

# Korrosioonitõrjevärvimise käsiraamat





# **Korrosioonitõrjevärvimise käsiraamat**



# Korrosioonitõrjevärvimine

Värv on vedel või pulbriline toode, mis kantakse värvimisvahendite ja -meetoditega õhukese kihina värvitavale aluspinnale. Värvikiht kuivab tihedaks, aluspinnaga nakkuvaks värvikileks.

Metallpindade värvimist nimetatakse *korrosioonitõrjevärvimiseks*. Korrosioonitõrjevärvimise eesmärk on kaitsta metallpinda keskkonna söövitavate mõjude ehk korrosiooni eest ning anda konstruktsiooni pinnale soovitud välisilme.

Korrosioonitõrjevärvimine on protsess, mille kvaliteeti on raske hinnata pelgalt lõppülevaatuse ehk valmis värvikihi põhjal. Seetõttu on oluline kogu värvimisprotsessi hoolikas planeerimine. Ka töö sooritamise ajal on tähtis jälgida ja juhtida kõiki tegureid, millel on mõju värvimise lõpptulemusele.

Käesoleva Teknosa koostatud käsiraamatu eesmärk on anda töö tellijatele, planeerijatele ja teostajatele ning vastava ala õppuritele võimalikult ammendavat informatsiooni korrosioonitõrjevärvimise kohta.

Loodame, et meie käsiraamatust saab teile kasulik teejuht värvimaailma.

Sõbralike tervitustega

TEKNOS OY

# Korrosioonitõrjevärvinine

<b>1. VÄRVIMINE KORROSIONITÕRJEVAHENDINA</b> .....	9	<b>7. VÄRVIMISTÖÖDE TEOSTAMINE</b> .....	31
Sissejuhatus .....	9	Värvimismeetodid .....	31
Metallide korrodeerumine .....	9	Värvimine pintsliga .....	31
Värvide kaitsemehhanismid .....	10	Värvimine värvirulliga .....	31
Kokkuvõte .....	10	Värvimine pihustiga .....	31
		Kastevärvimine .....	37
<b>2. KORROSIONITÕRJEVÄRVIMISEGA SEONDUVAD TÄHTSAMAD STANDARDID</b> .....	11	Värvimistingimused .....	37
Standardiseerimine Soomes .....	11	Suhteline õhuniiskus ja kastepunkt .....	37
EN- ja ISO-standardid .....	11	Temperatuuri mõju värvide kuivamisele .....	40
		Värvikihi paksus ja selle mõõtmine .....	40
<b>3. KORROSIONITÕRJEVÄRVIMISE PLANEERIMINE</b> .....	16	Kihipaksus .....	40
Korrektse korrosioonitõrjevärvimise eeldused .....	16	Märja värvikihi paksuse mõõtmine .....	40
Värvimise arvessevõtmine teraskonstruksioonide planeerimisel .....	16	Kuiva värvikihi paksuse mõõtmine .....	41
Korrosioonitõrjevärvimise töökoha valik .....	17	Värvikihti terveks jätvad meetodid .....	41
		Värvikihti lõhkuvad meetodid .....	42
<b>4. VÄRVITAVA PINNA EELTÖÖTLUS</b> .....	18	Värvikoguse arvutamine .....	43
Eeltötlusmeetodi ning terasetöö ja eeltötluse kvaliteediaseme valik .....	18	Tabelid tegeliku värvikulu hindamiseks .....	44
Rasva ja mustuse eemaldamine .....	18		
Rooste eemaldamine .....	18	<b>8. KORROSIONITÕRJEVÄRVIMISE KVALITEET</b> .....	45
Teraspinna puhtuse ja pinnaprofiili kontroll ja hindamine .....	19	Kvaliteediplaanid .....	46
Roostetusastmed .....	19	Kvaliteedikontrolli objektid .....	46
Eeltötlusastmed .....	19	Personal .....	46
Liivapritsiiga puhastatud teraspinna profiili hinnang .....	20	Teraskonstruksioon .....	47
Töökoja kruntvärv ( <i>prefabrication primer</i> -töötlus) .....	21	Eeltötlus .....	47
Tsingitud pindade eeltötlus .....	22	Värvimistingimused .....	47
Keemiline eeltötlus ja nakketötlus .....	22	Värvimismeetodid ja vahendid .....	48
		Värvimistöös kasutatavad materjalid .....	48
<b>5. KORROSIONITÕRJEVÄRVID</b> .....	25	Värvimistööd .....	48
Värvide koostis .....	25	Valmis värvikiht .....	48
Värvitüübid .....	26	Kontrollimisvahendid .....	49
Pöörduvad värvid ( <i>Reversible coatings</i> ) .....	26	Näidisvärvimine .....	49
Pöördumatud värvid ( <i>Irreversible coatings</i> ) .....	26	Värvimistöõde ja -tingimuste dokumenteerimine .....	49
Õhu mõjul kuivavad (oksüdeeruvad) värvid .....	26	Enne töö algust koostatavad dokumendid .....	49
Vesilahuselised dispersioonvärvid (ühekomponentsed) .....	27	Töö käigus koostatavad dokumendid .....	49
Keemiliselt kuivavad värvid .....	27	Ülevaatusprotokollid .....	49
Kahekomponentsed epoksüvärvid EP .....	27		
Kahekomponentsed polüuretaanvärvid PUR .....	27	<b>9. HOOLDUSVÄRVIMINE</b> .....	51
Oksüraanestervärvid (mitteametlik lühend OX) .....	28	Värvitud pinna seisundi hindamine .....	51
Niiskuse toimel kõvastuvad värvid .....	28	Hooldusvärvimise aeg .....	51
Kuumvärvid .....	28	Hooldusvärvide valik .....	52
Pulbervärvid .....	28	Hooldusvärvimistöõde teostamine .....	53
<i>Coil coatings</i> .....	28		
<b>6. VÄRVISÜSTEEMID</b> .....	29	<b>10. TÖÖOHUTUSNÕUDED VÄRVIMISEL</b> .....	54
Värvisüsteemi tähistus .....	29	<b>11. STANDARDITE LOEND</b> .....	56
Värvisüsteemi valik .....	30	<b>12. VÕIMALIKUD PROBLEEMID JA NENDE VÄLTIMINE?</b> .....	60
Koormusklassid .....	30	<b>13. KORROSIONITÕRJEVÄRVIMISE TULEVIK</b> .....	63
Eeltötlus- ja värvimistingimused .....	30	<b>BLANKETID</b> .....	65
Ökonoomsus .....	30		

# 1. Värvimine korrosioonitõrjevahendina

## Sissejuhatus

Tööstuses on kasutusel hulgaliselt materjale, mida tuleb kaitsta kahjulike keskkonnamõjude eest. Sellisteks materjalideks on näiteks betoon ja mitmesugused metallid. Betooni tuleb kaitsta nt karbonaadistumise ja kulumise eest. Metalle tuleb kaitsta korrosiooni eest.

*Korrosioon* ehk *sööbimine* on metalli füüsikalise-keemilise reaktsiooni keskkonnaga, mis põhjustab muutusi metalli omadustes ning mille tagajärjeks on sageli metalli, selle ümbruse või tehnilise süsteemi kahjustused.

*Rooste* on raua ja terase korrosiooni tagajärjel moodustunud reaktsioonitulem.

*Korrosioonikahjustus* on muutus korrosioonisüsteemis, mis on põhjustatud korrosioonist ning mis on kahjulik metallile, selle ümbrusele või neist moodustuvale tehnilisele süsteemile.

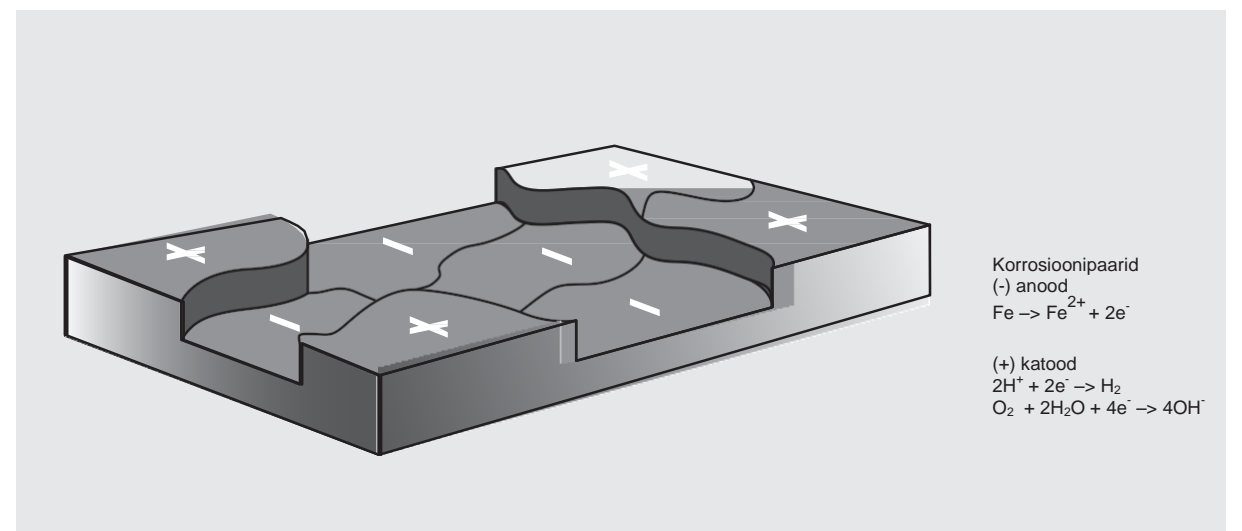
*Korrosioonisüsteem* moodustub ühest või mitmest metallist ning kõigist keskkonna komponentidest, mis mõjutavad sööbimist. Keskkonna komponentideks võib olla nt. pinnakiht, pinnakate, elektrood jne.

*Korrosioonitõrje* või *korrosioonikaitse* on korrosioonisüsteemi muutmine nii, et korrosioonikahjustuste tekkimine oleks aeglustatud või tõkestatud.

*Korrosioonitõrjevärvimine* on metallpinna kaitsmine korrosiooni eest *korrosioonitõrjevärviga*.

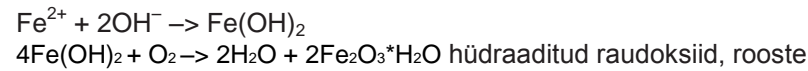
## Metallide korrodeerumine

Metallide korrosioon on seletatav sellega, et metalli pinnale tekivad elektrokeemilised korrosioonipaarid, mida kutsutakse anoodiks ja katoodiks. Anoodil lahustuvad positiivsed metalliioonid ning metallile tekivad negatiivsed elektronid, mis liiguvad katoodile. Katoodil kuluvad elektronid mitmes katoodreaktsioonis. Happelises keskkonnas tekib gaasiline vesinik, neutraalses keskkonnas tekivad hapniku redutseerimise tulemusena hüdroksiidioonid. Anoodi ja katoodi vahel olev elektrit juhtiv elektrolüüt sulgeb vooluringi. Anood- ja katoodpiirkonnad võivad paikneda kõrvuti, sel juhul on korrosioon ühtlane; või paikneda teineteisest eraldatult, sel juhul tekib lokaalseid korrosioonikahjustusi. Anoodpiirkondi esineb mitteväärismetalli pinnal või metallipinnal, kus on kõrgem pinnaenergia. **Joonisel 1.1** on näidatud korrosioonipaaride moodustumine metalli pinnale ning anood- ja katoodreaktsioonid.



**Joonis 1.1** Korrosioonipaaride moodustumine metalli pinnale ning anood- ja katoodreaktsioonid.

Kui ühendada anood- ja katoodreaktsioonid, saame üldreaktsiooniks:



Metallide korrosioonitõrje põhimõtted:

- takistada korrosioonipaaride moodustumist metalli pinnale,
- takistada või aeglustada anood- ja/või katoodreaktsiooni teket.

## Värvide kaitsemehhanismid

Levinuim korrosioonitõrjemeetod on metallipindade värvimine. Tihe, terve ja piisavalt paks värvikiht tõkestab ionide pääsu metalli pinnale ning tõkestab korrosioonipaaride moodustumist. Näide tihedusel põhinevate värvitüüpide kohta on epoksüvärvid.

Välitingimustes kasutatavate objektide korrosioonitõrjevärvimisel kasutatakse korrosioonitõrjepigmente, mis pidurdavad metalliioonide lahustumist anoodpiirkonnas. Korrosioonitõrjepigmentidena kasutatakse näiteks erinevaid fosfaate ja boraate, mis moodustavad värvikihti tungiva veega reageerides anoodpiirkonda kaitsekihi.

Värv kaitseb teraspinda katoodselt, kui värv on piisavalt tsingipulbrit. Tsingiosakesed on värvikihis elektrit juhtivas kokkupuutes teraspinnaga ning mitteväärismetallina "ohverdavad" end, takistades terase roostetamist.

Vesialuselistes värvides kasutatakse lisaks korrosiooniinhibiitoreid, mis takistavad rooste teket värvimistö ja värvi kuivamise ajal (nn kiire rooste ehk *flash rust*).

## Kokkuvõte

Korrosiooni võib tõkestada või aeglustada, kandes kaitstavale metallpinnale:

- korrosioonitõrjepigmente sisaldavat korrosioonitõrjevärvi, mis peatab anood- ja/või katoodreaktsiooni või
- värvikihi, mis moodustab piisavalt suure takistuse ionide voolule;
- katoodselt kaitsva värvikihi.

## 2. Korrosioonitõrjevärvimisega seonduvad tähtsamad standardid

### Standardiseerimine Soomes

Standardite eesmärgiks on edendada majandust, suurendada turvalisust ja heaolu, kaitsta tarbijaid ning aidata kaasa sise- ja väliskaubanduse arengule.

Standardiseerimisprotsessi tulemusel väljatöötatud standardi mõiste on standardi SFS-EN 45020 kohaselt määratletud järgmiselt:

*"Standard on konsensusel põhinev, tunnustatud organi poolt heaks kiidetud normatiivne dokument, mis esitab üldise ja korduva kasutuse tarbeks reegleid, juhiseid või iseloomulikke omadusi toimingute või nende tulemuste osas optimaalse resultaadi saavutamiseks teatud olukordades."*

Standard on üldjuhul soovitus. Teatud juhtudel võivad ametkonnad oma määrustes ja direktiivides viidata teatud standarditele. Need nn. viitestandardid ehk rakenduslikud standardid on siduvad dokumendid.

Soomes koostab standardeid Soome Standardiseerimisliit (SFS) ja selle toimkonnad. Standardite koostamisel osalevad ametkonnad, tootjad ja tarbijad. Standardiloomes lähtutakse tänapäeval Euroopa (EN) ja rahvusvahelistest (ISO) standarditest.

Värvialaste standardite loomisel Soomes osalevad järgmised ametkonnad ja ühingud:

- Keemiatööstuse osühing (*Kemiateollisuus ry*);
- MetSta, Metallitööstuse Standardiseerimiskeskus (*Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry*).

SFS kinnitab, avaldab ja levitab Soome ja rahvusvahelisi standardeid. SFS vahendab ka infot standardite ja ametkondlike määruste kohta.

Värvimistö planeerimist ja teostamist reguleerivad standardid on pikaajalise süstemaatilise töö tulemus. Standardite kasutamine võimaldab värvimistö tegijatel üle maailma saada täpset infot, missuguse keskkonna, konstruktsiooni, pinna, värvi või värvimistöoga on mingil juhul tegemist.

### EN- ja ISO-standardid

Euroopa Liidu liikmesriigid moodustavad ühise siseturu, mille eesmärgiks on kaupade ja teenuste vaba liikumine. Selle tagamiseks tuleb liikmesriikide erinevad tehnilised standardid ühtlustada.

Rahvusvaheline korrosioonitõrjevärvimist reguleeriv standard SFS-EN ISO 12944, kinnitatud 15.05.1998, on üks samm selles suunas.

Standard ISO 12944 koosneb järgmistest osadest:

- Osa 1 Üldosa
- Osa 2 Keskkonnatingimuste klassifikatsioon
- Osa 3 Konstruktsioonide projekteerimine
- Osa 4 Pinnatüübid ja eeltötlusmeetodid
- Osa 5 Värvüsteemid
- Osa 6 Laboratoorsed testimismeetodid
- Osa 7 Värvimistö teostamine ja järelevalve
- Osa 8 Esma- ja hooldusvärvimise spetsifikatsioonide koostamine.

#### Värvi kestvus

Standardis ISO 12944-1 jagatakse värvide kestvus kolme klassi:

- 2 – 5 aastat L (low) - madal
- 5 – 15 aastat M (medium) - keskmine
- üle 15 aasta H (high) - kõrge

Kestvusklass ei ole sama kui “garantiaaeg”. Kestvus on ennustuslik hinnang, mis aitab näiteks koostada konstruktsiooni hooldusplaani. Garantiaaeg on eelkõige juriidiline mõiste, mis toob lepingupooltele kaasa teatud õigusi/kohustusi. Garantiaaeg on üldjuhul lühem kui kestvusklassile omistatud kestvusaeg. Pole olemas mingeid kindlaid reegleid, mis seaksid kaks nimetatud mõistet omavahel.

## Keskkonnatingimused

Konstruktsiooni keskkonna- ja spetsiaalkoormused mõjutavad oluliselt korrosioonitõrjevärvi kestvust ning värvimistöõ planeerimist.

Standard ISO 12944-2 jagab kliimaatilise koormuse kuude klassi:

C1 eriti madal  
 C2 madal  
 C3 keskmine  
 C4 kõrge  
 C5-I eriti kõrge (tööstuslik)  
 C5-M eriti kõrge (mereline).

Klassifikatsioon põhineb terase ja tsingi sööbimiskiirusel esimese aasta jooksul.

Standard ISO 12944-2 määratleb kolm koormusklassi vee- ja maa-alustele konstruktsioonidele:

Im1 konstruktsioonid magevees, nt. jõekonstruktsioonid, hüdrojõujaamad;  
 Im2 konstruktsioonid mere- ja riimvees, nt. sadamakonstruktsioonid;  
 Im3 konstruktsioonid maapinnases, nt. maa-alused punkrid, terasvaiad jms.

## Konstruktsioon ja pinna eeltöötlus

Standard ISO 12944-3 annab juhiseid värvimiseks sobivate konstruktsioonide projekteerimiseks.

Standardis ISO 12944-4 käsitletakse värvitavaid alusmaterjale ja nende eeltöötlusmeetodeid. Eeltöötlusmeetodite ja -astmete osas viidatakse olemasolevatele ISO standarditele: ISO 8504 Eeltöötlusmeetodid, ISO 8501 Roostetus- ja eeltöötlusastmed ning ISO 8503 Pinnaprofiili hindamise meetodid.

## Värvisüsteemid

Korrosioonitõrjeks mõeldud värvisüsteem koosneb värvitavast aluspinnast, pinna eeltöötlemisest ning värvide komplektist, millega pind kaetakse.

Standardis ISO 12944-5 esitatakse levinumad korrosioonitõrjevärvide tüübid ja värvisüsteemid.

Värvitüüpide tähised on:

Akrüülvärvid	AY
Alküüdvärvid	AK
Epoksüvärvid	EP
Kloorkautšukvärvid	CR
Polüuretaanvärvid	PUR
Polüuretaantõrvad	PURC
Tsinksilikaat	ESI Zn (R)
Tsinkepoksüüd	EP Zn (R)
Vinüülvärvid	PVC

2007. aastal jõustusid standardi ISO 12944-5 uuendused. Vastavalt uuendatud standardile ISO 12944-5:2007 tähistatakse värvisüsteemid järgmiselt:

ISO 12944-5/A1.01, milles

A1 = tabel, millesse süsteem kuulub

01 = värvisüsteemi järjekorranumber tabelis.

Standardis on kaheksa tabelit (A1 – A8), milles esitatakse värvisüsteemid koormusklasside kaupa teras- ja tsinkpindadele, samuti termiliselt kaetud, kuumtsingitud ja elektriliselt galvaanitud teraspindadele.

Tabelis näidatakse värvisüsteemi

- kood;
- kruntvärvi sideaine, tüüp, kihtide arv ja kihi nominaalpaksus;
- vahe- ja pinnavärvi sideaine;
- värvisüsteemi kihtide koguarv ja nominaalpaksus;
- eeldatav kestvusaeg.

Tabelite allmärkustes selgitatakse sideainete tüüpe ning antakse lisaandmeid värvide kohta.

Standardi ISO 12944 soomekeelsele tõlkele on koostatud “Kohalik lisa”, kus on selgitatud värvisüsteemi alternatiivset, kohalikku tähistusviisi. Kõrvuti on toodud uue standardi kohased ning vana standardi SFS 4962 tähistusviisid. Vt. Teknosa käsiraamatut “Värvisüsteemid tööstuslikule tootmis- ja korrosioonitõrjevärvimisele”.

## Värvide testimine

Uute värvitüüpide testimiseks on koostatud standard ISO 12944-6. Värvisüsteemide sobivust kontrollitakse laboratooriumis, kasutades meetoditena vee-kondensatsiooni-testi (ISO 6270), neutraalset soolaudukatset (ISO 9227) ning vee- ja kemikaalitaluvuskatseid (ISO 2812-1 ja -2). Standardis on öeldud, et nimetatud meetodid ei sobi vesiemulsioonvärvide testimiseks. Parimaks meetodiks loetakse värvide testimist tegeliku kasutuse tingimustes ning igasse testi on soovitatav kaasata värve, mille praktikas kasutamisel on saadud positiivseid kogemusi.

## Värvimistöõ ja selle järelvalve

Värvimismeetodeid ning värvimistöõd ja selle kvaliteedijärelevalvet kirjeldab standard ISO 12944-7.

Värvimine on protsess, mille kvaliteeti on raske hinnata ainuüksi lõppülevaltuse põhjal. Seetõttu on oluline töö planeerimine ja juhtimine ning kõigi nende tegurite jälgimine, mis mõjutavad värvimise lõpptulemust. Endisest enam rõhutatakse töö sooritajate professionaalsust (**vt. blankett 186**).

## Näidisvärvimine

Vastavalt erikokkuleppele teostab töövõtja tööjuhiseid järgides tellija ja värvitootja esindajate juuresolekul näidisvärvimise. Näidisvärvimise abil hinnatakse töö teostajate ametioskusi ja töö taset, samuti kontrollitakse värvitootja ja töövõtja antud andmete paikapidavust. Lisaks sellele võib jälgida värvi kestvust. Näidispind pole garantiipind, kui selle kohta pole spetsiaalset kokkulepet.

Näidispinnad paigutatakse piirkondadesse, kus valitseb objektile tüüpiline koormus. Pindade arv ja suurus valitakse vastavalt konstruktsiooni suurusele ja tähtsusele. Standardi ISO 12944-7 lisas A on toodud juhiseid näidisvärvimiseks.

Kõik näidispinnad tähistatakse konstruktsioonil ning protokollid säilitatakse (**vt. blankett 187**).

## Kihipaksuse mõõtmine

Kuiva värvikihi paksust mõõdetakse karedatel pindadel vastavalt standardile ISO 19840 ja seal näidatud meetoditele ning siledatel ja tsingitud pindadel vastavalt standardile ISO 2808, kui teisiti ei ole kokku lepitud.

Enne mõõtmist lepatakse kokku:

- a) kasutatavad mõõtmismeetodid ja mõõteriistad, nende kalibreerimine ja pinnaprofiili arvessevõtmine;
- b) mõõtmisplaan – kui mitu mõõtmist pinnatüübi kohta tehakse;
- c) tulemuste fikseerimise ja avaldamise viis ning võimalikud jätkumeetmed.

Kihi nominaalpaksus NDFT tähendab spetsifikatsioonis märgitud kuiva värvikihi paksust.

Mõõtmiste keskmine väärtus peab olema vähemalt sama suur kui kuiva värvikihi nominaalpaksus (NDFT).

Kõigi üksikute mõõtmiste tulemus peab olema vähemalt 80% kuiva värvikihi nominaalpaksusest (NDFT) või rohkem. Üksikud kuivkihipaksused, mis on alla 80% NDFT-st, on aktsepteeritavad eeldusel, et nende mõõtmiste arv on alla 20% tehtud üksikmõõtmiste koguarvust. Maksimaalne kihipaksus määratakse vastavalt konkreetsele tööle või lepatakse kokku värvitootjaga.



## Korrosioonitõrjevärvimise planeerimine

Korrosioonitõrjevärvimine nõuab planeerimist, mis hõlmab värvitava konstruktsiooni valmimist toorainest kuni toimiva valmiskonstruktsioonini (**vt. ptk 3**).

Esma- ja hooldusvärvimise planeerimist kajastab standard ISO 12944-8.

## Töökaitse ja tervishoid

Värvimisprojekti osalised: tellijad, tööjuhiste koostajad, töövõtjad, värvitootjad ja kontrollid vastutavad igaüks oma tööloikudes inimeste tervist ja turvalisust ohustavate tegurite kõrvaldamise ning tervishoiu-, keskkonnakaitse- ja ohutusnõuete ning vastavate kohalike seaduste ja määruste täitmise eest.

Erilist tähelepanu tuleb pöörata:

- kahjulike/ohtlike toodete põhjendamatu ja järelevalveta kasutamise tõkestamisele;
- gaaside, aurude, müra ja tuleohu tõkestamisele;
- nägemis-, kuulmis- ja hingamiselundite kaitsmisele.
- ruumidele, kus käideldakse või hoitakse plahvatusohtlikke aineid (nn. ATEX direktiiv; täpsemad juhised EL direktiivis 94/9/EÜ).

Võimaluse korral peaksid töötervishoiu-, ohutus- ja keskkonnakaitsealased nõudmised kajastuma projekti spetsifikatsioonis.

## Projekti spetsifikatsioon

Projekti spetsifikatsioon kirjeldab projekti ja sellega seonduvaid nõudmisi (ISO 12944-8).

Spetsifikatsiooni koostajaks võib olla näiteks kaitstava konstruktsiooni omanik või peatöövõtja.

Projekti spetsifikatsioon peaks sisaldama järgmisi osi:

1. Projekti üldandmed
2. Projekti liik
3. Konstruktsioonide tüübid ja olulised konstruktsiooni osad
4. Oluliste konstruktsiooni osade kirjeldused
5. Oluliste konstruktsiooni osade keskkonnatingimused
6. Nõuded kestvusele
- 7.-10. Nõuded värvisüsteemidele
11. Kvaliteedikontroll
12. Kontrollid ja hindamised
13. Näidisvärvimine
14. Tervishoid, ohutus ja keskkonnakaitse
15. Erinõuded
16. Nõupidamised
17. Dokumentatsioon

## Värvikomplekti spetsifikatsioon

Värvikomplekti spetsifikatsioon sisaldab pinna eeltötluse ja konstruktsioonile kantava kaitsevärvikomplekti kirjelduse (**vt. blanketid 184 ja 185**). Spetsifikatsiooni koostajaks võib olla nt. värvi tootja ning spetsifikatsiooni põhiosad on:

1. Üldandmed (projekt, omanik, spetsifikatsiooni koostaja)
2. Teras viimistlus
3. Pinna eeltötlus
4. Kaitsevärvikomplektid
5. Värvi tootja
6. Värvitoote kvaliteedikontroll ja kvaliteedi tagamine.

