

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Věrnost výrobního programu komponentů ve ŠKODA AUTO a.s.

Bc. Karel Mikulka

Diplomová práce
2021

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Karel Mikulka**
Osobní číslo: **D19351**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**
Téma práce: **Věrnost výrobního programu komponentů ve ŠKODA AUTO a.s.**
Zadávající katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

Zásady pro vypracování

Úvod

1. Teoretické aspekty štlé výroby a nástroje měření výkonnosti procesů
2. Aktuální stav výrobního programu ve ŠKODA AUTO a.s.
3. Návrhy vedoucí ke zvýšení věrnosti výrobního programu
4. Vyhodnocení provedených změn

Závěr

Rozsah pracovní zprávy: **50-60 stran**
Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucí/ho**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

dle pokynů vedoucí/ho práce

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Libor Bauer, Ph.D.**
Katedra dopravního managementu, marketingu
a logistiky

Datum zadání diplomové práce: **30. října 2020**
Termín odevzdání diplomové práce: **14. května 2021**

L.S.

doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

Ing. Pavla Lejsková, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 26. dubna 2021

Prohlašuji:

Práci s názvem Věrnost výrobního programu komponentů ve ŠKODA AUTO a.s. jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 13. 5. 2021

Bc. Karel Mikulka v. r.

Rád bych poděkoval mému vedoucímu práce panu Ing. Liboru Bauerovi, Ph.D. za vstřícný přístup a cenné rady při zpracování diplomové práce. Dále bych rád poděkoval společnosti ŠKODA AUTO a.s. za spolupráci při zpracovávání diplomové práce.

ANOTACE

Práce se zaměřuje na analýzu věrnosti výrobního programu motorů ve společnosti ŠKODA AUTO a.s. Na základě výsledků získaných analýzou ukazatelů, které společnost k hodnocení využívá, budou navržena opatření, směřující ke zvýšení věrnosti výrobního programu motorů. Součástí práce bude také vyhodnocení nových návrhů.

KLÍČOVÁ SLOVA

věrnost výrobního programu, ukazatel, motor, plán výroby

TITLE

Fidelity of the production program of components in ŠKODA AUTO a.s.

ANNOTATION

The work focuses on the analysis of the fidelity of the engine production program in the company ŠKODA AUTO a.s. Based on the results obtained by analyzing the indicators that the company uses for evaluation measures will be proposed to increase the fidelity of the engine production program. The work will also include the evaluation of new proposals.

KEYWORDS

fidelity of the production program, index, engine, production plan

OBSAH

ÚVOD	9
1 TEORETICKÉ ASPEKTY ŠTÍHLÉ VÝROBY A NÁSTROJE MĚŘENÍ VÝKONNOSTI PROCESŮ.....	10
1.1 Plánování výroby	10
1.1.1 Plánování výrobního programu.....	11
1.1.2 Systém eliminace úzkých míst.....	11
1.2 Supply chain management	12
1.3 Lean Manufacturing	14
1.3.1 Kaizen a Kaikaku	15
1.3.2 Just – in time	17
1.3.3 Milkrun.....	18
1.3.4 Just – in – Sequence	18
1.3.5 Kanban	19
1.4 Měření výkonnosti procesů	20
1.4.1 Výrobní ukazatel	21
1.4.2 Měření výkonnosti procesu pomocí odchylek	22
1.4.3 Měření výkonnosti procesů pomocí indexů výkonnosti.....	23
1.5 ANOVA	23
2 AKTUÁLNÍ STAV VÝROBNÍHO PROGRAMU VE ŠKODA AUTO A.S.....	25
2.1 Ukazatele věrnosti výrobního programu	27
2.1.1 Denní plánování	31
2.2 WPT výrobního programu motorů.....	31
2.2.1 WPT jednotlivých motorů.....	33
2.3 TST výrobního programu motorů.....	35
2.4 Analýza příčin snížení ukazatelů věrnosti výrobního programu motorů	36
2.5 Ukazatel OEE.....	38
2.6 ANOVA	40
3 NÁVRHY VEDOUcí KE ZVÝŠENí VĚRNOStI VÝROBNíHO PROGRAMU	42
3.1 Návrh stanovení hranice možného týdenního přeplnění	42
3.2 Návrh změny vyrovnání přeplnění výroby.....	45
3.3 Návrh úpravy ukazatelů WPT a TST	46
3.4 Návrh úpravy záznamů ukazatelů WPT a TST.....	50

3.5	Shrnutí návrhů.....	52
4	VYHODNOCENÍ PROVEDENÝCH ZMĚN	54
4.1	Přínosy stanovení hranice možného týdenního přeplnění výroby.....	54
4.2	Zhodnocení přínosů změny vyrovnaní přeplnění výroby	56
4.3	Vyhodnocení úpravy ukazatelů WPT a TST.....	57
4.4	Přínosy nového vedení záznamů o ukazatelích WPT a TST.....	58
	ZÁVĚR	59
	POUŽITÁ LITERATURA.....	61
	SEZNAM TABULEK.....	63
	SEZNAM OBRÁZKŮ	64
	SEZNAM ZKRATEK.....	66
	SEZNAM PŘÍLOH.....	67

ÚVOD

V současné době společnost Škoda Auto řídí výrobní program motorů a jeho plánování na základě poptávky. Výroba musí být řízena plánem, aby mohlo dojít k maximálnímu využití výrobní kapacity montážní linky, udržování co nejmenšího množství zásob materiálu a hotových výrobků ve skladech. Cílem výrobního programu je tedy zajistit výrobu v požadovaném množství a ve správném čase. Správně zvolený výrobní program ovlivňuje logistický proces jako celek. Tato práce se zabývá věrností výrobního programu motorů ve společnosti Škoda Auto a. s., která patří mezi významné výrobce automobilů se stoletou tradicí.

Pro hodnocení věrnosti výrobního programu motorů společnost využívá dvou ukazatelů. Jedním ukazatelem je tzv. Tagesscheibentreue, dále jen TST a druhým Wochescheibentreue, dále jen WPT. Pomocí těchto ukazatelů společnost sleduje úroveň plnění stanoveného denního a týdenního plánu výrobní linky motorů.

Pro společnost je důležité znát schopnost plnit stanovený plán výroby a znát také příčiny, které brání bezchybně naplnit stanovený plán. Čím lépe dokáže společnost plnit výrobní plán, tím méně zásob materiálu může držet, což sníží její náklady. Věrnost výrobního programu tedy odráží schopnost plnit plán výroby, využití výrobní linky, úroveň logistických činností a celkovou úroveň společnosti. Není-li společnost schopna plnit stanovený výrobní plán, značí to určité problémy buďto v logistickém procesu, výrobní lince nebo v nesprávném nastavení plánu výroby.

Cílem diplomové práce je na základě analýzy záznamů a na základě hodnot dosahovaných ukazateli TST a WPT navrhnout možné opatření, které by vedlo ke zvýšení věrnosti výrobního programu motorů.

1 TEORETICKÉ ASPEKTY ŠTÍHLÉ VÝROBY A NÁSTROJE MĚŘENÍ VÝKONNOSTI PROCESŮ

Dle Tomka a Vávrové (1999) slouží výrobní proces k produkci materiálních a nemateriálních statků na základě tržní poptávky. Produkce je vždy spojena s konkrétním výstupem výrobku, který vzniká přeměnou vstupních faktorů. Aby výrobní proces dosáhl požadované přeměny materiálu v konečný produkt, je nutná účast lidské pracovní síly a podnikových prostředků.

Výrobní proces se člení do tří fází:

- předzhotovující – výroba základních dílů,
- zhotovující – předmontáž,
- dohotovující – výroba finálních výrobků.

Dle Keřkovského (2009) je výrobní proces transformací výrobních faktorů na zboží, Výrobní proces se skládá z:

- určení výrobku,
- počtu výrobků,
- využívaných technologií,
- organizace výroby,
- výrobní stability,
- schopnosti reakce na poptávku.

Křekovský (2009) rozlišuje výrobu plynulou a přerušovanou, kusovou, sériovou a hromadnou. Výroba plynulá probíhá kontinuálně po celý rok s výjimkou nutných oprav výrobních zařízení. Naopak přerušovaná výroba probíhá ve stanovených časech a lze ji v určitý moment pozastavit a pokračovat jindy. Kusová výroba je uskutečňována pomocí speciálních strojů, které vyrábí více druhů výrobků. Produkce sériové výroby probíhá v určitých dávkách a její průběh je více stabilní než u výroby kusové. Produkce velkého množství výrobků jednoho druhu je klasické u hromadné formy výroby.

Výrobní program je portfolio výrobků, které daný podnik charakterizují a jsou nabízeny na trhu. Pro podnik je důležité, aby byl výběr výrobního programu založen na předchozím průzkumu trhu.

1.1 Plánování výroby

Schutle (1994) dělí plánování výroby na podnikové výrobní plánování a řízení výroby. Střednědobá a dlouhodobá rozhodnutí, která jsou součástí strategického řízení, jsou typická pro

podnikové výrobní plánování. Pro plánování a řízení výroby je charakteristické rozhodování v krátkodobém horizontu. Zajistit plynulý výrobní proces je hlavním úkolem plánování výroby.

Mezi hlavní cíle podnikového výrobního plánování Schulte (1994) řadí:

- optimální tok materiálu,
- plynulý výrobní proces,
- vhodné pracovní podmínky,
- optimální využití výrobních ploch.
- snižování nákladů na skladování, manipulaci, údržbu provozních ploch a dopravu.

Cílem plánování výrobního procesu je stanovení druhu a množství výrobků, které mají být vyrobeny. Je nutné provést výpočet množství materiálů potřebných pro splnění zakázky, naplánování výrobních termínů a termínů stanovení splnění zakázky. Vhodné plánování výrobního procesu je prospěšné pro držení nízkého stavu zásob a vysoké využití výrobních kapacit.

1.1.1 Plánování výrobního programu

Dle Schultheho (1994) je plánování výrobního programu základní kámen pro plánování průběhu výroby a pro veškeré činnosti, které musí probíhat v těsném souladu s odbytem. Při plánování výrobního programu je nutné stanovit termíny, za které se musí vyrobit určité množství a druh výrobků.

Při plánování dle orientace na zákazníka se výrobní program stanoví na již přijatých zakázkách. Mohou to být zakázky od zákazníků nebo interní vývojové zakázky. Při plánování na základě prognózy budoucích zakázek je potřeba zahrnout zavádění nových výrobků nebo substituce již existujících produktů. Předpověď prodeje je možné buďto odhadnutím na základě běžného chování stálých a potenciálních zákazníků, analýzou tržních reakcí na prodejní opatření, nebo na základě minulosti pomocí matematických prognostických postupů.

Cílem plánování množství je stanovit jaké druhy materiálu, v jakém množství budou zapotřebí během určitého plánovacího období. Rozlišuje se primární a sekundární potřeba. Primární potřebou je očekávaný počet výrobků a náhradních dílů. Sekundární potřebou jsou suroviny, součástky a díly, nutné k zhotovení finálních výrobků. Terciální potřebu tvoří provozní materiál.

1.1.2 Systém eliminace úzkých míst

Dle Košturiaka a Frolíka (2006) je úzkým místem bod nebo činnost ve výrobním procesu, která snižuje výkonnost tohoto výrobního procesu a brání dosažení větší produktivity.

Tomek a Vávrová (1999) popisují systém řízení úzkých míst neboli OPT (Optimized Production Technology) jako systém, který hledá úzká místa ve výrobním procesu, jež mají vliv na průběh výroby. Díky tomu přispívá k plnému využití výrobních zařízení, snížení průběžných dob a snížení stavu pracovníků. Mezi základní principy OPT patří:

- výrobní tok nevyvažuje kapacity,
- úroveň využití systému je dána kapacitními možnostmi úzkých míst systému,
- pohotovost a užití kapacit různých zařízení nemají stejný význam,
- úzká místa určují průběh a stav zásob,
- ztráta jedné hodiny na úzkém místě vyvolá ztrátu hodiny pro celý systém,
- zisk jedné hodiny mimo úzké místo je bezvýznamné,
- transportní dávka a výrobní dávka nesmí být stejná,
- výrobní dávka by měla být pohyblivá,
- nelze předem určit průběžné doby.

Košťuriak a Frolík (2006) uvádí, že po identifikaci úzkého místa se podnik může rozhodnout, jak co nejefektivněji úzké místo využít. Cíle využití úzkého místa je zisk z omezení bez pozdějších investic a přizpůsobování okolí úzkému místu. Při využívání úzkého místa jsou běžné následující aktivity:

- školení obsluhy – cílem je pochopení využívání úzkého místa,
- eliminace plýtvání na úzkém místě,
- měření využití a průtoku na úzkém místě,
- minimalizace poruch, času seřízení,
- neustálé zlepšování procesů.

V některých případech firma o úzkém místě ví, ale z určitých důvodů a limitací jej nemůže rozšířit. Tento přístup je krátkodobě vhodný a připraví firmu pro plánované rozšíření onoho problematického úzkého bodu, který firmu tíží a omezuje v dalším růstu.

1.2 Supply chain management

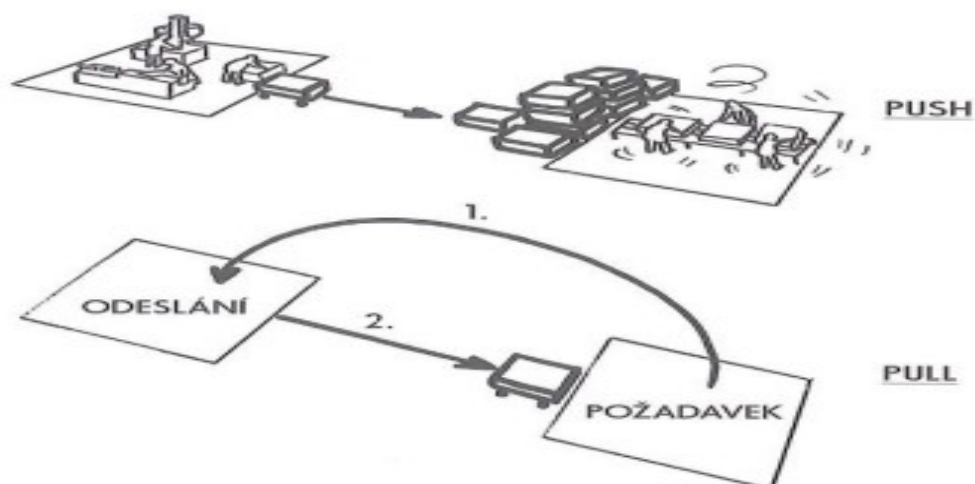
Dle Stehlíka (2008) je řízení dodavatelského řetězce proces plánování, řízení a kontroly procesů v dodavatelském řetězci, který si klade za cíl uspokojit potřeby všech zákazníků. Ke splnění jeho cíle je potřebná rozsáhlá digitalizace a automatizace veškerých výrobních a distribučních procesů včetně zbožových, informačních a finančních transakcí uvnitř celého hodnotového řetězce, počínaje dodavateli surovin, polotovarů a výrobků, přes logistické a jiné poskytovatele služeb, výrobní podniky, distribuční centra až ke konečnému spotřebiteli.

Na rozdíl od klasické logistiky, má moderně pojatý supply chain management mnoho výhod, a to zejména díky organizačním, utvářecím, plánovacím, rozhodovacím a kontrolním funkcím, které jsou elektronizované pomocí sítí výpočetní techniky či internetu. Jeho pomocí lze dosáhnout zejména:

- vyššího optima logistických výkonů,
- bezproblémové zpětné logistiky,
- spokojenosti zákazníků,
- vysoké spolehlivosti a úplnosti dodávek,
- nižších zásob zboží,
- výroby just in time na zakázku.

Dle Grose (1996) se v logistickém řetězci vyskytují dva základní typy řízení zásob. Jedním z nich je plánované řízení zásob, kde je zboží „tlačeno“ k zákazníkovi. Tento systém se označuje jako „PUSH“ systém. Základní podstatou tohoto systému je znát plán požadavků, ze kterého je jasné, na jaké místo určení a jaký materiál, zboží nebo výrobek ve správný čas dodat. Často se jedná o týdenní plány dodávek zboží, které vycházejí z očekávaných požadavků zákazníka. Přesný požadovaný počet tedy není znám a jde pouze o hrubé výpočty. Tento systém funguje bez pojistné zásoby a byl využíván především do 90. let minulého století. V současnosti je využíván v případech, kdy je z 95 % výroba neměnná.

Druhým, v dnešní době velmi využívaným systémem je takzvaný „PULL“ systém, u něhož jsou zásoby řízeny poptávkou. Dle Tomka (2007) pull systém, který je odvozený z názvu strategie tahu, v praxi znamená, že podnik by neměl požadovat proti proudu hodnototvorného řetězce žádný výkon dříve, než jej požaduje zákazník směrem po proudu. To znamená, že nejprve přijde požadavek od zákazníka a na tomto základě jsou následně řešeny veškeré aktivity, zákazník tak táhne zabezpečovací řetězec. V grafickém znázornění na obrázku č1. je zobrazen PULL a PUSH systémem.



Obrázek 1 Systém pull a push (Pernica, 2005)

1.3 Lean Manufacturing

Košturiak a Frolík (2006) popisují Lean Manufacturing neboli štíhlou výrobu jako princip řízení výrobního procesu založený na snižování nákladů a zvyšování produktivity výroby. Cílem štíhlé výroby je optimalizace výrobního procesu a uspokojení potřeb zákazníka.

Dle Bauera (2012) se Lean Manufacturing snaží o eliminaci plýtvání, kterého je dosaženo v postupných iteracích a které je základem štíhlosti. V japonštině se pro tento termín využívá výrazu MUDA. Je to označení pro činnosti nepřispívající ke zvýšení hodnoty produktu, za kterou chce zákazník zaplatit. Pro eliminaci plýtvání z podnikových procesů, je nutné nejprve plýtvání identifikovat a měřit.

U štíhlé výroby je možné rozlišovat 3 formy plýtvání. Je to “Muda“, neboli plýtvání, “Muri“, neboli přetížení, a “Mura“, neboli nerovnoměrnost.

Dle Likera (2007) prvky štíhlé výroby vedou k eliminaci následujících forem plýtvání:

- nadvýroba – vyrábí se příliš mnoho, výroba zakázek, na které nejsou objednávky. Patří sem například výroba do zásoby. Při nadvýrobě vzniká přezaměstnanost, skladovací a dopravní náklady v důsledku příliš velkých zásob, které zvyšují cenu výrobku,
- čekání – k čekání dochází ve chvíli, kdy zaměstnanci nemají, co na práci. V tuto chvíli nepřinášejí danému výrobku žádnou přidanou hodnotu. K této formě plýtvání dochází nejčastěji z následujících příčin: prostoj nebo zpoždění procesu, porucha zařízení, kapacita výrobního zařízení nebo nedostatek materiálu,
- zbytečná doprava nebo přemísťování – neefektivní přeprava materiálu nebo zboží mezi pracovišti a sklady. Má za následek, že výrobky nejsou zpracovávány, a tudíž se jim nepřidává žádná hodnota. Vzniká riziko poškození výrobku při těchto operacích,

- nadměrné či nepřesné zpracování – řadí se sem jakékoliv procesní nepotřebné kroky výroby. Výroba je neefektivní, používají se nepřesné, zastaralé nebo nevyhovující nástroje, které prodlužují dobu opracování výrobku,
- nadbytečné zásoby – jedná se o zásoby dílů, polotovarů nebo hotových výrobků, které v danou chvíli nikdo nepotřebuje. Souvisí s nadvýrobou a jsou to zásoby, které přesahují potřebné minimum k udržení plynulé výroby. Hrozí znečištění, zestárnutí materiálu, nebo i mechanické poškození vlivem nehody. S nadbytečnými zásobami se zvyšují skladovací a dopravní náklady a zásoby na sebe vážou kapitál,
- zbytečné pohyby – patří sem každý neefektivní pohyb pracovníka vykonaný během jeho práce. Příčinou je většinou špatné rozložení pracoviště, jeho nesystematičnost, případně nepořádek na pracovišti,
- výrobní vady – výroba nekvalitních součástí a zmetků, což představuje pro firmu výrazné ztráty. Opravy těchto součástí, případně jejich nahrazení novými, stojí hodně energie, času a také financí.

Muri neboli přetížení, je nadměrné přetěžování zaměstnanců a strojů vedoucí ke snížení produktivity a zvýšení rizikovosti práce, případně rizika poškození zařízení. Pokud je zaměstnanec dlouhodobě přetížen a pod vlivem stresu, může dojít ke snížení pozornosti a tím pádem k úrazu. Přetížení může nastat i u výrobních technologií, kdy vlivem nadměrného zatížení strojních částí není schopen stroj provést danou operaci korektně.

Mura neboli nerovnoměrnost, nepravidelnost. Mura vznikne kdykoliv, je-li narušen hladký tok materiálu napříč výrobním systémem. Může se jednat o nerovnoměrnou práci stroje a jeho obsluhy, nepravidelný postup produktů na výrobní lince a dopravníkových pásech, ale také o nevyvážené plnění plánů výroby. Cílem je tedy odstranění nerovnoměrnosti či nepravidelnosti ve výrobním procesu. Tuto nesrovnalost, nepravidelnost se snažíme rozložit na ostatní pracoviště tak, aby došlo k rovnoměrnému, pravidelnému stavu a výrobní proces nebyl zatížen pouze v jedné části, kde by mohlo docházet například k prostojům.

1.3.1 Kaizen a Kaikaku

Dle Košturiaka a Frolíka (2006) je kaizen kombinací dvou japonských slov: kai znamená změna, nepřetržitý a zen znamená cesta k lepšímu. Kaizen je tedy neustálé zlepšování procesů, činností, lidí a jejich spolupráce v podniku. Zahrnuje jak dělníky, tak i manažery. Pilířem tohoto systému je kultura zlepšování, nespokojenost se současným stavem, neustálé hledání a odstraňování plýtvání. Tento systém usiluje o neustálé zlepšování zdokonalováním i těch nejmenších detailů.

Základní zásady systému kaizen:

- věnovat pozornost každému zlepšení,
- na zlepšení se může podílet jakýkoliv ze zaměstnanců,
- před implementací zlepšení je nutná analýza současného stavu a stanovení pozitivních nebo negativních vlivů,
- motivace pracovníků k řešení problému,
- cílem managementu je tvorba standardů a jejich zlepšování,
- znalost úzkých míst v podniku,
- podpora systému vrcholovým vedením podniku,
- vytvoření předpokladů pro zlepšení komunikace ve výrobě, jako jsou porady ve výrobě, návštěvy vedoucích pracovníků ve výrobě, informační tabule apod.

Pro základní aplikaci zlepšování je převážně využíván Demingův cyklus PDCA (Plan, Do, Check a Act). Jedná se o čtyři po sobě jdoucí procesy, které se stále opakují (plánuj, dělej, zkontroluj výsledek a udělej opatření, aby se výsledek stal v budoucnu standardem).

Kaikaku je dle Nenadála (2018) kombinací dvou japonských slov kai (změna) a kaku (radikální). Kaikaku je systém zaměřen na radikální zlepšení. Oproti systému kaizen překračuje hranice výroby a je realizován na principu větších oddělených projektů se specifickými cíli.

V následující tabulce lze vidět srovnání systému kaizen a kaikaku.

