

MALING SOM KORROSJONSBESKYTTELSE
FOR VANNKRAFTUTSTYR

av

Overingeniør Ragnar Hartmann

Malingens bestanddeler
Malingstyper
Forbehandling og påføringsforhold
Kontroll



NVE - STATSKRAFTVERKENE

FORORD

Dette manuskript er grunnlaget for et foredrag vedrørende korrosjonshindrende maling på vannkraftutstyr.

Stoffet er stort sett et utdrag fra vår Malingsorientering med enkelte utfyllende tillegg.

Malingsorienteringen kan fås ved henvendelse til NVE - Statskraftverkernes Informasjonskontor.

NVE - Statskraftverkene, mars 1982
Ragnar Hartmann

TRYKKFEIL

Filmtykkelse er angitt med benevning um. Det skal være μm .

	Side
INNLEDNING	2
STATSKRAFTVERKENES MALINGSKOMITE	2
MALINGENS OPPBYGGING :	3
Bindemiddel	3
Pigmenter og ekstendere	4
Løsnings- og tynnings-midler.	5
Hjelpestoffer	5
MALINGSTYPER:	6
Inndeling i grupper	6
Shopprimere	7
Etspimere	8
Blymønje	8
Alkydmalinger	9
Klorkautsjukmalinger	9
Tjære- og asfalt-malinger	10
Vinylmalinger	11
Epoksymalinger	11
Polyuretanmalinger	12
VOKSPRODKUTER	12
STANDARDISERING AV MALINGER	13
FORBEHANDLING FØR MALING	14
FUKTIGHET	16
PÅFØRINGSTEKNIKKER	17
MALINGSFILMENS LEVETID	18
HELSEERISIKO VED MALINGSARBEIDER	19
HVILKET MALINGSSYSTEM SKAL MAN VELGE?	20
Generelt	20
Tørre flater	21
Fuktige flater og flater under vann	21
Nedgravde rør	21
Blymønje som korrosjonshindrende maling	22
Sinkbelegg under malingsfilmen	22
Katodisk beskyttelse	22
KONTROLL:	23
Generelt	23
Klimakontroll	24
Kontroll av rengjøring	25
Kontroll av malingsfilm	25
Kontroll av fremdrift	27

INNLEDNING

For vannkraftanleggenes stålflater er maling den vanligste form for korrosjonsbeskyttelse. Ingen malings-systemer har imidlertid ubegrenset levetid. Avhengig av malingsstype, utførelse og miljø kan levetiden for malingsfilmen variere fra 5 til 30 år, og i noen tilfeller kan den også bli enda eldre før den må fjernes.

Ved det forebyggende vedlikehold av vannkraftanleggenes maskintekniske utstyr vil malingsarbeider innta en forholdsvis sentral posisjon, og i mange tilfeller blir mindre arbeider utført i eget regi. Det er derfor spesielt viktig at kraftstasjonsbetjeningen har visse elementære minimumskunnskaper om maling og malings-påføring.

Når arbeidet utføres med malingsentreprenør, er det vårt hovedinntrykk at kvaliteten ofte bestemmes av bestillerens kontrollør. Dette uansett hvor detaljert en kontraktsspesifikasjon er. I denne sammenheng er kontrollen av rengjøring og påføringsforhold minst like viktig som kontrollen av den ferdige malingsfilm.

Å gi en fullstendig innføring i problematikken omkring korrosjonshindrende maling på stål i løpet av to forelesningstimer slik kursprogrammet forutsetter, er ikke mulig. I stedet skal vi derfor ta for oss enkelte hovedpunkter som i denne sammenheng er vesentlige, og forøvrig vise til bl.a. vår Malingsspesifikasjon 2/79 samt Malingsorienteringen. Disse blir utdelt i forbindelse med kurset.

STATSKRAFTVERKENES MALINGSKOMITE

Det har vært en etablert praksis at den som bestiller vannkraftutstyret også spesifiserer hvilket malings-system som skal benyttes. Enkelte leverandører har sågar understreket dette prinsipp med uttalelser om at de er maskinbyggere og ikke malingsleverandører. Undertegnede tolker slike utsagn som signal om at firmaene selv ikke har den nødvendige "knowhow" når det gjelder korrosjonshindrende maling.

Stort bedre har det i mange tilfeller heller ikke vært med fagkunnskapen hos bestillerne. Det sier seg selv at det under slike forhold kan bli så som så med fornuftige malingsspesifikasjoner.

På denne bakgrunn tok Statskraftverkene i begynnelsen av 70-årene initiativ til dannelsen av et faglig samarbeidsutvalg. Dette skulle arbeide for økt kunnskap om korrosjonshindrende maling på stål i vannkraftmiljø.

Utvalget blir i dag ofte omtalt som "Malingskomiteen" eller "Statskraftverkernes Malingskomite". Foruten Statskraftverkene som har formannsvervet og som dekker komiteens utgifter, deltar følgende konsulenter og institusjoner.

- Roald Bjerck A/S, rådgivende ingeniører.
- Sivilingeniør Nybrø Hansen.
- Vassdragsregulantenenes Forening.
- Norges Skipsforskningsinstitutt.

Sistnevnte institusjon er komiteens faglige rådgiver.

Det kan nevnes at komiteen i forbindelse med sitt arbeid har forfattet og utgitt malingsspesifikasjoner for vannkraftutstyr og en detaljert malingsorientering. Dessuten administreres flere større forsøk med bl.a. forskjellige malingssystemer. Komiteen har også stor betydning som forum for utveksling av erfaringer og kunnskap.

MALINGERS OPPBYGGING

Skal man forstå hvorfor forskjellige malinger har egenskaper som til dels sterkt avviker fra hverandre, er det viktig å ha en viss kunnskap om hvordan en maling er oppbygget.

En maling kan bestå av følgende bestanddeler:

- bindemiddel
- pigmenter og ekstendere
- løsnings og tynningsmidler
- hjelpestoffer

Bindemiddel

Bindemidlet skal sørge for at malingens øvrige bestanddeler ikke faller fra hverandre, samt at malingen hefter til underlaget.

Vesentlige egenskaper som malingens tetthet (ugjennomtrengelighet), mekaniske styrke og graden av stabilitet i det miljø hvor malingen skal eksponeres, kan ofte i betydelig grad tilskrives bindemidlet.

Bindemidlet varieres fra den ene maling til den andre. Her nevnes naturprodukter som eksempelvis linolje, asfalt og tjære. I den siste mannsalderen har dessuten syntetiske bindemidler vunnet en stadig bredere plass. Vi kjenner alle mer eller mindre betegnelser som alkyd, polyester, epoksy, polyuretan, vinyl og klorkautsjuk

Pigmenter og ekstendere

Pigmentene øker malingens tetthet og i mange tilfeller også slitestyrken. Enkelte pigmenter er dessuten flakformede og kan i visse malinger bli liggende i malingsfilmens plan. Man får da en takstensvirkning. Dette er i særlig grad gunstig for tettheten.

Ellers bestemmer vanligvis valget av pigmenter malingens farge.

Sollys vil ofte kunne ødlegge malingens bindemiddel. I slike tilfeller blir pigmentenes oppgave å beskytte bindemidlet mot solstrålene.

Det er ofte en vekselvirkning mellom bindemiddel og pigment. Pigmentene kan eksempelvis påskynde malingens herding og tørking. I noen tilfeller vil de også kunne fange opp og reagere kjemisk med forurensninger som trenger inn i malingsfilmen. Filmen blir da tilsynelatende tettere enn det bindemidlet og pigmentstrukturen som mekanisk barriere alene skulle tilsi.

Det kan nevnes at de kjemiske reaksjoner foregår på overflaten av det enkelte pigmentkorn. Samlet pigmentflate pr. kvadratmeter malingsfilm kan derfor være av betydning. For en bestemt aluminiumspigmentert maling har leverandøren opplyst at man med en tørrfilmtykkelse på 300 μm har 3000 kvadratmeter pigmentflate pr. kvadratmeter malingsfilm.

