

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA  
V PLZNI  
FAKULTA EKONOMICKÁ**

Bakalářská práce

**Statistická regulace kvality výrobního procesu  
Statistic Regulation of Quality in a Manufacturing  
Process**

Matouš Matoušek

Plzeň 2019

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Matouš MATOUŠEK**

Osobní číslo: **K16B0300P**

Studijní program: **B6208 Ekonomika a management**

Studijní obor: **Podniková ekonomika a management**

Název tématu: **Statistická regulace kvality výrobního procesu**

Zadávací katedra: **Katedra podnikové ekonomiky a managementu**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Objasněte a popište metody využívané při kontrole kvality výroby (se zaměřením na statistické metody).
2. Popište vybraný podnik, charakterizujte jeho výrobní proces a metody užívané při kontrole jeho kvality.
3. Pomocí vhodných metod analyzujte kvalitu výrobního procesu.
4. Navrhněte zlepšení současného stavu.
5. Formulujte závěr.

Rozsah grafických prací: **neuveden**  
Rozsah kvalifikační práce: **40 - 60 stran**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- ČSN EN ISO 9001. *Systém managementu kvality*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2008.
- GITLOW, Howard. *Tools and Methods for the Improvement of Quality*. Boston: Irwin, 1989. ISBN 978-0-256-05680-8.
- JANEČEK, Zdeněk. *Management jakosti*. Plzeň: vydavatelství ZČU, 1997. ISBN 80-7082-336-4.
- REIF, Jiří. *Metody matematické statistiky*. Plzeň: vydavatelství ZČU, 2000. ISBN 80-7082-593-6.
- RYAN, Thomas. *Statistical methods for Quality Improvement*. New York: Wiley, 1989. ISBN 978-1-118-05810-7.
- TOŠENOVSKÝ, Josef, NOSKIEVIČOVÁ, Darja. *Statistické metody pro zlepšování jakosti*. Ostrava: Montanex, 2000. ISBN 80-7225-040-X.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Kateřina Mičudová, Ph.D.**  
Katedra ekonomie a kvantitativních metod

Datum zadání bakalářské práce: **23. října 2018**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **23. dubna 2019**



Doc. Ing. Michaela Krechovská, Ph.D.  
děkanka



Doc. PaedDr. Dana Egerová, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 23. října 2018

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma

*„Statistická regulace kvality výrobního procesu“*

vypracoval samostatně pod odborným dohledem vedoucí bakalářské práce za použití pramenů uvedených v příložené bibliografii.

Rovněž prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

V Plzni dne

.....

podpis autora

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucí bakalářské práce Ing. Kateřině Mičudové, Ph.D. za trpělivost, ochotu, za poskytování cenných a profesionálních rad a za metodické vedení práce.

Nemalý dík patří také pánům Tomáši Matouškovi a Miroslavovi Tabakovi a celému kolektivu firmy REPLAST PRODUKT, spol. s r.o., od kterých jsem se dočkal vždy vstřícného a profesionálního jednání, které mi pomohlo při zpracování této bakalářské práce.

Za neutuchající podporu nejen při studiu děkuji svým rodičům.

## Obsah

Úvod.....	9
1 Postup a metodika.....	10
2 Kvalita.....	11
2.1 Proč kvalita? .....	11
2.2 Pojem kvalita .....	12
3 Management kvality .....	15
3.1 Definice.....	15
3.2 Historie.....	15
3.3 Principy .....	17
3.4 Koncepce managementu kvality.....	18
3.5 Total Quality Management .....	20
4 Kontrola .....	23
4.1 Kategorizace kontroly (regulace).....	23
4.2 Hospodárnost kontroly.....	24
4.3 Příčiny kolísání (variability) .....	24
5 Statistická regulace procesu (SPC).....	27
5.1 Představení SPC.....	27
5.2 Grafické prostředky SPC .....	28
5.2.1 Histogram.....	28
5.2.2 Regulační diagram .....	29
5.2.3 Regulační diagram pro individuální hodnoty a klouzavá rozpětí.....	30
6 Způsobilost procesu .....	32
6.1 Úvod do způsobilosti procesu.....	32
6.2 Indexy způsobilosti .....	32

6.2.1	Index $C_p$ .....	32
6.2.2	Capability Ratio (CR) .....	34
6.2.3	Index $C_{pk}$ .....	35
6.2.4	Shrnutí indexů způsobilosti .....	36
7	REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. ....	38
7.1	Představení firmy .....	38
7.2	Portfolio firmy .....	38
7.3	Popis výrobního procesu .....	39
7.3.1	Získávání recyklovaného PVC .....	39
7.3.2	Zpracování granulátu PVC .....	39
7.3.3	Klasická metoda (ruční) .....	40
7.3.4	Metoda vstřikování .....	40
7.4	Deska zátěžová .....	41
8	Empirický výzkum .....	42
8.1	Sběr dat .....	42
8.1.1	Měření .....	42
8.1.2	Srovnávání .....	42
8.2	Informace získané měřením a srovnáváním .....	44
8.2.1	Měření – Základní ukazatele .....	44
8.2.2	Srovnávání – Základní ukazatele .....	48
8.3	Analýza odchylek .....	49
8.4	Regulační diagramy .....	51
8.5	Způsobilost procesu .....	53
8.6	Úvahy o ekonomické výhodnosti .....	54
8.6.1	Počáteční zamyšlení .....	54
8.6.2	Přímé náklady R-desek .....	55

8.6.3	Přímé náklady V-desek .....	55
8.6.4	Zhodnocení .....	56
9	Shrnutí a Návrhy opatření .....	57
9.1	Vysoká variabilita mocností R-desek .....	57
9.1.1	Lidský faktor .....	57
9.1.2	Kvalita materiálu .....	57
9.2	Celková kvalita produkce .....	58
9.3	Úprava forem pro vstřikování .....	58
	Závěr .....	59
	Seznam použité literatury a dalších zdrojů .....	61
	Seznam tabulek .....	63
	Seznam obrázků .....	64
	Seznam použitých zkratk .....	65
	Seznam příloh .....	66
	Příloha A: Fotodokumentace – výrobní proces .....	67
	Příloha B: Fotodokumentace – měření .....	70
	Příloha C: Výsledky sběru dat .....	72
	Abstrakt .....	74
	Abstract .....	75



## ÚVOD

Podle některých dostupných pramenů jsou první vnímání pojmu *kvalita* datována do starověkého Řecka, podle jiných dokonce do Starobabylonské říše. Je velmi obtížné určit, do jakého období lidských dějin zasadit tento pojem. Jisté ovšem je, že daný pojem, vyjadřující určité vlastnosti hmotného ale i nehmotného objektu, je spojen s lidskou civilizací již nejméně 2000 let. Za tu dobu se jeho vnímání nepochybně změnilo a jeho užívání do jisté míry zlidovělo a přešlo do běžného slovníku každého z nás. Proto bych se rád zaměřil na důvody, proč je termín *kvalita* v dnešním podnikatelském prostředí tolik důležitým faktorem. Rovněž se zaměřím na to, jak tento pojem definovat a uchopit, a uvedu jeho aplikace do podnikového prostředí.

S pojmem *kvalita* souvisí její sledování a ovlivňování. Pro mou práci budou podstatné metody statistického charakteru, které se na tuto problematiku zaměřují. Proto se zmíním nejen o grafických zobrazovacích metodách, ale upřu svou pozornost i ke způsobilosti a statistické regulaci procesů.

Všechny načerpané vědomosti následně využiji v konkrétním případě ve firmě REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. Zde se zaměřím na jejich klíčový produkt (Deska zátěžová). Firma REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. v současné době nedisponuje žádným softwarovým vybavením ani jiným systémem pro podporu řízení kvality produkce. Veškerá data pro budoucí výzkum si tedy obstarám zcela samostatně a veškeré výstupy ze získaných dat budou pouze mým vlastním dílem, přičemž mám na mysli zejména výpočty a grafy. Vzhledem k absenci daného softwarového systému v podniku očekávám, že by mnou naměřená data a zjištěné informace mohly být pro tento podnik velmi přínosné.

Kvalitu výrobního procesu budu sledovat u dvou odlišných procesů výroby (ruční a vstřikovací) stejného produktu Desky zátěžové. V podniku panuje přesvědčení, že oba výrobní procesy produkují kvalitativně shodné výrobky, proto procesy díky získaným datům podrobím detailní komparaci.

Z toho důvodu bude cílem mé bakalářské práce posoudit kvalitu výrobních procesů v případě výše zmíněného produktu Desky zátěžové. Dále budu usilovat o identifikování nedostatků v rámci těchto konkrétních procesů, pokud dojde k jejich shledání, naformuluji konkrétní opatření a doporučení vedoucí k nápravě současného stavu.

# 1 POSTUP A METODIKA

Tato práce se ve své první části zaměří na samotný pojem *kvalita*. Cílem bude obecný popis tohoto pojmu a zdůvodnění jeho důležitosti v podnikovém prostředí. Potřebné informace budou získány zejména podrobným studiem vybrané odborné literatury, blíže určené v kapitole Seznam použité literatury. Další podrobně popsanou oblastí bude *management kvality*, jež bude obsahovat podkapitoly zaměřující se na samotnou definici termínu, dále na jeho historii a principy. Rovněž bude zmíněna celková a ucelená koncepce managementu kvality. Na tuto kapitolu naváže teoretický pohled na koncepci Total Quality Management, která logicky souvisí s předchozí kapitolou. Kapitola týkající se Total Quality Management se opět zaměří na obecný vhled do této problematiky, nastíní její historii a zmíní základní principy.

Klíčovým pojmem dalšího pokračování teoretické části bude *statistická regulace*. Zde budou objasněny metody sběru statistických dat a budou kategorizovány jednotlivé druhy kontroly. Popsána pak bude zejména statistická regulace a s ní související regulační diagram. Prostor bude věnován i dalšímu grafickému prostředku, histogramu. Poslední významnou kapitolou teoretické části této práce bude pojednání o způsobilosti procesu v obecné rovině a možnosti jejího sledování a měření, konkrétně tedy indexy způsobilosti.

Praktická část této práce se zaměří na podnik REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. Bude popsán podnik jako celek, představen bude kompletní výrobní proces včetně kompletního portfolia produktů a dojde k detailnímu popisu klíčového produktu „Deska zátěžová“. Deska zátěžová je vyráběna dvěma odlišnými způsoby, ty jsou zmíněny v kapitole „Popis výrobního procesu“. Některé vlastnosti tohoto výrobku, konkrétně jeho výška (mocnost) a povrchová kvalita, budou podrobeny bližšímu zkoumání. Konkrétní kusy produkce budou náhodně vybírány ze skladových zásob firmy REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. Výška výrobku bude měřena pomocí digitálního posuvného měřítka s přesností na setiny milimetru. U týchž kusů, u kterých proběhne měření, bude zároveň posouzena jejich povrchová kvalita. Při jejím zkoumání bude plně spoléháno na smyslové čítí. Oba postupy budou blíže specifikovány v kapitole „Sběr dat“. Praktická část dále nabídne mnohá srovnání z oblasti statistické regulace. Konečnou částí této kapitoly bude ekonomické zhodnocení výhodnosti jednotlivých způsobů výroby a případný návrh opatření akcentující kvalitu produkce.

## 2 KVALITA

### 2.1 Proč kvalita?

V samotném úvodu vyvstává otázka: proč se má podnik zaměřovat na svou kvalitu a kvalitu své produkce? Zodpovědět ji není jednoduché, ale řada odborníků se shoduje na následujícím.

Hlavním stimulem je konkurence a konkurenční prostředí. Dnešní trh je velmi globalizovaný a zákazník na něm je stále lépe a lépe informovaný. Skutečnou výjimkou se na trhu stává zboží, které nemá konkurenční produkty neboli spotřebitelské substituty. Proto by nemělo být velkým překvapením, že na mnohých dílčích trzích dochází k převisu nabídky nad poptávkou. Tento fakt musí logicky vést producenty ke snaze odlišit se od ostatních v oboru, dostat se v očích zákazníka do popředí zájmu neboli zajistit si onu konkurenční výhodu.

První možností, jak tohoto stavu docílit, je zaměřit se na snižování cen vlastní produkce. Cest vedoucích k tomuto cíli je mnoho, jisté však je, že fond těchto možností není nevyčerpatelný a podnik se po určité době dostane do stavu, kdy cenu svých produktů již nemůže nadále snižovat. Konečně mnoho dnešních podniků se v této situaci nachází, a některé dokonce od samotného začátku své existence.

Druhou možností, která má, nejen podle mého soudu, mnohem větší potenciál, je faktor kvality produktů. V tomto ohledu došlo k velkým změnám zejména díky Japonsku, které zažilo po ukončení 2. světové války mimořádný ekonomický rozmach. Japonští inženýři tehdy obohatili zbytek světa o mnohé metody a principy, které významně zefektivňovaly výrobní proces nebo činily produkci konkurenceschopnější na trhu. V dlouhodobém horizontu se ukazuje, že zákazník vnímá kvalitu jednotlivých produktů a vnitřně ji i poměřuje. Respektive platí to, že zákazník není uspokojen, pokud nejsou naplněna jeho vlastní očekávání kvality.

Současné trendy ukazují, že k dostatečnému úspěchu v konkurenčním prostředí je zapotřebí propojit oba výše zmíněné faktory se třetím, nejmladším. Tím je faktor času, jinými slovy rychlost dodávek a reakcí. Obecně můžeme říci, že se jedná o pružnost reagování na veškeré podněty ze strany zákazníka (a dalších stakeholderů).

Jako další argument ve prospěch faktoru kvality hovoří různé regulace, nařízení a předpisy. Což se týká zejména potravinářského, farmaceutického a petrochemického

průmyslu. V těchto oborech jsou z pohledu kvality mnohé postupy a výstupy závazně regulovány prostřednictvím legislativy. V mnohých případech se jedná o souvislost s lidským zdravím. Při nedodržování těchto regulí hřešící firma riskuje nejen poškození svého dobrého jména, ale také často velmi významný finanční postih nebo jinou nefinanční sankci.

V této práci nicméně ponechávám kvalitu jako nosný prvek a hlavní centrum dění. Nejen že kvalitu považuji za důležitý faktor pro každý podnik na jakémkoli trhu, ale domnívám se, že řada podniků nevěnuje kvalitě své výroby náležitou pozornost.

## 2.2 Pojem kvalita

Pro tuto práci je naprosto klíčovým pojmem kvalita, která je zde chápána jako synonymum pojmu jakost, a to v souladu s valnou většinou autorů odborné literatury zpracovávající toto téma. Je to pojem, se kterým se lidstvo setkává již od starověku. Podstatné je, že cosi, co my bychom dnes označili jako kvalitu, si lidé uvědomovali již odpradáвна, ať již kvalitu uměli pojmenovat, definovat a změřit nebo ne. Byl to pro ně faktor, který hrál významnou roli při směně zboží na směnném trhu. Velmi obsáhlou a výstižnou definici kvality přináší (Veber, Hůlová, Plášková, 2010):

Pragmatický pohled na kvalitu výrobků a služeb očekává splnění tří atributů:

- bezvadnosti;
- kvalitativních parametrů;
- stability.

*Bezvadnost.* V tomto případě se předpokládá, že mají-li být výrobek nebo služba považovány za kvalitní, nemohou mít jakékoliv vady či nedostatky. Nefungující či jinak poškozený výrobek nebo nedostatečně naplněná služba jsou elementární nedostatky, které zákazník zpravidla snadno odhalí a které signalizují neschopnost výrobce či poskytovatele služby splnit základní požadavky, jež jsou kladeny na jimi dodávaný produkt.

*Kvalitativní parametry.* Velmi často je za kvalitní považován ten produkt, který nabízí lepší parametry, např. výkon, rozsah funkcí, pohodlnost, životnost atd. Tento aspekt jakosti je bezpochyby důležitý, z pohledu výrobce či distributora je ovšem třeba mít na zřeteli dvě polohy kvalitativních parametrů. První z nich je spojena s vlastním produktem

a týká se jeho bezprostředních vlastností (tzn. co zákazníkovi dodáváme, jaké parametry daného produktu). Druhá je spojena s doprovodnými službami při a po prodeji (dodávce) a týká se např. předvedení výrobku, podrobných informací o jeho použití, zabezpečení montáže, dostupnosti náhradních dílů, servisu atd.

*Stabilita.* V posledních letech je stále častěji kladen důraz na stabilitu jakosti. Zejména průmysloví odběratelé, ale i maloobchodní zákazníci očekávají, že dodávané výrobky budou mít vyrovnanou a stále dobrou stabilitu, a to s minimálními odchylkami. Stabilitu výrobků lze zajistit důslednou výstupní kontrolou (ta je však drahá) nebo lze kvalitu implementovat do výrobku během jeho přípravy, výroby apod. V druhém případě hovoříme o řízení jakosti, resp. systému řízení jakosti QMS – Quality Management System.

Jakost úzce souvisí s ekonomickými kategoriemi – zejména s výrobními náklady a prodejní cenou. Je nesporné, že zavedení hromadné výroby vedlo k nebyvalému zvýšení produktivity práce, na druhé straně se však významně posílila anonymita výrobních pracovníků vůči zákazníkům. Tato skutečnost musela být eliminována zavedením péče o jakost jako nedílné součásti řídicích a realizačních činností. (Veber, Hůlová, Plášková, 2010)

Subjektivně považuji tuto formulaci kvality (jakosti) za nejdůležitější. Obsahuje veškeré úhly pohledu, z jakých je možné na tento fenomén pohlížet. Klade velký důraz na pohled zákazníka, na to, jak předmět nebo službu vnímá on. To považuji za velmi podstatné, jelikož v konečném důsledku je to pouze zákazník (zákazníci), kdo rozhodne o kvalitách produktu, a tedy o jeho komerčním úspěchu. Konkrétní produkt může procházet průběžnými i finálními testy sebelépe, ale pokud to neocení, nebo dokonce nerozpozná zákazník, tento produkt nenaplnil očekávání kvality a není možné ho hodnotit jako kvalitní. Nicméně je zapotřebí nechávat stabilitu jako neměnný faktor. Což je logické, protože v dnešní době je očekáván trvalý nárůst kvality. Proto je dobré stabilitu kvality chápat v kontextu prostředí a konkurence, nikoli absolutně.

I naprosto zběžným pohledem ovšem spatřujeme největší nevýhodu výše uvedené definice. Je příliš dlouhá. Je vhodné, aby definice byla tak dlouhá nebo komplikovaná, aby si ji čtenář mohl alespoň rámcově uložit do paměti. Proto dále uvedu tři rozdílné definice, které svou délkou významně kontrastují s definicí předešlou. Následující pojetí kvality jsou každá dílem jednoho ze tří tzv. guruů kvality:

- „*Kvalita je shoda s požadavky.*“ (Crosby)
- „*Kvalita je způsobilost k užití.*“ (Juran)
- „*Kvalita je to, co za ni považuje zákazník.*“ (Feigenbaum) (Nenadál, 2018, str. 15)

Je patrné, že tyto citáty vstupují jako základní pilíře do definice kvality od Vebera, Hůlové a Pláškové, která je dále prohlubuje a upřesňuje. Což se jeví jako velmi užitečné, protože kupříkladu definice: „*Kvalita je způsobilost k užití*“ může být poněkud nepřesná pro případy, u nichž samotné naplnění požadavků k užití nutně neznamená kvalitu. Ovšem záleží na konkrétním úhlu pohledu konkrétní osoby. Proto se vůči této formulaci nevymezují komplexně, pouze podotýkám, že není všeobecně použitelná.

