

Fornyhet galvanisering redder **HØYSPENT- MASTER** over hele verden!



Av Rick Simpson

Nedslitt galvanisering kan bygges opp igjen på stedet til ønsket tykkelse og med fornyet levetid!

En korroderende høyspentmast er et tegn på at den galvaniske beskyttelsen i ferd med å avslutte sin lange, beskyttende karriere. Har strukturen korrodert raskere enn beregnet, er det viktig å finne årsaken til det slik at viktige endringer kan igangsettes og at man finner frem til rett beskyttelsesmetode. Hvordan er tilstanden på galvaniseringen der masteføttene er montert? Er de montert i be-

tongfundamenter som i tillegg ligger under bakkenivå?

Hva slags vedlikehold eller hvilken rehabiliteringsmetode som velges er helt avgjørende for om det faktisk blir et godt og endelig vedlikehold eller om det kun blir en del av uendelige økende kostnader. Lokale reparasjoner som flekking med sinkrike maling fungerer ikke. Utskiifting av bolter og stag kan i mange tilfeller være

nødvendig og nyttig, men siden det mest sannsynlig kan repareres så kan det også være helt unødvendig. Det endrer dessuten ikke det faktum at sinkbeskyttelsen snart har gjort jobben sin også på resten av strukturen og korroderingen er i full utvikling.

Det er derfor viktig å vurdere re-galvanisering enten på de mindre, lokale områdene eller på hele strukturen

under ett. Dette bør skje før korroderingen har kommet for langt siden rehabiliteringen da er enklest å gjennomføre og følgelig med reduserte kostnader. Regalvanisering er den eneste metoden for reparasjon av det gamle galvaniseringsbelegget, som faktisk fungerer. Det gir dessuten minst samme holdbarhet og levetid som galvaniseringen ellers på strukturen.

Rapport:

Galvanisk korrosjon årsak til mastehavari!

«Galvanisk korrosjon på bardunstagene under bakkenivå er direkte årsak til mastehavari på Akersmyra ved Sem i november. Dette er konklusjonen i en granskingsrapport fra Skagerak Nett AS. Ingen mennesker kom til skade i hendelsen.» Pressemelding datert 5.1.2016.

En granskingsgruppe under ledelse av HMS-, kvalitets-, og beredskapssjef Geir Kaasa i Skagerak Nett konkluderer med at galvanisk korrosjon på bardunstagene er årsaken til at en mast i 132 kV-nettet havarerte tidlig på morgenen 19. november 2015. Havariet førte til at 6 668 kunder mistet strømmen og togtrafikken på Vest-

foldbanen ble stanset i seks timer. Ingen mennesker ble skadet i hendelsen.

«Det er første gang vi opplever at en mast av denne typen totalhavarerer, sier konserndirektør i Skagerak Nett, Geir Kulås. Vi er kjent med at det er forhold som fremskynder galvanisk korrosjon i enkelte geografiske områder, og intensiverer arbeidet med å finne en løsning på problemstillingen. Skagerak Nett har vedtatt en liste med 11 tiltak som skal hindre tilsvarende hendelser i fremtiden. Listen inneholder både strakstiltak, og langsiktige tiltak. Endrede kontrollrutiner, mer forskning på korrosjonsproblematikk og revisjon av byggestandard er blant disse.

Særlig korrosjonsproblematikken er krevende, sier Kulås. Det er gjort både forskning og tiltak tidligere, men det er vanskelig å finne et mønster i dette. Vi har barduner av samme type og årgang stående på Akersmyra, bare noen meter unna de som havarerte, som ikke er angrepet av korrosjon!»

Galvaniserte høyspentmaster

Høyspentmaster med strømførende kraftledninger har bragt elektrisitet til industri og husholdninger i mangfoldige tiår. Noen av de eldste mastene nær Los Angeles i USA har nå blitt 100 år gamle. I de fleste land i verden har mastene ofte stått i 60 år eller mer, og dette forteller

oss selvfølgelig mye om bruken av sinkbelegg som beskyttelse på slike stålkonstruksjoner.

