

**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

***FAKULTA STROJNÍ***



**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**TRYSKÁNÍ VYSOKOTLAKÝM  
VODNÍM PAPERSEM DO  
TĚŽKO DOSTUPNÝCH MÍST  
OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ**

**2021**

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Rossý** Jméno: **Tomáš** Osobní číslo: **419933**  
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**  
Zadávací katedra/ústav: **Ústav strojírenské technologie**  
Studijní program: **Výrobní inženýrství**  
Specializace: **Bez specializace**

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Tryskání vysokotlakým vodním paprskem do těžko dostupných míst ocelových konstrukcí**

Název diplomové práce anglicky:

**High-pressure water jet blasting into hard-to-reach places on steel structures**

Pokyny pro vypracování:

- 1) Rozbor problematiky mechanického tryskání povrchu
- 2) Vliv změny parametrů vysokotlakého tryskání na kvalitu upravovaného povrchu
- 3) Technicko-ekonomické zhodnocení dosažených výsledků.

Seznam doporučené literatury:

ASM Handbook Volume 5: Surface Engineering  
ISBN: 978-0-87170-384-2

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

**Ing. Jan Kudláček, Ph.D., ústav strojírenské technologie FS**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **15.04.2021**

Termín odevzdání diplomové práce: **21.01.2022**

Platnost zadání diplomové práce: **30.01.2022**

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

doc. Ing. Ladislav Kolařík, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.  
podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že diplomovou práci „Tryskání vysokotlakým vodním paprskem do těžko dostupných míst ocelových konstrukcí“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce s použitím podkladů a informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu citované literatury na konci práce.

Dále prohlašuji, že nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

.....  
V Praze dne

.....  
Tomáš Rossý

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych poděkoval panu Ing. Janu Kudláčkovi, Ph.D. za ochotu a vedení mé diplomové práce. Dále děkuji společnosti Bintana s.r.o., díky jejíž spolupráci se mohl experiment uskutečnit.

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE****FAKULTA STROJNÍ**

- Název diplomové práce:** Tryskání vysokotlakým vodním paprskem do těžko dostupných míst ocelových konstrukcí
- Autor diplomové práce:** Bc. Tomáš Rossý
- Vedoucí diplomové práce:** Ing. Jan Kudláček, Ph.D.
- Rozsah diplomové práce:** počet stran: 56  
počet obrázků: 15  
počet grafů: 3  
počet tabulek: 7

**ANOTACE**

Tato diplomová práce se věnuje problematice mechanického tryskání povrchu, jejím základním principům, rozdělení, popisu tryskacích zařízení a abrazivům. Experimentální část je zaměřena na testování různých parametrů vysokotlakého vodního paprsku (tlak, doba tryskání) vhodných k čištění povrchu. Hodnocení probíhá na základě měření parametrů – účinnost tryskání, plošné vyčištění a drsnost povrchu ( $R_a$ ,  $R_z$ ,  $R_q$ ).

Klíčová slova: vysokotlaký vodní paprsek, tryskání, abrazivní tryskání, mechanické čištění.

**CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE  
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING**

**Title of the diploma thesis:** High-pressure water jet blasting into hard-to-reach places on steel structure

**Author:** Bc. Tomáš Rossý

**Supervisor:** Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

**The extent of the thesis:** počet stran: 56  
počet obrázků: 15  
počet grafů: 3  
počet tabulek: 7

**ANNOTATION**

This diploma thesis deals with the issue of mechanical surface blasting, its basic principles, division, description of blasting equipment and abrasives. The experimental part is focused on testing various parameters of high-pressure water jet (pressure, blasting time) suitable for surface cleaning. The evaluation is based on parameter measurement – blasting efficiency, surface cleaning and surface roughness (Ra, Rz, Rq).

Keywords: high pressure water jet, blasting, abrasive blasting, mechanical cleaning.

# Obsah

Úvod.....	9
<b>1 Tryskání .....</b>	<b>10</b>
1.1 Mechanické tryskání (metacími koly) .....	11
1.2 Pneumatické tryskání.....	12
1.2.1 Injektorové tryskání.....	13
1.2.2 Tlakové tryskání.....	13
1.3 Tryskání vodním paprskem .....	14
1.4 Abrazivo.....	15
1.5 Trysky pro tryskání vysokotlakým vodním paprskem .....	17
1.5.1 Přímé trysky .....	18
1.5.2 Rotační trysky .....	19
1.5.3 Venturiho trysky .....	20
1.6 Hodnocení povrchu po tryskání .....	22
1.6.1 Stupeň zarezavění.....	22
1.6.2 Stupeň otryskání.....	22
1.6.3 Stupeň kvality po otryskání vodním paprskem .....	23
1.6.4 Stupeň bleskové koroze.....	24
<b>2 Experimentální část .....</b>	<b>25</b>
2.1 Příprava experimentu .....	25
2.1.1 Návrh zkušebního přípravku.....	25
2.1.2 Parametry experimentu .....	26
2.1.3 Postup a metodika měření .....	27
2.2 Vyhodnocení experimentu.....	29
2.2.1 Zjištěné účinnosti tryskání a plošné vyčištění .....	30
2.2.2 Diskuze dosažených výsledků.....	39
2.2.3 Naměřené drsnosti povrchu.....	40
2.3 Technicko-ekonomické zhodnocení.....	44
<b>3 Diskuze výsledků .....</b>	<b>46</b>

4	<b>Závěr</b> .....	47
5	<b>Použitá literatura</b> .....	49
6	<b>Seznam obrázků</b> .....	53
7	<b>Seznam tabulek</b> .....	54
8	<b>Seznam grafů</b> .....	55
9	<b>Použité zkratky</b> .....	56
10	<b>Přílohy</b> .....	57



## ÚVOD

Technologie tryskání je v průmyslové praxi jedním z nejvíce využívaných způsobů mechanických předúprav povrchu. U tryskání ocelových konstrukcí, na které budou následně nanášeny nátěrové hmoty, se uplatní mobilita této technologie a její efektivita. Tato metoda zpracování povrchu je vysoce efektivní, ekonomická i ekologická technologie. Principem tryskání je opracování povrchu materiálu způsobené kinetickou energií jemných částic. U tryskání existují dva hlavní způsoby použití: mechanický a pneumatický. Mechanické tryskání se díky vyšší výkonnosti obecně používá více než pneumatické. V případě použití tryskání na ocelových konstrukcích se převážně používá jen pneumatický způsob. Ten při použití v těžko přístupných místech ocelových konstrukcí jako například úzké štěrbiny může být problematický. Při tryskání těchto míst nemusí dojít k dostatečné předúpravě povrchu.

# 1 Tryskání

Tryskání se obvykle používá v průmyslové výrobě k odstranění nečistot a přípravě povrchů pro následné dokončovací operace nebo nátěry. Výsledný povrch může být podle požadavků jemný ale i zdrsňený. Během tryskání na povrch dopadají částice abraziva, které svou vysokou kinetickou energií vytvářejí důlky. To způsobuje zpevnění povrchové vrstvy. Používají se různé druhy abrazivních materiálů, které jsou metány proti povrchu součásti pomocí jedné ze dvou hlavních metod: mechanická (metací kola) a pneumatická [1,2,3].

Příklady použití:

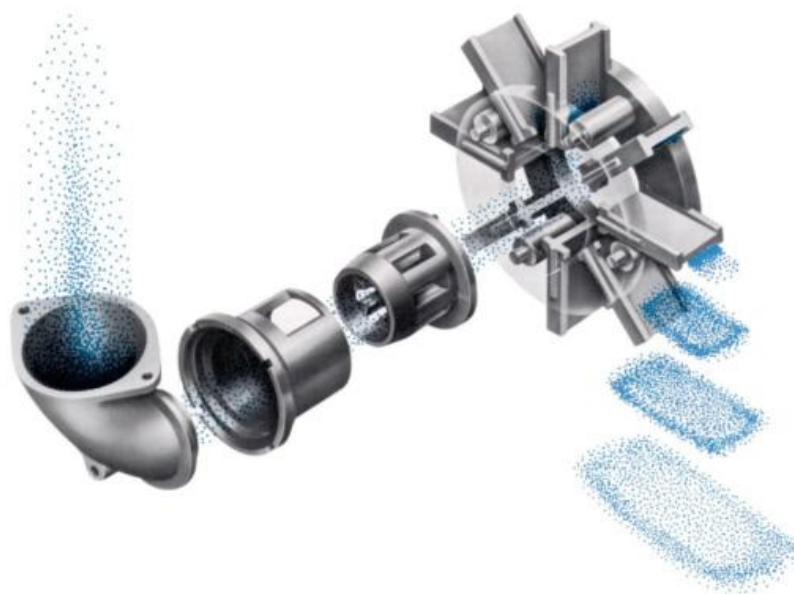
- odstraňování rzi, vodního kamene, suchých pevných látek, původních povlaků nebo zaschlých barev
- zdrsňení povrchů k přípravě před lepením, lakováním, žárovým nástřikem nebo danou technologií povrchových úprav
- odstraňování velkých otřepů nebo kuliček od svařování
- vytvoření jednotného povrchu
- odstraňování zbytků pryže nebo plastů po odformování
- zpevňování

Mezi typy dílů, které lze tryskat, patří:

- železné a neželezné odlitky
- výkovky nebo výlisky
- ocelové plechy, pásy nebo tvarové díly
- svařence
- hliníkové, hořčíkové nebo zinkové výrobky
- plastové výrobky
- formy pro pryžové, plastové nebo skleněné výrobky

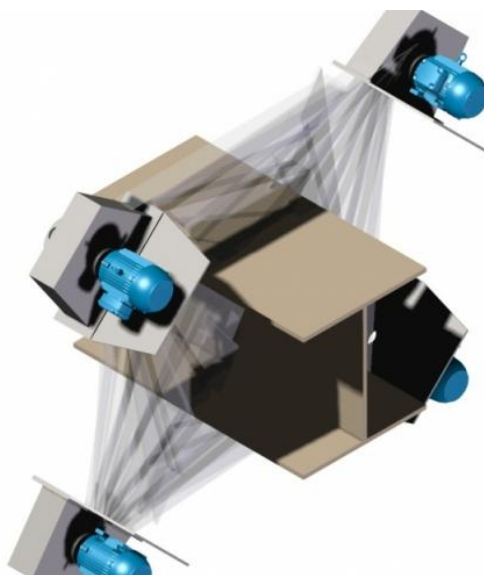
## 1.1 Mechanické tryskání (metacími koly)

Tryskání metacími koly je velmi rozšířená technologie s minimálním dopadem na životní prostředí, která nachází uplatnění především v oblastech s požadavky na maximální účinnost a rychlost při tryskání. Princip tryskání je založen na využití kinetické energie použitého abraziva vrhaného rotujícími metacími koly na povrch součásti. Hlavní dílem je zde metací kolo, které je obvykle poháněno elektromotorem. Kola vrhají brusivo odstředivou silou v určeném směru, rychlosti a množství. Abrazivní materiál vstupuje do kotouče přes koleno nebo podávací pouzdro ze skladovacího zásobníku. Oběžné kolo zajišťuje počáteční zrychlení abraziva a protlačuje jej otvorem do kontrolní objímky. Poté abrazivní částice pokračují směrem k lopatkám, kde je odstředivou silou vrženo na povrch dílu. Celý proces tryskání probíhá v uzavřené komoře vybavené zpětným odsáváním s recyklací abrazivního materiálu a může probíhat kontinuálně. Jako tryskací médium se nejčastěji využívá ocelový nebo litinový granulát a ve výjimečných případech také ocelová drť. Jako základní typy tryskacích strojů se používají tryskače komorové, průběžné, stolové, závěsné a bubnové [1,4,5,6,7,8].



Obr. 1 Metací kolo [6]

Tryskací stroje mohou používat více kol umístěných tak, že umožňují abrazivu pokrýt celý povrch tryskaného dílu. Počet používaných kol je dán tvarem a velikostí součástí, které mají být tryskány s požadovanou čistotou a drsností [6,7,8].



Obr. 2 Použití více metacích kol [6]

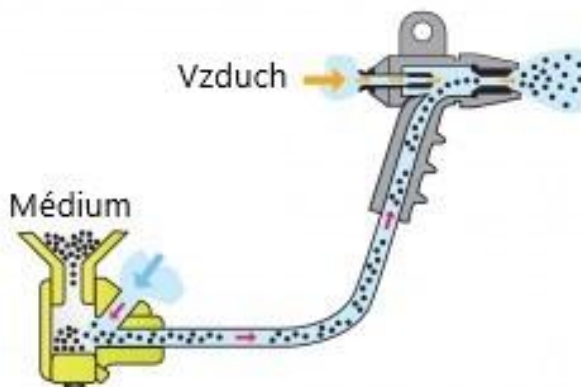
Metací kola se využívají především u součástí jednoduchých tvarů a velkých rozměrů. Výrobní proces je vysoce produktivní. Vhodný je pro velké série s použitím automatické tryskací linky. Nevýhodou jsou pořizovací náklady zařízení a opotřebování lopatek, jejichž výměna není snadná [6,7,8].

## 1.2 Pneumatické tryskání

U pneumatického tryskání se využívá kinetická energie abrazivního média, které je zrychlováno pomocí vzduchového kompresoru. Proud abraziva se usměrňuje pomocí trysky, aby došlo k vhodnému otryskání. Výhodou pneumatických zařízení je jejich mobilita. Podle způsobu přivádění abraziva a vzduchu se dělí na injektorové a tlakové [1,6,9].

### 1.2.1 Injektorové tryskání

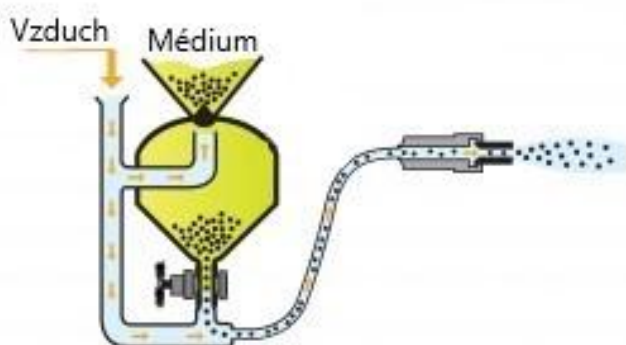
U injektorového tryskání se do tryskací pistole přivádí stlačený vzduch, který vytváří podtlak. Podtlakem je abrazivo nasáváno ze zásobníku a poté prochází hadicí až do pistole, kde se smíchá se stlačeným vzduchem a usměrněně tryskou vychází z pistole. Injektorové systémy jsou limitovány vahou abraziva, proto využívají převážně ta lehká. Výhodou je jejich pořizovací cena a univerzálnost jejich použití [1,9,10,11].



Obr. 3 Schéma injektorového tryskání pro pískovací zařízení [6]

### 1.2.2 Tlakové tryskání

U tlakového tryskání se do tlakové nádoby s abrazivem přivádí stlačený vzduch. Abrazivo je poté po projití regulačním ventilem urychlováno stlačeným vzduchem až do pistole, kde usměrněně tryskou vychází. U tlakového tryskání je možné používat těžší abrazivo. Tlakové systémy tryskání jsou mnohem produktivnější než systémy injektorové. Mají ovšem vyšší pořizovací náklady a větší požadavky na přiváděný vzduch. Mohou otryskávat všechny výrobky bez ohledu na jejich hmotnost nebo velikost [1,12].



Obr. 4 Schéma tlakového způsobu tryskání pro pískovací zařízení [6]

### 1.3 Tryskání vodním paprskem

U tryskání vodním paprskem se využívá abrazivního účinku vodního paprsku pod vysokým tlakem. Tlaky vody se pohybují obvykle v rozmezí 400 až 3000 barů. K základnímu čištění povrchů se používají tlaky do 700 barů. Při těchto tlacích zůstává většinou základní materiál bez poškození. Paprsek je vhodný k odstraňování starých barev, omítek, graffiti, ulpělých nečistot, čištění podlah a dlažeb, odstraňování žvýkaček atd. Tlaky nad 700 barů slouží odstraňování korozních produktů, defektních částí betonu a přípravě povrchů pro sanační práce, čištění potrubí, odstraňování pryžových povlaků atd. Při použití vody o teplotě převyšující 100 °C se proces nazývá parní čištění. V systémech vodního tryskání se nepoužívá abrazivo. Odpadají tak problémy spojené s jeho skladováním, transportem, recyklací a likvidací. Vysoké tlaky je možné použít při demolicích a dělení materiálů. Náklady na zařízení se odvíjejí podle používaných tlaků. Technologie tryskání vodním paprskem je časově nenáročná, ekologická a prašnost při tryskání je prakticky nulová. Prašnost v průběhu tryskání není téměř žádná [13,14,15,16,17,18].

## 1.4 Abrazivo

Materiály používané při abrazivním tryskání lze rozdělit do kategorií jako kovová drť, kovová broky, písek, sklo a další. Tvrdost, hustota, velikost a tvar jsou důležitými parametry při výběru abraziva pro konkrétní aplikaci. Výběr typu a velikosti tryskaného materiálu bude záviset na velikosti a tvaru dílů, požadované povrchové úpravě nebo operaci, která může následovat. Úspěšnost tryskání závisí především na vhodném výběru metody a abraziva. Povrchy, zejména železné, mají tendenci být po abrazivním čištění velmi aktivní a veškeré následné operace, jako je pokovování nebo lakování, by měly být provedeny co nejdříve [3,9,19,20].

### Druhy abraziv:

Ocel – je jedním z nejúčinnějších a nejpoužívanějších tryskacích materiálů. Jde o tepelně zpracovanou (nejčastěji žíhanou) vysokouhlíkovou ocel. Nejčastěji se s ním setkáme ve formě ocelové drti, granulátu nebo sekaného drátu. Ten se vyrábí ve třech různých stupních zaoblení. Toto abrazivo má vysokou odolnost, dlouhou životnost a prašnost. Používá se k zpevňování a čištění ocelových materiálů.