Konečně bych rád uvedl definici kvality tak, jak ji definuje mezinárodní organizace pro normalizaci ISO. Definici kvality uvedla poprvé již roku 1987, její podoba se v průběhu let několikrát změnila a takto zní současná verze: „*kvalita je stupeň splnění požadavků souborem inherentních charakteristik objektu*“ (ČSN EN ISO 9000:2016). Tato definice je sice dostatečně shrnující a je současně i velmi krátká, ale její podstatnou nevýhodou je jazyková komplikovanost, pro většinu lidí se jeví jako nesrozumitelná.

Pokud bych tedy mohl tuto definici upřesnit, zdůraznil bych, že *požadavky* chápeme jako potřeby a očekávání všech zainteresovaných stran, nejedná se tedy pouze o zákazníky, nýbrž o celé spektrum stakeholders. Pojem *inherentní* lze vysvětlit takto: znak pro daný objekt typický, do objektu přirozeně zakomponovaný. Např. u parfému je inherentním znakem vůně, u notebooků kapacita jejich pamětí apod. *Charakteristiky* pak považujeme za konkrétní znaky kvality nebo také vlastnosti a *objektem* je vždy konkrétní výrobek nebo služba, zjednodušeně produkt. (Nenadál, 2018)

## 3 MANAGEMENT KVALITY

### 3.1 Definice

Hledání definice managementu kvality bylo podobně náročné jako hledání definice kvality samotné. Použil jsem tedy opět normu ČSN EN ISO 9000: 2016, kde je uvedeno toto: „management s ohledem na kvalitu“ (ČSN EN ISO 9000: 2016). Tato formulace mi připadá velmi strohá, nicneříkající a zároveň příliš široce pojatá. O tuto definici se tedy nadále opírat nebudu. Podařilo se mi najít i citlivější definici tohoto pojmu, která obohacuje tu předchozí, znějící takto: „*Management jakosti jsou koordinované činnosti pro usměrňování a řízení organizace s ohledem na jakost.*“ (Kožišek, Stieberová, 2015, str. 13) Pod touto definicí už je možno si představit něco konkrétního, je dostatečně vyprofilovaná s ohledem na manažerskou činnost a lze ji dobře uchopit. Jako nejpřesnější ji ovšem neshledávám. Nejvýstižnější definici sestavil v roce 1993 Masao Umeda. Volný překlad této definice praví, že management kvality má za úkol zajistit nejvyšší možnou spokojenost zákazníků a zaručit co nejefektivněji jejich spokojenost. Dále se zmiňuje o tom, že management kvality musí nutně být součástí celopodnikového řízení. (Umeda, 1993) Takto formulovaný management kvality odhaluje skutečně vše, co je důležité. V první řadě to, že management kvality je právoplatnou a významnou součástí celopodnikového řízení. Současně klade důraz na pohled zákazníka, konkrétně na to, že kvalitu lze spatřovat v jeho spokojenosti a loajalitě. Z této definice jsou následně odvozovány 4 základní funkce moderního managementu kvality:

- a) maximalizovat spokojenost a loajalitu zákazníků (ale i dalších zainteresovaných stran),
- b) minimalizovat výdaje s tím spojené,
- c) kultivovat prostředí podněcující neustálé zlepšování, inovace a změny,
- d) vytvářet bázi pro excelenci organizací. (Nenadál, 2018)

### 3.2 Historie

Asi není příliš velkým překvapením, že veškeré současné tendence a přístupy ohledně managementu kvality nejsou pouze moderní záležitostí. V žádném případě nemůžeme

tedy management kvality považovat za něco, co se stalo „módním trendem“ poslední doby. Naopak, je to fenomén, který provází lidstvo již po staletí.

První písemné zmínky sahají až do starověkého babylonského království, kde tou dobou vládl známý král Chamurapi. Jeden z jeho zákonů (cca r. 1868 př. n. l.) obsahoval následující formulaci: „*Jestliže stavitel postavil někomu zeď a neudělal své dílo pevně a zeď spadne, tento stavitel pevně postaví tuto zeď ze svých vlastních prostředků.*“ (Nenadál, 2018, str. 20). Zde je patrný důraz na kvalitu provedeného díla včetně konkrétně definovaného postihu v případě nenaplnění požadavku kvality.

Podobných zmínek bychom mohli najít nespočet napříč postupným vývojem lidské historie, zejména ve starověkém Řecku, ale veškeré jejich prozkoumávání považuji za ne příliš přínosné pro tuto práci.

Proto se dále zmíním pouze o vývoji v posledních sto letech, kdy došlo k revolučním změnám v přístupu k managementu kvality produkce. Vše podstatné začalo v automobilových závodech H. Forda, kde došlo k průlomů v mechanizaci výroby a byly uplatňovány principy vědeckého řízení F. W. Taylora. Pracovník se specializoval jen na velmi úzký okruh činností, zároveň nebyl ani minimálně v kontaktu s koncovým odběratelem. Ti nejlepší pracovníci byli vybíráni jako techničtí kontroloři kvality, měli tedy zodpovědnost za kvalitu produkce daného úseku závodu. (Nenadál, 2018)

Postupem času (začátek 30. let) se globálně přešlo ke kontrole kvality pomocí prvních statistických aparátů (např. regulační diagram) dle předloh Shewarta a Rominga. Tento přístup pomyslně vygradoval po druhé světové válce v Japonsku, kde tyto přístupy našly nejširší uplatnění. V padesátých letech došlo v managementu kvality k rozvoji systémových přístupů. Hlavní zásluhy na tom měli pánové Deming a Juran, ale i další. Celý proces opět gradoval v Japonsku (přelom 60. a 70. let minulého století), kde se začalo využívat filozofie neboli koncepce TQM (Total Quality Management). Tato koncepce předznamenala nástup filozofií současné doby o excelenci organizace a učící se organizace. Zároveň se v Japonsku šedesátých let poprvé začal používat termín management kvality i v praxi. (Nenadál, 2018) (Janeček, 1997)

Závěrem bych zmínil ještě rok 1987. Tehdy byly poprvé kodifikovány univerzální nároky na systémy managementu kvality. Konkrétně se tak stalo v normách ISO řady 9000.



### 3.3 Principy

Principy managementu kvality je možné považovat za pravidla nebo také kréda, která by měla zahrnovat veškerý přístup k vedení podniku s ohledem na zvyšování výkonnosti a ekonomické prosperity. Tyto principy nezapomínají ani na to, že vedení podniku musí být v souladu se všemi zainteresovanými stranami. Díky tomu se s podobnými principy můžeme setkávat v mnohých modelech zaměřujících se na excelenci podniků.

Ve zkratce lze tedy říci, že principy managementu kvality jsou formulovány jako víry, hodnoty a především pravidla, které mají pomoci při rozvoji organizace ve vysoce konkurenčním prostředí 21. století. Porozumění těmto hodnotám a pravidlům považuji za klíčový aspekt činnosti soudobých managerů kvality, podobně jako pochopení toho, že jednotlivé principy jsou vzájemně provázané a je třeba je akceptovat celostně. Nelze si pouze vybírat takové, které se momentálně hodí a ostatní zanedbávat. Takový přístup by zcela jistě nevedl ke zvyšování prosperity podniku v dlouhodobém horizontu. Je nezbytné upozornit na to, že pochopení principů je sice klíčová, ale pouze první fáze na cestě ke zvyšování kvality. Další, neméně významnou fází je to, že se management, zaměstnanci, a tudíž i celá společnost podle těchto principů bude chovat navenek. Protože pouhé uvědomění si vlastních chyb a nedostatků beze změny přístupu a chování neposouvá podnik o nic blíže cíli.

Nenadál vypracoval velmi výstižný přehled principů managementu kvality pro 21. století, který znázorňuje následující tabulka:

Tab. č. 1: Principy managementu kvality

<b>Princip</b>	<b>Definice podstaty principu</b>
Dodávání hodnoty pro zákazníky	Dlouhodobější existence organizace bez zákazníků není možná. Proto by organizace měly svým zákazníkům trvale dodávat maximální hodnotu tím, že předávají, rozumí a naplňují jejich požadavky.
Vůdcovství	Trvalé zvyšování výkonnosti organizací je nemyslitelné bez vůdčích osobností, které svým chováním, postoji a jednáním garantují dlouhodobé směřování organizací a dosahování co nejlepších výsledků.
Zapojení lidí	Aktiva zaměstnanců a jejich tvořivost jsou klíčovým faktorem trvalého úspěchu organizací. Jen kompetentní a vhodně vedení zaměstnanci jsou schopni naplňovat i ty nejnáročnější záměry a vize.
Agilita	Současný i budoucí úspěch organizací na náročných trzích vyžaduje, aby jejich vedení bylo schopno pružně a také

	efektivně reagovat na všechny vnější i vnitřní příležitosti, hrozby i další podněty.
Procesní přístup	Je prokázáno, že organizace pracují mnohem efektivněji, pokud to, co dělají, chápou a řídí jako procesy.
Prevence	V jakékoli lidské činnosti, jakož i v činnostech organizací, je vždy mnohem efektivnější předcházet potenciálním problémům než řešit jejich následky.
Neustálé zlepšování a inovace	Neustálé zlepšování, inovace a rozvoj jsou základním předpokladem udržování a zvyšování výkonnosti organizací, včasného reagování na hrozby i rizika a eliminace dosavadních slabých stránek.
Rozhodování na základě faktů	Všichni pracovníci s pravomocemi o něčem rozhodovat by měli k objektivnímu rozhodování v maximální míře vyžadovat a uplatňovat analyzovaná data.
Rozvoj partnerství	V zájmu dosahování co nejvyšší výkonnosti mají organizace pečlivě identifikovat své partnery a rozvíjet s nimi vzájemně prospěšné vztahy.
Odpovědnost za udržitelnou budoucnost	Každá organizace nese svůj díl odpovědnosti za kvalitu života celé společnosti a vývoj ve svém okolí v blízké i vzdálenější budoucnosti.
Učení se	Znalosti lidí jsou dnes považovány za nejcennější kapitál, který mají organizace k dispozici.

Zdroj: vlastní zpracování dle (Nenadál, 2018)

### 3.4 Koncepte managementu kvality

Celosvětově bylo v průběhu desetiletí vypracováno mnoho přístupů a koncepcí, jak pozitivně ovlivňovat kvalitu v podniku. Rád bych uvedl tři nejpodstatnější koncepte. Jsou od sebe navzájem odlišné ve dvou ohledech. Prvním je míra komplexnosti užití a druhým je náročnost na veškeré zdroje a vědomosti potřebné pro aplikování příslušné koncepce. Mezi nimi existuje přímá úměra v tom smyslu, že čím je daná koncepce komplexnější, tím je náročnější na zdroje a znalosti.

První v pořadí je koncepce norem ISO, jedná se o soubor norem vydávaných Mezinárodní organizací pro normalizaci ([www.iso.org](http://www.iso.org)). Ustanovení ISO jsou nejméně náročná, s čímž souvisí i fakt, že jsou celosvětově nepoužívanější. Jejich velká obliba ovšem souvisí i s možností aplikace v téměř jakémkoli odvětví, jsou to nařízení tzv. generická. Konkrétně normy týkající se managementu kvality jsou zpravidla známé jako normy ISO ř. 9000. Tyto normy jsou rovněž vtěleny do českého systému norem (ČSN) a současně jsou přejímány pro potřeby Evropské unie, a tudíž se jedná i o evropské normy (EN). Tento proces sblížení norem není nic výjimečného, jedná se o standartní záležitost. Podobný trend můžeme sledovat u mnohých dalších norem a standardů (např. účetnictví).

Takový přístup usnadňuje organizacím podnikání na stále silněji se globalizujícím trhu. Pokud bych měl jmenovat, jedná se především o následující normy:

- ČSN EN ISO 9000:2016 – Systémy managementu kvality – Základy a slovník
- ČSN EN ISO 9001:2016 – Systémy managementu kvality – Požadavky
- ČSN EN ISO 9004:2009 – Řízení organizací k udržitelnému úspěchu – Přístup managementu kvality
- ČSN EN ISO 19011:2012 – Systémy managementu – Směrnice pro auditování systémů managementu
- Dále existuje ještě nadstavbová řada norem ISO 10000. Tato řada je speciálně utvořena k tomu, aby doplnila normy řady 9001 a obohatila je o to, jak nařízení této normy dodržovat. (Nenadál, 2018)

Na druhém místě zmiňuji koncepci odvětvových standardů. Tato koncepce se od norem ISO liší zejména tím, že její ustanovení nejsou ani v nejmenším případně generická. Touto cestou se odvětvové standardy snaží podchytit lokální odlišnosti a požadavky daného odvětví trhu (automobilový, letecký, telekomunikační, kolejová vozidla, farmaceutický). Nicméně je zapotřebí konstatovat, že odvětvové standardy respektují znění norem ISO a dále na něm staví své upřesňující požadavky. Proto jsou chápány jako všeobecně náročnější koncepce z pohledu zdrojů a znalostí potřebných ke splnění. Jako příklad uvedu standard IATF 16949, který upřesňuje nároky managementu kvality v automobilovém průmyslu nebo AS 9100, který je zaměřen na management kvality v průmyslu leteckém. (Nenadál, 2016) (Nenadál, 2018)

Jako poslední koncepce v mém výčtu figuruje TQM (Total Quality Management). Tato je ze všech tří zmíněných koncepcí tou nejnáročnější a nejkompexnější zároveň. TQM nedovoluje, na rozdíl od dvou předchozích koncepcí, aby se management kvality zužoval nebo zaměřoval jen na některé produkty nebo procesy podniku, jedná se tedy o zcela otevřený systém. Tento přístup považuje podnik za celek provázaný svými procesy a produkty, kde je tudíž vše ovlivněno vším. Proto je základní premisa taková, že kvalita se dotýká všech členů organizace a musí zasahovat do všech jejích částí. TQM díky tomu můžeme označit spíše za celopodnikovou filozofii, která může reálně nabýt konkrétních obrysů až momentem svého zapracování do podnikové kultury. Proto se v současném světě vyvinula celá řada modelů, jež souhrnně označujeme jako modely excelence

organizace. Podrobněji bych se na koncepci TQM zaměřil v nadcházející kapitole. (Frehr, 1995)

### 3.5 Total Quality Management

Koncepce TQM spatřila světlo světa na konci 60. nebo na začátku 70. let uplynulého století. Místem zrodu byla oblast Dálného východu, které tou dobou ekonomicky vévodilo Japonsko, jež zažívalo masivní restrukturalizaci celé země, včetně hospodářství, po druhé světové válce. TQM obsahoval ucelenou koncepci technik, metod a doporučení pro podnik usilující o určitý stupeň kvality.

Objasnit základní principy a účel TQM se pokusím v následujících řádcích poněkud podrobněji, nicméně Frehr přišel s následující velmi významnou a signifikantní formulací. „*Při podrobnějším zkoumání TQM zjistíme, že neobsahuje žádné revoluční nebo dosud neznámé prvky. Jedná se „pouze“ (!) o systematické a důsledné uplatňování několika metod v rámci podnikové struktury, jasně zaměřených na jakost a spokojenost zákazníků. Rozhodujícím motorem je zde přesvědčení a příkladné přijetí těchto metod managementem.*“ (Frehr, 1995, str. 1)

Ačkoli TQM je akronymem výhradně anglických slov, nemáme pro tento pojem žádný český ekvivalent. Důvodem je to, že všechna tři slova jsou natolik internacionální, že české synonymum se od anglického zvlášť neodlišuje. Přesto bych rád zdůraznil základní poslání každého ze tří slov. *Total* podtrhuje fakt, že se týká podniku jako celku. Do procesu musí být vtaženi všichni zaměstnanci i všechny procesy. Dopad musí být patrný u všech činností, výrobků i služeb. *Quality*, kvalita nebo také jakost. Její definicí jsem se zabýval v předešlých kapitolách. Nicméně stěžejní informace je ta, že se jedná o schopnost plnit požadavky předpokládané zákazníkem. *Management* apeluje na funkci řídicích pracovníků v celém procesu uskutečňování této koncepce. Oni jsou hlavní hnací silou tohoto procesu, který musí být od počátku prováděn aktivně.

Zde je výčet několika hlavních stavebních kamenů, které by měly umožnit fungování TQM. Jejich nastavení a vynucování ve vnitřním prostředí podniku by mělo být pevně v rukou managementu. Mezi zmíněné stavební kameny, na kterých se shoduje většina odborných publikací, patří například: vedení prostřednictvím cílů, orientace celého podniku na zákazníka, programy nulového počtu chyb, práce v procesech, zapojení všech zaměstnanců, pravidelné audity managementu. Tyto a mnohé další prvky umožní v podniku efektivní aplikaci TQM. Stále je však zapotřebí mít na paměti to, že veškeré

procesy musí být prováděny systematicky a v celopodnikové šíři. Nemělo by se zapomenout na provázanost uvnitř podniku a vše by mělo být podřízeno nepřetržitému navyšování jakosti, jelikož to je hlavní cíl snažení dle TQM. (Frehr, 1995) (Nenadál, 2018)

Profesor Borgward v jednom ze svých děl uvedl, že jakost začíná v hlavě. Je to velmi výstižný citát, který nás vede k hlavnímu předpokladu TQM. Pro potřeby podnikové praxe považujeme za „hlavu“ řídicí pracovníky firmy (zejména její TOP management). Jejich úkolem je kromě nastavení ideálních podmínek uvnitř firmy také dostat onu jakost do hlav všech ostatních zaměstnanců. S tím zároveň vzrůstají nároky na TOP management v dalších ohledech. Zejména je zapotřebí, aby podporoval veškeré procesy spojené s TQM uvnitř firmy, a neméně podstatné je, aby byl vzorem růstu jakosti skrze vlastní každodenní jednání a vystupování. Pokud nedojde k naplnění těchto závazků ze strany TOP managementu, pak nemohou být principy TQM efektivně prosazovány. Kromě výše zmíněného existuje celá řada doporučených a vyzkoušených příkladů toho, jak TQM aplikovat, jejich výčet ale není směrodatný pro tuto práci. (Frehr, 1995) (Nenadál, 2018)

TQM předpokládá naplňování nebo dokonce růst jakosti ve dvou oblastech podniku. Těmi je kvalita výrobků (produktů) a kvalita činností (procesů). Na těchto dvou aspektech je postavena výsledná kvalita podniku. Každý zákazník může vnímat obě oblasti různě intenzivně a přikládat jim různý význam. To je způsobeno tím, že oba prvky mohou vystupovat tak trochu samy za sebe. Neměli bychom je však oddělovat příliš striktně, k čemuž nabádá i jedno ze slov v názvu TQM – *total*. Vše je propojené, vše spolu souvisí, každý úsek je pouze fragmentem finálního obrazu, tedy v tomto případě kvality podniku. Právě kvalitu v konečném důsledku zákazník vnímá a na jejím základě vkládá nebo nekládá důvěru do příslušného podniku, pokud se rozhoduje o nákupu konkrétního výrobku nebo služby.