Mastene har stort sett det til felles at de aller fleste komponentene er varmgalvaniserte, fordi dette uten tvil er den beste metoden for å beskytte stål mot korrosjon og samtidig holde det vedlikeholdsfritt og kostnadsfritt gjennom flere tiår.

Det er et velkjent faktum at sink ofrer seg og brytes ned med stabil hastighet, selv over veldig lang tid. Det fungerer på samme måte som offeranoder på stålskroget på en båt. Nedbrytingen (ofringen) er målbar (offerrate). Hastigheten for ofringen er avhengig av de lokale forholdene og atmosfæren der



Rehabilitering med malingsprodukter vil ikke vare og er kun en utsettelse av nødvendig regalvanisering.



Den originale galvaniseringen er snart slutt og strukturen er dermed kommet inn i en kritisk fase.



Lokale reparasjoner. Rustne bolter er regalvanisert med to strøk ZINGA flytende galvanisering.

strukturen står. Er den på kysten ved salt hav eller på fjellet i innlandet? Påvirkes den av industrielle forurensinger, osv.?

Høyspentmaster i enkelte ørkenområder langt fra kysten kan også ha ekstra høye offerrater siden sanden, som inneholder høye forekomster av klorider (salter) som blåser mot den galvaniserte overflaten stort sett hele tiden. Når det om kvelden dannes kondens på de kjølige stålstrukturene, oppløses kloridene og det dannes en kloridoppløsning som angriper

stålet. Spesielt gjelder dette på boltede koblinger og på masteføttene.

Følgelig kan master i kystområder, selv inntil flere kilometer fra strandlinjen, miste inntil 5 μm sinktykkelse pr. år. Medlemmer av International Corrosion Association har derimot funnet den motsatte ytterlighet i enkelte fjellområder der de har målt offerrater helt ned i 0,1 μm pr. år.

Korrosjonsfaktorer

Et velkjent fenomen er at alle metaller brytes ned av seg selv over tid, eller «egen-kor-

rodering» som forskere ofte kaller det. Årsaken er at alle ubeskyttede metaller vil bli fuktige på et tidspunkt, natt eller dag, og den våte overflaten vil automatisk få differensielle oksygenceller som dannes på overflaten der vannet blir værende noen timer. Dette er en helt naturlig prosess som foregår uansett hvor i verden strukturen befinner seg. Et eksempel: Se bare selv: etter at solen har varmet en hel dag og luften blir kjøligere om kvelden og natten, vil taket på bilen din være våt av kondens neste morgen

rer som skiller seg rent korrosjonsmessig fra hverandre i de forskjellige regionene i verden over, og har den største innvirkningen på nedbrytning av alle beskyttelsesbelegg, inkludert varmgalvanisering.

Dette betyr at i noen regioner kan regn skape mer korrosjon enn nattlig kondens, og i andre områder der det er en atmosfære vil regn «selvrense» ubeskyttet stål. Korrosjon kan også komme fra luftbåren forurensning fra fabrikker og raffinerier.

Det er verdt å minne om at alle vannløselige salter til en viss grad er hygroskopiske og på en værutsatt sinkoverflate som har blitt litt porøs, vil disse saltløsningene tørke opp i løpet av dagen, for så å mettes med fuktighet igjen neste kveld, potensielt via kapillær kondensering. Her tiltrekkes vanndamp og kondens inne i de ørsmå porene under sinkoverflaten, samtidig som nye salter tilkommer.

I 1982 oppdaget Brown and Masters (New York) at siden porestørrelsen minker, blir den påkrevde relative fuktigheten for å fylle dem med damp redusert fra

En annen viktig faktor er den daglige forekomsten av infrarøde stråler fra solen så vel som UV-stråling. Det er godt dokumentert hvordan strålingsfaktorene kan påskynde oksidering og korrosjonsprosesser, som alltid går mye saktere i kaldere eller arktiske regioner i verden, der korrosjonstakten er svært lav.

