

# Inseener Eiffeli tsingitud unistus

FILMTSINKIMINE  
NÜÜD KA EESTIS

Tiina Lelumees, Zinga  
Estonia OÜ juhatuse liige

(C) JENIFOTO406 | DREAMSTIME.COM

Kui Gustave Eiffel tahtnuks praeguse ni levinumal, kuumtsinkimise meetodil oma torni 18 038 detaili ükshaaval tsingivanni kastma. Filmtsinkimine lubaks aga ka juba valmis torni tsingiga katta.

## Kuumtsinkimine

Kuumtsinkimise tehnoloogiat tuntakse juba ligi 150 aastat. Selle meetodi puhul toimub mustast metallist detailide katmine teise metalliga nii, et puhastatud detailid kastetakse sulatsingi vanni keskmisel temperatuuril 450 °C. Sellise temperatuuri juures toimub tsingivannis kahe metalli metallurgiline reaktsioon ja metalli pind kattub galvaanilise kaitsekihiga, mis korrodeerub õhuniiskusega kokkupuutel alloleva metalli asemel. Nii saavutatakse keskmiselt 80 mikromeetri paksune kaitsekiht, mis võib kesta kümneid aastaid.

Kuumtsingitud pind kestab reeglina nii kaua, kui tsingikiht korrodeerudes oma osakesed atmosfäärile ära on loovutanud või pinnakate tugevalt kahjustada saanud. Eestis kliimas kaetakse valdavalt metallpinnad pinnakattega, mis vastaksid keskkonnan klassi C3 tingimustele. See tähendab, et pinnakate peaks vastu pidama mõõduka õhusaastatusega linna- või madala soolasisaldusega rannikupiirkondades, tootmisruumides, pesulates ja mujal. Sellisel juhul on tsingi paksuse kadu keskmiselt 1,5 mikromeetrit aastas. Kui arvestada, et keskmine kuumtsingitud kattekihi paksus on 80 mikromeetrit, siis peaks selle eluiga olema 53 aastat. Praktikas on aga loomulikult palju teisi tegureid (temperatuur, UV-kiirgus, mehaanilised mõjurid ja nii edasi), mis võivad kattekihi kestvust oluliselt lühendada või sästa.

Kuumtsinkimise meetodi oluliseks plussiks on veel detailide täielik katvus (sealhulgas nurgad, servad, õõnsused) ning tulemuse kvaliteedi lihtne kontrol-

litavus. Siiski on sellel ka omad puudused. Tsinkimistehastes kasutusel olevad sulatsingi vannid seavad konstruktsioonide mõõtmetele kindlad piirid. Tsinkimiseks väga kõrgel kuumusel tekib detailide deformatsioonirisk. Detailide transportimise ning monteerimise järgselt jääb endiselt vajadus kattekihi defektide parandamiseks, et tagada pikale tööeale ja kestvusele garantii andmiseks kattekihi terviklikkus. Lisaks on kaitsekihi uuendamiseks ja taastamiseks kuumtsinkimise kasutamine välistatud objektidel, kus konstruktsioon on monteeritud.

