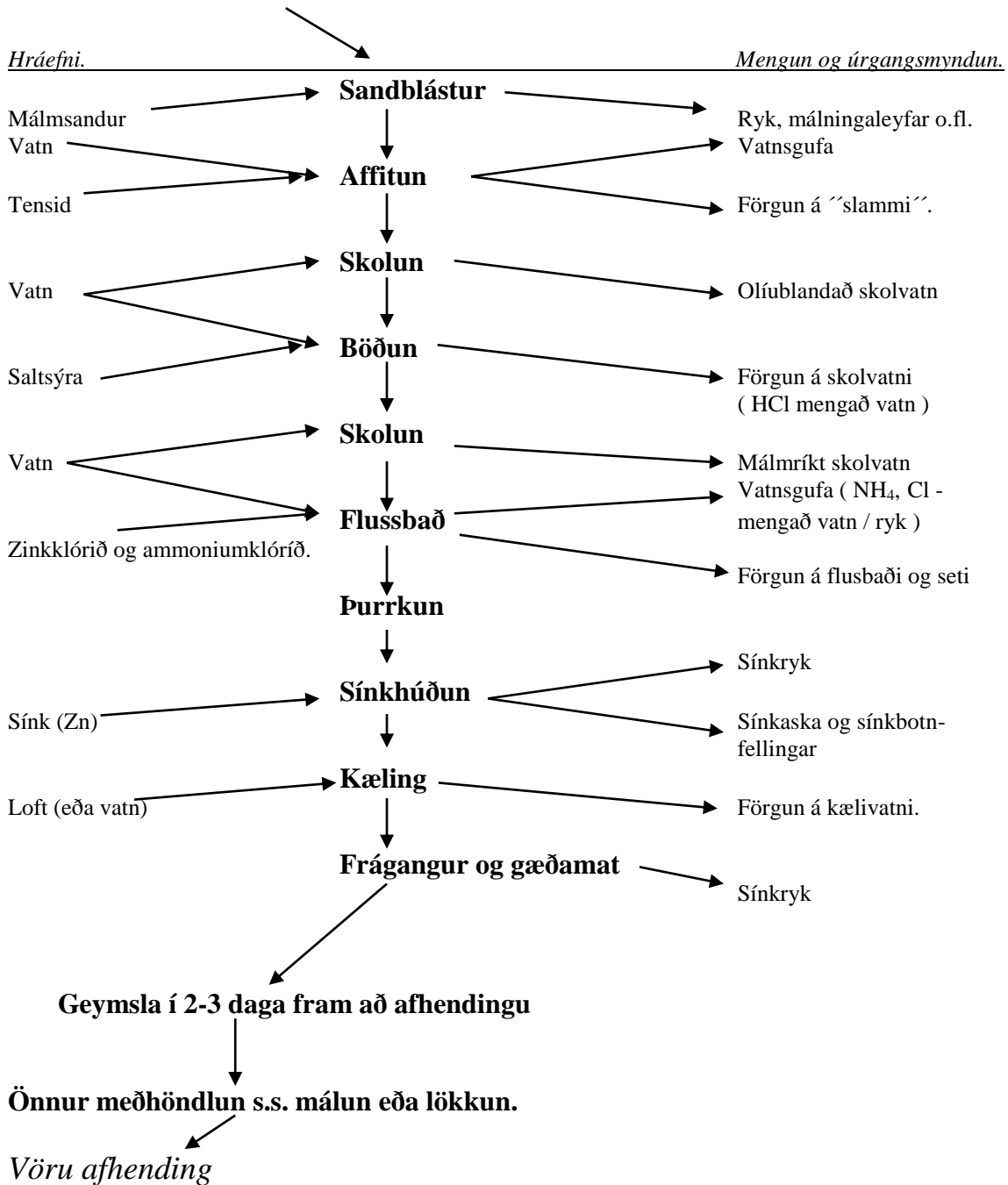


**Heitgalvanisering á járni,  
sínkhúðun á járni með niðurdýfingu í bráðið sínk.**

2001  
Páll Stefánsson.

## Flæðirit er sýnir vinnsluferli við heitgalvaniseringu.

### Málmhlutir til sínkhúðunar.



Heimild: Orientering fra Miljöstyrelsen *Brancheorientering for varmförzinknings industrien*, Miljöministeriet Miljöstyrelsen nr.3 1993.

Skýrslan var unnin í tengslum við námskeið í umhverfisefnafræði í Háskóla Íslands 2001.