Korozivzdorná ocel – je slitina oceli obsahující chrom nebo chrom s niklem. Výhodou tohoto materiálu je jeho odolnost a nižší prašnost než u uhlíkové oceli. Používají se pro ně názvy chronital nebo grittal (podle chemického složení). Používá se převážně neželezné kovy.

Litina – tento materiál je vyráběn jako granulát nebo drt. Litina má vysokou tvrdost. Díky tomu se jí nezaoblují hrany, čímž se zachovává její abrazivní účinek. Slouží obvykle k čištění ocelových materiálů.

Balotina (skleněné kuličky) – používá se na dokončovací operace a předúpravy povrchů. Její výhodou je v chemické stabilitě a inertnímu chování vůči tryskaným povrchům. Balotina má velkou křehkost a rychle ztrácí svůj tvar. To mnohokrát navyšuje její spotřebu proti ostatním abrazivům. Používá se k tryskání neželezných

kovů, hliníku a povrchů korozivzdorných ocelí.

Korund ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) – má obvykle dvě různé modifikace. Jde o bílý a hnědý korund. Hnědý korund obsahuje asi 95 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (oxid hlinitý) a druhou hlavní složkou je  $\text{TiO}_2$  (oxid titaničitý). Bílý korund se vyrábí tavením  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , je čistší a nezanechává částice železného prachu na povrchu tryskaného dílu. Obě varianty mají vysokou tvrdost, proto se používají k čištění korozivzdorných ocelí, neželezných kovů a litin.

Zirblast (keramika) – používá se v případech, kde se musí zachovat dokonalá struktura povrchu a zamezit deformacím. Není vhodný pro zpevňování povrchů. Tento materiál je velmi křehký, a proto má vysokou spotřebu abraziva. Keramika se používá k tryskání neželezných kovů, hliníku a jeho slitin.

Plast – převážně se používají směsi různých typů plastů a různých tvrdostech. Tento materiál příliš neovlivňuje tryskaný povrch. Je vhodné k odstraňování organických povlaků, kde není žádoucí porušení povrchu pod povlakem.

Křemičitý písek – slouží k jemnému čištění téměř všech materiálů. Tryskání za použití písku se nazývá pískováním.

Výběr abraziva pro konkrétní aplikaci je ovlivněn typem znečištění povrchu, který má být odstraněn, velikostí a tvarem obrobku, specifikovanou povrchovou úpravou, typem a účinností tryskacího zařízení a požadovanou rychlostí výroby. Vytvoření rovnoměrně otryskaného povrchu závisí na zachování stálé pracovní směsi abraziva ve stroji po celou dobu procesu [3,19,21].



## 1.5 Trysky pro tryskání vysokotlakým vodním paprskem

Volba trysky probíhá obdobně jako u zařízení, a to podle konkrétního použití. Ať už se jedná o jednoduchou přímou trysku pro použití na konci ruční tryskací pistole, speciální trysku na čištění trubek nebo rotační trysku. Výrobci nabízejí mnoho variant podle potřeb zákazníků. Trysky jsou navrženy tak, aby ovlivňovali směr, rychlost, průtok, tlak, tvar a proudu vody. Trysky se vyrábějí ve dvou kategoriích: trysky směřující dozadu, které se používají při čištění odtoků a trubek, a trysky směřující dopředu, které se používají pro běžné čištění [22,23,24,25,26].



Obr. 5 Rotační tryska HAMMELMANN MASTERJET [22]

Trysky jsou často nejlevnější součástí procesu vodního tryskání, ale mohou dosáhnout rozdílu dvou nebo vícenásobku účinnosti nejdražší součásti, vysokotlakého čerpadla. Počáteční kvalita paprsku nové trysky závisí na konstrukci trysky a mezi jednotlivými typy se může lišit až o 60 procent. Při používání se všechny materiály trysek opotřebovávají, což má za následek zhoršení kvality paprsku a snížení výrobní rychlosti. Dalším důsledkem opotřebení trysky může být snížení tlaku čerpadla. Jak se

některé materiály trysek opotřebovávají, velikost otvoru se zvětšuje, což vyžaduje zvýšení průtoku pro udržení stejného tlaku. Při dosažení jejich maximálního výkonu pak tlak čerpadla klesá s rostoucí velikostí otvoru. Různé materiály trysek se opotřebovávají různě v závislosti na kvalitě a chemii vody, provozním tlaku a konstrukci trysky [22,23,24,25,26].

Při čištění vodním paprskem se používají tři běžné typy materiálů trysek: ocel, karbid a safír. Každý z nich má v určitých aplikacích výhody, zatímco v jiných má omezení. Kvalita vyrobeného paprsku a očekávaná životnost jsou pro průmyslové trysky vodního paprsku zásadními problémy [22,23,24,25,26].

### 1.5.1 Přímé trysky

U přímých trysek je vodní paprsek usměřován do směru tryskací pistole. Podle použité trysky může mít paprsek tvar jehlový, vějířový a kuželový. Mezi výrobci není ustálené názvosloví, proto se trysky mohou být pojmenovávány podle svého použití (standardní, trubková, demoliční) nebo podle vlastního značení výrobce. Demoliční tryska se používá ve stavebním a demoličním průmyslu. Slouží k řezání železobetonu, oceli nebo keramiky a jsou vhodná k využití přímo v terénu. Je také vhodná ke snadnému rozebírání různých nádob a ocelových či stavebních konstrukcí. Při řezání se nevytváří teplo na řezném břitu, pracují bezprašně a s nízkou hladinou vibrací [22,23,24,25,26].



Obr. 6 Jehlová tryska URACA typ N [24]



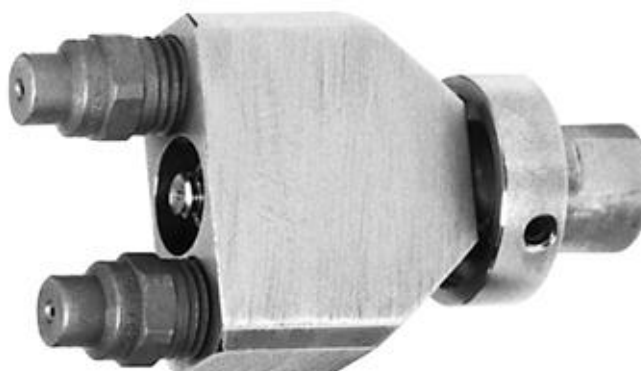
Obr. 7 Věžňřová tryska URACA typ S [24]

### 1.5.2 Rotační trysky

U rotačních trysek je charakteristický jejich rotující pohyb kolem své vlastní osy. Rotaci nejčastěji způsobuje energie vody, ale existují i varianty s alternativním pohonem. Tyto trysky jsou vhodné na čištění trubek, kde svými rotujícími tryskami zajišťují účinné čištění celého obvodu trubky. Mezi výrobci není ustálené názvosloví, proto se trysky mohou být pojmenovávány podle svého použití (standardní, trubková, demoliční) nebo podle vlastního značení výrobce. Trysky mohou být vyráběny v provedení s otvory nakloněnými pod různými úhly jako na obrázku 505550. Existují ale i provedení, kde se do rotační tryskové hlavy montují přímé trysky [22,23,24,25,26].



Obr. 8 Rotační tryska s otvory SRH40-77 – VIPER 40 [26]

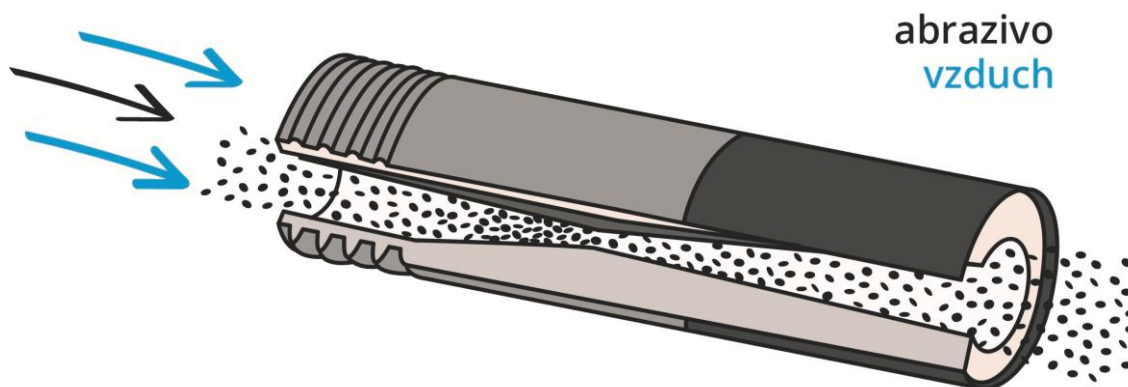


Obr. 9 Rotační tryska s přímými tryskami SRH5-77 [26]

### 1.5.3 Venturiho trysky

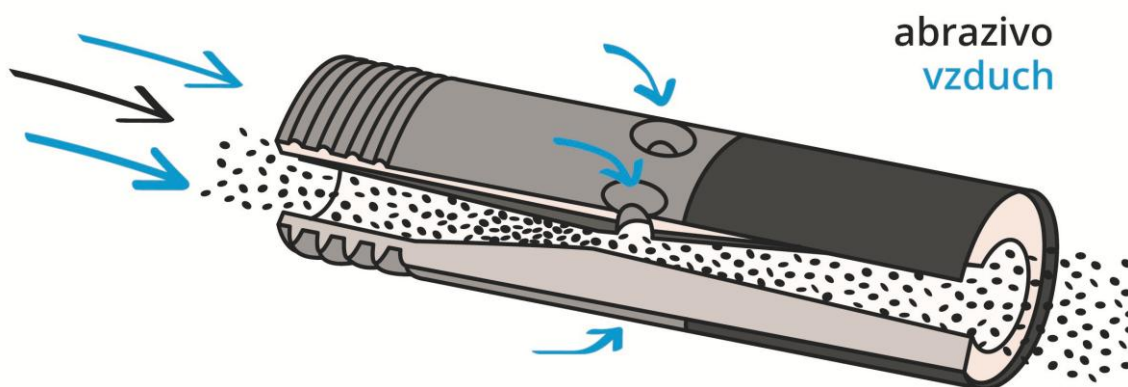
Venturiho trysky mají kónický zúžený vnitřní otvor. V porovnání s běžnými tryskami mají o 30 – 40 % vyšší produktivitu. Tím se ušetří čas a sníží spotřeba vody. Design Venturiho trysky vychází z pokusů prováděných výrobcí trysek pro pískování v polovině minulého století, kdy se zjistilo, že daleko lepšího očištění povrchu se dosáhne u trysky, kde se kanál po dosažení nejužšího místa začne rozbíhat. Venturiho tryska je modifikací trysky Lavalovy vynalezené C.G.P de Lavalem již v roce 1888. Venturiho trysky mají oproti běžným tryskám výrazně vyšší výstupní rychlosti a také dopad

abrazivních částic je soustředěn více do středového bodu. Jsou vhodné pro vysokou produktivitu tryskání při nízké spotřebě vody. Venturiho trysky jsou optimalizovány pro tlak 7 bar. Při nižších tlacích ztrácí svou produktivitu [26,27].



Obr. 10 Princip Venturiho trysky [27]

Pro tlaky na trysce mezi 3,5 až 5,5 baru lze použít tzv. Double Venturiho trysky, které mají vnitřní tvar přizpůsobený pro nízké vstupní hodnoty tlaku. Tryska je rozdělená na dvě části, kde na první část klasické Venturiho trysky navazuje druhá s ještě větším průměrem. Po obvodu jsou rozmístěny otvory pro nasávání okolního vzduchu. Tím se ještě zvyšuje jejich produktivita [26,27].



Obr. 11 Princip tzv. Double Venturiho trysky [27]

## 1.6 Hodnocení povrchu po tryskání

### 1.6.1 Stupeň zarezavění

Hodnocení stavu povrchu materiálu ve výrobním procesu z hlediska koroze probíhá vizuálně podle normy ČSN EN ISO 8501-1. Tato norma stanovuje čtyři stupně (úrovně) zarezavění a zaokujení povrchu. Definovány jsou slovním popisem vzhledu povrchu s fotografiemi[28,30].

- A - „Povrch oceli je z velké části pokryt přilnavou vrstvou okují, ale téměř bez rzi.“
- B - „Na povrchu oceli se začala tvořit rez a z povrchu se začaly odlupovat okuje.“
- C - „Povrch oceli, ze kterého odkorodovaly okuje nebo ze kterého lze oškrabat, a který vykazuje mírnou korozi prostým okem.“
- D - „Povrch oceli, ze kterého odkorodovaly okuje, a který vykazuje celkovou rovnoměrnou důlkovou korozi (*pitting*) viditelnou prostým okem.“

### 1.6.2 Stupeň otryskání

Podle normy ČSN EN ISO 8501-1 se stanovují čtyři stupně čistoty povrchu po otryskání. Stupně otryskání jsou označovány Sa. Definovány jsou slovním popisem vzhledu povrchu s fotografiemi [28,30].

- Sa 1 – *Lehké otryskání*  
„Při prohlížení bez zvětšení musí být povrch prostý viditelných olejů, mastnoty a nečistot, málo přilnavých okují, rzi, nátěrů a cizích látek.“
- Sa 2 – *Důkladné otryskání*  
„Při prohlížení bez zvětšení musí být povrch prostý viditelných olejů, mastnoty a nečistot a musí být odstraněna také většina okují, rzi, nátěrů a cizích látek. Všechny zbývající nečistoty musí být pevně přilnavé.“

- Sa 2,5 – *Velmi důkladné otryskání*  
„Při prohlížení bez zvětšení musí být povrch prostý viditelných olejů, mastnoty a nečistot, okují, rzi, nátěrů a cizích látek. Všechny zbývající stopy nečistot musí vykazovat pouze lehké zbarvení ve formě skvrn nebo pruhů.“
- Sa 3 – *Otryskání až na vizuálně čistý povrch*  
„Při prohlížení bez zvětšení musí být povrch prostý viditelných olejů, mastnoty a nečistot, okují, rzi, nátěrů a cizích látek. Povrch musí mít jednotný kovový vzhled.“

### 1.6.3 Stupeň kvality po otryskání vodním paprskem

Povrchu otryskaný vodním paprskem popisuje norma ČSN EN ISO 8501-4 a dělí se do tří stupňů. Definovány jsou slovním popisem vzhledu povrchu s fotografiemi [29,31].

- Wa 1 – *Lehké otryskání paprskem o vysokém tlaku*  
„Při prohlížení bez zvětšení musí být povrch bez viditelných stop oleje a mastnot, nepřilnavých nebo poškozených nátěrů, nepřilnavé rzi nebo ostatních cizích látek. Všechny zbytky znečištění musí být rozptýleny náhodně a musí být pevně přilnavé.“
- Wa 2 – *Důkladné otryskání paprskem o vysokém tlaku*  
„Při prohlížení bez zvětšení musí být povrch bez viditelných stop oleje, mastnoty a nečistot a většiny rzi, předchozích nátěrů a ostatních cizích látek. Všechny zbytky znečištění musí být rozptýleny náhodně a mohou obsahovat pevně přilnavé povlaky, pevně přilnavé cizí látky a stíny po dřívě se vyskytující rzi.“
- Wa 2<sup>1/2</sup> – *Velmi důkladné otryskání paprskem o vysokém tlaku*  
„Při prohlídce bez zvětšení musí být povrch bez všech viditelných stop koroze, oleje, mastnoty, nečistot, předchozích nátěrů a kromě lehkých stop, bez všech cizích látek. Pokud byl původní nátěr neporušen, může povrch

vykazovat barevné změny. Šedé nebo hnědočerné zbarvení v místech důlkové koroze nebo zkorodované oceli nelze dalším otryskáním vodou odstranit.“

- *Wa 3 – Otryskání až na vizuálně čistý povrch paprskem o vysokém tlaku*  
„Při prohlídce bez zvětšení musí být povrch bez všech viditelných stop koroze, oleje, mastnoty, nečistot, předchozích nátěrů a kromě lehkých stop, bez všech cizích látek. Povrch musí mít jednotný kovový vzhled.“

#### 1.6.4 Stupeň bleskové koroze

Podle normy ČSN EN ISO 8501-4 je také definován stupeň koroze. Jsou stanoveny tři stupně L, M a H se stanovují tři stupně čistoty povrchu po otryskání. Definovány jsou slovním popisem vzhledu povrchu s fotografiemi [29,31].

- *L – Lehký stupeň bleskové koroze*  
„Při prohlížení bez zvětšení se na povrchu vyskytuje malé množství žlutohnědé rzi a přes ni je viditelný ocelový podklad. Koroze (projevující se jako změna barvy) může být rozložena rovnoměrně nebo se může vyskytovat ve formě skvrn, ale bude pevně přilnavá a obtížně odstranitelná jemným otíráním tkaninou“
- *M – Střední stupeň bleskové koroze*  
„Při prohlížení bez zvětšení se na povrchu vyskytuje vrstva žlutohnědé rzi, která zakrývá původní ocelový povrch. Vrstva rzi může být rozložena rovnoměrně nebo se může vyskytovat ve formě skvrn, ale je dobře přilnavá a lehce ulpívá na tkanině, kterou bude povrch jemně otírán.“
- *H – Vysoký stupeň bleskové koroze*  
„Při prohlídce bez zvětšení se na povrchu vyskytuje vrstva žlutočervené/hnědé rzi, která zakrývá původní ocelový povrch a je nepřilnavá. Vrstva rzi může být rozložena rovnoměrně nebo se může vyskytovat ve formě skvrn a snadno ulpívá na tkanině, kterou bude povrch jemně otírán.“



## 2 Experimentální část

### 2.1 Příprava experimentu

#### 2.1.1 Návrh zkušebního přípravku

Cílem experimentální části práce je stanovení vlivu tloušťky štěrbin na účinnosti čištění. Jako přípravek pro simulaci štěrbin byly použity dva plechy, u kterých se nastavovala tloušťka štěrbin (velikost spáry) pomocí trubičky. Pevnost a tuhost zajišťovalo šroubové spojení. Jako nátěrový systém byla aplikována základní antikorozní rychleschnoucí barva na bázi alkydové pryskyřice v organických rozpouštědlech s přísadou zinkfosfátového pigmentu a aditiv (Rokoprim KG RK 116). Nátěr měl v čase experimentu stáří dva týdny a tloušťku vrstvy  $100\mu\text{m}$ .



