



Průzkum protikoroze ochrany potrubí v AOK – VDJ Jesenice I.

Objednatel: ERMEX ENGINEERING, spol. s r.o.

Číslo dokumentu: TZ 01-01/09/23Z

Datum	Zpracoval
19.9.2023	Ing. Zdeněk Libíček
	Rust never sleeps s.r.o., Záměstní 32, 710 00 Ostrava www.rustneversleeps.cz

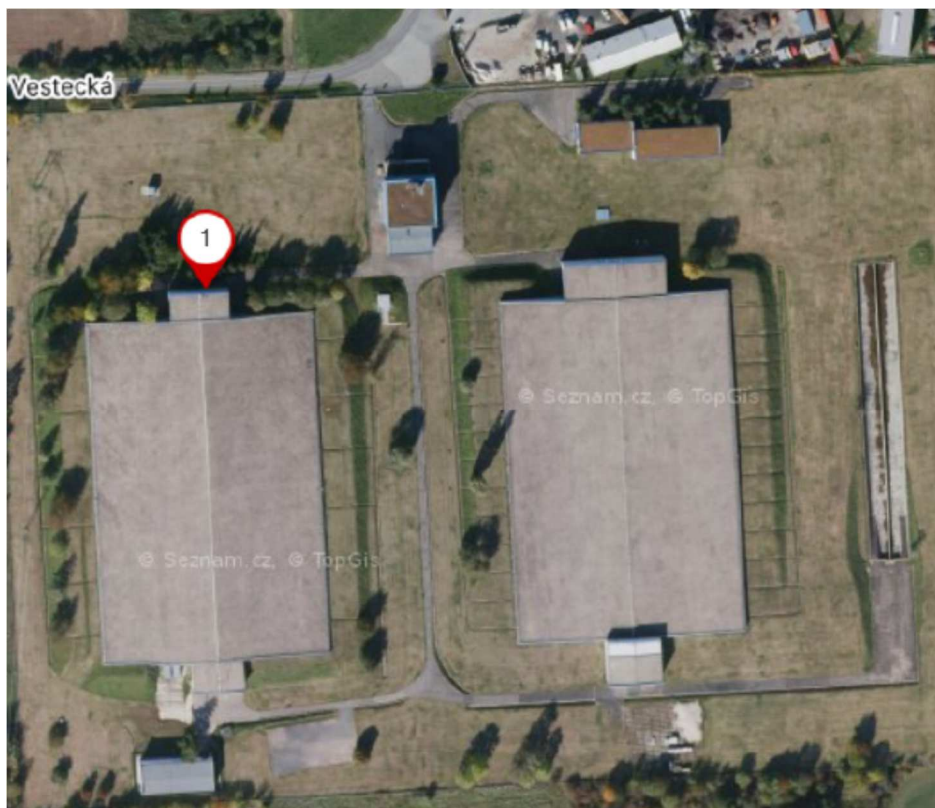
OBSAH

1.	ZADÁNÍ	3
2.	PODKLADY	4
2.1	Schéma AOK (zdroj Želivská)	4
2.2	Schéma AOK (zdroj ERMEX)	5
2.3	Skutečnost (zdroj RNS)	5
3.	POPIS PROSTŘEDÍ	6
4.	METODIKA PRŮZKUMU	7
4.1	Měření tloušťky materiálu ultrazvukem	7
4.2	Měření tloušťky nátěrů magnetickou indukcí	8
4.3	Měření tloušťky nátěrů destruktivním vrypem	8
4.4	Stanovení adheze/koheze nátěrů	8
4.5	Hodnocení degradace nátěrů	8
4.5.1	Stupeň puchýřkování	8
4.5.2	Stupeň prorezavění	9
5.	VÝSLEDKY PRŮZKUMU	9
5.1	DN 1200 Odtok 1	9
5.2	DN 1200 Odtok 2	11
5.3	DN 1200 Odtok 3 + DN 1200 Propojení odtoků	12
5.4	DN 1000 Obtok	13
5.5	DN 1000/800 Výpusť z DN 1000 Obtoku	13
5.6	DN 400 Odpadní voda 2x	14
5.7	DN 300 Odkap z komor	15
5.8	DN 200 Pro chlorovací stanici	15
5.9	DN 250/125 Mytí vodojemů	16
5.10	Shrnutí výsledků	16
6.	NÁVRH OBNOVY PKO	19
6.1	Obnova PKO	19
7.	PŘÍLOHOVÁ ČÁST	20
7.1	Příloha č.1 - Stupně prorezavění dle ČSN EN ISO 4628-3	20
7.2	Příloha č.2 - Protokol měření tloušťek nátěrů na DN 1200 Odtok 1	21
7.3	Příloha č.3 - Protokol měření tloušťek stěn na DN 1200 Odtok 1	23

1. ZADÁNÍ

Na základě objednávky č. o/034/23/1135/Fr firmy ERMEX ENGINEERING, spol. s r.o. byl proveden korozní průzkum a vyhodnocení protikorozi ochrany potrubí z uhlíkové oceli v armaturní odtokové komoře (AOK) Vodojemu Jesenice I. a současně návrh obnovy protikorozi ochrany (PKO).

Adresa výkonu resp. VDJ Jesenice I. je Želivská provozní a.s., Vestecká 151, 252 50 Vestec.



Rozsah průzkumu byl stanoven následovně:

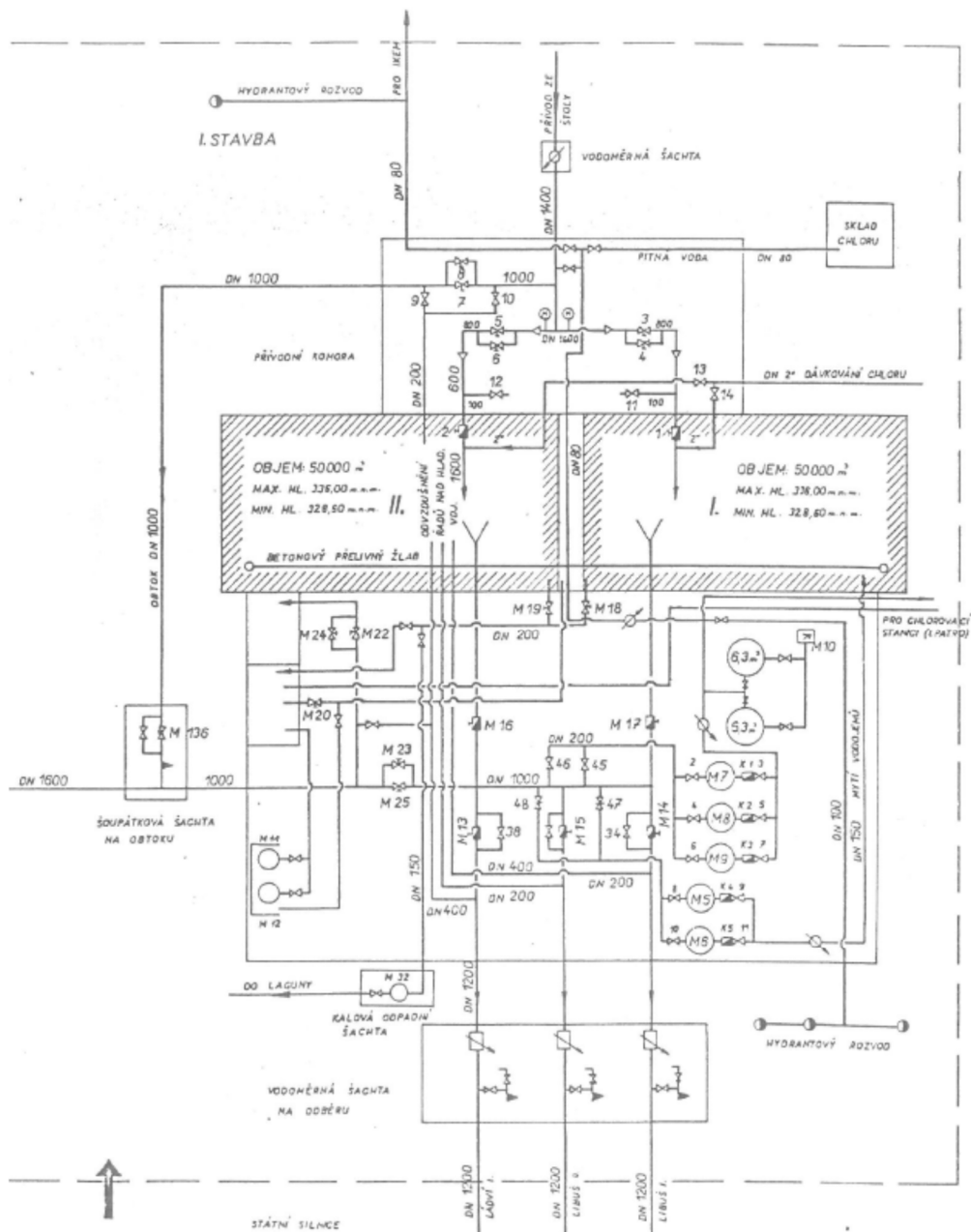
1. Měření tloušťky PKO v podobě nátěrů (ČSN EN ISO 2802)
2. Stanovení odolnosti nátěrů adheznímu/koheznímu poškození X řezem (dle ČSN EN ISO 16276-2)
3. Hodnocení degradace nátěrů – kvalifikace množství a velikosti defektů - puchýřkování, proražování, praskání a odlupování (dle ČSN EN ISO 4628-1 až 5)
4. Měření tloušťky materiálu (oceli) ultrazvukem
5. Report včetně fotodokumentace.

