

Tvorba a zavedení interních norem v oblasti výroby výtahu

Bc. Ludmila Trojková

Diplomová práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Ludmila Trojková**
Osobní číslo: **T16155**
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Řízení jakosti**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Tvorba a zavedení interních norem v oblasti výroby výtahu**

Zásady pro vypracování:

- 1. Teoretická část:**
- 2. popište princip chronometrického snímání snímku**
- 3. vyberte vhodné statistické parametry pro hodnocení časových snímků**
- 4. vyberte vhodné metody pro komparaci časových snímků**
- 5. Praktická část:**
- 6. posouzení a rozbor současného stavu s výběrem vhodných dílců pro aplikaci interních norem**
- 7. sestavení časového snímku vybraných dílců včetně výpočtu statistických parametrů**
- 8. verifikace normy včetně její případné korekce**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. HAIR, Joseph F. *Multivariate data analysis*. 7th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, c2010. ISBN 978-0138132637.
2. RAMACHANDRAN, K. M. a Chris P. TSOKOS. *Mathematical statistics with applications*. Boston: Academic Press, c2009. ISBN 978-0-12-374848-5.
3. ARLT, Josef, Markéta ARLTOVÁ a Eva RUBLÍKOVÁ. *Analýza ekonomických časových řad s příklady*. Praha: Vysoká škola ekonomická, 2002. ISBN 80-245-0307-7.
4. CHUDÝ, Vladimír. *Meranie technických veličín*. V Bratislave: Slovenská technická univerzita v Bratislave, 1999. Edícia vysokoškolských učebníc. ISBN 80-227-1275-2.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Dr. Ing. Vladimír Pata**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **2. ledna 2018**

Termín odevzdání diplomové práce: **18. května 2018**

Ve Zlíně dne 5. února 2018



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 10. 5. 2018


.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce je vypracována v rámci magisterského studia Procesní inženýrství v oboru Řízení jakosti a kvality na Fakultě technologické Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Práce se bude zabývat tvorbou a zavedením interních norem v oblasti výroby výtahy. Zejména výrobku v oblasti křidel.

Nejprve se popíše princip chronometrického snímání snímku. Zvolí se vhodné statistické parametry pro hodnocení časových snímků a vybere se vhodná metoda pro komparaci časového snímku.

Provede se posouzení a rozbor stavu u vybraných dílců pro aplikování interních norem. U zdokumentovaných vybraných dílců včetně parametru se sestaví časový snímek.

Daná norma bude ověřena dle záznamu a její případné korekce.

Klíčová slova: křídlo, výztuha, kotouč, lepidlo, brusný papír, bodová svářečka

ABSTRACT

The diploma thesis is elaborated within the master study program Process Engineering in the field of Quality and Quality Management at the Faculty of Technology, Tomas Bata University in Zlín. The work will deal with creation and implementation of internal standards in the area of elevator production. In particular, the product in the wings region.

First we describe the chronometric scanning principle. Appropriate statistical parameters for the evaluation of time frames are selected and a suitable method for comparing the time frame is selected.

An assessment and analysis of the current state will be carried out with the selection of suitable parts for the application of internal standards. From the documented selected parts, including the parameter, a time frame is compiled.

The given standard will be verified according to the record and its possible correction.

Keywords: wing, reinforcement, disk, glue, abrasive paper, spot welder

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych ráda poděkovala Doc. Dr. Ing. Vladimíru Patovi za cenné rady a připomínky při vedení diplomové práce. Dále děkuji firmě Vymyslický výtahy spol. s r. o., zejména pracovníkům, kteří mi byli nápomocni k získání dat.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 TEORETICKÁ ČÁST	11
1.1 PRINCIP CHRONOMETRICKÉHO SNÍMÁNÍ SNÍMKU	11
1.2 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE	12
1.2.1 Přímé měření	13
1.2.2 Nepřímé měření.....	15
2 STATISTICKÉ PARAMETRY PRO HODNOCENÍ ČASOVÝCH SNÍMKŮ	16
2.1 HODNOCENÍ ČASOVÝCH SNÍMKŮ.....	16
2.2 MOMENTOVÉ MÍRY POLOHY A ROZPTÝLENÍ	16
2.3 KVANTILOVÉ A ROBUSTNÍ MÍRY POLOHY A ROZPTÝLENÍ.....	18
2.3.1 Odhady parametrů polohy a rozdělení	18
2.3.2 Míra polohy.....	19
2.4 EDA EXPLORATORNÍ ANALÝZA DAT	19
3 METODY PRO KOMPARACI SNÍMKU	21
3.1 ROZPTYLOVÝ GRAF	21
3.2 GRAF ČASOVÉ ŘADY.....	22
3.3 KRABICOVÝ GRAF	23
3.4 GRAF ODLEHLÝCH HODNOT.....	25
3.5 GRAF PRAVDĚPODOBNOTI	26
3.6 SOUHRNNÝ GRAF.....	27
II PRAKTICKÁ ČÁST	30
4 PRAKTICKÁ ČÁST	31
4.1 POSOUZENÍ A ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU KŘÍDEL Z OCELI	31
4.2 POSOUZENÍ A ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU KŘÍDEL Z NEREZI.....	31
4.3 DOKUMENTACE DÍLŮ KŘÍDEL Z OCELI	33
4.3.1 Sestavení časového snímku křídel z oceli.....	35
4.4 DOKUMENTACE DÍLŮ KŘÍDEL Z NEREZI	38
4.4.1 Sestavení časového snímku nerezových křídel	40
5 VÝPOČTY STATISTICKÝCH PARAMETRŮ	43
5.1 VÝROBA KŘÍDLA Z OCELI	43
5.1.1 Bodování	43
5.1.2 Broušení	50
5.2 VÝROBA KŘÍDEL Z NEREZI.....	57
5.2.1 Čištění křídel	58
5.2.2 Čištění výztuh.....	66
5.2.3 Čištění omeg.....	71
5.2.4 Černění křídel.....	76
5.2.5 Černění výztuh	82
5.2.6 Lepení.....	87

5.2.7	Vrtání.....	91
5.2.8	Nýtování.....	97
ZÁVĚR		105
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		110
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		112
SEZNAM OBRÁZKŮ		114
SEZNAM PŘÍLOH.....		120

ÚVOD

V diplomové práci se bude řešit návrh interní normy pro výrobu dílu výtahu, respektive křídel automatických dveří. Budou se rozebírat křídla z oceli 11 321 o rozměrech 157x2025x1,5 a křídla z broušené nerezí 17 240 o rozměrech 507x2675x1,5. Díly už měly nastavenou normu z průměru evidence času v informačním systému Helios Orange, kde pracovník zahájil a ukončil svoji prováděnou činnost na terminále kartou. Tato norma byla velmi nepřesná. Pracovník si zahájil na výrobním příkaze operaci, kterou však nevykonával a věnoval se jiným činnostem nebo si zahájil víc příkazů najednou a při ukončování provedených kusů se na jednotlivé příkazy čas automaticky průměrně rozpočítal. Neustále se normy na příkazy upravovaly a někdy se stalo, že u menšího dílu byl čas příliš vysoký a u větších dílů bylo času málo. Diplomová práce se bude zabývat přesnou normou pro jednotlivé operace, které budou naměřeny kamerovým systémem a budou sloužit pro vypracování návrhu vhodných norem a spolehlivosti pracovníka. Pro vyhodnocení se bude používat metoda EDA.

Při zpracování této práce jsem spolupracovala s firmou Vymyslický výtahy spol. s r.o., která má sídlo a výrobu v Uherském Hradišti. Ve firmě je zaměstnaných 150 lidí. V České republice má pět poboček. Je také zastoupena pobočkami na Slovensku, v Polsku a Srbsku.

Ročně vyrobí až 350 výtahů, stovky ocelových a prosklených kabin. Tisíce dveří ručních i automatických. Automatické dveře dvou, tří, čtyř a šesti panelové. Díky vlastní výrobě dokážou vyrobit typické i atypické výtahy dle přání zákazníka.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TEORETICKÁ ČÁST

V kapitole bude vysvětleno, jaká je metodika zpracování snímku pracovního dne. Studii spotřeby času, co takovým snímek rozumíme, bude dále vysvětleno, jak se hodnotí a zaznamenává spotřeba pracovního času pracovníka nebo skupiny pracovníků během směny.

1.1 Princip chronometrického snímání snímku

Při sledování se musí zaznamenávat vše, co souvisí s činností. Na (obr. 1) je zobrazeno několik kategorií, které tvoří snímání pracovního dne. Chronometráž je vhodná pro cyklické práce, tedy práce, které se pravidelně opakují.

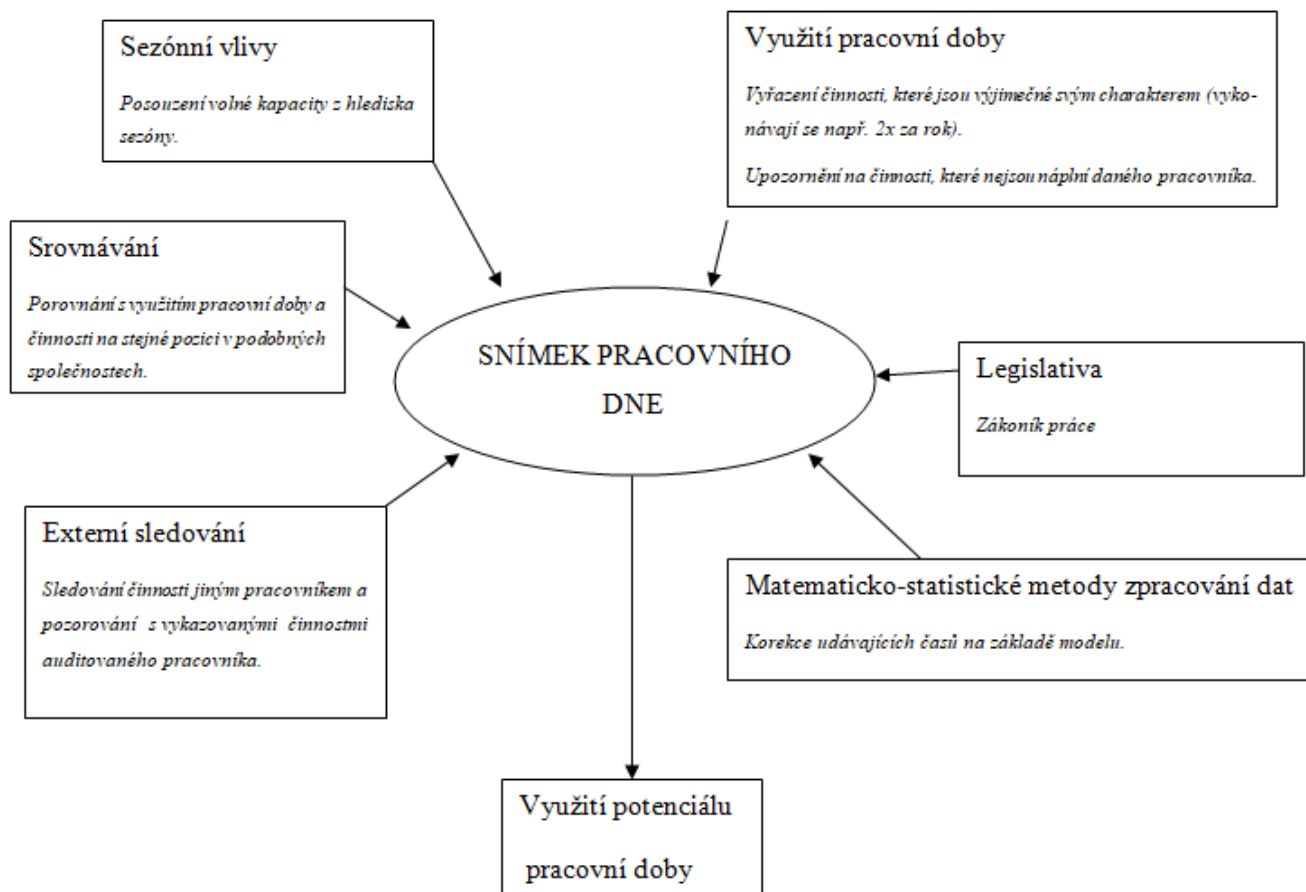
Metoda nepřetržitého pozorování spotřeby času pro všechny zkoumané operace je tzv. plynulá chronometráž. Je vhodná pro sériovou a hromadnou sérii, kde je známí sled opakujících úkonů.

Výběrová chronometráž je takový druh, kde není předmětem zkoumání celá operace, ale jen některá pravidelná nebo nepravidelná se opakující činnost známého úkonu. Pozorovatel zapisuje pouze časy začátku a konce u vybraných úkonů.

Obkročná chronometráž spočívá v pozorování a měření spotřeby času u velmi krátkých částí operace. Seskupí se několik krátkých pracovních prvků do jednoho měřitelného komplexu. Používá se spíše jako nouzové měření

Pro chronometrické vypracování snímku pracovního dne jsou důležité tyto etapy:

- 1) Příprava – jejímž úkolem je vysvětlit auditovaným pracovníkům co se má zapisovat a sledovat dle žádosti zaměřeného projektu. Výběr pracovníka a pracoviště v určeném období, kdy se aktivita provede.
- 2) Vlastní měření a zaznamenávání – všech činností od začátku až do konce, které se zapíší do pozorovacího listu. Naměřený čas se zaokrouhlí na celé minuty.
- 3) Vyhodnocení snímku – z postupného času se vypočte jednotlivý čas, každý jednotlivý čas se vyhodnotí z obsahu činnosti. Následně se sumarizují stejnorodé činnosti do skutečné bilance spotřeby času směny. Skutečná bilance vyjadřuje kolik času v minutách a procentech připadne na jednotlivé kategorie zkoumaného času v pracovní směně. [7,6]



Obr. 1 snímání pracovního dne [6]

1.2 Analýza a měření práce

Analýza a měření práce jsou jednoduchým a účinným měřítkem pro stanovení efektivnosti práce a plýtvání.

Dle názvu se budeme nejprve zabývat analýzou práce. Zejména pracovními metodami, které budou identifikovat plýtvání a produktivitu činností. Zefektivnit vykonávanou práci.

Dále bychom se měli zabývat měřením práce. Na jednotlivé činnosti je třeba určit spotřebu času. Měření práce je detailní sledování pracovního postupu. Jestli je práce vykonávána nejlepším možným způsobem nebo jestli můžeme nějaké operace eliminovat, zjednodušit nebo sloučit. V případě, že se pomine hrubý odhad nebo využití historických údajů, tak mezi nepoužívanější metody jsou realizová-

ny přímým měřením za pomoci stopek. Pokud se vychází z předem definovaných časů, které dané operaci přísluší, hovoříme o nepřímém měření.

Většinou tyto dvě strany musí spolu úzce souviset, protože jinak by to nemohlo efektivně fungovat. Řada firem a zaměstnanců neklade na to velký důraz a především podceňují analýzu práce. U měření je primární určit spotřebu času na jednotlivé operce. Výsledkem normy je určité popsání současného stavu bez výskytu reálného dopadu na zvýšení produktivity. Měření práce by mělo sloužit číselným vyjádřením pro nárůst produktivity a vytvoření nového postupu. Dále pro stanovení objektivní normy spotřeby času. [5]

1.2.1 Přímé měření

Jak již bylo zmíněno, jedná se o naměřeném čase za pomoci stopek a zápisem do potřebných formulářů, specializovaných zařízení nebo softwarů. Zařízení nahradí stopky, papírové formuláře a přepisování jednotlivých údajů do elektronické podoby.


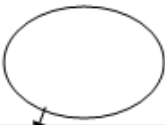
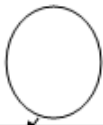

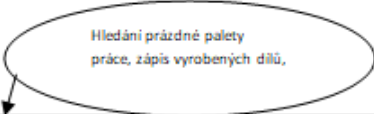
Rozlišují se dva základní přístupy v oblasti přímého měření. V prvním případě se zaměří na sledování pracovníka, tedy o snímání snímku pracovního dne. Pokud je cílem určení času operace, jedná se o tzv. chronometráži.

Chronometráž (obr. 2) poskytuje stanovení délky trvání určitého pracovního děje. Stále je nejpoužívanějším způsobem pro stanovení výkonové normy. Principem metody je rozdělení měřených operací do několika dílčích úseků. Časy jednotlivých úkonů se zaznamenávají do formuláře. Výhodou je, že operace budou rozděleny na jednotlivé úkony ve správném pořadí. Po vyhodnocení se zobrazí extrémní hodnoty, které se vyloučí a zajistí poměrně vysokou spolehlivost měření. Tím budou také definovány problematické úkony. [5]

Operace: výroba křidel							Datum pozorování Od: Do:			Pozorovací list č:1 Krycí list č.		
p.č.	Úkon	Konečný mezní bod	Pořadové čísla měření (kusů, cyklů)							Průměr	Poznámka	
			N	2	3	4	5	6	7			
1	Bodování	Z: bodování křidel K: ukončení křidel	J P	0:00:14 0:00:14	0:00:15 0:01:50	0:00:12 0:03:23	0:00:16 0:06:38	0:00:11 0:08:18	0:00:18 0:11:45	0:00:15		
2	Broušení	Z: uchopení křídla K: dobroušení	J P	0:00:14 0:02:14	0:00:15 0:01:45	0:00:12 0:03:33	0:00:16 0:06:28	0:00:11 0:09:18	0:00:18 0:11:00	0:00:18		
3	Broušení	Z: broušení ploch K: odložení dílů	J P	0:00:14 0:00:18	0:00:16 0:02:50	0:00:20 0:03:44	0:00:22 0:07:05	0:00:25 0:08:11	0:00:27 0:11:44	0:00:20		
4	Čištění	Z: čištění nečistot K: odložení	J P	0:00:14 0:00:19	0:00:15 0:01:55	0:00:12 0:04:23	0:00:16 0:06:44	0:00:11 0:08:28	0:00:18 0:11:46	0:00:17		
5	Lepení	Z: lepení výztuh K: zatížení výztuh	J P	0:00:14 0:00:16	0:00:15 0:02:50	0:00:12 0:03:23	0:00:16 0:06:38	0:00:11 0:08:18	0:00:18 0:12:05	0:00:23		
Suma (celková průměrná délka trvání operace)										0:02:11		
Uspořádání pracoviště – materiálový tok: - nevhodné uspořádání - nevhodný materiál			Rozbor pracovního úseku: čas(s)				Plytvání: - příprava komponentů pro další montáž					
							Definování opatření:					
							1.	Úprava pracovního postupu				
							2.					
							3.					
							4.					
5.												
6.												

Obr. 2 ukázka chronometráže operace [5]

Snímek pracovního dne (obr. 3) znázorňuje nepřetržité pozorování celé směny. Cílem tohoto pozorování je získat kompletní přehled o spotřebě času. Určit poměr činností hodnot, identifikovat plýtvání a popřípadě navrhnout novou formu organizace práce. Pro definování nepravidelných činností se používá snímek pracovního dne. Může se tak získat informace o aktuálním stavu využití jednotlivých pracovníků. Je zde možnost nastavení vícestrojové obsluhy. Snímání se nepoužívá jen ve výrobě a ve výrobních procesech, ale i v administrativě.[5]

 Vymyslicky	Datum:		POZOROVACÍ LIST		List č:
	Směna: ranní		PRO SNÍMEK PRACOVNÍHO		Pozoroval:
	Od do:		DNE		Pozorovaný:
Pracoviště:					
Výrobek 1					
Výrobek 2					
Výrobek 3					
Výpočet času			Symbol	Popis	
od	do	čas			
					
Čas zahájení a ukončení činnosti (uvedené postupné časy)			Vypočítaná doba činnosti	Symbol pro popis činnosti	Vysvětlení daného symbolu či poznámka k vykonávané činnosti

Obr. 3 Formulář pro snímek pracovního dne [5]

Na první pohled se může zdát, že měření stopkami je jednou z nejjednodušších metod, ale i u tohoto typu měření se musí zajistit maximální dodržení pravidel. Pokud se tak neučiní, tak výsledky se stávají neobjektivními. Rozdělení měřené operace na jednotlivé úkony nesmí být podceňováno. Měl by být proveden potřebný počet náměrů se stupněm výkonu sledovaného pracovníka.

1.2.2 Nepřímé měření

U nepřímého měření je cílem určit předem čas a rozbor jednotlivých úkonů na základní pohyby. Vzhledem k náročnosti je přiřazen index, který odpovídá určité spotřebě času. Výhodou oproti přímému měření je odpadnutí subjektivity pro stanovení stupně výkonu. Systém je předem určený dle času se stupněm výkonu 100%. Možno použít racionalizaci pracovního postupu, uspořádání pracoviště a organizace. [5]

2 STATISTICKÉ PARAMETRY PRO HODNOCENÍ ČASOVÝCH SNÍMKŮ

Účelem statistické analýzy je správně charakterizovat data výběrového rozdělení, odhadnout jeho parametry a vytvořit pravděpodobnost modelů. Výběrová charakteristika závisí na rozdělení základního souboru. V případě, že není možné naleznout normální rozdělení, tak se používají maximálně věrohodné odhady parametrů.

2.1 hodnocení časových snímků

Pro hodnocení časových snímků se nejprve uvedou 3 etapy pro analýzu výběru dat:

- a) První etapou je vyšetření statistických zvláštností dat, lokální koncentrace, tvar a přítomnost podezřelých hodnot. Budou odhaleny odchylky od normálního rozdělení. Pokud jsou data nevhodná, je nutná úprava dat.
- b) Druhou etapou se ověří základní předpoklad, u kterého je kladeno na výběr. Jako nezávislost prvků, homogenita výběru, dostatečný rozsah a rozdělení výběru. Následuje vyčíslení klasických odhadů polohy, rozptýlení a interval spolehlivosti.
- c) Ve třetí etapě se z nabídky odhadů vybírají ty, které mají statistický smysl a dokážou odpovídat závěrům průzkumové analýzy dat a ověření předpokladů o výběru. [8,10]

2.2 Momentové míry polohy a rozptýlení

Momentové míry obsahují různé druhy průměrů. Jsou jednoduše číselně charakterizovány. Aritmetický průměr je základní momentovou charakteristikou a také odhadem střední hodnoty normálního rozdělení.

Takový odhad má rozptyl $D(\bar{x}) = \sigma^2/n$. Pokud má každý prvek x , normální rozdělení s rozptylem, tak lze odvodit vztah střední hodnoty vztahem:

$$\hat{x}_w = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\sigma^2(x_i)}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sigma^2(x_i)}} \quad (1)$$

který se nazývá vážený průměr s vahami $1/\sigma^2(x_i)$. Pro znalost rozptylu jsou použitelné obě rovnice.

Míry rozptýlení dokážou charakterizovat proměnlivost výběru v absolutní velikosti. Sledovaný prvek ve stejných jednotkách se nazývá míra absolutního rozptýlení. Pro odhad variability základního

souboru slouží momentové charakteristiky rozptýlení. Při srovnání rozptýlení se výběry liší svojí úrovní tzv. míry relativního rozptýlení. Čísla jsou vyjádřena v procentech nebo jako bezrozměrná čísla. Míra rozptýlení, jejíž velikost závisí na velikosti všech výběrů prvků je velmi důležitá. Míra rozptýlení, měří najednou veškeré prvky kolem střední hodnoty, se nazývá rozptyl σ^2 . Pro odhad rozptylu platí vztah:

$$\sigma^2 = 1/n \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 \quad (2)$$

V praxi není parametr střední hodnoty μ znám a je nahrazen aritmetickým průměrem $\mu = \bar{x}$. Takto definovaný rozptyl představuje vychýlený odhad. Pokud je odhad nevychýlený, tak se užívá výběrový rozptyl:

$$s^2 = \frac{n}{n-1} \sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (3)$$

Výběrový rozptyl je ve čtvercích užité jednotky. Mírou rozptýlení se volí druhá odmocnina z rozptylu. Označuje se jako směrodatná odchylka $s = \sqrt{s^2}$. Jednotky má stejné jako zkoumaný výběr.

Variační koeficient δ nebo relativní směrodatná odchylka (vyjádřena v %) se svým rozptylem charakterizuje relativní rozptýlení dat a užívá míry relativního rozptýlení.

$$D(\delta) = \delta^2(n + \delta^2(2n + 1))/(2n(n - 1)) \quad (4)$$

Míry tvaru informují o tvaru rozdělení. Respektive se užívá šikmost, třetí normovaný centrální moment a špičatost čtvrtý normovaný centrální moment. Šikmost g_1 je vyjádřena vztahem:

$$g_1 = \frac{\sqrt{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2]^{3/2}} \quad (5)$$

Momentový odhad špičatosti g_2

$$g_2 = \frac{\sqrt{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2]^2} \quad (6)$$

Při stanovení libovolného bodového odhadu je důležité určit i jeho rozptyl. Aby se dosáhlo větších přesností, je třeba provést větší počet měření n . Data, která pochází z normálního rozdělení, se při použití mediánu musí provést 1.6x více měření než při použití aritmetického průměru pro docílení stejné přesnosti odhadu. [8]

2.3 Kvantilové a robustní míry polohy a rozptýlení

Kvantilové a robustní charakteristiky jsou oproti momentovým méně citlivé na odlehlé hodnoty. Modus x_M je definován jako lokální maximum na hustotě pravděpodobnosti. Není citlivý na odlehlá měření, ale je vždy robustní. Hustota pravděpodobnosti má vždy jedno maximum.

Kvantily (kvartily, percentily, decily) jsou hodnoty, které rozdělují výběr prvků na dvě části. Jedna část obsahuje α % prvků, které jsou menší nebo rovno. Druhá část $(1 - \alpha)$ % prvků, které jsou větší nebo rovno. Kvantil se dělí ve výběru na čtyři části, které obsahují 25% prvků. Z kvantilových odhadů rozptýlení se používá interkvartilové rozpětí.

$$R = (x_{0,75} - x_{0,25}) \quad (7)$$

Kvartily jsou celkem tři: dolní kvartil $x_{0,25}$ odděluje čtvrtinu, prostřední se nazývá medián $x_{0,5}$ a dělí výběr prvků na dvě stejné části tj. 50 % prvků. Třetím kvantilem je horní kvartil $x_{0,75}$, ten dělí 75% menších prvků od zbylých 25% největších prvků.

Decily se dělí na 10 stejně obsazených částí se stejnou relativní četností. Centily dělí výběr na 100 stejných obsazených částí. [8]

2.3.1 Odhady parametrů polohy a rozdělení

Rovnoměrné rozdělení je nejjednodušší typ rozdělení. Má oboustranně omezenou náhodnou veličinu. Ležící v zadaném intervalu $a - h \leq x \leq a + h$. Když $a = 0$ a $h = 0,5 \cdot 10^{-k}$, tak popisuje rovnoměrné rozdělení.

Bodový odhad parametrů nedokáže říct vzdálenost od skutečné hodnoty, je třeba intervalového odhadu parametru, který představuje, kde se bude nacházet skutečná hodnota daného parametru.

Interval spolehlivosti tvoří dvě číselné hodnoty L_D a L_H .

Interval spolehlivosti se zvolenou pravděpodobností $P = (1 - \alpha)$ má obvykle hodnotu rovnou 0,95 nebo 0,99. Parametr α je hladinou významnosti. U intervalových odhadů platí:

Čím je výběr n větší, tím je užší interval spolehlivosti. Čím je odhad přesnější, tím je užší interval spolehlivosti. Čím vyšší statistická jistota, tím je interval širší. [8, 18]

2.3.2 Míra polohy

Postup intervalu spolehlivosti střední hodnoty pochází z normálního rozdělení. Dále se rozlišuje na:

- 1) Velký výběr $n \geq 30$ bodový odhad střední hodnoty je výběrový průměr s rozdělením.

Střední interval spolehlivosti je vyjádřen nerovností:

$$\bar{x} - 1.96 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + 1.96 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (8)$$

Hodnota 1.96 je 100 (1 - 0.05/2) = 97.5% kvantil Gaussova normálního rozdělení $u_{0,975}$.

- 2) Střední výběr $n \leq 30$ v praxi se nezná směrodatná odchylka. Vyjádření nerovnosti střední hodnoty intervalu spolehlivosti:

$$\bar{x} - t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1) \frac{s}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1) \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (9)$$

Symbol $t_{1-\alpha/2}$ značí 100 (1 - $\alpha/2$)% kvantil Studentova rozdělení $n-1$ stupni volnosti. [8, 17, 18]

2.4 EDA exploratorní analýza dat

Metoda EDA je analytická analýza dat. Jedná se o tzv. průzkumovou analýzu dat, kde se zpracovávají určité vlastnosti z výběrů, nebo souborů dle předpokládaných statistických metod. Průběhem analýzy lze kombinovat vyšetření informací o datech. Zpracování rozdělení a neznámých dat, o kterých nejsou žádné informace a mohou zapříčinit jejich nebezpečí.

Nejprve se provede průzkumová neboli exploratorní analýza. Vychází se z uspořádaného výběru vzestupně $x_{(1)} \leq x_{(2)} \dots \leq x_{(3)}$. Prostřední hodnota $E(x_i)$ je rovna 100 P_i procentnímu kvantilu výběrového rozdělení $Q(P_i)$. Symbol $P_i = \frac{i}{n+1}$ je označení pro pořadovou pravděpodobnost. Hrubý odhad kvantilové funkce se získá vnesením hodnot x . K distribuční funkci $F(x)$ je inverzní a charakterizována pro rozdělení výběru. Za pomoci lineární interpolace lze vyčíslit 100 α % kvantil x_α pro libovolnou hodnotu

$$x_\alpha = (n+1) \left(\alpha - \frac{i}{n+1} \right) (x_{(i+1)} - x_{(i)}) + x_{(i)} \quad (10)$$

Index musí splňovat i nerovnost

$$\frac{i}{n+1} \leq \alpha \leq \frac{i+1}{n+1} \quad (11)$$

Základní statistickou zvláštností je rozdělení dat, kde se řadí symetrie výběrového rozdělení s relativní délkou konců v porovnání s normálním rozdělením. Od mediánu lze užívat jednoduchých funkčních charakteristik, které vyjadřují symetrii a špičatost v různých vzdálenostech.

Pro délku konců lze teoreticky určit velikost pro vybraná symetrická rozdělení. Normální rozdělení (0,534; 0,822) a rovnoměrné rozdělení (0,405; 0,559)

U rozdělení šikmosti k vyšším hodnotám jsou záporné hodnoty. U šikmosti k nižším hodnotám jsou kladné. [8,10,17,18]

3 METODY PRO KOMPARACI SNÍMKU

Pro komparaci se bude používat metoda EDA. Metodou EDA získáme vhodné modely pro odhalení hodnot, které jsou statisticky významné.

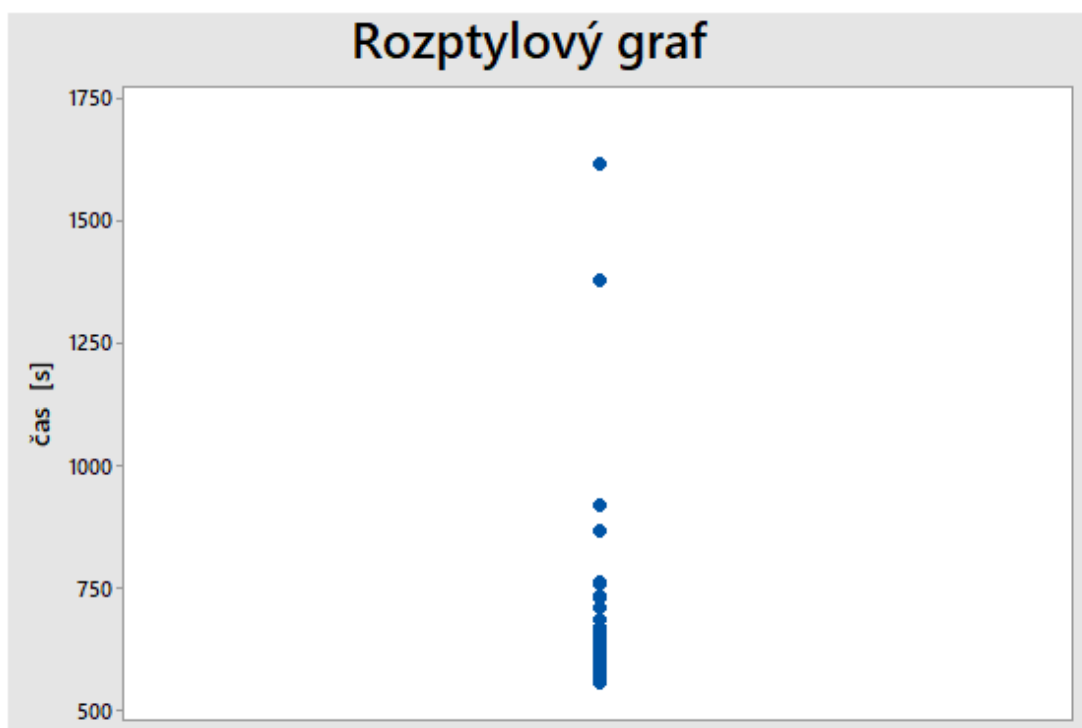
Každá analýza by měla začínat důkladným pozorováním dat, tím získáme informace o chování proměnných. Typy proměnných můžeme rozdělit na kvalitativní proměnné a kvantitativní proměnné.

Kvantitativní proměnná je číselná a měřitelná.

- diskrétní proměnná může nabývat buď konečného nebo spočetného množství variant. Např. známka z matematiky, výška v centimetrech, váha v kilogramech, věk v letech.
- spojitá proměnná nabývá libovolných reálných hodnot nebo reálné podmnožiny. Např. výška, váha, vzdálenost.[8,17,18]

3.1 Rozptylový graf

Graf se používá pro posouzení a porovnání dat. Bodový graf zobrazí každou hodnotu, tím se odhalí odhad a distribuční rozložení.



Obr. 4 Rozptylový graf

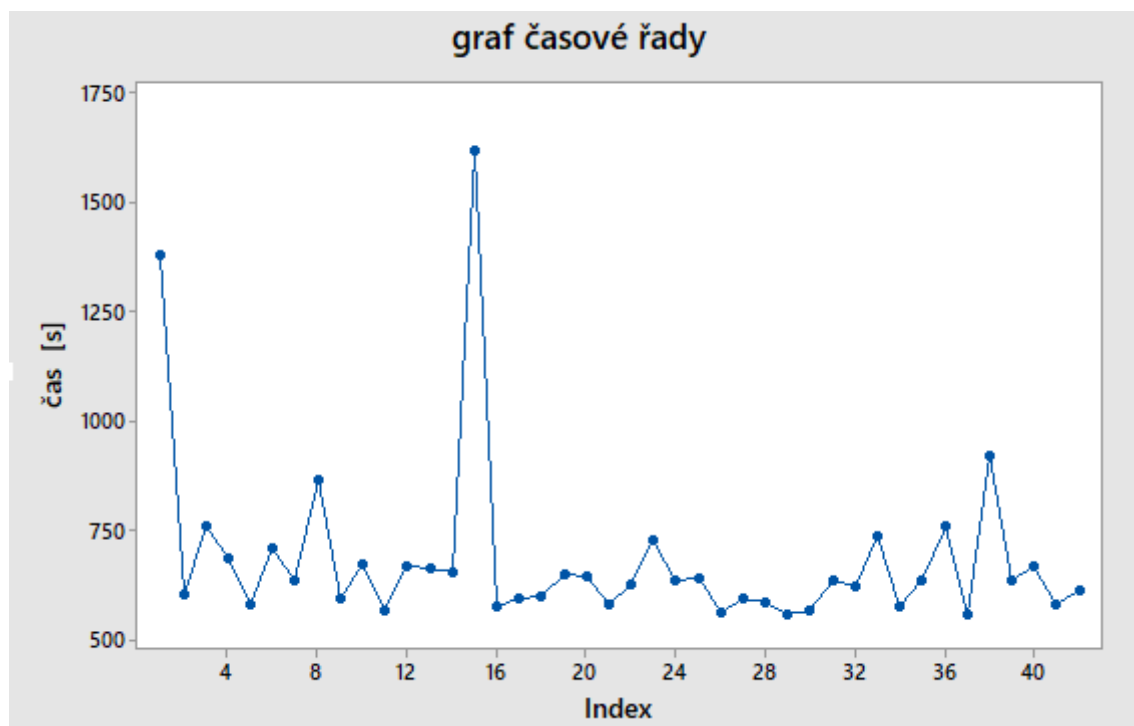
3.2 Graf časové řady

Časová řada: realizuje náhodné procesy a uspořádává chronologicky hodnoty. Časové řady se dělí do několika skupin.

- V první skupině jsou řady krátkodobé. Jejich perioda je kratší než jeden rok (čtvrtletní, měsíční, týdenní, denní). Dále řady dlouhodobé jejich perioda je jeden rok a více.
- Druhá skupina se dělí na intervalové, velikost ukazatele závisí na délce intervalu. A okamžikové, vztahují se ke konkrétnímu času.
- Třetí skupina je s absolutními ukazateli, které mají hodnoty tak, jak byly zapsány nebo s relativními ukazateli obsahují transformované hodnoty.
- Čtvrtá skupina pokud neobsahuje žádný prvek, tak se nazývá Deterministická. V případě, že obsahuje náhodný prvek, tak mluvíme o Stochastické řadě.
- Pátá skupina Ekvidistantní, pokud má časové řady s konstantní časovou vzdáleností mezi hodnotami nebo Neekvidistantní, časové řady mají různé vzdálenosti. Při zpracování můžou vyžadovat korekce indexových nebo hodnotových řad.
- Šestá skupina může být Stacionární, hodnoty aritmetického průměru jsou v celém průběhu řady stejné. U Nestacionárních řad se můžou hodnoty v průběhu lišit. Může se projevit změnou rozptylu hodnot. [17]

Časové řady se můžou upravovat několika způsoby. Základní úpravou může být doplnění chybějících hodnot, ty jsou však neplnohodnotné a můžou snížit kvalitu výsledku. Náhradní hodnotou může být nula, medián nebo aritmetický průměr. Interpolací může být hodnota doplněná doprostřed časových řad. Extrapolací na konci řady. Aproximací přibližné hodnoty čísla. Predikci konstrukce budoucího průběhu.

Časové řady jsou zobrazeny v kombinaci sinusových a kosinusových křivkách s různými amplitudami a frekvencemi.[15, 16]



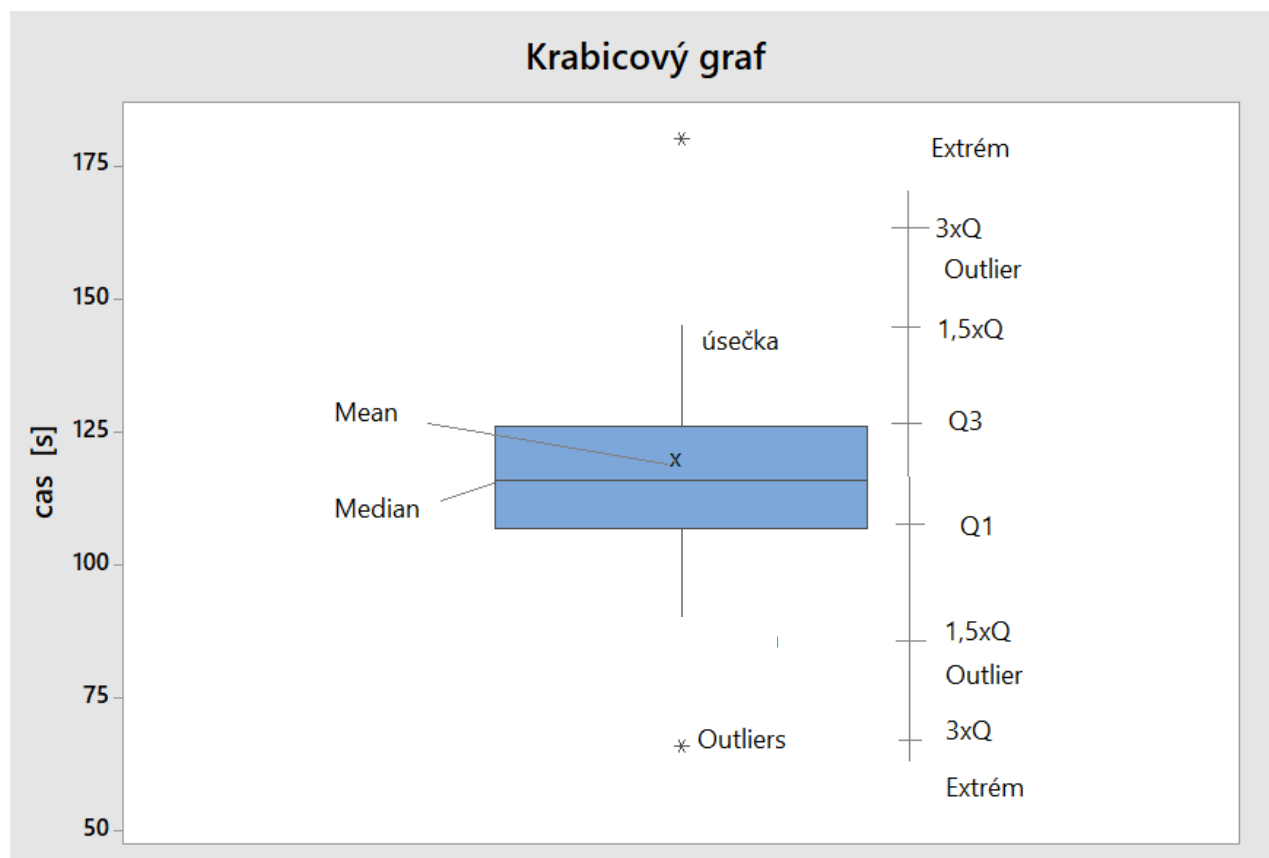
Obr. 5 Graf časové řady

3.3 Krabicový graf

Box plot diagram neboli krabicový graf poskytuje ve schématu informaci o maximální a minimální hodnotě ze souboru naměřených hodnot. Vodorovná čára uvnitř krabice je medián. Horní a dolní strany odpovídají dolnímu a hornímu kvartilu daného souboru. Z těchto třech naměřených úseček je soubor rozdělen dle velikosti uspořádaných hodnot na čtyři početné části. Mezikvartilové rozpětí je celá výška krabice. Od obou protilehlých stran obdélníku pokračují úsečky. Úsečky jsou takové hodnoty, které jsou mimo kvartily a jejich vzdálenost o 1.5 násobku mezikvartilového rozpětí.

Mimo úsečky se mohou vyskytnout odlehlé hodnoty tzv. odchylky (outlier). Ty vypovídají o jejich trojnásobku mezikvartilového rozpětí v datové řadě.

Nad trojnásobkem kvartilového rozpětí se mohou vyskytnout prvky, které jsou podezřelé. Ty však ovlivní celkové pozorování vůči vysokým nebo nízkým hodnotám, proto by se měly z datových řad vyřadit.



Obr. 6 Krabicový graf [9]

Outlier - je tzv. odlehlý bod od ostatních bodů pozorování. Příčinou může být chybné měření, porucha přístroje, přenos dat, přepis dat, lidský faktor. Takové chyby jsou někdy vyloučeny z datového souboru. Při statistických analýzách může odchylka ovlivnit správnost výsledku. Odhalení takových chyb nám může prozradit krabicové grafy nebo normální pravděpodobnostní grafy.

Medián \tilde{x} je prostřední hodnota ze všech naměřených hodnot v rozsahu statistického souboru. Medián je 50% kvantil. V případě, že v rozsahu souboru je uprostřed sudý počet prvků, tak se medián určí jako průměr ze dvou prostředních hodnot.

dolní kvartil je 25% kvantil a označuje se Q1.

horní kvartil je 75% kvantil a označuje se Q3.

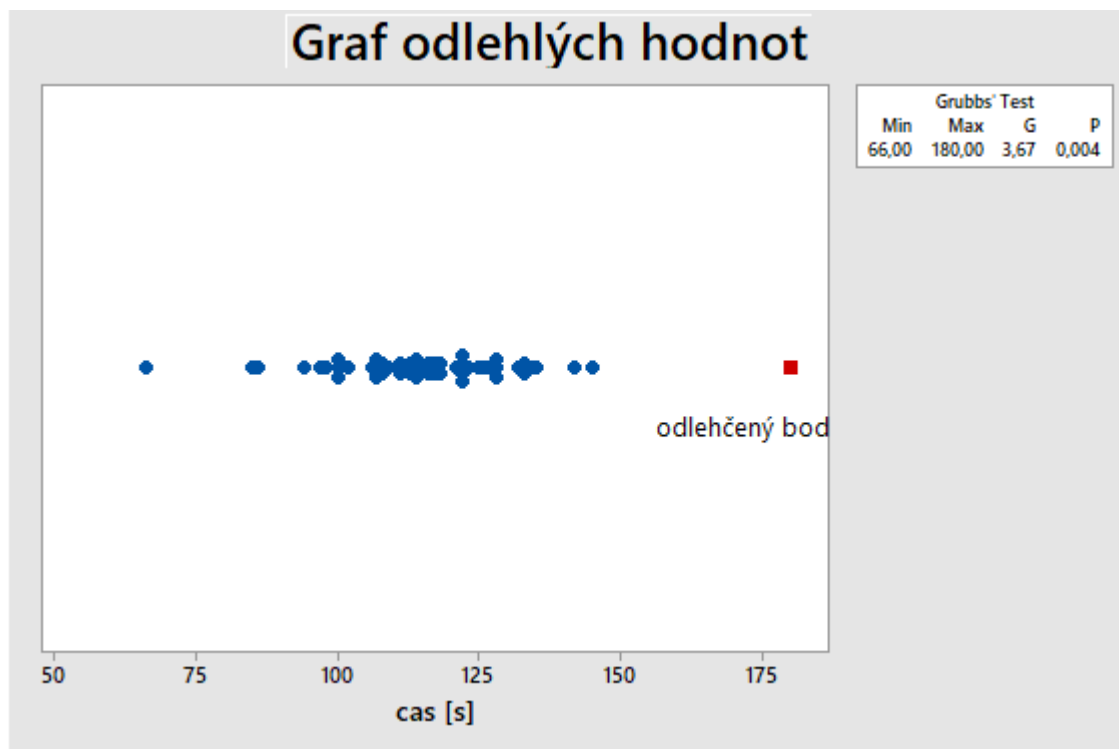
IQ Range neboli mezikvartilový rozsah, je složená část z dolního a horního kvartilu.