## **Heitgalvanisering á jární, sínkhúðun á jární með niðurdýfingu í bráðið sínk.**

### ***Heitgalvanisering.***

Það eru til ýmsar leiðir til að verja járn fyrir tæringu og ryðmyndun. Algeng leið er að húða járníð með sínkmálmí og þá sérstaklega járnhluti sem er ætlað að vera í röku og jafnvel saltríku umhverfi. Sínkhúð verndar járníð en komi skellur eða rispur á húðunina eiga tæringaröflin greiða leið að því. Þær aðferðir sem notaðar eru við sínkhuðun á jární eru mis slitþolnar og endingagóðar. Með sínkmenjun þ.e. með því að mála hlutina og einnig með því að sprauta bráðnu sínki á járníð (kaldgalvanisering) er treyst á viðloðun sínks við járn. Mun árangursríkara og endingarbetra, en um leið flóknara og kostnaðarsamara, er að beita svonefndri heitgalvaniseringu en þar er sínk látið hvarfast við yfirborð járnins. Aðferðin var upphaflega þróuð á 19. öld og hefur í grundvallaratriðum lítið breyst síðan. Í stuttu máli er aðferðin fólgin í því að yfirborð járnins er opnað og „gert virkt“ í sýrulausn, síðan er járnhluturinn fluttur í annað kar þar sem hann er húðaður með lausn er kemur í veg fyrir oxun yfirborðsins og loks er honum difið í bráðið sínk í skamma stund. Þegar gripurinn hefur verið kældur eftir böðunina er hann þakinn nokkurra tuga míkrómetra þykku sínklagi (allt að 200 míkrómetra en það er m.a. háð hitastigi og tíma), þar fyrir innan kemur annað nokkurra míkrómetra þykkt lag af blöndu sínks- og járnatóma (<15míkrómetrar) og innst er sjálft járníð. Þar sem sínk er frekar mjúkur málmur er mælt með því í leiðbeiningum Norrænna umhverfisyfirvalda að lakkað sé yfir sínkhuðina til að tryggja lengri líftíma. Vinnsluferlinu ásamt mögulegum mengunarvörnum verður lýst nánar í ritgerðinni<sup>1</sup>.

Á Íslandi eru nokkur fyrirtæki sem heitgalvanisera járn þar af þrjú eða fjögur sem telja verður miðlungsstór á íslenskan mælikvarða og einhver sem eru mjög lítil og

---

<sup>1</sup> Í þeim heimildum sem stuðst var við er lýst tveimur tæknilega ólíkum aðferðum við að flytja hluti úr oxunarhemjandi lausninni yfir í sínkhuðunina og einnig að hægt er að notast við ólíkar sýrutegundir og styrkleika til að hreinsa járníð. Í ritgerðinni er einkanlega lýst aðferðum sem hér eru viðhafðar og aðferðum sem vænlegar eru til bóta í umhverfismálum.

sérhæfð. Fyrirtæki nota áþekkar aðferðir en búnaður getur verið misjafn og undirbúningur hluta undir sínkhúðun er breytilegur. Tekið skal fram að þó höfundur sé kunnugt um að mengunarvörnum og meðhöndlun úrgangsefna sé víða áfátt í þessari atvinnugrein, miðað við það sem Norræn umhverfisyfirvöld mæla fyrir um eða líta á sem besta fáanlega tækni í greininni, þá byggir ritgerðin ekki á neinni heildarúttekt á íslenskum fyrirtækjum.

Eins og vikið verður að síðar er hægt að fara mismunandi leiðir í efnanotkun og mengunarvörnum. Ef litlar eða engar mengunarvarnir eru viðhafðar er töluverð mengun frá heitgalvaniseringu. Hún getur verið jafnt loftmengun, jarð- og grunnvatnsmengun og mengun í fráveitu. Einnig verður að líta til þess að efnaúrgangur sem fellur til þarf sérstaka meðhöndlun og er úrgangur því mengandi þáttur í þessari starfsemi. Erlendar rannsóknir hafa sýnt fram á að með hreinni framleiðslutækni og bættum mengunarvörnum er hægt að draga verulega úr umhverfisáhrifum frá heitgalvaniseringu.

