

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vlivy žárového zinkování a posouzení rizik výbušného prostředí v blízkosti elektrického zařízení

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Miroslav SILVAR**
Osobní číslo: **E11N0036K**
Studijní program: **N2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Název tématu: **Vlivy žárového zinkování a posouzení rizik výbušného prostředí v blízkosti elektrického zařízení**
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

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

1. Uveďte nebezpečné látky působící na konstrukci a elektrické části zařízení.
2. Stanovte vlivy a rizika technologie působící na elektrické zařízení.
3. Uveďte technologii žárového zinkování a její dopad na životní prostředí a zdraví lidí.
4. Navrhněte vhodná opatření pro omezení vzniku výbušné atmosféry vzhledem k elektroinstalaci.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**

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

Seznam odborné literatury:

1. Bartáková, B., Vařák, J.: Elektrická zařízení v chemických a jiných agresivních prostředích, Praha, SNTL, 1975
2. Vrána, V.: Rozvody elektrické energie v prostorech s nebezpečím výbuchu, PRAHA, SNTL, 2009
3. Kulich, M.: Problematika nebezpečí výbuchu v návaznosti na požadavky a výběr elektroinstalace a ochranných systémů, BRNO, VUT, SNTL, 2011

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Eva Kučerová, CSc.**

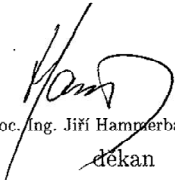
Katedra technologií a měření

Konzultant diplomové práce: **Ing. Ludvík Chovanec**

MEA Meisinger s. r. o.

Datum zadání diplomové práce: **15. října 2012**

Termín odevzdání diplomové práce: **9. května 2013**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.

děkan




Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.

vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2012

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na technologii žárového zinkování a působení jejích vlivů na elektrická zařízení a životní prostředí.

Klíčová slova

Konstrukční materiály, elektricky vodivé materiály, koroze, prašnost, chemické látky, toxicity, nebezpečí výbuchu, opatření, technologie, odpady, recyklace, životní prostředí

Abstract

This diploma thesis is focused on technology of hot-dip galvanization, it's environmental impact and influence on the electrical equipment.

Key words

Construction materials, electrically conductive materials, corrosion, dust, chemicals, toxicity, explosive action, technology, waste management, recycling, environmental

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma:

„Vlivy žárového zinkování a posouzení rizik výbušného prostředí v blízkosti elektrického zařízení“

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

V Plzni dne 26. dubna 2013

.....
Podpis autora

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat paní Doc. Ing. Kučerové, CSc., vedoucí mé diplomové práce, za její odborné vedení, cenné rady a konzultace v průběhu zpracování diplomové práce.

Současně patří mé velké poděkování panu Ing. Ludvíkovi Chovancovi, vedoucímu oddělení pro životní prostředí ve společnosti MEA MEISINGER, s. r. o. v Plzni, za veškeré poskytnuté informace a rady, které mi věnoval pro zpracování této diplomové práce a především za jeho vstřícnost, trpělivost a čas.

Mé zvláštní poděkování patří všem, kteří mi byli oporou nejen při zpracování této práce, ale i po celou dobu mého studia.

Obsah

Seznam zkratk	9
Úvod	10
1 Konstrukční materiály a zařízení technologie	11
1.1 <i>Konstrukční materiály asynchronního motoru v technologii</i>	11
1.2 <i>Elektricky vodivé materiály</i>	11
1.2.1 Kabelové žlaby	13
1.3 <i>Koroze</i>	14
1.3.1 Hlavní činitelé koroze materiálu	14
1.3.2 Korozní napadení materiálů	15
1.4 <i>Konstrukční materiály a zařízení technologie firmy MEA MEISINGER, s. r. o</i> ...	17
1.4.1 Zinkovací pec.....	18
1.4.1.1 Plynové hořáky pro ohřev lázně.....	19
1.4.1.2 Zařízení pro měření teploty a regulaci tlaku	20
1.4.1.3 Elektromagnetické ventily pro plyny	20
1.4.1.4 Oběhová čerpadla.....	21
1.5 <i>Zařízení pro rekuperaci tepla s otopným systémem</i>	22
1.6 <i>Exhaustor</i>	22
2 Technologie žárového zinkování	23
2.1 <i>Žárové zinkování ve společnosti MEA MEISINGER, s. r. o.</i>	25
2.1.1 Popis zinkové lázně	25
2.1.2 Konstrukční znaky a parametry technologie.....	26
2.1.3 Parametry technologie	27
3 Působení chemických látek na materiály a elektrická zařízení	29
3.1 <i>Zařízení vystavené vnějším vlivům technologie</i>	29
3.2 <i>Pevné připojení vodičů a jejich uložení</i>	30
3.3 <i>Chemické látky žárového zinkování</i>	31
3.4 <i>Chemické látky a jejich koncentrace v jednotlivých úsecích</i>	31
3.5 <i>Agresivita chemických látek působících na použité materiály</i>	32
4 Působení vnějších vlivů technologie žárového zinkování	35
5 Technologie žárového zinkování působící na životní prostředí	37
5.1 <i>Hodnocení vlivů technologie na člověka a životní prostředí</i>	37
5.1.1 Účinky agresivních látek na lidský organismus.....	38
5.1.2 Zinek	39
5.1.3 Kyselina chlorovodíková	40
5.1.4 Chlorid zinečnatý.....	40
5.1.5 Kadmium, nikl a olovo	40
5.2 <i>Nebezpečí při práci s chemickými látkami</i>	41
5.3 <i>Bezpečnost práce a manipulace s chemickými látkami</i>	41
5.4 <i>Bezpečnostní pokyny s chemickými látkami</i>	42
5.5 <i>Preventivní opatření</i>	42
5.6 <i>Okamžité opatření při havárii</i>	42
5.7 <i>Zátěže životního prostředí a nakládání s odpady technologie</i>	43

5.7.1 Emisní odpadní zdroje	44
5.7.2 Odpady a spotřeba technologie.....	45
5.8 <i>Kontrola koncentrace nebezpečných plynů pomocí signalizace</i>	47
5.9 <i>Návrh pro zlepšení působení vlivů technologie</i>	47
6 Závěr.....	49
7 Seznam použité literatury.....	50
8 Seznam tabulek.....	51
9 Seznam obrázků	52
10 Seznam příloh	53

Seznam zkratek

CYKY	Označení vodiče (C – měď, Y – izolace PVC, K – kabel, Y – izolace PVC)
ČSN	Česká státní norma
DNA	Deoxyribonucleic acid
HZS	Hasičský záchranný sbor
IP	Ingress Protection
KHS	Krajská hygienická stanice
LD₅₀	Lethal dose [mg/kg], číslo značí smrtelnou dávku
LED	Light Emitting Diode
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NN	Nízké napětí
PČR	Policie České Republiky
PET	Polyetylen
PLC	Programmable Logic Controller
POH	Plán odpadového hospodářství
PVC	PolyVinylChlorid
REZZO	Registr emisí a zdrojů znečišťování ovzduší
RNA	RiboNucleon Acid
VT	Výměník tepla

Úvod

Dnešní doba je charakterizována nárůstem průmyslových technologií, které se ve velmi krátké době podílejí na ovlivnění lidské civilizace. Vědecké objevy a technické vynálezy jsou stále rychleji implementovány do odvětví průmyslu. V tomto směru je však nutné řešit i environmentální aspekty. Již v polovině 20. století dochází ke vzniku prvních zákonů na ochranu životního prostředí. Průmyslové podniky se zpočátku chovají neutrálně, postupem času však dochází k ekologickému povědomí, kde samotní výrobci hledají možnosti účinnějšího využívání surovin a zavádění šetrnějšího využívání produktů. Postupem rozvoje se projevuje i podpora státu a ekologie se stává součástí marketingu podniku. Kvalita životního prostředí se mění s růstem průmyslových zón, neboť průmyslová odvětví mají velký vliv na jeho jednotlivé složky, tzn. na ovzduší, půdu, vodu a živé organismy. Průmyslová výroba je jádrem vzniku hluku, prachu, vibrací, odpadu, zplodin do ovzduší (oxid uhličitý CO_2 , oxid siřičitý SO_2 , oxid dusičitý NO_2 , uhlovodíky C_xH_y), šířící se do značné vzdálenosti s různým obsahovým rozptylem těchto nebezpečných látek.

Všechny tyto vlivy působí jak na člověka, tak i na elektrická zařízení. Jejich působením dochází ke změnám elektrických a mechanických vlastností materiálů. Mění se jejich elektrická vodivost, chemické složení, povrch a struktura. Díky tomu se však mění i jejich funkční schopnost. Vzniklé nežádoucí účinky působí i na obsluhu těchto zařízení, a proto je nutné dodržovat bezpečnostní předpisy a technologické postupy. Při poruchách musí být zajištěna dle provozních a bezpečnostních pokynů i při selhání lidského faktoru především bezpečnost. Změny, které díky vlivu technologie působí na funkční schopnosti elektrických zařízení, je nutné analyzovat a provádět každodenní monitoring, který spočívá v kontrole stavu elektrických zařízení a bezpečnosti při práci. Management podniku proto musí přijmout taková opatření, která povedou k částečné eliminaci působení těchto vlivů na elektrická zařízení a tím zvýšení jejich funkčnosti a provozuschopnosti.

1 Konstrukční materiály a zařízení technologie

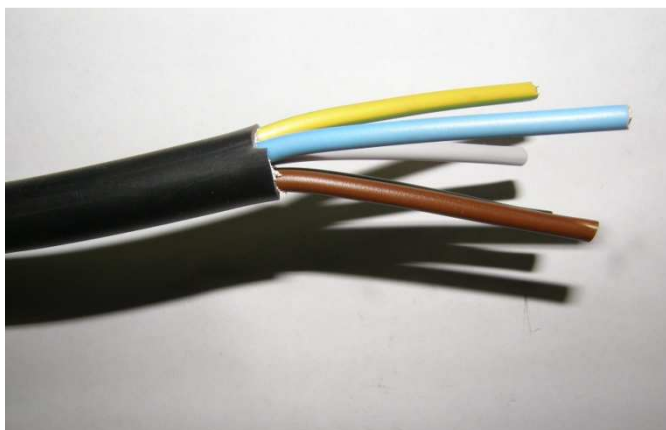
Technologické zařízení pro žárové zinkování je sestaveno z ocelové konstrukce upevněné k nosným částem haly. Základna zařízení je ukotvena do lité betonové podlahy pomocí ocelových kotev. Jádrem technologie tvoří zinková lázeň vyrobená z těžké konstrukce ocelových profilů s vevařenými a vyztuženými bočními plechy. Na nosné ocelové konstrukci haly jsou instalovány jeřábové dráhy s pojízdnými elektrickými kovovými rozvaděči pro jejich dálkové ovládání. Rozvaděče v sobě obsahují např. spínače, stykače, relé, napájecí zdroje, jističe, svorkovnice a pojistky. Všechny vodivé části těchto zařízení jsou zejména měděné nebo postříbřené kontakty, kde dochází k připojení, spínání, rozpínání a přepínání elektrických obvodů. Při styku kontaktu prochází elektrický proud z jedné části kontaktu do druhé. Ve většině případů vlivem prostředí neprobíhá styk po celé ploše, ale pouze v několika malých ploškách a tím je průchod proudu omezen a projevuje se jako přechodový odpor kontaktů. Na povrchu styčných ploch dochází k tvorbě oxidů, což způsobuje polovodivost až nevodivost, k čemuž ještě přispívá elektrický oblouk při vypínání.

1.1 Konstrukční materiály asynchronního motoru v technologii

Pro pojezdy jeřábových drah jsou použity asynchronní motory. Hřídel asynchronního motoru je vodorovně uložena ve statoru a vyrobena z ušlechtilé uhlíkové konstrukční oceli vzhledem k těžkému provozu. Hřídel je unášena na obou koncích ve valivých ocelových kuličkových ložiscích. Jejich hlavní výhodou je, že kladou velmi nízký odpor při rozběhu. Kostra motoru je ze šedé litiny s ložiskovými štíty pro spolehlivý přenos točivého momentu. Konstrukční část motoru má patky s otvory pro upevnění vlastní konstrukce.

1.2 Elektricky vodivé materiály

V jednotlivých částech zařízení technologie jsou instalovány nejčastěji vodiče typu CYKY. Jsou určeny především pro pevné uložení bez mechanického namáhání. Jejich konstrukce je tvořena z PVC izolace a pryžové výplně. Uvnitř jsou měděné žíly stočeny do duše kabelu. Jejich jmenovité provozované napětí se pohybuje v rozmezí 450 V – 750 V.