Whiskers tzv. úsečky jsou takové hodnoty, které jsou mimo kvartily a jejich vzdálenost o 1.5 násobku mezikvartilového rozpětí u krabicového grafu.

aritmetický průměr \bar{x} součet všech prvků naměřených hodnot se vydělí počtem n prvků. [9,11]

3.4 Graf odlehlých hodnot

Graf pro vizualizaci oddělí odchylku v datech. Pokud se vyskytuje odlehčený prvek, tak v minilabu je jako červený čtverec. Příčinou může být zadávání dat, chyba měření, chyba pracovníka.[11]



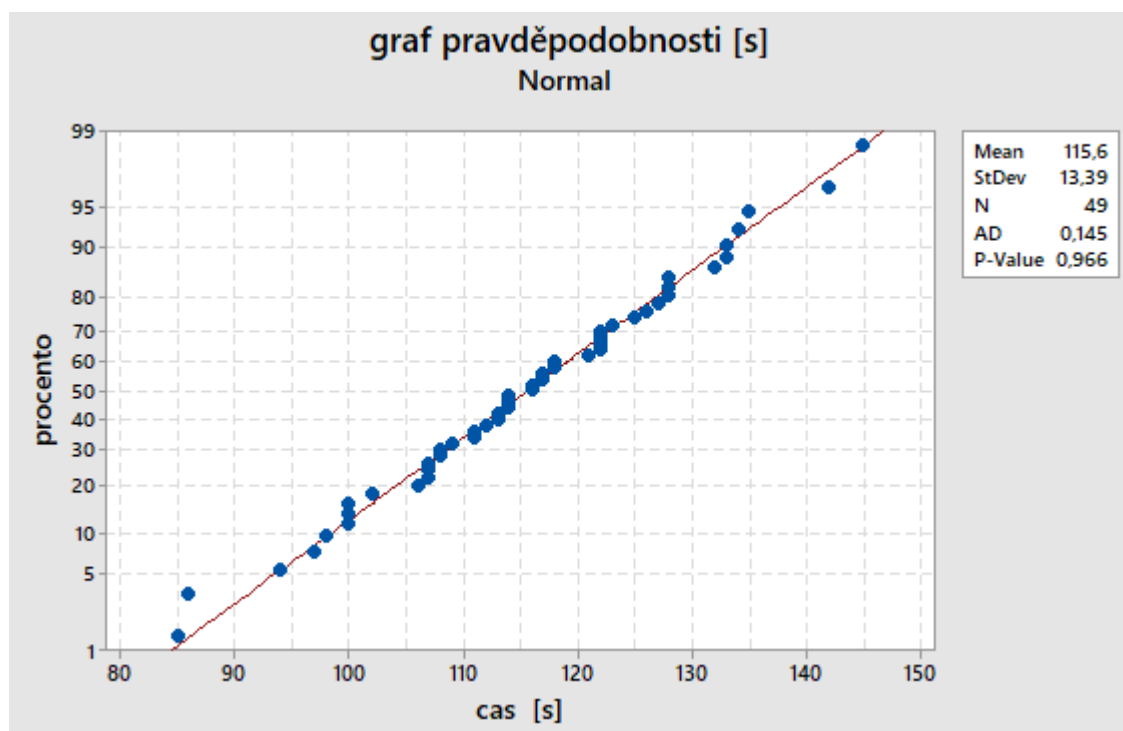
Obr. 7 Graf odlehlých hodnot

max je největší údajová (nadbytečná) hodnota

min je nejmenší údajová hodnota

G: Grubbsův test se používá pro odhalení odlehlých hodnot v datovém souboru. Odhalená hodnota je vyřazena a test se opakuje. Při opakování testu by taky mohlo dojít ke změně průměru.

3.5 Graf pravděpodobnosti



Obr. 8 Graf pravděpodobnosti

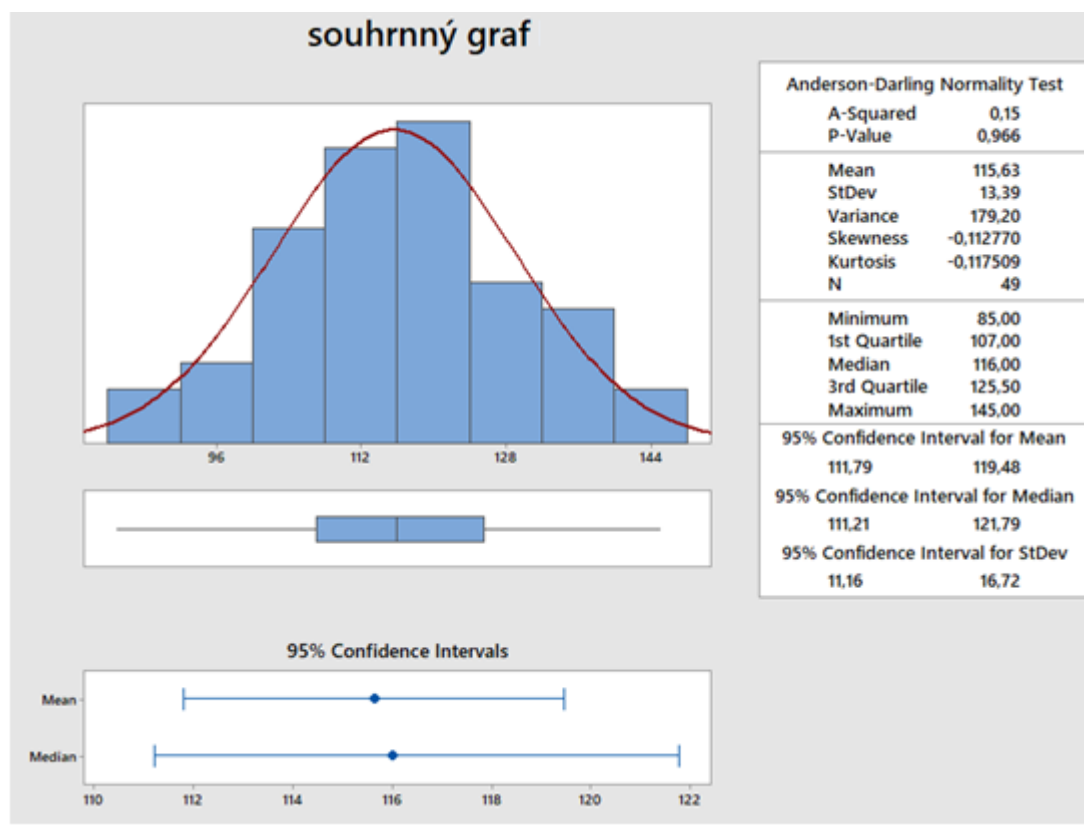
aritmetický průměr \bar{x} součet všech prvků naměřených hodnot se vydělí počtem n prvků.

StDev je standardní odchylka měřítkem rozptylu nebo rozložením dat od průměru. Obvykle se interpretuje standardní odchylka než rozptyl, protože má stejné jednotky. Vyšší hodnota standardní odchylky má větší rozložení dat. Pravidlo pro normální distribuci zobrazí, že 68% hodnot spadá do jedné standardní odchylky od průměru, 95% hodnot do dvou odchylek a 97% hodnot do tří.

AD statistika Andersona- Darlinga sleduje soubor dat po určité distribuci a vyhodnocuje, která distribuce je nejvhodnější. Dle histogramu se dá zjistit, jestli jsou data normálně distribuovaná. Ze dvou hypotéz testu AD je známo, že u nulové hypotézy jsou data distribuována normálně a u alternativní hypotézy nejsou normální. Významnost testu se určí z hodnoty pravděpodobnosti. Je-li p menší než 0,05, tak z toho plyne, že data nedodržují normální distribuci a odmítáme nulové hypotézy.

P je hodnota pravděpodobnosti, měří důkaz proti nulové hypotéze. Čím menší hodnota p , tím silnější důkaz proti nulové hypotéze. [8]

3.6 Souhrnný graf



Obr. 9 Souhrnný graf

Hodnota p slouží pro určení existující odlehle hodnoty. Porovná se s úrovní významnosti (označená jako α nebo α). Pokud je 0,05 významná úroveň, tak dobře funguje. Tím naznačí, že riziko závěru je 5% a má existující odchylky. Pokud je hodnota $p \leq \alpha$, tak se odmítne nulová hypotéza, protože odchylky existují. Jestliže hodnota $p > \alpha$ nemůže se odmítnout nulová hypotéza z důvodu nedostatku důkazů.

Normální graf pravděpodobnosti - graficky se posuzuje soubor dat, který vykreslí body přibližnou přímkou blízko přímky. Odchylky od přímky zobrazí odchylky od normálnosti. Na vertikální ose jsou hodnoty tříděných dat a na horizontální ose normální pořadí statistických mediánů.

Grafické shrnutí určí velikost vzorku, medián a směrodatné odchylky. Dále distribuci dat pomocí grafů test Anderson- Darling, získat intervaly pro střední, standardní odchylku a zobrazení mediánu.

Histogram je obrys sloupcového grafu. Na ose x jsou jednotlivé třídy, které definují šířku sloupců. Výšku sloupce představuje procentuální počet odpovídající empirickým hustotám pravděpodobnosti. Kvalitu histogramu může ovlivnit volba počtu tříd.

Gaussova křivka má zvonovitý tvar. Ve středu se nachází vrchol křivky a symetricky se na každé straně zmenšuje. Hodnoty funkce se soustředí do rozsahu σ směrodatné odchylky funkce.

Šikmost je třetí mocnina odchylek hodnot od aritmetického průměru dělená třetí mocninou směrodatné odchylky. Slouží pro zjištění symetrie. Charakteristikou šikmosti je koeficient α . Pokud je nulová hodnota šikmosti usuzuje se symetrické rozdělení četností a stejný stupeň koncentrace malých nebo velkých hodnot. U kladných hodnot se usuzuje pozitivní zešikmení. U záporných hodnot rozdělení zešikmené negativně. Plochosť tvaru se projeví při stejně velké četnosti prostředních a ostatních hodnot.[1,2,3,8]

PRAKTICKÁ ČÁST

4 PRAKTICKÁ ČÁST

V této části práce budou nejprve posouzeny naměřené hodnoty jednotlivých operací u daných výrobků. Výrobky budou zaměřeny na pracovišti, kde se vyrábí křídla automatických dveří. Poté budou vytvořeny grafy, ze kterých budou zřejmé výsledky a můžou vyhodnotit kvalitu pracovníka s výslednou normou.

4.1 Posouzení a rozbor současného stavu křídel z oceli

U ocelových křídel celá práce spočívá v bodování horní a dolní výztuhy pro zpevnění a uchycení křídla k pohonu. V současném stavu se používá bodová svářečka a přípravky pro rozvržení výztuh, které jsou zobrazeny v příloze P1. Na závěr se jednotlivé body přebrousí.

4.2 Posouzení a rozbor současného stavu křídel z nerezí

U nerezových křídel se musela upravit technologie z důvodu špatné kvality výrobku. Předchozí postup byl o několik kroků rychlejší, ale vzhledem k počtu reklamací, nespolehlivý. Dříve se křídlo vybrousilo brusným papírem na místech, kde se lepily výztuhy, prach a nečistoty se setřely utěrkou, která byla napuštěná acetonem. Na plochy se nanoslo lepidlo a spleené díly byly 20 hodin odloženy na rovném povrchu a zatíženy. Následovalo vrtání a nýtování.

Ačkoliv křídla nejsou nějak významně mechanicky namáhána, tak výztuhy by měly zaručit tuhost křídel, aby nedošlo k prohnutí křídel a nemohly se o sebe např. poškrábat a sloužily k plynulému otevírání křídel jak u teleskopických, tak centrálních automatických dveří.

Při působení nepatrných vibrací, případně špatném vytvrzení lepidla, se výztuhy začaly odlepovat.

Jednou z příčin bylo broušení a čištění acetonem, tím způsobem se mastnota setřela z povrchu a dostala se do vybroušených ploch. Křídlo nebylo 100% očištěno a lepidlo na mastném povrchu se dostatečně nevytvdilo. Čím větší vrstva lepidla, tím proběhlo horší vytvrzení.

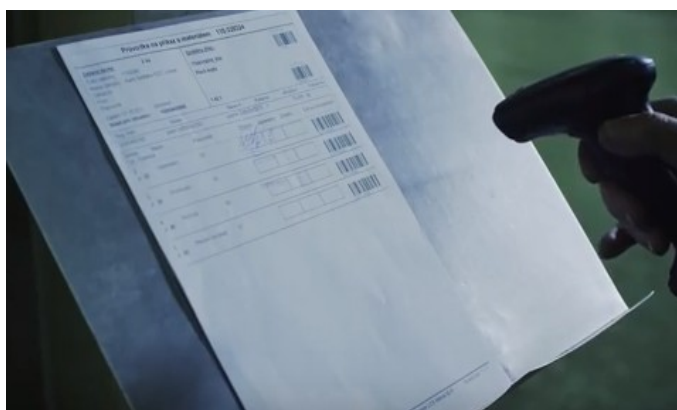
Po následném školení byla doporučena změna technologie, která se na první pohled zdála drahá, protože se musely použít přípravky, které na sebe vzájemně reagují. Při porovnání s množstvím reklamací a částkou za opravy je cena za nové přípravky zanedbatelná.

Pro vyhodnocení norem se používaly terminály s vygenerovanými kódy, kde pracovník měl operaci zahájit a ukončit s počtem vyrobených dílů. Dle nepřesné evidence pracovníka nelze určit normu.

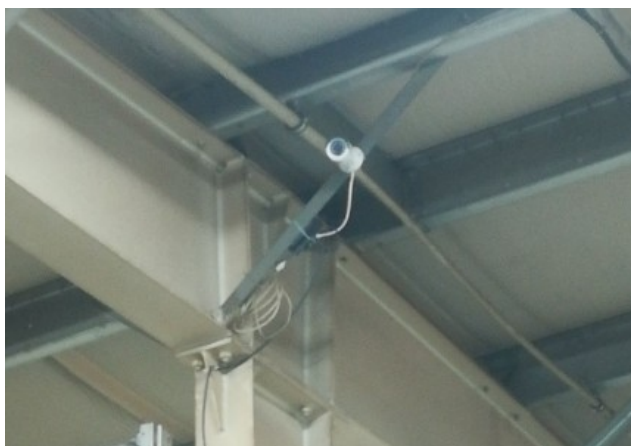
Norma byla vytvořena z dat evidence pracovníka, bohužel byla nevyhovující. Pracovník se evidoval na jiný výrobní příkaz, než pracoval, zahájil operaci dříve nebo ji naopak pozdě ukončil, odvedl špatný počet kusů nebo neodvedl zmetky. Vzhledem k počtu reklamací se časy oprav neprojeví na příkaze a následně ve vyhodnocení zakázky. Řešením bylo namontování kamery (obr. 10 c). Z nasnímaného dne byly použity časy a ty se následně vyhodnotily v programu Minitab verze 17.



a)



b)



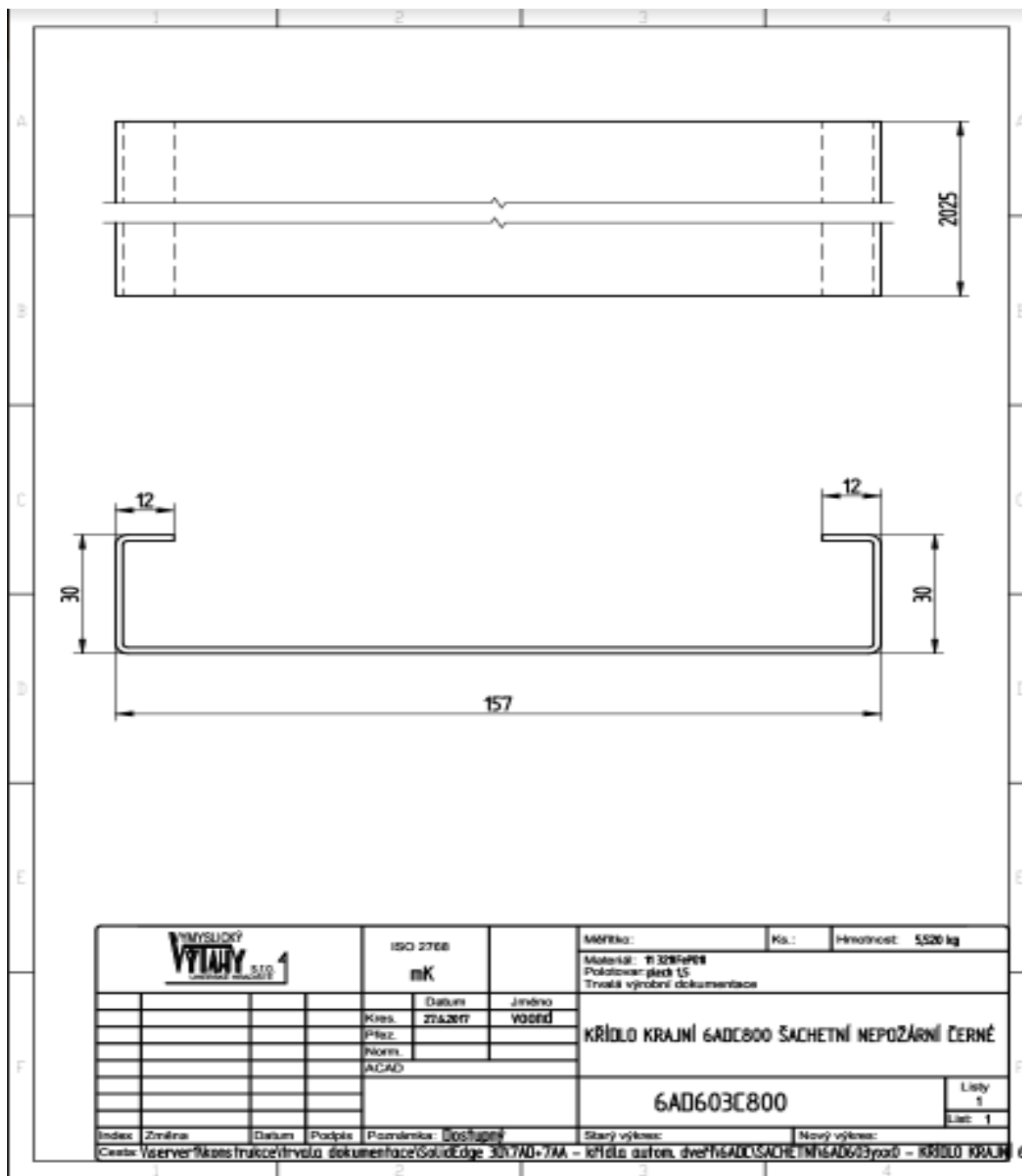
c)

Obr. 10 a) terminál pro evidenci

b) výrobní příkaz

c) kamera na snímání časů

4.3 Dokumentace dílů křídel z oceli



Obr. 11 panel křídla z oceli



Obr. 12 dolní výztuha



Obr. 13 horní výztuha

4.3.1 Sestavení časového snímku křidel z oceli

Nejprve se nastaví na bodové svářečce proudy dle příslušného materiálu.



Obr. 14 bodová svářečka

Následně se upevní dorazy, o které se pak opírá panel křídla.



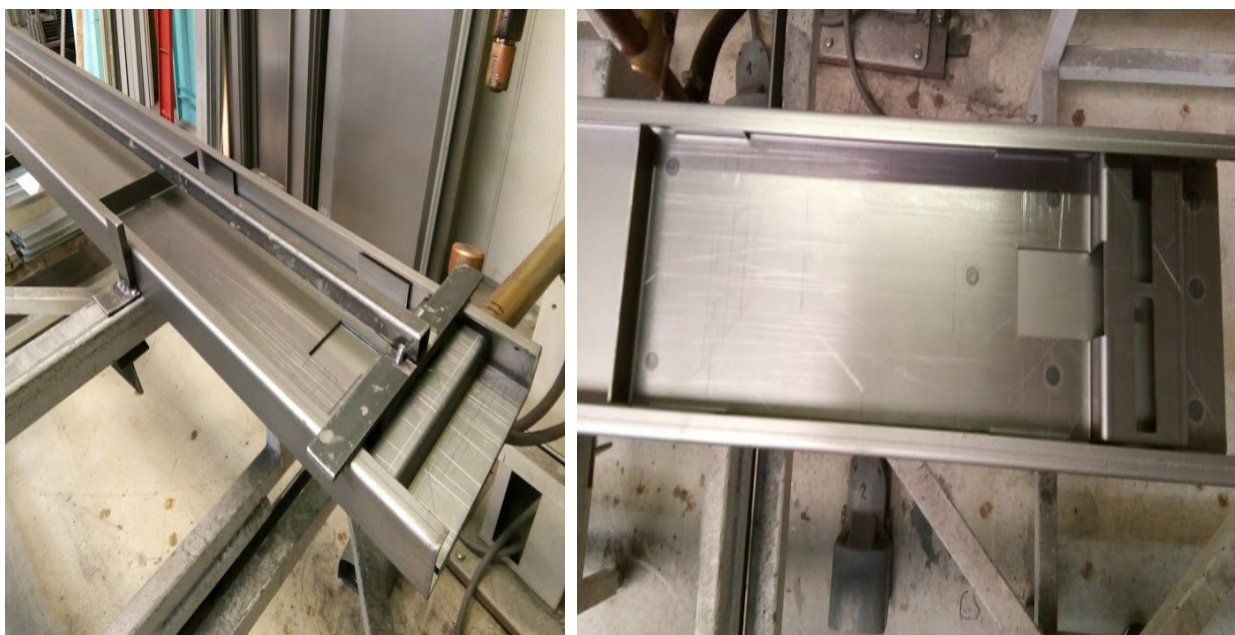
a)

b)

Obr. 15 a) detail dorazu

b) panel zapřený o doraz

Na panel se vloží horní výztuha a za pomoci přípravku je rozměřena vzdálenost výztuh. Následuje bodování v 7 bodech.



a)

b)

Obr. 16 a) přípravek na horní výztuhu

b) nabodovaná horní výztuha

Na druhé straně panelu se za pomoci přípravku přiloží dolní výztuha a boduje se ve 4 bodech.



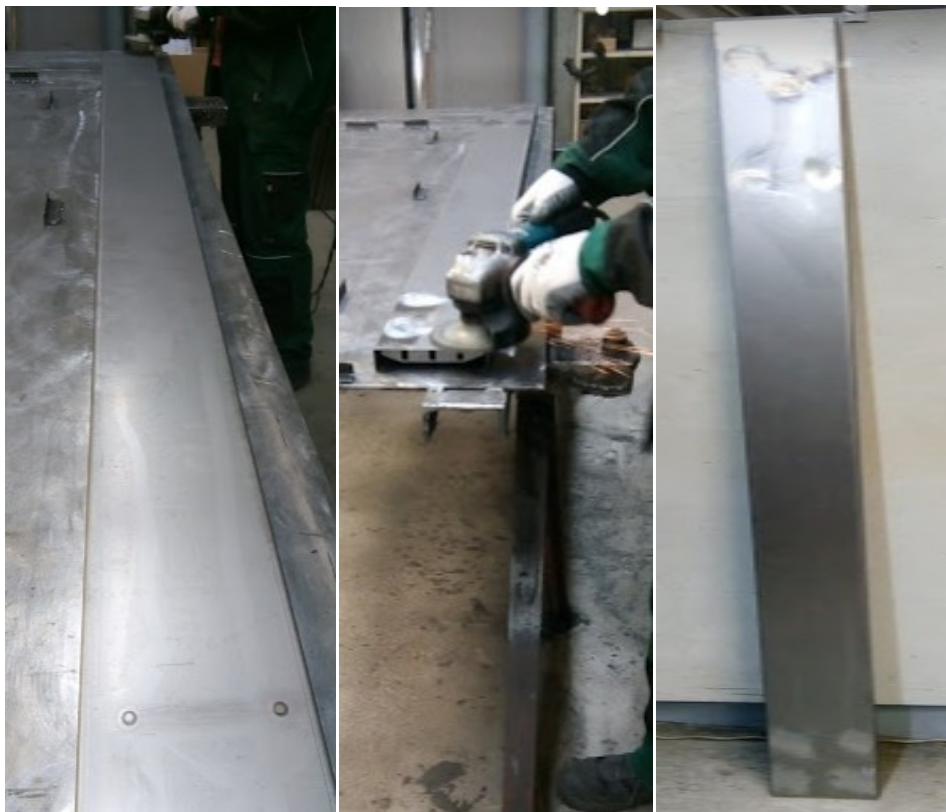
a)

b)

Obr. 17 a) bodování dolní výztuhy

b) přípravek na dolní výztuhu

Po bodování se pohledová strana brousí. Pro broušení byl použit kotouč s výřezem P40.



a)

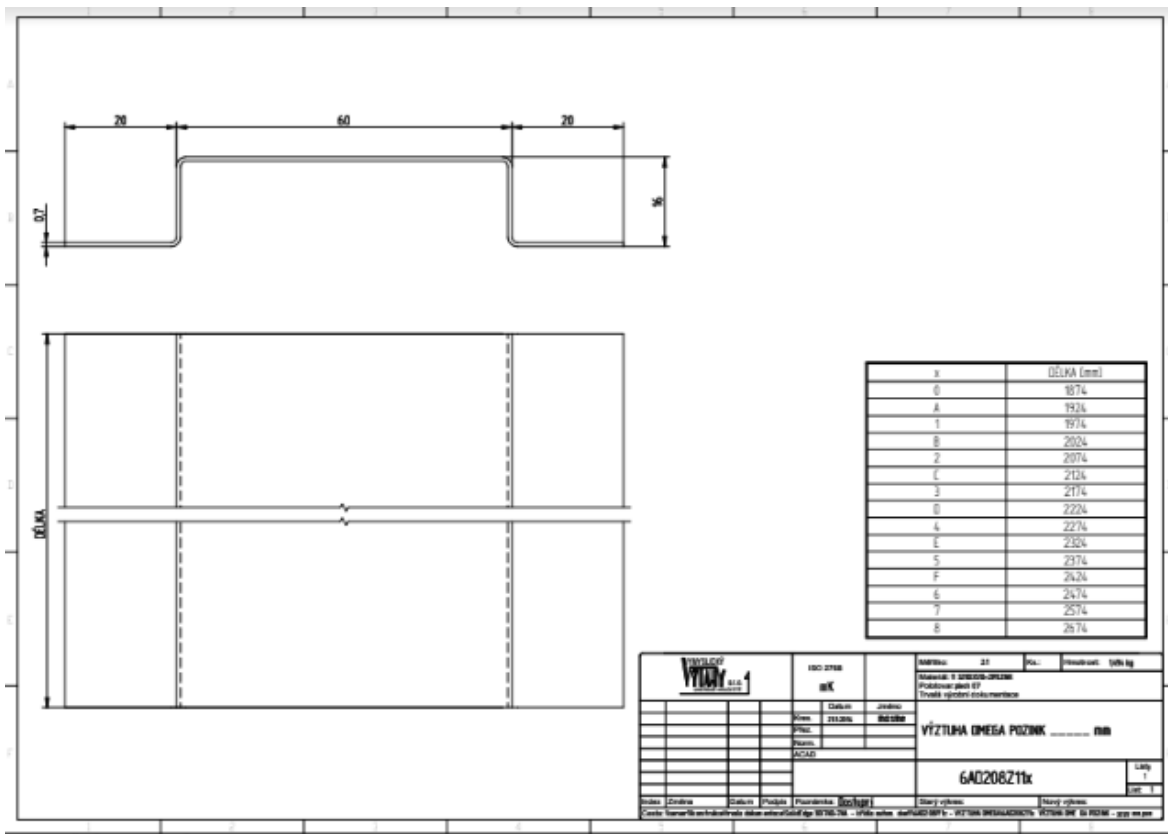
b)

c)

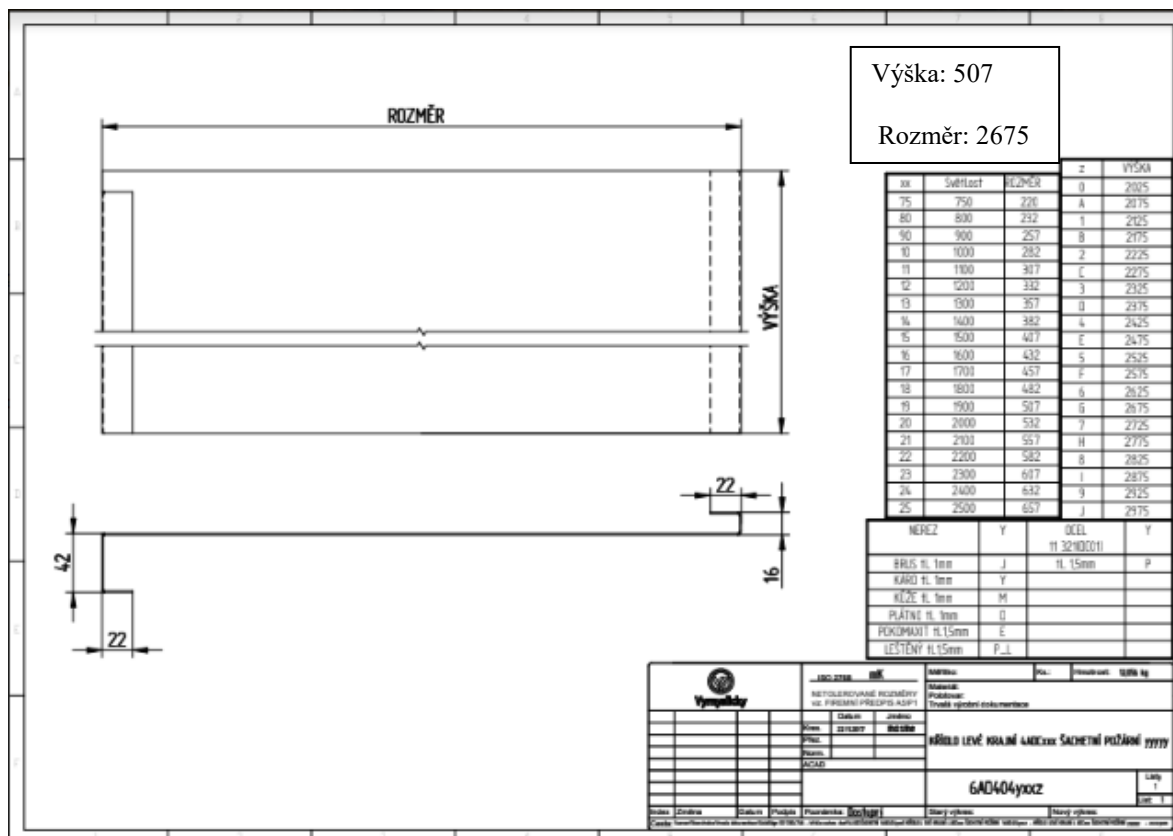
Obr. 18 a) křídlo před broušením

b) broušení křídla

c) obroušené křídlo



Obr. 21 omega

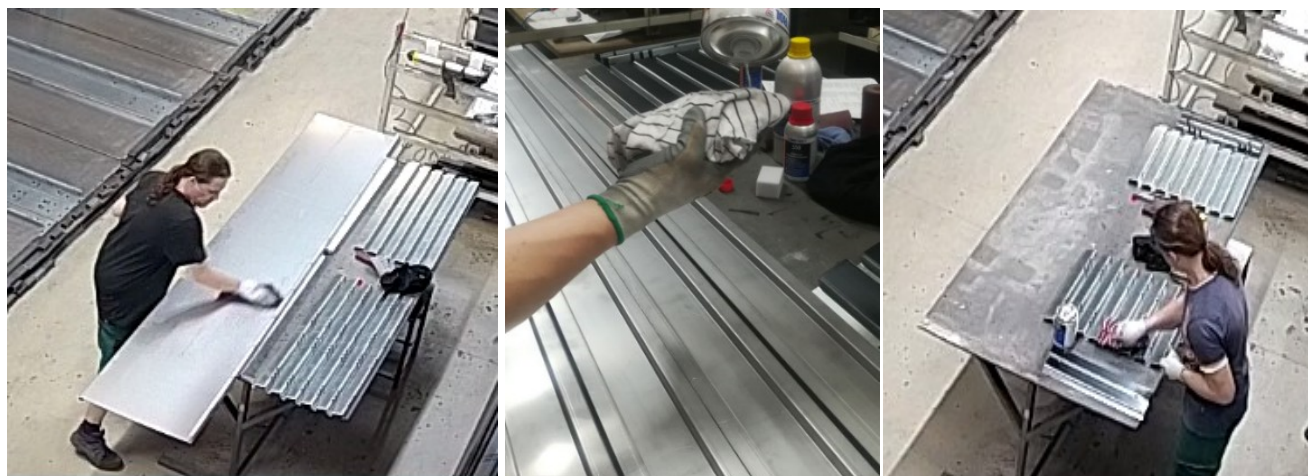


Obr. 22 panel křídla

4.4.1 Sestavení časového snímku nerezových křídel

Nejprve se křídla, výztuhy a omegy očistí přípravkem Dinitrol 582 special cleaner, tím se odstraní nečistoty a mastnota. Plochy se zbrousí na místech, kde bude nanášena vrstva lepidla. Po broušení se díl přetře Dinitrolem 520 pro odstranění zbylých nečistot.

Pro větší adhezi na dolní, horní výztuhu a horní a dolní část křídla se použije přípravek Dinitrol 550 Multiprimer, který se nanese melaminovou pěnou, ta je schopna absorbovat dostatečné množství a materiál se může načernit na jeden tah na obroušených místech. Černidlo musí 20 minut zasychat. Po zaschnutí se nanese lepidlo Dinitrol 410 UV na dolní, horní výztuhy a na dvě omegy. Výztuhy jsou nalepeny 36 mm od dolního a horního kraje. Dvě omegy jsou nalepeny v rovnoměrných vzdálenostech od sebe. Po nalepení se musí dodržet 12 hodin pro vytvrzení lepidla. Následně se vyvrtají 4 díry dole a nahoře skrz omegu a výztuhu a poté se znýtují za pomoci pneumatické pistole.



a)

b)

c)

Obr. 23 a) čištění panel křídla

b) čištění omeg

c) čištění výztuh



a)

b)

Obr. 24 a) broušení panelu křídla a výztuh

b) broušení omeg



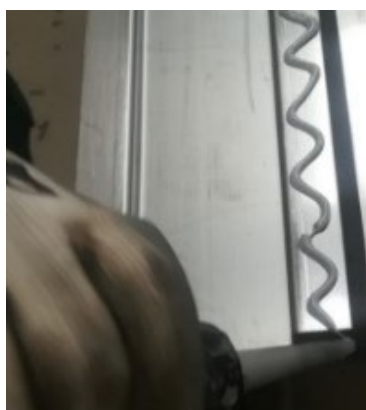
a)



b)

Obr. 25 a) černění křídel

b) černění výztuh



Obr. 26 tvar a tloušťka lepidla



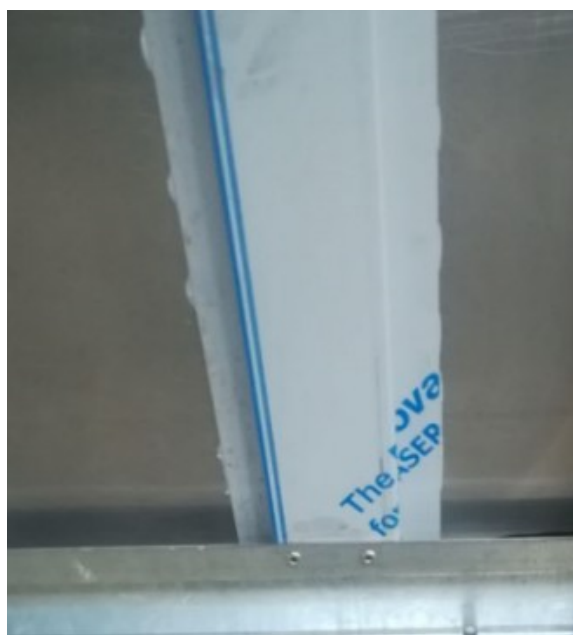
a)



b)

Obr. 27 a) vrtání děr

b) nýtování



a)



b)

Obr. 28 a) detail nalepených výztuh a nýtování

b) nerezové křídlo

5 VÝPOČTY STATISTICKÝCH PARAMETRŮ

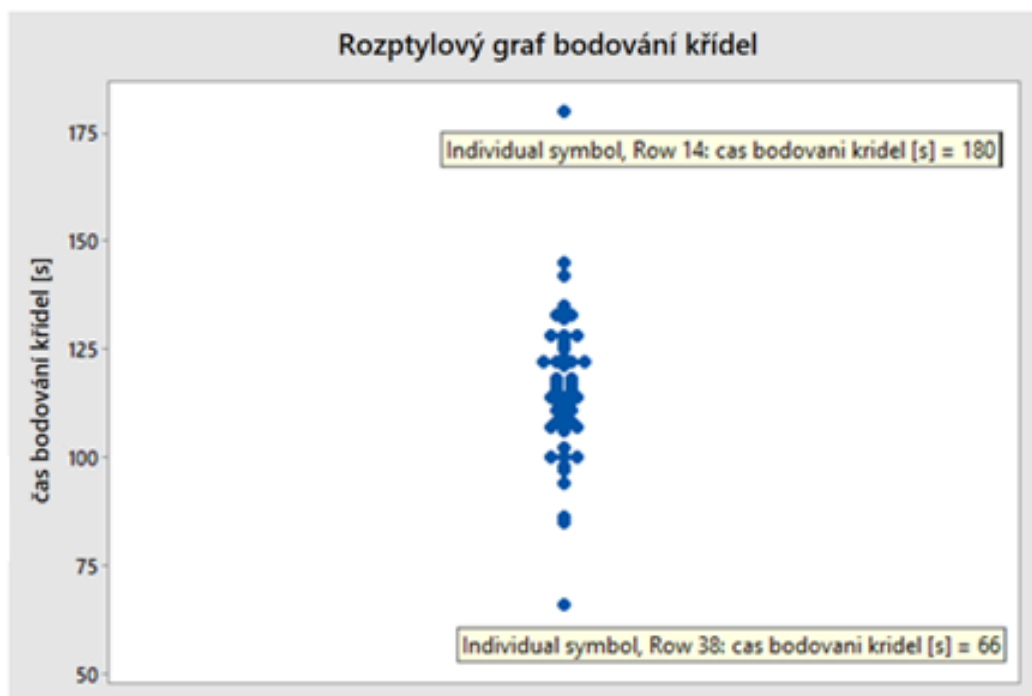
V příloze P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11 jsou naměřené časy jednotlivých operací.

5.1 Výroba křídla z oceli

Budou vypracovány grafy dvou operací a případná korekce. U křidel z oceli je první operací bodování křidel a druhou je broušení křidel.

5.1.1 Bodování

Nejprve se vyhodnotí rozptylový graf, který vizualizuje bod dle skutečné hodnoty v rámci celé skupiny měření. Každá hodnota je v grafu zvlášť zobrazena a ulehčí hledání odlehlých hodnot.



Obr. 29 Rozptylový graf bodování křidel

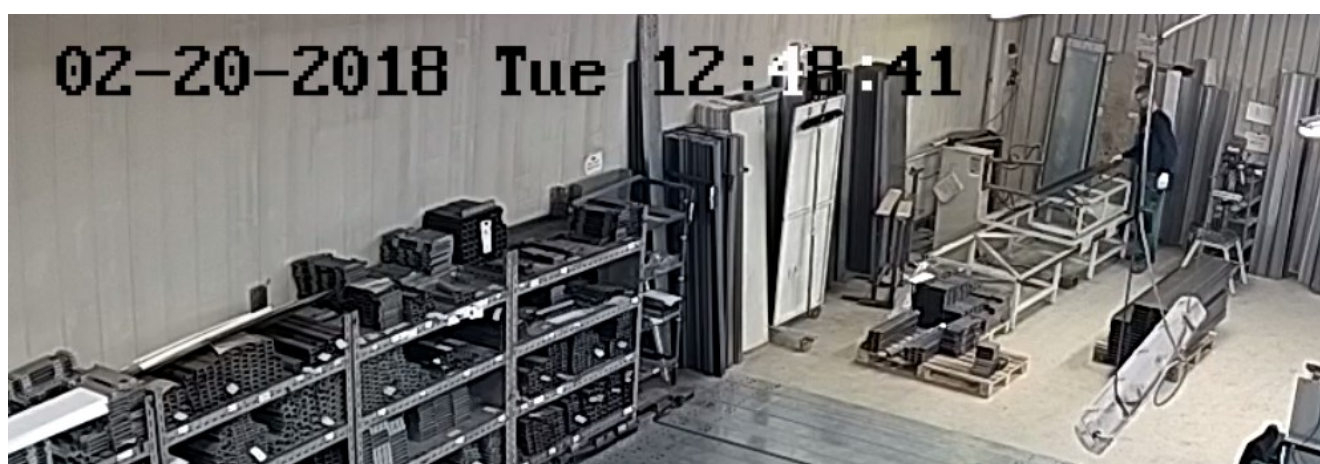
Z grafu lze vidět, že ve 14. a 38. měření dochází k chybám. Ve 14. měření přišel kolega za pracovníkem a dochází ke konverzaci v 11:25:06 a 11:26:48 začal dále pracovat na dílci. Ve 38. měření 12:48:41 měl přiložené výztuhy a bez rozměření přípravku dolní výztuhu nabodoval a práci si usnadnil. 12:48:48 vkládá druhý přípravek do dolní výztuhy, rozměří a boduje horní výztuhu. Po kontrole byla výztuha umístěna správně a tím pádem výrobek nemusel být vyřazen.



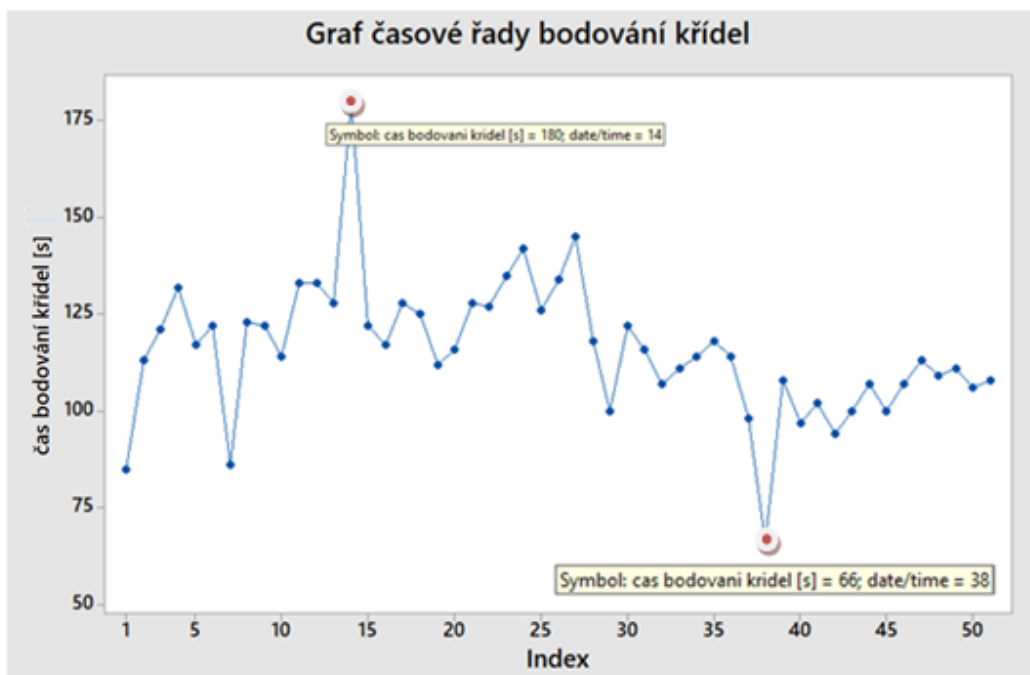
Obr. 30 přerušení bodování (14. měření)



Obr. 31 pokračování v bodování (14. měření)

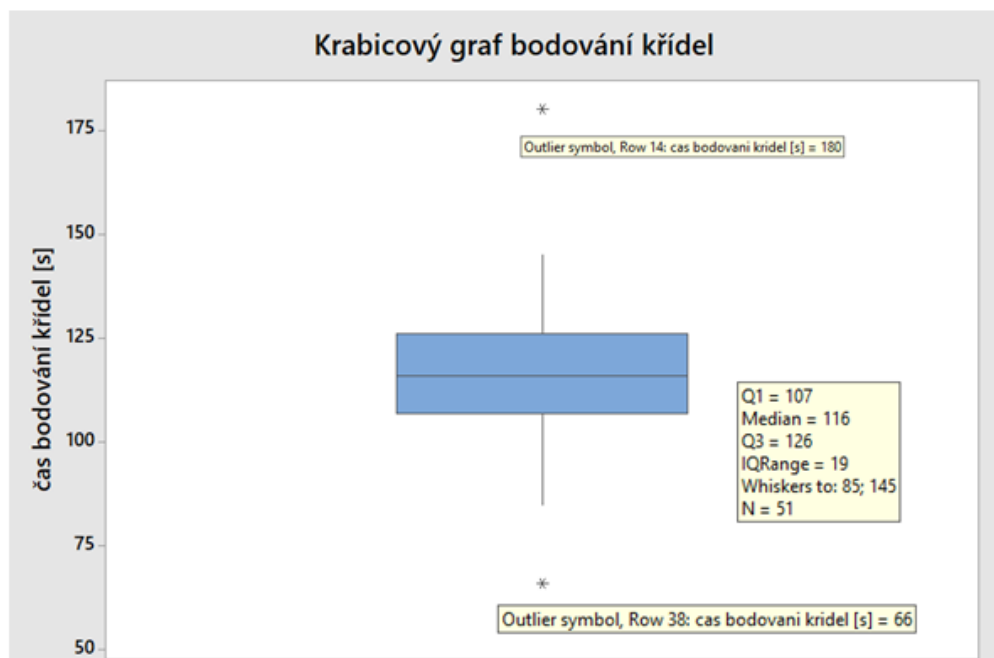


Obr. 32 opomenutý přípravek (38. měření)



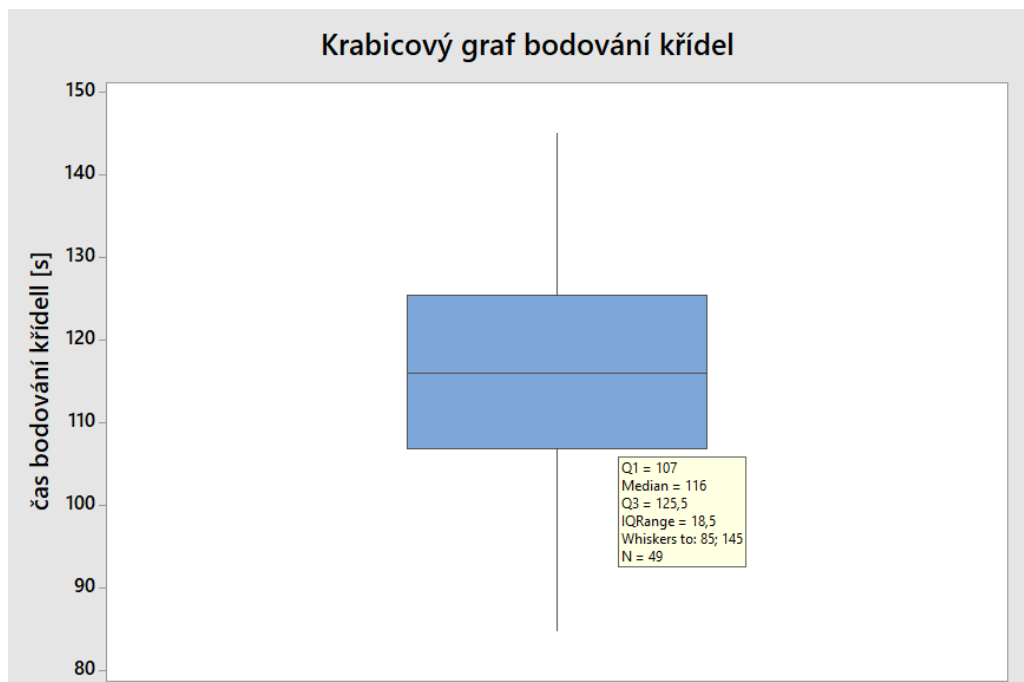
Obr. 33 Graf časové řady bodování křidel

Extrémní hodnoty ukazují ve 14. měření hrubou chybu, konverzaci pracovníků a 38. měření je zrychlené pracovníkem kvůli jeho nepozornosti, protože zapomněl přípravek.



