

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Studium ochranných povlaků pro segmenty ropných plošin
Study of Protective Coatings for Segments of Oil Platforms

Student: Michal Latocha

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc.

Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání bakalářské práce

Student: **Michal Latocha**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie
Téma: **Studium ochranných povlaků pro segmenty ropných plošin**
Study of Protective Coatings for Segments of Oil Platforms

Zásady pro vypracování:

1. Proved'te rozbor současného stavu povrchové úpravy segmentů ropných plošin.
2. Proved'te návrh vhodné povrchové úpravy s ohledem na současné požadavky.
3. Navrhněte metodiku experimentálních prací.
4. Proved'te experimentální práce a jejich vyhodnocení.
5. Zpracujte technickou zprávu včetně technicko-ekonomického zhodnocení.

Seznam doporučené odborné literatury:

MOHYLA, M.: *Technologie povrchových úprav kovů*. Učební texty VŠB – TU Ostrava, 2006. 3. vydání. 156 s. ISBN 80-248-1217-7.

BROCK, T., GROTEKLAES, M., MISCHKE, P.: *European Coating Handbook*. Vincentz Verlag, Hannover, Germany, 2000. 410 s. ISBN 3-87870-559-X.

ČSN EN ISO 12 944. *Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy*. Český normalizační institut, 1998, 1999, 2008.

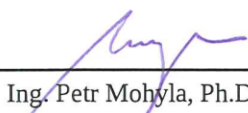
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc.**

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014




Ing. Petr Mohyla, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě15.5.2014.....

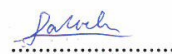
.....*fatob*.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen, „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen vedoucímu bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
 - beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 16. 5. 2014.



.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce: Michal Latocha

Adresa trvalého pobytu autora práce: Sosnová 351, Třinec

PODĚKOVÁNÍ

Závěrem považuji za svou povinnost poděkovat doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc za vedení mé bakalářské práce, Ing. René Siostrzonek, Ph.D. za cenné informace rady a připomínky při konzultacích bakalářské práce.

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

LATOCHA, Michal. Studium ochranných povlaků pro segmenty ropných plošin: bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2014, 59s. Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc

Cílem bakalářské práce bylo zvolit správný nátěrový systém pro ropné plošiny, který bude vyhovovat v extrémních podmínkách. V první části bakalářské práce jsou popsány správné postupy výroby, aby se předešlo předčasné korozi. Druhá část je zaměřena na volbu nátěrového systému v daných extrémních podmínkách. V poslední části bakalářské práce jsou provedeny různé zkoušky nátěrového systému, abychom zjistili, zda daný nátěr bude vhodný pro ropné plošiny. Nátěry byly provedeny na zkušebních vzorcích. Zkušební vzorky by měly být totožné jako u ocelových konstrukcí, co se týče přípravy povrchů a volbou nátěrů.

BACHELOR THESIS ANNOTATION

LATOCHA, Michal. Study of Protective Coatings for Segments of Oil Platforms: Bachelor Thesis. Ostrava: VŠB – Technical University Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2014, 59s. Bachelor thesis leader: doc. Ing. Jitka Podjuklová, CSc

The aim of the bachelor thesis is to choose the right system of coatings for oil platforms which is suitable for extreme conditions. In the first part of the thesis there are described correct procedures of production to prevent early corrosion. Second part is focused on a choice of a coating system in concrete extreme conditions. In the last part of the bachelor thesis there are made various tests of coatings system to find out if the coating is suitable for oil platforms. Coatings were done on test samples. Test samples should be similar to steel constructions concerning preparation of surfaces and choices of coatings.

OBSAH

Úvod.....	1
1 koroze.....	2
1.1 Druhy koroze.....	2
1.1.1 Chemická koroze.....	2
1.2.1 Elektrochemická koroze.....	3
1.2 Koroze ve vodě a v půdě.....	3
1.2.1 Konstrukce ponořené do vody.....	3
1.3 Stupně korozní agresivity atmosféry (vody a půdy).....	4
1.4 Speciální namáhání.....	6
1.5 Chemické namáhání.....	6
1.6 Mechanické namáhání.....	6
2 Návrh ocelových konstrukcí.....	7
2.1 Návrh ocelových konstrukcí dle ČSN EN ISO 12944-3.....	7
2.2 Obecně k návrhu ocelových konstrukcí.....	7
2.3 Základní kritéria navrhování protikorozní ochrany.....	8
2.4 Minimální rozměry těsných vzdáleností mezi povrchy.....	8
2.5 Úprava spár.....	10
2.6 Opatření k předcházení zadržování vody a úsad.....	11
2.7 Hrany.....	12
2.8 Vady povrchu svaru.....	12
2.9 Šroubové spoje.....	13
2.10 Duté prvky, duté stavební díly.....	13
2.11 Prohlubně a výztuhy.....	14
2.12 Manipulace, doprava a montáž.....	14

2.13 Příprava ocelových povrchů před nanášením nátěrových hmot dle ČSN EN ISO 85013.....	14
2.14 Stupně přípravy povrchu před aplikací nátěru.....	15
2.15 Požadavky na stupně přípravy.....	15
3 Příprava povrchů před aplikací nátěrového systému.....	18
3.1 Ruční a mechanizované čištění.....	18
3.2 Otryskávání.....	18
3.2.1 Otryskávání.....	20
3.2.2 Volba otryskávání.....	21
3.3 Odmaštění.....	21
3.3.1 Volba odmaštění.....	23
3.4 Omílání.....	23
3.5 Moření.....	24
4 Aplikace nátěrových hmot.....	24
4.1 Nanášení nátěrových hmot štětcem.....	24
4.2 Nanášení nátěrových hmot navalováním.....	25
4.3 Nanášení nátěrových hmot namáčením.....	26
4.4 Nanášení nátěrových hmot poléváním.....	26
4.5 Nanášení nátěrových hmot pomocí stříkací pistole.....	26
4.6 Nanášení nátěrových hmot bezvzduchovým stříkáním (airless).....	27
5 Nátěrové systémy pro ropné plošiny.....	28
5.1 Základní nátěr.....	28
5.2 Podkladový nátěr.....	29
5.3 Pásový nátěr.....	30
5.4 Vrchní nátěr.....	31
5.5 Plochy konstrukce chráněné proti aplikaci nátěrů.....	33
6 Kontrola a zkoušky nátěrů.....	33

6.1 Měření drsnosti.....	33
6.2 Měření suché tloušťky nátěru.....	35
6.3 Měřicí přístroj Elcometer 456.....	35
6.4 Měření suché tloušťky na základním nátěru.....	36
6.5 Měření suché tloušťky na vrchním nátěru.....	37
6.6 Kontrola mřížkovou zkouškou a křížovým řezem.....	37
6.6.1 Mřížková zkouška.....	37
6.6.2 Zkouška křížového řezu.....	38
6.7 Odtrhová zkouška.....	40
7 Současný stav povrchové úpravy segmentů ropných plošin.....	42
8 Finanční zhodnocení.....	42
10 Seznam použité literatury.....	48

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ

ZNAK	VELIČINA	JEDNOTKA
Ra	střední aritmetická úchylka profilu	[μm]
Rz	výška nerovnosti profilu určená z 10 bodů	[μm]
Ry	největší výška nerovnosti profilu	[μm]
Rq	střední kvadratická hodnota drsnosti	[μm]
Rp	největší výška výstupu profilu	[μm]
n	počet měření	[-]
Kč	cena	[-]
p	tlak	[MPa]
a	nejmenší povolená vzdálenost	[mm]
L	litry	[l]
ρ	hustota	[kg/l]
\bar{x}	aritmetický průměr	[-]
$S_{p \text{ prak}}$	praktická spotřeba nátěrových hmot	[-]
$S_{p \text{ teor}}$	teoretická spotřeba nátěrových hmot	[$\frac{g}{m^2}$]
DFT	suchá tloušťka nátěru	[μm]
WFT	mokrý tloušťka nátěru	[μm]
f_{zT}	faktor ztrát	[%]
% obj	objem sušiny	[%]

ÚVOD

Ochrana povrchu patří mezi velmi důležité odvětví v průmyslu. Nejčastěji se setkáváme s povrchem, který je chráněn pomocí nátěru. Od nátěrů se nejčastěji očekává, že budou chránit dané konstrukce před korozi a dalšími vlivy jako jsou povětrnostní podmínky, ochrana před vodou, změnami teplot atd. Někdy jde také o povrchovou úpravu z estetických důvodů. V našem případě se jedná o velmi agresivní přímořské podmínky, tedy stupeň agresivity C5-M. Z tohoto důvodu je nutné zvolit správnou nátěrovou hmotu, která těmto podmínkám vyhoví. Největší důraz se bude klást na části na hladině vody, protože zde budou dané konstrukce nejvíce ovlivněny korozi.

Cílem bakalářské práce je tedy studium ochranných povlaků pro segmenty ropných plošin. Korozní agresivita prostředí vyskytujícího se na ropných plošinách je velmi specifická a velmi intenzivní. Z tohoto pohledu je nutné se zabývat nejenom samotnými nátěrovými systémy, ale také i procesy, které předcházejí aplikaci nátěrových hmot, a to konstrukčním návrhem konstrukce, stavem povrchu (hrany, svary apod.) před úpravou povrchu, technologií aplikace nátěru a samozřejmě i kontrolními operacemi apod. Všechny výše uvedené aspekty představují základní pravidla, která by se měla dodržovat v protikorozi ochraně nátěrovými hmotami. A pokud jsou dodržena, je výsledkem nátěrový systém poskytující ocelové konstrukci požadované parametry z pohledu funkčnosti, životnosti apod.

Pro kontrolu, zda je vhodný základní podkladový a vrchní nátěr, provedeme individuální zkoušky pro jednotlivé etapy nátěru. Pokud by nějaká barva byla málo odolná, musela by se nahradit jinou barvou, popřípadě je nutné zjistit, proč nevyhovuje. Důvodem nemusí být jen špatně zvolená barva, ale například typ před úpravy, popřípadě metoda nanášení.

Výsledky bakalářské práce přinesou shrnutí cenných a užitečných informací z oblasti protikorozi ochrany ocelových konstrukcí ropných plošin a dalších konstrukcí v přímořském prostředí.

1 Koroze

Koroze je postupné rozrušování kovů v chemickém nebo fyzikálním agresivním prostředí. Korozi nepodléhají pouze oceli, ale také slitiny, keramické hmoty, plastické hmoty a další materiály.

1.1 Druhy koroze

Existuje mnoho způsobů rozdělení koroze. Dělíme ji tedy podle mechanismu na korozi chemickou a korozi elektrochemickou. Podle vzhledu ji rozdělujeme na rovnoměrnou a nerovnoměrnou. Dále podle korozního činitele na koroze při napětí a koroze za únavy materiálů. Druhy koroze dělíme podle daného prostředí a jedná se o koroze atmosférické, ve vodě, v plynech a nakonec koroze v půdě.

1.1.1 Chemická koroze

Chemická koroze je ovlivněná vnějším prostředím jako je vzduch, plyn, benzen a neelektrolyty jako je nafta. Chemická koroze je nejčastěji poznamenána oxidací, která se na povrchu objeví jako vrstva oxidů. Oxidy bývají pórovité a někdy z povrchu odpadají. Postupem času může dojít k degradaci dané součásti.



Obrázek č. 1 Chemická koroze [3]

1.1.2 Elektrochemická koroze

Elektrochemická koroze vzniká při styku materiálu s elektrickým vodivým prostředím. U elektrochemické koroze vznikají změny, které jsou spojeny s přenosem elektrického napětí. Jedná se především o kapalně roztoky kyselin a soli, které jsou rozpustné ve vodě. Tento typ koroze se rozděluje na mikročlánky a makročlánky. K typickému příkladu makročlánku patří nýtové spojení, kde nýt je např. z mědi a mezi spojením dvou materiálů, v našem případě oceli a mědi, vzniká koroze. U mikročlánku vzniká koroze uvnitř materiálu.

1.2 Koroze ve vodě a v půdě

Mnohem větší důraz se musí klást na ochranu předmětů, které jsou ponořeny do vody nebo zasypány v půdě. Koroze je často omezena na malé plochy konstrukce, kde rychlost koroze může být vysoká. Korozní zkoušky v těchto prostředích se jak ve vodě, tak v půdě nedoporučují.