## Värvimise tööjuhend

Tööjuhendis selgitatakse, kuidas teostada spetsifikatsioonile vastavat värvimist. Juhendi koostajaks võib olla nt töövõtja ning selle osad on:

1. Projekti andmed ja spetsifikatsiooni koostaja
2. Värvimise töövõtjad. Nõudmised
3. Värvimistö planeerimine
4. Värvimistö
5. Kvaliteedijuhtimine ja –kontroll

Vajadusel koostatakse spetsiaalne kontrolli- ja järelevalvejuhend, mis selgitab, millal ja kuidas kontrollitoimingud läbi viiakse.

Värvimisega seotud standardite kohta saab infot ptk 11. STANDARDITE LOEND, (lk. 56).

### 3. Korrosioonitõrjevärvimise planeerimine

#### Korrektse korrosioonitõrjevärvimise eeldused

Tehniliselt korrektne ja majanduslikult tulus korrosioonitõrjevärvimine eeldab head planeerimist. Planeerimine hõlmab värvitava konstruktsiooni valmimist toorainest kuni toimiva valmis-konstruktsioonini. Seetõttu tuleb värvimisaspekte arvesse võtta juba uue konstruktsiooni projekteerimisel. Korrosioonitõrjevärvimise plaan sisaldab andmeid kõigist teguritest, mis võivad mõjutada värvitud pinna kestvust nt:

- konstruktsiooni funktsioneerimine ja tööiga;
- konstruktsiooni ümbritsev keskkond ja erikoormused;
- konstruktsiooni projekteerimine ja disain;
- pinna puhastamine ja eeltöötlus;
- värvid;
- värvimiskoht, -aeg ja -tingimused;
- värvimistöö järelevalve;
- hooldusvärvimise võimalused.

Värvimisplaani põhjal võib tellija koostada värvimistööde spetsifikatsiooni. Spetsifikatsiooni põhjal koostatakse värvimisjuhend, kus selgitatakse, milliste meetodite ja töövõtete saavutatakse soovitud korrosioonitõrjevärvimise tulemus ja pinna kestvus.

Värvimisspetsifikatsiooni ja -juhiste koostamisel on abiks korrosioonitõrjevärvimise standardid. Standardite abil on võimalik ühetähenduslikult määratleda keskkonna koormusi, teraspinna värvimiseelset seisundit, eeltötluse kvaliteediaset, värvimistöö ja selle järelevalve aspekte jms. Värvimistöö planeerimiseks ja värvimisspetsifikatsiooni koostamiseks annab juhiseid standard ISO 12944-8.

#### Värvimise arvessevõtmine teraskonstruktsioonide planeerimisel

Standardis ISO 12944 on toodud juhised korrosioonitõrjevärvimise aspektide arvessevõtmiseks teraskonstruktsioonide projekteerimisel.

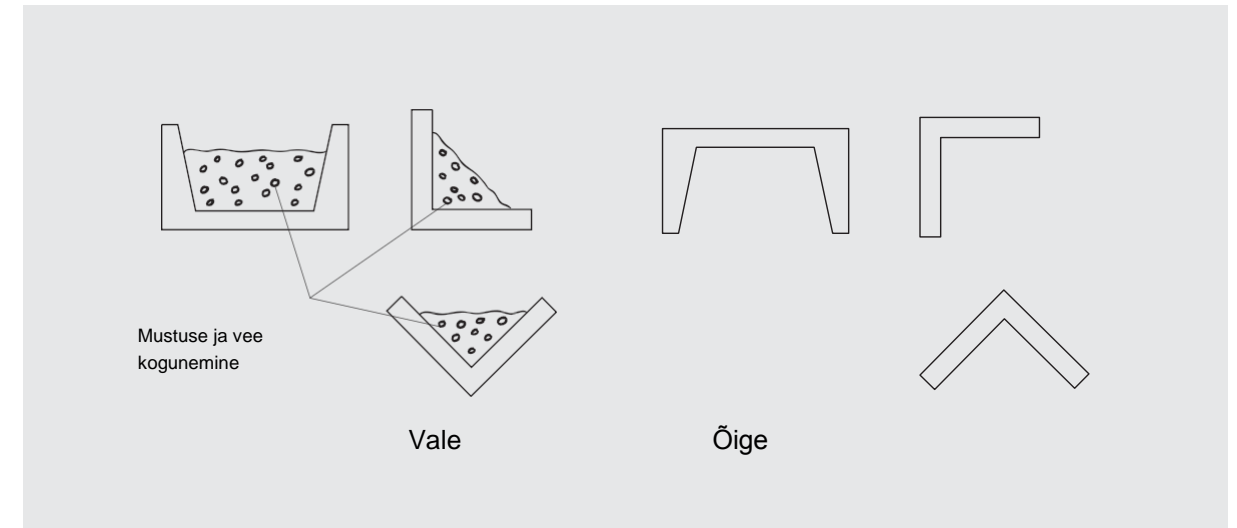
Konstruktsioonide projekteerimisel valitakse sobivad materjalid ning määratakse meetmed, mille abil kavatakse korrosiooni vähendada. Konstruktsiooni vorm ja asukoht on korrosioonitõrjevärvimise seisukohalt otsustava tähendusega, mõjutades samuti kontrolli, hooldust ning värvkatte kestvust ja vastupidavust.

Konstruktsiooni disainimisel tuleb mõelda ka korrosioonikindluse parandamisele. Värvitavad pinnad peaksid olema võimalikult siledad, vältida tuleks värvimist raskendavaid teravaid nurki. Konstruktsioon ja selle osad paigutatakse nii, et konstruktsiooni oleks võimalik hoida puhta ja kuivana. Hoolditakse, et pindadele sadanud, pritsinud või kondenseerunud vesi saaks ära valguda.

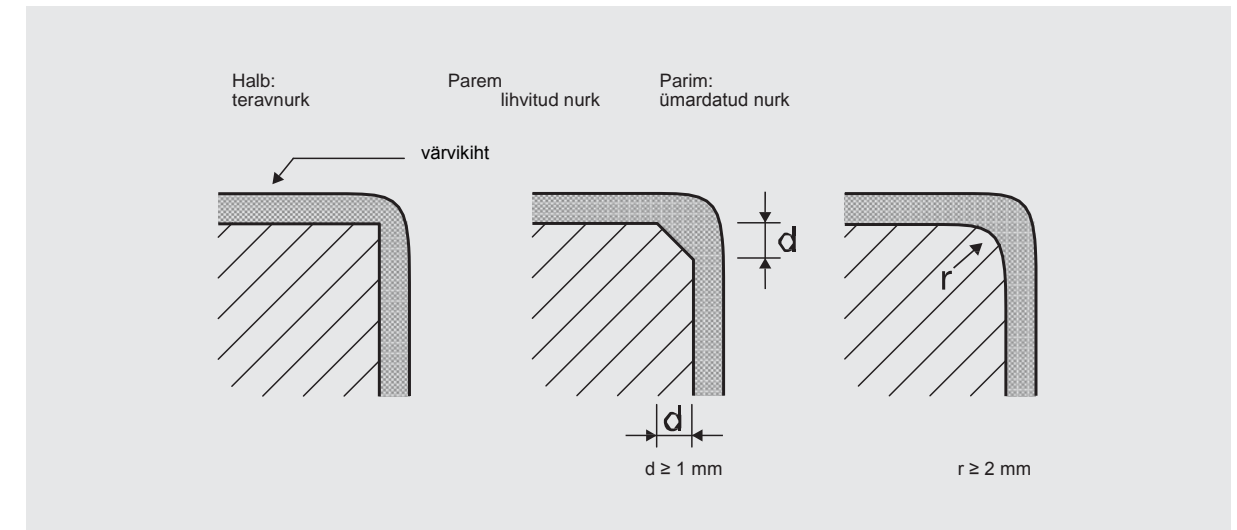
Keevitusõmblused planeeritakse selliselt, et ühendatavate detailide vahele ei jääks pragusid, mida pole võimalik värvida. Vältida tuleks nn. katkestatud keevitust. Ühtlane keevituskoht teraskonstruktsioonil ei jäta raskestivärvitavaid pragusid nagu katkendlik.

Neetühendus sobib korrosioonitõrjevärviga kaitstavatele teraskonstruktsioonidele halvasti.

Korrosioonitõrjevärviga kaetava teraspinna kõik punktid peavad paiknema selliselt, et pindu oleks võimalik eeltöödelda, värvida, kontrollida ja hooldada (ISO 12944-3, lisa A). Värvitava pinna ees peab olema piisavalt ruumi eeltöötlus- ja värvimiseadmetele. Pinnad, mida pole võimalik töödelda pärast konstruktsiooni kokkupanekut ning mis jäävad korrosioonikoormuse mõju alla, tuleb värvida enne monteerimist või valmistada korrosioonikindlast materjalist.



Joonis 3.1 Näiteid korrosioonitõrjevärvimise seisukohalt valesti (vasakul) ja õigesti (paremal) projekteeritud konstruktsioonilahendustest (ISO 12944-3).



Joonis 3.2 Värvimise seisukohalt on parim ümardatud nurk, kuna sellel jääb värvikihi paksus ühetasaseks (Standard ISO 12944-3). Teravaid nurki tuleks vältida.

#### Korrosioonitõrjevärvimise töökoha valik

Värvimiskoha valikut mõjutavad värvitav objekt ja värvisüsteem. Kui värvimine toimub spetsiaalses värvimistehhis, -töökojas või -hallis, on tegemist tehasetingimustes värvimisega. Objektile värvimine tähendab, et konstruktsioone värvitakse nende asukohas. Vanade konstruktsioonide hooldusvärvimine toimub peaaegu alati objektile värvimisena.

Korrosioonitõrjevärvimine peaks võimaluse korral alati toimuma tehasetingimustes. Spetsiaalsetes värvimistöökodades on võimalik luua korrosioonitõrjevärvimise seisukohalt soodsad tingimused, kasutada antud objekti seisukohalt kõige optimaalsemaid värvisüsteeme ja töövõtteid.

Konstruktsiooni paiknemiskohas toimuv objektile värvimine on komplitseeritum ning piirab värvisüsteemide valikut. Seetõttu tuleks objekti paigaldus- ja komplekteerimistööd planeerida selliselt, et objekti suurus või kuju ei takistaks eeltötluse ja kruntvärvimise teostamist tehasetingimustes.

## 4. Värvitava pinna eeltöötus

### Eeltöötusmeetodi ning terasetöö ja eeltöötuse kvaliteediastme valik

Eeltöötuse meetodeid kirjeldatakse standardi ISO 8504 osades 1-3 ja standardis ISO 12944-4. Valikut mõjutavad muuhulgas järgmised tegurid:

- praktilised teostusvõimalused;
- pinna seisukord;
- eeltöötuse kvaliteedinõuded;
- eeltöötuse ulatus (kogu pind või osa);
- majanduslikud aspektid;
- erinõuded.

Eeltöötusaste ja eeltöötuse kvaliteediaste valitakse vastavalt värvisüsteemile. Värvisüsteem valitakse vastavalt objekti korrosioonikaitsevajadustele, võttes arvesse ka eeltöötust ja eeltöötuse tingimusi.

Värvimistöde spetsifikatsioonis määratletakse terastöö ja eeltöötuse kvaliteediaste. Pritspuhastatud ja töökoja kruntvärviga töödeldud teraspindade mehaanilised eeltöötusmeetodid ja nende kvaliteeditasemed on kirjeldatud standardis SFS 8145 (**vt. tabelid 4.4 ja 4.5**) ja standardis ISO 8501-3.

Standardi SFS 8145 lisas on visuaalse hindamise abivahendiks toodud 23 näidisfotot kvaliteeditasemete kohta.

Määratledes ainult terasetöö eeltöötuse kvaliteeti, on võimalik kasutada vaid tabeli algusosa: TERASETÖÖ. Nt.: Terasetöö tehakse vastavalt SFS 8145 / terasetöö eeltöötuse kvaliteediaste 04 (**vt. tabel 4.4**).

### Rasva ja mustuse eemaldamine

Rooste eemaldamist ja värvimist raskendav mustus eemaldatakse mustuse- ja rasva-eemaldusmeetodite abil (ISO 12944-4). Mustuse- ja rasvaeemaldusmeetod valitakse vastavalt pinnal olevale mustusele ja praktilistele teostusvõimalustele.

Tahke mustus, nagu jää-, mördi- ja värvijätmed eemaldatakse raiumise, kaapimise või harjamise teel.

Soolad jm vees lahustuv mustus eemaldatakse vee ja harjaga pestes, kõrgsurve-, auru- või leelispesu teel.

Rasva- ja õlijäägid eemaldatakse leelis-, emulsioon- või lahustipesu teel. Peale leelis- ja emulsioonpesu loputatakse pinnad põhjalikult veega.

### Rooste eemaldamine

Rooste eemaldamise käigus eemaldatakse pinnalt valtskest ja rooste. Rooste eemaldamise meetodid jagunevad mehhaanilisteks, termilisteks ja keemilisteks.

Mehhaanilised puhastusmeetodid, mida käsitleb standard ISO 8504, on terasharjamine ja liivapritsigiga puhastamine.

*Terasharjamine* (St) sooritatakse käsitsi või harjamis- ja lihvimismasina abil. (ISO 8504-3).

*Liivapritsigiga puhastamisel* (Sa) pritsitakse teraline materjal puhastatavale pinnale suruõhku, -vett või tsentrifugaaljõudu kasutades (ISO 8504-2).

*Veesurvega puhastades* (Wa) suunatakse puhastatavale pinnale kõrgsurvega, üle 70 MPa veejuga. Veesurvepesu põhineb vee löögienergial vastu puhastatavat pinda. Veesurvepesus ei kasutata teralist materjali (ISO 8501-4 ja SSPC VIC-4).

Termilise meetodina kasutatakse *leekpuhastust*, kus happe-atsetüleenleeki kasutades eemaldatakse teraspinnalt vana värvikiht, valtskest või rooste. Seejärel töödeldakse pind terasharjaga, ISO 8501-1.

Keemilise rooste-eemaldusmeetodi ehk *happega katmise* puhul lahustatakse valtskest ja rooste sobiva happe või happeühendiga.

### Teraspinna puhtuse ja pinnaprofiili kontroll ja hindamine

Teraspinna seisukorda enne puhastamist võib väljendada *roostetusastmena*. Puhastatud pinna seisukorda peegeldab *eeltöötusaste* või *eeltöötuse kvaliteediaste*.

#### Roostetusastmed

Kuumvaltsitud terase pinnal on *valtskesta* kiht, mis tekib terase valtsimisel. *Roostet* esineb teraspinnal eri hulkades, sõltuvalt sellest, kui kaua ja millistes tingimustes teras on kaitseta seisnud.

Värvimata teraspinna roostetusastmest sõltub rooste-eemaldusmeetodi valik, samuti puhastuskulud ja värvipinna kestvus. Standard SFS-ISO 8501-1 määratleb kuumvaltsitud terasele neli *roostetusastet*. Roostetusastmed, mida tähistatakse A, B, C ja D, on määratletud sõnaliste kirjeldustena koos selgitavate fotodega.

A – teraspind, mida laialt katab tugevasti kinnitunud valtskesta kiht ning roostet on väga vähe või pole üldse.

B – teraspind, millel on näha algavat roostetust ning millelt valtskesta kiht on hakanud maha tulema.

C – teraspind, millelt valtskest on maha roostetanud või kust selle saab maha kraapida ning kus palja silmaga vaadeldes on märgata vähest õneskorrosiooni.

D – teraspind, millelt valtskest on maha roostetanud ning kus palja silmaga vaadeldes on märgata üldist õneskorrosiooni.

#### Eeltöötusastmed

Standard SFS-ISO 8501-1 määratleb pinna *eeltöötusastmed*. Eeltöötusastmete määratlused koosnevad pinna puhastusjärgse välisilme sõnalistest kirjeldustest ning selgitavatest näidisfotodest.

*Käsitsi või masinate abil tehtud pinna eeltöötust*, mis hõlmab kaapimist, terasharjaga harjamist, masina abil harjamist või lihvimist, tähistatakse “St”. Tunnusele järgnev number kirjeldab puhastusastet valtskestast, roostest või vanast värvist. Terasharjamise tavapärase eeltöötusaste on St 2 ja St 3. Näiteks:

St 2 = Hoolikas käsitööriistadega või masinate abil sooritatud puhastus. Palja silmaga vaadeldes ei tohi pinnal olla tolmu, rasva ega mustust, samuti nõrgalt kinnitunud valtskesta, roostet, värvi vm võõrkehi. Standardile vastavad fotod: BSt 2, CSt 2 ja DSt 2.

Pinna eeltöötust *liivapritsigiga* tähistatakse “Sa”. Pritspuhastuse eeltöötusastmed on Sa 1, Sa 2, Sa 2½ ja Sa 3. Näiteks:

Sa 2½ = Väga hoolikas pritspuhastus. Palja silmaga vaadeldes ei tohi olla nähtavaid õli, rasva, rooste, valtskesta, värvi vm. kõrvalise aine jälgi. Pinnale jäävad mustuseosakesed peavad olema tugevasti pinna küljes kinni. Vt standard SFS-ISO 8501-1 fotod ASa 2½, BSa 2½, CSa 2½ ja DSa 2½.

Termin “kõrvaline aine” tähendab nt. vees lahustuvaid sooli või keevitusaine jääke. Selliseid aineid pole võimalik kuiva pritspuhastusega täielikult eemaldada. Standardis SFS-ISO 8502 on toodud testimismeetodid, mille abil on võimalik kindlaks teha veeslahustuvaid rauasooli, kloriide, tolmu ja kondensatsiooni.

Veesurvepesu on pinnapuhastusmeetod, kus kasutatakse ainult kõrgsurvega vett. Veesurvepesu põhineb vee löögienergial vastu pinda.

Antud meetodi eelisteks loetakse:

- saaste (tolm, liiv) puudumine;
- eemaldatakse lahustuvad soolad;
- eemaldatakse õli ja rasv;
- pinnale ei jää tolmu ega prügi;
- lähikäigetes võimalik samal ajal teha teisi töid.

Meetodi miinused on:

- ei eemalda valtskesta;
- ei jäta profiili.

Üldiselt on kasutusel järgmised veesurvepesu meetodid:

- Kõrgsurvepesu (34 MPa – 70 MPa)
- Ülikõrge survega veejuga (üle 70 MPa)

Roostetusastme määramisel fikseeritakse halvim esinev roostetus. Eeltötlusastme määramisel fikseeritakse aste, mis oma välisilmelt meenutab kõige rohkem hinnatavat teraspinda.

Kui värvimine seisneb kahjustatud kohtade parandamises, kus eeltötlus hõlmab ainult osa pinnast, võib eeltötlusastme tähise ette panna P, näiteks PSa 2½ näitab, et pind on osaliselt puhastatud eeltötlusastmeni Sa 2½ (ISO 8501-2).

### Liivapritsi puhastatud teraspinna profiili hinnang

Pinnaprofiil on pinna mikrokaredus, mida üldiselt tähistatakse konaruste kõrgemate ja madalamate punktide suhtena (ISO 8503-1).

Sõltumata kasutatud pritspuhastusmeetodist ja liivaterade suurusest/kujust jääb sel moel puhastatud pinnale juhuslikke, raskesti mõõdetavaid ebakorrapäraseid konarusi/süvendeid. Seetõttu on jõutud järeldusele, et on võimatu luua meetodit, mis annaks täpsed pinnaprofiili kirjeldused ja väärtused. Soovitatakse pinnaprofiili kirjeldamist sõnadega “ümar” (*shot*), kui on kasutatud ümarateralist pritsmaterjali või “terav” (*grit*), kui on kasutatud “terava” struktuuriga pritsmaterjali.

Pinnaprofiili klassifikatsioon on toodud standardis ISO 8503-1:

- sile profiil vastab sektoritele 1–2, kuid ei ole 2
- mõõdukalt kare profiil vastab sektoritele 2–3, kuid ei ole 3
- kare profiil vastab sektoritele 3–4, kuid ei ole 4

Standard ISO 8503-2 määrab nõudmised ISO pinnaprofiili etalonidele, mis on mõeldud liivapritsi abil puhastatud teraspindade vaatlemisel või kompimisel põhinevaks hindamiseks (joonis 4.1), kui pritspuhastus on sooritatud kas “ümarate” (S=*shot*) või “teravate” (G = *grit*) teradega.

Hinnatavalt pinnalt eemaldatakse tolmu ja prügi. Valitakse sobiv etalon (G või S), asetatakse pinnaga kohakuti ning võrreldakse pinda järgemööda kõigi etaloni osadega. Fikseeritakse etaloni osa(d), millega testitav pind kõige rohkem sarnaneb ning vastavalt sellele antakse hinnang: “sile”, “mõõdukalt kare” või “kare”.

Pinnaprofiili hindamisest mikroskoop- ja mõõtmismeetodil on juttu standardites SFS- ISO 8503-3 ja 8503-4.

Lisaks on kasutusel teisigi pinnaprofiili hindamise meetodeid, näiteks osutinäiduga meetod (*Dial Gauge method*) ja teibimeetod (*Replica tape*).

Veesurvepesu ei mõjuta pinnaprofiili.



Joonis 4.1 ISO- pinnaprofiili etalonid testimiseks vastavalt standarditele ISO 8503-1 ja ISO 8503-2

#### a) “Teravate” liivateradega puhastatud terasetalon “G”.

Sektor	Kareduse nominaalväärtus, Ry5	Suurim lubatud kõikumine
1	25 µm	3 µm
2	60 µm	10 µm
3	100 µm	15 µm
4	150 µm	20 µm

#### b) “Ümarate” liivateradega puhastatud terasetalon “S”.

Sektor	Kareduse nominaalväärtus, Ry5	Suurim lubatud kõikumine
1	25 µm	3 µm
2	40 µm	5 µm
3	70 µm	10 µm
4	100 µm	15 µm

Tabel 4.1 Nominaalväärtused ja lubatud kõikumised ISO pinnaprofiili etaloni sektorites.

## Töökoja kruntvärv (*prefabrication primer* -töötlus)

Värvitud pinna kestvuse seisukohalt oleks kõige optimaalsem sooritada eeltötlus ja värvimine valmis konstruktsioonil. See pole siiski alati võimalik või on selline eeltötlus väga kallis. Seetõttu eemaldatakse valtskest ja rooste teraselt juba detailide tööstuslikul valmistamisel. Nimetatud puhastus toimub automaatses teraskulprits-puhastusseadmetes ning puhastuskulud on madalad.

Puhastatud teraspind kaetakse spetsiaalse värviga, mida nimetatakse *töökoja kruntvärviks (prefabrication primer)*. Varem kasutati töökoja kruntvärvi kohta ingliskeelset terminit *shopprimer*, mis praegu tähendab esimest, hiljem ülevärvitavat kruntvärvikihti. Töökoja kruntvärviga katmise eesmärgiks on kaitsta puhastatud teraspinda konstruktsiooni transpordi- ja monteerimis- vm etappidel kuni lõpliku korrosioonitõrjevärvimiseni.

Töökoja kruntvärv peab vastama järgmistele nõuetele (ISO 12944-5, lisa B):

- sobima pealekandmiseks pinnatötlusautomaatikaga;
- jätma ühtlase ja hästi katva värvikihi;
- obima edasiseks värvimiseks;
- kuivama kiiresti, et detaili oleks varsti pärast värvimist võimalik töödelda;
- kaitsma teraspinda rooste eest piiratud aja jooksul;
- ei tohi oluliselt aeglustada ega raskendada detaili kuumlõikamist ega keevitamist;
- keevitamisel või lõikamisel tekkinud gaaside ja aurude kontsentratsioon ei tohi ületada töökeskkonnale esitatud piirväärtusi.

S

Töökoja kruntvärvi valikul võetakse arvesse pinnakattevärve, detailide ja valmiskonstruktsiooni koormust. Levinumad töökoja kruntvärvid ja nende tähistused on:

	SFS-EN10238
epoksüüd	EPF
polüvinüülbutüraal	PVBF
akrüül	AYF
tsinksilikaat	ESIZ
tsinkepoksüüd	EPZ

Tsinksilikaat- ja tsinkepoksüü põhised töökoja kruntvärvid sobivad eriti juhtudel, kui teras peab olema välistingimustes kaua enne edasivärvimist, kusjuures konstruktsioon on tugeva ilmastikukoormuse all ning kui edasivärvimine toimub tsinkpulbervärviga (vt. tabel 4.2). Standard SFS-EN 10238 annab juhiseid töökoja kruntvärvi kihipaksuse mõõtmiseks.

Töökoja kruntvärvimise puhul tuleb jälgida, et värvikihi paksus oleks ühtlane. Parim tulemus saavutatakse automaatpitsiga.

Värvi tootekirjelduses ja värvisüsteemi juhendis on näidatud, mis tüüpi kruntvärv mingil konkreetsel juhul sobib. Töökoja kruntvärvide eri tüüpide võrdlus on toodud tabelites 4.2 ja 4.3.

## Tsingitud pindade eeltöötlus

Tsink, mida kasutatakse üldiselt tsinkimiseks teraspinna korrosioonitõrje eesmärgil, erineb mitme omaduse poolest terasest. Neid erinevusi tuleb silmas pidada pinna eeltöötlemisel ning värvisüsteemi planeerimise ja kasutamise puhul.

Enne mitmetel juhtudel soovitatavat tsingitud pinna karestamist mehhaaniliste meetoditega tuleb värvitaval pinnalt eemaldada eeltöötlust ja värvimist raskendavad mustuseosad ning veeslahustuvad soolad mustuse- ja rasvaemaldusmeetodite abil, vt. ISO 12944-4.

Kuumtsingitud konstruktsioonid tuleb lisaks eeltoodud puhastamisele töödelda järgnevalt:

- Ilmastikukoormuse alla jäävad kuumtsingitud teraskonstruktsioonid puhastatakse hõõrumise teel nii, et pind jääb üleni tuhmiks. Sobivad puhastusmaterjalid on nt. alumiiniumoksiid, looduslik liiv ja kvarts. Vee ja maa alla jäävaid tsingitud konstruktsioone pole soovitatav värvida.
- Uued tsingitud õhukesed plaatkonstruktsioonid töödeldakse kerge pritspuhastusega. Õhu käes tuhmunud tsinkpindade puhastamiseks piisab emulgeerivast ammoniaakpesust ning mageda veega loputamisest.

Tsinkpulbervärviga kaetud pinnad eeltöödeldakse vastavalt tootekirjeldustele ja juhenditele.

## Keemiline eeltöötlus ja nakketöötlus

Levinumad keemilise eeltöötlemise meetodid puhtale metallipinnale on fosfaatimine, kroomimine, kromaadivaba eeltöötlus, alumiiniumi anodeerimine, peitsimine ning nakketöötlus. Nimetatud meetodid parandavad värvi nakkuvust.