Obr. č. 1: Vodič CYKY pro pevné připojení [8]

Pro připojení motorů jsou používány speciální kabely 2YSLCYK s PVC izolací a Cu stíněním. Tyto kabely odpovídají normě o elektromagnetické kompatibilitě. Jsou odolné proti střednímu mechanickému namáhání v suchých i vlhkých prostorách. Vnější plášť je tvořen PVC izolací, stíněním z měděných drátů a umělohmotné fólie. Hlavní jádro tvoří stočené měděné vodiče chráněné vlastní izolací PE. Použití vodičů v technologii je znázorněno v **Tab. č. 1**.

Obr. č. 2: Vodič 2YSLCYK pro připojení motorů [15]

- 1 Holý, jemně slaněný měděný vodič
- 2 Izolace žil z polyetylénu (PE)
- 3 Ovin žil z umělohmotné fólie
- 4 Stínění z PETP-Alu fólie
- 5 Stínění opletem z pocínovaných měděných drátů
- 6 Vnější plášť z flexibilního polyvinylchloridu (PVC)

Tab. č. 1: Vodiče používané v technologii žárového zinkování [8]

Označení vodiče	Průřez vodiče [mm ²]	Jištění [A] typ gG	Napájené zařízení	Teplota prostředí [°C]	Vlhkost prostředí [%]
CYKY	5C x 10	3 x 40	Zapalovací jednotky hořáků	25	50
CYKY	5C x 35	3 x 160	Odsávání lázní	35	65
CYKY	5C x 16	3 x 63	Kompresor vzduchu	25	65
CYKY	5C x 2,5	3 x 16	Osvětlení lázní	20	80
CYKY	5C x 2,5	3 x 16	Osvětlení pod lázněmi	20	80
CYKY	5C x 35	3 x 125	Jeřábové dráhy	20	65
2YSLCYK	5C x 4	3 x 32	Pračka vzduchu	35	80
2YSLCYK	5C x 2,5	3 x 16	Ventilátory	20	65

1.2.1 Kabelové žlaby

Kabelový plechový žlab s povrchovou antikorozií úpravou je používán v technologii především pro ukládání NN kabelů a vedení. Kabely jsou skládány na dno žlabu a postupně rozváděny po celém zařízení. Spojování částí žlabu je provedeno pomocí spojovacího materiálu a připevnění pomocí kotev či konzole. Ochrana proti porušení je pomocí žlabového krytu.

Obr. č. 3: Kabelové žlaby [8]

1.3 Koroze

Vliv prostředí a použití provozních látek v technologii přispívá k vysoké korozi použitých materiálů. Koroze je proces charakterizovaný samovolným a postupným znehodnocováním materiálu. Zásadní vliv má i tlak a teplota prostředí, kde se materiál nachází. Působení prostředí přispívá k částečné nebo úplné degradaci materiálu. Ve výsledku dochází ke změně povrchu až k úplnému rozkladu materiálu. Koroze představuje nevratný děj. V prostředí žárového zinkování se vyskytuje koroze chemická a elektrochemická. [4]

Chemická koroze vzniká v nevodivém prostředí. Působení je samovolné a nastává v místech, kde se kontaminuje kov s korozním prostředím. Hlavním činitelem je tzv. termodynamická nestálost vztažená k různorodosti prostředí. Korozi kovu ovlivňuje především pasivovatelnost kovu a jeho následná odolnost v pasivní části. Vliv působení prostředí je dán obsahem látek s aktivačními nebo pasivačními účinky. Účinky oxidačních látek patří mezi pasivní aktivátory a aktivační účinky obsahují ionty. Hlavními činiteli jsou oxidy kyslíku, uhlíku, chlorovodíku a fluorovodíku. Růst a rychlost koroze závisí na jakosti materiálu a na agresivitě působícího prostředí. [1]

Elektrochemická koroze probíhá na rozdíl od chemické v prostředí vodivém. Vyskytuje se ve vlhkém prostředí (atmosféře). Hlavním činitelem je kyslík a anionty vzniklé z kyselin. Ionty kovu jsou nahrazeny vodíkovými anionty kyselin, při čemž vznikají soli. [1]

1.3.1 Hlavní činitelé koroze materiálu

Korozi materiálu ovlivňuje několik současně působících činitelů. Jedná se následně o stavy a pochody, které mění strukturu materiálu, ať působí na materiál přímo či nepřímo. Nikdy nelze předem přesně říci, který faktor je hlavním činitelem a který se projeví navenek jako rozhodující pro celkový průběh koroze. [4]

Koroze materiálu závisí na:

- původním stavu a charakteru materiálu,
- stavu složení a koncentraci korozního prostředí,
- konstrukci výrobku či zařízení.

Koroze materiálu se vztahuje na kov nebo slitinu, které mají složení odpovídající technickým podmínkám stanovené normou. Odolnost materiálu proti korozi ovlivňují následující faktory:

- obsah nečistot v materiálu,
- struktura materiálu,
- stav povrchu materiálu.

Za nečistoty materiálu jsou považovány všechny legující příměsi a látky usazené na povrchu při provozování technologie. Tyto faktory mají hlavní vliv na celkový průběh a charakter koroze materiálu. Odolnost látky proti korozi je velmi závislá na její struktuře. Struktura kovu pak závisí na orientaci krystalů, charakteru chemického působení a chemické změně složení fází jednotlivých zrn. Tyto změny jsou hlavními aktivátory procesu koroze, které zhoršují odolnost vůči působícím vlivům prostředí. Důležitý je také stav povrchu materiálu. Při porušení (zdrsnění) snáze dochází ke korozi a reakci s prostředím. Zdrsněná plocha lépe absorbuje nečistoty a stává se lépe aktivní než plocha hladká. Koroze může být vyvolána různými prostředím, jako ovzduším (klimatickými vlivy), průmyslovým prostředím (chemické látky), půdou apod. Největší podíl na korozi kovových materiálů má atmosférická koroze. Je to tím, že většina materiálů plní svoji funkci právě v tomto prostředí. Hlavním činitelem vlivu jsou klimatické podmínky vlhkost a teplota. Korozní reakce probíhá pod velmi tenkou vrstvou (50 μm – 150 μm) kapaliny vody s obsahem nečistot (oxidu siřičitého, kyseliny chlorovodíkové, oxidu uhelnatého) a okolní atmosféry. Při výrazné změně teploty dochází k rosení materiálu a kondenzaci par kapaliny. Při **korozi materiálů ve vlhkém prostředí rychlost koroze ovlivňuje** obsah rozpuštěných chemických látek. Tyto různé chemické látky jsou kyselého nebo zásaditého charakteru a intenzita koroze závisí také na jejich koncentraci. Nečekané zhoršení podmínek nastává vždy při náhlé změně rozdílu teplot, proudění vzduchu nebo tvorbě povrchových usazenin apod. [2]

1.3.2 Korozní napadení materiálů

Korozní napadení materiálů je druh poškození povrchu materiálu závislého na podmínkách interakce kovu s aktivním prostředím. Koroze je charakterizována hmotnostním a rozměrovým úbytkem materiálu s tvorbou korozních defektů.

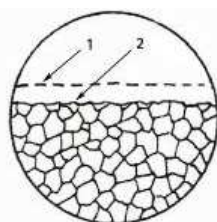
Tyto defekty se projevují nezávisle na struktuře materiálu. Korozní napadení členíme dle způsobu napadení povrchu, podle napadené části, charakteru děje koroze a prostředí [4].

Korozi členíme např. na:

- rovnoměrnou,
- bodovou,
- důlkovou,
- selektivní,
- mezikrystalovou.

Při **rovnoměrné korozi** dochází k rovnoměrnému úbytku materiálu po celém jeho povrchu. Rychlost koroze je vyjádřena úbytkem materiálové hmotnosti v gm^{-2} a tloušťky mm za rok. [1]

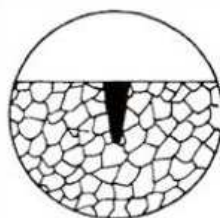
Obr. č. 4: Rovnoměrná koroze [4]



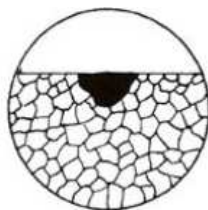
- 1 - původní povrch
2 - napadený povrch

Bodová koroze je charakterizována dutinami na povrchu kovu. Je velmi nebezpečná i pro materiály odolnými vůči rovnoměrné korozi. Její nebezpečnost spočívá z počátku v celkově malém hmotnostním úbytku, který způsobí porušení do velké hloubky o větším průměru než počáteční. [1]

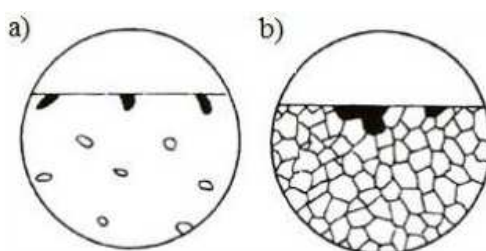
Obr. č. 5: Bodová koroze [4]



K **důlkové korozi** dochází u materiálu, kde nemusí být porušena ochranná vrstva. Při bodovém napadení vznikají důlky nerovnoměrně uspořádané na povrchu. Důlky vznikají samovolně. Pro důlkovou korozi je zapotřebí přítomnost silného oxidačního prostředí. [1]

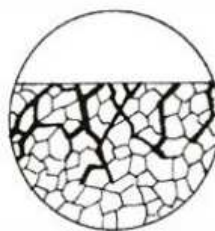
Obr. č. 6: *Důlková koroze* [4]

Selektivní koroze vzniká u slitin s vícefázovou strukturou. Dochází k napadení jedné fáze struktury, zrn nebo pásem tvořené precipitáty¹. [1]

Obr. č. 7: *Selektivní koroze* [4]

- a) napadení více fází
- b) napadení jedn.zrn

K **mezikrystalové korozi** dochází, pokud je napadení hranic zrn rychlejší než vlastního zrna. Tato korozivost je charakterizována zhoršenými mechanickými vlastnostmi. Může probíhat všude na všech hranicích zrn. [1]

Obr. č. 8: *Mezikrystalová koroze* [4]

1.4 Konstrukční materiály a zařízení technologie firmy MEA MEISINGER, s. r. o

Konstrukční materiály a elektrické přístroje jsou hlavními prvky technologických zařízení. Při volbě materiálu je konstruktér nebo projektant veden k úspoře ve volbě materiálu. Vzhledem k počáteční úspoře nákladů, jsou voleny nižší požadavky na odolnosti materiálů vůči prostředí, které se mohou nadále projevit nárůstem nákladů na opravu či výměnu daného zařízení při poruše. Mimo jiné mohou být zvýšená rizika

¹ **Precipitáty** - tuhá fáze, roztok při chemické reakci nebo změně fyzikálně chemických vlastností

bezpečnosti zařízení s dopadem na životní prostředí. Každé větší technologické zařízení vykonávající automatický provoz je složeno z několika konstrukčních částí, např. ocelové konstrukce, kabelového vedení, řídicího systému, motorů, snímačů a dalších pomocných zařízení pro automatický provoz. Technologické zařízení pro žárové zinkování je plně automatické a sestavené z těchto částí:

- zinkovací pec a pomocné zařízení pro ohřev lázně,
- zařízení pro rekuperaci tepla s otopným systémem,
- exhaustor.

1.4.1 Zinkovací pec

Zinkovací pec sestává z ocelového pláště, který je z těžké konstrukce ocelových profilů s vevařenými a vyztuženými bočními plechy. Tato konstrukce je postavena na 10 mm silné základové plotně z ocelového plechu. Boční podpěra stěn kotle je vyztužena dvěma výztuhami ze žáruvzdorné oceli, které jsou umístěné na obou podélných stranách. Délka výztuh je konstruována na míru pomocí stavěcích šroubů. Na výztuhách jsou ze strany kotle umístěny 50 mm silné plotny s tloušťkou 400 mm tak, že je kotel celoplošně podepřen. Síly vznikající vlivem statického tlaku tekutého zinku jsou těmito výztuhami převáděny na vertikální profily pláště pece, které jsou fixovány na spodní straně základovou plotnou a přídatnými tažnými tyčemi. Na horní straně jsou síly převáděny do integrovaného upínacího ocelového rámu. Tímto způsobem je ustavena kompaktně stojící zinkovací pec. Izolaci pece zajišťuje ohnivzdorná keramická vláknitá izolace (SiC). Kromě toho je na spodní části zinkovacího kotle osazen ochranný prstenec, který chrání kotel v oblasti tvrdého zinku proti možnému přehřátí. Na základové plotně pláště jsou osazeny tlaku odolávající vápenato-silikátové desky. Nerovnosti jsou pod pecí vyrovnávány pomocí flexibilních rohoží z keramických vláken (SiC). Odizolování a utěsnění od prostoru pece k horní straně je uskutečněno pomocí několika přes sebe přeložených vrstev, vytvořených z vlákněných izolačních desek, keramických rohoží a na straně kotle kolem dokola procházejícího plechového krytí. Na peci je umístěn pár výbušných klapků a průhledítek, které slouží ke kontrole vzhledu plamenů na hořácích. Na každé podélné stěně jsou umístěny dvě zevnitř izolované výpusti zinku. Každá výpusť je hlídána elektronickými hlásiči. Teplota prostředí se pohybuje v rozmezí od 30 °C do 35 °C s 40% vlhkostí.