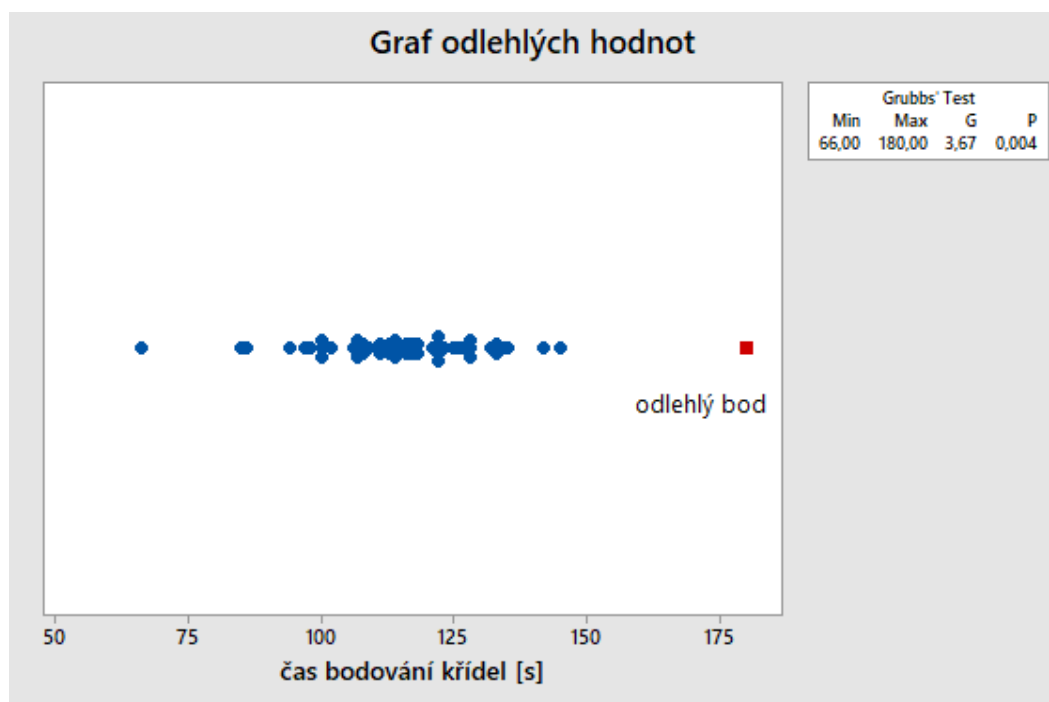
Obr. 34 Krabicový graf bodování křidel

Krabicový graf (obr. 34) byl vyhodnocen ze všech 51. měření a opět bylo zobrazeno 14. a 38. měření chybou. Tyto dvě hodnoty vyřadíme a graf se provede znovu.



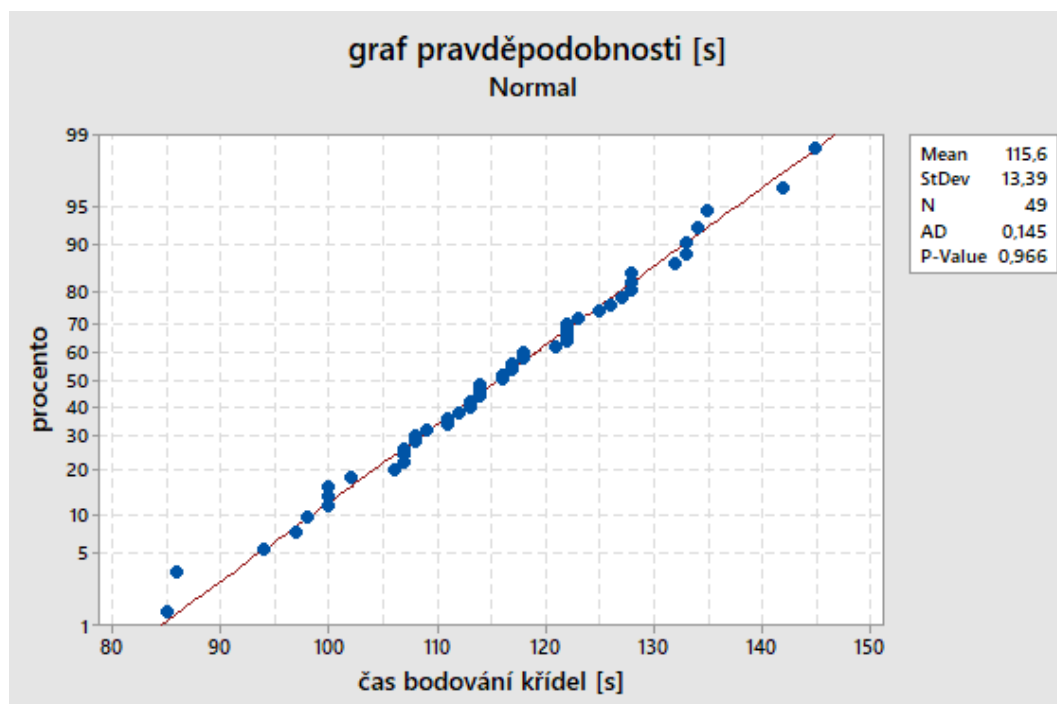
Obr. 35 Krabicový graf bodování křidel

Na základě 49 měření při bodování křidel musí být norma stanovena v intervalu od 85 s do 145 s.



Obr. 36 Graf odlehlých hodnot bodování křidel

Podezřelá hodnota vznikla u 14. měření, systém doporučuje vyřazení. Nejednalo se o vadu na díle, ale o přerušení pracovníkem.

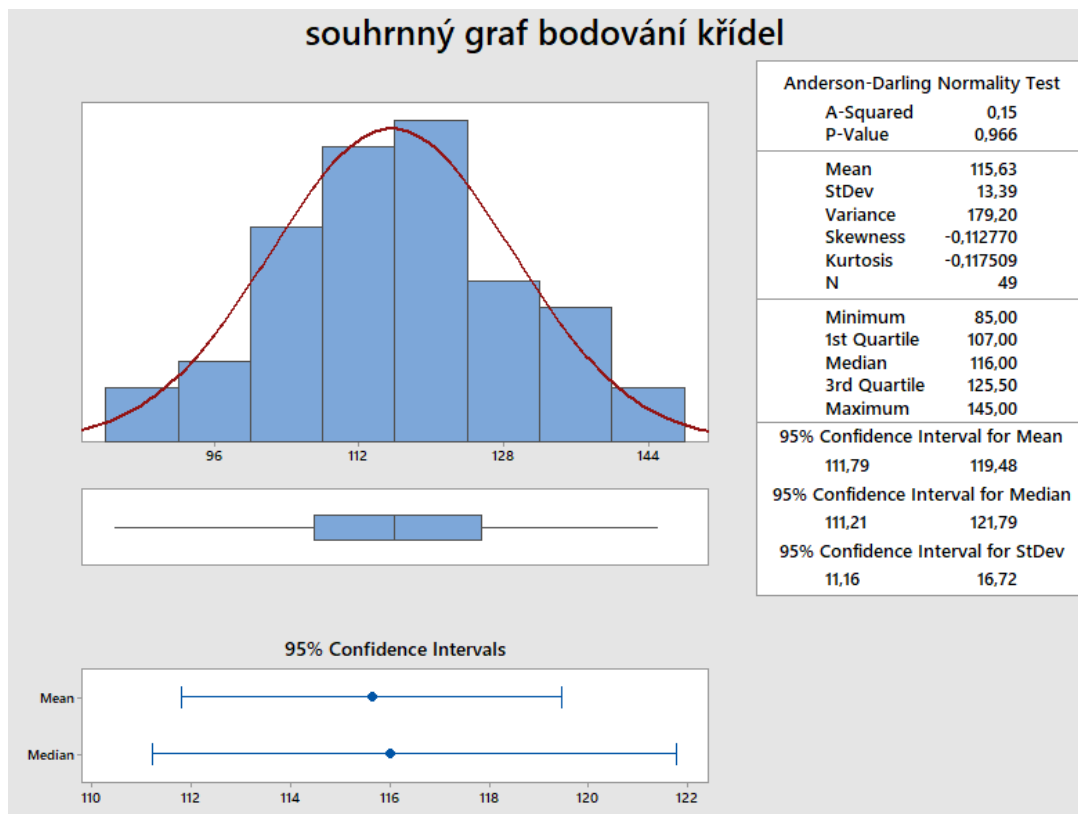


Obr. 37 Graf pravděpodobnosti bodování křídel

Ho: Data- čas bodování křídel pocházejí z normálního rozdělení s $N(\mu, \sigma)$

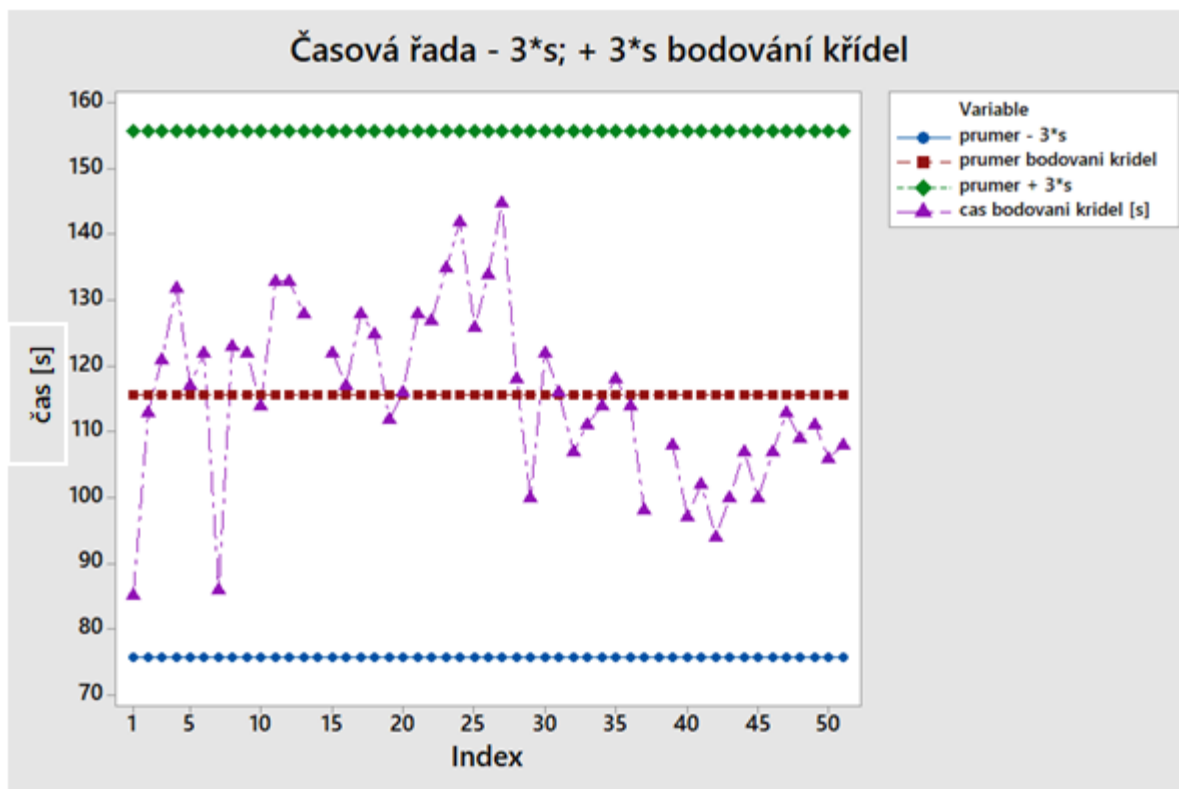
Ha: Non $1 - \alpha = 0,95$

Z grafu pravděpodobnosti na (obr. 37) plyne, že p – hodnota = 0,966, což je větší než $\alpha = 0,050$ z tohoto důvodu se nezamítá nulová hypotéza, ale předpokládá se, že data (čas bodování křídel) pochází z normálního rozdělení odhadem aritmetického průměru 115,6 s a odhadem směrodatné odchylky 13,39 s.



Obr. 38 souhrnný graf bodování křídel

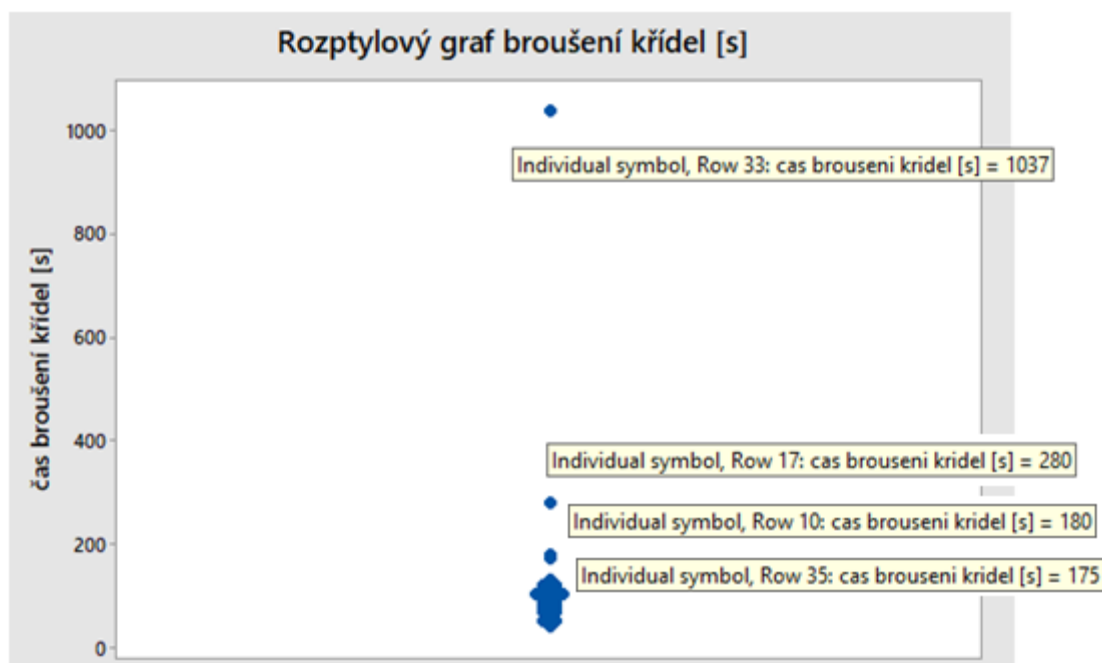
Pracovníkovi trvá průměrně bodování 115,6 s. Odchylka průměrná od střední hodnoty bodování křídel 13,3 s. Z dat plyne, že na základě 49 měření mírná negativní šikmost o velikosti -0,11 což značí, že pracovník v menším počtu případů zrychluje. Minimální doba bodování křídel je 85 s maximální 145 s. Můžeme konstatovat, že rozdíl mezi odhadem aritmetického průměru bodování křídel a mediánem 115,63-116 je cca 0,6 s což vysvětluje nízkou hodnotu šikmosti. Můžeme tvrdit, že pracovník průměrně bude bodovat křídlo v konfidenčním intervalu stanoveném na 95% v čase 111,8 s až 119,5 s se směrodatnou odchylkou stanovenou opět konfidenčním intervalem v intervalu od 11,2 s do 16,7 s.



Obr. 39 Časová řada v intervalech bodování křidel

Čas bodování bude ležet v intervalu 99,73% v časech od 75,52 s do 155,86 s. Na pracovišti výroby křidel je to první ze dvou operací. Operace bodování musí být správně rozměřena s potřebným počtem bodů vůči pevnosti pro přichycení k pohonu a prahu.

5.1.2 Broušení



Obr. 40 Rozptylový graf broušení křídel

Rozptylový graf vyhodnotil 4 chyby. U 33. měření zahájil operaci v 15:21:33 a při dokončení pracovník odešel na toaletu a po příchodu 15:38:50 už dal obroušené křídlo na hromadu. Při 17. měření ho v 14:15:16 vyrušil kolega až do 14:19:24. U 10. měření od 13:51:10 – 15:51:32 si měnil kotouč a ve 13:52:01 do 13:53:32 popravoval kabely. U 35. měření měl mobil od 15:41:29 – 15:43:14.



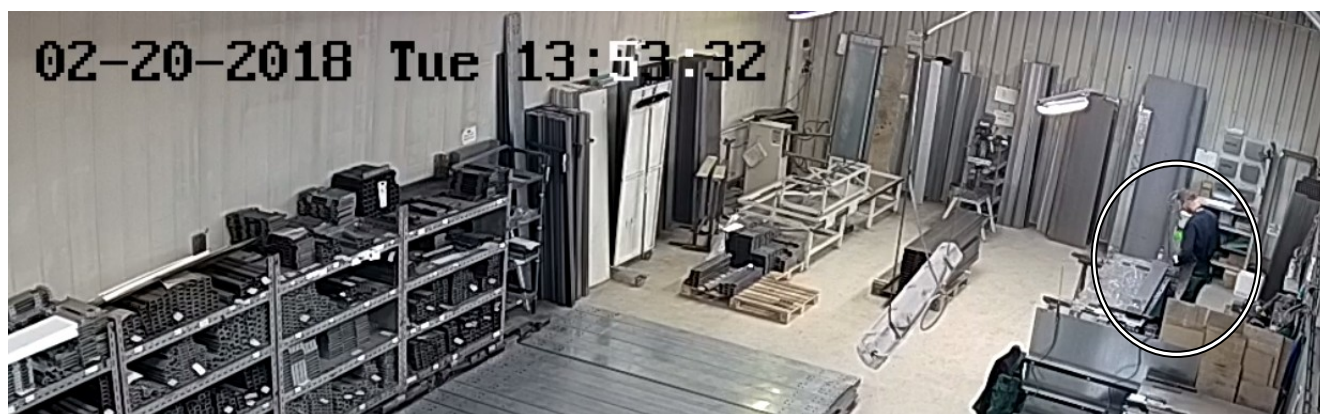
Obr. 41 výměna kotouče broušení křídel (10. měření)



Obr. 42 pokračování v broušení (10. měření)



Obr. 43 úprava kabelu na pracovišti (10. měření)



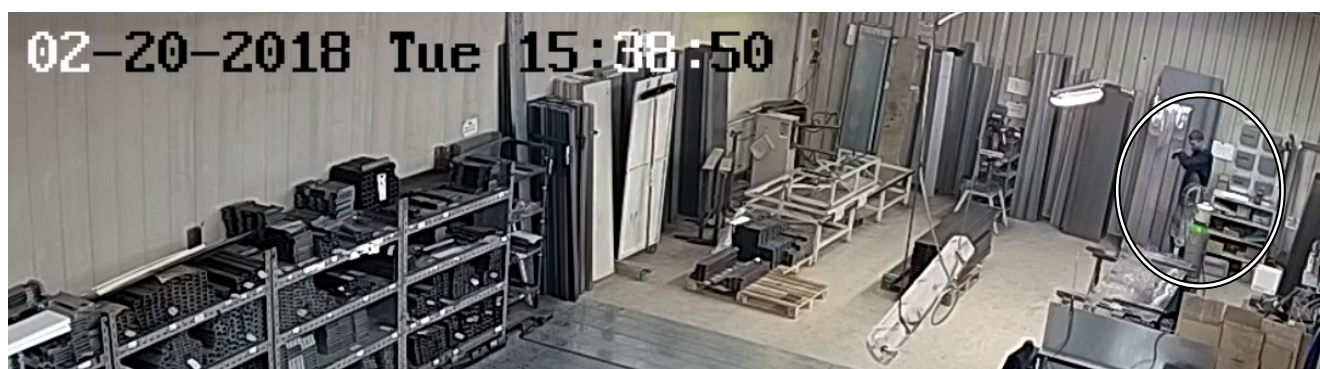
Obr. 44 pokračování v broušení (10. měření)



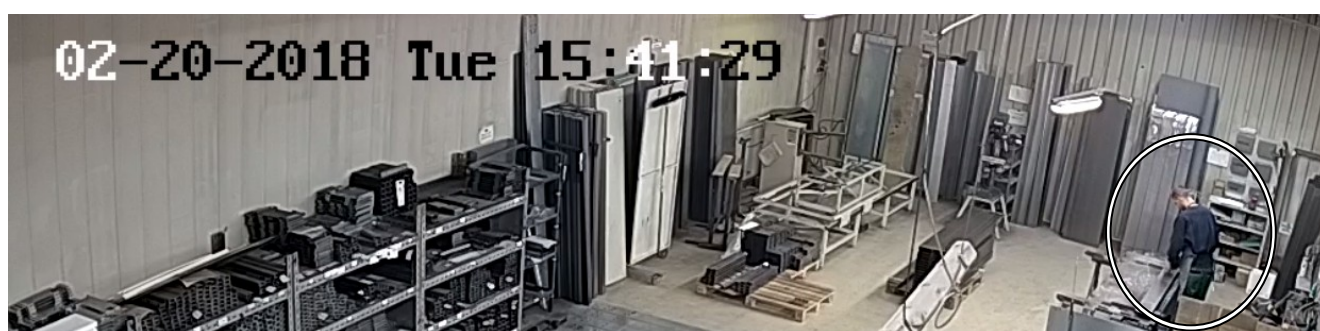
Obr. 45 vyrušen kolegou (17. měření)



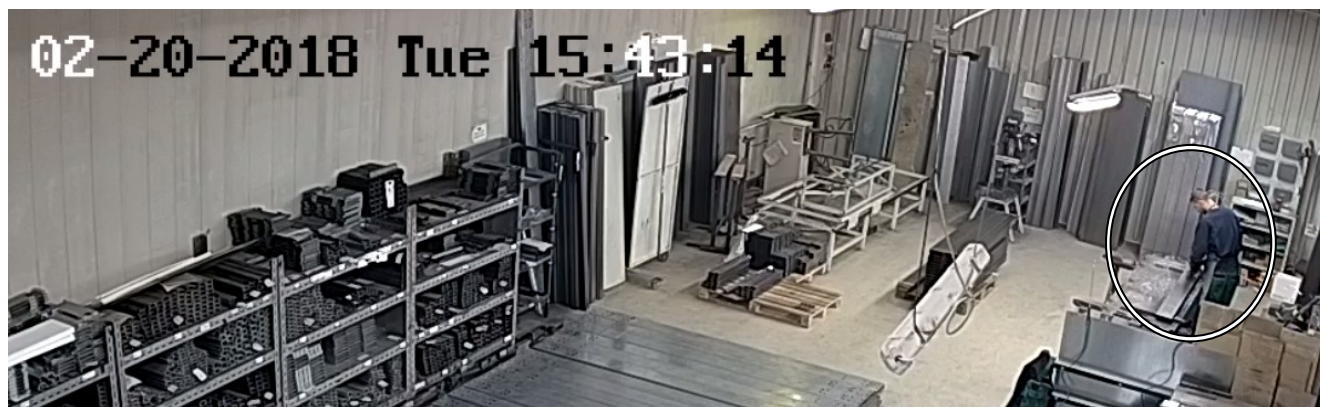
Obr. 46 odchod kolegy a umístění křídla (17. měření)



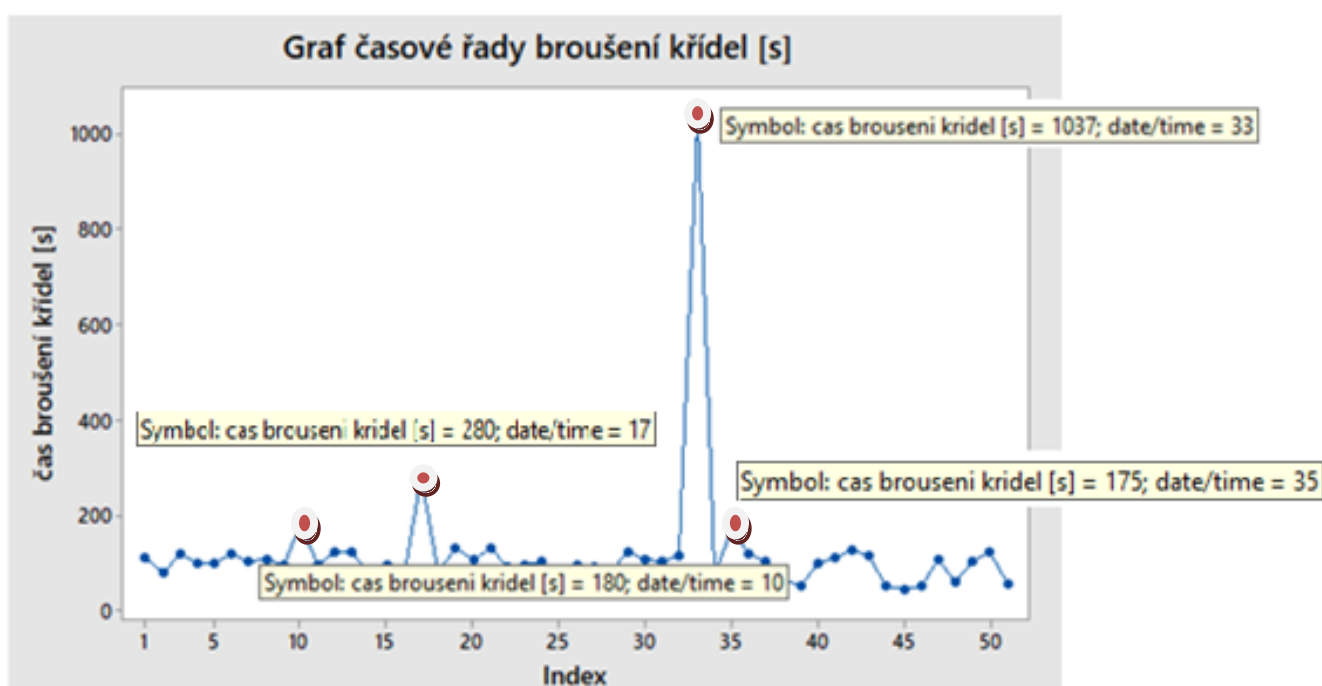
Obr. 47 příchod z toalety (33. měření)



Obr. 48 přerušil broušení (35. měření)

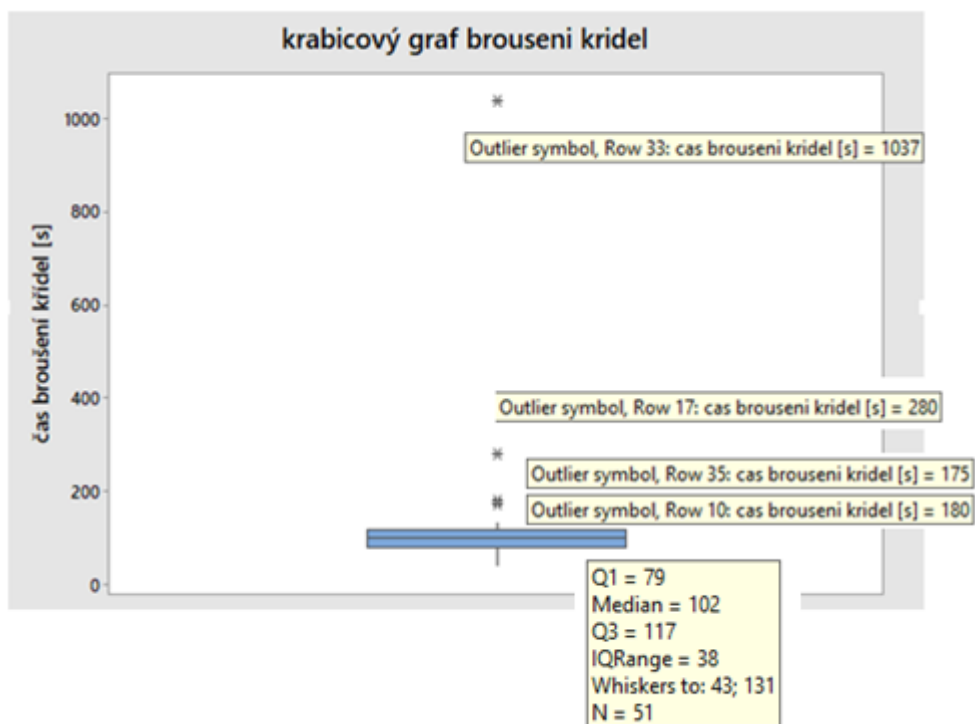


Obr. 49 pokračování v broušení (35. měření)



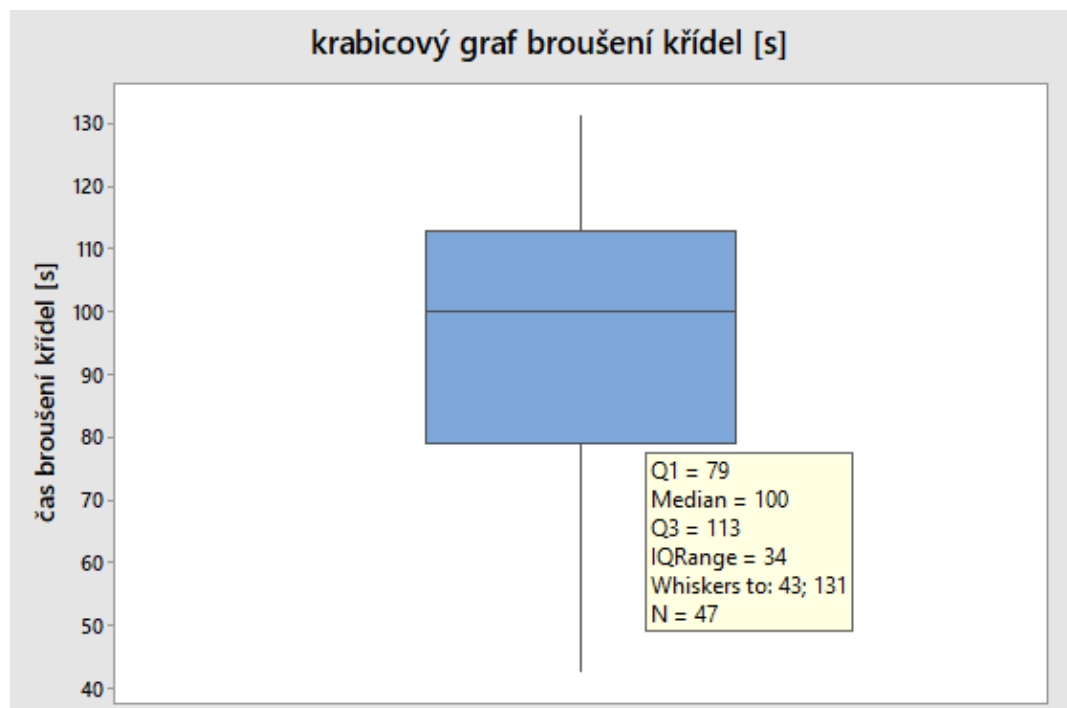
Obr. 50 Graf časové řady broušení křídel

Časová řada jasně ukazuje největší chybu při opuštění pracoviště na toaletu. Dále konverzaci s kole-gou. Dalším problémem byl mobilní telefon a nepatrné navýšení času mu zabrala výměna kotouče.



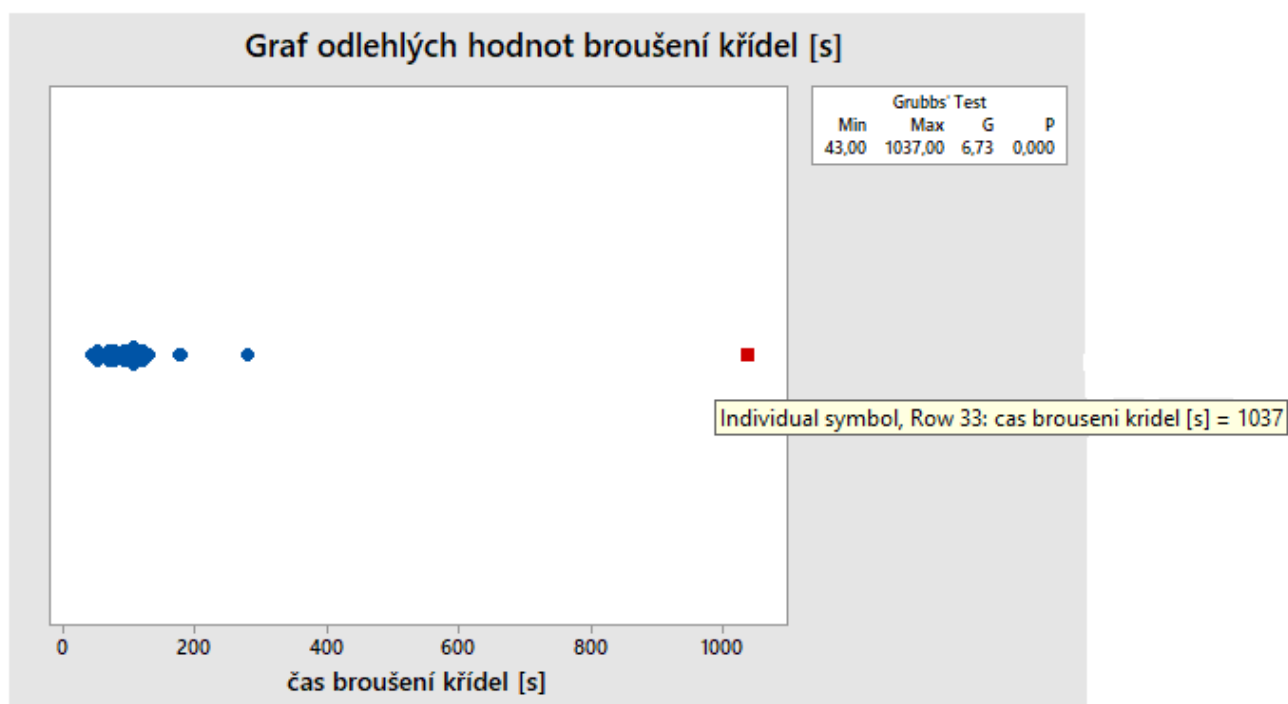
Obr. 51 Krabicový graf broušení křidel

U krabicového grafu bylo použito všech 51 měření, po odhalení chyb se provede graf znovu se 4 vyřazenými hodnotami.



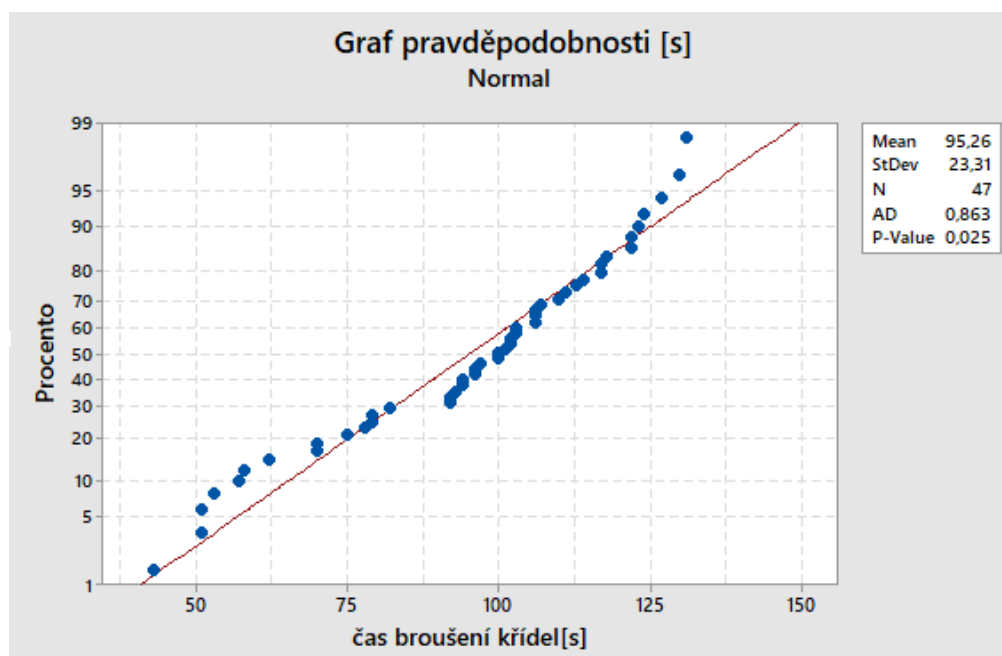
Obr. 52 Krabicový graf broušení křidel

Na základě 47 měření při broušení křidel musí být norma stanovena v intervalu od 43 do 131 s.



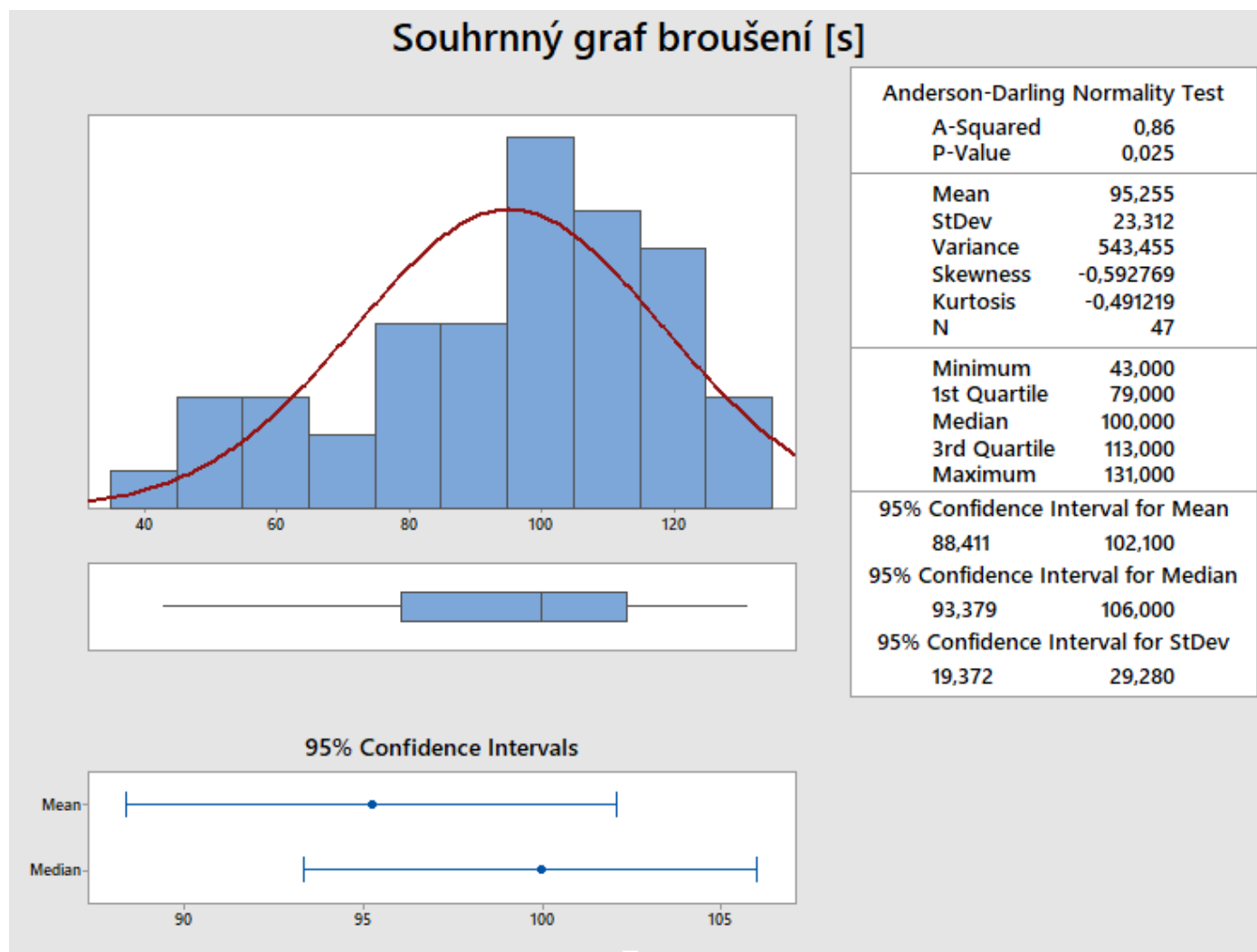
Obr. 53 Graf odlehlých hodnot broušení křidel

U grafu (obr. 53) vyšla odlehlá hodnota při 33. měření, kde pracovník opustil pracoviště. Tato hodnota bude vyřazena.



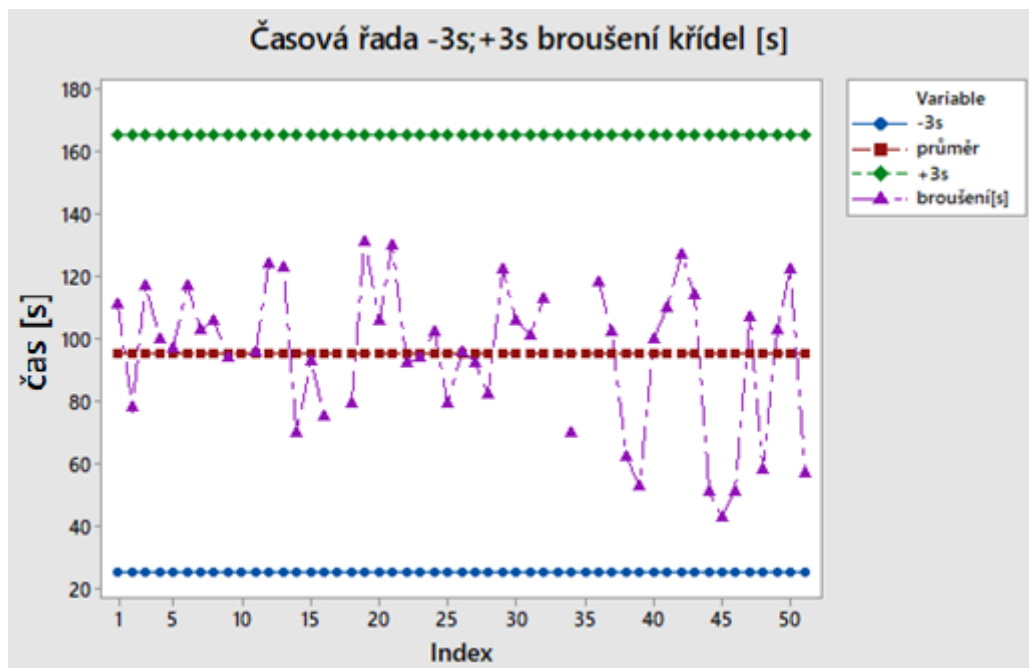
Obr. 54 Graf pravděpodobnosti broušení křidel

Z grafu pravděpodobnosti na (obr. 54) plyne, že p – hodnota = 0,025, což je menší než $\alpha = 0,050$. Tím zamítá nulovou hypotézu.



Obr. 55 Souhrnný graf broušení křídel

Pracovníkovi trvá průměrně broušení 95,3 s. Odchylka průměrná od střední hodnoty broušení křídel 23,3 s. Z dat plyne na základě 47 měření významná negativní šikmost o velikosti -0,59, což značí, že pracovník v počtu případů zrychluje. Minimální doba broušení křídel je 43 s maximální 131 s. Můžeme konstatovat, že rozdíl mezi odhadem aritmetického průměru broušení křídel a mediánem je $95,3 - 100$ cca 4,7 což vysvětluje vysokou hodnotu šikmosti. Pracovník průměrně bude brousit křídlo v konfidenčním intervalu stanoveném na 95% v čase 88,4 s až 102,1 s se směrodatnou odchylkou stanovenou opět konfidenčním intervalem v intervalu od 19,3 do 29,8 s.



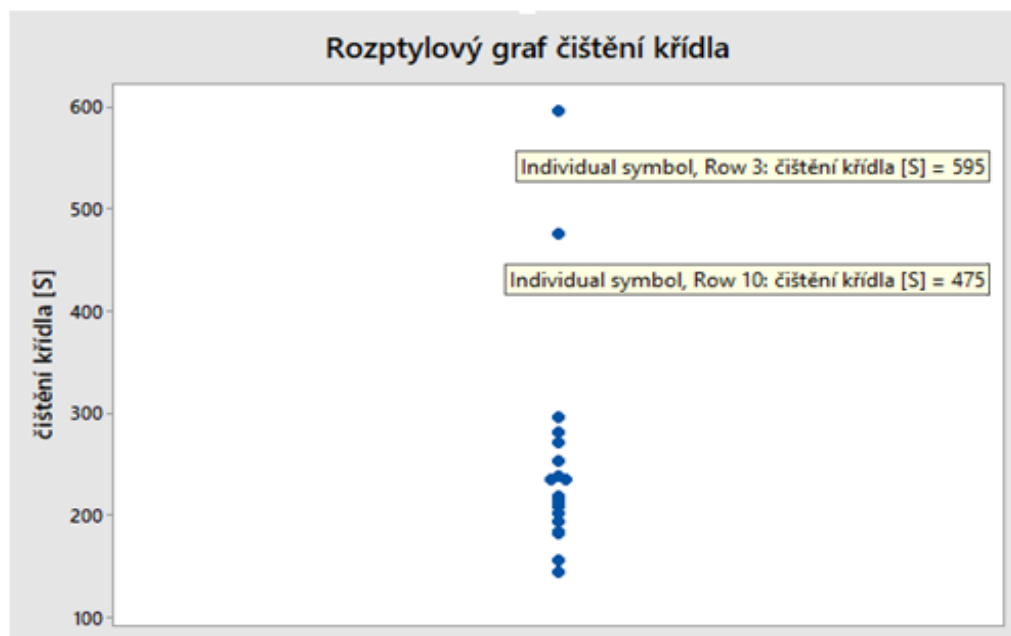
Obr. 56 Časová řada v intervalech broušení křidel

Čas bodování bude ležet v intervalu 99,73% v časech od 25,319 s do 165,191 s. Ačkoliv měl pracovník 4 hodnoty vyřazené, tak to nebylo kvůli špatně připravené práci, ale vlivem jeho narušování. Po této operaci jsou křídla hotová a převezou se do lakovny.

5.2 Výroba křidel z nerezi

Bude naměřena z 8 operací: čištění křidel, čištění výztuh, čištění omeg, černění křidel, černění výztuh, lepení, vrtání, nýtování.

5.2.1 Čištění křidel

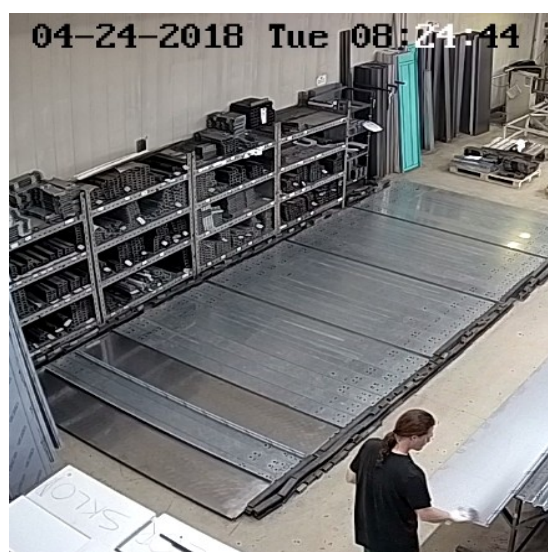


Obr. 57 Rozptylový graf čištění křidel

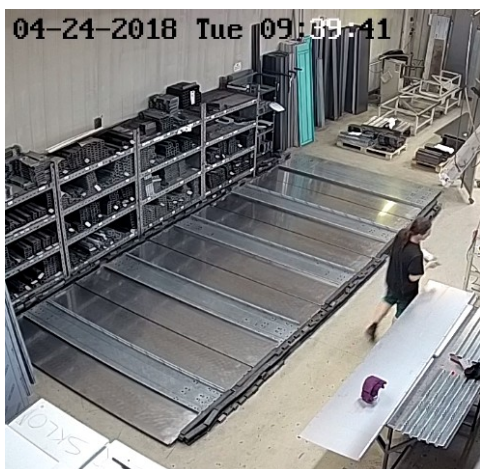
U grafu (obr. 57) jsou zobrazeny dvě chyby ve 3. a 10. měření. Ve 3. měření si šel projít výkresovou dokumentaci a přesvědčit se jak budou umístěny omegy a výztuhy. Pracoviště opustil 8:17:48 a začal pokračovat v 8:24:44. U 10. měření udělal několik hrubých chyb. Nejprve se šel 9:39:41 napít, 9:40:24 si zapisoval do výkazu číslo zakázky, 9:43:42 odešel na toaletu a 9:45:21 začal pokračovat na čištění křidel.



