TOOLS AS SUPPORT FOR CONCEPTUAL DESIGN. *Proceedings of the Design Society: DESIGN Conference* [online]. 2020, 1, 451-460 [cit. 2023-03-18]. ISSN 2633-7762. Dostupné z: doi:10.1017/dsd.2020.165
 51. *GENERATIVE DESIGN: Unlocking Your PRODUCT DEVELOPMENT Potential* [online]. PTC. 2022, 10 s. [cit. 2023-03-18]. Dostupné z: <https://www.ptc.com/-/media/Files/PDFs/CAD/Generative-Design-Interactive-Ebook.pdf>
 52. Global Power Leader Cummins Optimizes New Product Designs to Prioritize Sustainability: With Creo, Cummins is Reducing Material Waste, Saving Time, and Making Engineers More Productive. In: *PTC* [online]. [cit. 2023-03-21]. Dostupné z: <https://www.ptc.com/en/case-studies/cummins-optimizes-product-designs>
 53. EDWARDS, David. Lightweighting: How GM and Autodesk are using generative design for vehicles of the future. In: *Robotics & Automation* [online]. JULY 19, 2018 [cit. 2023-03-21]. Dostupné z: <https://roboticsandautomationnews.com/2018/07/19/how-gm-and-autodesk-are-using-generative-design-for-vehicles-of-the-future/18348/>
 54. THE FUTURE OF MAKING: Automotive Lightweighting Explored with Generative Design. In: *Autodesk* [online]. [cit. 2023-03-22]. Dostupné z: <https://www.autodesk.com/campaigns/generative-design/automotive-lightweighting>
 55. *Generative Design: The Latest Tool in the Engineer's Toolbox* [online]. PTC. 9 s. [cit. 2023-03-22]. Dostupné z: <https://www.ptc.com/-/media/Files/PDFs/CAD/Generative-Design-The-Latest-Tool-in-the-Engineers-Toolbox.pdf>
 56. DIVINA, Petr. *Schaeffler nadstavby Crea* [elektronická pošta]. Message to: pdivina@cogras.cz. 18.05.2023 19:00 [cit. 2023-05-18]. Osobná komunikácia.
 57. POKRYVKOVÁ, Veronika. *Change management: Riadenie zmien*. Schaeffler Kysuce. Kysucké Nové Mesto, 2023. Školiaci materiál.
 58. GIBBONS, Will. Which is Better? Rendering or Photography. In: *WillGibbons* [online]. October 10, 2022 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://www.willgibbons.com/rendering-or-photography/>
 59. KeyShot. *KeyShot* [online]. [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: <https://www.keyshot.cz/>
 60. KeyShot Features. *KeyShot: 3D Rendering Software & Animation* [online]. [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://www.keyshot.com/features-2022/>
 61. Lösungen für Fahrwerk und Nebenaggregate von PKW und Nutzfahrzeugen. In: *Schaeffler Deutschland* [online]. [cit. 2023-05-04]. Dostupné z: <https://www.schaeffler.de/de/produkte-und-loesungen/automotive-oem/fahrwerkssysteme/>
 62. KeyShot Einführungsschulung. Inneo [online]. [cit. 2023-05-10]. Dostupné z: <https://shop.inneo.de/products/Trainings-2/KeyShot-2/KeyShot-Einführungsschulung-47>
 63. Riadenie úloh (Task management). In: *Management Mania* [online]. Wilmington: Creative Commons BY-NC, 14.11.2018 [cit. 2023-05-14]. Dostupné z: <https://managementmania.com/sk/riadenie-uloh-task-management>
-