Použité nástroje a měřicí přístroje:

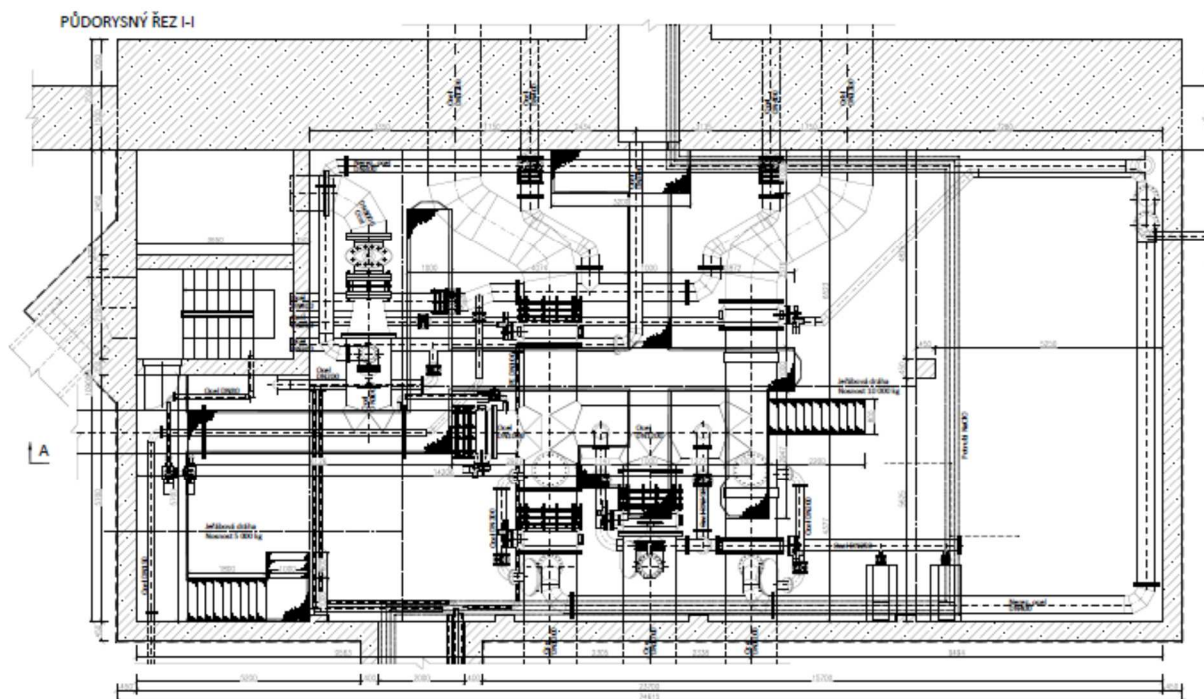
- PosiTector 6000 – měření tloušťky suchého nátěrového filmu na principu magnetické indukce
- Elcometer A121 (PIG) – destruktivní měření tloušťky suchého nátěrového filmu pomocí mikroskopu a klínového řezu
- Odlamovací nůž
- PosiTector UTG – měření tloušťky materiálu/oceli ultrazvukem
- Positector DPM – měření klimatických podmínek
- Elcometer 147 – pravítko na měření hloubky důlků

2. PODKLADY

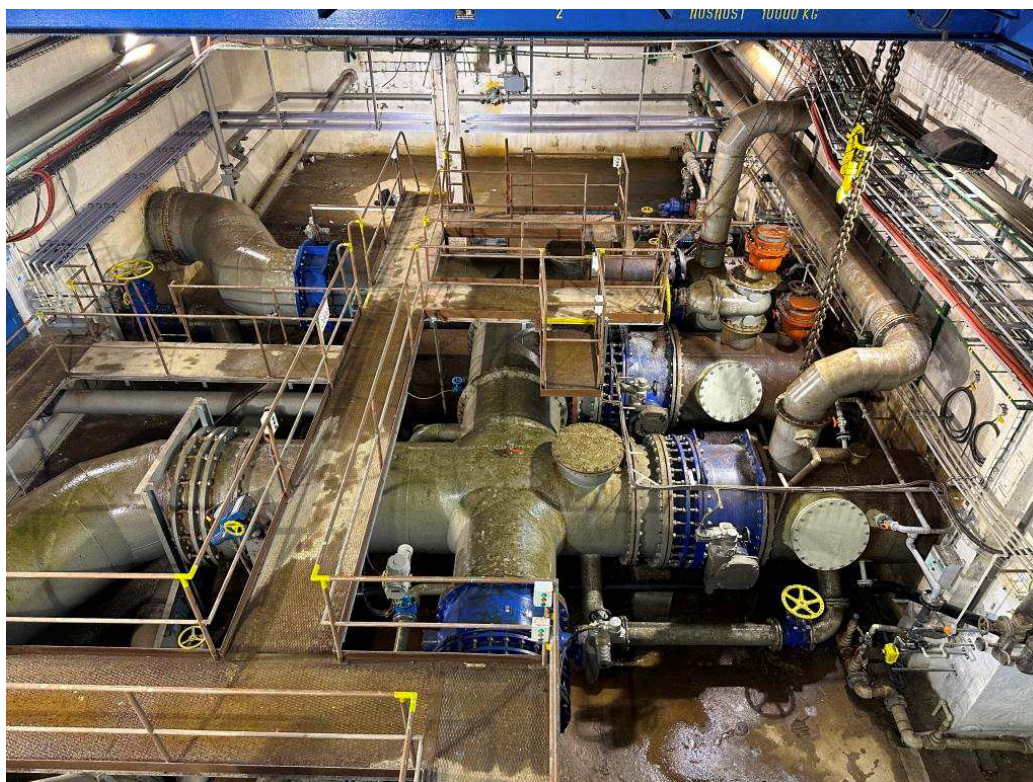
2.1 Schéma AOK (zdroj Želivská)



2.2 Schéma AOK (zdroj ERMEX)



2.3 Skutečnost (zdroj RNS)



3. POPIS PROSTŘEDÍ

Vodojem byl uveden do provozu v roce 1972 a skládá se ze dvou komorových bazénů o celkovém objemu 100 000 m³. Odtokový potrubní systém z vodojemu je situován do armaturní odtokové komory (AOK) o rozměrech cca 11 x 24 m.