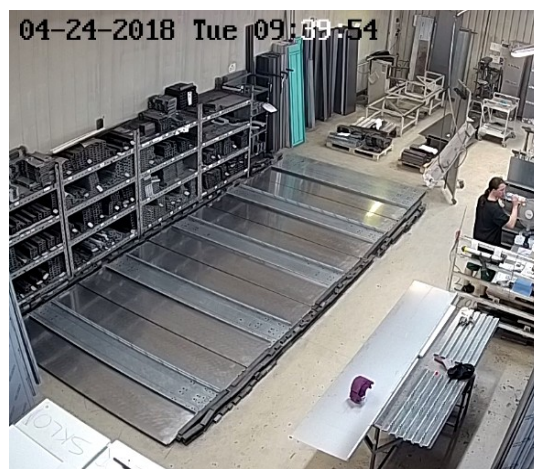
Obr. 57 přerušování čištění (3. měření)



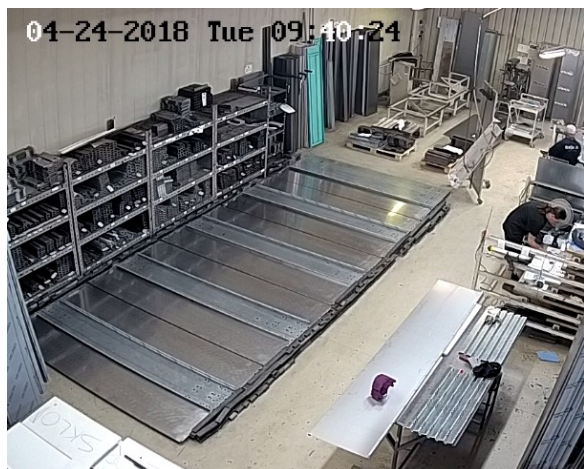
Obr. 58 pokračování čištění (3. měření)



Obr. 59 přerušeni čištění (10. měření)



Obr. 60 pití (10. měření)



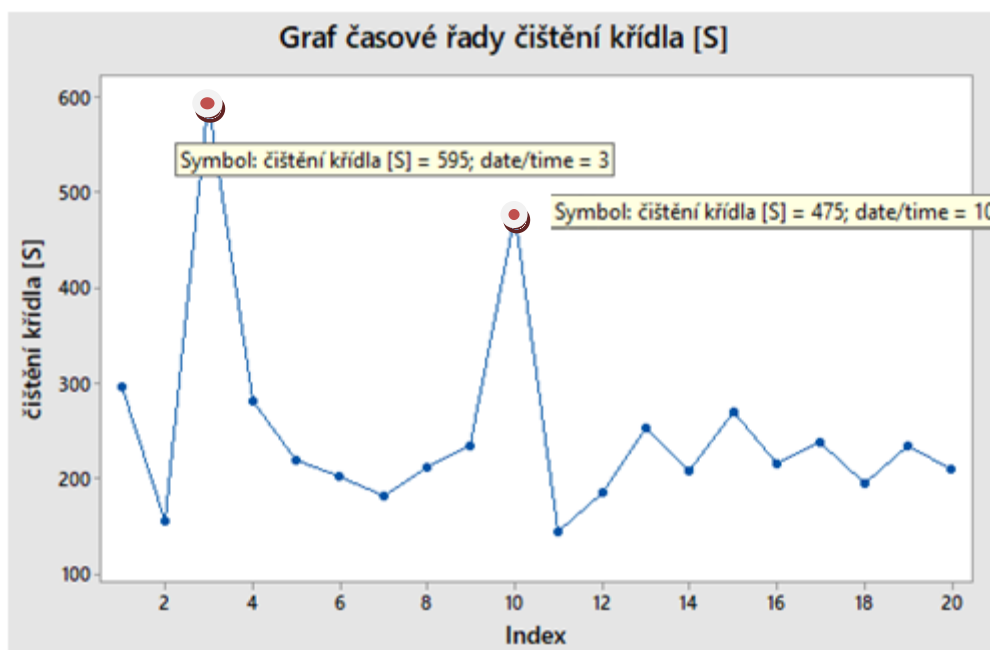
Obr. 61 psaní výkazu (10. měření)



Obr. 62 odchod na toaletu (10. měření)

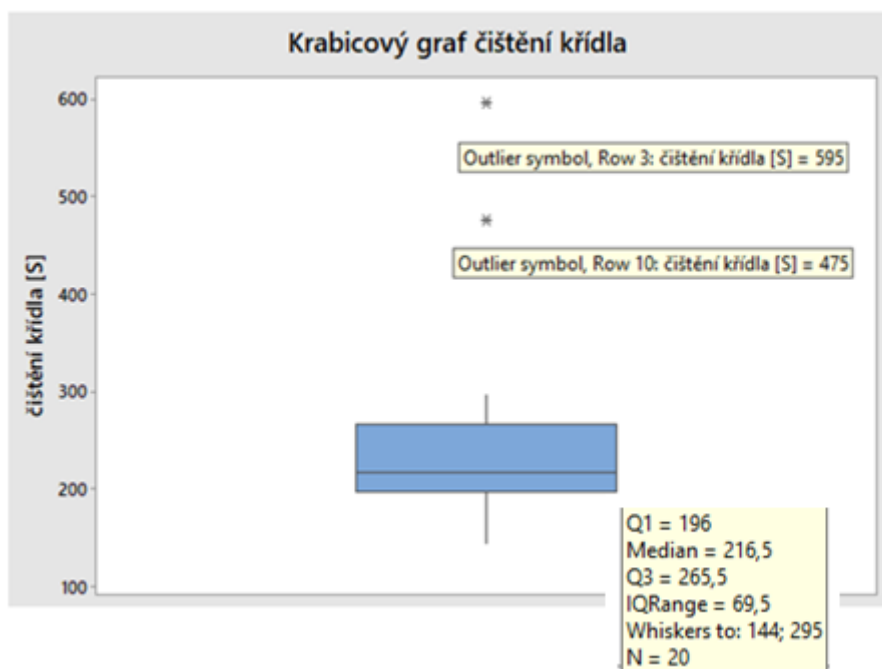


Obr. 63 pokračování v čištění (10. měření)



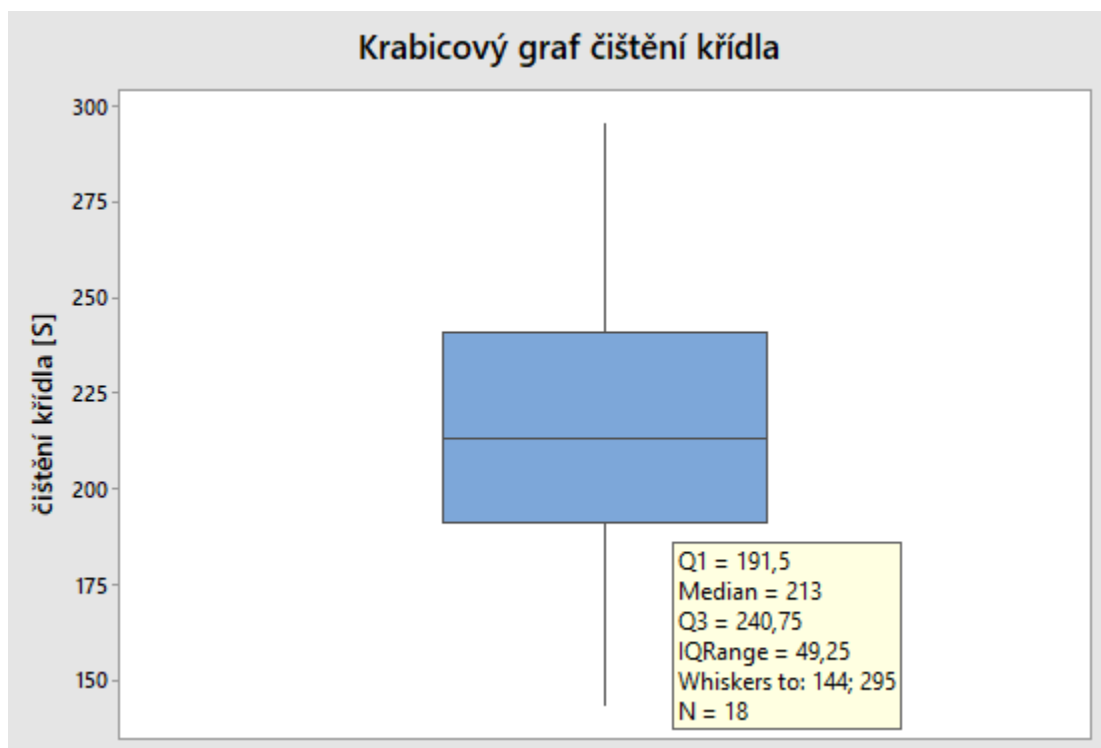
Obr. 64 Graf časové řady čištění křídla

Graf časové řady (obr. 64) zobrazuje extrémní hodnoty při 3. měření, u čtení dokumentace a 10. měření jak se šel pracovník napít, dopsat výkaz a na toaletu.



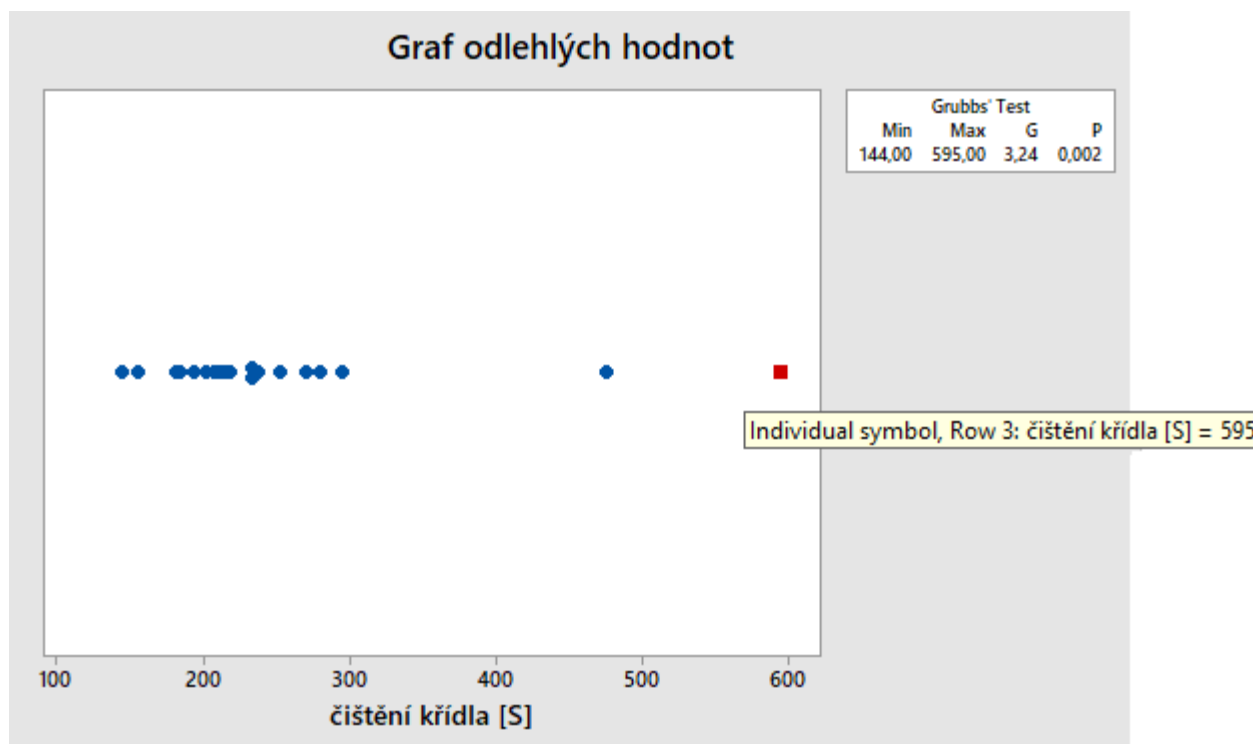
Obr. 65 Krabicový graf čištění křídla

Krabicový graf (obr. 65) byl vyhodnocen z 20 měření. Při opakování grafu se vyřadilo měření 3. a 10.



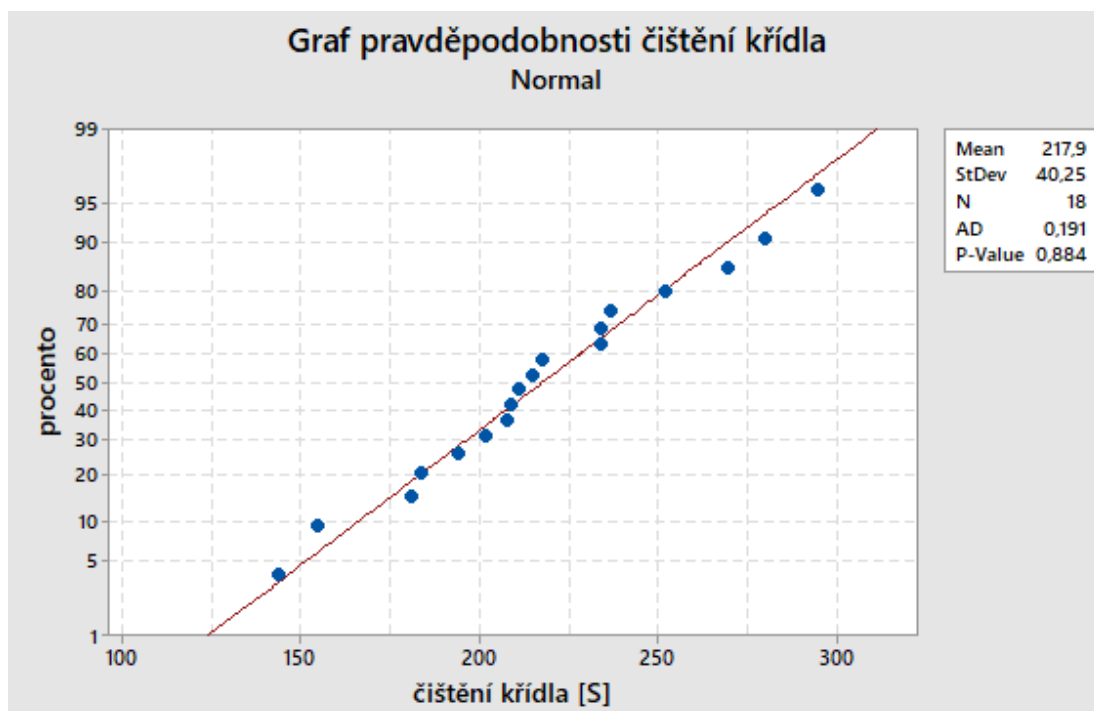
Obr. 66 Krabicový graf čištění křídla

Z 18 měření při čištění křídel musí být norma stanovena v intervalu od 144 s do 295 s.



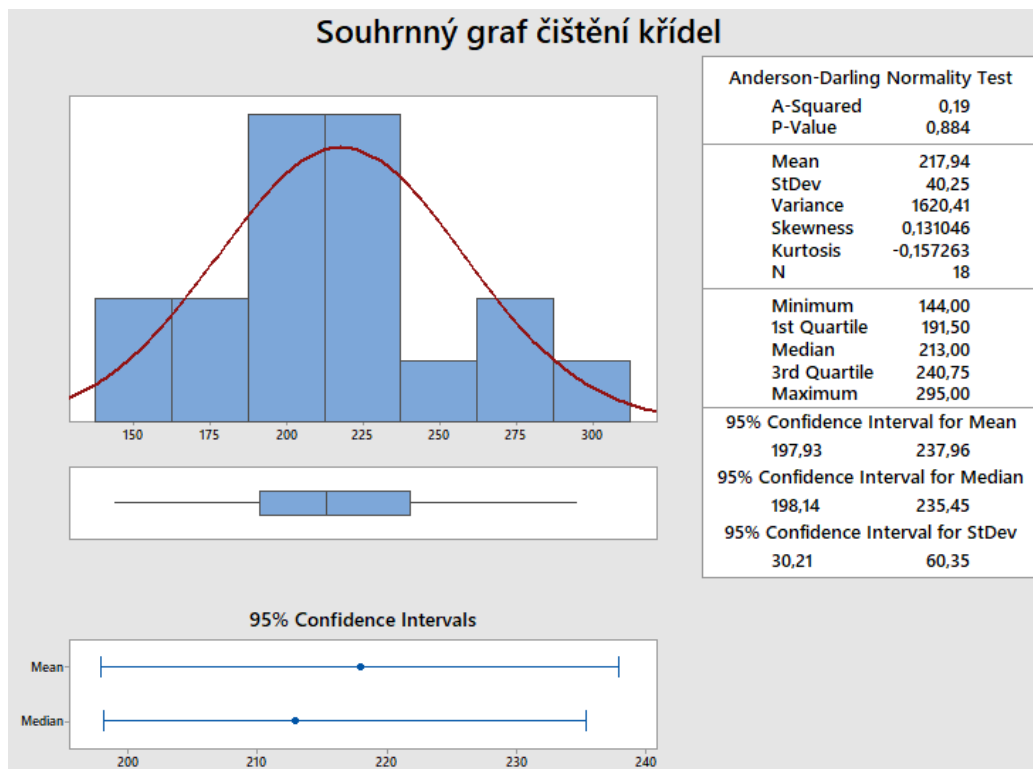
Obr. 67 Graf odlehlých hodnot čištění křídla

Odlehlá hodnota vznikla u 3. měření, kde pracovník opustil pracoviště. Systém doporučuje vyřazení.



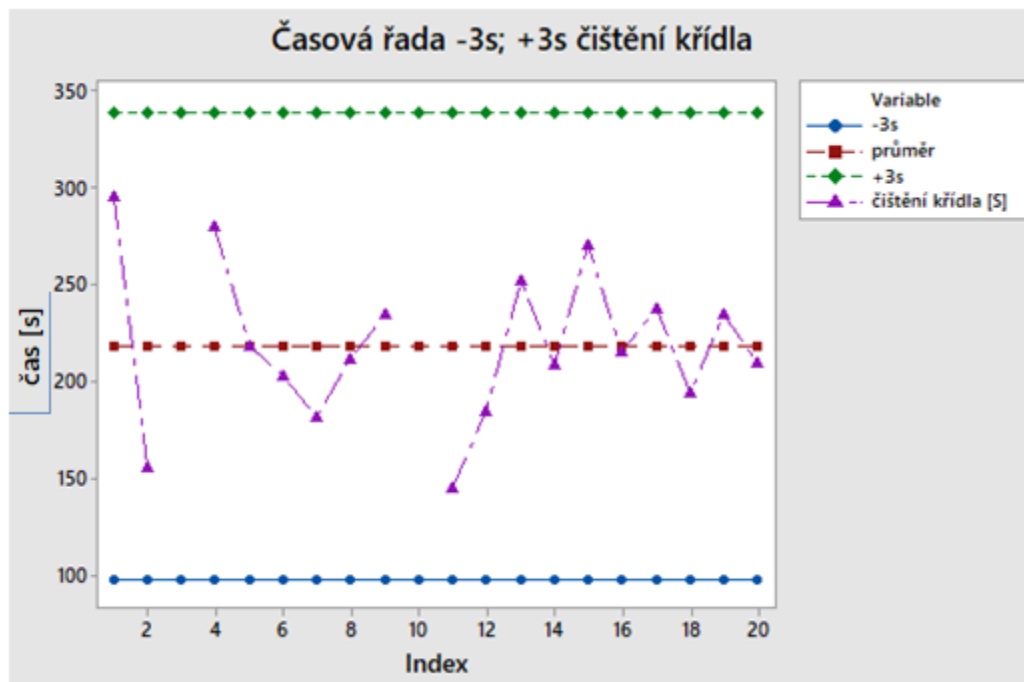
Obr. 68 Graf pravděpodobnosti čištění křídla

Z grafu pravděpodobnosti (obr. 68) vyšla p – hodnota 0,884, což je větší než $\alpha = 0,050$ z tohoto důvodu se nulová hypotéza nezamítá, ale předpokládá se, že data času čištění křídel pochází z normálního rozdělení odhadem aritmetického průměru 217,9 s a odhadem směrodatné odchylky 40,25 s.



Obr. 69 Souhrnný graf čištění křidel

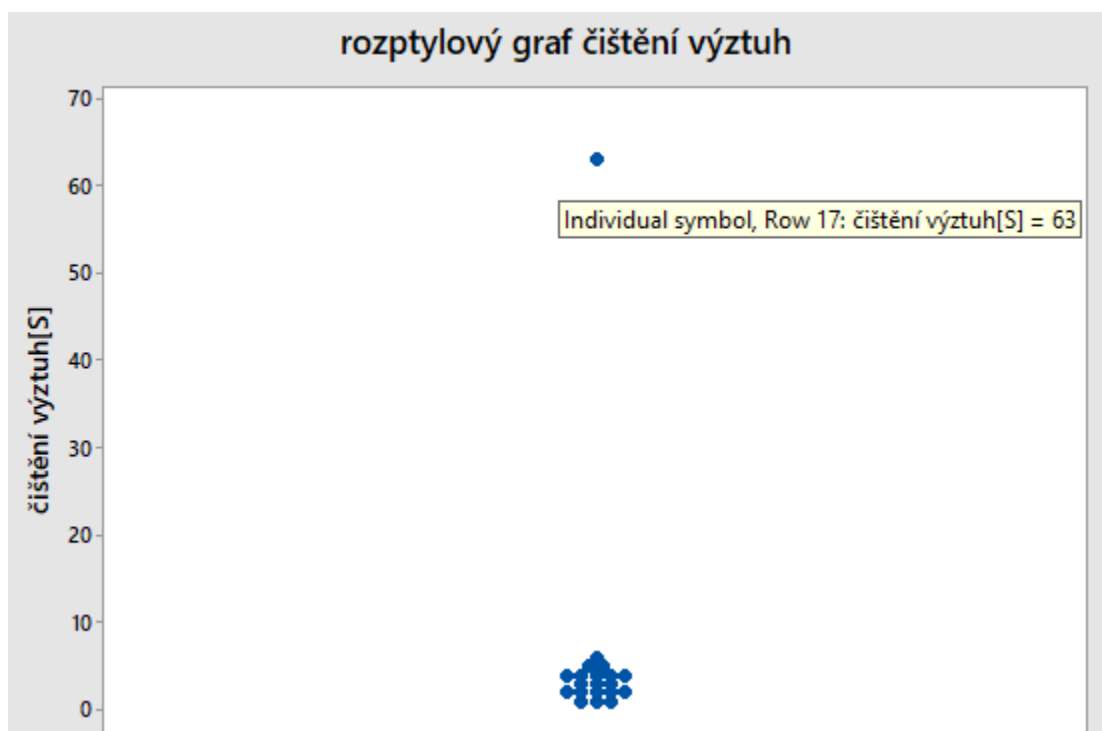
Pracovníkovi trvá průměrně čištění křidel 217,9 s. Odchylka průměrná od střední hodnoty čištění křidel 40,25 s. Z dat plyne, že na základě 18 měření má pozitivní šikmost o velikosti 0,13 což značí, že pracovník v menším počtu případů zpomaluje. Minimální doba čištění křidel je 144 s maximální 295 s. Můžeme konstatovat, že rozdíl mezi odhadem aritmetického průměru čištění křidel a mediánem je $217,9 - 213$ cca 4,9 s což vysvětluje vysokou hodnotu šikmosti. Můžeme tvrdit, že pracovník průměrně bude čistit křidla v konfidenčním intervalu stanoveném na 95% v čase 197,9 s až 237,9 s se směrodatnou odchylkou stanovenou opět konfidenčním intervalem v intervalu od 30,2 do 60,3 s.



Obr. 70 Časová řada v intervalu čištění křídel

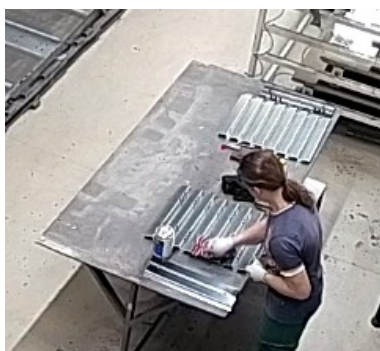
Čas čištění křídel (obr. 70) bude ležet v intervalu 99,73% v časech od 94,19 s do 335,69 s.

5.2.2 Čištění výztuh

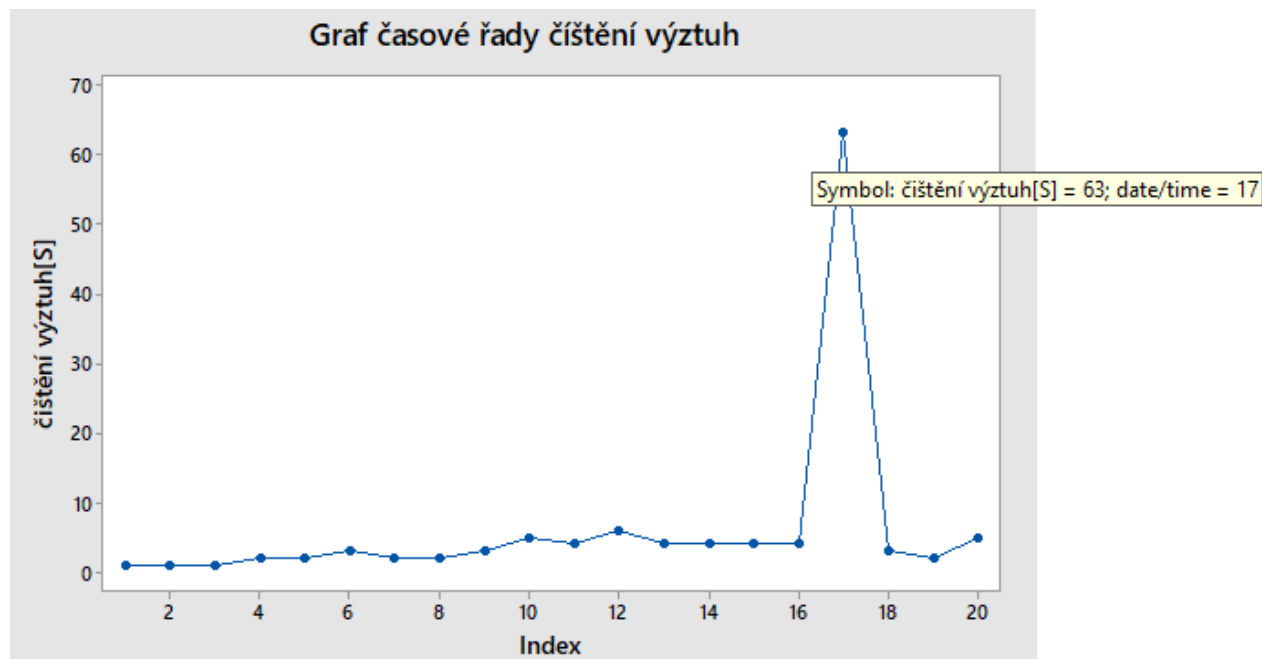


Obr. 71 Rozptylový graf čištění výztuh

Rozptylový graf (obr. 71) představuje chybu u 17. měření. Protože si musel pracovník namočit utěrku čističem dinitrol.

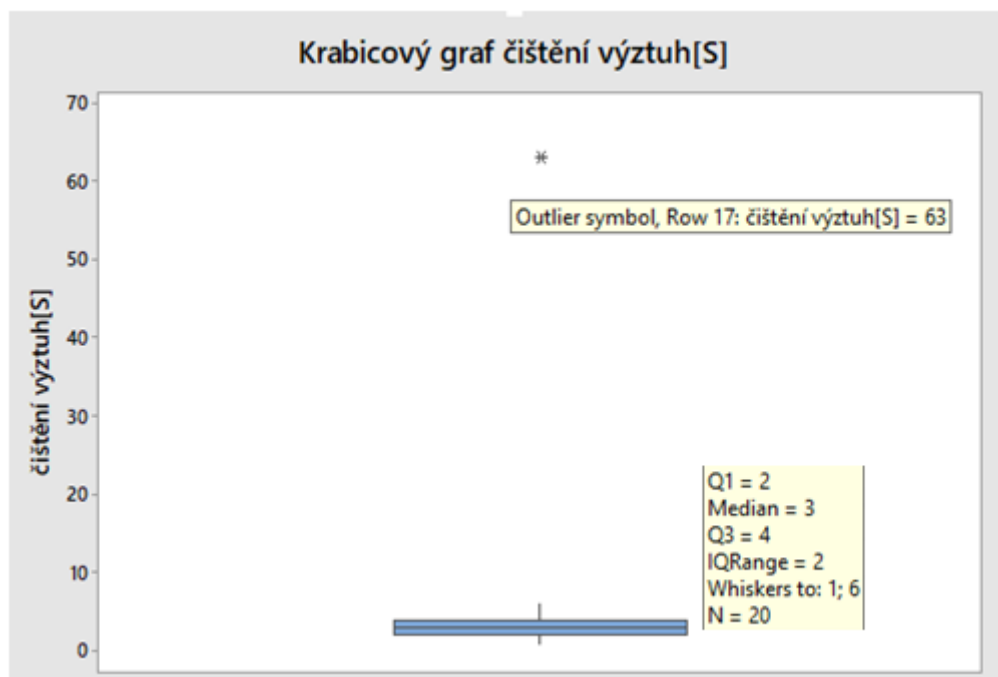


Obr. 72 čištění výztuh



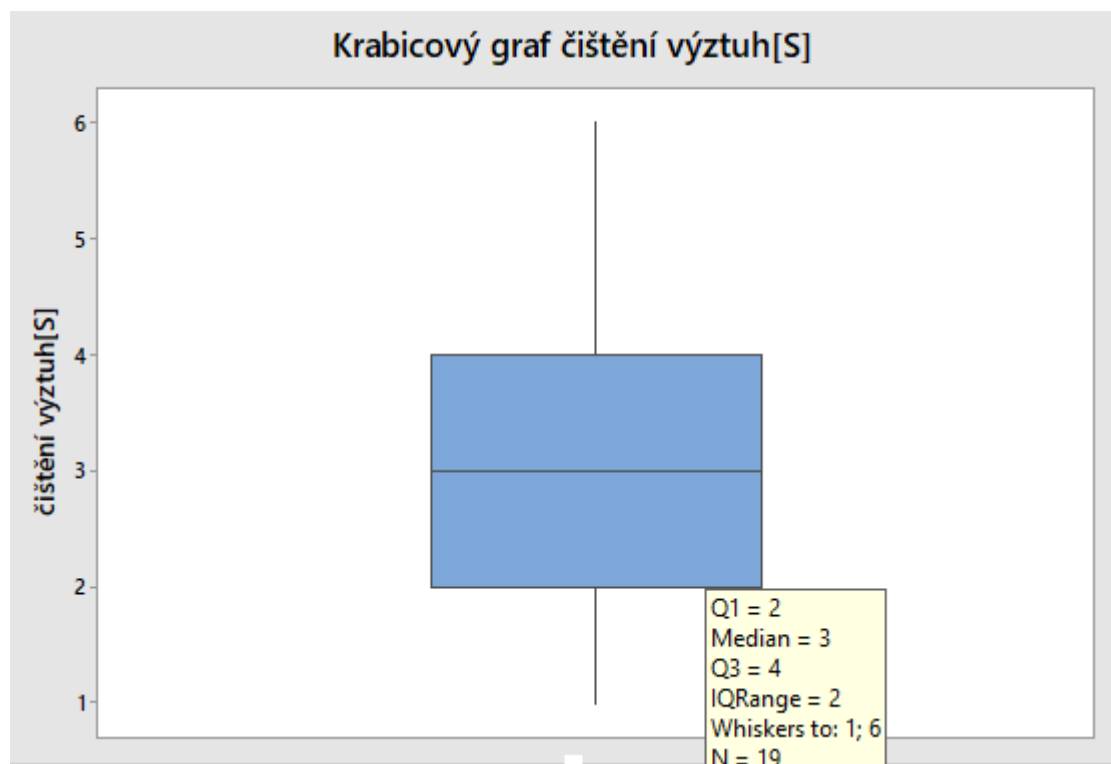
Obr. 73 graf časové řady čistění výztuh

Extrémní hodnota je u 17. měření při vlhčení utěrky dinitrolem.



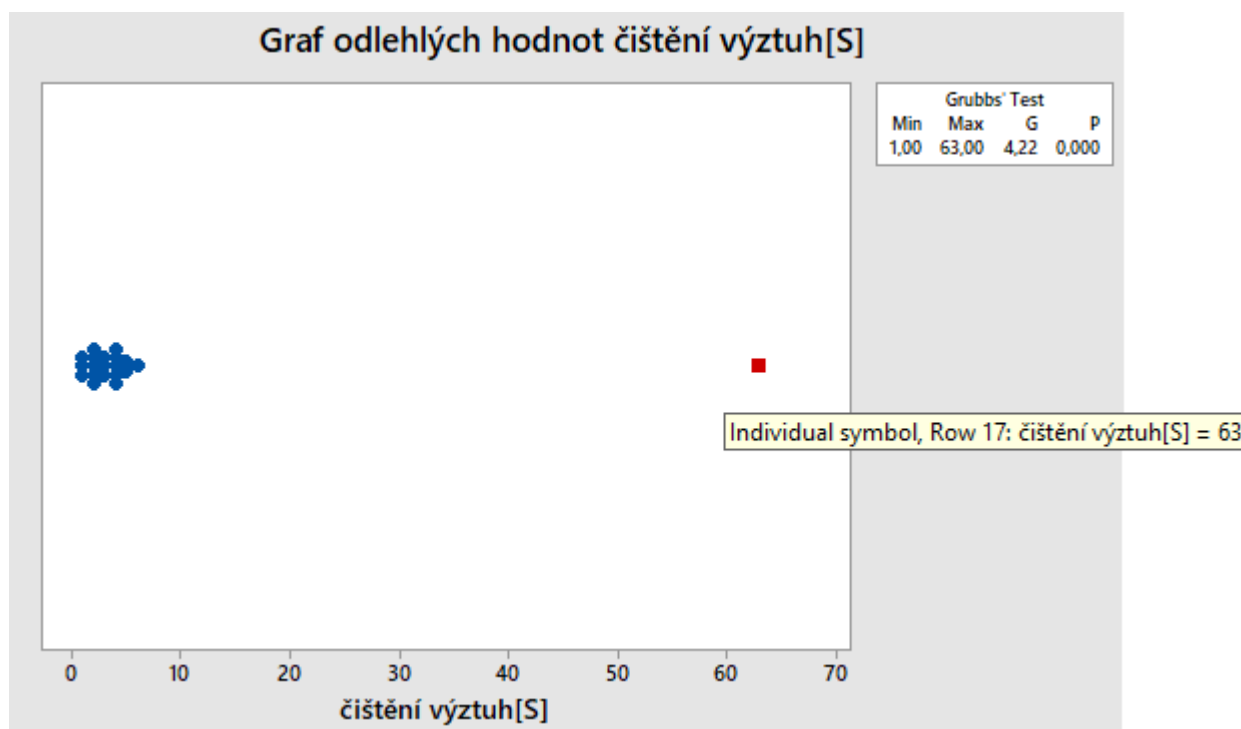
Obr. 74 Krabicový graf čistění výztuh

Taktéž se chyba ukázala v krabicovém grafu, proto hodnota bude vyřazena.



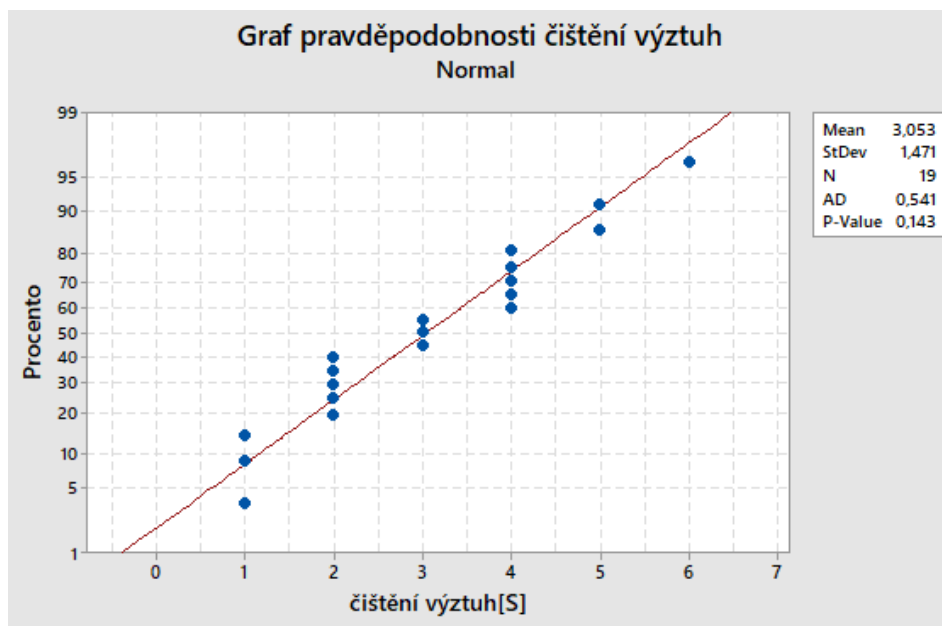
Obr. 75 Krabicový graf čištění výztuh

Po vytvoření nového grafu z 19 měření lze vidět, že norma musí být stanovena v intervalu od 1 s do 6 s.



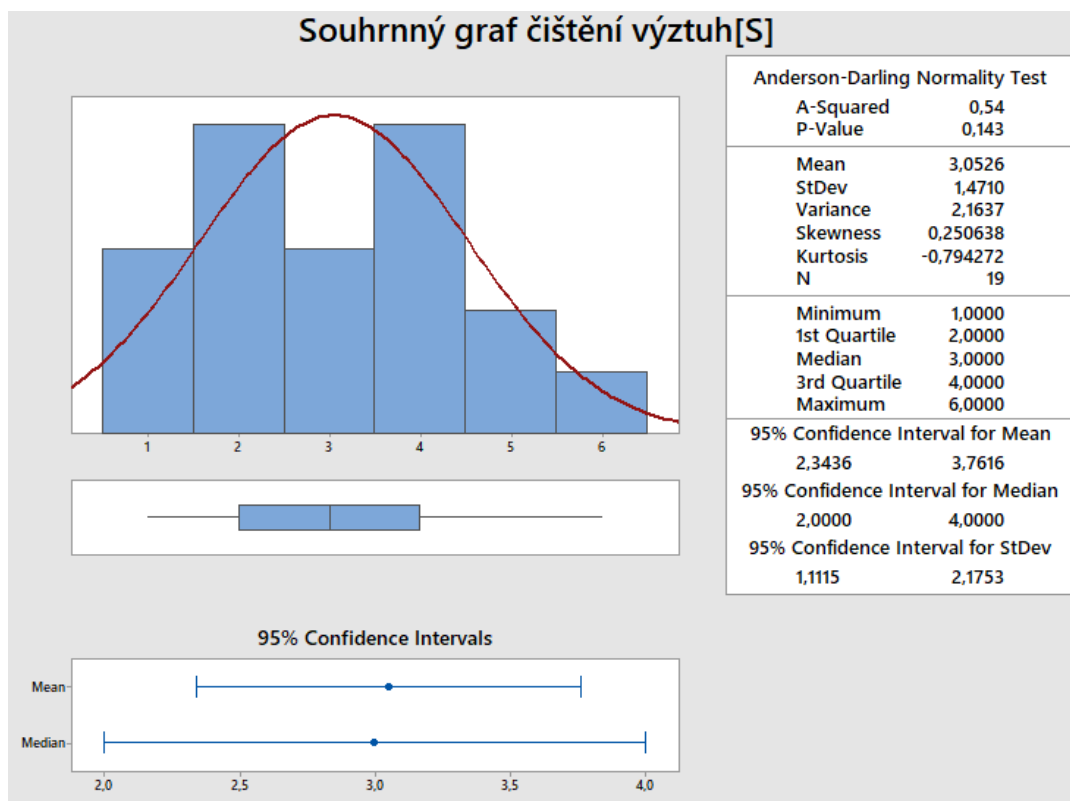
Obr. 76 Graf odlehlých hodnot čištění výztuh

U 17. měření vyšla naměřená hodnota jako odlehlý bod a systém doporučuje vyřazení.



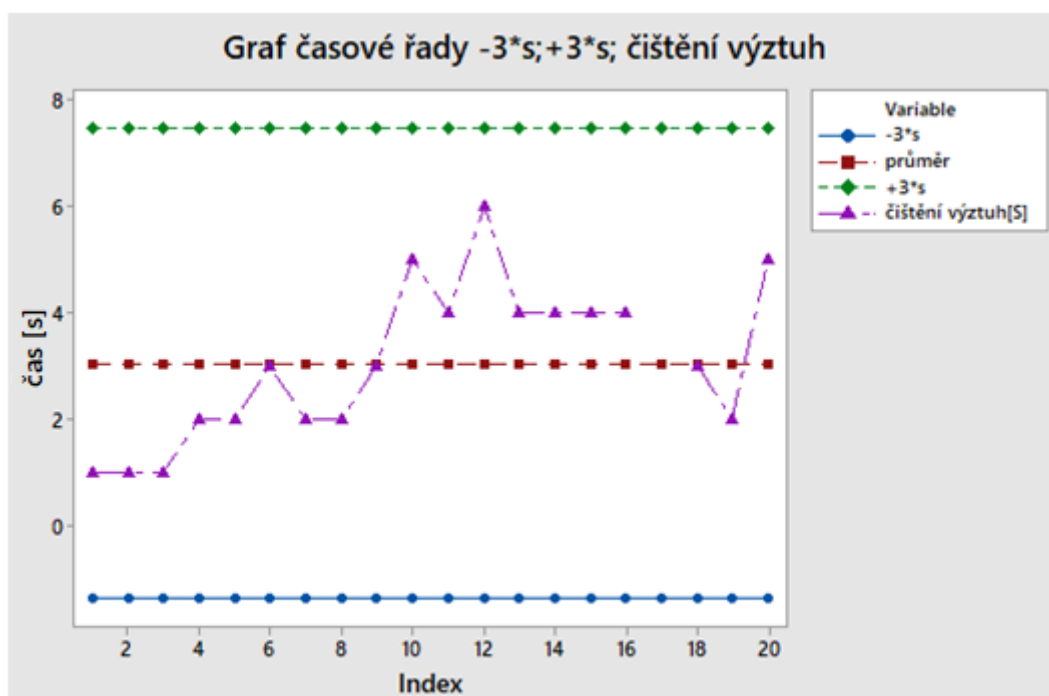
Obr. 77 Graf pravděpodobnosti čištění výztuh

Z grafu pravděpodobnosti na (obr. 77) plyne, že p – hodnota = 0,143 $>$ α = 0,05. Nulová hypotéza se nezamítá a předpokládá se, že pro čas čištění výztuh pochází z normálního rozdělení odhadem aritmetického průměru 3 s a odhadem směrodatné odchylky 1,5 s.



Obr. 78 souhrnný graf čištění výztuh

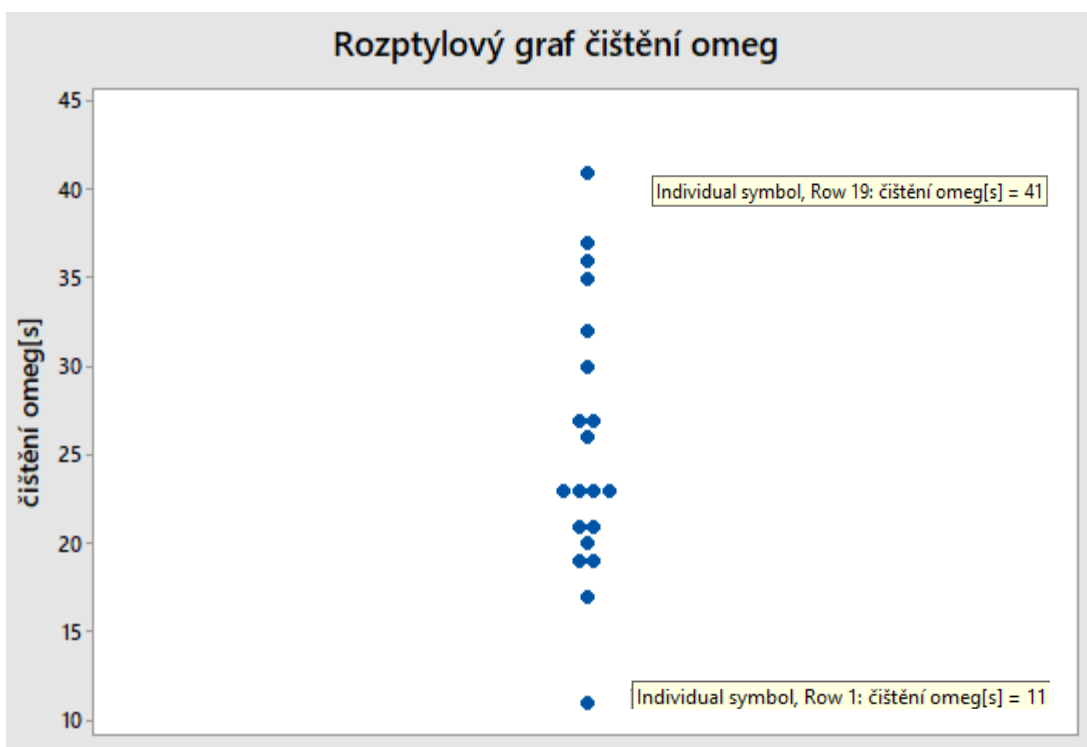
Pracovníkovi trvá průměrně čištění výztuh 3 s. Odchyłka průměrná od střední hodnoty čištění výztuh je 1,47 s. Z dat plyne, že na základě 19 měření je mírná pozitivní šikmost o velikosti 0,25, což značí, že pracovník v menším počtu případů zpomaluje. Minimální doba čištění křidel je 1 s maximálně 6 s. Může se konstatovat, že rozdíl mezi odhadem aritmetického průměru bodování křidel a mediánem je 3,05 - 3 cca 0,05 tím se vysvětluje nízká hodnota šikmosti. Můžeme tvrdit, že pracovník průměrně bude čistit výztuhu v konfidenčním intervalu stanoveném na 95% v čase 2,3 s až 3,7 s se směrodatnou odchylkou stanovenou opět konfidenčním intervalem v intervalu od 1,1 s do 2,1 s.