-
64. Die KeyShot Trainings von INNEO. *Inneo* [online]. [cit. 2023-05-10]. Dostupné z: <https://shop.inneo.de/category/Trainings-2/KeyShot-2>
 65. How to use Microsoft Teams? – A Step-by-Step Guide. In: *Biz Portals 365* [online]. [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.bizportals365.com/blog/how-to-use-microsoft-teams/>
 66. How To Improve Employee Performance In 2023. In: *Digital Adoption* [online]. March 20, 2023 [cit. 2023-05-17]. Dostupné z: <https://www.digital-adoption.com/employee-performance/>
 67. PLAMÍNEK, Jiří. *Tajemství motivace: jak zařídit, aby pro vás lidé rádi pracovali*. 3., rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing, 2015. Poradce pro praxi. ISBN 978-80-247-5515-1.
 68. HELLER, Robert. *Průručka manažera*. Bratislava: Ikar, 2005, 256 s. ISBN 80-551-0882-X.
 69. *Prehľad benefitov v IWK: R/THP kategória*. Schaeffler Kysuce. Kysucké Nové Mesto, 2022, 11 s.
 70. KLYNN, Bethany. Work the motivation: 10 ways to keep your team inspired. In: *Better Up* [online]. August 11, 2021 [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.betterup.com/blog/work-motivation-how-to-keep-your-people-inspired>
 71. Pre zamestnávateľov. In: *Do práce na bicykli* [online]. [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.dopracenabicykli.eu/pre-zamestnavatelov>
 72. Dual monitor setup for work – Is it really worth it?. In: *SERENO* [online]. December 6, 2022 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://www.serenoit.co.uk/dual-monitor-setup-for-work/>
 73. Ste v práci nešťastní? Prevezmite kariéru do vlastných rúk. In: *Forbes* [online]. 28. 11. 2022 [cit. 2023-05-20]. Dostupné z: <https://www.forbes.sk/ste-v-praci-nestastni-prevezmite-karieru-do-vlastnych-ruk/>
 74. Creo Parametric. *Inneo* [online]. [cit. 2023-05-24]. Dostupné z: <https://shop.inneo.de/category/Trainings-2/Creo-Parametric-5>
-

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK
Symbody

Označenie	Legenda	Jednotka
\$	americký dolár	[-]
€	euro	[-]

Skratky

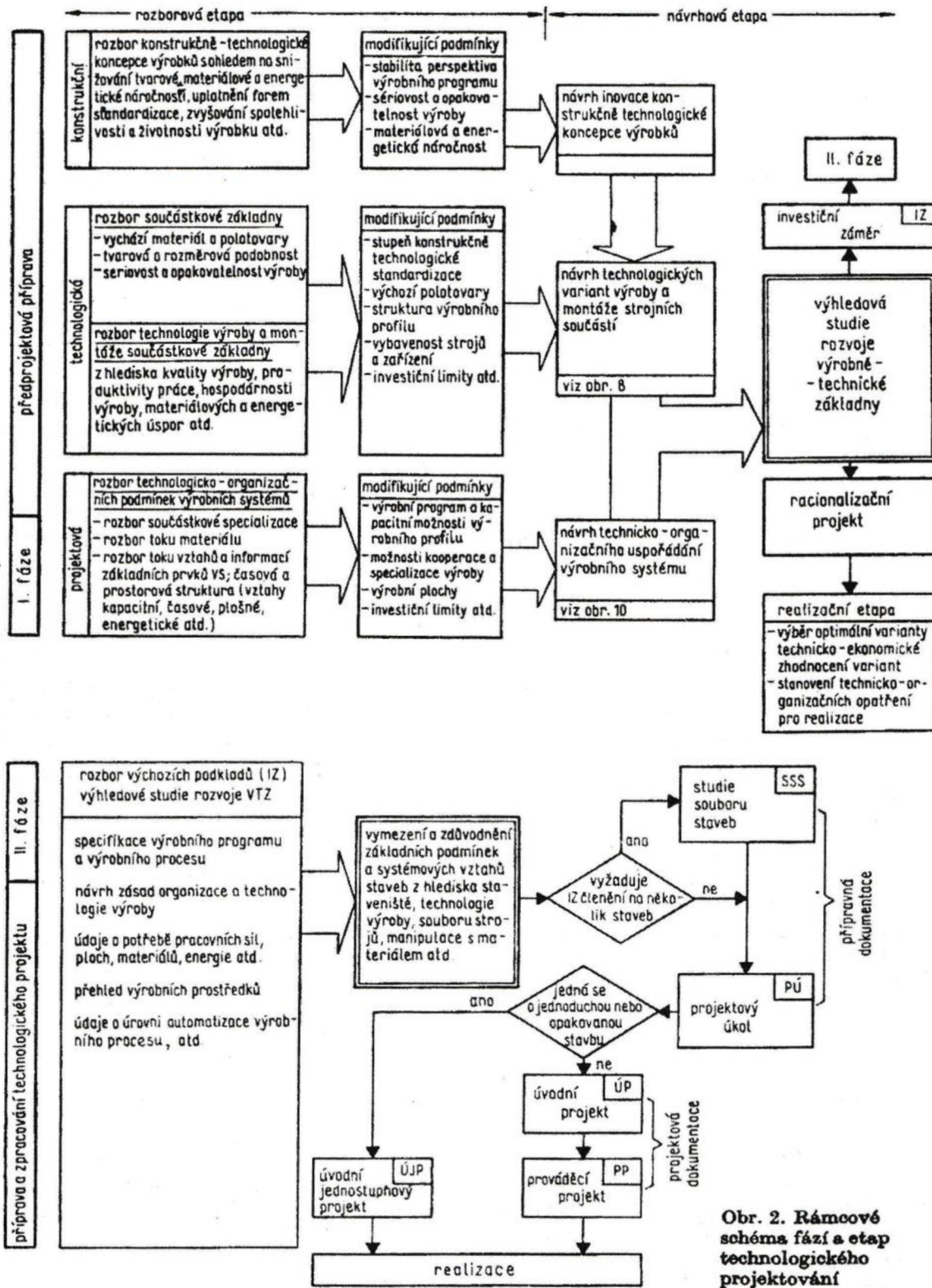
Označenie	Legenda
2D	dvojdimezionalny, dvojrozmerny
3D	trojdimezionalny, trojrozmerny
BCG	Boston Consulting Group
BEV	Battery Electric Vehicle
BOZP	bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CAM	Computer Aided Manufacturing
CAP	Computer Aided Process Planning
CNC	Computerized Numerical Control
CO ₂	oxid uhličitý
EHS	ochrana životného prostredia, ochrana zdravia pri práci a bezpečnosť práce
FUSAF	Functional Safety
GDX	Generative Design Extension
GE	General Electric
GTO	Generative Topology Optimization
HEV	Hybrid Electric Vehicle
HTML	HyperText Markup Language
HW	hardvér
KPV	konštrukčná príprava výroby
MBD	Model Based Definition
mil.	milión
mld.	miliarda
MS	Microsoft
MTZ	materiálovo technické zabezpečenie
NIST	National Institute of Standards and Technology
PDM	Product Data Managment
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle
PLM	Product Lifecycle Management
PPV	projektová príprava výroby
R&D	výskum a vývoj
SW	softvér
TAX	Tolerance Analysis Extension
tech.	technológia
TgPV	technologická príprava výroby
TP	technologické projektovanie
TPV	technická príprava výroby
V	volt

