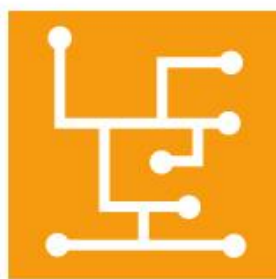




Målningsanvisning för vattenkraftstationer

Elforsk rapport 13:34



Märit Forssander
Roger Carlsson
Wille Edwardson
Charlotte Persson

December 2012

ELFORSK

Målningsanvisning för vattenkraftstationer

Elforsk rapport 13:34

Märit Forssander
Roger Carlsson
Wille Edwardson
Charlotte Persson

December 2012

Förord

Rostskyddsmålning är komplicerat och kostsamt. Det handlar om tekniska, ekonomiska och miljömässiga avvägningar. Tidigare har varje företag/bransch haft en egen målningsanvisning uppbackad av expertis, men under senare år har andelen inköp med funktionsupphandling ökat. Fördelen är att kostnaderna har hållits nere men en av nackdelarna är att entreprenören av ekonomiska skäl kan drivas att välja ett färgsystem som inte har samma tekniska förutsättningar att ge ett långsiktigt bra resultat.

Genom Elforsk har därför en branschgemensam målningsanvisning för vattenkraftstationer tagits fram. Ambitionen är att regelbundet uppdatera anvisningen. Den föreliggande rapporten är den andra reviderade målningsanvisningen. Revideringen har utförts av en grupp bestående av Roger Carlsson, Sweco, Wille Edwardson, Jämtkontroll, Märিত Forssander, TerraCorrosion AB, Charlotte Persson, ÅF Industry AB.

Syftet är att den skall öka kunskapen och underlätta för projektledare och inköpare att göra upphandlingar av korrosionsskydd med hänsyn till teknisk kvalitet, kostnad och miljö. Anvisningen har, även om vi valt att kalla den anvisning, till skillnad från de lagar, föreskrifter och direktiv som den hänvisar till ingen egen officiell status och är naturligtvis inte heller tvingande i annan omfattning än vad beställare och entreprenör kommer överens om.

Vi vet att intresset för området är stort och vi är övertygade om att anvisningen med er hjälp kan fortsätta att utvecklas till ett effektivt stöd för upphandlingar av korrosionsskydd.

Arbetet är en del av Elforsks programsatsning inom Anläggningsteknik vattenkraft 2011-2012, medverkande företag är Vattenfall AB Vattenkraft, Fortum Generation AB, E.ON Vattenkraft Sverige AB, Statkraft Sverige AB, Skellefteå Kraft AB, Holmen Energi AB, Jämtkraft AB, Sollefteåforsens AB Gävle Energi AB, Karlstads Energi AB.

Även om arbetsgruppen och därmed anvisningen representerar en avsevärd samlad erfarenhet inom området är det viktigt att den förblir levande, eftersom målningsystem och standarder utvecklas och användning av anvisningen sannolikt kommer att avslöja otydligheter och frågor som inte behandlas.

Alla synpunkter välkomnas därför inför kommande versioner.

Stockholm, januari 2013



Cristian Andersson
Programområde Vattenkraft

Sammanfattning

Syftet med målningsanvisningen är att den skall öka kunskapen och underlätta för projektledare och inköpare att göra upphandlingar av korrosionsskydd med hänsyn till teknisk kvalitet, kostnad och miljö vid nybyggnation och vid underhåll av komponenter i vattenkraftverk. Målningsanvisningen ska komplettera och förtydliga den, för det aktuella objektet, tekniska beskrivningen.

Målningsanvisningen bygger på "Handbok i rostskyddsmålning", bulletin nr 107 utgiven av Korrosionsinstitutet. Den bygger i sin tur bland annat på standard SS-EN ISO 12944 om korrosionsskydd av stålkonstruktioner genom målning.

Förutom en sammanställning av gällande lagar, regler och befintlig "branschpraxis" innehåller anvisningen en vägledning för "val av målningssystem i vattenkraftverk". Vägledningen har tagits fram genom att identifiera korrosivitetsklasser och ange lämpliga målningssystem för objekt i vattenkraftstationer (tabell 3 och 11).

Upplägget bygger på att anvisningen hålls levande genom en årlig uppdatering för att hålla anvisningen aktuell med avseende på gällande standarder och målningssystem samt med hänsyn till praktiska erfarenheterna av användandet.

I arbetet med anvisningen har keramiska kompositer identifierats som ett intressant ytbehandlingsalternativ i erosiva och korrosiva miljöer. Sammanställning av egenskaper och riktlinjer för tillämpning inom vattenkraftområdet har lyfts fram som ett framtida utvecklingsområde för målningsanvisningen.

Summary

This protective coating recommendations are intended for information and guidance to undertake high quality protective coating in hydro power stations. The manual should be a supplement and an explanation to the specific technical descriptions that are provided separately for each individual object.

The recommendations are based on the "Handbok i rostskyddsmålning, (Handbook on corrosion protection painting)", Bulletin no. 107 published by the Swedish Corrosion Institute (Korrosionsinstitutet; NB. From 2006, the Swedish Corrosion Institute is incorporated in the Corrosion and Metals Research Institute, KIMAB). The Bulletin no. 107 is in turn based on the standard SS-EN ISO 12944 concerning corrosion protection of steel structures by painting.

The recommendations comprises and refers to applicable laws, regulations, directives and "state-of-the-art" in the field. They are also intended to give guidance concerning selection of appropriate coating systems in hydro power stations. This guidance has been established through identification of corrosivity classes and corresponding appropriate coating systems for hydropower station components (table 3 and 11).

The intention is to keep the recommendations updated concerning standards and coating systems and according to practical experiences.

Ceramic composites has been identified as an interesting new field for surface coating in erosive and corrosive environments. A summary of characteristics and guidelines for application in the field of hydro power could be of interest.

A complete translation of the protective coating recommendations for hydro power stations is available in Elforsk report 06:50, Protective coating recommendations in hydro power stations.

Innehåll

1	Allmänt och allmänna krav	1
2	Korrosion i vattenkraftverk	2
3	Ytbehandling genom rostskyddsmålning	3
3.1	Lagar, föreskrifter, råd och anvisningar vid beställning av rostskyddsmålning	3
3.2	Säkerhetsklasser.....	6
4	Hälsa och miljö	8
5	Korrosivitetsklassindelning	10
6	Konstruktiv utformning	13
6.1	Krav på obearbetade ytor.....	13
6.2	Temporärt rostskydd	14
6.3	Tätningssytor.....	14
7	Inspektion före utförande/ tillståndskontroll	15
7.1	Inspektionens utförande	15
7.2	Utvärdering	17
8	Utförande	20
8.1	Före målningens utförande.....	20
8.2	Förbehandling före målning	22
8.3	Målningens utförande	23
8.4	Spackling	24
8.5	Bättringsmålning.....	24
9	Målningssystem	25
9.1	Målningssystem för vattenkraftstationer.....	25
9.2	Keramiska kompositer	28
9.3	Färgåtgång.....	28
10	Krav på färdigt färgsystem	29
11	Underhållsmålning	30
11.1	Hel ommålning	30
11.2	Partiell ommålning	31
11.3	Förbättringsmålning	31
11.4	Ommålning av enbart täcksiktet.....	32
12	Krav på hantering, transport och förvaring av målade stålkonstruktioner	33
13	Kontroll	34
13.1	Kontroll av målningssentreprenör	34
13.2	Kontroll av målningsarbetet.....	34
13.3	Beställarens kontroll av målningsarbetet.....	37
14	Dokumentation	39
15	Standardförteckning	40

1 Allmänt och allmänna krav

Denna målningsanvisning kompletterar den, för det aktuella objektet, tekniska beskrivningen vilken skrivs separat.

Anvisningen används vid upphandling av rostskyddsmålning både vid nybyggnation och vid underhåll av komponenter i vattenkraftverk.

Entreprenören ansvarar för att ha läst och förstått föreliggande målningsanvisning för vattenkraften (MA-V) före entreprenaden påbörjas.

Målningsentreprenör skall ha erhållit auktorisation från auktorisationsnämnden för rostskyddsmålning eller uppvisa intyg om motsvarande. Detta intyg skall provas enligt kraven för auktorisation.

Målningsanvisningen bygger på "Handbok i rostskyddsmålning", bulletin nr 107 utgiven av Korrosionsinstitutet. Denna handbok bygger i sin tur på standard SS-EN ISO 12944 om korrosionsskydd av stålkonstruktioner genom målning och SS-EN 1090-2 samt andra standarder inom rostskyddsområdet.

Alla inblandade i rostskyddsmålningen har ansvaret att denna sker på ett sådant sätt att resultatet blir sådant som beställaren har avsett i sin beställning. Beställaren förväntar sig, om inte annat uttryckts skriftligen, en livslängd på det utförda rostskyddsmålningsarbetet på mellan 25 och 30 år, vilket är en avvikelse från SS-EN ISO 12944-5 som förutsätter 15 års livslängd (för målningssystem som ska håll länge) på målningssystemen.

MA-V skall revideras årligen. All uppdatering sker i samråd med "Elforsks programråd för Vattenkraft". Revideringen omfattar följande:

- nya normer och erfarenheter arbetas in i anvisningen
- dokument över godkända färger och färgsystem uppdateras
- samtliga standardbeteckningar uppdateras.

Det är den senast utgivna versionen av MA-V vid kontraktsskrivning som gäller under hela entreprenaden. Denna kan hämtas på www.elforsk.se.

Att målningsarbetet utförts i enlighet med kraven i MA-V skall verifieras genom kontroll.

Om inte beställaren bestämmer något annat gäller upphandling enligt AB04 eller, vid totalentreprenad, ABT06.

Enskilda vattenkraftföretag kan ha separata krav. Dessa skall följas.

2 Korrosion i vattenkraftverk

Stål kan skyddas från korrosionsangrepp genom att rostskyddsmålas eftersom stålytan då skyddas mot fukt. Eftersom olika färgsystem bryts ner olika fort och på olika sätt i olika miljöer är det mycket viktigt att rätt system målas på rätt ställe. Detta kräver ett aktivt deltagande i frågor rörande rostskyddsmålning från både beställare, entreprenörer och leverantörer.

När en stålyta utsätts för fukt och syre kommer korrosion att uppstå. Korrosionshastigheten beror på en rad olika faktorer, framför allt fukt, omgivande temperatur och konstruktionens utformning. Dessa faktorer kan variera mycket inom ett vattenkraftverk. Det finns konstruktioner exponerade för strömmande vatten och konstruktioner som är utsatta för ständig fukt. Dessa korroderar givetvis snabbare än konstruktioner exponerade för uppvärmd inomhusluft. Även stålkonstruktioner i betong, till exempel armeringsjärn, kan utsättas för korrosionsangrepp. Korrosionstyper och korrosionshastigheter inom ett vattenkraftverk varierar beroende på var konstruktionen är belägen. De vanligaste korrosionstyperna som kan uppstå på ett vattenkraftverk är:

- **allmän korrosion** som ger en jämn korrosionshastighet över hela ytan
- **groppfrätning** som ger lokala frätgropar vilka kan perforera plåten
- **spaltkorrosion** som sker i trånga spalter och kan ge höga lokala korrosionshastigheter med stora volyminösa korrosionsprodukter vilka kan spränga sönder konstruktionen
- **erosionskorrosion** och **kavitationskorrosion** som beror på vattnets strömning och som kan leda till stora korrosionsskador lokalt i godset
- **spänningskorrosion** på höglegerade stålsorter som kan leda till sprickor i godset.
- **galvanisk korrosion** som uppstår när två eller flera metaller kopplas samman i en elektrolyt (vätska) varvid korrosion uppstår på den minst ädla metallen.

3 Ytbehandling genom rostskyddsmålning

3.1 Lagar, föreskrifter, råd och anvisningar vid beställning av rostskyddsmålning

Det är ägaren/byggherren/förvaltaren som är ansvarig för underhåll av stålkonstruktioner. Detta skall ske på ett sådant sätt att dess tekniska egenskapskrav i huvudsak bevaras. Konstruktioner som har inverkan på personsäkerheten skall hållas i stand. Byggnaders yttre skall hållas i vårdat skick. Det finns både lagar, föreskrifter, råd och anvisningar som reglerar vilka krav som skall gälla för stålkonstruktioner både vid nytillverkning och vid förvaltning. Det är viktigt att poängtera att dessa lagar, föreskrifter, råd och anvisningar gäller inte bara byggnader utan alla bärande stålkonstruktioner i vårt samhälle.