Obr. 12 Přípravek pro experimentální část

### 2.1.2 Parametry experimentu

Parametry experimentu byly zvoleny: typ úpravy podkladového plechu, tloušťky štěrbin, použitý tlak tryskání a doba tryskání. Hodnoty jednotlivých parametrů jsou zapsány v tabulce 1.

Tab. 1 Parametry tryskání

Parametr	Hodnoty		
podkladový plech	bez úpravy		tryskaný pískem
tloušťka štěrbin [mm]	10	20	30
použitý tlak [bar]	1800		2400
doba tryskání [s]	30	60	120

K tryskání bylo použito mobilní tryskací zařízení pro tryskání vodou stroj Falch trail jet 125 2500-24-0-d od společnosti Bintana. Během experimentu byla k tryskání vždy jedné strany štěrbin použita demoliční tryska.



Obr. 13 Tryskací zařízení Falch [33]

Pro lepší orientaci mezi zkušebními vzorky se aplikovalo následující značení:

A-B-C-D

A=úprava podkladového plechu C-bez úpravy, T-tryskaný pískem

B=tloušťka štěrbiny 10,20,30mm

C=použitý tlak tryskání 1800, 2400bar

D=doba tryskání 30,60,120 s

Ukázka značení:C-10-1800-30= podkladový plech bez úpravy ve štěrbině o šířce 10 mm tryskaný tlakem 1800 barů po dobu 30 sekund

### 2.1.3 Postup a metodika měření

Před nanesením nátěrového systému byly zjištěny průměrné hodnoty drsností podkladových plechů. Tyto hodnoty jsou zapsány v tabulce 2.

Tab. 2 Zjištěné průměrné hodnoty Ra, Rz a Rq před nanesením nátěrového systému

<b>Drsnosti podkladových plechů</b>	
	<b>podkladový plech bez úpravy (C)</b>
	<b>v obou směrech [<math>\mu\text{m}</math>]</b>
<b>Průměrná hodnota Ra</b>	0,462
<b>Průměrná hodnota Rz</b>	2,451
<b>Průměrná hodnota Rq</b>	0,462

	<b>podkladový plech tryskaný pískem (T)</b>
	<b>v obou směrech [<math>\mu\text{m}</math>]</b>
<b>Průměrná hodnota Ra</b>	5,437
<b>Průměrná hodnota Rz</b>	33,829
<b>Průměrná hodnota Rq</b>	7,621

Tryskání vysokotlakým vodním paprskem bylo vyhodnocováno podle parametrů:

- účinnost tryskání
- plošné vyčištění
- drsnosti Ra, Rz, Rq

Hodnoty drsností byly naměřeny přenosným přístrojem na měření drsnosti povrchu Mitutoyo SJ-210.



Obr. 14 Mitutoyo SJ-210 [34]

## 2.2 Vyhodnocení experimentu


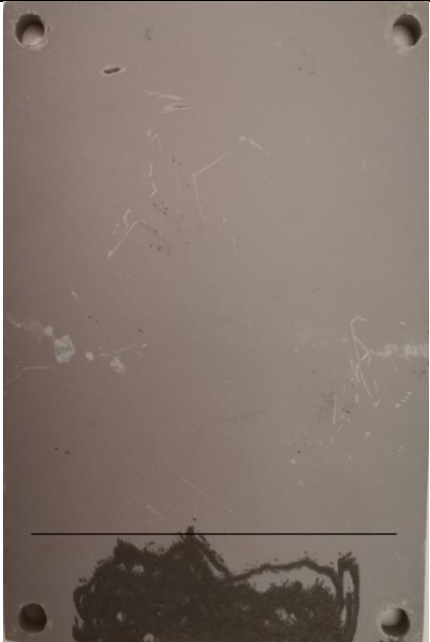
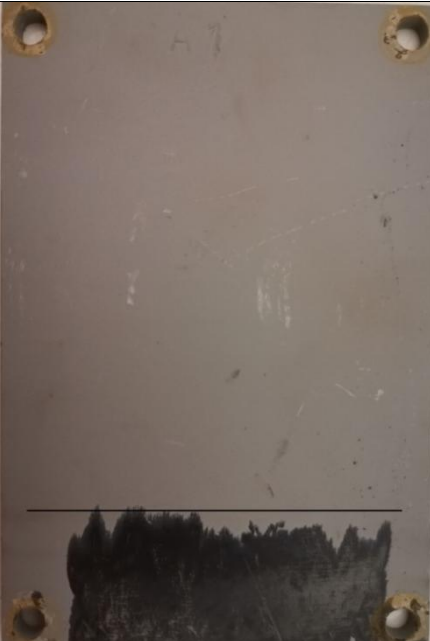
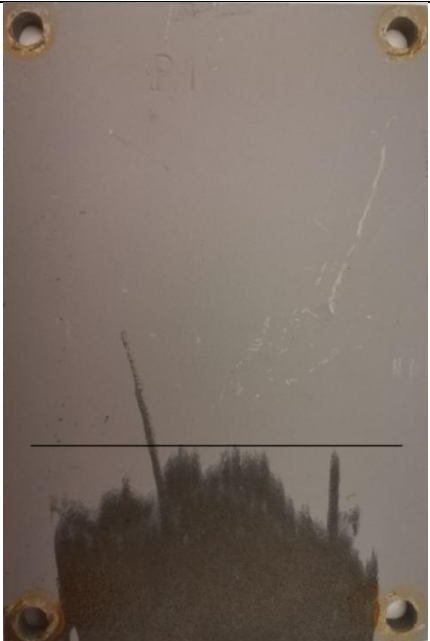
Zjištěné hodnoty byly zaznamenány do tabulky 3 a přílohy č. 1.

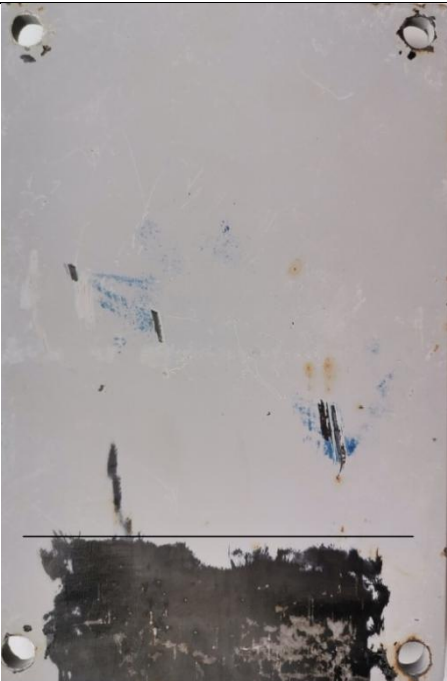
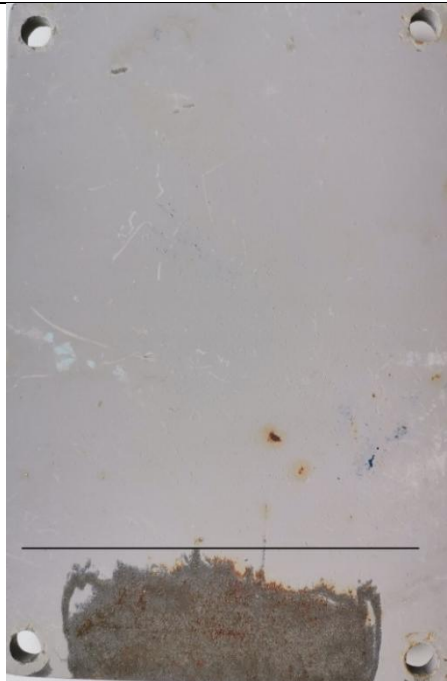


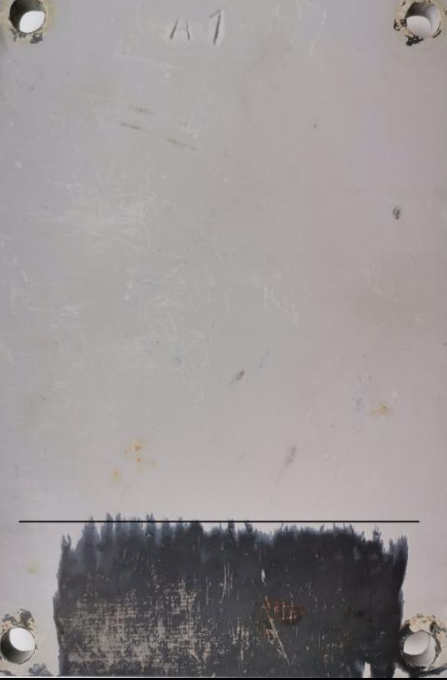
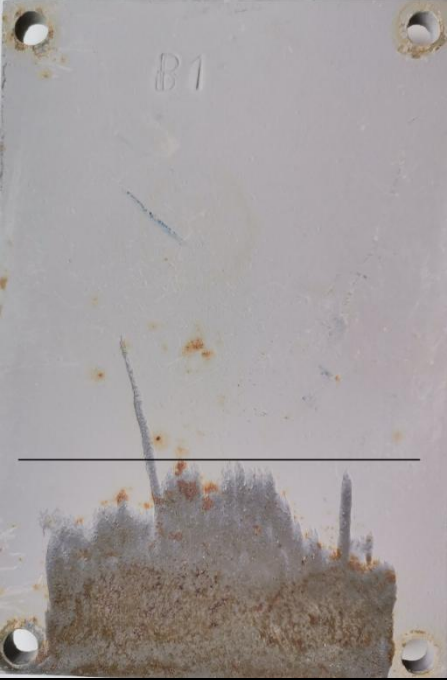
Obr. 15 Ukázka experimentu



### 2.2.1 Zjištěné účinnosti tryskání a plošné vyčištění


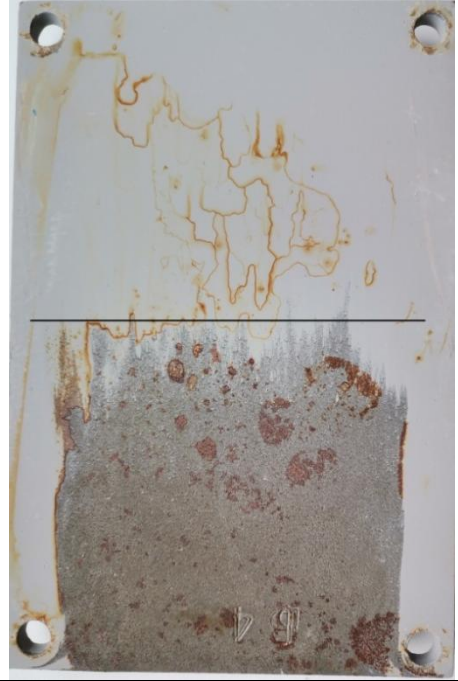
Tab. 3 Výsledky tryskání vysokotlakým vodním paprskem

<b>Tryskání pomocí tlakové vody – Účinnost tryskání a plošné vyčištění</b>	
<b>C-10-1800-30</b>	<b>T-10-1800-30</b>
	
<b>Účinnost tryskání: 20 % (30 mm)</b> <b>Plošné vyčištění: 90 %</b>	<b>Účinnost tryskání: 17 % (25 mm)</b> <b>Plošné vyčištění: 60 %</b>
<b>C-10-2400-30</b>	<b>T-10-2400-30</b>
	
<b>Účinnost tryskání: 23 % (35 mm)</b> <b>Plošné vyčištění: 90 %</b>	<b>Účinnost tryskání: 33 % (50 mm)</b> <b>Plošné vyčištění: 70 %</b>

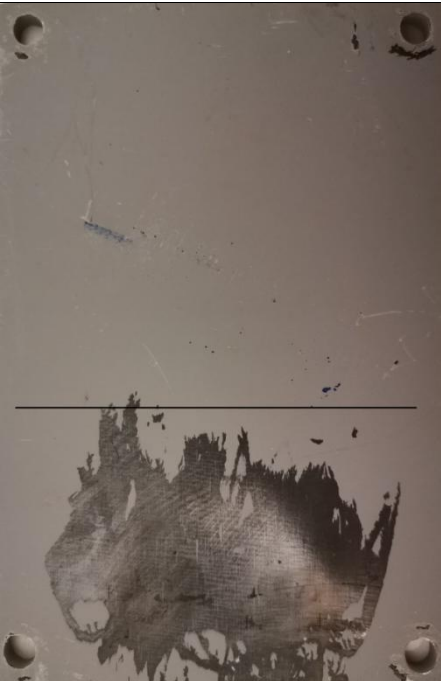

C-10-1800-60	T-10-1800-60
	
<p><b>Účinnost tryskání: 23 % (35 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 95 %</b></p>	<p><b>Účinnost tryskání: 20 % (30 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 80 %</b></p>



C-10-2400-60	T-10-2400-60
	
<p><b>Účinnost tryskání: 27 % (40 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 100 %</b></p>	<p><b>Účinnost tryskání: 33 % (50 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 60 %</b></p>


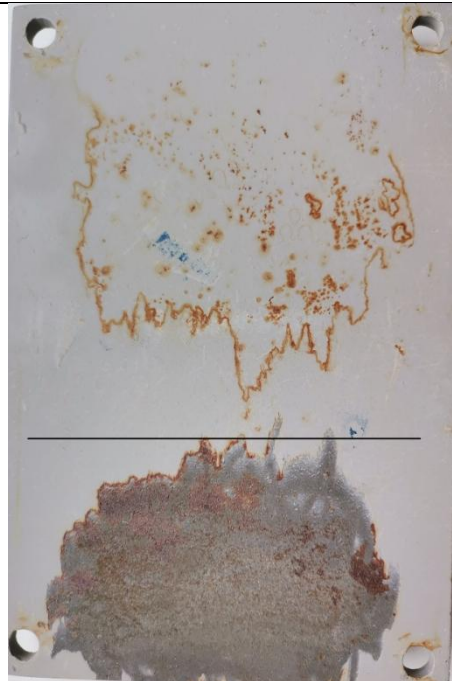
C-10-1800-120	T-10-1800-120
	
<p><b>Účinnost tryskání: 27 % (40 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 100 %</b></p>	<p><b>Účinnost tryskání: 23 % (35 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 90 %</b></p>

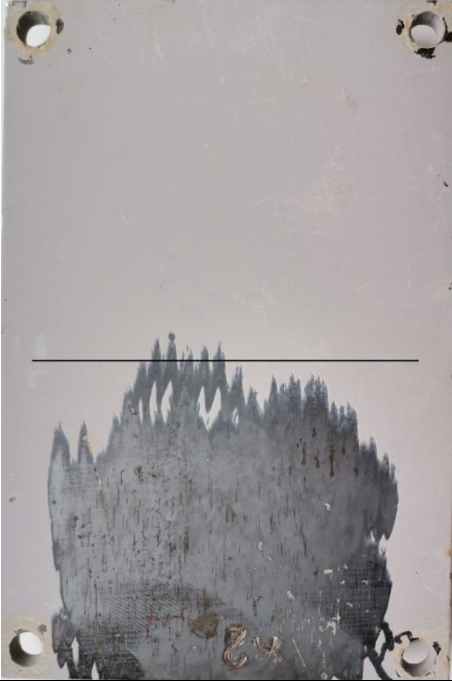

C-10-2400-120	T-10-2400-120
	
<p><b>Účinnost tryskání: 47 % (70 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 90 %</b></p>	<p><b>Účinnost tryskání: 53 % (80 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 80 %</b></p>






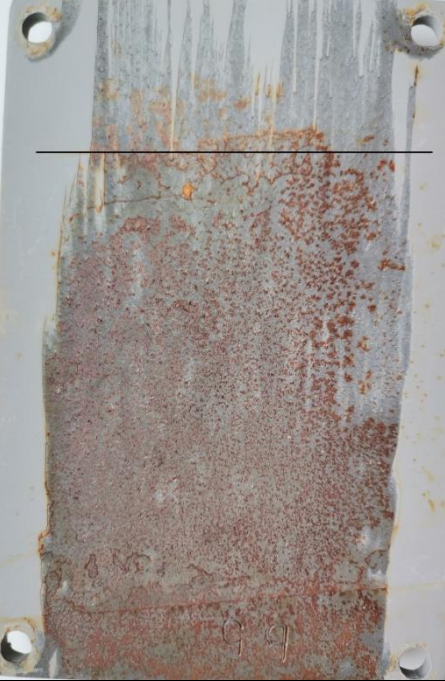
C-20-1800-30	T-20-1800-30
	
<p><b>Účinnost tryskání: 40 % (60 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 60 %</b></p>	<p><b>Účinnost tryskání: 37 % (55 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 75 %</b></p>