Tabulka 1 Srovnání kaizen a kaikaku

Hledisko	Kaizen	Kaikaku
Význam	Nepřetržitá změna k lepšímu	Radikální změna
Popis	Zlepšování na základě existujících procesů s cílem eliminovat plýtvání	Průmyslové zlepšování s cílem zvýšit výnosy
Zapojení pracovníků	Zahrnuje všechny pracovníky	Iniciováno a implementováno managementem
Riziko neúspěchu	Nízké	Střední
Náročnost na finanční zdroje	Žádné nebo nízké	Vyžaduje investice
Hybné síly	Interní	Převážně externí
Doba dosažení výsledků	Krátká	Střední

Zdroj: Autor dle Nenadála (2018, s. 318)

1.3.2 Just – in time

Liker (2007) uvádí „*JIT je souborem zásad, nástrojů a technik, které firmě umožňují vyrábět a dodávat výrobky v malých množstvích, s krátkými dodacími lhůtami a podle jedinečných potřeb zákazníků. Systém JIT dodává správné položky ve správný čas a ve správných množstvích. Síla systému JIT spočívá v tom, že umožňuje citlivě reagovat na každodenní změny v poptávce zákazníků.*“

Heřman (2001) definuje systém Just in Time jako přístup v plánování a řízení výroby, kde dodavatel dodává materiál do podniku ve stanovený čas, v požadované kvalitě a množství. Cílem je předat výrobek ve chvíli, kdy to požaduje zákazník.

Využitím této metody lze minimalizovat náklady, maximalizovat produktivitu, zajistit vysokou kvalitu, tolerovat požadavky na změnu výrobku ze strany zákazníka a pracovat s proměnlivou rychlostí.

Základním cílem JIT je eliminace výrobních ztrát, které nepřidávají hodnotu výrobku, tudíž zvyšují jeho náklady. Do takových činností patří základní typy plýtvání. V dnešní době je systém JIT označován jako systém tahu (pull systém), jelikož veškeré aktivity v tomto systému jsou reakcí na požadavky zákazníka, který požaduje (táhne) výrobek z podniku.

Pomocí JIT lze snížit mezioperační zásoby, zkrátit dobu obratu zásob, dosáhnout vyšší hospodárnosti výroby, zkrátit průběžné doby výrobků.

Dle Videcké (2007) je JIT založen na těchto principech:

- plánování a výroba na objednávku,
- eliminace ztrát – plynulé toky ve výrobě,
- zabezpečení jakosti výroby – respektování pracovníků,
- eliminace velkých zásob a nadbytečných pracovníků,
- výroba v malých sériích,
- udržování jasné a dlouhodobé strategické linie,
- každý výrobek považujeme za zvláštní objednávku.

Dle Lamberta (2000) systém JIT může mít i řadu nevýhod a omezení. Autor uvádí, že pro některé podniky je výhodnější vysoký stav zásob v souvislosti s rovnoměrným výrobním plánem než proměnlivá výroba s nižšími zásobami.

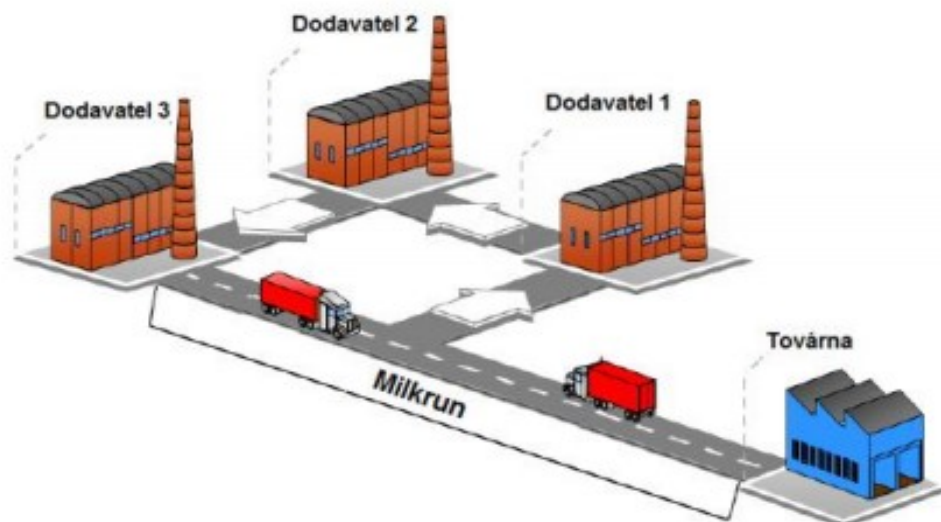
Nedostatkem tohoto systému může být riziko nedodání potřebných vstupů na základě výrobního plánu podniku od dodavatelů, což může způsobit zpomalení výroby či úplné zastavení.

Vyšší četnost méně objemných objednávek může zvýšit objednáací náklady. S vyšší frekvencí objednávek souvisí i ekologické problémy a vyčerpání dopravní infrastruktury. Dalšími problémy může být odpor ze strany zaměstnanců, nejednotnost managementu nebo nedostatečné plánování.

1.3.3 Milkrun

Dle Sixty a Mačáta (2005) požadavky na přesnost dodávek do výroby nutí výrobce na své dodavatele klást vysoké požadavky na zásobování v režimu JIT. Z toho důvodu některé podniky zavádí tzv. Milkrun. Je to systém, kdy odběratel organizuje a stanovuje časový plán dodávek s pevně stanovenou trasou dle časového harmonogramu. Nákladní automobil na jeho základě objíždí jednotlivé dodavatele, odebírá zde materiál a poté jej dopravuje k odběrateli. Tím aktivně vstupuje do organizace dodávek materiálu – viz obrázek č. 2.

Tento cyklus se opakuje několikrát denně, čímž se dopravuje jen nezbytný počet materiálu potřebný k výrobě. Vzhledem k naplánování procesu s přesností na minuty se eliminují veškeré nadlimitní zásoby ve výrobě i na skladech dodavatelů. I tento systém má negativa, která jsou již zmíněna u systému JIT.



Obrázek 2 Milkrun (Interní materiály Škoda Auto, 2016)

1.3.4 Just – in – Sequence

Choc (2010) definuje Just in Sequence jako extrémní formou zásobování linek výrobními komponenty. Princip dodávek vytvořili výrobci automobilů s cílem eliminovat nadbytečné zásoby komponentů v montážním závodě. Dále Choc (2010) uvádí, že využití JIS potřebuje vysoké investice, nicméně výhodou je rychlá návratnost těchto investic.

Hlavním rozdílem s metodou JIT je, že v systému JIS musí dodavatel dodávat díly na čas a v určeném pořadí. Plány na dodávky dílů jsou odevzdávány v podobě sekvenčních impulzů, které definují pořadí, v jakém je nutno díly dodat do závodu. Základem JIS jsou tedy dobré dodavatelsko-odběratelské vztahy.

Důvody pro zavedení JIS:

- minimalizace zásob,
- snížení kapitálu vázaného v zásobách,
- nepřerušovaný provoz linky,
- snížení manipulace s materiálem.

Dle Lukoszové (2012) je nezbytností pro fungování koncepce Just in Sequence podpora IT systémem z důvodu potřeby precizní a bezchybné komunikace mezi automobilkou a dodavatelem. Využívá se elektronické výměny dat (EDI) nebo zpřístupnění systému automobilky u In-house sekvenčních dodavatelů.

Dle Aimagazine (2007) je rizikem této metody pozdní dodání materiálu, které může zapříčinit např. zastavení výroby. Případné chyby ze strany dodavatele se proto řeší samostatnými spěšnými dodávkami, které ale zvyšují náklady dodavatele. Pro dodavatele je výhodné umístit svůj sklad v blízkosti, popř. přímo ve výrobním závodě odběratele. Důležité pro fungování JIS je dokonalá komunikace mezi odběratelem a dodavatelem a samotná sekvenční expedice.

Podstatnou roli v tomto procesu hraje vzdálenost dodavatele od odběratele. Vzdálenost v takovýchto případech zpravidla nepřesahuje 50 km, neboť by hrozilo, že dodavatel nebude schopen vyhovět náročným časovým limitům.

1.3.5 Kanban



Heřman (2001) definuje kanban jako výrobní informační systém, kterým lze řídit tok výrobků. Kanban v překladu znamená štítek. Prostřednictvím tohoto štítku lze získat veškeré informace potřebné k zajištění plynulosti výroby s minimální výší zásob. Rozlišuje se výrobní kanban, který se vztahuje k jedné operaci a dopravní kanban, který cirkuluje mezi dvěma po sobě následujícími operacemi. Princip fungování systému kanban:

- pracoviště musí odebrat díly na svém vstupu, kdy je objednáno,
- odběratel v dostatečném předstihu odešle kartu kanban dodavateli,
- dodavatel připraví materiál v požadovaném množství do přepravního systému,
- dodavatel obeznámí zákazníka o vyřízení objednávky.

Zavedení tohoto systému vyžaduje pravidelný a jednosměrný materiálový tok a skladění jednotlivých úkonů. Je tedy vhodné tento systém implementovat pro opětovnou výrobu totožných výrobků s vysokým odbytem.

Kanban neboli štítek nese tyto důležité informace:

- název dílu,
- modifikace, pro jaký vůz je karta určená,
- číslo dílu a typ palety,
- množství kusů v paletě,
- odpisové středisko,
- skladová skupina,
- pevné uložení ve skladu,
- cílová adresa linky,
- kanban číslo,
- čárový kód.

Replenishment Kanban			
Part Number 4711 2345 2345	Part T800 Central Processor		4711 2345 2345
Supplier Sirius Cybernetics	Customer Cyberdyne Systems		
Quantity 20	Unit pcs	Package EUR Pallet Cage	
			
Location Storage L227 Secure Vault		Kanban Number 1	Kanban quantity 6

Obrázek 3 Ukázka štítku (Roser, 2018)

Tomek a Vávrová (1999) popisují systém kanban následujícím způsobem. Výrobní linka (odběratel) po zjištění, že stav zásob u linky klesl pod stanovenou úroveň, předá dodavateli štítek kanban. Štítek Kanban pro dodavatele znamená požadavek na materiál, který musí dodat ve stanoveném množství.

1.4 Měření výkonnosti procesů

Nenadál (2001) tvrdí, že výkonnost je míra dosahovaných výsledků jednotlivci, skupinami, organizací a procesy. Dle Grasseové (2008) se při měření výkonnosti porovnává výkonnost s cílovou hodnotou výsledku. Tato hodnota výsledku je charakterizována jako parametr výkonnosti. Ten udává, jakých hodnot chce podnik u vybraných ukazatelů dosáhnout.

Ukazatel výkonnosti vymezuje, na základě čeho bude výkonnost posuzována. Každý zvolený ukazatel musí být stanoven jako měřítko pro sledování a hodnocení vymezeného cíle.

Podnik musí zvolit vhodné metody monitorování a měření výkonnosti procesů. Zvolené metody musí prokazovat schopnost procesu dosáhnout zvolených výsledků. Jestliže není výsledků dosaženo, měla by být provedena náprava. Monitorování a měření výkonnosti procesu kvantifikuje a umožňuje hodnotit schopnost dodávat takové výrobky, které splňují požadavky zákazníků, ve vztahu ke kvalitě, času a nákladům.

Měření výkonnosti procesů jsou aktivity přinášející objektivní a přesné informace o průběhu dílčích procesů tak, aby tyto procesy mohly být jejich vlastníky průběžně řízeny za účelem plnění všech požadavků, které jsou na proces kladeny.

Grasseové (2008) dále dělí ukazatele výkonnosti procesů na ukazatele univerzální a ukazatele speciální. Univerzální ukazatele je možno využít při měření většiny procesů organizace. Speciální ukazatele jsou ukazatele, které lze použít pouze pro konkrétní proces, nebo několik podobných procesů. Tyto ukazatele jsou odvozeny od ukazatelů produktivity, efektivnosti nákladů, shodnosti s požadavky nebo výtěžnosti zdrojů apod. Mezi speciální ukazatele patří například výrobní ukazatele.

Parmenter (2008) uvádí, že klíčové ukazatele výkonnosti jsou takové indikátory, které říkají, co je zapotřebí udělat pro výrazné zvýšení výkonnosti. Pro zvýšení výkonnosti podniku je potřeba dbát právě na klíčové ukazatele výkonnosti neboli KPI. KPI je soubor měřítek zacílených na hlediska výkonnosti organizace, která jsou stěžejní pro úspěch organizace.

1.4.1 Výrobní ukazatel

Dle Nenádala (2004) ukazatele měření výkonnosti výrobních procesů jsou využívány pro účely operativního řízení výroby. Jsou to například tyto:

- produktivita na pracovníka,
- produktivita stroje,
- obrátkovost materiálu,
- celková efektivnost zařízení (OEE),
- plnění norem výkonů u strojů a pracovníků,
- pružnost reakce na změny ve výrobě,
- indexy způsobilosti strojů a procesu,
- podíl neshodných výrobků k výstupům,
- počet odpracovaných hodin k výkonům,
- podíl prostojů na disponibilní kapacitě strojů.

Dle Košturiaka a Frolíka (2006) celková efektivita zařízení neboli Overall Equipment Effectiveness (OEE), je ukazatel, který se využívá ke sledování a vyhodnocování efektivního využití strojů a zařízení a je světově uznávaným klíčovým indikátorem výkonnosti. Mezi faktory ovlivňující využití strojů a zařízení patří míra využití (dostupnost), míra výkonnosti (rychlost) a míra kvality. Ukazatel OEE a jeho jednotlivé parametry se počítají následujícím způsobem:

$$\text{OEE} = \text{dostupnost} \times \text{míra výkonnosti} \times \text{míra kvality}.$$

Nejvyšší hodnota ukazatele dosahuje 100 %, u optimálního využití zařízení však dosahuje tento ukazatel nižších hodnot.

$$\text{Dostupnost} = \frac{\text{čas provozu}}{\text{plánovaný čas provozu}} \times 100(\%). \quad (1)$$

Parametr dostupnosti říká, kolik procent doby stroj skutečně běží. Čas provozu je skutečná doba, po kterou stroj běží a plánovaný čas provozu je doba, po kterou by měl stroj běžet.

$$\text{Míra výkonnosti} = \frac{\text{čas operace} \times \text{počet vyrobených kusů}}{\text{čistý čas provozu}} \times 100(\%). \quad (2)$$

Míra výkonnosti je ovlivněna ztrátami rychlosti. Jedná se zejména o rozdíl mezi skutečnou rychlostí stroje a plánovanou rychlostí. Další ztrátou jsou odchylky a přerušení.

$$\text{Kvalita} = \frac{\text{celkový počet vyrobených kusů} - \text{zmetky}}{\text{celkový počet vyrobených kusů}} \quad (3)$$

Ukazatel kvality je vyjádřen podílem počtu kvalitních kusů k celkovému objemu vyrobených kusů.

1.4.2 Měření výkonnosti procesu pomocí odchylek

Dle Nenadála (2004) se jedná se o nepřímou metodu měření výkonnosti procesů, jelikož výstupem není stanovení hodnoty ukazatele výkonnosti, ale konstatování, že nebylo možné splnit plánovanou výkonnost důsledkem odchylky. Odchylku lze chápat jako odklon od normálních či plánovaných podmínek Tato metoda tedy upozorní, proč a z jakých důvodů není výkon zařízení optimální a vytvoří se tak prostor pro následovné zlepšení procesů.

Nejčastějšími odchylkami může být např. opožděné dodání hmotných vstupů, chyba zaměstnance, výpadek energií atd. Každá odchylka zapříčiní nesplnění procesu, což může zvýšit náklady.

Klíčovým předpokladem této metody je důkladné zaznamenávání všech jevů a faktorů, které podnik považuje za odchylky. Každé pracoviště i každý pracovník zaznamenává kromě standardních procesů také veškeré odchylky. Důležité je zaznamenávat i odhad důsledků odchylek a také opakovanost výskytu podobné odchylky.

Základem této metody je především kvalita informací v záznamech. Tato jednoduchá metoda může vlastníkovvi procesu podávat obraz o tom, co vše a v jakém rozsahu brání pracovníkům a strojům podávat maximální výkon.

1.4.3 Měření výkonnosti procesů pomocí indexů výkonnosti

Nenadál (2004) tvrdí, že tato metoda využívá vhodně určené ukazatele výkonnosti. Pro tyto ukazatele je nutné znát postup jejich výpočtu. Podnik měří zvolené ukazatele a sleduje, zda splňují cílové hodnoty nebo se jim aspoň přibližují. Na základě toho může podnik realizovat nápravná opatření. Pro měření výkonnosti procesů pomocí indexu výkonnosti se používá formulář, který by měl umožnit evidenci těchto ukazatelů:

- úsek, ve kterém probíhá měření,
- názvy použitých ukazatelů výkonnosti,
- hodnoty 10 základních stupňů výkonnosti,
- skóre – okamžitý stupeň dosažené výkonnosti u daných ukazatelů,
- hodnota závažnosti u každého ukazatele výkonnosti,
- hodnota indexu výkonnosti pro sledované období.

1.5 ANOVA

Dle Hebáka (2015) je analýza rozptylu metoda pro zkoumání závislosti vysvětlované proměnné na vysvětlující, jejíž podstatou je popisování této závislosti. Vysvětlovaná proměnná je proměnná, která je závislá a prezentuje vliv či dopad působení některé příčiny či několika příčin současně. Vysvětlovaná proměnná musí být kvantitativní proměnnou. Kvantitativní proměnná je proměnná, nabývající číselných hodnot, s kterými má význam realizovat aritmetické operace. Vysvětlující proměnná je proměnná, která je nezávislá a prezentuje příčinu, o které se předpokládá, že působí závisle na proměnnou. Může být kvantitativního typu, pokud nabývá jen několik málo číselných hodnot, ale mnohdy bývá kvalitativního typu.

Kvalitativní proměnná je proměnná, která nabývá hodnot, s nimiž se obvykle neprovádějí aritmetické operace, a tudíž jsou vyjádřeny slovně nebo pomocí číselných kódů.

Dle Hendla (2009) se pro testování, zda se průměry ve skupinách od sebe liší více než v důsledku působení náhodného kolísání, slouží testová statistika F. Pokud se průměry významně neliší, lze vyvozovat, že faktory nemají na závisle proměnnou vliv. Je-li překročena stanovená kritická mez, zamítá se nulová hypotéza o rovnosti průměrů. Předpoklady metody:

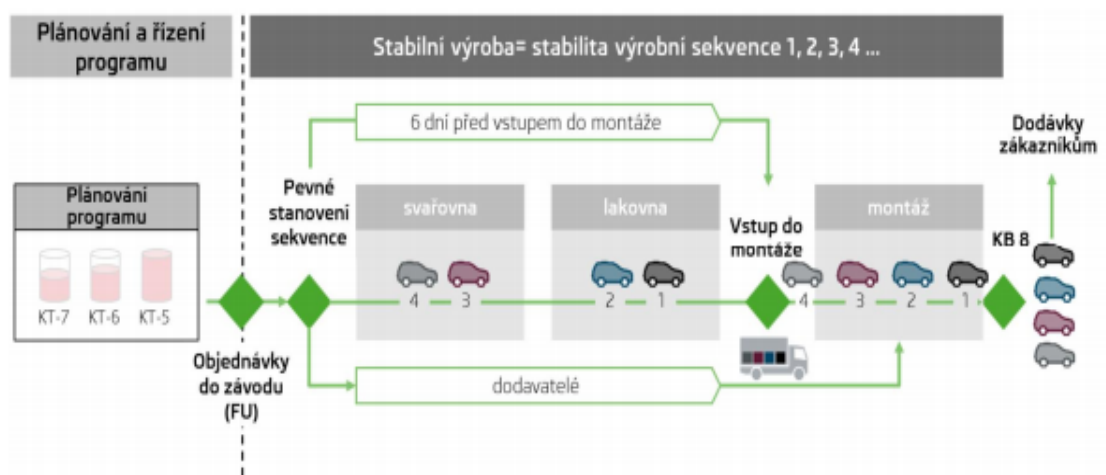
- nezávislost měření ve skupinách i mezi skupinami,
- normalita dat v každé skupině,
- homogenita rozptylů uvnitř skupin.

2 AKTUÁLNÍ STAV VÝROBNÍHO PROGRAMU VE ŠKODA AUTO A.S.

Společnost Škoda Auto usiluje o stabilní výrobu, což je relativně nový pojem v automobilovém průmyslu. V koncernu Volkswagen, kam patří i závod Mladá Boleslav byla stabilní výroba zavedena v roce 2011. Tato strategie je základem výrobního systému koncernu Volkswagen a je součástí výrobní strategie Škoda Auto. Hlavním cílem stabilní výroby je dodržení předem stanovených výrobních plánů a výrobní sekvence.

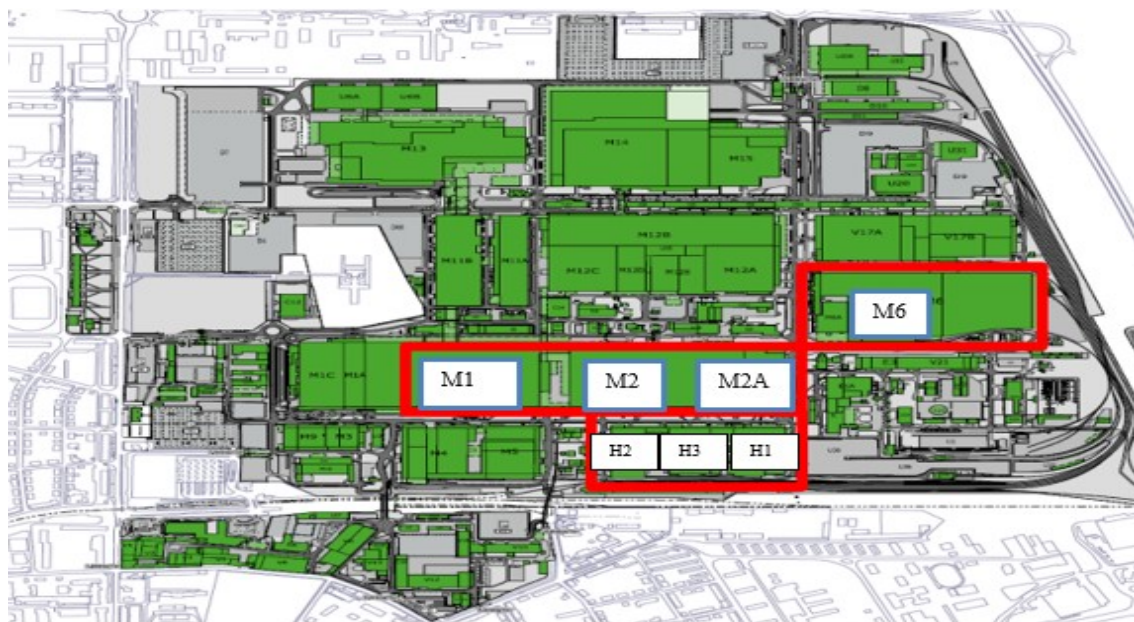
Pro dosažení cílů stabilní výroby bylo nutné nasazení nového logistického konceptu. Podstatou takového konceptu jsou procesy přispívající ke snížení průběhového času komponentů ve výrobě. Dále jsou to procesy, které pomáhají plánovat počet vyráběných komponentů na určitou dobu, na základě stávajících objednávek. Hlavním cílem je tedy usilovat o štíhlou logistiku, jejíž cíle jsou popsány v kapitole 1.3. Škoda Auto zavedla stabilní výrobu za účelem snížení zásob na skladě, snížení logistických nákladů na mimořádné dodávky a z důvodu redukce logistických prostorů.

K tomu, aby byla výroba stabilní, je potřeba předem stanovit výrobní sekvence zpravidla šest dní před vstupem do montáže. Sekvenci neboli pořadí je nutné co nejpřesněji dodržet, jelikož na jejím základě jsou objednávány potřebné díly na výrobu. Dodavatel pak může pomocí stabilní výroby naplánovat výrobu a dodání montážních dílů v přesně stanoveném pořadí přímo na montážní linku. Pokud tedy není stanovena přesná výrobní sekvence, musí podnik držet veškerý materiál na skladě, což je pro podnik nevýhodné, jelikož skladování všech montážních dílů způsobuje vysoké náklady a zároveň je v zásobách zbytečně vázán kapitál.