1.2.1 Konstrukce ponořené do vody

Velký vliv na průběh koroze konstrukce má druh vody (sladká, poloslaná nebo slaná). Dalším významným vlivem na průběh koroze je množství kyslíku ve vodě, teplota vody a množství dalších rozpuštěných látek ve vodě. Korozi mohou urychlit rostliny i živočichové pod vodou. Při ponoru jsou definovány tři různé zóny. Jako první jde o zónu pod ponorovou. Je to část konstrukce, která je trvale ponořena pod vodou. Druhá zóna je zóna střídavého ponoru, jedná se o části, které jsou střídavě potopeny vlivem úbytku hladiny, vlnění. Zvýšená koroze zde vychází z působení vody a atmosféry. Jako poslední je možno uvést zónu postřikovou, kde vlivem působení větrů a vln může být namáhání obzvláště vysoké. Nejvíce jsou namáhány konstrukce ve slané vodě. Poslední dvě

zmiňované zóny, vyskytující se na ocelové konstrukci, jsou nejvíce náchylné na korozi, proto musí být pravidelně kontrolovány, aby nedošlo k narušení, popřípadě poškození konstrukce.

1.3 Stupně korozní agresivity atmosféry (vody a půdy)

Podle normy ISO 12944 je definováno šest stupňů korozní agresivity:

1. C1 - velmi nízká
2. C2 - nízká
3. C3 - střední
4. C4 - vysoká
5. C5-I - velmi vysoká (průmyslová)
6. C5-M - velmi vysoká (přímořská)

Pro rozpoznání dané skupiny je využívána doporučená expozice standardních vzorků. V tabulce č. 2 definujeme kategorii korozní agresivity na základě úbytku tloušťky nebo hmotnosti vzorků.

Pro konstrukce ponořené do vody je korozní agresivita velmi těžko definovaná, protože koroze je především místní. Proto je možné pro účely této mezinárodní normy popsat různá prostředí. V tabulce č. 1 jsou uvedena tři různá prostředí, včetně jejich označení.

Tabulka č. 1 Kategorie vody a půdy [2]

Stupeň	Prostředí	Příklady prostředí a konstrukcí
Im1	Sladká voda	Vodní stavby, vodní elektrárny
Im2	Mořská nebo poloslaná voda	Ocelové stavby v přístavech jako stavidla, výpusti, plavební komory, plovoucí plošiny
Im3	Půda	V zemi uložené nádrže, ocelové potrubí, ocelové piloty

Tabulka č. 2 Korozní agresivita prostředí [2]

Stupně korozní agresivity	Úbytky hmotnosti na jednotku plochy/úbytky tloušťky (pro první rok expozice)				Příklady typických prostředí mírných klimatických pásem (pouze informativní)	
	Uhlíková ocel		Zinek		Venkovní	Vnitřní
	Úbytek hmotnosti g/m ²	Úbytek tloušťky μm	Úbytek hmotnosti g/m ²	Úbytek tloušťky μm		
C1 velmi nízká	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	-	Vytápěné budovy s čistou atmosférou, např. kanceláře, školy, obchody, hotely
C2 nízká	> 10 až 200	> 1,3 až 25	> 0,7 až 5	> 0,1 až 0,7	Atmosféry s nízkou úrovní znečištění, převážně venkovské prostředí	Nevytápěné budovy, kde může docházet ke kondenzaci, např. sklady, sportovní haly
C3 střední	> 200 až 400	> 25 až 50	> 5 až 15	> 0,7 až 2,1	Městské a průmyslové atmosféry s mírným znečištěním oxidem siřičitým; přímořské prostředí s nízkou salinitou	Výrobní prostory s vysokou vlhkostí a malým znečištěním ovzduší, např. výroby potravin, prádelny, pivovary, mlékárny
C4 vysoká	> 400 až 650	> 50 až 80	> 15 až 30	> 2,1 až 4,2	Průmyslové prostředí a přímořské prostředí s mírnou salinitou	Chemické závody, plavecké bazény, loděnice a doky na mořském pobřeží
C5-I velmi vysoká (průmyslová)	> 650 až 1500	> 80 až 200	> 30 až 60	> 4,2 až 8,4	Průmyslové prostředí s vysokou vlhkostí a agresivní atmosférou	Budovy nebo prostředí s převážně trvalou kondenzací a s vysokým znečištěním ovzduší
C5-M velmi vysoká (přimořská)	> 650 až 1500	> 80 až 200	> 30 až 60	> 4,2 až 8,4	Přimořské prostředí s vysokou salinitou	Budovy nebo prostředí s převážně trvalou kondenzací a s vysokým znečištěním ovzduší

POZNÁMKY
1 Hodnoty úbytků použité pro stupně korozní agresivity jsou identické s údaji ISO 9223.
2 V teplých přímořských prostředích a vlhkých zónách mohou úbytky hmotnosti nebo tloušťky překročit limity stupně C5-M; při volbě ochranných nátěrových systémů ocelových konstrukcí tedy musí být vzaty v úvahu speciální požadavky.

1.4 Speciální namáhání

Speciální namáhání se řadí pod normu ISO 12944. Jedná se o namáhání, která způsobují nárůst korozní rychlosti, popřípadě vyžadují větší nároky na zajištění ochranné účinnosti povlakového systému.[2]

1.5 Chemické namáhání

Místními činidly je zvýšeno korozní napadení, které pochází z určité výroby (alkálií, kyselin, solí, agresivních plynů, prachových částic a organických rozpouštědel). Taková napadení jsou nejčastěji viděna v barvárnách, galvanizovnách, rafinerii ropy...[2]

1.6 Mechanické namáhání

A) V ovzduší

Jedná se o úběrové namáhání (eroze), jež bývá způsobeno pevnými částicemi (např. pískem). Povrchy, které jsou podrobovány úběru, jsou vystaveny mírnému nebo zvýšenému mechanickému namáhání.

B) Ve vodě

K mechanickému namáhání ve vodě může dojít pohybem kamenů, abrazivním působením písku a vlněním. Proto tato namáhání dělíme do tří skupin:

- **Slabé:** jedná se o velmi malé nebo žádné mechanické namáhání. Nejčastěji vzniká v důsledku rozptýlení zeminy, malého množství písku, popřípadě pomalu pohybující se vody.
- **Střední:** jedná se o střední mechanické namáhání v důsledku plavených sutí, písku, šterku, ledu v pomalé tekoucí vodě. Dále se může jednat o silný proud bez přítomnosti částic a působení vln. V poslední řadě se může jednat o mírný nárůst živočichů a řas.

- **Silné:** jde o silné mechanické namáhání v důsledku pevných částic písku, suti, štěrku a ledu v rychle tekoucí vodě. Silné mechanické namáhání mohou způsobovat také velké nárůsty řas a živočichů, zvláště když musí být z důvodu funkčnosti odstraněny. [2]

2 Návrh ocelových konstrukcí

2.1 Návrh ocelových konstrukcí dle ČSN EN ISO 12944-3

Tato část normy se zabývá základními kritérii pro navrhování ocelových konstrukcí, které mají být opatřeny nátěrovými systémy s cílem vyloučit předčasnou korozi a degradaci nátěrů nebo konstrukce[4]. Aby se předešlo problémům s údržbou nátěrových systémů a aplikaci apod., uvádí tato norma vhodné a nevhodné příklady. Norma rovněž obsahuje doporučení z oblasti výroby a transportu ocelových konstrukcí.

2.2 Obecně k návrhu ocelových konstrukcí

Aby stavba byla funkční a dosahovala odpovídající pevnosti a životnosti, musí být zajištěn konstrukční návrh díla. Ocelová konstrukce by měla být navržena tak, aby se zjednodušila příprava povrchu, údržba a nanášení nátěrů.

Tvar konstrukce může ovlivnit její náchylnost ke korozi[4]. Tvar ocelové konstrukce, tj. uspořádání jednotlivých prvků, by měl být takový, aby neumožňoval snadný vznik koroze. Ochranný systém by měl být stanoven tak, aby splnil účel dané konstrukce. V úvahu musíme brát i životnost a údržbu.

Důležitým kritériem vzniku předčasné koroze jsou tvary stavebních prvků, způsob výroby, spojování a montáže. Podobně musí být brány v úvahu tvary konstrukce a jejích dílů, vedle kategorie agresivity prostředí při specifikacích vlastních ochranných

systémů[4]. Tvary povrchu by měly být co nejjednodušší a pokud je to možné, je doporučováno vyvarovat se složitých tvarů.

2.3 Základní kritéria navrhování protikorozní ochrany

Povrchy ocelových konstrukcí, které jsou vystavené koroznímu namáhání, by měly být jednoduché a s malým počtem nepravidelností (např. přeplátování, hrany, rohy). Je vhodnější využívat svařování oproti nýtování, popřípadě šroubování, aby se dosáhlo rovinnosti celé plochy. Bodové a přerušované svary by se měly použít, pokud dosáhnou zanedbatelného korozního nebezpečí.

Tvary konstrukce ovlivňují náchylnost ke korozi. V našem případě by měla ocelová konstrukce být navrhovaná tak, aby byla vyloučena místa, na kterých by mohlo dojít ke vzniku zárodků koroze. Proto by měl konstruktér na začátku projektování navázat kontakt se specialistou v daném oboru a projednat tuto problematiku.

Zdrojem vzniku koroze mohou být tvary stavebních prvků, způsoby jejich spojování, způsoby výroby, montáže a všechny následné operace.

2.4 Minimální rozměry těsných vzdáleností mezi povrchy

Ocelové stavební díly musí být navrženy tak, aby byly dostupné a dosažitelné pro nanášení, inspekci a údržbu ochranných nátěrových systémů[4]. To může být nejčastěji zajištěno například pohyblivými pracovními lávkami, pevným lešením nebo jiným pomocným zařízením. Již ve stadiu projektování musí být do projektu zahrnuto bezpečné provádění údržbových prací. Povrchy určené pro natírání musí být bezpečné a dostupné. Inspekce prací a natírání musí být na všech částech konstrukce snadno proveditelné a hlavně bezpečné.

Zvláštní pozornost by měla být věnována zajištění přístupnosti otvorů nádrží a zásobníků. Otvory musí být velké, bezpečné a přístupné pro pracovníky. Dále nesmíme zapomenout na otvory pro odvětrávání při nanášení nátěrů, které jsou dimenzovány.

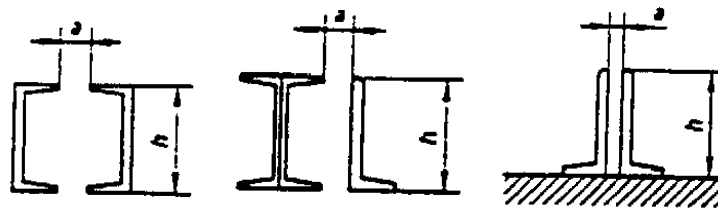
Pokud je to možné, je nutné vyloučit těsné uspořádání stavebních dílů. Komponenty, které jsou vystaveny koroznímu namáhání a nebudou přístupné, musí být zhotoveny z korozně odolných materiálů, popřípadě opatřeny nátěrovým systémem, který bude splňovat životnost celé konstrukce[4].

Pro umožnění natírání, přípravy povrchu a údržbu, je potřebné zajistit přístupnost (viz obr. č. 2) dle parametrů:

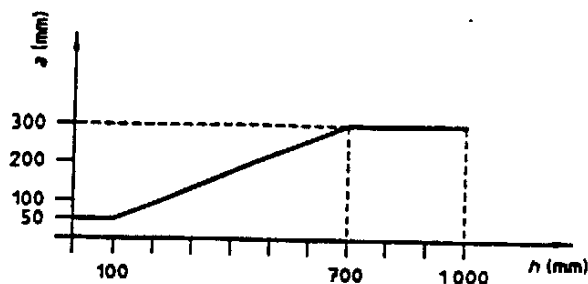
a - nejmenší povolená vzdálenost mezi konstrukcí a hraniční plochou, popřípadě mezi dvěma částmi konstrukce [mm],

h - max. výška konstrukce, kterou je pracovník schopen dosáhnout [mm].