Obr. 79 Graf časové řady v intervalu čištění výztuh

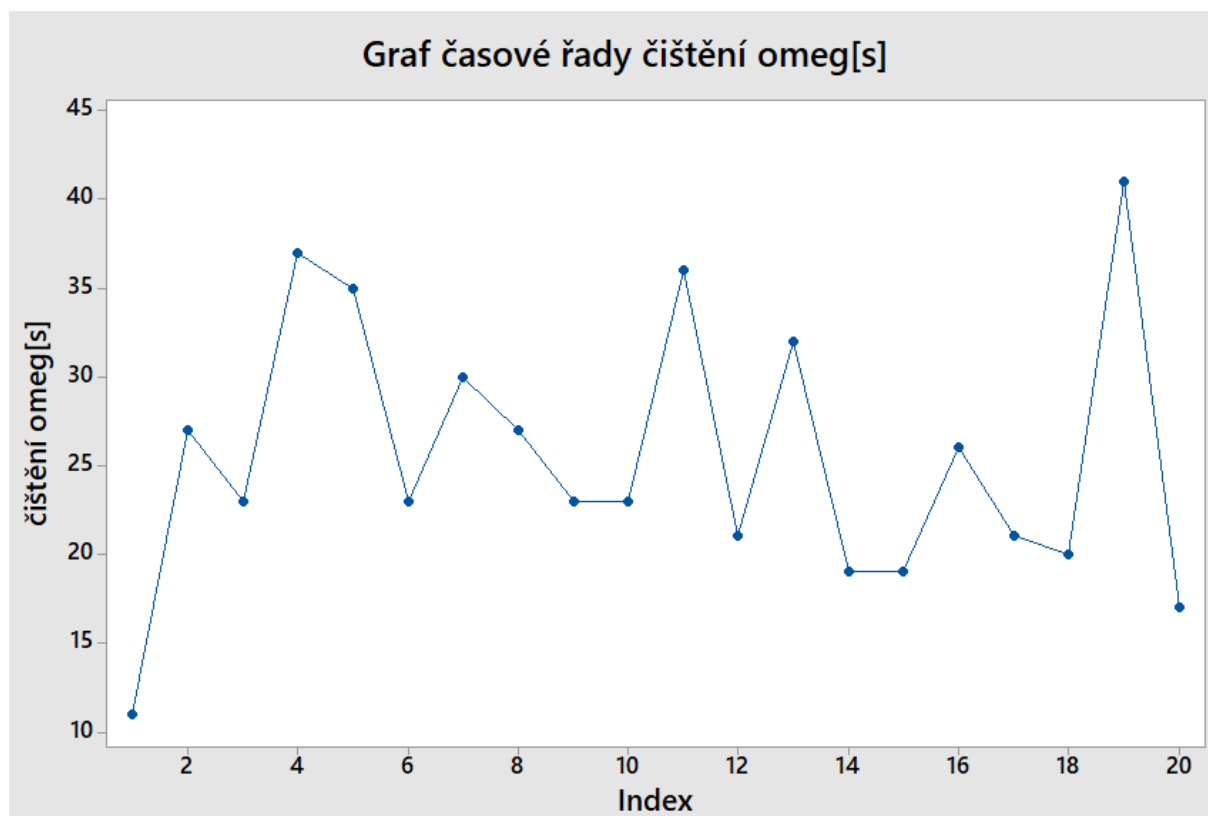
Čas čištění výztuh bude ležet v intervalu v časech od -1,37 s do 7,4 s. Operace je velmi rychlá. Pracovník měl naskládané výztuhy vedle sebe a utěrkou to stíral na jeden tah. Další část výztuh měl pod sebou a bral jednu po druhé, proto část hodnot se ukázalo nad průměrem. Tím, že rozsah intervalu je trojnásobkem směrodatné odchylky, se dolní hodnota ukázala jako záporná, což je z praktického hlediska nemožné a je to způsobeno vysokou hodnotou směrodatné odchylky. Navrhují, aby pracovník si skládal výztuhy pod sebou a nepřenášel nečistoty.

5.2.3 Čištění omeg

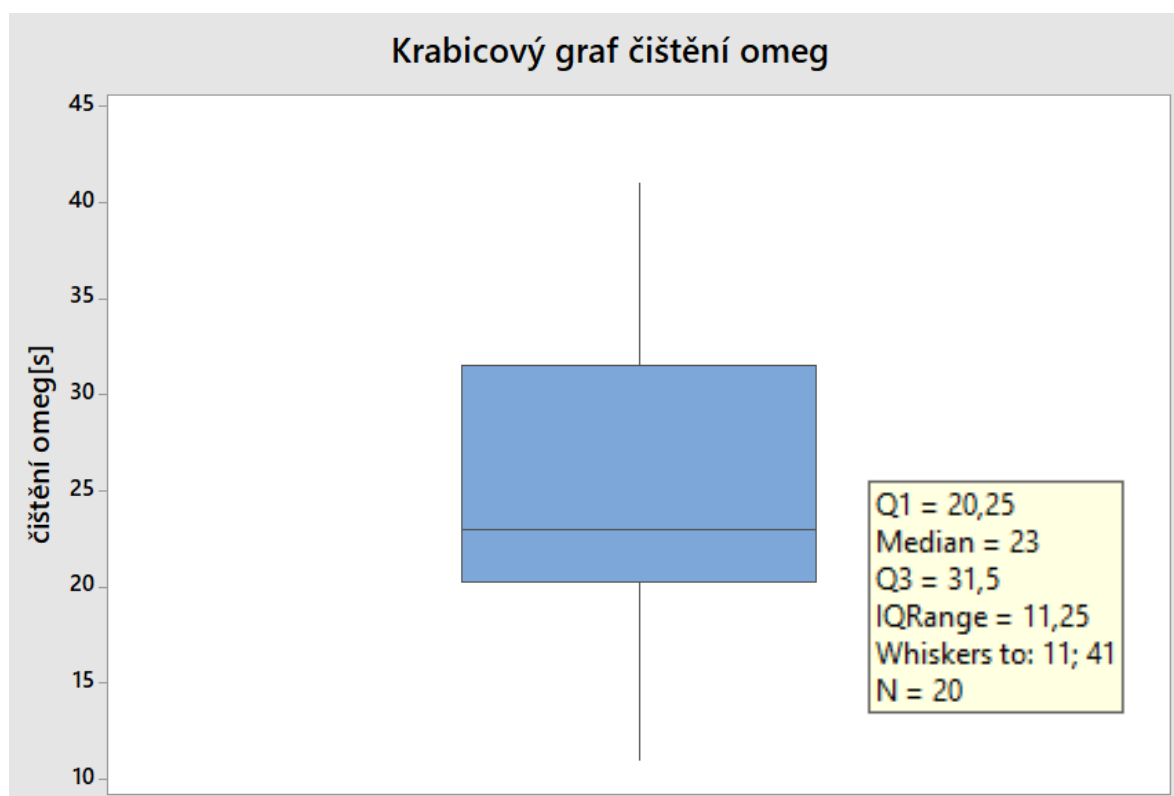


Obr. 80 Rozptylový graf čištění omeg

Ačkoliv u měření k žádné chybě nedošlo, tak se opět jedná o velmi krátkou operaci. U 1. měření pracovník zrychlil a u 19. byl pomalý.

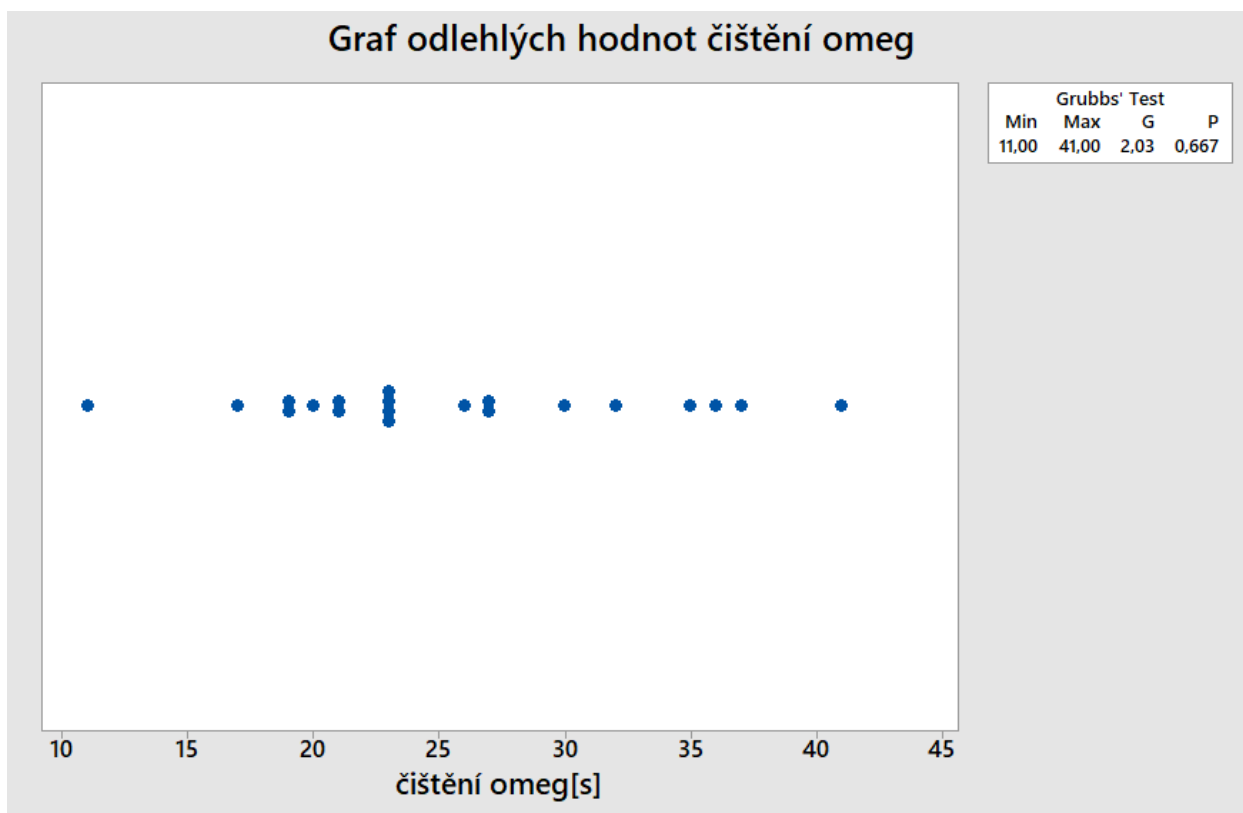


Obr. 81 Graf časové řady čištění omeg



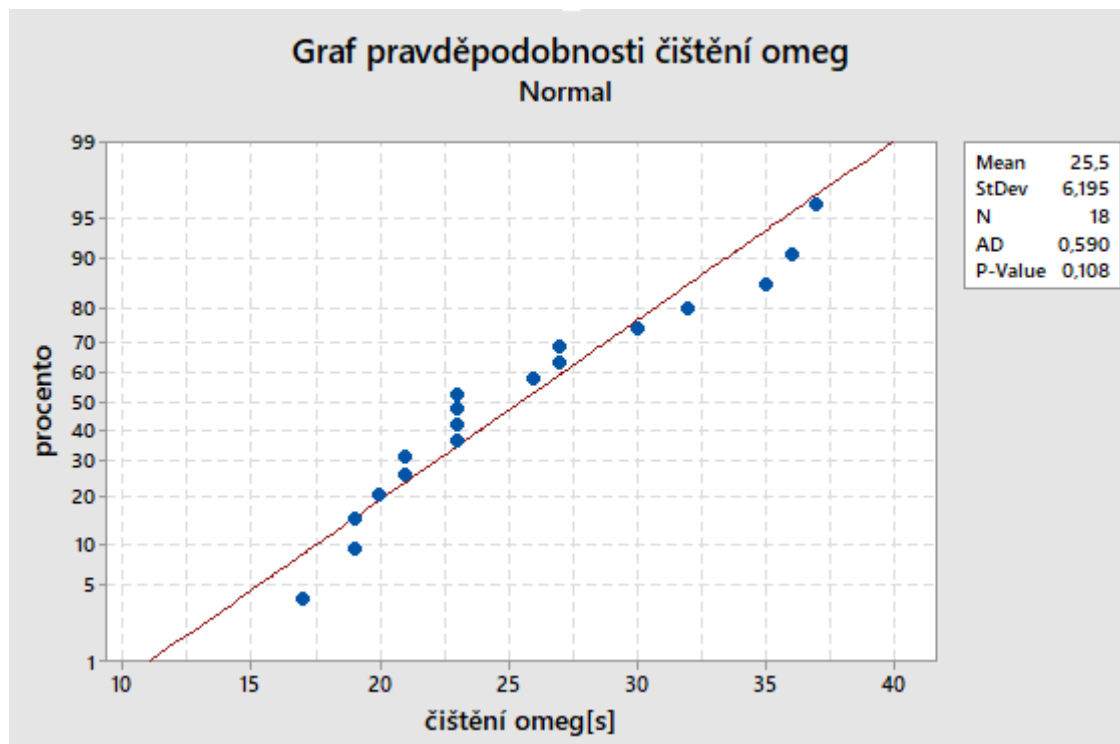
Obr. 82 Krabicový graf čištění omeg

Krabicový graf (obr. 82) je z 20 měření a nezobrazuje žádnou chybu. Norma bude stanovena z intervalu od 11 s do 41 s.



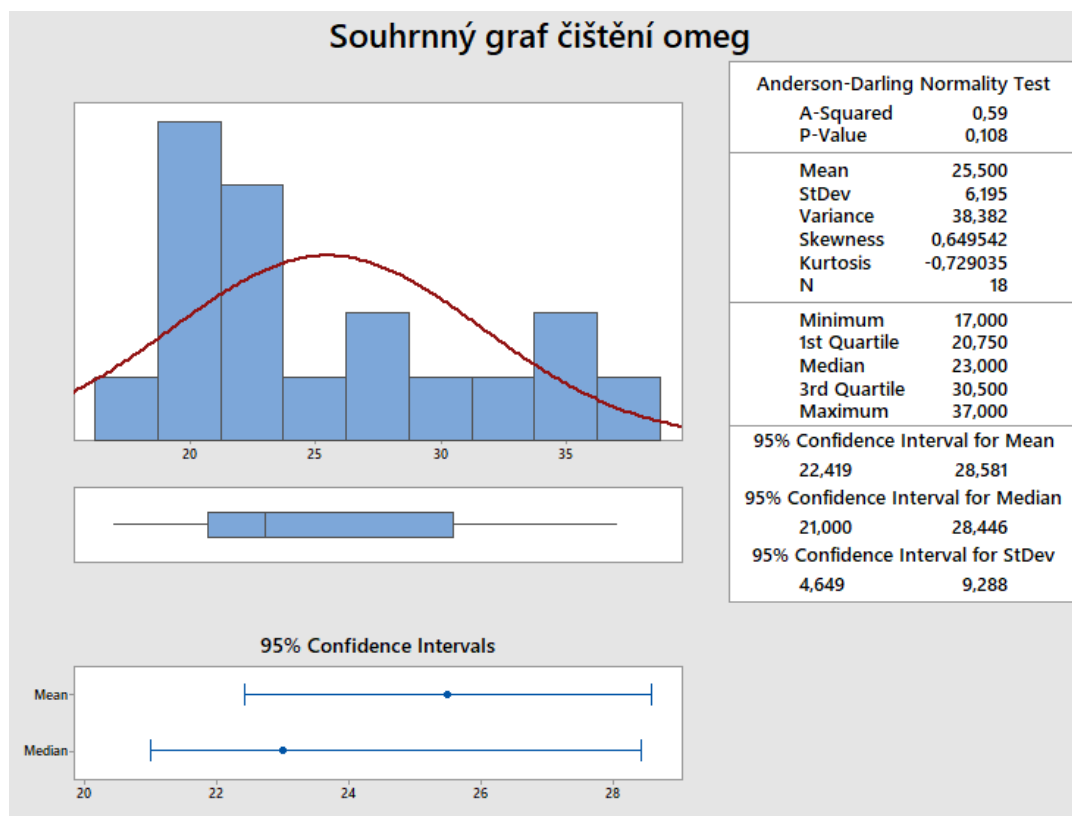
Obr. 83 Graf odlehlých hodnot čištění omeg

Graf odlehlých hodnot (obr. 83) nezobrazil žádnou odlehlou hodnotu. Ale pro přesnější výsledky u grafu pravděpodobnosti bude vyřazeno 1. a 19. měření.



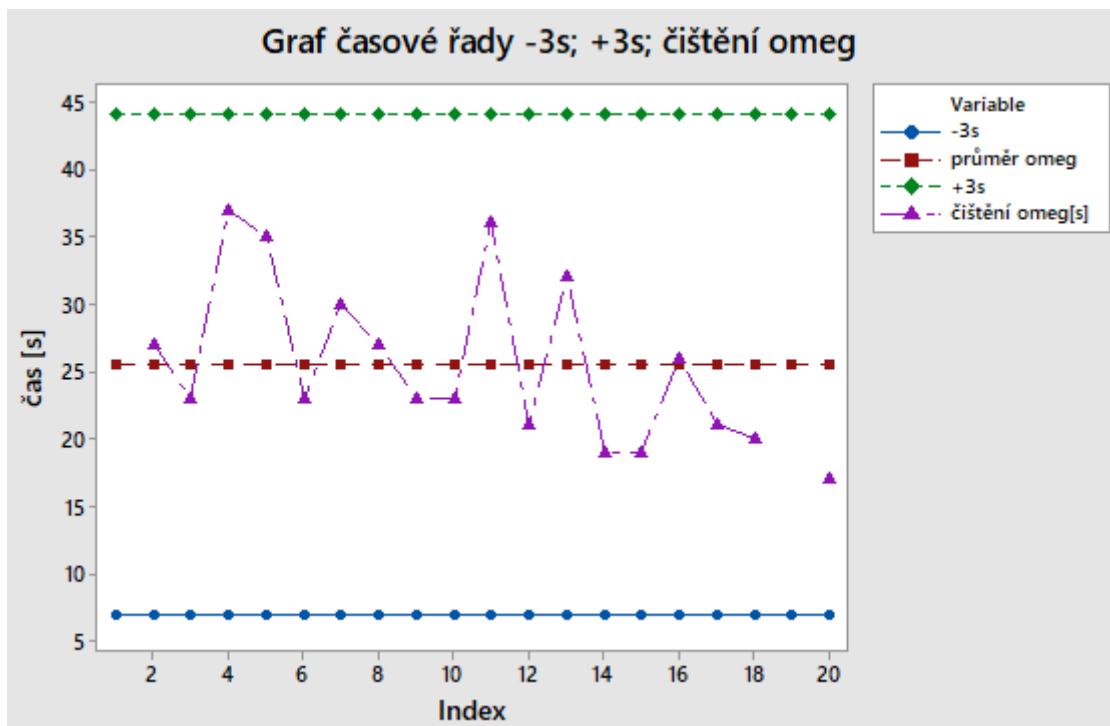
Obr. 84 Graf pravděpodobnosti čištění omeg

Z grafu pravděpodobnosti na (obr. 84) plyne, že p – hodnota = $0,108 > \alpha = 0,050$. Tím se nezamítá nulová hypotéza a předpokládá se, že data času čištění omeg pochází z normálního rozdělení odhadem aritmetického průměru 25,5 s a odhadem směrodatné odchylky 6,2 s.



Obr. 85 Souhrnný graf čištění omeg

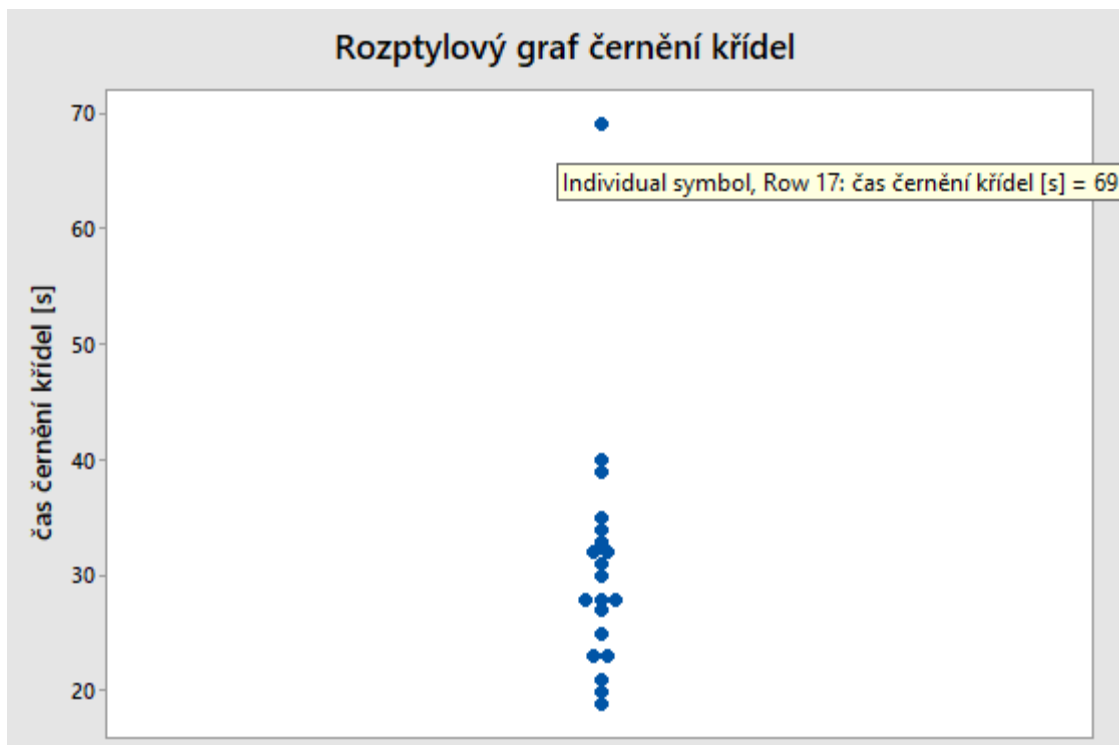
Pracovník má průměr při čištění omeg 25,5 s. Průměrná odchylka od střední hodnoty u čištění omeg je 6,2 s. Z dat plyne, že na základně 18 měření má pozitivní šikmost o velikosti 0,37 což značí, že pracovník zpomaluje. Minimální doba čištění omeg je 17 s maximální 37 s. Můžeme konstatovat, že rozdíl mezi odhadem aritmetického průměru bodování křídel a mediánem 25,5-23 je cca 2 s což vysvětluje nízkou hodnotu šikmosti. Můžeme tvrdit, že pracovník průměrně bude čistit omegu v konfidenčním intervalu stanoveném na 95% v čase 22,4 s až 28,6 se směrodatnou odchylkou stanovenou opět konfidenčním intervalem v intervalu od 4,6 do 9,3 s.



Obr. 86 Graf časové řady v intervalu čištění omeg

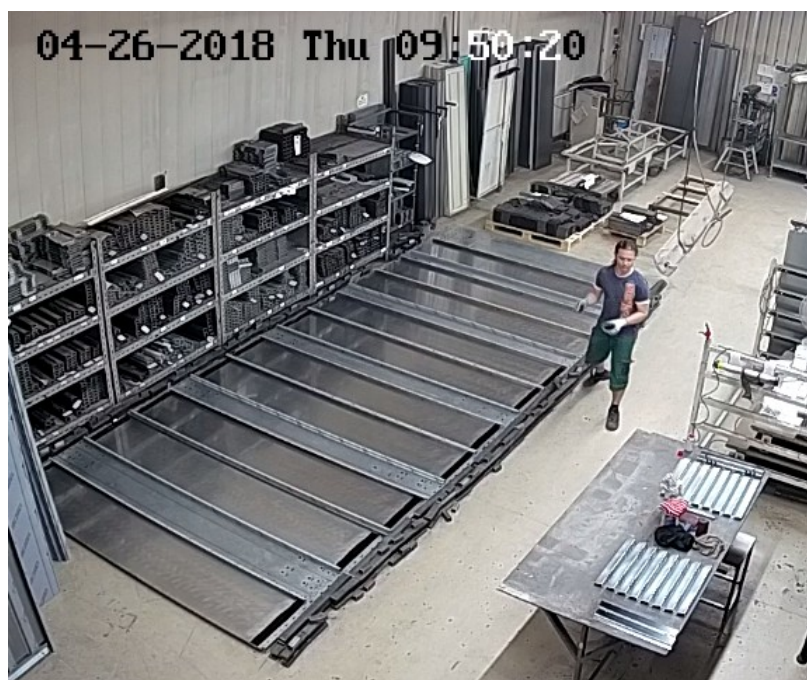
Čas pro čištění omeg bude ležet v intervalu od 6,9 s – 44,1 s. Zde nedošlo k žádné chybě.

5.2.4 Černění křidel

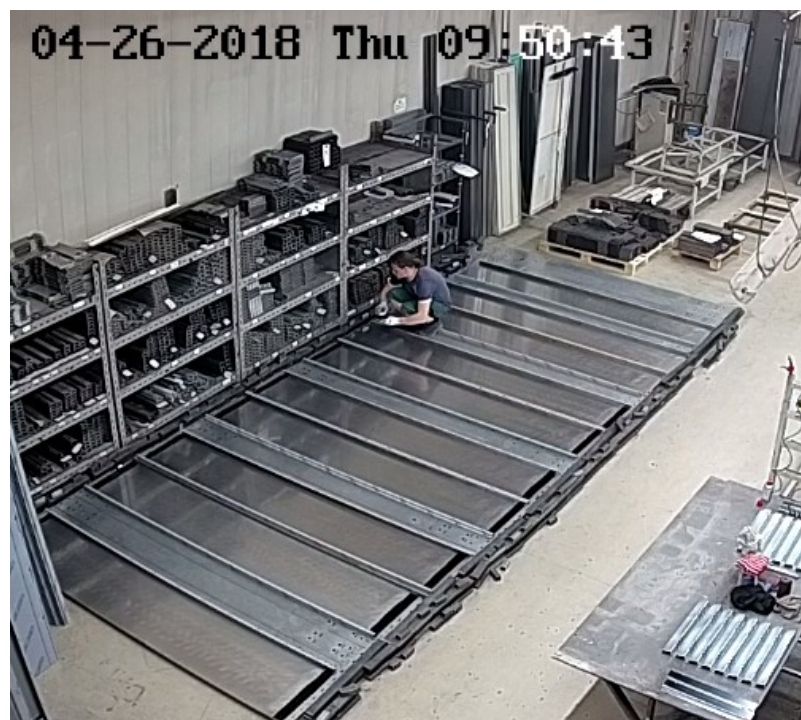


Obr. 87 Rozptylový graf černění křidel

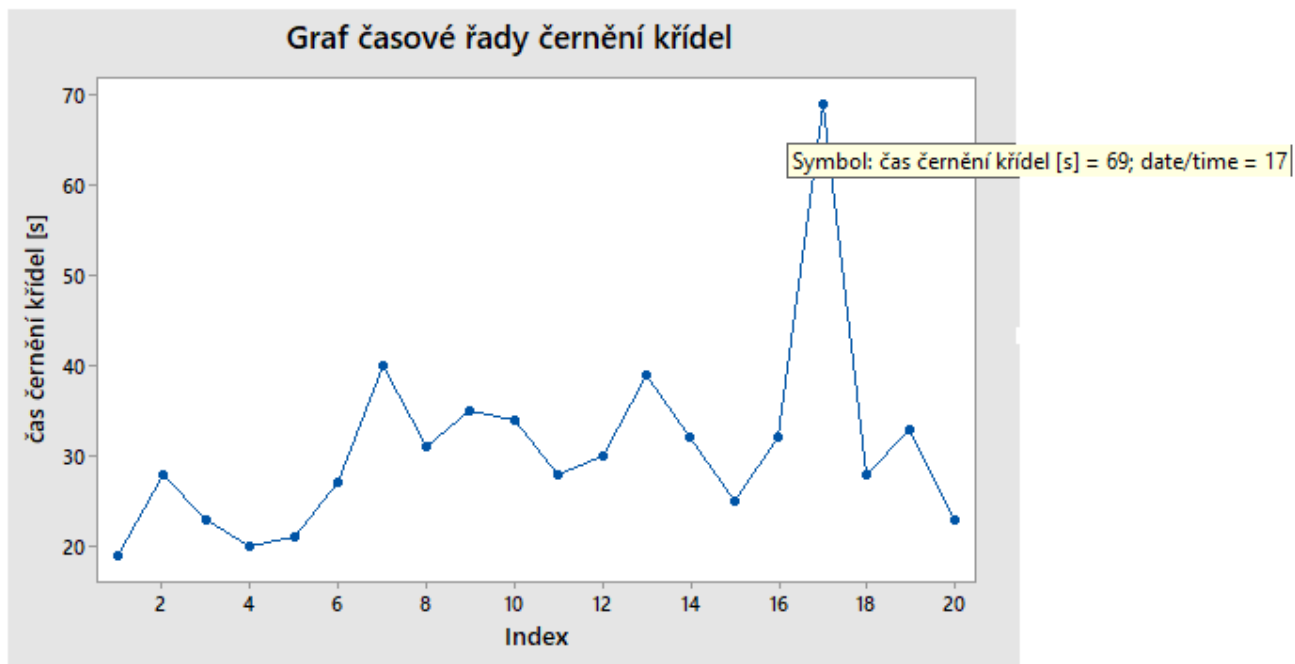
Rozptylový graf (obr. 87) zobrazuje 17. měření jako chybné. Pracovník si musel jít 9:50:20 doplnit černidlo do nádoby, ve které si namáčí melaminovou pěnu, 19:50:43 pokračoval v černění křidel.



Obr. 88 doplnění černidla (17. měření)

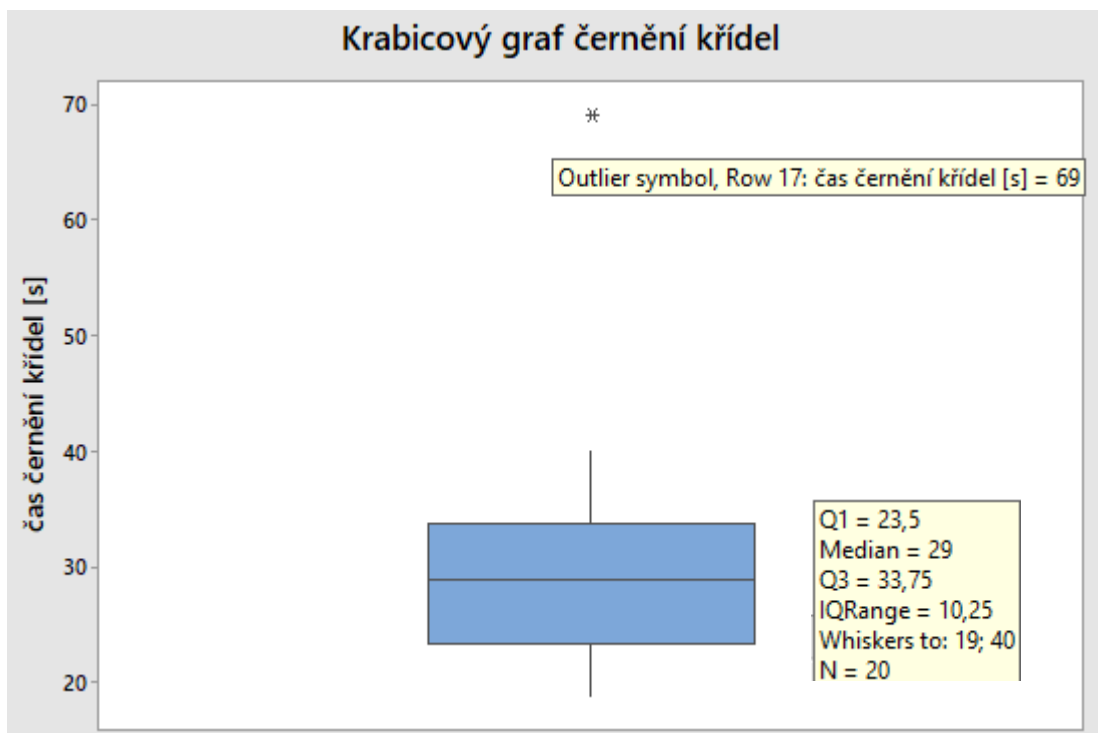


Obr. 89 pokračování v černění křidel



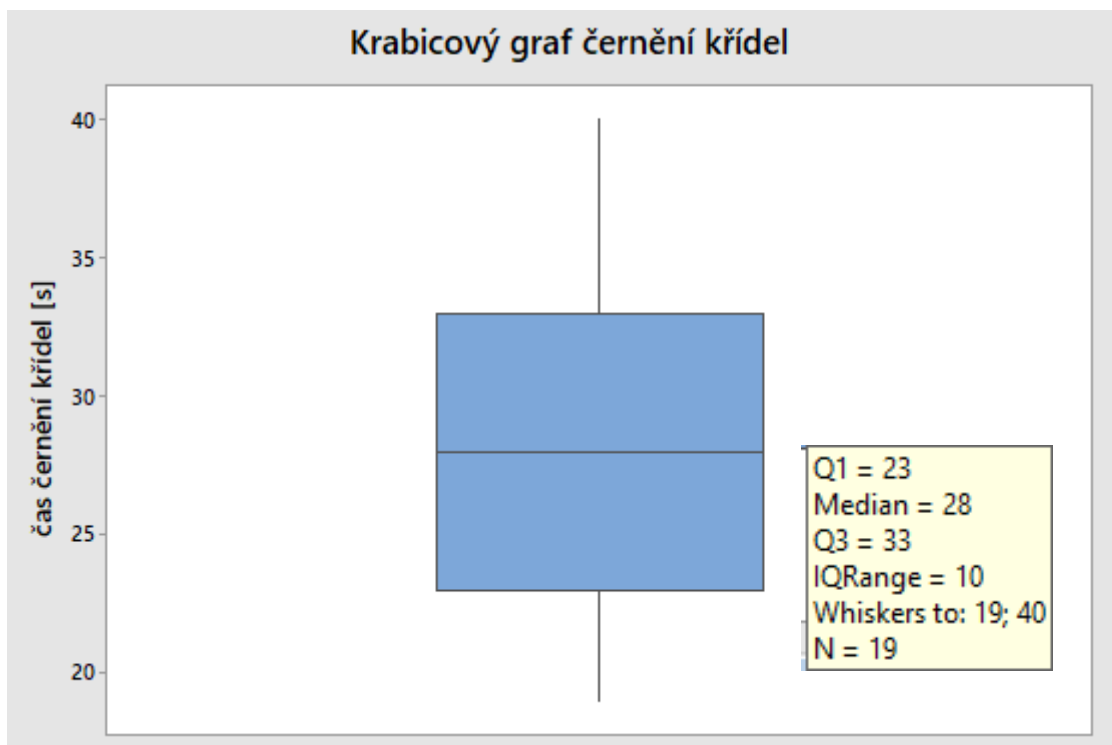
Obr. 90 Graf časové řady černění křidel

Časový graf zobrazuje extrémní hodnotu při 17. měření, kdy pracovníkovi scházelo černidlo a musel si ho jít doplnit do nádoby.



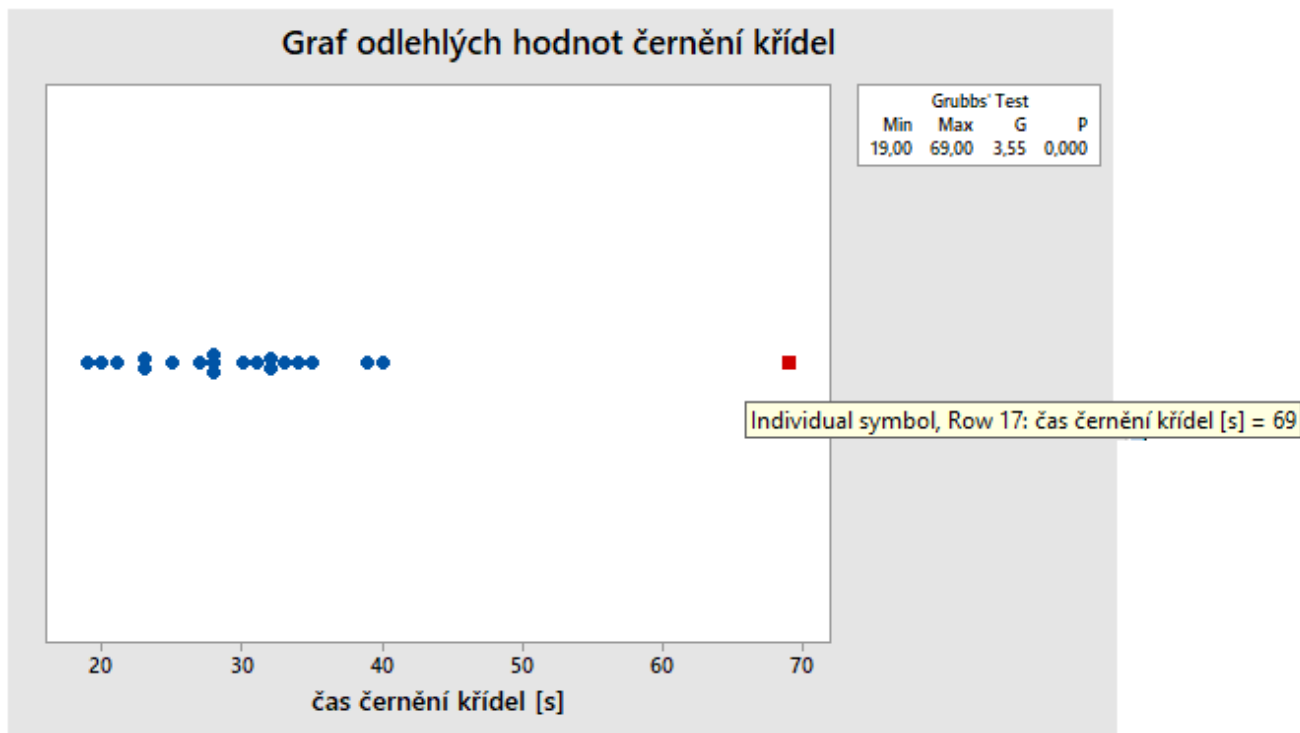
Obr. 91 Krabicový graf černění křidel

Z 20 naměřených hodnot bude 17. měření vyřazeno a graf se bude opakovat.



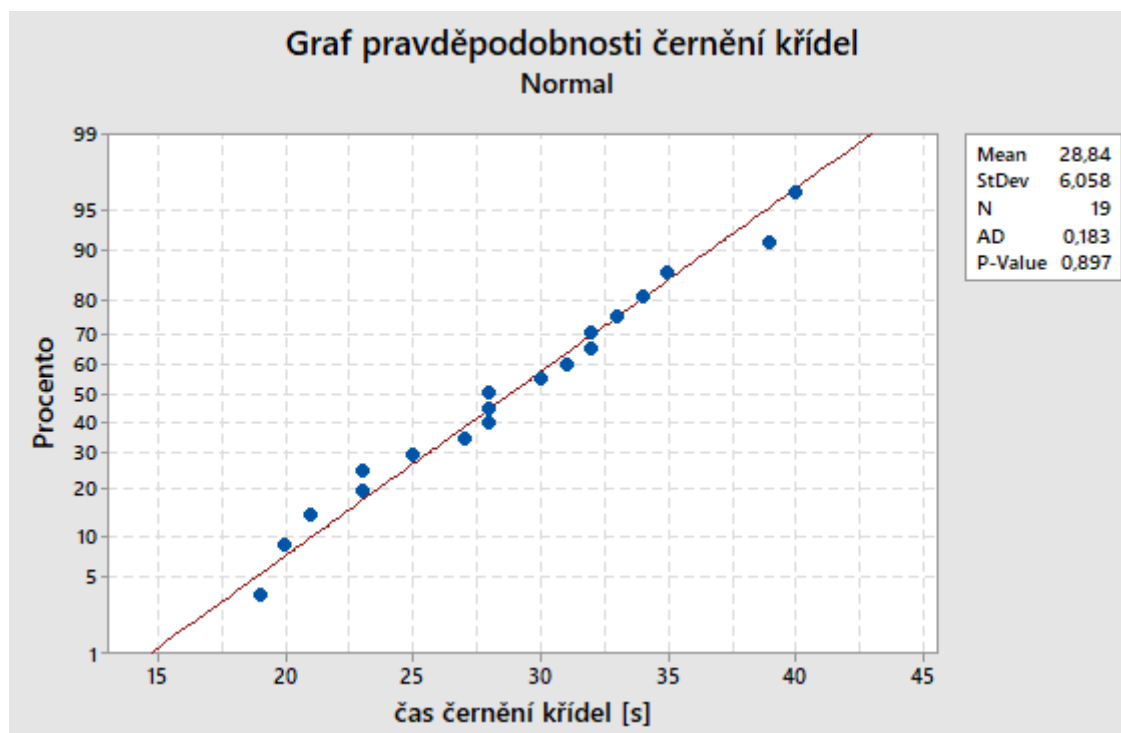
Obr. 92 Krabicový graf černění křidel

Z 19 měření lze stanovit interval pro černění křidel od 19 s do 40 s.



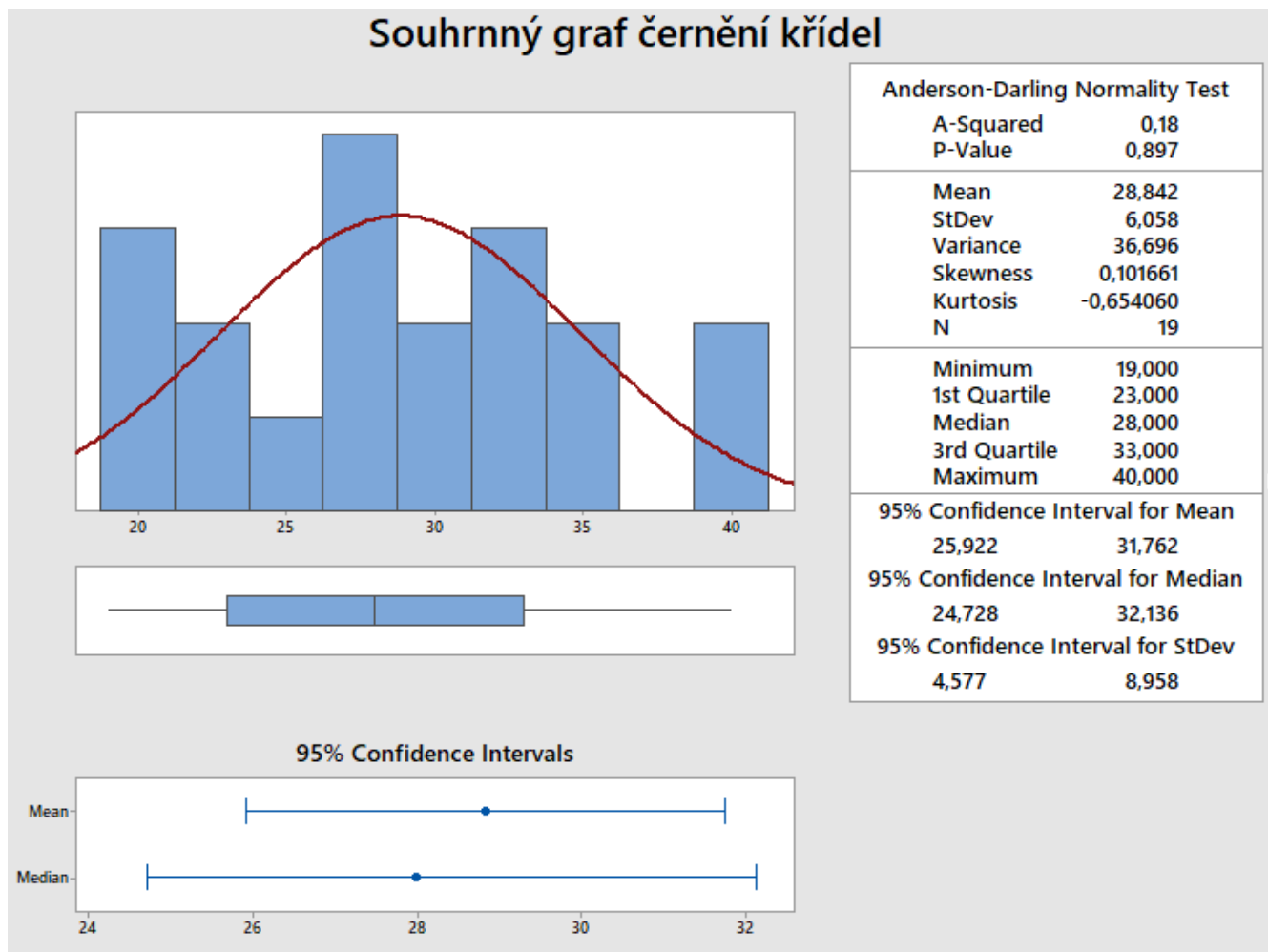
Obr. 93 Graf odlehlých hodnot černění křidel

Odlehlý bod vznikl při 17. měření. Pracovník si nedal dostatečné množství černidla do nádoby. Systém doporučuje tuto hodnotu vyřadit.



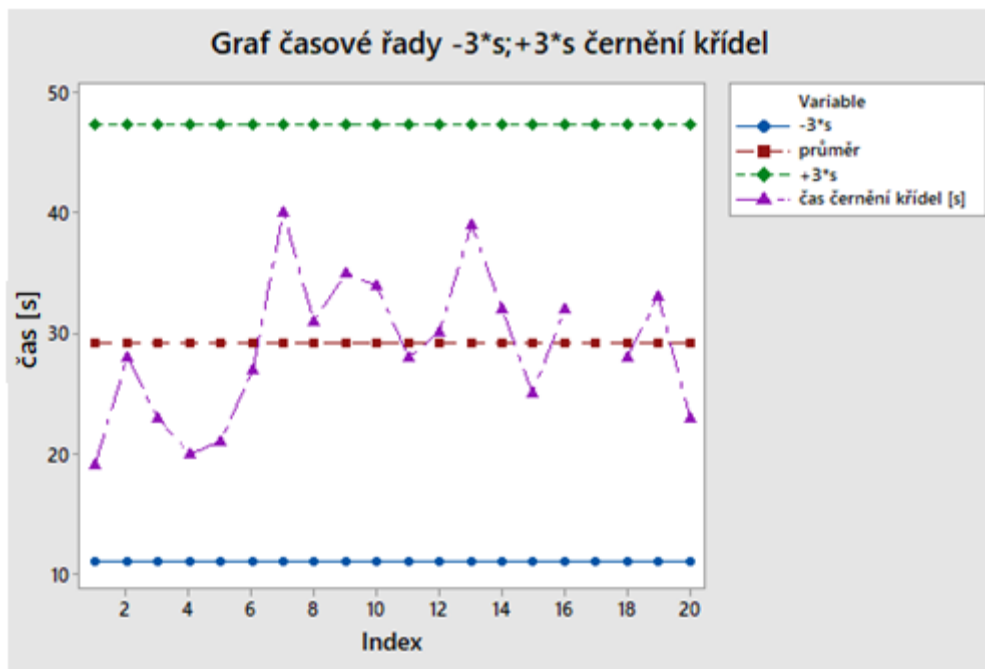
Obr. 94 Graf pravděpodobnosti černění křidel

Z grafu (obr. 37) plyne, že p - hodnota $> \alpha = 0,050$. Nulová hypotéza se nezamítá a předpokládá se, že čas z černění křidel pochází z normálního rozdělení odhadem aritmetického průměru 28,8 s a odhadem směrodatné odchylky 6 s.