Obrázek 4 Stabilní výrobní sekvence (Škoda Auto, 2017)

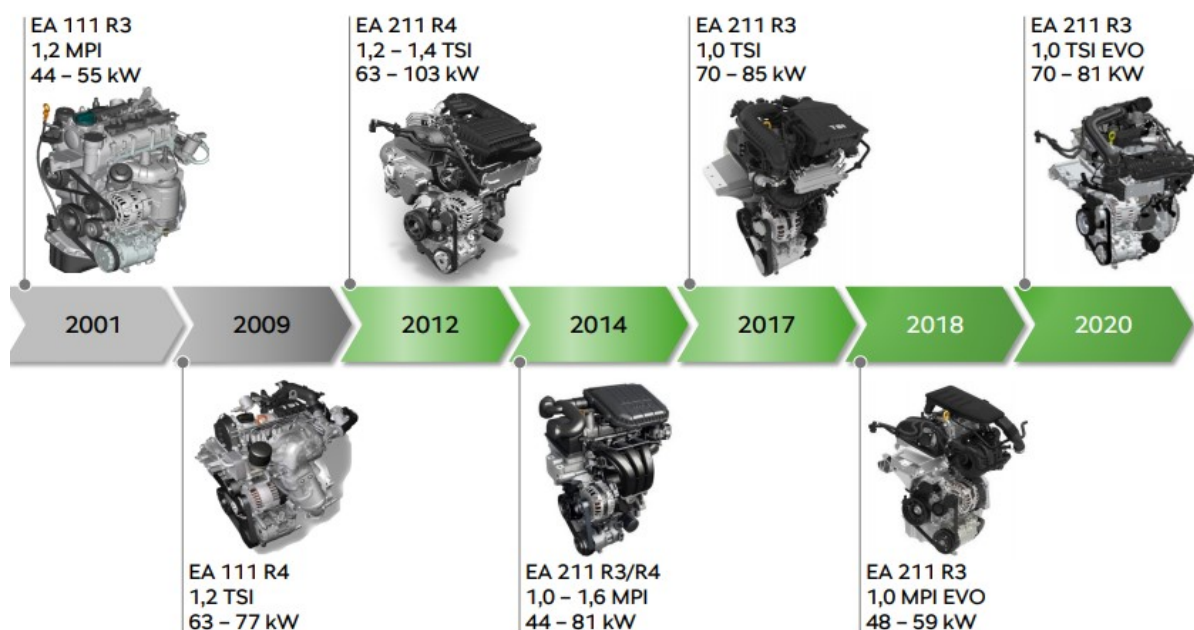
Společnost Škoda Auto vyrábí komponenty v Mladé Boleslavi ve výrobním areálu o rozloze 131 700 m² a zaměstnává zde 3 500 zaměstnanců. Na obrázku níže jsou vyznačeny veškeré haly, které slouží k výrobě komponentů. V hale M1 jsou vyráběny nápravy. V hale M2A se nachází montážní linka sloužící k výrobě motorů, jež jsou předmětem této diplomové práce. Ve vedlejší hale M2 jsou vyráběny motorové díly na tyto motory. Vyrábí se zde motorové bloky, hlavy válců, kliková hřídel a ojnice. Jsou zde také obráběcí centra pro výrobu převodovek.



Obrázek 5 Závod Mladá Boleslav – výroba komponentů (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

V hale H1, H2 a H3 se nachází hutní provozy. Je zde slévárna a kovárna, kde se vyrábí hliníkové bloky, které následně putují do haly M2, kde jsou obráběny a poté přemístěny do haly M2A. Hala M6 slouží z části k výrobě náhradních dílů k motoru EA 111, který se již nevyrábí, nicméně je stále nutné dodávat do sítě náhradní díly. V levé části této haly jsou vyráběny automobilové baterie a v druhé části jsou výrobní linky převodovek MQ 200 a MQ 100.

Na obrázku č. 6 je zobrazen vývoj jednotlivých typů motorů vyráběných v závodě Mladá Boleslav od roku 2001. Škoda Auto již od roku 2012 vyrábí pouze motory EA 211. Výroba nejnovějšího typu motoru 1,0 TSI EVO byla zahájena v průběhu roku 2020. Dalšími vyráběnými motory jsou 1,4 TSI, 1,6 MPI, 1,0 TSI, 1,0 MPI a 1,0 MPI EVO.



Obrázek 6 Motory Škoda Auto (Škoda Auto, 2020)

2.1 Ukazatele věrnosti výrobního programu

Společnost k hodnocení stabilní výroby využívá dva ukazatele. Výsledek je u obou způsobů uváděn vždy v procentech, tudíž výsledkem je procentuální úspěšnost plnění stabilní výroby.

Ve výrobě motorů se již od roku 2018 pro měření věrnosti výrobního programu používá ukazatel denní věrnosti TST a ukazatel týdenní věrnosti WPT. TST a WPT jsou základní ukazatele pro Škoda Auto, které vyjadřují míru splnění výroby plánovaného objemu jednotlivých typů motorů v určitý den a týden.

Na obrázku č. 7 je vidět, jak tyto ukazatele společnost měří a sleduje. Oddělení výroby motorů k výpočtu a sledování TST a WPT používá tabulkový procesor Microsoft Excel.

V horní části, která je blíže přiblížena na obrázku č. 8, jsou v buňce “A“ zaznamenány motory, které Škoda Auto v tomto závodě vyrábí. Pro každý motor je na daný týden naplánovaný přesný počet jednotlivých kusů, které by měly být vyrobeny. Tyto počty plánovaného množství jsou zaznamenány v buňkách “B“, “C“, “D“, “E“ a “F“, které představují jednotlivé dny v týdnu.

Ve spodní části obrázku č. 9 jsou opět v buňce “A“ jednotlivé motory, nicméně ve vedlejších buňkách jsou již zaznamenány skutečné počty vyrobených motorů v jednotlivých dnech v týdnu.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
4	1,0 TSI EVO	810	810	810	810	810	0	0									
5	1,0 TSI	805	805	805	805	805	0	0									
6	1,4 TSI	290	290	290	290	290	0	0									
7	1,6 MPI	0	0	0	0	0	0	0									
8																	
9	IST																
10	1,0 EVO	265	241	265	239	241	0	0									
11	1,0 MPI	94	115	174	96	0	0	0									
12	1,0 TSI EVO	877	895	853	903	879	0	0									
13	1,0 TSI	892	578	780	904	747	0	0									
14	1,4 TSI	122	514	240	240	183	0	0									
15	1,6 MPI	0	0	0	0	0	0	0									
16																	
17	Differenz																
18	1,0 EVO	15	-9	15	-11	-9	0	0									
19	1,0 MPI	-1	20	79	1	-95	0	0									
20	1,0 TSI EVO	67	85	43	93	69	0	0									
21	1,0 TSI	87	-227	-25	99	-58	0	0									
22	1,4 TSI	-168	224	-50	-50	-107	0	0									
23	1,6 MPI	0	0	0	0	0	0	0									
24																	
25	KW	KW51															
26	Kennzahl	TST					WPT										
27	Tag	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa										
28	1,0 EVO	100%	96%	100%	96%	96%	NP	98%									
29	1,0 MPI	99%	100%	100%	100%	0%	NP	80%									
30	1,0 TSI EVO	100%	100%	100%	100%	100%	NP	100%									
31	1,0 TSI	100%	72%	97%	100%	93%	NP	92%									
32	1,4 TSI	42%	100%	83%	83%	63%	NP	74%									
33	1,6 MPI	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP									
34	Gesamt	88%	94%	96%	96%	70%	NP	89%									
35																	
36	NP = nicht geplant	> 85 %	70 - 85%			< 70 %											

po - 1,4 zůstaly v lince
pá - 1,0MPI předvyrobena v týdnu
1,4TSI - pozdní dodávka pístů, výroba posunuta na pondělí 21.12.

Obrázek 7 Náhled zaznamenávání ukazatelů věrnosti výrobního programu motorů (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	SOLL							
2	1,0 EVO	250	250	250	250	250	0	0
3	1,0 MPI	95	95	95	95	95	0	0
4	1,0 TSI EVO	810	810	810	810	810	0	0
5	1,0 TSI	805	805	805	805	805	0	0
6	1,4 TSI	290	290	290	290	290	0	0
7	1,6 MPI	0	0	0	0	0	0	0
8								
9	IST							
10	1,0 EVO	265	241	265	239	241	0	0
11	1,0 MPI	94	115	174	96	0	0	0
12	1,0 TSI EVO	877	895	853	903	879	0	0
13	1,0 TSI	892	578	780	904	747	0	0
14	1,4 TSI	122	514	240	240	183	0	0
15	1,6 MPI	0	0	0	0	0	0	0

Obrázek 8 Náhled dat potřebných k výpočtu TST a WPT (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

V tabulce “Differenz” zobrazené na obrázku č. 9 jsou uvedeny rozdíly mezi počtem plánovaných motorů a počtem skutečně vyrobených motorů daný týden. Pokud čísla dosahují záporných hodnot, znamená to pro společnost odklon od plánu, tudíž snížení věrnosti výrobního programu. Jestliže jsou hodnoty kladné, bylo vyrobeno více kusů, než bylo plánováno.

17	Differenz							
18	1,0 EVO	15	-9	15	-11	-9	0	0
19	1,0 MPI	-1	20	79	1	-95	0	0
20	1,0 TSI EVO	67	85	43	93	69	0	0
21	1,0 TSI	87	-227	-25	99	-58	0	0
22	1,4 TSI	-168	224	-50	-50	-107	0	0
23	1,6 MPI	0	0	0	0	0	0	0

Obrázek 9 Náhled tabulky “Differenz” (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

Na obrázku níže je zachycen již samotný výpočet TST a WPT. Jednotlivé týdny se zaznamenávají na samostatný list, proto je pro přehlednost tabulka vždy označena daným týdnem v kalendářním roce.

Tato skutečnost je označována zkratkou “KW“ a k tomu připsaný daný týden, v tomto případě padesátý první. Splnění denního plánu výroby je vypočteno na základě hodnot z tabulky na obrázku č. 8 a zapsáno do příslušné buňky k odpovídajícímu typu motoru a dnu v procentech.

Poté je již možné určit celkové TST u všech motorů jednotlivých dnů, jako průměr z hodnot dosažených u jednotlivých typů motorů konkrétního dne. Např. motoru 1,4 TSI má být v pondělí vyrobeno 290 kusů, ale ve skutečnosti se vyrobí pouze 122 kusů. TST tohoto motoru pro tento den je tedy 42 %. Celkové TST pondělního dne se vypočítá jako průměr z hodnot TST dosažených u všech motorů vyráběných v tento den. Tudíž TST v pondělí KW 51 činí 88 % ($100 \% + 99 \% + 100 \% + 100 \% + 42 \% = 441/5 = 88 \%$).

Druhý ukazatel, který společnost sleduje, je týdenní věrnost výrobního programu, v tabulce níže označen zkratkou “WPT“. Tento ukazatel sleduje věrnost výrobního programu jednotlivého typu motoru po všechny pracovní dny v týdnu. Např. WPT motoru 1,0 EVO je rovno 98 % jelikož součet dosahovaných hodnot za celý týden u tohoto motoru dosahuje 488 %. Tato hodnota je následně dělena počtem výrobních dnů v tomto týdnu, tudíž výsledná hodnota WPT pro tento typ motoru je rovna 98 % ($488/5$).

Celkové WPT pro všechny typy motorů je pak výsledkem součtu WPT jednotlivých typů motorů vydělených počtem vyráběných typů motorů.

V tomto případě dosahuje WPT za celý padesátý první týden pro všechny motory 88,8 % ($98 \% + 80 \% + 100 \% + 92 \% + 74 \% = 444/5 = 88,8 \%$ WTP).

Společnost hodnoty, které nejsou nižší 85 %, značí zelenou barvou, hodnoty mezi 85 – 70 % jsou značeny žlutou barvou a hodnoty pod 70 % jsou značené červenou barvou.

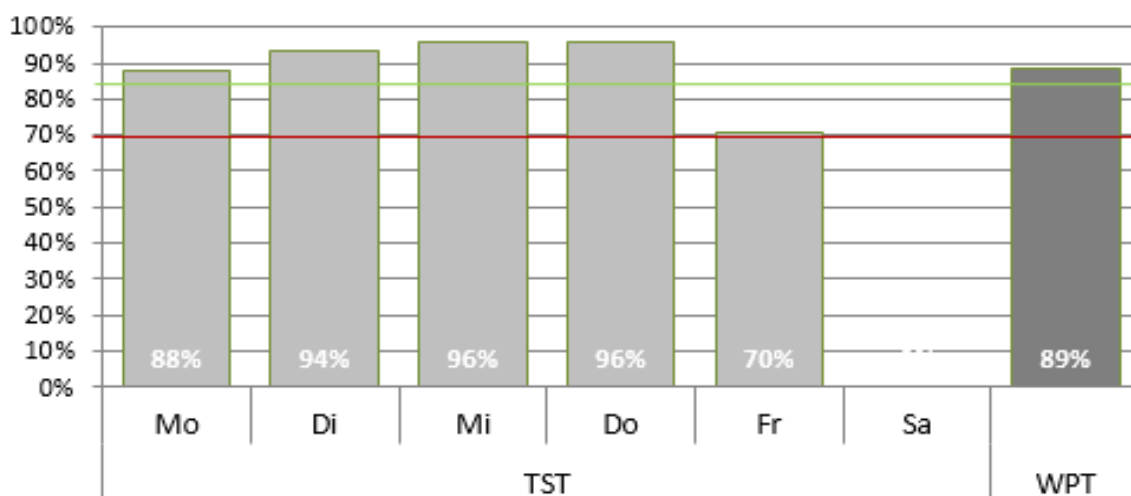
Ve výrobě může nastat situace, kdy dojde k poruše nebo problému s dodáním materiálu, což vede k neschopnosti vyrobit některý z motorů. Místo toho se do výroby může pustit motor, který byl naplánován do výroby například následující den nebo se naopak pustí do výroby motor zpožděný.

Pro výpočet TST a WPT je důležité vědět, že v obou případech dochází k odchylce od denního plánu u motoru, který není vyroben v požadovaném množství. Naopak k odchylce nedochází, jestliže je počet vyrobených komponentů vyšší, než byl plánovaný počet na daný den.

Na jednotlivé listy společnost zaznamenává v pravé části příčiny, které způsobily snížení výsledných hodnot TPS a WPT, jak je vidět na obrázku č. 7. Při analýze dostupných dat bylo zjištěno, že u hodnot vyšších 90 % často chybí udání příčiny, která vedla ke snížení tohoto ukazatele.

25	KW	KW51						
26	Kennzahl	TST					WPT	
27	Tag	Mo	Di	Mi	Do	Fr		Sa
28	1,0 EVO	100%	96%	100%	96%	96%	NP	98%
29	1,0 MPI	99%	100%	100%	100%	0%	NP	80%
30	1,0 TSI EVO	100%	100%	100%	100%	100%	NP	100%
31	1,0 TSI	100%	72%	97%	100%	93%	NP	92%
32	1,4 TSI	42%	100%	83%	83%	63%	NP	74%
33	1,6 MPI	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
34	Gesamt	88%	94%	96%	96%	70%	NP	89%
35								
36	NP = nicht geplant	> 85 %	70 - 85%			< 70 %		

Obrázek 10 Náhled výpočtu TPS a WPS (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)



Obrázek 11 Náhled grafu zachycující hodnoty TPS a WPT (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

Výsledné hodnoty TPS a WPT jsou pro každý pracovní týden přehledně zobrazeny v grafu – viz obrázek č. 11. Společnost Škoda Auto v současné době nevytváří např. měsíční, kvartální nebo roční přehled dosažených hodnot, je tedy obtížné získat představu o věrnosti výrobního programu z dlouhodobého hlediska bez vyhodnocení získaných dat.

2.1.1 Denní plánování

Společnost Škoda Auto vytváří týdenní plány na základě, kterých zajišťuje potřebný materiál na výrobu plánovaného množství motorů. V praxi může nastat situace, kdy plán nejde z různých důvodů dodržet. Tyto situace řeší vedoucí plánování výroby, který operativně mění hodinový plán daného dne. Např. vedoucí plánování obdrží informaci z logistiky, že na motory 1,6 MPI v pondělí nebude dostatek dílů.

V takové situaci musí zareagovat a vytvořit nový denní plán výroby, ve kterém nahradí výrobu motoru 1,6 MPI motorem jiným. Jak denní plán výroby motorů vypadá, je zobrazeno na obrázku č 12 níže.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1								Pro den	6.4.2021		
2	Plán výroby ZP4 III - EA211 motorů v M2										
3			sorta	číslo dílu	ks	motorizace		poznámka			
4		1.	3796	010E	144	1.0	MQ	MPI - EVO			
6		2.	3666	012QH	144	1.6	DQ	1,6 MPI			
8		3.	3769	012QC	168	1.4	DQ	EU6 - ZD			
10		4.	3410	011GS	120	1.0	DQ	TSI - AP			
12		5.	3888	011F	192	1.0	DQ	TSI - EVO			
14		6.	3931	010EN	72	1.0	MQ	MPI	!!! Upřednostnit mastery na hottest !!!		
16		7.	3871	010FF	48	1.0	MQ	MPI			
18		8.	3893	011FL	144	1.0	DQ	TSI-INDIE	!!! Upřednostnit mastery na hottest !!!		
20		9.	3892	011FK	120	1.0	MQ	TSI-INDIE	!!! Upřednostnit mastery na hottest !!!		
22		10.	3853	011EE	120	1.0	MQ	TSI			
24		11.	9191	011CD	24	1.0	MQ	TSI	!!! Upřednostnit mastery na hottest !!!		
26		12.	3895	011D	192	1.0	MQ	TSI - EVO			
28		13.	3791	010B	144	1.0	MQ	MPI - EVO			
30		14.	1307	014D	168	1.4	DQ	EU6			
32		15.	3769	012QC	120	1.4	DQ	EU6 - ZD			
34		16.	3879	011FR	216	1.0	MQ	TSI - DG			
36		17.	3896	011E	192	1.0	DQ	TSI-EVO			

Obrázek 12 Denní plán výroby motorů (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

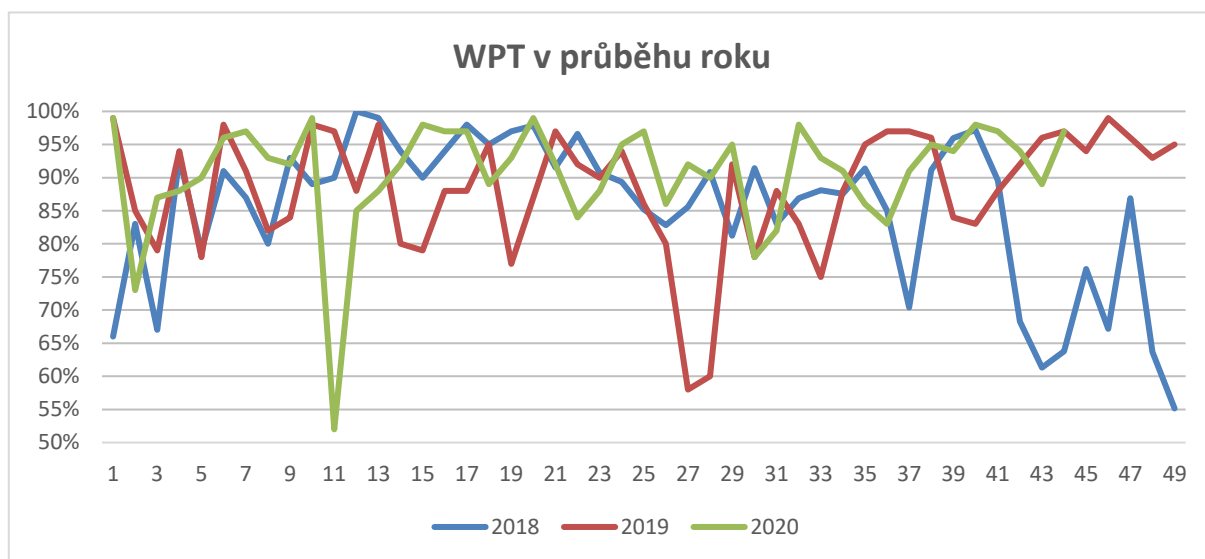
Vedoucí plánování výrobního programu motorů má tedy konečné rozhodující slovo, jelikož on určuje, jaký typ a jaké množství motorů se danou hodinu vyrobí.

2.2 WPT výrobního programu motorů

Následná část je zaměřena na analýzu dat sbíraných od roku 2018 do konce roku 2020. Tato data slouží k měření věrnosti výrobního programu motorů v dané společnosti. V letech 2018 a 2019 byl výrobní program na daný týden plánovaný celkem čtyřicet devětkrát za rok a v roce 2020 pouze čtyřicet čtyřikrát z důvodu přerušení výroby pandemií COVID-19.

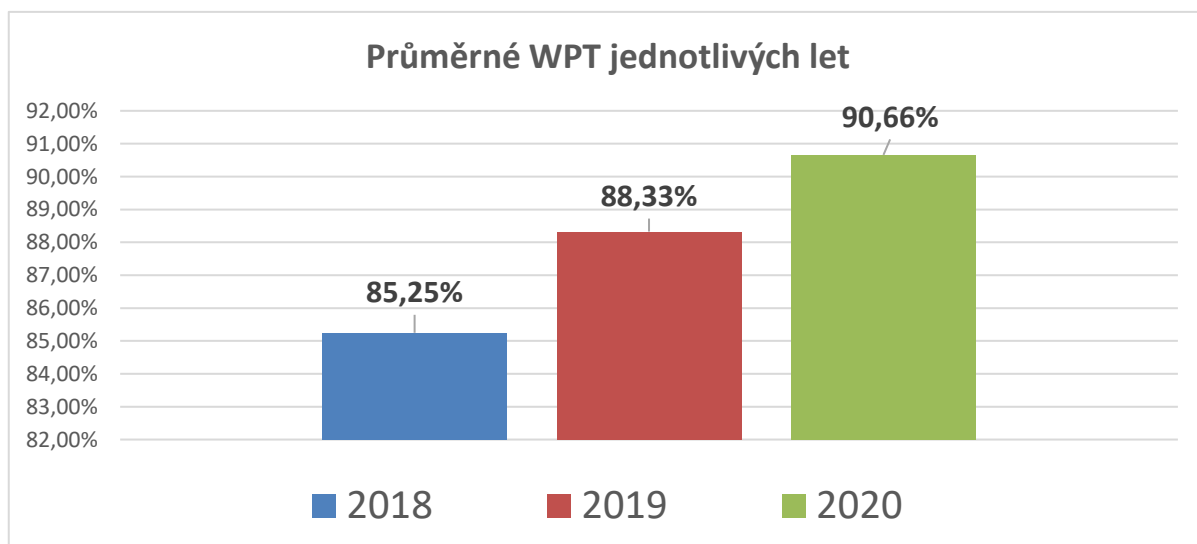
Obrázek pod tímto textem zobrazuje WPT motorů jednotlivých týdnů. Je zde možné pozorovat, že WPT ani v jednom ze sledovaných týdnů neklesl pod 50 %, a jen zřídka dosahoval týdenní věrnosti výrobního programu nižší 70 %. Stoprocentní WPT se podařilo

splnit pouze jednou, a to v roce 2018. Při pohledu na graf je možné usoudit, že dosažené hodnoty jednotlivých týdnů kolísají. Například WPT vyšší 95 % ve čtyřech po sobě jdoucích týdnech lze pozorovat pouze v roce 2019 od třicátého pátého do třicátého osmého týdne.



Obrázek 13 WPT jednotlivých týdnů v průběhu roku 2018, 2019 a 2020 (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

V grafu níže je uveden průměrný WPT jednotlivých roků 2018, 2019 a 2020. V prvním sledovaném roce dosáhla společnost 85,25 % WPT. Věrnost výrobního programu v následujících letech stoupla na 88,33 % v roce 2019 a 90,66 % v roce 2020. Je zde tedy možné pozorovat pozvolný nárůst ukazatel WPT od zavedení jeho měření.