### ***Val á verkefni.***

Heilbrigðiseftirlit í landinu hefur eftirlit með heitgalvaniseringu<sup>2</sup>. Sennilega standa íslensk fyrirtæki í þessari grein verulega að baki hliðstæðum fyrirtækjum á Norðurlöndum þegar kemur að tæknikunnáttu og mengunarvörnum. Á Norðurlöndum hafa öflugar rannsóknir verið stundaðar á þessu sviði á rannsóknarstofnunum og hjá fyrirtækjum sem mörg eru mun stærri en héraðs. Þar hafa yfirvöld líka gert skýrar kröfur til slíkra fyrirtækja sem hafa án efa einnig stuðlað að því að ný tækni hefur verið tekin upp sem hefur dregið úr mengunarálagi og bætt vinnumhverfi og gæði afurða<sup>3</sup>. Val verkefnis miðast við að niðurstöður þess geti nýst til að styrkja fræðilegan grunn fyrir eftirliti með slíkri starfsemi og ráðgjöf varðandi hana.

### ***Vinnsluferli:***

Meðfylgjandi flæðiriti er ætlað að einfalda lýsingu á vinnsluferlinu „*Flæðirit er sýnir vinnsluferli við heitgalvaniseringu*“ (bls. 10). Þar er ferlið sjálft sýnt í miðdálki en til vinstri er

---

<sup>2</sup> Höfundur starfar sem heilbrigðisfulltrúi.

<sup>3</sup> Nýverið urðu eigendaskipti í einu af stærstu fyrirtækjunum héraðs og ráðgerir nýr eigandi að flytja starfsemina inn í iðnaðarhverfi en núverandi staðsetning er ekki lengur í samræmi við skipulag. Í tengslum við eigendaskipti, væntanlegan flutning starfseminnar og framtíðaráform fyrirtækisins þurfa forsvarsmenn fyrirtækisins að huga að hugmyndafræði hreinnar framleiðslutækni við vinnuskipulag og tækjakaup í nýju húsnæði.

efnanotkun og til hægri hugsanlegir mengunarþættir og úrgangsmýndun. Vinnsluferlið verður rakið í texta hér að neðan í sömu röð og í flæðiritinu. Ítarlegast er fjallað um þau þrep þar sem hægt væri að draga úr mengunarálagi frá því sem nú þekktist, með hreinni framleiðslutækni og bættum mengunarvörnum. Það getur verið breytilegt milli fyrirtækja og verkefna hvort öll vinnslustigin séu í vinnsluferlinu (sjá einnig meðfylgjandi töflur um hráefnanotkun og úrgangsmýndun). Hefðbundið vinnsluferli er eftirfarandi:

Sandblástur og háþrýstipvottur:

Járn sem á að sínka þarf að vera hreint þegar það fer í vinnsluferlið. Hvorki olía, óhreinindi, gömul sínhúðun eða málning má vera á hlutunum. Ef slíkt er til staðar ættu hlutir eftir atvikum að fara í veikan sýrupvott, affitun, sandblástur eða háþrýstipvott. Mengunarvörnum við sandblástur hefur almennt verið verulega áfátt hérlendis en hafa þó farið batnandi. Hægt er að koma við ásættanlegum mengunarvörnum og förgunarleiðir fyrir úrgang eru þekktar. Mengunarvörnum við háþrýstipvott fyrir sínhúðun hefur einnig verið áfátt en mengunarvarnir eru þekktar. Ef mikil sínhúð er fyrir á járninu er algengt að það sé hreinsað í daufri saltsýru sem er orðin of dauf til ryðhreinsunar (sjá síðar).

Affitun og skolun:

Mælt er með því að hlutir fari í þvottakar í upphafi vinnslu. Í þvottakari væru vatnsleysanleg affitunarefni. Það tryggði fullkomna hreinsun á járninu sem bætti virknina í sýrukerinu, yki gæði afurðanna og minni úrgangur myndaðist í sýrukerinu. Hér verður ekki gerð grein fyrir hreinsun á baðvatni fyrir förgun en ýmsar aðferðir eru þekktar. Affitun í kerjum er lítt þekkt hérlendis en gripið er til háþrýstipvotts þegar þurfa þykir sem þó er mun lakari kostur.

Böðun:

Hlutirnir eru baðaðir í saltsýru (HCl). Það er þekkt erlendis að baða úr brennisteinssýru (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) en hana þarf að hita í 60-80°C í stað herbergishita fyrir saltsýru. Höfundur er ekki kunnugt um að brennisteinssýra sé notuð hérlendis. Tvær leiðir eru þekktar við notkun á saltsýru. Sú fyrri (i) með sterkri sýru virðist vera almennt viðhöfð hérlendis en sú síðari (ii) með daufri sýru er aðferð sem verður stöðugt algengari erlendis ef marka má heimildir. Ekki verður fullyrt að seinni

aðferðin geti alltaf komið í stað þeirrar hefðbundnu en áðurnefndar heimildir geta engra fyrirvara þar um.