ZOZNAM PRÍLOH

- Príloha 1 Rámcová schéma fáz a etáp technologického projektovania
- Príloha 2 Rámcová schéma časovej a obsahovej nadväznosti základných činností v technologickej časti PPV
- Príloha 3 Data Sheet – Creo Illustrate
- Príloha 4 Data Sheet – Creo Tolerance Analysis Extension
-

Príloha 1

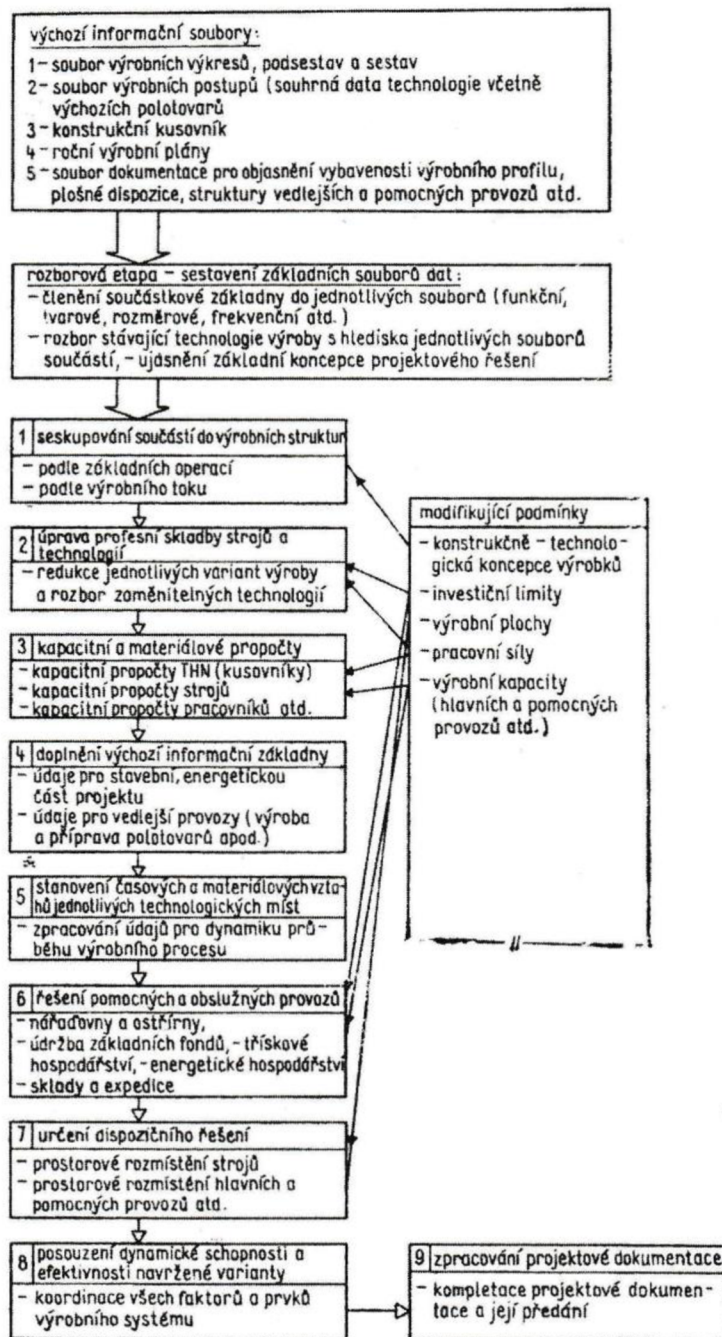
Rámcová schéma fází a etap technologického projektování [9]