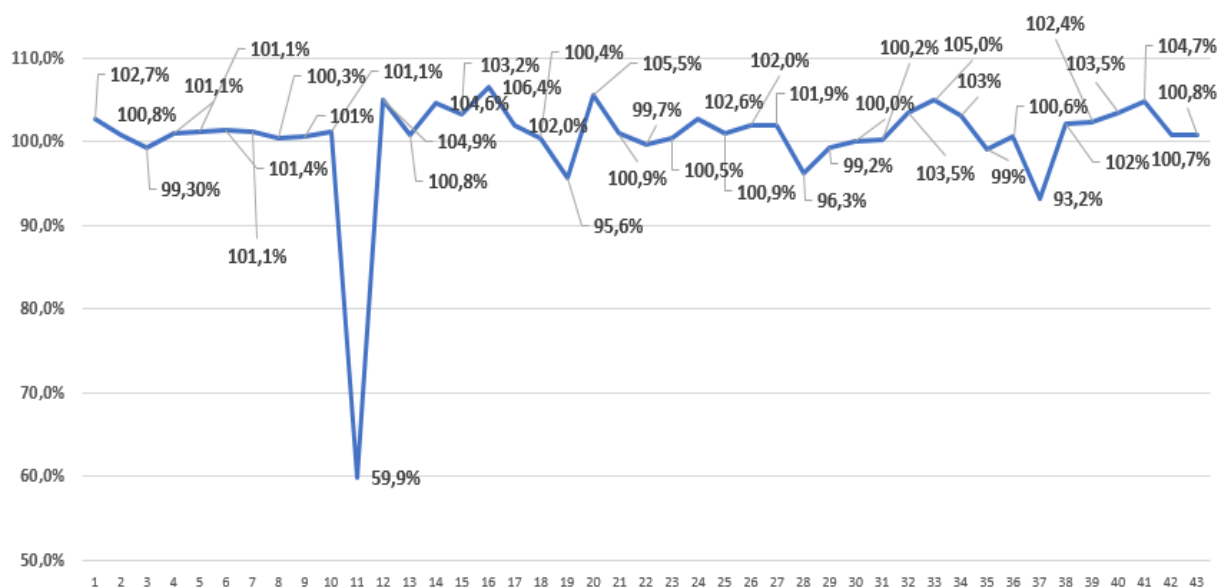


Obrázek 14 Průměrné WPT motorů jednotlivých let (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

V grafu na obrázku č. 15 je ze statistik z roku 2020 vytvořen přehled, který znázorňuje poměr mezi naplánovaným počtem výroby motorů dle výrobního programu a skutečným počtem vyrobených motorů v jednotlivých týdnech. Například první pracovní týden v roce 2020 mělo být dle výrobního programu vyrobeno 10 075 kusů, ale skutečně bylo vyrobeno 10 346, což je o 2,7 % více. Jedná se tedy o tzv. přeplňování výroby, které se v rámci měření věrnosti výrobního programu nebere jako chyba. Nicméně reálně z pohledu zajišťování materiálu může dojít k nedostatku dílů následující dny, jelikož podnik vyrobí a spotřebuje více, než bylo plánováno.

Jak je vidět v grafu, společnost v drtivé většině vyrobí větší než plánované množství. Pouze šestkrát v tomto roce je vyrobeno méně kusů, než bylo plánováno. Velký propad ve dvanáctém týdnu je zapříčiněn přerušením výroby pandemií COVID -19.

Společnost tedy ve většině případů nemá problém s dodržением vyráběného množství motorů, nicméně je důležité dodržovat soulad mezi plánovanými a skutečně vyrobenými počty jednotlivých typů motorů.



Obrázek 15 Poměr mezi plánovaným a skutečným počtem vyrobených motorů jednotlivých týdnů za rok 2020 (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

2.2.1 WPT jednotlivých motorů

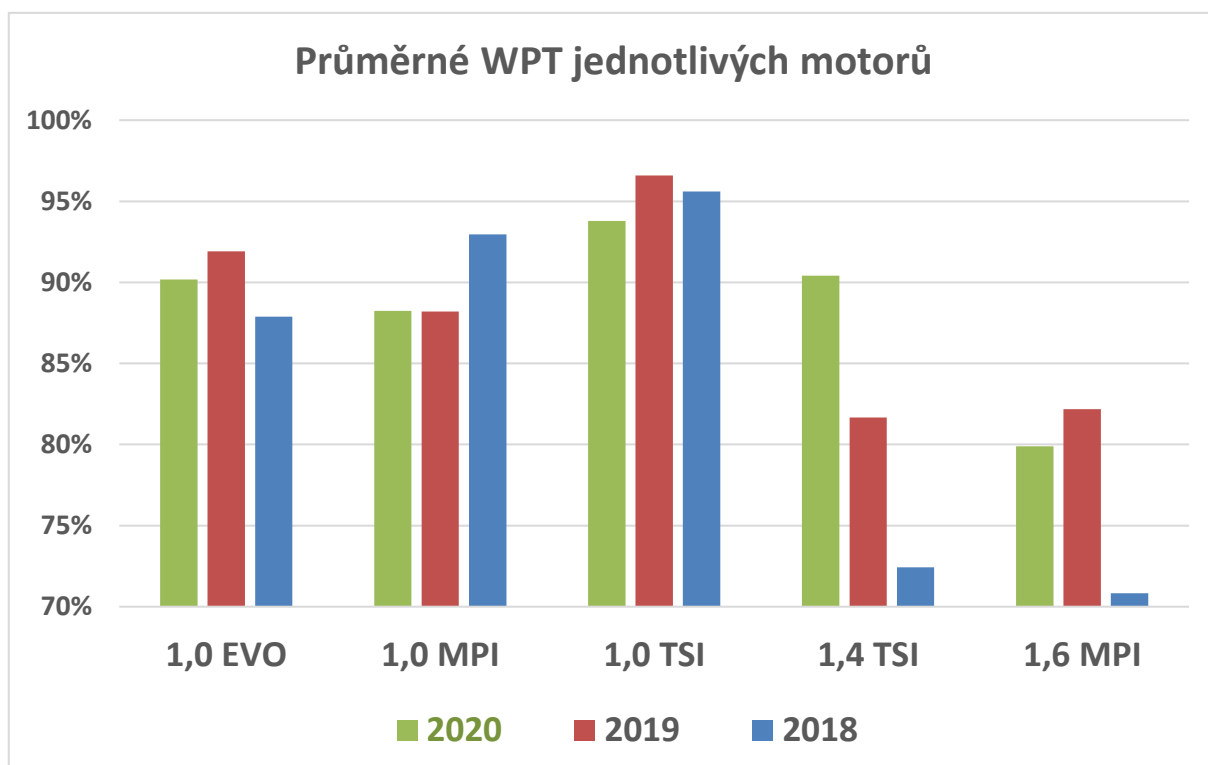
Následující obrázek se zaměřuje na plnění týdenního plánu výroby jednotlivých typů motorů, tedy motorů 1,0 EVO, 1,0 MPI, 1,0 TSI EVO, 1,0 TSI, 1,4 TSI a 1,6 MPI. Z grafu je patrné, že nejnižší týdenní věrnosti výrobního programu dosahují motory typu 1,6 MPI, jelikož v roce 2018 byl průměrný WPT tohoto motoru pouze 71 %, v roce 2019 to bylo 82 % a v roce 2020 přibližně 80 %.

Značné rozdíly a výrazné zvýšení WPT jednotlivých let lze pozorovat u motoru typu 1,4 TSI. Ze 72 % v roce 2018 vzrostl ukazatel na 90 % v roce 2020. Vyvážených výsledků a zároveň vysokých výsledných hodnot WPT nabývají motory typu 1,0 TSI. Průměrný WPT u tohoto typu motoru v jednotlivých letech neklesl pod 94 %.

Ukazatel WPT u motoru 1,0 MPI dosahoval v roce 2018 93 %. Takto vysoký WPT se nepodařilo udržet a v letech 2019 a 2020 ukazatel dosáhl 88 %. Průměrné WPT se u motorů 1,0 EVO nikterak výrazně nelišilo, jelikož v roce 2018 byla výsledná hodnota 88 % v roce 2019 92 % a v roce 2020 90 %.

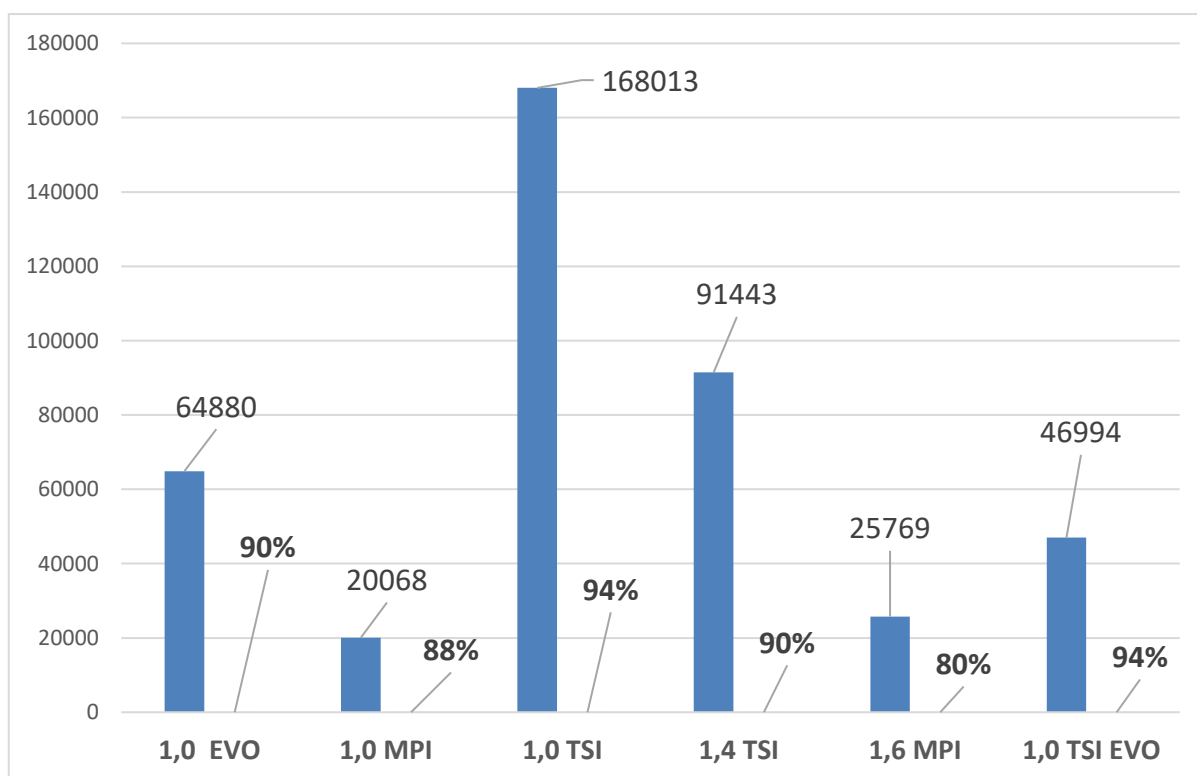
Obecně lze tedy vyhodnotit, že věrnost výrobního programu je nejvyšší u motoru typu 1,0 TSI s průměrným WPT 95 % za všechny sledované roky a nejnižším u motorů 1,6 MPI s výslednými 78 %.

Motor 1,0 TSI EVO se v grafu níže nenachází, jelikož jeho výroba byla společností Škoda Auto zahájena teprve 24. týden v roce 2020. Nicméně za období, ve kterém je u tohoto motoru sledován WPT, je jeho výsledná hodnota 94 %.



Obrázek 16 Průměrné WPT jednotlivých typů motorů v roce 2018, 2019, 2020 let (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

V grafu na obrázku č. 17 je zobrazen celkový počet jednotlivých typů motorů naplánovaných k výrobě v roce 2020. Kapacita výrobní linky motorů je 2 400 kusů denně, což je 800 motorů za směnu, 12 000 za výrobní týden.



Obrázek 17 Plánovaný počet jednotlivých typů motoru za rok 2020 ve srovnání s WPT ukazatelem (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

Jak je vidět, nejvíce společnost Škoda Auto vyrábí motory 1,0 TSI, kterých je ve výrobním plánu celkem 168 013 kusů. Druhým nejvíce vyráběným motorem je 1,4 TSI, kterého bylo naplánováno vyrobit 91 443 kusů. Naopak nejméně krát byl do plánu zahrnut motor typu 1,0 MPI.

U celkových počtů plánovaných kusů k výrobě je uveden průměr ukazatele WPT za daný rok příslušného motoru. Je zde možné vidět, že motory TSI, které jsou vyráběny nejvíce, dosahují nejvyšší věrnosti výrobního programu dle ukazatele WPT (94 %). Motory 1,6 MPI, které jsou druhé nejméně vyráběné, dosahují pouze 80 % WPT.

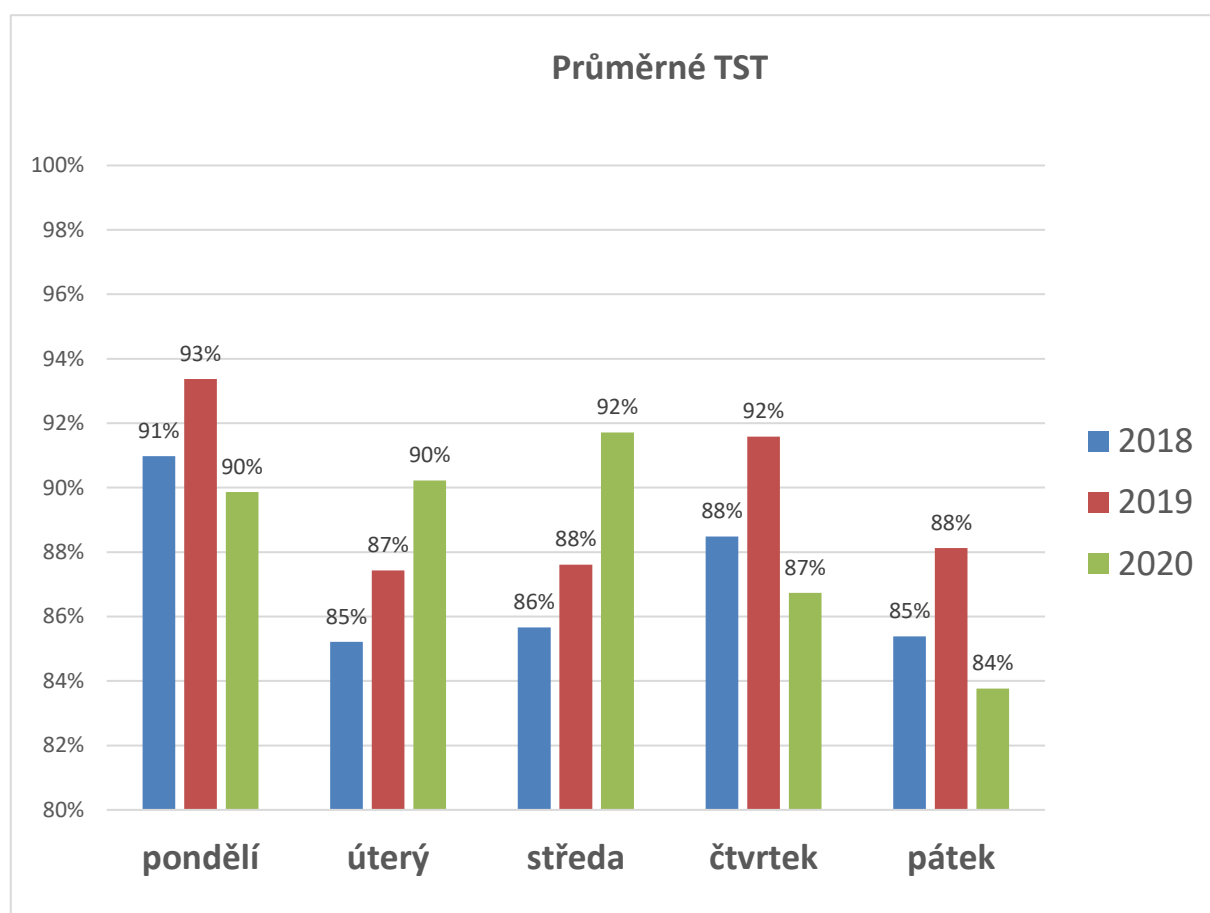
2.3 TST výrobního programu motorů

Další ukazatel věrnosti výrobního programu TST je podrobně analyzován na obrázku č. 18. Společnost na jeho základě sleduje plnění plánů výroby motorů 1,0 EVO, 1,0 MPI, 1,0 TSI EVO, 1,0 TSI, 1,4 TSI a 1,6 MPI v jednotlivých dnech v týdnu. Výrobní týden začíná v neděli první směnou od 22:00 do 06:00 následujícího dne a končí v pátek ve 22:00 poslední odpolední směnou, která začíná 14:00. V rámci výrobního týdne proběhne tedy 15 směn.

Při pohledu na graf je patrné, že pondělí má za tři sledované roky nejvyšší procentuální úspěšnost s 91 % v roce 2018, 93 % v roce 2019 a 90 % za rok 2020. Téměř identický vzhled mají sloupce jednotlivých let v úterý a ve středu. Z poměrně nízkého TST okolo 85 % v roce 2018, se tento ukazatel zvýšil na 90 % pro úterý 2020 a na 92 % pro středu 2020.

Celkové čtvrtěční průměrné TST se rovná 89 %, což je po pondělí druhé nejvyšší, nicméně je zde výraznější snížení věrnosti výrobního programu tento den z 92 % v roce 2019 na 87 % v roce 2020. Celkově nejnižších hodnot TST za léta 2018–2020 dosahuje pátek. Jde tedy o den, ve kterém je nejméně plněn plán výrobního programu.

Průměrně TST tohoto dne nedosáhlo ani v jednom roce 90 % a v roce 2020 dosahuje tento ukazatel nejnižší ze všech sledovaných hodnot (84 %). Průměr ukazatele TST let 2018 – 2020 je tedy nejvyšší v pondělní dny (91 %) a naopak nejnižší v páteční dny (86 %).



Obrázek 18 Průměrné TST jednotlivých dnů v týdnu za rok 2018, 2019 a 2020 (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

2.4 Analýza příčin snížení ukazatelů věrnosti výrobního programu motorů

Jelikož se mění a vyvíjejí procesy vedoucí k výrobě motorů, mění se dodavatelé nakupovaných dílů a mohou vznikat nové neočekávané situace. Na obrázku níže je graficky

znázorněna statistika příčin vedoucích ke snížení věrnosti výrobního programu za uplynulý rok 2020.

Nejpočetnější skupinu za rok 2020 tvoří přeplnění/neplnění výrobního plánu. Společnost se tedy často odchýlí od výrobního plánu a vyrábí větší než plánovaný počet motorů některého typu motoru. Jelikož se vyrábí více motoru, který nebyl do denního plánu zahrnut, je ponížena výroba motoru, který byl na daný den naplánován, což vede ke snížení věrnosti výrobního programu. Tato situace je riziková, jelikož může dojít v následujících dnech k vyčerpání zásob materiálu na výrobu přeplňovaného motoru.

Kvalitativní problémy tvoří na 24 % příčin. Jednotlivé kvalitativní problémy jsou nahodilé, tudíž zde nelze pozorovat opakující se problém kvality některého z materiálů. Seznam kvalitativních problémů za rok 2020 lze vidět v příloze B.

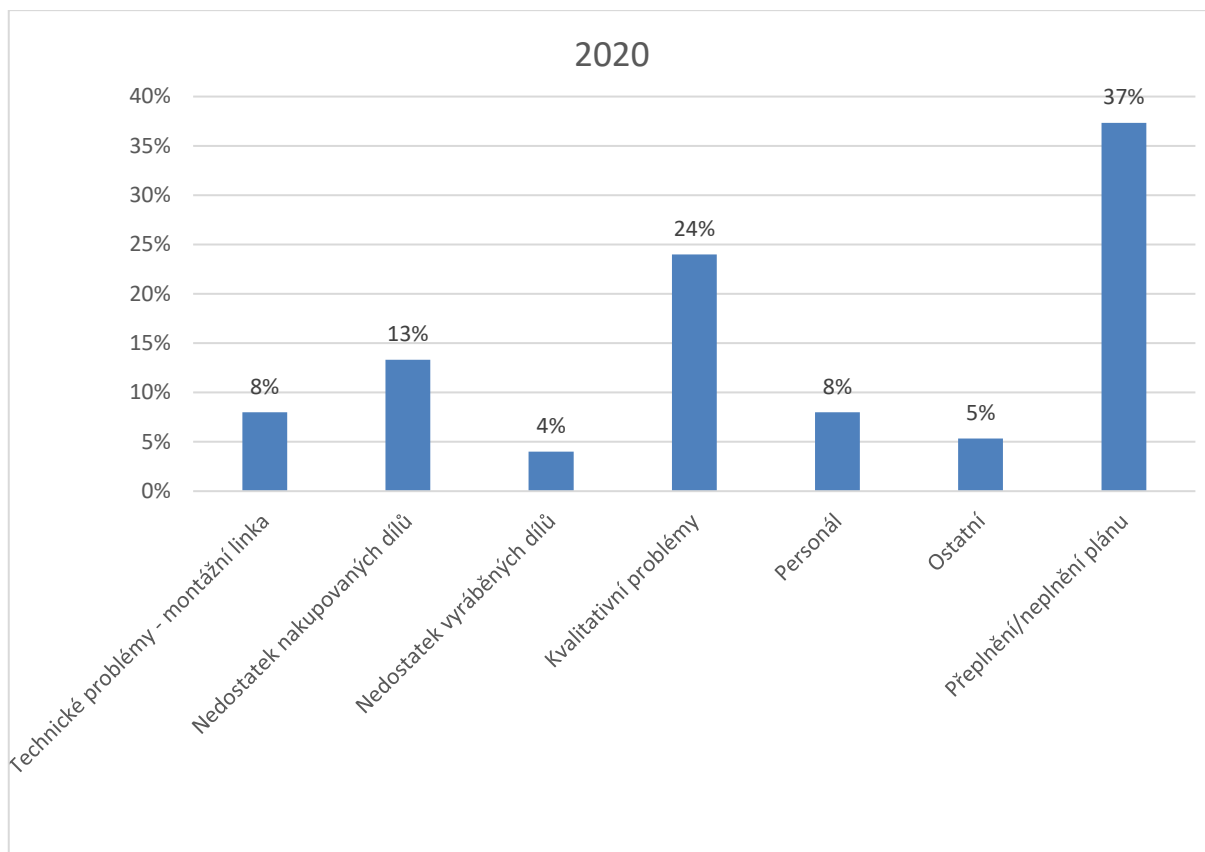
Dojde-li k odhalení tohoto typu problému, je nutné jej co nejrychleji vyřešit. Kvalitativní problémy mohou nastat jak na straně dodavatele, tak na straně společnosti Škoda Auto. V některých případech kvalitu dílů nesplňují například motorové bloky dodávané z obrábění.

Nesplňuje-li díl stanovené kvality, musí se výroba přerušit a nahradit díly, které normy splňují nebo nasadit výrobu jiného motoru. V případě nakupovaných dílů je problém nutné následně dořešit s dodavatelem dílů.

Nedostatek nakupovaných dílů tvoří 13 %. Z těchto 13 % nelze pozorovat problém s dodáním materiálu od jednoho dodavatele.

Další skupinu tvoří technické problémy montážní linky (8 %). Dojde-li k závadě, problému na montážní lince, je důležité závadu co nejrychleji odstranit a pokračovat ve výrobě, jelikož pro dodržení stanoveného plánu je důležitý plynulý chod linky. Do technických problémů patří například porucha čtecích kamer, sání, robotů a další. Společnost výkonost výrobní linky měří pomocí ukazatele OEE, který je analyzován v kapitole následující.

Velmi zřídka vyskytující se skupinou je skupina "Personál". Řadí se sem situace, kdy dojde ke snížení věrnosti výrobního programu školením nového personálu. Dále sem patří nedostatek personálu způsobený například nemocí, což zapříčiní neschopnost splnit denní plán kvůli sníženému počtu přítomných zaměstnanců. Na základě počtu a typu plánovaných motorů k výrobě daný den je plánován i počet potřebných zaměstnanců. Jejich nečekaný snížený počet pak může způsobit neschopnost dodržet plán výroby.