Obr. č. 9: Konstrukce zinkovací pece [8]

1.4.1.1 Plynové hořáky pro ohřev lázně

Jednotlivé hořáky jsou vybaveny hořákovými tělesy, zapalovacími elektrodami, spínací jednotkou s ohnišťovými automaty a zapalovacími transformátory. Hlídní plamene je provedeno pomocí plamenových elektrod. Důležitou součástí jsou regulátory poměru plyn/vzduch. Pomocí těchto regulátorů je prováděno efektivní spalování v celém regulačním rozsahu, a tím i celková spotřeba plynu. K tomuto systému je přiřazen vzduchový ventilátor s filtrem pro hořáky a frekvenční regulace ventilátoru pro optimální regulaci hořáků. Pro zajištění technické bezpečnosti jsou v hlavní dráze vzduchu nainstalovány tři hlídače tlaku, zajišťující kontrolu spodní hodnoty během proplachování, horní hodnotu při startu a spodní během provozu hořáků. Na jedné čelní stěně zinkovací pece je umístěn výstup kouřového plynu. Tento výstup je z vnitřní strany izolován žáruvzdorným keramickým materiálem. Dále je v tomto výstupu instalována stavěcí klapka se servopohonem pro regulaci tlaku v prostoru pece. Spínání a regulace je umístěna v prostoru pro obsluhu. Tlačítka nouzového vypínání jsou umístěna na hlavní rozvaděčové skříni a na každé spínací skříni hořáků zinkovací pece.

Obr. č. 10: Zapalovací jednotka hořáku [8]

1.4.1.2 Zařízení pro měření teploty a regulaci tlaku

Měření teploty se uskutečňuje pomocí nepřímého měření na vnější straně zinkové vany tak, aby nedošlo k žádnému omezování zinkovacího procesu. Pro měření je použit pár duplexových termočlánků z materiálu NiCr-Ni. Výstupní snímané hodnoty jsou monitorovány řídicím systémem, který následně reguluje meze teplot zinkové lázně a zaznamenává teploty pomocí digitálního zobrazovače. Teplota je regulována pomocí přicházejícího signálu z termočlánku k regulátoru teploty. Výstupní signál regulátoru působí na frekvenční regulátor ventilátoru hořáku ve vzduchovém potrubí. Pomocí této regulace se plynule regulují otáčky ventilátoru, přívod vzduchu a tím jejich celkový výkon. Pro regulaci tlaku se nejprve změří tlak v prostoru pece pomocí obzvláště přesné měřicí kruhové váhy. Signál měření je poté přiveden k regulátoru, který dále ovládá servopohon stavěcí klapky v kanálu spalin. Jestliže je tlak v prostoru pece větší než nastavená požadovaná hodnota, stavěcí klapka se více otevře a naopak. Pomocí tohoto principu je znemožněno, aby bylo ze zinkovací pece odsáváno příliš mnoho kouřového plynu. Spínací a regulační zařízení je umístěno do samostatně stojící elektrické skříně v prachotěsném provedení IP-54. Okolní teplota je 35 °C s 50% vlhkostí vzduchu s mírným prašným prostředím.

Obr. č. 11: *Regulace plynu pro vytápění zinkovací pece [8]*



1.4.1.3 Elektromagnetické ventily pro plyny

Elektromagnetické ventily jsou použity v technologii v úsecích zinkovací pece pro přísun tlaku plynu pro plynové hořáky. Pro připojení mechanického vstupu a výstupu je použit $\frac{3}{4}$ " závit dle ČSN ISO 7-1. Mosazný ventil se skládá z magnetu a cívky ovládané přes reléový kontakt. Přivedením napájecího napětí na ovládací cívku relé dojde

k otevření mechanické membrány a tím průchodu plynu a naopak. Čas otevření a zavření je $< 1s$. Provozní teplota okolí se pohybuje okolo $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Obr. č. 12: *Elektromagnetické ventily pro plyny* [8]



1.4.1.4 Oběhová čerpadla

Tyto elektrické stroje jsou v technologii určeny pro dodávku a cirkulaci kapalin. Motor čerpadla je čtyřpólový synchronní motor s permanentním magnetem. Řízení zajišťuje vestavěná řídicí jednotka s dvěma přepínači. Přepínače slouží k nastavení příslušného provozu režimu čerpadla, tzn. výkonu motoru. Litinové tělo čerpadla obsahuje keramickou hřídel s axiálním uhlíkovým ložiskem z korozi-vzdorné oceli.

Obr. č. 13: *Oběhové čerpadlo* [8]



1.5 Zařízení pro rekuperaci tepla s otopným systémem

Zařízení pro rekuperaci tepla slouží k dalšímu využití získané tepelné energie, nacházející se ve spalinách zinkovací pece. Za tímto účelem jsou spaliny, vystupující ze zinkovací pece, vedeny přes výměník tepla, ve kterém jsou spaliny ochlazovány a současně je ohřívána topná voda. Teplota přívodní vody je regulována pomocí stavěcích mosazných klapek, kterými se spaliny vedou přímo do výměníku nebo do komína. Výměník tepla spaliny-voda s ohřevem cirkulující vody a s ochlazováním spalin ze zinkovací pece tvoří soustava hladkých trubek z kotlové oceli.

Tab. č. 2: Parametry výměňkového kotle [8]

Teplota spalin před VT	150 °C
Teplota spalin za VT	150 °C
Teplota vody před VT	80 °C
Teplota vody za VT	90 °C
Průtočný objem spalin	550 m _N ³ /h
Tepelný tok	90 kW

Topný kotel obsahuje ventilátor k vyrovnávání ztrát tlaku kouřového plynu, ke kterým dochází v tepelném výměníku. Těleso kotle je ze všech stran opatřeno 100 mm silnou izolací s vnějším opláštěním z ocelového plechu. Teplota kolem prostoru výměníku je 35 °C – 40 °C s lehkou prašností. Atmosférická vlhkost 50 %.

1.6 Exhaustor

Jedná se o kompletní odsávací poklop nad zinkovací pecí. Ocelová konstrukce je zhotovena z profilové oceli a přivařeného plechového opláštění ke konstrukci o síle plechu 1,5 mm. Na každé podélné straně jsou umístěna čtyři okna s bezpečnostními skly. Páry zinku vznikající při procesu jsou na čelní straně exhaustoru odsávány. Na exhaustor je napojeno potrubí, které je ve vertikálním směru vyhotoveno v podobě teleskopické roury z tepelně odolného materiálu. Protěžší kus je instalován pevně. V pozici zinkování zajede teleskopická roura do pevně namontovaného protikusku. Na tento protěžší kus je namontováno odsávací potrubí směrem k odlučovacím filtrům. Prostor je osvětlován pomocí halogenových svítidel a sledován kamerovým systémem. Teplota prostředí je okolo 450 °C s vysokou prašností a kouřovými dýmy.

2 Technologie žárového zinkování

V roce 1741 objevil metodu žárového zinkování francouzský chemik Paul Jacques Malouin, který popsal možnost ochrany oceli proti korozi. Po zavedení tavidla chloridu amonného Frankem Sorelem našla tato technologie široké využití. Na základě těchto poznatků byl uznán patent na tuto technologii. K patentu byl přidán dodatek, který poukazuje na galvanický článěk. Je-li poškozen povrch kovu, stává se katodou galvanického článku a zinek anodou. Aby se předešlo spekulacím, nazývá se proto zinkování kovu v roztaveném zinku žárové zinkování. Uvedená technologie příznivě působí na životní prostředí z hlediska hospodárné produkce a recyklace výstupů (exhalace, zinkový popel, tvrdý zinek, odpadní vody a teplo). Vzhledem k pozinkování ocelových materiálů má větší životnost a recyklovatelnost. [10]

Výhody technologie

- dlouhá životnost 25 až 40 let, vzhledem k atmosférickým a klimatickým podmínkám,
- pronikání zinku i do spodních vrstev ocelového materiálu,
- ekonomicky výhodnější oproti jiným dostupným ochranným systémům povrchů materiálu,
- šetrný systém vzhledem k životnímu prostředí,
- recyklovatelnost výstupních odpadních produktů (zinkový popel, tvrdý zinek) a pozinkovaných materiálů,
- bezúdržbový systém pozinkovaných kovů.

Nevýhody technologie

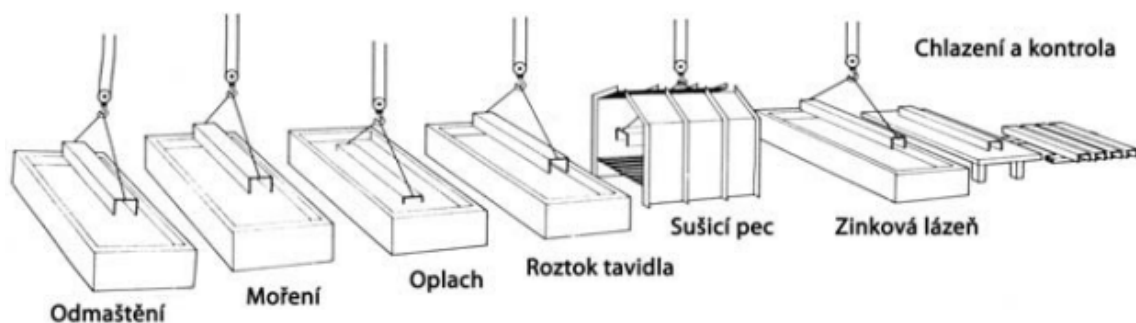
- nelze provádět na místě bez pevného zařízení,
- konstrukce a rozměry lázní jsou omezeny velikostí,
- deformace teplotou tenkých tvářených plechů za studena,
- vznik zinkové horečky při inhalaci svařovacích plynů.

Na povrchu materiálu se běžně vyskytují usazeniny a mastné nečistoty, které je nutné odstranit. Pro odstranění nečistot z povrchu materiálu je použito alkalických nebo kyselých prostředí. Vzhledem k ekologii je využíváno lázní s obsahem tenzidů a bakterií, které se šetrně postarají o likvidaci tuků a olejů. Pokud se jedná o povrchy

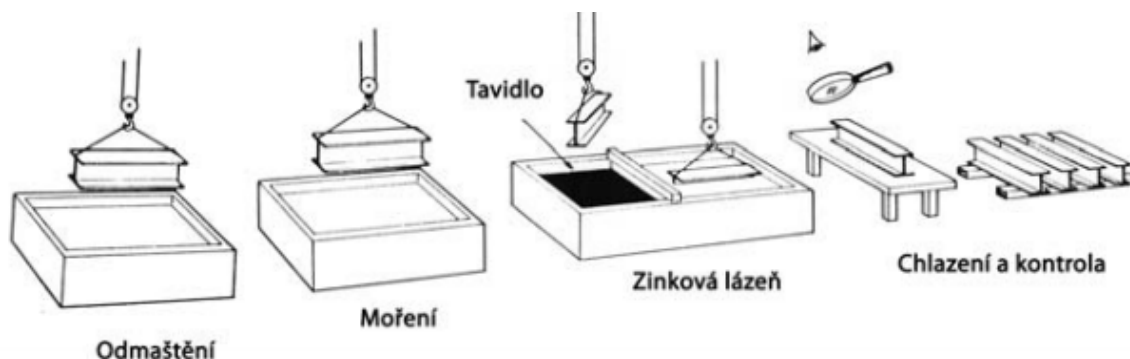
se struskami po svařování a barvami, je nutné povrch zbrusit či otryskat. Tyto povrchy není možné odmořit pomocí kyselin (HCl , H_2SO_4) nebo chloridu železnatého (FeCl_2). Samotný proces moření probíhá za pomoci kyselin při koncentraci HCl cca 10 % a H_2SO_4 cca 20 %. Pro zvýšenou celkovou účinnost je přidáván obsah železnatých solí. Před ponořením materiálu do roztavené lázně zinku je nejdříve nanášeno tavidlo, které zabraňuje tvorbě oxidů na povrchu oceli a roztaveného zinku. Po tomto procesu vzájemného působení obou kovů lze provést suché nebo mokré zinkování. [10]

Suché zinkování se provádí v lázni s odmašťovadlem, mořicí lázni, oplachovací lázni, lázni s tavidlem (chloridu zinečnatého a chloridu amonného), sušící peci, zinkové lázni, ochlazovacím prostorem a místě určeném pro kontrolu finálního výrobku. Pro regeneraci tavidla je udržen obsah železa cca 1g/l, při čemž dochází k minimální tvorbě tvrdnutí zinku v zinkové lázni. Ponořením materiálu do tavidla je prvním efektem zabránění oxidace na povrchu materiálu a druhým efektem udržení čistoty hladiny zinkové lázně. Před ponořením a vymořením ze zinkové lázně je stírán tvrdý popel ze spáleného tavidla a zinku. Po tomto cyklu je materiál ochlazován vnějším prostředím nebo vodou. Po následné kontrole dochází k samotné expedici.

