

# PRIZZTECH

Vesi-Instituutti WANDER

PELTO-HUIKKO AINO JA KAUNISTO TUIJA

## VESIJOHTOJEN SANEERAUSPINNOITUS



VESI-INSTITUUTIN RAPORTTEJA 4

Tekijät: Peltto-Huikko Aino ja Kaunisto Tuija	
Raportin nimi: <b>Vesijohtojen saneerauspinnoitus</b>	
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Kiinteistöjen metallisten käyttövesijohtojen sisäpuoliset saneerauspinnoitteet ovat epoksia ja vesihuoltolaitosten putkien pinnoitteet sementtilaastia. Vesijohtopinnoittamisen tilanne Suomessa on monin osin sekava. Pinnoitteille ja pinnoittamistyölle ei ole käytössä yhtenäistä laadunvalvontaa tai hyväksyntää. Rakennus- ja työmaavalvonnan käytännöt vaihtelevat. Pinnoitettujen putkien kestävydestä ei ole tehty riippumattomia tutkimuksia.</p> <p>Vesijohtojen saneerauspinnoitteiden turvallisuuden varmistamiseen voidaan soveltaa juomaveden kanssa kosketuksissa oleville rakennustuotteille valmisteilla olevaa CE-merkintään johtavaa CPDW-tuotehyväksyntämenettelyä, joka edellyttää valmistusmateriaalien hyväksyntää, yrityksen sisäistä laadunvalvontaa, tyyppitestausta ja jatkuvaa ulkoista laadunvalvontaa. Pinnoittamisen hyväksyntämenettelyn tulee sisältää myös työsuoritukseen ja lopputuloksen arviointiin käytettävä yhtenäiset laadunvalvontamenettelyt.</p> <p>Suomessa VTT Expert Services Oy:n laboratoriotestauksissa testattujen epoksinpinnoitteiden on todettu soveltuvan käytettäväksi talousvesijohdoissa. Tällä hetkellä ei kuitenkaan tiedetä, liukeneeko saneerauspinnoitteista käytön aikana veteen aineita, joista voisi olla haittaa ihmisten terveydelle. Myöskään kaikkien pinnoitteista mahdollisesti liukenevien aineiden terveydelle haitallisista pitoisuuksista ei ole riittävästi tietoa. Epoksinpinnoitteista mahdollisesti liukenevan bisfenoli A:n turvallisuusriskiä ei voida nykytiedon pohjalta luotettavasti arvioida, mutta toivottavasti lisätietoa saadaan jo v. 2012 aikana Euroopan kemikaalivirasto ECHAN selvityksistä.</p> <p>Pinnoitusten turvallisuuden ja kestävyden arviointiin tarvitaan puolueetonta kansallista tutkimusta, johon kuuluvat sekä putki- että vesinäytteiden tutkimukset.</p>	
ISBN: 978-952-67166-7-1 ISSN: 1799-2125	Julkaisu pvm: 16.2.2012
Julkaisun www-osoite: <a href="http://www.prizz.fi/vesijulkaisut">www.prizz.fi/vesijulkaisut</a>	
Projektin nimi: Vesijohtopinnoitteiden turvallisuus	Rahoittajat: <ul style="list-style-type: none"> <li>— Ympäristöministeriö</li> <li>— Vesihuoltolaitosten kehittämisrahasto</li> <li>— Sosiaali- ja terveysministeriö</li> <li>— Kiinteistöliitto ry</li> <li>— Finanssialan Keskusliitto</li> </ul>
Yhteyshenkilö: Aino Peltto-Huikko, <a href="mailto:aino.peltto-huikko@vesi-instituutti.fi">aino.peltto-huikko@vesi-instituutti.fi</a>	
Avainsanat: Saneeraus, pinnoittaminen, vesijohto, materiaalien vaikutus juomaveden laatuun	Julkaisija: Vesi-Instituutti WANDER Sinkokatu 11, 26100 Rauma <a href="http://www.vesi-instituutti.fi">www.vesi-instituutti.fi</a> <a href="mailto:vesi-instituutti@vesi-instituutti.fi">vesi-instituutti@vesi-instituutti.fi</a>

## Esipuhe

Vesijohtopinnoitteiden turvallisuuden varmistamista selvittänyt projekti tehtiin vuonna 2011. Projektin rahoittivat ympäristöministeriö, sosiaali- ja terveysministeriö, Suomen Kiinteistöliitto ry, Vesihuoltolaitosten kehittämisrahasto sekä Finanssialan Keskusliitto.