Obr. 95 Souhrnný graf černění křidel

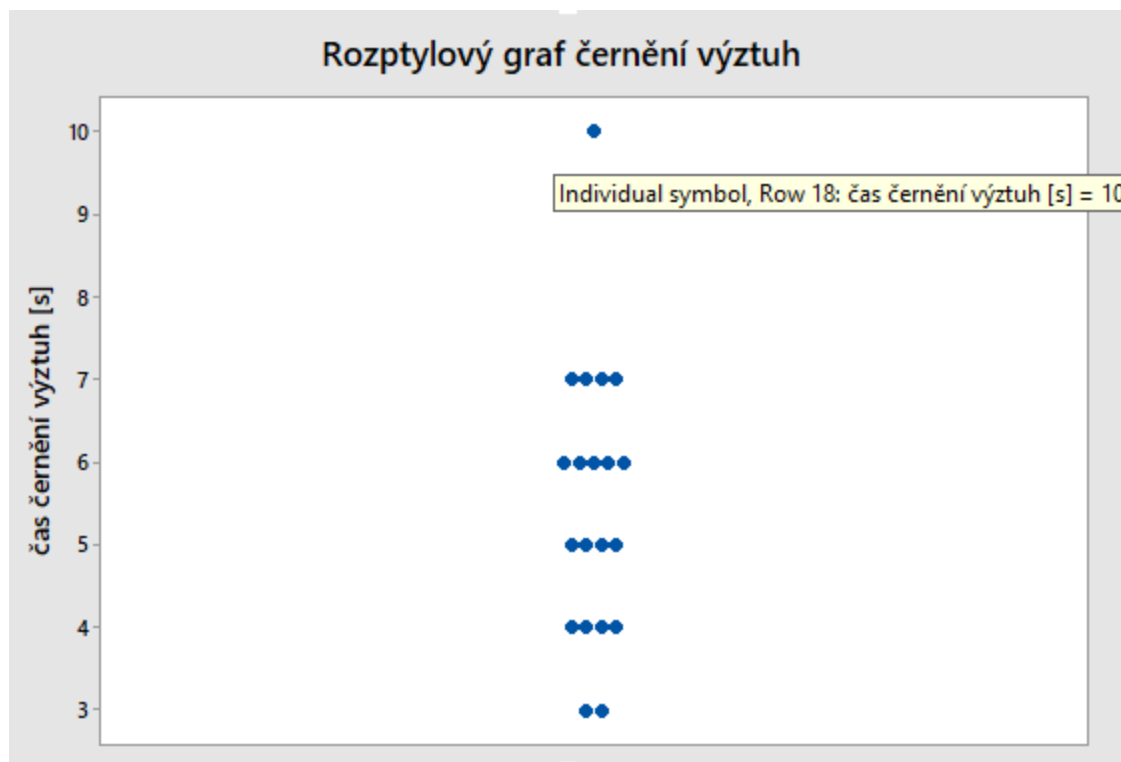
Pracovníkovi trvá průměrně černění křidel 28,8 s. Odchylka průměrná od střední hodnoty černění křidel je 6 s. Z dat plyne, že na základě 19 měření je mírná pozitivní šikmost o velikosti 0,1, což značí, že pracovník v menším počtu případů zpomaluje. Minimální doba černění křidel od 19 s maximální 40s. Můžeme konstatovat, že rozdíl mezi odhadem aritmetického průměru bodování křidel a mediánem 28,8-28 je cca 0,8 s, což vysvětluje nízkou hodnotu šikmosti. Můžeme tvrdit, že pracovník průměrně bude čerňit křídlo v konfidenčním intervalu stanoveném na 95% v čase 25,9 s až 31,7s se směrodatnou odchylkou stanovenou opět konfidenčním intervalem od 4,5 s - 8,9 s.



Obr. 96 Graf časové řady v intervalu černění křidel

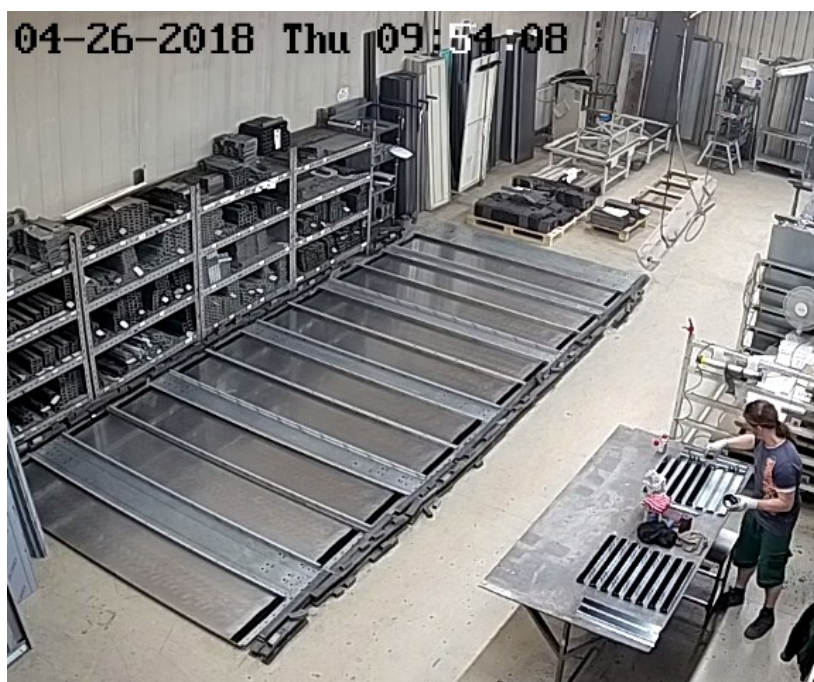
Čas černění křidel bude ležet v intervalu od 10,8 s do 46,8 s. Jedna z chyb bylo, že si pracovník musel doplnit černidlo do nádoby. Operace je jednoduchá a nemusí jí věnovat tolik pozornosti.

5.2.5 Černění výztuh

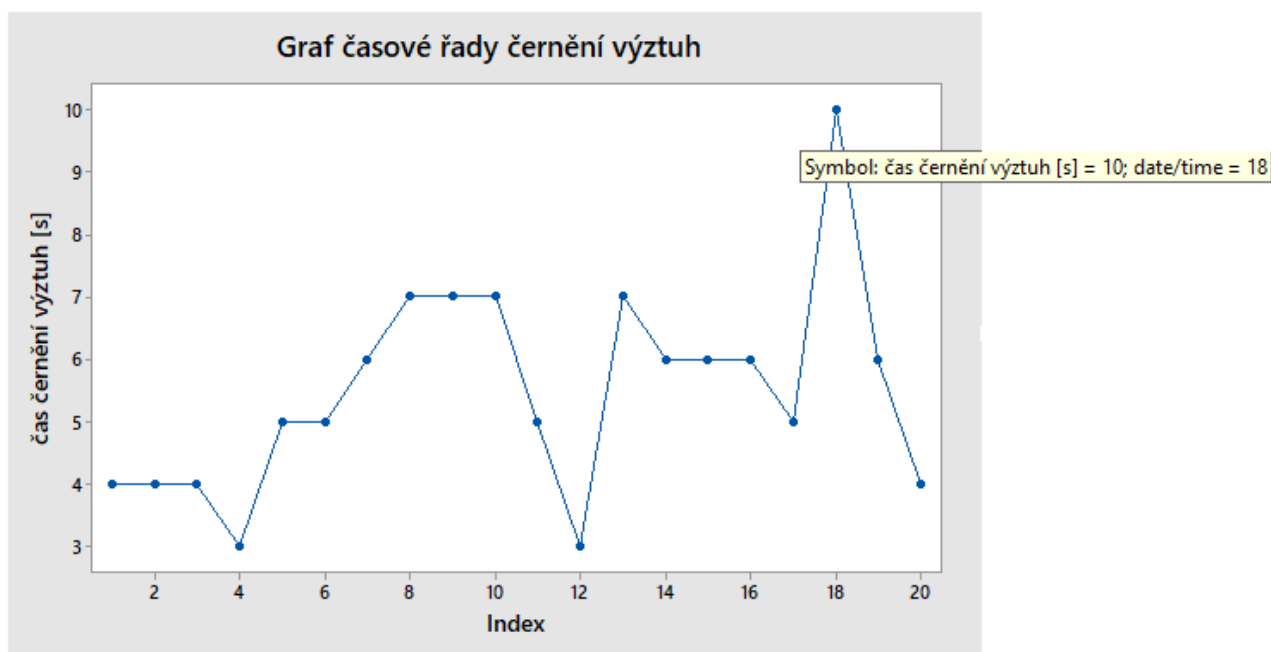


Obr. 97 Rozptylový graf černění výztuh

Rozptylový graf (obr. 97) vyhodnotil 18. měření jako chybu. Pracovník se nejspíš zamyslel nad něčím jiným a výztuhu černal 2x.

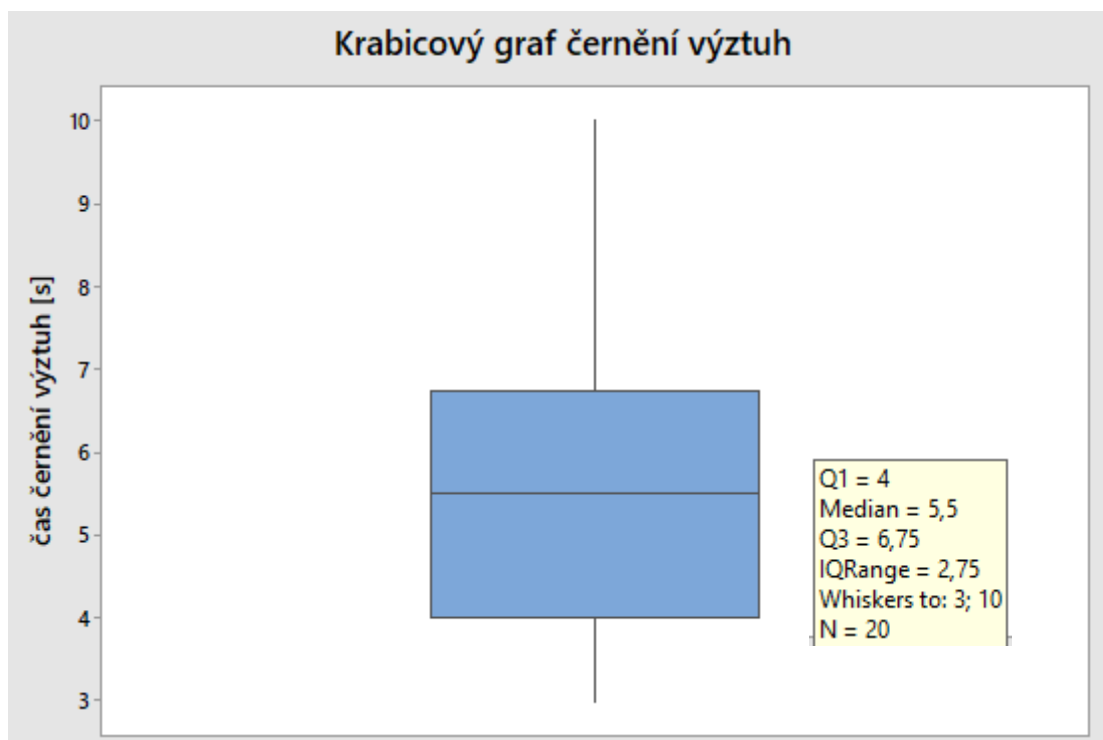


Obr. 98 opakované černění (18. měření)



Obr. 99 Graf časové řady černění výztuh

Graf časové řady (obr. 99) zobrazuje extrémní hodnotu v 18. měření, kdy pracovník neodhadl množství černidla a musel jít doplnit do nádoby.



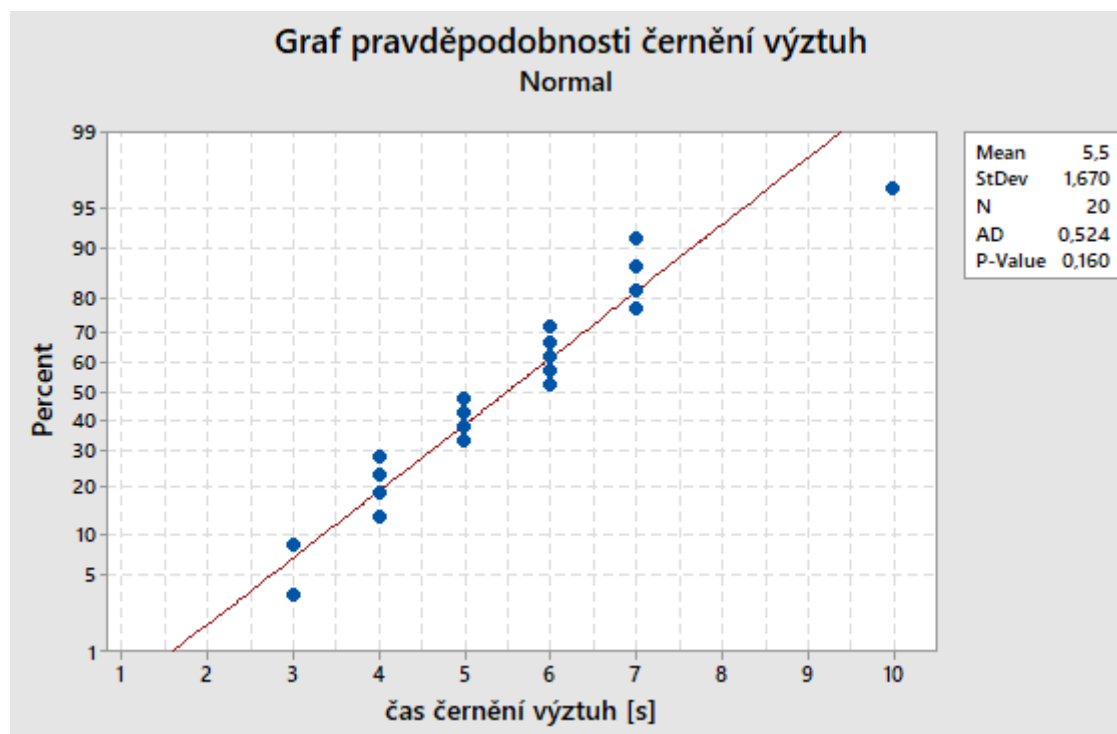
Obr. 100 Krabicový graf černění výtuh

Krabicový graf (obr. 100) nemá žádnou extrémní hodnotu a z 20 měření při černění křídel musí být norma stanovena v intervalu od 3 s do 10 s.



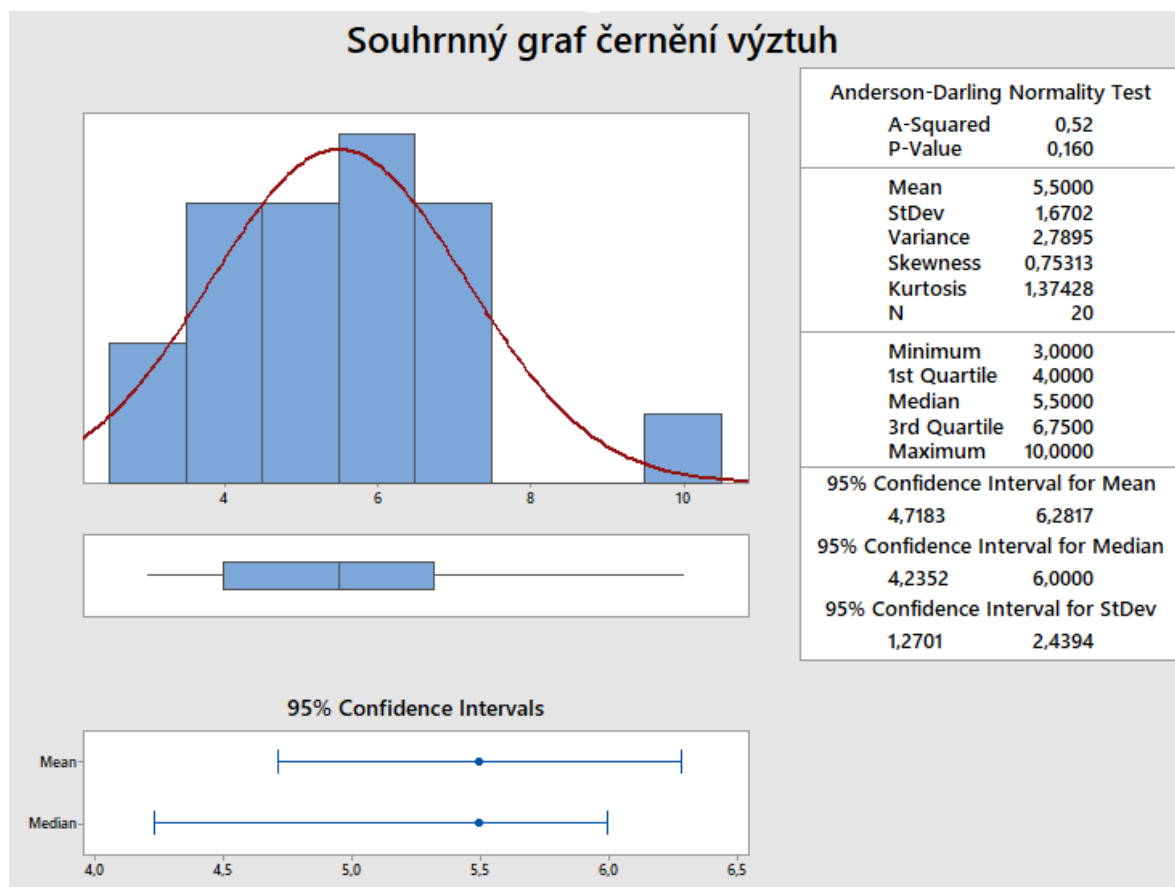
Obr. 101 Graf odlehlých hodnot černění výtuh

Graf odlehlých hodnot (obr. 101) nezobrazuje žádnou odlehlou hodnotu a systém nedoporučuje žádnou hodnotu na vyřazení.



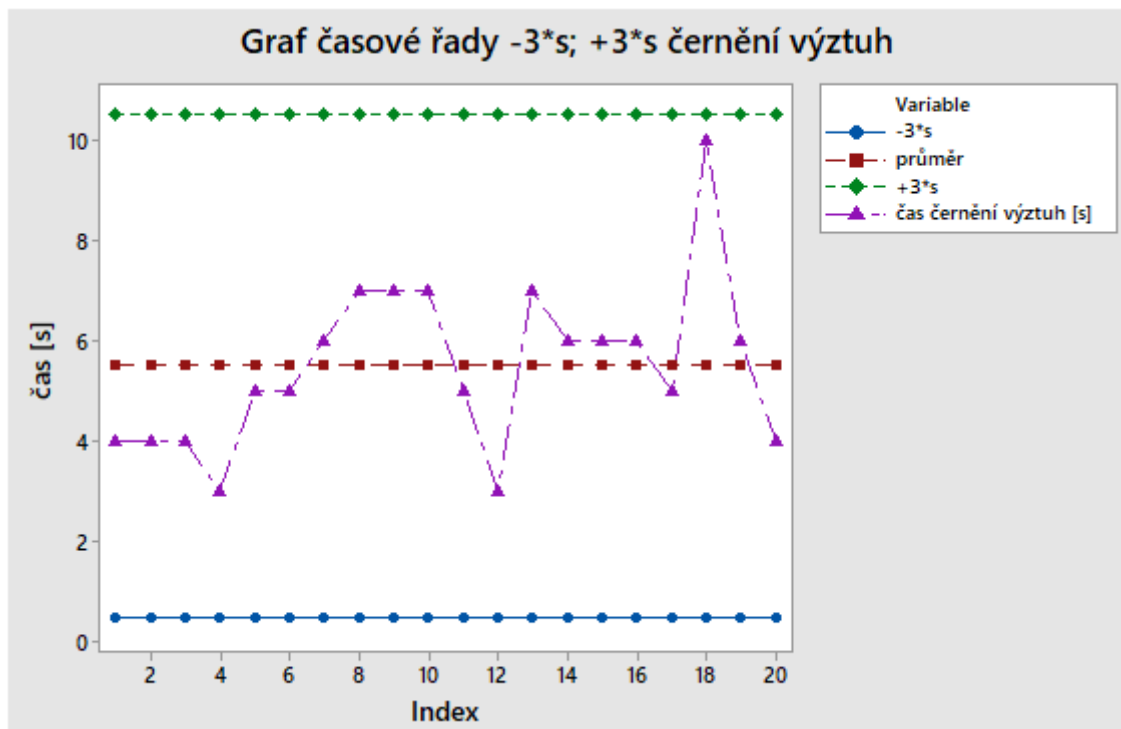
Obr. 102 Graf pravděpodobnosti černění výztuh

Z grafu pravděpodobnosti (obr. 102) plyne, že p – hodnota = $0,160 > \alpha = 0,050$. Nulová hypotéza nebude zamítnuta, ale předpokládá se, že čas černění výztuh pochází z normálního rozdělení odhadem aritmetického průměru 5,5 s a odhadem směrodatné odchylky 1,67 s.



Obr. 103 Souhrnný graf černění výztuh

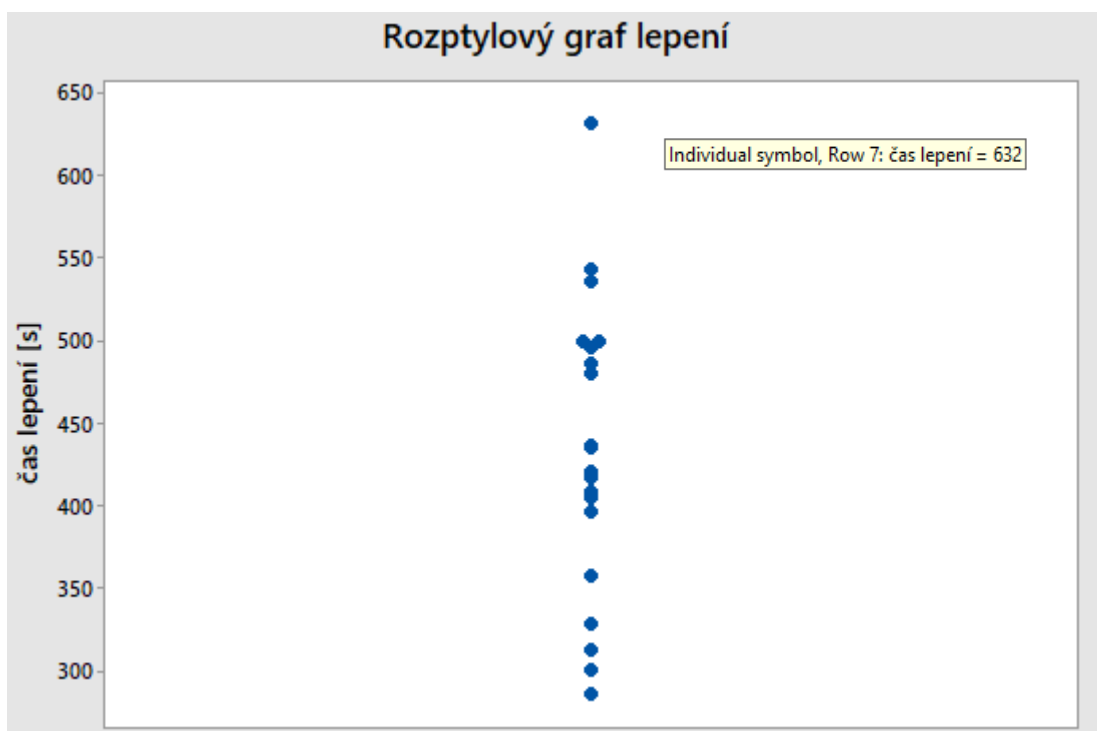
Pracovníkovi trvá průměrně černění výztuh 5,5 s. Odchylka průměrná od střední hodnoty černění výztuh je 1,67 s. Z dat plyne, že na základě 20 měření mírná pozitivní šikmost o velikosti je 0,7 což značí, že pracovník v menším počtu případů zpomaluje. Minimální doba černění výztuh je 3 s maximální 10 s. Můžeme konstatovat, že rozdíl mezi odhadem aritmetického průměru černění výztuh a mediánem 5,5 - 5,5 je 0, což vysvětluje vysokou hodnotu šikmosti. Můžeme tvrdit, že pracovník průměrně bude černit výztuhu v konfidenčním intervalu stanoveném na 95% v čase 4,7 s až 6,3 s se směrodatnou odchylkou stanovenou opět konfidenčním intervalem v intervalu od 1,3 s do 2,4 s.



Obr. 104 Graf časové řady v intervalu černění výztuh

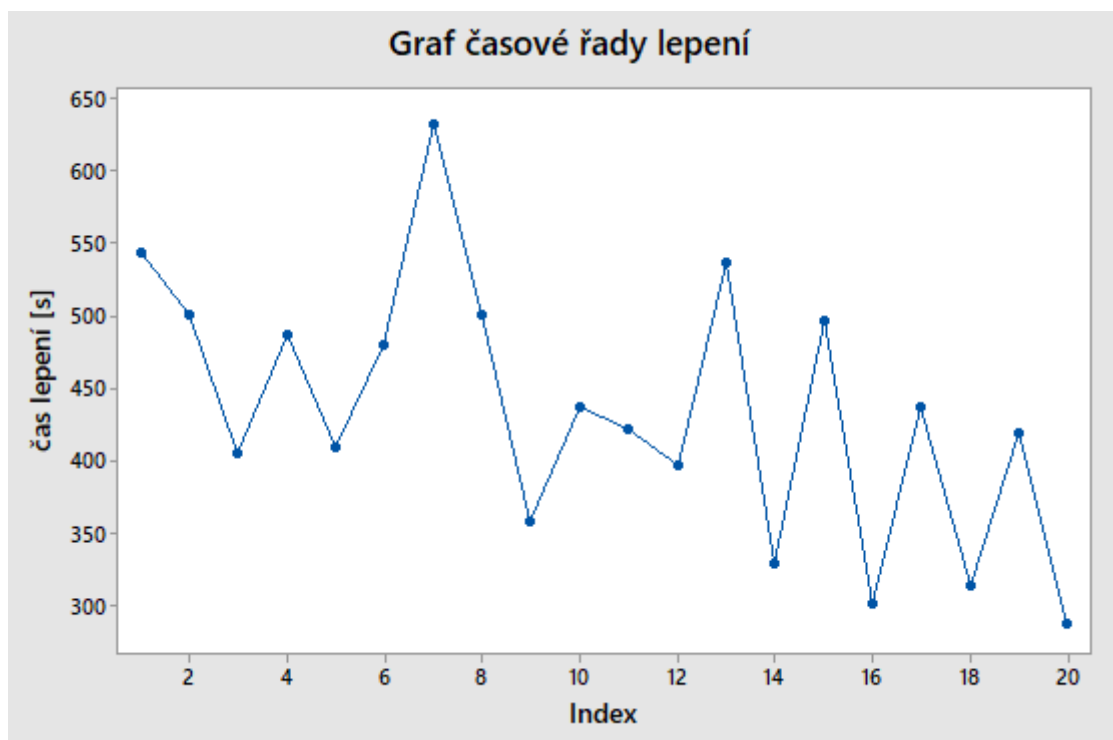
Čas bodování bude ležet v intervalu 99,73% v časech od 0,7 s do 10,5 s. U dvou měření zrychlil a u jednoho opakoval černění.

5.2.6 Lepení



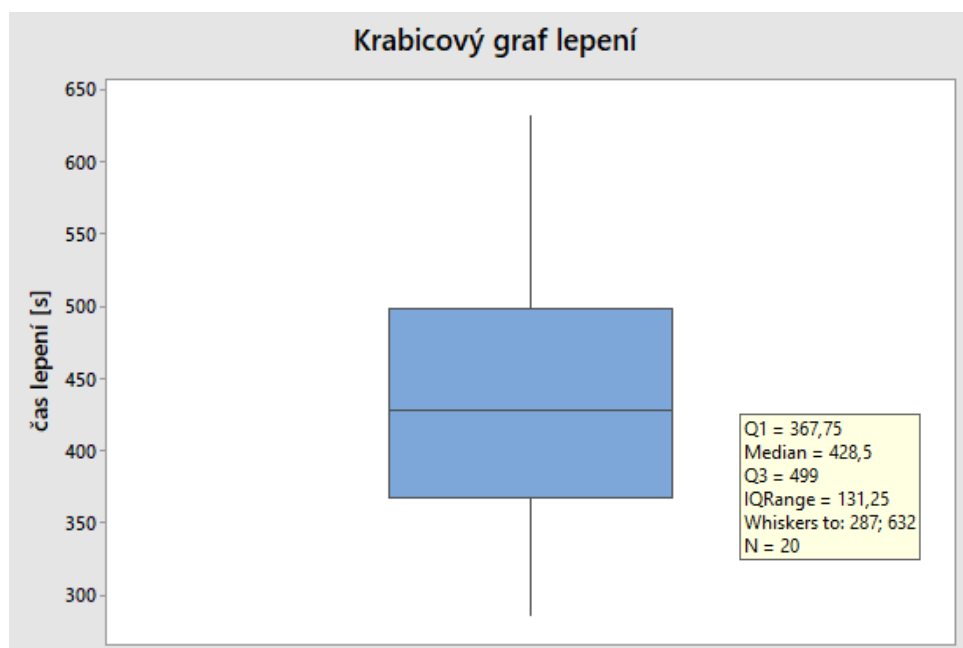
Obr. 105 Rozptylový graf lepení

Rozptylový graf (obr. 105) nemá chybu při lepení výztuh, ale u 7. měření pracovník zpomalil.



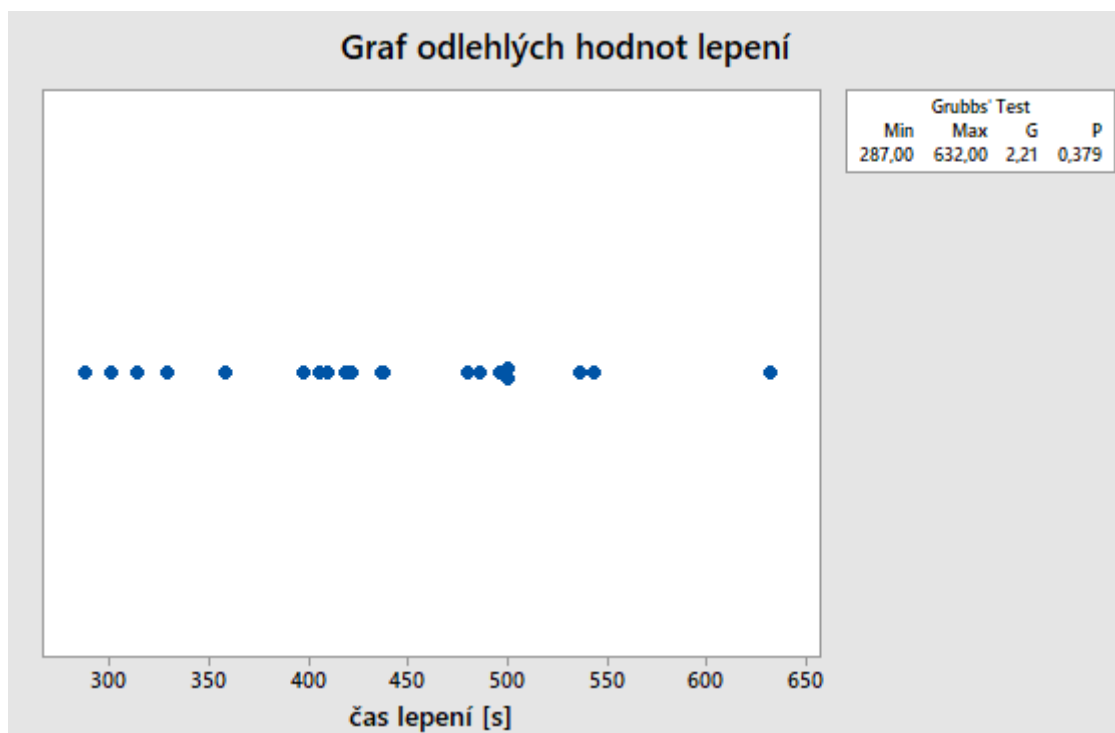
Obr. 106 Graf časové řady lepení

Graf časové řady (obr. 106) na začátku byly naměřeny časy kratší. U 7. měření došlo ke zpomalení a ke konci začal opět zrychlovat.



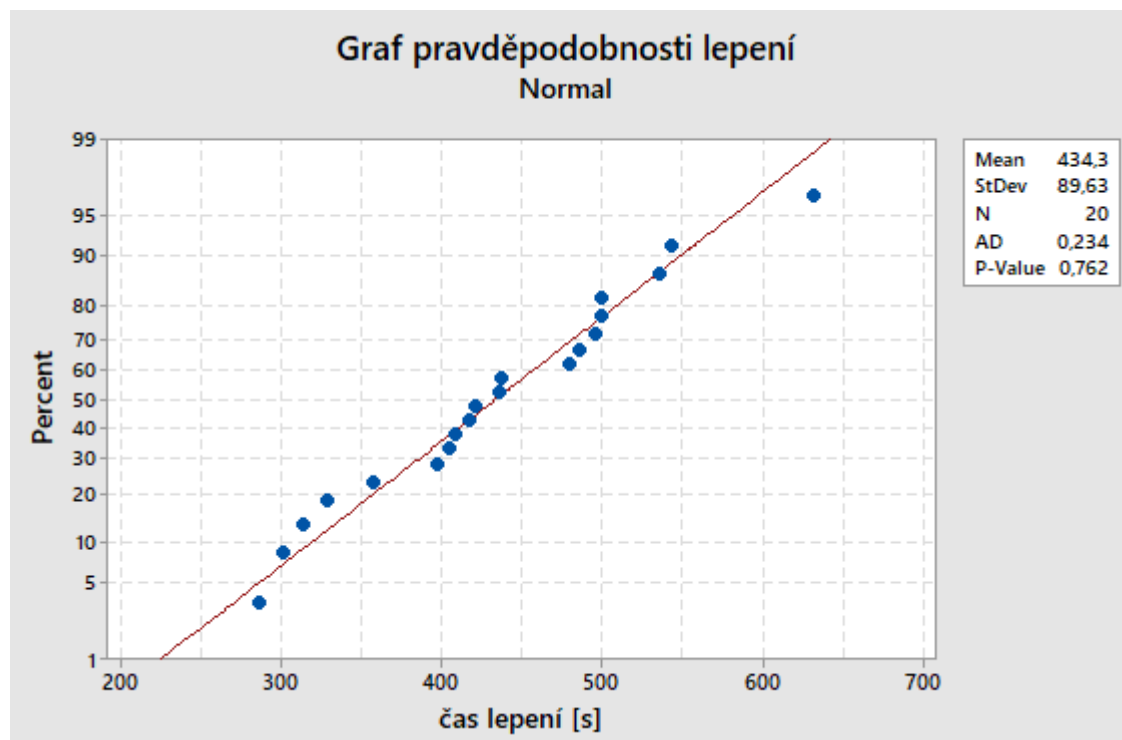
Obr. 107 Krabicový graf lepení

Krabicový graf (obr. 107) byl vyhodnocen na základě 20 měření a zobrazuje, že norma musí být stanovena v intervalu od 287 s do 632 s.



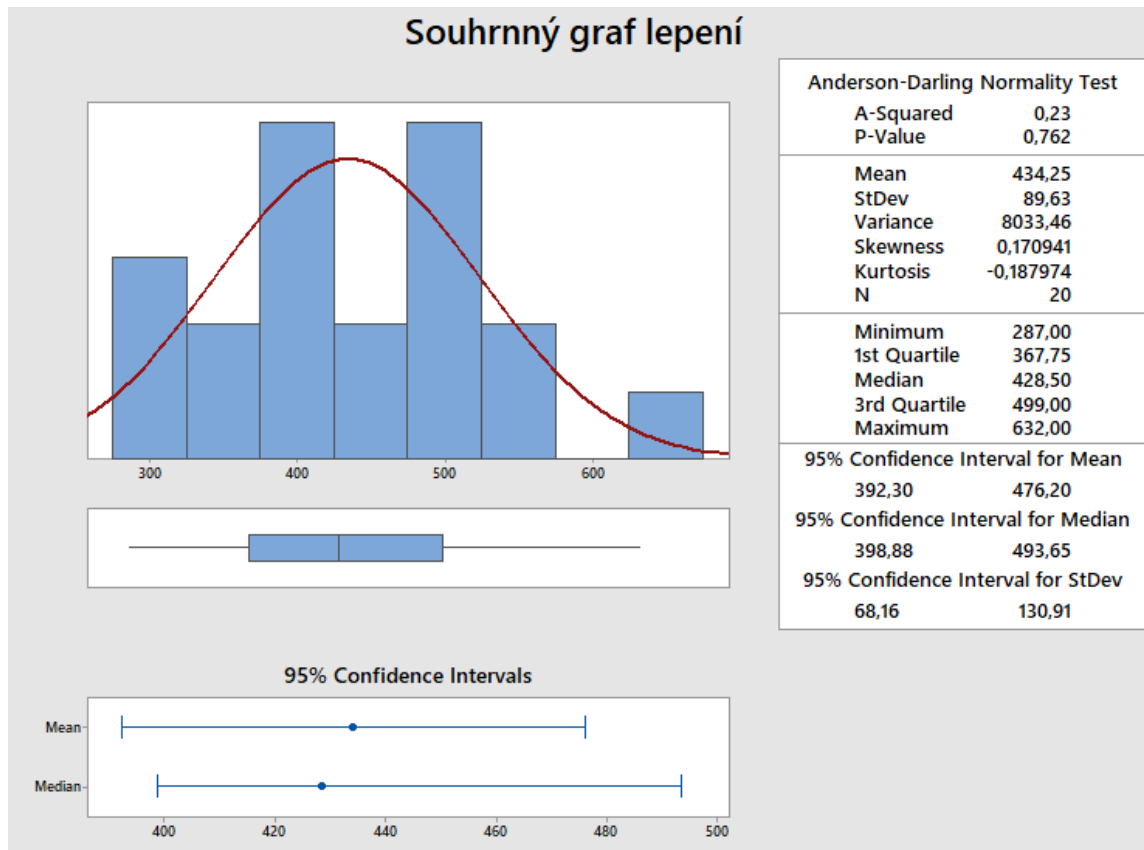
Obr. 108 Graf odlehlých hodnot lepení

U grafu odlehlých hodnot (obr. 108) systém nedoporučuje žádnou hodnotu k vyřazení.



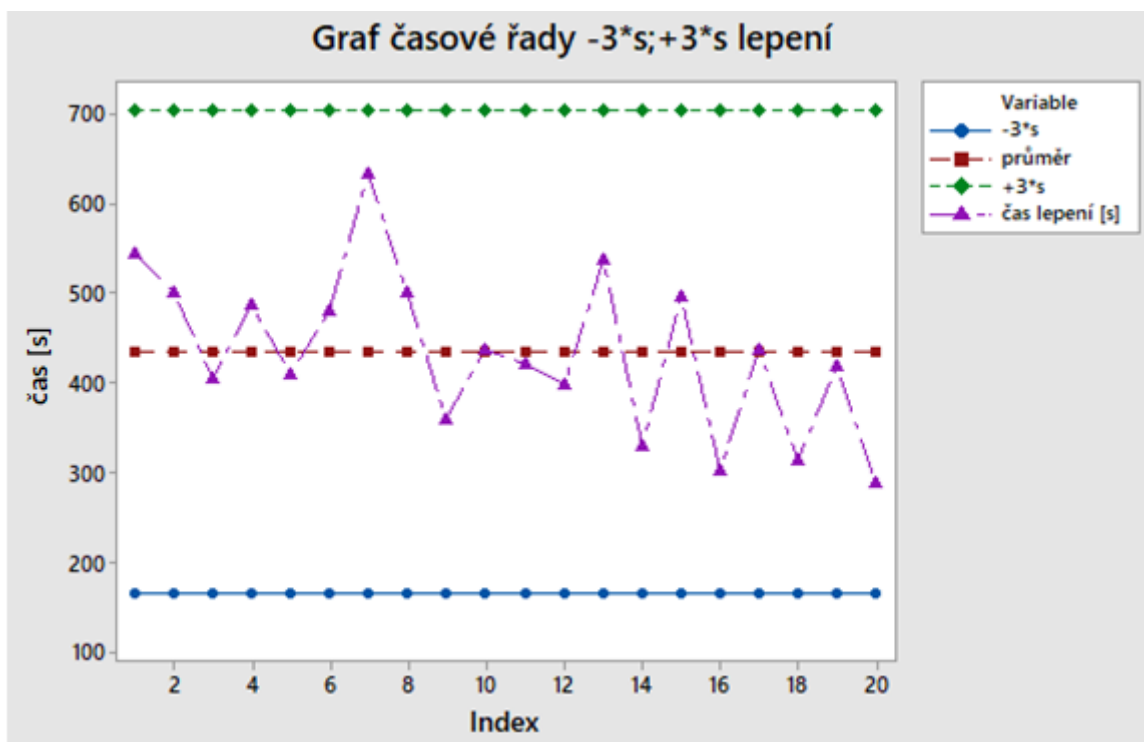
Obr. 109 Graf pravděpodobnosti lepení výztuh

Z grafu pravděpodobnosti (obr. 109) plyne, že hodnota $-p = 0,76 > \alpha = 0,050$. Nulová hypotéza se nezamítá, ale předpokládá se, že čas lepení výztuh pochází z normálního rozdělení odhadem 434,3 s a odhadem směrodatné odchylky 89,6.



Obr. 110 Souhrnný graf lepení

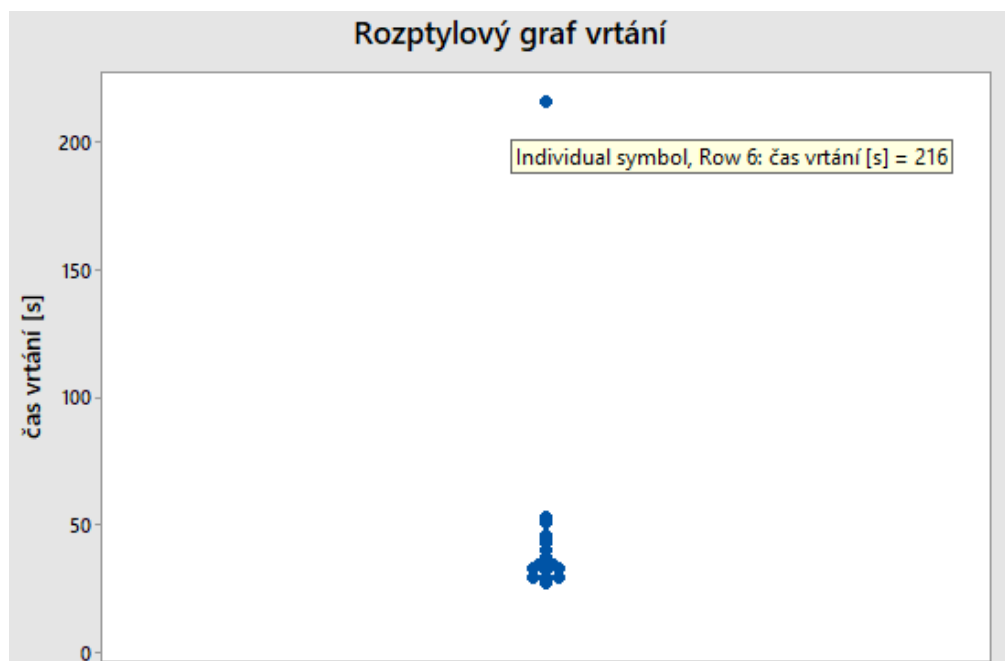
Pracovníkovi trvá průměrně lepení 434,3 s. Odchylka průměrná od střední hodnoty lepení je 89,6 s. Z dat plyne, na základě 20 měření, pozitivní šikmost o velikosti 0,17, což značí, že pracovník v menším počtu případů zpomaluje. Minimální čas lepení výztuh je 287 s a maximální 632 s. Může se konstatovat, že rozdíl mezi odhadem aritmetického průměru lepení a mediánem je $434,3 - 428$ cca 6,3 s, což vysvětluje vysokou hodnotu šikmosti. Pracovník průměrně bude lepit výztuhy v konfidenčním intervalu stanoveném na 95% v čase 392,3 s až 476,2 s se směrodatnou odchylkou stanovenou opět konfidenčním intervalem v intervalu od 68,2 s do 130,9 s.



Obr. 111 Graf časové řady v intervalu lepení

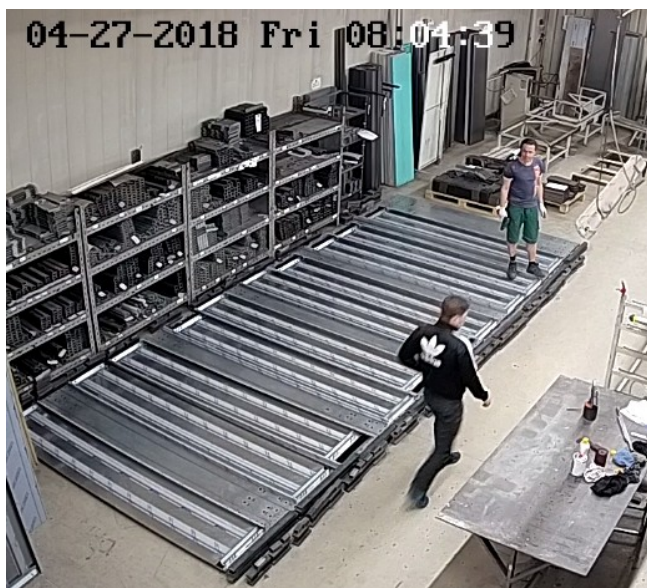
Čas lepení (obr. 111) bude ležet v intervalu 99,73 % v časech od 106,4 s do 703,2 s. U lepení se nevyskytla, chyba jen u 7. měření pracovník zpomalil, ale následně zrychloval, proto volím průměrnou hodnotu.

5.2.7 Vrtání



Obr. 112 Rozptylový graf vrtání

Rozptylový graf u vrtání (obr. 112) lze vidět, že u 6. měření byl pracovník vyrušen programátorem 8:04:39 a 8:07:32 se vrátil opět k vrtání.