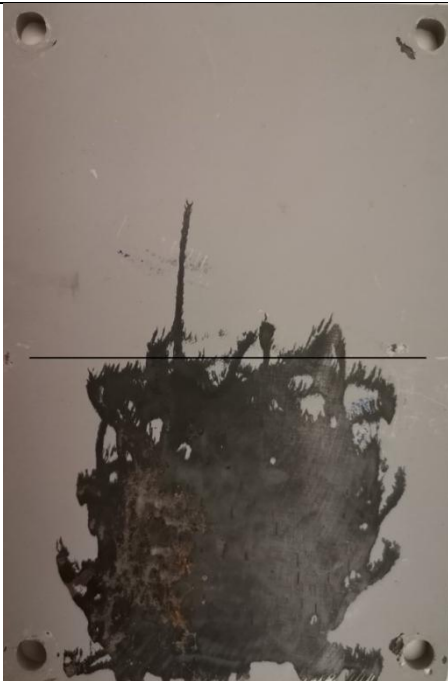
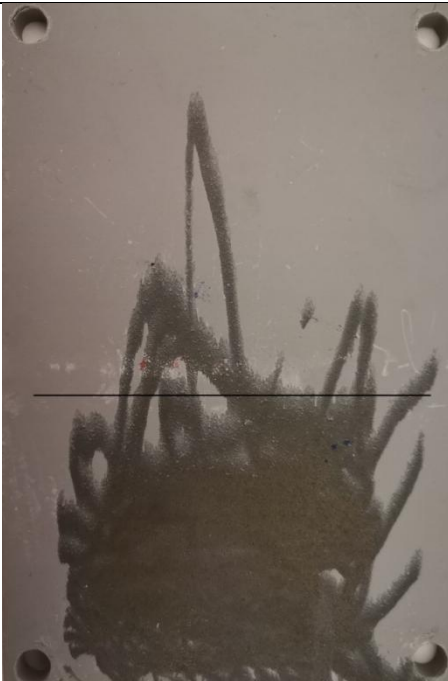
C-20-2400-30	T-20-2400-30
	
<p><b>Účinnost tryskání: 37 % (55 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 95 %</b></p>	<p><b>Účinnost tryskání: 30 % (45 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 80 %</b></p>


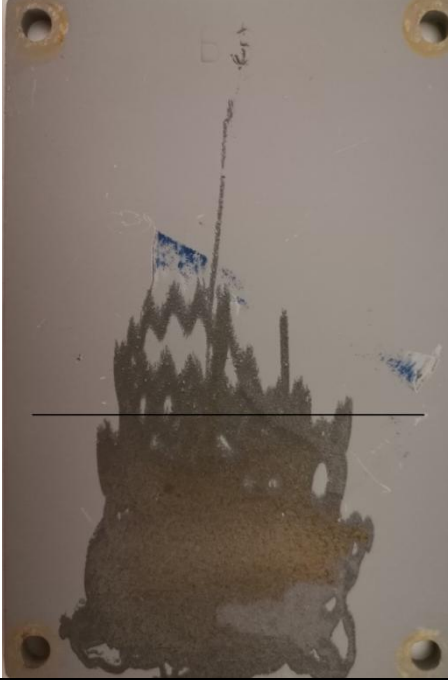
C-20-1800-60	T-20-1800-60
	
<p><b>Účinnost tryskání: 40 % (60 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 75 %</b></p>	<p><b>Účinnost tryskání: 37 % (55 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 70 %</b></p>

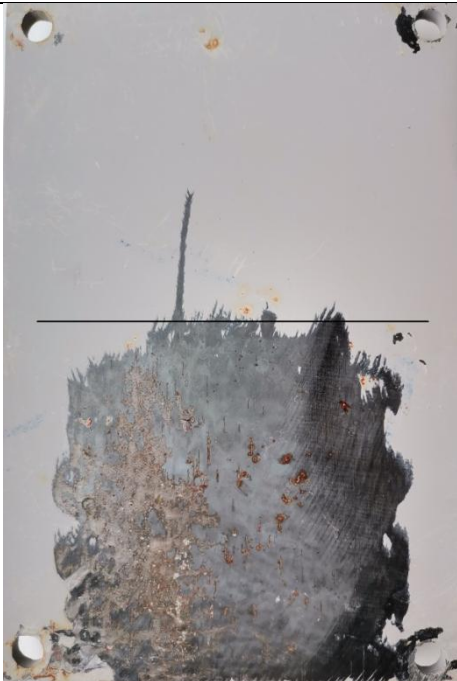
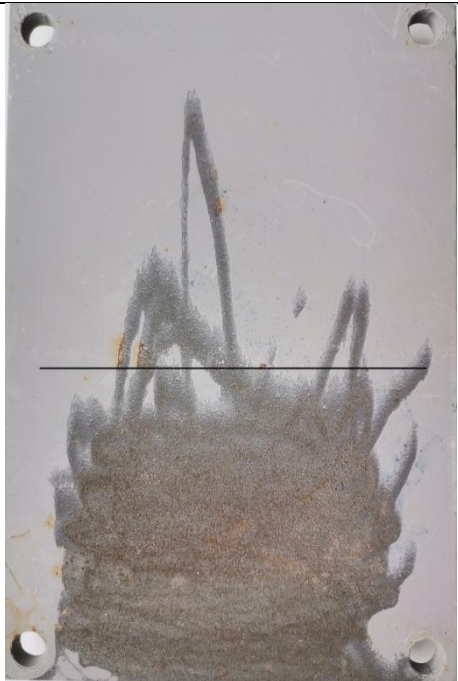
C-20-2400-60	T-20-2400-60
	
<p><b>Účinnost tryskání: 47 % (70 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 75 %</b></p>	<p><b>Účinnost tryskání: 37 % (55 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 90 %</b></p>

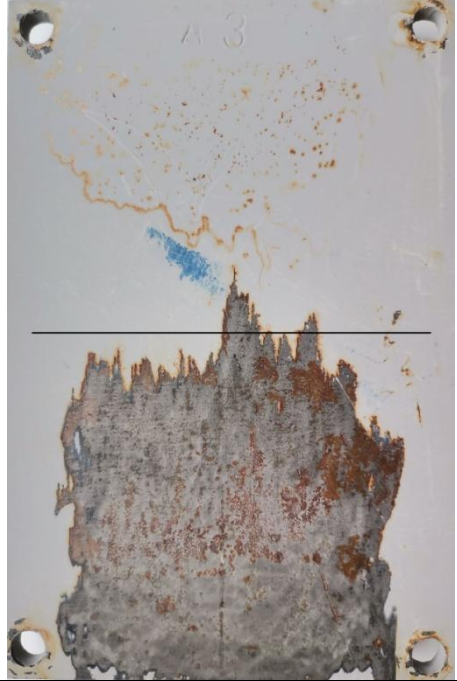
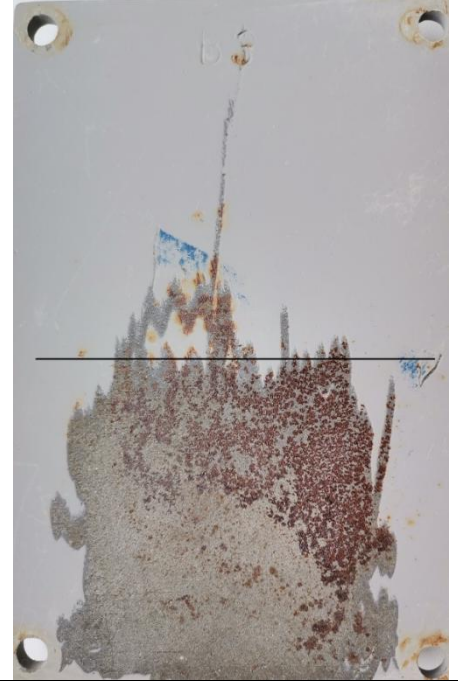
C-20-1800-120	T-20-1800-120
	
<p><b>Účinnost tryskání: 60 % (90 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 90 %</b></p>	<p><b>Účinnost tryskání: 60 % (90 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 85 %</b></p>



C-20-2400-120	T-20-2400-120
	
<p><b>Účinnost tryskání: 90 % (135 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 75 %</b></p>	<p><b>Účinnost tryskání: 80 % (120 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 80 %</b></p>



C-30-1800-30	T-30-1800-30
	
<p><b>Účinnost tryskání: 47 % (70 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 80 %</b></p>	<p><b>Účinnost tryskání: 43 % (65 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 85 %</b></p>

C-30-2400-30	T-30-2400-30
	
<p><b>Účinnost tryskání: 47 % (70 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 75 %</b></p>	<p><b>Účinnost tryskání: 43 % (65 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 80 %</b></p>

C-30-1800-60	T-30-1800-60
	
<p><b>Účinnost tryskání: 50 % (75 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 80 %</b></p>	<p><b>Účinnost tryskání: 47 % (70 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 80 %</b></p>

C-30-2400-60	T-30-2400-60
	
<p><b>Účinnost tryskání: 50 % (75 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 85 %</b></p>	<p><b>Účinnost tryskání: 47 % (70 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 85 %</b></p>

C-30-1800-120	T-30-1800-120
	
<p><b>Účinnost tryskání: 100 % (150 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 100 %</b></p>	<p><b>Účinnost tryskání: 77 % (115 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 85 %</b></p>

C-30-2400-120	T-30-2400-120
	
<p><b>Účinnost tryskání: 100 % (150 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 100 %</b></p>	<p><b>Účinnost tryskání: 100 % (150 mm)</b>  <b>Plošné vyčištění: 95 %</b></p>

### **2.2.2 Diskuze dosažených výsledků**

Vysokotlaký vodní paprsek dokázal otryskat štěrbinu v celé délce (150 mm) pouze ve třech případech. Podařilo se to u největší tloušťky štěrbin (30 mm) a nejdelším době tryskání (120 s) při obou tlacích u podkladového plechu bez povrchové úpravy a s vyšším tlakem u tryskaného pískem. Krátce po skončení experimentu se již začala na povrchu některých vzorků objevovat koroze, která byla pravděpodobně způsobena nedostatečným osušením, jak je patrné v tabulce.

### 2.2.3 Naměřené drsnosti povrchu

Pro lepší orientaci v tabulce je zde připomenutí značení zkušebních vzorků:

A-B-C-D

A=úprava podkladového plechu C-bez úpravy, T-tryskaný pískem

B=tloušťka štěrbin 10,20,30 mm

C=použitý tlak tryskání 1800/2400bar

D=doba tryskání 30,60,120 s

Ukázka značení: C-10-1800-30 = podkladový plech bez úpravy ve štěrbině o šířce 10 mm tryskaný tlakem 1800 barů po dobu 30 sekund



Tab. 4 Zjištěné průměrné hodnoty Ra, Rz, Rq, účinnosti a plošného vyčištění vzorků

vzorek	ve směru tryskání [μm]			kolmo na směr tryskání [μm]			účinnost [%]	plocha [%]
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq		
C-10-1800-30	0,427	2,873	0,551	0,525	3,105	0,662	20	90
T-10-1800-30	7,872	44,723	10,020	7,919	45,607	9,937	17	60
C-10-2400-30	1,192	7,437	1,533	1,331	8,341	1,772	23	90
T-10-2400-30	7,077	41,686	8,923	7,640	45,968	9,778	33	70
C-10-1800-60	0,736	4,946	0,967	0,805	4,950	1,067	23	95
T-10-1800-60	8,534	49,587	10,683	8,596	48,905	10,574	20	80
C-10-2400-60	1,561	9,143	2,163	1,669	9,399	2,387	27	<b>100</b>
T-10-2400-60	7,659	45,512	9,673	7,616	45,762	9,731	33	60
C-10-1800-120	1,646	12,144	2,216	1,601	11,723	2,139	27	<b>100</b>
T-10-1800-120	7,394	45,343	9,407	7,573	44,912	9,568	23	90
C-10-2400-120	1,376	9,724	1,799	1,482	9,751	1,923	47	90
T-10-2400-120	6,954	42,039	8,889	6,872	41,545	8,760	53	80
C-20-1800-30	0,363	2,442	1,258	0,446	2,639	0,563	40	60
T-20-1800-30	6,691	38,015	8,517	6,731	38,766	8,446	37	75
C-20-2400-30	1,013	6,322	1,303	1,131	7,090	1,506	37	95
T-20-2400-30	6,016	35,433	7,585	6,494	39,073	8,311	30	80
C-20-1800-60	0,383	2,719	0,507	0,654	3,932	0,841	40	75
T-20-1800-60	7,817	46,098	9,880	8,058	47,226	10,166	37	70
C-20-2400-60	0,624	4,041	0,812	0,979	6,582	1,336	47	75
T-20-2400-60	7,122	43,644	9,146	7,207	43,753	9,110	37	90
C-20-1800-120	1,190	7,230	1,490	1,096	6,515	1,378	60	90
T-20-1800-120	6,199	37,297	7,905	5,755	35,432	7,349	60	85
C-20-2400-120	0,878	4,977	1,105	0,918	5,827	1,203	90	75
T-20-2400-120	5,880	36,725	7,578	5,741	34,394	7,327	80	80
C-30-1800-30	0,512	3,447	0,661	0,630	3,726	0,794	47	80
T-30-1800-30	9,447	53,668	12,024	9,503	54,728	11,924	43	85
C-30-2400-30	1,431	8,925	1,840	1,597	10,009	2,126	47	75
T-30-2400-30	8,493	50,024	10,708	9,167	55,162	11,734	43	80
C-30-1800-60	1,064	7,060	1,391	1,192	7,461	1,559	50	80
T-30-1800-60	8,549	48,850	10,717	8,095	45,959	10,150	47	80
C-30-2400-60	1,786	12,065	2,308	1,760	12,271	2,302	50	85
T-30-2400-60	6,576	40,566	8,455	6,155	38,173	7,944	47	85
C-30-1800-120	1,592	9,210	2,002	1,758	9,572	2,181	<b>100</b>	<b>100</b>
T-30-1800-120	7,795	46,163	9,958	7,098	42,067	8,960	77	85
C-30-2400-120	0,531	3,321	0,675	0,538	3,365	0,705	<b>100</b>	<b>100</b>
T-30-2400-120	6,776	42,617	8,760	7,369	44,002	9,377	<b>100</b>	95

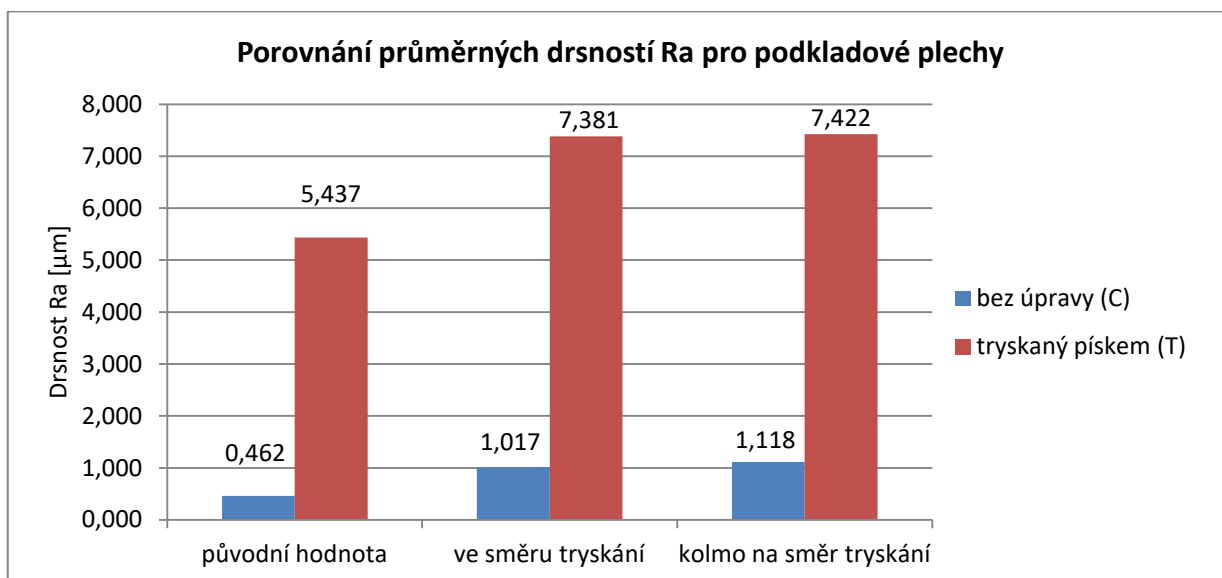
Během experimentu se zjistilo, že použitou demoliční tryskou není možné tryskat obě strany štěrbinou současně, a proto musela být každá stěna štěrbinou tryskána samostatně.

V následující tabulce jsou zaneseny průměrné hodnoty drsností pro jednotlivé úpravy podkladových plechů.