Potrubní systém je uložen v AOK na betonových patkách pod úrovní terénu s velmi omezeným odvětráním. Vzhledem k povaze provozu (vodovodní zařízení se studenou vodou) dochází v komoře na ocelovém povrchu potrubí k vysoké kondenzaci vlhkosti po většinu měsíců v roce.

Vlivem vysoké vzdušné vlhkosti a stékání kondenzátu po stěnách potrubí je část podlahy navíc pokryta kalužemi. To vše má negativní vliv zejména na žebříky, schodiště a stojiny pochůzích lávek či samotné potrubí, které jsou zasaženy silnou korozi v podobě rovnoměrného i nerovnoměrného napadení/bodové koroze (Foto 1, 2 a 3).

Relativní vlhkost vzduchu a teplota vzduchu naměřené v AOK dosahovaly 82% resp. 10,4°C, rosný bod se pohyboval na úrovni 7,4°C, teplota ocelového povrchu byla 5,7°C a odstup teploty povrchu od rosného bodu byl pouze -1,7°C (Foto 4). Za těchto podmínek je povrch potrubí nepřetržitě ovlhčován, což zvyšuje korozivní agresivitu prostředí.

Pro vnější povrch potrubí lze stupeň korozní agresivity prostředí dle ISO 12944-2 charakterizovat jako C5: "Prostory s velmi vysokou četností kondenzace".

Odhadované úbytky tloušťky pro uhlíkovou ocel v prostředí C5 jsou 80-200 µm již po prvním roce expozice (ČSN EN ISO 12944-2).

Maximální korozní úbytky po prodloužené expozici 10 resp. 20 roků jsou dle ČSN EN ISO 9224 udávány na úrovni 667 resp. 958 µm jako hloubky úbytků tloušťky uhlíkové oceli v prostředí se stupněm korozní agresivity C5.

Pro vnitřní povrch potrubí lze stupeň korozní agresivity prostředí dle ISO 12944-2 charakterizovat jako Im1: "Sladká voda". Obecně působením chemicky čisté vody na ocelový povrch dochází pouze k zanedbatelné korozi, avšak koroze uvnitř potrubí závisí zejména na jakosti a hydraulických podmínkách dopravované vody, které se v průběhu 50 let určitě měnily, a na materiálu potrubí a armatur.

Za nejdůležitější faktory ovlivňující průběh koroze uvnitř potrubí je nutno považovat: pH, teplotu, obsah kyslíku a oxidu uhličitého ve vodě, iontové složení vody, obsah organických látek, velikost styčné plochy, povrchové vlastnosti kovového materiálu, dobu působení, existence a druh úsad, vlastnosti korozních produktů, hydraulické podmínky a eventuálně přítomnost některých mikroorganismů.

S ohledem na období výstavby (začátek 70. let) se dá předpokládat, že ocelové potrubí bylo bez vnitřní ochrany.

V takto agresivním prostředí lze po 50-letém provozu očekávat výrazné korozní úbytky materiálu jak z vnější i vnitřní strany potrubí, pokud po celou dobu nebyl povrch řádně chráněn účinným povlakem.



Foto 1 – Kaluže vody působící na svislé prvky



Foto 2 – Potrubí nad podlahou



Foto 3 – Důlková koroze



Foto 4 – Klimatické podmínky

4. METODIKA PRŮZKUMU

4.1 Měření tloušťky materiálu ultrazvukem

Princip měření je obecný, tzv. ultrazvukový signál se šíří povlakem dokud nenarazí na odlišný materiál. K odrazu ultrazvukového svazku dochází nejen od povrchu zkoušeného výrobku, ale i při průchodu akusticky nehomogenním prostředím zkoušeného výrobku. Na tomto jevu je pak založen princip nejčastěji používané tzv. odrazové ultrazvukové metody. Princip odrazové metody je založen na pulzní činnosti. Do kontrolovaného potrubí jsou prostřednictvím ultrazvukové sondy s měničem vysílány krátké impulsy, které se odrážejí od vnitřního povrchu stěny potrubí, příp. i od vnitřních necelistvostí, pokud je stěna potrubí obsahuje. Po odrazu ultrazvukového svazku se tento vrátí zpět na sondu, která tak pracuje současně jako vysílač i přijímač ultrazvukového vlnění.

Pro všechny způsoby zkoušky ultrazvukem je velmi důležitá jakost povrchu zkoušeného výrobku, která má vliv na citlivost použité metody a její rozlišovací schopnost. Obecně platí, že čím má zkoušená plocha výrobku nižší drsnost, tím je zpětný signál silnější.

Vzhledem k pokročilé degradaci ocelového povrchu v důsledku důlkové koroze byl povrch potrubí nerovný. Stejný vliv na odraz vyslaného signálu má také jakost povrchu materiálu z vnitřní strany potrubí. Je-li vnitřní stěna potrubí příliš nerovná (například rozrušená korozí), vyslaný signál není odražen zpět k přijmači, ale je rozptýlen nebo míří pod úhlem nerovného povrchu mimo rádius přijímače. Odraz signálu tak může být buď velmi slabý nebo rozptýlený a nevrátí se vždy k přijmači sondy.

Tento problém nastal v případě ultrazvukového měření na vícero místech potrubí vodojemu. Signál byl velmi slabý nebo se nebyl schopen vrátit zpět k sondě. Nebylo tedy možné provést měření, které by bylo dostatečně reprezentativní. Proto se musely zvolit jiné měřicí body.

Na všech potrubích byly zvoleny dva profily se 4 měřicími body na profil a vždy v pozici "12", "3", "6" a "9" hodin. Do výsledků byl uveden rozsah naměřených tloušťek, tzn. min. až max. hodnota.

4.2 Měření tloušťky nátěrů magnetickou indukcí

Přístroj stanovuje tloušťku filmu podle změn v magnetickém poli po přiblížení k feromagnetickému podkladu (ČSN EN ISO 2808 – Metoda 7B).

Po celé délce jednotlivých potrubních tras bylo rovnoměrně zvoleno 40-50 měřících bodů, které se nacházely na rovné ploše bez narušení nátěrů a korozí. Do výsledků byla uvedena průměrná hodnota tloušťky.

4.3 Měření tloušťky nátěrů destruktivním vrypem

Přístrojem se zabudovaným řezným nástrojem a mikroskopem se provede přesný klínový řez až k podkladu ve specifikovaném úhlu pro dané rozpětí tloušťek. Mikroskopem se změří tloušťky jednotlivých nátěrových vrstev (ČSN EN ISO 2808 – Metoda 6B).

Na každé z potrubních trasách DN 1200 bylo provedeno jedno měření.