Obrázek 19 Příčiny ovlivňující věrnost výrobního programu motorů za rok 2020 (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

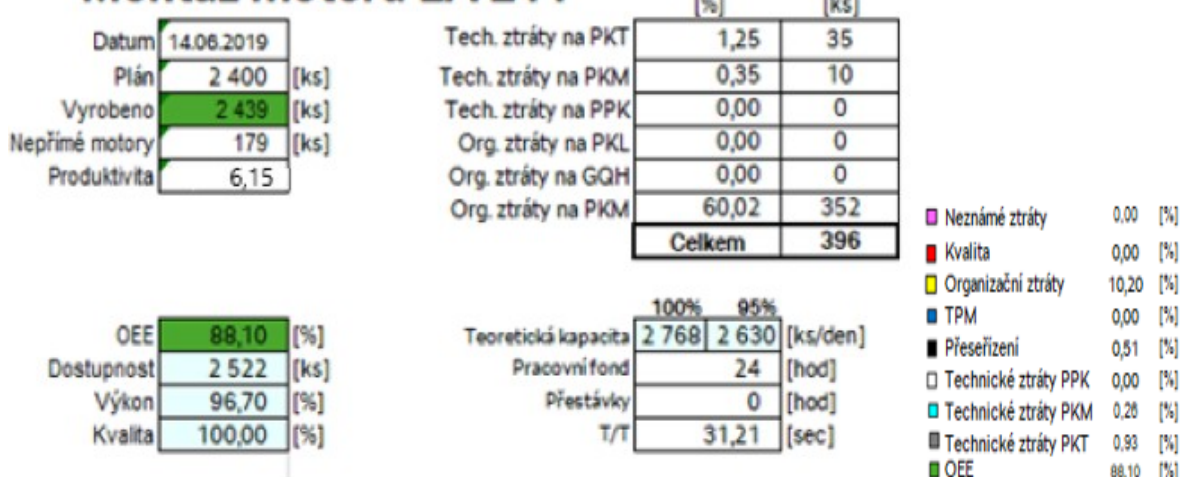
Poslední skupinu tvoří příčiny, které nelze zařadit do skupin předešlých. Patří sem například testování výrobního zařízení, které vede k odchylce od výrobního plánu. Dále sem patří neočekávané situace jako odstávka výroby pandemií COVID -19, zrušení objednávky od zákazníka a další.

2.5 Ukazatel OEE

Aby společnost mohla plnit výrobní plán a zvyšovala věrnost výrobního programu, je nutný bezproblémový chod montážní linky. Ke sledování a měření využití výrobní linky společnost měří ukazatel OEE. Tento ukazatel společnosti říká, z kolika procent výrobní linka naplnila svůj potenciál výroby. Zvyšování OEE je jedním z hlavních cílů Total Productive Maintenance (TPM).

Způsob výpočtu ukazatele OEE za jeden výrobní den je zobrazen na obrázku č. 20. Společnost měří OEE pro noční, odpolední a ranní směnu zvlášť. Do záznamového listu zapisuje čas vzniku problému, popis problému a čas kdy byl problém odstraněn. Společnost příčiny snížení OEE dělí celkem do osmi skupin, které lze vidět v levé části obrázku č. 20.

Montáž motorů EA 211

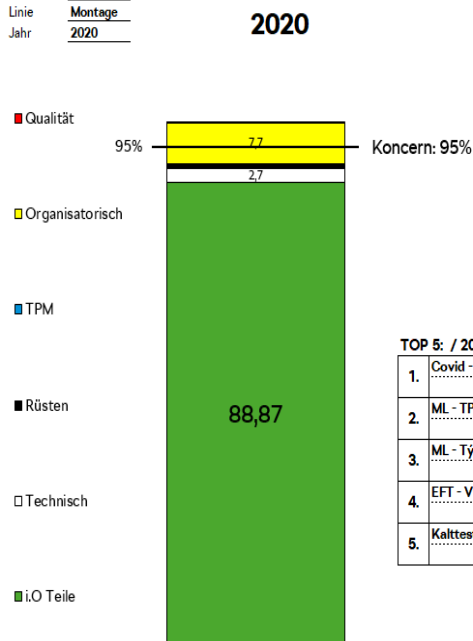


Obrázek 20 Výpočet OEE za konkrétní den (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

Na obrázku č. 21 je výsledná hodnota ukazatele OEE za celý rok 2020. Výrobní linka motorů je v roce 2020 využita z 88,87 %. Nejvyšší podíl na snížení výsledné hodnoty ukazatele mají organizační ztráty (7,7 %) a technické ztráty (2,7 %). Dále OEE ovlivňuje přeseřizení výrobní linky (0,5 %), problémy s kvalitou materiálů a údržba montážní linky (0,4 %).

MOTORENMONTAGE: Trend OEE

Bereich 2321
Linie Montage
Jahr 2020



	Soll	IST
Technisch	1,6%	2,7%
Rüsten	0,7%	0,5%
TPM	0,1%	0,4%
Organisorisch	2,5%	7,7%
Qualität	0,1%	0,2%
Gesamt	5,0%	11,5%

TOP 5: / 2020

	[min]
1. Covid - 19 - přestávky ve výrobě + 13 - 17 KT bez výrobního programu + 19KT bez noční směny	3440
2. ML - TPM na celé lince	720
3. ML - Týmové rozhovory	675
4. EFT - Výpadky na protáčení hlavy / chybí dusík na stanicích / výpadky na snímač vibrací / Výpadky na NIO výsledky vřetene	502
5. Kalttest - výpadky na zvuk blok 1,0 TSI EVO	356
TOTAL	2 253

von 06.01. bis 22.12.2020

Obrázek 21 OEE montážní linky motorů, rok 2020 (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

2.6 ANOVA

V této kapitole jsou data za rok 2020 analyzována pomocí statistické metody ANOVA neboli analýza rozptylu. Jako vstupní data k výpočtu jsou pro tabulku č. 2 použity rozdíly mezi plánovaným a skutečně vyrobeným počtem motorů za rok 2020. Jelikož hodnota P je vyšší než 0,05, tak u jednotlivých typů motorů není významný rozdíl, tudíž odchylky u všech motorů jsou zhruba stejné.

Tabulka 2 ANOVA věrnosti výrobního programu motorů za rok 2020

<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
1,0 EVO	203	-370	-1,822660	6444,176		
1,0 MPI	203	947	4,665025	4166,788		
1,0 TSI	203	-2236	-11,014800	45082,370		
1,4 TSI	203	413	2,034483	4623,410		
1,6 MPI	203	16	0,078818	263,8749		
1,0 TSI EVO	121	1604	13,256200	7901,475		
ANOVA						
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
Mezi výběry	51 702,52	5	10340,50	0,886186	0,48956	2,222021
Všechny výběry	13 185 462,00	1130	11668,55			
Celkem	13 237 165,00	1135				

Zdroj: (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

V tabulce č. 3 se nachází výpočet analýzy rozptylu, pro který jsou vstupní hodnoty rozdíly mezi plánovaným a skutečně vyrobeným počtem motorů jednotlivých výrobních dnů za celý rok 2020. Hodnota P opět není menší 0,05, tudíž mezi dny není významný rozdíl.

Tabulka 3 ANOVA věrnosti výrobního programu jednotlivých dnů

<i>Výběr</i>	<i>Počet</i>	<i>Součet</i>	<i>Průměr</i>	<i>Rozptyl</i>		
pondělí	200	709	3,545000	6343,918		
úterý	214	1002	4,682243	5397,063		
středa	206	1419	6,888350	6349,466		
čtvrtek	192	-1551	-8,078130	26031,850		
pátek	178	-1235	-6,938200	25196,670		
ANOVA						
<i>Zdroj variability</i>	<i>SS</i>	<i>Rozdíl</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Hodnota P</i>	<i>F krit</i>
Mezi výběry	37 957,90	4	9489,475	0,711049	0,584437	2,380967
Všechny výběry	131 45 548,57	985	13345,730			
Celkem	131 83 506,47	989				

Zdroj: (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

V druhé kapitole byla analyzována věrnost výrobního programu motorů. Nejprve byl analyzován způsob záznamu dat, následně ukazatel týdenní věrnosti a denní věrnosti výrobního programu a v závěru byla provedena analýza příčin vedoucích ke snížení věrnosti výrobního programu. Na základě analýzy jsou v následující kapitole představeny návrhy, které vedou ke zvýšení věrnosti výrobního programu motorů.

3 NÁVRHY VEDOUcí KE ZVÝŠENí VĚRNOSTI VÝROBNíHO PROGRAMU

Vysoká věrnost výrobního programu je prvkem stabilní výroby, která je součástí výrobní strategie společnosti Škoda Auto. Pro společnost Škoda Auto je důležité věrnost výrobního programu měřit a sledovat, jelikož dává přehled o plnění výrobního plánu, jehož dodržování je důležité pro stabilní a prosperující podnik.

Vysoká věrnost výrobního programu znamená výrobu bez komplikací a tím pádem i spokojené zákazníky, kterým jsou motory dodány včas. Je-li věrnost výrobního programu nízká, dochází ke změnám ve výrobním plánu, což může přinést komplikace v souvislosti s nedostatkem materiálu.

V předchozí kapitole jsou podrobně analyzovány ukazatel WPT a TPS sledující věrnost výrobního programu. Dále jsou zde také rozebrány příčiny vedoucí k jejich snížení. Na základě analýzy jsou v této kapitole popsány návrhy vedoucí ke zvýšení věrnosti výrobního programu.

3.1 Návrh stanovení hranice možného týdenního přeplnění

Přeplnění výroby neboli předvyrobený počet motorů daného typu v určitý den a následné ponížení vyrobeného množství tohoto motoru je nejčastější příčinou snížených hodnot ukazatelů WPT a TST. V roce 2020 se tomu tak stalo ve 37 % případů.

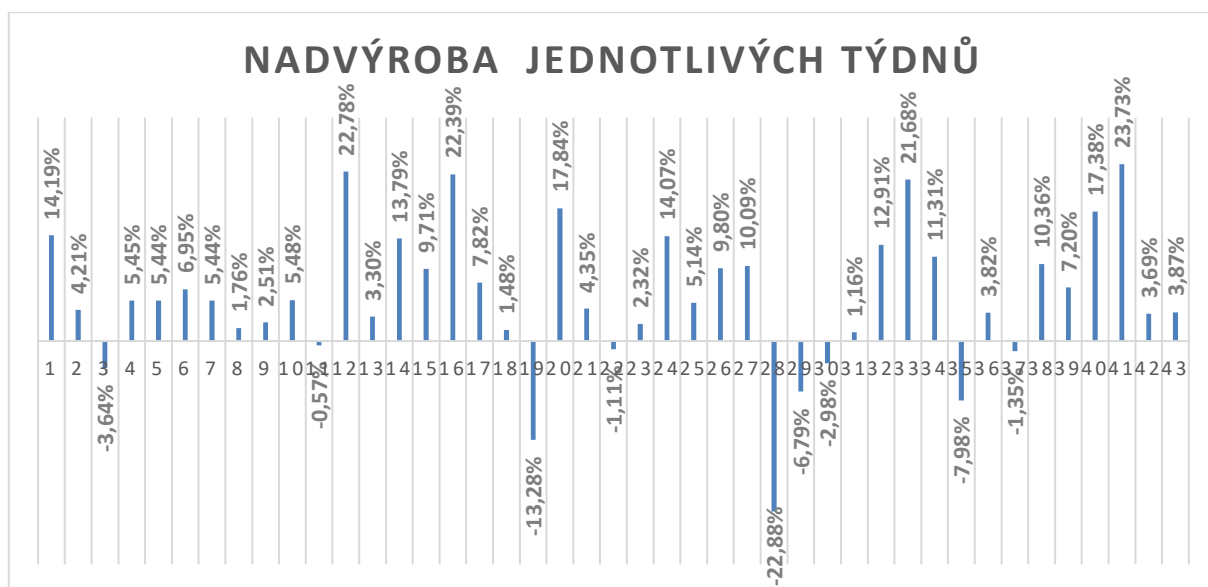
Aby přeplňování výroby nemělo tak velký vliv na ukazatele, je navrženo následující opatření. Týká se stanovení maximální možné hranice, o kterou může výroba daný den (týden) plán přeplnit. To znamená, že bude na dané týdny po celý rok určeno, o kolik procent motorů je možné vyrobit více, než bylo plánováno, aby nedocházelo k velkým výkyvům a odchýlkám od plánu a následným ponížením výroby, které sníží sledované ukazatele.

Aby mohla být hranice stanovena, je potřeba provést výpočty, na jejichž základě bude učena. Jako podklad pro stanovení hranice slouží historická data z roku 2020. Kompletní podklady, které slouží k určení této hranice, se nachází v příloze C.

V grafu na obrázku č. 22 jsou zobrazena přeplnění výroby jednotlivých týdnů v roce 2020. Je zde možné pozorovat vysoké odchylky od plánu, které způsobují nadměrnou spotřebu materiálu daný den. To může způsobit nadměrné výdaje, jelikož je nutné zajistit tyto díly dříve, než bylo plánováno.

Průměrné přeplnění za rok 2020 je rovno 5,81 % (255,5/ 44). Na základě výpočtu je stanovena maximální procentuální odchylka 6 %, která nesmí být jednotlivé týdny překročena. Pokud bude stanovena maximální procentuální hranice přeplnění, bude zamezeno

nekontrolovanému přepřínování o desítky procent za jednotlivé týdny. Například v prvním týdnu byla výroba přeplněna o 14,19 %, s tímto návrhem by bylo možné přeplnit pouze o šest procent. Následkem tohoto opatření také dojde ke zvýšení věrnosti výrobního programu, jelikož vedoucí plánování výrobního programu motorů nebude nucen ponížít výrobu motorů o vysoké počty kusů, tudíž se ukazatele WPT a TST zvýší.



Obrázek 22 Přeplnění výroby motorů jednotlivých týdnů za rok 2020 (autor s využitím dat společnosti ŠKODA AUTO, 2020)

Propočet ukazatele WPT při zavedení tohoto návrhu je zobrazen níže. Pro ukázkou změny WPT a TST díky navrhovanému opatření je zvolen osmnáctý výrobní týden.

Tabulka 4 Vstupní data pro ukázkou změny vyrobeného počtu vozů po použití návrhu stanovujícím maximální možné přeplnění výroby

KW 18	PO	ÚT	ST	ČT
1,0 EVO	100	100	100	100
1,0 MPI	300	200	500	200
1,0 TSI	300	500	300	500
1,4 TSI	100	200	100	200
1,6 MPI	0	0	0	0
Rozdíl				
1,0 EVO	-12	2	18	-2
1,0 MPI	-300	192	44	182
1,0 TSI	361	-48	-40	-215
1,4 TSI	110	-125	-2	23
1,6 MPI	0	0	0	0
Přeplnění v %	19,88 %	2,10 %	2,00 %	-1,20 %

Zdroj: (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

Ze vstupní tabulky je patrné, že v pondělí bylo nad rámec plánovaného počtu vyrobeno o 19,88 % motorů více. 19,88 % činí 159 kusů vyrobených nad plánované množství osmi set kusů motorů. Jelikož návrh hovoří o šesti procentech přeplnění za týden, vedoucí plánování výrobního programu konkrétního dne by musel plán přehodnotit a sestavit jej odlišně. Po sečtení hodnot z tabulky č. 4 je znám celkový počet motorů, který by měl být jednotlivé výrobní dny ve dvanáctém týdnu vyroben.

V pondělí je to 800 kusů a pro následující dny je to vždy 1000 kusů. Na základě těchto informací si lze vypočítat o kolik motorů je možné daný den přeplnit, je-li nutné dodržet stanovenou hranici šesti procent.

Jak by vypadal počet vyrobených motorů v jednotlivé dny za použití tohoto návrhu je zobrazeno v tabulce níže.

Tabulka 5 Výsledná tabulka vyrobených vozů po použití návrhu stanovujícím maximální možné přeplnění výroby

Rozdíl	PO	ÚT	ST	ČT
1,0 EVO	-12	2	18	-2
1,0 MPI	-300	181	34	85
1,0 TSI	234	-48	-40	-106
1,4 TSI	110	-125	-2	23
1,6 MPI	0	0	0	0
Přeplnění v %	4 %	1 %	1 %	0 %

Zdroj: (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

Ve sloupci pondělí lze vidět snížení počtu vyrobených motorů 1,0 TSI na 234 kusů. Celková suma pondělního sloupce z tabulky č. 5 je rovna 32, což odpovídá čtyřem procentům z 800 kusů. V úterý je snížen počet motorů 1,0 MPI o jedenáct kusů, a po výpočtu je přeplnění tohoto dne místo původních dvou procent pouze procento jedno. Ve středu je počet tohoto motoru snížen o deset kusů a výsledné přeplnění je rovno také jednomu procentu.

V důsledku těchto změn by bylo možné ve čtvrtek vyrobit 1,0 MPI motorů 85 a motory 1,0 TSI ponížít pouze o 106 kusů, namísto původních 215 kusů, a zvýšilo by se tak TST tohoto dne. Celkově by tedy výroba přeplnila o povolených šest procent a nedošlo by tak k výrazné odchylce od plánu. Původní TST čtvrtečního dne bylo 89 %. Při použití tohoto návrhu by výsledné TST tohoto dne bylo 94,2 %.

Tento návrh vyžaduje od vedoucího plánování sledovat plánované množství k výrobě daný den a na základě informací o neplánovaných změnách výroby zapříčiněných například technickou poruchou výrobní linky, provést výpočty a správně nastavit nový výrobní plán tak, aby nedošlo k překročení stanovené hranice.

3.2 Návrh změny vyrovnání přeplnění výroby

Na základě druhé kapitoly je známo, že TST pátečních dnů za sledované období dosahuje nejnižších hodnot, proto je zde popsán návrh, který může přispět ke zvýšení a vyrovnání hodnot TST s ostatními dny. Jelikož ve výrobě dochází k přeplňování nad rámec plánu v průběhu týdne, jsou to především páteční dny, kdy dojde k ponížení počtu vyrobených kusů pod plánovaný počet na tento den proto, aby došlo k vyrovnání rozdílů.

Problém nastává tehdy, kdy dojde k ponížení o větší než nutný počet kusů motorů. Ke snížení počtu motorů, které mají být vyrobeny, dochází i v jiných než pátečních dnech, proto tento návrh není cílený pouze na páteční dny.

Tabulka 6 Rozdíl mezi plánovaným a skutečně vyrobeným počtem motorů šestého týdne

Typ motoru	PO	UT	ST	ČT	PÁ
1,0 EVO	25	-2	-13	-12	-3
1,0 MPI	-33	57	-53	21	-191
1,0 TSI	39	-92	104	2	277
1,4 TSI	-10	7	24	20	-47
1,6 MPI	2	-2	0	-5	0

Zdroj: (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

Situace, kdy došlo ke zbytečně vysokému ponížení vyrobených motorů je zobrazena v tabulce č. 6, z šestého týdne, roku 2020. Je zde vidět, že od pondělí do čtvrtka bylo nadvyrobena 41 kusů motoru 1,4 TSI. Z toho důvodu vedoucí plánování výrobního programu motorů ponížil počet těchto motorů o 47 kusů. Je to ovšem o šest kusů více, než bylo potřebné a TST tohoto dne dosáhl 61 %, jelikož bylo plánováno vyrobit 120 kusů tohoto motoru (47/120).

Je tedy navrhováno ponížít výrobu motoru, který byl v předchozí dny přeplněn, pouze o tolik kusů motorů, o kolik byl nadvyroben. Je to návrh prostý, nicméně by přinesl zvýšení ukazatele TST. Aby byl tento návrh uskutečněn, musí vedoucí plánování sledovat denní plán výroby, a operativně jej měnit.

K zjištění správného počtu kusů motorů, o které má být výroba daný den ponížena, postačí běžně dostupná data z předešlých dnů, která má vedoucí plánování vždy k dispozici.

Následně stačí provést jednoduchý výpočet množství nadvyrobených kusů, a o ten ponížít výrobu následující den.

Jakým způsobem by tato situace měla být řešena dle tohoto návrhu je zobrazeno v tabulce níže.

Tabulka 7 Ukázka změny výsledných hodnot za použití daného návrhu

Typ motoru	PO	UT	ST	ČT	PA
1,0 EVO	25	-2	-13	-12	-3
1,0 MPI	-33	57	-53	21	-191
1,0 TSI	39	-92	104	2	277
1,4 TSI	-10	7	24	20	-41*
1,6 MPI	2	-2	0	-5	0

Zdroj: (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

Z porovnání tabulky č. 6 a č. 7 je možné vidět, jak by vypadal výsledný počet motorů 1,4 TSI vyrobených v páteční den, o který by se ponížil denní plán výroby dle tohoto návrhu. Jelikož bylo v pondělí až čtvrtek vyrobeno o 41 kusů motoru více, než bylo naplánováno, vedoucí plánování by změnil páteční denní plán a ponížil by tento typ motoru o 41 kusů z plánovaného počtu. Došlo by tak k přesnému vyrovnání a ukazatel TST by se zvýšil z původních 61 % na 66 % (41/120).

3.3 Návrh úpravy ukazatelů WPT a TST

Další návrh se týká úpravy ukazatelů WPT a TST, které Škoda Auto pro měření věrnosti výrobního programu již využívá, jak je popsáno v kapitole 2.1. Tento návrh není primárně zaměřen na zvýšení hodnot těchto ukazatelů, spíše v konečném důsledku může ukazatele naopak ponížít, nicméně jeho zavedením by došlo k reálnějšímu promítnutí výsledku dodržování plánu výroby daný den a týden.

Jelikož současné ukazatele WPT a TST nepočítají s přeplněním jako chybou, tudíž výroba většího, než plánovaného množství motorů není brána jako chybná, je navrhována změna výpočtu těchto ukazatelů, která by s přeplňováním počítala.

Dle autora je důležité do ukazatelů, které odráží schopnost plnit plán výroby promítnout i kusy motorů vyrobené nad rámec plánu. S motory vyrobenými nad rámec plánovaného počtu není kalkulováno a dochází tak ke zvýšené spotřebě materiálu potřebného na výrobu daného typu motoru. To může mít za následek nedostatek materiálu pro výrobu na následující dny, a s tím spojené zvláštní jízdy k zajištění materiálu včas.

Jelikož nadvýroba může způsobit neschopnost plnit plán v následujících dnech nebo může znamenat neplánované výdaje, je navrhováno ukazatele WPT a TST ponížít o nadvyrobené kusy. Tato úprava by zajistila objektivnější výsledky plnění výrobního programu. Způsob nového výpočtu ukazatelů WPT a TST je popsán níže.

Tabulka 8 Zdrojová data pro výpočet nového WPT a TST

Plán na 50. týden	PO	UT	ST	ČT	PÁ
1,0 EVO	250	250	250	250	250
1,0 MPI	95	95	95	95	95
1,0 TSI EVO	800	800	800	800	800
1,0 TSI	750	750	750	750	750
1,4 TSI	290	290	290	290	290
1,6 MPI	65	65	65	65	65
Skutečnost					
1,0 EVO	309	236	237	242	241
1,0 MPI	95	119	122	72	95
1,0 TSI EVO	884	881	838	793	795
1,0 TSI	713	641	489	1012	710
1,4 TSI	304	276	288	161	439
1,6 MPI	47	80	72	71	71
Rozdíl					
1,0 EVO	59	-14	-13	-8	-9
1,0 MPI	0	24	27	-23	0
1,0 TSI EVO	84	81	38	-7	-5
1,0 TSI	-37	-109	-261	262	-40
1,4 TSI	14	-14	-2	-129	149
1,6 MPI	-18	15	7	6	6

TST						
Motor	PO	UT	ST	ČT	PA	WPT
1,0 EVO	100 %	94 %	95 %	97 %	96 %	96 %
1,0 MPI	100 %	100 %	100 %	76 %	100 %	95 %
1,0 TSI EVO	100 %	100 %	100 %	99 %	99 %	100 %
1,0 TSI	95 %	85 %	65 %	100 %	95 %	88 %
1,4 TSI	100 %	95 %	99 %	56 %	100 %	90 %
1,6 MPI	72 %	100 %	100 %	100 %	100 %	94 %
Celkem	95 %	96 %	93 %	88 %	98 %	94 %

Zdroj: (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

Výpočet WPT a TST je popsán v druhé části této práce. Nyní bude vysvětlen návrh nového výpočtu těchto ukazatelů. Změna výpočtu WPT spočívá v odečtení průměrného přeplnění výroby motoru nad rámec plánu, a to následujícím způsobem. Nejprve je potřeba vypočítat sumu z tabulky s rozdíly mezi plánovaným počtem a reálně vyrobeným počtem u jednotlivých typů motorů za daný týden.