- i. Styrkur HCl er hafður allt að 16%<sup>4</sup>. Ef hluturinn er mikið „mengaður“ er lausnin höfð sterk en veikari þegar málmurinn er hreinn eða er að koma úr sandblæstri. Þessir styrkur nægir til að hreinsa ryð og málmgjall af járninu. Til að vinna gegn því að sýrustigið falli um of er lausnin styrkt með hreinni saltsýru. Þegar lausnin er orðin veik og styrkur járnsmikill er hún notuð í forbað til afsínkunar og til þrifa á sínguðum verkfærum, s.b. kaflann um sandblástur og háþrýstipvott. Þar sem saltsýran er verulega ætandi þá þarf ef vel á að vera að hafa ákveðna „inhibitor“ í lausninni til að verja málminn<sup>5</sup>. Það virðist ekki vera gert hérlendis.
- ii. Sú aðferð að hafa frekar „daufa“ saltsýrulausn (2-6%) við ákveðinn styrk járnklóríðs (FeCl<sub>3</sub>, 180g Fe/l). Aðferðin er sögð virka vel á ryð og suðuklepra (glöðskal), notkun inhibitora er óþörf og um leið dregur úr loftmengun. Full ástæða er til þess að íslensk fyrirtæki kanni hvort þess leið hentaði ekki betur en notkun á sterkari sýru.

Vandamál við saltsýrböðun er að það þarf alltaf að lokum að farga daufri og málmríkri saltsýrunni ásamt botnfellingum sem myndast í ríkum mæli. Á Norðurlöndum er hvoru tveggja skilað til sérstakra efnamóttaka til förgunar eða að fyrirtækin reka sjálf hreinsunarstöð samhliða rekstrinum. Hér á landi hefur förgun þessa efnaúrgangs verið með ófullnægjandi hætti. Skil á úrgangi frá galvaniseringarfyrirtækjum til Efnamóttökunnar eru óþekkt. Ljóst er að ef breytingar eiga að verða á því þarf heilbrigðiseftirlitið að taka málið upp á landsvísu í samvinnu við Hollustuvernd ríkisins og Spilliefnanefnd.

Sums staðar er sú aðferð notuð að lausnin er hlutleyst með NaOH lausn (vítissóða) en við það botnfellur mikið úr henni og þá væntanlega málmar eins og járn og sínk o.fl. Hlutleystri lausninni er síðan veitt í fráveitukerfið. Botnfallinu hefur þá verið fargað á annan hátt. Með þessari aðferð er verið að fella út málma sem málmhydroxið (M-OH). Af gögnum í fórum heilbrigðiseftirlits má ætla að

---

<sup>4</sup> Hrein saltsýra er þynnt til helminga. Slík laus getur dugað í marga mánuði en er styrkt þegar sýnt þykir að hún sé farin að dofna. Styrkta lausnin dugar líka í nokkra mánuði svo segja má að ekki þurfi að farga baðlausninni nema u.þ.b. einu sinni á ári. Sjá töflu aftast er sýnir styrk saltsýru í %, mólstyrk og pH-gildi.

<sup>5</sup> Heimildir sem sótt var í gera enga grein fyrir hvaða tíma hver verkþáttur tekur enda væntanlega breytilegt. Reynslan sýnir að sýruböðin geta tekið margar klukkustundir og er vanalegt að járníð sé látið liggja í baði yfir nótt. Flussbað tekur fáeinir mínútur, sínkbaðið að hámarki 3 mínútur en skolon og þurrktími milli framleiðslu þrepa er breytilegur. Rafsuður eru sérlega viðkvæmar fyrir sýru og því er mælt með íblöndun „inhibitor“ til að tryggja gæðin.

