

ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s.

Studijní program: N0413A050001 Ekonomika a management

Studijní obor/specializace: Specializace Řízení mezinárodních dodavatelských řetězců

Eliminace plýtvání nástroji LEAN ve firmě HRANIPEX Czech Republic k.s. Diplomová práce

Bc. Anna VYSTYDOVÁ

Vedoucí práce: Ing. David Holman, Ph.D.



ŠKODA AUTO Vysoká škola

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatelka: **Bc. Anna Vystydová**

Studijní program: Ekonomika a management

Specializace: Řízení mezinárodních dodavatelských řetězců

Název tématu: **Eliminace plýtvání nástroji LEAN ve firmě HRANIPEX Czech Republic k.s.**

Cíl: Práce popisuje základní pojmy v oblasti LEAN managementu a Toyota Production Systemu. Cílem práce je analyzovat současný stav ve vybrané firmě, navrhnout možná vylepšení a aplikovat chybějící LEAN nástroje. Následně vyhodnotit potenciální přínosy aplikací nástrojů LEAN.

Rámcový obsah:

1. Vymezení základních pojmů v oblasti LEAN managementu a Toyota Production System
2. Představení vybrané společnosti + charakteristika současného stavu
3. Návrh optimalizace, aplikace chybějících LEAN nástrojů
4. Vyhodnocení aplikací: odhad potenciálních přínosů aplikací nástrojů LEAN

Rozsah práce: 55 – 65 stran

Seznam odborné literatury:

1. LIKER, J. *Tak to dělá Toyota*. Praha: Management Press, s.r.o., 2015. 392 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
2. LENORT, R. – GESTRING, I. – HOLMAN, D. – WICHER, P. *Sustainable solutions for supply chain management*. rw&w Science & New Media, 2017. 184 s. ISBN 978-3-946915-17-1.
3. KOŠTURIÁK, J. – FROLÍK, Z. *Štíhlý a inovativní podnik*. Brno: Alfa Publishing s.r.o., 2006. ISBN 80-86851-38-9.

Datum zadání diplomové práce: leden 2021

Termín odevzdání diplomové práce: leden 2022

L. S.

Elektronicky schváleno dne 15. 6. 2021

Bc. Anna Vystydová

Autorka práce

Elektronicky schváleno dne 15. 6. 2021

Ing. David Holman, Ph.D.

Vedoucí práce

Elektronicky schváleno dne 15. 6. 2021

doc. Ing. Jan Fábry, Ph.D.

Garant studijní specializace

Elektronicky schváleno dne 16. 6. 2021

doc. Ing. Pavel Mertlík, CSc.

Rektor ŠAVŠ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracovala samostatně a použité zdroje uvádím v seznamu literatury. Prohlašuji, že jsem se při vypracování řídila vnitřním předpisem ŠKODA AUTO VYSOKÉ ŠKOLY o.p.s. (dále jen ŠAVŠ) směrnici OS.17.10 Vypracování závěrečné práce.

Jsem si vědoma, že se na tuto závěrečnou práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, že se jedná ve smyslu § 60 o školní dílo a že podle § 35 odst. 3 je ŠAVŠ oprávněna mou práci využít k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna podle § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách.

Beru na vědomí, že ŠAVŠ má právo na uzavření licenční smlouvy k této práci za obvyklých podmínek. Užiji-li tuto práci, nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, mám povinnost o této skutečnosti informovat ŠAVŠ. V takovém případě má ŠAVŠ právo ode mne požadovat příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to až do jejich skutečné výše.

V Praze dne

.....

Ráda bych tímto poděkovala Ing. Davidu Holmanovi, Ph.D. za odborné vedení závěrečné práce, poskytování cenných rad a za četné a podnětné konzultace, díky kterým získávala tato práce na kvalitě.

Velké poděkování patří také společnosti HRANIPEX Czech Republic k.s. za možnost zpracování této práce u nich ve společnosti. Velké díky patří především manažerovi výroby a vývoje Ing. Tomáši Honkovi, Ph.D. za poskytnutí materiálů a trpělivé vysvětlování odpovědí na mé četné dotazy.

V neposlední řadě děkuji firmě ProLean Consulting s.r.o. za poskytnutí podkladů ke psaní této práce.

Obsah

Úvod.....	7
1 Toyota Production System.....	8
1.1 Zásady koncepce firmy Toyota	8
1.2 Výrobní systém Toyota.....	9
2 LEAN Management	12
2.1 Sedm druhů plýtvání ve výrobním podniku	12
2.2 Nástroje LEAN Managementu.....	17
3 Představení vybrané společnosti a charakteristika současného stavu	37
3.1 Představení společnosti HRANIPEX Czech Republic k.s.	37
3.2 Charakteristika současného stavu	42
4 Návrh optimalizace	49
4.1 Aplikace nástroje heijunka.....	49
5 Vyhodnocení navržené optimalizace	61
5.1 Porovnání původního stavu s heijunkou.....	61
5.2 Odhad potenciálních přínosů	63
Závěr	65
Seznam literatury	67
Seznam obrázků a tabulek.....	70
Seznam příloh	72

Seznam použitých zkratek

TPS toyota production system

JIT just in time

TPM total productive maintenance

PDCA plan-do-check-act

DMAIC define, measure, analyze, improve, control

SMED single minute exchange of die

Úvod

Hlavním cílem práce je navrhnout a vyhodnotit zvýšení konkurenceschopnosti vybrané firmy pomocí široce aplikovaných a ověřených optimalizačních metod z automobilového průmyslu. V dnešní době, kdy každý může podnikat, už nestačí být jen „dobrý“. Bez neustálých optimalizací, vylepšování a eliminace plýtvání bývají ty „dobré“ podniky převálcovány „lepšími“. Výrobní systém Toyota ukazuje podnikům, jakým způsobem dosáhnout pozice „jedničky na trhu“. Toyota production system ale bohužel nedává přesný návod, jak se stále vůdcem trhu. Je nutné pochopit celou filozofii.

V teoretické části práce bude nejprve popsán výrobní systém Toyoty, následně bude definováno sedm druhů plýtvání a v neposlední řadě budou popsány vybrané nástroje štíhlé výroby. Praktická část je zaměřena na aplikaci vybraného nástroje štíhlé výroby v konkrétním podniku. Nejprve bude popsán současný stav, poté bude navržena optimalizace a v závěru práce bude tato optimalizace vyhodnocena.

Štíhlé nástroje se nemusí využívat jen ve výrobních podnicích. Dají se aplikovat i na nevýrobní oddělení firem a mnoho nástrojů se dá dokonce využít i v běžném životě. To stejné platí i pro plýtvání. Bohužel plýtvání nemusí být vždy na první pohled zřejmé, jedná se například nadprodukcí a nadzásobu. Níže představené nástroje a principy pomáhají toto skryté plýtvání, které váže významné firemní zdroje, odhalit a eliminovat.

Jedním z hlavních odborných zdrojů pro zpracování této práce je kniha „Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce“ napsaná J. K. Likerem. Liker je odborníkem na japonské systémy řízení a ve své knize popisuje, jak se Toyota stala nejuznávanějším automobilovým výrobcem a jak tyto poznatky dále využívat.

Štíhlá výroba přináší do podniků nový úhel pohledu a nové světlo. Při správně aplikovaném lean managementu mohou firmy dosáhnout dokonalosti – tedy vyrábět jen to, co zákazník požaduje, v požadovaném množství a kvalitě, nevytvářet zbytečné úkony nebo zbytečné projekty, které nepřinášejí zákazníkovi hodnotu.

1 Toyota Production System

První kapitola práce pojednává o Toyota production systemu, což je základ celé štíhlé výroby. V úvodu budou popsány zásady koncepce firmy Toyota a dále pak výrobní systém společnosti Toyota.

Toyota se v roce 2020 stala největším prodejcem automobilů na světě (Toyota Motor Corporation). Podle žebříčku Interband – Best Global Brands 2020 (Interband) je Toyota sedmou nejhodnotnější firmou světa, a tedy i nejhodnotnější automobilkou vůbec. *„S Toyotou se srovnávají jako s nejlepším výrobcem své třídy všichni její konkurenti po celém světě, a to z hlediska vysoké jakosti, vysoké produktivity, rychlosti a pružnosti výroby“* (Liker, 2015, str. 27).

1.1 Zásady koncepce firmy Toyota

Toto podkapitola je zaměřena na čtrnáct zásad koncepce firmy Toyota, které zmiňuje své knize „Tak to dělá Toyota – 14 zásad řízení největšího světového výrobce“ Liker (2015).

Tyto zásady jsou rozděleny do čtyř hlavních oddílů:

- dlouhodobá filozofie:
 - zásada 1. Zakládejte svá manažerská rozhodnutí na dlouhodobé filozofii, a to i na úkor krátkodobých finančních cílů,
- správný proces přinese správné výsledky:
 - zásada 2. Vytvořte nepřetržitý procesní tok, který vám umožní odkrýt problémy,
 - zásada 3. Využívejte systému tahu, abyste se vyhnuli nadvýrobě,
 - zásada 4. Vyrovnávejte pracovní zatížení (heijunka),
 - zásada 5. Vytvářejte kulturu, která dovoluje zastavit proces, aby se vyřešily problémy a aby se správné jakosti dosáhlo hned napoprvé,
 - zásada 6. Standardizované úkoly jsou základem neustálého zlepšování a posilování pravomocí zaměstnanců,
 - zásada 7. Užívejte vizuální kontroly, aby vám nezůstaly skryty žádné problémy,

- zásada 8. Užívejte pouze důkladně prověřených technologií, které prospívají lidem i procesům,
- přidávejte hodnotu organizaci tím, že budete rozvíjet své lidi a partnery:
 - zásada 9. Vychovávejte vůdčí osobnosti, které stoprocentně rozumějí práci, žijí filozofií firmy a učí jí druhé,
 - zásada 10. Rozvíjejte výjimečné lidi a týmy řídicí se filozofií vaší firmy,
 - zásada 11. Projevujte ohled vůči širší síti svých partnerů a dodavatelů tím, že je budete podněcovat a pomáhat jim zlepšovat se,
- nepřetržité řešení nejhlubších problémů podceňuje organizační učení:
 - zásada 12. Jděte a přesvědčte se na vlastní oči, abyste důkladně poznali situaci (genchi gimbutsu),
 - zásada 13. Rozhodnutí přijímejte pomalu na základě široké shody, po zvážení všech možností; implementujte rychle,
 - zásada 14. Staňte se učící organizací prostřednictvím neúnavného promýšlení (hansei) a neustálého zlepšování (kaizen).

V každé ze zásad jsou obsaženy i nástroje (viz další kapitoly), pomocí kterých se dá dosáhnout požadovaných cílů. Tyto nástroje štíhlé výroby a zásady popsal jako první zakladatel Toyota production system Taiichi Ohno ve své knize „Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production“ (1988).

1.2 Výrobní systém Toyota

Hlavním důvodem úspěšnosti Toyoty je (pravděpodobně) toyota production system neboli výrobní systém Toyota, zkráceně TPS. Tento systém vznikl v polovině minulého století v Japonsku. Jeho zakladatelem a tvůrcem byl Taiichi Ohno.

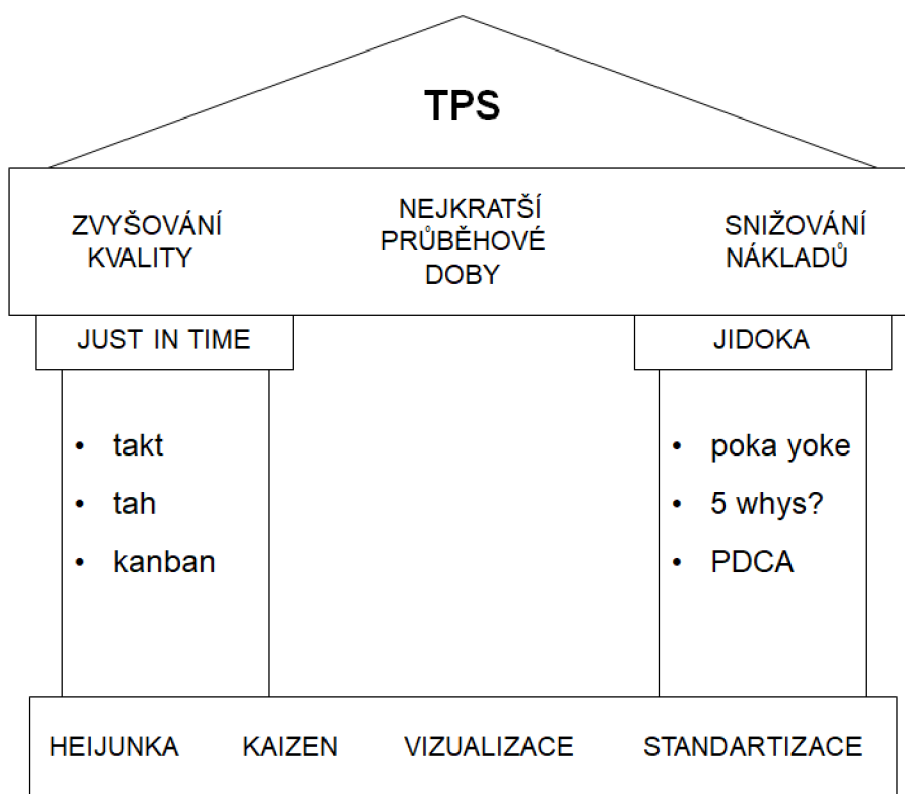
Z názvu by mohlo být patrné, že se jedná o speciální systém výroby. Toyota production system je ovšem komplexnější. Jedná se o celkovou filozofii řízení podniku. Důležité je zapojení „všech zúčastněných“ do procesu výroby. Tedy i ostatních „nevýrobních“ oddělení, a dokonce i dodavatelů a zákazníků.

„Vyrábět produkt nejvyšší kvality bez plýtvání, to je jasný cíl, k jehož splnění vede dlouhá, nikdy nekončící cesta. Takový je výrobní systém Toyota. Je založen na důmyslné organizaci práce, vysoké efektivitě a nekompromisní kvalitě. Léty

prověřený výrobní systém vedoucí k úspěchu se dnes snaží napodobit téměř všichni automobiloví výrobci. Hlavním principem výrobního systému Toyota je neustálé zlepšování. Jeho vývoj nikdy nekončí – probíhá každý den“ (Toyota Motor Manufacturing Czech Republic).

Toyota Production System „House“

Na obrázku 1 je znázorněn dům TPS. Dům byl v tomto případě zvolen proto, že přesně vystihuje výrobní systém Toyota. „Dům je pevný, pouze když jsou pevné i jeho základy, nosné pilíře a střecha. Slabý článek oslabuje celý systém“ (Liker, 2015, str. 60).



Zdroj: upraveno dle (Liker, 2015)

Obr. 1 Toyota Production System „House“

Střecha znázorňuje zastřešení celého systému:

- zvyšování kvality,
- snižování nákladů,
- nejkratší průběhové doby.

Pod střechou jsou dva pilíře, ty tvoří oporu celému domu – systému (Liker, 2015):

- Just in time (JIT) - nejznámější a nejviditelnější část domu TPS. Má za cíl dodávat díly právě v čas (just in time) a ve správném množství.
- Jidoka - cílem je nepropustit a nepředat vadný díl na další pracoviště a zároveň osvobození lidí od strojů.

Základy domu tvoří standardizované procesy a postupy, na kterých celý dům - systém stojí:

- Heijunka - vyrovnaný harmonogram výroby – jsou přesně stanovené intervaly mezi termíny expedice. Toto slouží hlavně k celkové stabilitě systému a udržování co nejmenších zásob (Liker, 2015).
- Vizualizace - všichni zaměstnanci musí vždy vědět, jak v danou chvíli výrobní proces probíhá. Díky tomu mohou pracovníci rychle reagovat a zamezit případným chybám (Toyota Motor Manufacturing Czech Republic).
- Kaizen - *„Kaizen znamená neustálé zlepšování... Kaizenem je i minimální vylepšení, které pomůže zvýšit efektivitu produkce“* (Toyota Motor Manufacturing Czech Republic).
- Standardizované postupy.

Střed domu tvoří lidé, bez kterých by systém nemohl fungovat. Pouze díky lidem je možné dosáhnout neustálého zlepšování. Pracovníci musí být stále ve střehu, aby byli schopni řešit problémy nebo vidět plýtvání (Liker 2015).

Toyota production system není ale pouze o aplikaci nástrojů. Hlavním „nástrojem“ jsou zde lidé, tedy hlavně zaměstnanci. Pokud oni nebudou usilovat o zdokonalení a nepochopí nebo nebudou chtít pochopit nově zavedený systém, nemůže firma nikdy úspěšně aplikovat TPS. *„V duchu celkové koncepce firmy Toyota to jsou lidé, kdo vdechuje systému život: lidé pracují, komunikují mezi sebou, řeší problémy a společně rostou. Ve vynikajících japonských firmách uplatňujících koncepci ‚štíhlé výroby bylo na první pohled jasné, že to jsou právě dělníci, kteří aktivně předkládají zlepšovací návrhy“* (Liker, 2015, str. 65).

2 LEAN Management

V následující kapitole bude popsáno sedm druhů plýtvání a následně nástroje štíhlé výroby. Při implementaci těchto nástrojů je možné plýtvání ve firmě buďto omezit nebo v ideálních případech úplně odstranit.

Lean management neboli štíhlý management, štíhlé řízení je filozofie, která si dává za cíl zvyšovat přidanou hodnotu všech činností a procesů ve firmě. Jejím dalším cílem je zamezovat zbytečnému plýtvání (viz kapitola 2.1). Ať už je to plýtvání finančními prostředky, lidskými zdroji, materiálem, časem, a tak dále (Dostál, 2019).

„Štíhlost podniku znamená dělat jen takové činnosti, které jsou potřebné, dělat je správně hned napoprvé, dělat je rychleji než ostatní a utrácet přitom méně peněz“ (Košturiak, 2006, str. 17). Zní to velmi jednoduše a mnozí mohou říct, že toto je samozřejmost při řízení čehokoliv (podniku, oddělení, rodiny, státu, ...). Velkému množství firem se ale stále nedaří štíhlosti dosáhnout. V následujících kapitolách bude popsáno sedm druhů plýtvání ve firmě.

Deming zmiňuje: *„Osmdesát pět procent důvodů, proč nesplníme požadavky zákazníků, je dáno chybami procesů, a ne chybami zaměstnanců. Úkolem managementu je změnit chybné procesy, a ne nutit jednotlivce k ještě vyšším výkonům“* (Košturiak, 2006, str. 36).

Následující kapitoly uvádí vybrané nástroje lean managementu. Pomocí těchto nástrojů je možné optimalizovat Demingem zmíněné procesy výše.