4.4 Stanovení adheze/koheze nátěrů

Odolnost nátěrů adheznímu a koheznímu poškození řezem je hodnocena křížovým řezem, protože tloušťky nátěrů přesahují 250 mikronů a zároveň se jedná o tvrdé epoxidové povlaky. Metoda vyžaduje, aby povlakem byly ostrým nástrojem vedeny dva řezy pod úhlem 30-45° ve tvaru X. Výsledek zkoušky je vyjádřen jako číselné hodnocení odpovídající pozorovanému poškození. Hodnotící stupnice 0-5 viz ČSN EN ISO 16276-2... st.0 = žádné poškození, st.5 = celoplošné poškození.

Vzhledem ke stavu nátěrů byla provedena vždy jedna zkouška na potrubí.

4.5 Hodnocení degradace nátěrů

4.5.1 Stupeň puchýřkování

Množství a velikost puchýřků v nátěru se hodnotí pomocí obrazových standardů uvedených na obrázcích v ČSN EN ISO 4628-2. Standardy znázorňují puchýřky o velikostech 2 až 5 a každou tuto velikost v množství/hustotě 2 až 5... např. hodnocení puchýřkování množství/hustota 4 s velikostí 4 resp. st.4(S4).

4.5.2 Stupeň prorozavění

Prorozavění nátěrů se hodnotí pomocí obrazových standardů uvedených na obrázcích v ČSN EN ISO 4628-3. Stupeň prorozavění se vyjádří jako hodnota v rozmezí Ri0, Ri1 až Ri5... např. Ri0 (0% plochy s výskytem rzi), Ri3 (1% plochy s výskytem rzi), Ri5 (40-50% plochy s výskytem rzi)... *Příloha č. 1.*

5. VÝSLEDKY PRŮZKUMU

5.1 DN 1200 Odtok 1

Průměr	Provozní název	Druh korozního napadení	Degradace NS dle		Tl. NS μm	Adheze X řez	Tl. oceli mm	Poznámka
			ISO 4628-2	ISO 4628-3				
DN 1200	Odtok 1 - před propojem	Nerovnoměrná koroz	st.0	Ri2 (S4)	362	st.1	7,2-7,7	pův. důlková koroz
	Odtok 1 - vložené potrubí	Nerovnoměrná koroz	st.4-5 (S4)	Ri4-5 (S4)	190	st.4-5		
	Odtok 1 - armatura - klapka	Nerovnoměrná koroz	st.0	Ri2 (S4)	531			
	Odtok 1 - za propojem	Nerovnoměrná koroz	st.0	Ri2 (S4)	350		8,8-10,5	pův. důlková koroz
	Odtok 1 - vložené potrubí	Nerovnoměrná koroz	st.4-5 (S4)	Ri4-5 (S4)	185	st.4-5		
	Odtok 1 - armatura - klapka	Nerovnoměrná koroz	st.0	Ri2 (S4)	450			

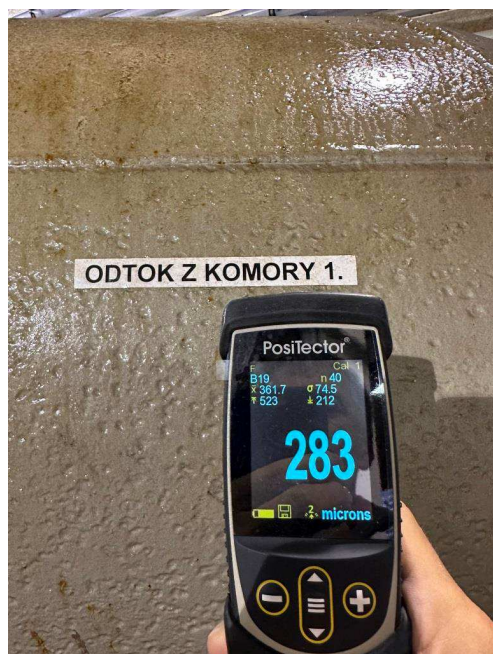


Foto 5 – Měření tl. nátěrů

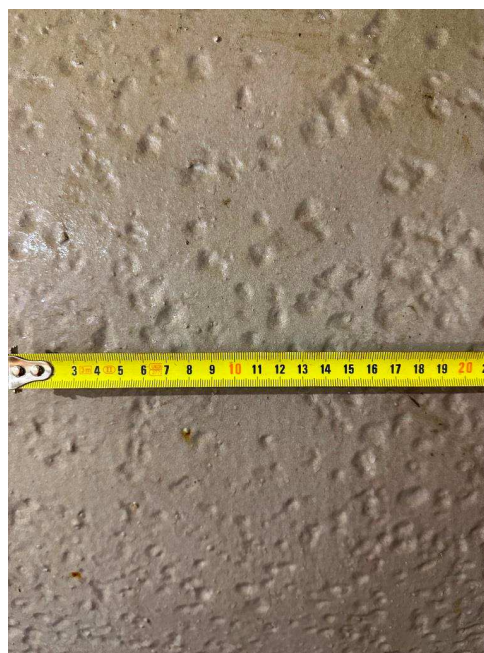


Foto 6 – Důlková koroz



Foto 7 – Tl. nátěrů vs. prorezavění

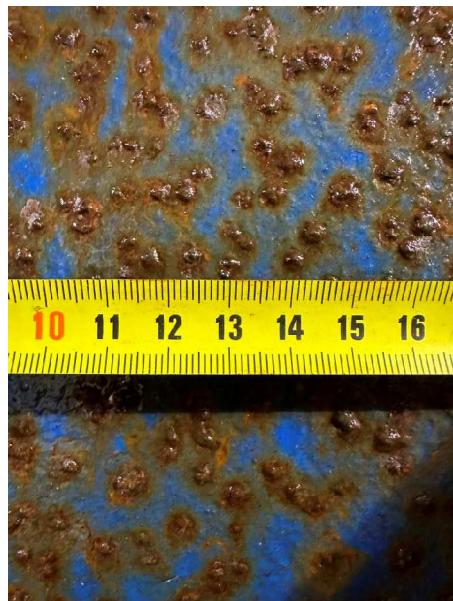


Foto 8 – Rozsah prorezavění Ri4(S4)



Foto 9 – Měření tl. nátěrů



Foto 10 – Zkouška adheze a tloušťky



Foto 11 – Měření hloubky důlku



Foto 12 – Hloubka důlku 1,5 mm

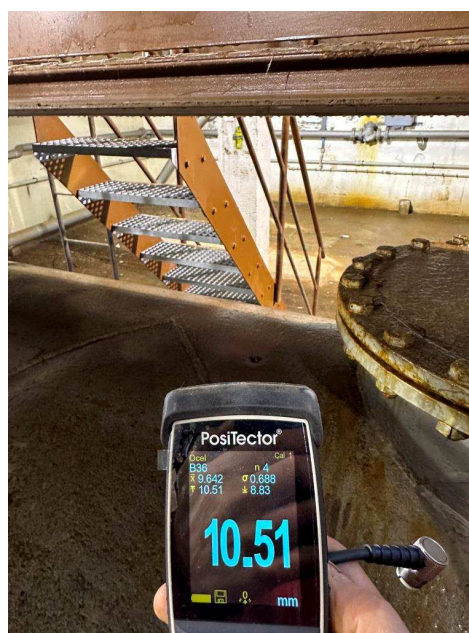


Foto 13 a 14 – Měření tloušťky stěny ocelového potrubí

5.2 DN 1200 Odtok 2

Průměr	Provozní název	Druh korozního napadení	Degradace NS dle		Tl. NS μm	Adheze X řez	Tl. oceli mm	Poznámka
			ISO 4628-2	ISO 4628-3				
DN 1200	Odtok 2 - před propojem	Nerovnoměrná koroze	st.0	Ri2 (S4)	362	st.1-2	6,5-7,9	pův. důlková koroze
	Odtok 2 - za propojem	Nerovnoměrná koroze	st.3 (S4)	Ri2-3 (S4)	350		7,0-8,9	pův. důlková koroze
	Odtok 2 - armatura - klapka	Bez koroze - pouze kontaminace na povrchu	st.0	Ri0	553	st.0		