Följande hierarkiska ordning gäller för lagar, föreskrifter, råd och anvisningar:

- Lag (t.ex. MB och PBL) gäller över
- Föreskrift och standarder (t.ex. AFS, ESA och SS-EN ISO 12944) som i sin tur gäller över
- Råd och Anvisningar (T.ex. MA-V, TBY)

Vid rostskyddsmålning i vattenkraftanläggningar skall följande lagar, föreskrifter, råd och anvisningar följas i tillämpliga delar:

3.1.1 Lagar

Lagen om tekniska egenskapskrav – PBL – Lag som reglerar vilket ansvar ägare/byggherre/förvaltare har avseende byggnadens/anläggningens tekniska egenskapskrav.

Miljöbalken – MB - Lag som ger allmänt hållna regler för verksamheter som kan ha konsekvenser på miljön. Denna ställer bland annat kravet på beställaren att använda det ur miljösynpunkt bästa alternativet vid valet mellan exempelvis två olika färger, den så kallade substitutionsprincipen. Miljöbalken ställer krav på att den som bedriver verksamhet ska skaffa sig den kunskap som behövs från att skydda människors hälsa och miljön mot skada eller olägenhet.

Arbetsmiljölagen - AML – Grunden i lagstiftningen finns i arbetsmiljölagen. Alla som arbetar eller kommer i kontakt med hälsofarliga produkter har ansvaret att hämta in kunskap om dessa. AML ger de yttre ramarna för vad som gäller för miljön på arbetsplatsen. I lagen beskrivs kraven avseende byggarbetsmiljösamordnare (BAS-P respektive BAS-U).

3.1.2 EU-direktiv

EU ger ut direktiv som medlemsländerna lovar att ta in som lagar i respektive land. De direktiv som berör rostskyddsmålning förvaltas av bland andra Naturvårdsverket eller Arbetsmiljöverket.

VOC-direktivet

Ett av de direktiv som kommit senast och berör rostskyddsmålning är VOC-direktivet. Denna bestämmer att länderna skall minska sina lösningsmedelsutsläpp. I praktiken innebär det att alla som bedriver verksamhet med lösningsmedel måste minska sina utsläpp. Detta leder till en ökad efterfrågan på färgsystem med låga halter av lösningsmedel eller färgsystem helt utan lösningsmedel.

VOC står för volatile organic compound vilket är ett samlingsbegrepp för flyktiga organiska föreningar vilka har ett ångtryck som vid 20 °C är minst 0,01 kPa (kilopascal). Vanliga organiska lösningsmedel som används inom färgindustrin är xylen, toluen, butylacetat och lacknafta. Samtliga dessa innefattas av VOC-direktivet och användningen skall alltså minska. Föreningens giftighet tar man dock inte hänsyn till i direktivet.

Vattendirektivet

Ett samlat EU-direktiv för vatten antogs 2000. Syftet är att göra arbetet för att skydda Europas vatten mer entydigt och kraftfullt. Det erbjuder verktyg för en effektivare och mer hållbar vattenhantering. Den viktigaste förändringen jämfört med tidigare är att arbetet nu ska läggas upp efter avrinningsområden, naturens egna gränser för vattnets flöde.

REACH

EU har röstat igenom en ny kemikalielag REACH. I denna fastslås att alla kemiska produkter måste undersökas och godkännas för att få säljas. Detta gäller även gamla produkter som funnits sedan länge.

3.1.3 Föreskrifter och standarder

Konstruktionsregler - EKS - Eurokoderna utgör tillsammans med nationella val i föreskriftsserien EKS ett system som är de svenska konstruktionsreglerna. En ny grundförfattning (BFS 2011:10 EKS 8) med korrekta hänvisningar till den nya plan- och bygglagen och förordningen gäller från 2 maj 2011. Stålkonstruktioner hanteras i Eurokod 3.

SS-EN 1090 Utförande av stål- och aluminiumkonstruktioner Här behandlas utförande och kontroll av stålkonstruktioner. SS-EN 1090 består av tre delar varav del 2 behandlar ytbehandling av stålkonstruktioner. I stort hänvisar standarden SS-EN 1090-2 till SS-EN 12944 vad gäller ytbehandling.

SS-EN ISO 12944 Färg och lack – Korrosionsskydd av stålkonstruktioner genom målning Standarden SS-EN 12 944 består av 8 delar som tillsammans behandlar hela ytskyddsprocessen. I standarden görs bl a definitioner av korrosivitetsklasser. Standarden ger också exempel på färgsystem, utförande samt kontroll och provning.

Arbetsmiljöverkets författningssamling – AFS. Arbetsmiljöverket ger ut författningssamling som ger vägledning om hur man ska arbeta för att säkerställa en god och säker arbetsmiljö och samtidigt uppfylla arbetsmiljölagen. Arbetsmiljöverket har fått uppdraget att i detalj reglera vad

som gäller. I författningssamlingen ges råd och föreskrifter ut som preciserar vilka krav som ska ställas på arbetsmiljön.

AFS 2005:18 *Arbete med härdplaster*

Vid arbete med härdplaster gäller arbetsmiljöverkets föreskrift AFS 2005:18 *Arbete med härdplaster*. Enligt denna krävs bland annat att samtliga som i sitt arbete kan komma i kontakt med härdplaster samt även arbetsledning skall ha god kännedom om risker med arbete med härdplaster och hur man minskar dessa.

Före, så länge arbetet pågår och efter skall den som arbetar med materialet genomgå läkarundersökning.

AFS 1990:12 *Ställningar*

I denna föreskrift finns utförliga råd och beskrivningar om uppförande av ställning för att arbetsplatsolyckor skall undvikas.

ESA Vattenvägar – Kraftverk och ESA 05 *Elsäkerhetsanvisningarna*

Skötsel föreskrifterna gäller för arbete samt driftunderhåll av anläggningar och elektriska anordningar oavsett när anläggningen togs i bruk. Det krävs också att all personal, som skall arbeta i eller i närheten av en vattenkraft- eller elanläggning är instruerad om innebörden av föreskrifterna och särskilda anvisningar, t ex ESA, i för arbetet tillämpliga delar.

Säkerhetsregler för Heta Arbeten

Säkerhetsregler för heta arbeten utges av Svenska Brandskyddsföreningen och ger information om bestämmelser vid heta arbeten som medför fara för brand.

AFS 2005:17 *Hygieniska gränsvärden och åtgärder mot luftföroreningar*

Denna anvisning utges av Arbetsmiljöverket och anger tillåtna halter av olika ämnen i luften.

3.1.4 Råd och anvisningar

MA-V. Målningsanvisning – vattenkraft. Föreliggande publikation.

Handbok i rostskyddsmålning. I Handbok i rostskyddsmålning (Bulletin nr 107, Korrosionsinstitutet, Stockholm 1999) ges handgripliga råd om hur ett rostskyddsmålningsarbete skall utföras från upphandling till slutkontroll. Handboken bygger på standarder gällande vid dess utgivning, främst SS-EN ISO 12944.

RIDAS

Kraftföretagens riktlinjer för dammsäkerhet.

3.1.5 Övrigt

Entreprenören är skyldig att kontakta beställaren, omedelbart då gällande föreskrifter inte kan uppfyllas.

När gällande föreskrifter inte kan innehållas skall avvikelserapport upprättas av entreprenören. Denna rapport skall godkännas av beställaren för att vara giltig.

3.2 Säkerhetsklasser

De krav som ställs på förvaltaren av en bärande stålkonstruktion specificeras i lagar och förordningar. Om inte dessa uppfylls avseende inspektioner och underhåll har man tagit på sig ett stort ansvar. Om konstruktionen havererar finns alltid risken för att en olycka med skador på person och/eller miljö skall uppstå.

BFS 2011:10 EKS 8 Avdelning B

Indelning av byggnadsverksdelar i säkerhetsklasser

2 § Med hänsyn till omfattningen av de personskador som kan befaras upp-komma vid brott i en byggnadsverksdel, ska byggnadsverksdelen hänföras till någon av följande säkerhetsklasser

- a) säkerhetsklass 1 (låg), liten risk för allvarliga personskador,
- b) säkerhetsklass 2 (normal), någon risk för allvarliga personskador, eller
- c) säkerhetsklass 3 (hög), stor risk för allvarliga personskador.

3 § Byggnadsverksdelar får hänföras till säkerhetsklass 1, om minst ett av följande krav är uppfyllt

- 1. personer vistas endast i undantagsfall i, på, under eller invid byggnadsverket,
- 2. byggnadsverksdelen är av sådant slag att ett brott inte rimligen kan befaras medföra allvarliga personskador, eller
- 3. byggnadsverksdelen har sådana egenskaper att ett brott inte leder till kollaps utan endast till obrukbarhet.

4 § Byggnadsverksdelar ska hänföras till säkerhetsklass 3, om följande förutsättningar samtidigt föreligger

1. byggnadsverket är så utformat och använt att många personer ofta vistas i, på, under eller invid det,
2. byggnadsverksdelen är av sådant slag att kollaps medför stor risk för allvarliga personskador, och
3. byggnadsverksdelen har sådana egenskaper att ett brott leder till omedelbar kollaps.

5 § Byggnadsverksdelar som inte omfattas av 3 och 4 §§ i detta kapitel ska hänföras till lägst säkerhetsklass 2.

Med hänsyn till omfattningen av de personskador som kan befaras uppkomma vid ett brott i en byggnadsdel, skall denna hänföras till någon av följande säkerhetsklasser:

- säkerhetsklass 1 (låg), liten risk för allvarliga personskador,
- säkerhetsklass 2 (normal), någon risk för allvarliga personskador,
- säkerhetsklass 3 (hög), stor risk för allvarliga personskador.

Råd: Utöver krav på säkerhetsklass, som endast är relaterad till personskada, kan förvaltaren ställa högre krav, t.ex. med hänsyn till sakskada.

Vid val av säkerhetsklass skall följande principer tillämpas.

Byggsdelar får hänföras till säkerhetsklass 1, om minst ett av följande krav är uppfyllt:

- personer vistas endast i undantagsfall i eller invid byggnaden,
- byggnadsdelen är av sådant slag att ett brott inte rimligen kan befaras medföra personskada, eller
- byggnadsdelen har sådana egenskaper att ett brott inte leder till kollaps utan endast till obrukbarhet.

Byggnadsdelar skall hänföras till säkerhetsklass 3, om följande förutsättningar samtidigt föreligger:

- byggnaden är så utformad och använd att många personer ofta vistas i eller omkring den,
- byggnadsdelen är av sådant slag att kollaps medför stor risk för personskador, och
- byggnadsdelen har sådana egenskaper att ett brott leder till omedelbar kollaps.

Övriga byggnadsdelar skall hänföras till lägst säkerhetsklass 2.

4 Hälsa och miljö

För allt arbete i vattenkraftanläggningar måste länsstyrelsen eller lokal miljömyndighet informeras. Detta ligger på beställarens ansvarsområde. För att säkerställa informationen till myndigheter bör representant från miljökontoret bjudas in till uppstartsmötet.

Beställaren ansvarar för att räddningsverket kontaktas före start.

Säkerhetsdatablad och produkt datablad (teknisk information) som innehåller information om produkternas hälso- och miljöfarlighet skall finnas på arbetsplatsen. Databladen skall finnas på svenska samt utförarpersonalens hemspråk. Databladen skall innehålla information om produkternas sammansättning, hur riskerna undviks, vilken skyddsutrusning som behövs och vad som skall göras vid eventuell olycka. Entreprenören skall informera skyddsansvarig utsedd av beställaren om riskerna.

Samtliga som i sitt arbete kan komma i kontakt med hårdplast skall före start kunna uppvisa skriftligt intyg på genomgången hårdplastutbildning samt visa läkarintyg i enlighet med AFS 2005:18. Detta gäller även arbetsledning.

Man måste tillse att luftväxlingen är tillräckligt stor för att ge en bra arbetsmiljö och för att inte lösningsmedelshalten ska bli så hög att explosionsrisk föreligger. Gränsvärden för olika ämnen i luft anges i Arbetsmiljöverkets författningssamling AFS 2005:17.

Risk för statisk elektricitet ska beaktas.

Alla tillfälliga lagerplatser för färgprodukter – oavsett var – ska vara godkända av beställaren. Hänsyn ska då tas till varornas brandfarlighet, giftighet och lagerlokalens temperatur.

Vid målning vid respektive vattenkraftverksanläggning skall entreprenören själv ombesörja samtliga färgtransporter till varje arbetsställe samt svara för att samtliga emballage, tomburkar och skyddstäckningar och dylikt utan dröjsmål transporteras till plats utsedd av beställaren.

Entreprenören svarar för och bekostar att miljöfarligt avfall deponeras enligt myndigheternas föreskrift och beställarens anvisningar.