2.1 Sedm druhů plýtvání ve výrobním podniku

Jak již bylo popsáno výše, eliminace plýtvání je jedním z cílů štíhlého managementu. V některých literaturách se uvádí až čtrnáct druhů plýtvání. Elnamrouy a Abushaaban (2013) uvádějí následujících sedm druhů (viz Obr. 2):

- nadvýroba,
- chyby a zmetky,
- zásoby,
- transport a manipulace,
- čekání,

- zbytečné pohyby,
- neefektivní práce (nadbytečné procesy).



Zdroj: (www.prolean.cz, 2021)

Obr. 2 Sedm druhů plýtvání

Další druhy plýtvání zmiňuje Košťuriak (2006):

- nevyužitý potenciál,
- poruchy,
- pozorování chodu stroje,
- hledání nástrojů,
- nedostatečná komunikace.

Jak již bylo zmíněno výše, plýtvání je vše, co nepřináší hodnotu pro zákazníka. Zákazník chce dostat zboží, pokud možno v co nejvyšší kvalitě a za co nejnižší cenu. Toho se dá dosáhnout právě eliminací plýtvání.

Například, to že se firmě rozbil stroj, na který si kvůli úspoře finančních prostředků neobjednávala pravidelný servis, a nyní stroj dva týdny stojí a čeká na opravu, to

zákazníkovi hodnotu nepřidává. Jako další příklad možno uvést případ, kdy firma podceňuje výstupní kontrolu kvality (opět kvůli mylně zvolené úspoře financí). Výsledkem je velké množství reklamací a nespokojených zákazníků. Reklamace jsou pro firmu náročné jak z časového, tak z finančního hlediska. Nespokojení zákazníci mohou zase zkazit dobré jméno firmy například negativními recenzemi.

Nadvýroba

Nadvýroba nebo také nadprodukce znamená vyrábění většího množství produktů, než zákazník v danou chvíli požaduje. Nadprodukce bývá označována jako nejzávažnější druh plýtvání. Je to dáno hlavně tím, že kvůli nadvýrobě vznikají i další druhy plýtvání (Elnamrouty, 2013). Jsou to například zásoby, které musí být někde skladovány a evidovány. Dále pak dodatečný transport a manipulace. Příkladem nadprodukce v běžném životě může být například uvaření většího množství jídla, než je schopna rodina sníst. Často se pak stává, že tato „nadvýroba“ skončí v odpadkovém koši.

Chyby a zmetky

Výroba vadných dílů je ve výrobní firmě vždy velký problém. Když se objeví zmetky, musí se vymyslet řešení, co s nimi dále. Mohou se (Elnamrouty, 2013):

- zničit, znehodnotit a vyhodit,
- opravit,
- prodat odběrateli se slevou,
- recyklovat a znovu použít (například u kovů).

V každém případě se musí vynaložit další náklady, které zákazníkovi nepřidávají hodnotu. Jde tedy o jasné plýtvání.

Chyby se mohou projevovat napříč celou firmou. Může jít například o špatně zadanou objednávku do systému. V případě výroby na zakázku nastává velký problém. Dále může nastat například chyba v komunikaci a nedodržení data dodání zboží zákazníkovi. Všechny tyto chyby stojí firmu jak další náklady, tak dobrou pověst.

V běžném životě se toto stává velmi často v restauracích, kdy si zákazník objedná například jinou přílohu, následně proběhne, nebo spíše neproběhne komunikace mezi kuchyní a číšníkem a zákazník obdrží něco, co si neobjednal.

Zásoby

„Zásoby znamenají mít velké množství nevyužitého materiálu, polotovary, rozpracované výroby a hotových výrobků“ (Elnamrouty, 2013, str. 71). Zásoby hotových výrobků vznikají v důsledku nadprodukce. Zásoby je nutné inventarizovat a evidovat, to je spojeno se zvýšenou administrativní zátěží, a tedy i s dalšími náklady. Zásoby váží finanční prostředky, které by firma mohla investovat nebo použít jinde. Dalším nákladem, který vzniká, je skladování. S tím je spojen například pronájem skladových prostor. *„Nadbytečné zásoby také mohou zakrývat problémy jako jsou nevyváženost výroby, opožděné zásilky od dodavatelů, vady, prostoje zařízení a dlouhé seřizovací časy“* (Liker, 2015, str. 56). V potravinářském průmyslu jsou zásoby velký problém hlavně u rychle se kazících výrobků (například maso). V důsledku velkých zásob se můžou výrobky zkazit.

Prevencí proti nadměrným zásobám je koncept kanban a metoda just in time.

Transport a manipulace

„Zbytečným transportem a manipulací je myšlen každý pohyb materiálu, který nepřidává materiálu hodnotu, jako například pohyb materiálu mezi pracovišti“ (Elnamrouty, 2013, str. 71). Tento problém bývá často způsoben neefektivním rozložením výrobního závodu či výrobního procesu. Materiál, díly a výrobky se zbytečně přesouvají sem – tam (Liker, 2015). Jako optimalizace by zde bylo vhodné použít simulaci a následně logicky poskládat jednotlivé části výroby.

„Jakýkoliv transport (hmotných věcí či informací) vzdálenější a komplikovanější, než je nezbytné, reorganizace zásob či nesmyslný pohyb fyzických či informačních toků“ (API - Akademie produktivity a inovací).

Čekání

Čekání má ve výrobě mnoho podob. Může se jednat o čekání pracovníků na dodání materiálu ke zpracování, čekání na opravu stroje, čekání pracovníků na dokončení práce výrobního zařízení atd. *„Dělníci, kteří v podstatě jen dohlíží na*

automatizovaná zařízení nebo musí postávat a čekat na další krok zpracovatelského procesu, nástroj, dávku, součást atd., případně prostě nemají co dělat v důsledku vyčerpání zásob, četných zpoždění procesu, prostojů a poruch zařízení a kapacitních problémů“ (Liker, 2015, str. 55). Toho ale může být využito efektivně. Nevyužití pracovníci mohou například v této době uklízet pracoviště pomocí metody 5S (viz kapitola 2.2.1). Čekání snižuje plynulost výroby a zvyšuje náklady. Dá se ale snadno odhalit a často i lehce odstranit. Jsou ovšem případy, kdy je čekání tak vážné, že musí být zastavena celá výroba (například při celosvětovém výpadku dodávek určitého materiálu/komponentu).

Zbytečné pohyby

Mezi zbytečné pohyby pracovníků patří (Liker, 2015):

- vyhledávání dílů,
- vyhledávání nástrojů,
- natahování se pro díly a materiál,
- zbytečná chůze při vykonávání práce,
- třídění materiálu,
- pohyby způsobené špatnou ergonomií pracoviště.

Jako opatření proti zbytečným pohybům je vhodná metoda 5S (viz kapitola 2.2.1) a úprava ergonomie pracoviště.

Neefektivní práce (nadbytečné procesy)

Tento druh plýtvání bývá někdy označován jako „vše, co převyšuje požadavky zákazníků“. Mezi plýtvání patří i vyrábění zbytečně složitých výrobků, které zákazník neocení a nepotřebuje (API - Akademie produktivity a inovací). Je zbytečné provádět více činností, než zákazník požaduje, může jít například o leštění nebo konečnou úprava některých částí výrobku, které zákazník neuvidí (Elnamrouty, 2013). Mnoho pracovních procesů se dá zjednodušit, dělat rychleji a za použití menšího počtu pracovníků.

2.2 Nástroje LEAN Managementu

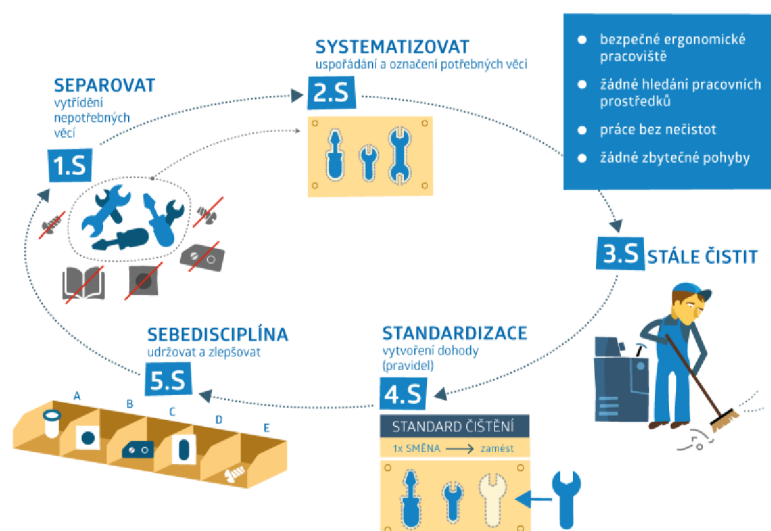
Štíhlý podnik nemůže fungovat bez nástrojů lean managementu. Nástrojů je velké množství, každá literatura uvádí jiné. Pro účely této práce bude popsáno třináct nejpoužívanějších nástrojů. Tyto nástroje pomáhají se zvýšením produktivity podniku, odstraněním plýtvání a s neustálým zlepšováním celé firmy.

2.2.1 5S

Je podstatné udržovat na pracovišti pořádek, vše by mělo mít své místo a pracovníci by měli mít zafixované určité návyky, které přímo nesouvisí s vykonávanou prací (například po zašroubování se šroubovák vrátí na určené místo). Pomocí metody 5S (viz Obr. 3) se toho dá velmi jednoduše dosáhnout.

Zkratka 5S je odvozena od pěti japonských slov začínajících na písmeno S. Pro lepší orientaci a srozumění byla slova přeložena jak do anglického, tak do českého jazyka. Košťuriak (2006) je zmiňuje ve své knize:

- seri – sort – setřídít/separovat,
- seiton – straighten – systematizovat (uspořádat),
- seiso – shine – společně/stále čistit,
- seiketsu – standardize – standardizovat,
- shitsuke – sustain – stále zlepšovat.



Zdroj: (www.prolean.cz, 2021)

Obr. 3 Metoda 5S

Separovat

Pod prvním S se rozumí, vzít všechny věci na pracovišti a separovat (vytřídit) nástroje a věci, které se nepoužívají. To znamená, že na pracovišti zůstanou pouze nástroje, které jsou potřebné k práci. V praxi je vhodné vyskládat veškeré nástroje například na pracovní plochu (stůl) a červenou nálepkou označit vše nepotřebné, Označené nástroje se poté odstraní z pracoviště. Někdy se stane, že se objeví věci, které zaměstnanec „chce, ale nepotřebuje“. V tomto případě je vhodné tyto nástroje označit například jiným tvarem nebo velikostí značky (Charron, Harrington, Voehl a Wiggin, 2015).

Systematizovat

Každý nástroj na pracovišti musí mít své místo, na kterém ho pracovník vždy najde a po dokončení úkonu ho na určené místo opět vrátí. Nástroje by měly být seřazeny dle četnosti použití. Nejvíce používané navrchu (vepředu), méně používané vzadu. Vše by mělo být v blízkém dosahu pracovníka, aby se nenarušila ergonomie pracoviště (Liker, 2015).

Stále čistit

V tomto kroku je nejprve nutné ujasnit si, kdy, kdo, co a jak bude čistit. Dále je vhodné zaměřit se na eliminaci zdrojů znečištění. Při čištění by měl pracovník také zkoumat stav nástrojů a případně nahlásit, pokud je nástroj rozbitý, anebo pokud se blíží konec jeho životnosti (Košturiak, 2006).

Standardizovat

Všechny tři předchozí S se musí stát na pracovišti standardem. Zaměstnanci je musí vykonávat automaticky a brát je jako každodenní rutinu. Organizace, které dodržují předchozí S, ale nestandardizují tyto postupy, se postupně zase vrátí do původního stavu před zavedením 5S. Na standardizaci postupů by měli dbát hlavně vedoucí pracovníci (Charron, Harrington, Voehl and Wiggin, 2015).

Stále zlepšovat

V tomto kroku je dbáno hlavně na zlepšování celého systému 5S. Jsou vykonávány audity a hodnocení plnění standardů 5S. U pracovníků se dbá na návyky smyslu pro pořádek. Cílem je změna myšlení a chování lidí v organizaci (Košturiak, 2006)

5S se nemusí uplatňovat jen ve výrobě. Dá se použít i v kanceláři u pracovního stolu nebo přímo v počítačích pracovníků.

2.2.2 Štíhlé pracoviště

Štíhlé pracoviště je základem štíhlé výroby. Propojením principů 5S a ergonomie lze optimalizovat každé pracoviště. Pracoviště je uzpůsobeno tak, aby pracovník podal při minimální námaze maximální výkon. Pracoviště, které není štíhlé je charakteristické tím, že zaměstnanec vykonává mnoho pohybů a aktivit navíc, které jsou zbytečné. Tím se snižuje jeho produktivita. Může jít například o chůzi, hledání nástrojů atd. (Košturiak, 2006).

Dle Košturiaka (2006) jsou hlavní cíle štíhlého pracoviště:

- zvýšení výkonnosti,
- snížení úrazovosti a zatížení organismu,
- zvýšení autonomnosti a množnosti víceobsluhy,
- zlepšení kvality a stability procesu.

Jak je již zmíněné výše, štíhlé pracoviště by mělo být ergonomické. Při řešení ergonomických požadavků na pracovišti je třeba se zaměřit především na (API - Akademie produktivity a inovací):

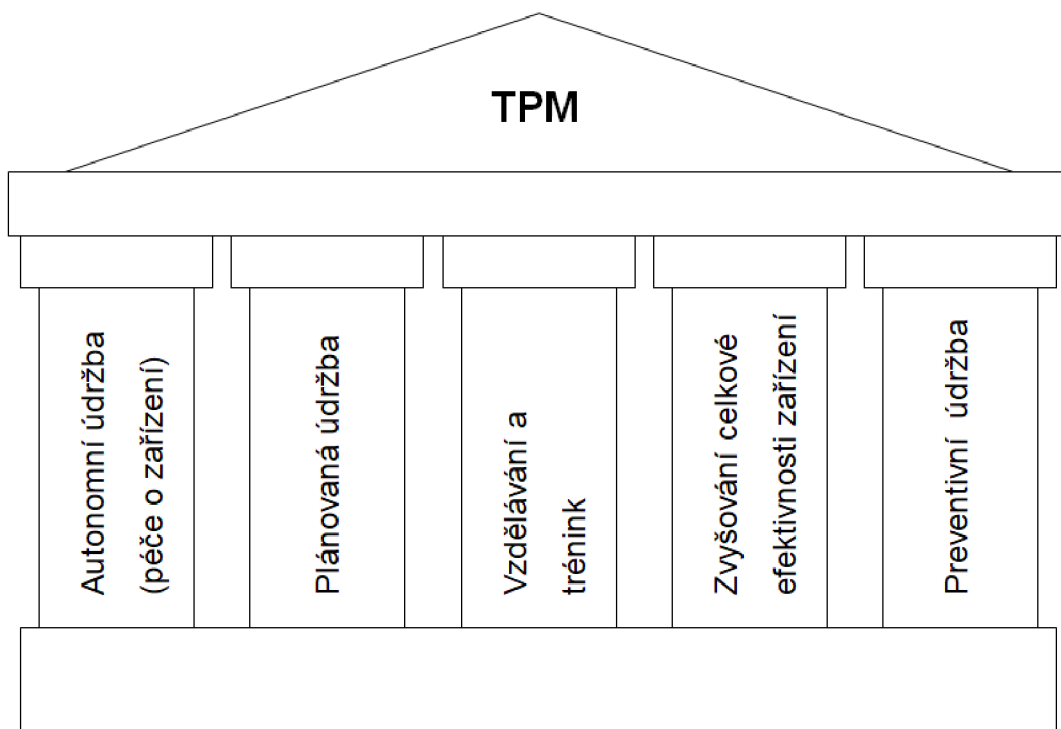
- pracovní prostředí (osvětlení, klimatické podmínky, hluk),
- pracovní a manipulační prostor (nároky na pracovní prostor, zóny dosahu),
- tvorbu a rozmístění oznamovacích a ovládacích prvků,
- vhodnou volbu pracovní polohy (práce vestoje, práce vsedě...),
- ergonomické řešení pracovních sedadel,
- výšku pracovní roviny,
- zorné podmínky při práci (osa pohledu, zorný úhel),
- ekonomii pracovních pohybů,
- konstrukci nástrojů a přípravků (rukojeť nástroje, hmotnost nástroje...),
- manipulaci s břemeny,

- rizikové ergonomické faktory.

Štíhlé pracoviště s použitím metody 5S je tím nejlepším řešením jak pro pracovníka (např. díky správné ergonomii pracoviště ho nebolí záda), tak pro podnik (zvýšení výkonosti pracovníka vede k nižším nákladům).

2.2.3 TPM – Total Productive Maintenance

Total productive maintenance se do českého jazyka překládá jako „management produktivity výrobních zařízení“, někdy také doslovně jako „totálně produktivní údržba“. „TPM se orientuje na zapojení všech pracovníků v dílně do aktivit, které směřují k minimalizaci prostojů zařízení, nehod a zmetků. Při TPM jde o překonání tradičního dělení lidí na ‚pracovníky, kteří pracují na daném stroji‘ a ‚pracovníky, kteří ho opravují‘“ (Košturiak, 2006, str. 93). Košturiak (2006) dále zmiňuje, že hlavním důvodem tohoto „sloučení funkcí“ pracovníků je to, že dělník, který se strojem pracuje osm hodin každý den, ho zná nejlépe. Právě on může rozeznat výkyvy v chování zařízení a zdroje budoucích poruch. Diagnostika a běžné údržbářské práce tedy přechází právě na výrobního pracovníka.



Zdroj: upraveno dle (Liker, 2015)

Obr. 4 Základní pilíře TPM

Management produktivity výrobních zařízení stojí na pěti základních pilířích (viz Obr. 4).

Autonomní údržba

„Operátor rozumí svému zařízení, stará se o něj, diagnostikuje, vykonává čištění, mazání, drobné opravy a spolupracuje s údržbou při větších závadách nebo abnormalitách v chodu zařízení“ (Košturiak, 2006, str. 95).

Plánovaná údržba

Údržba je plánovaná efektivně, většinou periodicky. Je důležité správně načasovat odstávky stroje. Je zde také kladen důraz na optimalizaci nákladů na údržbu (Rodrigues a Hatakeyama, 2006).

Vzdělávání a trénink

Cílem štíhlého podniku je mít kvalifikované zaměstnance s vysokou pracovní morálkou, kteří chtějí pracovat nezávisle a odborně vykonávat svou práci. Operátorům je poskytováno vzdělávání za účelem zlepšení jejich dovedností a zručnosti (Venkatesh, 2007).

Zvyšování celkové efektivnosti zařízení

„Maximalizace produktivního využití zařízení, sledování a redukce všech druhů ztrát z kapacity zařízení“ (Košturiak, 2006, str. 95).