Foto 15 – Puchýřkování nátěrů st.3(S4)

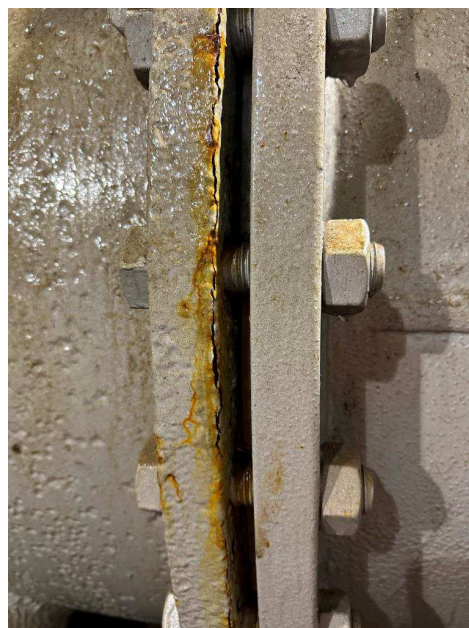


Foto 16 – Koroze na přírubě

5.3 DN 1200 Odtok 3 + DN 1200 Propojení odtoků 1,2

Průměr	Provozní název	Druh korozního napadení	Degradace NS dle		Tl. NS μm	Adheze X řez	Tl. oceli mm	Poznámka
			ISO 4628-2	ISO 4628-3				
DN 1200	Odtok 3 - za propojem Propojení odtoků 1,2	Nerovnoměrná koroze	st.0	Ri3 (S4)	310		11,6-13,1	pův. důlková koroze
		Nerovnoměrná koroze	st.0	Ri2 (S4)	412	st.1-2	10,0-12,1	pův. důlková koroze



Foto 17 – Koroze na svaru (Ri5)



Foto 18 – Prorezavění Ri3(S4)

5.4 DN 1000 Obtok

Průměr	Provozní název	Druh korozního napadení	Degradace NS dle		Tl. NS μm	Adheze X řez	Tl. oceli mm	Poznámka
			ISO 4628-2	ISO 4628-3				
DN 1000	Obtok - před klapkou	Nerovnoměrná koroze	st.0	Ri2 (S4)	415	st.1	8,1-8,8	pův. důlková koroze
	Obtok - armatura - klapka	Nerovnoměrná koroze	st.0	Ri1 (S3)	657			
	Obtok - vložené modré potrubí	Nerovnoměrná koroze	st.2 (S4)	Ri4 (S4)	187			
	Obtok - za klapkou	Nerovnoměrná koroze	st.2 (S5)	Ri3 (S4)	365		9,2-10,3	pův. důlková koroze

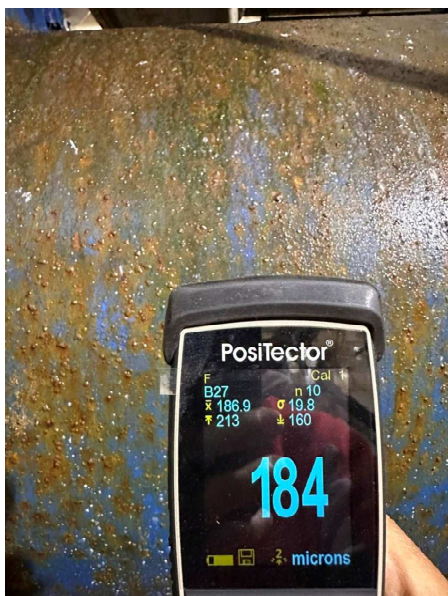


Foto19 – Tl. nátěrů vs. prorezavění



Foto 20 – Prorezavění Ri4(S4)

5.5 DN 1000/800 Výpusť z DN 1000 Obtoku

Průměr	Provozní název	Druh korozního napadení	Degradace NS dle		Tl. NS μm	Adheze X řez	Tl. oceli mm	Poznámka
			ISO 4628-2	ISO 4628-3				
DN 1000	Výpusť - před šoupátkem	Nerovnoměrná koroze	st.0	Ri2 (S4)	370	st.1	8,9-9,4	pův. důlková koroze
	Výpusť - šoupátko	Nerovnoměrná koroze	st.0	Ri5 (S5)	194			
DN 800	Výpusť - za šoupátkem	Nerovnoměrná koroze	st.0	Ri1 (S3)	344		7,2-8,5	

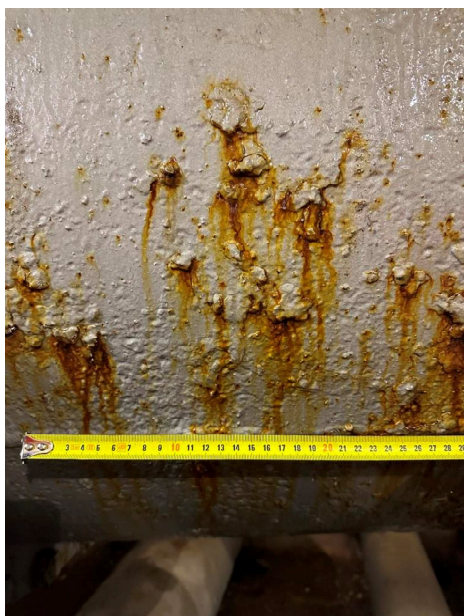


Foto 21 – Prorezavění Ri3(S4)



Foto 22 – Prorezavění Ri5(S5)



Foto 23 – Měření tl. nátěrů



Foto 24 – Měření tl. nátěrů

5.6 DN 400 Odpadní voda 2x

Průměr	Provozní název	Druh korozního napadení	Degradace NS dle		Tl. NS μm	Adheze X řez	Tl. oceli mm	Poznámka
			ISO 4628-2	ISO 4628-3				
DN 400	Odpad 1	Nerovnoměrná koroze	st.0	Ri3 (S4)	380	st.1	7,7-9,5	pův. důlková koroze
	Odpad 2	Nerovnoměrná koroze	st.2 (S4)	Ri3 (S4)	366			pův. důlková koroze
	Odpad 1+2	Nerovnoměrná koroze	st.0	Ri3 (S4)	387		6,9-7,3	pův. důlková koroze



Foto 25 – DN 400 Odpad 2

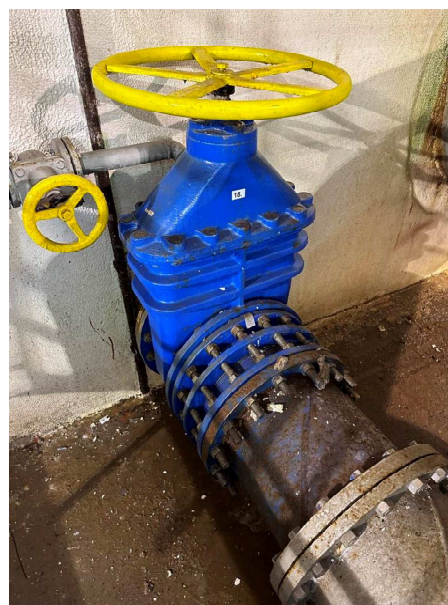


Foto 26 – Šoupátko na DN 400 Odpad 1

5.7 DN 300 Odkap z komor

Průměr	Provozní název	Druh korozního napadení	Degradace NS dle		Tl. NS μm	Adheze X řez	Tl. oceli mm	Poznámka
			ISO 4628-2	ISO 4628-3				
DN 300	Odkap z komor bazénů	Nerovnoměrná koroze	st.2 (S4)	Ri2 (S4)	374	st.2	6,8-7,5	pův. důlková koroze

