



Forblad

Forzinkning

H. Arup

Tidsskrifter

Arkitekten 1957

1957

På foranledning af Foreningen af Danske Varmforzinkere har civilingeniør H. Arup skrevet ret udførligt om de forskellige former for forzinkning. I almindelighed foreskrives denne form for rustbeskyttelse alt for upræcist. Det kan betyde, at der leveres en ringere vare end den der var tilsigtet, og det har ihvertfald i ét tilfælde ført til en større retssag mod en arkitekt.

Forzinkning

Af civilingeniør H. Arup

De fleste kender vel ordet „galvanisering“ og ved, at begrebet dækker over et metalovertræk, der giver en god beskyttelse mod rust; men det er vist ikke mange, der gør sig klart, at ordet „galvanisering“ i daglig tale anvendes om mindst seks forskellige overfladebehandlinger, og at værdien af en „galvanisering“ som rustbeskyttelse kan variere i forholdet 1:30. Det er et af formålene med denne artikel at slå til lyd for anvendelsen af mere korrekte og velspecificerede betegnelser for de mange forskellige behandlinger.

Allerede tydingen af selve ordet „galvanisering“ er usikker, idet det af nogle opfattes som et galvanisk (elektrolytisk) udfældet metalovertræk, medens andre mener, at det betyder et metalovertræk, der virker „galvanisk beskyttende“ d.v.s. at overtræksmetallet er mindre ædelt end grundmetallet. Den sidste forklaring er i bedst samklang med praksis, idet ordet „galvanisering“ hyppigt – omend mere eller mindre berettiget – anvendes for følgende 6 galvanisk beskyttende metalovertræk på stål eller støbejern:

Betegnelse	Overtrækket består af	Overtrækket påføres ved
1. Varmforzinkning	Zink	Dypning i smeltet Zink
2. Elektroforzinkning	Ren zink	Elektrolytisk udfældning i galvanisk bad
3. Sprøjteforzinkning	Zink	Påsprøjtning af smeltede zinkdråber med metalliseringspistol, der fødes med Zn-pulver eller -tråd
4. Zinkstøv-maling	Zn-pulver plus org. bindemiddel	Strygning med pensel
5. Sherardisering (diffusionsforzinkning)	Jern-zink legering	Tromling med Zn-pulver ved ca. 375° C.
6. Elektrocadmiering	Cadmium	Elektrolytisk udfældning i galvanisk bad

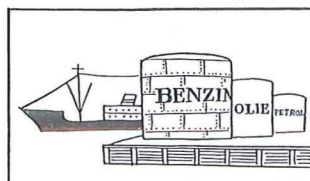
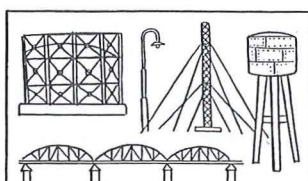
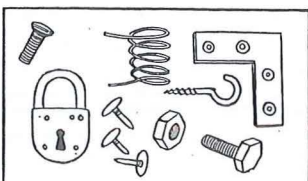
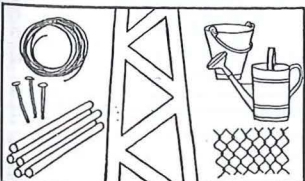
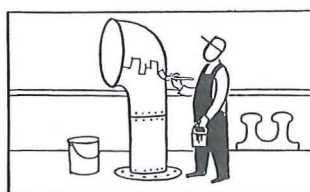
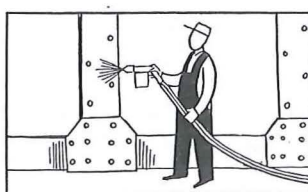
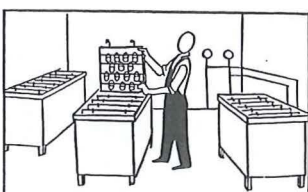
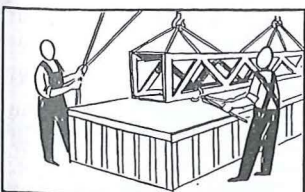
Vi kan af listen se, at en „galvanisering“ næsten altid er synonym med en forzinkning. De vigtigste former er illustreret nederst på siden. Sherardisering anvendes praktisk talt ikke her i landet, og elektrocadmiering kan i alt væsentligt betragtes under et med elektroforzinkning.