Som eksempel på en reaksjon mellom pigment og bindemiddel, nevnes at blyoksyd (blymønje) og linolje kan reagere med hverandre og danne blyazelat. I vann vil dette stoffet under bestemte forutsetninger forhindre at stål korroderer. Beskyttelsen er imidlertid avhengig av at blyazelatet ikke vaskes ut av malingsfilmen.

Enkelte pigmenter er dessuten giftige. I den grad biologiske faktorer som eksempelvis bakterievirksomhet har betydning for malingens levetid, kan pigmentenes toksiske virkning tenkes å gi visse positive effekter. I faglitteraturen er imidlertid dette lite behandlet.

Ekstendernes oppgaver blir som regel undervurdert fordi de også omtales som fyllstoffer. Disse har imidlertid de samme oppgaver som pigmentene, men skiller seg fra disse ved at de ikke gir malingen farge. I mange tilfeller kan en maling gjøres billigere ved at pigmenter skiftes ut med ekstendere.

Det er alltid viktig at bindemiddel og pigmenter/ekstendere tilpasses hverandre. De kjemiske forhold i en malingsfilm med bl.a. reaksjoner mellom malingens enkelte bestanddeler, kan være komplisert og ha stor betydning for malingens korrosjonsbeskyttende egenskaper. I spesielle tilfeller kan dette føre til at et malingsprodukt som leveres i forskjellige farger, har noe varierende egenskaper avhengig av fargen. For enkelte pigmenter vil kontakten med bestemte bindemidler dessuten kunne medføre skadelige reaksjoner.

Løsnings- og tynnings-midler

Løsningsmidlene skal som navnet tilsier løse opp bindemidlet slik at malingen blir væskeaktig. Tynningsmidlene behøver derimot ikke nødvendigvis å være i stand til dette.

Tynningsmidlene er ofte billigere og mindre giftige og brannfarlige enn løsningsmidlene.

Sammen gir løsnings- og tynning-midlene malingen riktig konsistens slik at den kan påføres på de aktuelle flater med pensel eller sprøyte. For malingens egenskaper under tørking og herding har blandingsforholdet mellom de to bestanddelene stor betydning.

Hjelpstoffer

Enkelte bindemidler har etter at løsnings- og tynningsmidlene har fordampet, tendens til å bli harde og sprø. Dette gjelder særlig klorkautsjuk og vinylmalinger. For å kompensere for dette tilsettes det mykningsmidler.

For malingsfilmens levetid kan det ha betydning hvilket mykningsmiddel som benyttes. Dette fordi enkelte myknere har tendens til å fordampe eller bli vasket ut av malingen når denne er eksponert i vann.

Malinger med harde bindemidler kan også modifiseres ved tilsetning av mykere bindemidler. Eksempelvis hender det at klorkautsjukmalinger myknes med alkydoljer. Avhengig av alkydmengden vil malingen da få egenskaper som nærmer seg alkydmalingenes egenskaper.

Det er imidlertid ikke bare malingens mykhet som påvirkes av hjelpestoffer. Her kan bl.a. nevnes tørkehastighet, tixotropi, strykbarhet, utflytning, glans, skinnthøring, fordeling av pigmenter etc.

Et bestemt hjelpestoff virker nødvendigvis ikke gunstig for alle disse egenskapene. Ofte kan hjelpestoffet sågar ha negativ innvirkning på enkelte egenskaper. Konklusjonen blir derfor at det er vanskelig å lage en universalmaling som tilfredstiller alle behov.

MALINGSTYPER

Inndeling_i_grupper

For mange malinger er det slik at de etter påføring blir faste ved at løsnings- og tynnings-midlene fordampes.

Enkelte malinger må imidlertid umiddelbart før bruk blandes med en herder. Man sier da at dette er en to-komponent-maling i motsetning til de foregående typer som er en-komponent.

Malinger laget på linolje- eller alkydolje-basis er egentlig slik at de herder ved opptak av oksygen fra luften. Selv om det her er et stoff som må tilføres, blir disse malingene likevel kalt en-komponent-malinger. Det samme gjelder også malinger hvor herdeprosessen er avhengig av at det fra omgivelsene tilføres fuktighet.

Malinger blir dessuten inndelt i grupper etter andre kriterier. Her kan man eksempelvis referere til binde-midlet og snakke da om alkydmalinger, klorkautsjuk-malinger, eposymalinger osv.

I andre tilfeller kan pigmentene være av betydning. Eksempler på dette er blymønjemaling, sinkpulvermaling, jernoksydmaling osv.

En fjerde måte å inndeale malinger på, er å referere til bruksområdet. Her nevnes shopprimere, grunningsmalinger, dekkmalinger (sistestrøk) eller den mere runde betegnelsen skipsmalinger.

En fyldig omtale av de enkelte malingstyper finner en i Malingsorienteringen. I det følgende skal det derimot gis et kort sammendrag.

Shopprimere

Shopprimere er en malingstype som temporært skal beskytte flatene på en stålkonstruksjon mens denne er under fremstilling i et verksted. Dette kan dreie seg om tider fra ca. 1/2 til 2 år, hvilket betyr at man her normalt kun har behov for meget tynne malingsfilmer.

For shopprimerne er det et krav at behandlende flater skal kunne skjæres og sveises uten skadelige følger for verken operatøren, materialet eller verktøyet.

Shopprimerne kan stort sett deles inn i to hovedtyper, de sinkrike, ofte med epoksy eller etylsilikat som binde-middel, og jernoksyd-primerne. Noen typer kan også ha en etsende virkning. Se: Etsprimere.

Etylsilikatprimerne herder ved opptak av fuktighet fra luften. Eksponeres flater som er malt med denne type primer i meget tørre omgivelser, kan en risikere at bindemidlet ikke oppnår den nødvendige fasthet før over-maling. Det kan i denne sammenheng vises til en rekke uheldige eksempler.

Ut fra et korrosjonssynspunkt vil de sinkrike primerne være å foretrekke. På den annen side er disse også be-heftet med en rekke ulemper. Her kan nevnes uheldige virkninger for den malingen som senere skal legges oppå i det denne ofte kan løsne fra underlaget. Dette gjelder særlig dersom shopprimeren overmales kort tid etter på-føringen eller at den legges på i for tykk film. Skaden registreres ofte som vannfylte blærer i malingen.

Risikoen for sinkfeber når det sveises, brennes og slipes øker også med shopprimerens tykkelse. Disse forhold har derfor ført til et krav om en maksimaltykkelse på 25 um.

Sinkprimerne er ofte også porøse slik at rengjøringen etter at konstruksjonen har blitt oversprøytet med bor-olje i eksempelvis en verktøymaskin, kan bli meget problematisk.

På grunn av sinkprimernes ulemper ser det derfor nå ut som om shoppriming med jernoksyd etter hvert vil få større betydning. Når det gjelder fargevalg er de gule typer å foretrekke fremfor de røde. Dette fordi man da lettere kan oppdage eventuelle rustgjennomslag.

Etsprimere

Bindemidlet er ofte polyvinylbutyral, og pigmentet kan eksempelvis være jernoksyd eller sinkkromat. Malingen har etsende virkning og brukes som et tynt førstestørk på bl.a. sink- eller aluminiumsflater. Formålet er å forbedre heften for den malingen som senere skal påføres. Filmtykkelsen må imidlertid være liten, ca 20 um. Blir den vesentlig mere enn 25 um, kan det oppstå problemer med heftfastheten for den malingen som legges oppå. Tørketiden bør være 2-3 døgn før overmaling.

Det må også nevnes at kromatforbindelsene gir økt kreft-risiko for den som er i kontakt med dem.

På varmforsinkede flater kan man som alternativ til etsgrunning foreta en lett sandblåsing med redusert lufttrykk.

Blymønje

Blymønjene har tidligere vært meget populære innen vannkraftmiljøet. Pigmentet, rødt blyoksyd, ble opprinnelig blandet i linolje. Fra midten av 50-årene fikk alkydoljer som bindemiddel, stadig større utbredelse. Dette bl.a. fordi alkydoljene herder langt raskere enn linoljen.