Projektin johtoryhmässä olivat Matti J. Virtanen (puheenjohtaja) ja Kaisa Kauko ympäristöministeriöstä, Jarkko Rapala sosiaali- ja terveysministeriöstä, Mika Rontu Suomen Vesilaitosyhdistys ry:stä, Raimo Lehto Finanssialan Keskusliitosta, Anssi Varpe If Vahinkovakuutusyhtiö Oy:stä, Jaakko Laksola Suomen Kiinteistöliitto ry:stä, Jaana Vaitomaa ja Pertti Metiäinen Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto Valvirasta, Risto Oksanen ja Tomi Marjamäki Helsingin kaupungin rakennusvalvontavirastosta, Markku Honkala ja Tuomo Kuusi (syyskuu 2011 asti) VTT Expert Services Oy:stä, Hanna Järvenpää ja Tuire Tommila MetSta ry:stä, Karl-Johan Ström Muoviteollisuus ry:stä sekä Tuija Kaunisto, Martti Latva ja Aino Pelto-Huikko (sihteeri) Vesi-Instituutti WANDERista.

Raportin kirjoittamisessa rakennustuoteasetuksen asiantuntijana sekä osuuden kirjoittajana oli rakennusneuvos Matti J. Virtanen ympäristöministeriöstä. Maankäyttö- ja rakennuslain sekä rakentamismääräysten osan D1 asiantuntijana ja kirjoittajana oli yli-insinööri Kaisa Kauko ympäristöministeriöstä. Juomavesidirektiivin, terveydensuojelulainsäädännön ja talousvesiasetuksen osalta asiantuntijana oli neuvotteleva virkamies Jarkko Rapala sosiaali- ja terveysministeriöstä. Standardien osalta avustivat toimitusjohtaja Hanna Järvenpää ja asiantuntija Tuire Tommila Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys MetSta ry:stä, asiamies Karl-Johan Ström Muoviteollisuusyhdistys ry:n putkijaostosta, asiamies Tuula Rantalaiho Kemianteollisuus ry:stä sekä projekti-insinööri Petri Mannonen Rakennustuoteteollisuus ry:stä. Pinnoitemateriaalien asiantuntijoina ja kirjoittajina olivat ylitarkastaja Jaana Vaitomaa Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto Valvirasta ja tutkija Markku Honkala VTT Expert Services Oy:stä sekä asiantuntijoina lisäksi professori Kimmo Peltonen Elintarviketurvallisuusvirasto Evirasta ja yksikön päällikkö, erikoistutkija Hannu Kiviranta Terveiden ja hyvinvoinnin laitokselta. Rakennusvalvontaa koskevan kappaleen asiantuntijana ja kirjoittajana oli talotekniikkayksikön päällikkö Risto Oksanen Helsingin kaupungin rakennusvalvontavirastosta. Vakuutusasioiden asiantuntijana ja kirjoittajana oli rakentamisen ja kiinteistövakuuttamisen asiantuntija Anssi Varpe If Vahinkovakuutusyhtiö Oy:stä. Työmaavalvontaa ja suunnittelua koskevan kappaleen asiantuntijana ja kirjoittajana oli varatoimitusjohtaja Leo Ruuskanen Teknoplan Oy:stä.

Kiitokset rahoittajille ja kaikille raporttia kommentoineille, sekä kyselyihin vastanneille pinnoitusyrittäjille, LVI-tarkastajille ja muille tahoille!

Raumalla 16.2.2012

Aino Pelto-Huikko

## Tiivistelmä

Vesi- ja viemäriputkien saneeraus on monissa taloyhtiöissä ajankohtainen asia vesijärjestelmien ikääntymisen vuoksi. Saneerauksessa on käytössä monia menetelmiä, ja putkien sisäpuolisia pinnoituksia tehdään myös talousvesiverkostoihin sekä kiinteistöissä että vesihuoltolaitoksilla. Kiinteistöjen metallisten käyttövesijohtojen saneerauspinnoitteet ovat epoksia ja vesihuoltolaitosten teräs- ja valurautaputkien pinnoitteet sementtitaastia.

Vesijohtopinnoittamisen tilanne Suomessa on monin osin sekava. Kiinteistöjen vesijohtoputkille on Suomessa tyyppihyväksyntämenettely, joka edellyttää yrityksen sisäistä laadunvalvontaa, tyyppitestausta ja jatkuvaa ulkoista laadunvalvontaa. Pinnoitteille ei ole käytössä yhtenäistä laadunvalvontaa tai hyväksyntää. Epoksinpinnoitteiden soveltuvuutta talousvesiputkiin osoitetaan nyt ulkomaisilla sertifikaateilla tai VTT:n asiantuntijalausunnoilla. Vapaaehtoista VTT Expert Services Oy vesijohtojen saneerauspinnoittamisen sertifikaattia ei ole toistaiseksi yhdelläkään yrityksellä. Viranomaismenettelyt ja rakennusvalvonnan käytännöt vaihtelevat eri paikkakunnilla. Myöskään työmaavalvonnasta ei ole yhtenäistä menettelysuositusta. Pinnoitettujen putkien kestävydestä ei ole tehty riippumattomia tutkimuksia. Vakuutusyhtiöiden kanta käyttövesiputkien pinnoittamiseen on toistaiseksi ollut lähes yksimielisesti kielteinen. Vesilaitosten rakennustyöt eivät kuulu kunnallisen rakennusvalvonnan piiriin, eikä vesilaitosten putkille ole käytössä tyyppihyväksyntää.