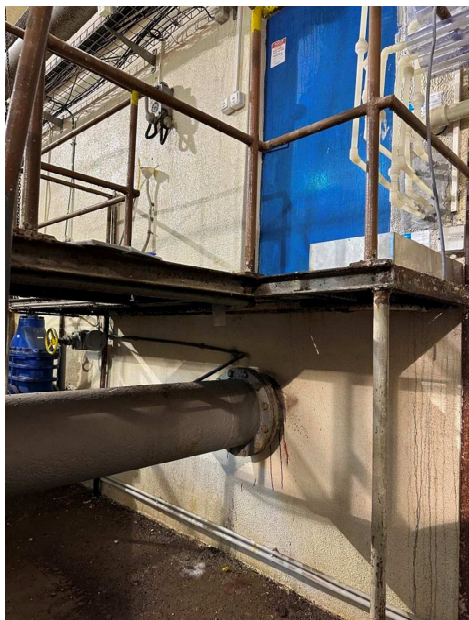


Foto 27 – DN 300 výstup z komor



Foto 28 – Původní důlková koroze

5.8 DN 200 Pro chlorovací stanici do 1.patra

Průměr	Provozní název	Druh korozního napadení	Degradace NS dle		Tl. NS μm	Adheze X řez	Tl. oceli mm	Poznámka
			ISO 4628-2	ISO 4628-3				
DN 200	Bez informace	Nerovnoměrná koroze	st.4 (S5)	Ri4 (S5)	320	st.2	5,8-7,8	pův. důlková koroze



Foto 29 – DN 200 těsně nad podlahou



Foto 30 – Silná degradace prorezavěním

5.9 DN 250/125 Mytí vodojemů

Průměr	Provozní název	Druh korozního napadení	Degradace NS dle		Tl. NS μm	Adheze X řez	Tl. oceli mm	Poznámka
			ISO 4628-2	ISO 4628-3				
DN 250	Mytí vodojemů - před čerpadly	Nerovnoměrná koroze	st.2 (S5)	Ri3 (S5)	233		5,6-5,9	pův. důlková koroze
DN 125	Mytí vodojemů - za čerpadly	Nerovnoměrná koroze	st.2 (S5)	Ri3 (S5)	219	st.2	4,9-5,7	pův. důlková koroze

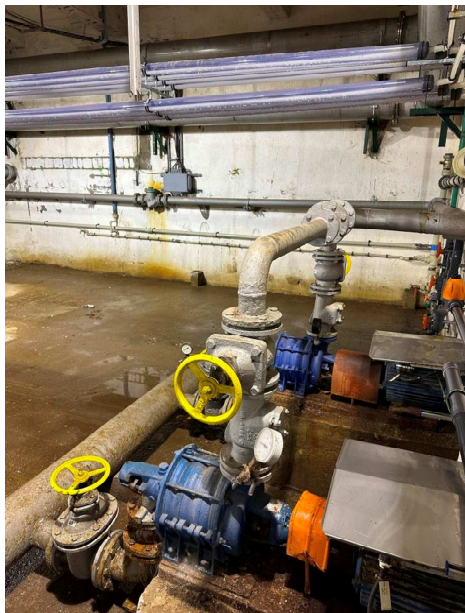


Foto 31 – DN 250



Foto 32 – DN 125

5.10 Shrnutí výsledků

Dle informace z provozu VDJ poslední obnova PKO potrubí proběhla v roce 2005, ale není znám její rozsah.

Potrubí Odtoků DN 1200 a Obtoku DN 1000

Obnova PKO se pravděpodobně týkala všech odtoků DN 1200 a obtoku DN 1000, protože z jejich současného stavu je evidentní, že povrch byl kvalitně očištěn a ochráněn robustním nátěrovým systémem na bázi epoxidu v tloušťkách 150-250 mikronů pro červený základní nátěr a 150-250 mikronů pro hliníkový vrchní nátěr (měřeno PIGem...Foto 10), což potvrzuje i adhezní zkouška X řezem s hodnocením 1 – vyhovující (Foto 10). Jejich současná PKO je na většině ploch stále provozuschopná díky vysoké bariéře povlaku s tloušťkami nad 350 mikronů i přes původní důlkovou korozi (Foto 5 a 6, *Příloha č.2*) a jen s plošně rozmístěným poškozením nátěrů v rozsahu Ri1-Ri2.

Výjimkou jsou pouze vložené mezikusy modrého potrubí před/za armaturami-klapkami na Odtoku 1 a Obtoku (Foto 7,8,19,20), zavařený kruhový otvor na propojení odtoků (Foto 17) a samotný konec Odtoku 3 (Foto 18), kde PKO už neplní svou funkci a je v havarijním stavu (prorezávání Ri4-Ri5, puchýřkování st.5(S4)). Tento stav způsobila nedostatečná příprava povrchu pod nátěry (zejména v okolí svarů) a hlavně nízká ochranná bariéra nátěrů, kdy byly naměřeny hodnoty tloušťek pod 200 mikronů.

Měření tloušťky stěn ocelového potrubí DN 1200 bylo realizováno ultrazvukem s výsledky: průměr 9,3 mm, minimum 6,5 mm, maximum 13,1 mm... *Příloha č.3*.

Měření tloušťky stěn ocelového potrubí DN 1000 bylo realizováno ultrazvukem s výsledky: průměr 9,4 mm, minimum 8,1 mm, maximum 11,3 mm.

Vypouštěcí potrubí DN 1000/800 z Obtoku DN 1000

Krátký úsek od Obtoku DN 1000 k redukci DN 1000/800 má PKO v provozuschopném stavu s jen plošně rozmístěným poškozením nátěrů v rozsahu Ri2.

Úsek od redukce DN 1000/800 k armatuře-šoupátku už má PKO v nevyhovujícím stavu, kde na potrubí je místní degradace prerezáváním Ri3-Ri4 (Foto 21) a na šoupátku Ri5 (Foto 22 a 23).

Úsek potrubí DN 800 od šoupátka k prostupu zdí je v dobrém stavu s plošně rozmístěným poškozením nátěrů Ri1. Tento stav je způsoben tím, že potrubí je nezavodněno (Foto 24).

Měření tloušťky stěn ocelového potrubí DN 1000 bylo realizováno ultrazvukem s výsledky: průměr 9,1 mm, minimum 8,9 mm, maximum 9,4 mm.

Měření tloušťky stěn ocelového potrubí DN 800 bylo realizováno ultrazvukem s výsledky: průměr 8,2 mm, minimum 7,2 mm, maximum 8,6 mm.

Potrubí DN 400, DN 300, DN 200, DN 250/125

DN 300 Odkap z komor je nezavodněné potrubí navíc nevedoucí těsně nad podlahou, proto je ve vyhovujícím stavu s jen plošně rozmístěným poškozením nátěrů v rozsahu prerezávání Ri2 a původní důlkovou korozi (Foto 27 a 28).