I dag er blymønjemalingene vanligvis laget på alkydbasis. I enkelte tilfeller forekommer det imidlertid også kombinasjoner av alkydolje og linolje.

Blymønjenes styrke ligger først og fremst i pigmentet. Dette vil i en viss grad, på samme måte som sinkpigment, kunne oppfange skadelige forurensninger som trenger inn i malingsfilmen, og ved dette hindre at disse når inn til stålet slik at dette begynner å korrodere.

Svakheten ved blymønjemalingene er på den annen side at bindemidlene ikke har tilstrekkelig stabilitet i vann.

Blyoksydene er dessuten giftige og flyktige. Ved sveising, sliping og brenning på mønjede konstruksjoner, vil det derfor dannes gasser som det er farlig å innånde.

Når en blymønjemaling blir gammel, får den ofte en hård og glatt overflate. Dette skyldes dannelsen av blyåper og kan gjøre overmaling problematisk hvis overflaten ikke på forhånd blir "rubbet opp" ved eksempelvis sandblåsing. Ved sandblåsing må man ellers være klar over at støvet er meget giftig.

Undertegnede vil pga. bindemidlenes egenskaper fraråde at blymønje benyttes på vannberørte flater når det forventes at malingsfilmen skal stå i mere enn 8 - 10 år. Ut fra helsemessige hensyn bør man dessuten være restriktiv når det gjelder bruken av blymønje.

Alkydmalinger

Det finnes alkydoljer av ulik type. Avhengig av fettinnholdet snakker man om fete og magre oljer. Disse kan blandes i forskjellige forhold. Ofte blir alkydoljene også modifisert med andre oljer. Med den store mengde hjelpestoffer som i tillegg står til malingsprodusentens disposisjon, vil man derfor kunne lage malinger med vidt forskjellige egenskaper. Generelt gjelder det imidlertid at bindemidlene ikke har tilfredsstillende stabilitet i vann.

Avhengig av den farge som er ønsket, blir forskjellige pigmenter benyttet. Brukes blymønje som grunningsmaling, kan det være å anbefale at det over denne legges et toppstrøk med en vanlig alkydmaling. Dette kan bidra til å redusere de ovenfornevnte overmalingsproblemer.

Klorkautsjukmalinger

Denne malingstypen blir i stor utstrekning anvendt på stålkonstruksjoner som står utsatt for vær og vind. Den kan også benyttes under vann.

I likhet med alkydmalingene leveres klorkautsjukmalingene i en rekke forskjellige farger.

For særlig korrosjonsutsatte flater anbefales aluminiums-pigmenterte primere.

En av svakhetene ved klorkautsjukmalingene er at det i enkelte tilfeller har skjedd en spalting i bindemidlet. Er malingen i kontakt med fuktighet, kan dette føre til dannelse av saltsyre og at hele malingsfilmen etter hvert bryter sammen. Malingsprodusentene hevder på sin side at de har løst dette problemet. Ikke desto mindre har vi i forbindelse med våre malingsforsøk sett at egenskapene for en og samme maling har vært vidt forskjellige fra en produksjonsserie til en annen.

Selv om klorkautsjukmalingene er forholdsvis resistente i vann, er de svake ovenfor olje og fett. Der hvor mye oljesøl kan forekomme, bør følgelig denne malingstype ikke benyttes.

Klorkautsjukmalingene inneholder noe karbontetraklorid. Dette stoffet er kreftfremkallende.

Ellers får klorkautsjukmalingen under innvirkning av sollys en gultone. De har også tendes til å bli sprø når de eldes.

Tjære- og asfalt-malinger

Tjæremalingene lages av tjære som fremstilles av kull.

Asfalt er derimot et destilat fra jordolje i den grad det ikke dreier seg om naturlig asfalt. Denne kommer fra såkalte asfaltsjøer som finnes på en rekke steder rundt omkring i verden. En annen betegnelse for asfaltemalinger er bitumen.

Kjemisk er det stor forskjell på tjære og asfalt. Mens asfalt er løselig i white-spirit, er det nødvendig med langt sterkere løsningsmidler for å løse tjæremalingene. Kontakt med tjærestoffer gir dessuten forøket kreft-risiko.

Tjære og asfalt er ypperlige bindemidler for malinger som skal benyttes under vann. Stoffene har dog ikke rusthindrende virkning på annen måte enn at de danner meget tette filmer og således hindrer oksygen, vann og forurensninger i å nå inn til stålet.

Tørrstoffinnholden i malingene er som regel meget høyt. Man kan derfor med få strøk bygge opp tykke filmer.

Av farge er tjære- og asfalt-malingene mørke. Enkelte typer blir aluminiumspigmentert. Dette gir malingene en noe lysere fargenyans. Aluminiumspigmentene, ofte i form av flak, øker dessuten malingsfilmens tetthet og mekaniske styrke ytterligere. Som ekstendere kan man ha talk, asbest eller silisium.

En ulempe ved tjære og asfalt-malingene er at de når de utsettes for sollys, har en tendens til å sprekke i overflaten slik at denne får en viss likhet med krokodillehud. Man sier malingen krakelerer. I enkelte tilfeller hender det også at malingene blir skjoldete. Ovennevnte feil har imidlertid stort sett kun kosmetisk betydning.

Smelteasfaltene utgjør en egen gruppe belegg. Disse inneholder ikke løsnings- og tynningsmidler. I stedet gjøres de flytende ved oppvarming til ca. 200 °C, og kan da påføres stålflaten med pensel. Belegget er "tørt" så snart temperaturen har sunket til omgivelsestemperatur. Etter det vi vet eksisterer det i dag ikke sprøyteutstyr for smelteasfalt.

Smelteasfalt blir ofte påført i tykkelser fra 1 til 3 mm. På grunn av at filmen har tendens til å bli hård og sprø ved temperaturer ned mot 0 °C, kan det være en fordel å armere den med gassfiber eller annet fibermateriale.

Vinylmalinger

Rene vinylmalinger er lite brukt innen vannkraftmiljøet. Mere vanlig er derimot de tjæremodifiserte.

Vinyltjæremalingene er i utgangspunktet meget tette, vannbestandige og slitesterke, men aluminiumspigmentering vil også her øke såvel tetthet som mekanisk styrke ytterligere. Den mørke malingen får dessuten ved aluminiumspigmenteringen en lysere fargenyans. Vinylr med to-basiske karbonsyrer kan imidlertid ikke pigmenteres med aluminium.

At det også finnes helt lyse vinyltjæremalinger, har sin årsak i den noe feilaktige betegnelsen "bleket tjære". I virkeligheten er dette en syntetisk harpiks som fremstilles ved polymerisasjon av visse bestanddeler i stenkulltjære. Etter manges mening skiller likevel egenkapene for de blekede vinyltjærene seg i liten grad fra de mørkere typene. For ordens skyld bør det også påpekes at grå Comastic, som i mange år ble brukt i vannkraftmiljøet i den tro at dette var bleket vinyltjære, ikke tilhører denne malingstype.

Epoksymalinger

Bindemidlet for disse malingene er epoksy. Ettersom de bl.a. er to-komponent-malinger, vil et malingsskikt som påføres oppå et annet, ikke kunne løse opp dette. Ved overmaling av gamle malingsfilmer kan det derfor bli store problemer med å oppnå tilstrekkelig heftfasthet. I tillegg har epoksyene ofte vanskelig for å herde under 10 °C, stiller strenge krav til forbehandlingen av underlaget (Sa 3) og har tendens til å bli sprø når de blir gamle. Man har derfor innen vannkraftmiljøet i Norge hatt en rekke motforestillinger mot å bruke denne malingstypen. Dette til tross for at malingene i utgangspunktet er meget sterke, tette og resistente ovenfor ytre kjemiske påvirkninger.