Výsledné hodnoty pro ukázkový příklad se nachází v tabulce níže. Výsledek tedy říká, že motoru 1,0 EVO bylo v padesátém týdnu vyrobeno o patnáct kusů více, než bylo plánováno, motoru 1,0 MPI bylo vyrobeno o dvacet osm kusů více atd. Pro přehlednost výpočtu je hodnota odpovídající tomuto výsledku označena jako "A1, A2... An".

Tabulka 9 Výpočet nadvyrobených kusů v daný týden

Typ motoru	A
1,0 EVO	$59-14-13-8-9 = 15$ (A1)
1,0 MPI	$0+24+27-23+0 = 28$
1,0 TSI EVO	$84+81+38-7-5 = 191$
1,0 TSI	$-37-109-261+262-40 = -185$
1,4 TSI	$14-14-2-129+149 = 18$
1,6 MPI	$-18+15+7+6+6 = 16$

Zdroj: (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

Další hodnoty potřebné pro výpočet nového ukazatele WPT jsou získány z tabulky "Plán". Zde se spočítá suma plánovaného počtu motorů daného typu, které mají být v tento týden vyrobeny. Výpočet sumy plánovaného počtu daný týden se provede u všech jednotlivých typů motorů, jak je vidět v tabulce níže.

Tabulka 10 Výpočet plánovaného množství motorů k výrobě daný týden

Typ motoru	B
1,0 EVO	$250+250+250+250+205 = 1250$ (B1)
1,0 MPI	$95+95+95+95+95+95 = 475$
1,0 TSI EVO	$800+800+800+800+800 = 4000$
1,0 TSI	$750+750+750+750+750 = 3750$
1,4 TSI	$290+290+290+290+290 = 1450$
1,6 MPI	$65+65+65+65+65 = 325$

Zdroj: (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

Pro přehlednost následného výpočtu jsou výsledky z tabulky č. 10 značeny jako “B1, B2... Bn“. Poté, co jsou známé hodnoty “A“ a “B“ pro všechny typy motorů, je nutné zjistit podíl hodnot “A“ a “B“ vyjádřený v procentech ($A/B = X \%$). Výsledné hodnoty jsou vidět v tabulce č. 11.

Tabulka 11 Výpočet podílu nadvyrobených kusů motorů a plánovaného množství k výrobě

Typ motoru	An	Bn	X
1,0 EVO	15 (A1)	1250 (B1)	$15/1250 = 1,2 \%$
1,0 MPI	28	475	$28/475 = 5,9 \%$
1,0 TSI EVO	191	4000	$191-185//4000 = 0,15 \%$
1,0 TSI	-185	3750	xxx
1,4 TSI	18	1450	$18/1450 = 1,2 \%$
1,6 MPI	16	325	$16/325 = 4,9 \%$

Zdroj: (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

V tabulce č. 11 jsou zobrazeny výsledné hodnoty “X1, X2...Xn“, které jsou zásadní pro konečný výpočet nového WPT. Tyto hodnoty tedy udávají, o kolik procent motorů bylo daný týden vyrobeno nad plánovaný počet. Například motoru typu 1,0 MPI bylo vyrobeno o 5,9 % více než bylo plánováno.

Výsledný podíl u motoru 1,0 TSI není uveden z toho důvodu, že bylo vyrobeno méně kusů, než bylo plánováno a tento fakt se již do klasického WPT započítává, tudíž se s ním zde nepočítá, jelikož by byl započítán dvakrát.

Vzhledem k tomu, že motoru 1,0 TSI bylo vyrobeno menší než plánované množství, byl tento typ motoru nahrazen výrobou 1,0 TSI EVO. Aby se počítalo opravdu jen s počtem vyrobeným nad rámec toho plánovaného, je nutné zjistit rozdíl mezi těmito kusy. Jelikož byl nahrazen motor 1,0 TSI motorem 1,0 TSI EVO, budou porovnány počty vyrobených kusů mezi těmito motory ($191-185 = 6$).

Ve chvíli, kdy jsou známé hodnoty “Xn“, je možné vyčíslit výslednou hodnotu nového WPT. Ukazatel WPT je tedy spočítán, dle již používaného postupu, od kterého je odečtena hodnota Xn příslušící danému týdnu, čímž vznikne výsledná hodnota nového ukazatel WPT, který bude označován jako WPT2. Vzorec má tedy podobu $WPT - Xn = WPT2$. Končený výpočet je zobrazen v tabulce č. 12.

Tabulka 12 Výpočet ukazatele WPT2

Typ motoru	WPT	WPT2
1,0 EVO	96,48 %	$96,48 - 1,2 = 95,28$ %
1,0 MPI	95,16 %	$95,16 - 5,9 = 89,26$ %
1,0 TSI EVO	99,70 %	$99,7 - 0,15 = 99,55$ %
1,0 TSI	88,08 %	$88,08 - 0 = 88,08$ %
1,4 TSI	90,00 %	$90 - 1,2 = 88,8$ %
1,6 MPI	94,46 %	$94,46 - 4,9 = 89,56$ %
Celkem	93,98 %	91,75 %

Zdroj: (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

Z tabulky č. 12 lze vyčíst, že celkové WPT2 je oproti běžnému WPT nižší cca o 2 %. Tento nový způsob výpočtu tedy přináší rozdílné výsledky, které podávají objektivnější pohled na plnění výrobního plánu, jelikož je zde zahrnut i nadvyrobený počet motorů, který spotřebovává materiál na další výrobní dny.

Návrh změny ukazatele TST je založený na totožném principu jako WPT2. Nově by tedy ukazatel zahrnoval podíl nadvyrobených kusů všech typů motorů na plánovaném počtu motorů, které mají být daný den vyrobeny. Tento podíl by se následně odečetl od klasického TST.

3.4 Návrh úpravy záznamů ukazatelů WPT a TST

Poslední návrh je zaměřený na zkvalitnění, zpřehlednění a zefektivnění vedení záznamů o sledovaných ukazatelích. Jelikož analýza odhalila neúplné zaznamenávání veškerých příčin způsobujících snížení hodnot ukazatelů, především u hodnot výších 90 %, je navrhováno povinné zaznamenávání veškerých příčin, i těch, které způsobí nízké snížení ukazatelů. Pomocí zaznamenávání veškerých příčin je následně možné lépe odhalit opakující se problémy a na základě těchto dat se na tyto problémy zaměřit a následně je odstranit.

Jelikož se v současné době příčiny zapisují volně do jednotlivých listů, je pro usnadnění, přehlednost a rychlost navržena následující úprava.

Den	Příčina	Kategorie
Po	TSI-EVO - na žádost PKM předělaný plán (rovnoměrná výroba)	Personál
Ut	TSI-EVO - na žádost PKM předělaný plán (rovnoměrná výroba)	↑ řeplnění/neplnění plánu
	MPI EVO - pozastavena výroba NiO - analýza motoru	
St	MPI - technické problémy ve výrobě, motory zůstaly v lince do noční směny	
Čt	TSI EVO - NiO bloky, TPM a nové bloky až ve 20:00	
Pá	MPI EVO - pozastavena výroba NiO - výroba obnovena ve 13:00	↓ valitativní problémy
	1,6 - nový denní plán na žádost PKM - plynulá výroba předvyrobena v týdnu	

Obrázek 23 Návrh nového záznamu příčin vedoucích ke snížení ukazatelů WPT a TST (autor, 2021)

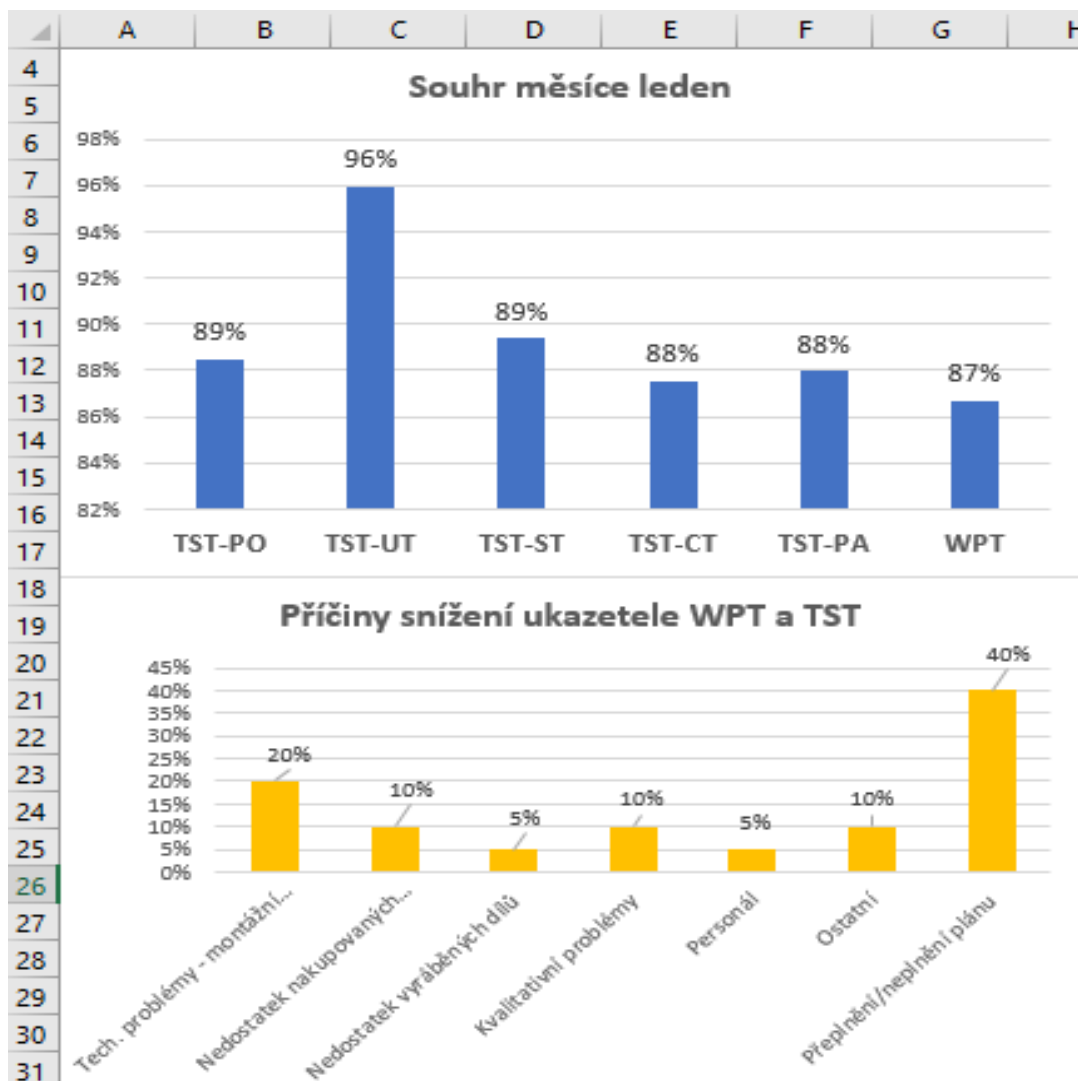
Pro přehlednost by jednotlivé listy připadající konkrétnímu výrobnímu týdnu obsahovaly tabulky, kde by vedoucí plánování výrobního programu, který má tyto záznamy na starost, přiřadil ke konkrétnímu dni příčinu, která způsobila snížení ukazatele o jakoukoliv hodnotu. Pro záznam příčiny může využít rozevírací seznam, který obsahuje potencionální příčiny. Po zvolení dne a příčiny je důležité přiřadit kategorii, do které zvolená příčina spadá.

Den	Příčina	Kategorie
Po	TSI-EVO - na žádost PKM předělaný plán (rovnoměrná výroba)	Personál
Ut	1,0 MPI předvyrobena v KT 38 na úkor MPI EVO	Technické problémy - montážní linka
		Nedostatek nakupovaných dílů
St		Nedostatek vyráběných dílů
		Kvalitativní problémy
Čt		Personál
		Ostatní
Pá	MPI EVO - pozastavena výroba NiO - analýza motoru	Přeplnění/neplnění plánu

Obrázek 24 Návrh záznamu příčin do kategorií způsobujících snížení ukazatelů WPT a TST (autor, 2021)

Zde je opět připraven rozevírací seznam, kde se nachází výběr ze sedmi skupin příčin. Vedoucí plánování zvolí odpovídající skupinu dle příčiny, která vedla ke snížení ukazatele. Jelikož záznamy, které společnost Škoda Auto vede o ukazatelích, nepřinášejí žádné dlouhodobé vyhodnocení, je dále navrhováno využít přehledného rozdělení příčin dle kategorií a provádět měsíční přehled dosahovaných hodnot ukazatelů a příčin podílejících se na jejich snížení.

To znamená, že by vždy po čtyřech výrobních týdnech následoval list, na kterém by byl umístěn graf shrnující výsledné hodnoty ukazatelů a graf zachycující příčiny, které daný měsíc ovlivnily výši těchto ukazatelů. Jak by měsíční přehled vypadal, je vidět na obrázku č. 25 níže.



Obrázek 25 Náhled listu zobrazující návrh měsíčního souhrnu dosahovaných hodnot ukazatelů a příčin podílejících se na jejich snížení (autor, 2021)

Posledním návrhem, jak zvýšit efektivitu sledování ukazatelů, je k těmto informacím přiložit i hodnoty a informace ohledně ukazatele OEE, který sleduje využití výrobní linky. Jelikož je nepřerušovaný chod výrobní linky zásadní pro dodržení výrobního plánu, je vhodné mít informace o ukazateli sledujícím její využití. Propojení těchto informací může sloužit například k sledování vlivu ukazatele OEE na ukazatele WPT a TST. Konečný vzhled měsíčního shrnutí dosažených výsledků – viz příloha A.

3.5 Shrnutí návrhů

V této kapitole bylo přestaveno několik návrhů, které mají přispět ke zvýšení věrnosti výrobního programu motorů. Jako první je představen návrh omezující množství motorů, které mohou být vyrobeny nad rámec týdenního plánu. Tento návrh by umožnil maximální týdenní

přeplnění o šest procent. Vedoucí plánování výroby motorů by tak nemohl připustit vysoké odchylky od plánu výroby jednotlivých dnů.

Druhý návrh je zaměřen na způsob vyrovnání přeplnění výroby motorů, snížením o adekvátní počet motorů, u kterých je potřeba snížit výrobu. Tento návrh zajistí zvýšení věrnosti výrobního programu, jelikož dojde jen k takovému snížení výroby motorů, o kolik kusů bylo předchozí dny předvyrobeno.

Další návrh pojednává o změně způsobu výpočtu ukazatelů WPT a TST, u kterých by se nově kalkulovalo i s případným přeplněním výroby. Současné ukazatele nepočítají s přeplněním jako chybou, tudíž je nově navrhováno tento fakt do ukazatele promítnout jako chybný, jelikož neplánovaná výroba většího, než plánovaného počtu motorů způsobuje nadměrnou spotřebu materiálu v daný den.

Poslední představený návrh se týká změny vedení statistik o ukazatelích WPT a TST. Popisuje způsob vedení záznamů, navrhuje měsíční souhrny a propojení s ukazatelem OEE.

4 VYHODNOCENÍ PROVEDENÝCH ZMĚN

Poslední část této práce se bude zaměřovat na zhodnocení navržených opatření. U návrhu stanovení hranice možného týdenního přeplnění a návrhu změny vyrovnaní přeplnění výroby budou na základě historických dat provedeny výpočty ukazatelů WPT a TST za předpokladu využití navržených změn.

Návrh změny výpočtu ukazatelů WPT a TST bude hodnocen na základě porovnání ukazatele WPT za rok 2020 a nového ukazatele WPT2 použitého pro výpočet ve stejném období. Poslední hodnocení v této kapitole bude hodnocení návrhu, který se týká úpravy vedení záznamů o ukazatelích WPT a TST.

4.1 Přínosy stanovení hranice možného týdenního přeplnění výroby

Jak ukázala analýza příčin vedoucích ke snížení věrnosti výrobního programu ukazatelů v roce 2020, bylo nejčastější příčinou přeplnění výroby a následné ponížení vyrobených kusů motorů. Na základě této skutečnosti bylo navrženo opatření, které stanovuje hranici maximálního přípustného přeplnění výroby motorů v daný týden maximálně o šest procent.

Časté a vysoké přeplňování výroby může vést ke komplikacím s dostupností materiálu na skladě. V příloze C je vidět, že výroba motorů přesáhla hranici šesti procent v jednotlivých týdnech za rok 2020 celkem osmnáctkrát. V následující části budou provedeny výpočty, jak by vypadal ukazatel TST a WPT v týden, kdy byla překročena hranice šesti procent, za předpokladu použití návrhu omezující maximální přípustnou hranici přeplnění.

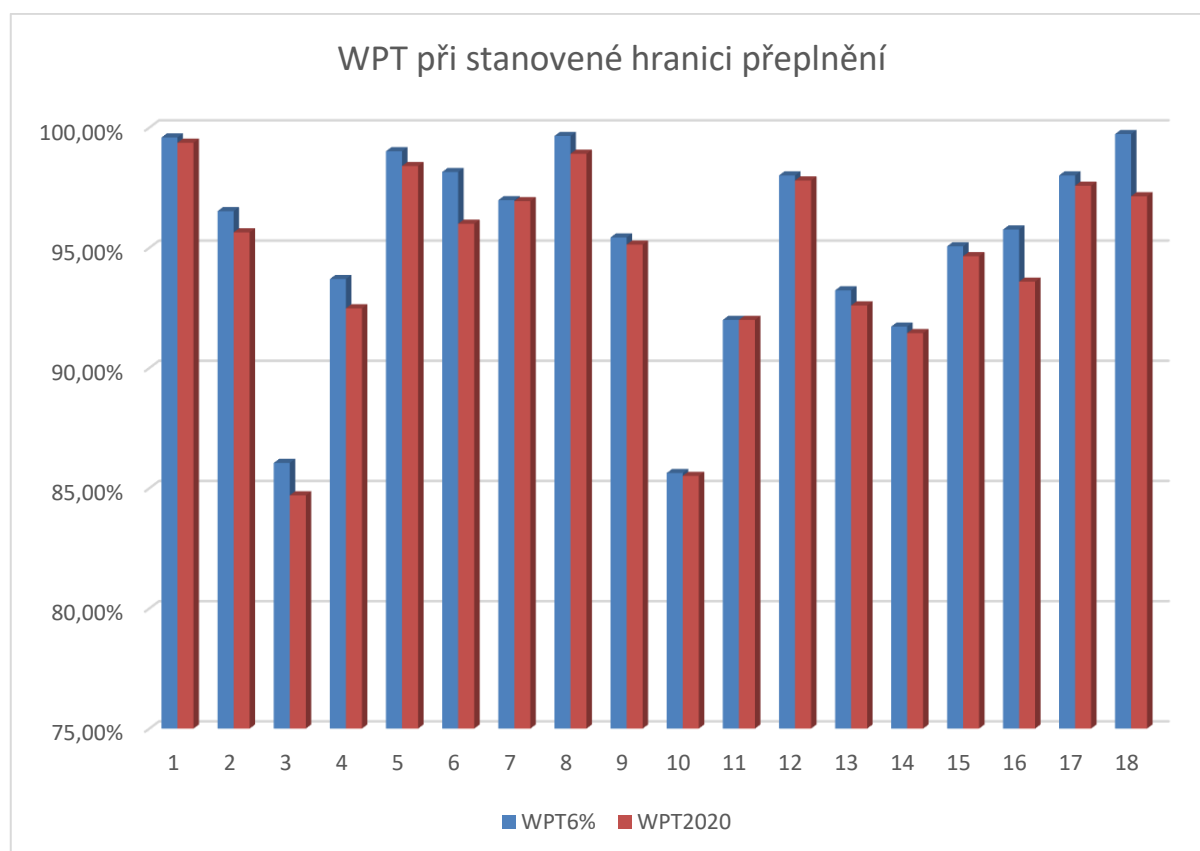
Tabulka 13 Změna týdenního plánu výroby motorů za použití nového návrhu

Plán	PO	ÚT	ST	ČT	PÁ	
1,0 EVO	0	0	0	0	0	
1,0 MPI	100	0	310	45	120	
1,0 TSI	1415	2015	1705	1970	1895	
1,4 TSI	100	100	100	100	100	
1,6 MPI	0	0	0	0	0	
Rozdíl						
1,0 EVO	1	0	0	0	0	
1,0 MPI	3	1	19 (49)	4	4 (25)	
1,0 TSI	41 (100)	21 (61)	6	4	-4 (-46)	
1,4 TSI	-3	2	-4	13 (19)	0 (42)	
1,6 MPI	6	1	0	0	0	
Přeplnění v %	3	1	1	1	0	WPT
TST V %	99	100	99	100	99,93 (99,19)	99,52 (99,37)

Zdroj: (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

V tabulce níže je uveden ukázkový příklad, jakým způsobem bude hodnocen přínos tohoto návrhu na zvýšení ukazatele TST a WPT. Červeným písmem je vyznačen počet motorů daného typu, u kterého by vlivem nově zavedeného opatření došlo ke změně. V závorce je vždy uveden původní počet vyrobených motorů či původní TST nebo WPT, u kterého došlo ke změně. Výpočet zvýšení ukazatelů věrnosti výrobního programu u zbývajících 17 týdnů, kdy došlo k přeplnění o více jak šest procent, se nachází v příloze D.

Jak je vidět v tabulce č. 13, stanovená hranice možného přeplnění umožní snížit počty ponížených kusů motorů, což vede ke zvýšení ukazatelů WPT a TST.



Obrázek 26 Změna WPT při stanovení hranice možného přeplnění (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

V grafu níže je možné vidět, jaký vliv by měl tento návrh na ukazatel WPT v roce 2020. Je zde možné vidět, jak se změnil ukazatel WPT v jednotlivých výrobních týdnech, ve kterých bylo vyrobeno o více jak šest procent motorů oproti plánovanému množství. Původně v týdnech, kdy byla stanová hranice šesti procent překročena, dosahoval ukazatel WPT 94,43 %.

Po výpočtech a úpravách denních plánů výroby (viz příloha D) by ukazatel WPT při zavedení maximální možné hranice týdenního přeplnění dosahoval 95,24 %. Je tedy možné konstatovat, že by tento návrh přispěl ke zvyšování věrnosti výrobního programu motorů.