Jak se s oblibou uvádí, všechno „něco stojí“. Tedy i zajištění kvality v podniku s sebou nese vynaložení finančních prostředků – náklady. Frehr rozdělil tyto náklady vynaložené na dosažení jakosti do čtyř kategorií:

- *náklady na zabránění vzniku chyb*
- *náklady na zkoušení*
- *náklady na interní chyby*
- *náklady na externí chyby.* (Frehr, 1995, str. 14)

Pokud podnik důsledně aplikuje koncepci TQM, pak jeho náklady na jakost sestávají převážně z první a druhé kategorie, zbylé dvě pak jsou zastoupeny jen minimálně. V případě, že podnik není veden v souladu s TQM, majoritu jeho nákladů spojených s jakostí tvoří druhé dvě kategorie, tedy náklady na chyby interní/externí. Tyto dvě kategorie ovšem v absolutním srovnání velmi často převyšují náklady na prevenci nebo na zkoušení, a to velmi významně. Pokud vezmeme v potaz samotné kladné dopady na kvalitu podniku, pak můžeme tvrdit, že investice do TQM je velmi výhodná a návratná. Proto si dovoluji tvrdit, že nikoli kvalita, nýbrž nekvalita „něco stojí“.

## 4 KONTROLA

### 4.1 Kategorizace kontroly (regulace)

Pojmem statistická regulace je v praxi míněno řízení a sledování procesu výroby v rámci konkrétního podniku pomocí statistických metod. Cílem této regulace je zachování úrovně kvality na požadované úrovni, stanovené vedením podniku (managementem kvality). Hlavním účelem celé regulace je určení nebo odhalení vlivů systematického charakteru, jež by způsobovaly změny ve výrobním procesu, které by se poté projevovaly zhoršením jakosti finální produkce. Kontrola se provádí na malém počtu výrobků a řídí se přitom vnitřními předpisy firmy včetně intervalů měření, způsobů měření i způsobů zaznamenávání. Jedná se o nejvhodnější, ale i nejvýhodnější způsob mezioperační kontroly. Nezáleží na tom, zda je výroba sériová nebo hromadná. Ovšem nejvýznamnějším přínosem regulace procesů je to, že má preventivní ráz.

Jinou variantou mezioperační kontroly je kontrola namátková. Hlavním omezujícím faktorem namátkové kontroly je její nesoustavnost a mnohdy i její menší rozsah. Často není tak detailně rozpracovaný způsob jejího záznamu, což může, ale nemusí vést, k mírné neobjektivnosti kontrol. Faktor prevence zde figuruje rovněž.

Třetí možnou variantou regulace ve výrobním podniku je pooperační kontrola. Ta se liší zejména tím, že se nejedná o preventivní kontrolu. Jak již název napovídá, jedná se o kontrolu výrobků při výstupu z podniku. Ta konstatuje, jaká je kvalita konkrétní dávky po již provedené operaci (operacích). Jejím cílem tedy není odhalit zmetky ještě před tím, než se objeví. Spíše retrospektivně poukazuje na změnu kvalitativních faktorů produkce. Sleduje jejich růst/pokles, snaží se nalézt příčiny a zmapovat obraz produkce firmy.

Další možností, jak rozdělit jednotlivé varianty statistické regulace v rámci podniku, je dělit je podle způsobů a prostředků, kterými je kontrola prováděna. Sledovaný znak můžeme měřit, pak se jedná o regulaci měřením. Ta je možná u kvantitativních znaků vyjádřených spojitou veličinou. Nebo můžeme sledovaný znak konkrétního výrobku porovnávat (vůči dalším výrobkům nebo vůči etalonu), v tom případě hovoříme o regulaci srovnáváním. Znaky v této kategorii mají kvalitativní charakter a jsou vyjádřeny prostřednictvím diskretní veličiny. Veškeré zjišťování a získávání hodnot znaků jakosti je možné označit pojmem *kvalimetrie*. (Hůlová, Jarošová, 2007) (Janeček, 1997)

V rámci praktické části této práce se zaměřím na kooperční kontroly. Jelikož moje přítomnost ve výrobním nebo předvýrobním procesu není možná, budu se pohybovat pouze ve skladu výsledné produkce. Produkty budu vybírat zcela náhodným a namátkovým způsobem. Mé zkoumání bude obsahovat jak měření, konkrétně mocnost (výšku) produktu v milimetrech, tak srovnávání, kde budu hodnotit kvalitu povrchu produktu. Vše bude blíže popsáno v počátku praktické části této práce.

## 4.2 Hospodárnost kontroly

K problematice kontroly a následné regulace v podniku bych rád doplnil jednu konkrétní poučku týkající se hospodárnosti prováděné kontroly. Orgán podniku zodpovědný za kontrolu a popřípadě i regulaci by měl brát na zřetel, že náklady na provádění těchto činností by neměly nikdy překročit peněžní vyjádření kladných efektů, které tato kontrola (regulace) přinese. Řekl bych, že takto vyjádřená poučka o hospodárnosti kontroly (regulace) je v rozporu s filozofií TQM. Podle ní by měla firma usilovat o zvyšování kvality neustále a téměř za všech okolností. Jedná se vlastně o hlavní hnací motor firmy. Východisko z této situace vidím ve faktu, že pokud se podnik, a především jeho vedení, poctivě řídí principy TQM, pak je pro ně i sebemenší posun kvality směrem vzhůru velmi cenný, a tudíž investice do jejího vzrůstu by měly vždy převážet nad vloženými prostředky do kontroly (regulace).

## 4.3 Příčiny kolísání (variability)

Objektivně je možné činitele variability rozčlenit do dvou kategorií: náhodné a vymežitelné příčiny. (Hůlová, Jarošová, 2007) Příčiny z jedné i druhé kategorie mohou shodně způsobovat kolísání měřených hodnot výstupů. Rozlišování těchto dvou příčin je nedílnou součástí statistické regulace procesu. Tyto příčiny lze blíže popsat takto:

**Náhodné příčiny** mohou způsobit rozdíly mezi jednotlivými výstupy pouze v krátkém časovém období. Tj. možné chápat tak, že v dlouhém časovém období se výsledky ovlivněné náhodnými příčinami vzájemně „kompenzují“. Je tedy možné říci, že hodnoty výstupů pak vedou k normálnímu kolísání. Takové kolísání je pro proces vlastní a můžeme ho nazvat „inherentní“. Náhodných příčin může být velké množství, přičemž vstupují do každého jednoho procesu a jsou pro pozorovatele neidentifikovatelné. Ovšem každá taková příčina má jen malý účinek. Takto malý účinek by mnohdy ani nebyl



měřitelný. Pokud má být účinek (odchylka) měřitelný (a významný), musí se logicky jednat o součet více takových příčin. Pokud by na sledovaný proces působily pouze náhodné příčiny, bylo by takový proces možné jednoznačně popsat prostřednictvím normálního rozdělení. (Hůlová, Jarošová, 2007) (Česká společnost pro jakost, 2006)

**Vymezitelné (systematické) příčiny** jsou, jak název napovídá, na rozdíl od příčin náhodných identifikovatelné. Ona identifikovatelnost tkví v tom, že můžeme reálně odhalit jaký faktor nebo jaké faktory kolísání způsobují. Jedná se o kolísání, které není normální součástí výstupu, tedy o kolísání jiné než způsobené náhodnými příčinami. Možnost příčiny identifikovat by měla zákonitě směřovat k jejich aktivnímu hledání a následnému odstraňování. Jestliže by se toto nedělo, vlivem vymezitelných příčin by docházelo k naprosto neočekávatelným výkyvům. Proces by ztratil svou statistickou stabilitu a výstupy by postrádaly normální rozdělení. Je přitom nutné mít na paměti, že odchylky mohou být negativního i pozitivního charakteru a je zapotřebí sledovat obě dvě. Negativní odchylky usiluje každá společnost vymýtit ze své produkce. Ty pozitivní je důležité zaznamenat a najít jejich kořeny tak, aby se mohly stát běžnou součástí procesu. Vymezitelné příčiny mohou pocházet z mnoha zdrojů. Zde je základní výčet oblastí, které mohou být původci faktorů působících kolísání zejména ve výrobním procesu.

- **Obsluha** – zhoršený zdravotní stav, nedostačující dovednosti nebo kvalifikace, nadměrné zatížení nebo práce pod časovým nátlakem, nebo i monotónní pracovní úkony mohou být častou příčinou nestálých výsledků práce.
- **Materiál** – nesprávné nastavení množství nebo poměru složek pro výrobu nebo nedostatečná homogenita, což je, mimochodem, i častý původce problémů v podniku zvoleného pro praktickou část této práce (REPLAST PRODUKT, spol. s r.o.).
- **Stroj a zařízení** – nekvalitně, popřípadě příliš zřídka prováděná údržba konkrétního zařízení nebo nevhodné zacházení a manipulace se zařízením.
- **Metody** – nedodržování správných postupů jak z hlediska času, tak z hlediska souslednosti prováděných kroků.

- Prostředí – nevhodné klima na pracovišti, v tomto případě pojem klima můžeme chápat jako meteorologický (vlhkost, teplota) i jako psychologický (vztahy, napětí, emoce). Dalšími nepříznivými vlivy v prostředí může být vysoká prašnost, hlučnost nebo všeobecně nepořádek.
- Měření – nezajištění homogenních podmínek v průběhu měření, chybné zaznamenání naměřených výsledků, nedodržení správných technik, použití špatného měřicího zařízení, mylně provedené rozhodující výpočty. (Hůlová, Jarošová, 2007) (Česká společnost pro jakost, 2006)

## 5 STATISTICKÁ REGULACE PROCESU (SPC)

Často se můžeme setkat s označením SPC pro statistickou regulaci procesu, tato zkratka vychází z anglického pojmenování téhož, tedy Statistical Process Control.

### 5.1 Představení SPC

*„SPC je efektivní metoda tam, kde význam sledovaného znaku, resp. procesu vyžaduje dohled nad vývojem procesu v čase. Efektivní proto, že umožňuje nejen kontrolovat, ale i ovlivňovat procesy. Ovlivňovat v tom smyslu, že proces je podroben operativnímu řízení (control) do takové míry, že jsou dostatečně včas odhaleny změny v chování procesu, aby mohla být učiněna náprava dříve, než bude ohrožen zájem zákazníka. Uplatňuje se především při hromadné a velkosériové strojní výrobě, kde jinými metodami stěží dokážeme nastolit a udržet výrobní proces na požadované stabilní úrovni variability sledovaného znaku tak, aby byla zajištěna shoda výrobků se specifickými požadavky.“* (Hůlová, Jarošová, 2007, str. 8)

Celá podstata SPC je založena na tom, že jakýkoli proces, jehož výsledky jsou kvantifikovatelné, je procesem kolísajícím. Respektive výsledky (hodnoty) jsou rozkolísané, jinými slovy každý proces je charakteristický prostřednictvím výskytu svých odchylek od požadované hodnoty. Je tudíž zřejmé, že pokud by nějaký hypotetický proces neobsahoval odchylky, nemělo by cenu jej jakkoli regulovat ani sledovat. Pokud by tyto odchylky nebyly drženy pod důslednou kontrolou, mohlo by docházet k jejich stále větší variabilitě. To by mohlo ústít až ke konečnému zhoršení kvality produkce, což je faktor, který velmi intenzivně vnímá zákazník, zvláště pokud nadále neodpovídá jeho požadavkům. Nezáleží na tom, jestli se jedná o typ zákazníka interního nebo externího, přístup by měl být vždy stejný, měla by panovat maximální snaha o jeho naprosté uspokojení. Neuspokojený zákazník generuje pro firmu komplikace různého typu, které mají vždy vliv na finanční prospěch firmy (nárůst nákladů). (Tošenovský, Noskivičová, 2000)

Takto bych v úplnosti definoval základní motivy podniků, proč SPC zavádět. A proč se o kvalitu produkce, její monitorování a následnou regulaci procesů v podnikovém prostředí zajímat.

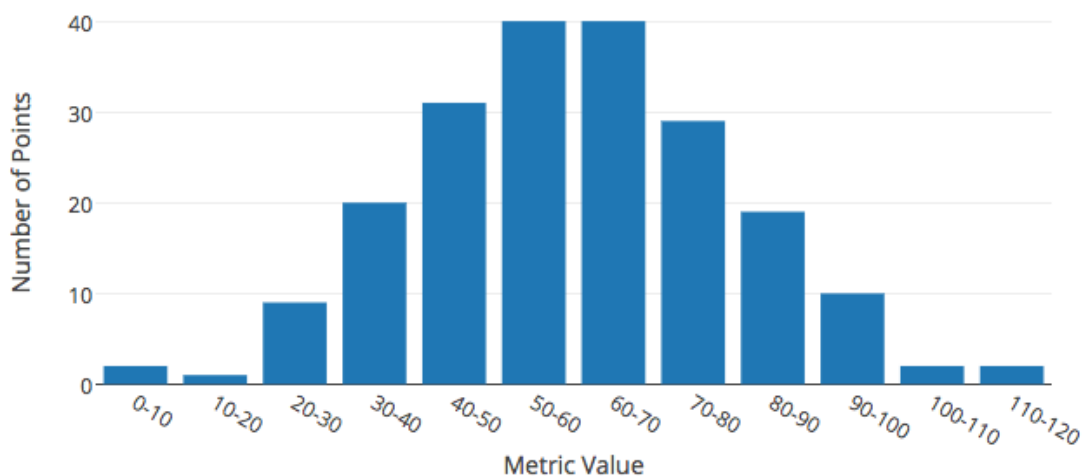
## 5.2 Grafické prostředky SPC

### 5.2.1 Histogram

Velmi užitečným nástrojem při třídění původních údajů (dat) může být histogram, zpravidla pokud soubor obsahuje 30 a více jednotek. Jedná se o grafickou reprezentaci dat, která jsou uspořádána do rovnoměrně rozvržených skupin neboli intervalů, intervaly obsahují všechny hodnoty a rovnoměrně na sebe navazují. Optimální počet intervalů lze určit například Sturgesovým pravidlem. Tato grafická metoda roztrídění získaných dat je vlastně modifikací sloupcového grafu. (Neubauer, Sedlačík, Kříž, 2012)

Výška jednotlivých sloupců udává absolutní četnost (může být i relativní) statistického znaku spadajícího do příslušného intervalu. Spojitost dat může být znázorněna dotykem sloupců. Absolutní četnost může, ale nemusí být, vyznačena na svislé ose. Na vodorovné ose se tedy nachází jednotlivé intervaly četnosti. Volba jejich šíře je většinou libovolná. Je současně potřeba vzít v potaz, že pokud má mít histogram požadované vypovídací schopnosti, nemůže být počet intervalů příliš nízký, méně než 6. A naopak, pokud by byl počet intervalů příliš vysoký, více než 20, způsobilo by to zbytečné rozdrobení dat a histogram by byl pro uživatele téměř nečitelný. V praxi se proto doporučuje volit tento počet od 6 do 20 intervalů. Záleží však na okolnostech, jaké množství je právě to vhodné. Histogram se určitě nesmí stát nepřehlednou směsí sloupců. Nutnou podmínkou je to, aby intervaly byly ekvidistantně rozdělené disjunktní množiny, nesmí se stát, že by jeden údaj náležel do dvou různých intervalů. (Kožíšek, Sieberová, 2015) (Janeček, 1997)

Obr. č. 1: Histogram



Zdroj: VMware, Inc., 2019

### 5.2.2 Regulační diagram

Jedná se o obvyklý a hlavní instrument statistické regulace. Prostřednictvím histogramu můžeme zjistit pouze to, jestli proces kolísá symetricky nebo to, jestli se může jednat o normálně rozdělený proces. Proto je tolik důležité použití regulačních diagramů statistické regulace procesu. Z velkého množství regulačních diagramů jsou nejčastěji využívány tzv. Shewhartovy regulační diagramy. (Tošenovský, Noskiewičová, 2000)

Walter Shewhart se jimi poprvé prezentoval již ve 20. letech předešlého století. Výhoda jeho diagramů tkví především v univerzalitě a robustnosti. Prostřednictvím těchto diagramů je možné odlišit regulované a neregulované kolísání. Neregulované kolísání je zapříčiněno vymezitelnými (zvláštními, systematickými) příčinami, na které by právě regulace měla cílit. (Tošenovský, Noskiewičová, 2000)

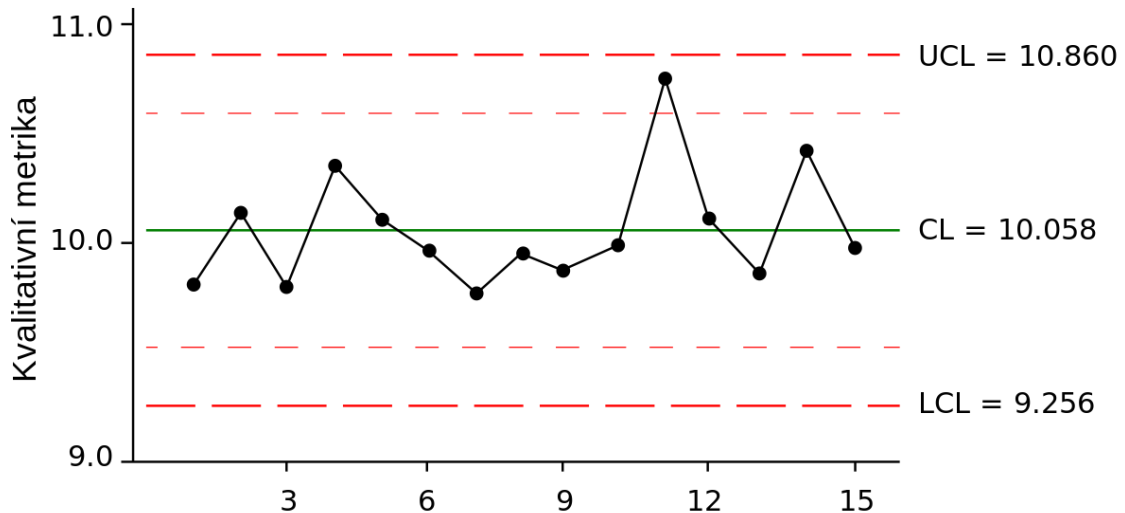
Kontrolující osoba do diagramu zaznamenává výsledky svých měření. Na vodorovné ose jsou postupně vynášena pořadí jednotlivých pozorování tak, jak šla v čase. Ve směru svislé osy jsou vynášeny hodnoty výběrového ukazatele (může se jednat i o více než jeden ukazatel). Další náležitosti regulačního diagramu v praxi bývají uvedeny v rámci stejného formuláře/karty, ale nejsou součástí samotného grafu. Může jimi být například: adresa závodu, číslo výrobního zařízení, název a číslo výrobku, regulovaný znak jakosti nebo datum a čas regulace.