Vesijohtoputket ovat rakennustuotteita. EU:n rakennustuoteasetuksen perusteella rakennustuotteille on tulossa vuonna 2013 pakollinen tuotehyväksyntä eli CE-merkintä, mutta juomaveden kanssa kosketuksissa olevia rakennustuotteita koskevan CPDW-tuotehyväksynnän (Construction Products in contact with Drinking Water) valmistelu on edelleen kesken. Tästä huolimatta vesijohtojen saneerauspinnoitteiden turvallisuuden varmistamiseen voidaan soveltaa EU-maissa rakennustuotteille todennäköisesti käyttöön otettavaa CPDW-tuotehyväksyntämenettelyä, joka edellyttää yrityksen sisäistä laadunvalvontaa, tyyppitestausta ja jatkuvaa ulkoista laadunvalvontaa. Hyväksyntämenettelyyn liittyvistä testauksista ja asetettavista vaatimuksista päätetään kansallisesti.

Koska CPDW-valmistelu on ollut hidasta, on syytä pohtia, tarvitaanko Suomessa näille tuotteille omaa laajempaa kansallista hyväksyntämenettelyä, kuin mitä nykyiset kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistojen tuotteiden tyyppihyväksynnät edustavat. Suomessa on myös selvítettävä, tarvitseeko EU:n juomaveden kanssa kosketuksissa olevien rakennustuotteiden tuotehyväksyntämenettelyn soveltamisen yhteydessä luoda viranomaissäädöksiä myös vesilaitoksille.

Talousvesiverkostoissa käytettävistä materiaaleista ei saa lueta veteen mitään ihmisten terveydelle haitallista. Lähes kaikki Suomessa käytettävät epoksinpinnoitteet on testattu VTT Expert Services Oy:ssä. VTT:n testaustulosten mukaan epoksinpinnoitteista ei liukene liian suuria määriä terveydelle haitallisia kemikaaleja. Testattujen pinnoitteiden on arvioitu soveltuvan joko ”kylmän tai kylmän ja kuumen talousveden” putkistoissa käytettäväksi. Nämä arvioinnit ja testaukset eivät kuitenkaan kaikilta osin vastaa tulevaa CPDW-hyväksyntämenettelyä.

Vaikka pinnoitteet olisi todettu turvallisiksi laboratoriotestauksissa, niiden turvallisuus saneerauspinnoitteina riippuu oleellisesti työsuorituksen huolellisuudesta. Ellei valmistuksessa noudateta riittävää huolellisuutta, saattaa testiolosuhteissa moitteettomiksi havaituista

materiaaleista käytännön olosuhteissa liueta terveydelle haitallisia tai mikrobikasvua aiheuttavia kemikaaleja.

Tällä hetkellä ei tiedetä, liukeneeko saneerauspinnoitteista käytön aikana talousvedeen aineita, joista voisi olla haittaa ihmisten terveydelle. Myöskään kaikkien pinnoitteista mahdollisesti liukenevien aineiden terveydelle haitallisista pitoisuuksista ei ole riittävästi tietoa. Saneeraus päätöstä tehdessään taloyhtiöiden pitäisi ottaa huomioon, että epoksinpinnoitteista mahdollisesti liukenevan bisfenoli A:n turvallisuusriskiä ei voida nykytiedon pohjalta luotettavasti arvioida. Toivottavasti asiasta saadaan lisätietoa jo vuoden 2012 aikana, kun Euroopan kemikaalivirasto, ECHA, selvittää bisfenoli A:n riskiä REACH-asetuksen puitteissa.

Vesijohtojen sisäpuolisen pinnoitustyön voidaan katsoa edellyttävän rakennusvalvontaviranomaisen lupaharkintaa, koska työllä voi olla vaikutusta rakennuksen käyttäjien turvallisuuteen tai terveydellisiin oloihin.

Sementtipohjaisten pinnoitteiden vaikutusta talousveden aistinvaraiseen ja terveydelliseen laatuun ei ole tutkittu Suomessa. Sementtilaastipinnoitteissa käytetään portlandsementtiä, hiekkaa ja vettä. Sementtipohjaisissa pinnoitteissa ja tuotteissa käytetään kuitenkin yleisesti monenlaisia lisäaineita, joista erityisesti orgaaniset kemikaalit voivat aiheuttaa turvallisuusriskin. Tästä syystä näillekin pinnoitusmateriaaleille tulisi tehdä turvallisuusarviointi.

Hyvä lopputulos edellyttää huolellista suunnittelua ja toteutusta, jossa ammattitaidolla ja kokemuksella on keskeinen merkitys. Käyttövesiverkoston kuntotutkimus on ehdottomasti tehtävä ennen päätöstä saneerausmenetelmästä. Pinnoitettava putki pitää puhdistaa huolellisesti, sillä pinnoittaminen onnistuu luotettavasti vain puhtaille ja kuiville pinnoille. Pinnoituslaitteiston ja työmenetelmien on oltava asianmukaisia, jotta putkien sisäpinnoille saadaan tasainen, hyvin pinnassa kiinnipysyvä kerros. Pinnoitteen tulee antaa kovettua täysin, jotta se saavuttaa lopulliset ominaisuutensa. Huolto- ja kuntotarkastussuunnitelmiin tulee sisältyä myös kuvaus mahdollisista rajoituksista tulevaisuuden verkoston muutostöissä.