Hovedfaktorene som normalt sett påvirker korrosjonshindrende belegg på stål er solstråling, lokale temperaturer, fuktighet, vindhastighet og -retning, samt luftbåren forurensning. Dette er fakto-





Master nær kysten. Mastefot og betongelementet er godt beskyttet for å hindre inntrenging av saltvann.

98 % til 50 %. Det betyr at mange værutsatte sinkoverflater kan være fuktige i mange timer hver dag. Dette fenomenet kan utgjøre en del av den egenkorrosive prosessen.

Mange forskere er opptatt av TOW-verdier (Time Of Wetness, eller «tidsfuktighet»), som kan ha ødeleggende virkning på mange belegg-systemer. Det gjelder ikke for galvanisk sinkbelegg. I områder med mye vind bringer det med seg klorider i rikelig mengder, og det avleires et lag med sjøvann/damp på sinkoverflaten. Dette tørker i løpet av dagen, og etterlater seg rikelig mengder med klorider. Fuktighet og kondens renner nedover de vertikale komponentene og samles ved koblingene med de horisontale tverrbjelkene. Prosessen angriper den lokale overflaten hver dag. Mange tror at de «selvrensende, selvbeskyttende» metallene som Corten-stål vil klare seg bedre enn sink, samtidig som enhver passivisert overflate har potensialet til å korrodere enda raskere. Dette er fordi korrosjonen er svært lokal, med all energi fokusert på et svært lite område. Hydroksidene som dannes inne i et lite hull på stør-

Masteføtter montert i betongfundamenter

Dette er et annet aspekt vedrørende kraftmaster som det må tas nøye hensyn til, både ved nybygging og ved eksisterende master. Enkelte master har bena gravet ned i bakken for å gi skikkelig forankring, mens man i mange land støpes betongfundamentene over bakken for å legge til rette for enklere vedlikehold. Begge systemene vil resultere i problemer over tid, og må angripes på litt forskjellig vis.

1. Betongfundamenter over bakkenivå

Fra oppsamlet forurenset regnvann eller nattlig kondens på toppen av fundamene-
tene, er det to prosesser som finner sted samtidig:

her, kan resultatet bli en katastrofal svikt i hele mastestrukturen.

b. Det kloridforurensede vannet trenger inn i åpningene mellom betongen og stålet, og renner nedover inne i sammenføyningen. Den alkaliske passiviseringen av sementen er ofte forsvunnet for lengst, slik at stålet blir eksponert mot elementene. Kloridene angriper stålet i mange timer hver natt, og de resulterende korrosjonsproduktene som dannes, kan utgjøre opp til 150 % eller mer av volumet til det opprinnelige stål-materialet. Dette skaper enorme innvendige spenninger i betongen, som etter hvert kan komme til å sprekke opp.

2. Betongfundamenter under bakkenivå

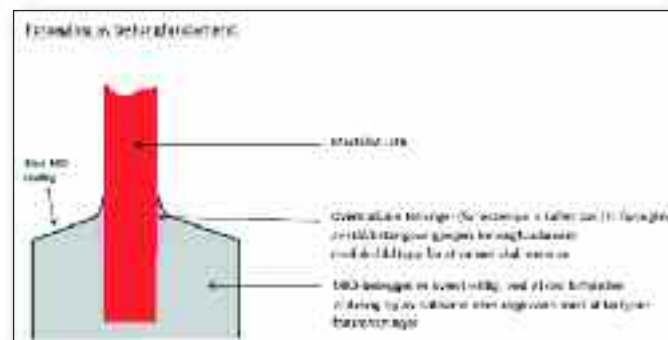
Betongfundamentet er utsatt
for to fenomener:

kan holde stålkonstruksjonen og betongfundamentet kontinuerlig fuktige, slik at korrosjonsangrep mot stålmaterialene pågår 24 timer i døgnet, hver dag.

Jordmassenes motstandsegenskaper er den ene faktoren med størst innflytelse på korrosjonstakten til stål under bakkenivå. Jordmasser med motstand under 2000 k Ω er mer utsatt for slike angrep, ettersom den konstante tilstedeværelsen av en elektrolytt sørger for en glimrende ionisk bane i bakken.