Ve valné většině regulačních diagramů nalezneme střední hodnotu – CL = central line. Každý regulační diagram musí obsahovat regulační meze. Ty se do grafu vynášejí formou vodorovných přímek. Regulační meze dělíme na horní (UCL = upper control line/limit) a dolní (LCL = lower control line/limit). Pokud by na regulovaný proces působily pouze náhodné příčiny, ležely by všechny hodnoty grafu uvnitř regulačních mezí. V jednom grafu jsou zpravidla uvedeny obě. Nemusí tomu tak ale být vždy, v některých případech požaduje podnik pouze sledování toho, jestli se sledovaný výběrový ukazatel nevychyluje nad, respektive pod onu regulační mez. Většinou je ale cílem, aby se výběrový ukazatel pohyboval v rámci mezí tzv. „v mantinelech“. (Reif, 2000)

Regulační meze mohou být, ale většinou nejsou, shodné s technickými normami výrobku. Jak výstižně uvádí Kožíšek a Stieberová. „Regulační meze nejsou technickým předpisem a jsou srovnatelné s dolním a horním tolerančním rozměrem pouze v tom případě, že jde o regulaci jednotlivých hodnot. Regulační meze poskytují tedy určité kritérium pro

posouzení stability výrobního procesu.“ (Kožíšek, Stieberová, 2015, str. 91) Následující obrázek je názornou ukázkou regulačního diagramu.

Obr. č. 2: Regulační diagram



Zdroj: Wikipedie, 2011

*„Schopnost určit hodnoty vně regulačních mezí, které signalizují výskyt zvláštních příčin, je dána regulačním diagramům zakreslením regulačních mezí vypočtených pomocí rozdělení výběrové charakteristiky. V žádném případě nesmí být pro analýzu a regulaci procesu místo platných regulačních mezí použity mezní hodnoty dané specifikací.“* (Česká společnost pro jakost, 2006, str. 48)

Zejména poslední věta této poučky je velmi významná. Diagram, který by měl meze stanovené shodně jako limity technické specifikace by nikdy nemohl zcela splnit svůj účel. Shewhartových diagramů existuje více druhů, označujeme je podle názvů charakteristik, které jsou z naměřených dat spočítané. Díky normálnímu rozdělení, které je charakterizováno jak polohou (střední hodnota), tak variabilitou (směrodatná odchylka), mohou být v praxi tyto regulační diagramy používány v párech. (Tošenovský, Noskievičová, 2000) S ohledem na praktické možnosti sběru dat ve firmě REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. budu využívat diagramy pro individuální hodnoty a klouzavá rozpětí. Následující popis se proto zaměří na tuto možnost statistické regulace procesu.

### 5.2.3 Regulační diagram pro individuální hodnoty a klouzavá rozpětí

Tento způsob sestavení regulačního diagramu nachází své uplatnění v takových procesech, v nichž je velmi obtížné, nebo dokonce nemožné tvořit logické podskupiny sledovaných objektů. Toto je i přesný případ podniku REPLAST PRODUKT, spol. s r.o.

Stanovit výrobní dávky, které by byly vnitřně provázány konkrétní spojitostí zde není možné. Vzhledem k tomu, že diagram vychází z individuálních hodnot, neklade si takové nároky na celkovou normalitu dat. Aby získané výsledky byly platné a byla prokázána stabilita, je zapotřebí obstarat alespoň 50, lépe 100 měření podle (Hůlová, Jarošová, 2007).

Měření zajistí pouze izolované individuální hodnoty, pokud neexistují podskupiny, nemůžeme v těchto skupinách sledovat střední hodnotu ani variabilitu. Výsledný digram bude obsahovat pouze jednotlivé hodnoty, a právě rozdíl mezi dvěma po sobě jdoucími hodnotami je ono hledané klouzavé rozpětí, které značíme MR (z angl. moving range). MR vždy stanovujeme jako absolutní hodnotu rozdílu dvou hodnot. Přičemž  $n$  náleží intervalu 2 až nekonečno. (Hůlová, Jarošová, 2007) (Tošenovský, Noskiewičová, 2000)

$$MR_n = |x_n - x_{n-1}| \quad (1)$$

kde:  $x_n$  ... konkrétní zjištěná hodnota  $n$ -tého měření

$x_{n-1}$  ... konkrétní zjištěná hodnota předchozího ( $n$  minus prvního) měření

Centrální přímká je v tomto případě rovna aritmetickému průměru z naměřených hodnot podle rovnice (2). Pro určení regulačních mezí ve vzorci (3) se využívá průměrné hodnoty MR stejně tak, jako je nutné použít aritmetický průměr ze všech naměřených hodnot. (Hůlová, Jarošová, 2007)

$$CL_X = \bar{X} \quad (2)$$

$$LCL_X, UCL_X = \bar{X} \pm \overline{MR} * 2,659 \quad (3)$$

kde:  $\bar{X}$  ... aritmetický průměr naměřených hodnot

$\overline{MR}$  ... aritmetický průměr klouzavých rozpětí

Hodnota 2,659 je konstantou pro tento způsob výpočtu regulačních mezí, která předpokládá rozsah podskupiny roven 2, jelikož poměruje vždy jen dvě sousední hodnoty.

## 6 ZPŮSOBILOST PROCESU

*„Způsobilost procesu je pojem vyjádření schopnosti (capability) procesu pracovat s určitou přesností. Informace o způsobilosti procesu má význam zejména pro zákazníka – je to informace o tom, s jakou přesností může počítat do budoucna.“* (Hůlová, Jarošová, 2007, str. 33)

### 6.1 Úvod do způsobilosti procesu

Posuzovat způsobilost výrobního procesu má smysl hned z několika důvodů. Jedním je z nich fakt, že pokud není proces způsobilý (stabilní), není statisticky zvládnutý, a tudíž není možné usilovat o statistickou regulaci procesu. Proto je důležité v první řadě zajistit způsobilost procesu například tím, že odstraníme vymezené příčiny a přijmeme taková opatření, aby se nemohly v procesu opakovat. (Tošenovský, Noskiewičová, 2000)

Dalším důvodem může být impuls ze strany zákazníka. Pro něj je způsobilost procesu významnou hodnotou. Zákazníka zajímá, jakou přesnost může očekávat při svém (opakovaném) nákupu. Každý podnik usiluje o naplnění potřeb a požadavků zákazníka, v případě požadavků na přesnost tomu není jinak. Navíc je třeba mít na paměti, že přesnost nemusí být očekávána pouze ze strany zákazníka, nýbrž i ze stran technických předpisů nebo norem.

Vzhledem k tomu, že finální soud o způsobilosti můžeme vyřknout pouze u statisticky stabilního procesu, přesnost je vyjadřována pomocí ukazatele inherentní variability  $6\sigma$ . Inherentní kolísání je takové kolísání, které je číneho prostřednictvím pouze náhodných příčin. (Hůlová, Jarošová, 2007)

Velmi často se předpokládá normální rozdělení hodnot produkce. Takový požadavek opět klade nároky na odstranění vymezených příčin variability z procesu. Jak již bylo zmíněno dříve, proces, který bude obsahovat pouze náhodné příčiny variability, bude z hlediska hodnot výstupů prezentován normálním rozdělením.

### 6.2 Indexy způsobilosti

#### 6.2.1 Index $C_p$

Je zřejmé, že rozsah stanovený technickými specifikacemi neboli „požadované“ rozmezí kolísání, může nabývat různých poměrů vůči rozsahu  $6\sigma$  neboli „skutečnému“ rozmezí kolísání. Zpravidla může dojít na tři různé scénáře podle vztahu mezi těmito rozpětími:



1. skutečné > požadované
2. skutečné = požadované
3. skutečné < požadované.

Výše zmíněné situace je možné vyjádřit číselně. Konkrétně toto číselné vyjádření bude představovat poměr skutečného kolísání vůči požadovanému rozmezí. Právě za tímto účelem se používají indexy způsobilosti, přičemž nejběžnějším z nich je index  $C_p$ . Pro jeho určení se využívá následujícího vzorce podle (Hůlová, Jarošová, 2007):

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{T}{6\sigma} \quad (4)$$

kde:  $USL$  ... horní mez technické specifikace (upper specification limit)

$LSL$  ... dolní mez technické specifikace (lower specification limit)

$T$  ... toleranční pole

$\sigma$  ... vypočítaná hodnota směrodatné odchyly

Výsledné hodnoty  $C_p$  budou korespondovat se třemi dříve uvedenými scénáři. Proto i výsledné hodnoty  $C_p$  můžeme rozdělit do tří jednoznačně definovaných skupin podle (Hůlová, Jarošová, 2007):

1.  $C_p < 1$
2.  $C_p = 1$

Ani v jednom z těchto dvou případů nelze hodnotit výrobní proces jako vyhovující. Jinými slovy, oba případy hodnotíme jako *nezpůsobilé*. Podnik by v tomto případě měl provést některé z následujících opatření: kontrolovat větší množství výstupů (ideálně 100%), to povede k minimalizaci případných nedokonalostí v pozorování a snížení vlivu odlehlých pozorování, tedy vytřídění neshodných jednotek; další variantou je nalezení takového zákazníka (odběratele), kterému bude lépe vyhovovat způsobilost tohoto procesu (širší rozmezí specifikací); nejlepším způsobem je zkvalitnit výrobní proces pomocí změn, které způsobí nižší kolísání (variabilitu).

3.  $C_p > 1$

Tento výsledek vyhlíží o poznání optimističtěji pro podnik, signalizuje totiž, že v procesu se vyskytuje různě velká rezerva mezi skutečným a požadovaným rozmezím kolísání.

Velikost této rezervy je ovšem podstatným aspektem. Standardně se v provozech požaduje rezerva velikosti  $2\sigma$ . Jinak řečeno, poměr požadovaného a skutečného rozmezí je  $8\sigma$  ku  $6\sigma$  (4 ku 3). V takovém případě by pak podíl ( $C_p$ ) byl roven 1,333, což je hraniční hodnota, která tuto variantu podrobněji rozděluje do dvou následujících směrů. (Reif, 2000) (Hůlová, Jarošová, 2007)

$$a) \quad 1 < C_p < 1,333$$

Proces s hodnotou indexu náležící tomuto intervalu se označuje jako *proces podmíněně způsobilý*.

$$b) \quad C_p \geq 1,333$$

Proces s hodnotou indexu větší nebo rovnou hodnotě 1,333 je v běžné praxi považován za *proces zcela způsobilý*.

Pokud je index  $C_p$  roven hodnotě 1,333 pak lze očekávat pravděpodobný podíl nevhodných produktů 64 z milionu kusů, tj. pravděpodobnost 0,000064. (Hůlová, Jarošová, 2007)

### 6.2.2 Capability Ratio (CR)

Anglický výraz capability je synonymem pro schopnost nebo způsobilost. Slovní spojení capability ratio je pak možné přeložit kupříkladu jako poměr způsobilosti. Jeho využití je vhodné v takových případech, kdy je vyžadována srozumitelnější interpretace nebo názornější pochopení indexu  $C_p$ . (Hůlová, Jarošová, 2007) Při znalosti indexu  $C_p$  je použití capability ratio velmi jednoduché, jedná se totiž o převrácenou hodnotu indexu  $C_p$ , což je možno zapsat takto:

$$CR = \frac{6\sigma}{USL - LSL} * 100 \quad (5)$$

kde:  $USL$  ... horní mez technické specifikace

$LSL$  ... dolní mez technické specifikace

$\sigma$  ... vypočítaná hodnota směrodatné odchylky

Takto formulovaný vzorec, který obsahuje násobení stem, vede k vyjádření capability ratio v procentech. Můžeme ho interpretovat jako podíl využití specifikací. Hodnoty větší nebo rovné 100 % pak představují nezpůsobilý proces. Analogicky s indexem  $C_p$  výsledky, které nabydou hodnot menších než 100 % budou rozlišovány opět dva druhy

procesů: podmíněně způsobilý a způsobilý. Hraniční hodnota v tomto případě leží na 75 %. Logicky tedy CR v intervalu od 75 % do 100 % poukazuje na podmíněnou způsobilost procesu. Ovšem shodně lze tvrdit, že hodnoty menší než 100 % se vyznačují nenulovou „bezpečnostní rezervou“, která je rovna  $100 - CR$ , jak definuje (Hůlová, Jarošová, 2007).

### 6.2.3 Index $C_{pk}$

Index  $C_{pk}$  zohledňuje i polohu procesu vzhledem k požadavkům, což jej odlišuje od  $C_p$ . V případě  $C_p$  lze dojít k velmi uspokojivým hodnotám. Ty zobrazují přesnost procesu, ale neberou ohled na to, jak si takový proces stojí v kontextu zadaných požadavků. Jinak řečeno, obstojného výsledku za pomoci  $C_p$  lze dosáhnout i u procesu, jehož výstupy jsou lokalizovány mimo požadavky. To je důvodem, proč je vhodné konstruovat index  $C_{pk}$ , jehož součástí je i charakteristika polohy (nejčastěji aritmetický průměr). Ve výpočtu pak odhadnutá charakteristika polohy slouží k určení toho, jak daleko se nachází od technické specifikace (meze). Jelikož meze jsou zpravidla stanoveny dvě (horní a dolní), má tento postup dva dílčí výsledky. Konkrétně hledáme CPU (process capability based on the upper specification limit) tedy způsobilost procesu vzhledem k horní specifikační mezi (6) a CPL analogicky zde vystupuje dolní specifikační mez (7). Finální hodnota indexu  $C_{pk}$  je představována minimem z oněch dílčích výsledků, tento fakt je shrnut vzorcem (8). (Hůlová, Jarošová, 2007)

$$CPU = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} \quad (6)$$

$$CPL = \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma} \quad (7)$$

$$C_{pk} = \text{Min} \{CPU, CPL\} \quad (8)$$

kde:  $USL$  ... horní mez technické specifikace

$LSL$  ... dolní mez technické specifikace

$\bar{X}$  ... aritmetický průměr naměřených hodnot

$\sigma$  ... vypočítaná hodnota směrodatné odchylky

Pokud se stane, že hodnoty CPU a CPL se liší, a my tedy vybereme za  $C_{pk}$  menší hodnotu, získáváme zcela zásadní informaci o poloze procesu. A to konkrétně, že takový proces leží částečně mimo technické specifikace, že není ideálně vycentrován. Pokud by byly

hodnoty CPU a CPL rovny, znamenalo by to, že proces se nachází přesně v polovině mezi USL a LSL, a je tedy dokonale vycentrován. V praxi se s takovým případem téměř není možné setkat.

Použití indexu  $C_{pk}$  je nanejvýš vhodné rovněž v případech, kdy je stanoven pouze jeden limit technické specifikace (horní nebo dolní), nebo v případech, kdy stanovení druhého limitu je zcela bezpředmětné. Potom není možné stanovit rozdíl  $USL - LSL$ . Takové případy je možno označit jako procesy s jednostrannou specifikací. Index  $C_{pk}$  sestrojíme následovně:

- pakliže známe horní technickou mez:

$$CPU = \frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} \quad (9)$$

kde:  $USL$  ... horní mez technické specifikace

$\bar{X}$  ... aritmetický průměr naměřených hodnot

$\sigma$  ... vypočítaná hodnota směrodatné odchylky

- pakliže známe dolní technickou mez:

$$CPL = \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma} \quad (10)$$

kde:  $LSL$  ... dolní mez technické specifikace

$\bar{X}$  ... aritmetický průměr naměřených hodnot

$\sigma$  ... vypočítaná hodnota směrodatné odchylky

#### 6.2.4 Shrnutí indexů způsobilosti

- Index  $C_p$  nám dává informace ohledně toho, s jakou přesností je konkrétní proces schopný pracovat, lze též použít označení jaká je „potenciální způsobilost“ procesu.
- Index  $C_{pk}$  poskytuje informaci o tom, jaká je současná způsobilost procesu. Jeho výpočet zvažuje i charakteristiky polohy, z toho plyne, že index  $C_{pk}$  obsahuje i informaci o poloze (umístění) procesu v rámci vytýčených specifikací.

- Hodnoty obou indexů je vhodné srovnat. Stane-li se, že jsou obě hodnoty stejné, je tím potvrzena informace o vycentrování procesu vzhledem ke specifikacím. Pokud budou hodnoty indexů rozdílné ( $C_p$  je větší než  $C_{pk}$ , opačná varianta není možná), potom proces není vystředěn a z rozdílu hodnot indexů je možné zhruba určit, kolik do ideálního stavu schází.
- Capability ratio je převrácenou hodnotou indexu  $C_p$ . Při procentním vyjádření se stává srozumitelnějším a lépe uchopitelným ukazatelem než index  $C_p$ . (Hůlová, Jarošová, 2007)

## **7 REPLAST PRODUKT, SPOL. S R.O.**

### **7.1 Představení firmy**

Firma REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. sídlí na adrese Ke Karlovu 1099/21, 301 00 Plzeň. Vznikla zapsáním do Obchodního rejstříku u Krajského soudu v Plzni roku 1993 pod spisovou značkou: C12469. IČO společnosti je: 25245945. Majitelem a jednatelem společnosti v jedné osobě je Ing. Zdeněk Blažek, hlavní činností společnosti je výroba a prodej výrobků z recyklovaného PVC. Firma dále zaměstnává zhruba dalších 50 zaměstnanců, z nichž je valná většina operátorů výroby a pracovníků kompletace. Dalšími zaměstnanci jsou účetní a administrativní pracovníce, pracovníci kanceláře řízení výroby, zaměstnanci údržby, a řidiči nákladních vozů. Další pracovní síla je případně nájímána formou dohod o pracovní činnosti, většinou se jedná o sezónní práce. (Replast s.r.o, 2019b)

### **7.2 Portfolio firmy**

V současné době obsahuje portfolio společnosti téměř sto druhů výrobků, hlavními z nich, z hlediska finančního obratu, jsou podlahové desky a podstavce dopravního značení. Společnost vyrábí podlahové desky různých velikostí, mocností, spojů a povrchového zpracování. Podlahové desky mají široké spektrum využití od budov zemědělské produkce po nezastřešená prostranství na kulturních událostech (sportovní akce, koncerty, výstavy apod.) Ročně se pro jejich výrobu spotřebuje nejvíce tun vstupní suroviny, rovněž přináší do firmy největší procento obratu i zisku. Jedná se o výrobky, které společnost vyvážá do celého světa. Ve všech výše zmíněných kategoriích Deska zátěžová vždy zaujímá první místo. Právě výrobek nazvaný Deska zátěžová bude předmětem mého bližšího měření a zkoumání v této práci. Volně lze do kategorie podlahových desek přidružit i desky pontonové, což je produkt rozšířený, který vychází právě z podlahových desek, ale vyniká vyšší odolností a pevností. (Replast s.r.o, 2019d)

Další významnou skupinou produktů jsou komponenty dopravního značení. S nimi se velmi často setkáváme na dopravních komunikacích všech tříd, a to nejen v České republice. Do této kategorie spadají podstavce dopravního značení různých velikostí, s nimiž je možné se setkat zejména při uzavírkách, objížděnkách a pracích na silnici. V této kategorii nalezneme rovněž u řidičů velmi nepopulární zpomalovací pruhy a vodící pruhy, využívané zejména na parkovištích. (Replast s.r.o, 2019c)

Ostatní produkci tvoří kabelové tunely, respektive kabelové mosty, které slouží k ochraně kabelů elektrického vedení uložených na stálo (pod zemí), respektive položených dočasně (nadzemně), např. na kulturních událostech. A za zmínku stojí ještě kupříkladu kanalizační poklopy a podkládací kostky. Další produkty firma REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. vyrábí jen v opravdu minimálním množství, a to pouze, jsou-li objednány nebo jsou to doplňkové produkty k výše zmíněným položkám. (Replast s.r.o, 2019c)

Všechny výrobky jsou vyrobeny ze 100 % recyklovaného PVC (polyvinylchlorid). To znamená, že jejich fyzikální i chemické vlastnosti jsou shodné právě s polyvinylchloridem. Ačkoli se to nemusí jevit na první pohled jako zřejmé, ať už vzhledem k nízkému počtu zaměstnanců nebo vzhledem k tomu, že podnik si ponechává vizáž i zvyklosti rodinného podniku, REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. je *největším světovým zpracovatelem recyklovaného PVC* podle (Replast s.r.o, 2019c). To lze v dnešní době recyklování, enviromentální zodpovědnosti a ekologického myšlení považovat za vskutku úctyhodné prvenství.