Pinnoitteille ja pinnoitusmenetelmille tulee ottaa käyttöön yhtenäiset hyväksyntä- ja laadunvalvontamenettelyt, joita tilaajan tulisi jo tarjouspyynnöissä edellyttää. Niihin kuuluvat vaatimukset siitä, mitä pinnoitusmenetelmältä ja pinnoittajan omalta laadunvalvonnalta edellytetään eli mitä seurataan, mitataan ja dokumentoidaan, sekä vaatimukset ulkopuolisen laadunvalvonnan sisällöstä ja toimeenpanijasta. Talousveden laatu varmistetaan pinnoituksen ja verkoston huuhtelun jälkeen kontrolloidusti otettavilla vesinäytteillä. Myös henkilö- ja/tai yrityskohtaisen sertifiointin tarve pätevyyden osoittamiseksi on ilmeinen.

Saneerauspinnoituksen tulee antaa riittävästi käyttöikää putkelle ja pinnoitettujen vesijohtojen tulee olla turvallisia verkoston koko elinkaaren ajan. Talousveden laatu ja jossain määrin myös rakentamistavat Suomessa poikkeavat Keski-Euroopasta, joten muissa maissa tehtyjen tutkimusten ja testausten tuloksia ei voi suoraan soveltaa Suomeen. Pinnoitusten turvallisuuden ja kestävyuden arviointiin tarvitaan puolueetonta kansallista tutkimusta, johon kuuluvat sekä putki- että vesinäytteiden tutkimukset.

Vesijohtojen putkimateriaaleista tai pinnoittamisesta riippumatta veden käyttäjien tulisi aina muistaa annettu suositus ottaa kaikki juotavaksi tai ruoanlaittoon käytettävä vesi kylmävesihanasta ja silloinkin juokuttaa vesi kylmäksi.

## Lyhenteet ja käsitteet:

### **AoC-luokka tai AC-luokka**

Rakennustuotteiden CE-merkintään liittyvä vaatimustenmukaisuuden osoittamisluokka (Attestation of Conformity) (katso myös AVCP)

### **AVCP**

rakennustuoteasetuksen mukainen suoritustason pysyvyyden ja vakauden arviointi ja varmennusjärjestelmä, joka kertoo tuoteryhmäkohtaisesti, missä määrin kolmas osapuoli (ilmoitettu laitos) osallistuu rakennustuotteen ilmoitettujen ominaisuuksien varmennukseen (Assessment and Verification of Constancy of Performance) (käytännössä sama kuin AoC)

### **CCTV-kuvaus**

CCTV-kuvauksessa (close-circuit television) kamera kuvaa esim. putken sisällä videokuvaa ja tallentaa ja/tai näyttää kuvan kamerasta erillisellä näytöllä

### **CE-merkintä**

osoittaa, että tuote vastaa EU:n ns. uuden menettelyn mukaisten tuotedirektiivien olennaisia, useimmiten terveellisyyteen ja turvallisuuteen liittyviä vaatimuksia. Rakennustuotedirektiivin mukainen CE-merkintä tarkoittaa, että tuote on valmistettu ja sen ominaisuuksien varmentaminen suoritettu harmonisoidun tuotestandardin tai eurooppalaisen teknisen hyväksynnän mukaisesti.

### **CEN**

Eurooppalainen, kaikki muut paitsi sähkö- ja telealan kattava standardisoimisjärjestö (European Committee for Standardization)

### **CEN/TC**

CENin tekninen komitea (Technical Committee)

### **CLP**

kemikaalien luokitusta, merkintöjä ja pakkaamista koskeva EU-asetus (1272/2008) (Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures)

### **CPD**

EU:n rakennustuotedirektiivi, Construction Products Directive 89/106/EEC

### **CPDW**

juomaveden kanssa kosketuksissa olevat rakennustuotteet (Construction Products in Contact with Drinking Water)

### **CPDW-tuotehyväksyntä**

Mandaatin M 136 rev. 2 mukaisten rakennustuotteiden CE-merkinnän osa, joka liittyy tuotteen ominaisuuksiin ja soveltuvuuteen käytettäväksi kosketuksissa juomaveden kanssa. CPDW-tuotehyväksyntämenettelyn valmistelu on EU:ssa vielä kesken. Katso myös EAS.

### **CPR**

EU:n rakennustuoteasetus, Construction Products Regulation 305/2011/EU

### **direktiivi**

direktiivit ovat EU:n säädöksiä, jotka velvoittavat jäsenmaita määrittämään toimenpiteet (esimerkiksi muuttamaan lainsäädäntöä), jotta direktiivin tavoitteet saavutetaan. Kansallinen lainsäädäntö ei saa olla ristiriidassa direktiivin kanssa.