Disse fuktige jordmassene kan være svært ledende på grunn av saltinnholdet. Der jordmassene er mer leiraktig, kan dette påskynde korrosjonsangrepet ytterligere ettersom grunnforholdene kjennetegnes av svært dårlig drenering.

Jordmasser med en stor del organisk masse kan også





Ved transport og montering oppstår det ofte skader på varmgalvanisering. Det er viktig at disse områdene blir reparert med ny galvanisering.

inneholde en mengde ulike salter, og kan dessuten inneholde anaerobiske bakterier, som kan gi svært raske korrosjonsangrep på nedgravd stål. Jordmasser med høyere innhold av nitrater, sulfater og karbonater er gjerne langt mer aggressive.

b. I fuktige jordmasser kan lekkstrøm (stray current) fra jernbanelinjer eller lokale stålstrukturer med dårlig jording være årsaken til raske korroderinger med resultat av svært hurtige avskallinger fra sin opprinnelige tykkelse.

Skaden vil aldri oppstå der strømmen trenger inn i stålet, men alltid der strømmen forlater strukturen, siden det der blir svært anodisk og med det resultatet at det oppstår en rask oppløsning av stål molekylene inn i elektrolytten som finnes i jordmassene.

I USA var det tidligere vanlig praksis å knytte strømførende jernbanespor til nedgravde strømledninger som gikk parallelt med sporene. Tanken var at dette ville stabilisere rørledningene. Isteden viste det seg å ødelegge flere hundre kilometer med rørledninger i grunnen, sammen med alt annet stål som også befant seg i grunnen og innenfor en avstand på 100-

150 meter fra strukturene.

For å motvirke at dette vil oppstå noe sted på høyspentmasten, må det påføres et MIO-belegg (Micaceous Iron Oxide) på masteføttene på den galvaniserte masten med minimum 250 µm. Det vil blokkere inntrengingen av lekkstrøm.

På bildet vises et MIO-belegg (sort) som er påført utenpå sinkbelegget for å blokkere strøminntrenging. Dette er av følgende årsaker et meget godt og egnet belegg til formålet:

a. MIO-belegget er en blanding av aluminium- og stålglimmeroksid som gir høyere motstand mot lekkstrøm.
b. Det er svært bestandig mot salter i grunnen og eventuelt i grunnvannet.

c. MIO-belegget er et velprøvd, tjærefritt materiale som ikke forurenser grunnen med fenoler eller andre giftholdige elementer.

Rett vedlikehold er god økonomi

En internasjonal malingsprodusent utga nylig en rapport der det heter at mange kraftselskaper hadde sluttet å utføre rutinemessig vedlikehold på sine master de siste tre årene. Rapporten sier også

at nylige inspeksjoner har vist at mange av mastene er i en svært dårlig forfatning, uten at spesifikke opplysninger gis. I rapporten heter det også at kostnadene for å restaurere disse mastene vil være 300 % av hva den normale kostnaden skulle ha vært. Dette bekrefter det faktum at mastene faktisk trenger regelmessige inspeksjoner, ettersom de atmosfæriske forholdene kan endres fra time til time, (også innen minutter!). Følgelig er planlagte vedlikeholdsprogrammer svært viktig, selv i dagens stramme økonomiske situasjon.

Høyspentmaster kan av praktiske og økonomiske årsaker ikke demonteres for å vedlikeholdes. Det faktum at

tusener av høyspentmaster allerede har stått i mange tiår, betyr at på ett eller annet tidspunkt er vedlikehold nødvendig. Dette må utføres før det inntreffer en katastrofal svikt, som kan koste menneskeliv, og som definitivt vil påvirke tusener av husholdninger og virksomheter gjennom de påfølgende periodene med strømbrydd som resultat.