**Raud- ja tsinkfosfaatimine** sobib teras-, tsink- ja alumiiniumpindade töötlemiseks. Fosfaatimist kasutatakse peamiselt õhukestel metallplaatidel, enamasti kuumvärvimise eeltöötlusena. Fosfaatimisel moodustatakse värvitavale metallpindadele tihedalt nakkuv, õhuke, peenekristalliline fosfaadikiht. Puhastatud metallpinnad töödeldakse fosfaatimislahusega kas lahusesse kastes, lahust pihustades või pintseldades.

**Kroomimist** kasutatakse kergmetallide ning tsingitud pindade eeltöötlemiseks. Puhastatud metallpinnad töödeldakse kroomimislahusega vastavalt tootja antud juhendile.

**Kromaadivabad** eeltöötlemise meetodid on lihtsad ja keskkonnasõbralikud. Eelnimetatud põhjustel rakendatakse neid üha sagedamini. Kromaadivaba eeltöötlus sobib külmvaltsitud terasele ning tsink- ja alumiiniumpindadele.

**Anodeerimine** on alumiiniumi elektrokeemiline eeltöötlemise meetod. Detail kastetakse anodeerimislahusesse, kus selle pinnale moodustub elektrivoolu toimele kaitsev oksiidikiht. Oksiidikiht on vastupidav kulumisele ning annab suurepärase korrosioonikaitse. Alumiiniumi anodeerimist kasutatakse laialdaselt näiteks pulbervärvimise eeltöötlemiseks.

**Peitsimine** sobib teras-, tsink-, alumiinium-, tina- ja vaskpindadele ning roostevabale terasele. Peitsimist on võimalik teha elektrokeemiliselt, pintsliga, detaili lahusesse kastmise või pihustamise teel.

Nakkevärvid on üldiselt kahekomponentsed, fosforhapet või spetsiaalkõvendeid või pigmente sisaldavaid polüvinüülbutüraal- või epoksüvärvid. Töötlemisel moodustub värvitavale metallipinnale õhuke nakkuvust soodustav värvikiht.

**Tabel 4.2** Töökoja kruntvärvide sobivus värvikomplektidega (Standard ISO 12944-5).

Töökoja kruntvärv		Levinud töökoja kruntvärvide sobivus värvikomplektide kruntidega 1)							
Sideaine tüüp	Korrosioonitõrje pigment	Alküüd	Kloor-kautšuk	Vinüül/PV C	Akrüül	Epoksüüd 2)	Polüuretaan	Silikaat/tsinktorm	Bituumen
Alküüd	Kombineeritud	+	(+)	(+)	(+)	-	-	-	+
Polüvinüül-butüraal	Kombineeritud	+	+	+	+	(+)	(+)	-	+
Epoksüüd	Kombineeritud	(+)	+	+	+	+	(+)	-	+
Epoksüüd	Tsingtorm	-	+	+	+	+	(+)	-	+
Akrüül (veeslahustuv)	Kombineeritud	(+)	+	(+)	+	(+)	+	(+)	(+)

+ = Sobiv  
 (+) = Kontrollida sobivust värvi tootjalt  
 - = Ei sobi  
 1) Värvide koostis vaheldub. Soovitatav kontrollida sobivust värvi tootjalt.  
 2) Kaasaarvatud epoksüüdühendid, nt. kivisõetõrvaepoksüüd

**Tabel 4.3** Töökoja kruntvärvide sobivus eri koormustingimustesse koos vastava värvikomplektiga (Standard ISO 12944-5).

Töökoja kruntvärv		Sobivus koormustingimustesse 1)						
Sideaine tüüp	Korrosioonitõrjepigment	C2	C3	C4	C5-1	C5-M	Kasut. vee või maa all	
							Ilma katoodkaitseta	Katoodkaitsega
Alküüd	Kombineeritud	+	+	(+)	(+)	-	-	-
Polüvinüül-butüraal	Kombineeritud	+	+	+	+	-	-	-
Epoksüüd	Kombineeritud	+	+	+	+	(+)	(+)	(+)
Epoksüüd	Tsingtorm	+	+	+	+	+	(+)	(+)
Akrüül (veeslahustuv)	Kombineeritud	+	+	+	-	-	-	-

+ = Sobiv  
 (+) = Kontrollida sobivust värvi tootjalt  
 - = Ei sobi  
 1) Värvide koostis vaheldub. Soovitatav kontrollida sobivust värvi tootjalt.

## 5. Korrosioonitõrjevärvid

Tabel 4.4 Terastöödel sooritatavad toimingud ja kvaliteediasemed (SFS 8145).

Objekt	Nr	Toiming	Eeltöötuse kvaliteediaseme					
			1	2	3	4	5	6
<b>TERASTÖÖ</b>								
Keevisõmblused	1	Keevitusšlakk eemaldatakse						
	2	Keevitustraadi otsad eemaldatakse						
	3	Kraabitavad keevituspritsmed eemaldatakse						
	4	Keevituspritsmed eemaldatakse						
	5	Lahtised poorid parandatakse						
	6	Servavigastused parandatakse						
	7	Teravad tipud tasandatakse						
Lõikepinnad	8	Kraabitavad ebatasasused eemaldatakse						
	9	Teravad servad ja tipud tasandatakse						
Vead teraspinnal	10	Põletusvigastused parandatakse						
	11	Teravad pinnavead tasandatakse						

Tabel 4.5 Puhastamistoimingud ja kvaliteediasemed (SFS 8145)

Objekt	Nr	Toiming	Eeltöötuse kvaliteediaseme					
			1	2	3	4	5	6
<b>PUHASTAMINE</b>								
Värvitavad alad	1	Rasva, õli, tolm, soolade, prügi eemaldus						
Keevisõmblused ja ilma tk-kruntvärvita olevad kohad	2	Kerge terasharjaga harjamine						
	3	Terasharjaga harjamine St 2						
	4	Terasharjaga harjamine (ainult tööjuhises näidatud erikohtades) St 3						
	5	Kerge liivapritsi puhastamine Sa 1						
	6	Hoolikas liivapritsi puhastamine Sa 2						
	7	Väga hoolikas liivapritsi puhastamine Sa						
Tk-kruntvärviga töödeldud pindade liivapritsi puhastus	8	Kergelt						
	9	Hoolikalt						
	10	Väga hoolikalt						
Ainult tööjuhises näidatud erikohtades	11	Liivapritsi puhast. metallpuhtaks Sa 3						

### Värvide koostis

Värvide koostisse kuuluvad enamasti sideained, pigmendid, täiteained, lahustid ja lisaained.

#### Sideained

Sideaine moodustab aluspinnale kinnituva värvikihi, mis sisaldab sideaine tõttu kleepuvaid pigmente. Sideaine määrab värvikihi omadused nagu nakkuvuse pinnaga, sisemise tugevuse ja keemilised omadused. Samuti sõltub sideainest värvi kuivamisviis.

Värvide sideained on enamasti orgaanilised suurte molekulidega polümeerid ehk plastid või reaktsioonivõimelised värnitsvaigud, millest moodustub polümeeri värvi kuivamisel. Olulise rühma moodustavad sünteetilised polümeerid ja vaigud. Sideaine kuivamisviisi põhjal jagunevad värvid pöördumatuteks (*Reversible coatings*) ehk füüsikaliselt kuivavateks ja pöördumatuteks (*Irreversible coatings*) värvideks. Pöördumatud värvid jagatakse omakorda õhku kuivavateks, vesilahuselisteks dispersioonvärvideks ja keemiliselt kuivavateks värvideks. Värvide nimetused põhinevad sideainel, näiteks alküüd-, epoksü-, kloorikautšuk-, polüuretaan-, akrüül- või vinüülvärvid.

#### Pigmentid ja täiteained

Pigmentid on pulbrid, millest sõltub värvi toon ja katmisvõime. Korrosioonitõrjepigmentid on võimelised ka aeglustama või tõkestama korrosioonireaktsiooni.

Täiteained mõjutavad värvikihi mitmeid omadusi, nt. kestvust, läiget, pintsliga värvitavust. Samuti tihendavad täiteained värvikihti.

#### Lahustid

Lahustite ülesandeks värvides on lahustada tahkeid värnitsvaike ja polümeeri ning vähendada sideaine viskoossust. Vesiemulsioonvärvides on lahustitel ka kilemoodustaja funktsioon.

Lahustid lenduvad värvikihist pärast värvimist, kuid mõjutavad siiski oluliselt värvikihi moodustumist ja omadusi.

Lahustid on tuleohtlikud vedelikud ning enamik neist tekitab lendumisel aure, mis on tervisele ohtlikud.

Lahusti süttimispunkti põhjal jagunevad värvid järgmistesse süttivate vedelike klassidesse:

Väga kergestisüttiv (sümbol F+):  
süttimispunkt < 0 °C

Kergestisüttiv (sümbol F):  
süttimispunkt 0 – 21 °C

Süttiv (sümbolita)  
süttimispunkt 21 – 55 °C.

Kui värvi süttimispunkt on üle 55 °C, ei klassifitseerita seda süttivaks vedelikuks. Kui värvi süttimispunkt on 55 – 100 °C, märgitakse see ära vaid seoses ladustamislubadega.

EL kehtestatud CLP-määrus 1272/2008 annab lahustite uued klassifikatsioonikriteeriumid. Määrus jõustub etappidena aastatel 2010 ja 2015.

Osa värvides sisalduvatest lahustitest klassifitseeritakse lenduvateks orgaanilisteks ühenditeks, mille kohta kasutatakse lühendit VOC (*Volatile Organic Compound*).

## Vedeldi

Vedeldi on värvile vedeldamiseks lisatud lenduv vedelik, mis võib olla lahusti (lahustipõhised värvid) või vesi (vesiemulsioonvärvid).

Värvide vedeldamisel tuleb alati järgida värvi tootja poolt antud juhiseid.

## Lisaained

Värvid sisaldavad vähestes kogustes mitmeid lisaaineid. Lisaained on vajalikud värvide säilivuse ning pealekandmis- ja kuivamisomaduste parandamiseks. Lisaained on eriti olulised vesiemulsioonvärvides.

## Värvitüübid

Värve võib liigitada mitmel viisil, nt.

- kasutamismvormi põhjal;
- värvikihi moodustumisviisi põhjal;
- sideainete põhjal;
- pigmentide põhjal;
- kasutusmeetodite põhjal;
- kasutusala põhjal.

### Pöörduvad värvid (*Reversible coatings*)

Pöörduvate värvide (endise nimetusega füüsikaliselt kuivavate värvide) sideaine on valmis polümeer. Värvikiht moodustub ilma keemilise reaktsioonita, kui sideaine molekulid nakkuvad pärast lenduva värvikomponendi hajumist või sulatatud värvikihi jahtumist üksteise külge. Värvil võib igal ajal värvi koosseisu kuuluvas lahustis uuesti lahustada.

Käesolevas käsiraamatus esindatud värvitüüpide lühendid vastavad standardile n ISO 12944-5.

#### Kloorkautšukvärvid CR

Kloorkautšukvärvide sideainena kasutatakse kloorkautšuki ja kemikaalkindla pehmendi ehk vaigu segu. Kloorkautšukvärve kasutatakse krunt-, vahe- ja pinnavärvadena metall- ja betoonpindade katmiseks. Kloorkautšukikiht talub kemikaale priismetena ja vett ka uputuskoormuses. Ilmastikutaluvus on hea.

#### Akrüülvärvid

##### AY

Akrüülvärvide sideainena kasutatakse akrüül-kopolümeraadi ja sobiva pehmendi segu. Akrüülvärve kasutatakse krunt-, vahe- ja pinnavärvadena ilmastikukindlates värvisüsteemides.

#### Vinüülvärvid

##### PVC

Vinüülvärvide sideainena kasutatakse vinüülkloriidi kopolümeeride ja pehmentide segu.

Vinüülvärve kasutatakse krunt-, vahe- ja pinnavärvadena ilmastikukindlates värvisüsteemides.

### Pöördumatud värvid (*Irreversible coatings*)

Värvikiht kuivab kõigepealt füüsikaliselt ehk lahusti lendub (kui värv sisaldab lahustit), millele järgneb kas keemiline reaktsioon või sideaine komponentide ühinemine (vesilahuselised dispersioonvärvid). Protsess on pöördumatu ehk värvikihti ei ole enam võimalik lahustada originaalses või antud värvitübile omases lahustis.

#### Õhu mõjul kuivavad (oksüdeeruvad) värvid

Õhu mõjul kuivavate ehk oksüdeeruvate värvide sideaineks on kuivav õli või selle tuletis. Õhu hapnik ühineb sideaine kaksiksidemetega ja käivitab võrgustumise.

#### Alküüdvärvid AK

Alküüdvärvide sideainena kasutatakse õlimodifitseeritud alküüd-, epoksüüd- või uretaanvaiku.

Alküüdvärvid (samuti nagu epoksüestrid ja uretaanõlid) kõvastuvad õhus oleva hapniku vahendusel pärast lahusti lendumist värvikihist. Värvikihi moodustumine eeldab vähemalt + 5 °C temperatuuri.

Alküüdvärve on nii lahustipõhiseid kui vesilahuselisi.

Alküüd-kruntvärvides kasutatakse korrosioonitõrjepigmente. Pinnavärvides kasutatavad pigmentid peavad olema ilmastikukindlad.

Alküüdvärve kasutatakse nii sise- kui välistingimustes, keskkonna koormusklassides C1-C4.

### Vesilahuselised dispersioonvärvid (ühekomponentsed)

Vesilahuseliste dispersioonvärvide sideaineks on polümeer, mis on dispergeerunud vette imeväikeste pallikestena (Ø 0,05–0,25 µm). Pärast vee lendumist värvikihist sulavad polümeeripallikesed kokku, mille tulemusel moodustub ühtlane kiht. Kuivamisprotsess on pöördumatu (*irreversible*); värvikiht ei dispergeeru uuesti ega lahustu pärast kuivamist vee mõjul.

Metallpindade katmiseks mõeldud värvid sisaldavad korrosioonitõrjepigmente ja -inhibiite. Polümeerina kasutatakse harilikult akrüülvaike (AY), vinüülpolümeere (PVC) või polüuretaane (PUR).

Värvikihi ilmastikukindlus on hea. Kiht on termoplastiline ning talub hästi lahusteid ja vett.

### Keemiliselt kuivavad värvid

Keemiliselt kuivavate värvide puhul moodustub värvikiht reaktsioonis, kus vedel või pehmemolekuliline värnitsvaik võrgustub ja selle molekulide suurus kasvab. Võrgustunud värvikiht ei lahustu uuesti lahustite toimel ega pehmene oluliselt soojuse mõjul.

Kahekomponentsetes värvides toimub värvi komponentide, plastosa ja kõvendi vahel võrgustumisreaktsioon.

#### **Kahekomponentsed epoksüvärvid EP**

Kahekomponentsetes epoksüvärvides võrgustub epoksüvaik amiiniga. Pärast komponentide segamist on värvi kasutamisaeg (nn. *pot life*) piiratud. Värvikihi moodustumine eeldab üldjuhul vähemalt +10 °C temperatuuri. Spetsiaalkõvendeid kasutades võib temperatuur ka madalam olla.

Epoksüüdkiht ei lahustu lahustite mõjul, nakkub hästi aluspinnaga ning on tugev ja elastne, mis tähendab head kulumiskindlust. Värvikiht talub hästi leeliseid, soolalahuseid, lahjasid happeid, õlisid, rasvu ja lahusteid. Ilmastikutaluvus on hea, kuigi pind muutub UV-kiirguse mõjul kiiresti tuhmiks ehk lubjastub.

Epoksüvärvid on lahustipõhised, vesilahustuvad ja lahustivabad. Lahustivabade ja vähese lahustisisaldusega epoksüvärvide ja –pinnakatete sideainena kasutatakse vedelat epoksüvaiku ja kõvendit. Värvide kasutusaeg on lühike. Värvid kantakse üldjuhul pinnale kahekomponentse pihustiga. Ühekordse värvimisega saavutatakse 250–1000 µm kuiv värvikiht. Klaasipuruga tugevdatud epoksüpinnakatete kohta kasutatakse lühendit EPGF.

Kombineeritud epoksüvärvid (EPC = *epoxy combinations*) võivad olla modifitseeritud näiteks süsivesinikvaiguga, kivisöetõrvaga, akrüüliga või vinüüluga. Kivisöetõrva-epoksüvärve kasutatakse sukelduskoormuses maa- ja veealustel objektidel.

#### **Kahekomponentsed polüuretaanvärvid PUR**

Polüuretaanvärvid on kahekomponentsed värvid. Sideainena kasutatakse hüdroksüülrühmi sisaldavat vaiku ehk polüooli, näiteks. akrüül- või polüestervaiku.

Kui kõvendina kasutatakse alifaatset isotsüanaadiühendit, saavutatakse suurepärane läike ja värvitooni vastupidavus välistingimustes.

Aromaatse isotsüanaadi kasutamisel saavutatakse kiire kuivamine ja parem kemikaalitaluvus, kuid värvikoht muutub UV-kiirguse mõjul kollakaks ja lubjastub.

Värvikihi moodustumine toimub üle 0 °C temperatuuril.

Kombineeritud polüuretaanvärvid (PURC = *polyurethane combinations*) võivad olla modifitseeritud näiteks süsivesinikvaiguga või kivisöetõrvaga. Neid kasutatakse sukelduskoormuses maa- ja veealustel objektidel.

**Oksüraanestervärvid (mitteametlik lühend OX)**

Oksüraanestervärvid on lahustipõhised, kõrge kuivainesisaldusega värvid. Kahekomponentsete oksüraanestervärvide sideainena kasutatakse oksüraanühendeid sisaldavaid õlisid, mille kõvendamiseks kasutatakse karboksüülhappeid sisaldavaid vaike. Värvikiht kuivab toatemperatuuril aeglaselt, seetõttu kiirendatakse kuivamist enamasti kõvendamise teel +60 – +150 °C temperatuuril.

Oksüraanestervärvid nakkuvad hästi teraspinnaga ning sobivad koos kruntvärviga ka teistele metallpindadele. Oksüraanestervärvi kemikaali- ja ilmastikutaluvus on hea. Värvikiht on elastne ja talub lööke.

Otse metallpindadele kantav oksüraanestervärv sisaldab tavaliselt korrosioonitõrjepigmente.

**Niiskuse toimel kõvastuvad värvid**

Värvikiht moodustub pärast lahusti lendumist. Keemiline võrgustumine toimub sideaine ja õhuniiskuse mõjul.

**Niiskuse toimel kõvastuvad polüuretaanvärvid**

Võrgustumine toimub juba 0 °C juures või isegi madalamal temperatuuril, eeldusel, et õhus on niiskust.

**Tsinksilikaatvärvid ESI (1- või 2-komponentne etüüsilikaat)**

Tsinksilikaatvärvi sideainena kasutatakse orgaanilist silikaati ja pigmendina tsingipulbrit.

Tsinksilikaatvärvid taluvad hästi kõrgeid temperatuure, mehaanilist koormust ja neutraalseid lahusteid. Sobivad kruntvärvideks keskkonnakoormusklassides C4, C5-I ja C5-M.

**Kuumvärvid**

Kuumvärvide puhul moodustub värvikiht kõrgel temperatuuril (+120 – +180 °C), mille mõjul sideaine komponendid reageerivad üksteisega.

**Alküüdkuumvärvid**

Sideainena kasutatakse vähese õlisisaldusega alküüd- ja aminovaiku.

**Polüesterkuumvärvid**

Sideainena kasutatakse polüesterit ja aminovaiku.

**Pulbervärvid**

Pulbervärvid esinevad algselt pulbri kujul. Keemiliselt kõvastuvate pulbervärvide sideainena kasutatakse epoksit, polüestrit ja polüuretaani. Pulber kantakse pinnale harilikult elektrostaatilise pihustiga. Lõplik värvikiht moodustub põletusahjus, kus pulber sulab ja polümeriseerub värvikihtiks temperatuuril +140 – +200 °C (5–20 min).

**Coil coatings**

*Coil coating* -tooted on värvimisliinil pealekantavad ahjus kõvastuvad pinnakatted. Värvivateks materjalideks on lehtmets; külmaalustatud teras (CRS), kuumtsingitud teras (HDG) või alumiinium. Üldiselt värvitakse nn kahekihisüsteemina, mis hõlmab kruntvärvi ja pinnavärvi. Enamkasutatavad sideained on polüester (PE), polüuretaan (PUR) ja PVDF ehk PVF2. Metalllehe tagakülg värvitakse enamasti epoksüvärviga. Värvile on iseloomulik hea ilmastikukindlus ja töödeldavus (nt profileeritud katuseplekk).

## 6. Värvüsteemid

Värvüsteem koosneb värvitavast pinnast, selle eeltötlusest ning pinna kaitseks kasutatud värvide poolt moodustatud värvikihist. Värvüsteemi võib kuuluda üks värv, mida kantakse pinnale üks või mitu korda, kuni saavutatakse piisava paksusega värvikiht. Tavaliselt kuulub värvüsteemi siiski mitu värvi, millel on üksteist täiendavad funktsioonid. Vastavalt kasutusjärjekorrale nimetatakse värve krunt-, vahe- ja pinnavärvideks.

Korrosioonitõrjevärvüsteemi korrosioonitõrjemehhanism põhineb takistusinhibitsioonil, anoodisel või katoodisel inhibitsioonil või katoodisel kaitsel. Värvüsteemi värvid toimivad enamasti kahel mehhanismil nimetatud kolmest. Näiteks pinnavärv võib toimida takistusinhibiitorina ja kruntvärv katoodselt. Mõnikord kasutatakse inhibeerivaid korrosioonitõrjepigmente kõigis kihtides.

### Värvüsteemi tähistus

Standardi ISO 12944 5. osas on toodud värvüsteemide tähistusviisid. Värvüsteeme, mida on kirjeldatud standardi tabelites A.1 – A.8, võib tähistada järgmiselt (näitena süsteem A2.08 tabelist A.2):

SFS-EN ISO 12944-5/A2.08.

Juhtumitel, kus sama süsteemikoodi all on mitmeid või erinevaid sideaineid, peab identifikaator sisaldama sideaine tüübi koodi ja see tuleb kujul (näide tabeli A.2 süsteem A2.06):

SFS-EN ISO 12944-5/A2.06-EP/PUR.

Standardi tabelites A.1 – A.8 näidatakse nummerdatud värvüsteemide kohta:

-	ärvitav aluspõhi (Fe/Zn) ja selle eeltötlusaste;	v
-	de sideaine, tüüp, kihtide arv ja kihi nominaalpaksus;	värvikihti
-	ärvikihtide koguarv ja kogupaksuse nominaalväärtus;	v
-	nnustatav kestvusklass tabeli koormustingimustes.	e

Soomes kasutatakse värvüsteemide tähistamiseks koodi, mis koosneb standardi ISO 12944 osa 5 punktis 6.3 toodud tähistusest, mida täiendavad (sulgudes) värvitüübi tunnuse, värvi kogupaksuse nominaalväärtuse, värvikihtide arvu, aluspinna materjali ja selle eeltötluse koodid.

Värvi sideaine kood esitatakse vastavalt standardi ISO 12944 osale 5. Pinna eeltötlusastmed tähistatakse standardi ISO 8501-1 kohaste astmetena (vt. käsiraamatu ptk 4. 'Värvitava pinna eeltötlus'). Kuiva kihi nominaalpaksus esitatakse mikromeetrites.

Aluspinna materjali tähistatakse metallkonstruktsiooni peamise koostisaine keemilise sümbolina, nt. Fe = raud, Zn = tsink.

Soovituslik tähistus Soomes:

**SFS-EN ISO 12944 – 5/A2.02** (AK 120/2 – Fe Sa 2½)

Standard ISO 12944 eeldab, et juhul, kui värvikomplekt ei kuulu standardi tabelites A.1 – A.8 esitatud komplektide hulka, tuleb anda kõik andmed pinna eeltötluse, värvitüübi, kuiva kihi nominaalpaksuse ja kihtide koguarvu kohta. Värvüsteeme võib sel juhul tähistada käesolevas soovitusel esitatud viisil, ilma viiteta tabeli koodile.



## Värvisüsteemi valik

Värvisüsteemi kuuluvad värvid peavad sobima objekti asukoha tingimustega ja taluma objektile suunatud koormusi. Samuti peavad värvid sobima omavahel, kasutusel oleva pinnapuhastusmeetodiga ja värvimistingimustega. Värvid peavad moodustama piisavalt paksu kaitsekihi ja andma pinnale majanduslikult tulusa korrosioonikaitse.

### Koormusklassid

Värvide valiku esmaseks kriteeriumiks on objekti kaitsmisvajadused. Värvid peavad taluma ka konstruktsioonide valmistamise ja paigaldusega seotud koormusi.

Objektile valitsevate tingimuste kirjeldamiseks kasutatakse standardi ISO 12944 osa 2, kus keskkonnatingimused on vastavalt metalli korrosiooni mõjutavatele teguritele jagatud koormusklassidesse C1 – C5 ja Im1 – Im3, vt. ptk 2.

Siseruumides üldjuhul valitsevad keskkonnatingimused kuuluvad koormusklassidesse C1 ja C2, eeldusel, et neis ruumides pole lisaks niiskusele olulisel määral teisi korrosioonitegureid.

Välitingimustes valitsevad keskkonnatingimused kuuluvad koormusklassidesse C2 – C5. Vastavalt õhu saastatusele liigitatakse paikkonna ilmastik maa- või linnakliimaks, mereliseks või tööstuskliimaks.

Lisaks eeltoodud koormusklassidele esineb spetsiaalkoormusi, nt. keemia-, paberi- ja tselluloositööstuses, sildadel ning maa- ja veealustel konstruktsioonidel. Tüüpilised eritingimustes esinevad korrosioonitegurid on söövitavad gaasid, kemikaalitolm ja pritsmed, bioloogiline, mehhaaniline ja temperatuurikoormus ning uputuskoormus. Spetsiaalkoormustele mõeldud värvisüsteeme käsitleb Teknose käsiraamat “Värvisüsteemid tööstusliku tootmise ja korrosioonitõrje tarbeks”.

Keskkonna koormusklassi määramisel pööratakse erilist tähelepanu objekti vahetus läheduses olevatele korrosiooniteguritele. Nimetatud lähiümbrusel (mikrokliimal) on korrosioonitõrje seisukohalt olulisem tähtsus kui piirkonna üldistel tingimustel (makrokliimal).

Soome kliima on põhitüübilt jahe ja niiske. Võrreldes paljude tööstusriikidega on Soome kliima puhas.

Kuna ka põhimõtteliselt sama tüüpi värvid võivad oma kasutusomadustelt ja kestvuselt üksteisest erineda, on tähtis valida värvisüsteem, mille kohta on olemas positiivsed kasutuskogemused.

Teknose levinumad värvisüsteemid, mille kasutamisest on olemas positiivsed kogemused, on esitatud käsiraamatus “Värvisüsteemid tööstusliku tootmise ja korrosioonitõrje tarbeks”.