Obr. 2. Rámcové schéma fází a etap technologického projektování

Príloha 2

Rámcová schéma časovej a obsahovej nadväznosti základných činností v technologickej časti PPV [9]



Obr.9. Rámcové schéma časové a obsahové návaznosti základních činností v technologickej časti PPV.

Creo® Illustrate™

Communicate complex graphical information effectively with rich, 3D interactive technical illustrations

The use of 3D illustrations is a rapidly growing opportunity for manufacturers to deliver more effective technical information. Creo Illustrate couples superior 3D illustration capabilities with associative CAD data to deliver task based graphical content, specific to product configurations, supporting formats from hard copy to Augmented Reality (A/R).

Creo Illustrate offers a dedicated environment with the capabilities required to create rich, 3D technical illustrations that accurately reflect current product design to communicate complex information for the manufacturing, operation, servicing and maintenance of numerous products. Additionally, the software facilitates repurposing existing 3D CAD data by maintaining an associative link to original CAD files, allowing for quick updates when there's a design change.

These illustrations, sequences and animations communicate complex information that is easily updated to reflect product and part changes. Creo Illustrate can also restructure CAD engineering bills of materials (eBOMs) to create service bills of materials (sBOMs) or manufacturing bills of materials (mBOMs) to meet a variety of technical content requirements.

Key benefits

Increase comprehension and parts accuracy

- Clearly convey complex information: Create 3D animations to visually describe complex manufacturing and service procedures for easy consumption
- Reduce translation costs: Replace text with illustrated step-by-step procedures, 3D animations, illustrated parts lists, and other graphical representations

- Increase illustrator productivity: Automate illustration change management throughout the product lifecycle by maintaining an associative link to original CAD files
- Automate parts list creation: Generate parts lists and call outs directly from CAD metadata to produce dynamic parts lists

Accelerate repair and maintenance times

- Enable easy 3D navigation of product information, based on specific product configurations and user environments
- Provide technicians and users with easy-to-understand 3D technical information that will increase productivity and accuracy globally

Improve product performance and customer experience

- Deliver interactive training materials and technical information to improve product adoption and customer satisfaction
- Capitalize on growing adoption of 3D devices and applications to deliver advanced 3D product support content that is easy to find and understand

Features

Illustration tools

- Ability to create magnifier “inset” views in a figure to create additional detail views from a different camera viewpoint
- Multiple explode lines to easily illustrate complex part registration
- Lighting options that can enhance the illumination of illustrations. These include multiple light sources and the ability to adjust light levels for individual figures
- Publish preview to review animations and sequences before publishing
- Add callouts, text notes, symbols, and other annotations to enhance information
- Add measurements to your illustrations to better describe movements or procedures

2D and 3D publish and export capabilities

- Add color to vector illustrations
- Page size, border format, and figure caption
- Publish vector illustrations from perspective or orthographic views
- Publish all steps from a sequence to 2D or 3D formats with a single click
- Publish to multiple 3D, 2D vector/raster formats