Formålet med en forzinkning er som regel at give korrosionsbeskyttelse, og man burde forvente, at enhver, der ønskede at bruge forzinkning, først og fremmest gjorde sig klart, hvor god en beskyttelse der måtte kræves, og hvilken form for forzinkning, der kunne opfylde kravene og tillige ville egne sig for den pågældende genstand. Først herefter kan kravene specificeres og tilbud indhentes. Køber man blot „galvanisering“, får man ikke den samme værdi for 1 krone som for 2 kroner, og det kan blive en meget tvivlsom økonomi at købe billigt.

Jo tykkere en forzinkning er, jo længere holder den. Tykkelsen måles enten i mikron (0,001 mm) eller som gram zink pr. m² overflade (g/m²). Hyppigt anvendte engelske mål er mils (0,001" = 0,025 mm) eller oz/ft. Tabellen herunder giver omsætningsforholdene.

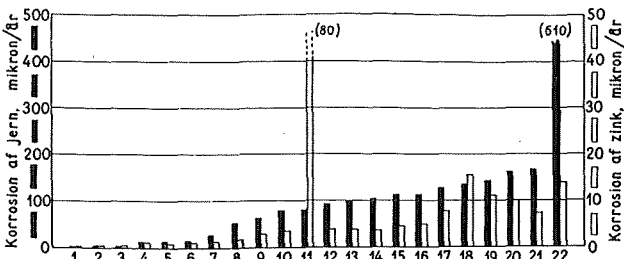
	g/m ²	μ el. mikron	mils = 0,001"	oz/sq.ft.
100 g/m ²	100	14	0,55	0,33
100 mikron . . .	714	100	3,94	2,34
1 mil	182	25,4	1,00	0,60
1 oz/sq. ft. . . .	305	43	1,68	1,00

Zinklagets omtrentlige tykkelse kan på jern og stål bestemmes med et magnetisk apparat uden at ødelægge forzinkningen. En nøjagtig bestemmelse kræver undersøgelse af en udsavet prøve. En forzinkning på 600 g/m² vil holde ca. dobbelt så længe som en på 300 g/m², og hvis korrosionshastigheden for zink på en given lokalitet kan udtrykkes som 30 g/m² pr. år, så vil levetiden for den første forzinkning være 20 år og for den sidste 10 år. Denne beregning forudsætter naturligvis, at zinklaget er helt jævnt, i praksis er der enkelte tynde pletter, der tæres igennem først, så rusten vil på et zinklag af den nævnte gennemsnits-tykkelse i virkeligheden vise sig lidt før. Korrosions-



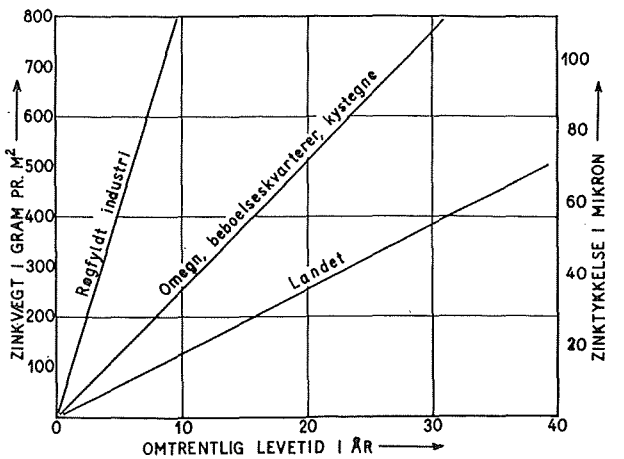
VARM-forzinkning - ELEKTRO-forzinkning og cadmiering SPRØJTE-forzinkning ZINKSTØV-maling

I daglig tale kaldes disse fire processer alle for „galvanisering“, men de under figurerne anvendte betegnelser bør for tydelighedens skyld anvendes i stedet for.