### Eeltöötlus- ja värvimistingimused

Värvisüsteemi valikul tuleb arvesse võtta ka eeltöötlus- ja värvimistingimusi. Kui objekti asukoht või majanduslikud põhjused piiravad eeltöötlust või värvimist, valitakse värvisüsteem nii, et värvid sobiksid reaalset võimaliku eeltöötlusega ja värvimistingimustega ning täidaksid samas parimal võimalikul viisil objekti kaitsevajadusi. Teknos Oy-l on värvisüsteeme nii tehasetingimustes kui objektile värvimiseks.

### Ökonoomsus

Korrosioonitõrjevärkimine on investering, mille eesmärgiks tuleks seada võimalikult ökonoomselt sooritatud värvimine, mis peab vastu planeeritud aja jooksul. Kuigi värvide osakaal värvimistöõde üldkuludes on üldjuhul vaid 15 – 30%, võib värvide õige valik olla eriti oluline just majanduslikust aspektist. Näiteks tehase- või värvimistöõkoja tingimustes kiiresti kuivavad värvid lühendavad värvimistöõdele kuluvat aega ja tõstavad värvimistöõkoja jõudlust.

## 7. Värvimistöõde teostamine

Värvi pealekandmisel on värvimistulemuse kvaliteedi ja vastupidavuse seisukohalt oluline mõju. Värvimistöõ peab olema tehtud professionaalselt, õigetes värvimistingimustes ning järgides värvi tootja poolt antud juhiseid.

## Värvimismeetodid

Värvid kandmiseks aluspinnale kasutatakse eri meetodeid. Enamkasutatavad meetodid on värvimine pintsliga ja rulliga, värvi pihustamine, detaili kastmine värvilahusesse, kardinvärvimine ja valtsvärvimine. Värvimismeetodi valikul võetakse arvesse järgmisi tegureid:

- värvitavate objektide kuju, suurus, hulk ning tootmistöö rütm;
- värvitüüp;
- värvitoonide hulk;
- ohutus- ja keskkonnategurid;
- värvimisvahendite sobivus kasutatavate värvidega.

### Värvimine pintsliga

Värvimine pintsliga on vanim seni kasutuselolev värvimismeetod. Pintsliga värvimise eeliseks on värvi hea tungimisvõime värvitava pinna pooridesse. Pintsliga värvimine on siiski aeglane ja seetõttu suhteliselt kallis. Suurte pindade värvimisel pintsliga ei saavutata piisavalt ühtlast ja kvaliteetset pinda. Värvikiht jääb õhem kui nt. kõrgsurvepihustiga värvimisel.

### Värvimine värvirulliga

Värvitulli abil värvimist kasutatakse sageli pintsliga värvimise asemel, kuna see on kiirem meetod. Värvirulli abil valtsitakse värv pinnale, mitte ei hõõruta nagu pintseldamise puhul. Värvirull ei sobi väikeste, ebatasaste või halvasti puhastatud pindade värvimiseks, eriti kui pinnal on roostet või tolmu. Värvikiht jääb sel juhul mustuseosade peale ega nakku korralikult aluspinnaga. Lisaks on värvirulliga raske saavutada ühtlast ja piisavat värvikihi paksust. Seetõttu on värvirull eelkõige suurte siledade plaatpindade värvimisvahend pinnavärvide pealekandmiseks ning seda ei soovitata kruntvärvimiseks.

### Värvimine pihustiga

Pihustite abil värvimine on tänapäeval enimkasutatud suurte pindade värvimismeetod. Eri otstarveteks on loodud eri pihustitüüpe.

#### Püstolvärvimine

Õhkipihustus ehk püstolvärvimine on vanim pihustusvärvimismeetod. Seda kasutatakse endiselt rohkesti näiteks autode värvimisel ja väiksemate detailide viimistlusvärvimisel (**joonis 7.1**).

Püstolvärvimisel söödetakse värv kas hüdrostaatilise või väikese kõrgsurve abil värvipüstoli otsiku keskele. Otsikust väljuv värvijuga hajutatakse mitmelt poolt värvile suunatud õhujugade abil peeneks uduks. Otsikust väljuva värvi hulka saab reguleerida nõelventiili ja otsiku suuruse abil. Värvijoa vorm sõltub õhujugade suunast ja tugevusest.

Püstolvärvimine vajab suruõhku ja värvi vedeldamist. Värvipind saab ühtlane ja sile. Siiski pole püstolvärvimisega võimalik saavutada paksu kuiva värvikihti, kuna värvipüstolis kasutamiseks tuleb värvi suhteliselt palju vedeldada. Värvipüstolit ei ole soovitatav kasutada juhtudel, kui värvitav objekt on keeruka konstruktsiooniga. Värvitud sisalduv õhk takistab värvi tungimist kitsastesse nurgakohtadesse ja pooridesse (**joonis 7.5**). Püstolvärvimist nimetatakse ka madalsurvevärvimiseks..

Püstolvärvimise peamised eelised:

- värvijoa kuju on võimalik reguleerida;
- pole liikuvaid detaile;
- kvaliteetne värvipind;
- soodne hind;
- värvitooni vahetamine kiire.

Puudustena võib välja tuua:

- ei sobi kõigi värvitüüpidega;
- nurkade ja keerukate konstruktsioonide värvimine raske;
- suur vedeldusvajadus.



Joonis 7.1 Värvipüstolid ehk madalsurvepihustid

#### Õhuvaba ehk kõrgsurvepihusti

Kõrgsurvepihusti on enimkasutatud värvimismeetod korrosioonitõrjevärvimisel. (joonis 7.2). Värvipihustamine läbi kõrgsurvepihusti põhineb suurel rõhkude vahel, mis tekib värvi surumisest suure rõhu all läbi peene otsiku. Selliselt tekib värviudu on piisavalt peen ja selle kiirus on suur ka udu kokkupuutel värvitava detaili pinnaga. Kuna vastas pole "õhkpatja", (vrd värvipüstol), pääseb värv vabalt nurkadesse ja tungib ka pinnal olevate pooride põhja.

Kõrgsurvepihustis saavutatakse vajalik rõhk kõrgsurvepumbaga, mis tõstab siseneva õhu rõhu mitmekümnekordseks, sõltuvalt õhu- ja värvikolbide pindalade suhtest. On ka seadmeid, milles kasutatakse elektri- või siseõlemismootori jõul töötavat membraan- või kolbpumpa. Neid kasutatakse enamasti objektidel, kus suruõhk pole kättesaadav.

Pihustatud värvi kogus (l/min) sõltub otsiku suurusest ja survest. Igal otsikul on iseloomulik pihustusnurk, mis määrab värvi pihustuslaiuse. Otsiku kulumisel muutub nii ava läbimõõt kui pihustusnurk. Värvide tootekirjeldustes on toodud igale konkreetsele värvile sobivad kõrgsurvepihustite näitajad.

Värvide pealekandmiseks ilma vedeldamata on vaja rõhku 120–250 bar. Liiga suure pihustrõhu kasutamist tuleks vältida, kuna see suurendab möödapihustamist ning halvendab värvipinna välisilmet ja kvaliteeti. Värv tuleks alati pihustada väikseima võimaliku rõhuga, et lõpptulemus oleks ökonoomne. Kasutades pihusti lisaseadmena sobivat värvisoojendit, on värvimisrõhku võimalik märgatavalt vähendada.

Kõrgsurvepihusti peamised eelised on:

- sobib enamikule värvidele;
- suur jõudlus;
- vähene värvi vedeldamise vajadus;
- suur kuiva värvikihi paksus;
- vähene värviudu.

Puudustena võib märkida:

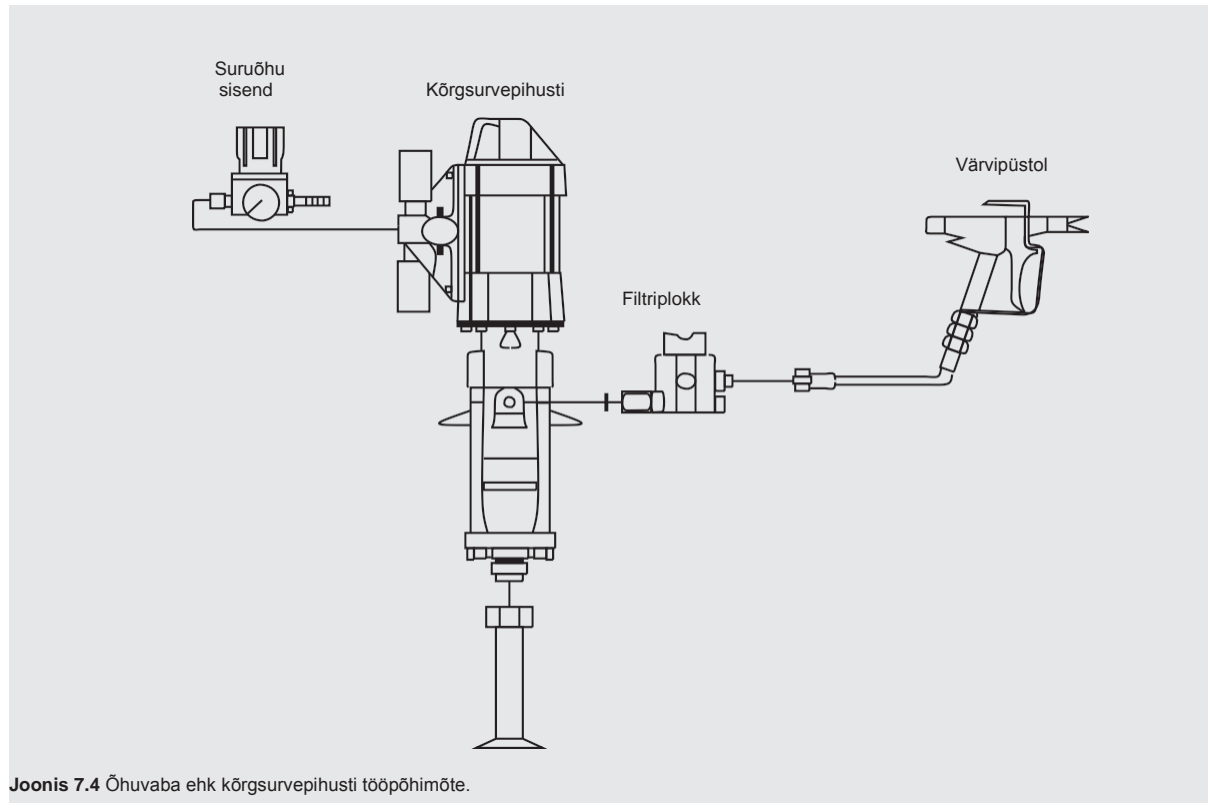
- suur vooliku rõhk;
- värvipinna välisilme pole alati nii hea kui värvipüstolit kasutades;
- ei sobi väikeste värvikoguste pealekandmiseks.



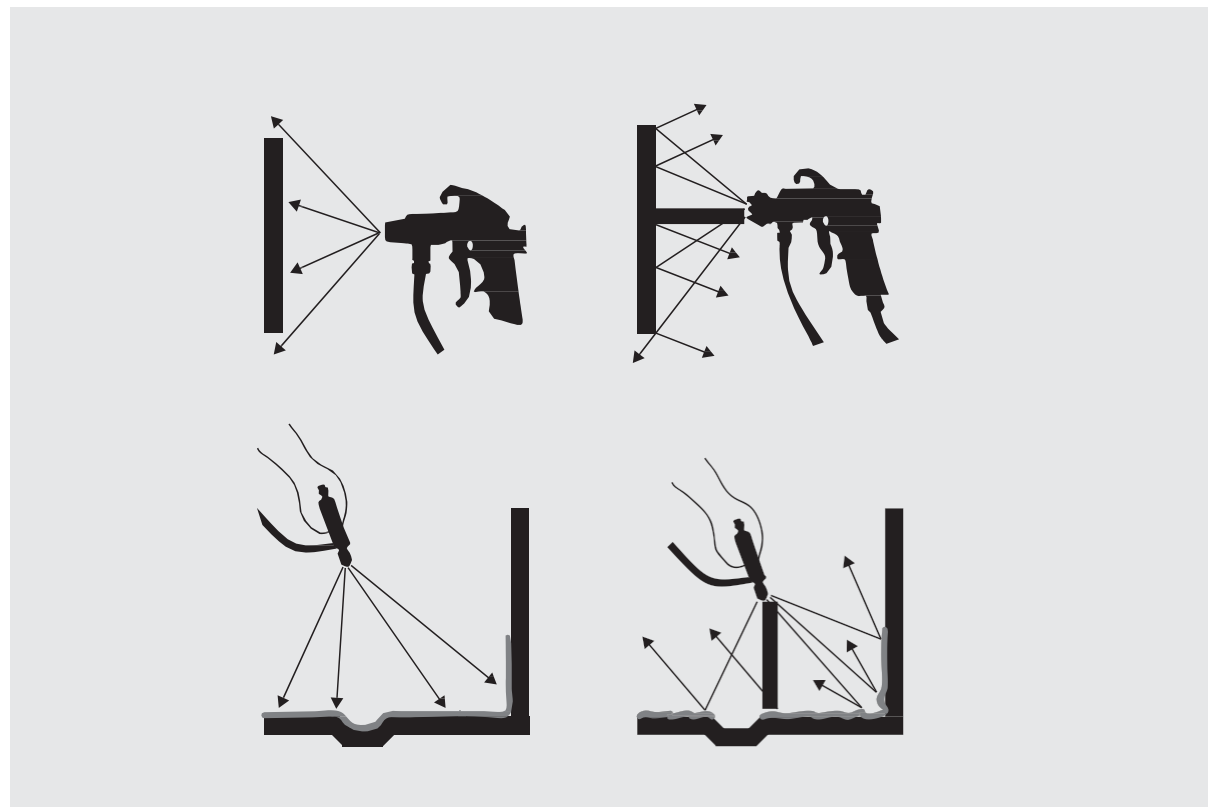
Joonis 7.2 Kõrgsurvepump ja pihusti



Joonis 7.3 Elektrostaatiline pihusti



Joonis 7.4 Õhuvaba ehk kõrgsurvepihusti tööpõhimõte.



Joonis 7.5 Kõrgsurvepihusti (joonised vasakul) annab eriti nurkades parema värvikihi kui püstolvärvimine (joonised paremal).

### Õhu kaasabil toimuv kõrgsurvepihustus

Õhuvaba kõrgsurvepihustusega toimuva värvimise lõpptulemust võib parandada värvipüstoliga, millesse tuleb õhku.

Selliseid kombineeritud kõrgsurve-värvipihusteid müüakse tootenimedega Airmix, Aircoat, Airflow, Airassistant jne.

Kõigi nende ühine omadus on, et värvipüstolist tuleva värvijoa omadusi võib reguleerida ja muuta spetsiaalselt reguleeritava õhuvooluga. Lõpptulemusena paraneb värvimise kvaliteet ja raskesti tasanduvad värvid jätavad ühtlase kihi.

Sellist kombineeritud värvipüstolit võib kasutada ka ilma reguleeritava õhuta, kui selleks puudub vajadus. Kuna pihustussurvet on võimalik õhuvoolu abil reguleerida, sobib kombineeritud kõrgsurvepihusti hästi ka elektrostaatiliseks värvimiseks.

### Elektrostaatiline pihusti

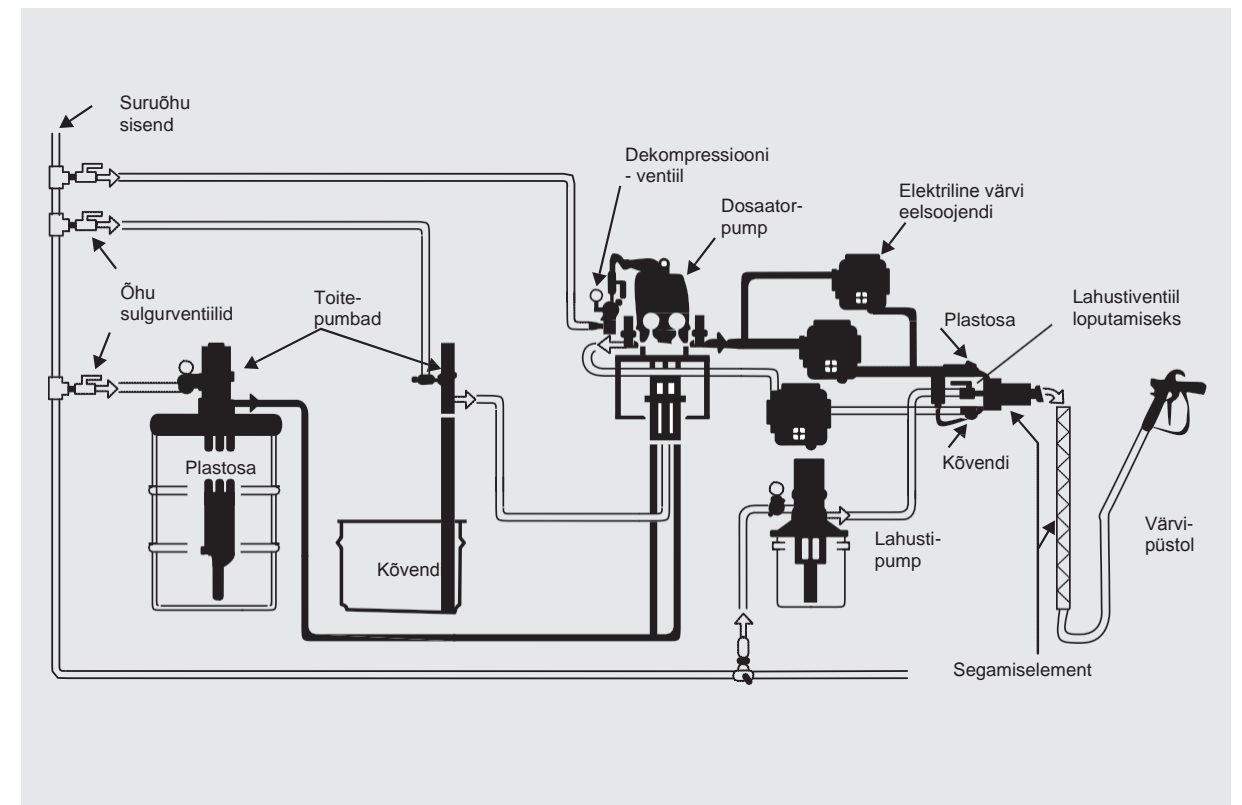
Nii vedelate (joonis 7.3) kui pulbervärvide (joonis 7.7.) pealekandmiseks on välja töötatud ka elektrostaatilisi pihusteid. Generaatori abil luuakse värvitava pinna ja värvijoa vahele kõrge alalisvoolupinge (60–100 kV). Värv või värvipulber pihustatakse värvipüstolist tsentrifugaaljõu, õhkpihustuse või kõrgsurvega. Elektriväljas saab värv või pulber laengu ja imendub maandatud detaili pinnale.

Pulbervärvimise puhul saab detailist mööda läinud pulbri koguda kogumisnõusse ning seda võib uuesti kasutada.

Pulbervärvi on võimalik koguda kahe meetodiga, kas kõrgepingega (joonis 7.7) või hõõrdelektriga (joonis 7.8).

### Kahekomponentne pihusti

Mõnede 2-komponentsete värvide kõvastumisreaktsioon on nii kiire, et selliste värvide jaoks on olemas spetsiaalsed kahekomponentsed pihustid (joonis 7.6). Need pumpavad kõvendi ja plastosa spetsiaalsetest mahutitest ning segavad komponendid õiges vahekorras vahetult enne pihustisse jõudmist.



Joonis 7.6 Kahekomponentse pihusti tööpõhimõte.

### Kastevärvimine

Kastevärvimine ehk detailide kastmine värvilahusesse on seeriatoodanguna valmistatavate detailide kiire värvimismeetod, mille eelisteks on vähene värvikadu. Värvitavad detailid kastetakse värvilahusesse kas ühekaupa, kimbuna, vastaval raamil, võrkkorvis (väikesed detailid) vms.

Värvimisnõu mõõtmed valitakse vastavalt värvitavate detailide suurusele. Suuremad nõud on varustatud pumpadega, mis sadestumise vältimiseks pumpavad värvi pinnalt nõu põhja.

Kastevärvimiseks sobivad selleks otstarbeks valmistatud füüsikaliselt või oksüdeerumise teel kuivad värvid ning kuumvärvid. Kahekomponentseid reaktiivvärve ei ole võimalik kasutada nende lühikese kasutusaja tõttu.

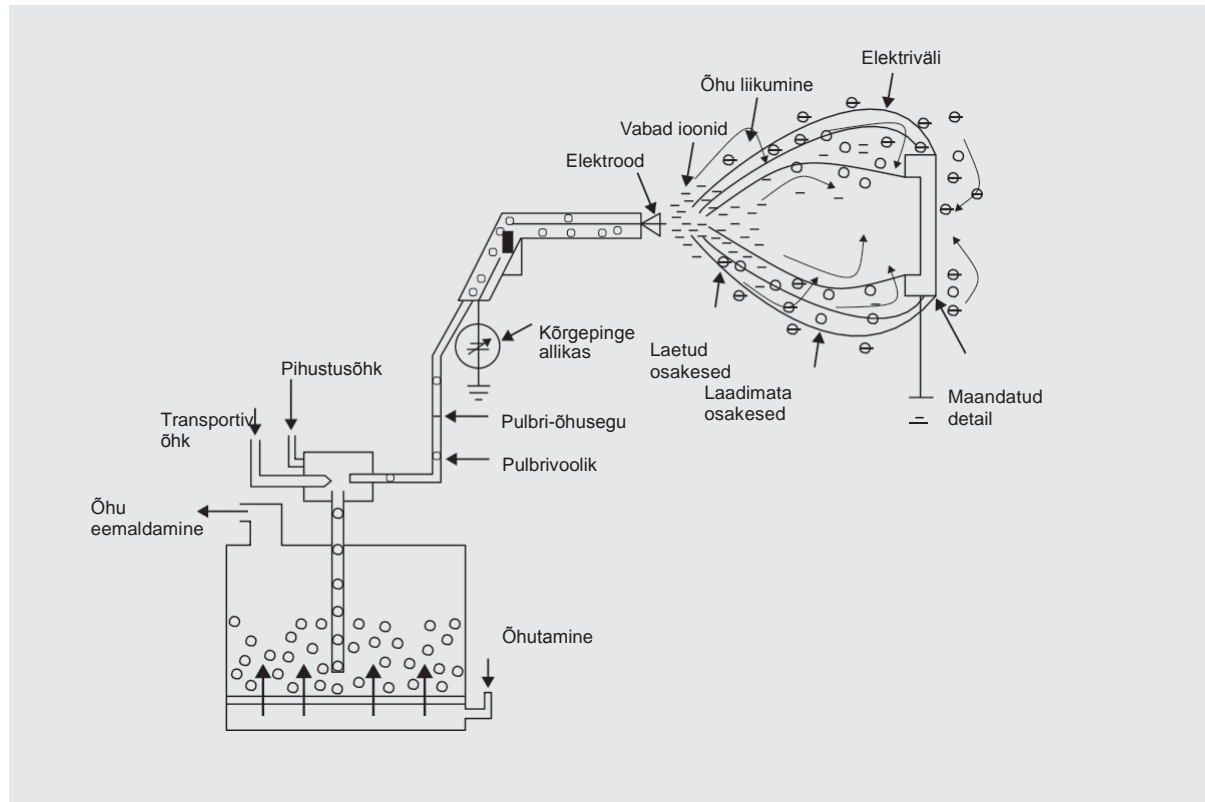
Tavaliselt saavutatakse ühe kastmiskorraga kihipaksus u. 30 µm. Keeruka kujuga detailide puhul ei anna kastevärvimine üldiselt puhas tulemust, kuna avad, väljaulatuvad osad jms põhjustavad kergesti valgumisejärgi.

#### Elektrikastevärvimine

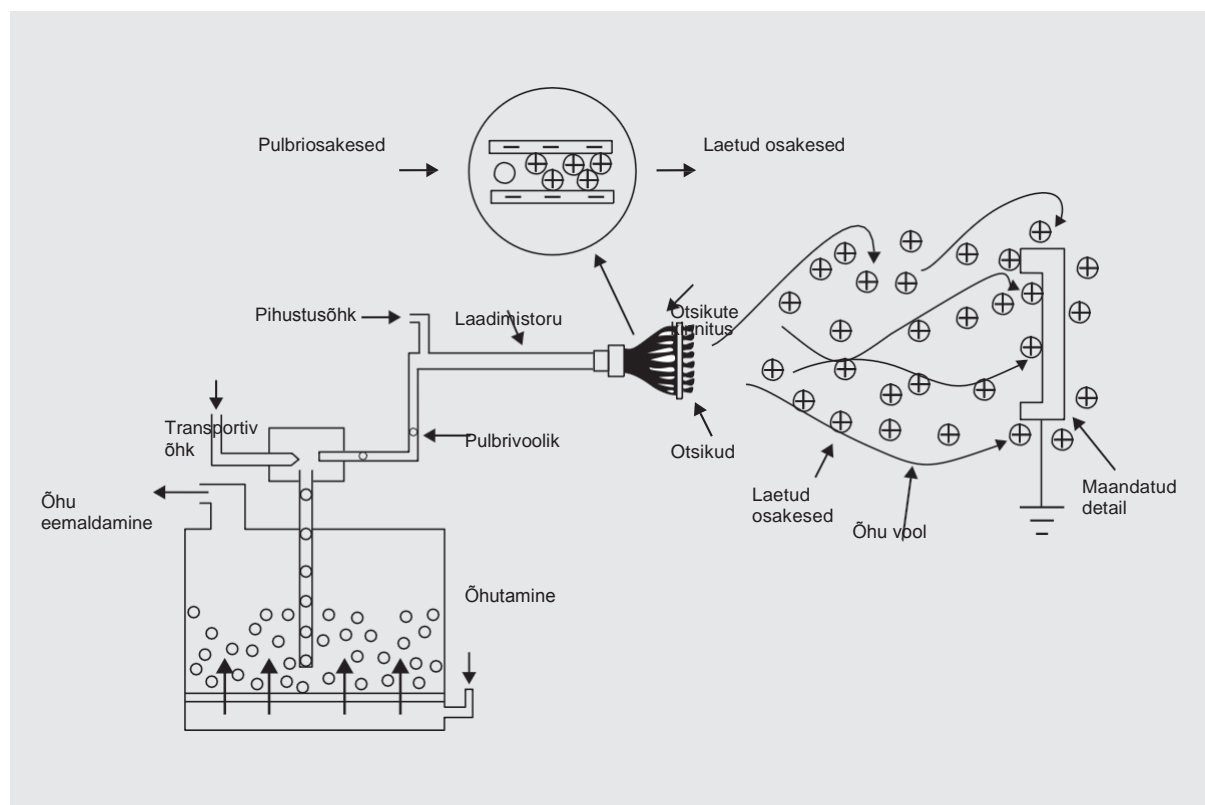
Elektrikastevärvimine (elektro- ja kataforees) on värvimismeetod, mille puhul värvitav detail lülitatakse alalisvooluringi kas anoodina või katoodina, värvimisnõu toimides teise poolusena. Värvina kasutatakse spetsiaalset vesiemulsioonvärvi. Värviosakesed saavad elektrilaengu, liiguvad värvitavale detailile, sadestuvad ja moodustavad ühtlase tugevusega u. 30 µm paksuse kihi. Meetodit kasutatakse autode värvimisel kruntvärvi pealekandmismeetodina ning kodumasinatootmisel.