Obr. č. 14: *Technologie suchého zinkování* [10]



Při procesu **mokrého zinkování** je hladina zinkové lázně dělena na dvě části pomocí přepážky. V jedné části je obsah tavidla (chloridu amonného) a po odmaštění a odmoření je materiál ponořen skrz vrstvu tavidla do zinkové lázně. Dále je materiál tažen zinkovou lázní, kde je čistá zinková hladina. Stejně jako u suchého zinkování je z povrchu stírán popel ze spáleného tavidla a zinku. Po vymoření se materiál ochladí okolní teplotou či vodou, pak postupuje ke kontrole a následnému exportu. Oba technologické procesy poskytují kvalitní ošetření materiálu z hlediska antikorozi ochrany. [10]

Obr. č. 15: *Technologie mokrého zinkování* [10]

2.1 Žárové zinkování ve společnosti MEA MEISINGER, s. r. o.

Firma MEA MEISINGER, s. r. o. využívá technologii suchého zinkování. Vstupní materiál je nejprve navěšen na traverzy s háky a veden pomocí jeřábových dopravníků po hale k začátku procesu úpravy povrchu materiálu. Materiál je přiveden do prvního cyklu odmašťování, kde dochází k odstranění nečistot na povrchu materiálu pomocí roztoku kyseliny chlorovodíkové. Dále je materiál veden do mořící lázně s nižší koncentrací kyseliny chlorovodíkové, neboli jedná se o tzv. proces moření. Vzniklá vzdušina je odsávána potrubím do filtrační jednotky, tzv. mokré pračky vzduchu. V tomto zařízení dochází k termické likvidaci škodlivin, neboli fyzikální absorpci. Vzniklá tekutina (roztok) se po tomto cyklu a při určité koncentraci nasycení obnovuje. Nedílnou součástí procesu je sušení, které probíhá ještě před zinkováním, tzn. při nanesení tavidel v lázni. Odsávání ze sušení je zavedeno zpět do pračky vzduchu. Vysušené díly putují do zinkové lázně se zabudovaným topným plynovým kotlem pro ohřev zinku. Ponořením do zinkové lázně o teplotě 450 °C dochází k prostupu (vtavení) vrstvy zinku do povrchu mořeného materiálu. Při tomto chemickém procesu dochází k uvolňování vzdušiny, která je potrubím odsávána pomocí radiálního ventilátoru s filtrem. Tento filtr zajistí, aby při této finální fázi nedošlo k uvolnění škodlivých částic do ovzduší. Kotel sloužící pro ohřev zinkové lázně je zároveň kotel rekuperační sloužící k ohřevu ostatních přípravných lázní.

2.1.1 Popis zinkové lázně

Teplota zinkové lázně je snímána termočlánky umístěnými na obou čelních stranách pláště zinkové lázně. Tyto snímače teploty jsou připojeny na výstup elektrického

regulátoru. Regulátor je nastaven na předepsanou teplotu zinku dle technologického postupu na 450 °C. Regulace spínání zapalování hořáku je nastavena na toleranci 2 °C, aby se předešlo neustálenému zapalování. To znamená, že při teplotě o 2 °C vyšší dochází k vypnutí plynových hořáků. V tomto případě je oblast regulace mezi 448 °C – 452 °C. Při sepnutí regulátoru sepne větrací ventilátor, který vyšle signál k měniči kmitočtu pro zapnutí cyklu. Ve vzduchovém potrubí je umístěn snímač tlaku, pomocí kterého je zajištěna kontrola funkce běhu ventilace. Jestliže je tlak vzduchu v hořácích v pořádku, zahájí se program předběžného výfuku zbytkového plynu. Za tímto účelem je větrací ventilátor v běhu na maximální výkon. Kontrola tlaku odvodu zbytkového plynu je hlídána tlakovým snímačem. V případě, že je vše v pořádku, sníží se výkon ventilátoru na minimum. Dále je snímána kontrola tlaku vzduchu potřebného na zapálení hořáků. Tato kontrola je provedena dalším snímačem tlaku ve vzduchovém potrubí. Hořáky jsou zapáleny pomocí automatických zapalovacích jednotek, které vyhodnocují bezchybnost procesu. Po tomto vyhodnocení dojde k otevření plynových ventilů a zapálení pomocí zapalovacích transformátorů. Jestliže nedojde na poprvé k zapálení, je zapnutí ještě 5krát opakováno. Nastane-li to, že nedojde ani po těchto opakování k zapálení, je hořák uveden do poruchy. Když jsou zapnuty všechny hořáky, nastane proces řízení. To znamená, že programový regulátor řídí pomocí analogového signálu závislého na skutečné teplotě a předepsané hodnotě přívod vzduchu pro hořáky. Vždy dle rozdílu mezi skutečnou a předepsanou hodnotou budou hořáky řízeny přívodem vzduchu. Tlak v prostoru pece je regulován prostřednictvím prstencového manometru. Tento manometr řídí klapku v kanálu kouřového plynu a řídí tak poměr tlaků v zinkovací lázni. Hlášení o připraveném provozu lázně je indikováno pomocí signalizace na ovládacím panelu s PLC řízením. Celé řízení technologie obsahuje řídicí systém s programem pro ovládání provozu zinkové lázně.

2.1.2 Konstrukční znaky a parametry technologie

Vnější struktura pece sestává z volně ustavené konstrukce z ocelových profilů, které slouží zvláště pro snímání sil, jež vznikají převážně od podpěr kotle. Tyto síly jsou přenášeny pomocí dvou stojek ze stěny kotle na konstrukci. Ve spodní části pece jsou síly dále přenášeny do desek dna z ocelového plechu. Na horní části pece je umístěn napínací rám z profilů U 300, který kompenzuje vznikající síly. V ocelovém plášti jsou zabudovány průzorné a explozivní klapky. Průzorná okénka slouží k optické kontrole

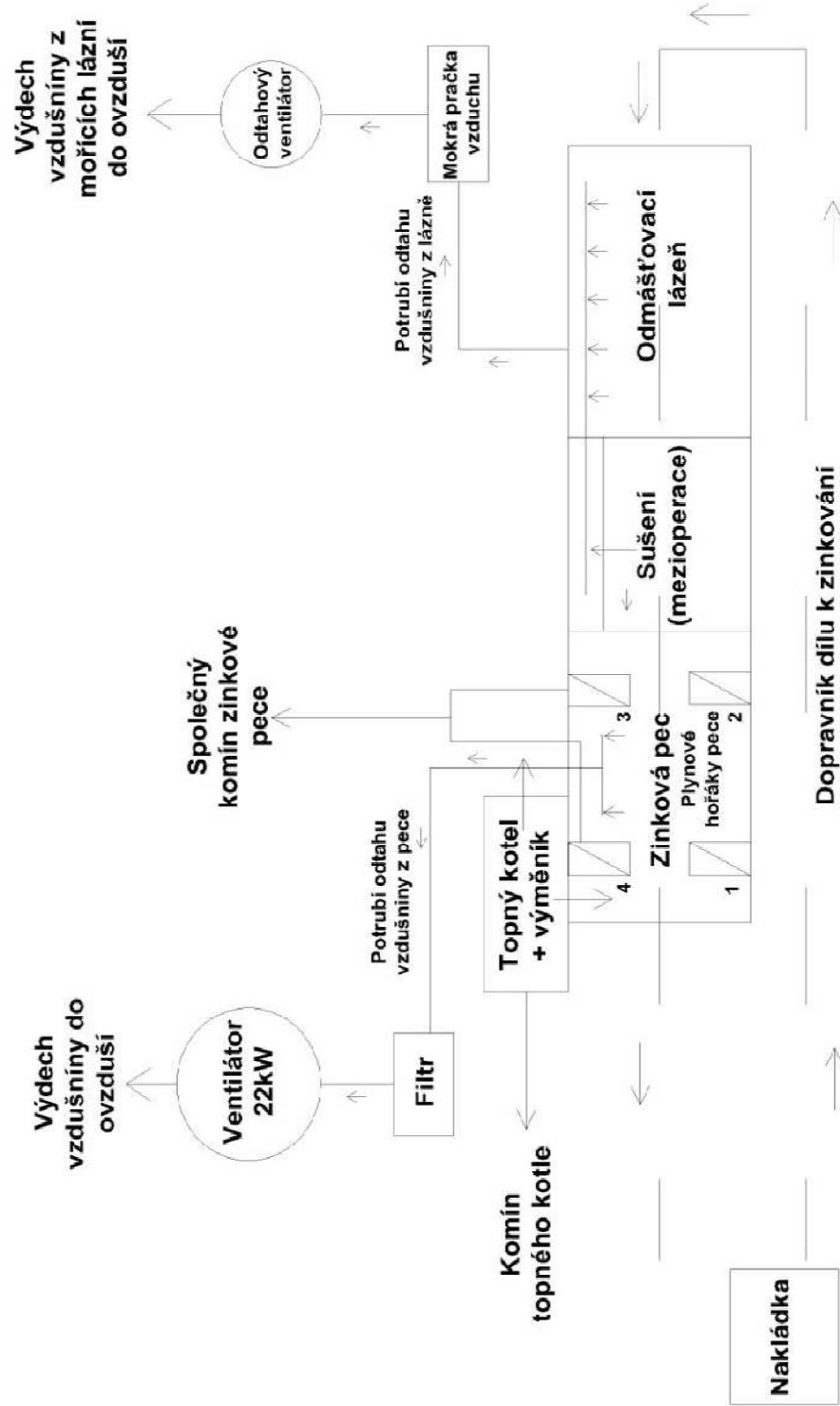
stavu hořáků v průběhu jejich provozu. Kromě toho jsou na čelní straně umístěny dva páry termočlánků pro snímání teploty. Zinková lázeň o rozměrech 4000 mm x 1 500 mm x 2 200 mm a tloušťce 50 mm má dno vyložené deskami z křemičitanu vápenatého. Tento materiál je z hlediska použití odolný vůči teplotám a tlaku. Postranní stěny jsou po obvodu obloženy žáruvzdornou vícevrstvou izolací o tloušťce 300 mm. Izolace a utěsnění provozu pece v oblasti horní strany je realizováno prostřednictvím několika nad sebou umístěných vrstev desek z izolačního vlákna, rohoží z keramického vlákna a plechového krytu. Jádru ohřevu pece je uskutečněno pomocí kotle vyhřívaného hořáky s plochým plamenem. Každý hořák je vybaven ohnivzdorným nástavcem, zapalovací a ionizační elektrodou pro kontrolování plamene. Výhřevnost hořáku je $10,3 \text{ kWh/m}_N^3$ při výkonu 115 kW. K regulačním a bezpečnostním trasám každého hořáku směrem do vzduchového prostoru patří vždy jedna tlumící armatura. Ze strany k prostoru s plynem je umístěn magnetický ventil, tlakový regulátor a ventil jemného nastavení. Všechny ovládací zařízení a regulace jsou zabudovány ve stojícím skříňovém rozvaděči s prachotěsným krytím IP-54.