Korrosion af jern og zink på 22 forskellige lokaliteter. De sorte søjler viser korrosionshastigheden for jern (skalaen til venstre), og de hvide søjler korrosionshastigheden for zink i 10 gange større målestok (skalaen til højre). Ordinaten angiver mikron pr. år, idet 1 mikron er 1/1000 mm (100 mikron = 0,1 mm). De 22 lokaliteter er følgende:

Nr.	Navn	Klima
1	Khartoum	tørt, tropisk
2	Nkpoku, Nigeria	tropisk jungle
3	Abisko, Nordsverige	subarktisk
4	Aro, Nigeria	tropisk indland
5	Basrah	tørt, subtropisk
6	Singapore	tropisk, marint
7	Apapa, Nigeria	tropisk, marint
8	Brixham, England	marint
9	Llanwrtyd Wells, Wales	landligt
10	Calshot, England	marint
11	Dove Holes Tunnel, England	jernbanetunnel
12	Motherwell, England	industrielt
13	Woolwich, England	industrielt
14	Birmingham	forstad
15	Sheffield University	industrielt
16	Congella, Durban	marint og industrielt
17	Derby I	industrielt
18	Sheffield II	industrielt
19	Sheffield III	industrielt
20	Frodingham	industrielt
21	Derby II	industrielt
22	Lighthouse Beach, Lagos	tropisk brænding



Omtrentlig levetid er for en forzinkning i afhængighed af zinktykkelse og luftens forurening. Følgende lagtykkelser træffes ofte i praksis:
 Varmforzinkede, større genstande 100 mikron
 Varmforzinket tråd eller plade 15-50 -
 Elektroforzinkede smådele 3-12 -

hastigheden for zink varierer meget fra sted til sted; illustrationen herover viser resultaterne af en række engelske målinger, og det fremgår heraf, at det ganske særligt er industriatmosfærer, sure røggasser o. s. v., der er farlige. I kystegne, hvor vinden fører saltpartikler med sig og hvor ubeskyttet jern rustner hurtigt, yder forzinkning god beskyttelse, idet levetiden er af nogenlunde samme størrelsesorden som i bymæssig bebyggelse uden industri. For genstande i atmosfæren kan man altså, som det er illustreret herover, så nogenlunde forudsige levetiden for en forzinkning af kendt lagtykkelse.

Det må tilføjes, at mens det her sagte gælder temmelig godt for varmforzinkning, elektroforzinkning og sprøjteforzinkning, må diffusionsforzinkning og zinkstøvsmaling bedømmes på en lidt anden måde. Det vil føre for vidt nærmere at omtale en forzinknings korrosionsforhold andre steder end i atmosfæren; enkelte steder kan der dog erfaringsmæssigt ske alvorlig skade på forzinkning, og de her nævnte punkter er derfor værd at huske.

1. Brug ikke forzinkning til sure el. stærkt alkaliske opløsninger. Opløsninger af almindelig sæbe, der reagerer alkalisk, danner et gråt, korrosionshæmmende lag på en forzinkning. Visse sulfosæber kan imidlertid opløse dette lag og virke angribende på forzinkningen.
2. Selv spor af opløst kobber, f. eks. i vand, der har passeret et kobberrør, kan virke meget skadeligt.
3. Vær forsigtig med at sætte forzinkede emner sammen med andre metaller, specielt kobberlegeringer.
4. Undgå, især ved frisk forzinkning, snævre mellemrum, hvor vanddråber kan samle sig og frembringe „hvid rust“. (Kromatering kan modvirke dette.)
5. Undgå berøring med koks og slagger, der virker stærkt tærende på forzinkning.
6. Under vand og i jord kan korrosionsforholdene variere stærkt, men man kan ofte regne med, at korrosionshastigheden for zink er ca. 20 pct. af jernet's korrosionshastighed det pågældende sted.

Til slut skal det også erindres, at forzinkede genstande af hensyn til forgiftningsfaren ikke må anvendes til kogning af fødevarer eller opbevaring af tilberedt mad. Følgende summariske oversigt giver nogle få karakteristiske oplysninger om de forskellige forzinkningsprocesser:

Varmforzinkning

I egnede tilfælde er dette den bedste og billigste form for forzinkning. Ved almindelig manuel dykning fås sjældent under 300 g/m², på store konstruktioner henimod 1000 g/m². Tråd og plade forzinkes i mekaniserede anlæg, og zinklaget kan på plade være under 150 g/m² og på tråd under 100 g/m². Begge dele kan dog på forlangende fås i kvaliteter med mere end den dobbelte zinktykkelse.