En modifisert epoksymaling som i utlandet har fått stor anvendelse innen vannkraftmiljøet, er Inertol Poxytar F. Dette er en tjæreepoksymaling med forholdsvis lavt epoksyinnhold. Ved denne malingen kombineres flere av de gode sidene ved både tjære- og epoksy-malinger, dog uten at alle ulemper derved blir eliminert. Enkelte referanser som vi har fått fra utlandet, går ut på at ståltemperaturen ikke må underskride 5 °C ved påføring. Det sies også at malingen blir noe sprø etter 20-25 år.

Ut fra yrkeshygieniske forhold har epoksymalingene vært i søkelyset. Arbeid med epoksy kan bl.a. være forbundet med større allergiproblemer. Hovedregelen er at epoksymalinger ikke bør brukes når andre malinger fullt ut kan erstatte dem.

Polyuretanmalinger

I likhet med epoksymalingene er dette i hovedsak to-komponent-malinger. Dog finnes også en-komponent-typer som herder ved opptak av fuktighet fra omgivelsene.

Polyuretanmalingene har mange likhetstrekk med epoksymalingene. Dette gjelder både fordeler og ulemper.

Malingstypen leveres i mange farger. Fra utlandet meldes det at de i en viss grad har blitt benyttet på vannberørte flater i vannkraftanlegg når det har vært spesielle krav til lyse farger.

VOKSPRODUKTER

Voksproduktene adskiller seg prinsippielt fra de konvensjonelle malinger ved at de har en annen oppbygging. Av voksprodukter markedsfører eksempelvis Valvoline Oil en rekke forskjellige typer som går under betegnelsen Tectyl. Det finnes også andre leverandører.

Voksproduktene utgjør en uensartet gruppe hvor de enkelte typer kan ha ulike egenskaper. Stort sett er det de tykkere typene som er bassert på voks, mens de mere tyntflytende kan sammenlignes med oljeprodukter. Det finnes også spesielle typer hvor det benyttes en blanding av voks og bitumen.

Enkelte voksprodukter inneholder vannløslige stoffer. Brukes disse permanent under vann, vil man få en utvasking som forandrer produktenes egenskaper. På den annen side er det også en rekke typer som har meget god vannbestandighet. I hvert enkelt tilfelle vil man fra leverandørene kunne få opplysninger om hva som bør brukes.

Når det gjelder diffusjonstetthet og vanngjennomgang kan voksproduktene oppvise de samme resultater som vanlig malingsfilmer. Malingsfilmene har imidlertid den spesiell ulempen at de sprekker ved den underrusting og blæring som oppstår når malingen påføres på fuktige eller dårlig rengjorte flater. Voksproduktene er derimot så myke at de ved en viss underrusting sannsynligvis bare deformeres og således likevel beholder sin tetthet.

Det har ved kraftverkene vært vist stor interesse for disse produktene, og det er gjort forsøk med dem flere steder. For permanent neddykkede flater har man enda ikke kommet frem til noe egnet produkt, men Valvoline Oil utfører for tiden visse forsøk i samarbeid med Tessa kraftverk. Til bruk utenpå rør som ligger i dagen anbefaler Valvoline stort sett Tectyl 140 B som primer og 121 B som topcoat. Dette systemet ser ut til å stå bra, men det understrekes også at det ikke egner seg for permanent bruk under vann.

Malingskomiteen har ellers testet Tectyl 140 B/121 B i kondensskammer. Her "emulgerte" prøven etter forholdsvis kort tid slik at systemet tilsynelatende i sammenligning med klorkautsjuk og tjære/asfalt-produkter må ansees som mindre bra. På den annen side skal man heller ikke se bort fra at voksproduktene av natur er så spesielle at kondensskammerprøver blir missvisende. Før man kan svare endelig på dette, må nye undersøkelser utføres.

Vedrørende bruken av voksprodukter vil vi foreløpig fraråde at disse brukes innvendig i vannfylte rør og på permanent neddykkede flater. I luft og tildels fuktig miljø ser det ut til at voksproduktene bør ha mulighet for å stå bra, men det understrekes også at man innen vannkraftbransjen enda ikke har langstidserfaringer med disse.

STANDARDISERING AV MALINGER

Som vi tidligere har påpekt, vil en malingsprodusent ved modifisering av bindemidler samt valg av pigmenter, eks-tendere og hjelpestoffer kunne variere en malings egen-skaper i meget høy grad. Det har derfor lenge vært et ønske hos brukerne av maling at man her skulle få materialstandarder på samme måte som man i mange år har hatt for metalliske materialer.

I skrivende stund foreligger følgende malingsstandarder:

NS 5400 Korrosjonshindrende grunnmaling.

Alkydbasert blymønjemaling. Ordinær type.

NS 5401 Alkydbasert dekkmaling. Ordinær type.

NS 5402 Korrosjonshindrende grunningsmaling.

Alkydbassert, blyfri.

NS 5403 Korrosjonshindrende grunnmaling.

Tokomponent epoksymaling.

NS 5404 Korrosjonshindrende dekkmaling.

Tokomponent epoksymaling

NS 5405 Korrosjonshindrende tokomponent epoksyttjæremaling.

Nye standarder for henholdsvis klorkautsjuk- og vinyltjære-malinger er dessuten nå under trykking og vil bli utgitt i løpet av forhåpentlig få måneder.

Det er å håpe at bruken av standardene kan bli innarbeidet. For større og viktige malingsarbeider kan det komme på tale å forlange materialprøver i henhold til standarden. At dette er noe som bestilleren til syvende og sist må betale, tror vi vil oppveies av at både malingsleverandør og entreprenør vil vie kvaliteten av sine leveranser større oppmerksomhet. Muligens kan dette lede til lengere levetid for malingsystemene.

FORBEHANDLING FØR MALING

Skal en malings egenskap utnyttes i korrosivt miljø, vet en fra en rekke forsøk at underlaget må være rent. Med dette menes at ikke bare rust skal fjernes. Like viktig kan det være å få bort vannløselige salter, olje, fett og støv.

Sandblåsing som er den mest økonomiske form for rustfjerning i større målestokk, fjerner imidlertid ikke alltid de vannløselige saltene. Disse kan eksempelvis være veisalt eller sjøsalt påført konstruksjonen under transport, og i noen grad også flussmidler fra sveising. Ellers er ofte de atmosfæriske forhold den viktigste kilde til denne type forurensning. Den beste måten å fjerne disse forurensningene på, er å spyle flatene med rent vann. Er flatene på forhånd ikke primet, kan løsrusten som dannes etter spyling og opptørring, fjernes ved en lett sand-sviping.

Maler man oppå vannløselige salter, vil dette når malingen siden eksponeres i ferskvann, føre til bløring og siden rustgjennomslag. Det antas at dette kan være noe av årsaken til de mange feil en særlig ser i malingsfilmen i nærheten av sveisesømmer.

For fjerning av olje og fett på eksempelvis konstruksjoner som har blitt maskinert, finnes det flere metoder uten at vi derved vil anbefale alle like varmt. Bruk av emulgerende oppløsning og etterspyling med varmt vann eller damp synes dog å være det gunstigste når større komponenter skal rengjøres. Ofte blir likevel større maskinkomponenter forsøkt rengjort med vaskefille og løsningsmidler. I mange tilfeller oppnår man ved dette kun å fordele fettene jevnere ut over konstruksjonen.

Fett på flater som males, fører til at malingen hefter dårligere til underlaget. I noen tilfeller kan den også løsne fullstendig.

Ved sandblåsing dannes det store mengder støv som legger seg på konstruksjonene. Det er ofte vanlig å fjerne dette ved å blåse med trykkluft. Resultatet kan i mange tilfeller bare bli at støvet flyttes fra et sted til et annet. I tillegg kan det med blåseluften påføres konstruksjonen både vann og olje. Det er derfor å foretrekke at flatene blir støvsuget.