Měření tloušťky stěn ocelového potrubí DN 300 bylo realizováno ultrazvukem s výsledky: průměr 7,2 mm, minimum 6,8 mm, maximum 7,5 mm.

DN 400 Odpadní voda (2x) má PKO v provozuschopném stavu s jen plošně rozmístěným poškozením nátěrů v rozsahu Ri2-Ri3 s výjimkou dvou mezikusů modrého potrubí za oběma šoupátky, kde PKO už přestává plnit svou funkci vlivem degradace (prerezávání Ri3-Ri4, puchýřkování st.2(S4))... Foto 25 a 26.

Měření tloušťky stěn ocelového potrubí DN 400 bylo realizováno ultrazvukem s výsledky: průměr 7,8 mm, minimum 6,9 mm, maximum 9,5 mm.

DN 200 pro chlorovací stanici do 1. patra vedoucí převážně těsně nad betonovou podlahou již nemá PKO v provozuschopném stavu z důvodu silné degradace prerezáváním Ri4 a puchýřkováním st.4(S5) v její dolní polovině profilu (Foto 29 a 30).

Měření tloušťky stěn ocelového potrubí DN 200 bylo realizováno ultrazvukem s výsledky: průměr 7,0 mm, minimum 5,8 mm, maximum 7,8 mm.

DN 250/125 Mytí vodojemů – obě části jak před tak i za čerpadly mají zdegradovanou PKO ve formě prerezávání Ri3 a puchýřkování st.2(S5)...Foto 31 a 32.

Měření tloušťky stěn ocelového potrubí DN 250 bylo realizováno ultrazvukem s výsledky: průměr 5,8 mm, minimum 5,6 mm, maximum 5,9 mm.

Měření tloušťky stěn ocelového potrubí DN 125 bylo realizováno ultrazvukem s výsledky: průměr 5,2 mm, minimum 4,9 mm, maximum 5,7 mm.

Degradaci nátěrů v AOK způsobuje nerovnoměrná koroze pod nátěry v podobě prerezávání a puchýřkování. Projevuje se napadením materiálu na různých místech různou šíří a hloubkou ve specifické formě důlkové koroze. Jde o nebezpečnější druh koroze, protože může ovlivnit mechanické vlastnosti ocelového potrubí.

Na různých částech testovaných potrubních tras byly zjištěny různé stupně degradace => byly zaznamenány vždy ty nejhorší stavy.

Obecně lze konstatovat, že větší korozní zatížení působí na spodní polovinu potrubí z důvodu většího množství stékající vody.

Tloušťka a velikost korozních produktů pod nátěrem svědčí o intenzitě probíhajících korozních procesů, zejména na plochách/potrubí, kde byla v minulosti provedena nedostatečná údržba/obnova PKO (Foto 33 a 34).

Výsledkem intenzivní koroze a nedostatečné PKO z minulých let byla rozsáhlá důlková koroze na většině potrubí (DN1200 a DN1000), jejíž vývoj byl od roku 2005 zastaven díky kvalitní obnově PKO (Foto 35 a 36).



Foto 33 – Korozní produkty



Foto 34 – Korozní produkty v tl. 5 mm



Foto 35 – Důlková koroze s pr. 5-10 mm

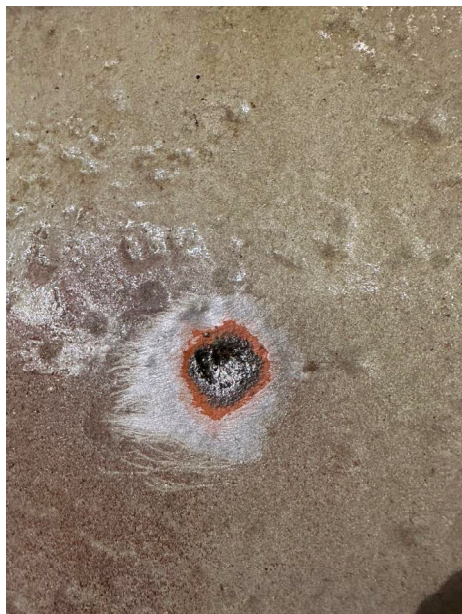


Foto 36 – Detail důlku s průměrem 10 mm

Původní výrobní tloušťka stěn potrubí nebyla známa, proto nelze stanovit celkovou hodnotu korozních úbytků z měření ultrazvukem. Pouze lze hodnotit korozní úbytek v místech důlkové koroze na vnějším povrchu a ten se pohyboval v rozmezí 1-2 mm (Foto 11 a 12). Zhodnocení, zda tloušťka potrubí je stále dostačující či nikoli, je na odborném posouzení kompetentní osoby.

6. NÁVRH OBNOVY PKO

Obecně se doporučuje, že první hlavní údržba PKO by za normálních okolností měla být provedena jakmile cca 10% nátěrů dosáhne stupně prorezavění Ri3 (dle ISO 4628-3). Tento požadavek může být aplikován na celou konstrukci resp. povrch potrubí nebo na reprezentativní části jak se dohodnou zúčastněné strany.

6.1 Obnova PKO

Doporučený způsob obnovy protikorozní ochrany spočívá v důkladném odstranění původních nátěrů a korozních produktů a aplikaci nového nátěrového systému odolávajícího náročné expozici / velmi vysokému stupni korozní agresivity C5 dle ČSN EN ISO 12944-2 v nominální tloušťce min. 300 mikronů pro předpokládanou vysokou životnost v rozmezí 15-25 roků.

Dobrou praxí je v případě obnovy PKO nominální tloušťky specifikované dle ČSN EN ISO 12944-5 navýšit o cca 20-30%, tzn. v případě obnovy PKO v AOK nominální tloušťku nátěrů 350-400 mikronů.

Tyto hodnoty byly naměřeny na hlavních potrubních trasách (DN 1200 a DN 1000) a potvrzují svou oprávněnost s ohledem na stav nátěrů pro 18 letech od poslední obnovy.

Doporučená příprava povrchu:

Suché abrazivní tryskání na stupeň čistoty min. Sa2 (ČSN EN ISO 8501-1).

nebo

Ultra-vysokotlaké tryskání vodou na stupeň čistoty min. Wa2 (ČSN EN ISO 8501-4).

Doporučený nátěrový systém International:

Základní nátěr - Interplus 356 v nominální tl. 100 mikronů

(epoxidová nátěrová hmota tolerantní k přípravě povrchu s nízkým obsahem VOC; pigmentována hliníkem a železitou slídou pro zvýšení antikorozní odolnosti; vytvrzuje při nízkých teplotách (-5°C a méně); vhodná pro údržbu v agresivních prostředích, zejména tam, kde není možné suché abrazivní tryskání)

Mezivrstva - Interseal 670HS v nominální tl. 125-150 µm

(epoxid tolerantní k přípravě povrchu; poskytuje vynikající antikorozní ochranu na průmyslových a pobřežních stavbách, papírnách a celulózkách, čistírnách odpadních vod a úpravárnách vod, mostech a v offshore prostředí jak v atmosférických podmínkách, tak v ponoru)