Varmforzinkningsprocessen indebærer fjernelse af gammel rust og glødeskal ved bejtsning i saltsyre, hvad der er en forholdsvis billig proces. Varmforzinkning er derfor velegnet til „fornyelse“ af gamle rustning. I selve zinkbadet opvarmes genstandene til ca. 450° C, hvad der kan medføre kastninger, ældningsskørhed og i støbegods revner. Fine gevind og huller bliver fyldt med zink, hvorfor mindre skruer og møtrikker i reglen elektroforzinkes. Zinkets renhed har betydning for økonomien og for udseendet, og man bør ikke udelukke, at visse urenheder i zinket kan nedsætte forzinkningens holdbarhed overfor varmt og koldt vand eller i jordbunden. De såkaldte „zinkblomster“ fortæller intet om tykkelse eller kvalitet. Stålets sammensætning kan være af betydning, og man bør ved fremstilling af større vareserier eller vanskelige

emner til varmforsinkning i god tid rådføre sig med galvaniseringsanstalten om et for varmforsinkning egnet materiale og en hensigtsmæssig udformning af detaljer.

Elektroforzinkning (og electrocadmiering)

Elektroforzinkning bruges især til mindre skruer, møtrikker, beslag og andre masseartikler, og det kan udføres med en pæn mat eller blank overflade; men udfældningen af tykke lag koster tid, strøm og dermed penge, ikke mindst når det drejer sig om tromleforzinkning (eller -cadmiering). Man nøjes derfor undertiden med 1-3 mikrons tykkelse, der dækker pænt og forhindrer rust - ialfald indtil det kommer kunden i hænde, og hvis det ikke kommer for meget i fri luft.

Ønsker man en forsvarlig elektroforzinkning til udedørs brug, bør forzinkningen ikke være under 25 mikron tyk, og den ønskede tykkelse må da udtrykkeligt forlanges, nøje kontrolleres og villigt betales.

Til indendørs brug er elektroforzinkning og cadmiering i tykkelser på 6-10 mikron velegnet. Der findes i handelen elektroforzinket og fosfateret stålplade med en zinktykkelse på omkring 3 mikron. En sådan plade bør næsten i alle tilfælde beskyttes yderligere med en god maling eller lakering, der på den fosfaterede forzinkning har en ideel hæftegrund.

I forhold til forzinkning er cadmiering ofte pænere, giver bedre spredning og er lettere at lodde på; men det er også giftigere, en hel del dyrere og giver i korrosionsmæssig henseende ingen væsentlige fordele.

Sprøjteforzinkning

Zinket påføres her indtil betydelig tykkelse i form af smeltede zinkdråber fra en sprøjtepistol på en overflade, der af hensyn til vedhæftningen skal være *frisk* sandblæst til *metallisk renhed*. Da laget er lidt porøst, bør for små lagtykkelser ikke anvendes. På broer og andre udsatte steder foreskrives ofte indtil 100 g/m². Sprøjteforzinkning anvendes i stedet for varmforsinkning til store konstruktioner, broer, tanke og beholdere, hvor den kan regnes omtrent jævnbyrdig med varmforsinkning med samme vægt/m². På grund af sin porøsitet bør sprøjteforzinkning ikke anvendes til damp eller vand over 50°.

I modsætning til varmforsinkning kan sprøjteforzinkning males uden særlige forholdsregler og med udmærket resultat.

Zinkstøvmaaling. (Misvisende kaldt „koldforzinkning“ eller „kold galvanisering“.)

Består af zinkpulver med et organisk bindemiddel. Den tørre maling indeholder 90-96 pct. metallisk zink, og ved de højeste zinkindhold (over 95 pct.) er malingen elektrisk ledende og kan virke galvanisk beskyttende. Uanset visse leverandørers påstande er det klogt at påføre zinkstøvmaaling på en velrenset, helst sandblæst overflade. Zinkstøvmaalingen har selvsagt ikke en varmforsinknings store mekaniske styrke og gode vedhæftning, og hvad angår korrosionsbestandigheden, foreligger der endnu ikke herhjemme fra til-

strækkelige langtidserfaringer. I udlandet har man brugt zinkstøvmaaling til selv temmelig store konstruktioner, og fra korttidsforsøg har man gode resultater. Zinkstøvmaaling har et naturligt anvendelsesområde ved udbedring af beskadigede steder på varmforsinkede eller sprøjteforzinkede genstande, f. eks. omkring svejsninger.