Det ingår i entreprenaden att se till att inga miljöfarliga komponenter kommer ut i vattendrag eller i naturen i övrigt.

Inspektion kan leda till rekommendationen att konstruktionen ska tvättas istället för att målas om. Detta kan medföra ökad livslängd för konstruktionen, speciellt på ytor som inte utsätts för nederbörd. Även om det blir en viss miljöbelastning vid själva tvättningen är det bästa från miljösynpunkt att förlänga ytbehandlings livslängd. Vid tvättningen påverkas miljön av eventuellt tvättmedel, av avtvättade produkter från färgen eller av själva smutsen.

Ur miljösynpunkt är det helt klart att man ska måla om så lite som möjligt. Detta behöver dock inte betyda att man ska måla om så sällan som möjligt. Det finns situationer då det kan vara aktuellt att göra en hel ommålning trots att det rent tekniskt inte skulle behövas. Bland annat målar man om helt då

man har svårt att avgöra den absoluta konditionen hos de aktuella ytorna. Ett objekt som är svårt att komma åt, vilket också kan vara förenat med kostnader, kanske just därför bör målas om mer grundligt än nödvändigt.

5 Korrosivitetsklassindelning

För att underlätta valet av rostskyddssystem har man indelat alla miljöer i korrosivitetsklasser. Dessa är indelade bland annat efter hur fort stål rostar. Den indelning som används i Sverige kommer från den internationella standarden SS-EN ISO 12944.

Tabell 1. Korrosivitetsklasser enligt SS-EN ISO 12944-2, med hänsyn till atmosfärens korrosivitet samt miljöexempel

Korrosivitetsklass	Miljöns korrosivitet	Exempel på typiska miljöer i den tempererade klimatzonen (informativt)	
		Utomhus	Inomhus
C1	Mycket låg	-	Uppvärmade utrymmen med torr luft och obetydliga mängder luftföroreningar, t.ex. kontor, affärer, skolor, hotell.
C2	Låg	Atmosfärer med låga halter luftföroreningar. Lantliga områden.	Icke uppvärmda utrymmen med växlande temperatur och fuktighet. Låg frekvens av luftkondensation och låg halt luftföroreningar, t.ex. sporthallar, lagerlokaler.
C3	Måttlig	Atmosfärer med viss mängd salt eller måttliga mängder luftföroreningar. Stadsområden och lätt industrialiserade områden. Områden med visst inflytande från kusten.	Utrymmen med måttlig fuktighet och viss mängd luftföroreningar från produktionsprocesser, t.ex. bryggerier, mejerier, tvätterier.
C4	Hög	Atmosfärer med måttlig mängd salt eller påtagliga mängder luftföroreningar. Industri och kustområden.	Utrymmen med hög fuktighet och stor mängd luftföroreningar från produktionsprocesser, t.ex. kemiska industrier, simhallar, skeppsvarv.
C5-I	Mycket hög (Industriell)	Industriella områden med hög luftfuktighet och aggressiv atmosfär.	Utrymmen med nästan permanent luftkondensation och stor mängd luftföroreningar.
C5-M	Mycket hög (Marin)	Kust och offshoreområden med stor mängd salt.	Utrymmen med nästan permanent fukt-kondensation och stor mängd luftföroreningar.

Dessutom finns korrosivitetsklasser för stål exponerat för vatten och jord enligt tabell 2.

Tabell 2. Korrosivitetsklasser för vatten och jord samt miljöexempel

Korrosivitetsklass	Omgivning/användningsmiljö	Exempel
Im1	Sött vatten	Vattenkraftanläggningar
Im2	Havsvatten eller bräckt vatten	Hamnanläggningar
Im3	Jord	Nedgrävda tankar, rörledningar

För att beskriva extrema miljöer kan det bli aktuellt att använda korrosivitetsklasserna CXtreme tropiska zoner (standard ISO 9223 – 9226). Liknande dessa miljöer kan uppstå i varma, fuktiga delar på en vattenkraftstation.

I ett vattenkraftverk finns flera olika korrosivitetsklasser representerade. Dessutom kan samma objekt befinna sig i olika korrosivitetsklasser samtidigt, till exempel intagslucka där ena sidan kan vara exponerad för vatten och andra sidan för luft. I många fall blir det då billigare att behandla hela

konstruktionen med utgångspunkt från den värsta (sämsta) korrosivitetsklassen.

I tabell 3 sammanställs olika delar i ett vattenkraftverk och den korrosivitetsklass som objektet företrädesvis finns i. Om ett objekt skulle befinna sig i en annan korrosivitetsklass än i nedanstående skall detta framgå i avvikelserapport.

I tabell 11 kan man utläsa lämpliga målningsystem.

Tabell 3. Korrosivitetsklass för objekt i ett vattenkraftverk

Objekt	Luftsida		Vattensida		Oljesida 2)
	Kan vara exponerad för luft	Korro- sivite- ts- klass i luft	Kan vara exponerad för vatten	Korro- sivite- ts- klass i vatten	
Tilloppstub	X	C5-M	X	Im1	
Tilloppstub exponerad för jord/sand			X	Im3	
Spiral in- och utsida/ Trottelventil	X	C5-M	X	Im1	
Sugrörskona			X	Im1	
Sugrörsklädnad			X	Im1	
Turbinlock, inre och yttre	X	C5-M	X	Im1	
Ledskovel			X	Im1	
Ledskovellev och länk	X	C5-M	X	Im1	
Ledkransring	X	C5 M alt C4	X	Im1	
Stagring, -pelare			X	Im1	
Pådragsring (den rörliga delen)	X	C4	X	Im1	X
Turbinaxel	X	C2	X	Im1	
Turbinaxel	X	C3	X	Im1	
Bulb (rör, bulbturbin)	X	C5-M	X	Im1	
Nedstigningsschakt (Bulbturbin)	X	C5-M	X	Im1	
Yttre kona (Bulbturbin)	X	C5-M	X	Im1	
Löphjulsnav			X	Im1	X
Löphjulskona			X	Im1	
Ledkransservomotor	X	C2			
Löphjulsammare 1)	X	C5-M			
Tättningsbox (vatten kan rinna)	X	Im1	X	Im1	
Tryckoljeaggregat (tryckklocka, oljetank, oljekylare, rörledning)	X	C2			X
Lagerhus	X	C2	X	Im1	X
Lagerhus, vattensmort	X	C5-M	X	Im1	
Växellåda	X	C2			X
Generator	X	C2			
Bärlager med oljelåda och oljekylare (i förekommande fall)	X	C2			X
Styrlagerarmkors	X	C2			X
Styrlagerkåpa	X	C2			X
Inmurningsring övre och nedre			X	Im1	
Bro, brygga, kran, travers, inomhus	X	C2			

Objekt	Luftsida		Vattensida		Oljesida 2)
	Kan vara exponerad för luft	Korro- sivitets- klass i luft	Kan vara exponerad för vatten	Korro- sivitets- klass i vatten	Kan vara exponera d för olja
Bro, brygga, kran, travers, utomhus	X	C4			
Räcke, durk 3) inomhus	X	C2			
Räcke, durk 3) utomhus	X	C4			
Kraftledningsstolpe 3)	X	C4	X	Im3	
Kylare	X	C5-M	X	Im1	
Ventil (ej trottell) för kallt vatten, in- och utsida	X	C5-M	X	Im1	
Trottellventil (direkt efter tillopstub)			X	Im1	
Transformator	X	C4			
Utskovslucka / dammlucka	X	C5M	X	Im1	
Utskovslucka insida om inbyggd, avfuktad och uppvärmd	X	C3			
Nålstöd / isgrindar			X	Im1	
Intagslucka	X	C5-M	X	Im1	
Sugrörslucka	X	C5-M	X	Im1	
Sättbalk/ sättlucka 4)	X	C5M	X	Im1	

1) Det förutsätts att löphjulkammarens vattensida består av rostfritt stål. Om även luftsidan är rostfri utelämnas målningen.

2) Oljesida är beroende av vilken typ av olja som används och ingår inte i någon korrosivitetsklassindelning.

3) Bör varmförzinkas

4) Ej epoxisystem på sättbalkar

6 Konstruktiv utformning

Vid nykonstruktion ansvarar tillverkaren för att objektet kontrolleras och godkänns för målning. Objektet skall kontrolleras och godkännas av sakkunnig innan det målas.

Ytor som skall rostskyddas genom målning är i hög grad beroende av ytans beskaffenhet och den konstruktiva utformningen om erforderlig korrosionshärdighet skall uppnås. Det är därför synnerligen viktigt att konstruktionen utformas på ett sådant sätt att såväl förbehandling före målningen som appliceringen av rostskyddsfärgen är möjlig att utföra på ett tekniskt riktigt sätt. Rekommendationer i SS-EN ISO 12944-3: Annex A-D skall beaktas. All förbehandling ska ske i enlighet med SS-EN ISO 8501-3, se tabell 9.

Det är viktigt att tillverkningshandlingar och ritningar entydigt anger vilka ytor som skall målas samt vilken behandlingstyp som skall tillämpas. Det bör också anges vilka ytor som INTE skall målas om sådana förekommer. Eventuellt anges också hur ytor skall skyddas för att inte skadas vid blästring av godset.

Delar eller objekt som efter hopsättning respektive installation har ytor som inte är åtkomliga för en tekniskt riktig förbehandling och målning skall färdigmålas innan de monteras.

Dränagehål och hål mellan förstärkningsfjädrar och den förstärkta delen (notchhål) måste vara tillräckligt stora för att möjliggöra blästring av kanterna och eventuella hålutrymmen skall vara åtkomliga. Om möjligt skall också spalter vara tätsvetsade. Svetssprut, slagg, skarpa kanter och grader skall ovillkorligen vara avlägsnade innan objektet överlämnas för målning.

Vid konstruktion eller ombyggnation måste hänsyn tas till galvanisk korrosion. För att undvika detta kan man utgå från att olika metaller ej får sammankopplas, se även Bulletin 107 (Swerea KIMAB). Om man ändå måste detta bör expertis rådfrågas hur galvanisk korrosion kan undvikas.

6.1 Krav på obearbetade ytor

Obearbetade nya ytor som efter förbehandling skall förses med rostskydd måste uppfylla nedanstående krav beträffande rostgrad enligt SS-EN ISO 8501:

- a) Ej sämre än rostgrad B för yta i ständig kontakt med vatten och objekt som tillhör korrosivitetssklass C4.
- b) Ej sämre än rostgrad C för invändiga ytor.

D-ytor i bärande konstruktioner bör kontrolleras noggrannare och om skadorna är allvarliga hållfasthetsberäknas. Åtgärder efter beräkningar kan bli byte av delen eller förstärkning.

6.2 Temporärt rostskydd

Temporärt rostskydd i form av rostskyddsoljor, vaxer etc. som innehåller lågmolekylära silikonprodukter får ej användas på konstruktioner som senare skall rostskyddsmålas.

Verkstadsgrundfärg (VG-färg) kan förekomma dels som en polyvinylbutyral med eller utan tillsats av fosforsyra, dels som tvåkomponents zinkepoxifärg epoxiester och slutligen som zinketylzilikatfärg eller vattenburen akryldispersion.

VG-färger har ett sämre långtidsverkande korrosionsskydd än den grundfärg som anges i MA-V beskrivningar och skall därför ovillkorligen blåstras bort före rostskyddsmålning.

Ytor som temporärt skall skyddas kan målas med färg som bildar en film som senare dras av (liknande plastfolie).

6.3 Tätningsytor

Tätningsytor skall hanteras med försiktighet. Blästring skall undvikas. Ytan kan behandlas med tunt lager (<100 µm) rostskyddsfärg därefter skall ytan maskeras för att hindra vidare övermålning.

7 Inspektion före utförande/ tillståndskontroll

Detta kapitel gäller både vid nytillverkning och vid ommålning i tillämpliga delar.

För att underlätta för beställaren att bestämma om, hur och i vilken omfattning en rostskyddsmålning ska utföras utförs en inspektion/tillståndskontroll. Denna kan lämpligen utföras i samband med avställning av anläggningen pga. andra orsaker.

Om det finns befintlig färg och den är smutsig måste den rengöras före inspektion för att säkerställa goda inspektionsmöjligheter.

7.1 Inspektionens utförande

Beställaren ansvarar för att ritningar mm överlämnas till inspektören i god tid före inspektionen. Beställaren anger skriftligt vad som skall inspekteras.

Uppgift om vilka delar som måste inspekteras extra noggrant med avseende på hållfasthet och utmattning tas fram före inspektionen.