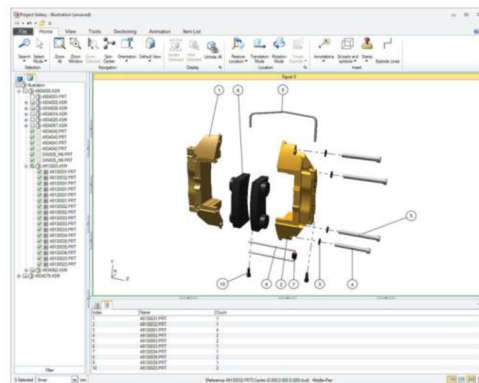
Sequencer capabilities

- Illustrate a procedure with sequenced steps
- Ability to utilize 3D illustration, textual description and required resources in each step
- Descriptions and resources automatically added from tagged symbols
- Drag and drop to re-order steps within the sequence
- Publish to interactive 3D or static 2D formats

Repurpose CAD for up-to-date 3D technical illustrations and animations

- Easily create 3D technical illustrations by importing design data from all major CAD systems

- Leverage Creo® View™ ‘Adapter’ technology to quickly convert essential engineering design data, regardless of its origin, into a readily accessible format for 3D illustration
- Interpret leading formats such as Creo and PTC CADD5® 5, as well as other neutral formats such as STEP, IGES, VRML, and STL
- Leverage additional CAD formats such as JT, Catia V4, I-deas, SolidWorks, and Unigraphics with adapters available for an additional cost
- Import one or more assemblies from original CAD sources and merge and assemble them into a single illustration file
- Maintain an associative link with original CAD files, on local disk or on a Windchill® server, to automate the 3D illustration change process when the engineering design is modified

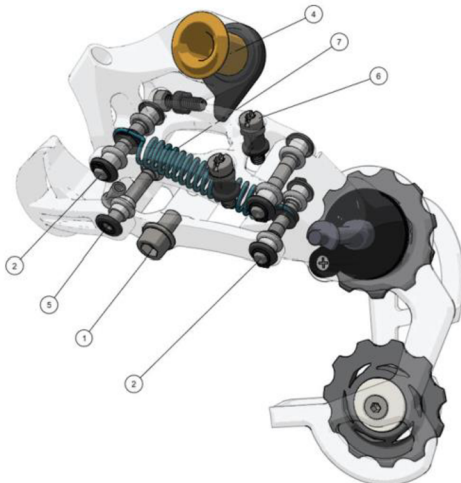


Leverage CAD product structures to dynamically generate parts lists with call outs and maintain associativity with engineering model to automate changes when product design changes occur.

- Restructure engineering product structures into an illustration service Bill of Materials (BOM)
- Generate service BOM (sBOM) information structures to populate with required parts illustration
- Easily drag and drop items from the detailed engineering model structure into the sBOM
- Collapse groups of assembly items into a single serviceable or replaceable part

Generate illustrated parts lists and call outs

- Create an interactive parts list that reflects the structure of the sBOM, representing the entire Bill of Materials or a subset
- Repurpose engineering CAD metadata to produce dynamic parts list information quickly and accurately
- Generate and apply call outs from parts lists automatically
- Dynamically link call outs to the parts and enable cross selection between the call out balloon, model object, and parts list line item
- Drop in extra columns based on model metadata and add description fields to the parts table
- Customize call out styles quickly and easily
- Publish illustrated parts lists quickly using Arbortext® Service Information Solutions, Arbortext® Editor™ or your own custom delivery application based on PTC Creo View Express



Apply and update call outs automatically as changes occur during the illustration process.

Create 3D animations for interactive technical information

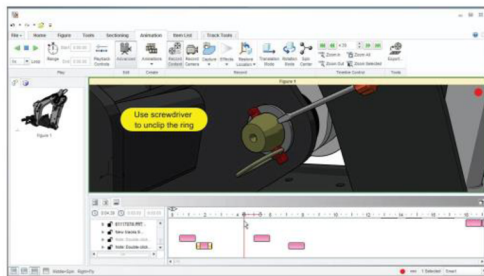
- Create, capture, and play back detailed 3D animation sequences. Events recorded in the timeline can be edited, duplicated, or reversed
- Augment animation with notes, symbols, and tools from a standard or custom library
- Insert 3D notes with warnings or instructions related to the task being described in the animation
- Access built-in effects templates to apply multiple animation steps to a selection of parts
- Separate the animation itself from the camera locations from which the animation is viewed and apply smooth transitions between those camera locations
- Support interactive play back with Creo View or export to common formats such as Windows Media