Preventivní údržba

Preventivní údržba se provádí pravidelně. Díky ní se dá předcházet mnoha poruchám a odstávkám stroje. Patří do ní aktivity jako: promazávání, čištění, dotahování šroubů, dále pak může jít o „naslouchání stroji“. Tím je myšleno pozorování, jestli stroj nevydává abnormální zvuky nebo jestli například nevibruje (Wireman, 2004).

Dle Košturiaka (2006) představují roční náklady na údržbu strojů 5 – 10 % z obrátu firem. To je nemalá částka, ale bez údržby zařízení nemůže podnik fungovat. Pomocí TPM se dají tato procenta značně snížit.

2.2.4 Vizuelní řízení

Ke štíhlému podniku (pracovišti) patří i vizualizace (viz Obr. 5). „Za prvek vizuelní kontroly můžeme považovat jakékoliv komunikační zařízení používané v pracovním prostředí, které nám na první pohled říká, jak by se měla práce vykonávat a zda se neodchyluje od standardu“ (Liker, 2015, str. 195).

VIZUALIZACE



Zdroj: (www.prolean.cz, 2021)

Obr. 5 Vizuelní řízení

Košuriak (2006) uvádí hlavní prvky vizualizace na pracovišti:

- tabule výrobního týmu,
- čáry limitů,
- označení ploch na podlaze,
- vizuelní postup práce,
- označení neshodných výrobků,
- tabule chyb, plánovací a taktovací tabule,
- andon světla,
- checklisty,
- mapy (procesu, layoutu) aj.

S vizuelními signály se lidé setkávají denně. Jako příklad z běžného života možno uvést například semaforey. Vizuelní řízení musí být jednoduché a všem na první pohled jasné (stejně jako výše zmíněné semaforey). Ve výrobním provozu se může jednat například o ukazatele stavu zásob, které ukazují pracovníkům minimální a

maximální stav zásob, tabule/plakáty s pracovními postupy, vyznačené plochy na podlaze pro pohyb lidí, pohyb strojů a uložení materiálu, tabule, které označují, v jaké fázi se pracovní postup nachází, signalizace stavu stroje (v provozu/mimo provoz/čeká na díly...) a mnoho dalšího (Liker, 2015).

Systémy vizualizace ale neslouží jen dělníkům. Využívají je i vedoucí pracovníci, kteří hned vidí, jestli se plní normy, zda jsou dodržovány pracovní postupy, anebo jestli je vše na správném místě.

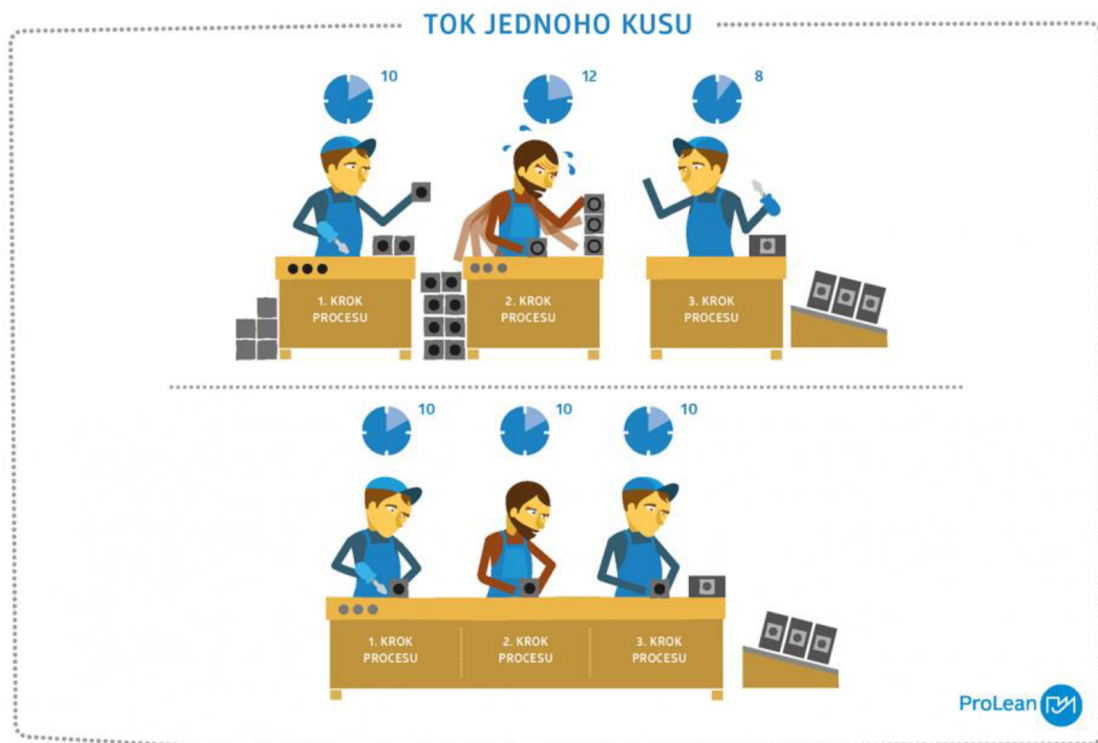
Díky vizualizaci se stává pracoviště (lidově řečeno) „blbuvzdorné“. Pracovníci díky vizualizaci přesně vědí, co mají a nemají dělat, kam mají co položit nebo v jakém stavu se nachází jejich práce. Vizualizace pomáhá ulehčit práci a odstranit bloumání po pracovišti a nadbytečné přemýšlení, co jak dělat.

2.2.5 Jednokusový tok

Jednokusový tok nebo tok jednoho kusu, anglicky one piece flow (viz Obr. 6). Jedná se o způsob výroby, kdy je na každém pracovišti zpracováván vždy jen jeden kus (výrobek). Výrobní dávka je rovna jednomu kusu. Je eliminováno čekání i hromadění výrobků před pracovištěm. Výrobek prochází jednotlivými pracovišti bez čekání a přerušování (ProLean Consulting).

Liker (2015) zmiňuje následující výhody jednokusového toku:

- zvýšení jakosti (snadnější odhalení vadných výrobků),
- zajištění větší produktivity,
- snížení rozpracovanosti výroby,
- zvýšení bezpečnosti,
- snížení průběžné doby výroby,
- redukce výrobní plochy,
- snížení nákladů vázaných v zásobách,
- snadná identifikace úzkých míst.



Zdroj: (www.prolean.cz, 2021)

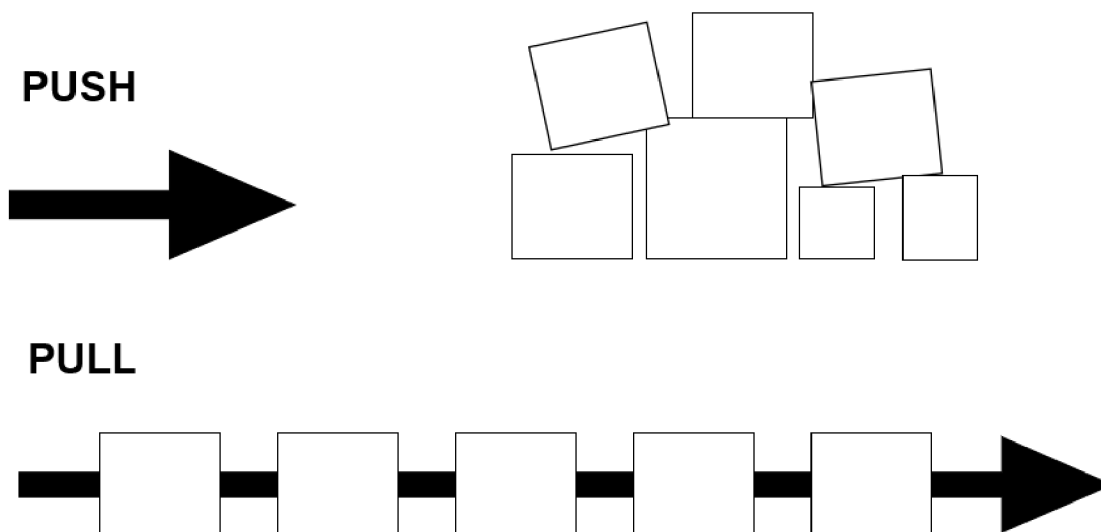
Obr. 6 Jednokusový tok

2.2.6 Tahový výrobní systém

Tahový systém, anglicky pull system, zjednodušeně vyrábí a dodává jen to, co zákazník požaduje (viz Obr. 7). Zákazník v tomto případě nemusí být koncový zákazník, ale například odběratel v části výrobního procesu. Takto funguje celý dodavatelský řetězec. Díky tomu se snižuje rozpracovanost výroby a také skladové zásoby a odstraňuje se nadvýroba. Opakem je push system, který vyrábí na sklad bez ohledu na skutečnou poptávku odběratele (AllAboutLean.com)

„Nejčistší forma tahu je jednokusový tok“ (Liker, 2015) (viz předchozí kapitola).

Jednou z forem tahového systému je kanban.



Zdroj: upraveno dle (www.allaboutlean.com, 2021)

Obr. 7 Push a pull systém

Kanban

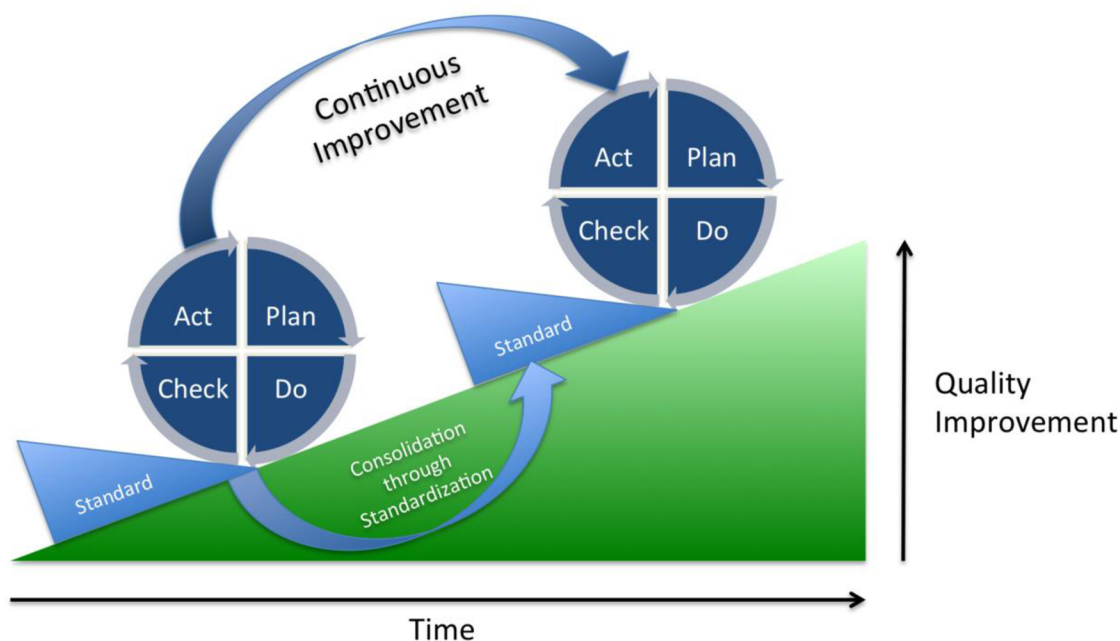
Se systémem kanban přišel jako první Taiichi Ohno. Kanban znamená japonsky karta nebo štítek, nebo zjednodušeně nějaký druh signálu. Ohno vymyslel systém, který pomocí karet, štítků a zásobníků pomáhá s aplikací jednokusového toku. Signálem může být například prázdná krabice nebo zásobník, který má být naplněn. Je tedy odeslána kanbanová karta s přesnými požadavky, kolik čeho je potřeba dodat (Liker, 2015).

V dnešní době se používá elektronický kanban. Vše je označeno štítkem a čárovým kódem, který je před každou operací naskenován. Tím se získá přehled nad pohybem materiálu a výrobků. Ideálním stavem je, když má elektronický kanban celý dodavatelský řetězec. V takovém případě stačí, když konečný výrobce zadá objednávku zákazníka do systému a všem dodavatelům (i dodavatelům dodavatelů) je odeslán požadavek na konkrétní díly pro výrobu zakázky.

2.2.7 PDCA – plan-do-check-act

Zkratka PDCA znamená plan-do-check-act. Jedná se o nástroj lean managementu také známý jako Demingův cyklus, nebo kruh kvality (viz Obr. 8). Jeho autorem je právě Edwards Deming, který je považován za „otce“ managementu kvality. Cílem

PDCA je neustálé zlepšování, které probíhá pomocí čtyř kroků. Jeho zavedením lze zlepšovat kvalitu procesů, výrobků, služeb atd.



Zdroj: (www.wikipedia.com, 2021)

Obr. 8 PDCA

Jednotlivé kroky Demingova cyklu jsou (Charron, Harrington, Voehl a kol, 2014):

- **P**lan (plánuj),
- **D**o (dělej/vykonej),
- **C**heck (zkontroluj),
- **A**ct (reaguj).

V prvním kroku (plánuj) se hledají pravé příčiny určitého problému, plánuje se vhodný způsob eliminace tohoto problému, navrhují se opatření, dále je také možné určit odpovědnosti a termíny realizace. V druhém kroku (dělej) se navrhovaná řešení a opatření realizují. Ve třetím kroku (zkontroluj) se sleduje a kontroluje účinnost a efektivnost realizovaného opatření. Zjišťuje se, zda opravdu došlo k odstranění problému. Pokud v kroku act (reaguj) výsledky prokážou „úspěch“, provádí se standardizace řešení (viz Obr. 8). Zlepšení se tedy zavede do běžné praxe. V případě „neúspěchu“ se hledá nové opatření. V obou případech se po

dokončení Demingova cyklu „přesouvá“ na nový cyklus a pokračuje se v hledání dalších vylepšení (viz Obr 8., šipka „Continuous Improvement“) (Nenadál, 2006).

„Cyklus PDCA se obvykle uplatňuje v případě dosti podrobných pracovních procesů, ... avšak není výjimkou, využívání cyklu zlepšování na všech úrovních, od projektů, přes skupiny až po celou firmu a konečně i na mezifirmní úrovni“ (Liker, 2015, str. 325).

2.2.8 Kaizen

Slovo kaizen pochází z japonštiny a v překladu znamená neustále zlepšování. Jsou do něj zapojeni všichni zaměstnanci podniku. *„Kaizen je založený na tom, že lidé v podniku musejí používat svůj rozum stejně dobře, jako svaly a ruce“ (Košturiak, 2006, str. 119).*

„Kaizenem je i minimální vylepšení, které pomůže zvýšit efektivitu produkce. Pokud se při výrobě využívá filozofie kaizenu, nesmíme být nikdy spokojeni se stávajícím stavem. I pár vteřin, které se ušetří při výrobě jednoho kusu výrobku, znamená velké úspory“ (Toyota Motor Manufacturing Czech Republic).

Košturiak (2006) uvádí základní zásady systému kaizen:

- Každému zlepšení, i kdyby bylo jen málo významné, se musí věnovat pozornost.
- Kaizen je otevřený pro každého. Všichni pracovníci mohou participovat na procesu zlepšování.
- Kaizen představuje 50 % práce dobrého manažera.
- Management má dva hlavní úkoly – vytvoření a udržování standardů a jejich zlepšování.
- Vyzdvihování úlohy pracovního týmu, podpora, participace a iniciativy pracovníků při řešení problémů.
- Silná podpora ze strany vedení podniku. Kaizen je postavený na aktivitách zdola, ale vyžaduje silnou podporu shora.
- Motivace pracovníků – spoluúčast na úspěchu. Materiální a finanční ohodnocení dobrých řešení.

Kaizen není nástroj sám o sobě. Jedná se o filozofii, která využívá některé z nástrojů popsaných v kapitolách výše (níže), například:

- pětkrát proč,
- 7 druhů plýtvání,
- 5S,
- PDCA.

V praxi se může kaizen realizovat například pomocí takzvané karty nápadů (viz Obr. 9). Tyto karty jsou k dispozici všem pracovníkům na všech pozicích. Do karty pracovník zapíše, s jakým problémem se na pracovišti potýká, a dále nápad na zlepšení. Tyto karty poté pověřený pracovník (většinou vedoucí oddělení) zpracovává.

KARTA NÁPADŮ																	
zodpovědná osoba	<input type="text"/>																
datum	<table border="1"><tr><td>D</td><td>D</td><td>M</td><td>M</td><td>R</td><td>R</td><td>R</td><td>R</td></tr><tr><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td><td><input type="text"/></td></tr></table>	D	D	M	M	R	R	R	R	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
D	D	M	M	R	R	R	R										
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>										
JMÉNO, PRACOVIŠTĚ:																	
PROBLÉM:																	
.....																	
NÁPAD:																	
.....																	
.....																	
.....																	

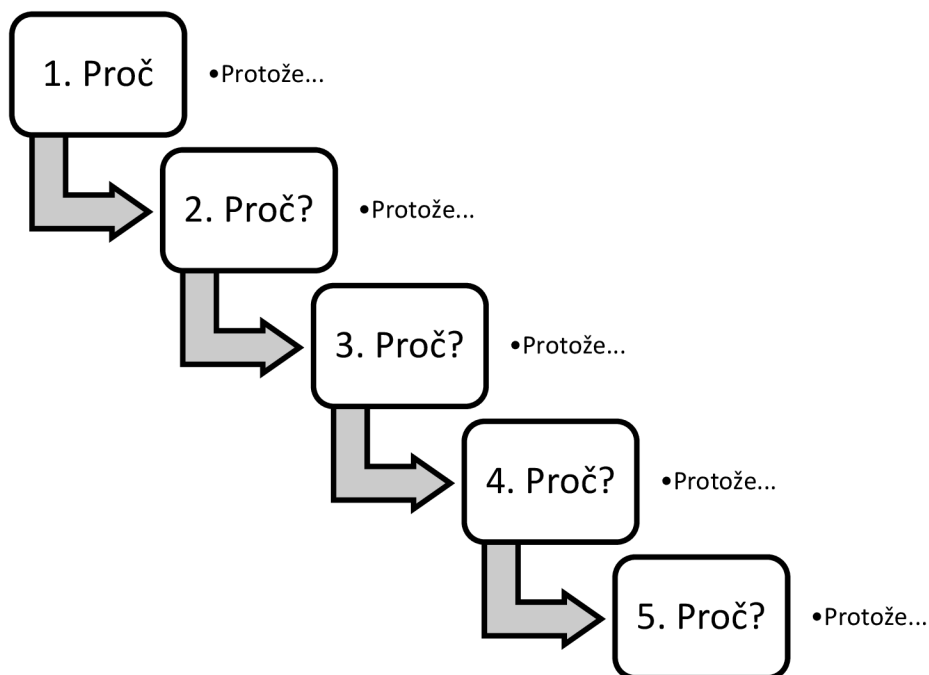
Zdroj: (www.prolean.cz, 2021)

Obr. 9 Kaizen: karta nápadů

Kromě neustálého zlepšování je také cílem Kaizenu pochopit, že každodenní malé změny procesů vedou v dlouhodobém horizontu k výrazným přínosům ve zvýšení produktivity a kvality (ProLean Consulting).