Vid bedömning av stålets rostgrad anges rostgrad i A, B, C eller D-ytor enligt standard SS-EN ISO 8501-1. OBS! Skall ej förväxlas med färgskiktets rostgrad vilken är definierad i tabell 5.. Rostgrad A anger den bästa ytan och rostgrad D anger den sämsta ytan enligt tabell 4.

Tabell 4. Stålets rostgrad

Rostgrad A	Stålyta till stor del täckt av fastsittande valshud men i stort sett utan rost
Rostgrad B	Stålyta som börjat rosta och från vilken valshuden börjat flaga av
Rostgrad C	Stålyta där valshuden rostat bort eller från vilken valshuden kan skrapas av men på vilken frätgropar i liten omfattning kan iakttas med blotta ögat
Rostgrad D	Stålyta där valshuden rostat bort och på vilken för ögat synliga frätgropar förekommer i stor utsträckning

Vid inspektionen är det viktigt att notera var på konstruktionen de olika rostgraderna finns, om eventuell rost är fördelad jämnt över hela konstruktionen eller om den är lokaliserad till vissa delar. Om synlig rost finns på delar som är utsatta för extra stora belastningar måste man åtgärda tidigare än om rost finns på andra delar av konstruktionen. Slutligen är det viktigt att undersöka om rostangreppen har inneburit dimensionsminskning och hur den yta som rostat ser ut. Här måste man speciellt beakta spalter. Dessa kan se bra ut utifrån, men ha stora dimensionsminskningar inifrån spalten. Om man misstänker att spalten är angripen är det bra om man har tillgång till en ultraljudsmätare som kan mäta godsets tjocklek utifrån. Sådana instrument, som finns portabla för fältbruk, kräver att man slipar bort färgen på utsidan så att mätkroppen kan fästas mot bart stål. Denna typ av undersökning kräver specialistkompetens.

Vid ommålning bedöms ursprunglig färgs nedbrytning samt stålets rostgrad.

Stålets rostgrad bedöms enligt ovan.

Vid bedömning av färgskiktets nedbrytning används följande parametrar:

Rostgrad enligt standard SS-EN ISO 4628-3. Tabell 5 visar förhållandet mellan angiven rostgrad och rostad yta i % vid bedömning av färgskiktets nedbrytning.

Tab 5. Färgskiktets rostgrad

Rostgrad	Rostad yta i %
Ri 0	0
Ri 1	0,05
Ri 2	0,5
Ri 3	1
Ri 4	8
Ri 5	40/50

Blåsbildning enligt standard SS-EN ISO 4628-2.

Sprickbildning enligt standard SS-EN ISO 4628-4.

Flagning enligt standard SS-EN ISO 4628-5.

Kvarvarande skiktjocklek kan mätas med hjälp av skiktjockleksmätare, enligt SS-EN ISO 19840.

Vidhäftning kan bestämmas på flera sätt:

- med hjälp av dragprovmaskin enligt standard SS-EN ISO 4624 eller SS-EN ISO 16276-1. Denna metod ger även information om var vidhäftningen är sämst; mellan färg och stål, mellan två olika färglager eller inom ett färglager.
- med hjälp av gitter-ritsmetoden (cross-cut) EN ISO 16276-2.

Observera att mätning av vidhäftning är en förstörande metod även om det bara gäller ett litet område. Man skall bättringsmål lokalt efter mätningen. Det är viktigt att mäta vidhäftningen på tillräckligt många ställen så att man inte missar något område med dålig vidhäftning. Om förstörande provning måste undvikas kan beställaren besluta om att provplåtar behandlade i samband med utförandet och på samma sätt utgör provyta för förstörande provning.

Antalet provställen definieras i standard SS-EN ISO 16276-1. Inspektören har rätt att frånga antal mätpunkter enligt standarden.

Tabell 6. Antal mätpunkter vid bestämning av vidhäftning.

Inspektionsarea (m ²)	Antal mätpunkter
upp till 1000	3 för varje yta som motsvarar 250 m ²
mer än 1000	12 + 1 extra för varje yta som motsvarar 1000 m ² a)
a) Indelning i mindre inspektionsareor rekommenderas	

En grov uppfattning om vidhäftningen och vissa färegenskaper kan erhållas med hjälp av enbart kniv. Vid eventuell tvist gäller dock de standardiserade metoderna.

7.2 Utvärdering

Stål med rostgrad D bör inte användas i nykonstruktioner av bärande konstruktioner i riskklass 3. I vissa branschstandarder anges att ytor med rostgrad D ska bytas ut vid ommålning.

Generellt har man bara C- och D-ytor vid underhållsmålning. I bärande konstruktioner kräver D-ytor att hållfastheten beräknas och därefter skall åtgärder vidtas så att godkänd hållfasthet uppnås. Konstruktionen kan behöva förstärkas eller delvis bytas. I varje enskilt fall måste det bli en sammanvägning av flera olika aspekter om ommålning ska ske och hur omfattande denna ska bli. Därutöver finns en rad olika aspekter att beakta såsom

- ekonomi
- tillståndet på befintligt målningssystem
- tillgänglighet
- kunskap om befintligt färgsystem
- kvarvarande livslängd
- konsekvenser om konstruktionen korroderar sönder
- krav på utseende
- om det föreligger lång tid innan ny besiktning kan ske och man då överskrider kvarvarande livslängd bör ommålningen ske i ett tidigare skede.

Normalt sker ommålning vid rostgrad Ri 4 eller Ri 5. Detta innebär att 50 procent av färgen finns kvar i mer eller mindre oskadat skick. En målade yta på en konstruktion som påverkas av utmattninglast eller med risk för sprödbrott underhålls när rostgraden uppgår till Ri 4.

Från ekonomisk synvinkel gäller det att hitta den tidpunkt då det är optimalt att underhållsmåla. Det är självklart svårt att bestämma tidpunkten exakt men tidigare utförda undersökningar har visat att denna tidpunkt infaller då den målade ytan har uppnått Ri 3.

Vid underhållsmålning som innebär att delar av det gamla färgsystemet finns kvar på konstruktionen måste de nya färgerna vara kompatibla (passa ihop) med de befintliga. Observera att detta inte enbart gäller de färger som har direktkontakt med varandra, utan även övriga ovanpå applicerade färger

eftersom lösningsmedlet i de nya färgerna kan migrera (passera) genom färgskikt och lösa upp andra färger.

För att bestämma om det befintliga målningsystemet är fysikaliskt torkande, kemiskt torkande eller oxidativt torkande kan färgen påföras olika lösningsmedel. Därefter granskas utseendet enligt tabell 7.

Tabell 7. Inverkan av olika lösningsmedel på en uthärdad färg. (Enligt FROSIO Handbok "Overflatebehandling mot korrosjon")

Färgtyp	Xylen	MEK (metyletylketon)	Etanol
Klorkautchuk	Löser sig	Löser sig	Opåverkad
Vinyl	Löser sig	Löser sig	Opåverkad
Alkyd	Reser sig	Reser sig	Opåverkad
PVA (polyvinylacetat) latex	Opåverkad	Opåverkad	Löser sig
Epoxi	Opåverkad	Mjuknar lite	opåverkad

Det är viktigt att lösningsmedlet får verka tillräckligt lång tid.

I standarden SS-EN ISO 12944-5 anges kompatibilitet mellan olika färgtyper. Tabellen ska ses som en vägledning, det kan alltid finnas specialfärger med annan kompatibilitet. På grund av det och att innehållet i en färg kan variera, ska man alltid ta kontakt med färgleverantören innan man målar över en gammal färg med en ny.

Tabell 8. Kompatibilitet mellan olika färgtyper

Prefabricerad primer		Kompatibilitet mellan prefabricerad primer och följande färgtyper						
Binde-medel	Pigment	Alkyd	Klor-kautschuck	Vinyl/ PVC	Akryl	Epoxi (olika sorter)	Poly-uretan	Zink-silikat
Alkyd	Olika	√	Ej kompa-tibla	Ej kompa-tibla	√	Ej kompa-tibla	Ej kompa-tibla	Ej kompa-tibla
Polyvinyl-butyrat	Olika	√	√	√	√	Ej kompa-tibla	Ej kompa-tibla	Ej kompa-tibla
Epoxi	Olika	√	√	√	√	√	√	Ej kompa-tibla
Epoxi	Zink-granulat	Ej kompa-tibla	√	√	√	√	√	Ej kompa-tibla
Silikat	Zink-granulat	Ej kompa-tibla	√	√	√	√	√	√ (kan kräva svep-blästring före målning)
Akryl	Olika	Ej kompa-tibla	√	Ej kompa-tibla	√	Ej kompa-tibla	√	Ej kompa-tibla

När man gör en partiell ommålning med ett helt färgsystem måste man måla över en bit in på den färg som ska vara kvar. Även i detta fall måste färgerna vara kompatibla.

Vid underhållsmålning ansvarar beställaren för att information om befintlig färgs eventuella miljöfarlighet ges skriftligt till entreprenören.

Entreprenören ansvarar för att omhändertagande av gammal färg som är miljöfarlig samlas upp och transporteras till av berörd miljömyndighet angiven plats.

8 Utförande

8.1 Före målningens utförande

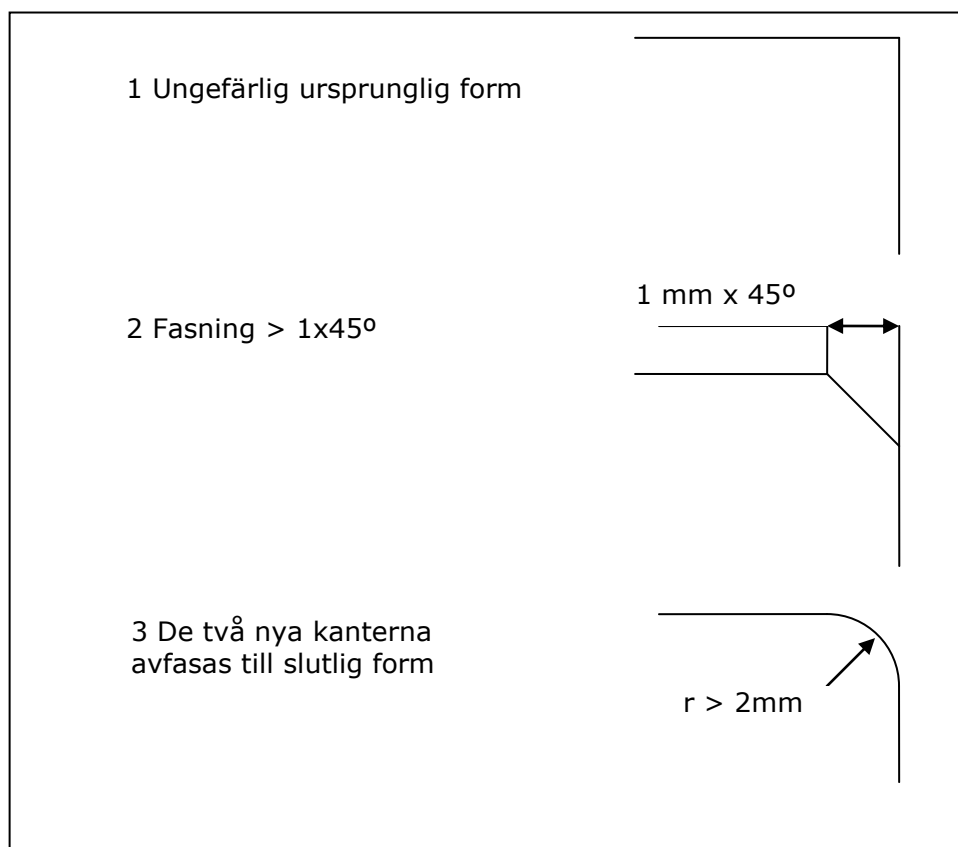
Målningstreprenören ansvarar för att han eller dennes underentreprenör tillser vid mottagningskontroll:

- ytor vid målningstillfället uppfyller den förbehandlingsgrad enligt standard SS-EN ISO 8501-3 som specificeras i behandlingstyp och på ritningar (detta gäller även vid ommålning). Svetsar, kanter och andra områden med defekter förbehandlas enligt SS-EN ISO 8501-3. Förbehandlingsgrad ska utföras till minst förbehandlingsgrad enligt tabell 9.