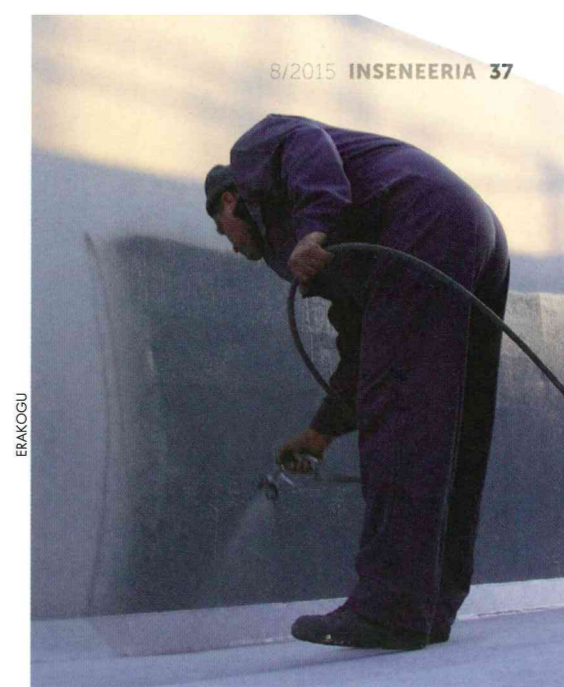
Kuumtsinkimisega võrreldava kestvusega korrosioonikaitse meetodeid on vähe. Standard ASTM A780 „Juhised kuumtsingitud kattekihi kahjustunud või katteta alade parandamiseks“ sätestab kuumtsingitud kattekihi viimistlemiseks ja parandamiseks küll kolm vastuvõetavat meetodit: tsingipõhine joodis, metalliseerimine ning tsingiga rikastatud värvide kasutamine.

## Tsingipõhine joodis

Tsingipõhise joodise kasutamise tulemused on kvaliteetse teostamise korral ligilähedased kuumtsinkimisele. Meetod iseenesest on aga väga kulukas ning lisaks töödeldava pinna eelnevale puhastamisele tuleb see ka eelkuumutada temperatuurini vähemalt 315 °C.

## Metalliseerimine

Metalliseerimise ehk tsinkmetalli termopihustamise kasutamiseks tuleb samuti tsingipulber või -traat eelnevalt suurel kuumusel leegil või elektrikaarega sulatada ning seejärel kantakse sulatsingi piisakesed õhu või gaasi abil eelnevalt puhastatud pinnale. Selline töötlemine nõuab spetsiaalset tehnikat, väga head juurdepääsetavust ja vastava väljaõppega spetsialiste. Samuti võivad eeltoodud kahe alternatiivse meetodi kasutamisel sageli takistuseks saada ranged tervishoiueeskirjad ja ohutusnõuded objektidel.



Filmtsinkija tööhoos. Tsingikiht pihustatakse peale, ilma et detaili eelnevalt kuumutata peaks.

## Tsingiga rikastatud värvide pinnalekandmine

Tsingiga rikastatud värvide pinnalekandmine on teistest meetoditest oluliselt hõlpsam. See toimub pintsliga, rulliga või pihusti abil. Katmiseks on vajalik samuti pind vaid eelnevalt puhastada ning tagada nakkumiseks vajalik karedus. Määratluse kohaselt on tsingiga rikastatud värvides vajalik tsingisisaldus värvi mahus 65–69 protsenti või üle 92 protsenti kuivanud kattekihis. Praktikas aga kiputakse sageli segamini ajama tsingisisalduse osakaalu tsingiosakeste puhtusega ja ekslikult tuuakse vastavate värvide pakenditel viimane välja tsingi osakaaluna. See aga tähendab, et metalli pinnale antakse katmisega vaid passiivne värvikiht, mille kestvus korrosioonitõkestajana jääb väga lühikeseks.

## Zinga filmtsinkimise süsteem ehk kihtgalvaniseerimine

Kestvate korrosioonikaitsete nõuetele vastavaks on tunnustatud Zinga filmtsinkimise süsteem. Eestis seni veel vähetuntud, kuid tegelikkuses juba üle 30 aasta kasutusel olnud meetod on teise nimega kihtgalvaniseerimine. Kuigi seda kasutatakse paljudes riikides, on see Eestis veel suhteliselt uudne. Samas ületab see kuumtsinkimise tehnoloogilised piirid, pakub uusi võimalusi konstrueerimisel ja ehitustöödel ning vähendab kulusid ilma oodatavas vastupidavuses järeleandmisi tegemata. ▶



Filmsingitud konstruktsiooni näide

► Filmtsinkimistehnoloogia eripära seisneb materjali aktiivses koostises, mis pinnalekandmiseks kuumtöötlust ei vaja. Vähemalt 96-protsendilise tsingisisaldusega koostis tagab mustmetalli pinnaga kokkupuutel õhuniiskusega reageerides aktiivse katoodkaitse. Seetõttu ei ole ka tehnoloogia kasutamisel ümbritsevatest ilmastikutingimustest tulenevaid piiranguid ega metallpinna eelneva kruntimise vajadust.