## 7.3 Popis výrobního procesu

### 7.3.1 Získávání recyklovaného PVC

Firma REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. se nezabývá získáváním nerecyklovaného PVC ani jeho zpracováním. Toto je náplň činnosti firmy RECYKLO, spol. s r.o., která je sesterskou firmou v rámci holdingu REPLAST HOLDING, spol. s r.o. Tato společnost zajišťuje vstupní materiál, který na příslušných zařízeních drtí na drobné částičky o rozměrech do 4 mm. Tato drť pochopitelně obsahuje i zbytky elektricky vodivých kovů, kterých je třeba se zbavit. To je zajištěno elektrostatickou metodou, díky níž je možné kovy odtěžit a zpeněžit u dalších zpracovatelů. Veškerý zbylý materiál je vhodnou vstupní surovinou pro výrobu ve firmě REPLAST PRODUKT, spol. s r.o., proto může být v nezměněném stavu do výroby v REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. transportován prostřednictvím interní kamionové dopravy. Firma REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. vyplácí 2,50 Kč za kilogram nakoupené vstupní suroviny firmě RECYKLO, spol. s r.o.

### 7.3.2 Zpracování granulátu PVC

Připravený granulát, který je skladován ve velkém objemu v REPLAST PRODUKT, spol. s r.o., se za použití nakladače po částech přemísťuje do násypky. Od tohoto momentu je zapotřebí popis výrobního procesu rozdělit na dva odlišné postupy. Při prvním, klasickém

postupu je surovina upravena v extruderu a následně lisována. Druhý postup umožňuje sloučit obě činnosti v jednu do automatické vstřikovací linky.

### 7.3.3 Klasická metoda (ruční)

Při první (klasické) metodě je využíváno zejména technologie lisování a vytlačování. V tomto procesu je materiál z násypky dopravován šnekovými dopravníky do speciálních extruderů, kde dochází ke stlačení a následnému ohřátí materiálu. Na samotném konci extruderu se nachází již prolnutá, spojená, těstovitá směs o teplotě od 150° do 180° Celsia. Plastifikovaná směs opouští extruder vytlačovací hlavou. Tuto vycházející hmotu již výrobní dělníci zachycují do ocelových van, které jsou umístěny přímo pod výstupem z extruderu a leží na digitální váze (Obr. č. 12). Díky váze je dělník schopen odvážit přesné množství pro daný výrobek, jelikož každý výrobek firmy má jinou hmotnost. Vhodně odvážené množství materiálu dělník přesouvá k příslušnému lisu, v němž se nachází forma výrobku, pro kterou provedl navážku. Forma lisu se skládá ze dvou dílů. Spodní díl (tvárnice) je umístěn na lisovacím stole a je nepohyblivý. Horní díl (tvárník) je připevněn k beranu lisu, a tudíž tvoří pohyblivou část. Navážku obsluha vloží do dutiny formy a spustí beran (Obr. č. 13). Každý výrobek má jinou dobu a tlak lisování. Po čas lisování nejen, že je na výrobek vyvíjen tlak, který spojuje jednotlivé částice původního granulátu zpět k sobě, ale každá forma je současně chlazena vodním chlazením (cca 10° až 12° Celsia), které výrazně urychluje tuhnutí výrobku. Nicméně po dokončení lisování je zapotřebí výrobek vyjmout z formy, posoudit, zdali splňuje kvalitativní požadavky a v některých případech ručně dohotovit, což může obnášet například: oříznutí drobných přelisků (Obr. č. 14), vykrojení úchopů nebo dalších otvorů, zašroubování protiskluzových špuntů nebo ocelových vyztužení. Takto dohotovené výrobky stále nejsou naprosto vychladlé. K finálnímu vychladnutí, a tedy i ztuhnutí dojde až na paletě umístěné ve skladovacích prostorách, přičemž mnohdy se tato doba pohybuje i v řádu několika hodin.

### 7.3.4 Metoda vstřikování

Jak již název napovídá, automatická vstřikovací linka (Obr. č. 15) pracuje zcela samostatně a pro tvorbu výrobků využívá technologie vstřikování. Při této metodě výroby začíná výrobní proces rovněž v násypce. Dopravník vede materiál až do části automatické linky, kde dojde k přeměně na homogenní taveninu. Tavenina pokračuje do zásobníku, stroj sám je schopen odměřit přesné množství taveniny a tu pak vstříknout do uzavírací



jednotky, formy. Tavenina je do formy vstřikována pod vysokým tlakem v horizontálním směru, to je výhodné zejména z toho důvodu, že po vychladnutí a po otevření vertikálně uložené formy vypadne výrobek sám vlivem gravitace. Úkol obsluhy je v tomto procesu následující: po vypadnutí výrobku zhodnotit, jestli daný výrobek není zmetkem (Obr. č. 16), pokud je v pořádku, odříznout zbytek po vstřikování a přemístit výrobek na paletu.

Pokud je paleta naplněna, stahuje se páskami a je odvezena paletovým vozíkem na prostranství kolem výrobní haly, kde je skladována (Obr. č. 17) až do své expedice.

#### **7.4 Deska zátěžová**

Důvod výběru tohoto produktu jsem již zmínil výše. Nicméně zopakuji, že tento výrobek je nejprodávanějším kusem z celé produkce. Ročně se pro jeho výrobu spotřebuje největší množství vstupní suroviny. Jeho podíl na obratu celé firmy je nejvyšší ze všech výrobků. S tím souvisí i to, že výrobek se vyrábí téměř nepřetržitě celý rok. Poptávka po něm je tedy velmi stabilní (mírně rostoucí) a zákazníci samozřejmě očekávají adekvátní kvalitu, obzvláště pokud se jedná o opakované kupce.

Technické parametry produktu podle (Replast s.r.o, 2019a):

- Plocha/nášlapná plocha[mm]: 1200×800/1160×760
- Výška (= mocnost) [mm]: 43
- Hmotnost [kg]: 32
- Interní označení: 102

Tento produkt, stejně jako mnoho dalších z portfolia firmy REPLAST PRODUKT, spol. s r.o., vyniká mnoha specifickými vlastnostmi. Konkrétně: výborná tepelná izolace, vysoká protiskluznost, chemická stálost, nesnadná hořlavost, rychlá montáž a demontáž a snadná údržba. Deska zátěžová je konstruována tak, aby unesla zátěž až 3,3 tuny na 1 dm<sup>2</sup>. Nabízí se tedy nejrůznější využití, jako například do garáží těžké techniky, zemědělských prostor nebo na sportovní a kulturní události. (Replast s.r.o, 2019a)

## 8 EMPIRICKÝ VÝZKUM

### 8.1 Sběr dat

#### 8.1.1 Měření

Měření výšky (mocnosti) jsem prováděl ve skladovacích prostorech firmy, které se nachází na volném prostranství vedle výrobní haly. Vzhledem k tomu, že skladové prostory podléhají veškerým klimatickým podmínkám, snažil jsem se vybírat takové jarní dny, ve kterých se teplota ve stínu pohybovala kolem 10° Celsia a nevyskytovaly se přeháňky. Konkrétně se jednalo o dny v rozmezí od 22.2. do 13.3. tohoto roku. Zhruba stejné klimatické podmínky by vzhledem k tepelné roztažnosti produktů měly zajistit konzistentnost jednotlivých měření. Měřil jsem pomocí digitálního posuvného měřítka značky Mitutoyo (Obr. č. 18). Zařízení je řádně kalibrováno kalibrační laboratoří UNIMETRA. Poslední řádná kalibrace byla provedena k datu 21. ledna 2019 (Obr. č. 19). Z měření jsem vylučoval takové palety, které opustily výrobní halu v posledních 24 hodinách, neboť desky na nich uložené nejsou ještě řádně vychladlé. Důvodem byla snaha vyhnout se vyšším hodnotám, než jaká je realita. Kusy přípustné k měření jsem volil zcela náhodně bez ohledu na to, na jaké jsou paletě a kde se na paletě nachází. Snažil jsem se pouze o to, abych nevybral kusy ležící na paletě příliš blízko sebe (do 5 ks), jelikož u nich je velká pravděpodobnost, že je vyráběl tentýž dělník. Tím by soubor dat mohl být zkreslen. Zároveň jsem se snažil střídat i bod ve kterém jsem mocnost měřil, povětšinou to byl jeden ze čtyř rohů desky (Obr. č. 20). Všechny výsledky jsou naměřeny s přesností na dvě desetinná místa milimetru, tedy na desítky mikrometrů. Získané hodnoty jsem zapsal do tabulky v MS Excel.

#### 8.1.2 Srovnávání

Jelikož veškerá produkce pochází z recyklovaného PVC, je zapotřebí drt polymeru zpětně zasítovat prostřednictvím tepla a tlaku. Vzhledem k tomu, že tento proces se nedaří provést dokonale, může při chladnutí produktu docházet ke změnám povrchových vlastností. Konkrétně povrch se stává hrubším, drsnějším, někdy mohou vzniknout i drobné trhlinky. Vzhled povrchu výrobku pak na takto postižených místech připomíná strupy na lidské pokožce. Proto druhou složkou mého výzkumu je sledování kvality povrchu desek. Každý kus, který jsem vybral pro měření, jsem zároveň podrobil zhodnocení kvality povrchu. V tomto případě jsem hodnotil zejména vizuální dojem,

který jsem doprovodil vjemem taktilním, jenž mi pomohl lépe rozlišit mezi na první pohled stejně vypadajícími kazy na povrchu. Abych mohl výsledky jakkoli klasifikovat a hodnotit, sestavil jsem návrh možné kategorizace kvality povrchu. Následně jsem zkonzultoval svůj návrh se zaměstnanci vedení výroby. Ti mi sdělili svoje detailnější požadavky a doplnily mé návrhy. Výsledkem byla 5-ti stupňová klasifikační škála. Pro každý z pěti stupňů jsem sestavil následující slovní hodnocení.

1. Povrch je perfektně hladký; viditelné kazy nejsou, nebo jsou jen velmi zanedbatelné ve velmi malém rozsahu (max 5 % plochy).
2. Povrch je stále hladký na dotek; strupy jsou již dobře viditelné (max 20 % plochy); některý z povrchových špuntů je odlomený nebo významně poškozený.
3. Povrch již není dotykově hladký, nýbrž drsný a ostrý; strupovitost dosahuje maximálně 50 % plochy desky; nedokonalosti nevytváří v desce hloubkové trhliny.
4. Povrch je opět drsný a nepříjemný na dotek; strupy zjevně přesahují hranici 50 % plochy výrobku; případné trhliny nebo zářezy zasahují do hloubky.
5. Povrch naprosto nevyhovuje kvalitativním požadavkům expedice, je zcela strupovitý, místy se dokonce oddolují kusy původního granulátu; deska postrádá pružnost; boční zámek desky je poškozený.

Právě pátý klasifikační stupeň je typickým případem produktu, který by již na výrobní lince měl být označen jako zmetek a neměl by být za žádných okolností předán k expedici. Za tyto kroky má odpovědnost mistr směny. Do jisté míry ani čtvrtý stupeň není dostatečný pro obchod se stálými (zahraničními) partnery. V případě čísla 4 ovšem nastává výše popsany problém, tedy to, že takové vady se projeví až po finálním zchladnutí výrobku, ke kterému dochází už mimo prostory výroby. Jejich detekce je tudíž velmi obtížná.

Vyřazené výrobky, jejichž kvalita je tímto způsobem snížena, ale funkčnost není ohrožena (správné rozměry), jsou klasifikovány jako produkty druhé jakosti a mohou být případným zájemcům (většinou maloobděratelům) prodány za sníženou cenu.

## 8.2 Informace získané měřením a srovnáním

### 8.2.1 Měření – Základní ukazatele

Prvním ukazatelem polohy, který jsem zahrnul do tohoto výzkumu byl aritmetický průměr. Desky vyráběné klasickou metodou neboli ručně (dále jen R-desky) dosáhly průměrné hodnoty mocnosti 43,61367 mm, u desek vyráběných vstřikovacím zařízením (dále jen V-desky) jsem vypočetl hodnotu 42,7292 mm. Tento ukazatel je sice snadno vypočitatelný a pro širokou veřejnost dobře známý, ale není nejlepší. Nevýhodou je, že jej mohou velmi silně ovlivňovat odlehlá pozorování. Lepším ukazatelem je medián. Jeho hodnotu jsem pro R-desky stanovil na 43,7 mm a pro V-desky přesně o milimetr méně, tedy na 42,7 mm. Je možné vidět, že hodnoty průměru a mediánu jsou v obou případech poměrně blízké, nicméně rozdíly mezi nimi nejsou nevýznamné. Společné je pro obě charakteristiky to, že R-desky jsou v dlouhodobém srovnání vyšší. Podstatné je však jiné zjištění. Vzhledem k interním směrnici podniku by měla šířka být 43 mm. Je tedy zřejmé, že jedna skupina desek tuto hodnotu překračuje, druhá na ni zase nedosahuje.

Tab. č. 2: Základní popisné statistiky

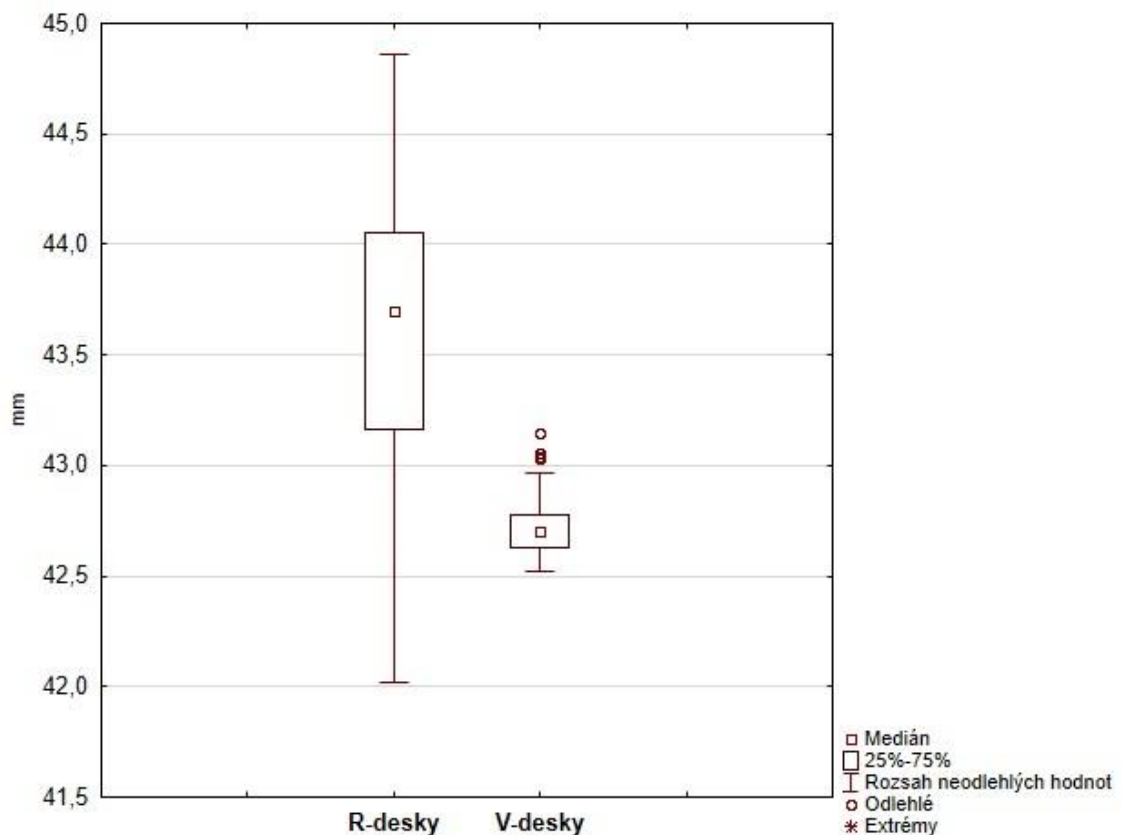
Přehled základních údajů popisné statistiky vycházejících z měření					
	<i>Rozsah souboru (ks)</i>	<i>Průměr</i>	<i>Medián</i>	<i>Směrodatná odchylka</i>	<i>Variační rozpětí</i>
<i>R-desky</i>	120	43,61367	43,7	0,612246	2,84
<i>V-desky</i>	50	42,7292	42,7	0,14212	0,63

Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Ještě významnější rozdíl mezi oběma způsoby výroby jsem shledal při využití charakteristik variability. Zejména výběrová směrodatná odchylka mi poskytla informaci o tom, že průměrné odchýlení hodnot od průměru je významně vyšší u R-desek (cca 4,31krát). Konkrétní hodnoty jsem zjistil 0,612246 pro R-desky a 0,14212 pro V-desky. Významně vyšší variabilitu u R-desek shledávám i prostřednictvím tzv. variačního koeficientu (směrodatná odchylka/aritmetický průměr), jeho hodnota pro R-desky činí 0,014038, zatímco hodnota tohoto koeficientu v případě V-desek je 0,003326. S tímto velmi dobře korespondují i krabicové grafy sestavené pro každý způsob výroby (Obr. č. 3). Na nich je patrné, že mezikvartilové rozpětí u V-desek je velmi malé. Ovšem je zřetelně vidět, že u tohoto způsobu výroby jsem se setkal s hodnotami, které je možné klasifikovat jako odlehlé, konkrétně se jednalo o hodnoty 43,03; 43,04;

43,06 a 43,15 mm. Toto jsou shodou okolností jediná měření, v případě V-desek, která se nacházela nad hranicí 43 mm. Naproti tomu u R-desek nevidují žádnou odlehlou ani extrémní hodnotu, nicméně mezikvartilové rozpětí je velmi široké a celkově posunuté „směrem vzhůru“, více hodnot přesahuje hranici 43 mm. Variační rozpětí je zde viditelně větší, konkrétně 2,84 mm oproti 0,63 mm. Mohu tedy shrnout, že V-desky jsou produkovány s mnohem větší přesností s ohledem na mocnost, ačkoli zpravidla nedosahují vytýčené hodnoty.