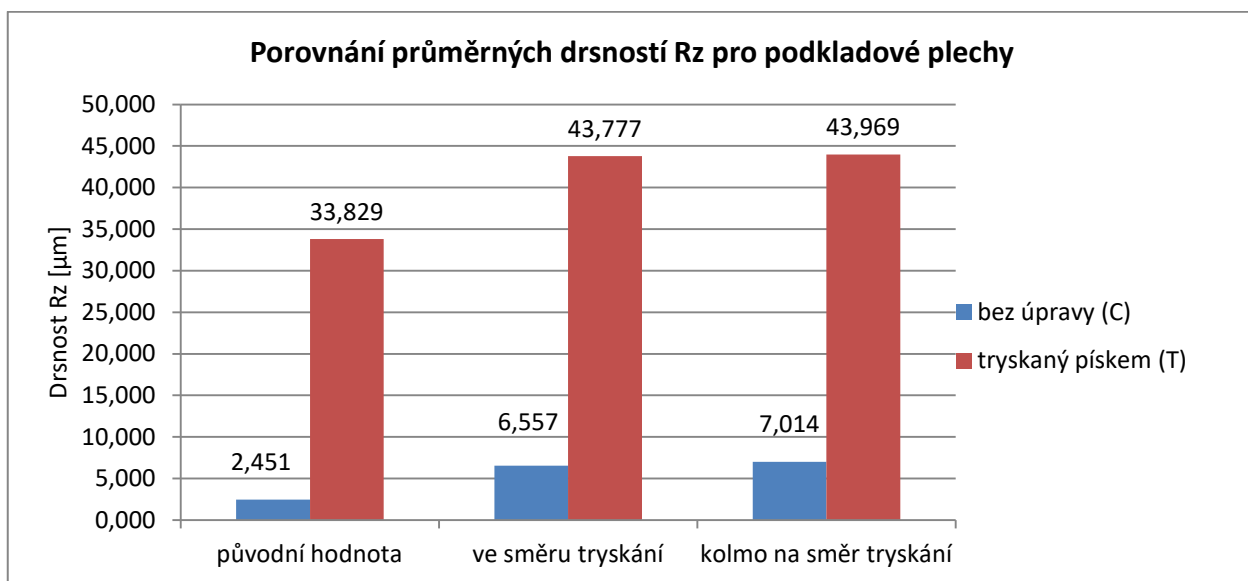
Tab. 5 Zjištěné průměrné hodnoty Ra, Rz a Rq pro tryskání vysokotlakým vodním paprskem

Tryskání vysokotlakým vodním paprskem		
	podkladový plech bez úpravy (C)	
	ve směru tryskání [μm]	kolmo na směr tryskání [μm]
<b>Průměrná hodnota Ra</b>	1,017	1,118
<b>Průměrná hodnota Rz</b>	6,557	7,014
<b>Průměrná hodnota Rq</b>	1,366	1,469

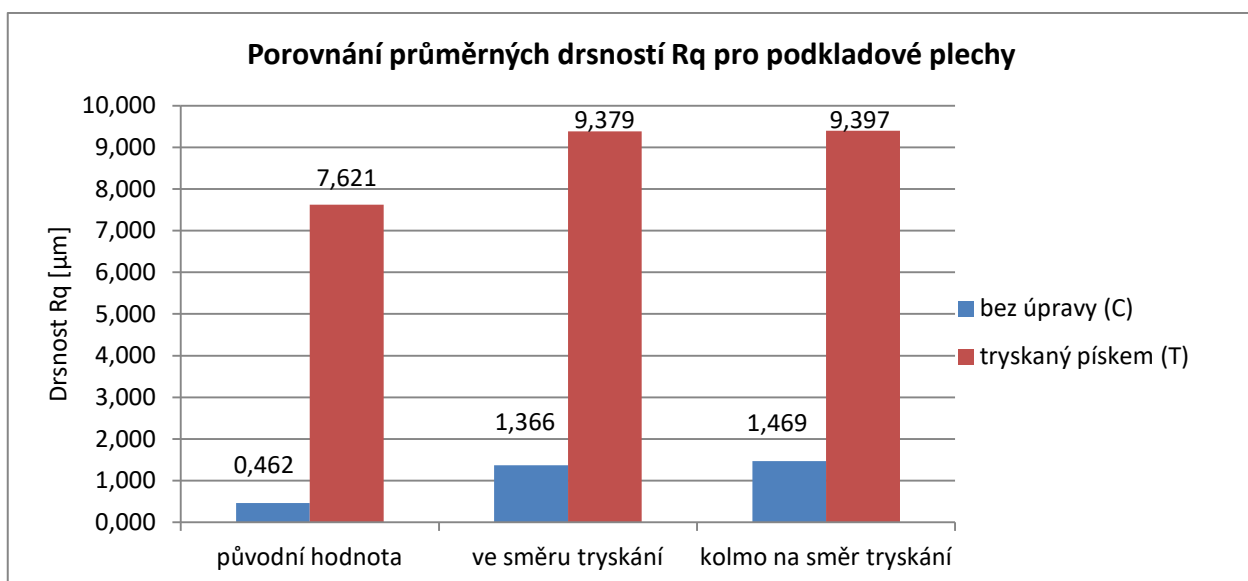
	podkladový plech tryskaný pískem (T)	
	ve směru tryskání [μm]	kolmo na směr tryskání [μm]
<b>Průměrná hodnota Ra</b>	7,381	7,422
<b>Průměrná hodnota Rz</b>	43,777	43,969
<b>Průměrná hodnota Rq</b>	9,379	9,397



Graf 1 Porovnání průměrných drsností Ra pro podkladové plechy



Graf 2 Porovnání průměrných drsností Rz pro podkladové plechy



Graf 3 Porovnání průměrných drsností Rq pro podkladové plechy

Na grafech 1,2,3 je znázorněno porovnání průměrných drsností Ra, Rz a Rq pro různé úpravy podkladového plechu včetně původních hodnot před nanesením protikorozní ochrany (PKO). Oproti původním hodnotám drsností došlo u všech vzorků k jejich zvýšení. Pro následné aplikování PKO jsou vhodné hodnoty Ra = 6–8 µm a hodnoty Rz = 24–48 µm. U podkladového plechu bez úprav i přesto zůstávají drsnosti na nízké hodnotě. To mělo vliv na snadnější odstranění nátěru z povrchu.

## 2.3 Technicko-ekonomické zhodnocení

V této části práce je provedeno technicko-ekonomické hodnocení tryskání vysokotlakým vodním paprskem z pohledu spotřeby vody. Zařízení pro tryskání vysokotlakým vodním paprskem mělo spotřebu vody  $20 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ . V roce 2021, kdy experiment probíhal, byla cena vodného v Praze  $54,77 \text{ Kč}\cdot\text{m}^{-3}$ . Z toho plyne cena tryskání vodou v této lokalitě  $1,095 \text{ Kč}\cdot\text{min}^{-1}$ . V tabulce jsou porovnány ceny tryskání pro jednotlivé časy a celý experiment.

Tab. 6 Technicko-ekonomické zhodnocení doby tryskání

<b>Cena tryskání vysokotlakým vodním paprskem [Kč]</b>		
<b>doba tryskání [s]</b>	<b>1 vzorek</b>	<b>2 vzorky (celá štěrbin)</b>
30	0,55	1,10
60	1,10	2,19
120	2,19	4,38
<b>celý experiment 1260 (21 min)</b>	<b>23</b>	

Cena experimentu je nízká. V případě sjednocení všech vzorků  $150 \times 100 \text{ mm}$  do jedné štěrbin o hloubce  $150 \text{ mm}$  ovšem bude její délka jen  $0,9 \text{ m}$ . Mobilní tryskání takto malé štěrbin by v reálu asi nikdy neproběhlo. Z nákladů na tryskání vysokotlakým vodním paprskem bude cena vody menší položkou než náklady na práci a zařízení. Běžně by společnost nabídla kompletní cenu tryskání. Do ní by spadalo i ošetření povrchu po tryskání z důvodu zamezení bleskové koroze. V případě nedosažení požadovaných drsností povrchu pro PKO by muselo být tryskání zopakováno, což by se také promítlo do ceny, popřípadě doplněno o další technologii úpravy povrchu. Pro ušetření nákladů by se dala použít tryska schopná tryskat obě strany štěrbinou současně. To ovšem jen za podmínky, že by to bylo technicky možné.

V tabulce 8 je porovnání ceny tryskání vodním paprskem s dalšími technologiemi tryskání. Ceny jsou porovnávány podle spotřebovaného média za dobu  $40 \text{ s}$ .

Tab. 7 Porovnání cen s dalšími technologiemi [35]

<b>Technologie</b>	<b>Cena za 40 s tryskání</b>
tryskání ocelovou drtí GL 25	58,50 Kč
tryskání křemičitým pískem ST 06/12 PA50	14,61 Kč
tryskání vysokotlakým vodním paprskem	5,11 Kč

Ve srovnání s běžně používaným předúpravami povrchu je tryskání vodním paprskem časově nenáročné. Prašnost v průběhu tryskání není téměř žádná. Při porovnávání technologií je potřeba zohlednit také ekologii celého procesu. V rámci vlivu na životní prostředí je technologie vodního paprsku velmi šetrná. Odpadem jsou zde pouze zbytky starých nátěrů. Pro lepší kvalitu ocelového povrchu k následné aplikaci nátěrového systému lze použít kombinaci tryskání vodou s následným tryskáním ocelovou drtí nebo křemičitým pískem.

### 3 Diskuze výsledků

Ze zjištěných dat vyplývá, že největších hloubek tryskání docházelo u vzorků použitých největších štěrbin a při nejdelších časech. Účinnost byla vždy vyšší právě u neupravovaných podkladových plechů. K otryskání v celé délce 150 mm a stoprocentní účinnosti došlo jen u štěrbin o šířce 30mm u neupravovaných podkladových plechů při obou tlacích. K tomuto výsledku byl blízko i vzorek tryskaný větším tlakem, ale u něho nebylo dosaženo plné účinnosti. K plné účinnosti došlo také u nejmenší štěrbin, ale při malých hloubkách tryskání.

Drsnosti dosahované u podkladového plechu bez úpravy byly násobně nižší než u tryskaného pískem. Směr tryskání tyto parametry ovlivnil jen minimálně. Obvykle byl naměřen ve směru tryskání menší v řádech desetin  $\mu\text{m}$ . U použitých variant se však lišil vliv tlaků. U pískovaných plechů se za vyššího tlaku dosáhlo nižších drsností a naopak u čistých měli větší drsnosti po větším tlaku. K výjimce došlo u největší štěrbin, času i tlaku. Zde není jisté, zda došlo k nižší drsnosti vlivem kompletního otryskání před limitem. V případě dalšího experimentu by bylo nutné přerušit experiment a udělat průběžné měření.

Během experimentu bylo dosahováno vysoké účinnosti tryskání. To mohlo mít za následek otryskání kratších vzdáleností. Právě na tuto kombinaci parametrů má obrovský vliv zkušenost obsluhy. Nezkoušená obsluha může prodloužit dobu tryskání a způsobit nedostatečné očištění, tím snížit účinnost následné protikorozi ochrany.

## 4 Závěr

Mechanické tryskání se používá jako předúprava povrchu pro následné nanášení protikorozi ochrany. Problém nastává u stávajících ocelových konstrukcí a jejich těžko dostupných míst. Zde je nutné použít mobilní tryskací zařízení.

Hlavním účelem této diplomové práce bylo nalezení vhodných parametrů tryskání vysokotlakým vodním paprskem do těžko dostupných míst ocelových konstrukcí (štěrbín). Pro každé tryskání byly měněny jeho parametry. V průběhu experimentu se měnily velikosti štěrbin 10, 20 a 30 mm. Použil se vzorek s naneseným protikorozi nátěrem na podkladový plech bez úpravy nebo otryskaný pískem. Pro tlaky byly vybrány hodnoty 1 800 a 2 400 barů, kdy vyšší tlak byl pro použité zařízení maximální možný. Jako doby tryskání byly aplikovány časy 30, 60 a 120 s.

Ze závěru experimentu je patrné, že pro hloubku a plošné vyčištění bylo nejlepší použít štěrbinu o tloušťce 30 mm. Tato informace lze použít jen u navrhování ocelových konstrukcí, pro stávající konstrukce již se tento rozměr nedá měnit. Nejdůležitějším parametrem pro vliv na drsnost byla volba povrchové úpravy podkladového plechu před nanášením protikorozi nátěru, který byl následně v průběhu experimentu odstraňován. U plechů bez předchozí úpravy byly zjištěny průměrné drsnosti ve směru tryskání  $R_a = 1,017 \mu\text{m}$ ,  $R_z = 6,557 \mu\text{m}$  a  $R_q = 1,366 \mu\text{m}$  a u plechů otryskaných pískem drsnosti ve směru tryskání  $R_a = 7,381 \mu\text{m}$ ,  $R_z = 43,777 \mu\text{m}$  a  $R_q = 9,379 \mu\text{m}$ . Hodnoty drsností ve směru a kolmo k tryskání se lišily jen minimálně. Pro správné použití protikorozi ochrany bylo vhodné dosáhnout hodnot  $R_a = 6\text{--}8 \mu\text{m}$  a hodnot  $R_z = 24\text{--}48 \mu\text{m}$ . Z toho vyplývá, že použití podkladového plechu z daného materiálu bez úpravy není vhodné.

U technicko-ekonomického zhodnocení se porovnávala cena pro použité doby tryskání jedním směrem u jedné strany štěrbin a celé štěrbin. Jako hlavní parametr pro zjišťování ceny bylo použito množství spotřebované vody, které bylo možné z experimentu zjistit.

Nejvhodnější variantou pro následné aplikování protikorozi ochrany byl vzorek s původním plechem otryskaným pískem ve štěrbině 30 mm a tlaku 2 400 barů. Doba tryskání by musela být delší než 120 s, aby došlo ke kompletnímu očištění povrchu. V

případě technických možností je možné tryskat z obou stran štěrbiny, tím by se snížila potřebná účinnost tryskání na přibližně polovinu. Toto řešení by u experimentu bylo možné, ale neplatí to u všech aplikací.



## 5 Použitá literatura

- [1] *ASM handbook*. 10th editon. Materials Park, Ohio: ASM International, [1990]-[2016]. ISBN 978-0-87170-384-2.
- [2] WAGNER, Lothar. *Shot peening*. [Cambridge]: Wiley-VCH, c2003. ISBN 3527305378.
- [3] PÍSKOVAČKA.CZ. *Piskovacka*. [online]. [cit. 2021-08-26]. Dostupné z: <https://www.piskovacka.cz/>
- [4] WEIL, Gary F. The application of airless wheel blasting systems. *Metal Finishing*. 2010, vol. 108, no. 11, s. 14-22. ISSN 0026-0576.
- [5] KONRAD RUMP OBERFLÄCHENTECHNIK GMBH & CO. KG+ 49 5258 508112 HEINZ. NEISE@ RUMP. DE HTTP://WWW. RUMP. DE. Cost-Effective Blasting Wheels Improve Efficiency: Performance Enhancement for Blasting Machines. *IST International Surface Technology*, 2015, 8: 52-53.
- [6] TRYTECH.CZ. *TRYTECH*. [online]. [cit. 2021-08-26]. Dostupné z: <https://www.trytech.cz/>
- [7] CyM Materiales S.A.. CyM Materiales S.A. [online]. [cit. 2022-01-10] Dostupné z: <https://cym.com.ar/#>
- [8] Airblast - Surface Treatment Solutions. [online]. [cit. 2022-01-10] Dostupné z: <https://www.airblast.com/home/>
- [9] SPOLMONT.CZ. *SPOLMONT*. [online]. [cit. 2021-08-26]. Dostupné z: <https://www.spolmont.cz/>
- [10] MAT, Mohamad Nur Hidayat, et al. Effect of impact force for dual-hose dry blasting nozzle geometry for various pressure and distance: an experimental work. *The European Physical Journal Plus*, 2020, 135.2: 1-11.
- [11] DENG, Jianxin, et al. Wear of ceramic nozzles by dry sand blasting. *Tribology*
- [12] MOMBER, Andreas. *Blast Cleaning Technology* .1. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2008. ISBN 3540736441;9783540736448;
- [13] WETBLASTINNG.COM..*WETBLASTING*. [online]. [cit. 2021-08-26]. Dostupné z: <https://www.wetblasting.com/>

- [14] HADLEY, J. F. Ultra high-pressure system. *The Technology Teacher*. 1998, vol. 58, no. 4, s. 21. ISSN 0746-3537.
- [15] BELL, Joshua a Casey MCCARTNEY. WET ABRASIVE BLASTING: THE FUTURE OF SURFACE PREPARATION AND THE EFFECTS IT HAS ON STEEL. *Journal of Protective Coatings & Linings*. 2020, vol. 37, no. 3, s. 26-29. ISSN 8755-1985
- [16] Wet blast machine improves bonding of composite parts, *Reinforced Plastics*, Volume 48, Issue 4, 2004, Page 21, ISSN 0034-3617
- [17] ASHWORTH, Ryan a Craig JOHNSON. The benefits of wet blasting. *Aluminium International Today*. 2012, vol. 24, no. 6, s. 33. ISSN 1475-455X.
- [18] HOUGH, Duane T. THE DIFFERENCE BETWEEN WATERJETTING AND WET ABRASIVE BLASTING. *Journal of Protective Coatings & Linings*. 2016, vol. 33, no. 9, s. 34. ISSN 8755-1985.
- [19] PKIT PRAHA s.r.o. *PKIT* [online]. ©2003-2013 [cit. 2021-08-26]. Dostupné z: <https://www.pkit.cz/>
- [20] ZULKARNAIN, Iskandar et al. Sustainability-Based Characteristics of Abrasives in Blasting Industry. *Sustainability (Basel, Switzerland)*. 2021, vol. 13, no. 15, s. 8130. ISSN 2071-1050.
- [21] KRAMPEHAREX.COM. *KrampeHarex*. [online]. [cit. 2021-08-26]. Dostupné z: <https://www.krampeharex.com/en/abrasive-media/overview-1>
- [22] Welcome - High-pressure technologies for the industry | Hammelmann GmbH. Welcome - High-pressure technologies for the industry | Hammelmann GmbH [online]. Copyright © Hammelmann GmbH 2022, all rights reserved [cit.2022-01-10].Dostupné z: <https://www.hammelmann.com/en/>
- [23] WRIGHT, D.; WOLGAMOTT, J.; ZINK, G. Water jet nozzle material types. In: *WJTA American Waterjet Conference*. 2003. p. 17-19.
- [24] Customized high pressure technology from URACA. 301 Moved Permanently [online]. Copyright © 2022 URACA GmbH [cit. 15.08.2022]. Dostupné z: <https://www.uraca.com/en/>
- [25] Alfin-Trading.cz | Svářečky a stroje. Alfin-Trading.cz | Svářečky a stroje

- [online]. Dostupné z: <https://www.alfin-trading.cz/>
- [26] High Pressure Water Jetting Systems & Blasting Equipment | NLB Corporation. High Pressure Water Jetting Systems & Blasting Equipment | NLB Corporation [online]. Copyright © 2022 NLB Corporation [cit.2022-01-10]. Dostupné z: <https://www.nlbcorp.com/>
- [27] Wista shop [online]. [cit.2022-01-10] Dostupné z: <https://www.wista-shop.cz/>
- [28] Český normalizační institut. ČSN EN ISO 8501-1 Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků: vizuální vyhodnocení čistoty povrchu. Část 1: Stupně zarezavění a stupně přípravy ocelového podkladu bez povlaku a ocelového podkladu po úplném odstranění předchozích povlaků = Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings (ISO 8501-1:2007).
- [29] Český normalizační institut. ČSN EN ISO 8501-4 Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků: vizuální vyhodnocení čistoty povrchu. Část 4: Výchozí stav povrchu, stupně přípravy a bleskové koroze po vysokotlakém tryskání vodou = Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 4: Initial surface conditions, preparation grades and flash rust grades in connection with high-pressure water jetting.
- [30] Povrcháři.cz - online časopis Povrcháři, povrchové úpravy, informace z oboru povrchových úprav [online]. Copyright © [cit.2022-01-10]. Dostupné z: [http://www.povrchari.cz/kestazeni/202001\\_povrchari.pdf](http://www.povrchari.cz/kestazeni/202001_povrchari.pdf)
- [31] Povrcháři.cz - online časopis Povrcháři, povrchové úpravy, informace z oboru povrchových úprav [online]. Copyright © [cit.2022-01-10]. Dostupné z: [http://www.povrchari.cz/kestazeni/200808\\_povrchari.pdf](http://www.povrchari.cz/kestazeni/200808_povrchari.pdf)

- [32] Chyby při přípravě povrchu a jejich dopad na kvalitu - Strojárstvo / Strojírénství. Prvý strojársky portál - Strojárstvo / Strojírénství [online]. [cit.2022-01-10] Dostupné z: <https://www.engineering.sk/clanky2/povrchove-upravy/4175-chyby-pri-priprave-povrchu-a-jejich-dopad-na-kvalitu>
- [33] Falch waterjetting - wasserstrahlgeräte und hochdruckreiniger: product. [online]. [cit.2022-01-10] Dostupné z: <https://www.falch.com/en/product/trail-jet-125-2500-24-0-d-g559>
- [34] shop.mitutoyo.cz [online]. [cit.2022-01-10] Dostupné z: [https://shop.mitutoyo.cz/web/mitutoyo/cs\\_CZ/mitutoyo/1292249246959/Surfest%20SJ-210%20%5Bmm%5D/\\$catalogue/mitutoyoData/PR/178-560-11D/index.xhtml](https://shop.mitutoyo.cz/web/mitutoyo/cs_CZ/mitutoyo/1292249246959/Surfest%20SJ-210%20%5Bmm%5D/$catalogue/mitutoyoData/PR/178-560-11D/index.xhtml)
- [35] EVA, Michelle Sedláčková. *Předúpravy povrchu úzkých štěrbin ocelových konstrukcí*. Praha 2020. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze.