<b>DVGW</b>	saksalainen teknistieteellinen kaasu- ja vesialan yhdistys (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. - Technisch-wissenschaftlicher Verein, German Technical and Scientific Association for Gas and Water)
<b>DWD</b>	EU:n juomavesidirektiivi, Drinking Water Directive 98/83/EY
<b>DWI</b>	Drinking Water Inspectorate, juomavesiasioista vastaava taho Isossa-Britanniassa
<b>DWPLL</b>	positiivilistan raja-arvo (Drinking Water Positive List Limit)
<b>EAD</b>	eurooppalainen arviointiasiakirja (European Assessment Document). Näitä käytetään teknisiä hyväksyntöjä myönnettäessä.
<b>EAS</b>	European Acceptance Scheme, juomaveden kanssa kosketuksissa olevien rakennustuotteiden tuotehyväksyntämenettelyn kehittämisprosessi. Prosessin kehittäminen alkoi vuonna 1999. (Vuodesta 2006 CPDW-tuotehyväksyntämenettely)
<b>ECHA</b>	Euroopan kemikaalivirasto (European Chemicals Agency)
<b>EFSA</b>	Euroopan elintarviketurvallisuusviranomainen (European Food Safety Authority)
<b>EN-standardi</b>	eurooppalainen standardi (European Standard)
<b>ETA</b>	eurooppalainen tekninen arviointi (European Technical Approval). Annetaan eurooppalaisen arviointiasiakirjan (EAD) pohjalta. Aikaisemmin eurooppalainen tekninen hyväksyntä (European Technical Assessment).
<b>ETAG</b>	eurooppalaisten teknisten hyväksyntöjen suuntaviivoihin (ETAG). Nämä
<b>EU-asetus</b>	Asetukset ovat Euroopan parlamentin ja neuvoston asettamia säädöksiä, jotka sellaisenaan sitovat kaikkia jäsenvaltioita. Ne astuvat voimaan kaikissa jäsenvaltioissa samanaikaisesti ja niitä sovelletaan yhdenmukaisesti.
<b>GC-MS</b>	Kaasukromatografi-massaspektometri (gas chromatography-mass spectrometry)
<b>harmonisoitu standardi tai harmonisoitu tuotestandardi</b>	CENin tai CENELECin Euroopan komission toimeksiannosta laatima harmonisoitu eli yhdenmukaistettu tuotestandardi (hEN), josta on julkaistu ilmoitus komission virallisessa lehdessä. On käytössä koko Euroopan talousalueella, ja mahdollistaa tuotteen CE-merkinnän.
<b>ISO</b>	Kansainvälinen standardisointijärjestö (International Organization for Standardisation)
<b>juomavesi</b>	juotavaksi ja ruoanlaittoon tarkoitettu talousvesi Ihmisten käyttöön tarkoitettu vesi juomavesidirektiivin (98/83/EY) mukaisesti a) kaikki vesi, joka alkuperäisessä tilassaan tai käsittelyn jälkeen on tarkoitettu juomavedeksi, ruoanlaittoon, ruoanvalmistukseen tai muihin kotitaloustarkoituksiin

riippumatta sen alkuperästä tai siitä, toimitetaanko se jakeluverkon kautta, tankeista, pulloissa tai säiliöissä;

b) vesi, jota käytetään elintarvikkeita valmistavassa yrityksessä ihmisten käyttöön tarkoitettujen tuotteiden tai aineiden valmistukseen, jalostukseen, säilytykseen ja markkinoille saattamiseen, paitsi mikäli toimivaltaiset kansalliset viranomaiset ovat vakuuttuneita siitä, että veden laatu ei voi vaikuttaa valmiiden elintarvikkeiden terveellisyyteen.

Raportissa termiä käytetään EU-lainsäädännön sekä standardisoinnin yhteydessä. Juomavesidirektiivissä veden lämpötilaa ei ole määritelty. Katso myös talousvesi ja käyttövesi.

**käyttövesi** Kiinteistöissä käytetty sekä kylmä ja lämmin ihmisille tarkoitettu vesi. Ei sisällä lämmitykseen tarkoitettua vettä. Katso myös: talousvesi ja juomavesi.

**liite ZA** Harmonisoidun tuotestandardin opastava liite, jossa määritetään CE-merkinnän edellytykset ko. tuotteelle. Määrittelee miltä osin standardia tulee noudattaa, jotta tuote voidaan CE-merkitä.

**mandaatti** Komissio käynnistää tiettyjen (harmonisoitujen) standardien valmistelun antamalla eurooppalaisille standardisointijärjestöille toimeksiannon eli mandaatin niiden laatimiseksi.