Maling og lakering af forzinkede genstande

Selv en kraftig varmforsinkning holder ikke evigt, og hvis man ønsker, at en genstand skal have en længere levetid end den, selve forzinkningen kan forventes at give, må der males eller lakeres.

Som hovedregel bør elektroforzinkning og sprøjteforzinkning til udedørs brug males straks, medens det for en svær varmforsinknings vedkommende kan være økonomisk fordelagtig at vente nogle år, eventuelt lige indtil de første rustpletter begynder at vise sig, bl. a. fordi det så er muligt at male uden særlige forholdsregler. Et rigtigt udført malerarbejde holder fortræffeligt på forzinkning, og den tid man kan lade gå mellem hver ny overstrygning er længere end for tilsvarende maling på bart stål. Forzinkningen virker som en ideel „grundfarve“, der har maksimal vedhæftning og som fuldstændigt forhindrer underrustning. Malingen får lov til at blive slidt næsten helt ned af vind og vejr og bliver altså udnyttet fuldtud.

Følgende grundregler må overholdes for at få et godt resultat:

1. Brug zinkkromatgrundfarve, aldrig blyholdige farver.
2. På frisk varm- eller elektroforzinkning må man enten bruge zinkkromat-wash-primer før grundingen, eller ætse med et fosforsyrepræparat. Husk afskyling.
3. En fosfateret eller en noget korroderet (ikke rusten) forzinkning kan ligesom en sprøjteforzinkning grundes direkte, blot efter afbørstning af løse korrosionsprodukter.
4. Den ideelle behandling af større forzinkede konstruktioner er følgende:
 - a. Strygning med zinkkromat-wash-primer.
 - b. 1 strøg syntetisk zinkkromat-grundfarve.
 - c. 2 strøg dækfarve.
 - d. 1 à 2 strøg vejrbestandig aluminiumbronzefarve eller grafitfarve til beskyttelse mod sollys.
5. Elektroforzinkede masseartikler kan med fordel fosfateres eller kromateres og sprøjtakeres, eventuelt med en ovntørrende lak.

Fosfatering og kromatering

Disse behandlinger består i dypning i bade, der indeholder henholdsvis fosforsyre og kromsyre med forskellige regulerende tilsætninger. De behandlede genstande bliver henholdsvis grå og gule, da der dannes er overfladelag indeholdende henholdsvis zinkfosfat og zinkkromat. Disse lag giver i sig selv en vis beskyttelse under lagring og under fugtige indendørs forhold, men i industriatmosfærer opløses de relativt hurtigt. Kromatering og - især - fosfatering bør derfor i første række anvendes som forberedelse til maling.

Konklusion

Med metallernes stadig stigende værdi og luftens tiltagende forurening med røg har rustbeskyttelsesproblemet fået meget stor betydning for alle stålkonstruktioner og detaljer.

Varmforzinkning har gennem ca. 100 år været kendt som den mest fordelagtige metode til langtidsbeskyttelse af stål, og selv om der siden er fremkommet andre metoder til udførelse af forzinkning, vil varmforsinkning sikkert fortsat blive mere og mere anvendt.

Ordet „galvanisering“ anvendes i daglig tale om flere forskellige slags metalpålægninger, der kan være af vidt forskellige tykkelser og følgelig af vidt forskellig beskyttende værdi. I specifikationer bør man derfor skrive varm-, sprøjte- eller elektroforzinkning, alt efter hvilken proces, der er den bedst egnede i hvert enkelt tilfælde, ligesom man bør tilføje den ønskede lagtykkelse. Hvis man kan lade valget falde på varmforsinkning, har man på grund af selve processens natur en garanti for at få en vis, betydelig zinktykkelse, således at man kun i specielle tilfælde behøver yderligere kontrol med kvaliteten.