## 6 Seznam obrázků

Obr. 1 Metací kolo [6].....	11
Obr. 2 Použití více metacích kol [6].....	12
Obr. 3 Schéma injektorového tryskání pro pískovací zařízení [6].....	13
Obr. 4 Schéma tlakového způsobu tryskání pro pískovací zařízení[6].....	14
Obr. 5 Rotační tryska HAMMELMANN MASTERJET [22].....	17
Obr. 6 Jehlová tryska URACA typ N [24].....	18
Obr. 7 Vějířová tryska URACA typ S [24].....	19
Obr. 8 Rotační tryska s otvory SRH40-77 – VIPER 40 [26].....	20
Obr. 9 Rotační tryska s přímými tryskami SRH5-77 [26].....	20
Obr. 10 Princip Venturiho trysky [27].....	21
Obr. 11 Princip tzv. Double Venturiho trysky [27].....	21
Obr. 12 Princip tzv. Double Venturiho trysky [27].....	25
Obr. 13 Tryskací zařízení Falch [33].....	27
Obr. 14 Mitutoyo SJ-210 [34].....	28
Obr. 15 Ukázka experimentu .....	29

## 7 Seznam tabulek

Tab. 1 Parametry tryskání.....	26
Tab. 2 Zjištěné průměrné hodnoty Ra, Rz a Rq před nanesením nátěrového systému .....	28
Tab. 3 Výsledky tryskání vysokotlakým vodním paprskem .....	30
Tab. 4 Zjištěné průměrné hodnoty Ra, Rz, Rq, účinnosti a plošného vyčištění vzorků.....	41
Tab. 5 Zjištěné průměrné hodnoty Ra, Rz a Rq pro tryskání vysokotlakým vodním paprskem.....	42
Tab. 6 Technicko-ekonomické zhodnocení doby tryskání.....	44
Tab. 7 Porovnání cen s dalšími technologiemi [35].....	45

## 8 Seznam grafů

Graf 1 Porovnání průměrných drsností Ra pro podkladové plechy.....	42
Graf 2 Porovnání průměrných drsností Rz pro podkladové plechy.....	43
Graf 3 Porovnání průměrných drsností Rq pro podkladové plechy.....	43

## 9 Použité zkratky

Ra	Střední aritmetická úchylka profilu	[ $\mu\text{m}$ ]
Rz	Výška nerovností profilu z deseti bodů	[ $\mu\text{m}$ ]
Rq	Průměrná kvadratická úchylka posuzovaného profilu	[ $\mu\text{m}$ ]
T	Tloušťka vrstvy	[ $\mu\text{m}$ ]
p	Tlak vody	[bar]
h	Účinnost tryskání	[mm]
$\eta$	Účinnost	[mm]
t	Čas tryskání	[mm]



## 10 Přílohy

### Příloha č. 1 Naměřené hodnoty drsnosti povrchu vzorků

C-10-1800-30						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	0,453	5,080	0,756	0,397	2,361	0,502
2.	0,251	1,582	0,313	0,907	5,760	1,185
3.	0,506	4,656	0,727	0,964	4,643	1,153
4.	0,407	2,846	0,514	0,964	5,072	1,176
5.	0,338	2,012	0,412	0,455	2,736	0,569
6.	0,337	2,074	0,412	0,293	1,659	0,358
7.	0,357	2,173	0,431	0,825	4,332	1,037
8.	0,371	2,147	0,454	0,387	2,743	0,485
9.	0,378	2,650	0,482	1,188	6,912	1,552
10.	0,336	1,908	0,408	0,411	2,384	0,516
11.	1,391	7,479	1,788	0,371	1,975	0,439
12.	0,328	2,249	0,415	0,450	3,099	0,583
13.	0,423	3,245	0,539	0,342	2,090	0,432
14.	0,280	1,647	0,344	0,277	1,652	0,349
15.	0,372	2,251	0,458	0,275	1,755	0,347
16.	0,277	1,992	0,352	0,201	1,221	0,256
17.	0,481	3,045	0,601	0,305	2,146	0,375
18.	0,397	2,671	0,508	0,441	3,351	0,600
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>0,427</b>	<b>2,873</b>	<b>0,551</b>	<b>0,525</b>	<b>3,105</b>	<b>0,662</b>

T-10-1800-30						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1	6,279	37,247	8,545	8,142	43,665	10,000
2	7,780	44,151	9,795	10,440	60,840	13,662
3	6,976	45,016	8,961	8,176	49,857	10,496
4	7,230	44,760	9,251	6,982	41,323	8,782
5	8,765	56,372	11,295	7,700	39,072	9,090
6	8,514	54,340	11,116	8,094	45,107	10,005
7	8,309	48,153	10,488	7,929	47,080	10,156
8	9,338	49,279	11,515	6,308	38,882	7,997
9	6,144	35,547	7,690	6,878	38,378	8,556
10	7,722	45,995	10,016	7,752	44,319	9,529
11	7,005	44,578	8,926	8,910	53,718	11,412
12	7,322	45,655	9,181	8,103	42,297	9,944
13	7,347	44,200	9,312	8,114	48,490	10,677
14	9,708	51,741	11,808	8,280	45,002	10,165
15	8,360	54,763	11,225	8,573	46,424	10,534
16	7,971	47,521	10,057	7,254	43,314	9,077
17	7,515	46,134	9,570	6,389	40,755	8,103
18	9,413	9,570	11,606	8,517	52,400	10,672
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>7,872</b>	<b>44,723</b>	<b>10,020</b>	<b>7,919</b>	<b>45,607</b>	<b>9,937</b>

<b>C-10-2400-30</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	1,833	11,601	2,370	1,220	11,031	2,069
2.	1,025	6,825	1,344	0,606	3,314	0,728
3.	0,652	3,540	0,784	0,846	5,232	1,143
4.	0,816	5,206	1,108	0,608	3,423	0,743
5.	1,240	7,309	1,583	0,511	3,082	0,635
6.	2,480	12,979	3,071	0,779	4,300	0,965
7.	2,703	15,210	3,444	1,103	7,153	1,466
8.	1,463	9,245	1,882	1,530	10,645	2,137
9.	0,651	4,227	0,778	2,196	13,270	2,833
10.	0,556	3,715	0,750	0,817	5,970	1,182
11.	0,745	4,045	0,897	1,641	10,306	2,253
12.	2,086	13,909	2,664	0,705	3,607	0,841
13.	1,091	6,156	1,365	1,590	9,547	2,191
14.	1,060	9,745	1,535	2,734	14,551	3,426
15.	0,729	4,256	0,926	1,612	11,209	2,233
16.	1,150	9,378	1,641	0,876	6,481	1,257
17.	0,635	3,391	0,777	2,279	13,430	2,836
18.	0,543	3,134	0,681	2,304	13,582	2,952
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>1,192</b>	<b>7,437</b>	<b>1,533</b>	<b>1,331</b>	<b>8,341</b>	<b>1,772</b>

<b>T-10-2400-30</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	6,433	35,646	8,041	7,622	59,215	10,285
2.	6,271	37,635	7,995	9,559	50,079	11,976
3.	7,021	43,581	8,922	7,048	40,997	8,931
4.	8,976	46,809	11,124	8,111	50,499	10,010
5.	7,603	41,984	9,365	8,370	48,658	10,492
6.	8,558	53,433	11,012	8,768	52,886	10,929
7.	5,529	39,034	7,398	8,775	57,879	12,447
8.	5,907	34,542	7,325	10,895	57,467	14,102
9.	7,378	42,866	9,222	6,336	37,670	8,111
10.	5,760	36,971	7,600	5,853	34,099	7,233
11.	5,500	35,428	6,932	5,323	34,193	6,806
12.	6,407	38,750	8,129	5,565	34,180	6,919
13.	6,170	36,045	7,700	7,281	43,278	9,195
14.	8,742	49,201	10,843	8,762	52,139	11,255
15.	7,388	44,559	9,232	7,053	40,189	8,804
16.	7,608	42,835	9,569	8,530	49,545	10,811
17.	8,135	45,443	10,115	8,599	51,592	11,108
18.	8,008	45,591	10,093	5,062	32,860	6,592
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>7,077</b>	<b>41,686</b>	<b>8,923</b>	<b>7,640</b>	<b>45,968</b>	<b>9,778</b>

<b>C-10-1800-60</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	0,631	5,209	0,869	1,360	7,192	1,644
2.	0,923	6,254	1,234	1,597	9,495	2,027
3.	0,374	2,512	0,470	0,388	1,929	0,458
4.	0,296	1,683	0,356	0,430	2,495	0,530
5.	0,627	8,811	1,190	0,450	2,806	0,569
6.	0,826	5,148	1,032	2,013	11,786	2,716
7.	0,390	2,397	0,470	2,139	11,747	2,926
8.	0,982	6,457	1,308	0,856	4,875	1,089
9.	0,372	2,206	0,458	0,841	6,078	1,169
10.	1,443	7,560	1,756	0,671	4,376	0,915
11.	0,838	5,748	1,142	1,054	7,304	1,577
12.	0,339	2,178	0,418	0,259	1,648	0,337
13.	1,958	12,043	2,523	0,419	3,507	0,552
14.	0,526	3,649	0,703	0,360	2,198	0,444
15.	0,483	2,914	0,603	0,595	3,437	0,757
16.	1,524	10,351	2,001	0,443	4,604	0,722
17.	0,316	1,796	0,389	0,352	1,886	0,446
18.	0,394	2,120	0,475	0,262	1,745	0,320
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>0,736</b>	<b>4,946</b>	<b>0,967</b>	<b>0,805</b>	<b>4,950</b>	<b>1,067</b>

<b>T-10-1800-60</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	8,229	45,367	10,096	8,466	47,679	10,630
2.	7,070	40,722	8,832	10,744	56,209	13,025
3.	8,279	43,733	10,030	7,413	45,171	9,244
4.	9,245	60,447	12,020	9,800	50,264	12,025
5.	7,047	47,739	9,007	9,077	53,987	11,095
6.	7,358	50,527	9,659	8,318	49,532	10,700
7.	9,931	55,128	12,301	8,878	46,265	11,170
8.	9,496	54,990	11,979	7,006	41,881	9,004
9.	8,601	50,616	10,992	7,944	47,149	9,966
10.	8,217	51,798	10,502	9,078	51,685	11,384
11.	9,289	52,154	11,584	8,882	51,398	11,207
12.	7,958	46,567	9,900	8,405	46,284	10,269
13.	8,659	51,635	10,755	7,296	42,361	6,364
14.	8,297	45,792	10,256	9,111	52,262	11,592
15.	8,044	43,438	9,839	7,992	46,083	9,798
16.	9,171	51,878	11,845	9,622	57,510	12,198
17.	9,347	46,597	11,086	9,364	47,867	11,284
18.	9,377	53,435	11,604	7,333	46,704	9,380
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>8,534</b>	<b>49,587</b>	<b>10,683</b>	<b>8,596</b>	<b>48,905</b>	<b>10,574</b>

<b>C-10-2400-60</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	2,232	12,177	2,674	2,013	13,579	2,837
2.	0,699	4,523	0,879	1,171	7,749	1,602
3.	0,781	4,410	0,967	0,823	1,117	5,733
4.	2,670	16,833	3,476	0,714	3,819	0,901
5.	2,903	16,549	3,649	0,977	8,210	1,382
6.	1,187	8,031	1,668	2,020	12,921	2,755
7.	0,730	4,179	0,886	1,268	8,766	1,723
8.	1,786	8,975	2,080	1,729	11,713	2,489
9.	2,859	15,135	3,508	0,607	2,986	0,724
10.	2,088	13,299	2,894	0,806	5,709	1,089
11.	1,374	8,781	1,804	2,151	11,438	2,566
12.	0,682	4,145	0,859	3,319	16,732	4,017
13.	1,868	10,417	2,469	2,712	13,709	3,256
14.	1,527	11,217	2,218	2,318	11,619	2,964
15.	1,123	8,152	1,554	0,785	3,897	0,923
16.	2,225	12,800	2,908	1,092	6,788	1,353
17.	0,630	4,084	0,789	2,899	14,172	3,494
18.	0,727	0,869	3,659	2,642	14,251	3,158
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>1,561</b>	<b>9,143</b>	<b>2,163</b>	<b>1,669</b>	<b>9,399</b>	<b>2,387</b>

<b>T-10-2400-60</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	8,238	48,004	10,180	7,378	43,885	9,431
2.	5,791	36,103	7,269	8,092	48,327	10,130
3.	8,438	48,985	10,522	8,567	47,109	10,589
4.	7,399	43,915	9,462	11,116	70,355	14,978
5.	6,211	38,078	7,885	9,526	55,620	12,138
6.	6,129	36,877	7,671	8,155	48,280	10,324
7.	7,666	46,838	9,862	8,587	55,240	11,609
8.	7,817	48,338	10,084	7,176	39,694	8,877
9.	6,630	40,806	8,479	6,910	39,833	8,512
10.	7,560	41,677	9,528	3,899	23,730	4,965
11.	6,551	38,553	8,314	7,180	43,102	9,051
12.	9,266	55,904	11,902	6,263	37,301	7,729
13.	7,905	45,505	9,745	7,768	43,515	9,709
14.	8,156	45,025	10,067	6,187	41,641	8,205
15.	9,031	52,727	11,196	6,348	41,648	8,237
16.	10,815	66,039	13,928	6,841	40,504	8,781
17.	8,279	49,141	10,449	7,365	45,435	9,489
18.	5,971	36,694	7,575	9,733	58,504	12,396
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>7,659</b>	<b>45,512</b>	<b>9,673</b>	<b>7,616</b>	<b>45,762</b>	<b>9,731</b>

<b>C-10-1800-120</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	1,942	12,693	2,569	0,943	7,478	1,367
2.	2,039	19,400	3,032	1,477	11,502	1,969
3.	1,970	11,894	2,668	1,293	8,457	1,637
4.	1,222	8,645	1,670	1,105	7,093	1,372
5.	1,298	8,857	1,648	1,224	11,093	1,683
6.	1,392	9,757	1,879	1,354	9,409	1,739
7.	0,966	6,862	1,231	1,852	12,656	2,424
8.	3,016	24,852	4,194	1,488	11,618	2,031
9.	1,875	11,668	2,398	1,309	9,121	1,782
10.	1,303	10,462	1,850	1,721	12,524	2,304
11.	2,382	21,656	3,445	2,118	13,147	2,787
12.	1,908	12,685	2,457	1,350	9,590	1,719
13.	1,191	9,092	1,527	1,301	10,744	1,741
14.	1,541	14,323	2,232	1,809	15,316	2,438
15.	1,313	9,550	1,683	2,567	17,169	3,426
16.	1,281	9,488	1,714	1,476	11,466	1,959
17.	1,520	8,697	1,893	2,106	12,311	2,658
18.	1,467	8,015	1,802	2,330	20,311	3,460
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>1,646</b>	<b>12,144</b>	<b>2,216</b>	<b>1,601</b>	<b>11,723</b>	<b>2,139</b>

<b>T-10-1800-120</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	6,473	40,875	8,094	6,700	38,602	8,531
2.	7,625	50,568	9,970	7,627	44,265	9,748
3.	5,410	33,639	6,862	6,918	37,952	7,746
4.	8,445	56,710	11,296	5,036	28,709	6,260
5.	8,156	45,101	9,935	8,652	54,551	11,182
6.	7,492	45,128	9,273	7,791	43,176	9,520
7.	7,390	46,666	9,561	5,697	38,350	7,626
8.	6,706	40,022	8,254	11,379	63,013	14,455
9.	6,648	42,904	8,752	8,350	54,698	11,079
10.	11,056	60,198	13,601	8,628	48,578	10,649
11.	8,246	53,492	10,655	8,225	49,372	10,440
12.	8,550	49,740	10,590	6,441	44,211	8,520
13.	5,617	36,384	7,418	5,625	38,286	7,568
14.	7,600	44,978	9,630	6,421	36,804	7,925
15.	6,452	40,064	8,547	8,687	48,855	10,741
16.	5,222	32,779	6,630	8,545	50,576	10,820
17.	7,635	45,941	9,590	7,187	37,768	8,695
18.	8,360	50,983	10,664	8,401	50,653	10,727
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>7,394</b>	<b>45,343</b>	<b>9,407</b>	<b>7,573</b>	<b>44,912</b>	<b>9,568</b>