Tabell 9. Förbehandlingsgrad för olika korrosivitetsklasser

Förbehandlingsgrad	Beskrivning	Korrosivitetsklass
P1	Obetydlig förbehandling: ingen eller bara minimal förbehandling är nödvändig före beläggning med färg	C1 och C2
P2	Noggrann förbehandling: de flesta defekter är åtgärdade	C3 och C4
P3	Mycket noggrann förbehandling: ytan är fri från synliga defekter av betydelse	C5-I och C5-M samt Im1 - Im3

- ytan är fri från färg, olja, sot, svetsrök, fett, grafit, damm, lera, märkningar av t ex spritpennor och kriter, vattenlösliga salter, klorider, sulfater etc.
- kanter i förbehandlingsgrad P2 och P3 bryts, se figur 1, till exempel genom fasning min $1 \times 45^\circ$ eller avrundas till $r > 2\text{mm}$ enligt standard SS-ISO 8501-3 och skall då utföras med sliprondell storlek medium.



Figur 1. Brytning av kanter för rostskyddsmålning

Om lagning av plåt har skett genom insvetsning eller montering av förstärkningsplåt eller lagning av gammal svets måste avgradning av vassa kanter och därefter slipning utföras av skarven mellan gammalt och nytt stål och av svetsen.

Ytan skall vara torr och ytans temperatur får ej understiga det värde som föreskriven färgtyp kräver. Observera risk för kondens på kall yta. Sålunda måste yttemperaturen vara minst $+3^\circ \text{C}$ över dagpunkten.

Om avfuktning krävs skall detta ingå i målningsentreprenaden. Avfuktarna skall dimensioneras så att den relativa luftfuktigheten hålls under 40%.

I de fall färgfabrikanten har större krav än vad som specificeras skall dessa uppfyllas.

Ytor som under montage blir täckta eller oåtkomliga skall färdigmålas vid tidpunkt då de fortfarande är åtkomliga. Ytor som vid montage kan komma att påverkas, förstöras, kan skyddas med ett påsprutat plastskydd.

Före förbehandling och målning skall tätningsytor som inte får behandlas skyddas enligt beställarens anvisning.

Före målning skall ett område 0-50 mm från blivande svets maskeras. Detta skall ske etappvis vid samtliga färgskiktappliceringar.

8.2 Förbehandling före målning

Innan förbehandling påbörjas skall entreprenören kontrollera att ytor som skall målas uppfyller ställda krav på rostgrad, preparering mm.

8.2.1 Avfettning

Avfettning skall alltid utföras före blästring och övrig mekanisk förbehandling. Avfettningsmedel och utrustningen måste anpassas till arten av förekommande föroreningar så att dessa fullständigt avlägsnas.

Ur miljösynpunkt är det bäst att avfetta med hjälp av högtryckstvätt och varmt vatten. Ibland räcker inte detta och man behöver då tillsätta tvättmedel eller något lämpligt lösningsmedel. Man kan i vissa fall även tvätta med vattenånga.

8.2.2 Blästring

Blästring till föreskriven förbehandlingsgrad enligt standard SS-EN ISO 8501-1 utförs på avfettad yta. Sandblästring utförs till Sa 2½ enligt ISO 8501-1 om inte annat anges.

Generellt gäller att föroreningar, ojämnheter och valsfel åtgärdas före avfettning och blästring utförs. Valsfel, lamineringar etc. som upptäcks vid avfettning respektive blästring skall slipas ner och den lokala ytan skall avfettas och blästras igen. Bearbetning som innebär annat än ytlig godsavverkan får ej göras utan beställarens godkännande.

Vid blästring gäller samma miljöbetingelser beträffande luftfuktighet och temperaturer som under själva målningen. Ytan skall vara torr och ytans temperatur får ej understiga det värde som föreskriven färgtyp kräver. Observera risk för kondens på kall yta. Sålunda måste yttemperaturen vara minst +3° C över dagpunkten. Avkylning mellan blästring och målning genom exempelvis mellanlagring i kalla utrymmen eller utomhus får ej ske.

Oljehalten hos blästermedlet får ej överstiga 100 mg/kg. Detta är speciellt viktigt att beakta då återanvändning förekommer. Resultat från analys av blästermedlet skall kunna uppvisas.

Blästringsmaterial och blästringsförhållande skall väljas så att specificerat och/eller rekommenderat profildjup och ytråhet erhålls. Om ej annat anges skall ytråheten uppfylla medium Grit enligt SS ISO 8503-2.

Slungrensning(slungblästring) tillåts ej.

Tryckluft för blästringsutrustning skall vara torr, ren och oljefri. Kan kontrolleras genom att en vit duk hålls mot utgående luft på kompressor.

Efter blästring skall blästringsmaterialet avlägsnas från den blästrade ytan samt även omgivande ytor med noggrann ejektordammsugning. Kontrolleras med tejp-metoden standard SS-EN ISO 8502-3.

Ytan på målningsobjektet får inte överskrida kloridhalten 20 mg/m² vid provning enligt SS-EN ISO 8502-6 (Breslemetoden).

8.2.3 Vattenblästring

Med vattenblästring menas ultrahögtrycksvattenblästring över 170 MPa (1700 bar). Vid vattenblästring skall lämplig förbehandlingsgrad anges enligt standard SS-EN ISO 8501-4.

Inhibitor får ej användas.

Ytråheten måste beaktas vid vattenblästring. Det kan behövas sandblästring för att erhålla i beställning angiven ytråhet. Hela den förbehandlade ytan skall beaktas.

8.2.4 Maskinbearbetning

Slipning, skrapning, borstning och nålhamring utförs till St 3 enligt ISO 8501-1 om inte annat anges.

Maskinborstning får ej användas på grund av att ytan blir polerad och ger dålig vidhäftning för färgen.

Efter slipning och skrapning avlägsnas alla lösa föroreningar med noggrann dammsugning.

Efter slipning, skrapning eller annan maskinbearbetning skall ytan vid behov avfettas.

8.3 Målningens utförande

Föreskrifter från färgleverantör beträffande färgmaterialet skall följas.

Stålyta skall snarast målas efter förbehandling. Som riktvärde vid 20 °C och 60 %RH gäller att målning skall vara utförd inom 8 timmar efter avslutad blästring. Om detta inte kan innehållas erfordras avfuktningssaggregat och riktvärdet skall då vara < 40 % RH.

Mellan operationerna blästring och målning får inga arbetsoperationer utföras på det blästrade objektet. Om så sker skall objektet blästras om.

Färgmaterial skall i regel ha samma temperatur vid målningstillfället som målningens lokalen.

Temperatur och luftfuktighet får inte ändras till det sämre efter målningen till det att uthärning skett.

Tork- respektive uthärdningstidens längd måste beaktas beroende av temperatur, luftfuktighet, skiktjocklekar, färgtyper osv.

För att få bästa ytan ska applicering i första hand ske med färgspruta enligt färgleverantörens datablad.

Vid behov ska tvåkomponentsspruta användas. Denna får inte ersättas genom att färgen förtunnas.

Grundfärg får påföras med roller endast under förutsättning att den ej avger ludd och att färgen efteråt bearbetas och slätas ut med pensel.

All färg i ett färgsystem skall vara från samma tillverkare. Färgmaterial från olika tillverkare får ej blandas i samma målningssystem.

Ytor såsom frätgropar, kanter mm skall bearbetas noggrant med pensel en extra gång före hela ytan målas före grundmålning och sedan mellan varje färgskikt. Svetsskarvar och andra skarvar skall grundmålas med pensel en gång före den egentliga grundmålningen. Den i μm angivna skiktjockleken för respektive skikt är ett minimivärde på nominell skiktjocklek.

Färgleverantörens maximivärde för varje skikt måste beaktas. Normalt får inte dubbel föreskriven skiktjocklek överskridas.

Färgleverantörens rekommendation om tid mellan förbehandling och målning måste uppfyllas.

Varje färgskikt skall vara sammanhängande utan synliga rinningar och droppar, torrsprut, blåsor, porer, kratrar och andra defekter samt applicerad till en jämn, enhetlig yta.

Förtunning skall undvikas. Då det är tillåtet enligt färgleverantörens datablad skall databladet följas.

8.4 Spackling

Spackling eller tätning med fogmassa skall alltid utföras på grundmålad yta.

Spackelfärgen skall vara kompatibel med befintligt färgsystem och godkänd av färgleverantören.

8.5 Bättringsmålning

Vid skador eller andra defekter skall bättringsmålning utföras enligt ursprunglig beskrivning för nymålning och uppfylla de krav som finns på färgsystemet. Ommålning av hela ytan krävs om det finns flera skador nära varandra eller om färgskiktet är för tunt för att erhålla en homogen yta.

9 Målningssystem

9.1 Målningssystem för vattenkraftstationer

Det åligger målningstreprenören eller den som beställer färgprodukten att förvisa sig om att leveransen uppfyller ställda krav.

Tabell 11 anger lämpliga målningssystem för vattenkraftstationer samt kringutrustning.

Tabell 11 gäller främst vid nymålning. Vid underhållsmålning se kapitel 11.

Tabell 11. Målningssystem för vattenkraftstationer och kringutrustning
I vissa fall finns det valmöjlighet på målningssystem tex om en lucka står i luft eller vatten

Objekt	Luftsida		Vattensida		Oljesida 2)
	Korro- sivite- tets- klass i luft	Målning- system	Korro- sivite- tets- klass i vatten	Målning- system	Målning- system
Tillopstub	C5-M	MA-V 4	Im1	MA-V 1, 2, 9,10	
Tillopstub exponerad för jord	Im3	Special/ kontakta specialist	Im1	MA-V 1, 2, 9,10	
Spiral in- och utsida/ Trottelventil	C5-M	MA-V 4	Im1	MA-V 1, 2, 9,10	
Sugrörskona			Im1	MA-V 1, 2, 9,10	
Sugrörsklädnad			Im1	MA-V 1, 2, 9,10	
Turbinlock, inre och yttre	C5-M	MA-V 4	Im1	MA-V 1, 2, 9,10	
Ledskovel			Im1	MA-V 1, 2, 9,10	
Ledskovelvev och - länk	C5-M	MA-V 4	Im1	MA-V 1, 2, 9,10	
Ledkransring	C5-M alt C4	MA-V 4	Im1	MA-V 1, 2, 9,10	
Stagring, -pelare			Im1	MA-V 1, 2, 9,10	
Pådragsring (den rörliga delen)	C4	MA-V 4	Im1	MA-V 1, 2, 9,10	MA-V6
Turbinaxel	C2	MA-V 5	Im1	MA-V 1, 2, 9,10	
Turbinaxel	C3	MA-V 7	Im1	MA-V 1, 2, 9,10	
Bulb (rör, bulbturbin)	C5-M	MA-V 4	Im1	MA-V 1, 2, 9,10	
Nedstigningsschakt (Bulbturbin)	C5-M	MA-V 4	Im1	MA-V 1, 2, 9,10	
Yttre kona (Bulbturbin)	C5-M	MA-V 4	Im1	MA-V 1, 2, 9,10	
Löphjulsnäv			Im1	Utv: MA-V 1, 2, 9, 10 Inv: MA-V4	MA-V6

Objekt	Luftsida		Vattensida		Oljesida 2)
	Korro- sivite- klass i luft	Målnings- system	Korro- sivite- klass i vatten	Målnings- system	Målnings- system
Löphjulskona			Im1	MA-V 1, 2, 9 ,10	
Ledkransservomotor	C2	MA-V 5,7			
Löphjulskammare 1)	C5	MA-V 4			
Tätningbox (vatten kan rinna)	Im1		Im1	MA-V 1, 2, 9 ,10	
Tryckoljeaggregat (tryckklocka, oljetank, oljekylare, rörledning)	C2	MA-V7			MA-V6
Lagerhus	C2	MA-V5	Im1	MA-V 1, 2, 9 ,10	MA-V6
Lagerhus vattensmort	C5	MA-V4	Im1	MA-V 1, 2, 9 ,10	MA-V6
Växellåda	C2	MA-V7			MA-V6
Generator	C2	MA-V7			
Bärlager med oljelåda och oljekylare	C2	MA-V7			MA-V6
Styrlagerarmkors	C2	MA-V7			MA-V6
Styrlagerkåpa	C2	MA-V7			MA-V6
Inmurningsring övre och nedre			Im1	MA-V 1, 2, 9 ,10	
Bro, brygga, kran, travers, inomhus	C2	MA-V5			
Bro, brygga, kran, travers, utomhus	C4	, MA-V8			
Räcken, durkar 3) inomhus	C2	MA-V7 alt Varmförzinkning			
Räcke, durk, 3) utomhus	C4	MA-V4 alt varm- förzinkning			
Kraftledningsstolpe 3)	C4	Varm- förzinkning SS- EN ISO 1461	Im3	Varm- förzinkning SS-EN ISO 1461	
Kylare	C5-M	Rostfritt	Im1	Rostfritt	
Ventil (ej trottell) för kallt vatten, in- och utsida	C5-M	MA-V 4	Im1	MA-V 1, 2, 9 ,10	
Trottellventil (direkt efter tilloppstub)			Im1	MA-V 1, 2, 9 ,10	
Transformator	C4	MA-V4			
Utskovslucka / dammlucka	C5-M	MA-V4	Im1	MA-V 1, 2, 9 ,10	
Utskovslucka insida om inbyggd, avfuktad och uppvärmd	C3	MA-V7			
Nålstöd / isgrind			Im1	MA-V 1, 2, 9 ,10	
Intagslucka	C5-M	MA-V 4	Im1	MA-V 1, 2, 9 ,10	
Sugrörlucka	C5-M	MA-V 4	Im1	MA-V 1, 2, 9 ,10	
Sättbalk/ sättlucka	C4 , C5-M	MA-V 4	Im1	MA-V 1, 2, 9 ,10	

1) Det förutsätts att löphjulskammarens vattensida består av rostfritt stål. Om även luftsidan är rostfri utelämnas målningen.