Obr. č. 3: Krabicové grafy – srovnání obou technologií



Zdroj: vlastní zpracování, 2019

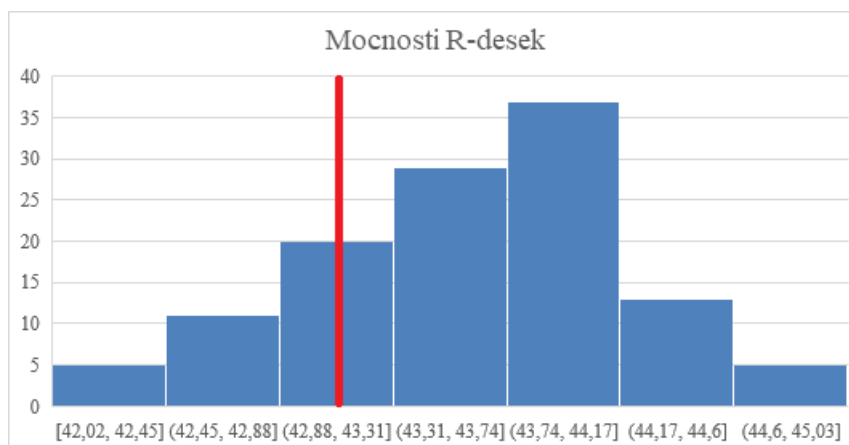
Při porovnání histogramů pro obě technologie výroby je na první pohled patrné, že hodnoty pro R-desky vykazují zešikmení zleva neboli záporné zešikmení (Obr. č. 4). To je možné dovodit i z faktu že průměr < medián. Což je způsobeno tím, že pracovníci ve výrobě již vědí, že pokud dají do formy nepatrně větší navážku, než je předepsáno, zmetek nevyrobí, naopak, takový kus bude jistě přijat. Potíž je pouze v tom, že logicky se to pak odrazí na výšce výrobku. Takto si pracovníci většinou počínají až do nespecifikované meze, kdy už z konkrétní navážky zmetek nemůže vzniknout, přičemž onu hranici

pracovníci dodržují spíše intuitivně a podvědomě. Proto se objevuje takový propad mezi 5. a 6. sloupcem.

Naopak histogram V-desek vykazuje slabé zešíkmení zprava (Obr. č. 5). Zde je na vině to, že vstříkovací linka je seřízena na tak malou navážku, jak jen to je možné. Nikdy však nenabere přesně stejné množství. Pokud se odchýlí směrem vzhůru, výrobek se pouze nepatrně zvýší, pokud nabere méně, dost možná dojde k výrobě zmetku. Takový výrobek pak samozřejmě neputuje do skladu, nýbrž je určen k likvidaci, proto nemůže být zahrnut v mých měřeních.

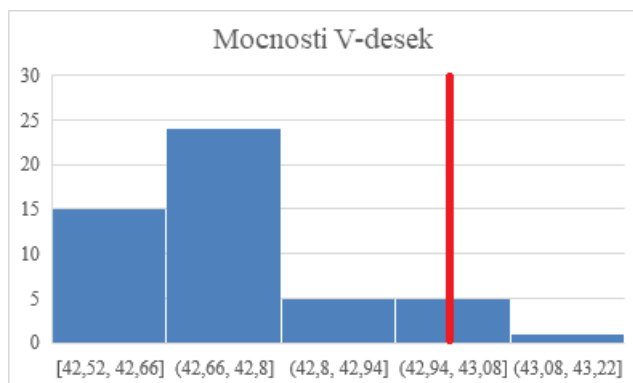
V rámci obou histogramů vystupuje červená linie, která značí hodnotu danou technickou specifikací výrobku coby hodnotu optimální. Je to již dříve zmíněná hodnota 43 mm, takovou výšku by vedení podniku rádo shledávalo u všech Desek zátěžových.

Obr. č. 4: Mocnosti R-desek



Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Obr. č. 5: Mocnosti V-desek

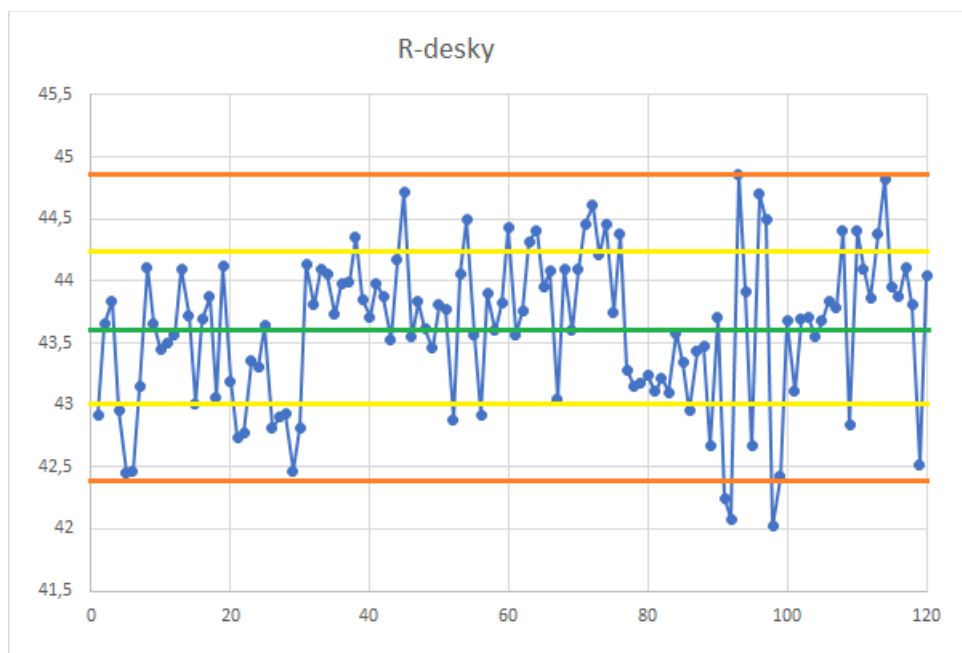


Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Další zajímavé grafické srovnání se mi naskytlo poté, co jsem sestavil bodové grafy odděleně pro oba způsoby výroby desek. Do obou grafů jsem zakomponoval vodorovné linie, které vyznačují konkrétní milníky související s charakteristikami polohy nebo variability. Zelená barva představuje hodnotu aritmetického průměru. Žlutou barvou jsem zvýraznil vzdálenost jedné směrodatné odchylky od aritmetického průměru. A konečně linie oranžové barvy představuje vzdálenost dvou směrodatných odchylek od aritmetického průměru.

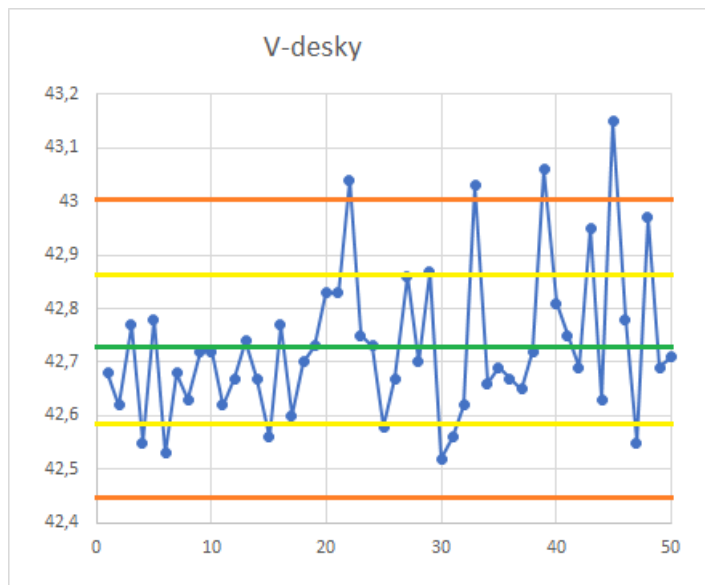
V obou případech je jednoznačně vidět, že většina hodnot se nachází v rozmezí žlutých linií. Naopak mimo prostor ohraničený oranžovými liniemi se vyskytuje jen naprosté minimum všech měření. Pokud bych stanovil poslední virtuální linie na hranici tří směrodatných odchylek od aritmetického průměru, pak by se všechny body, zobrazující hodnoty provedených měření mocnosti, nacházely uvnitř těchto hranic.

Obr. č. 6: 2SIGMA – R-desky



Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Obr. č. 7: 2SIGMA – V-desky



Zdroj: vlastní zpracování, 2019

### 8.2.2 Srovnávání – Základní ukazatele

Při hodnocení povrchových vlastností jsem se plnohodnotně spolehl na své smyslové vnímání. Jak již bylo zmíněno dříve, vytvořil jsem pro tento účel 5-ti bodovou stupnici. Ačkoli jsem se snažil tuto stupnici rozčlenit co nejvíce, stále v rámci jednoho stupně mohou vystupovat výrobky s rozličnou kvalitou povrchu. Proto stanovit průměrné hodnocení skupiny výrobků nedává smysl. Co však mohu stanovit, je nejčastěji se vyskytující hodnota, tedy modus. Nejvíce R-desek jsem klasifikoval jako úroveň 2, přičemž počet výrobků označených úrovní 1 a 3 byl zhruba shodný, ovšem nikoli zanedbatelný. Naproti tomu čtvrtý stupeň jsem detekoval už pouze ve dvou případech ze 120. V případě V-desek byl jednoznačný modus hodnota 1. Povrch výrobků z tohoto typu výroby jsem hodnotil jako natolik kvalitní, že hodnotu 2 jsem lokalizoval už jen na 10 % případů, žádné další stupně jsem už dále nevyužil. Přičemž bych rád dodal, že pakliže jsem u V-desek rozhodl o kvalitativním stupni povrchu 2, bylo tomu tak vždy pouze z důvodů uraženého špuntu na povrchu (špatná manipulace obsluhy nebo nevhodný chod zařízení). Tedy samotné zpracování povrchu je vždy precizní.

Výše uvedené informace je možné reprezentovat přehledně pomocí tabulky četností, která zobrazuje jak absolutní, tak relativní četnosti výskytu jednotlivých kvalitativních stupňů povrchu pro oba způsoby výroby Desky zátěžové. Tučně zvýrazněné hodnoty představují četnosti nejčastěji se vyskytujících stupňů kvality. Mimo jiné je zde dobře



patrné, že s nejhorším stupněm kvality označeným číslem 5 jsem se během svých měření neseťkal, což odpovídá prohlášení podniku, že by se tento ve skladu hotových výrobků nikdy vyskytnout neměl. Rovněž je velmi zřetelné, že co se kvality povrchu týče, V-desky mohou být označeny za lepší.

Tab. č. 3: Tabulka četností

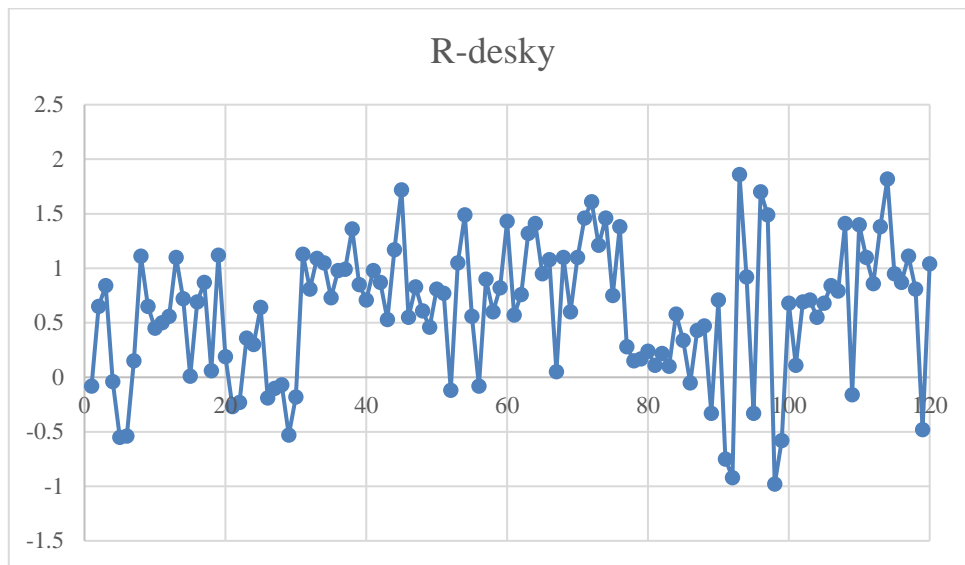
<i>Kvalitativní stupeň</i>	<b>R-desky</b>		<b>V-desky</b>	
	Absolutní četnost	Relativní četnost	Absolutní četnost	Relativní četnost
<b>1</b>	23 kusů	19,17%	<b>45 kusů</b>	<b>90%</b>
<b>2</b>	<b>68 kusů</b>	<b>56,67%</b>	5 kusů	10%
<b>3</b>	27 kusů	22,50%	0 kusů	0%
<b>4</b>	2 kusů	1,66%	0 kusů	0%
<b>5</b>	0 kusů	0%	0 kusů	0%

Zdroj: vlastní zpracování, 2019

### 8.3 Analýza odchylek

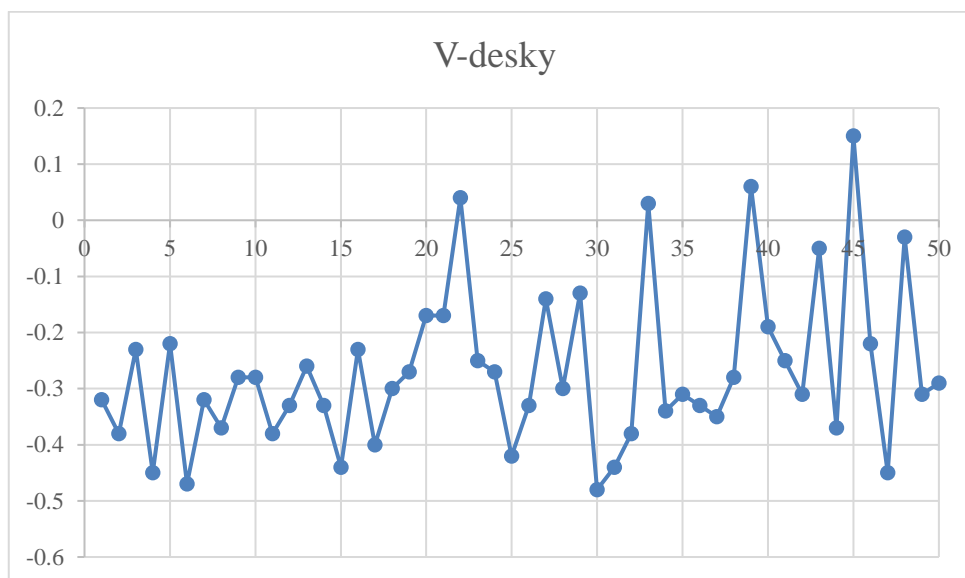
Cílem regulace procesu je zabezpečení toho, aby na proces působily pouze náhodné vlivy, nikoli však vymezitelné (systematické) příčiny. Takový proces by se pak vyznačoval kupříkladu tím, že by průměrná hodnota odchylek jednotlivých naměřených hodnot od stanovené hodnoty optimální byla přibližně nulová. Jinými slovy by bylo možné tvrdit, že tyto odchylky náleží normálnímu rozdělení se střední hodnotou rovnou nule. Za tímto účelem jsem se rozhodl, analyzovat odchylky v procesu výroby obou druhů desek. S pomocí grafického znázornění odchylek bych rád zjistil, zda vůbec ony dva procesy obsahují nějaké systematické chyby způsobené vymezitelnými příčinami.

Obr. č. 8: Graf odchylek pro R-desky



Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Obr. č. 9: Graf odchylek pro V-desky



Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Čísla na vertikální ose značí velikost odchylky v milimetrech od předepsané hodnoty 43 mm, čísla na horizontální ose představují jednotlivá měření, jak šla v čase.

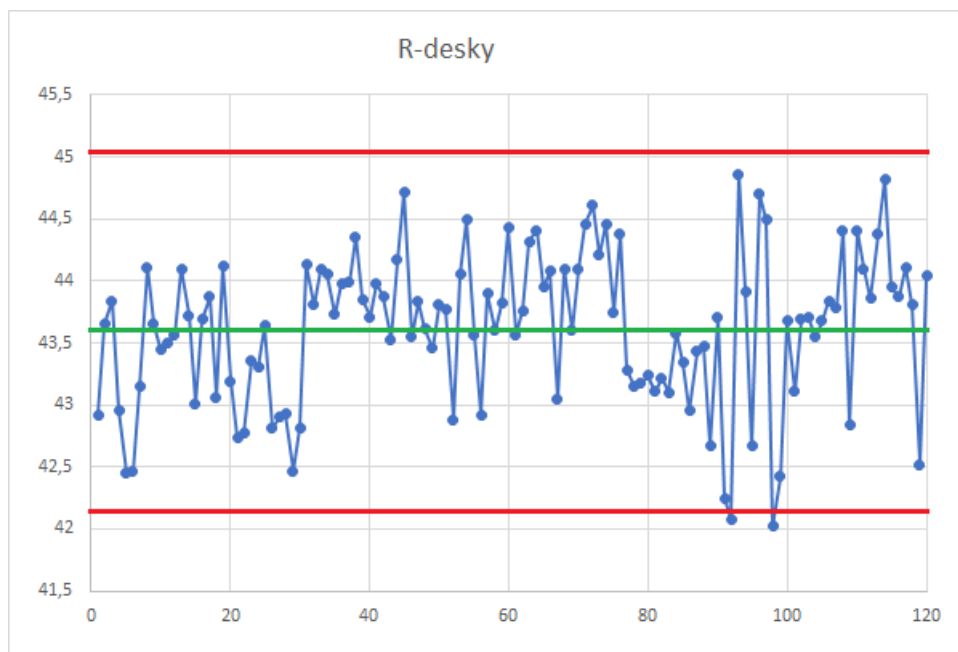
Mohu jednoznačně tvrdit, že na každý z procesů působí systematické (vymežitelné) příčiny. Nejspíše se bude v každém procesu jednat o jiné příčiny, jelikož v případě R-desek se nachází hodnoty zejména v kladné části grafu (průměrná odchylka činí 0,6137), zatímco u V-desek je situace zcela obrácená (průměrná odchylka činí -0,2708).

Tato zjištění korespondují s hodnotami vypočtenými v kapitole „Měření – Základní ukazatele“. Kromě toho dané grafy podporují tvrzení, která jsem zmínil v souvislosti s nenormálním rozdělením v histogramech ve stejné kapitole.