Behandling

Nedslitt, skadet eller modifisert varmgalvanisering kan nå rehabiliteres. Holdbarhet og levetid er minst like god som ved tradisjonell varmgalvanisering. Dessuten har metoden viktige aspekter i forhold til beskyttelse mot uforventet rask korrode-



Industrial Solutions

TLF: 948 67 090
ole.hoiby@wagner-industri.com

ring i utsatte miljøer og hvordan dette bør utbedres.

ZINGA har i mange år samarbeidet med den belgiske produsenten Zingametall og lokale eksperter i mange land rundt om i verden. De har opparbeidet lang erfaring og kunnskap om metoden med regalvanisering av nedslitt galvanisering. Ikke minst gjelder dette for varmgalvaniserte, eldre master og trafo-stasjoner. Mange års kunnskap og erfaring tilbys nå kraftselskaper i Norge, Sverige og Danmark.

Det kritiske punktet er selve rengjøringen av de varmgalvaniserte sinkoverflatene før påføringen. Innføringen av sveiprens, som erstatter tradisjonell sandblåsing, har gjort denne prosessen langt mer effektiv. Utstyrsfirmaer har siden designet slamblåsingsapparater, der det slambaserte rensedemiddelet blir tilført vann for å motvirke støv til omgivelsene.

Sveiprens gir betydelige forbedringer:

1. Utstyret kommer med en standard blåsedyse pluss en lengre blåsedyse av lansetypen for enklere tilgang til tverrstøtter og andre komplekse komponenter.
2. Mengden vann som kreves i prosessen er kun 25 % av det som er nødvendig med slamblåsingsutstyr.
3. Mengden blåsemiddel som kreves kan være 10-25 % av det som er nødvendig med slamblåsingsutstyr.

Ved vanlig blåserensning (sandblåsing) holdes blåsedysen mot overflaten i en vinkel

på 70-80° i overlappende, konsentriske sirkler slik at hver kvadratmillimeter overflate blir behandlet. Ved sveiprens holdes blåsedysen i en vinkel på 45° mot overflaten, med bevegelser fra side til side i stedet for i sirkler. Dette er for å unngå å fjerne for mye av det eksisterende sinkbelegget, samtidig som det etterlater tilstrekkelig ruhet før den nye sinken påføres. Sveiprens gir samme overflatefinish som andre blåserens-teknikker. Dersom mastene er i kystnære strøk og salttesting etter rengjøring viser for høye forekomst av klorider, er det enkelt å justere vannmengden ned til en konsentrasjon på 1 %. Dette fjerner klorider fra overflaten og innvendig i selve sinkbelegget.

Etter at overflaten er renset og tørket i 15 – 20 minutter, er det klart for å påføre ZINGA. Normalt gjøres det



Zinganiseringen får etter hvert en blålig tone som indikerer dannelsen av sinkkarbonater.

med langskaffet malerkost på det første strøket, og med langskaffet rulle for eventuelle påfølgende strøk. Påføringen med rulle er svært rask sammenlignet med det penslede, men uansett brukes det pensel rundt skruerhoder, muttere og braketter for å sikre en helgalvanisert overflate. Ved utetemperatur på rundt 20 °C, kan et nytt lag påføres etter 1 time.

ZINGA tørker raskt og herder hurtig, og fortsetter å bli sterkere gjennom de påfølgende 18 ukene. Dette øker avtrekksverdiene fra 5 – 6 MPa opp til en verdi på 9 – 10 MPa.

I likhet med varmgalvanisering tåler ZINGA UV, værpåvirkning av alle slag, store endringer i temperatur og fuktighet (også under påføring) så vel som kraftige fysiske påvirkninger.

Den nye sinken har tilsvarende nedbrytingsverdier som varmgalvanisering, og i noen situasjoner korroderer det saktere på grunn av dannelsen av et robust karbonatlag som dekker hele overflaten. ZINGA har dessuten et høyere sinkinnhold enn varmgalvanisering. To lag zink påført i tykkelse 180 my (DFT) vil gi en meget lang levetid på belegget. **RR**



Sandblåsing er nødvendig på nedgravede mastefester.