Illustrate multiple figures in a single illustration file

- Author multiple figures per illustration file, repurposing the same model geometry in each figure
- Automatically capture sBOM structure, part visibility, camera orientation, render style, and additional notations for each figure
- Create new figures from scratch or duplicate a previous static or animated figure
- Animate the transition between each figure to retain context between procedure steps for the viewer
- Document step-by-step procedures with multiple sequential illustration steps within a single figure

Illustrate dynamic sectioning to present internal assembly components

- Section components on a single plane or quarter-cut to produce dynamic section views of a CAD model
- Leverage section views within 3D technical illustrations or record within an animation
- Apply sections to the entire model or, for more complex designs, to a subset of components



Enhance animations to better communicate explicit instructions with notes, tools, and symbols inserted from a standard or custom library.

Repurpose 3D illustration intelligence within high-quality Arbortext® IsoDraw® CADprocess™ 2D illustrations

- Reuse Creo Illustrate output in Arbortext IsoDraw CADprocess to support all 2D service information deliverables
- Save entire 3D illustrations or a single step of an animation
- Leverage 3D intelligence to easily create additional 2D call outs in the proper sequence
- Augment 2D illustrations with additional library elements that are not represented in the 3D engineering data
- Publish to 2D and continue authoring in Arbortext IsoDraw or publish to other 2D media formats
- Preserve balloon hot spots and cross links to the parts lists

Automate illustration change management throughout the product lifecycle

- Maintain associativity with engineering data to automate change processes when design changes occur throughout the product lifecycle
- Integrate with Windchill, Creo, and Arbortext products to enable enterprise-wide delivery of 3D service and parts information

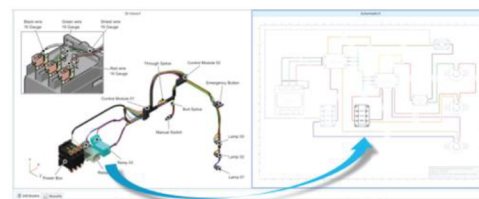
Deployment Options

Creo Illustrate has several deployment options to suit your specific business needs. These offerings are tailored to scale to your technical illustration requirements as well as your budget.

Optional Creo Illustrate Schematic Module

Expands comprehension of schematic data for trouble shooting

- Allow for interactive schematics with cross selection highlighting
- Enables the application of color based on desired interpretation of data
- Retains associativity with engineering data



Enabling the repurposing of schematic diagrams to enhance downstream, interactive trouble shooting

Language support

- English, German, French, Italian, Spanish, Chinese (Simplified and Traditional), Japanese, Korean, and Russian

NOTE: The timing of any product release, including any features or functionality, is subject to change at PTC's discretion.

© 2017, PTC Inc. (PTC). All rights reserved. Information described herein is furnished for informational use only, is subject to change without notice, and should not be taken as a guarantee, commitment, or offer by PTC. PTC, the PTC logo, and all PTC product names and logos are trademarks or registered trademarks of PTC and/or its subsidiaries in the United States and other countries. All other product or company names are property of their respective owners. The timing of any product release, including any features or functionality, is subject to change at PTC's discretion.