Tulemuseks on matt, pisut puuderjas pealispind, mis on piisavalt elastne, et kohaneda metallpinnaga selle paisudes ja kokkutõmbudes ning pakkuda kaitset ka mehhaaniliselt tekkinud vigastustele, nagu kriimustused ja löögid. Viimase osas ei lase aktiivne koostis tekkida kahjustunud alal külgmisi liikumisi – keemiline reaktsioon takistab õhuniiskuse pääsemist kattekihi alla ja võitleb seega kattekihi nakkumisomaduste nõrgenemise vastu.

### Filmtsinkimise ajalugu

Zinga tehnoloogia töötati välja 1970. aastate lõpus koostöös Umicore'i ja Genti Ülikooliga, kui sooviti leida kestvaid alternatiivi kuumtsinkimisele, mida oleks võimalik pinnale kanda

### Filmtsinkimistehnoloogia eripära seisneb materjali aktiivses koostises, mis pinnalekandmiseks kuumtöötlust ei vaja

ümbritseva keskkonna tingimustes ilma kuumtöötlusteta. Esiolgu katsetati tehnoloogiat väikestel kuumtsingitud pinna kahjustunud aladel. See tekitas kuumtsinkimistöötluses negatiivset vastukaja, sest seda ei peetud nii-öelda „õigeks“ tsinkimiseks. Peagi leiti, et kuigi filmtsinkimise puhul ei kasutata sulamit, tekib selle molekulaarsel ühinemisel terasega galvaaniline laeng (1,04 volti), mis sarnaneb kuumtsinkimise protsessiga. Praktikas väga häid tulemusi näidanud süsteemi hakati ajapikku kasutama lisaks ka kuumtsinkimise asemel kohtades, mille parandamine osutus keeruliseks (muuhulgas õõnsate või suletud karptalade, deformerimisohuga või degaseerimisaukudeta disainitud konstruktsioonide puhul).

Eestis on viimase nelja aasta jooksul Zinga tehnoloogiaga filmtsinkimist kasutatud peamiselt kuumtsingitud

konstruktsioonide lõikamise ja keevitamise järgseteks parandustöödeks ning soolveekindluse tõttu merepoide, paadisildade, autokerede ja muude objektide katmiseks. Kuna kuivanud kattekiht ei ole mürgine, on see kasutatust leidnud ka joogiveemahutite ning kumblustünnide metallist alade korrosioonikaitseks.

### Esimene näide Eestis – Otiveski silla terastalad

Kui paljudes riikides ollakse Zinga tehnoloogia kasutamisel suuremõõtmeliste konstruktsioonide katmisel juba pikaajaliste kogemustega, siis Eestis võib esimeseks täismahus teraskonstruktsioonide filmtsinkimise tehnoloogiaga katmiseks pidada Vaida-Urge maanteel asuva Otiveski silla terastalad.

Silla põhikonstruktsiooni koosneb 12 meetri pikkustest terastaladest, mistõttu kuumtsinkimise kasutamine korrosioonikaitseks oli välistatud. Varem on Eestis kasutatud sellistel puhkudel konstruktsioonide värvimist kas tavaliste metallivärvide või tsingiga rikastatud värvidega. Värviga katmisel toimub kaitseüsteemi loomine metalli pealispinna passiivseks muutmise abil. Nii moodustatakse pinnale kilejas kiht, mis takistab mustmetalli otsese reageerimise õhuniiskusega.