**MetSta ry** Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry

#### **positiivilista**

toksikologisten arviointien perusteella laadittu lista aineista tai kemikaaleista, joita voidaan käyttää juomaveden kanssa kosketuksissa olevien tuotteiden valmistusaineina

#### **rakennustuote**

kaikki tuotteet, jotka on pysyvästi kiinnitetty rakennuskohteeseen, joka voi olla talonrakentamisen lisäksi myös maa- tai vesirakennuskohde

#### **REACH-asetus**

EU-asetus (1907/2006) kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoituksista (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals)

**SABO** Sveriges Allmännyttiga Bostadsföretag, toimiala- ja edunvalvontaorganisaatio, joka edustaa noin 300 yleishyödyllistä asuntoyhtiötä Ruotsissa

**SCC** EU:n rakennusalan pysyvän komitea (Standing Committee on Construction)

**SFS ry** Suomen Standardisoimisliitto ry

#### **SFS-EN-standardi**

EN-standardi, joka on julkaistu kansallisena standardina

#### **SFS-ISO tai SFS-EN ISO -standardi**

kansainvälinen standardi, joka on julkaistu kansallisena standardina Suomessa.



<b>standardi</b>	Toistuvaan toimintaan tarkoitettu yhdenmukainen ratkaisu eli määritelmä siitä, miten jokin asia pitäisi tehdä.
<b>STD</b>	erityisasiakirja (Specific Technical Documentation). STD voi korvata harmonisoidun tuotestandardin määrittelemät alkutestaukset tai -laskelmat, kun tuotestandardi harmonisoidaan rakennustuotedirektiivin mukaiseksi.
<b>talousvesi</b>	kylmä vesi, joka on määritelty terveydensuojelulaissa (763/1994) samoin kuin juomavesidirektiivin (98/83/EY) mukainen ihmisten käyttöön tarkoitettu vesi, lukuun ottamatta vesi, jota käytetään yksinomaan peseytymiseen, pyykinpesuun, siivoukseen, saniteettitarkoitukseen tai muuhun vastaavaan tarkoitukseen. Katso myös juomavesi ja käyttövesi.
<b>TFN</b>	veden makukynnystä kuvaava raja-arvo (threshold flavour number)
<b>TOC</b>	orgaanisen hiilen kokonaismäärä (total organic carbon)
<b>TON</b>	veden hajukynnystä kuvaava raja-arvo (threshold odour number)
<b>UBA</b>	Saksan ympäristövirasto (Umweltbundesamt)
<b>Water UK</b>	Vesihuoltolaitoksia edustava organisaatio Iso-Britanniassa
<b>WG</b>	Working Group. Eurooppalaisia standardeja valmisteleva työryhmä, joka toimii teknisen komitean (CEN/TC) alla
<b>WHO</b>	Maailman terveysjärjestö (World Health Organization)
<b>WSP</b>	WHO:n lanseeraama konsepti vesihuoltolaitosten riskienhallintaan raakavedestä kuluttajan hanaan (Water Safety Plan)

## Sisällysluettelo

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>LAINSÄÄDÄNTÖ</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>Rakennustuoteasetus</b> .....	<b>14</b>
2.1.1	Juomaveden kanssa kosketuksissa olevat rakennustuotteet .....	18
<b>2.2</b>	<b>Maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL)</b> .....	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>Rakentamismääräyskokoelma osa D1 "Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot" (määräykset ja ohjeet 2007)</b> .....	<b>21</b>
<b>2.4</b>	<b>Terveysturvallisuuslaki</b> .....	<b>22</b>
<b>2.5</b>	<b>Juomavesidirektiivi</b> .....	<b>22</b>
<b>2.6</b>	<b>Talousvesiasetus</b> .....	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>STANDARDISOINTI</b> .....	<b>24</b>
<b>3.1</b>	<b>Pinnoitteiden ja pinnoittamisjärjestelmien standardisointi</b> .....	<b>24</b>
3.1.1	Pinnoitteiden ja niiden testausmenetelmien standardisointi .....	25
3.1.2	Pinnoitusmenetelmien standardisointi.....	26
3.1.3	Vaihtoehtoisten saneeraustuotteiden standardit (mm. sujutusputket) .....	27
<b>4</b>	<b>TUOTTEEN KELPOISUUDEN OSOITTAMINEN ELI TUOTEHYVÄKSYNTÄ</b> .....	<b>30</b>
<b>4.1</b>	<b>CE-merkintä (Rakennustuotedirektiiviin/asetukseen perustuva tuotehyväksyntä juomaveden kanssa kosketuksissa oleville rakennustuotteille (CPDW))</b> .....	<b>30</b>
<b>4.2</b>	<b>Muut maat</b> .....	<b>31</b>
4.2.1	Iso-Britannian tuotehyväksyntämenettely orgaanisille pinnoitteille ja saneerauspinnoittamiselle.....	35
4.2.2	Iso-Britannian hyväksyntämenettely sementtilaastipinnoitukselle .....	39
4.2.3	Saksan hyväksyntämenettely orgaanisille pinnoitteille ja saneerauspinnoittamiselle..	41
4.2.4	Saksan hyväksyntämenettely sementtilaastipinnoittamiselle .....	44
4.2.5	Ruotsin tilanne.....	49
4.2.6	Suomi: vapaaehtoinen sertifikaatti vesijohtojen sisäpuolisille pinnoitusmenetelmille	51
<b>5</b>	<b>PINNOITTAMINEN NYKYTILANTEESSA</b> .....	<b>53</b>
<b>5.1</b>	<b>Pinnoittamisen yleisyys</b> .....	<b>53</b>
<b>5.2</b>	<b>Pinnoitteet</b> .....	<b>54</b>
<b>5.3</b>	<b>Orgaaniset pinnoitteet</b> .....	<b>55</b>
5.3.1	Epoksinpinnoitteet.....	55
5.3.2	Polyuretaanipinnoitteet.....	55
5.3.3	Pinnoitteista mahdollisesti liukenevat ja terveyshaittaa aiheuttavat aineet .....	56
5.3.4	Orgaanisilla pinnoitteilla pinnoittamisen työturvallisuusnäkökohtia .....	58
5.3.5	Pinnoitteiden kestävyyyteen vaikuttavat tekijät .....	59
<b>5.4</b>	<b>Sementtilaastipinnoitus</b> .....	<b>63</b>
5.4.1	Pinnoitustekniikka .....	63
5.4.2	Sementtilaastin materiaalit .....	63