For rengjøringen stiller Malingsspesifikasjonen det krav at alle flater som behandles i verksted, skal sandblåses til Sa 2 1/2 (SIS 055900-1967). I forbindelse med arbeider utført på anlegg, godtas også stålborsting og sliping. Da de sistnevnte metoder har en rekke ulemper, vil dette antagelig bli tatt opp til ny vurdering i forbindelse med neste utgave av Malingsspesifikasjonen. For fjerning av salter, olje og fett har man til nå ikke hatt noen standard å vise til. Rengjøringen må derfor i disse tilfellene foregå etter beste skjønn.

I spesifikasjoner for malingsarbeider innen "offshore" har det vært vanlig å spesifisere en bestemt ruhet som flatene skal ha etter sandblåsing. Dette skal være av hensyn til malingens heft mot underlaget. For de malinger vi benytter innen vår bransje, har vi ikke registrert for dårlig heftfasthet som følge av glatt flate etter sandblåsing. Av denne årsak har vi heller ikke funnet grunn til å spesifisere minimumsruhet. Ønsker man likevel å gjøre dette, bør man samtidig angi hvilket måleinstrument som skal benyttes. Dette fordi det i dag ikke er noen generell enighet om standardisert målemetode.

På den annen side kan en flate som rengjøres ved sliping, bli meget glatt. Det er derfor klokt selv om man ikke stiller krav til ruhet, at man likevel er klar over problemet.

Ved sliping må forøvrig annen maling i nærheten av slipestedet dekkes slik at den ikke utsettes for den glødende slipesprut.

Ellers kan det også nevnes at stor ruhet øker den malingsmengden som er nødvendig for å fylle ujevnhetene i flaten slik man over toppene oppnår nødvendig minimumstykkelse. Så lenge malingsentreprenøren skal holde malingen til fast pris, betyr imidlertid dette lite for bestilleren.

Til tross for det som er sagt foran, er det likevel et faktum at enkelte malingsleverandører markedsfører produkter som i følge reklamen skal kunne brukes på ikke rengjort og rustent underlag. Vi må imidlertid på det sterkeste fraråde at slike produkter tas i bruk der miljøet er meget korrosivt. Hovedinntrykket er, ut fra våre erfaringer, at produktene ikke holder mål. På sikt er det dårlig økonomi i å spare på rengjøringen.

FUKTIGHET

Flater som skal males, må også være tørre. I henhold til Malingsspesifikasjonen og krav fra seriøse malingsprodusenter skal stålflatens temperatur minst ligge 3 °C over luftens duggpunktstemperatur. Med duggpunktstemperatur menes den temperatur da fuktigheten i luften begynner å kondensere som dugg på en flate eller som tåke.

Overalt hvor det kan være misstanke om fuktighet, må ståltemperatur og luftfuktighet måles jevnlig.

Utsagn som at man ved sandblåsing fjerner fuktigheten på stålet, er rett og slett tøv.

Malinger som i henhold til reklamen spiser fuktighet, har vi generelt liten tro på.

Tilfredsstilles ikke kravet om at ståltemperaturen skal ligge minst 3 °C over duggpunktet, må enten stålet varmes opp, eller luften avfuktes.

Flater som det skal påføres maling på, bør imidlertid ikke være for varme. Som retningslinje frarådes det malingspåsprøyting på flater når ståltemperaturen overskrider 35 °C. Maler man likevel på slike flater, eksempelvis like etter flamrensning, kan man risikere at malingen ikke fukter underlaget og derfor heller ikke hefter til dette.

Ved gjennomføringen av større malingsarbeider i eksempelvis sugerør, tilløpsrør og ved luker i fjellrom, bør man like godt fra begynnelsen innstille seg på at avfuktning må benyttes og fjellvegger draperes med plast i den grad disse har vannsig.

Avfuktningsaggregater med kapasitet opptil 15 000 m³/h kan leies. Ved større arbeider i eksempelvis trykksjakter kan avfukterleien utgjøre 5 - 10% av totalkostnadene.

Flater som males ute i friluft, kan i noen tilfeller bli utsatt for regn like etter påføringen. De vanlige malingstypene vil ikke ta særlig skade av dette hvis filmen på forhånd har fått anledning til å tørke i 2 - 3 timer. For rene epoksymalinger kreves imidlertid vesentlig lenger herdetid.

Når det gjelder malinger som skal brukes under vann, har man ofte krevet at malingen skal få tørke/herde i minst en uke etter siste malingspåføring før flatene dykkes.

PÅFØRINGSTEKNIKKER

På større flater er høytrykkssprøyting den vanligste form for påføring av de forannevnte malingsssystemer.

Det finnes i markedet også spesielt utstyr for varmsprøyting hvor malingen i sprøyteutstyret blir oppvarmet til ca. 60 °C. Dette må imidlertid ikke forveksles med det prinsipp at man ved vanlig høytrykkssprøyting varmer opp malingen i malingsspannet til 20 - 30 °C.

Ved varmsprøyting får en imidlertid en sterk avdamping av løsningsmidler fra malingen på veien fra sprøytepistolen til stålflaten. Ved for stor avstand risikerer man tørrsprøyting. På den annen side ser det ut som man ved varmsprøyting kan legge meget tykke malingsfilmer uten å risikere porer i samme grad som ved vanlig høytrykkssprøyting, hvor man av denne årsak setter maksimal tørrfilmtykkelse pr. strøk til ca. 70 - 80 µm.

Et alternativ til sprøyting er påføring med pensel eller malerrulle. Det har imidlertid vært en oppfatning at rullen ikke arbeider malingen like godt inn i flatene som penselen. Penselen kan derfor være å foretrekke.

Skal man sammenligne sprøyting og påføring med pensel, blir malingsfilmen stor sett av samme kvalitet så lenge flatene er uten groptæringer og slik at man på en anstendig måte kan komme til med sprøyten. Påføring med pensel gir imidlertid ikke porer i malingsfilmen. Ved kompliserte geometrier hvor det er kroker og trange rom, vil en påføring med pensel by på store fordeler.

På sterkt groptærende flater har likeledes penselen fortrinn. Dette fordi den lettere kan fylle gropene med maling. Er det i malingen sterke løsningsmidler, skal man imidlertid være klar over at det i de dype gropene kan dannes inneslutninger av løsningsmidler. Etter en stund synes det så som om disse trenger ut til overflaten. Det åpnes da et hull innover i gropen. Dette kan det være vanskelig å tette ved senere malingsstrøk.

At påføring med pensel er dyrere enn påføring med høytrykkssprøyte, er noe de aller fleste er klar over. Man skal imidlertid også huske at sandblåserarbeidet med rigging etc. krever brorparten av ressursene ved et større malingsarbeid. I forhold til totalomkostningene behøver derfor ikke nødvendigvis en fornuftig bruk av penselpåføring å fordyre arbeidet i nevneverdig grad. Tvert imot vil dette i enkelte tilfeller kanskje kunne øke malingsfilmens levetid slik at den lokale bruk av pensel muligens kan vise seg å være det mest lønnsomme. Disse forhold må imidlertid vurderes fra tilfelle til tilfelle.

MALINGSFILMENS LEVETID

Innledningsvis har vi påpekt at malingsfilmens levetid kan variere fra 5 til 30 år. Årsaken til at den er begrenset kan imidlertid variere fra tilfelle til tilfelle.

Utsettes konstruksjonene for is, sand eller stein kan det oppstå mekaniske skader i malingsfilmen. Is-skader er blandt annet forholdsvis vanlig for damlukers vedkommende når disse er montert i damkronen. Av andre mekaniske faktorer kan nevnes skader som følge av sterk turbulent vannstrømning. For visse flater i forbindelse med høytrykks tappeluker kan det således være vanskelig å finne egnede malingsystemer.

En annen vanlig årsak til skade er at det gjennom malingen i alt for stor grad trenger fuktighet og forurensninger. Følgen blir rust under malingsfilmen, blæring etc. Det samme kan forøvrig iakttas dersom det er for stor fuktighet ved eller umiddelbart etter malingspåføringen, eller dersom rengjøringen før malingspåføringen er utilfredsstillende.