Nejmenší přípustná vzdálenost a mezi částmi konstrukce pro h až do 1000mm je dána křivkou 1.[4]



Obrázek č. 2 Minimální vzdálenosti [4]

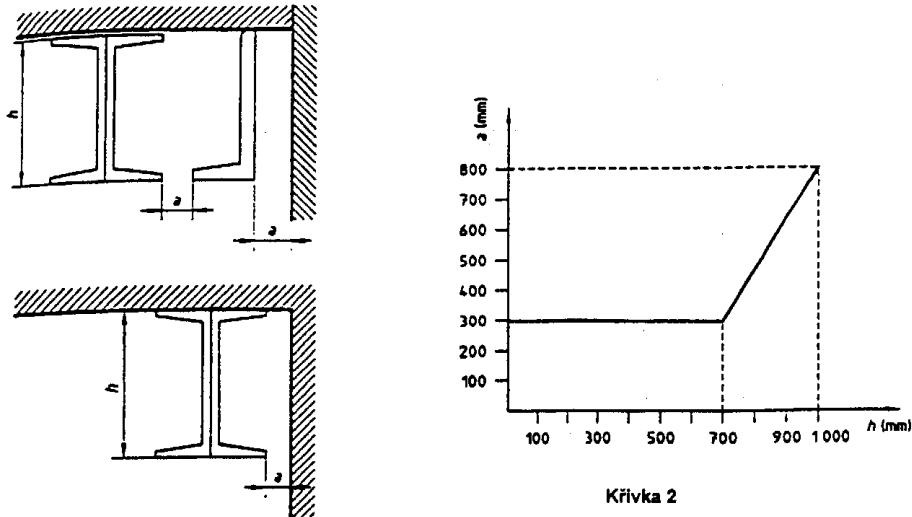


Křivka 1

Obrázek č. 3 Křivka 1 [4]

Jestliže má pracovník dosáhnout vyšší výšky než 1000mm, pak rozměr a z křivky 2 musí být nejméně 800mm. Jestliže nemůže projektant výše uvedená doporučení splnit, musí být přijata speciální opatření.[4]

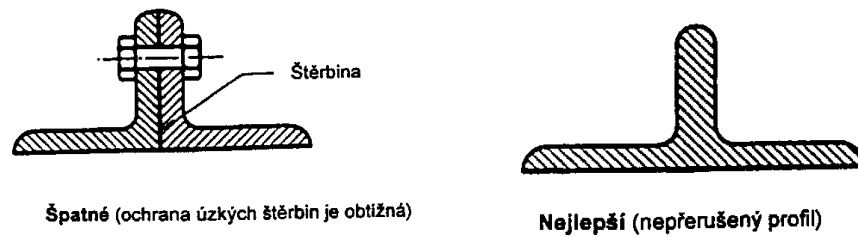
ČSN EN ISO 12944-3



Obrázek č. 4 Nejmenší přípustná vzdálenost mezi konstrukcí a přilehlou plochou je dána křivkou[4]

2.5 Úprava spár

Na ocelové konstrukci se vždy vyskytují spáry, trhliny, popřípadě přeplátování. Tyto prvky na konstrukci jsou potenciálním zdrojem korozního napadení, a proto je nutné věnovat jim zvýšenou pozornost. V těchto místech se může zdržovat voda, vlhkost, nečistoty, zbytky tryskacích prostředků apod. Na ocelové konstrukci, která je vystavena vysoce koroznímu prostředí, by se neměly vyskytovat spáry. Obecně lze spáry vyloučit utěsněním. Pro utěsnění je možno využít různých metod – např. vložení ocelového plechu do úzké mezery a daný plech je následně přivařen, nebo využití různých tmelů, apod. Zvláštní pozornost by měla být věnována přechodům mezi ocelí a betonem. Tento přechod je vystaven vysokému koroznímu namáhání a to z důvodu výskytu spáry nebo z důvodu korozní agresivity samotného betonu. Různé příklady spár vyskytujících se na konstrukci a vhodné doporučení pro jejich úpravy jsou uvedeny na obrázku č. 5.



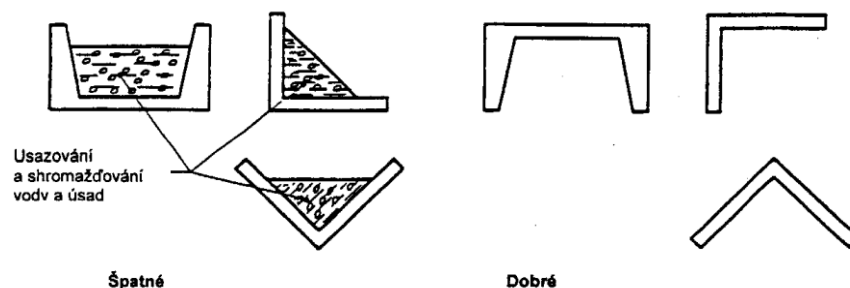
Obrázek č. 5 Zajištění spár [4]

2.6 Opatření k předcházení zadržování vody a úsad

Dalším důležitým faktorem při návrhu ocelové konstrukce jsou opatření, která zajistí optimální odvod vody a úsad z povrchu konstrukce. Jakékoliv zadržování vody a úsad na konstrukci je potenciálním zdrojem korozního napadení. Proti usedání vody a nečistot je vhodné při návrhu ocelové konstrukce dodržovat určitá pravidla, a to např.:

- použití odvodňovacích žlabů, okapních žlabů, lišt,
- přerušení konstrukce,
- návrh konstrukcí se zarovnanými nebo nakloněnými povrchy,
- vyloučení profilů shora otevřených nebo jejich uspořádání do sklonu,
- vyloučení prohlubní a kapes, ve kterých se může zdržovat voda a nečistoty,
- využití svodů vody,
- vyloučení korozně působících kapalin, apod.

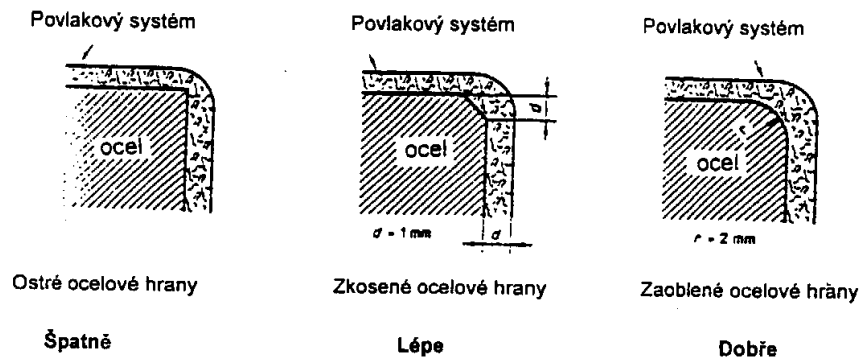
Při návrhu ocelové konstrukce nesmíme zapomenout také na možnost přívodu vody větrem. Následující obrázek č. 6 názorně ukazuje na nevhodné uspořádání prvků ocelové konstrukce a doporučení, které vyloučí možnost zadržování vody a úsad.



Obr. č. 6 Zadržování vody a úsad [4]

2.7 Hrany

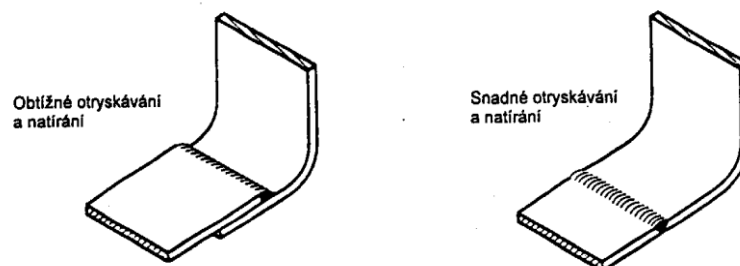
Ostré hrany na povrchu ocelové konstrukce představují významný zdroj korozního napadení. Aby na všech plochách konstrukce byla požadovaná (specifikovaná) tloušťka nátěrového systému, je nutné hrany zaoblit – viz obrázek č. 7.



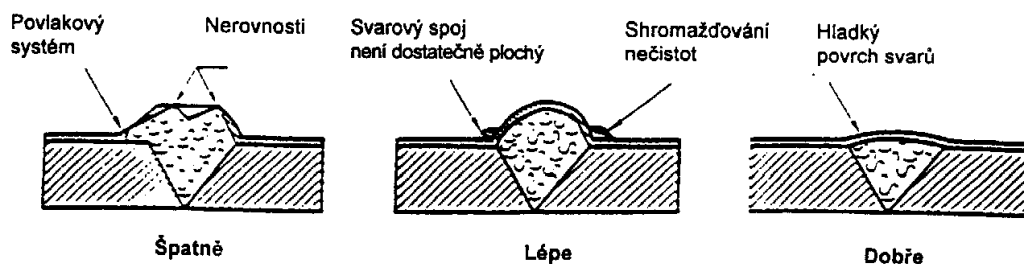
Obrázek č. 7 Vyloučení ostrých hran [4]

2.8 Vady povrchu svaru

Po svařování se musí jednotlivé plochy upravit (např. nerovnosti, krátery, póry a rozstříky), protože by se při aplikaci nátěru obtížně překrývaly (viz obrázek č. 8 a 9).



Obrázek č. 8 Uspořádání svaru [4]



Obrázek č. 9 Vyloučení povrchových vad na svárovém spoji [4]

2.9 Šroubové spoje

Životnost protikorozní ochrany šroubů, matek a podložek musí odpovídat životnosti celé konstrukce[4]. Tudíž i technologický postup aplikace nátěru na kontaktní plochy šroubového spoje (nekluzná spojení, předpjaté spoje, šrouby, matky a podložky) musí být navržen tak, aby nátěrový systém odpovídal všem požadavkům kladeným na danou ocelovou konstrukci.

2.10 Duté prvky, duté stavební díly

Z důvodu minimalizace ploch vystavených atmosférické korozi musí být u dutých prvků (uvnitř přístupných i nepřístupných) splněny požadavky především na zabezpečení jejich vhodných průřezů.

U otevřených dutých prvků a dutých dílů vystavených působení vlhkosti, musí být dbáno o jejich odvětrávání a odvodňování vytvořením vhodných otvorů.

U uzavřených dutých prvků a dutých dílů musí být dbáno o jejich nepropustnost pro vzduch a vlhkost. Před jejich uzavřením, sváry nebo těsnícím materiálem, musí být dbáno na to, aby nebyla uvnitř žádná voda ani vlhkost.

U uzavřených tvarů je také nezbytné vyloučit, zvolením vhodné konstrukce, možnost výbuchů např. v případě zinkování těchto hermeticky uzavřených dílů.

2.11 Prohlubně a výztuhy

Prohlubně žeber, výztuhových žeber a podobné stavební komponenty musí mít rádius minimálně 50mm, aby byla umožněna aplikace nátěrových hmot a příprava povrchu. Při používání výztuh např. mezi stojnou a pásnicí, se přechody mezi výztuhami zavařují dokola, aby se zabránilo vzniku spár. Nesmíme zapomenout na přístup pro přípravu povrchu a aplikaci nátěrových hmot.

2.12 Manipulace, doprava a montáž

Při projektování se nesmí zapomenout na manipulaci, dopravu a montáž. V úvahu se musí brát upevnění a zajištění jednotlivých dílů, a pokud by bylo vyžádáno, tak i uspořádání otvorů pro zavěšení. Pozornost musíme zaměřit i na vhodnou ochranu povlaku při manipulaci s konstrukcí. Stejně tak musí být již během projektování uvažováno o dočasné ochraně a trvalé ochraně spojovacích míst konstrukce[4].

2.13 Příprava ocelových povrchů před nanášením nátěrových hmot dle ČSN EN ISO 8501-3

Tato část normy se specializuje na řadu stupňů přípravy svarů, ostrých míst, hran a vad ocelového povrchu. Tyto vady mohou být viditelné před nebo po otryskání povrchu. Stupně přípravy dle ČSN EN ISO 8501 mají určit ocelové povrchy s vadami, včetně povrchů z výroby a svarů, vhodné pro aplikaci nátěrových hmot a podobných výrobků. Dále se tato část normy zabývá vadami povrchu na svárech, hranách a povrchu obecně.