5.4.3	Sementtilaastipinnoitteen kestävyteen vaikuttavat tekijät.....	64
<b>5.5</b>	<b>Kuntotutkimus .....</b>	<b>66</b>
<b>5.6</b>	<b>Vesijohtopinnoituksia tekeviä yrityksiä Suomessa .....</b>	<b>67</b>
<b>5.7</b>	<b>Rakennusvalvonnan näkökohtia vesijohtojen sisäpuoliseen pinnoittamiseen .....</b>	<b>72</b>
5.7.1	Rakennushankkeeseen ryhtyvä.....	72
5.7.2	Luvanvaraisuuden arviointi.....	72
5.7.3	Aloituskokous.....	73
5.7.4	Loppukatselmus .....	73
<b>5.8</b>	<b>Vakuutusyhtiöiden kanta vesi- ja viemäriputkien pinnoituksiin .....</b>	<b>74</b>
5.8.1	Omaisuusvakuutukset.....	74
5.8.2	Vastuuvakuutukset .....	76
<b>5.9</b>	<b>Vesijohtojen saneerauspinnoitus suunnittelun ja työmaavalvonnan näkökulmasta... 77</b>	<b>77</b>
5.9.1	Suunnitteluvaiheessa huomioitavaa .....	77
5.9.2	Valvontavaiheessa huomioitavaa .....	78
<b>6</b>	<b>VESIJOHTOJEN PINNOITTAMISEN TURVALLISUUDEN VARMISTAMINEN ...80</b>	<b>80</b>
<b>6.1</b>	<b>Pinnoitemateriaalin ominaisuudet .....</b>	<b>80</b>
<b>6.2</b>	<b>Pinnoittamisen edellytykset .....</b>	<b>80</b>
<b>6.3</b>	<b>Työsuoritus.....</b>	<b>80</b>
6.3.1	Puhdistus .....	84
6.3.2	Pinnoitus.....	84
6.3.3	Pinnoitteen tarkastus .....	84
6.3.4	Pinnoitetun putken käyttöönotto .....	85
6.3.5	Dokumentointi.....	85
<b>6.4</b>	<b>Sisäinen laadunvalvonta.....</b>	<b>85</b>
<b>7</b>	<b>SANEERAUSPINNOITUKSEN HYVÄKSYNTÄMENETTELY .....</b>	<b>88</b>
<b>7.1</b>	<b>Pinnoitteen soveltuvuuden arviointi .....</b>	<b>88</b>
<b>7.2</b>	<b>Pinnoitusmenetelmän soveltuvuus .....</b>	<b>91</b>
<b>7.3</b>	<b>Laadunvalvonta .....</b>	<b>93</b>
<b>7.4</b>	<b>Toiminnanharjoittaja ja sen henkilöstö.....</b>	<b>96</b>
<b>8</b>	<b>YHTEENVETO.....</b>	<b>97</b>
<b>8.1</b>	<b>Nykytilanne .....</b>	<b>97</b>
<b>8.2</b>	<b>Lainsäädäntö.....</b>	<b>97</b>
<b>8.3</b>	<b>Rakennusvalvonta, suunnittelu ja työmaavalvonta.....</b>	<b>99</b>
<b>8.4</b>	<b>Standardisointi.....</b>	<b>99</b>
<b>8.5</b>	<b>Vesijohtojen saneerauspinnoittaminen muissa maissa.....</b>	<b>100</b>
<b>8.6</b>	<b>Pinnoitteiden turvallisuuden arviointi.....</b>	<b>100</b>
<b>8.7</b>	<b>Työsuoritus.....</b>	<b>101</b>
<b>8.8</b>	<b>Laadunvalvonta .....</b>	<b>101</b>
<b>8.9</b>	<b>Jatkoselvitystarpeet .....</b>	<b>102</b>
<b>9</b>	<b>JOHTOPÄÄTÖKSET .....</b>	<b>103</b>