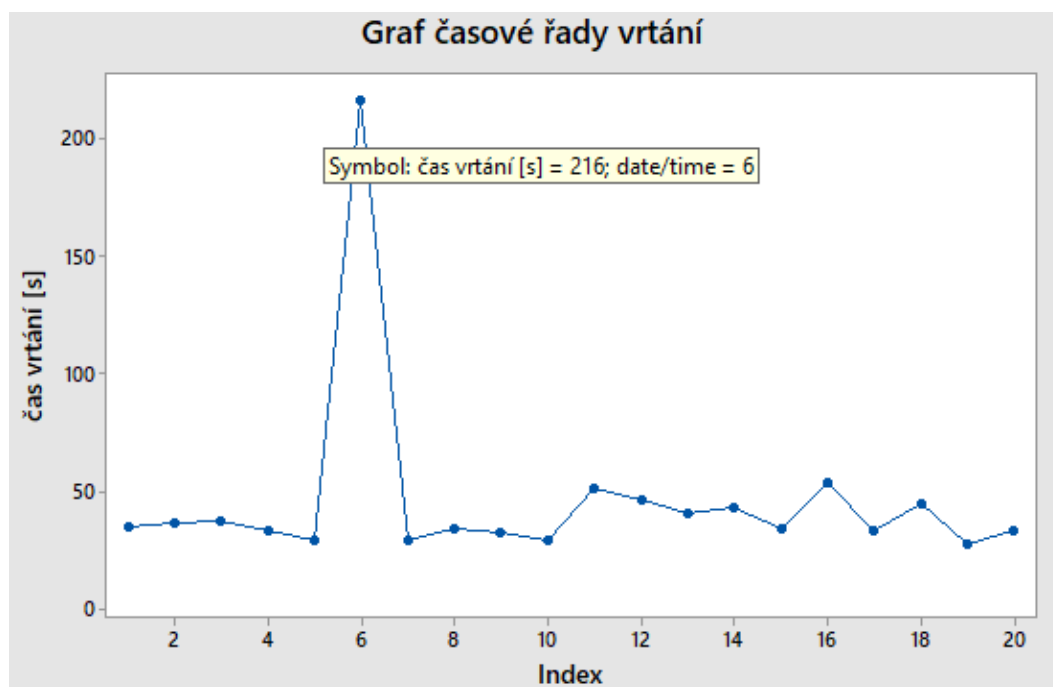


Obr. 113 přerušení práce (6. měření)



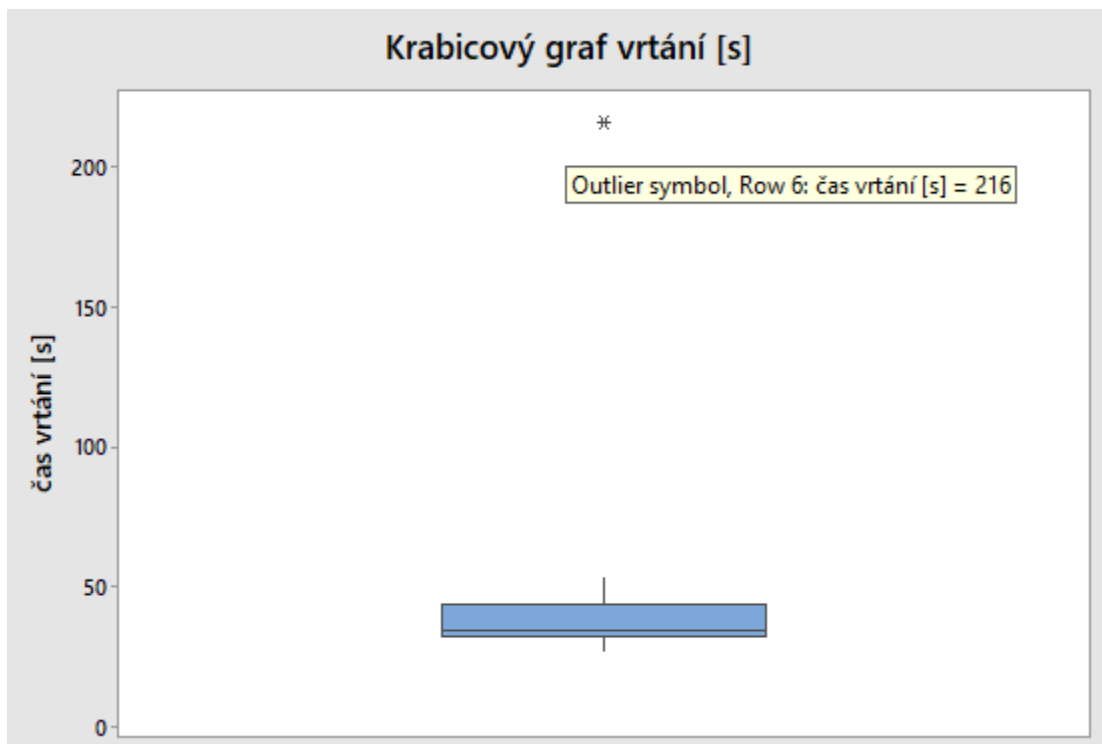
Obr. 114 pokračování ve vrtání (6. měření)

Vyrušen programátorem a 8:07:32 se vrátil k činnosti.



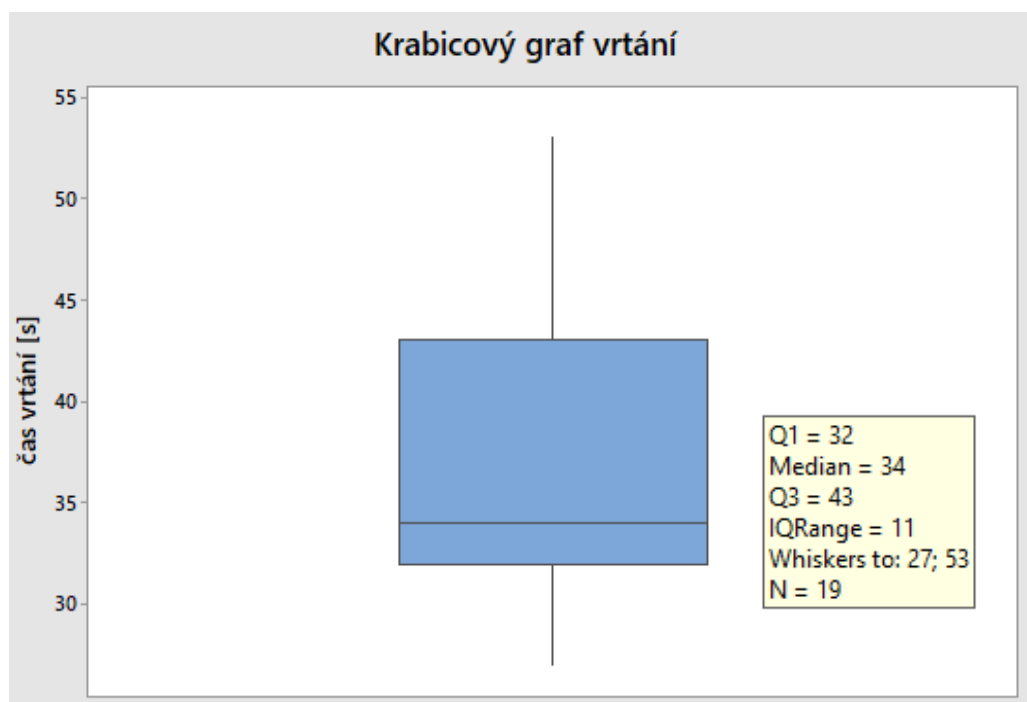
Obr. 115 Graf časové řady vrtání

Graf časové řady (obr. 115) zobrazuje u 6. měření konverzaci mezi pracovníkem a programátorem.



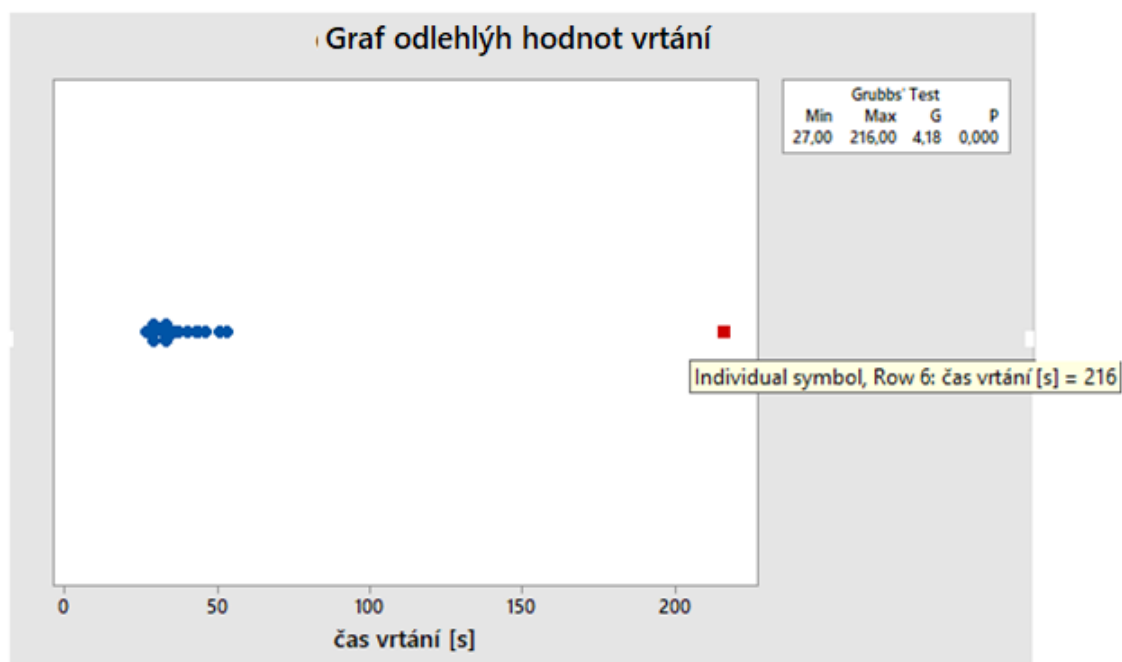
Obr. 116 Krabicový graf vrtání

Krabicový graf byl vyhodnocen ze všech 20 měření a byla zobrazena 6. měření chyba. Tato hodnota bude vyřazena a graf se provede znovu.



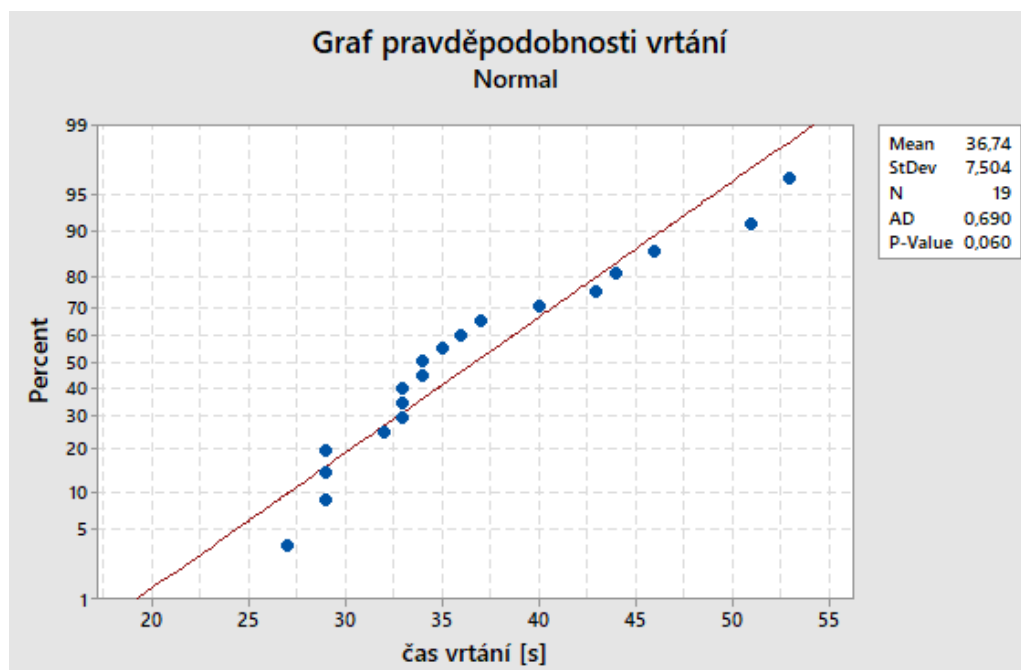
Obr. 117 Krabicový graf vrtání

Krabicový graf (obr. 117) na základě 19 měření při vrtání výztuh musí být norma stanovena v intervalu od 27 s do 53 s.



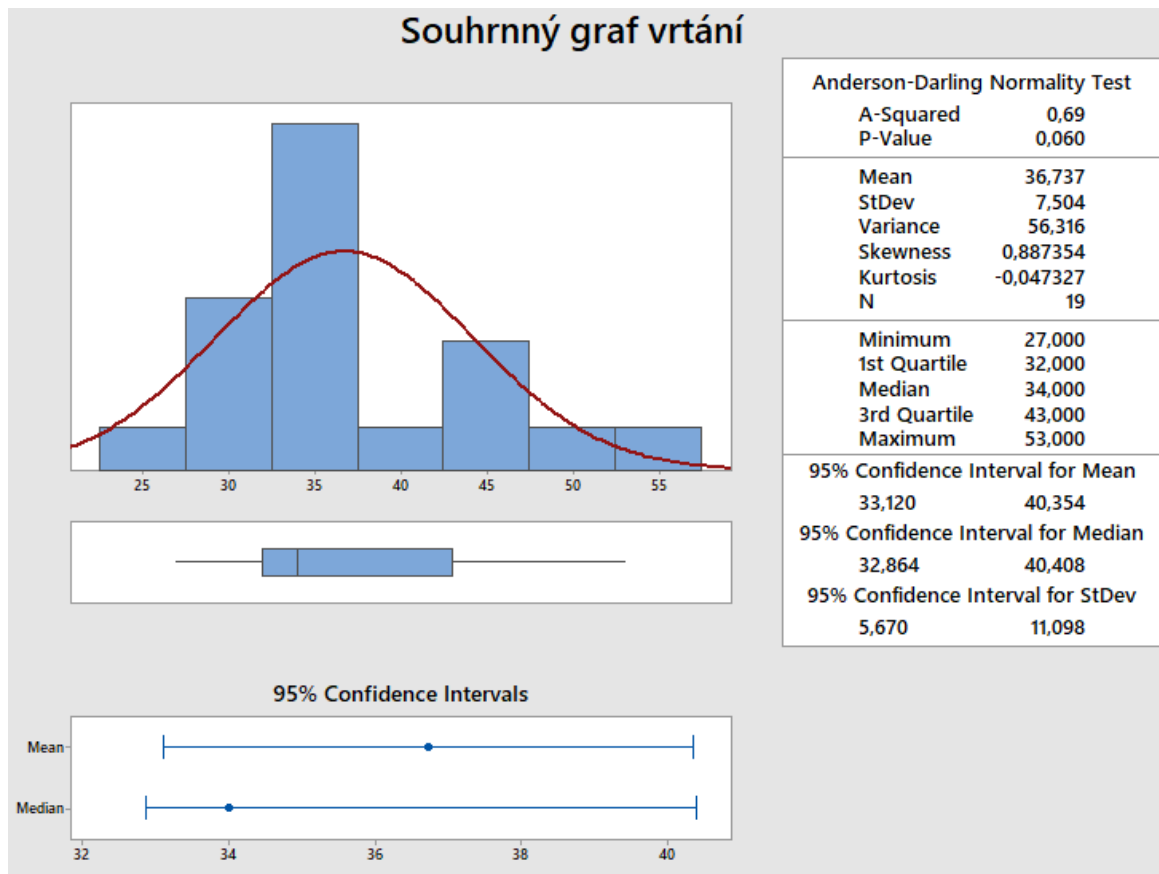
Obr. 118 Graf odlehlých hodnot vrtání

Podezřelá hodnota vznikla u 6. měření, systém doporučuje vyřazení. Jednalo se o přerušení pracovníkem.



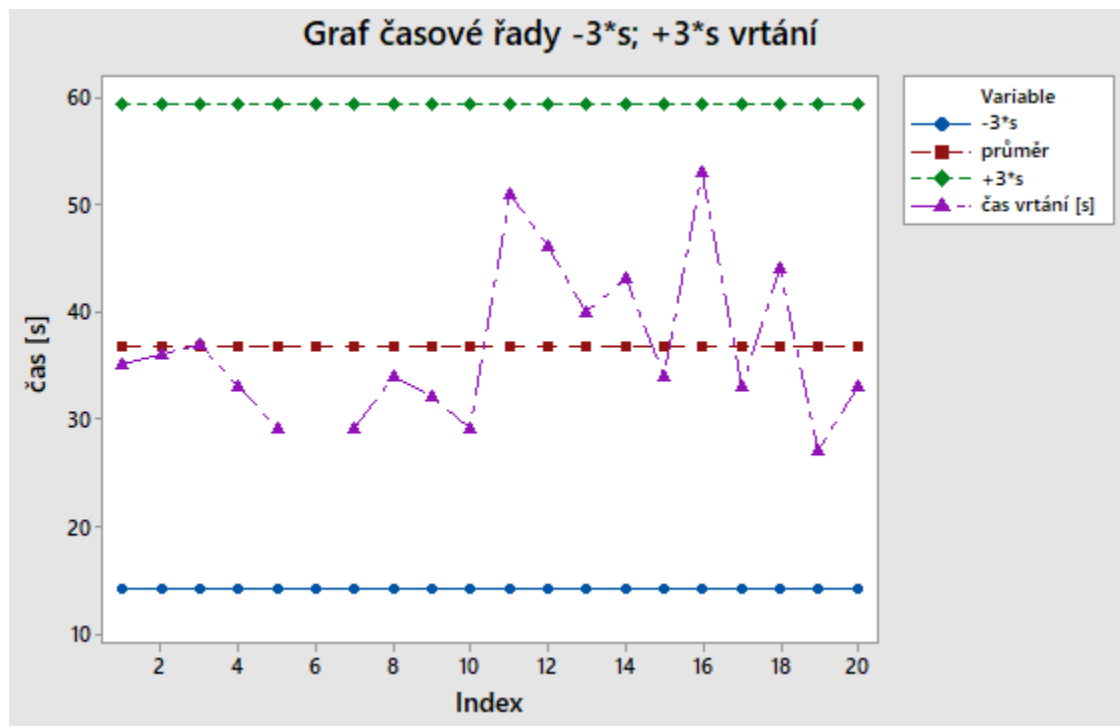
Obr. 119 Graf pravděpodobnosti vrtání

Z grafu pravděpodobnosti na (obr. 119) plyne, že p – hodnota = 0,06, což je větší než $\alpha = 0,050$ z tohoto důvodu se nezamítá nulová hypotéza a předpokládá se, že čas vrtání pochází z normálního rozdělení odhadem aritmetického průměru 36,7 s a odhadem směrodatné odchylky 7,5 s.



Obr. 120 souhrnný graf vrtání

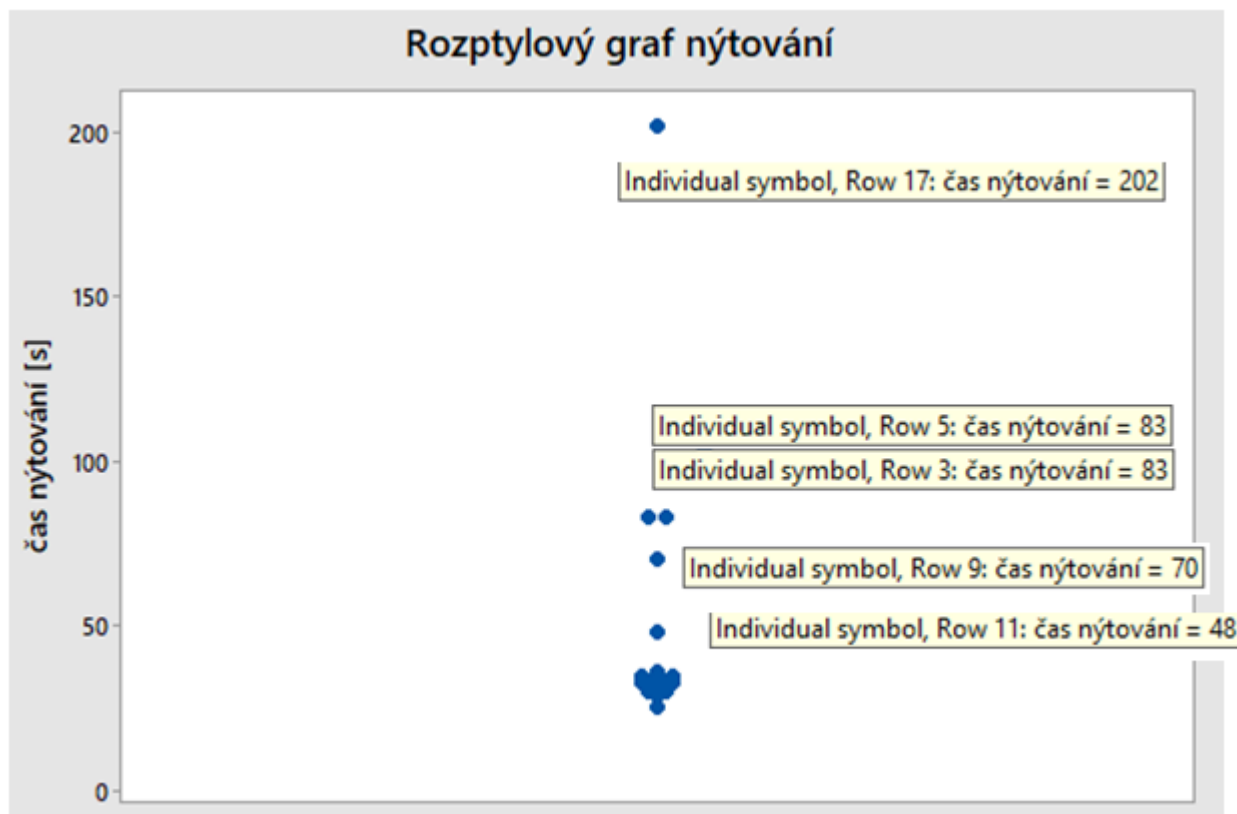
Pracovníkovi trvá průměrně vrtání 36,7 s. Odchylka průměrná od střední hodnoty vrtání výztuh je 7,5 s. Z dat plyne, že na základě 49 měření pozitivní šikmosti o velikosti 0,8 což značí, že pracovník zpomaluje. Minimální doba vrtání je 27 s maximální 53 s. Může se konstatovat, že rozdíl mezi odhadem aritmetického průměru vrtání a mediánem je $36,7 - 34$ cca 2,7 s, což vysvětluje vysokou hodnotu šikmosti. Pracovník průměrně bude vrtat v konfidenčním intervalu stanoveném na 95% v čase 33 s až 40,4 se směrodatnou odchylkou stanovenou opět konfidenčním intervalem v intervalu od 5,7 s do 11 s.



Obr. 121 Graf časové řady v intervalu vrtání

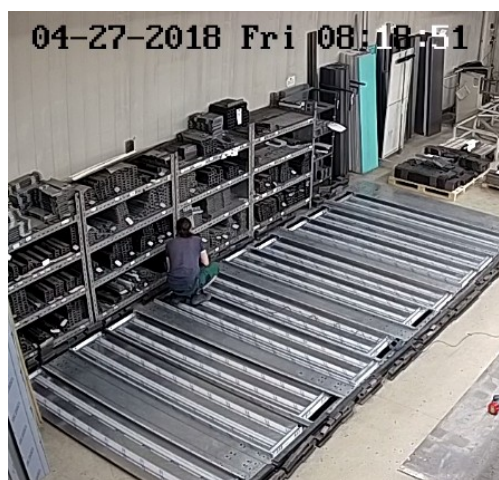
Čas vrtání bude ležet v intervalu 99,73% v časech od 14,2 s do 59,2 s. Nejedná se složitou operaci a kromě 6. měření, které bylo vyřazeno.

5.2.8 Nýtování

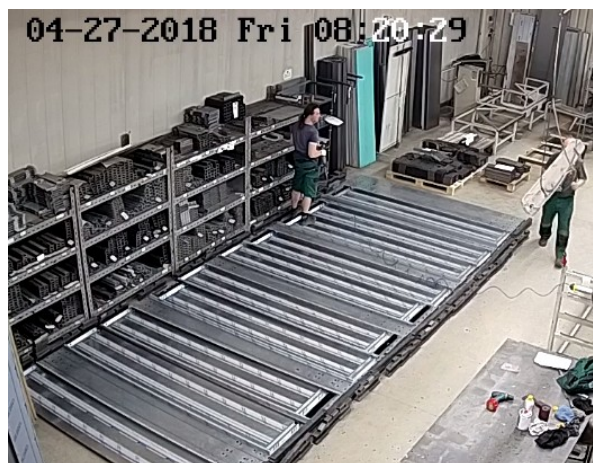


Obr. 122 Rozptylový graf nýtování

Z grafu lze vidět, že v 17., 5., 3., 9. a 11. měření dochází k chybám. V 17. měření se v 9:56:39 pracovník protáhl. U 5. měření se v 8:20:29 dal do řeči s kolegou a v 8:21:19 se vrátil k činnosti. U 3. měření 8:18:51 se pracovník na okamžik zamyslel. U 9. měření musel odstoupit v 8:23:56 z uličky, protože další pracovníci vezli na vozíku strop kabiny. U 11. měření zpomalil.



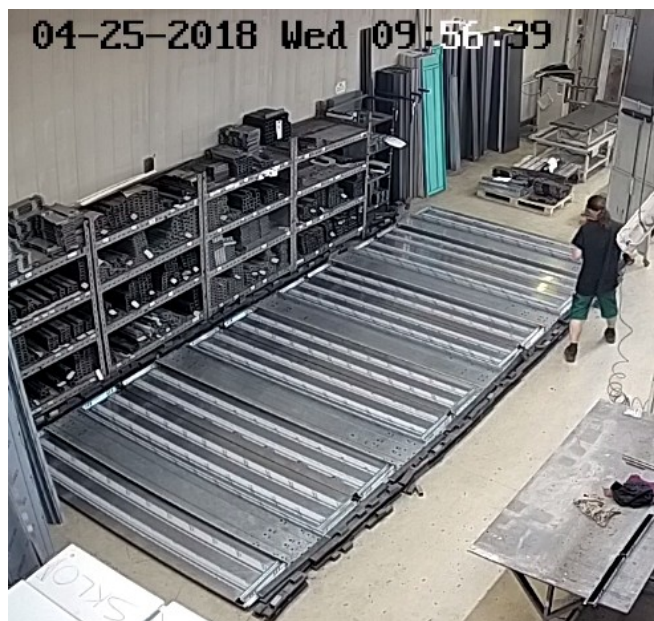
Obr. 123 zamyšlení pracovníka (3. měření)



Obr. 123 rozhovor s kolegou (5. měření)



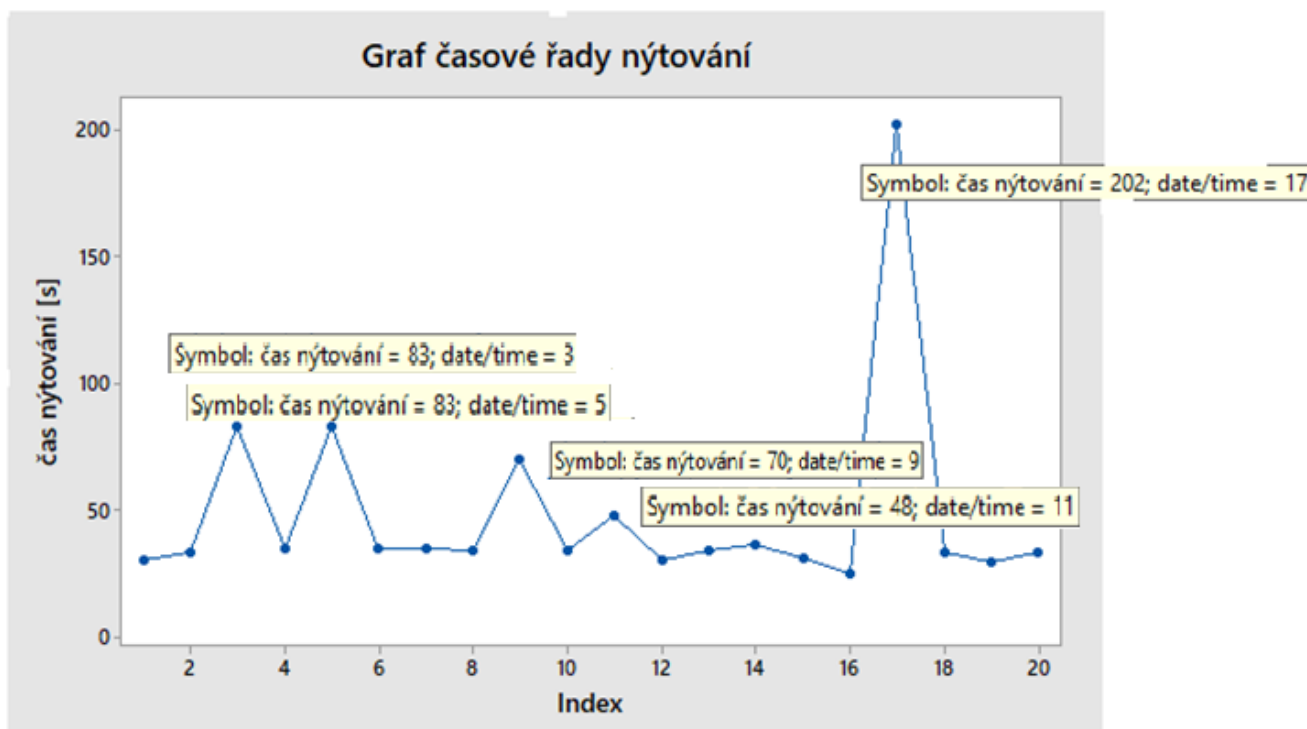
Obr. 124 pokračování v nýtování (5. měření)



Obr. 125 protažení (17. měření)

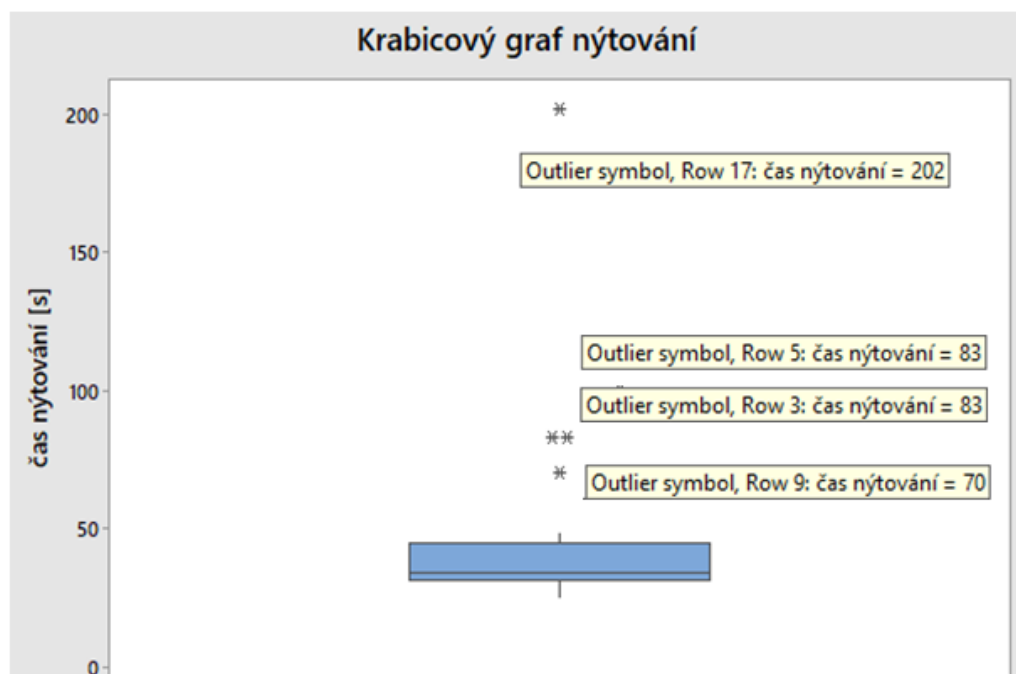


Obr. 126 prochází kolega (9. měření)



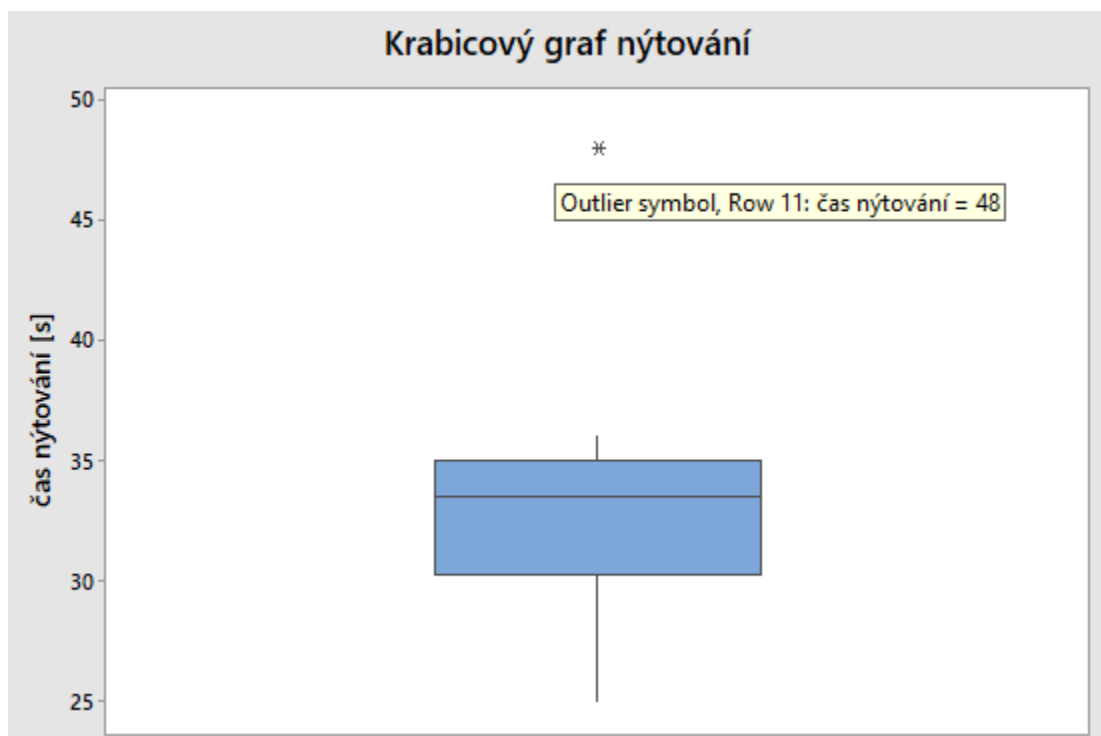
Obr. 127 Graf časové řady nýtování

V grafu časové řady (obr. 127), lze vidět, že u 3., 5., 9., 11., 17. měření dochází k chybám. Pracovník se začal u poslední operace protahovat, přemýšlet a hovořit, možná docházelo k únavě.



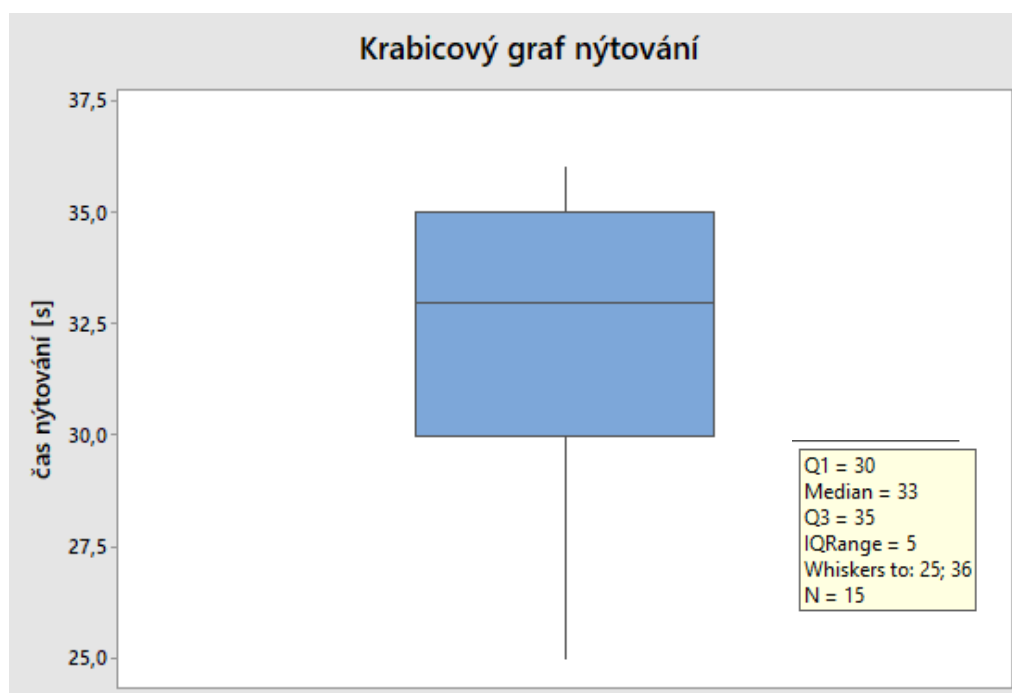
Obr. 128 Krabicový graf nýtování

Krabicový graf byl vyhodnocen ze všech 20 měření a opět byly zobrazeny chyby u 3., 5., 9., 17. měření. Tyto hodnoty vyřadíme a graf se provede znovu.



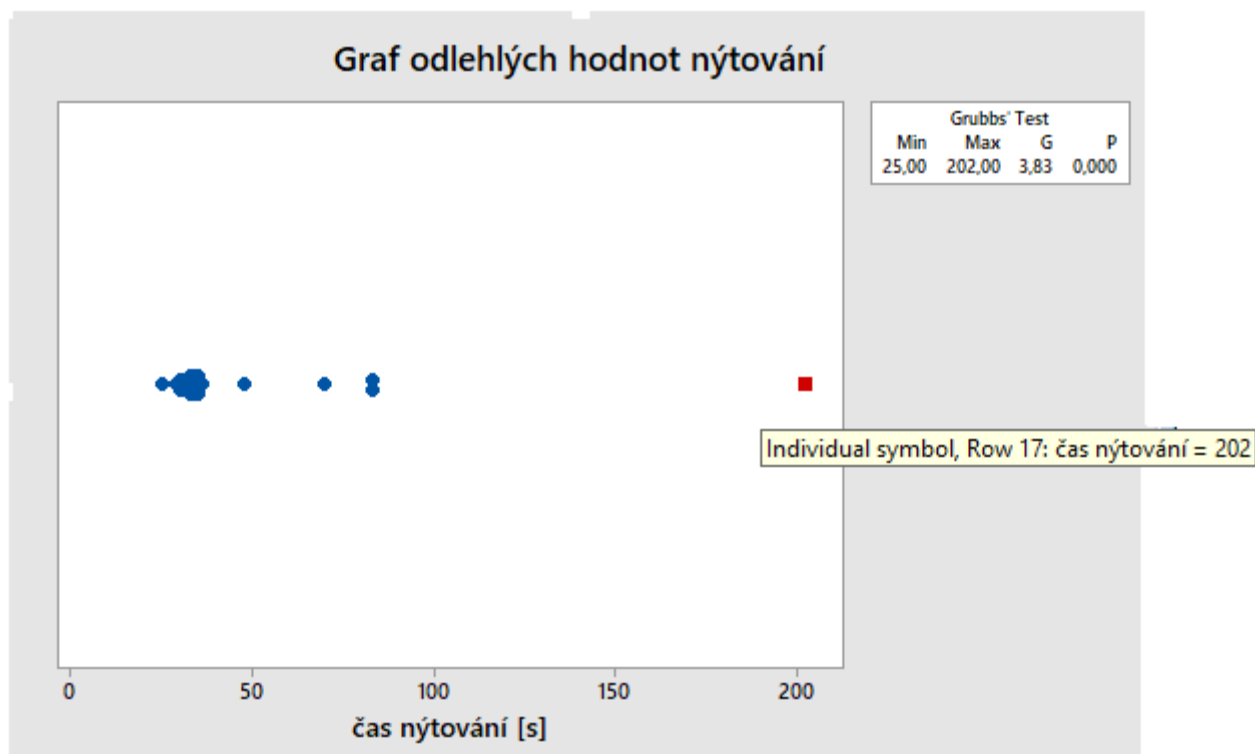
Obr. 129 Krabicový graf nýtování

Po vyřazení hodnot a provedení nového grafu se zobrazila chyba u 11. měření a graf bude následně opakován.



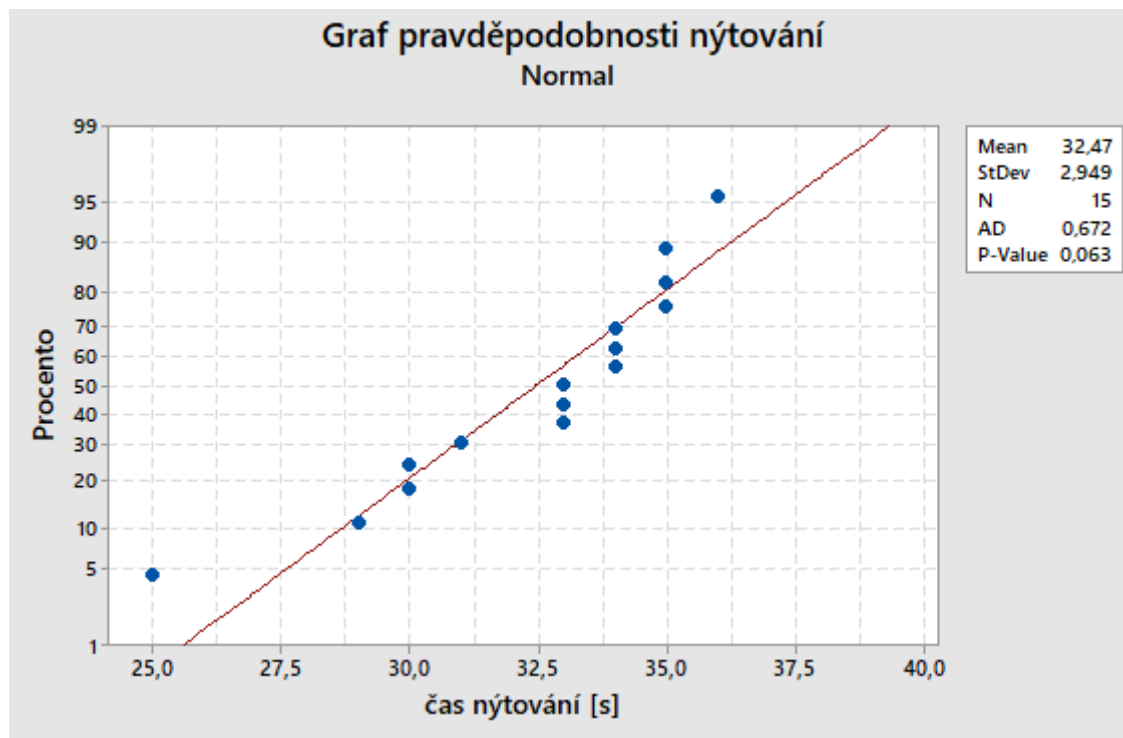
Obr. 130 Krabicový graf nýtování

Na základě 15 měření při bodování křídel musí být norma stanovena v intervalu od 25 s do 36 s.



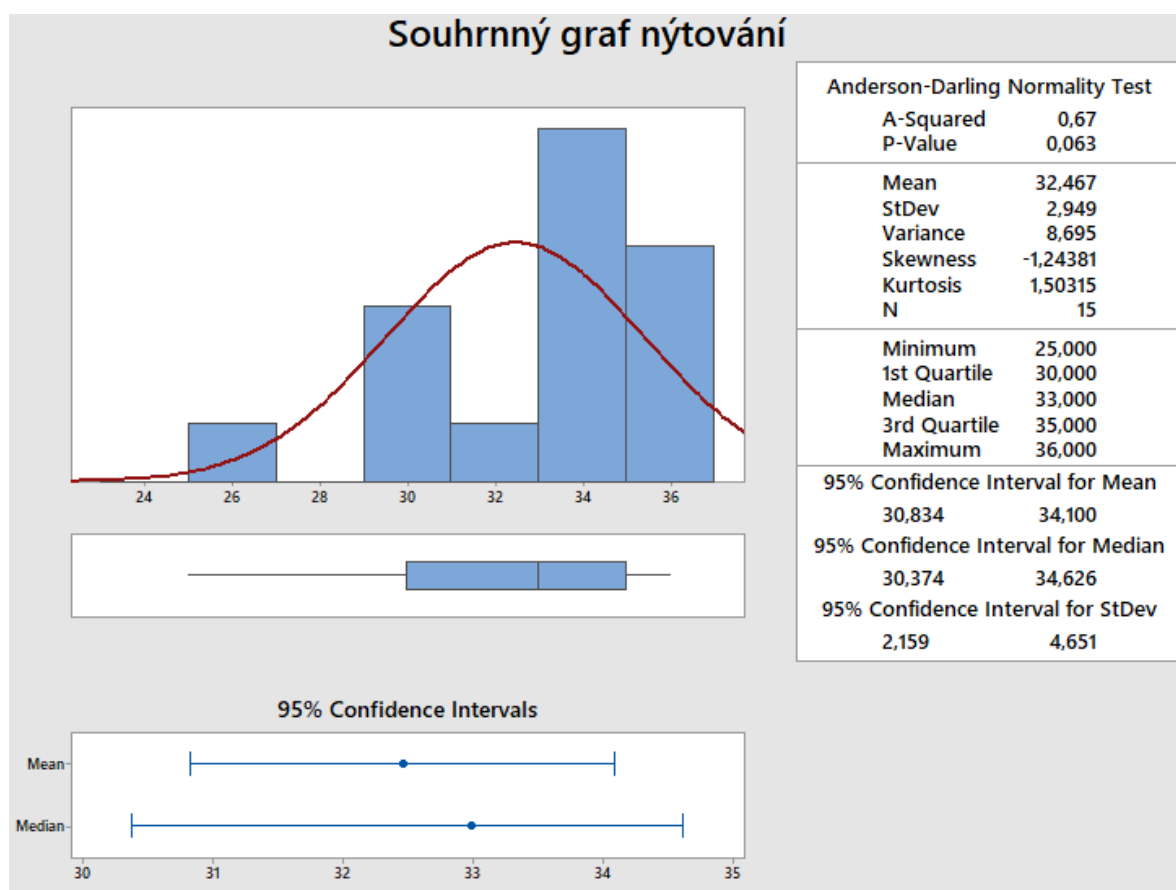
Obr. 131 Graf odlehlých hodnot nýtování

Podezřelá hodnota vznikla u 17. měření, systém doporučuje vyřazení. Nejednalo se o vadu na díle, ale o přerušení pracovníkem.



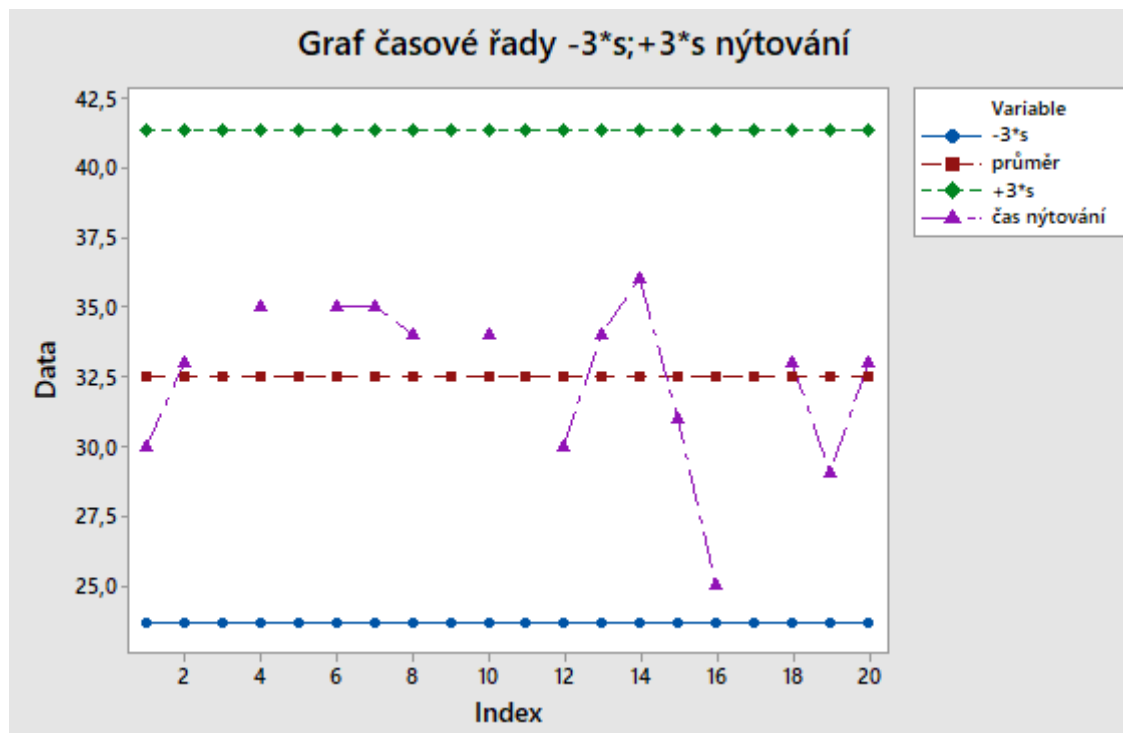
Obr. 132 Graf pravděpodobnosti nýtování

Z grafu pravděpodobnosti na (obr. 132) plyne, že p – hodnota = 0,966 > α = 0,050 z tohoto důvodu se nezamítá nulová hypotéza a předpokládá se, že čas nýtování pochází z normálního rozdělení odhadem aritmetického průměru 32,5 s a odhadem směrodatné odchylky 2,9 s.