Iðntæknistofnun mæli frekar með notkun á  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  lausn (Sóða) þar sem útfellingar verði meiri og þar með verði minni mengun í fráveitu. Ekki er ljóst afhverju sérfræðingur Iðntæknistofnunar (sjá fylgiskjal) mælir með sóða en tvær skýringar eru hugsanlegar. Önnur er sú að í „karbónatlausn“ falli torleystari málmambönd út og þá sem málmkarbónöt ( $\text{M-CO}_3$ ). Við fljótaathugun á leysniföstum virðist sú niðurstaða ekki sjálfgefin. Hin skýringin er að við notkun á sóða myndast mikið af  $\text{CO}_2$  (koltvísýringi) og við það kraumi verulega í kerinu og mikil blöndun eigi sér stað sem tryggi betur botnfellingu. Sennilega er samt alls staðar notast við  $\text{NaOH}$  þar sem  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  krefst mjög góðrar loftræstingar vegna  $\text{CO}_2$  myndunar.

Töluverð loftmengun er frá saltsýrukerjum, ætandi saltsýra sem getur valdið skaða í umhverfi. Mengunin stafar bæði frá opnum kerjum utan vinnslutíma og enn frekar verður hún til við böðunina, þó til bóta sé ef hlutir eru hreinir. Mælt er með að ker séu byrgð utan vinnslu, að öflugt loftsgog sé yfir kerjum með dropaskilju og einfaldri vothreinsun þar sem vatn er leitt síðan í kalkþró.

#### Skolun:

Eftir sýrumeðhöndlunina eru hlutir drenaðir og fara síðan í vatnsskolun. Mælt er með að hafa tvö til þrjú ker þar sem hlutirnir fara fyrst í ker sem lengst hefur verið notað til skolunar og svo áfram. Tilgangurinn er að skola burt sem mest af járnjónum. Mengaðasta vatnið er síðan nýtt við gerð nýs sýrubaðs o.s.frv. Svo virðist sem hér sé látið nægja að skola í einu ker.

#### Flussbað og þurrkun:

Úr síðasta vatnsbaðinu fara hutirnir í 40-70 °C heitt „flussbað“ sem er vatnslausn með ammóníakklóríði ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) (þ.e. salmaníak) og sínkkloríði ( $\text{ZnCl}$ ) í hlutföllunum 40 / 60. Saltsýran hefur það hlutverk að æta upp yfirborð málmisins svo að það taki betur sínkuninni. Við skolunina og við flutning milli kerja oxast ysta yfirborð járnsins en ef hlutirnir færu beint í sínkbaðið myndi oxað yfirborðið „halda sínkinu frá“ og rýra gæði galvaniseringarinnar. Þess vegna kemur þetta svokallaða flussbað inn í ferilinn. Þar er súrefnið losað frá málminum. Þegar hlutirnir eru síðan teknir upp úr heitu flussbaðinu eru þeir látnir þorna vel áður en þeir fara lengra. Eftir verður þunn varnarhimna af ammóníakskloríði og zinkklóríði sem hindrar oxun. Hún verndar líka hlutina þegar þeim er dyfið í sínkbráðina en í yfirborði sínkkersins á mikil oxun sér stað og er nauðsynlegt að koma járnhlutunum í gegnum það lag áður en sínkið fer

að bindast málmyfirborðinu. Eitthvað mun vera um það að fyrirtæki hafi ekki flussbað á undan sínxhúðuninni en gæði sínxhúðunar hljóta þá að verða miklu minni.

Fram kemur í heimildum mínum að erlendis er járníð sett í hitaofn (<120°C) eftir flussbaðið. Ekki kemur fram hvort það sé gert til að tryggja gæði varnarhimnunnar eða til að stytta þurrktímann en hérlendis virðist það ekki vera gert. Kosturinn við slíka ofnhitun er að þá er auðveldara að fanga mengað loftið og leiða í gegnum hreinsibúnað.

Aðferðin sem hér er lýst að framan er svökölluð þurr aðferð. Er hún sennilega notuð allsstaðar hérlendis. Hún er talin vandaminni og minna mengandi en önnur aðferð svo kölluð votaðferð, sem verður ekki lýst hér. Það er ekki mikil gasmyndun við flussbaðið hins vegar myndast þar skaðleg gös og því er rétt að hafa loftsgöng yfir kerjum og leiða loftið í hreinsun. Sennilega er betra að leiða það í þurrrhreinsibúnað fyrir sínxhúðunina en í vothreinsunarþúnaðinn við sýrukarið. Ef vandað er til skolonar á járnhlutum endist flusslausin lengi og nægir að styrkja hana. Ef skolonin er léleg berast járnjónir áfram og þaðan yfir í sínkkerið og veldur þar miklum útfellingum.