2.2.9 Pětkrát proč?

Pětkrát proč? je metoda, která slouží k nalezení kořenové příčiny. Celý proces začíná otázkou „proč?“ na problém, který nastal (viz Obr. 10). Následuje další „proč?“, a tak se pokračuje až do odhalení skutečné kořenové příčiny problému (Rafinejad, 2007).



Zdroj: upraveno dle: (Libor Friedel, 2021)

Obr. 10 Pětkrát proč?

Scholtes (1998) uvádí následující příklad použití metody pětkrát proč:

- Na podlaze výrobního provozu je louže oleje.
 - Proč?
- Protože ze stroje odkapává olej.
 - Proč?
- Protože je opotřebované těsnění.
 - Proč?
- Protože jsme nakoupili těsnění z nekvalitního materiálu.
 - Proč?

- Protože jsme při jejich nákupu udělali dobrý obchod (za dobrou cenu).
 - Proč?
- Protože pracovníci nákupu jsou hodnoceni podle krátkodobých úspor nákladů.

Z výše uvedeného příkladu je jasně vidět, že jakýkoliv problém může mít absolutně nepředvídatelnou příčinu. Nikoho by nenapadlo, že louže oleje ve výrobě může nějak souviset s nevhodně nastaveným systémem hodnocení pracovníků nákupu. Tato metoda se dá samozřejmě použít napříč celou firmou, nejen ve výrobě.

2.2.10 DMAIC – define-measure-analyze-improve-control

DMAIC je akronymem slov **D**efine, **M**easure, **A**nalyze, **I**mprove a **C**ontrol, tedy definovat, měřit, analyzovat, zlepšovat a řídit. Tato slova označují jednotlivé kroky metodiky. Stejně jako cyklus PDCA se jedná o nástroj neustálého zlepšování. Cyklus DMAIC je znázorněn na obrázku 11.



Zdroj: (Transforming.com, 2021)

Obr. 11 DMAIC

Níže budou popsány jednotlivé kroky cyklu DMAIC (Svozilová, 2011):

- **Define** (definovat) – V tomto kroku se definuje projekt jako takový, pojmenují se cíle projektu a jeho rozsah. Hlavní cíl kroku „define“ je jasné vymezení problému, který bude řešen.
- **Measure** (měřit) – Tato fáze je zaměřena na měření současné úrovně výkonnosti procesu. Probíhá sběr dat pro třetí krok.
- **Analyse** (analyzovat) – Třetí krok je o analyzování problémů a určování jejich hlavních příčin. Vyhodnocují se údaje a data získaná v přechodném kroku (measure). K analýze se používá mnoho rozdílných nástrojů. Bývají převážně grafické a statistické. Jedním z možných nástrojů je také metoda pětkrát proč (zmiňovaná výše).
- **Improve** (zlepšovat) – V tomto kroku se navrhuje opatření ke zlepšení procesu, odstraňují se příčiny problémů a realizuje se změna.
- **Control** (řídit) – Poslední fáze má na starosti sledování a řízení procesu, sledování účinku realizovaných opatření, zabezpečení dlouhodobé udržitelnosti zlepšení a vyhodnocení dosažených cílů.

Typické přínosy použití metody DMAIC jsou (Košturiak, 2006):

- redukce variability procesů,
- snížení nákladů na nekvalitu,
- zvýšení kvality,
- lepší poznání procesů a jejich vlivu na kvalitu.

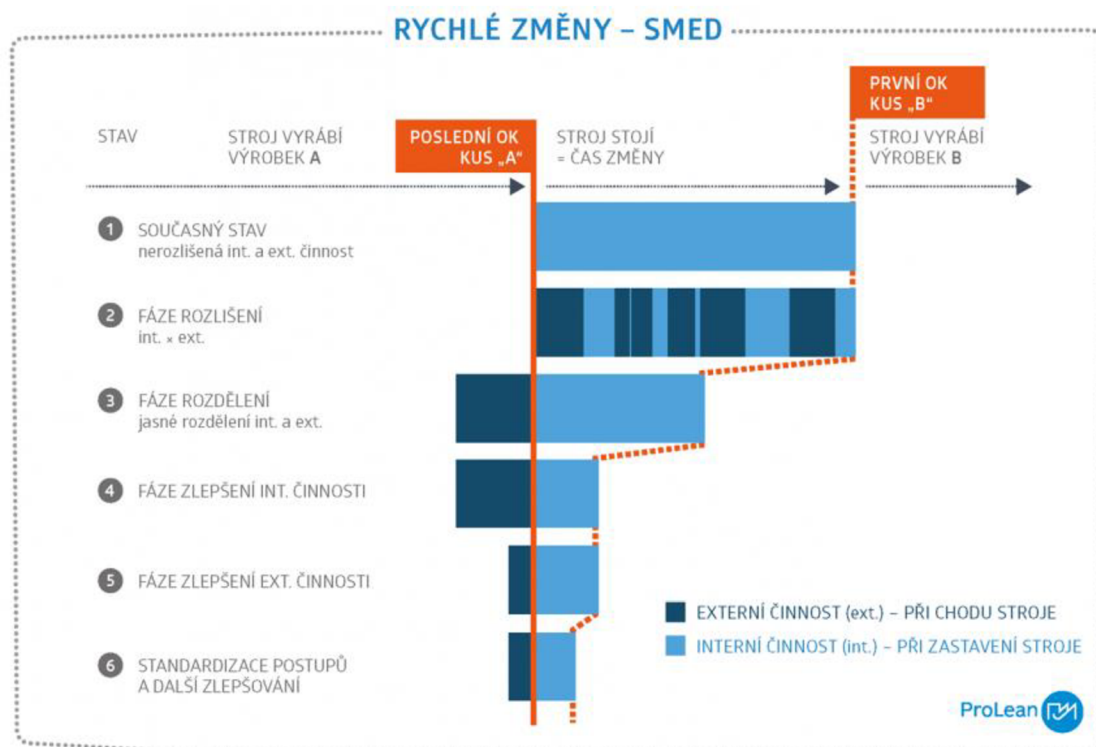
2.2.11 SMED – single minute exchange of die

SMED je zkratkou pro „single minute exchange of die“. V češtině se používá termín redukce časů na seřízení. Používá se pro zkracování časů při změnách výrobních zařízení, a tím také pomáhá odstraňovat plýtvání. Mezi hlavní cíle této metody patří zajištění rychlé změny z jednoho druhu výrobku na druhý. Tím je umožněna výroba v malých dávkách, která pomáhá podniku pružně reagovat na požadavky zákazníků, zajišťuje nižší rozpracovanost a zkracuje průběžnou dobu ve výrobě.

„Čas seřizování (čas přestavby) je čas potřebný od ukončení výroby posledního kusu na odstranění starého nářadí a přípravků, nastavení nového nářadí, nastavení a doladění parametrů procesů, zkušební běhy, až po výrobu prvního dobrého kusu“ (Košturiak, 2006, str. 107).

Seřizování se dělí na dvě části (Costa, 2013):

- **Interní činnosti** - ty činnosti, které mohou být vykonávány, pouze pokud stroj stojí (např. výměna pilového kotouče). (Světle modré činnosti na Obr. 12.)
- **Externí činnosti** – činnosti, které mohou být vykonávány za provozu stroje (např. příprava a údržba nástrojů). (Tmavě modré činnosti na Obr. 12)



Zdroj: (prolean.cz, 2021)

Obr. 12 SMED

Costa (2013) také uvádí tři fáze (kroky) pro redukci času na seřízení:

1. Přesné definování a oddělení interních a externích činností. (Kroky 2 a 3 na Obr. 12)

2. Postupná přeměna co největšího počtu interních činností na externí. (Krok 4 na Obr. 12)
3. Neustále zlepšování a redukce externího a interního času seřizování. Sem může patřit i eliminace plýtvání. (Krok 5 na Obr. 12)

Košťuriak (2006) popisuje, že seřizování strojů se skládá z těchto kroků:

- příprava a kontrola nástrojů a materiálu (30 % času),
- montáž a výměna nástrojů a přípravků (5 % času),
- vlastní seřízení rozměrů a polohy nástrojů (15 % času),
- odzkoušení a následné úpravy (50 % času).

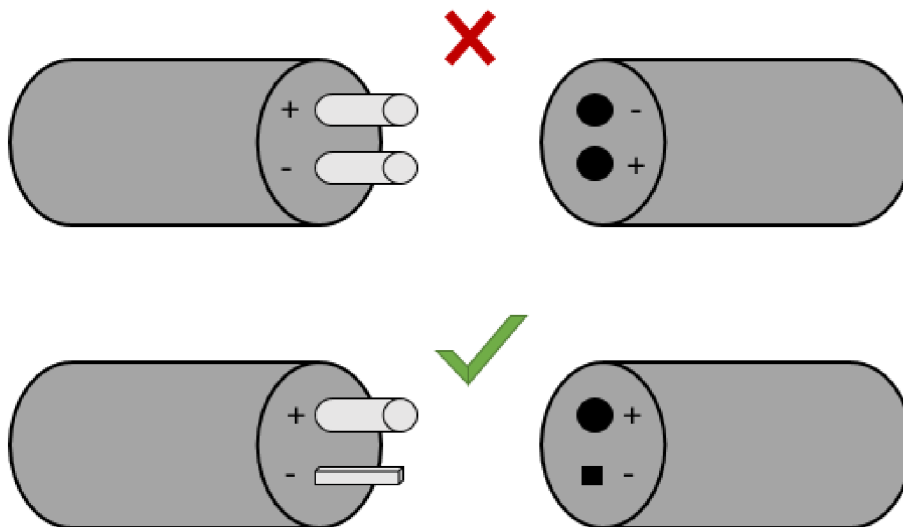
Stále častěji si i samotní výrobci strojů uvědomují, že zákazník (tedy výrobní podnik) nechce strávit dlouhé hodiny přestavbou a seřizováním strojů. Proto se výrobci snaží o takové konstrukční řešení, které přinese výrazné snížení času pro výměnu nástrojů či změnu materiálu.

2.2.12 Poka – Yoke

Poka yoke je nástroj taktéž pocházející z Japonska. Jedná se o opatření pro prevenci (yoke) chyb (poka). Při metodě poka – yoke je tedy problém objeven ještě před tím, než se z něj stane zmetek. *„Koncept poka – yoke se snaží o to, aby možné chyby lidí a procesů nezpůsobovaly chyby výrobků. Je to levná forma kontroly přímo v procesu, která využívá senzory a různé snímače k tomu, aby byla abnormalita okamžitě zachycena“* (Košťuriak, 2006, str. 86).

Běžně se dá s poka – yoke setkat i v každodenním životě. Příkladem může být například sim karta pro mobilní telefon, která má zkosený jeden roh. Tímto je uživateli jasně dáno, jak má sim kartu do mobilního telefonu vložit, její chybné vložení není možné.

„Mechanismy jsou vždy nastaveny, tak že proces lze vykonat jen jedním možným způsobem a výroba je tak preventivně chráněna před možnou zmetkovitostí. Pracovník nemusí myslet nebo dávat pozor na situaci, kde by mohl chybu způsobit“ (Lean Six Sigma) (viz Obr. 13).



Zdroj: (Lean Six Sigma, 2021)

Obr. 13 Poka – Yoke

Lean Six Sigma také uvádí následující druhy lidských chyb, kterým metoda poka – yoke dokáže zabránit:

- Zapomnětlivost,
- špatné pochopení postupu,
- neznalost,
- nezkušenost,
- vědomá chyba,
- neúmyslná chyba,
- zdlouhavost procesu,
- chybějící předpisy,
- chyba z momentu překvapení.

2.2.13 Heijunka

Heijunka je jedna ze zásad koncepce firmy Toyota popisovaných v první kapitole. Má za úkol rozvrhovat, co a v jakém množství se má v určeném časovém úseku vyrábět. „Heijunka je vyrovnaní výroby jak z hlediska objemu, tak i z hlediska

kombinace výrobků. Výrobky nejsou zhotovovány podle skutečného toku objednávek zákazníků, které mohou prudce kolísat nahoru i dolů, nýbrž se vezme celkové množství objednávek za určité období, aby se vyrovnaným způsobem rozdělilo tak, že každý den bude připadat výroba stejného množství i stejné kombinace výrobků (Liker, 2015, str. 154).“

„V systému operativního rozvrhování výroby postaveném na náběru skutečných požadavků zákazníka mohou být například realizovány produkty A, B a C ve výrobním mixu, který je daný pořadím přicházejících objednávek (např. A, A, B, B, C, B, A, B, C, B, C, B, A, A, apod.). To však může způsobit nerovnoměrné rozvržení výroby. Pokud je například v pondělí 2x více objednávek než v úterý, není příliš efektivní v pondělí vyrábět i během přesčasů (a taktéž platit pracovníky), zatímco v úterý poslat pracovníky domů. To by bylo plýtvání, kterému je nutno zabránit (Staš, 2019, str. 128).“

Pondělní výroba



Úterní výroba



Středeční výroba



Čtvrteční výroba



Páteční výroba

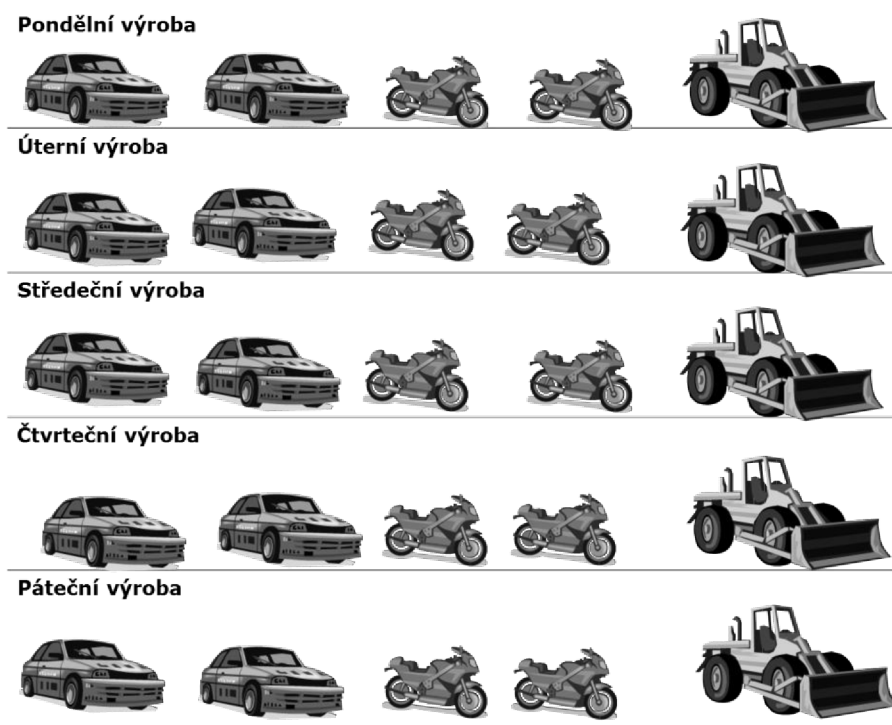


Zdroj: (www.svetproduktivity.cz, 2021)

Obr. 14 Nevyrovnaná výroba

Na Obr. 14 je znázorněna tradiční (nevyrovnaná) výroba. Firma vyrábí auta, motorky a bagry. Předpokládá se, že poptávka bude: jedenáct aut, devět motorek a čtyři bagry. Zde nastává několik problémů. Ve firmě, kde je poptávka nevyvážená a

objednávky chodí nepravidelně, je možné, že zákazník bude chtít velký počet bagrů v začátku týdne. Ty se ale začínají vyrábět až koncem týdne. Řešením může být udržování velkých skladových zásob – to je ale plýtvání. Při nevyrovnané výrobě také dochází k nevyrovnanému využití zdrojů – může se jednat například o strojní zařízení nebo pracovní čas.



Zdroj: (www.svetproduktivity.cz, 2021)

Obr. 15 Vyrovnaná výroba

Na obrázku 15 je znázorněna vyrovnaná výroba dle principu heijunka. „Heijunka pracuje podobně jako vlak, který odjíždí z nádraží podle jízdního řádu (v přesně definovaných intervalech) a všechny výrobky (cestující) musí být v daném čase připraveny, jinak jim vlak ujede (Staš, 2019, str. 129).“ Jednou z výhod vyrovnané výroby je to, že zákazník nemusí čekat na „bagr“ až na konec týdne

„Vyrovnaní harmonogramu výroby zásadně prospívá všem článkům hodnotového řetězce, včetně toho, že vám umožňuje pečlivě naplánovat každou podrobnost výroby a standardizovat pracovní postupy (Liker, 2015, str. 159).“

3 Představení vybrané společnosti a charakteristika současného stavu

Praktická část práce je zaměřena na aplikaci nástrojů (nástroje) štíhlé výroby do konkrétní výrobní firmy. Aplikací vybraného nástroje by se mělo omezit plýtvání v podniku (viz kapitola 2.1). Pro účely této práce byla vybrána společnost HRANIPEX Czech Republic k.s. V této kapitole bude nejprve představena vybraná společnost a následně bude popsán současný stav ve výrobě.

3.1 Představení společnosti HRANIPEX Czech Republic k.s.

Společnost HRANIPEX Czech Republic k.s. (dále jen Hranipex (viz Obr. 16)) byla založena v roce 1993 a patří mezi největší rodinné firmy v České republice. Hranipex je předním evropským výrobcem nábytkových hran. Výrobní základna se nachází na taktické pozici v Komorovicích nedaleko od Humpolce – tedy přibližně v polovině dálnice D1 mezi Prahou a Brnem.