Enkelte malinger har ikke tilstrekkelig stabilitet i det aktuelle korrosjonsmiljø. Eksempelvis kan det foregå kjemiske reaksjoner i malingsfilmen slik at denne nedbrytes (spalting i klorkautsjukmalinger), eller det kan dreie seg om utvasking av visse komponenter som er av betydning for malingsens holdbarhet.

I det siste har man også satt søkelyset på de biologiske faktorer. Størst interesse synes i denne sammenheng å være viet de såkalte jernbakterier og de sulfatreduserende bakterier. Det finnes imidlertid en rekke forskjellige mikroorganismer som lever i eller omkring en malingsfilm og man skal heller ikke se bort fra at enkelte kan "spise" maling. Foreløpig er det imidlertid noe uklart hvilken praktisk betydning dette har. I forbindelse med vannkraftverkens problemer kan det imidlertid nevnes at vårfluelarvene som ofte blir gjort ansvarlig for rustknoller, neppe har noe å gjøre med dette.

Skal man således oppnå lengst mulig levetid for et malingsystem, er det derfor viktig å være klar over de forhold som er nevnt foran.

For det første må det velges en maling som har tilstrekkelig mekanisk styrke. Deretter er det viktig at malingen er kjemisk stabil i det miljø den skal eksponeres i. Sist, men ikke minst er det av største betydning at malingen, hvis den skal benyttes i meget fuktig miljø eller under vann, er så diffusjontett som mulig.

At diffusjonstettheten øker med malingstykkelsen skulle kunne være en selvsagt ting. Her har det imidlertid vist seg at man for en rekke tykkfilmsmalinger ikke har fått den levetid som tykkelsen skulle tilsi. Årsaken er ikke helt klarlagt, men man skal ikke se bort fra at porene som ofte oppstår i forbindelse med HT-sprøyting av visse malinger i meget tykke strøk, kan være en av årsakene. Et annet spørsmål er i hvilken grad man er istand til å få løsningsog tynnings-midlene ut av malingsfilmen når denne blir for tykk.

På bakgrunn av dette mener en i dag at man med de mere konvensjonelle malinger har en optimal tørrfilmtykkelse på ca 300 um. Av hensyn til risikoen for porer settes dessuten maksimal nominell tørrfilmtykkelse pr strøk til 70-80 um. For smelteasfalter er det derimot vanlig å spesifisere en filmtykkelse på 1-2 mm.

Et spesielt problem har man når det tas drikkevann fra vannkraftanleggets vannsystem. Så lenge kraftstasjonen er i drift vil neppe vannets kvalitet påvirkes i nevneverdig grad av de malingssystemer som blir benyttet. Har man derimot stillestående vann, hvilket inntreffer i perioder med driftsstans, blir forholdet et annet. Drikkevannet kan da forurenses av malingen på en slik måte at de grenseverdier som for dette som er satt ut fra helsemessige hensyn, blir overskredet. Ved korrosjonsbeskyttelse av større flater i kraftverkets vannsystem når det skal tappes drikkevann fra dette, må det derfor benyttes malingstyper som er godkjent for drikkevannsforskyningsanlegg. Dette betyr at de tradisjonelle tjære-, vinyltjæreog klorkautsjuk-malingene ikke kan benyttes. På den annen side er enkelte "blåste" asfaltmalinger godkjent. Malingsleverandørene kan i denne sammenheng gi råd vedrørende de aktuelle produkter. Det bør ellers påpekes at det i drikkevannsforskyningsanlegg også brukes andre typer belegg enn det man vanligvis forstår med maling. Sement er et av disse.

HELSE- og RISIKO VED MALINGSARBEIDER

Ved malingsarbeider er det vanlig å vise til malingens YL-tall. Dette angir hvor mange kubikkmeter luft som er nødvendig for at løsnings- og tynnings-midlene i en liter maling kan innåndes uten at risikoen for helseskade overskrider et akseptert nivå.

På grunnlag av YL-tallet beregnes malingens YL-gruppe. Ut fra denne angir forskriftene enkelte av de beskyttelses tiltak som skal iakttas.

Man må imidlertid være klar over at YL-tallet kun tar hensyn til malingens løsnings- og tynnings-midler, og at en maling kan ha både bindemidler, pigmenter og hjelpestoffer som er giftige.

Tidligere har vi nevnt at malinger med kromater eller tjære inneholder komponenter som kan gi økt risiko for kreft. Det er nå bestemt at det på emballasjen for slike malinger skal trykkes en advarsel. Hvorvidt dette også skal gjøres gjeldende for klorkautsjukmalingerne er derimot noe uklart.

Avbrenning av malingsfilm kan få alvorlige følger for den som eventuelt måtte innånde røkgassen. Her rettes det ikke bare en pekefinger mot sinkrike primere og blymønje. Andre malinger kan også gi betydelig helserisiko.

Ved sandblåsing er det forbud mot å bruke kvartssand. Man skal likeledes være forsiktig når gammel blymønje eller annen giftig maling skal fjernes. Støvet er i disse tilfellene meget skadelig.

Ellers er det et faktum at de yrkeshygieniske grenseverdier for forskjellige stoffer er satt opp i det man antar at stoffene virker allene. Utsetter man seg for flere stoffer samtidig, kan imidlertid de skadelige virkninger forsterkes betraktelig i forhold til det som er summen av enkeltvirkningene.

Mange løsnings- og tynningsmidler er brann- og eksplosjonsfarlige. Her er det viktig å sørge for god ventilasjon under malingspåføringen. Elektrisk utstyr som kan komme i forbindelse med løsningsmiddeldampene, bør så langt det er mulig være i eksplosjonssikker utførelse.

Hovedregelen vil ellers alltid være at man ved utføringen av et malerarbeid må iverksette alle nødvendig sikrings tiltak. Alt for ofte ser en desverre at betydningen av dette blir undervurdert. Det må også tilføyes at det på den som spesifiserer malingssystemet, ligger et moralsk ansvar. Har man to malingssystem som er teknisk og prismessig forholdsvis sammenlignbare, bør det system velges som gir minst helserisiko.

HVILKET MALINGSSYSTEM SKAL MAN VELGE?

Generelt

Underlaget som en maling skal påføres på, må alltid være tørt og rent som angitt i Malingsspesifikasjonen.

Skal flatene shopprimes, bør sinkrik epoksyprimer eller gul jernoksydprimer benyttes. Andre primere kan også være aktuelle, men man må alltid kontrollere at de kan overmales med den malingstypen som senere skal legges oppå. Rustgjennomslag i shopprimeren sandblåses før overmaling.

Tørre flater

For flater som skal eksponeres i luft hvor det ikke er problemer med fuktighet, anbefales en korrosjonsbeskyttelse bestående av to strøk alkydmaling.

Fuktige flater og flater under vann

For fuktige eller vannberørte flater hvor det er nødvendig med lys farge, er forslaget klorkautsjukmaling i tørrfilmtykkelse 300 um. Den aluminiumspigmenterte malingen antas å være best. Ønskes det en bestemt farge, kan denne legges som et toppstrøk. OBS: Klorkautsjuk er ikke oljebestandig.

For fuktige eller vannberørte flater hvor det ikke er nødvendig med lys farge, og hvor vannhastigheten er under 8 - 10 m/s, benyttes asfalt, tjære- eller vinyltjæremaling. Aluminiumspigmenterte malinger antas også her å være best. Hvor hastigheten overskrider 10 m/s bør vinyltjære med eller uten aluminiumspigment benyttes. I enkelte tilfeller kan det også være aktuelt å benytte en tjære-epoksymaling. Tørrfilmtykkelsen settes over alt lik 300 um.

For neddykkende konstruksjoner hvor det senere kan være vanskelig å fornye malingsfilmen, bør smelteasfalt i tykkelse 1 - 2 mm vurderes mot aluminiumspigmentert vinyltjære - eller tjære-epoksymaling, begge i filmtykkelse 300 um. I strømmende vann har en imidlertid flere eksempler på at smelteasfalt har løsnet i større flak.