#### Sínxhúðun, kæling, frágangur og gæðamat:

Sínkið er haft um 480-560 °C heitt og málmhlutirnir eru hafðir þar í ca. 3 mínútur. Við efri hitamörkin fæst þéttari og betri áferð sem þýðir að hægt er að komast af með minna sínk en betri gæði. Stálker, sem eru algengust, þola ekki svo mikinn hita en það gera hins vegar keramikker.

Eftir böðun eru hlutirnir teknir upp látnir kólna, misfellur lagfærðar og gæðin skoðuð. Yfirleitt er loftkæling látin duga nema við gerð smárra og dýrra hluta í stórframleiðslu. Í slíkum tilvikum mun víða vera notast við vatnskælingu. Samkvæmt heimildum munu galvaniseruð rör yfirleitt háþrýstiblásin og er það einnig töluverð mengunarupprettu.

Töluverð mengun getur stafað frá þessum þætti í framleiðslunni. Helstu atriði eru, ásamt leiðum til úrbóta;

- i. *Bly og kadmíum í hráefninu.* Sínk er flutt inn í klumpum eða svo kölluðum börrum og er það brætt og sett út í kerin eftir sem gengur á bráðina. Tvær leiðir eru til að framleiða sínk. Annars vegar rafgreining (Elektrolytzink) og hins vegar málmbraeðsla (Smeltmetalurgisk framleiðsla). Við rafgreiningu er hreinleiki sínkensins > 99,9% og styrkur Pb 0,03% (max) og Cd 0,02% (max) en við braeðslu er hreinleikinn um 98% og styrkur blýs (Pb) 1,4% og Cd 0,2% (sjá töflu í viðauka). Blý og kadmíum dreifast bæði með annarri loftmengun og með



- afurðunum. Ekki er vitað hvers konar sínk er flutt til landsins en blýmengun getur verið mjög hættuleg og þá ekki síst í vinnuumhverfi. Fyrirtækin og/eða yfirvöld þyrftu að setja skýrar reglur um hámarks innhald á býi og kadmíum í hráefninu.
- ii. *Lofmengun.* Rykmengun frá sínkbaðinu er hættulegasta lofmenngunin og þá sérstaklega sínkklóríð ( $ZnCl_2$ ) en einnig ammoníumklóríð ( $NH_4Cl$ ), sínkoxíð ( $ZnO$ ) og hreint loftborið sínk ( $Zn$ ). Það eru til ýmsar aðferðir til að fanga gösin og rykefnin sem koma nánast eingöngu á meðan á niðurdýfingu stendur. Best þykir að hafa hjúp yfir kerjum til að takmarka dreifingu efnanna. Einnig eru til ýmsar hreinsunaraðferðir til að ná efnunum úr útblæstri frá þessari starfsemi. Má þar nefna cyklon, „rafsíun“, vothreinsun og þurrsíun eða pokasíum (sjá töflu í viðauka) en helst er mælt með því að þurrsía loftið. Kostnaður er nokkur en rykhreinsun er mjög góð til að ná verstu menguninni en hins vegar ræður hún ekki við gasmengunina til þess væri vothreinsunin betri (sjá töflu í viðauka).
- iii. *Úrgangur.* Úrgangur sem mynast í vinnu við sínkkerið er þrennskonar. Í kerinu myndast svokallað „hart sínk“ en það er tilkomið vegna járnjóna sem berast í bráðina með járnhlutunum. Járníð tengist sínkinu í einhvers konar kompleksambandi því eitt kg af járníð fellir út 25 kg af sínki. Þetta harða sínk þarf að skafa upp úr bráðinni. Því er pakkað og það sent til Noregs í endurvinnslu. Þá myndast töluvert af sínkoxíði á yfirborði bráðarinnar sem er reglulega hreinsað af og var áður sent til Noregs til endurvinnslu en sínkfyrirtæki á Akureyri hefur hafið endurvinnslu og senda sennilega öll önnur fyrirtæki yfirborðsbráðina þangað. Loks má nefna ryk og sínkletsstur á gólfum sem er bætt aftur í bráðina.

#### Geymsla í 2-3 daga fyrir afhendingu:

Ný sínk húð er bæði mjög hvarfgjörn og viðkvæm. Í raka myndast sínkhydroxíð  $Zn(OH)_2$  lag utan á málminum sem vill skolast eða molna af og nýtt lag myndast þá undir og þannig koll af kolli. Þannig getur það rýrt verulega gæði vörunnar ef afhending fer fram strax eða geymsla fer fram utandyra eða á rökum stað. Best er að geyma framleiðsluvörunar í 2 til 3 daga á þurrum stað en á þeim tíma myndast sínkoxíðlag ( $ZnO$ ) yst sem er mun sterkara og skolast ekki af.