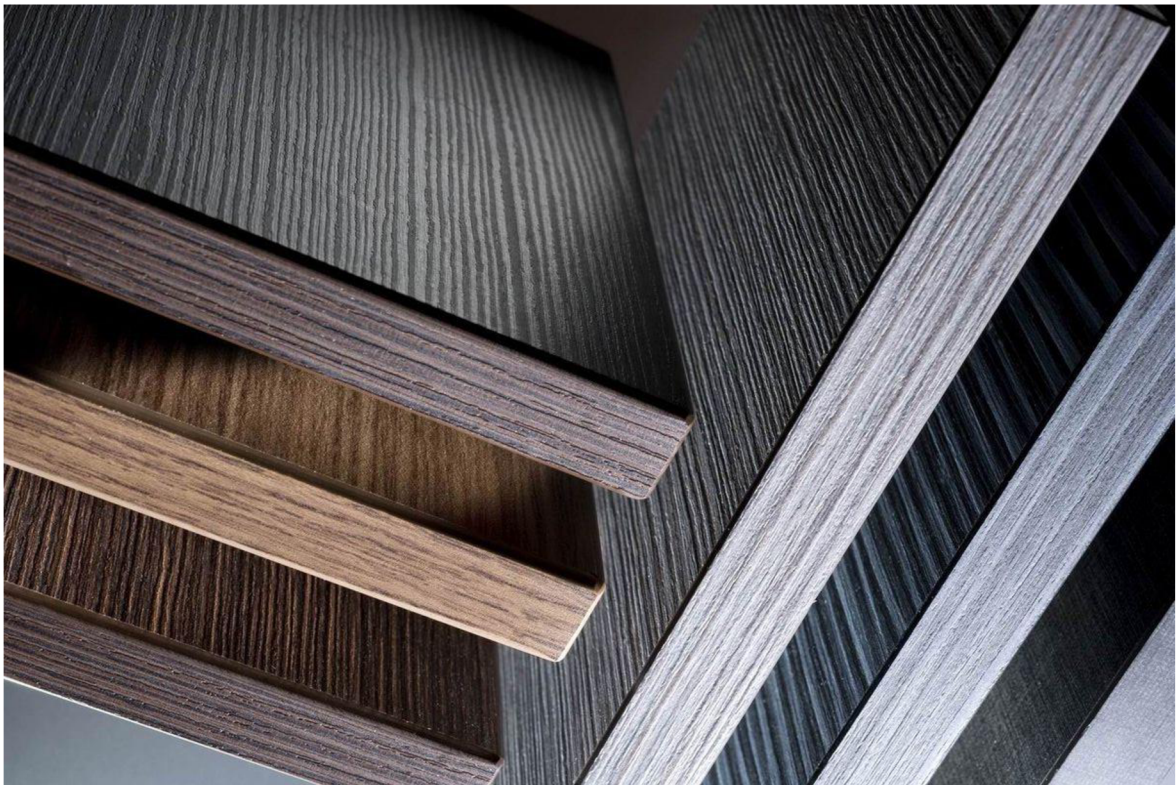
Zdroj: (www.hranipex.cz, 2021)

Obr. 16 Logo Hranipex

Z právního hlediska je Hranipex komanditní společností s jedním komplementářem - HRANIPEX a.s. a jedním komanditistou, kterým je Zdeněk Rýzner.

Hranipex se zabývá výrobou a prodejem nábytkových hran, dále prodává také související produkty jako lepidla a čističe.

Pro lepší orientaci v problematice je nutné si ujasnit, co je to nábytková hrana (viz Obr. 17). Jedná se o hranu, která se nalepuje na hrany nábytkových dílců. V běžném životě lze nábytkové hrany najít například na kuchyňských linkách, či na pracovním stole (na veškerém nábytku vyrobeném z deskového materiálu).



Zdroj: (www.hranipex.cz, 2021)

Obr. 17 *Nábytková hrana na desce*

Výroba hran probíhá extruzí, tedy vytlačováním. Vstupním materiálem je granulát plastů. V začátku procesu je granulát zahřát na požadovanou teplotu a následně extrudován. Poté se hrana chladí. Následuje embosování, což je vyražení vzorku na povrch hrany (například dekor, který simuluje vzhled dřeva). V dalším kroku je na hranu nanášena speciální vrstva (primer) pro lepší přilnutí k desce. A nakonec je celý dlouhý pás navinut.

Hranipex nabízí široké portfolio hran. Při výrobě se určují následující parametry:

- tloušťka,
- šířka,
- barva (viz Obr. 18),
- embosování.

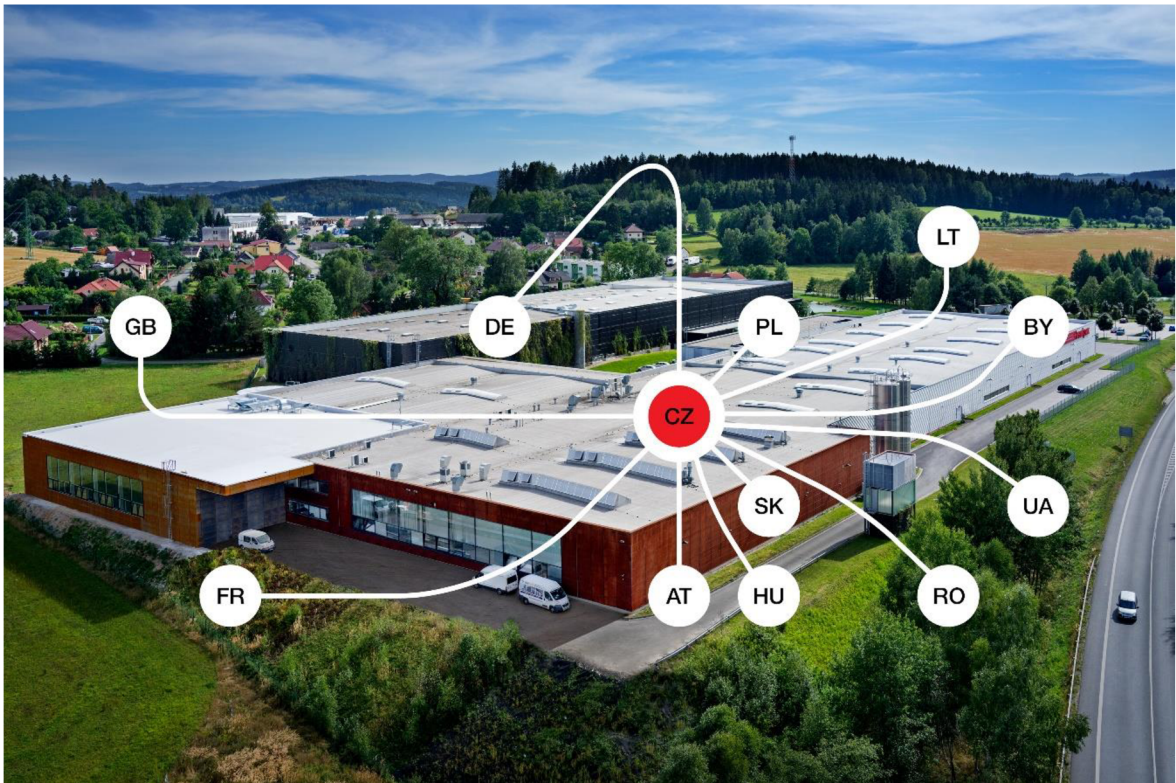
Kombinací těchto parametrů mohou vzniknout statisíce možností.



Zdroj: (www.hranipex.cz, 2021)

Obr. 18 Ukázka barevného vzorníku hran

Společnost Hranipex pronikla na většinu evropských trhů prostřednictvím svých dceřiných společností. Konkrétně se jedná o Bělorusko, Francii, Litvu, Maďarsko, Německo, Polsko, Rakousko, Rumunsko, Slovensko, Velkou Británii a Ukrajinu (viz Obr. 19). V současné době obchoduje ve více než šedesáti pěti zemích světa.



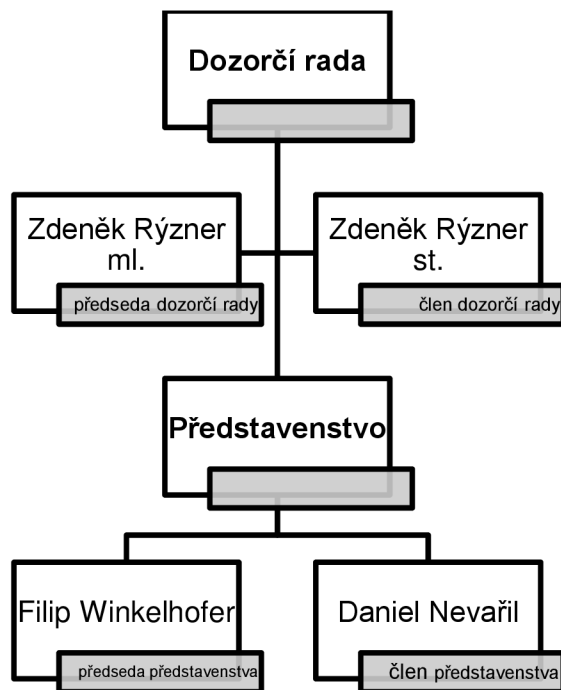
Zdroj: (www.hranipex.cz, 2021)

Obr. 19 Hranipex v Evropě

Zákazníky společnosti jsou především truhláři, tedy výrobci nábytku. Konkrétně jsou to truhláři, kteří vyrábí nábytek z povrstvených materiálů (lidově známých jako lamino). Mezi velké a známé zákazníky patří například IKEA. Výrobci nábytku používají pro aplikaci hrany na materiál stroje zvané olepovačky hran.

Co se týče organizační struktury společnosti, bude nejprve představeno hlavní vedení (viz Obr. 20) a následně pak organizační struktura oddělení výroby (viz Obr. 21).

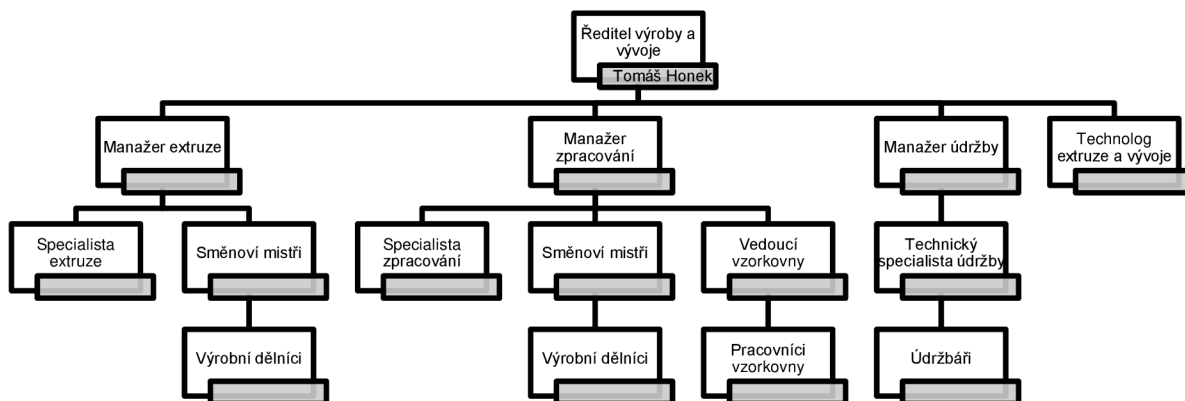
Hlavním kontrolním orgánem je dozorčí rada. Předsedou dozorčí rady je Zdeněk Rýzner ml. a členem dozorčí rady je Zdeněk Rýzner st. Hlavní vedení společnosti zajišťuje představenstvo, jehož předsedou je Filip Winkelhofer, dalším členem představenstva je Daniel Nevařil.



Zdroj: upraveno dle: (www.hranipex.cz, 2021)

Obr. 20 Organizační struktura – hlavní vedení společnosti

Praktická část této práce je zaměřena na oddělení výroby, proto nyní bude popsána organizační struktura právě tohoto oddělení (viz Obr. 21). Ředitelem výroby je Ing. Tomáš Honek, Ph.D., jeho přímými podřízenými jsou manažer extruze, manažer zpracování, manažer údržby a technolog extruze a vývoje. Pod manažery jednotlivých oddělení jsou specialisté a směnoví mistři.



Obr. 21 Organizační struktura – oddělení výroby a vývoje

3.2 Charakteristika současného stavu

V této kapitole bude popsán současný stav panující v podniku. Dále budou provedeny analýzy sloužící k lepšímu porozumění současnému stavu výroby.

Podnik vyrábí jak na sklad, tak na zakázku. Poměry sklad/zakázka jsou každý měsíc rozdílné. Vše samozřejmě udává poptávka. V průměru je vyráběno přibližně 77 % na sklad a 23 % na zakázku. Kvůli tomuto není možné plánovat výrobu na měsíce dopředu. Firma plánuje výrobu jen s předstihem několika dnů.

Ve výrobní hale (extruze) společnosti Hranipex se nachází 9 výrobních linek. Linky takřka nepotřebují obsluhu, jsou tedy automatické. Každou linku obsluhuje jeden pracovník, jehož hlavním úkolem je odebírání hotových výrobků (navinutých hran na dutinku (viz Obr. 22), následně připravení prázdné dutinky pro navinutí nové hrany, dále pak dohled nad výrobou a seřizování linky při výrobě jiného typu hrany (např. rozdílné embosování/barva/šířka/tloušťka hrany).



Zdroj: (www.hranipex.cz, 2021)

Obr. 22 Hotové výrobky – hrany navinuté na dutince

Je vhodné také zmínit následující informace:

- V Hranipexu se pracuje na tři směny, o víkendu na dvě směny (19 směn za týden)
- Firma má skladové zásoby hotových výrobků přibližně na devět týdnů.
- Hrany vyráběné na zakázku je podnik schopný dodat deset dnů od objednání.
- Hranipex se také setkává se sezónností výroby. V létě a v zimě (hlavně v období letních prázdnin a Vánoc) je poptávka nižší, na jaře a na podzim je naopak poptávka vyšší.
- Ve firmě se aktuálně nepoužívají žádné nástroje štíhlé výroby.
- Ve výrobní hale se nachází devět multifunkčních výrobních linek.
- Hranipex má ve svém portfoliu až 800 odstínů barev.
- Firma nabízí 24 možností povrchu hrany (nejpoužívanějších je cca 10 z nich).
- Nejžádanější tloušťky hran jsou 1 a 2 mm, déle pak 0,45 mm, 0,7 mm a 0,8 mm.
- Nejčastěji vyráběná šířka hrany je 22 mm.

Aktuální stav ve výrobě

Nyní bude představen současný stav výroby. Bude nakládáno s daty z výroby za duben a květen 2021. Tyto měsíce zahrnují kalendářní týdny 14 – 22.

Za sledované měsíce bylo vyrobeno necelých 155 000 výrobků – hran navinutých na dutince (viz Tab. 1). Za sledované měsíce bylo vyrobeno 1 425 druhů výrobků. Zde je vidět, že sortiment je opravdu široký.

Tab. 1 Přehled výrobků vyrobených za kalendářní týdny 14 – 22 (prvních 20 řádků)

Výrobek	Kalendářní týden									Celkem
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
10980XX10022200	624	379		1 512		1 206				3 721
10113XX00022200		1 601		1 104		809				3 514
10980BB10023100			80	1 416		984	533			3 012
101020B00021150L55		1 814							913	2 726
10113XX10022200			306			2 015				2 321
17112XX10022200					153	808		1 204		2 165
10113BB00022200		108		527		1 420				2 055
10113XX00405100	109		383	191	456			911		2 050
10113BB10022200				681	1 357					2 038
10113XX10022100			1 013				1 006			2 019
10113XX00022100					1 025			987		2 012
17164XX10022200			810				1 202			2 012
10113XX10028200			406	600		797	209			2 012
10980XX10022100	755			405					756	1 916
10980XX00022100		510			396	216			502	1 624
10980XX00022200					612		1 005			1 617
10113XX00022080	1 435	173								1 608
17035XXG0022200								1 512		1 512
101100XG0023100			506		253		752			1 510
101000XG0022100		203		709				501		1 412
...
Celkový součet	8 161	16 325	16 764	19 656	18 659	20 754	18 905	20 152	15 154	154 529

Aktuálně je výroba plánovaná jen několik dnů dopředu, a to dle systému min – max. Tedy každý skladový artikl má své minimum a maximum. Pokud poklesne stav skladu pod stanovené minimum, doplňuje se výroba, aby se sklad doplnil do stanoveného maxima. A tak stále dokola. Toto ale neplatí pro zakázkovou výrobu, ta se vyrábí dle poptávky.

Při přechodu výroby na jiný druh výrobku dochází k přestavbě výrobní linky. Přestavují se 4 parametry: šířka hrany, tloušťka hrany, barva hrany a embosování (povrch) hrany. Ne vždy se musí přestavovat všechny čtyři parametry. Tloušťka a šířka se nastavují změnou parametrů v počítači výrobní linky. Tato změna trvá v řádu minut. Při změně povrchu je nutné ručně vyměnit válec. Jedná se o nejnáročnější přestavbu, může trvat až 30 minut. Při změně barvy není potřeba zastavovat výrobní linku, ale je potřeba počítat s tím, že nějakou chvíli bude z výrobní linky vyjíždět hrana v nepožadované barvě. Tato doba je určena

především rozdílem barvy současné a barvy, která bude následovat. Například změna ze světle šedé na tmavě šedou je časově velmi nenáročná. Při přechodu například ze zelené na červenou je nutné počítat s delším časem najetí nové barvy.

ABC analýza

ABC analýza vychází z Paretova pravidla 80/20. Tato analýza slouží ke kategorizaci významu jednotlivých výrobků a určením jejich významnosti pro podnik (např. podíl na obratu). Výrobky lze rozdělit do tří základních kategorií:

- A - významné výrobky
- B - méně významné výrobky
- C - nevýznamné výrobky

Pro účely této práce byly výrobky rozčleněny do čtyřech kategorií (A, B, C, D) (viz Tab. 2). Významné výrobky A tvoří 10 % výroby. Výrobky B (méně významné výrobky) tvoří 50% podíl na celkové výrobě. A nevýznamné výrobky C tvoří podíl 20 %. Speciální kategorii D zastupují výrobky vyráběné na zakázku, a to 20 %. Výrobků z kategorie D je vyráběna většinou 1 dávka za sledované období.

Je uvažováno, že procentuální podíl na výrobě je roven procentuálnímu podílu na obratu. Všechny výrobky jsou vyráběny ze stejného materiálu a na jedné dutince je jich téměř stejné množství. (Při tloušťce 1 mm je na dutince navinuto 200 m hrany, při tloušťce 2 mm je na dutince navinuto 100 m hrany atd.)

Tab. 2 ABC analýza výrobků

Výrobek	Vyrobeno	% podíl	Kategorie
10980XX10022200	3 721	2,3%	A 10 %
10113XX00022200	3 514	2,2%	
10980BB10023100	3 012	1,9%	
101020B00021150L55	2 726	1,7%	
10113XX10022200	2 321	1,5%	
17112XX10022200	2 165	1,4%	B 50 %
10113BB00022200	2 055	1,3%	
10113XX00405100	2 050	1,3%	
10113BB10022200	2 038	1,3%	
10113XX10022100	2 019	1,3%	
10113XX00022100	2 012	1,3%	
17164XX10022200	2 012	1,3%	
10113XX10028200	2 012	1,3%	
10980XX10022100	1 916	1,2%	
...	
101000XG0205100	325	0,2%	
10980XX00405100	322	0,2%	
101000XC0022200	320	0,2%	
121343XG0023100	317	0,2%	
10113XX10042200	315	0,2%	
10980XX00028200	314	0,2%	
17112XX10028200	308	0,2%	
19899XXG0022200	306	0,2%	
17963XXG0023100	306	0,2%	
...	
...	D 20 %
18301XX00205050L10	17	0,01%	
18247XX70022200	16	0,01%	
125981X00022100	16	0,01%	
17968XXG0116050	16	0,01%	
16153XXG0116100	16	0,01%	
12200XXG0116100	16	0,01%	
177171C10116300	16	0,01%	
183189X70023100	15	0,01%	
...	