#### Elektrostaatiline pulberkastevärvimine

Pulbervärvitav detail kastetakse nõusse, kus on fluidaalne pulber. Nõus on elektroodid, mida mööda elektrivool kulgeb läbi pulbri maandatud detailini, mille külge pulber elektrivoolu mõjul nakkub. Pulbervärv kihipaksust on võimalik reguleerida elektrivoolu tugevuse abil.



Joonis 7.7 Kõrgepingega töötav pulbervärvipihusti.



Joonis 7.8 Hõrdeelektriga töötav pulbervärvipihusti.

### Värvimistingimused

Puhastus- ja värvimistööd tuleb sooritada vastavalt värvi tarnija poolt antud juhiste. Kui värv tuleb pinna küljest lahti, on põhjuseks harilikult asjaolu, et värv on kantud niiskele, märjale või jäätunud pinnale. Värvimise ja värvi kõvastumise ajal peab õhutemperatuur olema piisavalt kõrge, et värv saaks kuivada.

#### Suhteline õhuniiskus ja kastepunkt

Õhk sisaldab alati veauru, mis võib kondenseeruda värvitavale pinnale. Puhastel metallpindadel toimub see siis, saavutatakse 100% suhteline õhuniiskus, nt. temperatuuri langedes kastepunkti. ebapuhastel pindadel võib mainitud tihenemine toimuda märgatavalt varem.

Liivapritsi puhastatud teraspinnal algab roostetamine kui suhteline õhuniiskus on 60 – 70%. Seetõttu tuleb pritspuhastus sooritada suhtelise õhuniiskuse madalal väärtusel. Värvimine sooritatakse vahetult pärast puhastamist, et pind ei hakkaks uuesti roostetama ja värvikiht tuleks kuivale pinnale.

Suhteline õhuniiskus mõjutab eri viisil eri värvide kuivamis- ja värvikihi moodustumisnäitajaid. Värvide tootekirjeldustes on toodud suhtelise õhuniiskuse soovituslikud piirväärtused..

Kui metallpinna temperatuur on madalam ümbritsevast temperatuurist, võib teatud juhtudel tekkida pinnale kondensatsioon ka suhtelise õhuniiskuse madala näitaja korral. Seetõttu pole alati otstarbekas nõuda suhtelise õhuniiskuse teatud väärtust, vaid olulisem on, et metallpinna temperatuur ületab piisavalt (3 °C) õhu kastepunkti.

Kastepunkt on temperatuur, mille juures veeauru sisaldava gaasi suhteline niiskus on 100%. Kastepunkti (kondentsi) võimalikkust värvitaval pinnal hinnatakse suhtelise õhuniiskuse, õhu temperatuuri ja pinna temperatuuri alusel. Praktikas mõjutab antud väärtust ka pinna soojusjuhtivus, päikesekiirgus, õhuvoolud ning pinnal olevate hügrokoopsete ainete tüüp ja kogus.

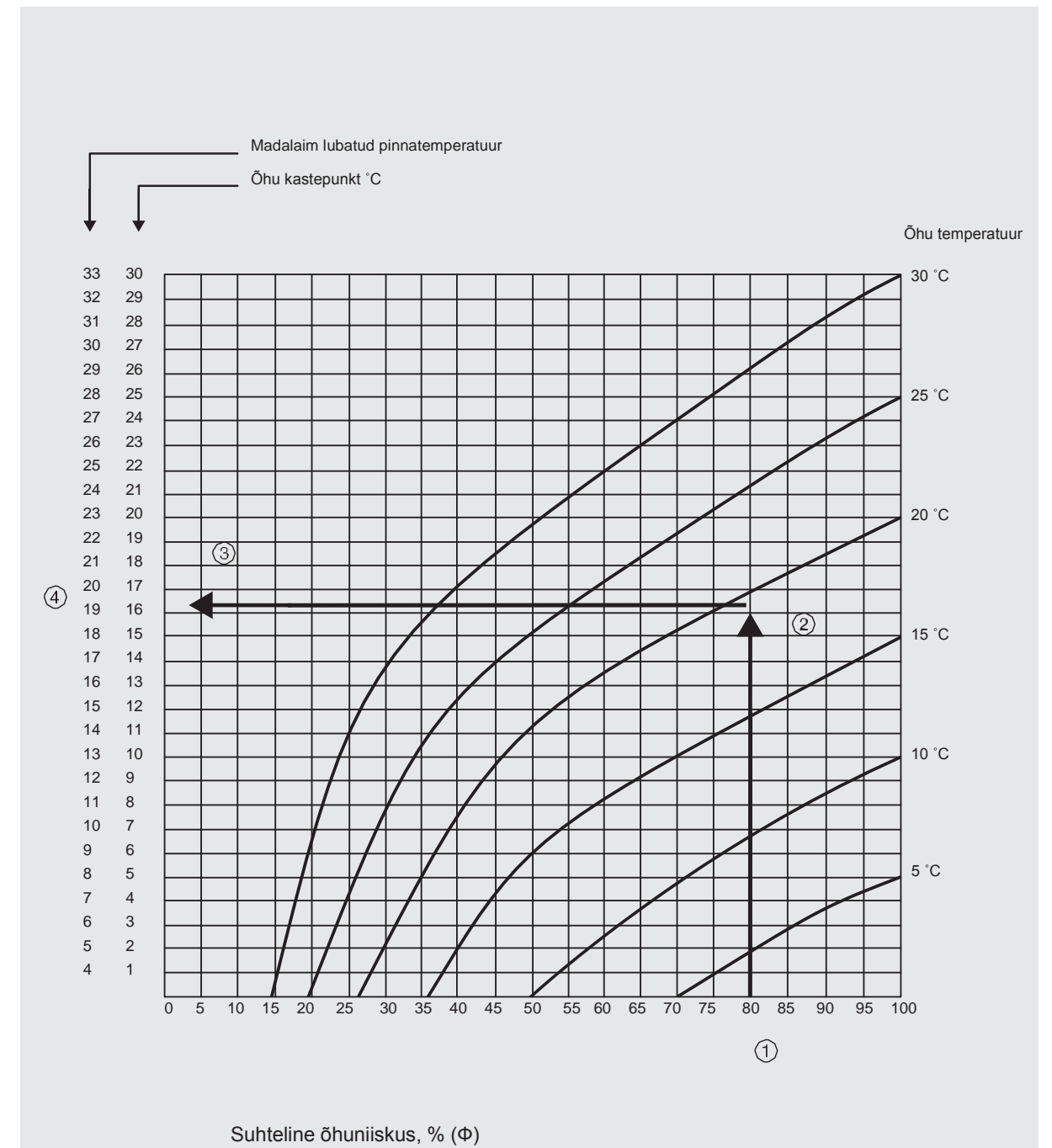
Kui õhutemperatuur on alla 0 °C, tuleb kontrollida, et värvitava pinnal ei ole jääd. Pinnatemperatuuri mõõtmiseks on olemas spetsiaalsed pinnatermomeetrid.

Üldreegliks võib lugeda, et värvitava pinna temperatuur peab olema vähemalt 3 °C üle õhu kastepunkti nii enne värvimist kui värvimise ja värvi kuivamise ajal, kui värvi tootja ei ole näidanud teisiti. Kui õhu temperatuur, õhuniiskus ja värvitava pinna temperatuur on teada, on kastepunkti määramise ketta (joonis 7.9) abil lihtne otsustada, kas värvimistööd võib teostada.

Joonisel 7.10 olevalt graafikult saab lugeda värvitava konstruktsiooni madalaima lubatud pinnatemperatuuri sõltuvalt ümbritseva õhu temperatuurist ja suhtelisest õhuniiskusest. Graafikult võib välja lugeda ka vastava kastepunkti.



Joonis 7.9 Kastepunkti määramise ketas



Näide madalaima lubatud pinnatemperatuuri arvutamisest ülaltoodud tabeli abil:

①	Mõõta suhteline õhuniiskus:	80%
②	Mõõta õhu temperatuur:	20 °C
③	Leida tabelist õhu kastepunkt:	16,4 °C
④	Pinna temperatuur peab olema 3 °C üle õhu kastepunkti enne värvimist, värvimise ja värvi kuivamise ajal ehk antud juhul:	19,4 °C

Joonis 7.10 Õhu temperatuuri, suhtelise õhuniiskuse, õhu kastepunkti ja lubatud pinnatemperatuuri suhe.

## Temperatuuri mõju värvide kuivamisele

Temperatuur mõjutab värvi kuivamisaega ja värvikihi moodustumist. Keemiliselt kuivavate ja oksüdeeruvate värvide kuivamine kiireneb oluliselt temperatuuri tõusmisel. Tootekirjeldustes on toodud kuivamisajad ning värvimise ja värvi kuivamise ajal nõutav õhu, pinna ja värvi miinimumtemperatuur.

Pöörduvatel sideainetel põhinevaid (füüsikaliseult kuivavaid) akrüül-, kloorikautšuk-, vinüül- ja bituumenvärve võib kasutada ka miinustemperatuuridel.

Oksüdeerumise teel kuivavad värvid, nt õli- ja alküüdvärvid, kõvastuvad madalatel temperatuuridel väga aeglaselt. Värvimistöid tuleks vältida, kui õhutemperatuur on alla +5° C.

Epoksüvärvid ja muud keemiliselt kuivavad värvid võrgustuvad väga aeglaselt, kui õhutemperatuur on alla +10° C. Temperatuuril alla +10° C tuleb kasutada spetsiaalseid epoksüvärve, mis sobivad kasutamiseks madalatel temperatuuridel. Madalatel temperatuuridel kasutatavad spetsiaalsed epoksüvärvid kõvastuvad kuni -5 °C temperatuuril. Kuigi mitmed epoksüvärvid tunduvad kõvad juba pärast lahusti lendumist, saavutab värvikiht oma lõpliku vastupidavuse alles siis, kui võrgustumisreaktsioon on kulgenud lõpuni.

Liiga kõrged temperatuurid ei ole samuti soovitatavad. Lahusti liiga kiire lendumine võib põhjustada värvikihi pooristumist ja halba nakkuvust aluspinnaga.

**Joonis 7.10** põhineb standardil ISO 8502-4:1993. Antud standard aitab hinnata, kas värvitud pinnal võib tekkida kondents ja kas värvimistingimused on sobivad.

## Värvikihi paksus ja selle mõõtmine

### Kihipaksus

Kihipaksuse all mõeldakse üksiku värvi märg- või kuivikihi paksust või värvikombinatsiooni kihipaksust. Kihipaksust tähistatakse mikromeetrites (µm) või millimeetrites (mm).

Värvikihi kogupaksus sõltub keskkonna koormusklassist, värvitüübist ja värvipinna soovitud kestvusest. Kihipaksused esitatakse värvimisstandardites ja –juhendites *kuivikihi nominaalpaksumena* (NDFT). Standard SFS-EN ISO 12944-5 (p 5.4) määratleb kuivikihi nominaalpaksumena. Märja värvikihi paksust mõõdetakse vastava mõõturiga. Kuivikihi paksust võib mõõta nii värvikihti terveks jätvat kui värvikihti lõhkuval meetodil. Värvitava pinna profiili arvessevõtmist kihipaksuse mõõtmisel määratletakse eri standardites eri viisil, mistõttu tuleb alati selgitada, missuguse määratlusega on tegemist. Värvikihi mõõtmise meetodeid on selgitatud standardis ISO 2808.

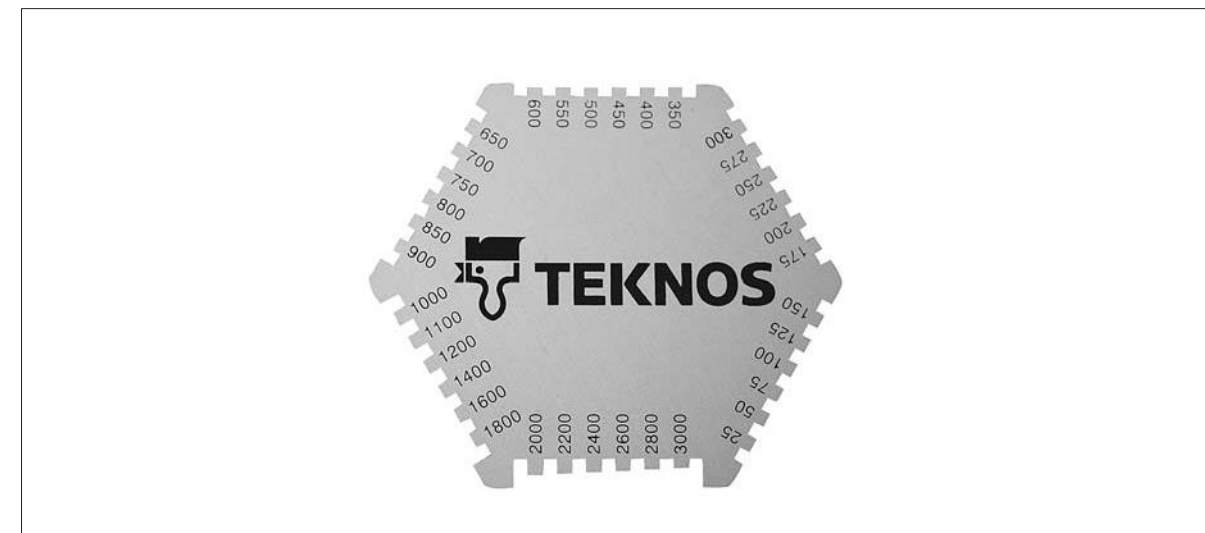
### Märja värvikihi paksuse mõõtmine

Värvimistö ajal võib märja värvikihi paksust mõõta vastava mõõturiga. Mõõtmine toimub kas märjakihikammiga (**joonis 7.11**) või –kettaga vahetult pärast värvi pealekandmist enne lahusti lendumist värvikihist. Mõõtmismeetodit on kirjeldatud standardis ISO 2808. Märja värvikihi paksus ( $K_m$ ) loetakse otse mõõturilt.

Kuiva värvikihi paksuse ( $K_k$ ) võib arvutada valemiga:

$$(1) K_k = K_m \frac{V}{100} \quad (\mu\text{m})$$

milles V on värvi kuivainesisaldus mahuprotsentidena. Värvi kuivainesisaldus (V) on näidatud tootekirjelduses ning märja värvikihi paksus  $K_m$  saadakse mõõtmistulemusena.



**Joonis 7.11** Kammi-tüüpi märja värvikihi mõõturi tööpõhimõte. Näit võetakse viimase hamba järgi, mille külge on jäänud värvi, kui mõõtur on surutud läbi värvikihi nii, et äärmised hambad puudutavad aluspinda.

### Kuiva värvikihi paksuse mõõtmine

Kuiva värvikihi paksust mõõdetakse, kui värvikiht on kõvastunud. Kuiva värvikihi paksuse mõõtmiseks on olemas nii värvikihti terveks jätvaid kui värvikihti lõhkuvaid meetodeid.

#### Värvikihti terveks jätvad meetodid

Metallpõhjal oleva kuiva värvikihi paksust mõõdetakse magnetiliste mõõturitega. Kui põhjametall on magnetiline, põhinevad mõõturid kas magnetilisel induksioonil või püsिमagneti tõmbejõul (**joonised 7.12a ja 7.12b**).

Kui on tegemist mittemagnetilise põhimetalliga, kasutatakse keerisvoolumõõdikuid. Keerisvoolude tugevus sõltub metalli ja mõõteotsiku vahel oleva värvikihi paksusest.

Mõõtmisseadmeid kasutatakse vastavalt nende tootja poolt antud juhiste. Mõõtmistulemusi mõjutavaid tegureid on kirjeldatud standardis ISO 2808. Enne mõõtmist peab värvikihti olema piisavalt kuiv.

Enne kasutamist tuleb mõõtur vastavalt tootja poolt antud juhistele kalibreerida, kasutades sobivaid kalibreerimisstandardeid. Kalibreerimisstandardid esinevad kas kile kujul või värvitud detailidena.

Kile asetatakse vastavalt kokkuleppele kas siledale, nt külmaaltsitud või karestatud teraspinnale. Mõõturi kalibreerimist tuleb kontrollida mõõtmiskohal alati enne mõõtmise algust ja regulaarsete ajavahemike järel mõõtmise käigus.

Mõõtja töövõtete mõju mõõtmistulemustele võib vähendada, kasutades konstantse rõhuga töötavaid andureid Andur asetatakse alati vertikaalsuunas otse detaili pinna vastu. Magnetilisel tõmbejõul põhineva mõõturi kasutamisel horisontaal- või “kummuli” –asendis tuleb mõõtur enne vastava asendi jaoks kalibreerida.

Värvikihi paksust mõõdetakse reeglina nn. esinduspinnalt ehk detaili pinna sellisel osalt, mis on oluline detaili välisilme või funktsionaalsuse seisukohalt. Sõltuvalt mõõdetava pinna suurusest valitakse nii mitu mõõtmiskohta, et saadakse piisav ülevaade värvikihi paksuse dünaamikast. Mõõtmiskoht on esinduspinna osa, millel tehakse kokkulepitud hulk eri mõõtmisi. Mõõtmiskoha punkti, kus sooritatakse üksikmõõtmine, nimetatakse mõõtmispunktiks. Mõõteriistadele iseloomulike juhuslike kõikumiste tõttu on vajalik võtta igalt mõõtmispunktilt mitu näitu. Näitude keskmine väärtus ongi mõõtmispunkti värvikihi paksus. Mõõtmiskoha kihipaksus on ühelt mõõtmiskohalt võetud mõõtmistulemuste keskmine. Väikseim kihipaksus on detaili esinduspinnalt mõõdetud väikseim mõõtmiskoha kihipaksus.

Korrosioonitõrjevärvimisstandardites, nt ISO19840, on määratud mõõtmiskohtade mõõtmiste arv ja lubatud erinevus kihi nominaalpaksumest. Näiteks: Iga esinduspinna algava 100 m<sup>2</sup> kohta valitakse üks 10 m<sup>2</sup> mõõtmiskoht, millel valitakse 20 mõõtmispunkti. Igas mõõtmispunktis võetakse kolm näitu. Ühes mõõtmispunktis võib kihipaksus jääda alla nominaalpaksumest. Erinevus tohib olla maksimaalselt 20%.



**Joonis 7.12a** Kuivikihi paksuse mõõturit kasutatakse testimiseks vastavalt standarditele ISO 1461, ISO 19840, ISO 2063, ISO 2360, ISO 2808-7C, ISO 2808-7D ja ISO 2808-12.



**Joonis 7.12b** Püsimagnetil põhinev äratõmbepõhimõttel töötav mõõtmisseade, mida kasutatakse plahvatusohtlikele objektidel nagu naftaplavvormidel, töökodades vms. Mõõturit kutsutakse ka "banaaniks" ning seda kasutatakse testimiseks vastavalt standarditele ISO 2178 ja ISO 2808-7A.

Mõõtmisprotokollist peab selguma, missuguse standardi kohaselt mõõtmine on sooritatud, kokkulepitud vm lahkevused standardist, mõõtmistulemused (keskmine väärtus, maksimum, miinimum), mõõtmismeetod ja kasutatud mõõteriist.

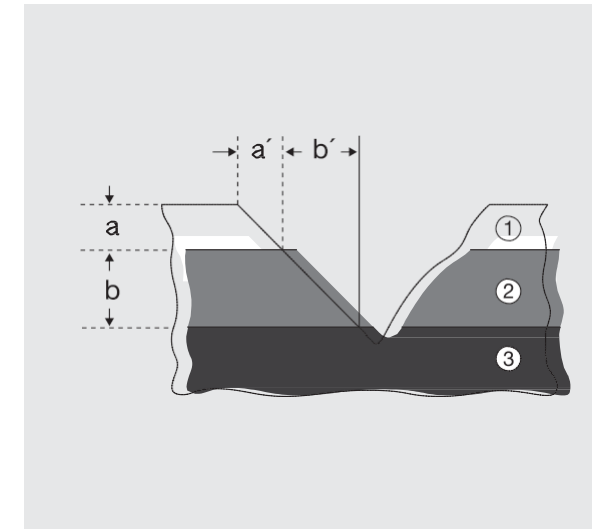
**Värvikihti lõhkuvad meetodid**

Vajadusel võib kuiva värvikihi paksust mõõta värvikihti lõhkuvate meetoditega. Standardis ISO 2808 on kirjeldatud kuiva värvikihi mõõtmist mikromeetriga (meetod 3A), ketasmõõturiga (meetod 3B) ja kiillõikuriga (meetod 5B). Kõik need meetodid lõhuvad värvikihi kuni aluspinnani.

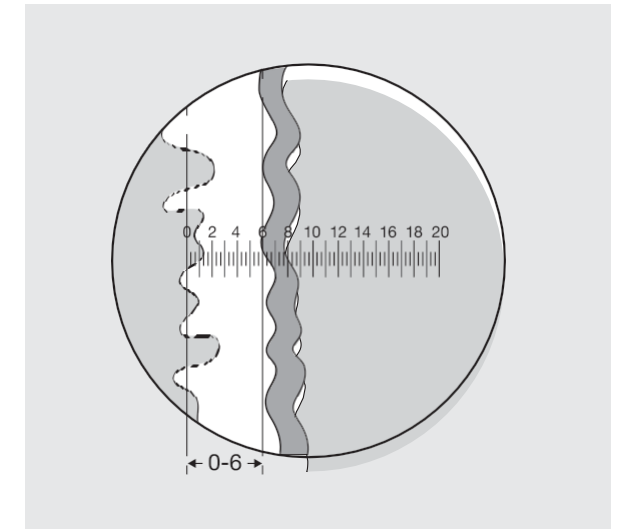
Objektile mõõtmiseks sobib kiillõikur, mille juurde kuulub valgustusseadmega varustatud mõõtemikroskoop ja lõikeseade. Seadmel on lihvitud kõvast metallist tera, millega tõmmatakse läbi värvikihi V-kujuline vagu. Mõõtemikroskoobi abil mõõdetakse värvikihtide paksus, kui on teada tera tipunurk. On võimalik näha ka värvikihtide arvu (joonised 7.13a, 7.13b ja 7.13c)



**Joonis 7.13a** Lõiketeraga varustatud kihipaksuse mõõturit kasutatakse ISO 2808-6B kohaseks testimiseks.



**Joonis 7.13b** Kihipaksuse mõõtmiseks lõigatakse V-kujuline vagu läbi pinnakatte kuni aluspinnani ning mõõdetakse laius a' (või b'), mis on seotud kihipaksusega a (või b).



**Joonis 7.13c** Mikroskoop, millel on näha mõõteskaala.

**Värvikoguse arvutamine**

Värvimisel vajaminev teoreetiline värvikogus  $M_t$  (l) arvutatakse valemiga:

$$(2) M_t = \frac{K_k \cdot A}{10 \cdot V} \quad (l)$$

- milles  $M_t$  = värvi teoreetiline kulu (l)
- $K_k$  = kuiva värvikihi paksus ( $\mu m$ )
- $A$  = värvitav pind ( $m^2$ )
- $V$  = värvi kuivainesisaldus (mahu-%).

Värvi tegelik kulu on teoreetilisest kulust alati suurem. Arvestatust rohkem värvi kulub pinna profiili täitmiseks, ebatasaselts värvitud pinna ja värvikadude (möödapihustamine) tõttu. Lisaks jääb teatud hulk värvi nõudele ja töövahenditele.

Värvi eeldatava tegeliku kulu  $M_k$  võib arvutada valemiga:

$$3) M_k = \frac{10 \cdot K_k \cdot A}{V(100 - H)} \quad (l)$$

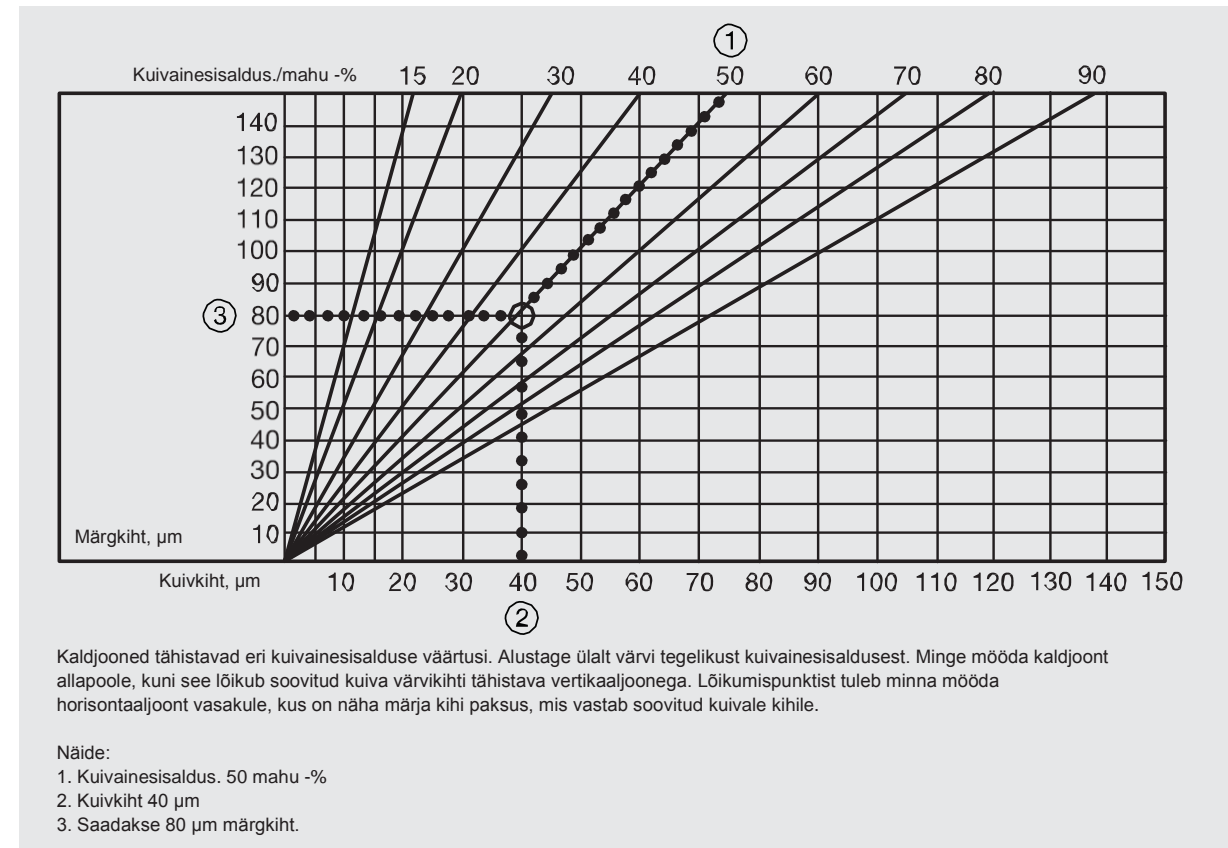
$H$  = värvi kaoprotsent (%)

Praktikas on värvi kaoprotsent umbes 40 – 70%. Värvi tegelik kulu  $M_k$  on seega 1,7–3 korda suurem teoreetilisest.