J10544-PTC-Creo-Illustrate-V1-EN-1212



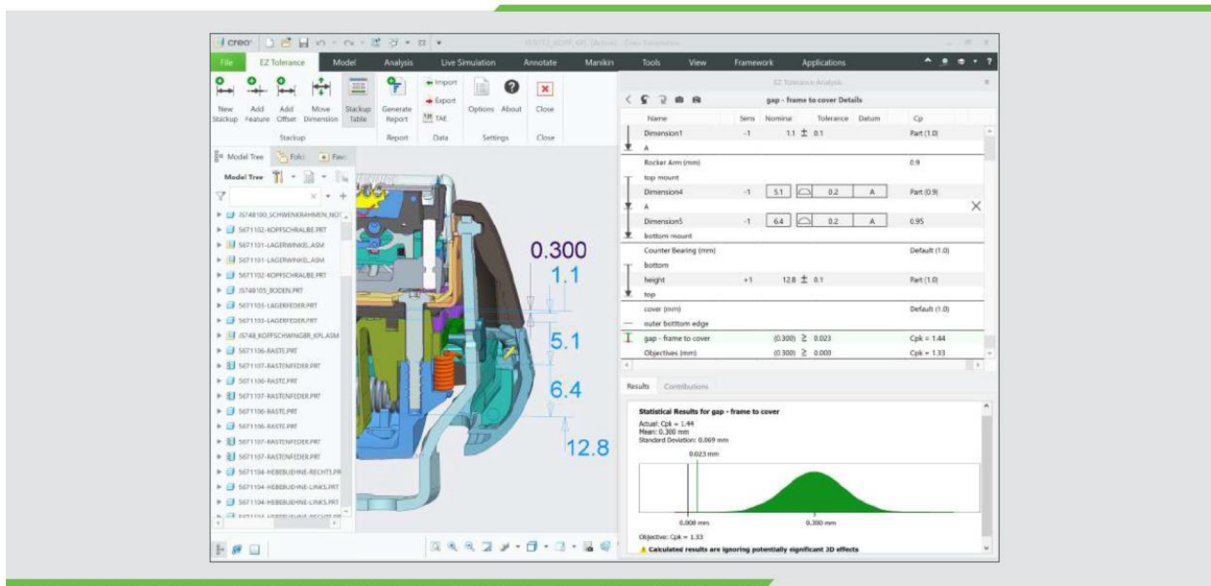
DATASHEET

Creo® EZ Tolerance Analysis Extension

THE EASY WAY TO PERFORM 1D TOLERANCE STACK-UP ANALYSIS

Tolerance Analysis for Today's Design Engineers

Creo EZ Tolerance Analysis Extension provides a powerful tolerance stack-up and gap analysis solution that is seamlessly integrated into the Creo design environment. The graphical user interface is easy to learn and use. You can evaluate the impact of tolerances and dimensioning schemes on the feasibility of product designs, without tedious spreadsheet analysis. In addition, any change made to the design is automatically reflected in all downstream deliverables – without risk of translation errors in your design. The result: shorter product development cycles, lower product cost, and higher product quality.



Easy-to-use capabilities

- Evaluate the impact of tolerances on the assembly of part designs, highlighting areas of concern.
- Define multiple tolerance stack-up analyses on the same model, using surfaces and features.
- Modify a stored part or its tolerance and immediately update stack-up results.
- Visualize the interactive tolerance loop.
- Evaluate profile, position, concentricity, symmetry and run-out geometric tolerance.

* Creo 6.0 and below compatible with Creo Tolerance Analysis extension

Powerful Results

- Dashboard tables show the objectives and results of each stack-up analysis, along with a visual indication of whether the requirement has been met
- Auto-generated output plots of contribution and sensitivity, with worst-case, RSS, and statistical results
- Quality metrics for statistical analysis includes Cpk, Sigma, DPMO, and % Yield
- Detailed report with graphical view of the dimension loop and contributors, sorted from largest to smallest
- HTML reports for easy sharing



Easy-to-use, powerful geometric tolerance analysis capabilities are now integrated directly into the Creo design environment with **Creo EZ Tolerance Analysis Extension**.

The Creo Advantage

Creo is a 3D CAD solution that helps you build better products faster by accelerating product innovation, reusing the best of your design and replacing assumptions with facts. Go from the earliest phases of product design to a smart, connected product with Creo. And with cloud-based augmented reality in each seat of Creo, you can collaborate with anyone, instantly at any step in the product development process. In the fast-changing world of the Industrial IoT, no other company can get you to substantial value as quickly and effectively as PTC.

Language support: English, German, French, Italian, Spanish, Brazilian Portuguese, Russian, Japanese, Chinese (Simplified and Traditional), and Korean.

Platform support and system requirements: Please visit the PTC support page for the most up-to-date platform support and system requirements.

For more information: visit: [PTC.com/product/creo](https://www.ptc.com/product/creo) or contact your local sales representative.

© 2019, PTC Inc. (PTC). All rights reserved. Information described herein is furnished for informational use only, is subject to change without notice, and should not be taken as a guarantee, commitment, condition or offer by PTC. PTC, the PTC logo, Product & Service Advantage, Creo, Elements/Direct, Windchill, Mathcad and all other PTC product names and logos are trademarks or registered trademarks of PTC and/or its subsidiaries in the United States and other countries. All other product or company names are property of their respective owners. The timing of any product release, including any features or functionality, is subject to change at PTC's discretion.

J14473_CreoEZTolExtension_Update_EN-0313