2) Oljesida är beroende av vilken typ av olja som används och ingår inte i någon korrosivitetsklassindelning.

3) Bör varmförzinkas

MA-V 1

Förbehandling	Enligt kap 8.2
Grundfärg	1 gång järnglimmerpigmenterad epoxi, min 80 µm
Mellanfärg	
Täckfärg	2 gånger tvåkomponent lösningsmedelfattig/lösningsmedelfri epoxitill min 400 µm
Totalt	Min 480 µm

MA-V 2

Förbehandling	Enligt kap 8.2
Grundfärg	1 gång järnglimmerpigmenterad epoxi min 80 µm
Mellanfärg	
Täckfärg	3 gånger tvåkomponent lösningsmedelfattig/lösningsmedelfri epoxi min 700 µm
Totalt	Min 780 µm

MA-V 3

Förbehandling	Enligt kap 8.2
Grundfärg	1 gång järnglimmerpigmenterad epoxi, 80 till max 100 µm
Mellanfärg	
Täckfärg	
Totalt	Min 80 till max 100 µm

MA-V 4

Förbehandling	Enligt kap 8.2
Grundfärg	1 gång järnglimmerpigmenterad epoxi min 80 µm
Mellanfärg	1 gång tvåkomponent lösningsmedelfattig/lösningsmedelfri epoxi till min 200 µm
Täckfärg	1 gång tvåkomponent polyuretanfärg till min 40 µm
Totalt	Min 320 µm

MA-V 5

Förbehandling	Enligt kap 8.2
Grundfärg	1 gång alkyd med passiverande pigment, min 80 µm
Mellanfärg	
Täckfärg	1 gång alkyd, min 80 µm
Totalt	Min 160 µm

MA-V 6

Förbehandling	Enligt kap 8.2
Grundfärg	1 gång epoxifenol av tjockfilmstyp till min 125 µm
Mellanfärg	
Täckfärg	1 gång epoxifenol av tjockfilmstyp till min 125 µm
Totalt	Min 250 µm

MA-V 7

Förbehandling	Enligt kap 8.2
Grundfärg	1 gång järnglimmerpigmenterad epoxi, min 80 µm
Mellanfärg	
Täckfärg	1 gång polyuretan, min 80 µm
Totalt	Min 160 µm

MA-V 8

Förbehandling	Enligt kap 8.2
Grundfärg	1 gång zinkepxi, zinkinnehåll enligt ISO 12944, min 60 µm
Mellanfärg	Järnglimmerpigmenterad/aluminiumpigmenterad epoxi, min 300 µm
Täckfärg	1 gång polyuretan, min 60 µm
Totalt	Min 420 µm

MA-V 9

Förbehandling	Sa 3
Grundfärg	
Mellanfärg	
Täckfärg	2 gånger lösningsmedelfri epoxi
Totalt *	Min 500 µm

MA-V 10

Förbehandling	Sa 3
Grundfärg	
Mellanfärg	
Täckfärg	3 gånger lösningsmedelfri epoxi
Totalt *	Min 750 µm

9.2 Keramiska kompositer

Det finns idag en viss användning av keramiska kompositer. Dessa används främst när slitaget är stort. Genom användning av dessa skulle även teoretiskt en högre verkningsgrad kunna erhållas. Om man använder keramer måste expertis anlitas då det idag inte finns några reella riktlinjer för hur man ska måla för att erhålla ett fullgott resultat. Det finns också så kallade keramer på marknaden men som i praktiken inte är keramer. I framtiden kommer troligtvis keramer att användas mer än i dag, men de måste utvärderas först. Vid användandet av keramer krävs att entreprenören är auktoriserad för detta. Skogsindustrierna har en standard, SSG 1908 som ger anvisningar gällande ytbehandling på metall med kompositmaterial inom massa- och pappersindustrin. Denna kan ge viss vägledning.

9.3 Färgåtgång

Teoretisk färgåtgång kan beräknas enligt följande:

$$F = (X \cdot Y) / (10 \cdot Z)$$

F = total färgåtgång i liter (l)

X = total yta som ska målas i kvadratmeter (m²)

Y = torr skiktjocklek i mikrometer (µm)

Z = torrhalt i procent av volymen (volym%)

Om denna färgåtgång ska räcka krävs att inget spill sker. Det går alltid åt mer, ofta ca 50 %. För att få fram verklig färgåtgång multipliceras F ovan med ett tal större än 1. Om man vet att det går åt till exempel 50 % mer multipliceras med 1,5.

10 Krav på färdigt färgsystem

Identitet, kulör och glans skall överensstämma med specifikation.

Täckningen skall vara god och ha en enhetlig kulör på kanter och fria ytor.

Varje färgskikt skall vara sammanhängande utan synliga rinningar, droppar, blåsor, porer, kratrar och andra defekter samt applicerat till en jämn enhetlig yta. Sandpappersstruktur eller apelsinskalsyta accepteras inte. Friställen får ej förekomma.

Överensstämmelse skall råda mellan färdigt färgskikt och eventuella likarytor.

Färgsystemets nominella totalskikt tjocklek skall överensstämma med specifikationen. Bestämning av skikt tjocklek på metalliska underlag utföres enligt SS-ISO 19840 i vilken även definition av minimum tjocklek på provningsyta framgår.

Vidhäftning skall bestämmas enligt ISO 16 276-1 och rapporteras enligt kraven i aktuell norm. Som ett avsteg från standarden kan vidhäftning kontrolleras på provplåtar om så överenskommes mellan beställare och utförare. Provplåtarna ska då vara lika objektet och behandlas på samma sätt. Provplåtarna skall ha en tjocklek på minst 10 mm.

Vid avlämnandet skall vidhäftning uppfylla kravet 5 MPa provad enligt standard SS-EN ISO 16276-1.

Skikt tjocklekar, handlingar, kvalitetsmanualer mm skall överlämnas och godkännas vid avlämnandet.

Vid slutbesiktning av objekt i Im-klasserna skall porsökning ingå enligt standard ASTM D 5162-01. Hela ytan ingår och inget genomslag accepteras.

Vid garantitidens utgång får färgskikten inte understiga följande värden:

Rostgrad	Standard SS-EN ISO 4628-3	Ri 1
Blåsbildning	Standard SS-EN ISO 4628-2	0
Sprickbildning	Standard SS-EN ISO 4628-4	Klass 0
Flagning	Standard SS-EN ISO 4628-5	0
Vidhäftning (undantag alkydsystem)	Standard SS-EN ISO 16276-1	5 MPa

11 Underhållsmålning

Efter besiktning, se kapitel 7, och sedan man konstaterat att konstruktionen behöver underhållsmålas bestäms vilken omfattning ommålningen ska få.

De ommålningsåtgärder som man kan välja mellan är följande:

- **Hel ommålning** som innebär att den gamla färgen avlägsnas helt och stålet målas med ett nytt färgsystem. När färgen är borta likställs hel ommålning med nymålning. Förbehandling, färgval och applicering kan då ske enligt kapitel 9 och 10.
- **Partiell ommålning** som innebär att delar av konstruktionen målas om ända ner till bar stålyta.
- **Lokal förbättringsmålning** som innebär att delar av konstruktionen målas om, ofta endast det yttre skiktet. Detta ger ett "fläckigt" utseende.
- **Hel ommålning av täckskiktet** som innebär att det yttersta skiktet målas om.

Det är viktigt att undersöka stålytans kondition innan ommålningssystem bestäms. När man väl valt typ av ommålning bestäms vilka färgtyper som ska användas och utifrån det vilken förbehandling som ska utföras.

Om inte all färg tas bort ska alltid kompatibiliteten mellan ny färg och gammal färg undersökas. Kompatibiliteten gäller både kemiskt och mekaniskt.

Oavsett val av metod ska MA-V användas i tillämpliga delar.

Det är en fördel om man kan sametablera ommålning med andra åtgärder.

11.1 Hel ommålning

Vid hel ommålning tas all gammal färg bort. Ingenting får vara kvar på ytan. Företrädesvis används vattenblästring eller torrblästring. Har man väntat så länge att hel ommålning måste utföras, är troligen ytan i så dåligt skick att blästring med blästermedel är nödvändig för att erhålla rätt blästerprofil. När all färg är borttagen ska stålet granskas med avseende på bland annat sprickförekomst, gropar och genomfrätning. Sådana defekter måste lagas före ommålning. Lagningen sker oftast med hjälp av svetsning eller montage av förstärkning. När det gäller inspektion av bärande konstruktioner ska kontakt tas med sakkunnig stålkonstruktör. Man får då inte glömma att eventuella svetsfogar också ska behandlas till föreskriven ytråhet och renhet. Även förband med fästelement, skruv eller nit måste inspekteras och eventuellt bytas ut.

Det är ofta problem med spalter och svetsar. Även dessa måste behandlas speciellt. Ofta är det omöjligt att rengöra spalter utan att konstruktionen plockas isär.

Hel ommålning väljs företrädesvis när rostgraden är sämre än Ri 4. Exempel på när detta har skett är när:

- färgen har blåsor ner till stålet

- färgen har spruckit ner till stålet över större delen av ytan
- vidhäftningen till stålet är dålig (vanligtvis lägre än 4 MPa, mätt enligt standard SS-EN ISO 16276-1, över större del av ytan)
- färgen flagat ner till stålet över stora områden.

Även andra omständigheter kan leda till att hel ommålning bör utföras. Dessa kan vara:

- om det är stora initialkostnader för att kunna måla
- om konstruktionen befinner sig i svårtillgängliga utrymmen exponerat för korrosiv miljö
- om stor osäkerhet föreligger om färgsystemets kondition

11.2 Partiell ommålning

Partiell ommålning innebär att det på objektet finns delar som är helt intakta med både grundfärg, mellanfärg och täckfärg kvar, medan det områdesvis har försvunnit färg i varierande grad. På vissa delar finns bart, ofta rostigt, stål. Detta innebär att man måste måla både grundfärg, mellanfärg och täckfärg på lokala partier av objektet vilket i sin tur kan kräva förbehandling i form av tvättning och blästring av dessa delar till förbehandlingsgrad enligt standard ISO 8501-2. Fördelen med partiell ommålning är en jämförelsevis låg kostnad eftersom man bara målar skadade partier.

Partiell ommålning kan väljas när;

- stålytan partiellt är bar (max Ri 2) medan större delen av ytan är täckt av färg med bra vidhäftning.
- färgsystemet är kompatibelt med befintlig färg.
- en del som måste målas om ska erhålla samma tid till ommålning som en större del. Man ser då till att samordna en större ommålning genom att ge alla ingående delar samma tid till ommålning.

Nackdelar med partiell ommålning jämfört med hel ommålning är bland annat att;

- det blir svårt med ansvarsfördelningen och således svårt att få garantier,
- det blir svårt att i förväg bestämma omfattningen,
- det är svårt att veta vad som finns under bättringsmålade färg.

Kantresning får inte förekomma. Detta kan undvikas genom att man lägger ner blästermunstycket vid kanterna till ca 60° vinkel så att en slipande effekt från blästerkornen erhålls. Man behöverslipa kanterna efteråt.

Av estetiska och kvalitetsmässiga skäl avslutas ofta partiell ommålning med ett lager täckfärg över hela ytan

11.3 Förbättringsmålning

Vid förbättringsmålning målas endast lokala delar om. Det finns inga områden med rost och man målar enbart om eventuellt mellanskikt och/eller täckskikt. Ytan förbehandlas genom tvättning (ISO 8501-2) och därefter används

samma typ av färg som tidigare målats på objektet under förutsättning att den inte är så miljöfarlig att den inte bör användas. Om så är fallet eller om den har utgått ur sortimentet eller om man inte vet vilken färg som använts, väljs en täckfärg utifrån kompatibilitet och korrosivitetsklass. Vi utgår här från att färgen är känd. Om den inte är det och man inte kan ta reda på vilken färg det är via tester, måste man provmåla med ny färg. Detta ska göras minst en månad innan själva målningen för att se om det är kompatibelt. Vidhäftning testas sedan innan hela objektet målas.