2.1.3 Parametry technologie

Teplota zinkové lázně se pohybuje v rozmezí 450 °C až 460 °C. Jedná se tak o nízkoteplotní zinkování, kde zůstává rychlost reakce železo-zinek stálá. Struktura povrchu pozinkovaného materiálu je matná nebo se šedě světlým zabarvením [5]. **Doba ponoru materiálu** je stanovena většinou mezi 1 – 5 minutami. Pro některé špatně manipulovatelné konstrukce je doba prodloužena na 8 minut vzhledem k náročnosti ponoru z důvodu špatně zinkovatelných částí. **Chemické složení zinkové lázně** obsahuje zinek s obsahem čistoty zinku 99,995 %. Posledních 0,005 % zahrnuje železo. Ovlivnitelnost samotného procesu zinkování je možné za pomoci hliníku, niklu a dalších přísad. Je to především z důvodu potlačení silného vlivu Sandelinova² efektu, tedy získání lesklého povlaku, lepší tečení zinku a lepší odolnosti proti korozivnosti pozinkovaného materiálu. Příklad hliníku je přidávána ve velmi malém množství 0,01 % kvůli zvýšení lesku povrchu. [10]

² **Sandelinův efekt** – dochází k vysokému náběru zinkové vrstvy s malou přilnavostí (0,04 - 0,12% Si)

Obr. č. 16: Schéma technologie žárového zinkování [8]



3 Působení chemických látek na materiály a elektrická zařízení

Provozem technologie žárového zinkování dochází ke změnám prostředí vně a kolem technologie s dopadem na instalované zařízení. Hlavními faktory jsou zejména rozdíly teplot vzduchu a vlhkosti prostředí nesoucí nebezpečné látky. Teplota kolem technologie dosahuje 22 °C až 25 °C s 55% až 88% vlhkostí. Za těchto podmínek dochází na povrchu materiálu k rosení a usazování nečistot, které mají za následek korozi konstrukčních materiálů. V mořící části technologie je obsažena 88% vlhkost vzduchu s teplotou 25 °C. Zejména v těchto částech je vysoká degradace konstrukčních prvků, která má za následek krátkodobou životnost těchto materiálů. Vzduch je koncentrován řadou nebezpečných látek technologie kyselinou chlorovodíkovou, chloridem zinečnatým a fluorovodíkem. Tyto látky podporují degradaci všech použitých konstrukčních materiálů. Na základě těchto podmínek dochází ke změnám jejich funkčních vlastností a krácení jejich doby životnosti.

3.1 Zařízení vystavené vnějším vlivům technologie

Jednou z nejdůležitějších součástí elektrického systému tvoří rozvodné zařízení, které zajišťuje jistiění a rozvody vedení elektrické energie, v nichž jsou umístěny komponenty pro měření, ovládání řízení apod. Jeho hlavní nosnou částí je kovový rám z ocelového plechu o minimální tloušťce 1,5 mm. Boční stěny rozvaděče jsou oplechovány a svařeny. Přední část tvoří plechové dveře o stejné síle plechu se speciálním křížovým klíčem z důvodu bezpečnosti proti neoprávněnému vniknutí personálu. Spodní část rozvaděče je přizpůsobena k průniku vodičů pro připojení na přípojnicový systém, který napájí celé zařízení. Průniky jsou utěsněny prachotěsnou pryžovou izolací bránící vniknutí prachu a ostatním nebezpečným látkám technologie, které mají zejména velký vliv na jejich bezporuchovou funkci. Ať už při nesprávném zacházení nebo vlivem působení nebezpečných látek, může dojít k průniku nebezpečných vlivů a působení na jednotlivé části zařízení. Proniknou-li tyto nebezpečné vlivy do zařízení, dojde ke změnám mechanických a elektrických vlastností materiálů, a tím přestanou plnit svoji definovanou funkci. Tyto příznaky se jeví u použitých materiálů z počátku změnou povrchu. Dochází ke ztrátě mechanické pevnosti a elektrické vodivosti. V konečné fázi může dojít až k úplné destrukce materiálu.

Obr. č. 17: *Prašnost vlivem prostředí* [8]

3.2 Pevné připojení vodičů a jejich uložení

Vzhledem k nebezpečnosti provozu technologie žárového zinkování jsou instalovány pro řízení elektrických zařízení elektrické vodiče s PVC izolací. Pro přenosná a pohyblivá zařízení jsou použity vodiče s těžkým houževnatým polychloroprenovým pláštěm. Vodiče jsou více žilové s PE ochranným vodičem. Ochranný vodič PE je samostatně izolován, stejně jako ostatní vodiče umístěné ve společném plášti napájecího kabelu. Kvůli ochraně proti mechanickému poškození je elektrické kabelové vedení vedeno v krytých děrovaných kabelových ocelových žlabech. Kabelové žlaby jsou uchyceny pomocí nerezových kotev do betonové podlahy, stěny nebo stropu. V mořicích lázních, kde dochází k nahromadění nebezpečných látek, je ocelový kabelový žlab instalován se sklonem 0,5 %, pro případné odvedení kapalné látky do záchytné jímky. Kabely jsou uloženy přímo na dno žlabu. Vzhledem k místům, kde dochází k vysokým teplotám, je dno žlabu tepelně odizolováno tepelnou protipožární izolací. V nebezpečné výbušné části technologie je využíván tzv. trubkový systém, kde potrubní vedení vstupuje do nebezpečného prostoru, ze kterého zároveň poté i vystupuje. Díky trubkovému systému je předcházeno propojení nebezpečného a bezpečného prostoru. Kolem prostupů je utěšňovací mechanismus, který je nepropustný a odolný proti chemickým látkám vyskytujících se vně prostoru. Motory a pomocná zařízení jsou připojena pomocí pohyblivých přívodů tak, aby při přemístění nedošlo k porušení izolace kabelu. [8]

3.3 Chemické látky žárového zinkování

Kovové díly jsou postupně máčeny v systému chemických lázní. Chemické lázně obsahují:

- odmašťovadlo na bázi HCL s obsahem tenzidů a vícesytných alkoholů pro zbavení povrchu nečistot ropného původu. Teplota lázně je 60 °C – 70 °C,
- čistou vodu pro samotný oplach zbytků HCL s teplotou lázně 30 °C – 50 °C,
- mořidlo s maximálně 8% koncentrací HCL, které zbaví povrch oxidačních látek rzi a okují. Teplota lázně je 30 °C – 50 °C,
- čistou vodu pro samotný oplach zbytků HCL, která je zpět čištěna. Teplota lázně je 50 °C – 60 °C,
- aktivační tavidlo s obsahem roztoku chloridu zinečnatého, chloridu amonného a ostatní přísady nutné pro proces zinkování. Teplota lázně je 60 °C – 70 °C.

3.4 Chemické látky a jejich koncentrace v jednotlivých úsecích

Vzhledem k prostředí technologie a procesům, kde jsou používány chemické látky, je měřena jejich koncentrace jak v pevném tak i v plynném stavu. Jedná se zejména o plynné látky chlorovodíku, fluorovodíku a pevné látky kadmia, niklu a olova. V níže uvedených tabulkách (**Tab. č. 3 a 4**) jsou uvedeny koncentrace těchto látek.

Tab. č. 3: *Plynné chemické látky* [8]

Plynné látky				
Úsek	Název látky	Koncentrace [mg.m ⁻³]	Přípustný limit [mg.m ⁻³]	Kategorie prostředí
Přípravné lázně	chlorovodík	0,374	8,00	4
	fluorovodík	0,003	1,50	4
Doplňovací lázně	chlorovodík	3,800	8,00	4
	fluorovodík	0,038	1,50	4

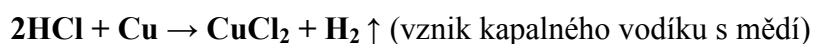
Tab. č. 4: Pevné chemické látky [8]

Pevné látky (částice)				
Úsek	Název látky	Koncentrace [mg.m ⁻³]	Přípustný limit [mg.m ⁻³]	Kategorie prostředí
Zinková lázeň	kadmium	0,00017	0,50	4
	nikl	0,0052	0,50	4
	olovo	0,0077	0,05	4
	zinek	1,02	2,00	4
Prašnost prostředí	prach	4,40	7,00	4

3.5 Agresivita chemických látek působících na použité materiály

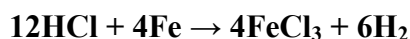
Agresivita chemických látek se hodnotí dle koncentrace čisté látky v prostředí. V technologii jsou používány nebezpečné látky působící na konstrukční a elektrické materiály. Jedná se zejména o směsi kyseliny chlorovodíkové. Při působení na železné kovy vzniká na povrchu materiálu oxid železitý. Vznikající teplota zrychluje proces prostupu oxidu železitého až do jádra materiálu, které je postupně zničeno. Reakcí kyseliny chlorovodíkové s měděnými vodiči dochází k rozpuštění kovu. Výsledkem reakce je vznik kyslíku, který se společně s vlhkým prostředím mění na kapalný vodík. Tato látka je velmi třeskavá a hrozí nebezpečí výbuchu. Další nebezpečnou látkou technologie je chlorid amonný, který je v 8% koncentraci žíravý a přispívá ke změnám křehnutí izolací vodičů a pomocného elektroinstalačního materiálu, např. rozvodnic, kabelových žlabů a pomocných osvětlovacích zařízení. Výsledkem je snížení funkčnosti zařízení a využití jejich hlavních vlastností. [8]

Vznik chemické reakce HCL s mědí



Při této reakci dochází k narušení a rozpouštění elektrických vodičů použitých v elektroinstalačních zařízeních. Výstupní nebezpečná třeskavá látka je **kapalný vodík**.

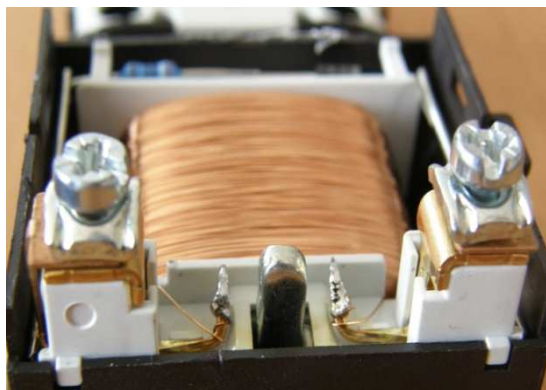
Vznik chemické reakce HCL s železem



V této chemické reakci dochází ke kontaktu kyseliny chlorovodíkové s železem. Výstupní efekt je oxidace kovu (oxid železitý) čili korozivní porušení povrchu s následnou degradací materiálu. Vlivem těchto chemických látek se projevuje vysoká koroze kovových materiálů. Častým projevem je silné poškození povrchových ochranných vrstev konstrukcí, vývodů a elektrických kontaktů doprovázené tvorbou oxidačních vrstev. V konečné fázi je následkem zvýšení odporu kontaktního styku všech kontaktních částí elektrického zařízení. Na základě těchto agresivních podmínek jsem provedl testy na elektrickém instalačním přístroji a ocelové páskovině. Nový elektrický přístroj a ocelovou páskovinu jsem současně vložil do agresivního prostředí mořících lázní na dobu 72 hodin.

Obr. č. 18: *Prostředí bez působení vlivů technologie na elektrický přístroj a ocelovou páskovinu [8]*

a) *elektrický přístroj*

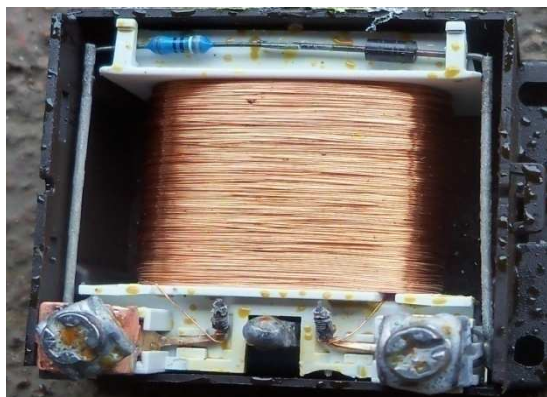


b) *ocelová páskovina*



Obr. č. 19: *Prostředí s působením vlivů technologie na elektrický přístroj a ocelovou páskovinu po 72 hodinách [8]*

a) *elektrický přístroj*



b) *ocelová páskovina*



Na **Obr. č. 18** je nový elektrický přístroj a ocelová páskovina. Tyto předměty byly vloženy do agresivního prostředí technologie s vysokou vlhkostí 68 % a teplotou 25 °C. Po 72 hodinách byly vyjmuty z prostředí technologie (**Obr. č. 19**) a porovnány s původním stavem. Došlo k viditelné změně obou předmětů. Na elektrickém přístroji je patrná oxidace kontaktních přípojných částí, na ocelové páskovině se projevilo narušení povrchu materiálu rovnoměrnou korozí (**Obr. č. 4**). V **přílohách č. 1** a **č. 2** je zobrazeno dlouhodobé působení agresivního prostředí technologie.