Obr. 133 Souhrnný graf nýtování

Pracovníkovi trvá průměrně nýtování 32,5 s. Odchylka průměrná od střední hodnoty nýtování 2,9 s. Z dat plyne, že na základě 15 měření mírná negativní šikmost o velikosti -1,2 což značí, že pracovník zrychluje. Minimální doba nýtování křidel je 30,8 s maximální 34 s. Můžeme konstatovat, že rozdíl mezi odhadem aritmetického průměru bodování křidel a mediánem je 32,5 – 33 cca 0,5 s, což vysvětluje nízkou hodnotu šikmosti. Můžeme tvrdit, že pracovník průměrně bude lepit v konfidenčním intervalu stanoveném na 95% v čase 30,8 s až 34,1 s se směrodatnou odchylkou stanovenou opět konfidenčním intervalem v intervalu od 2,1 s do 4,6 s.



Obr. 134 Graf časové řady v intervalu nýtování

Čas bodování bude ležet v intervalu 99,73% v časech od 23,8 s do 41,2 s. Vzhledem k únavě pracovníka a 5. vyřazeným měřením. Po této operaci jsou křídla hotová a zůstávají na pracovišti výroby křídla až do doby, kdy je přijde zabalit expedice.

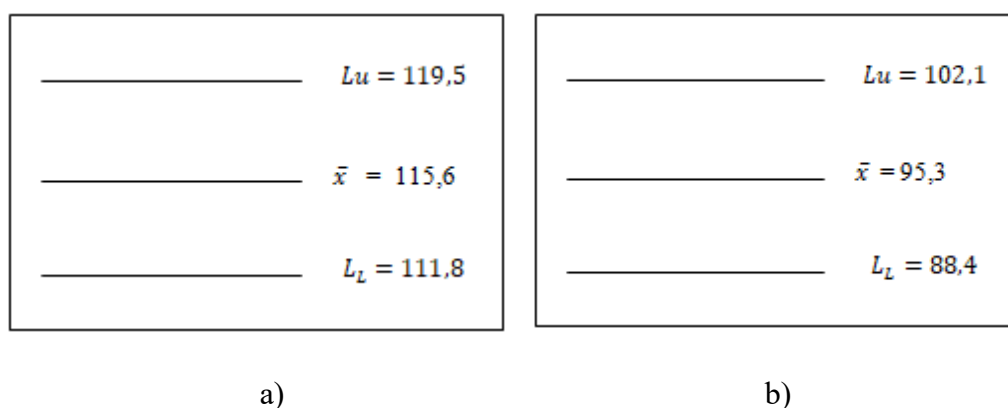
ZÁVĚR

Kvalitní výrobky jsou závislé na kvalitě pracovníka, proto nelze vycházet z odhadů, ale každá výrobní etapa musí zajistit přesnost normy. U mnoha firem je mzdový systém provázán s výkonovou normou, tím se pracovník soustředí pouze na čas. To však může ovlivnit kvalitu výrobku, proto se norma zjišťovala na kvalitu pracovníka, aniž by ohrozila kvalitu výrobku. Dříve se zkoušela norma zavádět pomocí evidence pracovníka z terminálu. Vzhledem k vysoké nepřesnosti byla diplomová práce zaměřena na novou interní normu. Po domluvě s pracovníky byla namontována kamera, kde byl natočen kamerový záznam, ze kterého byla použita veškerá data. Firma bude mít zachovaný hodinový mzdový systém a nebude přecházet na úkolovou mzdu, ale pro lepší logistiku a plánování bude vědět, jak dlouho zakázka bude trvat.

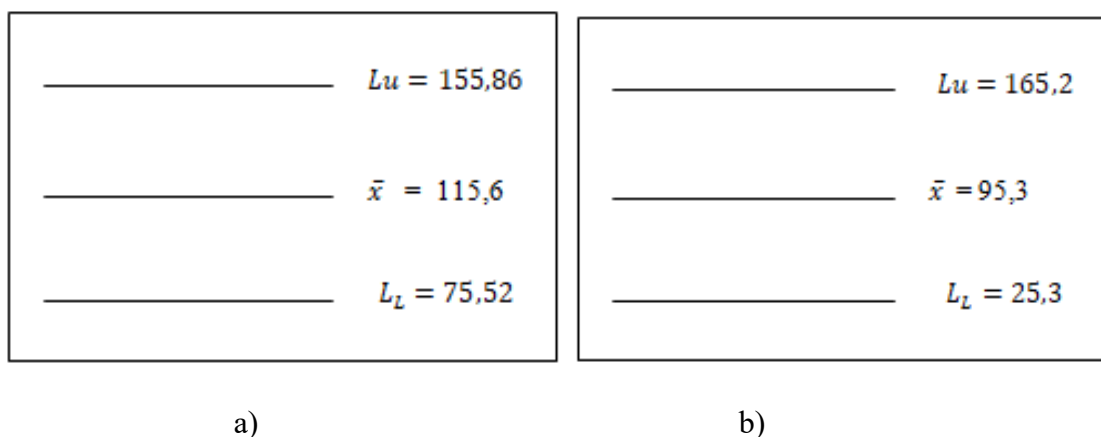
Pro normování byly zvoleny dva výrobky z oblasti výtahů. Jednalo se o výrobu křídel do automatických dveří.

Prvním výrobkem byla výroba křídel z oceli. Při výrobě křídel z oceli byly provedeny dvě operace. U první operace byly nalezeny 2 chyby. Jelikož zde nebyl problém v připravenosti materiálu, ale pracovníkův prostoj. 95 % pravděpodobnost má interval μ od 111,8 s do 119,5 s. Tím, že další operací je jen broušení, tak chyba při bodování by znamenala vyřazení dílce do úbytku. U pravděpodobnosti 99,73% je interval časů od 155,86 s do 75,52 s.

Při další operaci broušení vzniklo několik chyb. Menší chybou byla úprava kabelů, ale značnými chybami byl mobilní telefon a rušení kolegy. Interval μ s 95% pravděpodobností je od 88,4 s do 102,1. U pravděpodobnosti 99,73 vychází interval časů od 25,3 s do 165,2 s.



Obr. 135 pravděpodobnost času μ s 95% a) bodování; b) broušení



Obr. 136 pravděpodobnost časů na 97,3% a) bodování; b) broušení

Výroba jednoho křídla bude s 95% pravděpodobností aritmetického průměru 210,9 s a maximální hodnota 221,6 s. Celkové množství 51 kusů bude vyrobeno v nejlepším případě za 3 hodiny maximálně za 3 hodiny 15 minut a výrobky se můžou převést do komaxitovny.

S pravděpodobností 99,73 $\bar{x} \pm 3s$ bude maximální hodnota 321 s a zakázka by byla připravena za 4,5 hodiny.

Dalším výrobkem bylo křídlo z nerezi, kde se muselo provést 8 operací. Nejprve se musela očistit křídla od nečistot. Při této operaci byly dvě chyby z důvodu prostoje pracovníka. Veškerý materiál měl řádně připravený. Interval μ s 95% pravděpodobností je od 197,9 s do 237,9 s. U pravděpodobnosti s 99,73% vyšel interval časů od 94,2 s do 335,7 s.

Druhou operací bylo čištění výztuh, kdy se jednalo o velmi krátkou činnost. Pracovník si některá měření zrychlil poskládáním výztuh a čistil to na jeden tah. Tím se více přenášely nečistoty. Interval μ s 95% pravděpodobností je od 2,3 s do 3,7 s. Pravděpodobnost 99,73% leží v intervalu od -1,37 s do 7,4 s. Kvůli velkému rozptylu vyšla záporná hodnota, která se zamítá.

Třetí operací bylo čištění omeg od nečistot. Zde nebyla nalezena žádná chyba. Interval μ s 95% pravděpodobností leží od 22,4 s do 28,6 s. Interval s pravděpodobností 99,73 má interval časů od 6,9 s do 44,1 s.

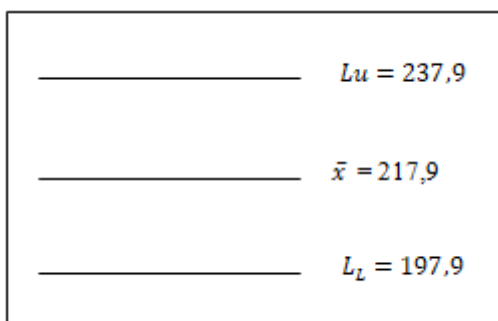
Čtvrtou operací bylo černění křídel aktivačním přípravkem pro lepší přilnavost. Pracovník neodhadl množství a musel si černidlo doplnit, tím ovlivnil měření, ale poté pracoval rovnoměrně. Interval μ s 95% leží od 25,9 s do 31,8 s. Interval pravděpodobnosti časů s 99,73% je od 10,8 s do 46,8 s.

Pátou operací bylo černění výztuh, byla to velmi jednoduchá a rychlá činnost. Interval μ s 95% pravděpodobností je od 4,7 s do 6,3 s. Pravděpodobnost s 99,73% má interval časů od 0,7 s do 10,5 s.

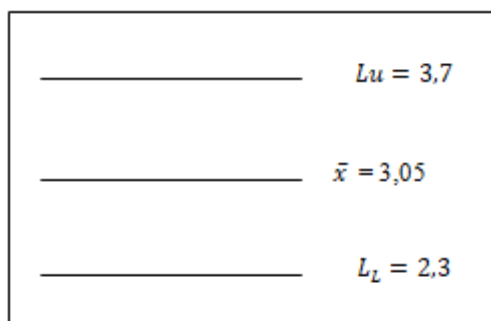
Šestou operací se provádělo lepení dvou omeg a výztuh. Nedošlo k žádné chybě jen ke zpomalení a zrychlení pracovníka. Pravděpodobnost μ 95% má interval od 392,3 do 476,2 s. U pravděpodobnosti 99,73% je interval časů od 106,4 s do 703,2 s.

Sedmou operací je vrtání výztuhy a omegy. Chybou bylo narušení programátorem a toto měření se muselo vyřadit. Další vrtání bylo plynulé. Pravděpodobnost μ 95% má interval od 33,1 do 40,4 s. U pravděpodobnosti 99,73 % je interval časů od 14,2 s do 59,2 s.

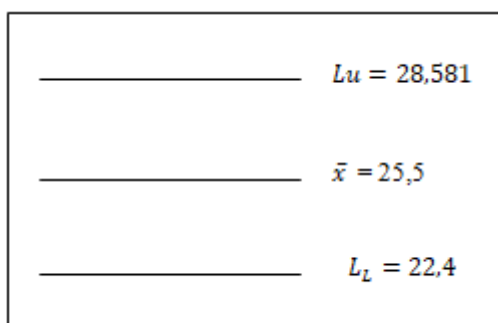
Osmou operací je nýtování, kde pracovníkova únava zobrazila 5 chybných měření. Pravděpodobnost μ s 95% má interval od 30,8 do 34,1 s. U pravděpodobnosti 99,73% je interval časů od 23,8 s do 41,2 s.



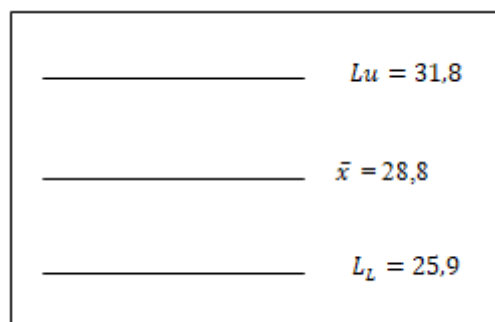
a)



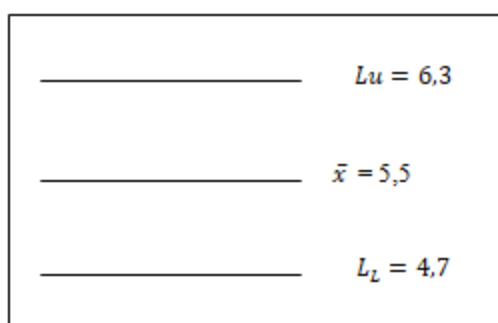
b)



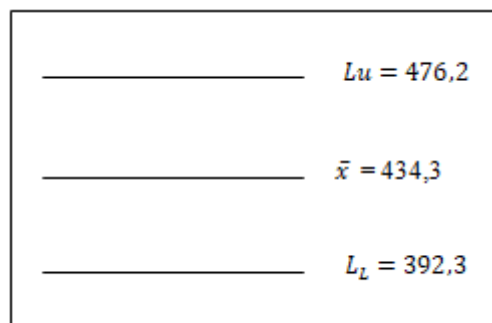
c)



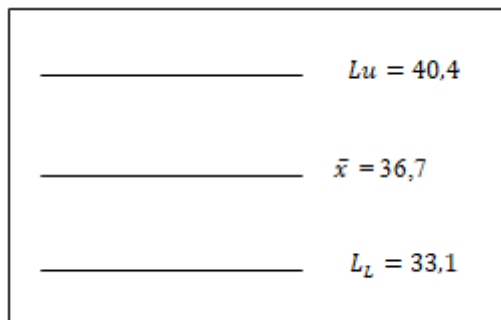
d)



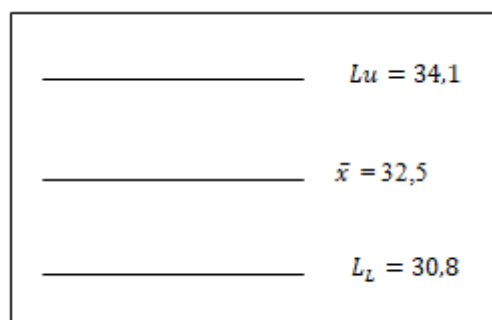
e)



f)

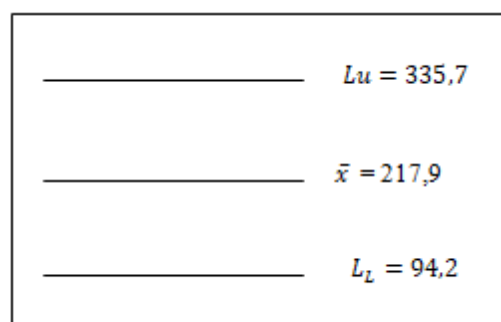


g)

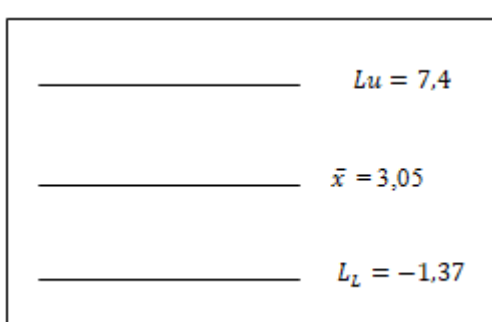


h)

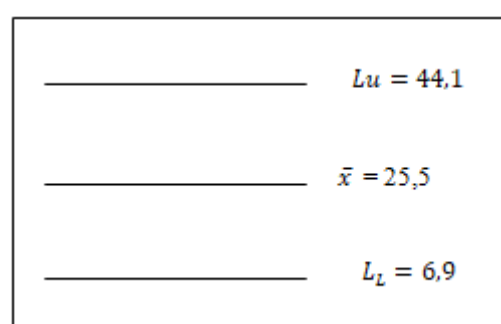
Obr. 137 pravděpodobnost μ s 95% a) čištění křídla; b) čištění výztuh; c) čištění omeg; d) černění křídla; e) černění výztuh; f) lepení; g) vrtání; h) nýtování



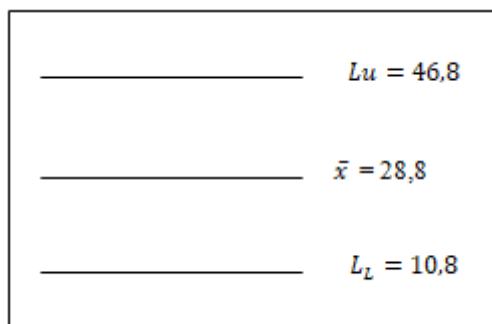
a)



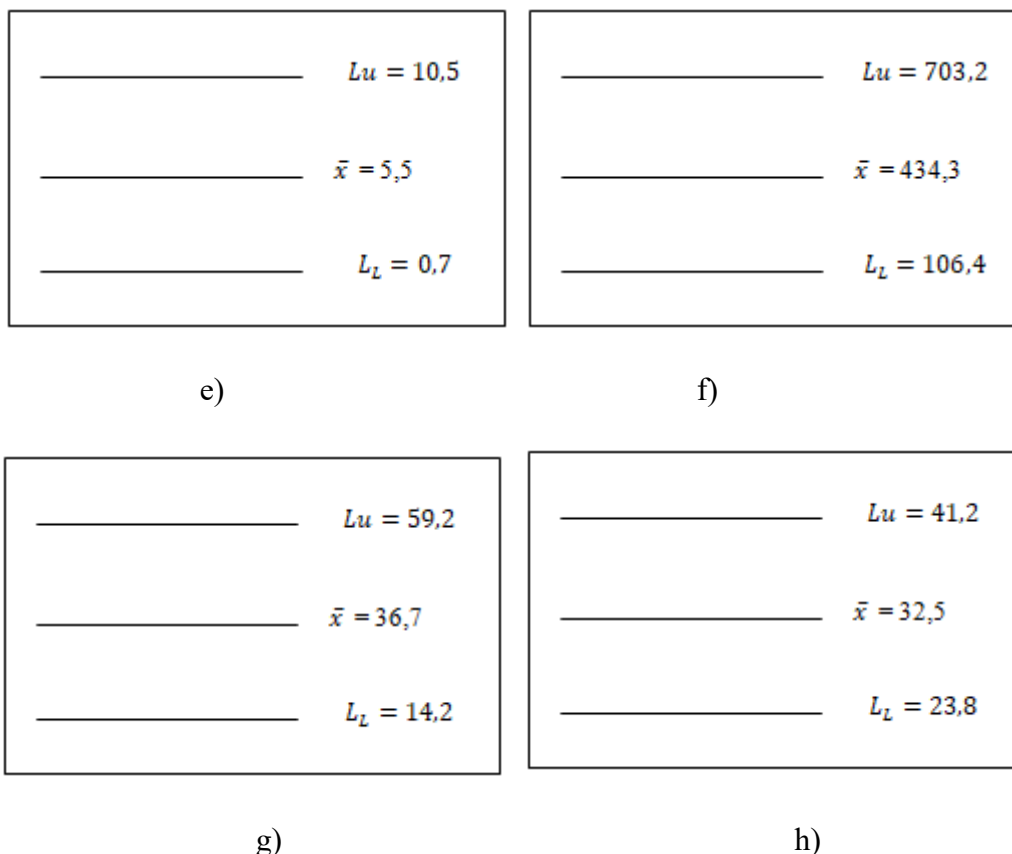
b)



c)



d)



Obr. 138 pravděpodobnost časů s 97,3% a) čištění křídla; b) čištění výztuh; c) čištění omeg; d) černění křidel; e) černění výztuh; f) lepení; g) vrtání; h) nýtování

Výroba jednoho křídla bude s 95% pravděpodobností aritmetického průměru 784,25 s a maximální hodnota 858,9 s. Po černění se nesmí 20 minut nanášet lepidlo a dotýkat se dílců z důvodu technologie. Při množství 20 kusů je od prvního dílce černění křidel až po černění výztuh kolem 11 minut. Pracovník má ještě 9 minut čas, než začne lepit a mezitím si může uklidit na pracovišti. Po nalepení musí být křídlo položené na rovném povrchu 12 hodin, kvůli vyžrání lepidla. Proto operace lepení se provede před koncem pracovní směny. Celá zakázka o celkovém množství 20 kusů včetně 9 minut a 12 hodin se vyrobí v nejlepším případě za 16,5 hodiny, maximálně za 17 hodin.

S pravděpodobností 99,73 $\bar{x} \pm 3s$ bude maximální hodnota na výrobu křídla 1248,4 s a zakázka včetně 9 minutového prostoje a 12 hodin by byla připravena za 19 hodin.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HAIR, Joseph F. *Multivariate data analysis*. 7th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, c2010. ISBN 978-0138132637.
- [2] RAMACHANDRAN, K. M. a Chris P. TSOKOS. *Mathematical statistics with applications*. Boston: Academic Press, c2009. ISBN 978-0-12-374848-5.
- [3] ARLT, Josef, Markéta ARLTOVÁ a Eva RUBLÍKOVÁ. *Analýza ekonomických časových řad s příklady*. Praha: Vysoká škola ekonomická, 2002. ISBN 80-245-0307-7.
- [4] CHUDÝ, Vladimír. *Meranie technických veličín*. V Bratislave: Slovenská technická univerzita v Bratislave, 1999. Edícia vysokoškolských učebníc. ISBN 80-227-1275-2.
- [5] ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE [online]. [cit. 2018-02-20]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>
- [6] SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE [online]. [cit. 2018-02-22]. Dostupné z: http://www.strancice.cz/assets/File.ashx?id_org=15606&id_dokumenty=97254
- [7] ČASOVÉ STUDIE [online]. [cit. 2018-02-22]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/casove-studie>
- [8] MELOUN, Milan a Jiří MILITKÝ. *Kompendium statistického zpracování dat: metody a řešené úlohy včetně CD*. Praha: Academia, 2002. ISBN isbn80-200-1008-4
- [9] QUANTITATIVE REASONING AND STATISTICAL METHODS FOR PLANNING [online]. [cit. 2018-02-28]. Dostupné z: <http://web.mit.edu/11.220/www05/brushup/spss/boxplot.htm>
- [10] PAVLÍK, Jiří. *Aplikovaná statistika*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2005. ISBN isbn80-7080-569-2.
- [11] INTRODUCTION TO OUTLIERS [online]. [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <http://www.whatissixsigma.net/box-plot-diagram-to-identify-outliers/>
- [12] SWOBODA, Helmut. *Moderní statistika*. Přeložil Jaromír CÍSAŘ. Praha: Svoboda, 1977. Člen- ská knihovna (Svoboda).
- [13] HENDL, Jan. *Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza dat*. Praha: Por- tál, 2004. ISBN 80-7178-820-1.
- [14] HENDL, Jan. *Statistika v aplikacích*. Praha: Portál, 2014. ISBN 978-80-262-0700-9.

- [15] ANALÝZA ČASOVÝCH ŘAD [online]. [cit. 2018-03-08]. Dostupné z:
http://bio.felk.cvut.cz/~huptycm/Vyuka/IKTZ_prednasky/CasoveRady0910.pdf
- [16] PRAVDĚPODOBNOST A STATISTIKA[online].[cit. 2018-03-08]. Dostupné z:
<http://homen.vsb.cz/~oti73/cdpast1/>
- [17] PRŮZKUMOVÁ ANALÝZA DAT [online]. [cit. 2018-03-09]. Dostupné z:
http://user.mendelu.cz/drapela/Statisticke_metody/teorie%20text%20II.pdf
- [18] EXPLORATORNÍ ANALÝZA DAT [online]. [cit. 2018-03-10]. Dostupné z:
http://homel.vsb.cz/~jan939/STA/cviceni/07_Exploratorni_analyza.pdf
- [19] CITACE.[online]. [cit. 2018]. Dostupné z: <https://www.citace.com/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

\bar{x}	aritmetický průměr
σ^2	rozptyl
n	počet měření
x_i	prvek
μ	střední hodnota
s^2	výběrový rozptyl
s	směrodatná odchylka
δ	variační koeficient
D(δ)	relativní rozptýlení
g_1	momentový odhad šikmosti
g_2	momentový odhad špičatosti
x_M	modus
α	hladina významnosti
R	interkvartilové rozpětí
$L_D = L_L$	dolní kvantil
$L_H = L_U$	horní kvantil
P	pravděpodobnost
$t_{1-\alpha/2}$	studentovo rozdělení
$Q(P_i)$	výběrové rozdělení
P_i	pořadová pravděpodobnost
x_α	kvantil za pomoci lineární interpolace
Q1	dolní kvartil
Q3	horní kvartil
IQ	mezikvartilové rozpětí

G	Grubbsův test
StDev	standardní odchylka
AD	Anderson Darling
Ho	nulová hypotéza
Ha	alternativní hypotéza

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 snímání pracovního dne

Obr. 2 ukázka chronometráže operace

Obr. 3 formulář pro snímek pracovního dne

Obr. 4 Rozptylový graf

Obr. 5 Graf časové řady

Obr. 6 Krabicový graf

Obr. 7 Graf odlehlých hodnot

Obr. 8 Graf pravděpodobnosti

Obr. 9 Souhrnný graf

Obr. 10 a) terminál pro evidenci

b) výrobní příkaz

c) kamera na snímání časů

Obr. 11 panel křídla z oceli

Obr. 12 dolní výztuha

Obr. 13 horní výztuha

Obr. 14 bodová svářečka

Obr. 15 a) detail dorazu

b) panel zapřený o doraz

Obr. 16 a) přípravek na horní výztuhu

b) nabodovaná horní výztuha

Obr. 17 a) bodování dolní výztuhy

b) přípravek na dolní výztuhu

Obr. 18 a) křídlo před broušením

b) broušení křídla

c) Obroušené křídlo

- Obr. 19 horní výztuha z pozinku
- Obr. 20 dolní výztuha z pozinku
- Obr. 21 omega
- Obr. 22 panel křídla
- Obr. 23 a) čištění panel křídla
b) čištění omeg
c) čištění výztuh
- Obr. 24 a) broušení panelu křídla a výztuh
b) broušení omeg
- Obr. 26 tvar a tloušťka lepidla
- Obr. 27 a) vrtání děr
b) nýtování
- Obr. 28 a) detail nalepených výztuh a nýtování
b) nerezové křídlo
- Obr. 29 Rozptylový graf bodování křídel
- Obr. 30 přerušeni bodování (14. měření)
- Obr. 31 pokračování v bodování (14. měření)
- Obr. 32 opomenutý přípravek (38. měření)
- Obr. 33 Graf časové řady bodování křídel
- Obr. 34 Krabicový graf bodování křídel
- Obr. 35 Krabicový graf bodování křídel
- Obr. 36 Graf odlehlých hodnot bodování křídel
- Obr. 37 Graf pravděpodobnosti bodování křídel
- Obr. 38 souhrnný graf bodování křídel
- Obr. 39 Časová řada v intervalech bodování křídel
- Obr. 40 Rozptylový graf broušení křídel

- Obr. 41 přerušení broušení křídel (10. měření)
- Obr. 42 pokračování v broušení (10. měření)
- Obr. 43 úprava kabelu na pracovišti (10. měření)
- Obr. 44 pokračování v broušení (10. měření)
- Obr. 45 vyrušen kolegou (17. měření)
- Obr. 46 odchod kolegy a umístění křídla
- Obr. 47 příchod z toalety (33. měření)
- Obr. 48 přerušil broušení (35. měření)
- Obr. 49 pokračování v broušení (35. měření)
- Obr. 50 Graf časové řady broušení křídel
- Obr. 51 Krabicový graf broušení křídel
- Obr. 52 Krabicový graf broušení křídel
- Obr. 53 Graf odlehlých hodnot broušení křídel
- Obr. 54 Graf pravděpodobnosti broušení křídel
- Obr. 55 Souhrnný graf broušení křídel
- Obr. 56 Časová řada v intervalech broušení křídel
- Obr. 57 přerušení čištění (10. měření)
- Obr. 58 pokračování čištění (10. měření)
- Obr. 59 přerušení čištění (3. měření)
- Obr. 60 pití (3. měření)
- Obr. 61 psaní výkazu (3. měření)
- Obr. 62 odchod na toaletu (3. měření)
- Obr. 63 pokračování v čištění
- Obr. 64 Graf časové řady čištění křídla
- Obr. 65 Krabicový graf čištění křídla
- Obr. 61 Krabicový graf čištění křídla

- Obr. 67 Graf odlehlých hodnot čištění křídla
- Obr. 68 Graf pravděpodobnosti čištění křídla
- Obr. 69 Souhrnný graf čištění křídel
- Obr. 70 Časová řada v intervalu čištění křídel
- Obr. 71 Rozptylový graf čištění výztuh
- Obr. 72 čištění výztuh
- Obr. 73 graf časové řady čištění výztuh
- Obr. 74 Krabicový graf čištění výztuh
- Obr. 75 Krabicový graf čištění výztuh
- Obr. 76 Graf odlehlých hodnot čištění výztuh
- Obr. 77 Graf pravděpodobnosti čištění výztuh
- Obr. 78 souhrnný graf čištění výztuh
- Obr. 79 Graf časové řady v intervalu čištění výztuh
- Obr. 80 Rozptylový graf čištění omeg
- Obr. 81 Graf časové řady čištění omeg
- Obr. 82 Krabicový graf čištění omeg
- Obr. 83 Graf odlehlých hodnot čištění omeg
- Obr. 84 Graf pravděpodobnosti čištění omeg
- Obr. 85 Souhrnný graf čištění omeg
- Obr. 86 Graf časové řady v intervalu čištění omeg
- Obr. 87 Rozptylový graf černění křídel
- Obr. 88 doplnění černidla (17. měření)
- Obr. 89 pokračování v černění křídel
- Obr. 90 Graf časové řady černění křídel
- Obr. 91 Krabicový graf černění křídel
- Obr. 92 Krabicový graf černění křídel

- Obr. 93 Graf odlehlých hodnot černění křídel
- Obr. 94 Graf pravděpodobnosti černění křídel
- Obr. 95 Souhrnný graf černění křídel
- Obr. 97 Rozptylový graf černění výztuh
- Obr. 98 opakované černění (18. měření)
- Obr. 99 Graf časové řady černění výztuh
- Obr. 100 Krabicový graf černění výztuh
- Obr. 101 Graf odlehlých hodnot černění výztuh
- Obr. 102 Graf pravděpodobnosti černění výztuh
- Obr. 103 Souhrnný graf černění výztuh
- Obr. 104 Graf časové řady v intervalu černění výztuh
- Obr. 105 Rozptylový graf lepení
- Obr. 106 Graf časové řady lepení
- Obr. 107 Krabicový graf lepení
- Obr. 108 Graf odlehlých hodnot lepení
- Obr. 109 Graf pravděpodobnosti lepení
- Obr. 110 Souhrnný graf lepení
- Obr. 111 Graf časové řady v intervalu lepení
- Obr. 112 Rozptylový graf vrtání
- Obr. 113 přerušování práce (6. měření)
- Obr. 114 pokračování ve vrtání (6. měření)
- Obr. 116 Krabicový graf vrtání
- Obr. 117 Krabicový graf vrtání
- Obr. 118 Graf odlehlých hodnot vrtání
- Obr. 119 Graf pravděpodobnosti vrtání
- Obr. 121 Graf časové řady v intervalu vrtání

Obr. 122 Rozptylový graf nýtování

Obr. 123 Rozhovor s kolegou (5. měření)

Obr. 124 pokračování v nýtování (5. měření)

Obr. 125 protažení (17. měření)

Obr. 126 prochází kolega (9. měření)

Obr. 127 Graf časové řady nýtování

Obr. 128 Krabicový graf nýtování

Obr. 129 Krabicový graf nýtování

Obr. 130 Krabicový graf nýtování

Obr. 131 Graf odlehlých hodnot nýtování

Obr. 132 Graf pravděpodobnosti nýtování

Obr. 133 souhrnný graf nýtování

Obr. 134 Graf časové řady v intervalu nýtování

Obr. 135 pravděpodobnost s 95% a) bodování; b) broušení

Obr. 136 pravděpodobnost s 97,3% a) bodování; b) broušení

Obr. 137 pravděpodobnost s 95% a) čištění křídla; b) čištění výztuh; c) čištění omeg; d) černění křídel;
e) černění výztuh; f) lepení; g) vrtání; h) nýtování

Obr. 138 pravděpodobnost s 97,3% a) čištění křídla; b) čištění výztuh; c) čištění omeg; d) černění křídel;
e) černění výztuh; f) lepení; g) vrtání; h) nýtování

SEZNAM PŘÍLOH

P 1 : DOKUMENTACE MATERIÁLŮ A ZAŘÍZENÍ

P 2 : NAMĚŘENÝCH ČASŮ – BODOVÁNÍ KŘÍDEL

P 3 : NAMĚŘENÝCH ČASŮ – BROUŠENÍ KŘÍDEL Z OCELI

P 4 : NAMĚŘENÝCH ČASŮ - ČIŠTĚNÍ KŘÍDEL Z NEREZI

P 5 : NAMĚŘENÝCH ČASŮ – ČIŠTĚNÍ VÝZTUH

P 6 : NAMĚŘENÝCH ČASŮ – ČIŠTĚNÍ OMEG

P 7 : NAMĚŘENÝCH ČASŮ – ČERNĚNÍ KŘÍDEL

P 8 : NAMĚŘENÝCH ČASŮ – ČERNĚNÍ VÝZTUH

P 9 : NAMĚŘENÝCH ČASŮ – LEPENÍ

P 10 : NAMĚŘENÝCH ČASŮ – VRTÁNÍ

P 11 : NAMĚŘENÝCH ČASŮ – NÝTOVÁNÍ

PŘÍLOHA P 1: DOKUMENTACE MATERIÁLŮ A ZAŘÍZENÍ

Pro křídla z oceli



Křídla z nerezí



Čistič Dinitrol 582

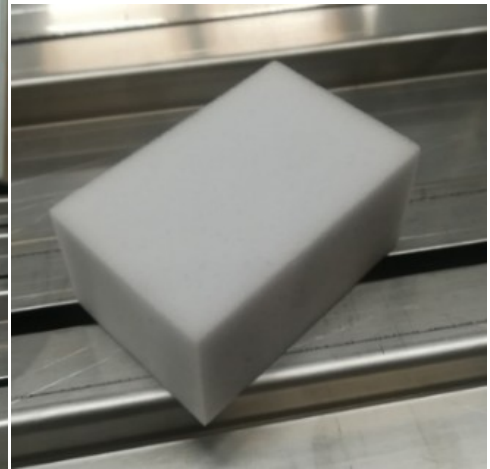
Broušící kostka



Čistič Dinitrol 520



Černidlo Dinitrol 550



Melaminová pěna



Lepidlo Dinitrol 410

PŘÍLOHA P 2: NAMĚŘENÝCH ČASŮ – BODOVÁNÍ KŘÍDEL

Měření	start bodování křídél	konec bodování křídél	čas bodování křídél [s]
1	10:57:55	10:59:20	85
2	10:59:20	11:01:13	113
3	11:01:13	11:03:14	121
4	11:03:14	11:05:26	132
5	11:05:26	11:07:23	117
6	11:07:23	11:09:25	122
7	11:10:10	11:11:36	86
8	11:11:36	11:13:39	123
9	11:13:39	11:15:41	122
10	11:16:00	11:17:54	114
11	11:17:54	11:20:07	133
12	11:20:07	11:22:20	133
13	11:22:20	11:24:28	128
14	11:24:28	11:27:28	180
15	11:27:28	11:29:30	122
16	11:29:30	11:31:27	117
17	11:31:27	11:33:35	128
18	11:33:35	11:35:40	125
19	11:35:40	11:37:32	112
20	11:37:32	11:39:28	116
21	11:39:28	11:41:36	128
22	11:41:36	11:43:43	127
23	11:43:43	11:45:58	135
24	11:45:33	11:47:55	142
25	11:47:55	11:50:01	126
26	11:50:01	11:52:15	134
27	11:52:15	11:54:40	145
28	11:54:40	11:56:38	118
29	12:31:30	12:33:10	100
30	12:33:10	12:35:12	122
31	12:35:12	12:37:08	116
32	12:37:08	12:38:55	107
33	12:38:55	12:40:46	111
34	12:40:46	12:42:40	114
35	12:42:40	12:44:38	118
36	12:44:38	12:46:32	114

37	12:46:32	12:48:10	98
38	12:48:41	12:49:47	66
39	12:49:47	12:51:35	108
40	12:51:35	12:53:12	97
41	12:53:12	12:54:54	102
42	12:54:54	12:56:28	94
43	12:57:03	12:58:43	100
44	12:58:43	13:00:30	107
45	13:00:30	13:02:10	100
46	13:02:10	13:03:57	107
47	13:03:57	13:05:50	113
48	13:05:50	13:07:39	109
49	13:07:39	13:09:30	111
50	13:09:30	13:11:16	106
51	13:11:16	13:13:04	108

PŘÍLOHA P 3: NAMĚŘENÝCH ČASŮ – BROUŠENÍ KŘÍDEL Z OCELI

Měření	Start broušení křidel	konec broušení křidel	čas broušení křidel
1	13:35:34	13:37:25	111
2	13:37:25	13:38:43	78
3	13:38:43	13:40:40	117
4	13:40:40	13:42:20	100
5	13:42:20	13:43:57	97
6	13:43:57	13:45:54	117
7	13:45:54	13:47:37	103
8	13:47:37	13:49:23	106
9	13:49:23	13:50:57	94
10	13:50:57	13:53:57	180
11	13:55:24	13:57:00	96
12	13:57:00	13:59:04	124
13	14:00:00	14:02:03	123
14	14:10:46	14:11:56	70
15	14:11:56	14:13:29	93
16	14:13:29	14:14:44	75
17	14:14:44	14:19:24	280
18	14:19:24	14:20:43	79
19	14:40:52	14:43:03	131
20	14:43:03	14:44:49	106
21	14:44:49	14:46:59	130
22	14:47:00	14:48:32	92
23	14:48:32	14:50:06	94
24	14:50:06	14:51:48	102
25	14:51:48	14:53:07	79
26	14:53:07	14:54:43	96
27	14:54:43	14:56:15	92
28	14:56:15	14:57:37	82
29	14:57:37	14:59:39	122
30	14:59:39	15:01:25	106
31	15:01:25	15:03:06	101
32	15:03:06	15:04:59	113
33	15:21:33	15:38:50	1037
34	15:38:50	15:40:00	70
35	15:41:00	15:43:55	175
36	15:43:55	15:45:53	118
37	15:46:43	15:48:25	102
38	15:48:25	15:49:27	62
39	15:49:27	15:50:20	53
40	15:50:20	15:52:00	100
41	15:52:00	15:53:50	110
42	15:53:50	15:55:57	127

43	15:56:00	15:57:54	114
44	15:57:54	15:58:45	51
45	15:58:45	15:59:28	43
46	15:59:28	16:00:19	51
47	16:00:19	16:02:06	107
48	16:02:06	16:03:04	58
49	16:19:50	16:21:33	103
50	16:21:33	16:23:35	122
51	16:23:35	16:24:32	57

**PŘÍLOHA P 4: NAMĚŘENÝCH ČASŮ - ČIŠTĚNÍ KŘÍDEL
Z NEREZI**

Měření	start čištění křidel	konec čištění křidel	čas čištění křidel [s]
1	8:19:16	8:21:40	144
2	8:22:06	8:25:10	184
3	8:25:23	8:29:35	252
4	8:30:40	8:34:08	208
5	8:34:35	8:39:05	270
6	8:39:15	8:42:50	215
7	8:43:13	8:47:10	237
8	8:47:41	8:50:55	194
9	9:23:45	9:27:39	234
10	9:28:10	9:31:39	209
11	8:07:35	8:12:30	295
12	8:13:00	8:15:35	155
13	8:16:30	8:26:25	595
14	8:29:32	8:34:12	280
15	8:34:28	8:38:06	218
16	8:39:58	8:43:20	202
17	8:43:33	8:46:34	181
18	8:46:46	8:50:17	211
19	8:50:43	8:54:37	234
20	9:39:25	9:47:20	475

PŘÍLOHA P 5: NAMĚŘENÝCH ČASŮ – ČIŠTĚNÍ VÝZTUH

Měření	start čištění výztuh	konec čištění výztuh	čištění výztuh[S]
1	10:02:28	10:02:29	1
2	10:02:29	10:02:30	1
3	10:02:31	10:02:32	1
4	10:02:33	10:02:35	2
5	10:02:37	10:02:39	2
6	10:02:56	10:02:59	3
7	10:03:01	10:03:03	2
8	10:03:05	10:03:07	2
9	10:03:08	10:03:11	3
10	10:03:15	10:03:20	5
11	10:03:25	10:03:29	4
12	9:33:04	9:33:10	6
13	9:33:11	9:33:15	4
14	9:33:15	9:33:19	4
15	9:33:50	9:33:54	4
16	9:33:54	9:33:58	4
17	9:33:01	9:34:04	63
18	9:34:04	9:34:07	3
19	9:34:07	9:34:09	2
20	9:37:10	9:34:15	5

PŘÍLOHA P 6: NAMĚŘENÝCH ČASŮ – ČIŠTĚNÍ OMEG

Měření	start čištění omeg	konec čištění omeg	čištění omeg[s]
1	10:36:52	10:37:03	11
2	10:37:03	10:37:30	27
3	13:04:33	13:04:56	23
4	13:05:03	13:05:40	37
5	14:07:15	14:07:50	35
6	14:07:55	14:08:18	23
7	15:05:45	15:06:15	30
8	15:06:25	15:06:52	27
9	16:29:48	16:30:11	23
10	16:30:10	16:30:33	23
11	11:36:06	11:36:42	36
12	11:36:42	11:37:03	21
13	13:04:48	13:05:20	32
14	13:05:21	13:05:40	19
15	14:06:05	14:06:24	19
16	14:06:25	14:06:51	26
17	14:33:36	14:33:57	21
18	14:34:04	14:34:24	20
19	14:58:16	14:58:57	41
20	14:58:57	14:59:14	17

PŘÍLOHA P 7: NAMĚŘENÝCH ČASŮ – ČERNĚNÍ KŘÍDEL

Měření	start černění křidel	konec černění křidel	čas černění křidel [s]
1	9:55:15	9:55:34	19
2	9:56:08	9:56:36	28
3	9:56:37	9:57:00	23
4	9:57:02	9:57:22	20
5	9:57:33	9:57:54	21
6	9:58:40	9:59:07	27
7	9:59:20	10:00:00	40
8	10:00:02	10:00:33	31
9	10:00:37	10:01:12	35
10	10:01:15	10:01:49	34
11	9:46:20	9:46:48	28
12	9:46:50	9:47:20	30
13	9:47:27	9:48:06	39
14	9:48:10	9:48:42	32
15	9:48:48	9:49:13	25
16	9:49:19	9:49:51	32
17	9:49:59	9:51:08	69
18	9:51:10	9:51:38	28
19	9:51:41	9:52:14	33
20	9:52:18	9:52:41	23

PŘÍLOHA P 8 : NAMĚŘENÝCH ČASŮ – ČERNĚNÍ VÝZTUH

Měření	Start černění výztuh	konec černění výztuh	čas černění výztuh [s]
1	10:09:02	10:09:06	4
2	10:09:08	10:09:12	4
3	10:09:12	10:09:16	4
4	10:09:19	10:09:22	3
5	10:09:23	10:09:28	5
6	10:09:29	10:09:34	5
7	10:09:35	10:09:41	6
8	10:09:44	10:09:51	7
9	10:09:56	10:10:03	7
10	10:10:03	10:10:10	7
11	10:10:13	10:10:18	5
12	9:53:23	9:53:26	3
13	9:53:26	9:53:33	7
14	9:53:33	9:53:39	6
15	9:53:46	9:53:52	6
16	9:53:52	9:53:58	6
17	9:53:58	9:54:03	5
18	9:54:03	9:54:13	10
19	9:54:13	9:54:19	6
20	9:54:19	9:54:23	4

PŘÍLOHA P 9 : NAMĚŘENÝCH ČASŮ – LEPENÍ

Měření	start lepení	konec lepení	čas lepení [s]
1	11:18:11	11:27:14	543
2	11:29:31	11:37:51	500
3	13:44:53	13:51:38	405
4	13:54:49	14:02:55	486
5	14:32:12	14:39:01	409
6	14:44:35	14:52:35	480
7	15:15:33	15:26:05	632
8	16:13:48	16:22:08	500
9	16:38:24	16:44:22	358
10	16:49:50	16:57:06	436
11	11:45:29	11:52:30	421
12	11:56:20	12:02:57	397
13	13:11:54	13:20:50	536
14	13:57:38	14:03:07	329
15	14:12:04	14:20:20	496
16	14:24:46	14:29:47	301
17	14:39:39	14:46:56	437
18	14:49:56	14:55:10	314
19	15:05:52	15:12:50	418
20	15:16:15	15:21:02	287

PŘÍLOHA P 10 : NAMĚŘENÝCH ČASŮ – VRTÁNÍ

Měření	start vrtání	konec vrtání	čas vrtání [s]
1	8:00:36	8:01:11	35
2	8:01:12	8:01:48	36
3	8:01:49	8:02:26	37
4	8:02:27	8:03:00	33
5	8:03:01	8:03:30	29
6	8:04:04	8:07:40	216
7	8:07:41	8:08:10	29
8	8:08:11	8:08:45	34
9	8:08:47	8:09:19	32
10	8:09:20	8:09:49	29
11	8:02:27	8:03:18	51
12	8:04:03	8:04:49	46
13	8:04:51	8:05:31	40
14	8:05:47	8:06:30	43
15	8:06:35	8:07:09	34
16	8:07:16	8:08:09	53
17	8:10:13	8:10:46	33
18	8:10:55	8:11:39	44
19	8:11:49	8:12:16	27
20	8:13:32	8:14:05	33

PŘÍLOHA P 11: NAMĚŘENÝCH ČASŮ – NÝTOVÁNÍ

Měření	start nýtování	konec nýtování	čas nýtování
1	8:17:38	8:18:08	30
2	8:18:08	8:18:41	33
3	8:18:15	8:19:38	83
4	8:19:40	8:20:15	35
5	8:20:16	8:21:39	83
6	8:21:49	8:22:24	35
7	8:22:28	8:23:03	35
8	8:23:04	8:23:38	34
9	8:23:39	8:24:49	70
10	8:24:50	8:25:24	34
11	9:49:29	9:50:17	48
12	9:50:17	9:50:47	30
13	9:50:49	9:51:23	34
14	9:51:27	9:52:03	36
15	9:52:09	9:52:40	31
16	9:52:52	9:53:17	25
17	9:53:24	9:56:46	202
18	9:56:50	9:57:23	33
19	9:57:30	9:57:59	29
20	9:58:00	9:58:33	33