#### Önnur meðhöndlun s.s. málun eða lökkun:

Mælt er með því að sínkaðar vörur fái lakkmeðhöndlun sem tryggir mun betri endingu. Er helst mælt með duftlökkun (pulverlakki) en aðrar yfirborðsmeðhöndlunir eru líka þekktar s.s. að nota polymer- eða silanefni eða einhverja olíumeðhöndlun (torkande oljor).

## Lokaorð.

Ritgerðinni var ekki ætlað að verða nein „heildarúttekt“ á vinnsluaðferðum og mengunarvörnum við heitgalvaniseringu hjá íslenskum fyrirtækjum. Þó er ljóst að miðað við það, sem Norræn umhverfisyfirvöld mæla fyrir um eða líta á sem besta fánlega tækni í greininni, er ýmsu ábótavant við framkvæmd heitgalvaniseringar á Íslandi. Á það einkanlega við um vinnuverndarmál, mengunarvarnir og förgun úrgangsefna en einnig hefur tækniþróun í greininni verið lítil. Kemur þar margt til s.s. smæð markaðar og fyrirtækja og litlar gæðakröfur frá hendi kaupenda þjónustunnar og tæknilegum ráðgjöfum þeirra. Ef borið er saman við Norðurlönd þá má einnig segja að ónógar og ósamræmdar kröfur umhverfisyfirvalda hafi verið letjandi á þróun í iðngreininni. Til að breyta því þarf heilbrigðiseftirlitið að styrkja samskipti sín við fyrirtæki í greininni og taka málið upp á landsvísu í samvinnu við Hollustuvernd ríkisins og Spilliefnanefnd. Kröfur og tímamörk til úrbóta þarf að samræma svo samkeppnisstaða fyrirtækja sem eru tilbúin til að bæta vinnuumhverfi, vörugæði og mengunarvarnir raskist ekki.

Reykjavík, 30. apríl 2001

---

Páll Stefánsson,  
MS-nemi í umhverfisfræðum  
við Háskóla Íslands.

### Heimildir:

1. Orientering fra Miljøstyrelsen *Brancheorientering for varmforzinknings industrien*, Miljøministeriet Miljøstyrelsen nr.3 1993.
2. Magnus Klingspor *Varmförzinkning* Naturvardsverket Förlag Stockholm 1997
3. Nancy Riikonen *Industrial Wastewater Source Control* Technomic Publishing Company, Inc Pennsylvania U.S.A.1992.

Að auki var notast við ýmsar upplýsingar og heimildir sem eru í fórum Heilbrigðiseftirlits Hafnarfjarðar- og Kópavogssvæðis og safnað hefur verið í tengslum við eftirlit með fyrirtækinu Stekk ehf. Zinkstöð að Hagasmára 2 í Kópavogi og í fyrirspurnum til annarra heilbrigðiseftirlitssvæða um starfsemi fyrirtækja er vinna við heitgalvaniseringu.

Tafla 1 Síngæði (heimild 2).

Gæðastaðall	Zn % (Min)	Pb % (Max)	Cd % (Max)
Special High Grade (SHG)	99,995	0,003	0,003
High Grade (HG)	99,95	0,03	0,02
Good Ordinary Brand (GOB)	98,5	1,35	0,15
Prim Western	98,0	1,4	0,2

\*\*\*\*\*

Tafla 2 Samsetning á flussreyk (heimild 2).

Efni	Þyngdarprósentur	Tegund
NH <sub>4</sub> Cl	65 - 70	rykagnir
ZnO	5 - 15	rykagnir
ZnCl <sub>2</sub>	3 - 5	rykagnir
Zn	0 - 5	rykagnir
NH <sub>3</sub>	1 - 3	lofttegund
H <sub>2</sub> O	1 - 3	vatnsgufa
Olía	0 - 3	fita

\*\*\*\*\*

Tafla 3 Hluti úrgangsmýndunar við sínkhúðun (byggt á heimild 1).

Ryk frá sandblæstri. (Ath. Venjulega er notaður stálsandur). Magn er breytilegt.

Affitunarbaðið 1-2 kg. Per tonn af framleiddum vörum

Við sýrupvott. 15-50 kg. Af úrgangssýru. Per tonn af framleiddum vörum.