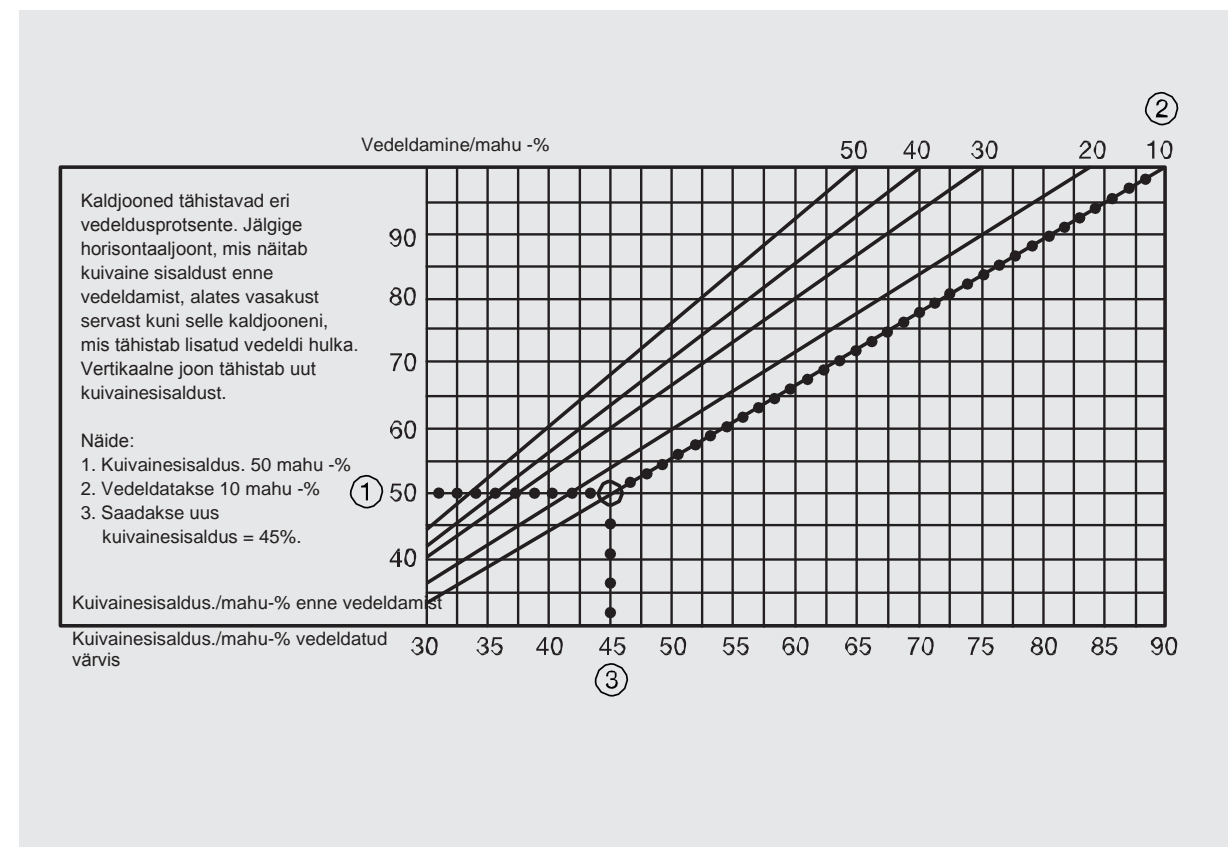
## Tabelid tegeliku värvikulu hindamiseks

Kõik näitajad on ligikaudsed ning võivad kõikuda sõltuvalt tingimustest.

Tabel 7.1 Värvikihi paksuse eelhindang värvi kuivainesisalduse põhjal.



Tabel 7.2 Kuivainesisalduse muutumine värvi vedeldamisel.



## 8. Korrosioonitõrjevärvimise kvaliteet

Värvimine on protsess, mille kvaliteeti on raske hinnata ainuüksi lõpptulemuse ehk valmis värvikihi põhjal. Seetõttu on korrosioonitõrjevärvimise puhul oluline töö planeerimine ja juhtimine ning kõigi nende tegurite jälgimine, mis mõjutavad värvimise lõpptulemust. Ka tellijad nõuavad üha sagedamini kirjalikku tõendit vm tõestusmaterjali värvimistööde kvaliteedi ja seda mõjutavate tegurite kohta.

Korrosioonitõrjevärvimise puhul mõjutavad värvimistööde ja tulemuse kvaliteeti mitmed tegurid. Protsessi etapid on planeerimine, teostamine ja kvaliteedijuhtimine ehk eri tasemetel toimuv järelevalve ja kontroll. Korrosioonitõrjevärvimise spetsiifikast tulenevalt on oluline ka professionaalsus ja motiveeritus kõigil protsessi etappidel.

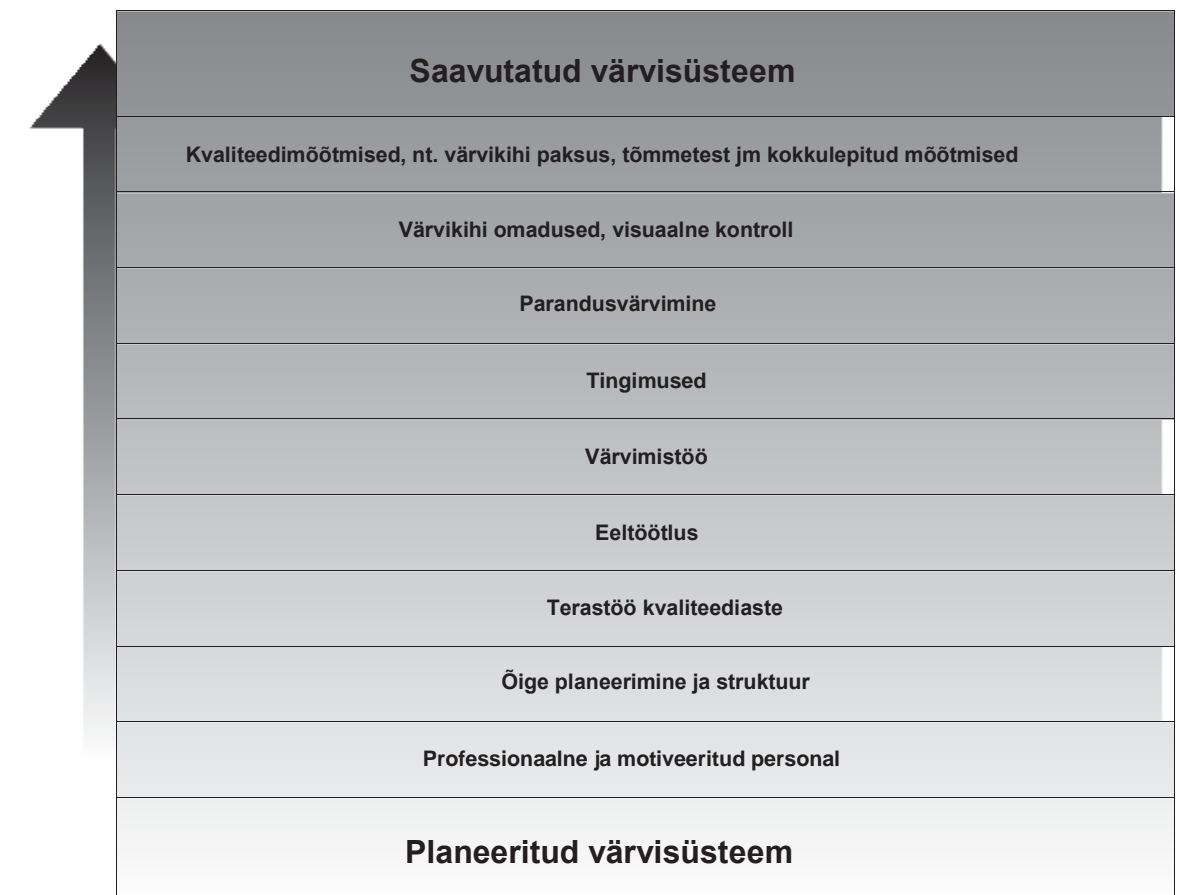
Korrosioonitõrjevärvimise kvaliteeditaset mõjutavad tegurid on skemaatiliselt esitatud järgnevas tabelis. Eri etappide tähtsust lõpptulemuse kvaliteedi seisukohalt on kujutatud värvimisprotsessi kulgemisjärjekorras.

Eeltoodud aspekte arvesse võttes koostatakse kvaliteediplaan. Plaani koostamisel ja elluviimisel tuleb silmas pidada, et kui tabelis toodud teguritest kasvõi üks ebaõnnestub, toob see kaasa kogu värvimistöö ebaõnnestumise või ebakvaliteetse värvimistulemuse (vrd. standard ISO 12944-8).

Värvimistöö õnnestumine eeldab, et:

- töö teostajad on professionaalsed ja motiveeritud;
- kõik tööetapid sooritatakse vastavalt värvimistööde spetsifikatsioonile;
- kõigil tööetappidel tehakse asjakohased kontrolltoimingud ja etapid dokumenteeritakse.

### Värvimistöö õnnestumist mõjutavad tegurid





Korrosioonitõrjevärvimise *kvaliteedikontrolli* eesmärgiks on veenduda, et värvimistöö on tehtud lepingu kohaselt (standard SFS-EN ISO 8402).

*Kvaliteedijuhtimine* hõlmab korrosioonitõrjevärvimisega seotud toiminguid, materjalide, töövahendite ja –tingimuste järelevalvet, kontrolli, dokumenteerimist, vigade ja kõrvalekaldumiste parandamist ja korrigeerimist.

Korrosioonitõrjevärvimise kvaliteedikontrolli kergendab kvaliteedisüsteemi olemasolu teostajal või töövõtjal (vrd standardid ISO 9001 ja ISO 9002).

Korrosioonitõrjevärvimise *kvaliteedi tagamine* ja sellega seoses arvessevõetavad kesksed seigad on esitatud standardis ISO 12944-7.

## Kvaliteediplaanid

Teostaja või töövõtja, kellel on kvaliteedisüsteem, koostab värvimisprojekti tarbeks kirjaliku *kvaliteediplaani*, mis on vastavuses ettevõtte kvaliteedisüsteemi ja selle nõudmistega. Teostaja või töövõtja koostab ka selgituse värvimistöö teostajate nõutava ametioskuste taseme kohta (vrd. ISO 12944-7).

Kvaliteediplaanis määratletakse:

- taotletavad kvaliteedieesmärgid, nt õige värvitoon, värvikihi veatu välisilme, õige kihipaksus;
- vastutuse ja volituste detailne jaotus projekti eri etappidel;
- rakendatavad üksikasjalikud meetodid, tövõtted ja –juhised;
- sobivad kvaliteedikontrolli meetodid eri etappidel ning meetodid vigade parandamiseks ja ebakohtade kõrvaldamiseks;
- meetodid muudatuste ja paranduste tegemiseks plaanis vastavalt projekti edenemisele.

Kui töövõtjal puudub oma kvaliteedisüsteem, võib enne tööde alustamist koostada tellija ja töövõtja vahelise kirjaliku kvaliteediplaani, mis oma vormilt ja sisult vastab eelkirjeldatud kvaliteediplaanile.

Poolte kokkuleppel võib kvaliteedikontrolli ja –järelevalve delegeerida kolmandale isikule, nt sertifitseeritud kontrolleriile, kes toimib teda tellinud poole esindajana. Vajadusel võib koostada eraldi *kvaliteedikontrolli lepingu*. Lepingus määratletakse kontrolli ja järelevalve objektid, ulatus, aeg, koht, mõõtmismeetodid, kontrollkäikude arv ja aeg, samuti see, kuidas kontrolli tulemused fikseeritakse ning kellele, millal ja mis vormis teatatakse vigadest, nende parandamiseks vajalikest toimingutest ning vigade parandamisest.

## Kvaliteedikontrolli objektid

Järgnevalt on esitatud korrosioonitõrjevärvimise õnnestumise seisukohalt tähtsamad kontrollitavad objektid ja olulisemad seigad.

### Personal

Korrosioonitõrjevärvimise sooritajatel peavad olema selleks tööks vajalikud ametioskused. Erilist hoolikust nõudvat tööd tohib sooritada personal, kellel on vastav väljaõpe või aktsepteeritud organisatsiooni poolt välja antud sertifikaat, eeldusel, et asjaosaliste vahel pole kokku lepitud teisiti.

Enne värvimistöde algust korraldatakse vajadusel koosolek, millele osalevad tellija, töövõtja ja värvitootja esindajad. Koosolekul käsitletakse järgmisi küsimusi:

- värvimistöös järgitavad spetsifikatsioonid, värvimisjuhised ja standardid;
- teostaja kinnitus, et ta on võimeline töö igal etapil saavutama nõutud kvaliteeditaseme;
- värvimistöö ajal peetav päevaraamat ning selle pidaja;
- võimalikud ebaselgused värvimisjuhistes ja standardite nõudmistes, nt kuidas värvida raskesti värvitavaid kohti, mille puhul pole võimalik järgida värvimisjuhiseid.

## Teraskonstruksioon

Kui on kokku lepitud, et värvitav konstruktsioon valmistatakse standardi ISO 12944 osas 3 esitatud ehitusnormatiivide kohaselt, kinnitatakse kokkulepe vajadusel.

Värvimata teraspinna roostetusaste määratakse vastavalt standardile SFS-ISO 8501-1. Kui pole kokku lepitud teisiti, aktsepteeritakse ainult roostetusastmeteni A, B või C roostetanud pindu.

Terasetööde kvaliteeti kontrollitakse vastavalt standardile SFS 8145 (**vt. tabel 4.4**).

Värvitavale pinnale peab olema tagatud tõketeta juurdepääs (ISO 12944-3) ning töökoha nõuetekohane valgustus.

Kontrolli tulemused fikseeritakse kirjalikult.

## Eeltöötlus

Värvitavad pinnad tuleb puhastada vastavalt värvimisspetsifikatsioonile nõutud eeltöötlusastmeni.

Rooste eemaldamist segav mustus nagu soolad, rasv ja õli, tuleb pinnalt enne terasharjaga või liivapritsiiga töötlemist maha pesta.

Vajadusel lepatakse kokku liivapritsis kasutatavate terade tüübi, suuruse ja puhtuse osas (standardid ISO 11124 – ISO 11127).

Puhastusvahendid peavad vastama lepingule ja olema heas töökorras, kompressori võimsus peab olema piisav ja suruõhk puhas.

Õhu ja värvitavate detailide temperatuur ning suhteline õhuniiskus peavad pinna puhastamise ajal olema lepingukohased. Vastavad väärtused fikseeritakse protokollis.

Pinna eeltöötlusastme hindamisel kasutatakse standardit SFS-ISO 8501-1 ning tulemused fikseeritakse. Pinnaprofiili hindamiseks kasutatakse vajadusel standardit SFS-ISO 8503.

Roostetusastmetel C ja D võib pindadel ka pritspuhastuse järel olla nähtamatuid veeslahustuvaid rauasooli ja kloriide ning tolmu. Standardis ISO 8502 on toodud meetod nimetatud saaste määratlemiseks. Mõõteriistad soolade mõõtmiseks on näidatud **joonisel 8.1**.

Värvitud pindade eeltöötlusastmed on määratletud standardites SFS-ISO 8501-1 ja ISO 8501-2. Liivapritsiiga puhastades tuleb hoiduda rikkumast korralikult säilinud värvikihti. Puhastatud koha ja korralikult säilinud värvikihi piir tasandatakse.

Tähelepanu tuleb pöörata ka eeltötluse ajagraafikule: eeltöödeldud pind tuleks värvida võimalikult kiiresti, enne kui see uuesti määrdub. Tuleb hoolitseda ka töökoha piisava valgustatuse eest.

## Värvimistingimused

Eeltöötlus- ja värvimistööd tuleb sooritada tööjuhistes ja rakendatavates standardites näidatud tingimustes. Värvimistingimused eeltötluse, värvimistöde ja värvide kuivamise ajal ei tohi ületada värvi tootja poolt antud piirväärtusi. Vajadusel tuleb tingimused nõudmistega kooskõlla viia või tööd katkestada, kuni tingimused vastavad nõuetele.

Värvimistöde käigus tuleb jälgida ja kokkulepitul ulatuses protokollis fikseerida järgmised keskkonnategurid:

- õhutemperatuur;
- värvitava pinna temperatuur;
- suhteline õhuniiskus;
- õhu kastepunkt;
- tuul;
- värvi temperatuur;
- valgustus;
- värvimistööd häirivad toimingud objekti läheduses.

## Värvimismeetodid ja vahendid

Värvimistöodel tuleb kasutada tööjuhistes või rakendatavates standardites määratud töömeetodeid ja nendele meetoditele vastavaid heas tökorras töövahendeid.

Valitud töömeetodid peavad sobima värvitavale konstruktsioonile ega tohi kahjustada ümbritsevat keskkonda. Värvimismeetodeid ja töövõtteid käsitletakse standardis ISO 12944-7.

## Värvimistöös kasutatavad materjalid

Värvimistöös tohib kasutada ainult tööjuhises näidatud värve ja vedeldeid ning neid peab olema piisavas koguses.

Värvimisaineid tuleb ladustada ja hoida nõuetekohaselt. Pakendid peavad olema heas korras ja korralikult suletud originaalpakendid, mille etiketid on loetavad. Värvide ladustamisel tuleb arvesse võtta etikettidel, kasutusjuhendi ohutusosas ja tootekirjelduses toodud nõudeid turvalisusele, ladustamistingimustele ja ajalistele piirangutele. Värvitooted säilivad paremini ühtlase temperatuuriga, jahedates siseruumides. Külmad värvid on soovitatav tuua aegsasti värvimiskohta, et need saaksid soojeneda.

Värvide tootenimed ja –koodid märgitakse protokollis.

## Värvimistööd

Värvimistööd tuleb sooritada tööjuhistes ja rakendatavas standardis ISO 12944-7 näidatud viisil. Värvimistööd sooritavad maalrid peavad tutvuma värvide tootekirjelduste ja ohutuskaartidega.

Värvitud pind peab olema töödeldud nõutava eeltöötlusastmeni ega tohi enne värvimist olla määrduanud ega oksüdeerunud.

Värvi pinnal võib olla “nahk”, mis tuleb eemaldada ning värv ühtlaselt segada. Kahekomponentsete värvide puhul tuleb jälgida komponentide õiget vahekorda ning seda, et ei ületataks värvide lubatud kasutusaega.

Värvide vedeldamisel peab vedeldi tüüp ja värvile lisatav hulk vastama tööjuhisele või värvi tootekirjeldusele.

Värvi pealekandmise ajal jälgitakse, et värvikihi paksus oleks nõuetekohane, et pinnale ei jääks valgumisjälgi ega värvimata kohti. Märja värvikihi paksuse mõõtmiste abil kontrollitakse, et värvi kantaks peale piisava kihipaksusega.

Teravad servad, nurgad ja keevitusõmblused tuleb vajadusel kindlustada lisavärvikorruga.

Enne järgmise värvikihi pealekandmist peab eelmine kiht olema värvimiskuiv. Kui värvimiskordade vaheaeg ületab normatiivides antud maksimaalaja, tuleb pind värvi nakkuvuse kindlustamiseks üle lihvida.

Pinnad, mis peale konstruktsiooni kokkupanekut jäävad raskesti ligipääsetavateks, värvitakse enne monteerimist. Kokkupuutuvad pinnad peavad enne monteerimist olema kasutuskuivad.

Värvitud konstruktsiooni ei tohi kasutada enne, kui värv on kasutuskuiv.

*Parandusvärvimise* all mõeldakse nii värvimistöode käigus tehtavaid värviparandusi kui juba värvitud detailidel kahjustatud kohtade parandamist. Parandusvärvimise käigus tuleb silmas pidada spetsifikatsioonikohast värvisüsteemi ja värvide tootekirjeldusi.

## Valmis värvikiht

Pärast värvi kuivamist kontrollitakse, kas pinnale pole jäänud värvimata kohti vm värvimistulemust nõrgendavaid vigu nagu valgumisjälgi, kraatreid, poore, lõhesid või kuivpripsmeid. Pinna värvitoon ja läikeaste peavad vastama kokkulepitule.

Sageli esineb lepingutes nõue valmis värvikihi paksuse mõõtmiseks. Nõudmised värvikihi paksusele esitatakse kihi *nominaalpakusena*. Kihi nominaalpakuse määratlused erinevad standardite lõikes. Värvikihi paksuse mõõtmist on käsitletud peatükis 7. (lk 40-42).

Poorsuskontrolli soovitatakse isoleerivatele värvidele, mis peavad taluma uputuskoormust. Kontrolli käigus püütakse leida värvikihis olevad poorid, augud jms nõrgad kohad. Poorsuskontrolli võib teha pindadele, mille paksus on vähemalt 300 µm (**joonis 8.2**).

Värvikihi paksust võib kontrollida ka *värvikihti lõhkuvate meetodite* abil. Kihipaksuse mõõtmisi käsitletakse standardis ISO 2808. Värvikihi nakkuvust mõõdetakse standardi ISO 4624 kohase tõmbetestiga (**joonis 8.3**) või kontrollitakse standardi ISO 2409 kohase ristlõiketestiga (**joonis 8.4**).

## Kontrollimisvahendid

Kvaliteedi kontrollija kasutuses peab olema kehtiv värvimistöode spetsifikatsioon, vajalikud joonised, skeemid, värvide tootekirjeldused ja ohutuskaardid, värvikaardid, rakendatavad standardid ning vajalikud mõõteriistad nagu:

- kihipaksuse mõõtur;
- termomeetrid ja õhuniiskuse mõõtur (**joonis 8.5**).

Muudest abivahenditest võiks nimetada taskulampi, painduva varrega kontrollpeeglit, nuga ja suurendusklaasi.

## Näidisvärvimine

Vajadusel teeb töö teostaja *näidisvärvimise*, järgides värvimistöode spetsifikatsiooni. Tellija kinnitab näidisvärvimise pinna, kasutatud värvid ja pinnatöötlusseadmed, personali ja värvimismeetodid.

Näidisvärvimise pindadeks on konstruktsioonil olevad sobivad pinnad, mida kasutatakse töö kvaliteedi minimaaltaseme määramiseks, tootja või teostaja (töövõtja) poolt antud andmete kinnitamiseks ning võimaldamaks pinnakatte funktsionaalsust hinnata millal tahes peale valmimist (ISO 12944-7).

Kõik näidisvärvimise pinnad tuleb täpselt fikseerida ning need võib püsivalt märkida ka konstruktsioonile (ISO 12944-8).

Näidisvärvimispindade suurus ja hulk peavad olema nii majanduslikust kui praktilisest aspektist otstarbekohases suhtes kogu konstruktsiooni pindalaga (ISO 12944-8).

## Värvimistöode ja –tingimuste dokumenteerimine

Korrosioonitõrjevärvimisega seonduvaid dokumente on kahte liiki: ühed on olemas juba enne tööde algust ja teised koostatakse töö käigus.

## Enne töö algust koostatavad dokumendid

Värvimistöo juhtimise ja kvaliteedikontrolli tarbeks koostatakse enne tööde algust spetsifikatsioonid, joonised, töö- ja järelevalvejuhised, kvaliteedikontrolli meetodite kirjeldused, tootekirjeldused ja ohutuskaardid. Kõik need dokumendid peaksid olema arusaadavalt koostatud, dateeritud, korrastatud ja süsteemselt komplekteeritud. Dokumentide järelevalve peab kindlustama, et kõigil objektidel, kus sooritatakse kvaliteedi seisukohalt olulisi tööoperatsioone, oleks kättesaadavad asjakohased dokumendid.

## Töö käigus koostatavad dokumendid

Värvimistöode eest vastutav isik peab *päevaraamatut*, kuhu märgitakse igapäevased toimingud, tingimused ja mõõtmistulemused nagu:

- päeva ilmastikuandmed ning tingimused värvimis- ja eeltöötluskohtades;
- vahendikontrollid;
- pinna roostetusaste ja eeltöötlusastmed;
- värvide, kõvendite ja vedeldajate tootenimed ja –koodid ning kahekomponentsete värvide kasutusajad;
- kihipaksuste mõõtmise tulemused.

Samuti fikseeritakse päevaraamatus avastatud puudused, nende kõrvaldamiseks tehtud toimingud ja järelkontrolli tulemused ning värvimistöode eest vastutava isiku nimi ja kontrollitoimingute aeg.

## Ülevaatusprotokollid

Kõikide kontrollide ja ülevaatusete, nt lõppülevaatus, vastuvõtuülevaatus jms kohta koostatakse *ülevaatusprotokollid*.



Joonis 8.1 Soolasisalduse mõõtmise seadmed, standardite ISO 8502-6 ja ISO 8502-9 kohaseks testimiseks.



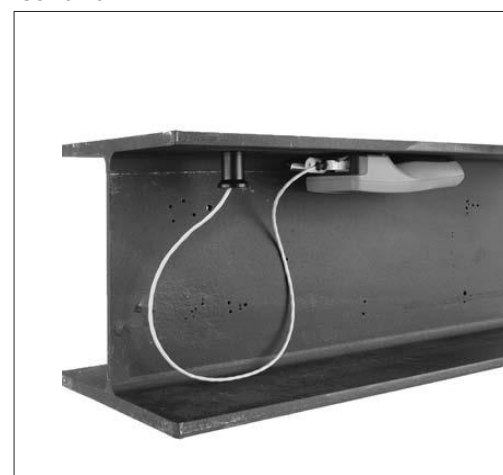
Joonis 8.2 Poorsuskontrolli seade, standardi ISO 2746 kohaseks testimiseks.



Joonis 8.3 Adhesiooni mõõtja, millega kontrollitakse värvikihi nakkuvust nn tõmbetestiga vastavalt standarditele ISO 4624 ja ISO 16276-1.



Joonis 8.4 Värvikihi nakkuvuse mõõtmine ristlõigetega vastavalt standardile ISO 2409.



Joonis 8.5 Ühendatud mõõteriist temperatuuri, suhtelise õhuniiskuse ja kastepunkti mõõtmiseks vastavalt standardile ISO 8502-4.

## 9. Hooldusvärvimine

Hooldusvärvimise all mõeldakse alljärgnevas metallkonstruktsioonide parandus- ja kordusvärvimist.