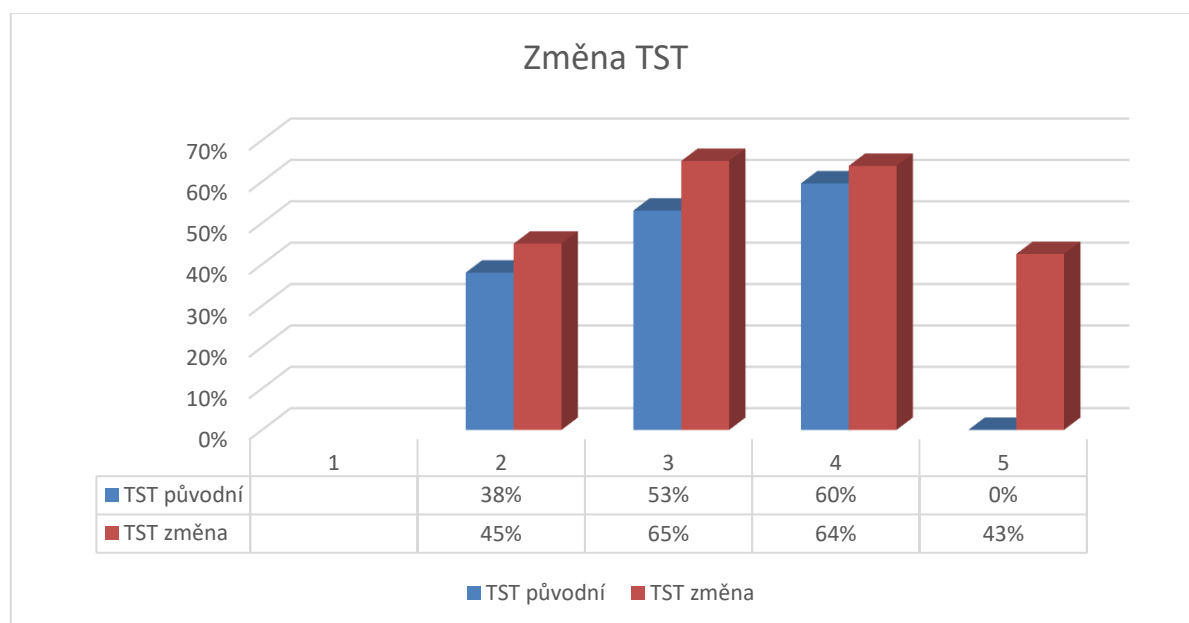
Dalším přínosem stanovení maximální možné odchylky přeplnění, je zamezení vysokých denních odklonů od plánu, kdy je vyráběno o desítky motorů více, než bylo na daný den naplánováno. Bude-li stanovena pevná hranice šesti procent, bude stále možné reagovat na neočekávané situace, které brání dodržet stanovený výrobní program, ale bude zároveň kontrolováno nepřiměřené přeplňování, které vede ke zvýšené spotřebě materiálu, s níž nebylo kalkulováno. Společnost tak ušetří náklady na případné speciální cesty potřebné pro zajištění potřebného materiálu na výrobu motorů, který byl spotřebován z důvodu přeplňování.

Nevýhodou tohoto návrhu může být v některých týdnech, kdy je naplánován nízký počet motorů k výrobě, zákaz výroby motorů přesahující hranici šesti procent, oproti plánovanému počtu. Nicméně tento návrh má zabránit vysokému přeplňování denní výroby motorů, což snižuje komplikace s nedostatkem materiálů a zamezí nežádoucímu uskladnění hotových výrobků, které byly vyrobeny ve vyšším než plánovaném množství, na skladě.

4.2 Zhodnocení přínosů změny vyrovnání přeplnění výroby

Ve třetí kapitole byl představen návrh, jakým způsobem nově vyrovnávat přeplnění výroby z předchozích dnů. Nyní bude na základě dat z roku 2020 spočítáno, jak by tento návrh ovlivnil ukazatel TST v týdnech, kdy došlo ke snížení vyrobeného počtu motorů důsledkem přeplnění v předchozích dnech.

Princip, na kterém tento návrh pracuje, je představen v kapitole 3.2. Veškeré výpočty a provedené změny, které by tento návrh vyžadoval v jednotlivých týdnech, jsou vloženy do přílohy E.



Obrázek 27 Změna TST vybraných týdnů, po využití návrhu (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

Výše uvedený graf je výsledkem výpočtů z přílohy E. Je zde možné vidět, jak se změnil ukazatel TST motorů, u kterých bylo ponížení vyrobených kusů větší, než byl počet předvyrobených. Z grafu je zřejmé, že rovnoměrné vyrovnaní přeplnění výroby a následné ponížení výroby o odpovídající počet kusů motorů přináší zvýšení hodnoty ukazatele denní věrnosti daného typu motoru.

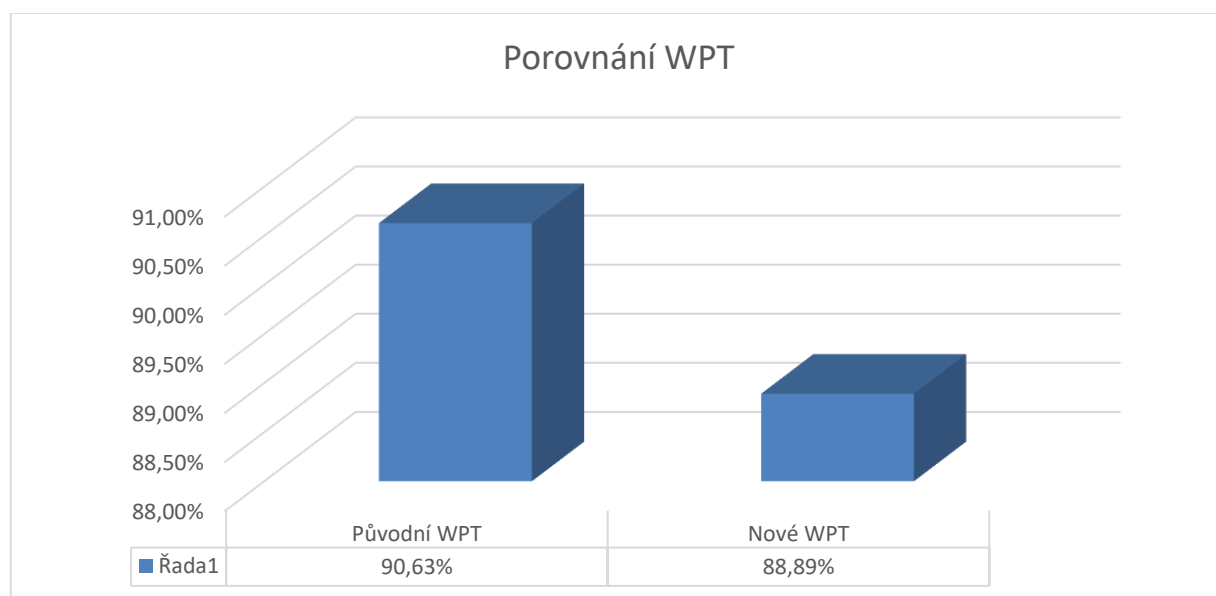
Tento návrh by byl realizován vedoucím plánování denního výrobního programu, a jak je možné vidět, mohl by přispívat ke zvýšení ukazatele TST.

4.3 Vyhodnocení úpravy ukazatelů WPT a TST

Sledování upravených ukazatelů přispěje k objektivnějšímu hodnocení věrnosti výrobního programu. Jelikož návrh počítá s kusy vyrobenými nad rámec plánovaného počtu, je možné porovnáním původních ukazatelů a nově upravených ukazatelů WPT a TST zjistit, o kolik procent se tyto ukazatele liší, je-li vyráběno větší než plánové množství motorů. Sledování nových ukazatelů může přispět k vizualizaci opakovaného přeplňování výroby, jelikož jak je vidět v analýze, společnost v drtivé většině výrobních týdnů vyprodukovala větší množství motorů, než bylo na daný týden naplánováno.

Dlouhodobé sledování tohoto ukazatele by se dalo využít ke stanovení procentuálního množství, o které by se mohl zvýšit každotýdenní plán počtu motorů, které mají být vyrobeny. Došlo by tak ke snížení komplikací s nedostatkem materiálu, který byl spotřebován na nezaplánované motory, které byly vyrobeny nad rámec plánu.

V grafu níže je zachyceno, jak by vypadal nový ukazatel WPT za rok 2020.



Obrázek 28 Srovnání WPT za použití navrhované změny za rok 2020 oproti původnímu WPT za rok 2020 (autor s využitím dat společnosti Škoda Auto, 2020)

Z grafu vyplývá, že nový ukazatel WPT by byl oproti původnímu za rok 2020 o 1,74 % nižší, což znamená, že docházelo k přeplňování výroby motorů. Výpočty nového ukazatele jednotlivých týdnů se nachází v příloze F.

4.4 Přínosy nového vedení záznamů o ukazatelích WPT a TST

Na základě analýzy byl ve třetí části představen návrh, který pojednává o změnách způsobu zaznamenávání informací ohledně ukazatelů WPT a TST. První změnou je povinnost záznamu veškerých příčin, které způsobí snížení ukazatelů věrnosti o jakoukoliv hodnotu. Hlavním přínosem této změny bude zisk veškerých informací o příčinách, podílejících se na snížení ukazatelů WPT a TST. Tím, že společnost bude disponovat veškerými záznamy příčin, můžou tato data následně sloužit k objektivnímu posouzení problematiky příčin podílejících se na nesplnění výrobního programu.

Další navrhovanou změnou je k zaznamenané příčině také přiřadit jednu ze sedmi skupin příčin. Pomocí skupin, do kterých jsou jednotlivé příčiny přiřazeny, může společnost přehledně vyhodnocovat nejčastější skupinu příčin, negativně se podílejících na ukazatele WPT a TST.

Hlavní myšlenkou tohoto návrhu je tyto informace promítnou v měsíčních, čtvrtletních a ročních vyhodnoceních, které mohou být přínosné pro rychlou a přehlednou orientaci v této problematice. Na základě těchto grafů může být rozhodnuto, na kterou skupinu příčin se společnost zaměří a podnikne kroky k jejich eliminaci, za účelem zvýšení věrnosti výrobního programu.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo na základě analýzy dat, sbíraných společnostmi Škoda Auto po dobu tří let, navrhnout opatření, která by vedla ke zvýšení věrnosti výrobního programu motorů. Práce se zaměřuje na analýzu hodnot ukazatelů WPT a TST, kterými společnost měří věrnost výrobního programu. Na základě vyhodnocení těchto ukazatelů v roce 2020 společnost dosáhla 90,66 % věrnosti výrobního programu motorů. Po zhodnocení příčin podílejících se na snížení těchto ukazatelů bylo zjištěno, že nejvyšší podíl tvoří přeplňování výroby a následné ponížení vyrobených kusů motorů.

Z tohoto důvodu by bylo vhodným řešením navržení hranice možného týdenního přeplnění o šest procent, čímž by se zamezilo vysokým počtům vyrobených motorů nad rámec plánovaného počtu v jednotlivé pracovní dny, jelikož motory vyrobené nad rámec plánovaného počtu spotřebovávají materiál na skladě, což může vést k dalším komplikacím v souvislosti s nedostatkem materiálu na další pracovní dny.

Stanovená hranice tedy omezí vysoké přeplnění motorů, tudíž v následujících dnech nebude potřeba výrobu ponížít o takto vysoké počty, což povede ke zvýšení ukazatelů WPT a TST, jak potvrdilo i zhodnocení tohoto návrhu.

Dalším představeným návrhem, cíleným na zvýšení věrnosti výrobního programu eliminací přeplňování výroby a následným snížením počtu vyrobených motorů, je návrh, na jehož základě by vedoucí plánování vyrovnával přeplnění v předchozích dnech ponížením počtu motorů pouze o takový počet kusů, o který bylo přeplněno.

Zhodnocení návrhu ukázalo, že by takovýto způsob vyrovnání přeplnění přinesl v jednotlivé dny zvýšení hodnot ukazatelů WPT a TST.

Jelikož přeplňování výroby byl nejčastější důsledek snížení ukazatelů WPT a TST, bylo navrženo tento fakt promítnout do výsledku těchto ukazatelů. Byl představen návrh výpočtu, který by nově kalkuloval s přeplněním a negativně jej promítl do výsledných hodnot.

Přínosem tohoto návrhu je zviditelnění problematiky neplánovaného přeplnění, které může vést k podnícení akce ze strany vedení a přijetí opatření, které by zamezilo vzniku této příčiny.

Na základě analýzy vedení záznamů byl popsán poslední návrh, díky kterému by nově byly příčiny děleny do sedmi skupin, jejichž výsledný podíl na snížení ukazatelů by byl promítnut společně s dosaženými výsledky ukazatelů věrnosti výrobního programu motorů v měsíčních, kvartálních a ročních přehledech společně s ukazatelem OEE. Sjednocené

informace na jednom místě, v přehledech za různé časové úseky mohou přispět ke snadné a rychlé orientaci v problematice, na základě níž mohou být jednoduše a správně analyzovány dosažené výsledky a příčiny bránící plnění plánu výroby, což může přispět k přijetí vhodných opatření vedoucích ke zvýšení věrnosti výrobního programu motorů.

Záměrem autora této práce bylo na základě analýzy vypracovat návrh pro možné zvýšení věrnosti výrobního programu motorů ve společnosti Škoda Auto. Na základě představených návrhů a jejich zhodnocení lze konstatovat, že cíl práce byl naplněn.

POUŽITÁ LITERATURA

AIMAGAZINE, 2007. Just-in-Sequence aneb na rudé auto rudá zrcátka. [online]. [cit. 2021-01-23] Dostupné z: <http://www.aimagazine.cz/2007/12/14/just-in-sequence-anebna-rude-auto-ruda-zrcatka/>

BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0029-2.

CHOC, Daniel, 2010. *Sekvencijí už i dodavatelé*. AIMagazine [online]. [cit. 2021-08-02]. Dostupné z:

http://www.aimagazine.cz/wpcontent/uploads/sites/150/2010/06/AIMagazine15_2010.pdf

GRASSEOVÁ, Monika, Radek DUBEC a Roman HORÁK, 2008. *Procesní řízení ve veřejném sektoru: teoretická východiska a praktické příklady*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-1987-7.

GROS, Ivan, 1996 *Logistika*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN 80-7080-262-6

HEBÁK, Petr, Jiří HUSTOPECKÝ a Ivana MALÁ, 2005. *Vícerozměrné statistické metody*. Praha: Informatorium. ISBN 80-7333-036-9.

HENDL, Jan, 2004. *Přehled statistických metod zpracování dat*. Praha: Portál. ISBN 80-7178-820-1.

HENDL, Jan, 2009. *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál. ISBN 978-80-7367-482-3.

HINDLS, Richard, 2006. *Statistika pro ekonomy*. Praha: Professional Publishing. ISBN 80-86946-16-9.

HEŘMAN, Jan, 2001. *Řízení výroby*. Slaný: Melandrium. ISBN 80-86175-15-4.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav, 2009. *Moderní přístupy k řízení výroby. 2. vyd.* Praha: C.H. Beck. ISBN 978-80-7400-119-2.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing. ISBN 80-86851-38-9.

LAMBERT, Douglas M., Douglas M. LAMBERT, James R. STOCK, Lisa M. ELLRAM a Eva NEVRLÁ, 2000. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. Praha: Computer Press. Praxe manažera. ISBN 80-7226-221-1.

LIKER, Jeffery K, 2007. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-173-7.

LUKOSZOVÁ, Xenie a kol, 2012. *Logistické technologie v dodavatelském řetězci*. Praha: Ekopress. ISBN 978-80-86929-89-7.

NENADÁL, Jaroslav, 2001. *Měření v systémech managementu jakosti*. Praha: Management Press. ISBN 80-7261-054-6.

- NENADÁL, Jaroslav, 2004. *Měření v systémech managementu jakosti. 2.* Praha: Management Press. ISBN 80-7261-110-0.
- NENADÁL, Jaroslav, 2018. *Management kvality pro 21. století.* Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-561-2.
- PARMENTER, David 2008. *Klíčové ukazatele výkonnosti.* Praha: Česká společnost pro jakost. ISBN 978-80-02-02083-7
- PERNICA, Petr, 2005 *Logistika pro 21. století: Supply chain managemen..* Praha: Radix. ISBN 80-86031-59-4.
- SCHULTE, Christof, 1994. *Logistika.* Praha: Victoria Publishing. ISBN 80-85605-87-2
- STEHLÍK, Antonín, 2008 *Logistika pro manažery.* Praha: Ekopress, s. r. o. ISBN 978-80-86929-37-8.
- ŠKODA AUTO, 2017. *Interní materiály.* Mladá Boleslav: ŠKODA AUTO
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 1999. *Řízení výroby.* Praha: Grada. ISBN 80-7169-578-5.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	Srovnání kaizen a kaikaku	16
Tabulka 2	ANOVA věrnosti výrobního programu motorů za rok 2020.....	40
Tabulka 3	ANOVA věrnosti výrobního programu jednotlivých dnů	40
Tabulka 4	Vstupní data pro ukázkou změny vyrobeného počtu vozů po použití návrhu stanovujícím maximální možné přeplnění výroby.....	43
Tabulka 5	Výsledná tabulka vyrobených vozů po použití návrhu stanovujícím maximální možné přeplnění výroby.....	44
Tabulka 6	Rozdíl mezi plánovaným a skutečně vyrobeným počtem motorů šestého týdne	45
Tabulka 7	Ukázka změny výsledných hodnot za použití daného návrhu	46
Tabulka 8	Zdrojová data pro výpočet nového WPT a TST	47
Tabulka 9	Výpočet nadvyrobených kusů v daný týden	48
Tabulka 10	Výpočet plánovaného množství motorů k výrobě daný týden.....	48
Tabulka 11	Výpočet podílu nadvyrobených kusů motorů a plánovaného množství k výrobě	49
Tabulka 12	Výpočet ukazatele WPT2.....	50
Tabulka 13	Změna týdenního plánu výroby motorů za použití nového návrhu	54

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1	System pull a push	14
Obrázek 2	Milkrun.....	18
Obrázek 3	Ukázka štítku.....	20
Obrázek 4	Stabilní výrobní sekvence	25
Obrázek 5	Závod Mladá Boleslav – výroba komponentů	26
Obrázek 6	Motory Škoda Auto.....	27
Obrázek 7	Náhled zaznamenávání ukazatelů věrnosti výrobního programu motorů.....	28
Obrázek 8	Náhled dat potřebných k výpočtu TST a WPT	28
Obrázek 9	Náhled tabulky “Diferenz“	28
Obrázek 10	Náhled výpočtu TPS a WPS	30
Obrázek 11	Náhled grafu zachycující hodnoty TPS a WPT	30
Obrázek 12	Denní plán výroby motorů	31
Obrázek 13	WPT jednotlivých týdnů v průběhu roku 2018, 2019 a 2020	32
Obrázek 14	Průměrné WPT motorů jednotlivých let	32
Obrázek 15	Poměr mezi plánovaným a skutečným počtem vyrobených motorů jednotlivých týdnů za rok 2020.....	33
Obrázek 16	Průměrné WPT jednotlivých typů motorů v roce 2018, 2019, 2020 let	34
Obrázek 17	Plánovaný počet jednotlivých typů motoru za rok 2020 ve srovnání s WPT ukazatelem	35
Obrázek 18	Průměrné TST jednotlivých dnů v týdnu za rok 2018, 2019 a 2020	36
Obrázek 19	Příčiny ovlivňující věrnost výrobního programu motorů za rok 2020.....	38
Obrázek 20	Výpočet OEE za konkrétní den.....	39
Obrázek 21	OEE montážní linky motorů, rok 2020.....	39
Obrázek 22	Přeplnění výroby motorů jednotlivých týdnů za rok 2020	43
Obrázek 23	Návrh nového záznamu příčin vedoucích ke snížení ukazatelů WPT a TST	51
Obrázek 24	Návrh záznamu příčin do kategorií způsobujících snížení ukazatelů WPT a TST	51
Obrázek 25	Náhled listu zobrazující návrh měsíčního souhrnu dosahovaných hodnot ukazatelů a příčin podílejících se na jejich snížení	52
Obrázek 26	Změna WPT při stanovení hranice možného přeplnění.....	55
Obrázek 27	Změna TST vybraných týdnů, po využití návrhu	56

Obrázek 28 Srovnání WPT za použití navrhované změny za rok 2020 oproti původnímu WPT za rok 2020.....	57
--	----

SEZNAM ZKRATEK

WPT	Wochescheibentreue
TST	Tagesscheibentreue
OEE	Overall Equipment Effectiveness
TPM	Total Productive Maintenance
TSI	Turbocharged Stratified Injection
MPI	Multi Point Injection
OPT	Optimized Production Technology
KPI	Klíčové ukazatele výkonnosti

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A Náhled návrhu vzhledu měsíčního vyhodnocení věrnosti výrobního programu

Příloha B Kvalitativní problémy 2020

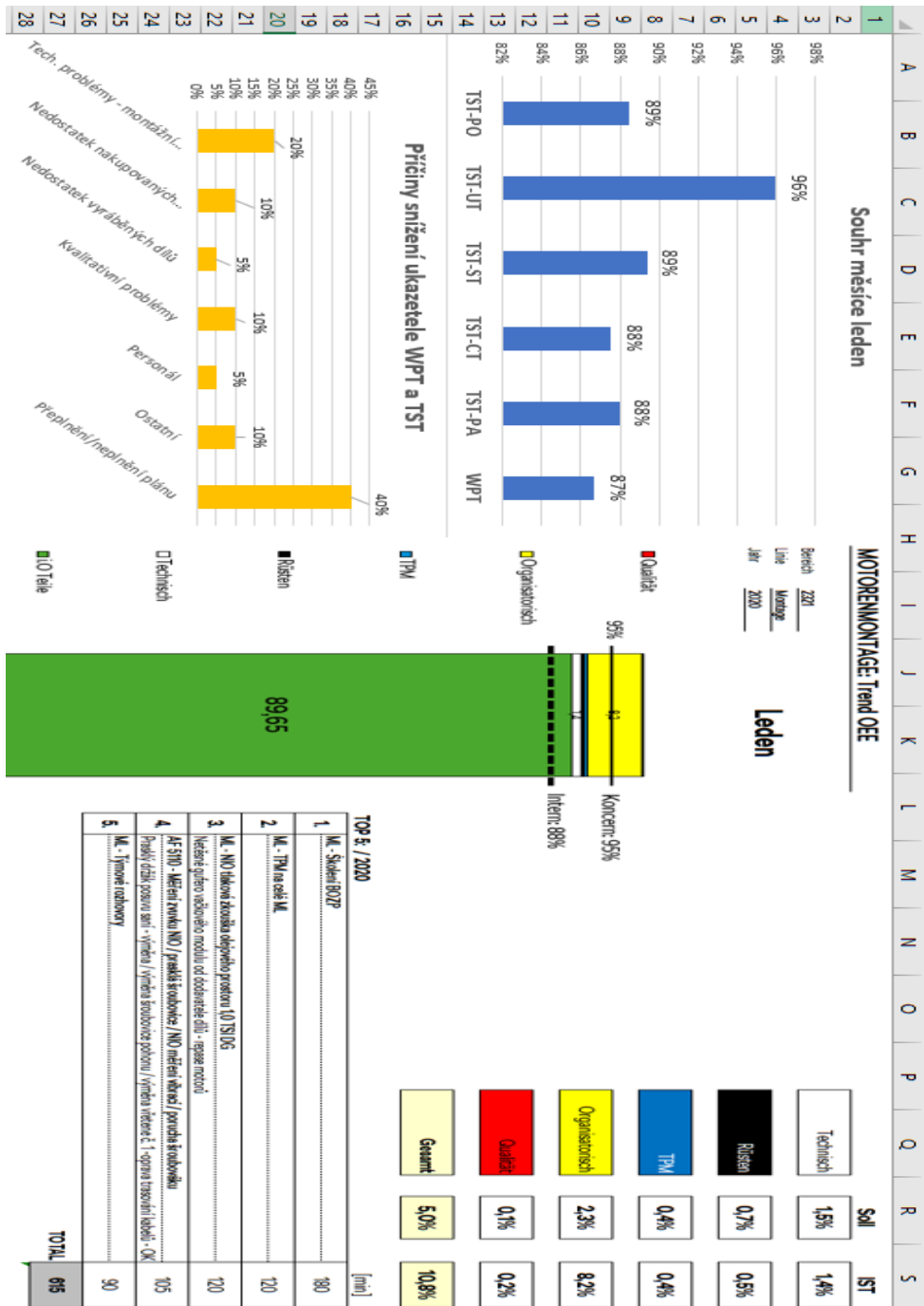
Příloha C Podklady pro stanovení hranice možného