Flusskerið. 1-4 kg. Per tonn af framleiddum vörum

\*\*\*\*\*

Tafla 4. Dæmigerðar mælingar á innihaldi úrgangssýru (byggt á heimild 1).

Járn	120- 200 g/l	Að mestu tvígilt járn, ath. Leið ii gerði ráð fyrir þrígiltu járn.
Zink	60- 80 g/l	Hefðbundið en mælist upp í 200 g/l
Saltsýra.	30 g/l	

\*\*\*\*\*

Tafla 5 Hráefnisnotkun við zinkhúðun (byggt á heimild 1).

Zink	70 – 100 kg.	Per tonn af framleiddum vörum
Saltsýra (30%)	20 – 40 kg.	Per tonn af framleiddum vörum
Flusefni	1 – 2 kg.	Per tonn af framleiddum vörum
Orka.	300 – 900 kWh.	Per tonn af framleiddum vörum

\*\*\*\*\*

Tafla 6 Útfellingar við hlutleysingu á saltsýru. (Gögn í fórum heilbrigðiseftirlits).

Iðntæknistofnun mældi sýrubað með HCl styrk 1% en tekið var fram að járnstyrkur væri mikill en hann var ekki mældur. Styrkur síns, króms og blýs var mældur í saltsýrubaðinu (I) og einnig ásamt kopar eftir að lausnin hafði verið hlutleyst (II) með sóða ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 10  $\text{H}_2\text{O}$ ). Tekið var fram að útfellingar væru sýnilega meiri með sóða en vítissóða (NaOH) og því væru aðeins áhrif sóðans mæld.

	I	II
Sínk (Zn)	34.700 mg/l	3,5 mg/l
Króm (Cr) Alls	1.100 mg/l	0,2 mg/l
Blý (Pb)	200 mg/l	1 mg/l
Kopar (Cu)		< 0,5 mg/l

\*\*\*\*\*

Tafla 7 Styrkur á saltsýru (HCl)

Mólmassi, HCl =  $(1 + 35,45) = 36,5$ .

Styrkur, %	Mólstyrkur $X\% * 10 \text{ (g. á líter) / } 36,5 \text{ (g. per mól)}$	Sýrustyrkur (pH) $\text{pH} = -\text{Log (mólstyrk)}$
1 %	0,27 (M, mól/líttra)	0,57
2 %	0,54	0,27
4 %	1,10	- 0,04
6 %	1,64	- 0,21
16 %	4,38	- 0,64

Tafla 8 Sýnir árangur þess að fjölga skolkerjum (byggt á heimild 1).

Með því að hafa fleirri en eitt skolker má draga verulega úr flutning járnjóna úr sýrukarinu yfir í sínkarið en járnjónir fella út sínk í hlutföllunum 1(Zn) / 25 (Fe). Styrcur í töflu eru reynslutölur úr danskri heitgalvaniseringu.

Sýrukar	járn = 75-85 g/l
1. Skolkar	járn = 40-50 g/l
2. Skolkar	járn = 25-35 g/l
3. Skolkar	járn = ca. 10 g/l
Flussbað	járn = ca. 5 g/l

\*\*\*\*\*

Tafla 9 Sýnir samanburð milli lofthreinsikerfa við fluss- og sínkböðun (heimild 2).

Ýmsar aðferðir til lofthreinsunar á útblæstri frá fluss- og sínkböðum. Í Svíþjóð er sagt að algengast sé að hafa „Sintrat spærfilter”. Þeir eru sagðir taka minna pláss og endast lengur en „Textil spærfilter”. Ákveðnar rekstrarforsendur liggja að baki gerð meðfylgjandi töflu sem er að finna í heimild 2. Ákvörðun um búnað hlýtur að taka mið af aðstöðu á hverjum stað.

Hreinsi-kerfi.	Stofn-kostnaður.	Rekstrar-kostnaður.	Hreinsigeta rykagna.	Hreinsigeta gastegunda.
Cyklon	Lítill	Miðlungs	Góð (>15 míkróm.)	Engin
Raffilter	Mikill	Lítill	Góð	Engin
Vothreinsun	Miðlungs	Mikill	Miðlungs góð	Mjög góð
Textil spærfilter	Miðlungs	Miðlungs	Mjög góð	Lítill
Sintrat spærfilter	Miðlungs	Miðlungs	Mjög góð	Engin