2.14 Stupně přípravy povrchu před aplikací nátěru

Jsou specifikovány následující tři stupně přípravy ocelových povrchů s viditelnými vadami vhodné pro nanesení nátěru a dalších produktů.[5]

- **P1 - lehká příprava:** minimální nebo žádná příprava před nanesením nátěrů.
- **P2 - důkladná příprava:** většina vad bývá odstraněna.
- **P3 - velmi důkladná příprava:** povrch je bez významných viditelných vad.

Úroveň významnosti viditelných vad by měla být, s ohledem na konkrétní situaci, předem odsouhlasena všemi zainteresovanými stranami.[5]

Abychom dosáhli daných požadavků stupně přípravy musíme postupovat tak, aby nenarušovaly integritu svařovaných ploch nebo ocelových povrchů. Například při velkém tlaku u broušení může dojít ke vzniku teplem narušovaných míst na ocelovém povrchu[5]. Dále odstraňování defektů broušením může zanechat na povrchu rýhy s ostrými hranami.

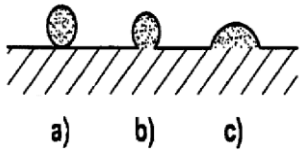
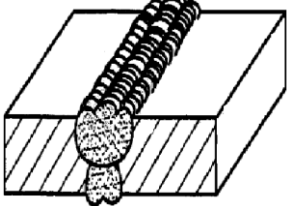
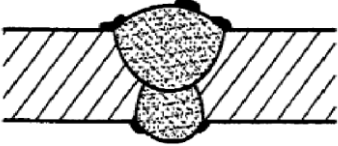

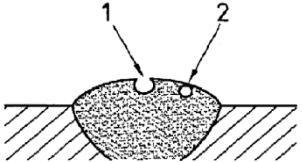
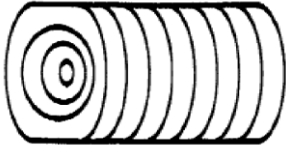
Může se stát, že různé druhy povrchových vad budou vyžadovat různé stupně přípravy[5]. Např. stupeň přípravy P3 mohou vyžadovat nesouvislé zápaly, zatímco ostatní vady mohou vyžadovat stupeň přípravy P2. Tento příklad může nastat, když jsou požadovány specifické estetické nároky na konečný vzhled. V návaznosti na tyto nároky by měl být předepsán stupeň P3 i v těch případech, že by nebyly požadovány vysoké nároky na ochranu proti korozi.

2.15 Požadavky na stupně přípravy

Jelikož v našem případě je korozní agresivita prostředí velmi vysoká, musíme zvolit stupeň před úpravy P3. Následující tabulky č. 3 až 5 doporučují optimální úpravu povrchové vady tak, aby byla dosažena maximální životnost nátěrového systému aplikovaného na ocelové konstrukci.

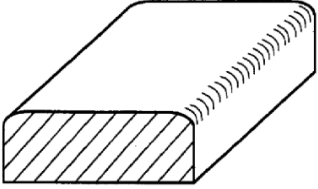
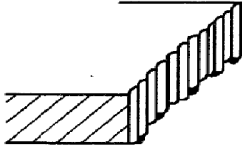
1) SVARY:

Tabulka č. 3 Požadavky na stupně přípravy [5]

Druh povrchové vady	Obrázek	P3
Rozstřík svarového kovu		povrch musí být prostý všech kuliček rozstříku po svařování
Rozčeřený svar		povrch musí být zcela upraven
Struska po svařování		povrch musí být bez strusky
Zápaly a vruby		povrch musí být bez vrubů
Pórovitost svarů	 Legenda 1 viditelná 2 neviditelná (může být odkryta při tryskání)	povrch musí být prostý bez viditelných pórů
Koncové krátery:		povrch musí být bez viditelných koncových kráterů

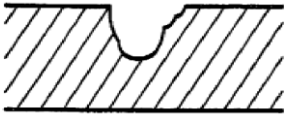
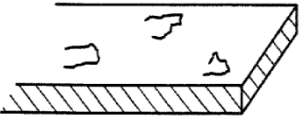
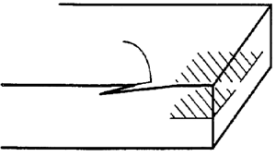
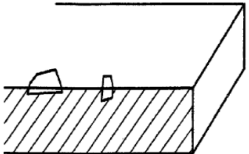
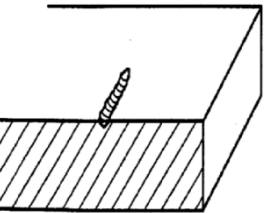
2) HRANY:

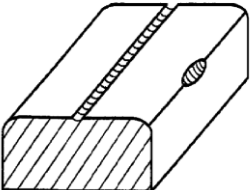
Tabulka č. 4 Požadavky na stupně přípravy [5]

Druh povrchové vady	obrázek	P3
Zaoblené hrany		Hrany musí být zaoblené, poloměr musí být nejméně 2 mm.
Pálené hrany		Povrch řezu musí být odstraněn a hrany musí být zakulaceny s poloměrem nejméně 2mm.

3) POVRCH OBECNĚ:

Tabulka č. 5 Požadavky na stupně přípravy [5]

Druh povrchové vady	obrázek	P3
Důlky a krátery		Povrch musí být bez důlku a kráterů
Šupiny a pleny		Povrch musí být bez viditelných šupin a odlupů
Válcované šupiny a laminace z válcování		Povrch musí být bez viditelných šupin a přesahů
Zaválcovaný cizorodý materiál		Povrch musí být bez zaválcovaného cizorodého materiálu
Rýhy a vruby vytvořeny mechanicky		Povrch musí být bez rýh a poloměr žlábků musí být větší než 4mm

Záseky, zářezy a stopy po válcování		Povrch nesmí obsahovat stopy po válcování a zářezy
--	---	--

3 Příprava povrchů před aplikací nátěrového systému

3.1 Ruční a mechanizované čištění

Touto přípravou povrchu se rozumí oškrábání, strojní kartáčování, kartáčování drátěným kartáčem a broušení. Označují se písmeny „St“. Nejprve je nutné pomocí oklepání odstranit silné vrstvy rzi a pak se může použít ruční a mechanizované čištění. Rovněž nesmíme zapomenout na viditelné mastnoty, nečistoty a oleje. Po mechanizovaném a ručním čištění by se měl povrch očistit od prachu a drti.

Ruční a mechanizované čištění „St“ dělíme na:

- **St 2- důkladné ruční a mechanizované čištění:** bez zvětšení musí být povrch prostý viditelných olejů, nečistot a mastnoty. Malá přilnavost rzi, okují a nátěrů popřípadě cizích látek.
- **St 3- velmi důkladné ruční a mechanizované čištění:** povrch musí být očištěn mnohem důkladněji než u St 2, aby získal kovový odstín daných podmínek.

3.2 Otryskávání

Otryskávání patří mezi mechanické úpravy povrchů. Principem tryskání je, že tryskací materiál se vrhá proti povrchu součásti velkou rychlostí. Tryskací medium odstraňuje z povrchu nečistoty jako je koroze, staré nátěry atd. Otryskaný povrch je nerovnoměrný, a proto patří do skupiny neorientovaných – izotropních povrchů. Na strukturu povrchu má velký vliv tvrdost zrn, úhel dopadu a rychlost letu zrna. Dopadání zrn způsobuje plastickou deformaci povrchové vrstvy. Plastická deformace vytváří zvýšené napětí

v povrchových vrstvách, dále zpevnění materiálu a topografické změny. Velký vliv na povrch má také tvar zrna. Druh tryskacího materiálu volíme podle druhu opracovávaného materiálu, podle tloušťky stěn a stupně znečištění. Při měkkých nebo tenkých stěnách materiálu se musí volit menší tlak tryskání a jemnější zrna z důvodu možného poškození povrchu. U tvrdých a tlustých stěn materiálu si můžeme dovolit pravý opak, vysoký tlak a hrubší zrna.

Je hodně druhů otryskávacích materiálů. Patří mezi ně např. křemičitý písek, litinová drť a různé druhy brusiva jako karbid křemíku, umělý korund, sekaný drát, balotina a další speciální materiály. Křemičitý písek se používá na otryskání, protože by měl mít ostrá zrna. Maximální tlak, který se docílí pomocí kompresoru, by měl být 0,3MPa. Při vyšším tlaku by mohlo dojít k prašnosti, nadměrnému tříštění a nebezpečí silikózy u obsluhujícího personálu. Litinová drť je asi 60x trvanlivější, ale podstatně dražší než písek. Další její výhodou je, že jakost a zrnitost je rovnoměrnější. Tryskání litinovou drtí není vhodné pro nerezavějící ocel a barevné kovy. Tlak tryskání by měl být okolo 0,7MPa. Brusivo ve srovnání s pískem má ostřejší zrno a je trvanlivější. Pro barevné kovy a nerezavějící ocel se používá kysličník hlinitý A 99, pro litinu a ocel kysličník hlinitý A 96. Největší pevnost má sekaný drát, který je vhodný pro tryskače s metacími koly. Drát má pevnost až 160 MPa. Je nasekaný na válečky, kde průměr je stejně velký jako délka. Je hospodárnější, neopotřebovává metací kolo, ve srovnání s litinovou drtí je ale 5x dražší. Skleněné kuličky neboli balotina se používá pro vyhlazování a leštění. Tímto způsobem můžeme snížit drsnost až o 50%. Přestože zůstanou na povrchu stopy důlku, je povrch odolnější proti korozi a poškrábání. Speciální materiály jako drť z pecek nebo plastické hmoty se používají pro dosažení matného nebo pololesklého povrchu u mědi, zinku a cínu.

Kulatý ocelový granulát je vyroben z tvrdé oceli, tato ocel je zakalená na martenzit. Ostrohranná drť se vyrábí drcením ocelového granulátu. Litinový granulát se rovněž vyrábí drcením a je tvořen ostrohrannými částicemi. Tryskací korund se používá na tryskání ušlechtilých materiálů, jako je nerez. Jeho barva je bílá. Jako zařízení pro tryskání se používají pneumatické tryskače, které mohou být tlakové nebo injektorové.

U tlakového tryskání je tryskací prostředek umístěn v tlakové nádobě. Tlak vzduchu se přivádí přes ventil. Když se vyprázdní spodní zásobník, uzavře se ventil s přívodem vzduchu a otevře se ventil na doplnění z horního zásobníku do spodního. Tento způsob tryskání se používá pro tryskání členitých součástí a velkých rozměrů. Tryskání můžeme provádět v komorách nebo volně.

U injektorových systémů se provádí tryskání pomocí pistolí. Její část tvoří tělo a pracovní vzduchová tryska. Tlakový vzduch je vtlačěn do trysky, vyvolá podtlak a tím nasává tryskací médium. Touto metodou je práce plynulá, ale za nižšího výkonu. I když je možno použít jakýkoliv tryskací prostředek, jeho velikost je omezena do cca 0,8mm. Používá se pro tryskání v kabinách, při menších tryskacích pracích.

Mechanické tryskače pracují především na principu mechanického kola. Na vnitřní straně se přivádí tryskací materiál, který je poháněn rotujícími lopatkami. Materiál je unášen odstředivou silou. Nejčastějším materiálem pro tuto metodu je sekaný drát nebo ocelový granulát, popřípadě se může použít litinová drť. Metací kola jsou ve srovnání s pneumatickým tryskačem hospodárnější a výkonnější, ale nevýhodou je, že se nedá optimálně řídit směr tryskání. S rozváděcími koly si nastavíme směr tryskání. Metací kola mají dvě a více lopatek.

3.2.1 Otryskávání

Otryskávání se označuje písmeny „Sa“. Tlusté vrstvy rzi mohou být před otryskáváním odstraněny oklepáním. Nesmíme zapomenout na odstranění mastnot, olejů a nečistot na povrchu. Po otryskání musí být odstraněn prach a drť.