Värvikihi puuduseks on selle kilejas pind, mis on poorne ega ole piisavalt elastne, et metalli temperatuurimuutustest tulenevate paisumiste ja kokkutõmbumistega kohaneda. Seetõttu pääseb õhuniiskus läbi poorse pinna või mõranenud pealiskihi metallpinnani ja toimub korrodeerumise protsess. Kui värvikiht metallpinnalt lahti koorub, on selle all pikalt toimunud korrosiooniprotsess sageli juba metallpinda jõudnud ulatuslikult kahjustada. Hooldustööde käigus tähendab see kogu kulunud värvikihi täielikku eemaldamist, metallpinna roostejääkidest puhastamist ning uue värvikihi pinnalekandmist.

### Zinga tehnoloogiaga on kestvaim ja kuluefektiivsime lahendus

Otsus sillakonstruktsioonide katmise kasuks Zinga tehnoloogiaga langetati just selle ekspluatatsiooni pikkuse ja hilisemate soodsamate järelduste tõttu,



ERAKOGU



Ehitusel olev Otiveski sild ja selle filmsingitud terastalad



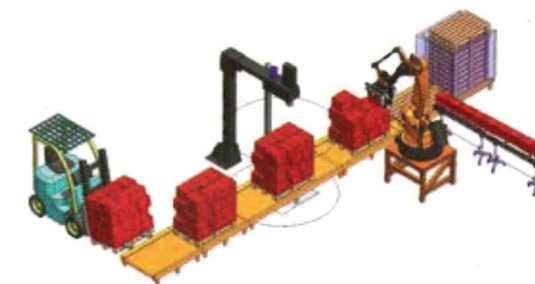
mis objekti kogukulu koos hooldamisega kokkuvõttes väiksemaks teeb. Kui konstruktsioonide värvimise puhul tuleb selle suhteliselt lühikesel kestvusajal möödudes hooldamiseks kogu konstruktsioon vanast värvist puhastada, siis Zinga aktiivne koostis vajab uue kihi pealekandmiseks vaid alloleva pinna puhastamist mustusest. Uus kiht muudab alloleva taas vedelaks ja see sulandub pindmise kihiga, moodustades ühtse tugevama kaitsekihi. Zinga kattekiht vajab uuendamist analoogselt kuumtsingitud pinnale vaid siis, kui tsingiosakesed on ajapikku atmosfäärile loovutatud ja kattekiht väga õhukeseks kulu- nud.

Otiveski sild asub väga niiskes ümbruskonnas ja teede hooldamisel kasutatakse soolasisaldusega libedusetõrjet. Seetõttu nähti projekti kavandamisel ette selle korrosioonikaitse vastupidavus keskkonnaklassile C4H, mis

tähendab keskmiselt 3,1 mikromeetri ulatuses tsingikihi kadu aastas. Konstruktsioonid kaeti kahe 60 mikromeetri (kuivanud kattekihi paksus) paksuse Zinga kihiga, mis tagab selle korrosioonikaitse vähemalt 40 aastaks. Soolveetestide ja praktiliste tulemuste mõõtmised näitavad aga, et Zinga kattekiht kestab tavaliselt kuumtsingitud kattekihiga võrreldes kauem. Selle tingib koostises spetsiaalne sideaine, mis aeglustab tsingiosakeste loovutamist.

Kuum- ja filmtsinkimise tehnoloogiate kombineerimist on suurte konstruktsioonide korrosioonikaitse tagamiseks kasutatud erinevates riikides paljudel juhtudel. Järjepidev järelkontroll tehnoloogia kestvuse mõõtmiseks tõestab, et alternatiivsetest meetoditest on filmtsinkimine Zinga tehnoloogiaga kestvaim ja kuluefektiivsime lahendus. 🚫

# techgroup



### Seadmed teie tootmisele:

- Tootmise automatiseerimine
- Inseneriteenused
- Masinaehitus

AS Tech Group  
Kaabli 11  
Tallinn  
ESTONIA  
tel. 99 70 845

www.techgroup.ee  
info@techgroup.ee