4 Působení vnějších vlivů technologie žárového zinkování

V **tabulce č. 5** jsou posouzeny vlivy provozování technologie a působení nejen na konstrukční materiály, elektroinstalaci, ale i na zdraví lidí a okolní prostředí. Uvedené vlivy jsou stanoveny pro jednotlivé části technologie včetně prostorů kolem ní. Vnitřní prostory nad mořící lázní jsou prostory nebezpečné v okolí do 5 metrů od technologie. Prostupy technologie jsou utěsněny před vnikajícími vlivy pryžovými lamelami z důvodu průjezdu jeřábových dopravníků. V těchto prostorech dochází zejména k mírné prašnosti od 35 mg/m^2 až do 350 mg/m^2 za den, občasnému působení korozivních látek, středním rázům a vibracím. Přístup do těchto prostor je povolen pouze osobám poučeným z hlediska nebezpečí. Při výpadku elektrického napětí je pomocí proškolené obsluhy zajištěno odvětrávání plynů, aby nedošlo k vysoké koncentraci a následnému výbuchu.

Vnitřní prostor pod zinkovou lázní je utěsněn pomocí vápencových izolací, které chrání vlastní zinkovací pec před vnějšími vlivy, jako jsou rázy, vibrace a lehká prašnost $10 \text{ mg/m}^2 - 35 \text{ mg/m}^2$ za den. V prostoru se nachází plynové vedení pro napájení plynových hořáků pro ohřev pece, které je hlídáno plynovými dvoustupňovými snímači s vyhodnocovací regulační jednotkou a výbušnými klapkami. Zinková lázeň je odizolována, vzhledem k jejímu tepelnému působení, chemickým látkám a zplodinám unikající ze zinkovací pece.

Elektrická rozvodna je umístěna u technologie, kde působí vnější vlivy, chemické látky a prašnost na elektrická zařízení. Prostupy elektroinstalace jsou utěsněny protipožární pěnou s odolností proti hoření a působení chemických látek. V prostorech mořících lázní je trvalý výskyt působení korozivních látek. Zde dochází k vysoké degradaci elektrických a konstrukčních materiálů. Vlivem působení těchto látek na kovy i nekovy je velmi zřetelná jejich konstrukční nestabilita a mechanická i elektrická pevnost. Vnitřní prostředí přípravných lázní je kontaminováno chemikáliemi s agresivním charakterem a zápachem škodící lidskému organismu. Do těchto míst je nutný přístup pouze v předepsaném chemickém obleku a s dýchací maskou. Níže uvedená tabulka (**Tab. č. 5**) obsahuje vlivy působení v jednotlivých úsecích.

Tab. č. 5: Vlivy technologie v částech provozu zařízení [8]

Žárová zinkovna - posouzení vlivů											
Části technologie	Přirazení vlivů										
	AB4	AE4	AE5	AF3	AF4	AG2	AH2	BA1	BA4	BC3	BE3N2
Vnitřní prostory nad mořicí lázní			x	x		x	x			x	
Vnitřní prostory pod zinkovou pecí		x				x	x			x	
Vnitřní prostory pod a kolem zinkové pece			x	x		x	x			x	
Vnitřní prostor zinkové pece			x			x	x				
Vnitřní prostor elektrické rozvodny		x				x	x			x	
Vnitřní prostor mořicí haly		x			x	x	x		x	x	
Venkovní krytý manipulační prostor	x	x						x		x	
Regulační stanice zemního plynu a odfuky	x	x							x	x	x
Pračka vzduchu a filtrace		x							x	x	x

- AB4** atmosférické podmínky prostředí technologie s teplotou v rozmezí od 5 °C do 40 °C
- AE4** výskyt lehké prašnosti 10 mg/m² – 35 mg/m² za den
- AE5** výskyt mírné prašnosti 35 mg/m² – 350 mg/m² za den
- AF3** výskyt občasné atmosférické koroze v prostředí
- AF4** trvalý výskyt atmosférické koroze v prostředí
- AG2** výskyt středních rázů technologie
- AH2** působení středních vibrací provozem technologie
- BA1** přístup osobám bez poučení
- BA4** přístup osobám s kvalifikací a proškolením
- BC3** velmi častý dotyk s potenciálem země
- BE3N2** prostředí s nebezpečím výbuchu

5 Technologie žárového zinkování působící na životní prostředí

Společnost MEA MEISINGER, s. r. o. provozuje technologii žárového zinkování od roku 1996. V této době patřila žárová zinkovna k nejmodernějším a největším v ČR. Firma vlastní certifikát řízení jakosti dle ČSN EN ISO 9001:2008 a certifikát zinkových povlaků nanášené žárově ponorem dle ČSN EN ISO 1461. Území, kde se firma nachází, patří do klimatické oblasti s dlouhým a suchým létem s mírně teplými přechodnými obdobími jara a podzimu. Průměrná roční teplota s mírnou zimou se pohybuje okolo 7,8 °C a průměrným ročním úhrnem srážek do 495 mm. Dotčené území průmyslové zóny Borská pole (západní okraj) vykazuje dle výsledků měření za roky 1996 – 2012 po celou dobu existence firmy MEA MEISINGER, s. r. o. trvalý pokles relevantních faktorů znečištění ovzduší. Monitoring vypouštění emisních zdrojů znečišťování probíhá dle platné legislativy v návaznosti na kategorizaci zdrojů znečišťování ovzduší (REZZO) Českou inspekci životního prostředí. Součástí monitoringu je produkce odpadů v návaznosti na jednotku produkce, včetně sledování trendů vývoje a přijímání preventivních opatření. Tyto činnosti se provádějí v souladu s úkoly platného plánu odpadového hospodářství. [8]

5.1 Hodnocení vlivů technologie na člověka a životní prostředí

Hodnocení vlivů technologie je ukotveno v zákoně č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí. Proces posouzení vlivu záměrů a koncepcí na životní prostředí je založeno na systematickém zkoumání a posuzování jejich působení s ohledem na životní prostředí. Jsou zkoumány zejména materiálové a energetické vstupy, včetně výstupních zdrojů znečišťující životní prostředí. Mezi hlavní zdroje, které značně přispívají ke znečištění ovzduší patří přípravné lázně, zinkovací proces a vytápění haly.

Vlivy na člověka jsou posuzovány s ohledem na pracovní prostředí. Podle úseku, kde bude předpokládána přítomnost personálu, je prováděno měření s ohledem na výskyt vnějších vlivů působení. Pracovní úseky jsou děleny dle faktorů pracovních podmínek, které jsou stanoveny společně s KHS. Zohledňují se zejména vlivy prachu, chemických škodlivin, hluku, vibrací, ionizující záření, zátěž chladem, zátěž teplem, fyzická zátěž, pracovní poloha, zraková zátěž, psychická zátěž a výsledná kategorie zařazení.

5.1.1 Účinky agresivních látek na lidský organismus

Při stanovení účinků technologie na personál se stanovuje tzv. PEL (Přípustný expoziční limit) nebo NPK (Nejvyšší přípustná hranice koncentrace). Tyto účinky lze stanovit dle vzorce:

$$\frac{k_1}{PEL_1} + \frac{k_2}{PEL_2} + \dots + \frac{k_n}{PEL} = \leq 1 \quad (1)$$

$$\frac{k_1}{NPK_1} + \frac{k_2}{NPK_2} + \dots + \frac{k_n}{NPK} = \leq 1 \quad (2)$$

k_1, k_2 až k_n – naměřené hodnoty koncentrace látek v prostředí

NPK, PEL – stanovené hodnoty jednotlivých chemických látek

Hodnoty koncentrace látek se sčítají a výsledná hodnota nesmí překročit 1. NPK se stanovuje v mořících lázních, kde se vyskytuje prostředí s kyselinou chlorovodíkovou. V ostatních částech technologie nelze přesně určit účinek jednotlivých látek, proto žádná ze složek nesmí překročit NPK ani PEL. V níže uvedené tabulce (**Tab. č. 6**) jsou uvedeny látky technologie s hodnotami koncentrací. [7]

Tab. č. 6: Přípustná koncentrace agresivních látek v technologii [7]

Chemická látka	PEL	NPK	Poznámky
Chlorovodík	8,00	15,00	I
Kadmium	0,05	0,10	D
Nikl	0,50	1,00	S
Olovo	0,05	0,20	P*
Zinek	2,00	15,00	I

I látka dráždí sliznici (oči, dýchací cesty, pokožku)

D pronikání látky do pokožky

S látka má senzibilizační účinek

P* pro hodnocení expozice je rozhodující výsledek obsahu přítomnosti látky v krvi (obsah olova)

Kontakt živého organismu s chemickou látkou se nazývá expozice. To znamená, že dochází k průniku chemické látky do vnitřních částí organismu, což představuje zdravotní riziko. Vzhledem k technologii dochází k průniku látky nosem, ústy, kůží nebo může dojít k průniku při poranění. Pokud k expozici nedojde, nemůže látka svůj toxický účinek uplatnit. Mimo uvedené koncentrace chemických látek lze klasifikovat toxicitu látky pomocí tzv. hodnoty LD_{50} . Hodnota LD_{50} vyjadřuje toxicitu, tzv. střední smrtelné dávky. Viz **Tab. č. 7**.

Tab. č. 7: Toxicita látek podle hodnoty LD_{50} [7]

Chemická látka	LD_{50}
Supertoxická	5 mg/kg a méně
Extrémně toxická	5 - 50 mg/kg
Vysoce toxická	50 - 500 mg/kg
Středně toxická	0,5 - 5 g/kg
Málo toxická	5 - 15 g/kg
Netoxická	15 g/kg a více

5.1.2 Zinek

Zinek má pro lidský organismus ve stopovém množství podstatný pozitivní význam, ve větším množství se však vyznačuje také svojí potenciální toxicitou. Tento prvek obsahuje přibližně 300 enzymů, např. alkalické fosfáty, alkoholdehydrogenáty, laktátdehydrogenáty, DNA a RNA – polymeráty apod. Jako hlavní prvek technologie žárového zinkování je nebezpečný z hlediska koncentrace v okolí technologie zejména u zinkové lázně. Limit koncentrace poléťavého zinku v prostředí je stanoven do maximálních hodnot $15 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$. Velikost zrna poléťavého zinku je v rozmezí $0,05 \text{ }\mu\text{m}$ - $0,5 \text{ }\mu\text{m}$. Akutní inhalace vznikne při překročení koncentrace nad výše uvedenou povolenou mez. To má za následek vznik horečky z kovů. Nejedná se o chronické onemocnění, ale může vzniknout tzv. akutní epidóza. K typickým příznakům patří zejména slabost, bolesti hlavy, porucha dýchání či nevolnost se zvracením. Koncentrace látky v organismu se zjišťuje pomocí odběrů krve. Při dlouhodobém nadměrném příjmu zinku, dochází k porušení funkce slinivky břišní, anémii, osteoporóze, poruše růstu a neplodnosti.

5.1.3 Kyselina chlorovodíková

Kyselina chlorovodíková je chemická látka využívaná v technologii pro odmoření povrchu materiálu. Je používána v 8% koncentraci při teplotě v rozmezí 30 °C – 50 °C. Je to zapáchající žíravá látka s toxickým charakterem a vysokým nebezpečím pro personál a své okolí vzhledem k působení s jinými látkami. Narušuje povrch kovů a při oxidaci s kovem vzniká kapalný vodík. Při inhalaci dochází k pálení až poleptání dýchacího ústrojí a při kontaktu s kůží k poleptání.

5.1.4 Chlorid zinečnatý

Chlorid zinečnatý je chemická látka vyskytující se v mořících lázních technologie pro moření surového materiálu. Ve vysoké koncentraci působí škodlivě na zdraví člověka a jeho okolí. Nadlimitní stav může působit toxicky na zdraví člověka. Působením látky na člověka vznikají v organismu vředy na sliznici a záněty kůže. Některé záněty jsou běžnou alergickou reakcí na alergeny a některé jen pouhé vyrážky bez trvalých následků poškození kůže.

5.1.5 Kadmium, nikl a olovo

Zinková roztavená lázeň o teplotě 450 °C je tvořena 2% legující příměsí zejména kadmia, niklu, a olova. Sledování koncentrace těchto látek je velmi důležité z hlediska jejich toxicity. Kadmium má zásadní vliv na zdraví člověka. Chová se jako kumulativní jed, což má za následek rakovinové bujení. Usazuje se v játrech, kde je nadále kumulováno. Chemický prvek nikl je ve vysoké koncentraci vysoce toxický a dochází ke vzniku nádorového onemocnění. V nižších koncentracích dochází pouze ke vzniku alergických vyrážek. Olovo je velmi těžký toxický kov. Při vysokých dávkách dochází ke kumulaci v organismu stejně jako u kadmia, pouze se ukládá v kostech a ledvinách. Způsobuje poruchy krvetvorby, nervového systému a zažívání. Olovo rozkládá červené krvinky. Uvedené látky (kadmium, nikl, olovo) jsou produkovány v minimálním množství koncentrace dýmů technologie viz **Tab. č. 6**. Uvedené látky jsou pravidelně monitorovány KHS. [8]

5.2 Nebezpečí při práci s chemickými látkami

Chemickými látkami se rozumějí chemické prvky a jejich sloučeniny. Chemické přípravky jsou směsi chemických látek jak přírodní tak umělé, včetně rozpouštědel a přísad sloužících k uchování jejich stability. Chemické látky a přípravky používané v technologii jsou výbušné, oxidující, hořlavé, toxické, žíravé, dráždivé, karcinogenní a mutagenní. Při práci je nejzávažnější cestou průniku do organismu dýchacím ústrojím. Jejich koncentrace a účinek závisí na vdechovaném vzduchu, délce doby vdechování a množství vzduchu procházejícího plicemi. Všechny tyto látky jsou nebezpečné vůči svému okolí, a proto je nutné se při jejich použití chránit, aby bylo zamezeno jejich nebezpečí vůči zdraví a životnímu prostředí.