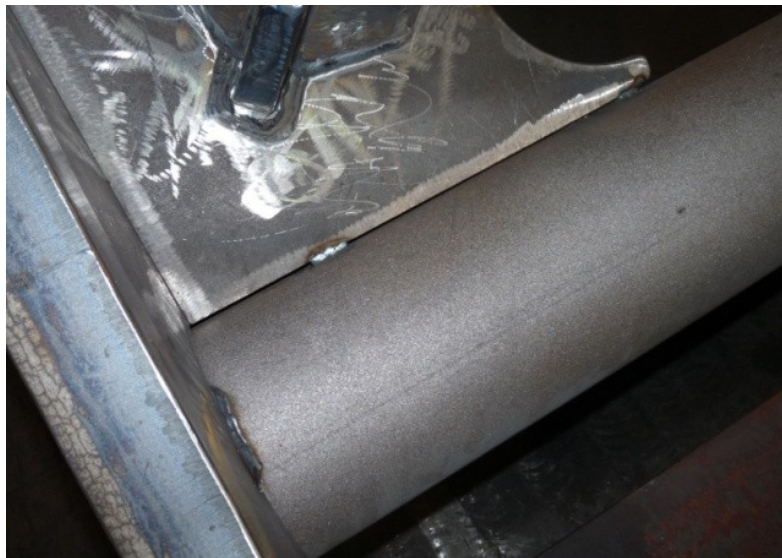
Otryskávání dělíme na:

- **Sa 1 - lehké otryskání** : bez zvětšení a prohlídky na povrchu nezjistíme přítomnost olejů, nečistot a mastnot stejně jako nepřilnavé rzi, okuje a nátěry, popřípadě cizí látky.
- **Sa 2 - důkladné otryskání**: bez zvětšení a prohlídky na povrchu nezjistíme přítomnost olejů, nečistot a mastnot a téměř žádné okuje, cizí látky, rez a nátěry. Všechny zbytky musí být pevně přilnavé.
- **Sa 2½ - velmi důkladné otryskání**: bez zvětšení a prohlídky na povrchu nezjistíme přítomnost olejů, nečistot, mastnot, okuje, rzi, zbytky cizích látek a nátěrů. Zbylé nečistoty musí být pouze stíny ve formě skvrn nebo pásů.

- **Sa 3 - zvláště čistý ocelový povrch:** bez zvětšení a prohlídky na povrchu nezjistíme přítomnost olejů, nečistot, mastnot, okuje, rzi, zbytky cizích látek a nátěrů. Povrch musí vykazovat jednotný kovový vzhled.[6]

3.2.2 Volba otryskávání

V našem případě jsme zvolili tlakové stříkání. Jako tryskáčím médium byla zvolena litinová drť. Tryskání bylo provedeno ve tryskáčím boxu. Drsnost povrchu by se měla pohybovat v rozmezí 70-75 μm . Dosažená čistota povrchu Sa 2½.



Obrázek č. 10 Otryskaná součást

3.3 Odmaštění

Odmaštění patří mezi chemické úpravy povrchu. Jedná se o způsoby úpravy, kde reagují chemická činidla s nečistotou na povrchu daného materiálu. Druh a způsob odmaštění je dán typem nečistot a mírou znečištění.

Nečistoty mohou být ulpělé, jedná se o různé mastnoty, zachycený prach, různé zbytky leštících a brusných past, které jsou vázány na povrchu fyzikálními silami. Tloušťka nečistot může být odlišná, v některých případech může být viditelná okem a v jiných situacích pouze pod přístroji, i když její tloušťka může mít i několik mm. Tyto mastnoty můžeme odstranit odmaštěním. Mezi další nečistoty patří nečistoty chemicky vázané, těmito nečistotami rozumíme různé druhy koroze, okuje a rez. Tyto nečistoty odstraníme buď mořením, nebo mechanickými činidly.

Podle prostředku dělíme odmašťování do několika forem:

- v alkalických roztocích,
- v organických rozpouštědlech,
- elektrolytickým odmašťováním,
- v neutrálních rozpouštědlech,
- emulzním odmašťováním,
- opalováním.

V alkalických roztocích je odmašťování poměrně složité. Odmašťování u rostlinných a živočišných tuků probíhá tak, že mastné kyseliny se neutralizují a přejdou do roztoku jako rozpustná mýdla. Minerální mastnoty jako jsou oleje, vosky a vazelíny se nezmýdelňují, odstraňují se zvýšením teploty. Alkalické prostředky obsahují louh, sodu, uhličitany, fosforečnany, křemičitany, dále povrchově aktivní látky a emulgátory. Teploty roztoku při ponorném odmašťování u oceli je větší než 80°C, při postřiku 60°C. Doba ponoru je při odmaštění závislá na velikosti znečištění, proto doba je v rozmezí 5-10 min.

Odmašťování v organických rozpouštědlech je metoda velmi rozšířená a používá se tam, kde nelze použít alkalické roztoky, jedná se především o barevné kovy. Tato metoda rozpouští mastnoty a může odstranit i jiné nečistoty na povrchu. Rychlost rozpouštění je vysoká, odstraňuje velké tloušťky olejů a tuků a to i při velmi členitém povrchu. Nejčastěji se jako rozpouštědlo používá trichloretylen. Jeho výhodou je, že dobře rozpouští mastnoty, vosky, živce a je nehořlavý. Pro další rozpouštění mastnoty můžeme uvést benzín a chlorované uhlovodíky.

Elektrolytickým odmaštěním docílíme nejkvalitnějšího odstranění mastnoty z povrchu. Odmašťování provádíme v ocelových vanách, které jsou vyloženy sklem. V principu jde o elektrolýzu, kde galvanickým proudem dochází k disociaci látek alkalického roztoku.

Nevýhodou této metody je to, že se dostává difuze vodíku do povrchu kovu a tím způsobuje křehkost, pokud je zapojen na katodu. Pokud je zavěšen na anodu, kov se rozpouští a vylučuje se kyslík. Nejúčinnější metoda odmašťování je katodo-anodická, kde se odstraňují nečistoty určitou dobu na katodě a kratší dobu na anodě, přičemž poměr času je asi 3:1.

Odmašťování v neutrálních roztocích se používá při velkých rozměrech a při ručním odmaštění. Jedná se především o vodní roztoky, které se nehodí pro ponory nebo postřiky z důvodu pěnění.

U odmašťování v emulzních roztocích se jedná o odmaštění ve směsi organických rozpouštědel s emulgátory. Jedná se o smáčedla, alkalie, inhibitory a vodu. Odmašťování probíhá buď postřikem, namáčením nebo nátěrem. Principem je, že emulgační prostředky rozpustí mastnotu a emulgátory odplaví nečistoty z povrchu při opláchnutí vodou.

Opalování probíhá tak, že se předmět ohřeje na teplotu 300-700°C a mastnoty se spálí. Mořením nebo otryskáním odstraníme oxidické vrstvy.

3.3.1 Volba odmaštění

V našem případě jsme zvolili odmašťovadlo Xintex Aquatexaq. Aplikaci odmašťovacího prostředků jsme prováděli štětcem a pomocí rozprašovače. Použitá koncentrace odmašťovacího prostředků 1:20.

3.4 Omílání

Patří mezi mechanické úpravy povrchu malých předmětů. Tato metoda spočívá ve vzájemném otírání předmětů, pomocí omílajících těles, kapaliny a brusiva v otáčejícím se zvonu nebo bubnu. Omílání se hodí pro menší předměty oblých tvarů. Větší předměty se dá omílat pouze pomocí přípravku. Mezi jeho výhody patří snížení výrobních nákladů,

snižuje se zmetkovitost, zvyšuje se výrobnost a zpevňuje se povrch. Naopak její nevýhodou je nerovnoměrný úběr povrchů a nemohou se omílat součásti, u kterých by se mohly poškodit hrany. Tato metoda se používá u odjehlování výrobků, leštění výrobků, odstraňování zbytku tavidel a korozi zplodin. Jako materiál se volí brusné kameny a nosné kameny.

3.5 Moření

Mořením se dosáhne odstranění vrstev, jako jsou rzi a okuje, z povrchu chemickým způsobem. Působení kyseliny nebo louhu se oxidy převedou na rozpustné soli, které se z povrchu opláchnou vodou[1]. Nejčastěji se používá moření v kyselině sírové, ale může se používat moření v kyselině solné nebo fosforečné.

4 Aplikace nátěrových hmot

Nanášení nátěrových hmot patří k nejdůležitějším faktorům, které ovlivní životnost dané součásti, proto se musí zvolit správná technologie. Pro volbu vhodné technologie musíme přihlížet na kvalitu povrchu, rychlost, prostředí a další důležité aspekty.

4.1 Nanášení nátěrových hmot štětcem

Nanášení nátěrových hmot štětcem patří mezi nejstarší a nejpoužívanější metodu. Délka štětín by se měla pohybovat do 50 mm. Delší štětiny použijeme pro řidší nátěrové hmoty a krátké pro hustější nátěrové hmoty. Při nanášení štětcem vznikají minimální ztráty, proto je tento způsob velice efektivní. Jelikož tato technologie se vyznačuje nízkou

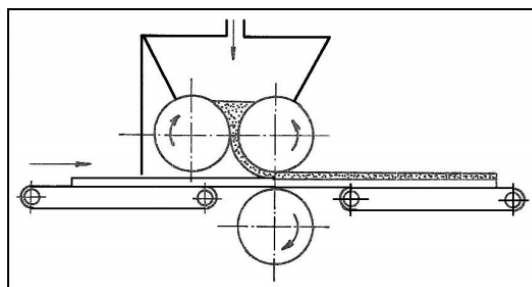
produktivitou práce a výsledný nátěrový film, obvykle nedosahuje požadované kvality, byla v našem případě využita pouze pro aplikaci pásových nátěrů.



Obrázek č. 11 Štětec[7] a fotografie pasového nátěru naší součásti

4.2 Nanášení nátěrových hmot navalováním

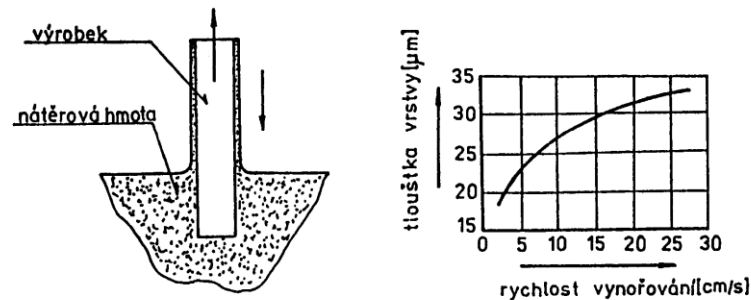
Tato metoda se používá pro nanášení nátěrových hmot na rovinné plochy. Nejčastěji se natírají plechy, linolea, dřevotřískové palety a dýhy. Její výhodou jsou malé ztráty při automatizaci. Nátěrová hmota je nanášena nejméně třemi válci. Nanášecí válec je ze speciální gumy. Nátěrová hmota je v zásobní nádrži, která má vyšší konzistenci. Tloušťka nátěru je regulována vzdáleností nanášecího válce od upravovaného povrchu, popřípadě rychlostí a směrem otáčení.



Obrázek č. 12 Navalovací zařízení [1]

4.3 Nanášení nátěrových hmot namáčením

Tato metoda je velmi jednoduchá. Součást se ponoří do nádrže s nátěrovou hmotou a po dané době se vytáhne. Po vytažení přebytečná nátěrová hmota steče a zbývající hmota vytvoří nátěr. Tloušťka nátěrové hmoty je ovlivněna dobou ponoření a danou konstrukcí. Tato metoda se používá především pro menší součásti nebo součásti se složitými tvary, které by se jinou metodou špatně nanášely.



Obrázek č. 13 *Vliv rychlosti vnořování na tloušťku nátěru*[1]

4.4 Nanášení nátěrových hmot poléváním

Tento způsob je podobný jako namáčení. Touto metodou lze nanášet velmi rozměrné součásti a konstrukce. Výhodou je, že není potřeba různých van, součásti lze upravovat jednostranně a spotřeba barvy je nižší. Nevýhodou je klínovitost nátěru a stékání barvy po hranách, proto je tato metoda u nás nevyhovující. Výrobky bývají zavěšeny na dopravníku a procházejí tunelem, kde se rovnoměrně osprchují danou nátěrovou hmotou.