### Värvitud pinna seisundi hindamine

Värvi kestvus on piiratud. Ilmastikuolud, niiskus, söövitavad gaasid jms tegurid halvendavad värvitud pinna seisundit. Metallkonstruktsioonide värvikihis võib toimuda lubjastumine, lõhenemine, mullistumine, roosteplekkide teke, rooste levimine ja värvi kestendamine.

Standardis ISO 4628 on esitatud üldised põhimõtted värvipindade kahjustuste hulga ja suuruse klassifitseerimiseks. Klasse on kuus, 0–5, kus 0 tähendab veatut värvikihti ja 5 sellist seisundit, et lisaklassifitseerimine ei ole vajalik. Standardis olevate fotode abil võib määrata ka pinna mullitumis- ja roostetusastme.

Värvitud pinna roostetusastmed Ri 0 – Ri 5 on näidatud standardis ISO 4628-3. Värvitud pinna roostetusastmed (Ri) ja vastav roostetanud pindala on näidatud tabelis 9.1. Hooldusvärvimine tehakse parandusvärvimisena pinna roostetusastmel Ri 1 – Ri 3. Roostetusastmel Ri 4 või Ri 5 on värv kaotanud kaitsevõime ning pind tuleb uuesti üle värvida.

Tabel 9.1 Värvitud pinna roostetusastmed ja vastav roostetanud pindala

Roostetusaste	Roostetanud pindala
Ri 0	0%
Ri 1	0,05%
Ri 2	0,5%
Ri 3	1,0%
Ri 4	8,0%
Ri 5	40-50%

### Hooldusvärvimise aeg

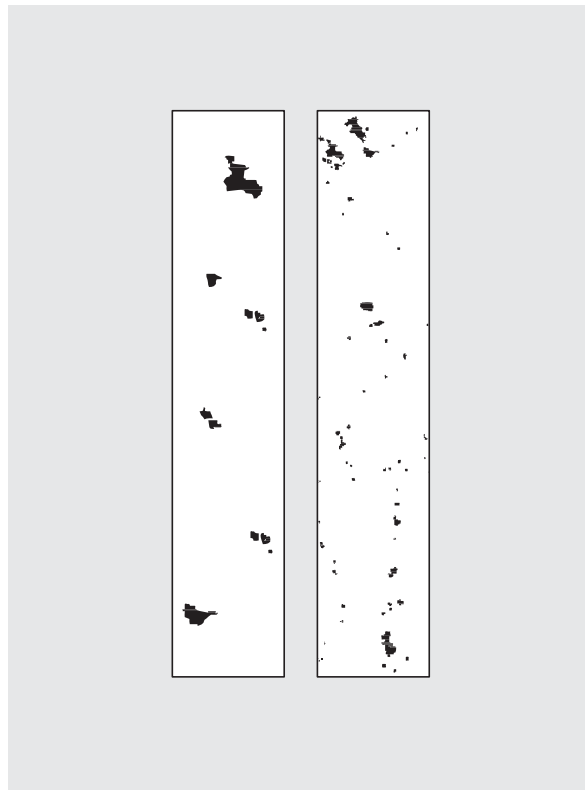
Värvipinda tuleb kontrollida seda tihedamini, mida suurema koormusega keskkonnas värvitud konstruktsioon paikneb. Spetsiaal- ja uputuskoormuse puhul põhjustavad väikseimadki värvikihi kahjustused aluspinnas punktsööbimist, mis võib kiiresti muuta konstruktsiooni kasutuskõlbmatuks. Seetõttu tehakse sellistel objektidel hooldusvärvimine kohe kahjustuste ilmnedes, st. roostetusastmel Ri 1 ja hiljemalt astmel Ri 3.

Koormusklassides C2 – C5 alustatakse parandusvärvimist, kui roostetusaste on jõudnud klassi Ri 2 – Ri 3:n. Värvikihi või pinnakatte kahjustatuse aste enne esimest suuremat hooldusvärvimist tuleb osapoolte vahel kokku leppida. Hindamiseks kasutatakse standardeid ISO 4628-1 – ISO 4628-5.

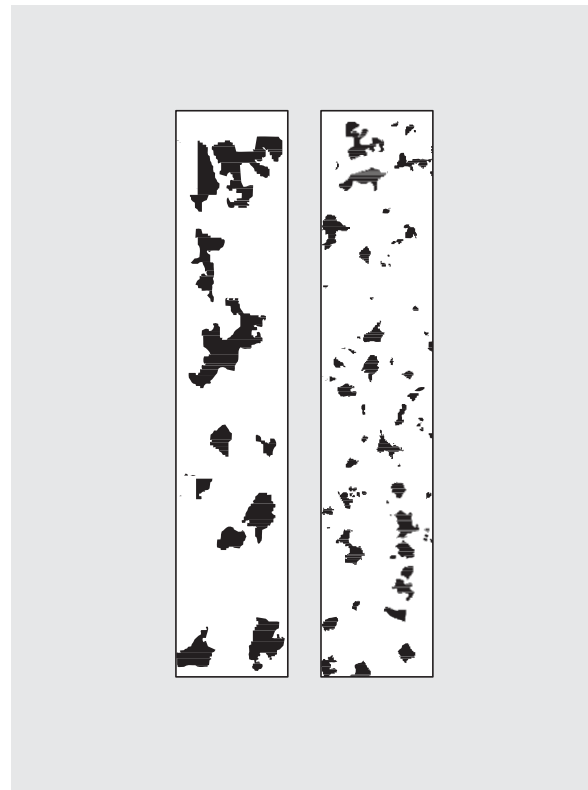
Värvi kestvusega on aeg, mille jooksul kahjustused on saavutanud taseme, mille puhul värvikiht on kaotanud oma kaitsevõime ja see tuleb uuendada.

Roostetusastme hindamiseks võib kasutada punktikaarte (ISO 4628-3), kus kahjustusi kirjeldavate punktide suurused ja hulk vahelduvad, kuid kahjustuse näitaja protsentides ja roostetusaste Ri on konstantsed (joonised 9.1 ja 9.2).

Kestvusaeg ei ole sama mis garantiaaeg. Kestvus on ennustuslik hinnang, mis aitab koostada konstruktsiooni hooldusvärvimisplaani. Garantiaaeg on eelkõige juriidiline mõiste, mis toob lepingupooltele kaasa teatud õigusi/kohustusi. Garantiaaeg on üldjuhul lühem kui kestvusklassile omistatud kestvusaeg. Pole olemas mingeid kindlaid reegleid, mis seostaksid kaks mainitud mõistet omavahel.



Joonis 9.1 Roostetusaste Ri 3.



Joonis 9.2 Roostetusaste Ri 4.

## Hooldusvärvide valik

Hooldusvärvimises kasutatakse üldjuhul samu värvitüüpe nagu esmavärvimisel, juhul kui pinna nõrk kestvus, värvimistingimused vm asjaolud ei anna põhjust värvitüübi muutmiseks..

Kui värvitüüp pole teada, võib sellele katseliselt kanda epoksülahustit ja lasta mõjuda u 10 minuti jooksul:

- Epoksü- ja polüuretaanvärvidele epoksülahusti ei mõju, seega võib hooldusvärvimiseks kasutada nt polüuretaanvärve.
- Alküdvärvid irduvad või muutuvad kleepuvaks. Hooldusvärvimine sooritatakse üldjuhul alküdvärviga.
- Kloorkautšuk- ja vinüülvärvid lahustuvad epoksülahustis. Hooldusvärvimise võib enamasti sooritada akrüülvärviga.
- Dispergeeruva sideainega värvid muutuvad epoksülahusti mõjul kleepuvaks. Ülevärvimise võib teha dispersioonvärviga.

Ebaselgetel juhtumitel või suurte objektide puhul võib vana värvikihti uurida ka analüütiliselt. Vajadusel sooritatakse näidisvärvimine, mille tulemusi võib hinnata eri meetodite abil.

Kui hooldusvärvimise ajaks pole võimalik kindlustada värvitüübile asetatud nõudmiste kohaseid värvimistingimusi, tuleb võimalike alternatiivide suhtes konsulteerida värvi tootjaga.

Kui esmane värvikiht pole koormustingimustele ootuspäraselt vastu pidanud, tuleb kontrollida värvisüsteemi sobivust ning vajadusel valida objekti värvimiseks sobivam värvisüsteem.

## Hooldusvärvimistööde teostamine

Hooldusvärvimine tehakse kas parandus- või kordusvärvimisena.

Hooldusvärvimine tehakse parandusvärvimisena pinna roostetusastmel Ri 2 – Ri 3. Pind puhastatakse rasvast, mustusest ja sooladest. Värvitavad kohad puhastatakse lahtisest värvist ja roostest valitud värvisüsteemi kohase eeltötlusastmeni, kasutades töövõtetena kaapimist ja terasharjaga harjamist või liivapritsi puhastamist. Puhastatud koha ja terve värvikihi vaheline piir lihvitakse tasaseks.

Standardis ISO 8501-2 on näidispiilt pinna puhastamise kohta enne hooldusvärvimist.

Liivapritsi puhastamise korral tuleb hoiduda korras värvipinna kahjustamise eest. Puhastus tuleb teha õigelt kauguselt, õige nurga all ja õigete puhastusmaterjalidega.

Parandatavad kohad värvitakse süsteemi värvidega ettenähtud kihipaksusteni.

Kui soovitakse ühtlast välisilmet, värvitakse kogu pind üle süsteemi kuuluva pinnavärviga. Sellisel juhul tuleb ka säilinud värvipinda töödelda nii, et uus värvikiht sellega nakuks. Värvipinnad pestakse sobiva lahustiga ja vajadusel karestatakse.

Hooldusvärvimine tehakse kordusvärvimisena, kui pinna roostetusaste on Ri 4. Sellisel juhul puhastatakse kogu pind liivapritsi värvist ja roostest ning värvimine tehakse vastava värvisüsteemiga otsast peale uuesti.

## 10. Tööohutusnõuded värvimisel

Paljud värvid sisaldavad tervisele ohtlikke aineid, seetõttu tuleb värvimisel hoolega järgida ohutusnõudeid ja kasutada vajalikke kaitsevahendeid ja -meetmeid. Tuleohtlike värvidega töötamisel tuleb lisaks erilist tähelepanu pöörata maandamisele, tõkestamiseks staatilisest elektrist tulenevat tuleja plahvatusohtu.

Tööohutus- ja kaitsemeetmete planeerimisel ja realiseerimisel tuleb võtta arvesse kohalikke tingimusi, kasutatavaid töövõtteid ja värvitüüpe ning värvitavaid objekte. Objektikohaste ohutusnõuete koostamisel võib kasutada alltoodud üldisi ohutusnõudeid ja –juhiseid.

Enne värvimistööde alustamist tuleb tutvuda kasutatavate toodete ohutuskaartidega. Need sisaldavad muuhulgas järgmist teavet:

- õiged kaitsevahendid;
- nõuded töökeskkonnale;
- andmed toote ohtlikest omadustest;
- tegevusjuhised õnnetuste korral.

### Töökoha ettevalmistamine

Töökoha ettevalmistamisega võib parandada üldist tööohutust:

- *Töökoha piiramisega* hoitakse ära mittevajalik viibimine või liikumine objektil.
- *Töökoha puhtuse eest* aitavad paremini hoolitseda vahetatavad paber- vm materjalist katted. Objekti koristamist hõlbustab ka tihedalt suletavate otstarbekohaste jäätmenõude olemasolu.
- *Töökoha ventilatsioon* on värvimistöökodade jm statsionaarsete töökohtade tööohutuse üks olulisemaid tegureid. Lisaks üldventilatsioonile võib kasutada õigesti projekteeritud koht- ja objektiventilatsiooni, ventilatsiooniseadmed võivad olla kas statsionaarsed või teisaldatavad.
- *Pesemiseks* varutakse lisaks tavapärastele pesemisvahenditele värviemaldusaineid, kreeme ja vahendeid silmade puhastamiseks.

### Värvimistööd

*Värvi doseerimine, vedeldamine ja segamine* peavad toimuma värvimiskoha läheduses. Tuleb vältida pritsmeid, vajadusel kasutades spetsiaalset pritsmekaitset. Värvimisliinidel kasutatakse sageli suletud automaatseadmeid. Tuleohtlike vedelike käsitlemisel tuleb maanduse abil takistada staatilise elektri tekkimist.

*Värvimine värvirulli, pintsliga ja kelluga* abil on vähem ohtlik kui pihustiga värvimine. Pritsmete ja plekkide sattumist nahale takistab sobiva kaitseriietuse ja –kinnaste kandmine. Vajadusel kasutatakse silmade kaitseks kaitseprille või näokaitset. Ventilatsiooni abil on rulliga värvides üldjuhul võimalik hoida kahjulikud lahustiaurud piisavalt madalal tasemel. Kui kahjulike ainete kontsentratsioon õhus on siiski ohtlikul tasemel, kasutatakse värvimisel filtriga kaitsemaski.

*Pihustiga värvimisel* võib kahjulike ainete kontsentratsioon õhus olla vahelduv. Üldiselt on siiski vajalik kaitsemaski kasutamine. Seda tuleb kasutada ka vesiemulsioonvärvide pihustamisel. Sel juhul peab maskis olema vähemalt tolmufilter, soovitatav tolmu- ja gaasifilter. Lahustipõhiste värvide pihustamisel tuleb kaitsemaskis kasutada nii tolmu- kui gaasifiltrit. Kui pihustiga värvimine toimub ruumis, mille ventilatsioon on nõrk või puudub, võib kasutada suruõhu- või värske õhu maski või peakatet, mis samal ajal kaitseb ka nägu ja kaela pritsmete eest.

Pihustiga värvimisel on terviseriskid üldiselt suured. Riskide vähendamiseks tuleb kasutada sobivat kaitseriietust ja –kindaid, kaitsekinnaste all võib kasutada õhukest puuvillakindaid. Naha puhastamist võib kergendada sobivate kaitsekreemide kasutamisega.

Pihustiga värvimisel esineb tihti ka tule- ja plahvatusoht. Selle tõkestamiseks kasutatakse asjakohast maandust nii värvimistööl kui pihusti pesemise ajal.

### Lihvimine

Igasugune lihvimistolm võib ärritada hingamisteid, nahka ja silmi. Lihvimistolmu võib märgatavalt vähendada õigesti suunatud imemisseadme või lihvimismasinale paigaldatud imeja abil. Tolmu hulka vähendab oluliselt ka vesilihvimine. Vajadusel kasutatakse kaitseks tolmufiltriga varustatud maski ning sobivat kaitseriietust.

### Liivapritsi puhastamine

Liivapritsi puhastamisel tuleb kasutada nõuetekohast aknaga, hingamisõhuga ja keebiga varustatud kaitsekiivrit.

Keha kaitseks tuleb kasutada paksu kaitseriietust, spetsiaalkindaid ja turvasaapaid.

Pritsitava liiva ja tolmu tungimist riiete alla tuleks tõkestada nt. püksisäärte ja varrukate kokkutõmbamisega krookenööri või vastava teibi abil.

### Kaitsevahendid

Värvimistööl puhul on kaitstavateks objektideks üldjuhul silmad, hingamisteed ja nahk:

- *Kaitseprillid:* Kui värvimistööl ei kasutata kaitsemaski, mis katab ka silmad, on soovitatav kasutada kaitseprille.
- *Kaitsekindad:* Värvide, lahustite ja vaikudega töötamisel tuleb kanda kemikaalikindaid kaitsekindaid, materjaliks näiteks nitril- või butüülkumm. Õhukeste puuvillakinnaste kasutamine kaitsekinnaste all vähendab higistamisest tulenevat naha ärritust. Pritspuhastuse juures kasutatakse spetsiaalkindaid.
- *Kaitseriietus:* üldjuhul võib kasutada tavalisi kaitsetunkesid, tule- või plahvatusohu korral soovitavalt mittesünteesilisi (puuvill). Vajadusel võib lisakaitseks kasutada läbilaskmatust materjalist kaitsepõlle, küünarnuki-, põlve- või randmekaitseid. Oma tööriiete peal võib vajadusel kasutada ühekordset kombinesooni.
- *Kaitsekreemid ja –salvid:* soovitav kasutada nahakahjustuste ohu korral. Kaitsekreemid kergendavad naha puhastamist ja kaitsevad nahka liigse kuivamise eest.
- *Hingamiskaitsemed,* mida kasutatakse, kui ventilatsiooniga ei suudeta töökohal tagada piisavat kaitset õhu kahjuliku tolmu- ja gaasisalduse eest.
  - tolmufiltriga mask lihvimisel, tüüp P2 või P3;
  - gaasifiltriga mask pesemisel, pintsliga, rulliga või kelluga värvimisel, tüüp A;
  - mõlema filtriga mask värvi pihustamisel, näiteks tüüp A2P3;
  - suruõhu- või värske õhu mask või peakate pihustamisel; liivapritsi puhastamisel spetsiaalkiiver.

Täpsemat infot toodete kasutamise ajal vajaminevatest kaitsevahenditest leiab toodete ohutuskaartidelt.

### Isiklik hügieen

Isikliku hügieeni eest hoolitsemine on tööohutuse oluline osa. Minnes töökohalt teistesse ruumidesse, tuleks vahetada riided ja end puhastada. Naha puhastamist hõlbustab kaitsekreemide kasutamine. Tööpäeva lõpus on soovitatav pärast käte pesemist neid kreemitada, et nahk ei muutuks liialt kuivaks.

### Lisateavet

Üldisi nõudeid värvimistööde ohutusele on antud Soome valitsuse määruses töötajate kaitsmise kohta keemiliste ohutegurite eest (715/2001). Kaitsevahendite kohta on juhiseid Soome valitsuse otsustes 1406/93 ja 1407/93.

Lisateavet kemikaalide ohutust kasutamisest saab näiteks Turvatehnika keskeusest ([www.tukes.fi](http://www.tukes.fi)), töökaitsepiirkondadest ([www.tyosuojelu.fi](http://www.tyosuojelu.fi)).

# 11. Standardite loend

SFS-EN ISO 12944-1

Värvid ja lakid. Teraskonstruksioonide korrosioonitõrje värvkattesüsteemidega. Osa 1: Üldtutvustus

SFS-EN ISO 12944-2

Värvid ja lakid. Teraskonstruksioonide korrosioonitõrje värvkattesüsteemidega. Osa 2: Keskkondade liigitus

SFS-EN ISO 12944-3

Värvid ja lakid. Teraskonstruksioonide korrosioonitõrje värvkattesüsteemidega. Osa 3: Projekteerimis põhimõtted

SFS-EN ISO 12944-4

Värvid ja lakid. Teraskonstruksioonide korrosioonitõrje värvkattesüsteemidega. Osa 4: Pinnatüübid ja pinna ettevalmistamine

SFS-EN ISO 12944-5

Värvid ja lakid. Teraskonstruksioonide korrosioonitõrje värvkattesüsteemidega. Osa 5: Kaitsev värvkattesüsteemid

SFS-EN ISO 12944-6

Värvid ja lakid. Teraskonstruksioonide korrosioonitõrje värvkattesüsteemidega. Osa 6: Laboratoorsete etalonkatsete meetodid

SFS-EN ISO 12944-7

Värvid ja lakid. Teraskonstruksioonide korrosioonitõrje värvkattesüsteemidega. Osa 7: Värvimistöõde korraldamine ja järelvalve

SFS-EN ISO 12944-8

Värvid ja lakid. Teraskonstruksioonide korrosioonitõrje värvkattesüsteemidega. Osa 8: Tehniliste andmete väljatöötamine uute toodete ja korrashoiu jaoks

PSK

Metallkonstruktsioonide kaitsmine orgaaniliste pinnakatetega. Kasutussoovitus protsessitööstusele.

## Pinna eeltöötlust käsitlevad standardid

SFS-ISO 8501-1

Teraspindade töötlus enne katmist värviga ja vastavate toodetega.

Pinna puhtuse visuaalne kontroll. Osa 1: Teraspindade roostetusastmed ja eeltöötlusastmed. Katmata teraspinnad ja vanast värvist täielikult puhastatud teraspinnad.

SFS-ISO 8501-2

Teraspindade töötlus enne katmist värviga või vastavate toodetega.

Pinna puhtuse hindamine silma järgi. Osa 2: Eelnevalt kaetud teraspindade eeltöötlusastmed pärast varasema katte osalist eemaldamist

SFS-ISO 8501-3

Teraspindade töötlus enne katmist värviga või vastavate toodetega.

Pinna puhtuse hindamine silma järgi. Osa 3: Keevituskohtade, lõikekohtade ja teiste defektsete kohtade eeltöötlusastmed

SFS-EN ISO 8501-4 Teraspindade töötlus enne katmist värviga või vastavate toodetega.

Pinna puhtuse hindamine silma järgi. Osa 4: Pinna seisund, eeltöötlusastmed ja kiirroostetusastmed kõrgsurve-veepihustuse puhul.

SFS 8145

Korrosioonitõrjevärvimine. Liivapritsiiga puhastatud või Liivapritsiiga puhastatud ja töökoja kruntvärviga töödeldud teraspindade mehhaanilised eeltöötlusmeetodid ja kvaliteediklassid.

SFS-EN ISO 8504-1

Teraspindade eeltöötlus enne värvi või muu vastava materjaliga katmist. Pinna eeltöötlusmeetodid.

Osa 1: Üldised põhimõtted

SFS-EN ISO 8504-2

Teraspindade eeltöötlus enne värvi või muu vastava materjaliga katmist. Pinna eeltöötlusmeetodid.

Osa 2: Pritspuhastus

SFS-EN ISO 8504-3

Teraspindade eeltöötlus enne värvi või muu vastava materjaliga katmist. Pinna eeltöötlusmeetodid.

Osa 3: Käsitööriistadega ja masinaga puhastamine

## Pinna karedust, tolmusust, soolasust ja muid pinna omadusi käsitlevad standardid

SFS-EN ISO 8502-3

Teraspindade töötlus enne katmist värviga või vastavate toodetega.

Pinna puhtuse hindamise katsed. Osa 3: Tolmu määramine värvimiseks ettevalmistatud teraspindadel (puutetundlik ribameetod)

SFS-EN ISO 8502-6

Teraspindade töötlus enne katmist värviga või vastavate toodetega.

Pinna puhtuse hindamise katsed. Osa 6: Lahustuvate koostisosade ekstraheerimine analüüsimiseks. Bresle meetod

SFS-EN ISO 8502-9

Teraspindade töötlus enne katmist värviga või vastavate toodetega.

Pinna puhtuse hindamise katsed. Osa 9: Välimeetod veealahustuvate soolade määramiseks konduktsiooni mõõtmise teel

SFS-EN ISO 8503-2

Teraspindade ettevalmistamine enne värvide ja nendega seotud materjalide pealekandmist.

Pritspuhastatud teraspinna kareduse iseloomustus. Osa 2: Abrasiiviga pritspuhastatud pinnaprofiilide liigitamise meetod. Komparaatorimeetod.

## Värvikihtide paksust, nakkuvust ja muid omadusi käsitlevad standardid

SFS-ISO 19840

Värvid ja lakid. Teraskonstruksioonide korrosioonitõrje värvkattesüsteemidega. Pinnakatete kihipaksuse mõõtmine ja heakskiitmise põhimõtted karedatel pindadel.

SFS-EN ISO 2808

Värvid ja lakid. Kihipaksuse määratlemine

SFS-EN ISO 2409

Värvid ja lakid. Lõikekatse

SFS-EN ISO 4624

Värvid ja lakid. Nakkuvuse hindamine tõmbekatsega

SFS-EN ISO 2813

Värvid ja lakid. Läike määratlemine mittemetalsetel värvikihtidel 20°, 60° ja 85° nurga all.

## Pinnakatte halvenemist käsitlevad standardid

SFS-EN ISO 4628-1

Värvid ja lakid. Pinnakatte halvenemise hindamine. Üldiste veatüüpide esinemise intensiivsuse, koguse ja suuruse tähistus.

Osa 1: Üldpõhimõtted ja tähistussüsteem

SFS-EN ISO 4628-2

Värvid ja lakid. Pinnakatte halvenemise hindamine. Üldiste veatüüpide esinemise intensiivsuse, koguse ja suuruse tähistus.

Osa 2: Pinnakatte mullitamise hindamine

SFS-EN ISO 4628-3

Värvid ja lakid. Pinnakatte halvenemise hindamine. Üldiste veatüüpide esinemise intensiivsuse, koguse ja suuruse tähistus.

Osa 3: Roostetusastme hindamine

SFS-EN ISO 4628-4

Värvid ja lakid. Pinnakatte halvenemise hindamine. Üldiste veatüüpide esinemise intensiivsuse, koguse ja suuruse tähistus.

Osa 4: Pragunemise hindamine

SFS-EN ISO 4628-5

Värvid ja lakid. Pinnakatte halvenemise hindamine. Üldiste veatüüpide esinemise intensiivsuse, koguse ja suuruse tähistus.

Osa 5: Koorumise hindamine

SFS-ISO 4628-6

Värvid ja lakid. Pinnakatete vigade hindamine. Üldiste veatüüpide esinemise intensiivsuse, koguse ja suuruse tähistus (klassifikatsioon).

Osa 6: Lubjastumise hindamine teibimeetodil

SFS-EN ISO 4628-7

Värvid ja lakid. Pinnakatte halvenemise hindamine. Üldiste veatüüpide esinemise intensiivsuse, koguse ja suuruse tähistus.

Osa 7: Lubjastumise hindamine sametmeetodil

SFS-EN ISO 4628-8

Värvid ja lakid. Pinnakatte halvenemise hindamine. Üldiste veatüüpide esinemise intensiivsuse, koguse ja suuruse tähistus.

Osa 8: Sisselõiget ümbritseva kihistumise ja korrosiooni hindamine.

SFS-ISO 4628-10:fi

Värvid ja lakid. Pinnakatete vigade hindamine. Üldiste veatüüpide esinemise intensiivsuse, koguse ja suuruse tähistus (klassifikatsioon).

Osa 6: Lubjastumise hindamine teibimeetodil

**Rootsis kasutatavad standardid**

BSK-07 Boverkets handbook om stålkonstruktioner

**Rootsi tööstuses kasutatakse Skogsindustriella Standardiseringsgruppen SSG koostatud standardeid.**

SSG 1000E-8

Design and procerement of protective paint systems. General regulations

SSG 1001E

Instructions for the design and procurement of protective paint systems

SSG 1005E

Systems for initial painting of metallic materials

SSG 1006

Färger för korrosionskydd av metalliska material.