XYZ analýza

V této analýze se položky (výrobky) klasifikují dle charakteru spotřeby. Výrobky lze rozdělit do tří základních kategorií:

- X - výrobky se stálou spotřebou
- Y - spotřebu lze předpovídat se střední přesností

- Z - výrobky s občasnou spotřebou, nelze předpovídat

Předpokládá se, že co se vyrobí, to se prodá (spotřebuje). Pro účely této práce byly výrobky rozčleněny do čtyřech kategorií (X, Y, Z, W) (viz Tab. 3). Výrobky se stálou spotřebou (X) tvoří 10 %. Výrobky Y, u kterýchž spotřebu předvídat se střední přesností, tvoří 50 %. A výrobky s občasnou spotřebou, u kterých nelze předpovídat spotřebu, tvoří 20 %. Poslední kategorii – W tvoří 20 % výrobků. Jedná se o výrobky, které jsou vyráběny na zakázku. Zde spotřebu absolutně nelze předpovídat. Těchto spodních 20 % mohou každý měsíc tvořit úplně jiné výrobky.

Tab. 3 XYZ analýza výrobků

Výrobek	Vyrobena	% podíl	Kategorie
10980XX10022200	3 721	2,3%	X 10 %
10113XX00022200	3 514	2,2%	
10980BB10023100	3 012	1,9%	
101020B00021150L55	2 726	1,7%	
10113XX10022200	2 321	1,5%	
17112XX10022200	2 165	1,4%	Y 50 %
10113BB00022200	2 055	1,3%	
10113XX00405100	2 050	1,3%	
10113BB10022200	2 038	1,3%	
10113XX10022100	2 019	1,3%	
10113XX00022100	2 012	1,3%	
17164XX10022200	2 012	1,3%	
10980XX10022100	1 916	1,2%	
...	
101000XG0205100	325	0,2%	
10980XX00405100	322	0,2%	
101000XC0022200	320	0,2%	
121343XG0023100	317	0,2%	
10113XX10042200	315	0,2%	
10980XX00028200	314	0,2%	
17112XX10028200	308	0,2%	
17963XXG0023100	306	0,2%	
...	
...	W 20 %
18301XX00205050L10	17	0,01%	
18247XX70022200	16	0,01%	
125981X00022100	16	0,01%	
17968XXG0116050	16	0,01%	
16153XXG0116100	16	0,01%	
12200XXG0116100	16	0,01%	
183189X70023100	15	0,01%	
...	

Kombinace analýz ABC a XYZ

Ve firmě Hranipex se vyrábí výrobky, které po kombinaci ABC a XYZ analýzy tvoří skupiny: AX, BY a CZ (viz Tab. 4).

Tab. 4 Kombinace analýzy ABC a XYZ

Výrobky	A	B	C
X	Vysoká hodnota spotřeby Vysoká kvalita prognózy		
Y		Prostřední hodnota spotřeby Střední kvalita prognózy	
Z			Nižší hodnota spotřeby Nižší kvalita prognózy

Výrobky AX je vhodné vyrábět pravidelně v určitých výrobních dávkách. Skupinu BY je vhodné rozdělit na dvě podskupiny, první skupina se bude řídit jako AX, druhá jako CZ. V tabulce ještě chybí poslední „extra“ skupina DW. U této skupiny bude záležet na poptávce. Z dat společnosti vyplývá, že průměrně tyto výrobky tvoří okolo 23 % výroby, s tím je potřeba vždy počítat a mít připravenou kapacitu na zakázkovou výrobu.

Jak již bylo zmíněno výše, Hranipex plánuje výrobu jen pár dnů dopředu a vyrábí se podle toho, co na skladu dochází. Výrobu plánují lidé, ne programy. Tento postup je velmi administrativně i časově náročný. Další nevýhodou jsou vyšší skladové zásoby hotových výrobků, než je potřeba. Dle vedení firmy je toto ale prý nejlepší postup („Na nic lepšího jsme zatím nepřišli.“).

4 Návrh optimalizace

V této kapitole bude nejprve popsána přípravná fáze aplikace nástroje heijunka, a poté bude popsána fáze samotné aplikace heijunky. V přípravné fázi bude znázorněno původní rozložení výroby. V druhé fázi bude naplánována výroba dle heijunky po jednotlivých dnech v týdnu (pondělí – neděle).

4.1 Aplikace nástroje heijunka

Následující podkapitola pojednává o aplikaci nástroje heijunka ve společnosti Hranipex. O heijunce, tedy o vyvážené výrobě pojednává kapitola 2.2.13.

Vzhledem k tomu, že v průměru 23 % výroby je výroba zakázková, bylo rozhodnuto, že tato část výroby nebude do heijunky zahrnuta. Zakázková výroba bude probíhat zvlášť, a to na dvou z devíti výrobních linek. V případě menšího podílu zakázkových objednávek mohou být linky doplněny výrobou výrobků na sklad. V případě vyššího podílu zakázkové výroby mohou být některé výrobky vyráběny na linkách pro výrobu na sklad. K dispozici tedy zůstává sedm výrobních linek.

Přípravná fáze aplikace nástroje heijunka

V předchozí kapitole bylo také zmíněno, že nejnáročnější na přestavbu výrobního zařízení je výměna válce, který zajišťuje strukturu povrchu hrany (následuje barva, tloušťka a šířka). Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto, že heijunka se bude řídit právě povrchem hrany.

Z výrobních dat byla vytvořena následující tabulka (viz Tab. 5), která ukazuje, kolik výrobků s daným povrchem bylo v daném kalendářním týdnu vyrobeno (podrobná tabulka je k dispozici v Příloze 1). Jedná se o aktuální stav. Zakázková výroba nebyla do tabulky zahrnuta, protože se nebude řídit dle heijunky.

Tab. 5 Původní rozložení výroby dle povrchů

Kal. týden	Povrch									Celkem
	Perlička	Perlička G	Hladká	Perlička jemná	Gravír C	Gravír D	Hladká K	Gravír 3	Gravír struktury	
15	2 987	1 272	6 908	622						11 789
16	7 129	4 500	2 472	216						14 317
17	9 714	2 481	2 198	1 595	70	140				16 198
18	4 678	5 213	5 018	259	116			155		15 439
19	8 864	2 545	3 405	2 109	9			254	60	17 247
20	6 632	5 876	2 530	144	40	101	486		350	16 159
21	3 896	5 937	3 900	1 610		150		55		15 548
22	7 021	2 261	1 715	30	272	100				11 399
Celkem	50 920	30 086	28 147	6 585	507	491	486	465	410	118 096
v %	43,1%	25,5%	23,8%	5,58%	0,43%	0,42%	0,41%	0,39%	0,35%	100%

Z tabulky 4 vyplývá, že výroba je nyní velmi nevyrovnaná. Na příklad v 19. týdnu se vyrobilo přes 17 tisíc kusů výrobků, v týdnech 15 a 22 se vyrobilo jen kolem 11 500 kusů. Tabulka také ukazuje, že nejvíce vyráběným povrchem je „perlička“, které se vyrobilo téměř 51 000 ks za sledované období. Následuje „hladká“ hrana a „perlička G“, kterých se vyrobilo okolo 30 000 kusů. „Jemné perličky“ se vyrobilo přes 6 500 kusů. Ve sledovaném období byly také vyráběny hrany s povrchy: gravír D, gravír C, hladká K, gravír 3 a gravír struktury. Výroba hran s těmito povrchy se pohybovala ve stovkách kusů.

Při zaměření na konkrétní povrch, například hladká hrana, je také vidět nevyváženost. V 15. týdnu bylo vyrobeno necelých 7 000 ks, zatímco ve 22. týdnu jen 1 715 kusů.

Cílem následujících částí práce bude pomocí aplikace heijunky dosáhnout vyrovnané výroby.

Fáze samotné aplikace nástroje heijunka

Jak již bylo zmíněno výše, vyvážená výroba se bude plánovat dle povrchu. K dispozici je sedm výrobních linek (zbylé dvě linky jsou rezervovány pro zakázkovou výrobu). Všechny výrobní linky mají stejný výkon. Výroba všech výrobků trvá stejnou dobu.

Časy přestavování linky na jiný rozměr hrany (šířka, tloušťka) jsou zanedbatelné. Časy přestavování linky na jinou barvu se nebudou vzhledem k rozdílným časům

u různých barev uvažovat (odstínů barev je až 800 změny různých barev trvají různě dlouho). Čas přestavování linky z důvodu změny povrchu (výměna embosovacího válce) trvá přibližně 25 minut.

Celkem bylo za sledované období vyrobeno 118 096 kusů výrobků. Což dělá v průměru 14 762 kusů vyrobených za týden (podrobně viz Tab. 6, sloupec „celkem“).

Tab. 6 Průměr vyrobených kusů za kalendářní týdny 15 - 22

	Celkem	Perlička	Perlička G	Hladká	Perlička jemná
Vyrobena celkem	118 096	50 920	30 086	28 147	6 585
Vyrobena za týden	14 762	6 365	3 761	3 518	823
Vyrobena za den (všední)	2 331	1 005	594	556	130
Vyrobena za den (víkend)	1 554	670	396	370	87

	Gravír C	Gravír D	Hladká K	Gravír 3	Gravír struktury
Vyrobena celkem	507	491	486	465	410
Vyrobena za týden	63	61	61	58	51
Vyrobena za den (všední)	10	10	10	9	8
Vyrobena za den (víkend)	7	6	6	6	5

V tabulce 6 jsou také zobrazeny jednotlivé povrchy s vypočtenými daty. Pro další postup je důležité zmínit řádek „vyrobena za týden“. Ten ukazuje, kolik v průměru bylo jakého povrchu vyrobeno za jeden týden. Právě tento řádek je stěžejní pro plánování heijunky. Dále je nutné znovu zmínit, že v podniku se přes týden pracuje na tři směny a o víkendu na dvě směny. Proto jsou v tabulce 6 výpočty jak za všední dny, tak za víkend.

Plán výroby se bude opakovat vždy po jednom týdnu.

Dle výsledků z tabulky 6 byla rozložena výroba následovně (přehled za celé sledované období viz příloha 2):

Na základě doposud získaných dat bylo rozhodnuto, že na výrobních linkách 1 – 3 se budou vždy vyrábět jen hrany s povrchem perlička, a to na každé směně. Hrany s povrchem perlička G s budou vyrábět na výrobní lince 4 (všechny směny) a 5 (první dvě směny). Poslední směnu na lince 5 se budou vyrábět výrobky s menším odbytem. Nebudou se tedy celou směnu vyrábět hrany s jedním druhem

povrchu. První část směny se budou vyrábět hrany s jedním povrchem a druhou část směny s jiným povrchem. Na výrobní lince 6 budou vyráběny hrany s hladkým povrchem (všechny směny). Dále pak částečně i na výrobní lince 7. Zbylé směny na lince 7 budou vyráběny hrany s povrchem perlička jemná. Výrobní linky 8 a 9 jsou rezervovány pro zakázkovou výrobu, a tudíž nejsou do hejunky (tudíž ani do výpočtů a tabulek níže) zahrnuty.

Za jednu směnu se na jedné lince vyrobí 112 kusů výrobků. Pokud probíhá přestavba stroje – tedy výměna válce při změně povrchu, vyrobí se jen 106 kusů výrobků. Tento případ nastává například v pondělí na výrobní lince 7 na třetí směně (viz Tab. 7.1). Na druhé směně se vyrábí hrany s povrchem „hladká“ a na třetí směně se vyrábí výrobky s povrchem perlička jemná, je tedy třeba vyměnit válce. To „ukrojí“ prvních cca 25 minut ze třetí směny, a proto se na této směně vyrobí jen 106 kusů výrobků. Může také nastat případ, kdy je potřeba přestavba linky dvakrát během směny. Toto nastává na výrobní lince 5 na třetí směně (viz Tab. 7.1). Na začátku třetí směny je nejprve potřeba přestavit stroj z výroby perličky G na perličku jemnou a pak během směny ještě udělat výměnu válce na povrch hladká K. Kvůli těmto dvěma přestavbám se během směny vyrobí jen 100 kusů výrobků.

Tab. 7.1 Rozložení výroby (heijunka) - pondělí

	Linka	Směna			
		1	2	3	
Pondělí	1	Povrch	Perlička	Perlička	Perlička
		Vyrobena	112	112	112
	2	Povrch	Perlička	Perlička	Perlička
		Vyrobena	112	112	112
	3	Povrch	Perlička	Perlička	Perlička
		Vyrobena	112	112	112
	4	Povrch	Perlička G	Perlička G	Perlička G
		Vyrobena	112	112	112
	5	Povrch	Perlička G	Perlička G	Perl. jm./Hl. K
		Vyrobena	112	112	100
	6	Povrch	Hladká	Hladká	Hladká
		Vyrobena	112	112	112
	7	Povrch	Hladká	Hladká	Perl. jemná
		Vyrobena	112	112	106
	8	Povrch	Zakázková výroba		
		Vyrobena			
	9	Povrch	Zakázková výroba		
		Vyrobena			

V tabulce 7.1 je znázorněn plán výroby na pondělky. Jak již bylo zmíněno výše, výrobní linky 1 – 3 jsou vyhrazeny pro výrobu hran s povrchem perlička. Na výrobní lince 4 se celý den vyrábí jen povrch Perlička G. Perlička G se také vyrábí první dvě směny na lince 5. Poslední směnu na lince 5 se vyrábí hrany s povrchy Perlička jemná a „hladká K“. Na lince 6 se vyrábí celý den hrany s hladkým povrchem. Hladké hrany se vyrábí i první dvě směny na výrobní lince 7. Poslední směnu se na lince 7 vyrábí hrany s povrchem perlička jemná. Na výrobních linkách 8 a 9 se vyrábí zakázková výroba, která ovšem není součástí heijunky.

Tab. 7.2 Vyrobena počty výrobků dle povrchu - pondělí

Povrch	Vyrobena
Perlička	1 008
Perlička G	560
Hladká	560
Perl. jemná	145
Hladká K	61
Celkem	2 334

V tabulce 7.2 jsou vidět výsledky výroby za pondělky. Výrobků s povrchem perlička se vyrábí 1 008 kusů, hran s povrchem perlička G se vyrábí 560 kusů, stejně tak hladkých hran, hran s povrchem perlička jemná se vyrábí 145 kusů a hladká K 61 kusů. V součtu to dělá 2 334 kusů hran vyrobených za pondělí.

Tab. 8.1 Rozložení výroby (heijunka) - úterý

	Linka	Směna			
		1	2	3	
Úterý	1	Povrch	Perlička	Perlička	Perlička
		Vyrobeno	112	112	112
	2	Povrch	Perlička	Perlička	Perlička
		Vyrobeno	112	112	112
	3	Povrch	Perlička	Perlička	Perlička
		Vyrobeno	112	112	112
	4	Povrch	Perlička G	Perlička G	Perlička G
		Vyrobeno	112	112	112
	5	Povrch	Perlička G	Perlička G	Prl. jm./Gr.C
		Vyrobeno	112	112	100
	6	Povrch	Hladká	Hladká	Hladká
		Vyrobeno	112	112	112
	7	Povrch	Hladká	Hladká	Perl. Jemná
		Vyrobeno	112	112	106
	8	Povrch	Zakázková výroba		
		Vyrobeno			
	9	Povrch	Zakázková výroba		
		Vyrobeno			

V tabulce 8.1 je vyobrazen plán výroby na úterky. Výrobní linky 1 – 4 vyrábí každý den stejné výrobky (podrobně popsáno výše). Výrobní linka 5 vyrábí jako každý den první dvě směny hrany s povrchem perlička G. Na začátku třetí směny dochází k přestavbě a začíná výroba hran s povrchem perlička jemná. Přibližně v půlce směny dochází k další výměně válce, a to na povrch gravír C. Na výrobní lince 6 se vyrábí každý den hrany s hladkým povrchem. Výroba hladkého povrchu probíhá i první dvě směny na lince 7. Poslední směnu se zde vyrábí hrany s povrchem perlička jemná. Na posledních dvou linkách opět probíhá zakázková výroba.

Tab. 8.2 Vyrobené počty výrobků dle povrchu - úterý

Povrch	Vyrobeno
Perlička	1 008
Perlička G	560
Hladká	560
Perl. jemná	143
Gravír C	63
Celkem	2 334

Tabulka 8.2 zobrazuje přehled výsledků výroby za úterky. Výrobků s povrchem perlička se vyrobí 1 008 kusů. Tento počet se vyrábí každý všední den. Hran s povrchem perlička G se vyrobí 560 kusů, stejně tak hladkých hran. Perličky jemné se vyrobí 143 kusů a hran s povrchem gravír C 63 kusů. Celkem se za úterky vyrobí 2 334 kusů výrobků (stejně jako v pondělí).

Tab. 9.1 Rozložení výroby (heijunka) - středa

	Linka	Směna			
		1	2	3	
Středa	1	Povrch	Perlička	Perlička	Perlička
		Vyrobeno	112	112	112
	2	Povrch	Perlička	Perlička	Perlička
		Vyrobeno	112	112	112
	3	Povrch	Perlička	Perlička	Perlička
		Vyrobeno	112	112	112
	4	Povrch	Perlička G	Perlička G	Perlička G
		Vyrobeno	112	112	112
	5	Povrch	Perlička G	Perlička G	Prl. jm./Gr. 3
		Vyrobeno	112	112	100
	6	Povrch	Hladká	Hladká	Hladká
		Vyrobeno	112	112	112
	7	Povrch	Hladká	Hladká	Perl. Jemná
		Vyrobeno	112	112	106
	8	Povrch	Zakázková výroba		
		Vyrobeno			
	9	Povrch	Zakázková výroba		
		Vyrobeno			

Tabulka 9.1 ukazuje přehled výroby na středy. Výrobní linky 1, 2, 3, 4, 6 a 7 vyrábí stejné výrobky ve stejném množství jako v předchozích dnech. Stejně tak výrobní linka 5 na prvních dvou směnách. Na třetí směně dochází nejprve na výměnu válce

na povrch perlička jemná a následně dochází na přestavbu na povrch gravír 3. Linky 8 a 9 jako vždy vyrábějí zakázkové výrobky.