4.5 Nanášení nátěrových hmot pomocí stříkací pistole

Jedná se o nejrozšířenější způsob nanášení. Touto metodou dosáhneme rovnoměrného nástřiku. Tato technologie je vhodná pro velké plochy. Tato metoda nám zajistí velmi

hladký povrch a dobrou přilnavost. Stříkání se dá automatizovat. Stříkání se provádí pomocí stříkací pistole, která má nádobu s barvou. Pomocí tlaku kompresoru je barva rozstříknuta na povrch. Nevýhodou stříkání je rozprášení nátěrové hmoty do ovzduší, proto některé kapky barvy mohou dopadat mimo povrch. Stříkání se provádí ve stříkacích boxech. Stříkací boxy by nám měly zajistit dobré odsávání a minimální přístup vzduchu. V našem případě jsme tuto metodu uplatnili u základního nátěru, podkladového nátěru a vrchního nátěru. Pro kvalitu nátěru jsme rovněž použili stříkací box, aby kvalita povrchu byla co nejlepší.



Obrázek č. 14 Stříkací pistole [8] a fotografie vrchního nátěru

4.6 Nanášení nátěrových hmot bez vzduchovým stříkáním (airless)

Metoda bez vzduchovým nástřikem je velice produktivní. Tato metoda patří mezi mechanické rozprašování nátěrových hmot. Stříkání se provádí pod tlakem 5-28 MPa za pomoci pístkového, zubového nebo membránového čerpadla. Průtoková rychlost může být až 150 m/s. Pomocí vlastní energie dopadá nátěrová hmota na stříkanou plochu, tato hmota se neodráží, ani v ní není vzduch, který by ji rozptyloval do okolí. Nátěrové hmoty se nemusí ředit v takovém množství jako u pneumatického stříkání. Touto metodou, oproti pneumatickému stříkání, se sníží spotřeba nátěrové hmoty, množství emisí a dojde ke zlepšení hygienických podmínek na pracovišti.

5 Nátěrové systémy pro ropné plošiny

5.1 Základní nátěr

Pro základní nátěr byl zvolen typ barvy INTERCURE 200. Jedná se o základovou dvoukomponentní epoxidovou barvu. Tento typ barvy velmi rychle schne i při nízkých teplotách. Používá se pro ocelové konstrukce, které jsou používány na stavbách v agresivních prostředích u průmyslových budov atd. Barvu lze přetírat co 3 hodiny, čímž se zvýší produktivita práce. Na stavbách se může používat jako rychle vytvrzující údržbový nátěr.

Odstín barvy je žlutohnědý nebo červenohnědý. Stupeň lesku je matný. Objem sušiny je 68% a doporučená tloušťka nátěru suchého filmu je 75-100 μm , v našem případě jsme zvolili 100 μm . Tloušťka nátěru mokrého filmu je 112-149 μm a opět byl zvolen nejvyšší stupeň, tedy 149 μm . Hustota nátěru je 1,60 kg/l. Poměr tužení 3:1, typ ředidla GTA 220. Doporučený způsob aplikace byl opět zvolen vysokotlaký nástřik. Spotřeba barvy vyšla u daných součástí na 167 L.

Tabulka č. 6 Požadavky na dobu schnutí

Teplota [°c]	Suchý na dotyk[Minuty]	Plně suchý[Hodiny]
5	40	3
15	30	2
25	20	1
40	15	0,5

Povrch, který bude natírán, musí být čistý, zbavený kontaminací a hlavně suchý. Materiál je dodáván ve dvou složkách jako jedno balení, tedy jedná se o barvu a tužidlo. Nesmíme dopustit, aby materiál zůstal ve stříkacích hadicích a pistolích. Ihned po dokončení stříkání musí být tyto dutiny propláchnuty ředidlem GTA 220. Jednou namíchaný materiál nelze dále uskladňovat, proto při delší přestávce musíme namíchat novou barvu.



Obrázek č. 15 Základní nátěr konstrukce

5.2 Podkladový nátěr

Pro podkladový nátěr byl zvolen typ barvy INTERGARD 475HS. Nátěrová epoxidová barva je vysoce nátěrová, dvoukomponentní a vysokosušivá. Vysokonátěrová epoxidová nátěrová barva je vhodná pro antikorozní systémy ve velkém spektru prostředí, je vhodná i na nátěry mostů. Dlouhodobá přetíratelnost se vyžaduje u variant železných slíd, které usnadňují aplikaci v dílně před transportem, v případě že konečný nátěr bude prováděn na daném místě.

Odstín barvy je světle šedý nebo vybraný sortiment odstínů. Stupeň lesku je matný a objem sušiny je 80%. Doporučená tloušťka nátěru suchého filmu je 100-200 μm . Nátěrová barva byla zvolena v tloušťce 150 μm . Tloušťka nátěru mokrého profilu je 125-250 μm a v našem případě jsme zvolili 187 μm . Hustota nátěru je 2,10 kg/l. Musíme počítat s patřičným faktorem ztrát. Poměr tužení 3:1, typ ředidla GTA 007. Doporučený způsob aplikace byl opět zvolen vysokotlaký nástřik. Spotřeba barvy byla 180L.

Tabulka č. 7 Požadavky na dobu schnutí

Teplota [°c]	Suchý na dotyk[minuty]	Plně suchý[hodiny]
-5	150	48
5	90	16
15	75	10
25	60	5

Povrch, který bude natírán, musí být zbavený kontaminací, nečistoty a musí být suchý. Materiál je dodáván ve dvou složkách jako jedno balení, tedy jedná se o barvu a tužidlo jako u barvy INTERCURE 200. Opět nesmíme dopustit, aby materiál zůstal ve stříkacích hadicích a pistolích. Ihned po dokončení stříkání musí být tyto dutiny propláchnuty ředidlem GTA 007. Tento přebytečný materiál dáme do prázdných nádob a jejich likvidace by měla probíhat podle regionálních předpisů.



Obrázek č. 16 Fotografie podkladového nátěru

5.3 Pásový nátěr

Před nanášením vrchního nátěru se musí provést pásový nátěr. Nátěr se provádí tam, kde byla konstrukce svařovaná. Nátěr se provádí štětkou, protože je to nejrychlejší způsob aplikace barvy na svařované části konstrukce. Pro pásový nátěr byla využita hmota INTERTHANE 990. Barva by měla sloužit k tomu, aby daná součást byla odolnější ve velmi agresivním prostředí.



Obrázek č. 17 Detailní foto pásového nátěru



Obrázek č. 18 Pásový nátěr na konstrukci

5.4 Vrchní nátěr

Pro vrchní nátěr jsme zvolili typ barvy INTERTHANE 990. Vrchní nátěrová barva je dvousložková akryl-polyuretanová. Tento typ barvy má dobrou přetíratelnost a hlavně dlouhou životnost. Používá se pro ochranu starých a nových konstrukcí, u mostů, petrochemických závodů, chemických závodů a papíren.

Široký sortiment odstínů je dostupný přes systém Chromascan. Barva má vysoký stupeň lesku. Objem sušiny je $57\% \pm 3\%$ podle závislosti na odstínu. Doporučená tloušťka nátěru suchého filmu je 50-75 μm , v našem případě jsme zvolili 2x 40 μm . Tloušťka nátěru mokrého profilu je 88-132 μm a opět v našem případě jsme zvolili nejnižší stupeň, tedy 2x88 μm . Hustota nátěru je 1,21 kg/l. Poměr tužení 6:1, typ ředidla GTA 713. Spotřeba barvy vyšla u daných součástí na 220 L. Doporučený způsob aplikace byl opět zvolen vysokotlaký nástřik.

Tabulka č. 8 Požadavky na dobu schnutí

Teplota [°c]	Suchý na dotyk[Hodiny]	Plně suchý[Hodiny]
-5	5	24
15	2,5	10
25	1,5	6
40	1	3

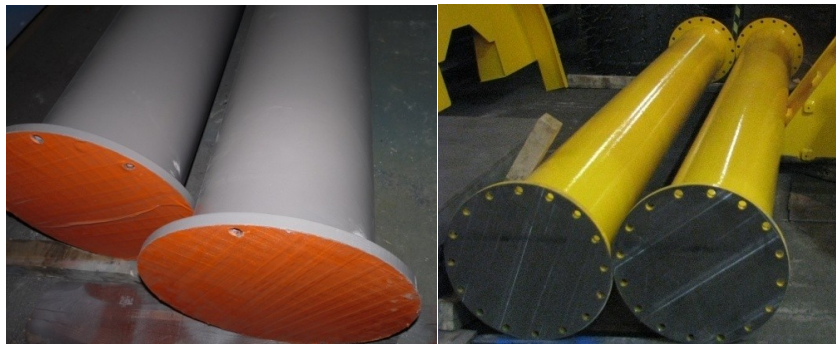
Povrch, který bude natírán, musí být zbavený kontaminací nečistot a musí být suchý. Materiál je dodáván ve dvou složkách jako jedno balení, tedy jedná se o barvu a tužidlo jako u barev INTERCURE 200 a INTERGRAD 475HS. Opět nesmíme dopustit, aby materiál zůstal ve stříkacích hadicích a pistolích. Ihned po dokončení stříkání musí být tyto dutiny propláchnuty ředidlem GTA 714. Přebytečný materiál dáme do prázdných nádob a jejich likvidace by měla probíhat podle regionálních předpisů. Vrchní nátěr INTERTHANE 990 je přetíratelný pouze totožným nátěrem.



Obrázek č. 19 Vrchní nátěr konstrukce

5.5 Plochy konstrukce chráněné proti aplikaci nátěrů

Při nanášení jednotlivých nátěrů jsou místa, která natřena být nemají. Jedná se především o místa, kde ve finální fázi budou dané součásti spojeny, popřípadě se mezi tyto části může přidat těsnění. Místa, která nemají být natřena, oblepíme lakýrnickou maskovací páskou. Po finálním nástřiku, kdy je barva zaschnutá, odlepíme lepicí pásku a povrch zůstane čistý. Pokud zůstanou zbytky po odtrhnutí pásky, musí se odstranit vhodným způsobem, aby nebyl poškozen povrch součásti. Odstranění nátěru může být provedeno pomocí odmašťovadel.



Obrázek č. 20 Fotografie olepené součásti ve fázi výroby a fotografie po vrchním nátěru.

6 Kontrola a zkoušky nátěrů

6.1 Měření drsnosti

Měření bylo provedeno na zkušebních vzorcích. Jedná se tedy o otryskaný plech, jehož parametry jsou 100x150mm. Měření bylo prováděno ve dvou směrech jak horizontální, tak vertikální (viz. tabulka č. 9 a 10). Plechy byly otryskány stejným materiálem jako ocelová konstrukce, jedná se tedy o litinovou drť o velikosti Sa 2,5. Drsnost povrchu by se měla pohybovat v rozmezí 70-75 μ m. Pro měření drsnosti jsme použili drsnoměr MITUTOYO SJ-301. Tento typ přístroje měří drsnosti povrchu dle různých národních a mezinárodních norem. Výsledky jsou vyhodnoceny digitálně a graficky (viz obr. č. 21).