Lokal förbättringsmålning kan väljas när;

- ytan inte har någon rostskada,
- och färgsystemet är kompatibelt med befintlig färg.

Av estetiska och kvalitetsmässiga skäl avslutas ofta partiell ommålning med att ett lager täckfärg målas över hela ytan.

11.4 Ommålning av enbart täckskiktet

En färg som utseendemässigt ser bra ut kan ändå ha åldrats. Täckfärgen kan helt enkelt erodera/krita bort . För att ta reda på detta mäter man den totala kvarvarande skikt tjockleken. Det är nedbrytningen av det yttersta skiktet man vill ta reda på. Om målningssystemet består av flera olika färger måste man, för att bestämma yttersta skiktets tjocklek, använda "Coating drill"-metoden vilken beskrivs i standard SS-EN ISO 2808

. Denna metod innebär att ett koniskt hål borrar i färgen och att respektive skikts tjocklek därefter bestäms med mikroskop. Metoden kräver en utbildad och erfaren inspektör. Om ytskiktet har minskat men färgen i övrigt är intakt räcker det med ett förnyat täckskikt. För att utröna detta bör även en vidhäftningsmätning utföras. Det räcker sedan med att rengöra (ISO 8501-2) och eventuellt rugga upp ytan. Därefter påförs nytt täckskikt. Självklart måste detta skikt vara kompatibelt med underliggande färg och den befintliga täckfärgen. Hel målning av enbart täckskiktet kan utföras när;

- endast täckskiktet har eroderat bort helt eller delvis,
- de undre skikten är intakta och har bra fäste mot underlaget och
- den nya täckfärgen är kompatibel med den befintliga täckfärgen samt de underliggande färglagren.

12 Krav på hantering, transport och förvaring av målade stålkonstruktioner

Transportskadat gods skall i regel bättringsmålas innan objektet monteras i anläggningen.

Hantering av gods skall ske på ett sådant sätt att risken för skador i färgskiktet minimeras. Transport av gods får inte ske förrän godset blivit genomtorrt enligt färgfabrikantens datablad. Med genomtorrt menas att färgfilmen är tillräckligt torr för att inte skadas.

Transport eller förvaring får inte ske om miljön under härdningsförloppet understiger ställda krav. Vid tveksamhet om hanteringssätt t ex vid lyftning skall ytbehandlingsentreprenören kontakta beställaren för besked för undvikande av konstruktionsskador. Beställaren har dock skyldighet att vid känsliga konstruktioner informera entreprenören.

Förvaring av målade konstruktioner skall ske så att kemisk härdning sker i följd. Förvaring av målade konstruktioner skall ske i välskyddad miljö så att optimal kvalitet på målningssystemet erhålls.

Vid lagring skall konstruktionen ligga på underlag av trä eller gummi.

13 Kontroll

Det är viktigt att objektet kontrolleras under arbetets gång. Kontrollen bör utföras både i entreprenörens egen regi sk egenkontroll och av beställaren utsedd kontrollant. Kontrollanten skall förutom specialistkunskaper inom ytskydd ha goda kunskaper om objektet.

13.1 Kontroll av målningsentreprenör

Vid upphandling av målningsentreprenör skall beställaren kontrollera och verifiera att det presumtiva målningsföretaget innehar för uppdragets genomförande erforderliga resurser och kompetens, och att man är införstådd med de föreskrifter som gäller enligt målningsanvisningen. Detta anses uppfyllt både tekniskt och ekonomiskt av företag som är Auktoriserade i Rostskyddsmålning. Även målningsföretagets resurser, rutiner och kvalifikationer för genomförande av erforderlig egenkontroll och verifiering av målningsarbetets genomförande skall fastställas.

13.2 Kontroll av målningsarbetet

Målningsentreprenören är skyldig att förvissa sig om att överenskomna föreskrifter följs och att ställda krav uppfylls.

Målningsentreprenören ska kalla till kontroll vid de tillfällen som överenskommits i beställningen. Om inte annat föreskrivits skall alltid kontroll utföras efter förbehandling före målning. Kallelsen skall ske i god tid innan kontrollen. Målningsentreprenören ansvarar för att egenkontroll är utförd och dokumenterad före beställarens kontroll. Beställarens kontrollant ska beredas tillträde till samtliga delar av arbetsplatsen vid kontrolltillfället.

Kontrollkostnader orsakade av felaktiga avrop eller omkontroll på grund av underkänt arbete bekostas av entreprenören, i enlighet med AB 04/ABT 07.

13.2.1 Entreprenörens egenkontroll

Egenkontrollen skall utföras kontinuerligt enligt SS-EN 1090-2.

Entreprenörens egenkontroll skall verifieras skriftligt i, under arbetets gång, dagligt förd loggbok enligt bilaga "Intyg över grundkontroll vid rostskyddsmålning". Denna får inte vara en efterkonstruktion. Annan blankett godtas under förutsättning att alla uppgifter i bilagda blankett ingår. Rapport kan även föras digitalt men ska då vara tillgänglig för beställaren eller dennes ombud dagligen. Detta kan exempelvis ske via mail eller via gemensam projektplats på nätet.

Avvikelse och annat av vikt skall utan dröjsmål rapporteras och godkännas av beställaren skriftligen.

De ifyllda och signerade blanketterna utgör del av slutdokumentationen. Även fotografier som tagits för att verifiera speciella tillstånd hos ytor och eventuella utredningsrapporter skall biläggas slutdokumentationen.

Målningsentreprenörens ansvariga arbetsledare ska innan ytbehandlingen påbörjas förvissa sig om;

- att miljökraven är uppfyllda,
- att all föreskriven förbehandling är utförd och resultatet uppfyller ställda krav,
- att uttagen färg är den för målningsobjektet avsedda samt uppfyller de för behandlingstypen gällande kraven,
- att den som skall utföra målningsarbetet har tillgång till gällande målningsanvisningar och är väl förtrogen med de uppställda kraven samt innehar erforderlig yrkeskunskap för att kunna utföra målning enligt aktuellt målningsystem.

Målningsentreprenören ska kunna uppvisa intyg över att såväl arbetsledare och målare som egna kontrollanter innehar, för respektive arbetsinsats, erforderlig kompetens.

Målningsentreprenören är skyldig att förvissa sig om att levererad färg stämmer med beställning.

Målningsentreprenören är skyldig att förvissa sig om att:

- Varje färgförpackning är försedd med minst följande uppgifter:
 - Färgtillverkare, produktens namn och nummer (beteckning), tillverkningsdagens nummer samt sista förbrukningsdag för färger med begränsad lagringsbeständighet.
- Alla färgprodukter har transporterats och blir lagerhållna i enlighet med färgfabrikantens anvisningar vad avser maximi- och minimitemperatur (OBS frysrisk vid låg temperatur för vissa färger).
- För färgsatsen gällande provningskontroll visar att färgen uppfyller ställda krav.
- Färger som lagrats utöver den av färgfabrikanten angivna tiden INTE kommer till användning.
- Inte några färger förtunnas på annat sätt än enligt tillverkarens anvisningar och godkännande från beställaren.
- Potlife ej överskrids.

Kontroll skall ske av att förbehandling före blästring och målning äger rum under förhållanden som är lämpliga för respektive färgmaterial och att kraven i målningsanvisningen beaktas.

Kontroll av förbehandling och målning skall utföras i fält minst två gånger per dag och med angivande av tid för kontrollen med avseende på minst följande:

- Lufttemperatur och luftfuktighet i utrymmen för blästring, målning och uthärdning av färgskikt.
- Objektets godstemperatur före blästringen påbörjande.
- Dagpunkten.
- Fritt från fukt och andra föroreningar hos blästermaterialet.
- Fri från fukt och föroreningar hos luft som används vid blästring, sprutmålning och rengöring av blästrade ytor.

För ytbehandling i uppvärmda, kontrollerade lokaler räcker en gång per dag. Kontroll av objektet skall göras för att fastställa att de ytor, som skall förbehandlas, uppfyller de i ytskyddsföreskriften uppställda kraven. Förbehandling får inte ske förrän dessa krav uppfyllts, se kapitel 7.

Kontroll av att förbehandlad yta uppfyller ställda renhetskrav och att första målnings-skikt blir applicerad inom förskrivna tidsrymd. Vid kontroll av blästrad yta skall ytan vara fri från blästersand.

Kontroll av att förbehandling i övrigt uppfyller kraven enligt målningsanvisningen.

Kontroll av att varje applicering – i tillämpliga delar – uppfyller kraven enligt målningsanvisningen.

Skiktthjocklekskontroll av torr film på stål skall bestämmas enligt SS-EN ISO 19840. Dokumentation ska lämnas minst på mätningar grundfärgens och slutlig tjocklek. Här ska anges antal mätpunkter och resultat av medelvärde, max- och minvärde vid varje mätpunkt.

Skiktthjocklek på våt färgfilm kan bestämmas med våtfilmsmätning.

Tjockare färgskikt än den dubbla nominella tjockleken godtas normalt inte.

Kontroll skall ske att färgfilmen är homogen och utan friställen, porer och kratrar.

För vissa behandlingstyper skall kontroll utföras med porsökningsinstrument, detta gäller främst ytor under vatten Im1.

Provspänning enligt ASTM D 5162-01. Kontrollspänning ökas dock i följande fall:

- Om den uppmätta medelskiktthjockleken är 20% större än föreskriven skall kontrollspänning bestämmas enligt den uppmätta tjockleken.
- Om porsökning sker vid luftfuktighet understigande 40% RH och yttemperaturen är minst 3 °C över dagpunkten ökas spänningen med 0,5 kV.

Följande gäller vid porsökning:

- Porositetsbestämning med högspänningsinstrument får ej utföras om skiktthjockleken understiger 300 µm.
- Porositetskontroll får utföras tidigast när färgskiktet har uthärdat enligt färgleverantörens specifikation, normalt inte mindre än sju dygn.
- Vid porositetskontroll får luftfuktigheten inte överstiga 85% RH och yttemperaturen skall vara minst 3 °C över dagpunkten.
- Yta som ska provas skall vara torr.
- Porositetskontroll skall dokumenteras skriftligt.

Kontrollant skall förvissa sig om att beställarens och färgtillverkarens föreskrifter beträffande miljö (luftfuktighet, temperatur mm) och härdningstid innehålls. Se även 4.4.

Kontroll av färgskiktens vidhäftning skall göras enligt SS-EN ISO 4624 eller SS-ISO 16271-1.

13.2.2 Minimikrav för kontrollutrustning och hjälpmedel

Ändamålsenlig och funktionsduglig samt i förekommande fall kalibrerad utrustning för bestämning av:

- Lufttemperatur
- Yttemperatur
- Relativ luftfuktighet
- Skiktjocklek, våt
- Skiktjocklek, torr
- Ytråhet ISO 8503-2
- Ytprofil (shot eller grit)
- Vidhäftning
- Porsökning

SS-EN ISO 8501-1 Behandling av stålytor före beläggning av målningsfärg och liknande produkter – Visuell utvärdering av ytrenhet – Del 1: Rostgrader och förbehandlingsgrader för obelagt stål och för stål, från vars hela yta tidigare beläggning avlägsnats.

SS-EN ISO 8501-2 Behandling av stålytor före beläggning av målningsfärg och liknande produkter – Visuell utvärdering av ytrenhet – Representativa fotografiska exempel på förändringar av stålets utseende genom förbehandling med olika blästermedel.

SS-EN ISO 8501-3 Behandling av stålytor före beläggning med färg eller liknande produkter- Visuell utvärdering av ytrenhet- Del 3: Förbehandlingsgrader för svetsar, kanter och andra områden med defekter.

SS-EN 1090-2 Utförande av stål- och aluminiumkonstruktioner – Del 2: Stålkonstruktioner SS-ISO 19840 Färg och lack – Korrosionsskydd av stålkonstruktioner genom målning - Mätning av och acceptanskriterier för tjocklek hos torr beläggning på rå yta

13.3 Beställarens kontroll av målningsarbetet

Beställarens kontrollinsats vid målningsarbetet beror på målningsarbetets omfattning och behandlingstyp och fastställs för varje enskilt målningsarbete.