Nedgravde rør

For rør som skal nedgraves kan det eventuelt være riktig å belegge utsiden med armert smelteasfalt. Med egnet påføringsteknikk vil dette også være en kostnadsmessig fordelaktig korrosjonsbeskyttelse.

Blymønje som korrosjonshindrende maling

Blymønje anbefales egentlig ikke for noen av de ovenfornevnte bruksområder. Det kan imidlertid som eksempel nevnes at man ved Tonstad har malt sugerørskonusene utvendig med blymønje. Her blir flatene skrapet, børstet og malt med ca. 4 - 6 års mellomrom. Under slike forhold kan blymønje være ok.

I en del litteratur blir det hevdet at blymønje er mindre kresen når det gjelder underlaget, enn annen maling. Blymønjetilhengerne viser i denne sammenheng til prøver som i sin tid ble utført i Gøteborgs frihavn. Prøvene omfatter imidlertid kun alkyd - og linolje-malinger, og er dessuten eksponert i luft. Kondensskammerprøver som Malingskomiteen har utført med blymønje og andre malinger, viser imidlertid at blymønjene sammenlignet med klorkautsjuk - og tjære-malinger kommer til kort. Dette gjelder både når malingene er påført på rent og tørt sandblåst underlag, samt rustent, stålborstet og fuktig underlag. For sandblåst og tørt underlag er resultatet av prøvene vedlagt. Det kan også nevnes at kondensskammerprøvene har blitt supplert med tilsvarende prøver utplassert ved 3 forskjellige kraftverk. Etter to års eksponering har man registrert enkelte mindre feil for blymønjes nedkommende, mens de øvrige prøveplater er feilfrie. Foreløpig synes det derfor som om kondensskammerprøvens resultater reproduseres under realistiske kraftverksforhold for fuktige og våte flater.

Sinkbelegg under malingsfilmen

Enkelte har en forkjærlighet for å bruke sink under annen maling, enten i form av varmforsinking, sinkrik maling eller termisk sprøyting. Malingskomiteen er usikker på nytten av dette når systemet skal brukes under vann. I Sveits hvor det enkelte steder under tjærebelegg i rør legges ca 80 um termisk sprøytet sink, mener man å kunne påstå at det ikke går mere enn 2 år fra malingsfilmen er skadet til sinken er borte.

Tyske spesifikasjoner tillater på den annen side ikke termisk sprøytet sink under vann. Dette pga. risikoen for bløring i malingssystemet som legges over sinken. Forøvrig vises det til avsnittet "Etsprimer".

Katodisk beskyttelse

Det er mange som spør om man ikke kan bruke offerandoder eller katodisk beskyttelse med påtrykt spenning i vannkraftanlegg. For kraftstasjoner med utløp mot havet hvor sjøvann kommer inn i avløpet, er dette i høyeste

grad aktuelt. I ferskvann er derimot vannets elektriske ledningsevne så lav at beskyttelsessessonene rundt anodene blir meget små. Undertegnede ser med skepsis på slike prosjekter. Det må også understrekes at katodisk beskyttelse kan ødelegge enkelte malingstyper ved såkalt katodisk delaminering.

KONTROLL

Generelt

Korrosjonsbeskyttes stålflater ved hjelp av maling er resultatet ikke bare avhengig av det malingssystem som blir valgt. Fra vannkraftbransjen har vi erfaring for at de fleste feil som oppstår i løpet av de to første årene etter at malingen er påført, enten skyldes mangelfull rengjøring eller utilstrekkelig klimakontroll. Det er imidlertid også et beklagelig faktum at det er stor forskjell mellom det å vite noe og det å kunne bevise det. Så lenge malingsentreprenøren og bestilleren ikke kommer til enighet om årsaken til skadene, kan det også bli vanskelig å få avklart hvem som skal bære utgiftene til nødvendige utbedringsarbeider.

Saken blir heller ikke bedre ved at utgiftene til forbehandlingen utgjør størstedelen av omkostningene ved hele arbeidet. En malingsleverandør som eksempelvis har fått en jobb med sterkt presset pris, kan lett fristes til å ta rengjøringen noe lettvtint for derved å oppnå nødvendige innsparinger på utgiftssiden. Enkelte tenker kanskje også som så at syndene er skjult så snart første malingsstrøk er påført.

Etter vår mening er det kun en vei å gå hvis en skal rydde opp i disse forholdene. For det første må det før arbeidet påbegynnes settes opp en nøyaktig spesifikasjon som angir partenes gjensidige ansvar og plikter. Heri inngår også kvalitetskrav til arbeidets enkelte faser. Derneft må bestilleren i tillegg til entreprenørens egen kontroll operere med egne kontrollører. Sist men ikke minst må det etableres et system med skiftrapporter som signeres av begge parter i fellesskap. Skiftrapportene må føres på en slik måte at det senere er mulig å rekonstruere korrosjonsbehandlingen uten at partene behøver å bli uenige vedrørende faktiske forhold.

Det sentrale punkt i dette er at begge parter utfører uavhengig kontroll med en felles rapportering ut fra på forhånd vedtatte akseptkriterier. Dog slik at entreprenøren foreslår den løpende kontroll, mens bestilleren foretar hyppige stikkprøver og sluttkontroll for arbeidets enkelte faser. Vedrørende akseptkriteriene kan det være en stor fordel om man på forhånd også har avtalt hvilket måleutstyr som skal benyttes og hvordan målingene skal utføres.

Ellers vil kontrollen stort sett omfatte fire forskjellige områder. Disse vil hver for seg bli nærmere behandlet i det følgende og består hovedsakelig av:

- 1 Klimakontroll
- 2 Kontroll av rengjøring
- 3 Kontroll av malingsfilm
- 4 Kontroll av fremdrift

Klimakontroll

Klimakontrollen omfatter måling av ståltemperatur og luftens duggpunktstemperatur. Den sistnevnte kan finnes ved hjelp av tabell eller diagram når en på forhånd har bestemt luftens temperatur og relative fuktighet. Norges Skipsforskningssinstitutt har dessuten konstruert en spesiell regnestav for dette formål.

Måleutstyr som i denne forbindelse er nødvendig, er et termometer med magnetfot for måling av ståltemperaturen, et vanlig termometer for måling av lufttemperaturen og et hygrometer for måling av luftfuktigheten.

Benyttes det hårhygrometer skal en imidlertid være klar over at dette lett skades slik at det viser feil verdi. Dette kan kontrolleres ved at hygrometret med jevne mellomrom blir pakket inn i en fuktig klut. Hygrometret skal da vise 100 % fuktighet. Alternativt kan man i stedet for hygrometret benytte et psykrometer.

Det er å anbefale at registreringen av de klimatiske forhold påbegynnes så snart det er mulighet for dette. Er det fuktproblemer som man ikke behersker med det utstyr en har tenkt å anvende for arbeidet, har det ofte liten hensikt å starte rengjøringen av flatene.

Enkelte arbeider blir utført i friluft uten tildekking med presenninger, telt etc. Arbeidet må da tilpasses værforholdene og kan bli forholdsvis kostbart pga. mye ventetid. Det er da en fordel om bestilleren før han forespør på arbeidet har registrert de klimatiske forholdene slik at han på denne måten kan gjøre et overslag vedrørende ventetiden. Kanskje kan det da vise seg at det likevel er god økonomi i det å bygge "telt".

Ellers er det viktig at registreringen av de klimatiske forhold foretas så hyppig at man ikke risikerer å gå glipp av vesentlige klimavariasjoner. Eksempelvis kan det nevnes at vi utvendig på et frittliggende turbinrør i dagen kun oppnådde akseptable påføringsforhold om ettermiddagen. Hadde målingene her blitt utført kl. 15.00 hver dag, ville registreringene vist at man tilsynelatende hadde gode forhold hele tiden. Målingene bør derfor utføres 2-3 ganger daglig. Man skal heller

ikke se bort fra at det er nødvendig å måle på flere steder. På en større konstruksjon kan således både luftfuktigheten og ståltemperaturen variere fra et sted til et annet.