Tab. č. 8: *Nebezpečné vlastnosti odpadů a jejich označení [8]*

Ozn.	Vlastnosti	Ozn.	Vlastnosti
H1	Výbušnost	H8	Žíravost
H2	Oxidační schopnost	H9	Infekčnost
H3	Vysoká hořlavost (A)	H10	Teratogenita
H3	Hořlavost (B)	H11	Mutagenita
H4	Dráždivost	H12	Toxické látky a plyny (schopnost uvolnění)
H5	Škodlivost zdraví	H13	Senzibilita
H6	Toxicita	H14	Ekotoxicita
H7	Karcinogenita	H15	Uvolnění nebezpečných látek do ovzduší při odstranění

5.3 Bezpečnost práce a manipulace s chemickými látkami

Každý zaměstnanec je nejprve seznámen s bezpečnostními listy používaných nebezpečných látek. Při manipulaci s chemickými látkami musí obslužný personál používat osobní ochranné pomůcky dle ČSN EN 13034. Jsou používány kyselinovzdorné obleky proti nahodilému potřísnění chemikáliemi, ochranné gumové holinky, gumové rukavice a ochranné štíty. Vzhledem ke koncentraci kyselin v mořících lázních je používán ochranný respirátor proti poleptání sliznice při vdechnutí látky. Po použití jsou ochranné pomůcky omyty v 5% roztoku sody. Jsou udržovány v použitelném stavu a pravidelně kontrolovány. Při jakémkoli mechanickém poškození jsou okamžitě vyřazeny.

5.4 Bezpečnostní pokyny s chemickými látkami

Do kontaktu s chemickými látkami smí přijít pouze osoba starší 18 let, tělesně a duševně způsobilá, která je předem poučená o správném postupu se zacházením s chemickými látkami. Chemické látky musí být označeny a skladovány v umělohmotných a dobře těsnících nádobách. Nádoba s nebezpečnou látkou nesmí být naplněna až po okraj a na obalech musí být přesně čitelně vyznačen obsah látky s bezpečnostním označením. Je zakázáno používat PET lahvi a náhradních nádob od poživatin. Pracoviště, kde se nachází nebezpečné látky, musí být udržováno v čistotě s dobrým odvětráváním. Při ředění se nesmí nikdy nalévat do kyseliny voda, protože hrozí exploze. Pracoviště musí být opatřeno dostatkem čisté vody, v případě kdyby došlo k popálení nebo potřísnění chemikáliemi. Pracoviště musí být označeno pokyny pro poskytnutí první pomoci. [8]

5.5 Preventivní opatření

K základním a účinným opatřením patří především školení a praktický výcvik příslušného personálu autorizovanou osobou. Všichni pracovníci, kteří pracují s chemickými látkami, musí být prokazatelně seznámeni s vlastnostmi těchto látek, správnými technologickými postupy při jejich používání, metodami a prostředky pro řešení havarijních stavů. Pracovníci musí být rovněž seznámeni s plánem opatření pro řešení případných úniků nebezpečných látek do pracovního a životního prostředí.

5.6 Okamžitá opatření při havárii

Okamžitá opatření při havárii je prováděno bezprostředně po vzniku havarijního stavu. Je nutné zamezit šíření látek a přípravků do okolního prostředí a tím zamezit rozsahu jeho znečištění. Podle místa a druhu uniklé látky je nezbytné ihned po zajištění havárie provést další opatření:

- k ochraně zdraví a životů osob, které jsou v případě nebo mohou být únikem látky zasaženy a ohroženy, včetně evakuace mimo zamořený prostor a poskytnutí první předlékařské pomoci postiženým,
- dle rozsahu úniku a druhu látky vyžádat pomoc hasičské a lékařské služby, specializovaných zaměstnanců apod.,

- zamezit dalšímu šíření unikající látky do okolí, např. ohrazení zeminou, pilinami, deskami apod.,
- zamezit úniku látky do dešťových a kanalizačních vpustí pomocí plechu či překrytí fólií,
- zabránit vniknutí látky do vodního toku nebo na hladině vytvořit nornou stěnu a tím zamezit dalšímu šíření,
- odčerpát nebo jiným způsobem odebírat uniklou látku do náhradních nádob, kanystrů, sudů a barelů,
- zamezit vsáknutí látky pomocí absorpční látky (Sorbent, Vapex, Netex),
- zneutralizovat kyselinu pomocí vápna a sody,
- alkalické látky zředit na neškodnou koncentraci nebo neutralizací kyselinou,
- při úniku hořlavých látek, pokud nehrozí rozšíření požáru, je možné se souhlasem HZS zneškodnit uniklou látku přímo v terénu a to v případě, kdy jsou ohroženy významné hospodářské zájmy,
- prázdné obaly a kontaminovaný asanační materiál použitý při havárii musí být uložen ve zvlášť k tomu určených nádobách s příslušným označení,
- únik většího koncentrovaného množství do kanalizace je nutné ihned ohlásit vodohospodářské správě a okresní hygienické stanici,
- při krádeži nebezpečných látek je nutné nahlásit PČR,
- v případě požáru se zaměstnanci řídí „Požární poplachovou směrnicí“,
- každý požár ohlásit HZS. [8]

5.7 Zátěže životního prostředí a nakládání s odpady technologie

Monitoring vypouštění emisních zdrojů znečišťování probíhá dle platné legislativy v návaznosti na kategorizaci zdrojů znečišťování ovzduší Českou inspekcí životního prostředí. Součástí monitoringu je produkce odpadů s měsíčním vyhodnocováním množství a druhů odpadu v závislosti na jednotku produkce, včetně sledování trendů vývoje a přijímání preventivních opatření. Tyto činnosti se provádějí v souladu s úkoly schváleného plánu odpadového hospodářství, který vychází z krajského a celorepublikového POH. Hlavním účelem POH je stanovit výhled pro systém odpadového hospodářství firmy MEA MEISINGER, s. r. o. na období 5-ti let.

Výhled stanovuje cíle a opatření pro předcházení vzniku odpadů, omezování jejich množství, nebezpečných vlastností a optimalizaci s nakládáním se vznikajícími odpady. [8]

5.7.1 Emisní odpadní zdroje

Technologie žárového zinkování je umístěna v hale A. Prostředí kolem technologie je vytápěno pomocí 9 kůsu plynových trubkových infrazářičů s nuceným odtahem spalin spalující zemní plyn. Měření emisí probíhá na výduchu příslušného infrazářiče. Celkový výkon tepelných zdrojů činí 266,6 kW/rok s účinností 86 % a výhřevností 2670 GJ/rok.

Tab. č. 9: Závazné emisní limity pro spalovací zdroje vytápění haly A [8]

Emisní zdroj [t/rok]	Látka nebo ukazatel	Jednotka / vztažné podmínky	Závazný emisní limit	Změřené emisní hodnoty
Plynový infrazářič	CO	mg/m ³ / A	100	0,011
	NO ₂	mg/m ³ / A	200	0,184
	SO ₂	mg/m ³ / A	35	-
	TOC	mg/m ³ / A	10	0,006

Další úsek pro sledování emisí je mořirna. Pro záchyt emisí slouží vodní pračka s plnicími tělisky. Teplo pro operaci sušení v provozu mořirny je dodáváno z výměníku vzduch – vzduch. Prostor sušení povrchu výrobků s nanesenými tavidly je uzavřený a znečištěná vzdušina odchází rovněž do uvedené vodní pračky. Pro tuto část jsou stanoveny emisní limity viz **Tab. č. 10**.

Tab. č. 10: Závazné emisní limity pro úsek mořirny [8]

Emisní zdroj [t/rok]	Látka nebo ukazatel	Jednotka / vztažné podmínky	Závazný emisní limit	Změřené emisní hodnoty
Komín mořirny I	TZL	mg/m ³ / B	50	1,32
	Cl	mg/m ³ / B, > 500 g/h*	50	1,182
	H+	mg/m ³ / B, > 100 g/h**	10	0,033
	HCL	mg/m ³ / B	10	1,215

* hmotnostní tok emisí chlóru a jeho anorganických sloučenin vyjádřených jako Cl

** hmotnostní tok emisí silných anorganických kyselin vyjádřených jako H kromě HCL

Stávající pec žárového zinkování sestává ze dvou zdrojů znečišťování ovzduší. V první řadě to jsou emisní zdroje z tavicího prostoru (tavení zinku) a ze spalovacího procesu otopu pece. Emise obou zdrojů jsou odváděny samostatně. Zplodiny jsou zachytávány pomocí tříkomorového hadicového filtru. Závazné emisní limity jsou uvedeny v **Tab. č. 11**.

Tab. č. 11: Závazné emisní limity pro zinkovací lázeň a otopný systém [8]

Emisní zdroj [t/rok]	Látka nebo ukazatel	Jednotka	Závazný emisní limit	Změřené emisní hodnoty
Zinková lázeň	Zn	mg/m ³ /C	10	0,021
Hořáky pro vytápění pece	CO	mg/m ³ /A	50	8,30
	NO ₂	mg/m ³ /A	50	37,36
	SO ₂	mg/m ³ /A	10	0,23
Výduch z mořírny za mokrým odlučovačem	TZL	mg/m ³	50	1,32
	Cl	mg/m ³	50	1,182
	H+	mg/m ³	10	0,033
	NH ₃	mg/m ³	50	1,853

5.7.2 Odpady a spotřeba technologie

Dalšími vedlejšími produkty zatěžující životní prostředí, jsou pomocné látky nutné pro technologii výroby. Při použití těchto pomocných látek dochází k jejich znehodnocení a v konečné fázi vystupují jako odpad (viz **Tab. č. 12**). Jejich způsob likvidace dle POH zabezpečuje, že tyto látky nemohou výrazně ovlivňovat kvalitu životního prostředí.

Tab. č. 12: Odpady z technologie za období 2008 – 2012 [8]

	2008	2009	2010	2011	2012
Zinkový popel [t]	235	165	188	166	236
Tvrký zinek [t]	225	168	233	204	229
Kyselé mořící roztoky [t]	900	980	924	1 003	1 043

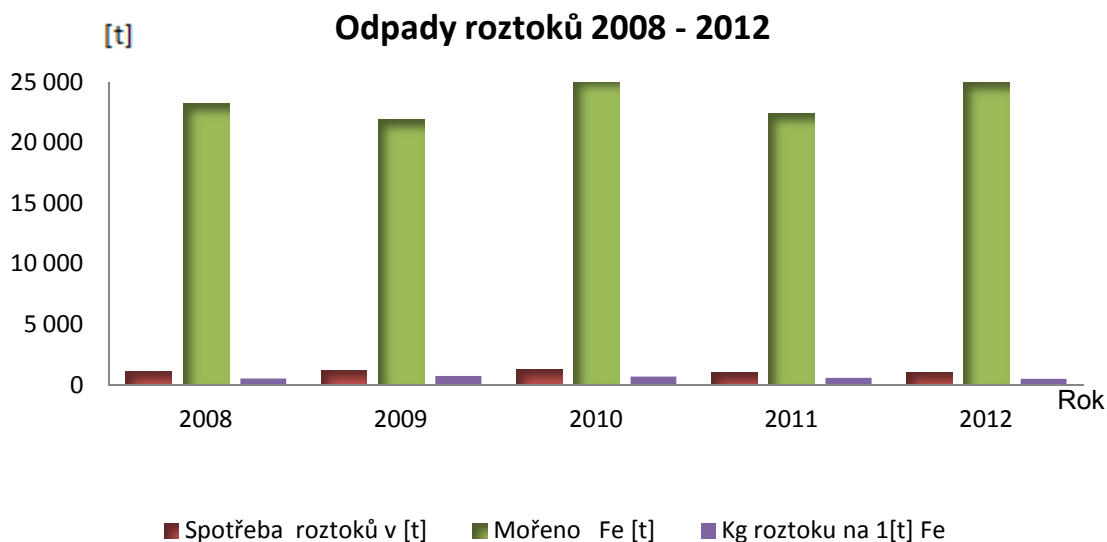
Přehled druhů a kategorie produkovaných odpadů jsou zpracovány dle plánu odpadového hospodářství. Pro jeho zpracování jsou využita data z evidence odpadů stanovené v zákoně o odpadech a vyhlášce MŽP č. 383/2001 Sb., o podrobnostech s nakládání s odpady. Produkce odpadu za období 2008 – 2012 znázorňuje **Obr. č. 20**.