Beställaren förbehåller sig dock rätten att efter eget gottfinnande när som helst under pågående målningsarbetet förvissa sig om att målningsentreprenören följer givna anvisningar och själv utför övervakning och kontroll i enlighet med träffad överenskommelse. Om så bedöms erforderligt kan beställaren själv eller genom ombud utföra kontroll av att målningsentreprenören uppfyller gällande krav.

13.3.1 Kvalifikationskrav på kontrollant

Kontrollant som är utsedd av beställaren skall ha dokumenterad erfarenhet inom rotskyddsmålning.

Kontrollanten ska ha kunskap att utföra visuell kontroll av svetsar enligt ISO 8501-3 före ytbehandling. Erfarenhet av svetsinspektion och visuell kontroll bör vara ett krav.

13.3.2 Rapportering

Rapportering av resultat vid kontroll skall ske skriftligt.

14 Dokumentation

Dokumentationskrav gäller såväl nyttillverkning som underhållsmålning och ändringar. Vid alla typer av ytbehandlingar och ändringar i befintlig utrustning skall dokumentationen tas fram i takt med utfört arbete.

Slutdokumentationen skall vid överlämnandet vara sammanställd och papperskopior skall vara insatta i pärmar samt försedd med utförligt innehållsregister.

Handlingarna kan också levereras elektroniskt om så överenskommit skriftligt.

15 Standardförteckning

- SS-EN 1090-2:2008 Utförande av stål- och aluminiumkonstruktioner – Del 2: Stålkonstruktioner
- SS-EN ISO 12944-1 Färg och lack – Korrosionsskydd av stålkonstruktioner genom målning – Del 1: Allmän inledning (ISO 12944-1:1998)
- SS-EN ISO 12944-2 Färg och lack – Korrosionsskydd av stålkonstruktioner genom målning – Del 2: Miljöklassificering (ISO 12944-2:1998)
- SS-EN ISO 12944-3 Färg och lack – Korrosionsskydd av stålkonstruktioner genom målning – Del 3: Konstruktionsutformning (ISO 12944-3:1998)
- SS-EN ISO 12944-4 Färg och lack – Korrosionsskydd av stålkonstruktioner genom målning – Del 4: Typer av ytor och förbehandling (ISO 12944-4:1998)
- SS-EN ISO 12944-5: 2007 Färg och lack – Korrosionsskydd av stålkonstruktioner genom målning – Del 5: Rostskyddssystem (ISO 12944-5:2007)
- SS-EN ISO 12944-6 Färg och lack – Korrosionsskydd av stålkonstruktioner genom målning – Del 6: Metoder för laborieprovning (ISO 12944-6:1998)
- SS-EN ISO 12944-7 Färg och lack – Korrosionsskydd av stålkonstruktioner genom målning – Del 7: Utförande och övervakning av målning (ISO 12944-7:1998)
- SS-EN ISO 12944-8 Färg och lack – Korrosionsskydd av stålkonstruktioner genom målning – Del 8: Upprättande av specifikationer för nymålning och underhåll (ISO 12944-8:1998)
- SS-EN ISO 1461 Oorganiska ytbeläggningar - Varmförzinkade beläggningar på tillverkade järn- och stålföremål – Specifikationer och provningsmetoder (ISO 1461:1999)
- SS-EN ISO 2808:2007 Färg och lack – Metoder för bestämning av skiktjocklek (ISO 2808:2007)
- SS-EN ISO 8501-1:2007 Behandling av stålytor före beläggning med färg och liknande produkter –Visuell utvärdering av ytrenhet – Del 1: Rostgrader och förbehandlingsgrader för obelagt stål och för stål, från vars hela yta tidigare beläggning avlägsnats (ISO 8501-1:2007) (Ersätter SS 05 59 00 och SS 05 59 00 T1)
- SS-EN ISO 8501-2 Behandling av stålytor före beläggning med målningsfärg och liknande produkter – Visuell utvärdering av ytrenhet – Del 2: Förbehandlingsgrader för tidigare belagda stålytor efter lokalt avlägsnande av tidigare målningsfärg (ISO 8501-2:1994)
- SS-ISO 8501-3:2006 Behandling av stålytor före beläggning med färg och liknande produkter –Visuell utvärdering av ytrenhet – Del 3:

Förbehandlingsgrader för svetsar, kanter och andra områden med defekter (ISO 8501-3:2006, IDT) (Ikraftsatt som SS-EN ISO 8501-3:2007 utan sakinnehåll)

- SS-EN ISO 8501-4:2007 Behandling av stålytor före beläggning med färg och liknande produkter – Visuell utvärdering av ytrenhet – Del 4 Yttillstånd före förbehandling samt förbehandlingsgrader och återrostrningsgrader vid vattenblästring under högtryck (ISO 8501-4:2006, IDT)
- SS-ISO 8502-3 Behandling av stålytor före beläggning med målningsfärg och liknande produkter – Provning för utvärdering av ytrenhet – Del 3: Utvärdering av damm på stålytor, vilka förbehandlats för målning (metod med självhäftande tejp) (ISO 8502-3:1992) (Ikraftsatt som SS-EN ISO 8502-3 utan sakinnehåll)
- SS-EN ISO 8502-6:2006 Behandling av stålytor före beläggning med färg och liknande produkter – Provning för utvärdering av ytrenhet – Del 6: Urlakning av lösliga föroreningar för analys – Breslemetoden (ISO 8502-6:2006)
- SS-ISO 8502-9 Behandling av stålytor före beläggning med målarfärg och liknande produkter – Provning för utvärdering av ytrenhet – Del 9: Fältmetod för konduktometrisk bestämning av vattenlösliga salter (ISO 8502-9:1998) (Ikraftsatt som SS-EN ISO 8502-9 utan sakinnehåll)
- SS-ISO 8503-1 Behandling av stålytor före beläggning med målningsfärg och liknande produkter – Karakterisering av ytråhet hos blästrade stålunderlag – Del 1: Specifikationer och definitioner för ISO ytprofilkomparator för klassning av blästrade stålytor (ISO 8503-1:1988) (Ikraftsatt som SS-EN ISO 8503-1 utan sakinnehåll)
- SS ISO 8503-2 Behandling av stålytor före beläggning med målningsfärg och liknande produkter – Karakterisering av ytråhet hos blästrade stålunderlag – Del 2: Metod för klassning av ytprofil hos blästrat stål- Komparatormetod (ISO 8503-2:1988) (Ikraftsatt som SS-EN ISO 8503-2 utan sakinnehåll)
- SS-EN ISO 4624 Färg och lack – Bestämning av vidhäftning – Dragprovning (ISO 4624:2002)
- SS-EN ISO 4628-2:2004 Färg och lack – Bedömning av nedbrytning av beläggningar – Beteckning för intensitet, mängd och storlek av fel – Del 2: Beteckning för blåsbildningsgrad (ISO 4628-2:2003)
- SS-EN ISO 4628-3:2004 Färg och lack – Bedömning av nedbrytning av beläggningar – Beteckning för intensitet, mängd och storlek av fel – Del 3: Beteckning av rostgrad (ISO 4628-3:2003)
- SS-EN ISO 4628-4:2004 Färg och lack – Bedömning av nedbrytning av beläggningar – Beteckning för intensitet, mängd och storlek av fel – Del 4: Beteckning för sprickbildningsgrad (ISO 4628-4:2003)
- SS-EN ISO 4628-5:2004 Färg och lack – Bedömning av nedbrytning av beläggningar – Beteckning för intensitet, mängd och storlek av fel – Del 5: Beteckning för flagningsgrad (ISO 4628-5:2003)
- SS-ISO/TR 15235:2001 Behandling av stålytor före beläggning med målningsfärg och liknande produkter – Effekten på efterföljande

målning av vattenlösliga saltföroreningars halter på stålyta efter förbehandling – Insamlad information

- SS-EN ISO 16276-1:2007 Korrosionsskydd av stålkonstruktioner genom målning – Utvärdering av och godkännandekriterier för vidhäftning/kohesion (brotthållfasthet) hos en beläggning – Dragprovning (ISO 16276-1:2007)
- SS-EN ISO 16276-2:2007 Korrosionsskydd av stålkonstruktioner genom målning – Utvärdering av och godkännandekriterier för vidhäftning/kohesion (brotthållfasthet) hos en beläggning – Del 2: Ritsprovning och kryssprovning (ISO 16276-2:2007, ISO 5817:2003 Welding – Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) – Quality levels for imperfections med ändringar ISO 5817:2003/Cor 1:2006)
(SS-EN ISO 5817:2004 Svetsning – Smältsvetsförband i stål, nickel, titan och deras legeringar (strålsvetsning undantagen) – Kvalitetsnivåer för diskontinuiteter och formavvikelser (ISO 5817:2003) är upphävd juli 2007)
- SS-ISO 19840:2012 Färg och lack - Korrosionsskydd av stålkonstruktioner genom målning – Mätning av och acceptanskriterier för tjocklek hos torr beläggning på rå yta (ISO 19840:2004, IDT)
- NS 476 Maling og belegg – Regler for godkjenning av inspektører for overflatebehandling (Norsk standard avseende kontrollantkrav)
- ASTM D 5162-01 Standard Practice for Discontinuity (Holiday) Testing of Nonconductive Protective Coating on Metallic Substrates (Amerikansk branschstandard)
- NACE Inspector Level I - III

16 Begreppsförklaringar

Blymönja	Pigment bestående av blyoxid. B är också benämning på linoljefärg pigmenterad med blyoxid, vilken har använts flitigt genom åren. Generellt används inte blymönja längre på grund av dess innehåll av bly.
Blästring	Rensning och uppruggning av en yta genom att ett kornigt material (sand), t.ex. av slagg, mineral eller metall slungas mot ytan med hjälp av tryckluft eller roterande skovelhjul.
C1-C5M	Olika korrosivitetsskisser, se kap 5.
Härdplast	Plast som kan tvärbindas med hjälp av ett reaktivt ämne, ofta kallat härdare. Härdplaster smälter ej vid upphettning utan sönderdelas genom gasbildning/förkolning.
Frätgrop	Urgörning orsakad av lokal korrosion.
Färg	I denna skrift avses färgtyp och inte kulör.
Färgsystem	Sammantagen produktbeskrivning av färgmaterial som ingår i målningssystem.
Im1-Im3	Korrosivitetssklassificering för stål i jord eller vatten, se kap 5. Im kommer från engelskan immersed (neddoppad i)
Klorider	Kommer från saltet natriumklorid, vilket är det dominerande saltet i havsvatten. Klorider i lösning ökar korrosionshastigheten på stål.
Korrosion	Angrepp på material genom kemisk, ofta elektrokemisk reaktion med omgivningen.
Livslängd	Med livslängd avses i denna skrift tiden från målning tills det är dags för ett större underhåll av målningen.

Målningsystem	Sammanfattad procedurbeskrivning av förbehandling och applicering av en eller flera produkter, vilka tillsammans bidrar till att skapa ett skyddande skikt på materialet.
Tekniskt datablad	Ett informativt faktablad med relevant teknisk fakta kring en produkt, såsom torktid mm.
Termisk sprutning	Applicering med metalltråd, vilken smältes i appliceringspistol. Kallas ibland för sprutmetallisering. Kan även vara i pulverform.
Uppruggning	Mekanisk bearbetning för att åstadkomma en ytprofil på en yta, vilket oftast ger en bättre vidhäftning i samband med målning.
Valshud/glödskal	Ett tunt skikt av svart järnoxid, vilket bildats vid valsning eller varmbearbetning av glödande stålämne. Valshud är ädlare än stål.
Varmförzinkning	Stål doppat styckvis i bad med flytande zink. Varmförzinkning är en oorganisk rostskydds metod.
VOC	Är en förkortning av engelskans Volatile Organic Compounds, vilket betyder flyktiga organiska föreningar. Dessa anges som mängd per liter färg i enheten gram/liter.
Volymtorrhalt	Den fasta delen i volym av en färgprodukt uttryckt i procent sedan lösningsmedlet och förtunningen har avdunstat.
Yttolerant	En produkttegenskap som innebär att produkten kan användas på en lägre förbehandlingsgrad och/eller kan appliceras på flertalet underlag.
µm	Enhetsbeteckning för mikrometer vilket färgskiktets tjocklek anges i. 1 mikrometer är lika med en miljondels meter eller en tusendels millimeter.
Övermålningsintervall	Den tid det tar för ett applicerat skikt av färg att torka tillräckligt för att inte påverkas av nästkommande

skikt. Intervallen är beroende av temperatur och skiktjocklek.

ELFORSK

SVENSKA ELFÖRETAGENS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGS – ELFORSK – AB
Elforsk AB, 101 53 Stockholm. Besöksadress: Olof Palmes Gata 31
Telefon: 08-677 25 30. Telefax 08-677 25 35
www.elforsk.se