Ra - střední aritmetická úchylka profilu

Rz - výška nerovnosti profilu určená z 10 bodů

Ry - největší výška nerovnosti profilu

Rq - střední kvadratická hodnota drsnosti

Rp - největší výška výstupu profilu

Tabulka č. 9 Měření ve vertikálním směru

Vzorek:	Plech 150x100						
Parametry:	$\lambda c=2,5, l=5\text{mm}$						
Měření	Ra [μm]	Ry [μm]	Rz [μm]	Rq [μm]	Rp [μm]	Rsk [-]	Rku [-]
1	15,58	102,8	68,04	20,27	51,94	0,02	3,34
2	15,15	101,1	67,55	21,22	50,93	0,01	3,1
3	15,41	98,53	62,54	19,41	43,27	-0,31	3,17
4	15,33	99,51	63,21	19,98	47,22	-0,35	3,32
5	12,74	85,82	52,04	16,66	37,9	-0,55	3,67
6	13,31	86,91	58,03	18,91	40,41	-0,49	3,71
7	16,41	93,72	64,14	20,12	42,85	-0,29	2,78
8	16,21	90,71	60,23	20,51	41,92	-0,35	2,99
9	12,55	84,72	54,23	16,04	43,53	-0,03	3,25
10	15,24	91,17	59,85	18,85	43,89	-0,15	2,88
ϕ	14,793	93,499	60,986	19,197	44,386	-0,249	3,221

Tabulka č. 10 Měření v horizontálním směru

Vzorek:	Plech 150x100						
Parametry:	$\lambda c=2,5, l=5\text{mm}$						
Měření	Ra [μm]	Ry [μm]	Rz [μm]	Rq [μm]	Rp [μm]	Rsk [-]	Rku [-]
1	11,91	85,55	51,76	15,68	42,7	-0,12	3,68
2	11,63	82,72	53,78	15,29	41,3	-0,11	3,65
3	13,94	99,66	60,23	18,69	43,07	-0,57	4,19
4	12,83	86,69	55,26	16,81	40,82	-0,43	3,36
5	13,05	89,83	57,33	15,73	42,8	-0,41	3,75
6	12,45	78,62	53,66	16,21	41,13	-0,44	3,21
7	12,11	78,61	54,51	16,34	40,91	-0,17	3,45
8	16,21	94,98	64,8	20,27	4,98	-0,23	2,78
9	15,75	101,3	64,25	19,5	47,85	-0,87	3,19
10	14,28	88,34	57,67	18,76	43,39	-0,24	3,36
ϕ	13,416	88,63	57,325	17,328	38,895	-0,359	3,462



obrázek č. 21 Měření drsnosti pomocí přístroje MITUTOYO SJ-301

6.2 Měření suché tloušťky nátěru

Jedná se o nedestruktivní zkoušku, která byla realizována pomocí dotykového digitálního přístroje ELCOMETER 456. Měření bylo prováděno na základním a vrchním nátěru. Celkově bylo naměřeno 40 hodnot u základního a vrchního nátěru. Přístroj ELCOMETER 456 nám vyhodnotil následující parametry: průměrnou hodnotu nátěru, minimální a maximální tloušťku u jednotlivých nátěrů.

6.3 Měřicí přístroj Elcometer 456

Elcometer 456 je jeden z nejpoužívanějších digitálních tloušťkoměrů. Rychlost měření je vyšší než 70 hodnot za minutu. Má barevný displej, který je odolný vůči poškrábání a rozpouštědlům. Datový výstup je uložen na Bluetooth® nebo USB. Je možné měřit tloušťky vrstev až do 30mm. Nový Elcometer 456 umožňuje měřit tloušťku suché vrstvy rychleji, spolehlivěji a přesněji, protože k vývoji tohoto přístroje vedlo více než 60 let zkušeností v oblasti povrchových úprav.[9]

6.4 Měření suché tloušťky na základním nátěru

Tloušťka nátěru suchého filmu byla 100 μ m. Pomocí měřicího přístroje Elcometer 456 byly naměřeny níže uvedené hodnoty (viz. tabulka č. 11).



Obrázek č. 22 Měření suché tloušťky na základním nátěru

Tabulka č. 11

n	\bar{x}	Min.	Max.
40	59,79	35,7	85,6

n -počet měření

\bar{x} -průměrná hodnota

Min- nejmenší naměřená hodnota

Max- největší naměřená hodnota

6.5 Měření suché tloušťky vrchního nátěru

Tloušťka nátěru suchého filmu byla $80\mu\text{m}$. Pro vyšší odolnost v extrémních podmínkách byl vrchní nátěr nanášen ve dvou vrstvách. Pomocí měřicího přístroje Elcometer 456 byly naměřeny hodnoty, které jsou uvedeny v tabulce č. 12. Musíme brát v potaz, že tloušťky vrchního nátěru jsou součtem tloušťek všech vrstev nátěrového systému.



Obrázek č. 23 Měření suché tloušťky na vrchním nátěru

Tabulka č. 12

n	\bar{x}	Min.	Max.
40	314,6	259	351

6.6 Kontrola mřížkovou zkouškou a křížovým řezem

6.6.1 Mřížková zkouška

Jedná se o destruktivní zkoušku, která by měla být prováděna spíše na zkušebních vzorcích, aby nebyl narušen nátěr na dané konstrukci.

Mřížková zkouška se provádí tak, že povlakem vedeme šest vzájemně kolmých a rovnoběžných řezů až k podkladu tak, aby vznikly stejné čtverce. Tloušťkou nátěrů jsou určeny velikosti čtverců. Po vyřezání čtverců se pomocí štětečku odstraní přebytečný odřezaný nátěr a poté se nalepí lepicí páska. Lepicí pásku odtrhneme pod úhlem 60° ,

u čtverečků, které mají po provedení řezu špatnou přilnavost, se povlak odtrhne od zkušebního vzorku. Mřížková zkouška je vhodná pro povlaky do 250 μ m.

Mřížková zkouška byla provedena pouze na základním nátěru, protože vrchní nátěr má příliš velkou tloušťku. Měření jsme provedli celkově třikrát. Zkoušky vyšly velmi dobrým výsledkem, což znamená, že klasifikační stupeň nátěru je 0 (viz obr. č. 24).



Obrázek č. 24 Měření mřížkového řezu na základním nátěru






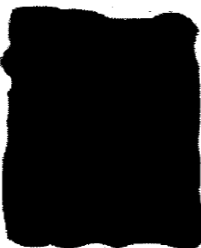
6.6.2 Zkouška křížového řezu

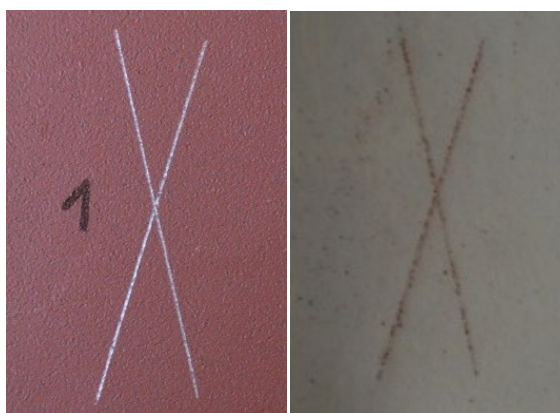
Podobně jako u mřížkové zkoušky se jedná se o destruktivní zkoušku, která by měla být prováděna na zkušebních vzorcích, aby nebyl narušený nátěr na dané konstrukci.

Křížový řez se provádí tak, že pomocí speciálního nože se provede řez ve tvaru „x“. Podobně jako u mřížkové zkoušky nalepíme lepicí pásku na prováděný řez a pod úhlem 60° pásku odtrhneme. Povlak se špatnou přilnavostí se odtrhne. Výsledek je opět vyjádřen jako u předchozí metody číslicemi (viz. tabulka č. 13).

Křížový řez byl proveden na základním a vrchním nátěru. Na základním nátěru byla zkouška provedena celkem 3x a na vrchním nátěru 2x. Obě zkoušky vyšly velmi dobře, což znamená, že klasifikační stupeň obou nátěru je 0 (viz obr. č. 25 a 26).

Tabulka č. 13 Hodnocení výsledku křížového řezu[11]

 <p>Stupeň 0 Žádné odlupování nebo odpadávající nátěr.</p>	 <p>Stupeň 1 Velmi malé odlupování podél řezů nebo v jejich průsečíku.</p>
 <p>Stupeň 2 Roztřepené odlupy podél řezů, v rozsahu maximálně 1,5 mm na každé straně.</p>	 <p>Stupeň 3 Roztřepené odlupy podél téměř celé délky řezů, v rozsahu maximálně 3,0 mm na obou stranách.</p>
 <p>Stupeň 4 Odpadávající nátěr z většiny plochy křížového řezu pod lepicí páskou.</p>	 <p>Stupeň 5 Odpadávající nátěr v ploše mimo křížový řez.</p>



Obrázek č. 25 Měření křížového řezu na základním nátěru



Obrázek č. 26 Měření křížového řezu na vrchním nátěru

6.7 Odtrhová zkouška

Jedná se o destruktivní metody zkoušení, kde po těchto zkouškách bude nezbytná oprava povlaků na konstrukci. Zkušební vzorky musí být natřeny za stejných podmínek jako ocelové konstrukce.

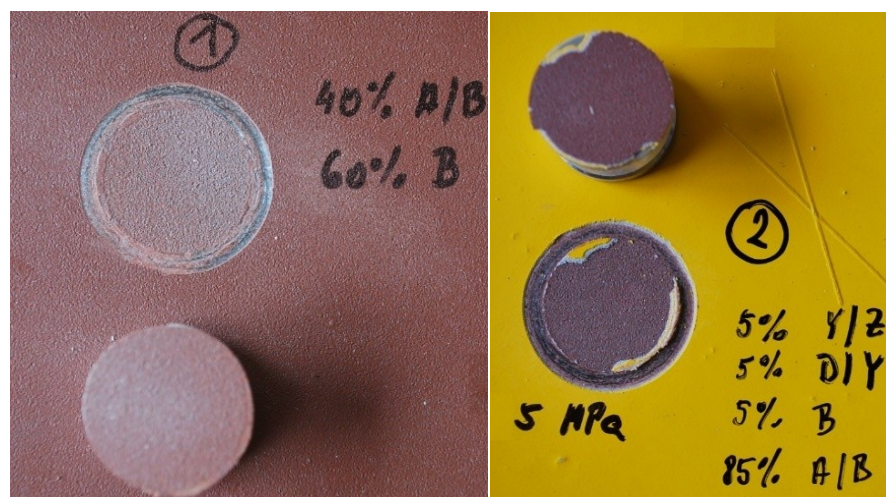
Před zahájením zkoušky se musí zkontrolovat, zda je vzorek v dobrém provozním stavu. Než zkouška začne, musí se nejprve očistit povrch. Aby se snížila možnost nedostatečné přilnavosti, můžeme zdrsňit povrch u zkušební vzorku[12]. Po zdrsňení se povrch znovu očistí. Po očištění se nanese na zkušební vzorek tenká a rovnoměrná vrstva lepidla pro zajištění dobrého spojení s nátěrem. Při nanesení nestejněmorné vrstvy a nadměrného množství lepidla může dojít k tomu, že síla nebude působit kolmo k povrchu zkušební vzorku. Pro správné použití lepidla je vhodné se řídit příbalovým letákem. Po oddělení zkušební plochy od ostatního nátěru se povlak ořízne podél zkušební tělíska až k podkladu a poté se provede odtrh[12].

Odtrhová zkouška byla provedena na základním a vrchním nátěru. Na základním nátěru byla zkouška provedena celkem 3x a na vrchním nátěru 2x. Při odtrhu na základním nátěru nám v prvním případě vyšlo 40% A/B-Adhezní lom mezi podkladem a nátěrem a 60% B-Kohezní lom základního nátěru při tlaku 5 MPa. Druhý pokus vyšel 90% A/B-Adhezní lom mezi podkladem a nátěrem a 10% B-Kohezní lom základního nátěru při tlaku 1MPa. Poslední pokus se bohužel nezdařil z důvodu selhání

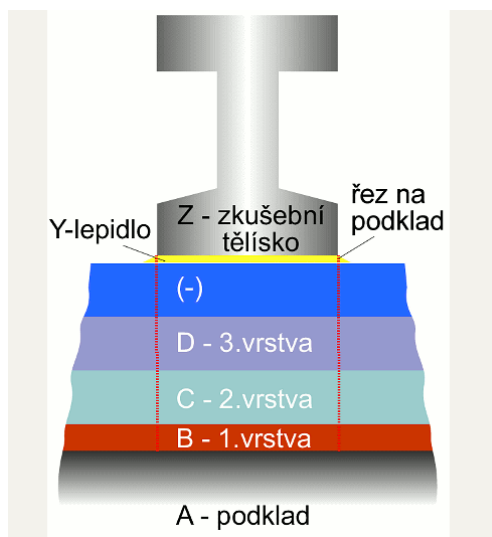
přístroje. Při odtrhu na vrchním nátěru bylo naměřeno při prvním měření 5% Y/Z-Adhezní lom mezi lepidlem a zkušebním tělískem, 5% D/Y-Adhezní lom mezi poslední vrstvou a lepidlem, 5% B-Kohezní lom první vrstvy a 85% A/B-Adhezní lom mezi podkladem a první vrstvou. Tlak u první zkoušky vyšel 5 MPa. Druhá zkouška vyšla 1% D/Y Adhezní lom mezi poslední vrstvou a lepidlem, 5% C/D-Adhezní lom mezi druhou a třetí vrstvou, 4% B-Kohezní lom první vrstvy a 90% A/B-Adhezní lom mezi podkladem a první vrstvou. Tlak byl podobný jako v prvním případě, tedy 5 MPa.