## 8.4 Regulační diagramy

Jak jsem již popsal v teoretické části, pro výrobní proces praktikovaný ve společnosti REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. je nejvhodnější regulační diagram zohledňující individuální hodnoty. Pro jeho sestavení jsem současně potřeboval i klouzavá rozpětí jednotlivých, po sobě jdoucích individuálních hodnot. Pro tento výpočet jsem použil vzorce (1). Každý jeden bod v rámci grafu představuje jedno konkrétní měření. Oba níže uvedené grafy obsahují zeleně vyznačenou centrální přímkou (CL). Ta je shodná s aritmetickým průměrem pro příslušné hodnoty, podle vzorce (2). Nejpodstatnější informace ovšem poskytuje horní a dolní regulační mez (UCL, resp. LCL), které jsou v grafu vyznačeny červeně. Pro jejich výpočet jsem použil vzorec (3). V rozmezí těchto dvou hranic by se měly vyskytovat jednotlivé hodnoty, pokud na proces působí pouze náhodné příčiny a pokud je statisticky zvládnutý.

Obr. č. 10: Regulační diagram pro R-desky



Zdroj: vlastní zpracování, 2019

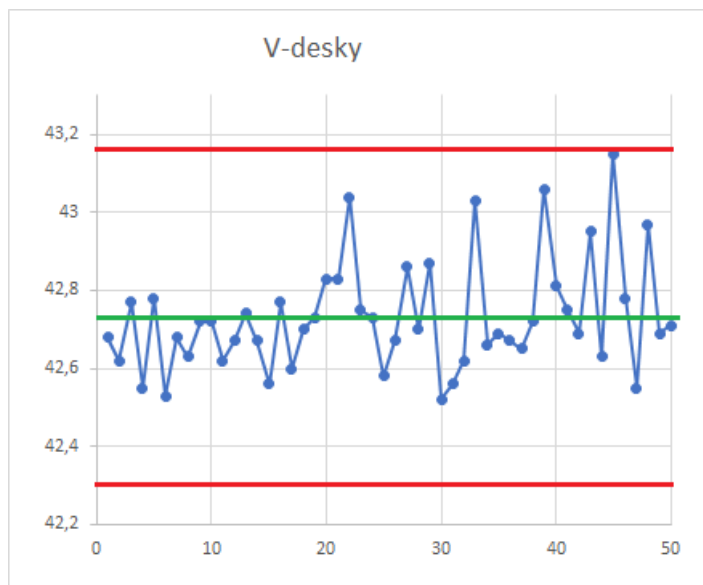
Průměr z absolutních hodnot klouzavých rozpětí R-desek ( $\overline{MR}_R$ ) jsem stanovil na 0,5407 mm. S jeho pomocí a pomocí aritmetického průměru jsem mohl určit  $UCL_R$  a  $LCL_R$ .

$$UCL_R = 45,0513 \text{ mm}$$

$$LCL_R = 42,1760 \text{ mm}$$

Pouze dvě hodnoty (42,02 a 42,08 mm) se nachází mimo regulační meze. To je výsledek, který můžeme považovat z hlediska seřízení procesu za kvalitní. Tyto dvě vyčnívající hodnoty „vyčnívají“ skutečně jen nepatrně. Navíc, pokud bych je vyloučil a meze přepočítal, pak by se již veškerá měření nacházela uvnitř regulačních mezí ( $LCL_R$  by byla cca 42,2 mm). To tedy nasvědčuje tomu, že proces je nastaven správně. Přesto bych tyto dvě odchýlené hodnoty mohl klasifikovat jako výsledky působení systematické příčiny na výrobní proces R-desek. V tomto případě by se mohlo jednat o nevyhovující vlastnosti materiálu, který má, i přes správnou navážku, nižší objem. Což může způsobovat kupříkladu vlhkost ve vstupní surovině.

Obr. č. 11: Regulační diagram pro V-desky



Zdroj: vlastní zpracování, 2019

V případě procesu výroby V-desek jsem průměr z absolutních hodnot klouzavých rozpětí ( $\overline{MR}_V$ ) určil na 0,1631 mm. Mohl jsem opět přistoupit k výpočtům, tentokrát  $UCL_V$  a  $LCL_V$ .

$$UCL_V = 43,1628 \text{ mm}$$

$$LCL_V = 42,2956 \text{ mm}$$

V tomto případě jsem pak získal zajímavou informaci. Konkrétně, že všechny hodnoty procesu oscilují v rámci regulačních mezí, žádná se nenachází mimo. Proces je velmi dobře statisticky zvládnut, což znamená, že se v něm nevyskytují žádné vymezitelné (systematické) příčiny. Pouze jediná hodnota, 43,15 mm, se významně přibližuje horní regulační mezi. I zde bych však soudil, že se jedná o výjimečný projev působení specifických a do jisté míry nevyzpytatelných vlastností vstupní suroviny do procesu výroby V-desek.

## 8.5 Způsobilost procesu

Požadovaná mocnost výrobku je 43 mm, přičemž horní a dolní mez technické specifikace není možné stanovit globálně pro oba způsoby výroby. Vedení výroby mi oznámilo, že interní meze v případě desek vyráběných ručně jsou nastaveny jako +/- 1 milimetr, tedy dolní mez je 42 mm a horní se rovná 44 mm. V tomto případě má toleranční pole šířku 2 mm. Technické nároky na výrobu V-desek jsou vyšší. Získal jsem informaci, že v tomto případě se počítá s odchylkou +/- 1 %, tedy 101 %, respektive 99 % požadované hodnoty mocnosti (43 mm). Toleranční pole má tedy šířku 0,86 mm.

Hodnotu Indexu  $C_p$  pro R-desky jsem, podle vzorce označeného (4), určil na 0,5444, což indikuje proces nezpůsobilý. Příčiny nezpůsobilosti spatřuji zejména v příliš vysoké variabilitě a dalších faktorech, které jsou podrobněji rozebrány v kapitole „Měření – Základní ukazatele“.

Podle stejného vzorce, tedy (4), ovšem s jinými hodnotami jsem určil hodnotu Indexu  $C_p$  pro V-desky na 1,0009, což podle obvyklých zvyklostí označuje podmíněně způsobilý proces. Dovodit příčiny „pouze“ podmíněné způsobilosti pro případ V-desek je o poznání komplikovanější. Do procesu nemá možnost vstoupit lidský faktor. Po rozhovoru se zaměstnanci firmy jsem se dozvěděl, že vlastnosti výrobku mohou být nepříznivě ovlivňovány zvýšenou vlhkostí vstupního materiálu. Materiál je v rámci svého uskladnění částečně vystaven veškerým meteorologickým jevům, tedy i dešti.

Díky znalostem Indexu  $C_p$  můžeme způsobilost interpretovat i prostřednictvím Capability Ratio (CR), pro tento účel využijeme vzorec (5). CR pro R-desky je rovné 183,67 %, což potvrzuje nezpůsobilost procesu. Jelikož zde existuje tzv. bezpečnostní rezerva -83,67 %,

záporné číslo není žádoucí. V případě V-desek je bezpečnostní rezerva kladným procentem, ačkoli velmi malým, konkrétně 0,85 %. To je zapříčiněno tím, že CR se rovná 99,15 % (méně než 100 %).

Detailnější informace jsem získal za použití Indexu  $C_{pk}$ . Pro jeho určení jsem musel předně vypočítat hodnoty CPU a CPL s použitím vzorce (6), respektive (7). Pro ruční způsob výroby jsem zjistil následující:

$$CPU_R = 0,2103$$

$$CPL_R = 0,8786$$

Obdobně jsem postupoval i v případě výroby metodou vstřikovací:

$$CPU_V = 1,6437$$

$$CPL_V = 0,3734$$

Abych získal finální hodnotu Indexu  $C_{pk}$ , musel jsem stanovit minimální hodnotu z každé dvojice tak, jak stanovuje vzorec (8). Z toho vyplývá, že pro metodu ruční výroby jsem došel k hodnotě Indexu  $C_{pk}$  0,2103, která vychází z využití horního specifikačního limitu. To znamená, že mnou sledovaný proces je lokalizován do oblasti „nad“ zamýšlenou ideální hodnotou (43 mm). Tvrdím pak, že ručně vyráběné produkty by mohly být plošně vyráběny jako nižší.

Naopak, pokud jsem se zaměřil na proces výroby V-desek, získal jsem hodnotu Indexu  $C_{pk}$  rovnou 0,3734, která vzešla ze stanoveného dolního specifikačního limitu. Mohu tedy říci, že proces výroby V-desek se nachází „pod“ očekávanou ideální hodnotou (43 mm), jinak řečeno, produkty ze vstřikovací linky jsou příliš nízké.

## 8.6 Úvahy o ekonomické výhodnosti

### 8.6.1 Počáteční zamyšlení

V této úvaze se pokusím najít finanční odlišnosti obou způsobů výroby desek. Ze zjištěných informací pak budu schopen usoudit, který způsob je pro společnost REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. výhodnější. Ve výrobě je ovšem mnoho faktorů, které jsou shodné pro oba způsoby, a proto nepředstavují jakýkoli rozdílový okruh mého uvažování. Takovými faktory jsou nepřímé náklady, a to zejména: správní režie a odbytová režie. Rovněž cena je shodná v obou případech, 669 Kč vč. DPH, což nutně neznamená stejnou výši zisku na jeden kus. Před tím než se přesunu k následujícímu textu, bych rád objasnil

několik číselných hodnot, které v něm budou hrát důležitou roli. Výroba probíhá nepřetržitě (dvě 12-hodinové směny), pro zjednodušení počítám s tím, že v průběhu roku nedojde k odstávce a měsíc má v mých výpočtech délku 30 dní. R-desek se denně vyrobí zhruba 150 ks, zatímco V-desek pouze cca 100 ks.

### 8.6.2 Přímé náklady R-desek

Materiál spotřebovaný pro výrobu představuje v průměru 32 kg/ks, což činí 80 Kč/ks (nákupní cena je 2,50 Kč/kg). Výroba jednoho kusu zaměstná intenzivně pracovníka/y na 5 minut. Hodinová mzda činí v průměru 170 Kč/h, což včetně odvodů zaměstnavatele státu činí 228 Kč/h. Každá deska tedy obsahuje 19 Kč práce za oněch 5 minut. U veškerého výrobního zařízení účastného výroby R-desek již dávno skončilo odepisování. S tím však nepřímo souvisí zvýšené náklady na údržbu. Získal jsem informace o tom, že ročně se na údržbu těchto zařízení spotřebuje zhruba 250 000 Kč. Vydělením jsem dospěl k částce 4,63 Kč na jeden kus výroby. Vzhledem k tomu, že R-desky je nutné zbavit přelisků ořezáním, vznikají zde větší náklady na nákup nožů, a také na to, že pracovník výroby musí takový nůž pravidelně ostřit. Společnost takový nůž zakoupí za 300 Kč, ten jednomu dělníkovi vydrží zhruba 2 měsíce, tedy při výrobě 150 ks desek denně to představuje 0,03 Kč/ks. Výrobky vyráběné ruční metodou mají vyšší procento zmetkovosti, firma vyzorovala, že se pohybuje okolo 1 %. To představuje přibližně 1,04 Kč zmařených nákladů výroby promítnutých do jednoho vyrobeného kusu. Celkově tak mohu shrnout, že přímé náklady výroby jednoho kusu R-desky činí 104,7 Kč.

Tab. č. 4: Přímé náklady R-desek

Přehled přímých nákladů na vyrobený kus vstupujících do produkce R-desek:					
MATERIÁL	MZDA	ÚDRŽBA	NŮŽ	ZMETKY	CELKEM
80 Kč	19 Kč	4,63 Kč	0,03 Kč	1,04 Kč	104,7 Kč

Zdroj: vlastní zpracování, 2019

### 8.6.3 Přímé náklady V-desek

První údaj je shodný s předchozí podkapitolou, je jím 80 Kč/ks ve vstupní surovině. Pracovník přímou prací na jednom výrobku stráví jen zhruba 20 sekund. Jeho hodinová mzda je stejná jako v minulém případě (228 Kč/h). 20 vteřin práce tak stojí zhruba

1,27 Kč. Vstřikovací zařízení je zatím stále poměrně nové, což znamená, že stále probíhá jeho odepisování, které měsíčně zatíží rozpočet firmy náklady v hodnotě 43 342 Kč. To představuje 14,45 Kč/ks v podobě odpisů. I toto zařízení potřebuje pravidelnou kontrolu a seřizování, která představuje zhruba 50 000 ročně. Rozpočítáním na jeden kus výroby tedy docházím k částce 1,39 Kč. Vstřikovací zařízení je velmi spolehlivé v souvislosti s produkcí vadných kusů. Vadné desky jsou produkovány zcela výjimečně, firma má vyzorováno, že zhruba jen 0,2 % výrobků není vhodných k expedici. Proto mohu stanovit zmařené náklady výroby na jeden kus v tomto případě na 0,19 Kč/ks. V-desky nevyžadují žádné další dohotovení, tudíž u nich nelze počítat s žádným dalším přímým nákladem. Celkově tak mohu shrnout, že přímé náklady výroby jednoho kusu V-desek činí 97,3 Kč/ks.

Tab. č. 5: Přímé náklady V-desek

Přehled přímých nákladů na vyrobený kus vstupujících do produkce V-desek:					
MATERIÁL	MZDA	ODPISY	ÚDRŽBA	ZMETKY	CELKEM
80 Kč	1,27 Kč	14,45 Kč	1,39 Kč	0,19 Kč	97,3 Kč

Zdroj: vlastní zpracování, 2019

#### 8.6.4 Zhodnocení

Vzhledem k výše vypočteným číslům je zjevné, že V-deska má nižší náklady na výrobu jednoho kusu, konkrétně o 7,4 Kč. O tuto hodnotu je logicky zisk na jedné V-desce vyšší oproti R-desce. Absolutně se jedná o malou částku, zvláště v kontextu prodejní ceny 669 Kč/ks, ovšem vzhledem k velkému prodeji, a ještě větší poptávce se ve výsledku může jednat o nemalou finanční sumu. Navíc pokud v budoucnu v nákladech dojde k úbytku odpisů, pak zjevně dojde k ještě větší úspoře financí ve prospěch V-desek. To vše i za předpokladu, že adekvátně vzrostou investice do oprav a údržby po skončení životnosti vstřikovací linky. Ve prospěch V-desek hovoří i veškeré další výsledky mého zkoumání, a to jak kvalita povrchu, tak dodržování předepsané mocnosti jednotlivých produktů. Zhodnotit ekonomický dopad těchto aspektů je sice nanejvýš obtížné, nicméně jisté je, že je to velmi významný faktor pro firmu REPLAST PRODUKT, spol. s r.o.



## 9 SHRUTÍ A NÁVRHY OPATŘENÍ

### 9.1 Vysoká variabilita mocností R-desek

Prvním bodem, ve kterém je zapotřebí změnit stávající stav je vyšší variabilita hodnot mocnosti R-desek. Tento fakt je podtržen i hodnotami, které se poměrně významně odchyľují od předepsané hodnoty 43 mm. Tento problém způsobují zejména dva faktory: lidský faktor a kvalita materiálu.

#### 9.1.1 Lidský faktor

Lidským faktorem je míněno to, že je výhradně na zvažení jednotlivého výrobního pracovníka, kolik kilogramů směsi umístí do lisu. Vše tedy závisí na jeho přesnosti a ochotě dodržovat stanovená pravidla. V tomto případě tedy navrhuji zvýšit dohled nad výkony jednotlivých směn. A bude-li určitá směna dlouhodobě vykazovat kvalitní výsledky, odměnit její členy. Finanční i nefinanční odměna je vhodná. Kontrola jednotlivých směn již v podniku částečně funguje, nicméně směny neoznačují své výrobky tak, jak je požadováno. Je zapotřebí sjednat nápravu, v tomto případě zejména s vedoucími směn. Pokud budou výrobky poctivě značeny, bude možné provádět kontrolu jejich produkce. Mé doporučení tedy zní: provádět kontroly pravidelně a důsledně. V současné době tomu tak není.

#### 9.1.2 Kvalita materiálu

Kvalita materiálu může ovlivnit vlastnosti produktů, a to i ty metrické. Nad produkcí vstupní suroviny nemá společnost REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. přímý dohled, může však vyžadovat zvýšenou výstupní kontrolu od svých dodavatelů. Vedením rozhovoru s několika zaměstnanci jsem zjistil, že materiál bývá nezřídka znečištěný, což působí mnohé problémy. Další informací, kterou jsem od zaměstnanců získal je, že kvalita celého výrobního procesu je významně ovlivněna vlhkostí materiálu, respektive problémy nastávají tehdy, kdy je surovina doslova mokrá. K tomu může dojít vlivem nepříznivého počasí působícího na surovinu ve skladu. Sklad nemá dostačující kapacitu, tudíž materiál v něm uložený není kompletně zastřešený. Doporučuji proto zvážit rozšíření skladu nebo přestavbu toho současného tak, aby ve své zastřešené části pojal větší množství vstupní suroviny. Toto rozhodnutí by mohlo být shledáno jako pozitivní

i v souvislosti se stále se zvyšujícími objemy výroby, k nimž je analogicky používáno stále větší množství materiálu.

## 9.2 Celková kvalita produkce

Můj předchozí výzkum prokázal nižší variabilitu a vyšší přesnost u V-desek. Tento způsob výroby zároveň produkuje výrobky s lepšími povrchovými vlastnostmi. Což je velmi podstatné, protože i v případě, že budou zavedena obě výše zmíněná opatření, stále budou V-desky vynikat svými povrchovými vlastnostmi, které jsou téměř dokonalé. Mohu tedy tvrdit, že bude-li podnik výslednou kvalitou produktu chápat jako souběh metrických parametrů a povrchové kvality, pak jsou V-desky „kvalitnějšími“ produkty. Z toho důvodu navrhuji vyšší vytěžování výroby na vstřikovací lince a nákup dalšího obdobného zařízení. Pořizovací náklady takového zařízení se v současné době pohybují v rozmezí 7 800 000 Kč až 8 000 000 Kč. Jedná se o nemalou finanční částku, ale tato investice představuje do budoucna finanční přínosy (viz. kapitola „Úvahy o ekonomické výhodnosti“) i přínosy nefinanční formou nárůstu kvality produkovaného zboží.

## 9.3 Úprava forem pro vstřikování

Při nákupu nové vstřikovací linky by se mohlo ušetřit mnoho nákladů na výrobu forem pro vstřikování, ale můj výzkum odhalil, že V-desky jen sporadicky dosahují předepsané výšky (nebo lehce přes ni). Průměr i medián se nachází pod hranicí 43 mm. Nic na tom nemění ani malá variabilita v tomto případě. Důkaz poskytuje i Graf odchylek pro V-desky (Obr. č. 9), více než 90 % všech odchylek je záporných. Vedení podniku mi oznámilo, že hotové výrobky mohou ztrácet až jedno procento na svých metrických vlastnostech. To by vysvětlovalo onu převahu záporných odchylek. Doporučuji tedy při příštích konstrukcích forem pro Desky zátěžové na vstřikovací linku zakomponovat inkriminované jedno výškové procento již do výroby forem. Dutina formy by tak mohla mít mocnost cca 43,40 mm. Po vychladnutí výrobku v ní vyrobeného by mělo dojít ke smrštění na hodnotu významně blízkou 43 mm.