Tab. 9.2 Vyrobené počty výrobků dle povrchu – středa

Povrch	Vyrobeno
Perlička	1 008
Perlička G	560
Hladká	560
Perl. jemná	148
Gravír 3	58
Celkem	2 334

V tabulce 9.2 ukazují celkové počty výrobků s určitým povrchem vyrobených za středy. Hran s povrchem perlička, perlička G a hladká se vyrábí stejně jako v předchozí dny. Výrobků s povrchem perlička jemná se vyrábí 148 kusů a výrobků s povrchem gravír 3 58 kusů. Celkový součet je opět 2 334 kusů.

Tab. 10.1 Rozložení výroby (heijunka) - čtvrtek

	Linka	Směna			
		1	2	3	
Čtvrtek	1	Povrch	Perlička	Perlička	Perlička
		Vyrobeno	112	112	112
	2	Povrch	Perlička	Perlička	Perlička
		Vyrobeno	112	112	112
	3	Povrch	Perlička	Perlička	Perlička
		Vyrobeno	112	112	112
	4	Povrch	Perlička G	Perlička G	Perlička G
		Vyrobeno	112	112	112
	5	Povrch	Perlička G	Perlička G	Prl. jm./Gr. D
		Vyrobeno	112	112	100
	6	Povrch	Hladká	Hladká	Hladká
		Vyrobeno	112	112	112
	7	Povrch	Hladká	Hladká	Perl. Jemná
		Vyrobeno	112	112	106
8	Povrch	Zakázková výroba			
	Vyrobeno				
9	Povrch	Zakázková výroba			
	Vyrobeno				

Čtvrteční přehled výroby je vyobrazen v tabulce 10.1. Výrobní linky 1, 2, 3, 4, 6 a 7 vyrábí opět stejné výrobky ve stejném množství jako v předchozích dnech. Stejně

tak výrobní linka 5 na prvních dvou směnách. Na třetí směně na výrobní lince 5 se ve čtvrtky nejprve vyrábí hrany s povrchem perlička jemná a poté dochází k přestavbě na gravír D. Na posledních dvou výrobní linkách se opět vyrábějí zakázkové výrobky.

Tab. 10.2 Vyrobené počty výrobků dle povrchu – čtvrtek

Povrch	Vyrobeno
Perlička	1 008
Perlička G	560
Hladká	560
Perl. jemná	145
Gravír D	61
Celkem	2 334

Součty vyrobených hran za čtvrtky jsou k dispozici v tabulce 10.2. Oproti předchozím dnům je rozdíl počtu vyrobených kusů u povrchu perlička jemná – ve čtvrtky se vyrábí 145 kusů. Výrobků s povrchem gravír D se vyrábí 61 kusů. V součtu to opět dělá 2 334 kusů výrobků vyráběných ve čtvrtky.

Tab. 11.1 Rozložení výroby (heijunka) - pátek

	Linka	Směna			
		1	2	3	
Pátek	1	Povrch	Perlička	Perlička	Perlička
		Vyrobeno	112	112	112
	2	Povrch	Perlička	Perlička	Perlička
		Vyrobeno	112	112	112
	3	Povrch	Perlička	Perlička	Perlička
		Vyrobeno	112	112	112
	4	Povrch	Perlička G	Perlička G	Perlička G
		Vyrobeno	112	112	112
	5	Povrch	Perlička G	Perlička G	Perlička G
		Vyrobeno	112	112	112
	6	Povrch	Hladká	Hladká	Hladká
		Vyrobeno	112	112	112
	7	Povrch	Hladká	Perl. Jemná	Perl. Jemná
		Vyrobeno	112	106	112
	8	Povrch	Zakázková výroba		
		Vyrobeno			
	9	Povrch	Zakázková výroba		
		Vyrobeno			

V tabulce 11.1 je vyobrazeno rozložení výroby v pátku. Změna oproti ostatním dnům je na výrobní lince 5 na třetí směně. V pátku bude pokračovat výroba perličky G a nebude tedy docházet k přestavbě linky. Další změna je na výrobní lince 7. Výroba hran s povrchem perlička jemná začíná již na druhé směně.

Tab. 11.2 Vyrobené počty výrobků dle povrchu – pátek

Povrch	Vyrobeno
Perlička	1 008
Perlička G	672
Hladká	448
Perl. jemná	218
Celkem	2 346

Tabulka 11.2 ukazuje celkové počty hran s určitým povrchem vyráběných v pátku. Povrchu perlička se vyrábí 1 008 (jako v ostatní dny). Výrobků s povrchem perlička G se vyrobí 672 kusů, hran s hladkým povrchem 448 kusů a výrobků s povrchem perlička jemná 218. Celkem se v pátku vyrobí 2 346 kusů, tedy o 12 kusů více než v předchozí dny.

Tab. 12.1 Rozložení výroby (heijunka) - sobota

	Linka	Směna		
		1	2	
Sobota	1	Povrch	Perlička	Perlička
		Vyrobeno	112	112
	2	Povrch	Perlička	Perlička
		Vyrobeno	112	112
	3	Povrch	Perlička	Perlička
		Vyrobeno	112	112
	4	Povrch	Perlička G	Perlička G
		Vyrobeno	112	112
	5	Povrch	Perlička G	Perlička G
		Vyrobeno	112	112
	6	Povrch	Hladká	Hladká
		Vyrobeno	112	112
	7	Povrch	Hladká	Hladká
		Vyrobeno	112	112
	8	Povrch	Zakázková výroba	
		Vyrobeno		
	9	Povrch	Zakázková výroba	
		Vyrobeno		

V tabulce 12.1 je znázorněno rozložení výroby na soboty. Zde je důležité podotknout, že o víkendech se v podniku pracuje pouze na dvě směny. Výrobní linky 1 – 3 opět vyrábí hrany s povrchem perlička, linky 4 a 5 vyrábí perličku G a linkách 6 a 7 se vyrábí hrany s hladkým povrchem. Na výrobních linkách 8 a 9 se opět vyrábí zakázková výroba.

Tab. 12.2 Vyrobené počty výrobků dle povrchu – sobota

Povrch	Vyrobeno
Perlička	672
Perlička G	448
Hladká	448
Celkem	1 568

Tabulka 12.2 ukazuje vyrobené počty výrobků dle povrchu za soboty. Výrobní linky s povrchem perlička se vyrábí 672 kusů, hran s povrchem perlička G 448 kusů, stejně tak hran s hladkým povrchem. Celkem se za soboty vyrábí 1 568 kusů výrobků.

Tab. 13.1 Rozložení výroby (heijunka) - neděle

	Linka	Směna		
		1	2	
Neděle	1	Povrch	Perlička	Perlička
		Vyrobeno	112	112
	2	Povrch	Perlička	Perlička
		Vyrobeno	112	112
	3	Povrch	Perlička	Perlička
		Vyrobeno	112	112
	4	Povrch	Perlička G	Perlička G
		Vyrobeno	112	112
	5	Povrch	Perlička G	Perl. G/Prl. jm.
		Vyrobeno	112	106
	6	Povrch	Hladká	Hladká
		Vyrobeno	112	112
	7	Povrch	Hladká	Hldk. /Gr. str.
		Vyrobeno	112	106
	8	Povrch	Zakázková výroba	
		Vyrobeno		
	9	Povrch	Zakázková výroba	
		Vyrobeno		

Rozložení výroby na neděle je k dispozici v tabulce 13.1. Výrobní linky 1, 2, 3, 4 a 6 opět vyrábějí ve svém standardním provozu, tedy stejné výrobky ve stejných počtech jako v předchozí den (dny). Na výrobní lince 5 se na první směně vyrábí hrany s povrchem perlička G. První část druhé směny pokračuje výroba perličky G, poté následuje přestavba na povrch perlička jemná. Na lince 7 se první směnu a první část druhé směny vyrábí hladký povrch, druhou část druhé směny se vyrábí povrch gravír struktury.

Tab. 13.2 Vyrobené počty výrobků dle povrchu – neděle

Povrch	Vyrobeno
Perlička	672
Perlička G	410
Hladká	391
Gravír str.	51
Perl. jemná	32
Celkem	1 521

Tabulka 13.2 zobrazuje celkové počty výrobků dle povrchu vyrobených za neděle. Hran s povrchem perlička se vyrobí 672 kusů, výrobků s povrchem perlička G se vyrobí 410 kusů, hran s hladkým povrchem 391 kusů, hran s povrchem gravír struktury 51 kusů a perlička jemná 32 kusů.

V tabulce 14 je znázorněn nový stav rozložení výroby (po aplikaci heijunky). Řádky značí jednotlivé týdny a sloupce označují povrchy hran. V porovnání s původní rozložením výroby (viz Tab. 4) je na první pohled vidět, že výroba je vyrovnaná (podrobně viz Příloha 2).

Tab. 14 Nové rozložení výroby dle povrchů (heijunka)

Kal. týden	Povrch									Celkem
	Perlička	Perlička G	Hladká	Perlička jemná	Gravír C	Gravír D	Hladká K	Gravír 3	Gravír struktury	
15	6 384	3 770	3 527	831	63	61	61	58	51	14 806
16	6 384	3 770	3 527	831	63	61	61	58	51	14 806
17	6 384	3 770	3 527	831	63	61	61	58	51	14 806
18	6 384	3 770	3 527	831	63	61	61	58	51	14 806
19	6 384	3 770	3 527	831	63	61	61	58	51	14 806
20	6 384	3 770	3 527	831	63	61	61	58	51	14 806
21	6 384	3 770	3 527	831	63	61	61	58	51	14 806
22	6 384	3 770	3 527	831	63	61	61	58	51	14 806
Celkem	51 072	30 160	28 216	6 684	504	488	488	464	408	118 448

5 Vyhodnocení navrhnuté optimalizace

V předchozí kapitole byla navržena optimalizace výroby, konkrétně aplikace nástroje heijunka, pro výrobní podnik Hranipex. V této kapitole bude aplikace heijunky vyhodnocena. Budou popsány možné přínosy, výhody a nevýhody, omezení a rizika.

5.1 Porovnání původního stavu s heijunkou

V původním stavu byla výroba nevyrovnaná a byla plánována jen pár dnů dopředu (viz Obr. 15.1). Týdenní rozdíly ve vyrobených kusech byly značné (např. týden 22 v porovnání s týdnem 19). Po aplikaci heijunky došlo k vyrovnaní výroby (viz Obr. 15.2) a každý týden se vyrábí stejné množství výrobků.

V tabulce 15.1 je kromě vyrobených kusů v jednotlivých týdnech (rozdělených dle povrchů) zobrazen také procentní podíl na výrobě v jednotlivých týdnech (červená čísla). Například v 15. týdnu se vyrobily necelé 3 000 kusů výrobků s povrchem perlička, což je 25 % z celkových 11 789 kusů vyrobených v 15. týdnu. Pro porovnání v týdnu 22 tvořily výrobky s povrchem perlička 62 % výroby za celý týden. Oproti tomu po aplikaci heijunky (viz Tab. 15.2) má perlička zastoupení 43 % na celkové produkci.

Další rozdíl mezi původním stavem a heijunkou je zřetelně vidět v posledním sloupci obou tabulek 15. Tento sloupec ukazuje procentní podíl výrobků vyrobených v jednotlivých týdnech na celkovém počtu vyrobených hran. Zatímco v původním stavu (viz Tab. 15.1) se procenta liší, a to až o 5 procentních bodů, v novém stavu je výroba vyvážená a vyrobí se každý týden přesně 12,5 % výrobků z celkové výroby za sledované období.

Tab. 15.1 Původní rozložení výroby dle povrchů (včetně procentních podílů)

Kal. týden	Povrch									Celkem	%
	Perlička	Perlička G	Hladká	Perlička jemná	Gravír C	Gravír D	Hladká K	Gravír 3	Gravír strukt.		
15	2 987 (25%)	1 272 (11%)	6 908 (59%)	622 (5,3%)						11 789	10,0%
16	7 129 (50%)	4 500 (31%)	2 472 (17%)	216 (1,5%)						14 317	12,1%
17	9 714 (60%)	2 481 (15%)	2 198 (14%)	1 595 (9,8%)	70 (0,4%)	140 (0,9%)				16 198	13,7%
18	4 678 (30%)	5 213 (34%)	5 018 (33%)	259 (1,7%)	116 (0,8%)			155 (1,0%)		15 439	13,1%
19	8 864 (51%)	2 545 (15%)	3 405 (20%)	2 109 (12%)	9 (0,1%)			254 (1,5%)	60 (0,3%)	17 247	14,6%
20	6 632 (41%)	5 876 (36%)	2 530 (16%)	144 (0,9%)	40 (0,2%)	101 (0,6%)	486 (3,0%)		350 (2,2%)	16 159	13,7%
21	3 896 (25%)	5 937 (38%)	3 900 (25%)	1 610 (10%)		150 (1,0%)		55 (0,4%)		15 548	13,2%
22	7 021 (62%)	2 261 (20%)	1 715 (15%)	30 (0,3%)	272 (2,4%)	100 (0,9%)				11 399	9,7%
Celk.	50 920	30 086	28 147	6 585	507	491	486	465	410	118 096	100%

Tab. 15.2 Nové rozložení výroby dle povrchů (heijunka) (včetně procentních podílů)

Kal. týden	Povrch									Celkem	%
	Perlička	Perlička G	Hladká	Perlička jemná	Gravír C	Gravír D	Hladká K	Gravír 3	Gravír strukt.		
15	6 384	3 770	3 527	831	63	61	61	58	51	14 806	12,5%
16	6 384	3 770	3 527	831	63	61	61	58	51	14 806	12,5%
17	6 384	3 770	3 527	831	63	61	61	58	51	14 806	12,5%
18	6 384	3 770	3 527	831	63	61	61	58	51	14 806	12,5%
19	6 384	3 770	3 527	831	63	61	61	58	51	14 806	12,5%
20	6 384	3 770	3 527	831	63	61	61	58	51	14 806	12,5%
21	6 384	3 770	3 527	831	63	61	61	58	51	14 806	12,5%
22	6 384 (43%)	3 770 (25%)	3 527 (24%)	831 (5,6%)	63 (0,4%)	61 (0,4%)	61 (0,4%)	58 (0,4%)	51 (0,3%)	14 806 (100%)	12,5%
Celk.	51 072	30 160	28 216	6 684	504	488	488	464	408	118 448	100%

Z tabulek 15 je přehledně vidět, jak vypadá nevyrovnaná výroba v porovnání s vyrovnanou výrobou.

5.2 Odhad potenciálních přínosů

V této podkapitole budou popsány potenciální přínosy aplikace nástroje heijunka. Mezi hlavní přínosy heijunky patří úspora času a s tím související úspora nákladů.

Plánování výroby

Nejprve je vhodné zmínit očividné úspory. Jedná se například o nutnost zaměstnávat na plný úvazek specialistu, který se zabývá plánováním výroby. Aktuálně Hranipex na této pozici zaměstnává vysokoškolsky vzdělaného pracovníka v rozsahu jednoho pracovního úvazku. Jelikož plán výroby je nyní jasně daný, lze tomuto pracovníkovi například nabídnout zkrácený úvazek. Jak bylo zmíněno v předchozí kapitole, zakázková výroba nebyla zahrnuta do heijunky, a tudíž je jí stále potřeba operativně plánovat. Zde by se tedy jednalo o úsporu mzdových nákladů. Konkrétně půl úvazku vysokoškolsky vzdělaného specialisty.

Plánování nákupu

Další úspora se nabízí v oddělení nákupu. Zaměstnanci plánující nákup vstupního materiálu se nyní musí řídit aktuální spotřebou materiálu ve výrobě. Ta je ovšem velmi nepravidelná. Výhodou nyní může být, že výrobky se neskládají ze stovek druhů materiálu nebo komponent. A všechny výrobky jsou vyráběny ze stejného materiálu. Nábytková hrana je téměř výhradně tvořena granulátem plastu (dále je to barva a primer). Oddělení nákupu tedy řídí převážně nákup granulátu plastu.

Po zavedení heijunky bude oddělení nákupu přesně vědět, kolik kilogramů plastu se každý týden (měsíc) spotřebuje. Tato optimalizace je velkou výhodou i pro dodavatele, který bude přesně vědět, že například každé pondělí má dodat XY kilogramů materiálu. Toto výrazně přispívá ke zlepšení dodavatelsko-odběratelských vztahů a také k optimalizaci dodavatelského řetězce.

Vytížení výrobních linek

Přínosem, který nelze opomenout, je také rovnoměrné vytížení výrobních linek. Po aplikaci heijunky běží výrobní linky bez zastavení a vyrábí se na nich každý den (téměř) stejné výrobky. Vytížení je tudíž rovnoměrné.

Dále je vhodné také zmínit jednodušší plánování údržby výrobních linek. Při plánování preventivní údržby je na první pohled jasné, kolik výrobků se nevyrobí.

(Např. pokud bude údržba na lince 1 naplánována na polovinu první směny, 1x za měsíc, je jasně vidět, že každý měsíc bude na lince 1 vyrobeno o 56 kusů výrobků méně.)

S výše zmíněným souvisí také předpovědi poruch, které lze díky vyvážené výrobě lépe předpovídat. Vyvážené zatížení výrobních linek dokonce může i některým poruchám předejít.

Další možnosti optimalizace

Jako další možnost optimalizace se nabízí přidání do výše vytvořené heijunky podskupiny, které budou rozděleny dle barev. V předchozích kapitolách bylo zmíněno, že změna barvy je po změně povrchu další složitou přestavbou. Nabízí se zde tedy pro Hranipex další krok pro optimalizaci výroby.

Závěr

Cílem této diplomové práce byla aplikace nástrojů lean ve výrobním podniku HRANIPEX Czech Republic k.s., který se zabývá výrobou a prodejem nábytkových hran. Společnost má velmi rozmanité portfolio výrobků, a tudíž je plánování značně časově (i finančně) náročné. Navržená optimalizace může podniku pomoci ke zvýšení konkurenceschopnosti.

První část práce byla zaměřena na charakteristiku Toyota production systemu. Dále se práce zabývá sedmi druhy plýtvání a popisuje vybrané nástroje štíhlé výroby. Konkrétně se jednalo o nástroje: 5S, Štíhlé pracoviště, TPM, Vizualní řízení, Jednokusový tok, Tahový výrobní systém, PDCA cyklus, Kaizen, Pětkrát proč?, DMAIC, Poka-yoke a Heijunka.

V úvodu praktické části byl čtenář seznámen s výrobní společností Hranipex. Dále byla konkrétněji popsána výrobní divize a byly zmíněny všechny důležité skutečnosti. Například, že výroba probíhá extruzí, výrobu zajišťuje devět výrobních linek, pracuje se v nepřetržitém provozu, a že při výrobě lze měnit čtyři parametry (povrch, barvu, tloušťku a šířku hrany).

Také bylo zjištěno, že přibližně jednu čtvrtinu výroby tvoří výroba na zakázku. Kombinací výše zmíněných parametrů, můžou vzniknout statisíce možností výrobků. Výroba byla plánována jen několik dnů dopředu, což nebyl ideální stav. Výroba byla velmi nevyvážená, což nutilo firmu mít velké skladové zásoby hotových výrobků. Proto bylo rozhodnuto, že bude aplikován nástroj Heijunka – tedy vyvážená výroba.