Obr. č. 20: Grafické znázornění odpadů v [t] za období 2008 – 2012 [8]

V **tabulce č. 13** jsou uvedeny spotřebované roztoky v [t/rok] za období 2008 – 2012 a na **obrázku č. 21** je graficky znázorněna spotřeba odpadů roztoků technologie žárového zinkování.

Tab. č. 13: Spotřeba roztoků technologie žárového zinkování za období 2008 – 2012 [8]

	2008	2009	2010	2011	2012
Spotřeba roztoků [t]	1 096	1 203	1 236	1 003	1 043
Mořeno železo [t]	21 210	21 891	23 263	23 413	24 992
Kyselý roztoky kg / t železa	541	756	682	583	517

Obr. č. 21: Spotřeba odpadů roztoků technologie žárového zinkování za období 2008 – 2012 [8]

5.8 Kontrola koncentrace nebezpečných plynů pomocí signalizace

Při provozu technologie vznikají dvě nebezpečné látky metan a vodík. Metan vzniká v plynové části kotelny, zejména u výdechů pro ohřev zinkovací pece a kapalný vodík při reakci HCL s kovem v mořících lázních. Oba uvedené plyny jsou vysoce nebezpečné z hlediska výbuchu. Pro jejich monitoring je instalováno signalizační zařízení, určené k zajištění hlášení výskytu koncentrace plynu. Protože je plyn lehčí než vzduch, jsou snímače instalovány co nejbližší ke stropu. Zařízení je propojeno s ústřednou detektorem plynu z důvodu dvojího zabezpečení.

Kontrola detektorů na přítomnost metanu je prováděna v pravidelných měsíčních intervalech proškolenými zaměstnanci společnosti MEA MEISINGER, s. r. o. Zkoušena je činnost plynové ústředny a signalizačního detektoru plynu dle technického popisu a návodu. Kontrola plynem se z technologických důvodů neprovádí. Před vstupem do plynové kotelny zinkovny je provedena kontrola signalizační LED diodou na ústředně, zda svítí zeleně. Při vstupu do vnitřního prostoru provede pověřená osoba kontrolu přítomnosti metanu pomocí přenosného přístroje na detekci metanu. Výsledek kontroly je zaznamenán do provozního deníku.

5.9 Návrh pro zlepšení působení vlivů technologie

Na základě stanovených podmínek s ohledem na životní prostředí je nutné, aby byl proveden co nejúčinnější způsob zamezení šíření nebezpečných látek do volného prostředí. Stávající stav technologie není nouzově zajištěn proti úniku nebezpečných plyných látek z mořících lázní. Při výpadku elektrické energie nebo poruše může dojít z mořících lázní k nekontrolovanému uniku nebezpečných látek do prostředí při nedovření vratových dveří lázně. Tomuto riziku může být zabráněno použitím dvou párů vzduchově ovládaných pístů. Ze zásobníku stlačeného vzduchu umístěného na hale bude přiveden přívod tlaku vzduchu pro havarijní zavírací písty. Na hlavním přívodu bude za pomoci stálého napětí aktivován elektricky ovládaný ventil pro zavření přívodu, tzn. že písty budou deaktivovány. Pokud dojde k výpadku či poruše a bude přerušeno napájení, dojde k otevření ventilu a průchodu tlaku pro písty zavření. Pro správnou funkci systému je nutné provádět pravidelné kontroly zásoby a tlaku vzduchu ve vzdušníku.

Dále je z grafického znázornění patrné (viz **Obr. č. 20**), že v posledních dvou letech dochází ke zvýšení produkce odpadu, neboť dochází ke zvýšení produkce. To má za následek zanášení vzduchových filtrů pevnými částicemi kouřových dýmů vznikajících při ponoru materiálu do zinkové lázně. Tím dochází k výraznému zhoršení podmínek pracovního prostředí pro obslužný personál, neboť se snižuje účinnost odsávání nebezpečných látek. Proto je nutné zvýšit intenzitu provádění pravidelných kontrol a výměn filtrů v pračkách vzduchu. Toto opatření je nutné přidat do plánu preventivní údržby technologie.

Dále je nutné provést bezpečnostní opatření proti vzniku výbušné atmosféry vzhledem k elektroinstalaci. Technologie produkuje velmi nebezpečné výbušné látky v podobě hořlavých prachů, plynů chemických látek a spalin. Tyto látky mohou být zažehnuty jiskřením kontaktů elektrických zařízení při oxidačních procesech v závislosti na působení chemických látek technologie (viz **Obr. č. 19**). Proto je nutné navýšit stávající krytí IP všech instalovaných zařízení o dva řády z IP54 na IP68. Tím bude zabráněno možnému vzniku výbušné atmosféry. Na základě tohoto opatření je nutné provést výměny krytů elektroinstalačního zařízení v nebezpečných částech technologie.

6 Závěr

Společnost MEA MEISINGER, s. r. o. se řadí mezi střední zdroje znečišťující ovzduší a životní prostředí z hlediska technologie, kterou provozuje. Při provozu jsou používány nebezpečné látky v podobě kapalin a pevných látek. Tyto látky svými účinky nepříznivě působí na elektrická zařízení, zdraví člověka a životní prostředí. Na začátku použití v technologii jsou využívány především jejich chemické vlastnosti a po využití jsou vyprodukovány v podobě nebezpečného odpadu. Vyprodukovaný chemický odpad je likvidován dle Plánu odpadového hospodářství, stanoveného vyhláškou Ministerstva životního prostředí č. 383/2001 Sb.

Cílem firmy je bezpečnost provozu a zdraví lidí. Probíhají pravidelná školení pracovníků a zdravotní prohlídky s ohledem na přítomnost chemických látek. Krajská hygienická stanice stanovuje intervaly pro měření koncentrace nebezpečných látek v prostředí a částí technologie, kde se pohybuje obslužný personál. Je kladen velký důraz na používání ochranných pracovních pomůcek z hlediska rizika zasažení chemickými látkami.

Pro zlepšení stávajícího stavu působení technologie na okolní prostředí jsem v závěru diplomové práce navrhl vhodná opatření pro zabránění úniku nebezpečných látek pomocí automatického uzavření vrat mořírny, zvýšení četnosti čištění odlučovacích filtrů vzhledem k nárůstu výroby a navýšení krytí elektrického zařízení s ohledem na nebezpečnost výskytu výbušných látek v prostředí. Těmito opatřeními dojde ke snížení pravděpodobnosti havárie s únikem nebezpečných látek do volného prostředí a dále ke zlepšení prostředí pro personál obsluhující technologii a jejich bezpečnost.

7 Seznam použité literatury

- [1] KUČEROVÁ, E.: *Elektrotechnické materiály*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2002. 179 s., ISBN 80-7366-052-0
- [2] KRAUS, V.: *Povrchy a jejich úpravy*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2000. 218 s., ISBN 80-7082-668-1
- [3] PTÁČEK, L. a kol.: *Nauka o materiálu II*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2002. 396 s., ISBN: 80-7204-248-3
- [4] BARTÁKOVÁ, B., VAŘÁK, J.: *Elektrická zařízení v chemických a jiných agresivních prostředích*. Praha: SNTL, 1975.
- [5] VRÁNA, V.: *Rozvody elektrické energie v prostorách s nebezpečím výbuchu*. Praha, 2009. SNTL
- [6] KULICH, M.: *Problematika nebezpečí výbuchu v návaznosti na požadavky a výběr elektroinstalace a ochranných systémů*. Brno: VUT, 2011. SNTL
- [7] PROKEŠ, J. a kolektiv: *Základy toxikologie – Obecná toxikologie a ekotoxikologie*. Praha: Galén, 2005. 356 s., ISBN 80-246-1085-X
- [8] Interní materiály firmy MEA MEISINGER, s. r. o.

Další použité zdroje

- [9] ÚMVI. [online] Dostupné na WWW: <<http://ime.fme.vutbr.cz>>
- [10] AČSZ. [online] Dostupné na WWW: <www.acsz.cz>
- [11] AACPragocel. [online] Dostupné na WWW: <www.aacpragocel.cz>
- [12] ROVS. [online] Dostupné na WWW: <http://www.rovs.cz/download/nv361_2007/361_2007_priloha_2.pdf>
- [13] SZU. [online] Dostupné na WWW: <<http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi>>
- [14] Arnika. [online] Dostupné na WWW: <<http://arnika.org/fluoridy>>
- [15] UNMZ. [online] Dostupné na WWW: <<http://csnonline.unmz.cz>>
- [16] Allkabel. [online] Dostupné na WWW: <<http://www.allkabel.cz>>

8 Seznam tabulek

Tab. č. 1: <i>Vodiče používané v technologii žárového zinkování</i>	13
Tab. č. 2: <i>Parametry výměňkového kotle</i>	22
Tab. č. 3: <i>Plynné chemické látky</i>	31
Tab. č. 4: <i>Pevné chemické látky</i>	32
Tab. č. 5: <i>Vlivy technologie v částech provozu zařízení</i>	36
Tab. č. 6: <i>Přípustná koncentrace agresivních látek v technologii</i>	38
Tab. č. 7: <i>Toxicita látek podle hodnoty LD₅₀</i>	39
Tab. č. 8: <i>Nebezpečné vlastnosti odpadů a jejich označení</i>	41
Tab. č. 9: <i>Závazné emisní limity pro spalovací zdroje vytápění haly A</i>	44
Tab. č. 10: <i>Závazné emisní limity pro úsek mořírny</i>	44
Tab. č. 11: <i>Závazné emisní limity pro zinkovací lázeň a otopný systém</i>	45
Tab. č. 12: <i>Odpady z technologie za období 2008 - 2012</i>	45
Tab. č. 13: <i>Spotřeba roztoků technologie žárového zinkování za období 2008 - 2012</i>	46

9 Seznam obrázků

Obr. č. 1: <i>Vodič CYKY pro pevné připojení</i>	12
Obr. č. 2: <i>Vodič 2YSLCYK pro připojení motorů</i>	12
Obr. č. 3: <i>Kabelové žlaby</i>	13
Obr. č. 4: <i>Rovnoměrná koroze</i>	16
Obr. č. 5: <i>Bodová koroze</i>	16
Obr. č. 6: <i>Důlková koroze</i>	17
Obr. č. 7: <i>Selektivní koroze</i>	17
Obr. č. 8: <i>Mezikrystalová koroze</i>	17
Obr. č. 9: <i>Konstrukce zinkovací pece</i>	19
Obr. č. 10: <i>Zapalovací jednotka hořáku</i>	19
Obr. č. 11: <i>Regulace plynu pro vytápění zinkovací pece</i>	20
Obr. č. 12: <i>Elektromagnetické ventily pro plyny</i>	21
Obr. č. 13: <i>Oběhové čerpadlo</i>	21
Obr. č. 14: <i>Technologie suchého zinkování</i>	24
Obr. č. 15: <i>Technologie mokrého zinkování</i>	25
Obr. č. 16: <i>Schéma technologie žárového zinkování</i>	28
Obr. č. 17: <i>Prašnost vlivem prostředí</i>	30
Obr. č. 18: <i>Prostředí bez působení vlivů technologie na elektrický přístroj a ocelovou páskovinu</i>	33
Obr. č. 19: <i>Prostředí s působením vlivů technologie na elektrický přístroj a ocelovou páskovinu po 72 hodinách</i>	34
Obr. č. 20: <i>Grafické znázornění odpadů v [t] za období 2008 - 2012</i>	46
Obr. č. 21: <i>Spotřeba odpadů roztoků technologie žárového zinkování za období 2008- 2012</i>	46

10 Seznam příloh

Příloha č. 1: *Halogenové svítidlo 150W*

Příloha č. 2: *Kabelový žlab pro uložení kabelů*

Příloha č. 3: *Příruba čerpadla*

Příloha č. 4: *Zářivka 1 x 48W*

Příloha č.1: *Halogenové svítidlo 150W*



Příloha č. 2: *Kabelový žlab pro uložení kabelů*



Příloha č. 3: Příruba čerpadla



Příloha č. 4: Zářivka 1 x 48W