## ZÁVĚR

Úvodním cílem této bakalářské práce bylo posoudit kvalitu dvou různých způsobů výroby klíčového produktu Deska zátěžová podniku REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. V souvislosti s tímto cílem jsem se výzkumnými metodami snažil odhalit nedostatky v obou procesech. Cíl této práce zároveň počítal s tím, že pokud nedostatky v procesech odhalím, pak naformuluji konkrétní opatření nebo doporučení vedoucí k nápravě současného stavu.

Abych mohl výše uvedený cíl realizovat, musel jsem se primárně věnovat teoretickým znalostem. Proto jsem práci otevřel vymezením samotného pojmu kvalita a proč jej považuji za důležitý. Dostatek prostoru jsem věnoval managementu kvality a jeho principům a kompetencím. Teoretický exkurz se souvislostmi k pojmu kvalita jsem zakončil základním vhladem do Total Quality Managementu.

Další teoretické informace, které jsem shromažďoval, měly souvislost s termíny statistika, kontrola a regulace. Uvedl jsem, jakým způsobem lze nahlížet na kontrolu a jak lze členit různé druhy regulace. Dále jsem zmínil dvě možné příčiny kolísání hodnot procesu. Nejpodstatnější kapitolou této části byla Statistická regulace procesu. S tímto termínem souvisí další, neméně významný: Regulační diagram. Jedná se totiž o nejsilnější nástroj statistické regulace procesu. Závěr teoretické části jsem věnoval způsobilosti procesu a indexům, kterými je způsobilost sledována.

Druhou polovinu práce jsem věnoval praktické části bakalářské práce. Představil jsem podnik REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. a také již výše zmíněnou Desku zátěžovou. Ve výzkumné části jsem stanovil veškeré zásady sběru dat v prostředí vybraného podniku. Ze získaných dat jsem pak mohl určit základní statistické ukazatele. Vzhledem k tomu, že naměřené hodnoty vykazovaly oboustranné odchylky od požadované hodnoty, věnoval jsem pozornost jejich analýze. Poté jsem navázal klíčovou částí svého výzkumu, věnoval jsem se sestavení a prezentaci regulačních diagramů. Tato podkapitola mi přinesla zajímavé poznatky. Domníval jsem se, že oba výrobní procesy nejsou příliš dobře statisticky zvládnuty, jelikož data na mne sama o sobě působila velmi roztráštěným dojmem. To se ale ukázalo jako mylná interpretace. SPC ukázala, že tyto procesy jsou v zásadě velmi dobře zvládnuty, jelikož naměřené hodnoty u obou procesů se mimo regulační meze vyskytly zcela výjimečně. Po tomto zjištění jsem přistoupil ke stanovení

indexů způsobilosti. Ty naopak odhalily nezpůsobilost v procesu produkce R-desek, zatímco proces produkce V-desek jsem shledal částečně (podmíněně) způsobilým.

Poslední výpočetní částí této bakalářské práce byla snaha zhodnotit alespoň přibližně ekonomickou výhodnost výroby pro oba způsoby produkce desek. Došel jsem k závěru, že obě varianty nepochybně představují pro firmu zdroj zisků, ačkoli jejich výši nejsem schopen určit, nicméně podstatné je, že náklady na výrobu R-desek jsou jistě nepatrně vyšší. To znamená, že V-desky přináší firmě REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. vyšší zisky vztahované na jeden prodaný kus. Práci jsem uzavřel několika návrhy opatření tak, jak jsem si předsevzal v jejím úvodu.

Své závěrečné stanovisko ke sledované kvalitě, považuji za nejpřínosnější sdělení pro podnik REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. a formuloval bych jej následovně.

V-desky splňují mnohem vyšší měřítko kvality. Produkty vstřikovacího procesu mohou označit jako podstatně lepší ve srovnání kvalit povrchů. I komparace faktoru mocnosti hovoří ve prospěch V-desek. Tyto desky dosáhly nižší variability hodnot, aritmetický průměr je bližší očekávané hodnotě. Dále jsem nenaměřil žádnou V-desku, která by nerespektovala regulační meze. Její výrobní proces jako celek není statisticky nezpůsobilý. Ke všemu výše zmíněnému dodávám, že náklady na výrobu jednoho kusu V-desek, při zohlednění všech vstupů, jsou nižší než u R-desky. To všechno přináší jasnou informaci o tom, že technologie výroby vstřikováním je krok správným směrem, který ocení podnik samotný i jeho zákazník.

Jediný nedostatek současné výroby V-desek jsem zjistil analýzou odchylek mocností od požadované úrovně. Ta totiž odhalila převážně záporné vychýlení hodnot. Většina desek nedosahuje požadované úrovně mocnosti. Na tento problém ovšem cílí jedno z mých doporučení. I přes tento fakt považuji vstřikovací výrobu za kvalitnější a stabilnější z hlediska výsledků. Firma REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. může uvažovat o rozšíření a prohloubení tohoto způsobu produkce svých výrobků.

Konečně mohu konstatovat, že cíl stanovený v počátku práce, jsem naplnil. Úspěšně jsem posoudil kvalitu dvou odlišných výrobních procesů a vzájemně tyto procesy porovnal. Identifikoval jsem dílčí nedostatky v obou procesech a navrhl konkrétní opatření vedoucí k jejich nápravě. Rovněž mohu tvrdit, že domněnka vedení podniku, že oba procesy produkují stejně kvalitní výrobky, není pravdivá. Vstřikovací linka poskytuje kvalitnější produkty.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A DALŠÍCH ZDROJŮ

### Monografie

1. Česká společnost pro jakost. (2006). *Statistická regulace procesů (SPC): příručka* (J. Michálek, překl.). Praha: Česká společnost pro jakost.
2. ČSN EN ISO 9000:2016. (2016). *Systémy managementu kvality – Základní principy a slovník*. Praha: ÚNMZ.
3. Frehr, H.U. (1995). *Total quality management: zlepšení kvality podnikání: příručka vedoucích sil* (Z. Petruželka, překl.). Brno: UNIS Publishing.
4. Hůlová, M. & Jarošová E. (2007). *Statistické metody v managementu kvality, environmentu a bezpečnosti*. Praha: Oeconomica.
5. Janeček, Z. (1997). *Management jakosti*. Plzeň: Západočeská univerzita.
6. Kožíšek, J. & Stieberová, B. (2015). *Management kvality I*. Praha: České vysoké učení technické.
7. Mičudová, K., Gangur, M., Svoboda, M. & Říhová, P. (2016). *Základy statistiky a pravděpodobnosti*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni.
8. Nenadál, J. (2016). *Systémy managementu kvality: co, proč a jak měřit?*. Praha: Management Press.
9. Nenadál, J. (2018). *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press.
10. Neubauer, J., Sedlačík, M. & Kříž, O. (2012). *Základy statistiky: aplikace v technických a ekonomických oborech*. Praha: Grada Publishing, a.s.
11. REIF, J. (2000). *Metody matematické statistiky*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni.
12. TOŠENOVSKÝ, J. & NOSKIEVIČOVÁ, D. (2000). *Statistické metody pro zlepšování jakosti*. Ostrava: Montanex.
13. UMEDA, M. (1993). *Seven Key Factors for Success on TQM*. Tokyo: Japanese Standards Association.
14. Veber, J. (2007). *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. Praha: Grada Publishing a.s.

15. Veber, J., Hůlová, M. & Plášková A. (2010). *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: legislativa, systémy, metody, praxe*. Praha: Management Press.

### Elektronické zdroje

16. Replast s.r.o (2019a). *Replast*. Cit. 1.4.2019, dostupné z: <https://www.replast.cz/produkty/zatezova/>
17. Replast s.r.o (2019b). *Replast*. Cit. 1.4.2019, dostupné z: <https://www.replast.cz/kontakt/>
18. Replast s.r.o (2019c). *Replast*. Cit. 1.4.2019, dostupné z: <https://www.replast.cz/onas/>
19. Replast s.r.o (2019d). *Replast*. Cit. 1.4.2019, dostupné z: <https://www.replast.cz/reference/>
20. VMware, Inc. (2019). Obrázek ve formátu .png. Dostupné z: [https://docs.wavefront.com/proxies\\_histograms.html](https://docs.wavefront.com/proxies_histograms.html)
21. Wikipedie (2011). Obrázek ve formátu .png. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Regula%C4%8Dn%C3%AD\\_diagram](https://cs.wikipedia.org/wiki/Regula%C4%8Dn%C3%AD_diagram)

## SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1: Principy managementu kvality .....	17
Tab. č. 2: Základní popisné statistiky .....	44
Tab. č. 3: Tabulka četností.....	49
Tab. č. 4: Přímé náklady R-desek .....	55
Tab. č. 5: Přímé náklady V-desek.....	56
Tab. č. 6: Získané hodnoty pro R-desky .....	72
Tab. č. 7: Získané hodnoty pro V-desky.....	73

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1: Histogram .....	28
Obr. č. 2: Regulační diagram .....	30
Obr. č. 3: Krabicové grafy – srovnání obou technologií .....	45
Obr. č. 4: Mocnosti R-desek .....	46
Obr. č. 5: Mocnosti V-desek .....	46
Obr. č. 6: 2SIGMA – R-desky .....	47
Obr. č. 7: 2SIGMA – V-desky .....	48
Obr. č. 8: Graf odchylek pro R-desky .....	50
Obr. č. 9: Graf odchylek pro V-desky .....	50
Obr. č. 10: Regulační diagram pro R-desky .....	51
Obr. č. 11: Regulační diagram pro V-desky .....	52
Obr. č. 12: Navažování taveniny v ocelové vaně .....	67
Obr. č. 13: Zavírání lisu .....	67
Obr. č. 14: Ruční ořezání výrobku .....	68
Obr. č. 15: Vstřikovací výrobní linka s vertikálně umístěnou formou .....	68
Obr. č. 16: Ukázka vadného výrobku – nedotečení materiálu .....	69
Obr. č. 17: Uskladnění hotových výrobků .....	69
Obr. č. 18: Posuvné měřicí zařízení .....	70
Obr. č. 19: Datum poslední kalibrace zařízení .....	70
Obr. č. 20: Ukázka procesu měření .....	71



## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

<b>AS</b>	Aerospace Standards
<b>CL</b>	Central Line
<b>CPL</b>	Process Capability Based on the Lower Specification Limit
<b>CPU</b>	Process Capability Based on the Upper Specification Limit
<b>CR</b>	Capability Ratio
<b>ČSN</b>	Česká soustava norem
<b>EN</b>	European Norms
<b>IATF</b>	International Automotive Task Force
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>LCL</b>	Lower Control Limit
<b>LSL</b>	Lower Specification Limit
<b>MR</b>	Moving Range
<b>PVC</b>	Polyvinylchlorid
<b>QMS</b>	Quality Management System
<b>SPC</b>	Statistical Process Control
<b>T</b>	toleranční pole (délka tolerančního pole)
<b>TQM</b>	Total Quality Management
<b>UCL</b>	Upper Control Limit
<b>USL</b>	Upper Specification Limit

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A: Fotodokumentace – výrobní proces .....	67
Příloha B: Fotodokumentace – měření .....	70
Příloha C: Výsledky sběru dat .....	72

## PŘÍLOHA A: FOTODOKUMENTACE – VÝROBNÍ PROCES

Obr. č. 12: Navažování taveniny v ocelové vaně



Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Obr. č. 13: Zavírání lisu



Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Obr. č. 14: Ruční ořezání výrobku



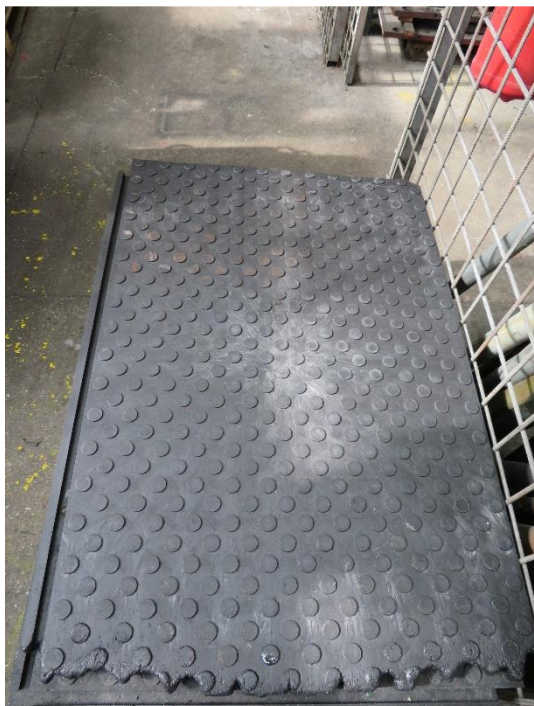
Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Obr. č. 15: Vstřikovací výrobní linka s vertikálně umístěnou formou



Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Obr. č. 16: Ukázka vadného výrobku – nedotečení materiálu



Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Obr. č. 17: Uskladnění hotových výrobků



Zdroj: vlastní zpracování, 2019

## PŘÍLOHA B: FOTODOKUMENTACE – MĚŘENÍ

Obr. č. 18: Posuvné měřící zařízení



Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Obr. č. 19: Datum poslední kalibrace zařízení



Zdroj: vlastní zpracování, 2019

Obr. č. 20: Ukázka procesu měření



Zdroj: vlastní zpracování, 2019

## PŘÍLOHA C: VÝSLEDKY SBĚRU DAT

Tab. č. 6: Získané hodnoty pro R-desky

Číslo měření	Mocnost v mm	Kvalita povrchu	Číslo měření	Mocnost v mm	Kvalita povrchu	Číslo měření	Mocnost v mm	Kvalita povrchu
1	42,92	1	41	43,98	1	81	43,11	2
2	43,65	2	42	43,87	2	82	43,22	2
3	43,84	2	43	43,53	1	83	43,1	1
4	42,96	2	44	44,17	2	84	43,58	2
5	42,45	2	45	44,72	3	85	43,34	1
6	42,46	2	46	43,55	2	86	42,95	2
7	43,15	2	47	43,83	2	87	43,43	2
8	44,11	3	48	43,61	3	88	43,47	2
9	43,65	2	49	43,46	1	89	42,67	2
10	43,45	1	50	43,81	1	90	43,71	1
11	43,5	2	51	43,77	2	91	42,25	2
12	43,56	1	52	42,88	1	92	42,08	2
13	44,1	4	53	44,05	1	93	44,86	3
14	43,72	2	54	44,49	3	94	43,92	2
15	43,01	3	55	43,56	1	95	42,67	2
16	43,69	4	56	42,92	2	96	44,7	3
17	43,87	3	57	43,9	2	97	44,49	2
18	43,06	2	58	43,6	3	98	42,02	3
19	44,12	2	59	43,82	2	99	42,42	2
20	43,19	3	60	44,43	2	100	43,68	3
21	42,73	2	61	43,57	3	101	43,11	3
22	42,77	2	62	43,76	2	102	43,69	2
23	43,36	3	63	44,32	2	103	43,71	1
24	43,3	2	64	44,41	1	104	43,55	2
25	43,64	3	65	43,95	2	105	43,68	1
26	42,81	3	66	44,08	2	106	43,84	2
27	42,9	2	67	43,05	2	107	43,79	1
28	42,93	2	68	44,1	2	108	44,41	3
29	42,47	2	69	43,6	1	109	42,84	2
30	42,82	3	70	44,1	3	110	44,4	2
31	44,13	2	71	44,46	2	111	44,1	2
32	43,81	2	72	44,61	2	112	43,86	3
33	44,09	1	73	44,21	2	113	44,38	2
34	44,05	3	74	44,46	1	114	44,82	2
35	43,73	2	75	43,75	2	115	43,95	3
36	43,98	1	76	44,38	2	116	43,87	2
37	43,99	3	77	43,28	3	117	44,11	3
38	44,36	1	78	43,15	3	118	43,81	2
39	43,85	2	79	43,17	2	119	42,52	1
40	43,71	2	80	43,24	2	120	44,04	2

Zdroj: vlastní zpracování, 2019



Tab. č. 7: Získané hodnoty pro V-desky

Číslo měření	Mocnost v mm	Kvalita povrchu	Číslo měření	Mocnost v mm	Kvalita povrchu
1	42,68	2	26	42,67	1
2	42,62	1	27	42,86	1
3	42,77	2	28	42,7	1
4	42,55	1	29	42,87	1
5	42,78	1	30	42,52	2
6	42,53	1	31	42,56	1
7	42,68	1	32	42,62	1
8	42,63	1	33	43,03	1
9	42,72	1	34	42,66	1
10	42,72	1	35	42,69	1
11	42,62	1	36	42,67	1
12	42,67	1	37	42,65	2
13	42,74	1	38	42,72	1
14	42,67	2	39	43,06	1
15	42,56	1	40	42,81	1
16	42,77	1	41	42,75	1
17	42,6	1	42	42,69	1
18	42,7	1	43	42,95	1
19	42,73	1	44	42,63	1
20	42,83	1	45	43,15	1
21	42,83	1	46	42,78	1
22	43,04	1	47	42,55	1
23	42,75	1	48	42,97	1
24	42,73	1	49	42,69	1
25	42,58	1	50	42,71	1

Zdroj: vlastní zpracování, 2019

## **ABSTRAKT**

MATOUŠEK, Matouš. *Statistická regulace kvality výrobního procesu*. Plzeň, 2019. 73 s. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta ekonomická.

**Klíčová slova:** kvalita, proces, srovnání, statistika, regulace, SPC, způsobilost

Předložená práce je zaměřena na sledování a zlepšování kvality výrobního procesu. Práce se skládá ze dvou pomyslných částí: teoretické a praktické. Teoretická část pojednává o pojmu kvalita a management kvality, dále nabízí teoretický vhled do SPC (Statistické regulace procesu) a do způsobilosti procesu. Praktická část vychází z dat naměřených v podniku REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. a klade si za cíl posoudit a porovnat kvalitu dvou výrobních procesů klíčového produktu podniku. Získaná data analyzuje jednak pomocí popisných statistik, ale především prostřednictvím SPC. Hlavními výstupy práce jsou regulační diagramy a indexy způsobilosti pro oba procesy. Celá práce je uzavřena zhodnocením a finální komparací obou výrobních procesů a navrhuje opatření vedoucí ke zlepšení současného stavu.

## **ABSTRACT**

MATOUŠEK, Matouš. *Statistic Regulation of Quality in a Manufacturing Process*. Plzeň, 2019. 73 s. Bachelor Thesis. University of West Bohemia. Faculty of Economics.

**Key words:** quality, process, comparison, statistics, regulation, SPC, capability

The submitted thesis is focused on monitoring and improving quality of a manufacturing process. The thesis consists of two imagined parts: theoretical and practical. The theoretical part deals with a term of quality and quality management, then offers a theoretical insight into the SPC (Statistical Process Control) and into a capability of the process. The practical part is based on the data measured in REPLAST PRODUKT, spol. s r.o. company and aims to consider and compare quality of two selected processes of a key product of the company. The gained data is analyzed firstly by using descriptive statistics but, most importantly, via the use of SPC. The main outputs of the work are regulation diagrams and indexes of capability for both of the processes. The whole work is closed by evaluation and final comparison of both manufacturing processes and suggests measures leading to an improvement of the current situation.