<b>C-10-2400-120</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	1,943	13,431	2,467	2,249	14,514	2,824
2.	2,705	22,849	3,575	2,260	17,464	3,130
3.	1,197	7,432	1,496	1,664	12,122	2,323
4.	1,199	8,031	1,540	1,025	5,428	1,296
5.	0,331	2,305	0,418	0,521	4,086	0,727
6.	0,408	2,433	0,505	0,413	2,621	0,511
7.	0,551	3,664	0,732	0,476	3,108	0,599
8.	1,387	8,389	1,719	2,330	11,972	2,905
9.	1,647	10,505	2,092	1,347	8,341	1,707
10.	2,732	19,919	3,523	2,545	18,674	3,363
11.	2,324	16,264	3,151	2,395	16,634	3,087
12.	2,447	20,378	3,445	2,227	15,119	2,963
13.	1,366	8,441	1,781	1,432	9,746	1,838
14.	0,405	2,495	0,500	0,325	2,439	0,429
15.	0,516	3,017	0,666	0,475	3,412	0,583
16.	0,581	3,128	0,706	1,008	7,253	1,397
17.	1,100	10,057	1,610	2,479	12,180	3,013
18.	1,928	12,299	2,462	1,512	10,412	1,912
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>1,376</b>	<b>9,724</b>	<b>1,799</b>	<b>1,482</b>	<b>9,751</b>	<b>1,923</b>

<b>T-10-2400-120</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	7,620	44,081	9,737	6,644	39,170	8,517
2.	8,295	47,939	10,340	6,319	36,731	8,019
3.	8,458	47,930	10,572	6,795	39,722	8,640
4.	6,021	33,190	7,500	6,282	40,499	8,156
5.	6,366	35,544	7,787	7,441	46,861	9,591
6.	5,961	39,895	7,861	5,392	34,584	6,904
7.	6,740	54,043	8,949	7,197	43,781	9,456
8.	9,612	52,308	12,147	7,093	43,362	8,974
9.	6,051	36,305	7,407	6,340	41,270	8,069
10.	6,234	40,089	8,021	7,787	45,609	10,168
11.	6,530	41,013	8,431	7,513	47,601	9,530
12.	6,588	38,748	8,334	7,752	42,034	9,397
13.	6,678	42,448	8,911	6,310	39,928	8,128
14.	4,461	27,858	5,807	4,809	28,829	6,078
15.	8,584	51,672	11,454	5,927	33,251	7,441
16.	6,399	40,390	8,169	7,434	44,128	9,301
17.	9,034	51,084	11,590	9,727	57,530	12,353
18.	5,541	32,165	6,982	6,928	42,927	8,950
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>6,954</b>	<b>42,039</b>	<b>8,889</b>	<b>6,872</b>	<b>41,545</b>	<b>8,760</b>

C-20-1800-30						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	0,385	4,318	0,643	0,337	2,007	0,427
2.	0,213	1,345	0,266	0,771	4,896	1,007
3.	0,430	3,958	0,618	0,819	3,947	0,980
4.	0,346	2,419	0,437	0,819	4,311	1,000
5.	0,287	1,710	0,350	0,387	2,326	0,484
6.	0,286	1,763	0,350	0,249	1,410	0,304
7.	0,303	1,847	0,366	0,701	3,682	0,881
8.	0,315	1,825	0,386	0,329	2,332	0,412
9.	0,321	2,253	0,410	1,010	5,875	1,319
10.	0,286	1,622	0,347	0,349	2,026	0,439
11.	1,182	6,357	1,520	0,315	1,679	0,373
12.	0,279	1,912	0,353	0,383	2,634	0,496
13.	0,360	2,758	0,458	0,291	1,777	0,367
14.	0,238	1,400	0,292	0,235	1,404	0,297
15.	0,316	1,913	0,389	0,234	1,492	0,295
16.	0,235	1,693	0,299	0,171	1,038	0,218
17.	0,409	2,588	0,511	0,259	1,824	0,319
18.	0,337	2,270	0,432	0,375	2,848	0,510
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>0,363</b>	<b>2,442</b>	<b>1,258</b>	<b>0,446</b>	<b>2,639</b>	<b>0,563</b>

T-20-1800-30						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	5,337	31,660	7,263	6,921	37,115	8,500
2.	6,613	37,528	8,326	8,874	51,714	11,613
3.	5,930	38,264	7,617	6,950	42,378	8,922
4.	6,146	38,046	7,863	5,935	35,125	7,465
5.	7,450	47,916	9,601	6,545	33,211	7,727
6.	7,237	46,189	9,449	6,880	38,341	8,504
7.	7,063	40,930	8,915	6,740	40,018	8,633
8.	7,937	41,887	9,788	5,362	33,050	6,797
9.	5,222	30,215	6,537	5,846	32,621	7,273
10.	6,564	39,096	8,514	6,589	37,671	8,100
11.	5,954	37,891	7,587	7,574	45,660	9,700
12.	6,224	38,807	7,804	6,888	35,952	8,452
13.	6,245	37,570	7,915	6,897	41,217	9,075
14.	8,252	43,980	10,037	7,038	38,252	8,640
15.	7,106	46,549	9,541	7,287	39,460	8,954
16.	6,775	40,393	8,548	6,166	36,817	7,715
17.	6,388	39,214	8,135	5,431	34,642	6,888
18.	8,001	8,135	9,865	7,239	44,540	9,071
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>6,691</b>	<b>38,015</b>	<b>8,517</b>	<b>6,731</b>	<b>38,766</b>	<b>8,446</b>

<b>C-20-2400-30</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	1,558	9,861	2,015	1,037	9,376	1,759
2.	0,871	5,801	1,142	0,515	2,817	0,619
3.	0,554	3,009	0,666	0,719	4,447	0,972
4.	0,694	4,425	0,942	0,517	2,910	0,632
5.	1,054	6,213	1,346	0,434	2,620	0,540
6.	2,108	11,032	2,610	0,662	3,655	0,820
7.	2,298	12,929	2,927	0,938	6,080	1,246
8.	1,244	7,858	1,600	1,301	9,048	1,816
9.	0,553	3,593	0,661	1,867	11,280	2,408
10.	0,473	3,158	0,638	0,694	5,075	1,005
11.	0,633	3,438	0,762	1,395	8,760	1,915
12.	1,773	11,823	2,264	0,599	3,066	0,715
13.	0,927	5,233	1,160	1,352	8,115	1,862
14.	0,901	8,283	1,305	2,324	12,368	2,912
15.	0,620	3,618	0,787	1,370	9,528	1,898
16.	0,978	7,971	1,395	0,745	5,509	1,068
17.	0,540	2,882	0,660	1,937	11,416	2,411
18.	0,462	2,664	0,579	1,958	11,545	2,509
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>1,013</b>	<b>6,322</b>	<b>1,303</b>	<b>1,131</b>	<b>7,090</b>	<b>1,506</b>

<b>T-20-2400-30</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	5,468	30,299	6,835	6,479	50,333	8,742
2.	5,330	31,990	6,796	8,125	42,567	10,180
3.	5,968	37,044	7,584	5,991	34,847	7,591
4.	7,630	39,788	9,455	6,894	42,924	8,509
5.	6,463	35,686	7,960	7,115	41,359	8,918
6.	7,274	45,418	9,360	7,453	44,953	9,290
7.	4,700	33,179	6,288	7,459	49,197	10,580
8.	5,021	29,361	6,226	9,261	48,847	11,987
9.	6,271	36,436	7,839	5,386	32,020	6,894
10.	4,896	31,425	6,460	4,975	28,984	6,148
11.	4,675	30,114	5,892	4,525	29,064	5,785
12.	5,446	32,938	6,910	4,730	29,053	5,881
13.	5,245	30,638	6,545	6,189	36,786	7,816
14.	7,431	41,821	9,217	7,448	44,318	9,567
15.	6,280	37,875	7,847	5,995	34,161	7,483
16.	6,467	36,410	8,134	7,251	42,113	9,189
17.	6,915	38,627	8,598	7,309	43,853	9,442
18.	6,807	38,752	8,579	4,303	27,931	5,603
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>6,016</b>	<b>35,433</b>	<b>7,585</b>	<b>6,494</b>	<b>39,073</b>	<b>8,311</b>



C-20-1800-60						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	0,193	1,640	0,261	1,761	9,379	2,335
2.	0,190	1,051	0,231	0,175	1,558	0,238
3.	0,199	1,260	0,250	0,268	3,453	0,438
4.	0,281	1,794	0,347	0,296	1,815	0,367
5.	0,223	1,376	0,280	0,195	1,229	0,244
6.	0,732	5,247	0,935	0,406	2,332	0,500
7.	0,542	3,623	0,696	0,278	1,652	0,344
8.	0,369	3,965	0,519	0,453	3,159	0,557
9.	0,378	3,275	0,506	0,303	2,183	0,380
10.	0,335	2,153	0,420	1,584	7,854	1,987
11.	0,385	2,528	0,502	0,402	2,518	0,508
12.	0,201	1,367	0,249	0,487	4,352	0,683
13.	0,358	2,498	0,457	2,335	13,725	3,002
14.	0,291	2,569	0,419	0,318	1,960	0,388
15.	0,370	3,182	0,519	0,309	2,091	0,413
16.	0,917	5,428	1,241	0,242	1,459	0,304
17.	0,274	1,779	0,349	0,146	0,934	0,182
18.	0,663	4,201	0,940	1,819	9,120	2,264
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>0,383</b>	<b>2,719</b>	<b>0,507</b>	<b>0,654</b>	<b>3,932</b>	<b>0,841</b>

T-20-1800-60						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	6,633	43,132	8,622	7,258	40,466	8,828
2.	8,135	47,381	10,101	10,588	62,242	13,872
3.	7,841	43,547	9,639	9,298	48,226	11,269
4.	10,754	58,131	13,470	6,216	36,643	7,777
5.	7,753	46,324	9,985	9,159	48,358	11,540
6.	6,705	42,599	8,651	8,042	48,190	10,373
7.	6,578	37,104	8,223	7,669	46,552	9,417
8.	7,499	41,389	9,384	8,340	51,509	10,500
9.	6,904	41,456	8,822	7,026	44,893	9,020
10.	7,510	39,745	9,389	11,011	55,365	13,325
11.	6,248	38,878	7,751	7,888	47,158	9,876
12.	7,280	42,667	9,101	7,120	52,480	9,654
13.	7,476	49,909	10,053	8,025	44,711	9,854
14.	7,969	41,148	9,595	5,651	33,093	7,207
15.	8,566	55,661	11,001	7,233	44,986	9,393
16.	6,390	41,473	8,150	9,279	52,811	11,567
17.	10,658	66,674	13,659	9,217	52,497	11,595
18.	9,801	52,541	12,247	6,015	39,883	7,916
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>7,817</b>	<b>46,098</b>	<b>9,880</b>	<b>8,058</b>	<b>47,226</b>	<b>10,166</b>

<b>C-20-2400-60</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	0,746	7,151	1,224	2,668	14,832	3,485
2.	0,499	3,115	0,614	2,874	21,567	3,802
3.	0,413	2,666	0,522	1,800	9,924	2,357
4.	0,327	2,315	0,423	0,492	3,062	0,608
5.	0,437	2,516	0,531	0,598	4,512	0,814
6.	0,388	2,370	0,479	0,973	7,701	1,483
7.	1,453	8,324	1,894	0,444	2,921	0,555
8.	0,546	4,193	0,694	0,435	2,742	0,534
9.	0,337	2,429	0,427	0,370	2,164	0,451
10.	0,435	2,746	0,544	0,779	5,757	1,092
11.	0,500	3,221	0,636	0,978	6,943	1,537
12.	0,389	2,542	0,486	1,348	10,966	2,131
13.	0,453	2,847	0,567	0,737	5,316	1,060
14.	1,168	7,738	1,546	0,398	2,587	0,496
15.	1,879	10,833	2,464	0,531	3,660	0,670
16.	0,456	2,574	0,564	0,495	2,938	0,613
17.	0,399	2,307	0,483	0,413	3,008	0,552
18.	0,411	2,847	0,519	1,295	7,883	1,807
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>0,624</b>	<b>4,041</b>	<b>0,812</b>	<b>0,979</b>	<b>6,582</b>	<b>1,336</b>

<b>T-20-2400-60</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	5,291	34,146	7,346	5,735	34,834	7,151
2.	9,708	58,275	12,256	5,629	38,720	7,176
3.	7,131	42,340	9,156	8,269	46,817	9,958
4.	5,594	35,192	7,187	7,408	43,910	9,471
5.	5,861	34,979	7,336	6,445	38,908	7,993
6.	9,454	56,645	12,483	8,905	47,608	10,813
7.	6,963	45,063	9,196	8,917	49,926	11,115
8.	7,820	43,934	9,684	6,207	39,534	7,896
9.	5,040	32,114	6,498	6,965	44,949	9,127
10.	7,519	44,668	9,484	6,305	41,096	8,215
11.	7,408	44,883	9,270	8,621	52,231	10,779
12.	7,740	44,970	9,495	7,237	42,608	8,866
13.	7,829	45,773	10,027	8,424	44,064	10,530
14.	6,766	47,140	9,127	7,706	48,053	9,682
15.	6,444	37,211	8,021	7,800	46,741	10,059
16.	5,946	34,426	7,474	7,043	48,789	9,678
17.	7,767	47,454	9,834	6,302	37,287	7,835
18.	7,915	56,387	10,749	5,805	41,474	7,641
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>7,122</b>	<b>43,644</b>	<b>9,146</b>	<b>7,207</b>	<b>43,753</b>	<b>9,110</b>

<b>C-20-1800-120</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	0,960	6,012	1,203	1,239	7,469	1,563
2.	1,491	8,495	1,869	1,015	6,941	1,273
3.	1,320	7,964	1,651	0,850	5,991	1,098
4.	1,463	7,064	1,459	0,753	5,172	0,995
5.	0,762	5,258	1,052	0,556	2,838	0,665
6.	0,896	6,065	1,206	0,972	5,602	1,235
7.	1,518	8,534	1,832	0,953	5,669	1,226
8.	0,994	6,339	1,272	1,321	7,433	1,607
9.	1,741	10,690	2,256	0,975	6,387	1,236
10.	0,940	5,367	1,134	2,043	9,768	2,375
11.	1,035	7,250	1,334	1,075	6,304	1,374
12.	1,607	8,744	2,013	1,234	7,905	1,641
13.	1,528	7,896	1,841	1,752	9,255	2,165
14.	1,018	6,361	1,355	0,986	6,942	1,298
15.	0,658	4,240	0,862	1,016	6,412	1,318
16.	1,238	8,172	1,543	1,044	4,837	1,261
17.	1,157	8,151	1,543	0,966	5,918	1,238
18.	1,091	7,542	1,407	0,985	6,425	1,249
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>1,190</b>	<b>7,230</b>	<b>1,490</b>	<b>1,096</b>	<b>6,515</b>	<b>1,378</b>

<b>T-20-1800-120</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	8,193	44,521	10,523	4,473	33,427	5,979
2.	6,138	36,737	7,740	5,064	34,470	6,805
3.	7,907	43,329	9,849	4,879	33,252	6,589
4.	5,940	37,218	7,617	5,006	30,083	6,301
5.	6,202	33,613	7,397	5,374	35,955	6,989
6.	6,423	39,292	8,481	5,045	31,314	6,531
7.	6,469	41,816	8,322	3,834	26,190	4,898
8.	8,112	47,227	10,364	6,049	34,394	7,575
9.	5,163	34,641	6,660	6,642	39,864	8,504
10.	5,523	33,785	7,142	5,210	30,002	6,445
11.	4,911	34,799	6,382	7,031	36,186	8,588
12.	4,474	28,380	5,772	6,365	41,696	8,176
13.	6,290	35,743	7,917	4,869	30,386	6,198
14.	6,903	37,138	8,594	7,263	41,554	9,166
15.	5,415	32,019	6,636	5,610	30,675	6,903
16.	5,495	32,958	6,980	6,761	40,920	8,588
17.	5,727	38,072	7,686	6,836	41,050	8,715
18.	6,298	40,063	8,234	7,282	46,350	9,326
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>6,199</b>	<b>37,297</b>	<b>7,905</b>	<b>5,755</b>	<b>35,432</b>	<b>7,349</b>

C-20-2400-120						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	1,894	10,408	2,449	0,730	3,997	0,884
2.	0,845	4,770	1,109	2,683	13,185	3,347
3.	0,827	4,562	1,027	0,359	2,752	0,469
4.	1,942	8,903	2,246	0,431	2,441	0,524
5.	0,465	2,600	0,553	0,996	7,772	1,420
6.	0,486	2,783	0,603	0,537	2,879	0,646
7.	0,411	2,357	0,501	0,561	3,572	0,697
8.	0,425	3,067	0,561	0,468	3,164	0,613
9.	0,440	2,908	0,559	0,575	4,028	0,799
10.	0,500	2,789	0,615	0,752	5,651	1,022
11.	2,363	13,283	3,073	1,191	9,084	1,771
12.	1,980	12,516	2,591	1,222	7,376	1,613
13.	0,291	1,886	0,357	1,586	9,276	1,996
14.	1,115	5,993	1,362	1,865	14,335	2,592
15.	0,356	2,073	0,425	0,896	4,859	1,116
16.	0,444	2,642	0,547	0,691	4,726	0,935
17.	0,420	2,234	0,513	0,496	2,928	0,615
18.	0,597	3,818	0,792	0,491	2,864	0,600
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>0,878</b>	<b>4,977</b>	<b>1,105</b>	<b>0,918</b>	<b>5,827</b>	<b>1,203</b>