En varmforsinkning vil i mange omgivelser have en så lang levetid, at man ikke behøver at tænke på beskyttelse med maling; men hvor luften er forurennet med røg, kan man med stor fordel male ovenpå forzinkningen. Hvis man anvender de rigtige materialer og den rigtige teknik, kan malingen få en lang levetid, meget længere end for en tilsvarende maling på underlag af røstet stål.

Perimeter-luftvarmeanlæg

Af civilingeniør C. F. Reck, Hekla kedelfabrik

Perimeter-luftvarmeanlæg er forholdsvis nye her i landet. Arkitekter og ingeniører, der ønsker at projektere med disse anlæg, bliver derfor stillet overfor en række nye problemer, der får indflydelse på husets plan og detaljer. Der findes efterhånden flere virksomheder, der har påbegyndt produktionen af ovne og andet nødvendigt udstyr til luftvarmeanlæg. Omtalen af et enkelt fabrikat (fra Hekla Kedelfabrik) vil dog formentlig give den nødvendige almene orientering. RED.

Den stigende interesse for anvendelse af 1-plans hus-typen ved bygning af småhuse har medført, at man i byggekredse har taget opvarmningen af sådanne huse op til ny overvejelse. Statens Byggeforskningsinstitut har således i sin udsendte studie nr. 20 „Varmluftopvarmning af Småhuse, 1955“ givet en særdeles interessant og instruktiv behandling af dette emne og oplyser på side 28, at ca. 85 pct. af alle nye een-familiehuse i U.S.A. har en eller anden form for varm-luftopvarmning.

Den hidtil gængse form for centralvarmeanlæg i småhuse med en kedel og varmtvandsradiatorer i rum-mene (varmtvandsanlæg) har jo gjort sin nytte i mange år, men spørgsmålet er, om ikke andre systemer er lige så velegnede eller bedre, når det drejer sig om småhuse. Når vi ser til, hvad der er sket i U.S.A., er der meget, der tyder derpå.

Luftvarmeanlæg

Et perimeter luftvarmeanlæg består ved huse uden kælder af en klimaovn (fig. 1), der opstilles så centralt

som mulig i huset over en i husets gulvbetonplade (klaplager) støbt ca. 45 × 45 × 45 cm fordelegerube (alle eksempler er fra et Hekla luftvarmeanlæg).

Som vist på fig. 2 suges returluften fra værelserne (køkken, bad og w.c. undtaget), ovenfra gennem et udskifteligt luftfilter ned gennem klimaovnen, hvor luften opvarmes og blæses ned i fordelegeruben og herfra ud gennem de i gulvene indstøbte varmluftkanaler (glasserede lerrør eller betonrør), der munder ud ved husets ydervægge i indblæsningsventiler anbragt under vinduerne enten i gulvene eller lige over fodpaneler.

På fig. 3 og 4 er vist to typiske systemer for varmluftkanaler indstøbt i klaplageret. Det på fig. 3 viste sløjfe-system må som regel foretrækkes, da det giver en bedre opvarmning af gulvene langs ydermurene, men et detailprojekt af anlægget vil kræve sagkyndig bistand i hvert enkelt tilfælde.

Returluften udsuges under lofterne. Klimaovnen er oliefyret og leveres i 2 størrelser for huse med et varmetab på henholdsvis indtil 10.000 og 17.000 kcal. pr. time.

Fordelene ved disse luftvarmeanlæg er:

Lune gulve og ringe temperaturforskel mellem gulve og lofter. Varme ydervægge uden kuldenedslag fra vinduer.

Inden den opvarmede luft indblæses i værelserne, renses den i klimaovnen for støv og snavs, og eventuelt befugtes den eller tilsættes frisk luft, – derfor ren, frisk sund luft til hvert værelse.

Varmeafgivelsen er maksimal, straks efter at klimaovnen startes. Anlægget behøver derfor ikke at sættes i drift før kort før huset skal være varmt. Altså ingen træghed i varmeafgivelsen.

Om sommeren kan anlægget benyttes som ventilationsanlæg.

Klimaovnen er oliefyret, og der er derfor ingen fyringsbesvær.

Anlægget er pladsbesparende, da radiatorer med rør bortfalder. Der er ingen frostfare. Billig anskaffelse.



1. Klimaovn, 17.000 kcal pr. time. Der findes også en rund ovn, der kan yde 10.000 kcal pr. time