Kontroll av rengjøring

Som regel vil dette bli en ren visuell kontroll. For sandblåsing vil man kunne støtte seg til SIS 055900-1967, mens det når det gjelder fett og salter mere blir opp til den enkeltes skjønn.

Riktignok finnes det også målemetoder for påvisning av disse forurensningene, men de er ikke innarbeidet i bransjen, og det er derfor en selvfølge at man dersom disse skal benyttes bør avtale dette på forhånd. Alternativt kan man foreskrive bestemte rengjøringsprosedyrer, og kontrollere at disse blir gjennomført som forutsatt.

Når det gjelder støvet fra sandblåsing, har vi tidligere anbefalt at dette fjernes med støvsuger. En enkel prøve som ofte gjøres er å trykke en gjennomsliktig tape med limsiden ned mot flaten. Klistres tapen senere opp på et hvitt papir ved siden av en ren tape, har man mulighet for å sammenligne.

En helt nødvendig forutsetning for den forannevnte rengjøring er imidlertid at arbeidslyset ikke er for dårlig. Skal det arbeides på steder uten dagslys, må det rigges til en forsvarlig belysning. Dette har ikke bare betydning for sikkerheten på arbeidsstedet. I like stor grad vil dette kunne innvirke på kvaliteten av det utførte arbeidet.

Til slutt et råd til den som skal kontrollere sandblåsing i forholdsvis mørke rom. Benytt en kraftig håndlampe med hvitt lys, helst lysstoffrør. Belys under inspeksjonen flaten vekselvis fra to sider. Ved dette vil en lettere kunne oppdage eventuelle rustprikker i ujevnhetene.

Som tidligere nevnt hender det at spesifikasjonene stiller krav til stålflatenes ruhet etter sandblåsing. Vi vil i denne sammenheng vise til vår omtale av dette i avsnittet "FORBEHANDLING FØR MALING".

Kontroll av malingsfilm

Malingsfilmen kan kontrolleres enten med våtfilm - eller med tørrfilm-måler. For bestillerens kontrollør vil det være malingsens tørrfilmtykkelse som er av betydning. Det kan i denne sammenheng være viktig å sjekke denne for hvert strøk som påføres. Oppdager man at det innen lokale områder er mindre filmtykkelse enn det man

forutsetningsvis skulle ha hatt, kan det her være et alternativt å påføre et lokalt ekstrastrøk i stedet for å prøve å ta det forsømte igjen ved de ordinære strøkene.

Ellers er det i forbindelse med sluttkontrollen en fordel om bestilleren og malingsentreprenøren måler med samme type tykkelsesmåler og at de også har kalibrert målerne på samme måte. Her anser undertegnede at man bør ha en ren sandblåst stålflate av samme utseende som den flaten som er behandlet. Mot denne kalibreres så tykkelsesmålerne i det man mellom disse og platen legger en plastfilm med tykkelse tilnærmet lik spesifisert malings-tykkelse.

I visse tilfeller blir malingsfilmen også kontrollert ved hjelp elektrisk poresøker. Brukes det en lavspennings poresøker skal det imidlertid være forholdsvis store defekter i malingsfilmen før man registrerer disse. Med høyspennings poresøker er det derimot lettere å finne mindre feil, men man kan samtidig også risikere å skade malingen. Dette gjelder særlig klorkautsjukmalingene som man derfor ikke må teste med denne type apparatur. Ellers kan det nevnes at det innen vannkraftmiljøet ikke har vært vanlig å benytte elektriske poresøkere. I stedet legges det mere vekt på den rent visuelle kontrollen. Finner man områder med appelsinskalligende utseende, bør man derfor skjære i disse for ved hjelp av lupe å undersøke om defektene går langt inn i filmen.

I forbindelse malingskontrollen er det heller ikke uvanlig at man utfører heftfasthetsprøver iht. gitter-snittmetoden. Metoden kan imidlertid i forbindelse med en rekke mere moderne belegg være direkte missvisende, og undertegnede mener derfor at man i denne sammenheng bør stole langt mere på resultatet av en avtrekksprøve. Det er imidlertid et faktum at malingens heftfasthet under normale forhold langt overskrider det som er nødvendig av hensyn til filmens levetid. For den vanlige kontroll vil man derfor komme langt ved å skrape i malingen med en kniv. Får man ved dette misstanke om at noe er unormalt, kan man eventuelt forlange avtrekksprøver.

Ellers er det en selvfølge at snerker, renninger og kladder må skrapes bort og overmales. Likeledes skal "helligdager" og mekaniske skader påtales og flekkes.

Av utstyr som ved malingsfilmkontrollen er nødvendig, kan nevnes: Tørrfilmmåler og kalibreringsfilm, lupe, skarp kniv og en god håndlykt.

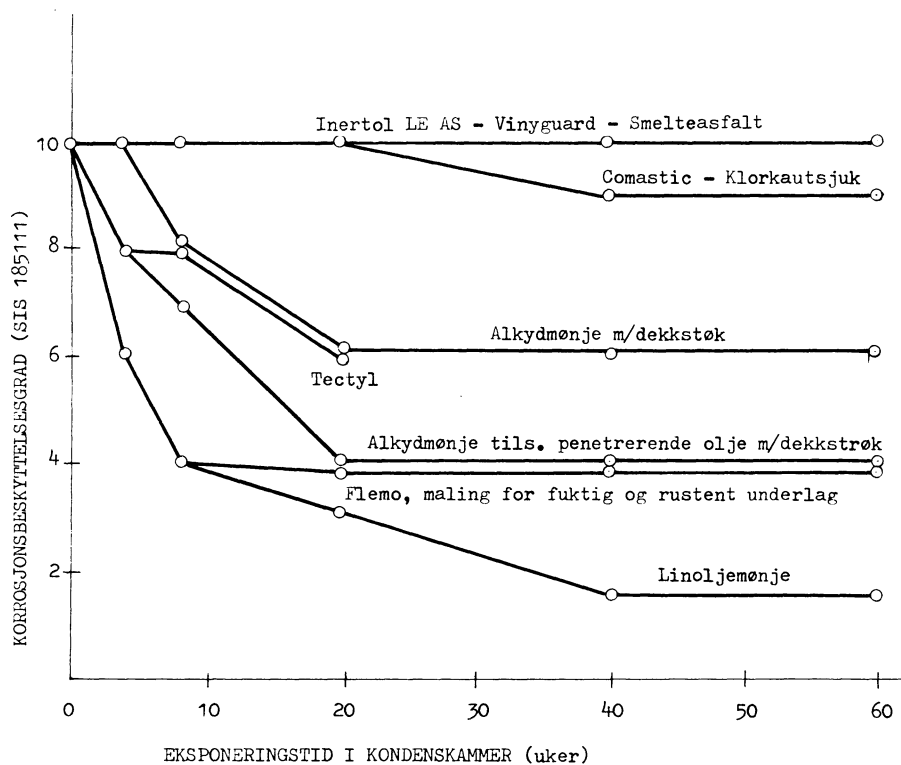
Kontroll av fremdrift

Denne kontrollen må først og fremst ses i sammenheng med kontraktens bestemmelser vedrørende leveringstid. Den kan likevel også ha betydning i forbindelse med den mere tekniske kontroll som er omtalt tidligere. Her tenkes det blandt annet på den minimumstid som ofte blir angitt for tørking og herding av det enkelte malingsstrøk før dette kan overmales.

NVE-Statskraftverkene

MALINGSPRØVER PÅFØRT TØRRE OG SANDBLÅSTE FLATER (Sa 2 1/2)

OG EKSPONERT I KONDENSKAMMER

Tørrfilmtykkelse: ca. 200 μm 

Korrosjonsbeskyttelsesgrad 10 : Feilfri malingsfilm.

Korrosjonsbeskyttelsesgrad 1 : All maling borte.