Vrchní nátěr - Interseal 670HS v nominální tl. 125-150 µm

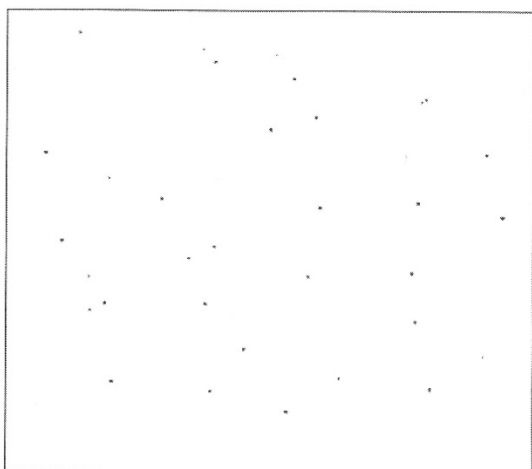
(epoxid tolerantní k přípravě povrchu; poskytuje vynikající antikorozní ochranu na průmyslových a pobřežních stavbách, papírnách a celulózkách, čistírnách odpadních vod a úpravárnách vod, mostech a v offshore prostředí jak v atmosférických podmínkách, tak v ponoru)

V Ostravě, 19.9.2023

Ing. Zdeněk Libíček

7. Přílohová část

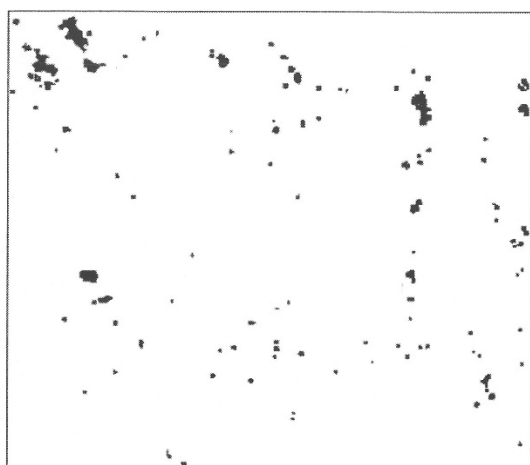
7.1 Příloha č. 1 – Stupně prorezavění dle obrazových vzorů ČSN EN ISO 4628-3



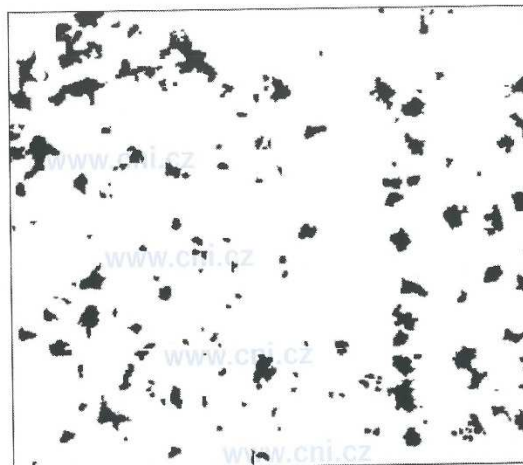
Stupeň prokorodování Ri1 (0,05% celk.plochy)



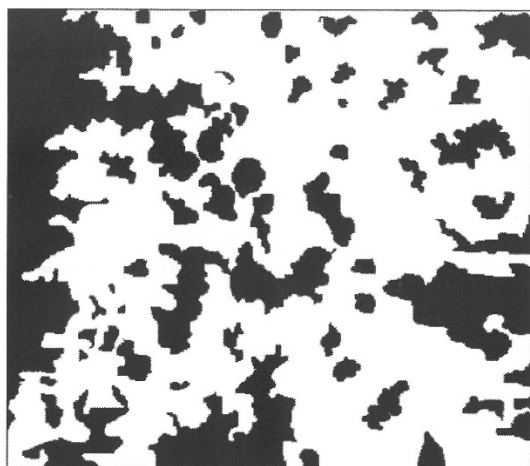
Stupeň prokorodování Ri2 (0,5% celk.plochy)



Stupeň prokorodování Ri3 (1% celk.plochy)



Stupeň prokorodování Ri4 (8% celk.plochy)



Stupeň prokorodování Ri5 (40-50% celk.plochy)



7.2 Příloha č. 2 - Protokol měření tloušťek nátěrů na DN 1200 Odtok 1



Rust Never Sleeps

B19

Created: 2023-08-23 10:11:40
PosiTector Body S/N: 908010
Probe Type: PosiTector 6000 FNDS
Probe S/N: 1048339

Readings

#	Thickness (microns)
1	505
2	495
3	376
4	321
5	388
6	339
7	277
8	335
9	508
10	390
11	397
12	394
13	363
14	394
15	384
16	455
17	375
18	305
19	404
20	392
21	523
22	430
23	348
24	289
25	236
26	279
27	284
28	356
29	422
30	276
31	324
32	386
33	294
34	274
35	420
36	315
37	326
38	212
39	394
40	283

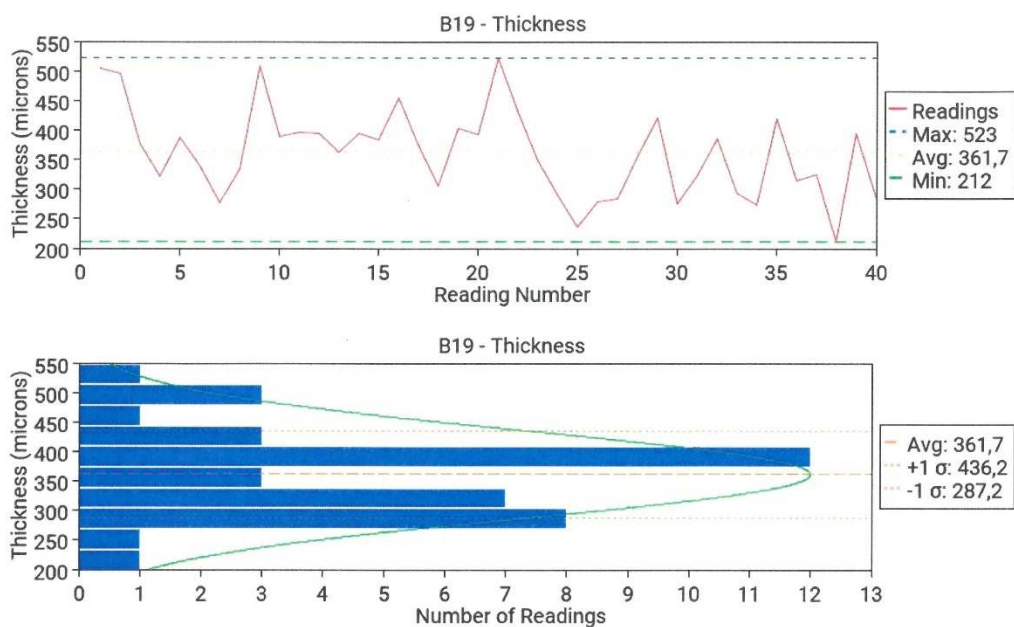
Summary

	#	\bar{x}	σ	\downarrow	\uparrow
Coating Thickness (microns)	40	361,7	74,6	212	523
Rust never sleeps s.r.o., frosio@rezne.cz, www.rezne.cz					1

Příloha č. 2 – pokrač.



Rust Never Sleeps



7.3 Příloha č. 3 - Protokol měření tloušťek stěn na DN 1200 Odtok 1



Rust Never Sleeps

DN 1200 Odtok z komory 1. před

Created: 2023-08-31 13:27:56
PosiTector Body S/N: 908010
Probe Type: PosiTector UTG-C
Probe S/N: 1054613

Readings

#	Thickness (mm)
1	7,65
2	7,31
3	7,30
4	7,52
5	7,16

Summary

	#	\bar{x}	σ	\downarrow	\uparrow
Thickness (mm)	5	7,388	0,195	7,16	7,65