SSG 1007E-6

Colours of finishing paint on metallic materials

SSG 1008E-2

Project planning and procurement of single item hot dip galvanizing

SSG 1009E-9

Systems for initial painting of hot dip zinc coated steel

SSG 1010E-8

Systems for maintenance painting (repainting) of metallic materials

SSG 1011E-6

Maintenance painting on metallic materials. Cleaning methods for surface treatment prior to painting

SSG 1012E-9

Choice of painting system

SSG 1017E-5

Recommendations for the inspection of painting

SSG 1021E-5

Paints for protection of metallic materials. Two-pack epoxy or polyurethane primer GA,GK,GS

SSG 1022E-5

Paints for protection of metallic materials. Zinc powder pigmented epoxy primer GB,GZ

SSG 1023E-5

Paints for protection of metallic materials. Acrylic or vinyl primer GE,GL

SSG 1024E-5

Paints for protection of metallic materials. Surface tolerant oil or long-oil alkyd primer GM,GP

SSG 1025E-4

Paints for protection of metallic materials. Two-pack oxirane ester primer GR

SSG 1026E-4

Paints for protection of metallic materials. Two-pack epoxy or polyurethane top paint TA,TB,TD

SSG 1027E-4

Paints for protection of metallic materials. Acrylic or vinyl top paint TE,TL

SSG 1028E-4

Paints for protection of metallic materials. Alkyd top paint TM,TP

SSG 1029E-4

Paints for protection of metallic materials. Two-pack oxirane ester top paint TR

SSG 1030E-4

Paints for protection of metallic materials. Solventfree epoxy, vinyl ester or polyester top paint TF, TG

## 12. Võimalikud probleemid ja nende vältimine

Lahtris 'Võimalikud põhjused' on loetletud vaid vead, mis ei ole tingitud otseselt värvist.

PROBLEEM	VÕIMALIKUD PÕHJUSED	TAGAJÄRJED	PROBLEEMI VÄLTIMINE
<b>Värvinõus olev vedel värv</b>			
Põhjasete värvipurgis ( <i>settling</i> )	Värvi liiga pikaajaline ladustamine või hoidmine liiga soojas ruumis. Värvi transportimisel tekkinud vibratsioon. Värvi vedeldamine.	Hooletu segamise tulemusel: - pigmentide ebaühtlane jaotus - ebaühtlane läige - vöödilise värvipind - halb kihimoodustus ja pinna katmine.	Värvi tuleb säilitada jahedas ruumis. Enne kasutamist tuleb värvi hoolikalt segada kuni põhjani ja värvimistööde ajal jälgida võimalikku sadestumist.
Värvi pinnale purgis tekib „nahk“ ( <i>skinning</i> )	Värvi hoitakse ebapiisava tihedusega pakendis liialt kaua. Liialt soojad hoidmistingimused	Osaline värvikadu. Ebaühtlane värvikiht, kui „nahka“ satub värvi sisse. Pihustiotsikute ummistumine.	Pintseldusvalmis värvi säilitamine suletud, täis nõus. Avatud, pooleldi täis värvinõu värvi pinnale valada enne nõu sulgemist pisut lahustit. Säilitada värve jahedas ruumis. Sõeluda värvi enne kasutamist.
<b>Värvi pealekandmisel ja värvikihis</b>			
„Apelsinikoore“ –pind ( <i>orange peel</i> )	Pihustiga värvimisel on kasutatud sobimatut vedeldit, meetodit või viskoossust.	Värvikiht on kurdunud.	Valida pihustiga värvimiseks sobiv vedeldi, mida kasutada sel määral, et saadakse pihustile sobiv viskoossus, nii et värv levib õigesti.
Poorsus, poorid ( <i>porosity, pinhole</i> )  Pooride moodustumine ( <i>pinholing</i> )	Sobimatu vedeldi . Värv on õhku . Pihustusõhus on niiskust. Värvikiht liiga õhuke. Liiga kiire kuivamine. Poorne/auklik aluspind.	Värvikihis olevad poorid nõrgendavad kaitsevõimet ja värvikiht määrdub kergemini.	Õige vedeldi õiges koguses. Järgida värvimismeetodit, -tingimusi ja kihipaksust. Poorse aluse korral kasutada õhukest kruntvärvi ja värvida looritustehnikaga.
Ebaühtlane läige ( <i>uneven gloss</i> )	Sobimatu vedeldi. Ebatasane aluspind (kititud kohad). Ebatasane värvi pealekandmine. Poorne, imav aluspind	Vöödilise pind.	Õige vedeldi õiges koguses. Kititud vm poorsed kohad värvida enne kogu pinna ülevärvimist. Ühtlane pealekandmine.

PROBLEEM	VÕIMALIKUD PÕHJUSED	TAGAJÄRJED	PROBLEEMI VÄLTIMINE
Liiga kiire kuivamine ( <i>drying troubles</i> )	Liiga kiiresti kuivav vedeldi. Liiga kuiv õhk (vesiemulsioonvärvid).	Värvikihi moodustumine ebaühtlane, pinnal esineb laigulisust või ebaühtlast läiget.	Värvi lisada kuivamist aeglustavat vedeldit. Suurendada õhuniiskust (vesiemulsioonvärvid).
Liiga aeglane kuivamine ( <i>drying troubles</i> )	Kõvendi puudub või valesti doseeritud. Liialt paks värvikiht. värvitud „toorele“ kihile. Vihm, udu, niiskus või külm. määrdunud või rasvane aluspind. Pehmendit sisaldav aluspind.	Värvikiht jääb kleepuv, võtab külge mustust, nõrk kestvus.	Värvi säilitamisel, segamisel ja kasutamisel tuleb järgida tootja poolt antud juhiseid. Kruntvärvi tuleb lasta korralikult kuivada. Värv kanda kuivale pinnale õige katvusastmega ja nõuetekohastes tingimustes.
Kiirroostetus värvimisel ( <i>flash rusting during painting</i> )	Jahedad või niisked värvimistingimused, paks kiht, kasutatava värvi ebapiisav inhibitsioon.	Vesilahuseline värv võib kohe pärast värvimist põhjustada terase kerget punktroostetust, mis on näha värvikihile moodustuvate pruunide täppidena.	Järgida tingimustele ja kihipaksusele esitatud nõudeid. Värvida looritustehnikaga. Tugevam ventilatsioon.
Värvikiht „tõuseb“ ( <i>lifting</i> )	Kruntvärv ei talu pinnavärvi lahusteid, tursub ja irdub aluspinnalt.	Värvikiht tuleb aluspinnalt lahti.	Kasutada õiget pinnavärvitüüpi. Mitte kasutada liiga tugevaid lahusteid.
Ebatasane, konarlik pind ( <i>rough surface</i> )	Määrdunud värvi ja/või värvimisvahendite kasutamine. Määrdunud, tolmu aluspind. Sobimatu vedeldi kasutamine, mis võib setitada värviosakesi. Pihustusudu värvitud pinnale. Liivapritsi- vm tolmu keskkonnas.	Halb välisilme.	Värvi filtreerimine. Töövahendite puhastamine. Aluspinna puhastamine. Õige vedeldi kasutamine. Värvi korralik segamine enne kasutamist. Pihustada nii, et pihustusudu ei satuks värvitud pinnale.
Värvikihi kurdumine ( <i>wrinkling</i> )	Liialt paks värvikiht.	Tugev määrdumine. Värvikihi halb moodustumine.	Kasutada õiget kruntvärvi.. Õige kihipaksus ja kuivamisae.
Värv valgub. ( <i>sagging</i> )	Liialt paks värvikiht. Külm värv. Liigne vedeldamine.	Halb välisilme.	Kanda värvi peale õhemalt. Hoida värvi enne värvimist soojemas ruumis. Vedeldada vähem.
Värvi „läbitungimine“ ( <i>bleeding</i> )	Lahustuv värvaine või pigment liigub kruntvärvist pinnavärvi. Bituumeni läbitungimine	Värvikiht värvub ja muutub kirjuks.	Valida sobiv pinnavärv või kasutada eraldusvärvi. Bituumeni ei tohi katta teiste värvidega.



PROBLEEM VÕIMALIKUD PÕHJUSED TAGAJÄRJED PROBLEEMI VÄLTIMINE

PROBLEEM	VÕIMALIKUD PÕHJUSED	TAGAJÄRJED	PROBLEEMI VÄLTIMINE
<b>Kestvus- ja kaitsevõimeprobleemid</b>			
Pragunemine ( <i>cracking</i> )	Värv on olnud liiga kõva (rabe) kõnealusele pinnale. Soojuskõikumised. Sobimatu värvisüsteem.	Värvikiht praguneb kuni aluspinnani või eelmiste kihtideni.	Veenduda tootjaga konsulteerides valitud värvisüsteemi sobivuses.
Koorumine ( <i>flaking</i> )	Värv kantud niiskele või rasvasele pinnale. Värv kantud rooste või valtskesta peale. Värvitud halbades tingimustes. Värv segatud või vedeldatud valesti. Aluspinnaga sobimatu värvikomplekt.	Värvikiht või osa sellest eraldub aluspinnast ning värvikiht kaotab kaitsevõime.	Värvitav pind puhastada hoolikalt. Värv kanda kuivale pinnale piisavalt kõrge temperatuuriga. Järgida värvi tootja antud juhiseid, mis puudutavad värvide segamist, värvimise vaheaegu ja kihipaksusi. Valida objektile sobiv värvikomplekt.
Kihtide vaheline värvi eraldumine ( <i>delamination</i> )	Eelmine värvikiht on jõudnud määrduda või liialt kõvastuda. Sobimatu värv. Sobimatu värvimise vaheaeg.	Värvikiht eraldub eelmisest kihist. Välisilme ja vastupidavus kannatavad.	Enne järgmist värvimist puhastada pind mustusest, rasvast ja sooladest. Kõvad ja läikivad pinnad lihvida tuhniks. Valida kruntvärviga sobiv pinnavärv. Kasutada õigeid värvimise vahesid.
Mullide teke ( <i>blistering</i> ) -vanas värvikihis	Sobimatu vedeldi. Niisked tingimused. Liiga paks või õhuke värvikiht. Niiskus pääsenud värvikihi alla. Alaroostumine. Katoodkaitse põhjustatud mullitamine. Määratud aluspind.	Värvikihi irdumine aluspinnalt ümmarguste mullidena.	Värvida ainult sobivates tingimustes. Pind tuleb hoolikalt puhastada. Kasutada antud koormusi hästi taluvaid värve. Katoodkaitsega kasutada antud kaitset taluvaid värve.
Lubjastumine ( <i>chalking</i> )	Värvile langeb liiga suur UV-koormus.	Pigmendid irduvad pinnalt pärast sideaine lendumist.	Valida keskkonna UV-koormusele vastav värvisüsteem.
Halb korrosioonikaitse ( <i>weak corrosion protection</i> )	Sobimatu värvikomplekt. Liialt õhukesed värvikihid. Ebapiisav eeltöötlus. Halvad värvimistingimused.	Enneaegne roostetus.	Valida objektile sobiv värvisüsteem ning järgida tootja poolt antud juhiseid eeltötluse, tingimuste ja värvimise osas.
Halb niiskustaluvus ( <i>weak early water resistance</i> )	Sobimatu värvisüsteem. Liiga lühike kuivamisajaeg.	Värvikihile jäävad nt vihmapiiskade jäljed jm plekid.	Valida objektile sobiv värvisüsteem ning järgida tootja poolt antud juhiseid eeltötluse, tingimuste ja värvimise osas.
Värvikiht annab värvi	Värvikiht lubjastunud. Pigmenti omadus (nt erkpunased toonid).	Värvikiht annab värvi nt hõõrudes riidega vms	Värvitüübi / -tooni valik vastavalt objektile.

## 13. Korrosioonitõrjevärvimise tulevik

Korrosioonitõrjevärvimise tulevikuväljakutseteks on kasutajate soovid tööstusliku kiirendamise osas ning värvidele kehtestatavad üldised/seadusandlikud piiranguid, näiteks lenduvaid orgaanilisi ühendeid (VOC) puudutavad õigusaktid.

Värvide kiirem kuivamisajaeg, mis võimaldab värvitud detaile kiiremini teiseltsada ja pakkida, on värvide arendustöös tõsine väljakutse. Mõnede värvitüüpidega on juba praegu võimalik saavutada üsna hea lõpptulemus, aga näiteks vesiemulsioonvärvide puhul on selles osas veel arenguruumi. Teisalt saab tööstuslikult lühendada ka sel teel, et reguleerida värvikihtide arvu ja/või kihipaksust, kuid nii, et värvikomplekt säilitaks oma korrosioonikindluse.

Lenduvaid orgaanilisi ühendeid (VOC) puudutav ja saastekoguseid reguleeriv EL direktiiv 1999/13/EC (aastast 1999) eeldab, et EL liikmesriigid võtavad vastu kohalikke õigusakte lahustisaaste vähendamiseks. 2001. aastal koostas Soome valitsus direktiivi alusel määruse 435/2001, millega määratakse kindlaks tingimused, mille alusel tohib lahusteid sisaldavaid tooteid ettevõtetes (värvimistöökodades) kasutada.

VOC-määrus näeb ette, et tööstuslikud värvimisettevõtted arvutavad oma iga-aastased lahustite saastekogused. Kui saastekoguste summa on 5000–15 000 kg aastas, peab ettevõtte registreeruma Keskkonnaameti infosüsteemis. Kui saastekogused on üle 15 000 kg aastas, peab ettevõtte lisaks registreerumisele hankima keskkonnanala.

VOC-saastet on võimalik tõhusalt vähendada, võttes kasutusele kas pulbervärve või lahustivabasid, vesiemulsioon- või kõrge kuivainesisaldusega värve.

## Vesilahuselised ja kõrge kuivainesisaldusega värvid

Eri värvide VOC-sisaldust on võimalik võrrelda värvide tootekirjeldustes näidatud VOC-väärtuste (g/l) põhjal. Värvide kuivainesisalduse (g/l) põhjal saab arvutada ametlikes VOC-normatiivides nõutud väärtused.

Vesilahuselised korrosioonitõrjevärvid on tänaseks olnud turul üle 20 aasta. Näiteks vesiemulsioonvärv TEKNOPOX AQUA PRIMER 3 on korrosioonitõrjeks mõeldud epoksükruntvärv. Värv on saadaval ka MIOX pigmendiga.

TEKNODUR AQUA 3390 seeria vesiemulsioon-polüuretaanpinnavärvid sobivad kasutamiseks koos vesiemulsioon-epoksükruntvärvidega.

Teknos on teinud eriti aktiivset arendustööd ka 1-komponentsete tööstuslike vesiemulsioon-korrosioonitõrjevärvide osas. Üheks näiteks on TEKNOCRYL AQUA COMBI 2780 -seeria. Värv on lihtne pihustada ning see annab teraspindadele suurepärase korrosioonikaitse.

Kõrge kuivainesisaldusega värvid ja pinnakatted omandavad korrosioonitõrjevärvimisel järjest suuremat tähtsust. Värvide tootearenduse vaieldamatu tuppsaavutus on kõrge kuivainesisaldusega TEKNODUR COMBI 3560 seeria polüuretaanvärvid. Need kuivavad kiiresti, neid on lihtne kasutada ning nende VOC-saaste on eriti madal.

## Pulbervärvid

Teknose toodetud täiesti lahustivabad ja keskkonnasõbralikud INFRALIT pulbervärvid on olnud turul üle 40 aasta. INFRALIT pulbervärvid ei sisalda lenduvaid orgaanilisi ühendeid (VOC) ja vastavad EL lahustisaastet puudutava standardi 1999/13/EC nõuetele.

INFRALIT pulbervärvid vastavad ka EL direktiivis 2002/95/EC ja selle täienduses 2005/618/EC (RoHS) toodud piirangutele, mis puudutavad plii, elavhõbeda, kaadmiumi, kuuevalentse kroomi, broomi bifenüülide (PBB) ja broomi difenüüleetreite (PBDE) sisaldust elektritööstuse toodetes.

Erandiks on selles osas siiski nn. tsingirikkad pulbervärvid (INFRALIT EP 8026-05 ja INFRALIT PE 8316-05), mis võivad sisaldada tsingi lisandina kaadmiumi üle 0,01 kaalu-% ja/või pliidi üle 0,1 kaalu-%.

Lisaks tootevärvimisele on INFRALIT pulbervärvide kasutamine ökonoomne ja kvaliteetne variant ka korrosioonitõrjevärvimisel. Teknos Oy on loonud pulbervärvidel põhinevaid värvisüsteeme, mis on testitud vastavalt standardile ISO 12944 standardi. Need Teknose pulbervärvisüsteemid on suurepärase alternatiiv nii Soomes kui rahvusvaheliselt kasutatavatele vedelvärvisüsteemidele.

## Esmavärvimise spetsifikatsioon

NR 184  
Vers 1/0599  
Lk 1 (1)

Projekt			
Omaniku nimi			
Projekti asukoht			
Värvitav konstruktsioon			
Keskkond			
Joonis nr / ala			
Värvikomplekt			
Värvisüsteemi kood (ISO 12944-5)		Kestvusklass (ISO 12944-5)	

### VÄRVIMINE TÖÖKOJAS

Pinna eeltötlusaste:

Töökoja kruntvärvi tüüp (kui kasutatakse):

Värvi tootja:

Pindala, m<sup>2</sup>:

VÄRVIKOMPLEKT	Kuivikihi nominaalpaksus µm	Värvimiste vaheaeg		Kuivamisaeg temperatuuril ..... °C, h
		min., h	max., h	
1. kiht:				
2. kiht:				
3. kiht:				
4. kiht:				
Kokku				

NB. Kahjustuste parandamine, vt. allpool: Värvimine objektil".

### VÄRVIMINE OBJEKTIL

Pinna eeltötlusaste:

Parandusvärvimine:

Ülevärvimine:

Värvi tootja:

Pindala, m<sup>2</sup>:

VÄRVIKOMPLEKT	Kuivikihi nominaalpaksus µm	Värvimiste vaheaeg		Kuivamisaeg temperatuuril ..... °C, h
		min., h	max., h	
1. kiht:				
2. kiht:				
3. kiht:				
4. kiht:				
5. kiht:				
6. kiht:				
Kokku				

# Hooldusvärvimistöõde spetsifikatsioon

NR 185  
Vers 1/0599  
Lk 1 (1)

Projekt		
Omaniku nimi		
Projekti asukoht		
Värvitav konstruktsioon		
Keskkond		
Joonis nr / ala		
Algne värvikomplekt		
Pinna seisund (vt. ISO 12944-8, lisa K)		
Hooldusvärvimiseks määratud värvikomplekt	Värvisüsteemi kood (ISO 12944-5)	
	Kestvusklass (ISO 12944-5)	

## HOOLDUSVÄRVIMINE

Kahjustatud pinna eeltöötlusaste: Pindala, m<sup>2</sup>:

Kahjustatud pinna eeltöötlus: Pindala, m<sup>2</sup>:

Parandusvärvimine: Pindala, m<sup>2</sup>:

Ülevärvimine: Pindala, m<sup>2</sup>:

Värvi tootja:

VÄRVIKOMPLEKT	Parand. värvimine	Üle- värvimine	Kuivkihi nominaal- paksus µm	Värvimiste vaheaeg		Kuivamisaeg temperatuuril .....°C, h
				min., h	max., h	
1. kiht:						
2. kiht:						
3. kiht:						
4. kiht:						
5. kiht:						
6. kiht:						
Kokku						

## Värvimistöõde järelevalve

NR 186  
Vers 1/0599  
Lk 1 (1)

Projekt				Asukoht	
Joonis nr		Korrosioonitõrjeplaan nr		Territorium	
Värvitav konstruktsioon				Kontrolör	
Märkused				Värvimistöõde teostaja	

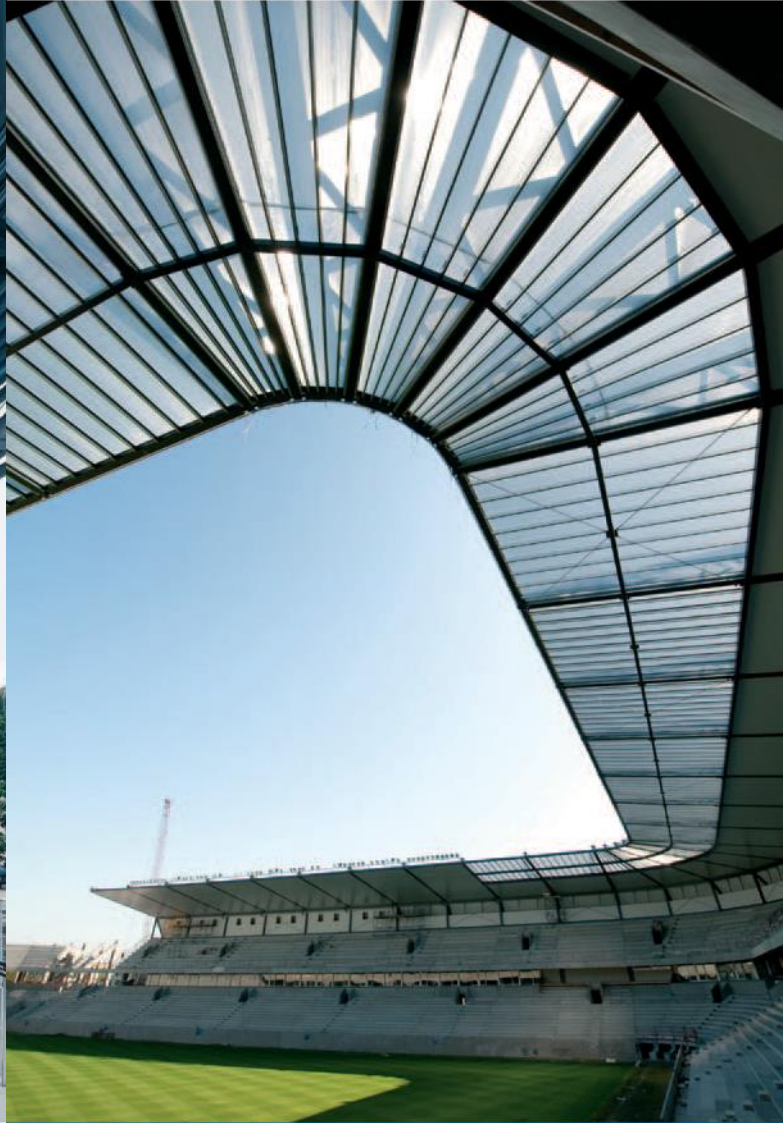
Kuup	Kell	Töö tüüp (eeltöötlus, krunt-, vahe-, pinnavärv)	Kasutatud meetod	Üldised ilmastiku- tingimused	Temperatuur		Suhteline õhuniiskus %	Kaste- punkt °C	Pritspuhast. materjal (kood)	Värvipartii kood	Värvitoon	Märkusi (nt ISO standard, eeltöötlusaste, kõrvalekalded)	Allkiri/ nimetähed
					õhk °C	Konstrukt- sioon/konstr. määrav osa °C							

Koht	Kuupäev	1. allkiri	2. allkiri	3. allkiri
------	---------	------------	------------	------------

<b>Korrosioonitõrje näidisvärvimise raport</b>		NR 187 Vers 1/0599 Lk 1(2)
Tellija		
Spetsifikatsiooni koostaja		
Projekt		
Konstr. määrav osa		
	Firma	Vastutav isik
Pinna eeltöötlus:		
Värvimistööd:		
Värvimaterjalide tarnija:		
Näidispind <sup>1)</sup> Asukoht ja tähistus:	Suurus, m <sup>2</sup>	
Pinna algne seisund: Katmata pind (standardi ISO 8501-1 kohased andmed)		
Roostetusaste <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D		
Täiendavad andmed:		
Tsingitud teraspind, kui esineb:		
<input type="checkbox"/> Kuumtsingitud pind <input type="checkbox"/> Termiliselt pihustatud pind <input type="checkbox"/> Elektrotsingitud pind		
Tsingi korrosioon (nt. valge rooste) <input type="checkbox"/> JAH <input type="checkbox"/> EI		
Täiendavad andmed:		
Värvitud pind		
	Pinnakatte tüüp/tüübid (ka paksus ja vanus, kui teada):	
	Roostetusaste (standard ISO 4628-3):	
	Mullitumisaste (standard ISO 4628-2):	
	Lõhenemisaste (standard ISO 4628-4):	
	Koorumisaste (standard ISO 4628-5):	
	Täiendavad andmed:	
Pinna eeltöötlus:		
Eeltöötlusaste (ISO 8501-1 / ISO 8501-2) <input type="checkbox"/> Sa 1 <input type="checkbox"/> Sa 2 <input type="checkbox"/> Sa 2½ <input type="checkbox"/> Sa 3 <input type="checkbox"/> PSa 2 <input type="checkbox"/> PSa 2½ <input type="checkbox"/> PSa3 <input type="checkbox"/> St 2 <input type="checkbox"/> St 3 <input type="checkbox"/> PSt 2 <input type="checkbox"/> PSt 3 <input type="checkbox"/> PMa <input type="checkbox"/> FI		
Muud andmed eeltöötlusmeetodite ja –astmete kohta <sup>2)</sup>		
Märkused:		
<sup>1)</sup> Iga näidisvärvimispinna kohta täidetakse eraldi blankett. <sup>2)</sup> Nt. eeltöötlusastmete St 2 ja St 3 puhul, kas eeltöötles kasutati käsitööriistu või masintöötlust.		

10599	NR 187 Versi 1/0599 Lk 2 (2)					
	1	2	3	4	5	6
	Töökoja kruntvärv	Kruntvärv	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>	Pinnvärv
Värvaine - Tootja - Tootenimi - Partii ja/või tootekood						
Värvitoon <sup>4)</sup>						
Pealekandmisviis <sup>5)</sup>						
Õhutemperatuur, °C						
Suhteline õhuniiskus, %						
Pinna temperatuur, °C						
Kastepunkt, °C						
Ilmastikutingimused (lühikirjeldus)						
Vedeldi (tüüp ja kogus), kui kasutatakse						
Keskmine kihipaksus, µm <sup>6)</sup> märg kasutatud seade - kuiv kasutatud seade						
Teisi mõõtmisi, kui määratud <sup>6)</sup>						
Kuupäev Kellaaeg						
Värvimistöõde asukoht <sup>7)</sup>						
Firma nimi / firmade nimed						
Vastut. isiku(te) allkiri/allkirjad						
<sup>3)</sup> Võimalikud edasised toimingud, nt lisakihid, äärekaitse. <sup>4)</sup> Vt. standard ISO 12944-8, ptk 5, tabel 1.			<sup>6)</sup> Üksikud mõõtmised registreerida eraldi lehele. <sup>7)</sup> Nt. terasetehas, värvitöökoda, ehitusplats.		<sup>5)</sup> Vt. standard ISO 12944-7, ptk 5.3.	







Teknos on innovatiivne värvitootja ja teerajaja korrosioonitõrjevärvimise alal. Teknose kvaliteetsed tooted on hinnatud nii metalli- kui puidutööstuses, nii ehitusplatsidel kui laiatarbeturul.

Meie suutlikkus toota kuluefektiivseid ja selget lisaväärtust pakkuvaid lahendusi on olnud kliendirahulolu nurgakivi juba üle 60 aasta. Teknos on perefirma ning meie pereväärtused peegelduvad ka pikaajalistes ärisuhetes koostööpartneritega ja kliendikeskses suhtumises.

Tehniline oskusteave ning järjepidev investeerimine uurimis- ja arendustegevuse kindlustavad ka edaspidi meie positsiooni ühena Euroopa juhtivatest oma ala ettevõtetest.