T-20-2400-120						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	6,292	38,819	8,044	7,116	40,865	9,060
2.	8,922	54,245	11,525	5,474	35,847	7,188
3.	7,195	44,454	9,468	4,774	29,894	6,075
4.	5,551	34,063	7,172	4,351	27,633	5,461
5.	4,844	30,487	6,199	5,076	28,226	6,555
6.	3,758	21,743	4,596	7,196	40,342	8,833
7.	8,409	57,220	11,074	4,556	26,898	5,718
8.	4,196	26,981	5,347	4,721	30,602	6,071
9.	5,473	34,874	7,155	4,447	29,012	5,690
10.	4,651	31,188	6,155	5,624	37,489	7,588
11.	5,624	36,656	7,388	5,883	33,126	7,372
12.	5,180	33,138	6,723	7,460	42,213	9,211
13.	7,240	40,759	8,796	6,610	40,973	8,437
14.	7,410	47,147	9,731	8,882	52,191	11,537
15.	5,637	35,134	7,165	5,654	31,519	7,067
16.	6,289	36,469	8,106	5,830	35,224	7,692
17.	3,902	26,519	5,032	3,670	24,902	4,825
18.	5,273	31,157	6,719	6,016	32,144	7,500
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>5,880</b>	<b>36,725</b>	<b>7,578</b>	<b>5,741</b>	<b>34,394</b>	<b>7,327</b>

<b>C-30-1800-30</b>						
měření	ve směru tryskání [μm]			kolmo na směr tryskání [μm]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	0,544	6,096	0,907	0,476	2,833	0,602
2.	0,301	1,898	0,376	1,088	6,912	1,422
3.	0,607	5,587	0,872	1,157	5,572	1,384
4.	0,488	3,415	0,617	1,157	6,086	1,411
5.	0,406	2,414	0,494	0,546	3,283	0,683
6.	0,404	2,489	0,494	0,352	1,991	0,430
7.	0,428	2,608	0,517	0,990	5,198	1,244
8.	0,445	2,576	0,545	0,464	3,292	0,582
9.	0,454	3,180	0,578	1,426	8,294	1,862
10.	0,403	2,290	0,490	0,493	2,861	0,619
11.	1,669	8,975	2,146	0,445	2,370	0,527
12.	0,394	2,699	0,498	0,540	3,719	0,700
13.	0,508	3,894	0,647	0,410	2,508	0,518
14.	0,336	1,976	0,413	0,332	1,982	0,419
15.	0,446	2,701	0,550	0,330	2,106	0,416
16.	0,332	2,390	0,422	0,241	1,465	0,307
17.	0,577	3,654	0,721	0,366	2,575	0,450
18.	0,476	3,205	0,610	0,529	4,021	0,720
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>0,512</b>	<b>3,447</b>	<b>0,661</b>	<b>0,630</b>	<b>3,726</b>	<b>0,794</b>

<b>T-30-1800-30</b>						
měření	ve směru tryskání [μm]			kolmo na směr tryskání [μm]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	7,535	44,696	10,254	9,770	52,398	12,000
2.	9,336	52,981	11,754	12,528	73,008	16,394
3.	8,371	54,019	10,753	9,811	59,828	12,595
4.	8,676	53,712	11,101	8,378	49,588	10,538
5.	10,518	67,646	13,554	9,240	46,886	10,908
6.	10,217	65,208	13,339	9,713	54,128	12,006
7.	9,971	57,784	12,586	9,515	56,496	12,187
8.	11,206	59,135	13,818	7,570	46,658	9,596
9.	7,373	42,656	9,228	8,254	46,054	10,267
10.	9,266	55,194	12,019	9,302	53,183	11,435
11.	8,406	53,494	10,711	10,692	64,462	13,694
12.	8,786	54,786	11,017	9,724	50,756	11,933
13.	8,816	53,040	11,174	9,737	58,188	12,812
14.	11,650	62,089	14,170	9,936	54,002	12,198
15.	10,032	65,716	13,470	10,288	55,709	12,641
16.	9,565	57,025	12,068	8,705	51,977	10,892
17.	9,018	55,361	11,484	7,667	48,906	9,724
18.	11,296	11,484	13,927	10,220	62,880	12,806
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>9,447</b>	<b>53,668</b>	<b>12,024</b>	<b>9,503</b>	<b>54,728</b>	<b>11,924</b>

<b>C-30-2400-30</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	2,200	13,921	2,844	1,464	13,237	2,483
2.	1,230	8,190	1,613	0,727	3,977	0,874
3.	0,782	4,248	0,941	1,015	6,278	1,372
4.	0,979	6,247	1,330	0,730	4,108	0,892
5.	1,488	8,771	1,900	0,613	3,698	0,762
6.	2,976	15,575	3,685	0,935	5,160	1,158
7.	3,244	18,252	4,133	1,324	8,584	1,759
8.	1,756	11,094	2,258	1,836	12,774	2,564
9.	0,781	5,072	0,934	2,635	15,924	3,400
10.	0,667	4,458	0,900	0,980	7,164	1,418
11.	0,894	4,854	1,076	1,969	12,367	2,704
12.	2,503	16,691	3,197	0,846	4,328	1,009
13.	1,309	7,387	1,638	1,908	11,456	2,629
14.	1,272	11,694	1,842	3,281	17,461	4,111
15.	0,875	5,107	1,111	1,934	13,451	2,680
16.	1,380	11,254	1,969	1,051	7,777	1,508
17.	0,762	4,069	0,932	2,735	16,116	3,403
18.	0,652	3,761	0,817	2,765	16,298	3,542
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>1,431</b>	<b>8,925</b>	<b>1,840</b>	<b>1,597</b>	<b>10,009</b>	<b>2,126</b>

<b>T-30-2400-30</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	7,720	42,775	9,649	9,146	71,058	12,342
2.	7,525	45,162	9,594	11,471	60,095	14,371
3.	8,425	52,297	10,706	8,458	49,196	10,717
4.	10,771	56,171	13,349	9,733	60,599	12,012
5.	9,124	50,381	11,238	10,044	58,390	12,590
6.	10,270	64,120	13,214	10,522	63,463	13,115
7.	6,635	46,841	8,878	10,530	69,455	14,936
8.	7,088	41,450	8,790	13,074	68,960	16,922
9.	8,854	51,439	11,066	7,603	45,204	9,733
10.	6,912	44,365	9,120	7,024	40,919	8,680
11.	6,600	42,514	8,318	6,388	41,032	8,167
12.	7,688	46,500	9,755	6,678	41,016	8,303
13.	7,404	43,254	9,240	8,737	51,934	11,034
14.	10,490	59,041	13,012	10,514	62,567	13,506
15.	8,866	53,471	11,078	8,464	48,227	10,565
16.	9,130	51,402	11,483	10,236	59,454	12,973
17.	9,762	54,532	12,138	10,319	61,910	13,330
18.	9,610	54,709	12,112	6,074	39,432	7,910
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>8,493</b>	<b>50,024</b>	<b>10,708</b>	<b>9,167</b>	<b>55,162</b>	<b>11,734</b>

<b>C-30-1800-60</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	0,943	7,083	1,205	0,410	2,469	0,498
2.	1,518	8,164	1,887	0,332	2,451	0,432
3.	1,566	9,354	1,975	0,368	2,060	0,446
4.	1,928	12,842	2,521	0,504	3,545	0,650
5.	1,917	11,785	2,359	0,378	2,289	0,477
6.	0,629	4,640	0,837	0,442	2,506	0,548
7.	2,097	13,518	2,669	0,668	4,191	0,935
8.	2,355	14,477	3,191	0,386	5,887	0,495
9.	1,267	8,781	1,691	0,540	2,547	0,858
10.	0,994	6,448	1,397	0,943	6,000	1,265
11.	0,688	6,731	0,945	1,678	10,413	2,032
12.	0,485	4,016	0,708	2,044	11,855	2,559
13.	0,462	3,292	0,666	1,177	7,669	1,475
14.	0,780	5,538	0,976	0,746	5,580	1,079
15.	0,385	2,533	0,518	4,684	26,893	6,192
16.	0,494	3,686	0,641	2,852	15,850	3,571
17.	0,349	2,348	0,475	2,176	14,155	2,882
18.	0,288	1,849	0,370	1,136	7,943	1,674
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>1,064</b>	<b>7,060</b>	<b>1,391</b>	<b>1,192</b>	<b>7,461</b>	<b>1,559</b>

<b>T-30-1800-60</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	5,908	37,566	7,529	7,510	42,495	9,298
2.	8,975	47,661	10,903	8,377	45,035	10,666
3.	10,167	59,881	13,111	8,564	44,517	10,351
4.	8,376	47,794	10,314	11,257	58,162	14,114
5.	10,233	63,203	14,030	8,594	55,058	11,390
6.	8,919	49,669	11,058	6,866	42,077	8,633
7.	10,239	56,523	12,730	7,594	41,140	9,670
8.	10,419	55,685	12,618	8,450	46,003	10,256
9.	8,819	49,270	10,962	7,372	40,999	9,133
10.	8,940	56,404	11,518	7,512	41,593	9,291
11.	8,065	47,453	10,006	10,160	63,790	13,277
12.	7,894	46,304	9,967	6,844	42,578	8,542
13.	7,078	42,173	8,887	7,166	44,089	9,095
14.	7,807	47,211	9,809	9,928	52,283	12,128
15.	7,889	41,684	9,610	5,530	29,126	6,625
16.	9,096	50,225	11,261	7,532	43,051	9,369
17.	6,717	36,610	8,244	10,022	57,938	12,771
18.	8,333	43,990	10,353	6,429	37,336	8,083
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>8,549</b>	<b>48,850</b>	<b>10,717</b>	<b>8,095</b>	<b>45,959</b>	<b>10,150</b>

<b>C-30-2400-60</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	1,382	9,639	1,748	1,215	7,857	1,514
2.	2,701	16,406	3,402	1,711	11,306	2,210
3.	2,069	16,201	2,837	1,273	9,360	1,637
4.	1,308	9,724	1,652	1,925	10,664	2,355
5.	1,394	8,342	1,698	1,940	12,458	2,501
6.	1,279	8,063	1,580	1,253	7,905	1,558
7.	1,418	9,007	1,775	3,119	23,957	4,278
8.	1,745	11,615	2,186	1,251	7,750	1,540
9.	1,312	8,632	1,635	2,327	17,184	3,175
10.	1,676	9,968	2,054	1,963	18,570	2,996
11.	1,290	8,722	1,621	1,361	8,258	1,696
12.	4,665	32,027	6,238	1,268	7,782	1,568
13.	1,502	9,267	1,919	2,743	19,037	3,654
14.	1,904	14,737	2,762	1,920	15,013	2,539
15.	1,308	10,134	1,667	1,739	12,766	2,287
16.	2,310	14,582	3,124	1,692	10,921	2,184
17.	1,334	8,823	1,658	1,460	8,900	1,818
18.	1,545	11,279	1,986	1,520	11,186	1,925
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>1,786</b>	<b>12,065</b>	<b>2,308</b>	<b>1,760</b>	<b>12,271</b>	<b>2,302</b>

<b>T-30-2400-60</b>						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	6,401	40,481	8,157	7,946	51,298	10,841
2.	10,883	68,199	14,260	7,561	41,807	9,168
3.	7,415	47,754	9,362	4,897	31,113	6,430
4.	4,463	31,457	5,911	5,082	29,581	6,542
5.	8,346	50,615	10,971	4,321	27,787	5,688
6.	5,673	36,416	7,117	3,847	26,634	5,215
7.	4,472	26,457	5,604	5,221	31,256	6,873
8.	4,829	37,246	6,698	7,006	40,299	8,879
9.	8,078	48,300	10,439	9,499	56,398	12,186
10.	6,265	36,903	7,812	6,866	41,599	9,042
11.	6,490	38,909	8,140	5,846	38,222	7,473
12.	6,899	38,388	8,522	4,828	33,252	6,227
13.	10,912	62,781	13,879	8,013	50,842	10,146
14.	5,905	37,847	7,766	5,070	31,764	6,560
15.	4,516	27,666	5,859	5,387	34,646	7,064
16.	5,007	30,463	6,490	6,159	41,562	8,108
17.	5,837	35,521	7,715	8,504	46,501	10,413
18.	5,984	34,779	7,479	4,729	32,555	6,130
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>6,576</b>	<b>40,566</b>	<b>8,455</b>	<b>6,155</b>	<b>38,173</b>	<b>7,944</b>



C-30-1800-120						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	1,915	12,226	2,581	3,070	16,797	3,812
2.	2,275	12,747	2,788	3,007	15,439	3,687
3.	1,612	8,680	2,023	1,064	5,323	1,289
4.	1,877	10,284	2,336	2,461	13,974	3,093
5.	1,437	7,308	1,747	1,187	5,442	1,373
6.	1,110	4,904	1,278	1,027	5,171	1,212
7.	1,185	6,619	1,448	1,135	5,506	1,355
8.	0,930	7,740	1,102	1,105	6,100	1,372
9.	1,155	6,695	1,472	2,592	15,530	3,308
10.	1,204	5,117	1,399	2,156	12,070	2,736
11.	3,094	15,029	3,665	2,247	11,699	2,732
12.	2,772	17,279	3,589	1,316	7,111	1,643
13.	1,998	13,173	2,692	1,187	5,681	1,427
14.	1,013	5,994	1,260	1,092	5,624	1,317
15.	0,931	4,564	1,105	1,374	7,187	1,667
16.	0,984	6,150	1,299	1,386	7,341	1,732
17.	1,223	5,878	1,457	1,157	6,341	1,416
18.	1,948	15,401	2,801	3,084	19,951	4,085
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>1,592</b>	<b>9,210</b>	<b>2,002</b>	<b>1,758</b>	<b>9,572</b>	<b>2,181</b>

T-30-1800-120						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	7,413	42,388	9,077	8,988	51,178	11,524
2.	7,532	41,982	9,297	6,857	48,129	9,018
3.	7,386	43,436	9,942	6,274	38,784	7,784
4.	9,348	55,104	12,006	6,474	36,546	8,077
5.	5,843	31,457	7,145	6,231	32,606	7,602
6.	8,979	60,098	12,141	4,900	26,106	6,128
7.	9,048	55,872	11,688	6,949	39,077	8,716
8.	9,030	52,739	11,671	8,073	40,887	9,748
9.	8,785	62,164	11,945	8,847	48,902	10,935
10.	9,851	55,177	12,322	8,643	54,382	11,066
11.	7,206	39,762	9,069	7,791	47,813	9,827
12.	7,246	46,772	9,544	6,969	44,237	9,163
13.	8,038	45,302	9,937	5,205	38,004	6,709
14.	7,515	41,426	9,282	6,865	43,374	8,655
15.	5,846	36,872	7,498	8,721	47,896	10,912
16.	7,712	43,233	9,782	5,972	35,496	7,535
17.	6,498	40,431	8,304	6,931	43,392	8,908
18.	7,025	36,710	8,590	7,079	40,388	8,975
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>7,795</b>	<b>46,163</b>	<b>9,958</b>	<b>7,098</b>	<b>42,067</b>	<b>8,960</b>

C-30-2400-120						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	1,158	8,665	1,628	0,726	4,405	0,935
2.	0,229	1,746	0,301	0,436	2,498	0,540
3.	0,367	2,011	0,439	0,435	3,301	0,568
4.	0,389	2,280	0,485	0,473	2,481	0,574
5.	0,730	4,252	0,918	0,461	2,415	0,554
6.	0,336	1,907	0,407	0,302	1,723	0,364
7.	0,288	1,676	0,347	0,326	1,970	0,398
8.	0,379	2,401	0,459	0,808	4,743	1,126
9.	1,947	12,108	2,556	0,937	6,079	1,318
10.	0,350	2,565	0,445	0,474	2,882	0,616
11.	0,412	2,539	0,514	0,731	4,649	0,951
12.	0,650	3,768	0,799	0,376	2,329	0,468
13.	0,420	2,356	0,504	0,299	1,667	0,366
14.	0,411	2,322	0,507	0,321	1,836	0,396
15.	0,339	2,318	0,421	0,580	4,486	0,885
16.	0,392	2,409	0,491	0,363	2,391	0,474
17.	0,492	2,796	0,593	0,381	2,200	0,467
18.	0,263	1,658	0,327	1,252	8,519	1,691
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>0,531</b>	<b>3,321</b>	<b>0,675</b>	<b>0,538</b>	<b>3,365</b>	<b>0,705</b>

T-30-2400-120						
měření	ve směru tryskání [ $\mu\text{m}$ ]			kolmo na směr tryskání [ $\mu\text{m}$ ]		
	Ra	Rz	Rq	Ra	Rz	Rq
1.	7,237	48,011	9,487	6,243	41,467	8,211
2.	6,157	37,945	7,766	6,570	37,740	8,341
3.	8,579	57,074	11,385	7,580	42,047	8,451
4.	8,731	50,083	11,153	6,726	42,812	8,711
5.	5,835	37,719	7,554	7,113	41,877	9,005
6.	5,670	34,244	7,286	7,327	42,611	9,226
7.	6,003	35,641	7,563	6,715	38,304	8,527
8.	7,680	46,476	9,884	8,610	46,875	10,916
9.	6,919	41,379	8,678	8,145	47,490	10,331
10.	6,896	43,388	8,917	8,727	53,515	11,739
11.	5,193	37,203	6,743	6,577	42,075	8,226
12.	6,946	40,571	8,798	5,878	37,783	7,728
13.	6,367	40,326	8,313	8,537	59,867	11,800
14.	6,039	39,900	8,106	8,207	53,344	10,716
15.	6,008	40,031	7,761	5,538	31,795	7,032
16.	7,593	54,136	10,316	6,807	39,578	8,443
17.	7,465	42,436	9,322	7,435	41,551	9,175
18.	6,655	40,546	8,641	9,915	51,310	12,200
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>6,776</b>	<b>42,617</b>	<b>8,760</b>	<b>7,369</b>	<b>44,002</b>	<b>9,377</b>