Bylo rozhodnuto, že vyvážená výroba se bude řídit povrchem hrany, protože změna embosovacího válce trvá ze všech parametrů nejdéle. Na základě výrobních dat byla výroba nově rozložena dle povrchů na jednotlivé výrobní linky (po dnech). Například na výrobních linkách 1 – 3 se budou každý den vyrábět jen výrobky s povrchem „perlička“, atd. Dále je nutné zmínit, že dvě z výrobních linek zůstanou vždy rezervovány pro zakázkovou výrobu, a tudíž nebudou zahrnuty do Heijunky.

Navržená optimalizace umožní významné úspory v oddělení plánování výroby (plánování výroby nebude takřka potřeba, tudíž je možné snížit pracovní úvazek plánovači výroby). Další úspory a přínosy se dají očekávat v oddělení nákupu, který díky Heijunce bude nyní přesně a dlouhodobě vědět, jaké množství materiálu má

nakupovat. Toto může vést i ke zlepšení dodavatelsko-odběratelských vztahů, protože i dodavatel bude moci nyní lépe plánovat své dodavatele. Díky Heijunce lze také jednodušeji plánovat opravy výrobních linek a díky rovnoměrnému zatížení strojů je možné lépe předpovídat poruchy.

Jako další možnosti optimalizace výroby se nabízí zahrnutí parametru „barva“ do Heijunky. Toto lze provést tvorbou podskupin, které by se přidaly k výše vytvořenému rozložení výroby.

Dnešní doba podnikatelům a manažerům moc nenahrává do karet. Před pár lety by nikoho nenapadlo, že nastane pandemie a omezí se celosvětové dodávky materiálů. Když tento problém začal pomalu ustupovat, začaly se pro změnu téměř všechny vstupní suroviny skokově zdražovat. Kvůli tomuto musí manažeři v posledních letech zvládat značný stres. Díky aplikaci nástrojů Lean si mohou manažeři ušetřit alespoň trochu stresu z „běžného“ firemního života (např. aplikací 5S vzniká přehledné pracoviště a manažeři nemusí stále řešit neuklizené a poztrácené nástroje, aplikací Heijunky odpadá část „problémů“ s plánováním výroby a s plánováním údržby).

Seznam literatury

AllAboutLean.com [online]. [2021-10-13]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/push-pull/>

API - Akademie produktivity a inovací [online]. [2021-10-1]. Dostupné z: https://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p#Plytvani_ve_vyrobe

API - Akademie produktivity a inovací [online]. [2021-10-6]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24886-jednotlive-metody-a-nastroje-a-ch#Ergonomie>

COSTA, Eric Simão Macieira da, et al. An industrial application of the SMED methodology and other lean production tools. Integrity, Reliability and Failure of Mechanical Systems, 2013.

ELNAMROUTY, Khalil a ABUSHAABAN, Mohammed S. Seven wastes elimination targeted by lean manufacturing case study "gaza strip manufacturing firms". *International Journal of Economics, Finance and Management Sciences*. 2013, 1(2), 70-71.

HRANIPEX Czech Republic k.s. [online]. [2021-11-02]. Dostupné z: <https://www.hranipex.cz/cs/o-spolecnosti/>

HRANIPEX Czech Republic k.s. [online]. [2021-11-02]. Dostupné z: <https://www.hranipex.cz/cs/pobocky/>

HRANIPEX Czech Republic k.s. [online]. [2021-11-10]. Dostupné z: <https://www.hranipex.cz/cs/sluzby/>

CHARRON, R., HARRINGTON, H., VOEHL, F. a WIGGIN, H. *The Lean management systems handbook*. Boca Raton, FL: CRC Press. 2015. 978-1-4665-6435-0.

Interband [online]. Interband, 2020 [2021-09-02]. Dostupné z: https://learn.interbrand.com/hubfs/INTERBRAND/Interbrand_Best_Global_Brands_%202020%20Desktop.pdf

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

Lean Six Sigma [online]. [2021-10-29]. Dostupné z: <https://lean6sigma.cz/poka-yoke-vizualizace/>

LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 2015. Knihovna světového managementu. ISBN 978-80-7261-173-7.

NENADÁL, Jaroslav. *Management partnerství s dodavateli: nové perspektivy firemního nakupování*. Praha: Management Press, 2006. ISBN 80-7261-152-6.

ŌNO, Taiichi a Norman BODEK. *Toyota Production System: beyond Large-Scale Production*. Boca Raton: CRC Press, 1988. ISBN 978-0915299140.

ProLean Consulting [online]. [2021-09-29]. Dostupné z: <https://prolean.cz/7-1plytvani/>

ProLean Consulting [online]. [2021-09-29]. Dostupné z: <https://prolean.cz/5S>

ProLean Consulting [online]. [2021-10-13]. Dostupné z: <https://prolean.cz/vizualizace>

ProLean Consulting [online]. [2021-10-13]. Dostupné z: <https://prolean.cz/one-piece-flow/>

ProLean Consulting [online]. [2021-10-27]. Dostupné z: <https://prolean.cz/smed>

ProLean Consulting [online]. DOSTÁL, Dušan. 2019 [2021-09-29]. <https://prolean.cz/blog/co-je-to-vlastne-lean-management/>

Rafinejad, D. *Innovation, product development and commercialization*. Ft. Lauderdale, Fla.: J. Ross Pub, 2007. 1932159703.

RODRIGUES, Marcelo a HATAKEYAMA, Kazuo. Analysis of the fall of TPM in companies. *Journal of Materials Processing Technology*. 2006, **179**(1-3), 276-279.

Scholtes, P. *The leader's handbook*. New York: McGraw-Hill. 1998. 0070580286.

Slideshare.net [online]. [2021-10-22]. Dostupné z: <https://www.slideshare.net/LiborFriedel/5-proc>

STAŠ, David. *Organizace a řízení výroby II. pro prezenční a kombinovanou formu studia*. Mladá Boleslav: ŠKODA AUTO Vysoká škola, 2019. ISBN 978-80-87042-97-7

Svetproduktiviy.cz [online]. [2021-11-16]. Dostupné z: <https://www.svetproduktiviy.cz/slovník/Heijunka.htm>

SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.

TOYOTA MOTOR CORPORATION [online]. prosinec 2020 [2021-09-02]. Dostupné z: <https://global.toyota/en/company/profile/production-sales-figures/202011.html>

Toyota Motor Manufacturing Czech Republic [online]. [2021-09-02]. Dostupné z: <https://www.toyotacz.com/o-nas/toyota-svet/vyrobni-system-toyota/>

Transforming.com [online]. [2021-10-22]. Dostupné z: <https://transforming.com/2020/04/22/what-is-dmaic/>

VENKATESH, Jindal. *An introduction to total productive maintenance (TPM)*. The plant maintenance resource center, 2007, 3-20.

Wikipedia.org [online]. [2021-10-22]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/PDCA#/media/Soubor:PDCA_Process.png

WIREMAN, T. *Total productive maintenance*. New York: Industrial Press. 2004. 9780831131722.

Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků

Obr. 1	Toyota Production System „House“	10
Obr. 2	Sedm druhů plýtvání	13
Obr. 3	Metoda 5S.....	17
Obr. 4	Základní pilíře TPM.....	20
Obr. 5	Vizuální řízení	22
Obr. 6	Jednokusový tok	24
Obr. 7	Push a pull systém	25
Obr. 8	PDCA.....	26
Obr. 9	Kaizen: karta nápadů	28
Obr. 10	Pětkrát proč?.....	29
Obr. 11	DMAIC	30
Obr. 12	SMED.....	32
Obr. 13	Poka – Yoke.....	34
Obr. 14	Nevyrovnaná výroba	35
Obr. 15	Vyrovnaná výroba	36
Obr. 16	Logo Hranipex.....	37
Obr. 17	Nábytková hrana na desce	38
Obr. 18	Ukázka barevného vzorníku hran	39
Obr. 19	Hranipex v Evropě	40
Obr. 20	Organizační struktura – hlavní vedení společnosti.....	41
Obr. 21	Organizační struktura – oddělení výroby a vývoje	41
Obr. 22	Hotové výrobky – hrany navinuté na dutince	42

Seznam tabulek

Tab. 1 Přehled výrobků vyrobených za kalendářní týdny 14 – 22 (prvních 20 řádků)	44
Tab. 2 ABC analýza výrobků	46
Tab. 3 XYZ analýza výrobků	47
Tab. 4 Kombinace analýzy ABC a XYZ	48
Tab. 5 Původní rozložení výroby dle povrchů	50
Tab. 6 Průměr vyrobených kusů za kalendářní týdny 15 - 22	51
Tab. 7.1 Rozložení výroby (heijunka) - pondělí	53
Tab. 7.2 Vyrobené počty výrobků dle povrchu - pondělí	53
Tab. 8.1 Rozložení výroby (heijunka) - úterý	54
Tab. 8.2 Vyrobené počty výrobků dle povrchu - úterý	55
Tab. 9.1 Rozložení výroby (heijunka) - středa	55
Tab. 9.2 Vyrobené počty výrobků dle povrchu – středa	56
Tab. 10.1 Rozložení výroby (heijunka) - čtvrtek	56
Tab. 10.2 Vyrobené počty výrobků dle povrchu – čtvrtek	57
Tab. 11.1 Rozložení výroby (heijunka) - pátek	57
Tab. 11.2 Vyrobené počty výrobků dle povrchu – pátek	58
Tab. 12.1 Rozložení výroby (heijunka) - sobota	58
Tab. 12.2 Vyrobené počty výrobků dle povrchu – sobota	59
Tab. 13.1 Rozložení výroby (heijunka) - neděle	59
Tab. 13.2 Vyrobené počty výrobků dle povrchu – neděle	60
Tab. 14 Nové rozložení výroby dle povrchů (heijunka)	60
Tab. 15.1 Původní rozložení výroby dle povrchů (včetně procentních podílů)	62
Tab. 15.2 Nové rozložení výroby dle povrchů (heijunka) (včetně procentních podílů)	62

Seznam příloh

Příloha 1 Původní výroba dle povrchů.....	73
Příloha 2 Návrh rozložení výroby dle Heijunky	74

Příloha 1 Původní výroba dle povrchů

Kal. týden	Povrch								Celkový součet	
Den	Perlička	Perlička a G	Hladká	Perička jemná	Gravír C	Gravír D	Hladká K	Gravír 3		Gravír struktury
= 15	2 987	1 272	6 908	622						11 789
po	853	363	883	314						2 412
út	960	472	1 242	225						2 899
st	443		816	63						1 322
čt	191	257	1 855	20						2 322
pá		150	1 439							1 589
so	289	31	268							589
ne	252		404							656
= 16	7 129	4 500	2 472	216						14 317
po	1 024		373	151						1 548
út	1 037	542	216							1 795
st	1 620	494								2 114
čt	666	694	377							1 737
pá	1 081	1 274	1 088							3 442
so	548	1 012	419	65						2 044
ne	1 153	486								1 639
= 17	9 714	2 481	2 198	1 595	70	140				16 198
po	1 010	325	535	123	30					2 024
út	773	686	1 151							2 610
st	1 911	858	136	174	15					3 094
čt	2 179	575	88							2 841
pá	2 204	37	288	161						2 690
so	920			625		140				1 685
ne	716			513	25					1 254
= 18	4 678	5 213	5 018	259	116			155		15 439
po	2 118	750								2 868
út	1 516	920	138							2 574
st	840	172	885	259				155		2 311
čt	205	882	1 810							2 897
pá		978	694							1 672
so		725	1 074							1 799
ne		785	418		116					1 319
= 19	8 864	2 545	3 405	2 109	9			254	60	17 247
po	222	1 122	793		9				60	2 206
út	702	1 068	1 278							3 048
st	1 803	325	377	203						2 708
čt	2 301	31		595				254		3 181
pá	1 848		65	1 070						2 983
so	1 008		142	212						1 362
ne	980		750	30						1 760
- 20	6 632	5 876	2 530	144	40	101	486		350	16 159
po	501	21	596				377			1 494
út	462	518	685				109		295	2 069
st	906	1 349	1 054			70			55	3 434
čt	1 526	1 040	195			31				2 792
pá	1 449	773								2 222
so	793	914			40					1 748
ne	994	1 262		144						2 400
- 21	3 896	5 937	3 900	1 610		150		55		15 548
po	627	1 119	574	235						2 555
út	54	1 162	903	610		23		55		2 807
st	916	1 217	685	126		127				3 071
čt	759	1 013	509							2 281
pá	306	1 024	317	636						2 282
so	569	402	137	3						1 110
ne	666		776							1 442
- 22	7 021	2 261	1 715	30	272	100				11 399
po	41	674	1 135							1 849
út	1 539	1 184				100				2 823
st	1 023	403								1 426
čt	1 020		401	28						1 449
pá	1 613		179	2	111					1 905
so	726				89					815
ne	1 060				72					1 132
Celkový součet	50 920	30 086	28 147	6 585	507	491	486	465	410	118 096

Příloha 2 Návrh rozložení výroby dle Heijunky

Kal. týden										
Den	Perlička	Perlička G	Hladká	Perička jemná	Gravír C	Gravír D	Hladká K	Gravír 3	Gravír struktury	Celkem
15	6 384	3 767	3 527	828	63	61	61	58	51	14 800
po	1 008	560	560	145			61			2 334
út	1 008	560	560	143	63					2 334
st	1 008	560	560	148				58		2 334
čt	1 008	560	560	145		61				2 334
pá	1 008	672	448	218						2 346
so	672	448	448							1 568
ne	672	407	391	29					51	1 550
16	6 384	3 767	3 527	828	63	61	61	58	51	14 800
po	1 008	560	560	145			61			2 334
út	1 008	560	560	143	63					2 334
st	1 008	560	560	148				58		2 334
čt	1 008	560	560	145		61				2 334
pá	1 008	672	448	218						2 346
so	672	448	448							1 568
ne	672	407	391	29					51	1 550
17	6 384	3 767	3 527	828	63	61	61	58	51	14 800
po	1 008	560	560	145			61			2 334
út	1 008	560	560	143	63					2 334
st	1 008	560	560	148				58		2 334
čt	1 008	560	560	145		61				2 334
pá	1 008	672	448	218						2 346
so	672	448	448							1 568
ne	672	407	391	29					51	1 550
18	6 384	3 767	3 527	828	63	61	61	58	51	14 800
po	1 008	560	560	145			61			2 334
út	1 008	560	560	143	63					2 334
st	1 008	560	560	148				58		2 334
čt	1 008	560	560	145		61				2 334
pá	1 008	672	448	218						2 346
so	672	448	448							1 568
ne	672	407	391	29					51	1 550
19	6 384	3 767	3 527	828	63	61	61	58	51	14 800
po	1 008	560	560	145			61			2 334
út	1 008	560	560	143	63					2 334
st	1 008	560	560	148				58		2 334
čt	1 008	560	560	145		61				2 334
pá	1 008	672	448	218						2 346
so	672	448	448							1 568
ne	672	407	391	29					51	1 550
20	6 384	3 767	3 527	828	63	61	61	58	51	14 800
po	1 008	560	560	145			61			2 334
út	1 008	560	560	143	63					2 334
st	1 008	560	560	148				58		2 334
čt	1 008	560	560	145		61				2 334
pá	1 008	672	448	218						2 346
so	672	448	448							1 568
ne	672	407	391	29					51	1 550
21	6 384	3 767	3 527	828	63	61	61	58	51	14 800
po	1 008	560	560	145			61			2 334
út	1 008	560	560	143	63					2 334
st	1 008	560	560	148				58		2 334
čt	1 008	560	560	145		61				2 334
pá	1 008	672	448	218						2 346
so	672	448	448							1 568
ne	672	407	391	29					51	1 550
22	6 384	3 767	3 527	828	63	61	61	58	51	14 800
po	1 008	560	560	145			61			2 334
út	1 008	560	560	143	63					2 334
st	1 008	560	560	148				58		2 334
čt	1 008	560	560	145		61				2 334
pá	1 008	672	448	218						2 346
so	672	448	448							1 568
ne	672	407	391	29					51	1 550
Celkem	51 072	30 136	28 216	6 624	504	488	488	464	408	118 400

ANOTAČNÍ ZÁZNAM

AUTOR	Bc. Anna Vystydová		
STUDIJNÍ PROGRAM/OBOR/SPECIALIZACE	specializace Řízení mezinárodních dodavatelských řetězců		
NÁZEV PRÁCE	Eliminace plýtvání nástroji LEAN ve firmě HRANIPEX Czech Republic k.s.		
VEDOUCÍ PRÁCE	Ing. David Holman, Ph.D.		
KATEDRA	KRVLK - Katedra řízení výroby, logistiky a kvality	ROK ODEVZDÁNÍ	2022
POČET STRAN	74		
POČET OBRÁZKŮ	22		
POČET TABULEK	23		
POČET PŘÍLOH	2		
STRUČNÝ POPIS	<p>Cílem této diplomové práce je eliminovat plýtvání nástroji lean ve firmě HRANIPEX Czech Republic k.s. V teoretické části práce je popsáno sedm druhů plýtvání a nástroje štíhlé výroby. Praktická část se zaměřuje na aplikaci nástroje heijunka v podniku Hranipex a následné vyhodnocení navržené optimalizace a popsání přínosů pro podnik.</p>		
KLÍČOVÁ SLOVA	<p>Toyota, štíhlá výroba, plýtvání, 5S, kaizen, poka – yoke, SMED, DMAIC, PDCA, TPM, 5 proč, tahový systém, jednokusový tok, štíhlé pracoviště, vizuální řízení, lean, heijunka</p>		

ANNOTATION

AUTHOR	Bc. Anna Vystydová		
FIELD	Specialization International Supply Chain Management		
THESIS TITLE	Waste elimination by LEAN tools in HRANIPEX Czech Republic k.s. company		
SUPERVISOR	Ing. David Holman, Ph.D.		
DEPARTMENT	KRVLK - Department of Production, Logistics and Quality Management	YEAR	2022
NUMBER OF PAGES	74		
NUMBER OF PICTURES	22		
NUMBER OF TABLES	23		
NUMBER OF APPENDICES	2		
SUMMARY	<p>This master's thesis is focused on waste elimination by lean tools in HRANIPEX Czech Republic k.s. company. The first part of the thesis is focused on the description of seven types of wastes and the description of lean tools. The second part is focused on the application of heijunka in Hranipex company and subsequent evaluation of the proposed optimization and description of benefits for the company.</p>		
KEY WORDS	<p>Toyota, lean manufacturing, wastes, 5S, kaizen, poka – yoke, SMED, DMAIC, PDCA, TPM, 5 whys, pull system, one piece flow, visual management, heijunka</p>		