Tabulka č. 14 Hodnocení odtahové zkoušky [13]

klasifikace	popis
A	Kohezní lom v podkladu
A/B	Adhezní lom mezi podkladem a první vrstvou
B	Kohezní lom první vrstvy
B/C	Adhezní lom mezi první a druhou vrstvou
C	Kohezní lom druhé vrstvy
C/D	Adhezní lom mezi druhou a třetí vrstvou
D	Kohezní lom poslední vrstvy
D/Y	Adhezní lom mezi poslední vrstvou a lepidlem
Y	Kohezní lom v lepidle
Y/Z	Adhezní lom mezi lepidlem a zkušebním tělískem



Obrázek č. 27 Fotografie odtahové zkoušky základního a vrchního nátěru



Obrázek č. 28 Odrhová zkouška[13]

7 Současný stav povrchové úpravy segmentů ropných plošin

Ropné plošiny se nacházejí většinou ve velmi agresivním prostředí. Proto volba nátěrů musí být správná, aby odolala i v tak extrémních podmínkách, jako je mořské prostředí. Musí být bráno v úvahu, že konstrukce nejsou namáhané pouze těmito podmínkami, ale mohou být v daných místech namáhány na ohyb, tlak, abrazi apod. Tato namáhání mohou být způsobena vlivem větru a mořskými vlnami. Podle firmy INTERNATIONAL by požadovaný nátěrový systém měl mít životnost vysokou, což je min. 15 let. Proto musí být dodrženy všechny předpisy, doporučení a praktické zkušenosti od volby materiálů, až po samotnou aplikaci nátěrového systému, aby nedošlo k předčasnému poškození nátěrového systému.

8 Finanční zhodnocení

Výpočet nátěrových hmot v různém stadiu výroby je popsán v tabulce č. 15. Výpočty jsou orientační a nátěrové hmoty jednotlivých firem se mohou nákladově mírně odlišovat.

Tabulka č. 15

Nátěrová hmota	základní NH	1. podkladová NH	vrchní NH
Typ nátěrové hmoty	2K EP	2K EP	2K PUR
Název	Intercure 200	Intergard 475 HS	Interthane 990
Stupeň přípravy povrchu	Sa 2½		
Způsob aplikace	Airless, štětec	Airless, štětec, váleček	Airless, štětec, váleček
Objemový obsah sušiny - %	67	80	57
DFT tloušťka suché vrstvy - μm	100	150	75
SG měrná hmotnost - kg/l	1,6	2,1	1,21
Teoretická vydatnost - l/m²	0,15	0,19	0,13
Uvažované ztráty - prostřík v %	40	40	40
Praktická vydatnost - l/m²	0,25	0,31	0,22
Plocha k nátěru - m ²	1000	1000	1000
Vypočtené množství nát. hmoty - litrů	249	313	219
Ředidlo	GTA 220	GTA 007	GTA 713
Přidaná ředidla v %	5	5	5
Vypočtené množství ředidla - l	12	16	11
Balení nát. hmoty - litr			
Cena za 1 litr nát. hmoty v Kč	200	200	350
Cena za 1 l ředidla v Kč	100	100	100
Cena nát. hmoty celkem v Kč	49751,24	62500,00	76754,39
Cena ředidla celkem v Kč	1243,78	1562,50	1096,49
Cena nát.hmoty + řed. na 1 m² v Kč	51,00	64,06	77,85

Tabulka č. 16

Celkem NDFT - μm	325
Cena celkem za 1 m² (Kč/m²)	192,91
Cena celkem (Kč)	192908,40

$S_{P \text{ prak}}$ = praktická spotřeba nátěrových hmot

$S_{P \text{ teor}}$ = teoretická spotřeba nátěrových hmot

DFT = suchá tloušťka nátěru

WFT = mokrá tloušťka nátěru

f_{ZT} = faktor ztrát

% obj. = objem sušiny v %

ρ = měrná hmotnost nátěrové hmoty

Teoretická spotřeba nátěrových hmot

$$S_{P \text{ teor}} = \frac{DFT}{10 * \% \text{ obj}} \left[\frac{l}{m^2} \right]$$

$$S_{P \text{ teor}} = \frac{100\% * DFT}{\% \text{ obj}} * \rho \left[\frac{g}{m^2} \right]$$

Praktická spotřeba nátěrových hmot

$$S_{P \text{ prak}} = f_{ZT} * S_{P \text{ teor}}$$

$$f_{ZT} = \frac{100\%}{100\% - \% \text{ ztrát}}$$

$f_{ZT} = 1,25$ ztráty prostřikem 20%

$f_{ZT} = 1,43$ ztráty prostřikem 30%

$f_{ZT} = 1,67$ ztráty prostřikem 40%

$f_{ZT} = 2,00$ ztráty prostřikem 50%

$f_{ZT} = 2,50$ ztráty prostřikem 60%

$f_{ZT} = 3,33$ ztráty prostřikem 70%

Příklad: ztráty prostřikem = 40%

$$S_{P \text{ teor}} \dots\dots\dots 100\% - \% \text{ ztrát} = 100\% - 40\% = 60\%$$

$$\underline{S_{P \text{ prak}} \dots\dots\dots 100\%}$$

$$S_{P \text{ prak}} = \frac{100}{100 - \% \text{ ztrát}} * S_{P \text{ teor}} = f_{ZT} * S_{P \text{ teor}} = 1,67 * S_{P \text{ teor}}$$

Spotřeba nátěrové hmoty na zakázku

$$Spotřeba \text{ NH} = S_{P \text{ prak}} \times plocha \text{ [litrů]}$$

9 Závěr

Bakalářská práce se zabývá nátěrovým systémem pro ropné plošiny. Bakalářská práce je rozdělená na dvě části a to teoretickou a experimentální.

V teoretické části je popsáno, jaké druhy koroze mohou nastat, v jakém prostředí se nacházejí ropné plošiny a kde může být daná konstrukce nejvíce korozně zatížena. Aby se zabránilo předčasné korozi, je v dalším bodě popsáno, jaké typy spojení by měly být použity u daných spojů. V další teoretické části je uvedeno, jaké typy přípravy povrchu existují a jaké parametry by měl daný povrch obsahovat. V závěru teoretické části je popsáno, jaké typy aplikací nátěrových hmot máme a jaký typ jsme zvolili pro jednotlivé fáze natírání.

Experimentální část byla zaměřena na volbu nátěrového systému a na zkoušky, zda daný nátěr vyhovuje extrémnímu prostředí. Byly zvoleny nátěrové hmoty výrobce INTERNATIONAL. V první části bakalářské práce je popsáno, jaká nátěrová hmota byla zvolena pro základní, podkladový a vrchní nátěr. Dále je definováno u jednotlivých druhů nátěrů, jaká je doba schnutí při daných teplotách a v jakých poměrech by měly být namíchány jednotlivé druhy barev, aby se dobře vytvrdily. V druhé části jsou prováděny jednotlivé zkoušky u základního a vrchního nátěru.

Jako první byla provedena zkouška křížového řezu. Zkouška byla realizována na zkušebních vzorcích o rozměrech 150x100mm, kde povrch byl u všech vzorků otryskán stejným materiálem (litinovou drtí). Povrch by měl být podle předpisů otryskán na 70-75 μ m. Křížový řez byl proveden 3x na základním a 2x na vrchním nátěru, obě tyto zkoušky vyšly velmi dobře, proto klasifikační stupeň je 0. Druhá zkouška byla prováděná pouze na základním nátěru, jednalo se o zkoušku mřížkovou. Opět jako u předchozí zkoušky nám vyšel klasifikační stupeň 0. Třetí zkouška byla odtrhová. Zkouška byla prováděna 3x na základním a 2x na vrchním nátěru. Největší odtrhový tlak, který vyšel u základního a vrchního nátěru, byl 5MPa, dále se odtrhové tlaky pouze snižovaly. Nejslabší vrstvou, která byla pokaždé odtržená, je základní nátěr. Jedná se o odtrh mezi vrstvami A/B (Adhezní lom mezi podkladem a první vrstvou).

Jsem přesvědčen, že požadovaný nátěr bude vyhovovat daným podmínkám, pokud se zvýší tloušťka u základního nátěru, protože právě tento nátěr byl nejslabším článkem nátěrového systému při odtrhové zkoušce. Příčinou může být i to, že otryskaný povrch

má větší drsnost než tloušťka samotné barvy, a proto barva neplní krycí schopnost. Při zvýšení tloušťky základního nátěru o dvojnásobek bude konstrukce lépe chráněná a životnost se tak může zvýšit i o několik let.

10 Seznam použité literatury

- [1] MOHYLA, M.: [i]Technologie povrchových úprav kovů. [/i] Učební texty VŠB – TU Ostrava, 2006. 3. vydání. 156 s. ISBN 80-248-1217-7.
- [2] ČSN EN ISO 12944-2. *Nátěrové hmoty-protikorozi ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy-Část 2: Klasifikace vnějšího prostředí*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, Říjen 1998.
- [3] IDNES. *Pomohl ze Země vyrvat miliardy barelů ropy aneb Čech na ropné plošině* [online]. PRAHA: MAFRA, a. s, 1999 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/pomohl-ze-zeme-vyrvat-miliardy-barelu-ropy-aneb-cech-na-ropne-plosine-122/tec_reportaze.aspx?c=A100518_011054_strojirenstvi_jza
- [4] ČSN EN ISO 12944-3. *Nátěrové hmoty-protikorozi ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy-Část 3: Navrhování*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, Květen 1999.
- [5] ČSN EN ISO 8501-3. *Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a odborných výrobků-Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu - Část 3: Stupeň přípravy svarů, hran a ostatních ploch s povrchovými vadami*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, Únor 2008.
- [6] ČSN EN ISO 8501-1. *Příprava ocelových povrchů před nanesením nátěrových hmot a odborných výrobků-Vizuální vyhodnocení čistoty povrchu - Část 1: Stupeň zarezavění a stupeň přípravy ocelových podkladu bez povlaku a ocelového podkladu po úplném odstranění předchozích povlaků*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, Listopad 2007.
- [7] Vala - výroba štětců, smetáků a kartáčů. *Štětec plochý NaturProfi* [online]. Uherské Hradiště, 2006 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://www.vala-uh.cz/cs/stetce-ploche/natur-profi>
- [8] ColorShop. *SATA stříkací pistole 100 B P Polyester* [online]. Liberec, 2009 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://www.colorshop.cz/naradi-a-nastroje-c236/sata-strikaci-pistole-100-b-p-polyester-i1419/>

- [9] ColorShop. *Elcometer 456 Digitální tloušťkoměr* [online]. Ostrava: Gamin s.r.o., 1994 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: http://www.elcometer.cz/tloustka-suce-vrstvy/elcometer_456_digitalni_tloustkomer_novy
- [10] PERGE International. *Produkty* [online]. Ostrava: PERGE International, s. r. o., 1995 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://www.perge.cz/produkty>
- [11] ČSN EN ISO 16276-2. *Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi ochrannými nátěrovými systémy – Hodnocení a kritéria přejetí, adheze/koheze (odtrhová pevnost) povlaku – Část 2: Mřížková zkouška a křížový řez*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, Leden 2008.
- [12] ČSN EN ISO 16276-2. *Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi ochrannými nátěrovými systémy – Hodnocení a kritéria přejetí, adheze/koheze (odtrhová pevnost) povlaku – Část 2: Odtrhová zkouška*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, Leden 2008.
- [13] ATRYX. *Hodnocení přilnavosti nátěru* [online]. Praha 6, 2008 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://www.atryx.cz/prakticka-prirucka/hodnoceni-prilnavosti/>