Příloha D Přehledy změn výrobního programu daných týdnů za rok 2020

Příloha E Rovnoměrné rozložení přeplnění výroby

Příloha F Porovnání WPT a nového WPT za rok 2020

Příloha A Náhled návrhu vzhledu měsíčního vyhodnocení věrnosti výrobního programu



Zdroj: Autor s využitím dat společnosti (Škoda Auto, 2020)

Příloha B Kvalitativní problémy 2020

2020 kvalitativní problémy					
TSI zastavena výroba ZD motorů, praskání pístních kroužků, řeší GQH, česana					
1,4 TSI výroba ZD motorů náhradní technologií (max. 48ks ve směně), praskání pístních kroužků, řeší GQH,					
MPI EVO - NiO dávka v lince - špatné bloky					
TSI EVO - NiO písty, výroba zastavena GQH					
výroba cíleně ponížena na úkor 1,4ZD(W) - od KT28 nový dodavatel svíček a není homologace na nové					
zastavena výroba MPI EVO - Nio sání, praská, řeší GQH					
zastavena výroba MPI EVO - Nio sání, praská, řeší GQH					
MPI EVO - pozastavena výroba NiO - analýza motoru					
MPI EVO - pozastavena výroba NiO - výroba obnovena ve 13:00					
TSI EVO -výroba pozastavena NiO - ventilová sedla na hlavy 05C 103 431					
TSI EVO -výroba pozastavena NiO - ventilová sedla na hlavy 05C 103 431					
TSI EVO - NiO montáž					
TSI EVO - NiO montáž - problém přetvává					
TSI EVO - montáž motorů NiO - kliky					

Zdroj: Autor s využitím dat společnosti (Škoda Auto, 2020)

Příloha C Podklady pro stanovení hranice možného přeplnění výroby

Týden	% vyjádření přeplnění					Nadvýroba za týden
	po	Ut	st	čt	Pa	
1	6,60 %	3,00 %	2,40 %	1,20 %	0,99 %	14,19 %
2	0,71 %	0,66 %	0,95 %	1,18 %	0,71 %	4,21 %
3	0,66 %	0,99 %	0,71 %	-6,71 %	0,71 %	-3,64 %
4	-0,33 %	0,71 %	1,93 %	1,49 %	1,65 %	5,45 %
5	1,09 %	-1,51 %	2,93 %	1,23 %	1,70 %	5,44 %
6	0,99 %	1,37 %	1,13 %	1,61 %	1,84 %	6,95 %
7	1,70 %	1,70 %	1,70 %	0,28 %	0,05 %	5,44 %
8	-0,05 %	0,33 %	1,32 %	0,15 %	0,00 %	1,76 %
9	0,71 %	0,80 %	0,47 %	0,09 %	0,43 %	2,51 %
10	0,95 %	0,95 %	0,76 %	0,47 %	2,36 %	5,48 %
11	-0,47 %	-0,57 %	0,47 %			-0,57 %
12	19,88 %	2,10 %	2,00 %	-1,20 %		22,78 %
13	1,20 %	0,10 %	0,80 %	1,20 %		3,30 %
14	2,6 %	6,3 %	5,0 %			13,79 %
15	4,70 %	2,40 %	2,61 %			9,71 %
16	4,44 %	26,65 %	-8,69 %			22,39 %
17	2,90 %	2,03 %	1,61 %	1,29 %		7,82 %
18	0,21 %	0,79 %	0,37 %	0,11 %		1,48 %
19	-0,11 %	-10,96 %	-2,21 %			-13,28 %
20	-2,05 %	5,95 %	13,94 %			17,84 %
21	0,18 %	0,85 %	0,58 %	1,21 %	1,53 %	4,35 %
22		0,79 %	0,79 %	-1,42 %	-1,27 %	-1,11 %
23	-5,48 %	0,79 %	3,37 %	0,21 %	3,43 %	2,32 %
24	1,85 %	1,00 %	10,92 %	0,06 %	0,24 %	14,07 %
25	3,77 %	-2,39 %	-1,17 %	0,15 %	4,77 %	5,14 %
26	2,13 %	0,25 %	2,59 %	3,05 %	1,78 %	9,80 %
27	-0,81 %	-1,27 %	7,63 %	0,88 %	3,65 %	10,09 %
28	0,51 %	-6,39 %	-3,32 %	-4,32 %	-9,37 %	-22,88 %
29	-5,14 %	2,12 %	0,99 %	-4,06 %	-0,69 %	-6,79 %
30	-3,07 %	-8,86 %	3,24 %	3,07 %	2,64 %	-2,98 %
31	-1,47 %	3,24 %	3,59 %	-6,61 %	2,41 %	1,16 %
32		11,56 %	1,61 %	0,61 %	-0,87 %	12,91 %
33	4,68 %	8,36 %	3,32 %	4,09 %	1,23 %	21,68 %
34	-0,14 %	-2,66 %	7,34 %	4,14 %	2,61 %	11,31 %
35	-2,94 %	-2,85 %	1,22 %	-7,63 %	4,22 %	-7,98 %
36	-0,07 %	-0,03 %		0,03 %	0,10 %	3,82 %
37	8,86 %	-5,88 %	-3,13 %	0,00 %	-1,20 %	-1,35 %
38	0,00 %	1,01 %	2,40 %	2,67 %	4,28 %	10,36 %
39			1,51 %	3,29 %	2,40 %	7,20 %
40	3,59 %	4,60 %	3,07 %	5,78 %	0,33 %	17,38 %
41	1,02 %	7,73 %	5,47 %	4,44 %	5,07 %	23,73 %
42	4,53 %	-0,76 %	-9,07 %	4,49 %	4,49 %	3,69 %
43	0,00 %	4,13 %	2,76 %	5,87 %	-8,89 %	3,87 %
44	2,68 %	0,00 %				2,68 %

Zdroj: Autor s využitím dat společnosti (Škoda Auto, 2020)

Příloha D Přehledy změn výrobního programu daných týdnů za rok 2020

Plán KW 7						
1,0 EVO	0	0	0	0	0	
1,0 MPI	0	0	0	0	0	
1,0 TSI	1995	1995	1995	1995	1995	
1,4 TSI	120	120	120	120	120	
1,6 MPI	0	0	0	0	0	
Rozdíl						
1,0 EVO	16	0	0	0	0	
1,0 MPI	1	0	0	0	0	
1,0 TSI	-1	6	-5	34(58)	65	
1,4 TSI	5	14(22)	26(29)	-15(-26)	-26	
1,6 MPI	0	1	0	2	0	
Přeplnění v %	1%	0%	0%	-1%	2%	WPT
TST	100%	100%	99,87%	93,8%(89%)	89%	96,5%(95,64%)

Plán KW 18					
1,0 EVO	100	100	100	100	
1,0 MPI	300	200	500	200	
1,0 TSI	300	500	300	500	
1,4 TSI	100	200	100	200	
1,6 MPI	0	0	0	0	
Rozdíl					
1,0 EVO	-12	2	18	-2	
1,0 MPI	-300	181(192)	34(44)	85(182)	
1,0 TSI	234(361)	-48	-40	-106(-215)	
1,4 TSI	110	-125	-2	23	
1,6 MPI	0	0	0	0	
Přeplnění v %	4%	1%	1%	0%	WPT
TST	72%	82%	96%	94,20%(89%)	86,1%(84,7%)

Plán KW20			
1,0 EVO	100	150	150
1,0 MPI	145	0	0
1,0 TSI	1370	1615	1615
1,4 TSI	300	150	150
1,6 MPI	0	0	0
Rozdíl			
1,0 EVO	-7	-28	35(42)
1,0 MPI	53(73)	63	0(49)
1,0 TSI	-109	83(148)	26(16)

1,4 TSI	63(92)	-51	-12	
1,6 MPI	0	0	0	
Přeplnění v %	0,0%	3%	3%	WPT
TST	96%	82,30%(77,6)	97%	93,7%(92,48)

Plán KW21				
1,0 EVO	0	0	0	
1,0 MPI	15	15	15	
1,0 TSI	1900	1900	1900	
1,4 TSI	0	0	0	
1,6 MPI	0	0	0	
Rozdíl				
1,0 EVO	1	6	7	
1,0 MPI	76(128)	48(56)	80(156)	
1,0 TSI	-47	-17	-52(-116)	
1,4 TSI	8	1	3	
1,6 MPI	0	0	0	
Přeplnění v %	2,0%	2,0%	2,0%	WPT
TST	99%	99,60%	98,65%(97%)	99,02%(98,4%)

Plán KW22				
1,0 EVO	300	200	50	
1,0 MPI	120	75	0	
1,0 TSI	1095	1080	1725	
1,4 TSI	400	200	100	
1,6 MPI	0	40	0	
Rozdíl				
1,0 EVO	-13	22	0(-3)	
1,0 MPI	11(96)	68	0(69)	
1,0 TSI	-5	0(369)	0(-274)	
1,4 TSI	6	-34	45	
1,6 MPI	1	0	0	
Přeplnění v %	0,0%	3,5%	2,4%	WPT
TST	99%	97%	100%(93%)	98,55%(96%)

Plán KW23				
1,0 EVO	200	200	200	200
1,0 MPI	435	415	405	405
1,0 TSI	1060	1060	1060	1060
1,4 TSI	200	200	200	200

1,6 MPI	0	0	0	0	
Rozdíl					
1,0 EVO	18	16	-9	-9	
1,0 MPI	-10	-30	-18	127(138)	
1,0 TSI	0(17)	72	54(66)	-116(-121)	
1,4 TSI	30	-20	-9	16	
1,6 MPI	0	0	0	0	
Přeplnění v %	2,0%	2,0%	1,0%	1,0%	WPT
TST	99%	96%	97%	96,15%(96,02%)	97%(96,94%)

Plán KW28				
1,0 EVO	0	200	120	
1,0 MPI	0	0	0	
1,0 TSI EVO	60	60	60	
1,0 TSI	1838	1638	1420	
1,4 TSI	0	0	0	
1,6 MPI	0	0	0	
Rozdíl				
1,0 EVO	5	13	2	
1,0 MPI	0	0	0	
1,0 TSI EVO	12	4	0(-4)	
1,0 TSI	-58	95	28(222)	
1,4 TSI	2	1	1	
1,6 MPI	0	0	2	
Přeplnění v %	-2,1%	6,0%	2,1%	WPT
TST	98%	100%	100%(97,78)	99,65%(98,91)

Plán KW30					
1,0 EVO	0	0	0	120	240
1,0 MPI	0	0	0	172	372
1,0 TSI EVO	93	93	93	93	93
1,0 TSI	1480	1480	1232	1220	870
1,4 TSI	320	320	100	100	100
1,6 MPI	0	0	150	0	0
Rozdíl					
1,0 EVO	0	1	0	-8	-101
1,0 MPI	0	0	0	-4	2
1,0 TSI EVO	5	0	5	5	94
1,0 TSI	48	22	30(164)	-12	-13
1,4 TSI	-18	-4	0(-9)	19	22

1,6 MPI	0	0	12	1	0	
Přeplnění v %	2%	1%	3%	0%	0%	WPT
TST	98%	100%	100%(97,75%)	98%	91%	95,43%(95,13)

Plán KW 34						
1,0 EVO	240	240	240	240	240	
1,0 MPI	150	0	250	0	150	
1,0 TSI EVO	160	160	160	160	160	
1,0 TSI	1300	1350	1200	1350	1300	
1,4 TSI	120	120	120	120	120	
1,6 MPI	0	100	0	100	0	
Rozdíl						
1,0 EVO	-239	-220	-34	499(602)	2	
1,0 MPI	91	120	-158	4	-54	
1,0 TSI EVO	5	10	-11	10	3	
1,0 TSI	183	75	232	-495(-546)	56(79)	
1,4 TSI	2	5	21	-5	5	
1,6 MPI	0	15	1	-5	0	
Přeplnění v %	2,1%	0,3%	2,6%	0,4%	0,6%	WPT
TST	80%	82%	83%	90,83%(90,08%)	93%	86%(85,51)

Plán KW35						
1,0 EVO	300	300	300	300	450	
1,0 MPI	0	0	0	230	240	
1,0 TSI EVO	0	100	0	0	0	
1,0 TSI	1270	1270	1110	1110	1240	
1,4 TSI	300	300	280	80	40	
1,6 MPI	100	0	0	100	0	
Rozdíl						
1,0 EVO	14	-30	3	14	19(24)	
1,0 MPI	1	0	0	-75	-69	
1,0 TSI EVO	2	-2	0	71	53	
1,0 TSI	-34	-6	50(114)	27	57	
1,4 TSI	6	13	12	-11	4	
1,6 MPI	-5	0	0	-10	3	
Přeplnění v %	-0,8%	-1,3%	3,8%	0,9%	3,4%	WPT
TST	98%	97%	100%	89%	93%	92%

Plán KW40					
1,0 EVO	0	515	515	455	455
1,0 MPI	0	102	102	115	115

1,0 TSI EVO	0	327	327	0	0	
1,0 TSI	0	856	1106	1385	1385	
1,4 TSI	0	250	250	250	250	
1,6 MPI	0	0	0	95	95	
Rozdíl						
1,0 EVO	0	-22	-14	3	0	
1,0 MPI	0	16	-28	6	5	
1,0 TSI EVO	0	0(40)	32	8	5	
1,0 TSI	0	90	-35	-49	-14	
1,4 TSI	0	0(112)	81	46	-2(-13)	
1,6 MPI	0	1	1	0	-3	
Přeplnění v %	0	4,1%	1,6%	0,6%	-0,4%	WPT
TST	NP	99%	93%	99%	99,01%(98,13%)	98,01%(97,8)

Plán KW41						
1,0 EVO	455	455	455	455	455	
1,0 MPI	115	115	115	115	115	
1,0 TSI EVO	100	100	100	100	100	
1,0 TSI	1220	1220	1220	1220	1220	
1,4 TSI	250	250	250	250	250	
1,6 MPI	60	60	60	60	60	
Rozdíl						
1,0 EVO	-7	9	-3	-5	-4	
1,0 MPI	5	4	6	2	6	
1,0 TSI EVO	-100	-99	100(177)	99(265)	259	
1,0 TSI	101(177)	99(219)	-101(-99)	-99(-176)	-175(-216)	
1,4 TSI	0(13)	18	-2	16	-2	
1,6 MPI	0(15)	33	0(-6)	-12	-16	
Přeplnění v %	0,0%	2,9%	0,0%	0,0%	3,1%	WPT
TST	83%	84%	98,99%(96,74%)	95,73%(94,08%)	93,95%(92,3%)	93,61%(92,6)

Plán KW42						
1,0 EVO	470	470	470	470	470	
1,0 MPI	115	115	115	115	115	
1,0 TSI EVO	275	275	275	275	275	
1,0 TSI	1020	1020	1020	1020	1020	
1,4 TSI	280	280	280	280	280	
1,6 MPI	60	60	60	60	60	
Rozdíl						
1,0 EVO	-17	5	-82	61	29	
1,0 MPI	5	-73	30	32	2	
1,0 TSI EVO	49	133	61(92)	19(111)	0(94)	

1,0 TSI	138	-312	143	-48	-50(149)	
1,4 TSI	-162	179	-36	-64	88	
1,6 MPI	-16	9	16	0	-6	
Přeplnění v %	-0,1%	-2,7%	5,9%	0,0%	2,8%	WPT
TST	85%	84%	95%	95%	97,52%(95,90%)	91,72%(91,45)%

Plán KW46						
1,0 EVO	320	320	320	320	320	
1,0 MPI	95	95	95	95	95	
1,0 TSI EVO	823	823	823	823	823	
1,0 TSI	650	650	650	650	650	
1,4 TSI	360	360	360	360	360	
1,6 MPI	40	40	40	40	40	
Rozdíl						
1,0 EVO	-12	18	15	17	-30	
1,0 MPI	1	26	0	0	2	
1,0 TSI EVO	16	18	-7	1	-28(-88)	
1,0 TSI	108	-165(-184)	137	-61	50(206)	
1,4 TSI	-95	113(136)	-96	95	2	
1,6 MPI	-18	9	6	9	6	
Přeplnění v %	0,0%	0,8%	2,4%	2,7%	0,1%	WPT
TST	87,48%	96,10%(95,28%)	95,41%	98,44%	97,87%(96,66%)	95,06%(94,65%)

Plán KW47						
1,0 EVO	0	0	345	345	345	
1,0 MPI	0	0	90	90	90	
1,0 TSI EVO	0	0	657	657	657	
1,0 TSI	0	0	630	630	630	
1,4 TSI	0	0	488	488	488	
1,6 MPI	0	0	40	40	40	
Rozdíl						
1,0 EVO	0	0	60	11	-57	
1,0 MPI	0	0	6	7	6	
1,0 TSI EVO	0	0	73	14	9	
1,0 TSI	0	0	-111	162(199)	-51(-61)	
1,4 TSI	0	0	-4	-162	172	
1,6 MPI	0	0	0(10)	0(5)	0(-15)	
Přeplnění v %	NP	NP	1,1%	1,4%	3,5%	WPT
TST	NP	NP	96,93%	94,47%	95,90%(89,38%)	95,76%(93,59%)

Plán KW48	
-----------	--

1,0 EVO	345	345	345	345	345	
1,0 MPI	90	90	90	90	90	
1,0 TSI EVO	767	767	767	767	607	
1,0 TSI	650	650	650	650	650	
1,4 TSI	400	400	400	400	400	
1,6 MPI	30	30	30	30	30	
Rozdíl						
1,0 EVO	8	13(18)	17	14	-9	
1,0 MPI	4	7	4	4	-17	
1,0 TSI EVO	-3	0	5	0	14	
1,0 TSI	11	-1	50(112)	-1	-5(-10)	
1,4 TSI	6	11	-62	50(76)	11	
1,6 MPI	-4	10(18)	0(-6)	0	0	
Přeplnění v %	1,0%	1,8%	0,6%	2,9%	-0,3%	TST
TST	97,71%	99,97%	97,42%(94,08%)	99,97%	96,58%(96,16%)	98,35%(97,58)

Plán KW49						
1,0 EVO	345	160	160	160	160	
1,0 MPI	90	95	95	95	95	
1,0 TSI EVO	735	810	810	810	810	
1,0 TSI	650	720	720	720	720	
1,4 TSI	400	400	400	400	400	
1,6 MPI	30	65	65	65	65	
Rozdíl						
1,0 EVO	16	7	7	11	6	
1,0 MPI	34	0	0	-1	0(-46)	
1,0 TSI EVO	-14	0	7	6	16(56)	
1,0 TSI	-34	0	0(43)	0(61)	0(109)	
1,4 TSI	3	0(-18)	29	16	5	
1,6 MPI	18	2	0	0	0(-16)	
Přeplnění v %	1,0%	0,4%	1,9%	1,4%	1,2%	TST
TST	98,81%	100,00%(99,25%)	100,00%	99,82%	100,00%(87,83%)	99,73%(97,14%)

Zdroj: Autor s využitím dat společnosti (Škoda Auto, 2020)

Příloha E Rovnoměrné rozložení přeplnění výroby

Rozdíl(KW18)				
1,0 EVO	-12	2	18	-2
1,0 MPI	-300	192	44	182
1,0 TSI	361	-48	-40	-215
1,4 TSI	110	-125	-2	23
1,6 MPI	0	0	0	0
Změna				
1,0 EVO	-12	2	18	-2
1,0 MPI	-300	192	44	182
1,0 TSI	361	-48	-40	-215
1,4 TSI	110	-110	-2	23
1,6 MPI	0	0	0	0
TST(KW18)		38%		
TST změna		45%		

Rozdíl(KW24)				
1,0 EVO	14	19	30	-50
1,0 MPI	19	-69	77	-25
1,0 TSI EVO	8	-1	-17	-4
1,0 TSI	-107	161	-107	66
1,4 TSI	70	-95	24	15
1,6 MPI	0	0	0	0
Změna				
1,0 EVO	14	19	30	-50
1,0 MPI	19	-69	77	-25
1,0 TSI EVO	8	-1	-17	-4
1,0 TSI	-107	161	-107	66
1,4 TSI	70	-70	24	15
1,6 MPI	0	0	0	0
TST(KW24)		53%		
TST změna		65%		

Rozdíl(KW34)					
1,0 EVO	-239	-220	-34	602	2
1,0 MPI	91	120	-158	4	-54
1,0 TSI EVO	5	10	-11	10	3
1,0 TSI	183	75	232	-546	79
1,4 TSI	2	5	21	-5	5
1,6 MPI	0	15	1	-5	0
Změna					
1,0 EVO	-239	-220	-34	546	2

1,0 MPI	91	120	-158	4	-54
1,0 TSI EVO	5	10	-11	10	3
1,0 TSI	183	75	232	-490	79
1,4 TSI	2	5	21	-5	5
1,6 MPI	0	15	1	-5	0
TST(KW34)				59,56%	
TST změna				63,80%	

Rozdíl(KW45)					
1,0 EVO	8	15	-10	0	11
1,0 MPI	25	2	-3	0	-25
1,0 TSI EVO	26	29	-91	0	21
1,0 TSI	107	-33	-67	0	17
1,4 TSI	-2	-157	89	0	-12
1,6 MPI	7	7	9	0	-40
Změna					
1,0 EVO	8	15	-10	0	11
1,0 MPI	25	2	-3	0	-25
1,0 TSI EVO	26	29	-91	0	21
1,0 TSI	107	-33	-67	0	17
1,4 TSI	-2	-157	89	0	-12
1,6 MPI	7	7	9	0	-23
TST(KW45)					0%
TST změna					42,50%

Zdroj: Autor s využitím dat společnosti (Škoda Auto, 2020)

Příloha F Porovnání WPT a nového WPT za rok 2020

KW	Přeplnění	Původní WPT	Mezivýpočet	Nové WPT
2	102,7%	99,37%	3,3%	96,68%
3	100,8%	72,68%	28,2%	71,84%
5	101,1%	88,06%	13,0%	87,00%
6	101,1%	90,23%	10,9%	89,14%
7	101,4%	95,64%	5,8%	94,25%
8	101,1%	96,75%	4,3%	95,66%
9	100,3%	92,90%	7,4%	92,57%
10	101%	92,11%	8,4%	91,61%
11	101,1%	98,65%	2,4%	97,55%
18	104,9%	84,72%	20,2%	79,77%
19	100,8%	87,98%	12,8%	87,16%
20	104,6%	92,48%	12,1%	87,88%
21	103,2%	98,42%	4,8%	95,18%
22	106,4%	97,09%	9,4%	90,65%
23	102,0%	96,94%	5,0%	94,98%
24	100,4%	88,64%	11,7%	88,27%
26	105,5%	98,91%	6,6%	93,41%
27	100,9%	92,20%	8,7%	91,32%
29	100,5%	88,29%	12,2%	87,83%
30	102,6%	95,13%	7,5%	92,49%
33	100,9%	97,21%	3,7%	96,27%
34	102,0%	85,51%	16,4%	83,55%
35	101,9%	92,41%	9,5%	90,54%
38	100,0%	77,93%	22,1%	77,92%
39	100,2%	82,27%	17,9%	82,07%
40	103,5%	97,83%	5,6%	94,38%
41	105,0%	92,63%	12,4%	87,63%
42	103%	91,45%	11,6%	88,35%
44	100,6%	83,02%	17,6%	82,38%
46	102%	94,65%	7,4%	92,58%
47	102,4%	93,59%	8,8%	91,19%
48	103,5%	97,58%	5,9%	94,06%
49	104,7%	97,14%	7,6%	92,39%
50	100,74%	93,98%	6,8%	93,24%
51	100,8%	88,78%	12,0%	88,01%
52	101,3%	96,55%	4,8%	95,22%
4	99,3%	86,76%	12,5%	86,76%
25	95,6%	93,46%	2,1%	93,46%
28	99,7%	84,15%	15,6%	84,15%
36	96,30%	89,68%	6,6%	89,68%
37	99,2%	94,91%	4,3%	94,91%
43	99%	86,24%	12,9%	86,24%

Zdroj: Autor s využitím dat společnosti (Škoda Auto, 2020)