## 1 Johdanto

Vesi- ja viemäriputkien saneeraus on ajankohtainen asia vesijärjestelmien verkostojen ikääntymisen vuoksi. Saneerauksessa on käytössä monia menetelmiä, ja putkien sisäpuolinen pinnoitus on useissa tapauksissa korvannut esimerkiksi viemäriputkien uusimisen. Pinnoituksia tehdään myös talusvesijohtoihin sekä kiinteistöissä että vesihuoltolaitosten verkostoissa. Kiinteistöjen käyttövesijohdoissa käytetään Suomessa epoksinpinnoitteita ja vesihuoltolaitosten verkostoissa sementtilaastipinnoitteita. Tässä raportissa käsitelläänkin vain orgaanisia ja sementtipohjaisia pinnoitteita, jotka levitetään tai ruiskutetaan suojattavalle pinnalle. Orgaaniset pinnoitteet ovat maali- tai lujitemuovipinnoitteita, joiden sideaine on jokin orgaaninen, suurimolekyylinen polymeeri tai reaktiokykyinen pienimolekyylinen lakkahartsit. Synteettiset hartsit ovat yleisimmin käytettyjä sideaineita. Raportin aineistoa voidaan hyödyntää myös sukutukseen perustuvassa saneerauksessa, jossa putkeen asennettavan sukan päälle levitetään jotain hartsiseosta, esim. epoksia.

Veden ja sen kanssa kosketuksissa olevien materiaalien vuorovaikutusilmiöt voivat aiheuttaa veden laadun heikentymistä tai epätoivottuja materiaali muutoksia. Metallisten materiaalien korrosio on esimerkki vuorovaikutuksista, joista voi seurata ennenaikaisia vaurioita. Orgaanisista materiaaleista (muovit, kumit, maalit, tms.) liukenevat aineet voivat olla terveydelle haitallisia tai aiheuttaa haju- ja makuhaittoja. Liukeneminen on yleensä voimakkainta käytön alkuvaiheessa ja heikentyy tai loppuu kokonaan ajan myötä. Materiaalista veteen liukenevat aineet voivat myös olla mikrobien ravinteita, jolloin bakteerit ja biofilmit voivat lisääntyä ja aiheuttaa haittoja. Vaikka talusvesi puhdistetaan ja desinfioidaan vesihuoltolaitoksella, verkostossa on aina mikrobeja, jotka muodostavat nopeasti biofilmin putkien sisäpinnoille. Biofilmiin mikrobisto koostuu pääosin terveydelle haitattomista bakteereista, mutta biofilmit voivat tarjota suojapaikan myös terveydelle haitallisille mikrobeille kuten mykobakteereille ja keuhkokuumetta aiheuttaville legionella-bakteereille.

Tällä hetkellä vesijohtopinnoittamisen tilanne on monin osin sekava. Pinnoitteille ei kuitenkaan ole käytössä yhtenäistä laadunvalvontaa tai hyväksyntää. Epoksinpinnoitteiden talusvesikelpoisuutta osoitetaan nyt ulkomaisilla sertifikaateilla tai VTT:n asiantuntijalausunnoilla. Sementtilaastipinnoitteiden turvallisuusarviointeja ei ole tehty. VTT Expert Services Oy:n vesijohtojen saneerauspinnoittamisen sertifikaattia, jossa asetetaan vaatimuksia orgaanisten pinnoitteiden ominaisuuksille, pinnoittamistyölle ja laadunvalvonnalle, ei ole toistaiseksi yhdelläkään yrityksellä. Toisaalta tämän sertifikaatin edellyttämä pinnoitteen talusvesikelpoisuuden arviointi ei ole kaikilta osin kattava. Rakennusvalvonnan käytännöt vaihtelevat eri paikkakunnilla.

Talusvesiverkoston pinnoitteiden tulee olla turvallisia siten, että niistä ei liukene veteen mitään ihmisten terveydelle haitallista. Työn huolellisuuteen tulee kiinnittää erityistä huolellisuutta, jotta pinnoitteiden kovettuminen tapahtuu optimaalisesti. Ellei työn huolellisuuteen kiinnitetä riittävästi huomiota, pinnoitteista voi liueta aineita, joiden mahdollisesti aiheuttamasta terveyshaitasta ei ole vielä täyttä tietoa.

Rakennustuoteasetuksen voimaantulon myötä 1.7.2013 alkaen CE-merkintä on pakollinen harmonisoitujen tuotestandardien piiriin kuuluville rakennustuotteille. Juomaveden kanssa kosketuksissa oleville rakennustuotteille tulee CE-merkintään vaatimuksia, joiden avulla varmistetaan tuotteiden turvallisuus. Tämä nk. CPDW-tuotehyväksyntä (Construction Products in Contact with Drinking Water) koskee lähtökohtaisesti tehdasvalmisteisia tuotteita, mutta sen

periaatteita voidaan soveltaa myös pinnoitemateriaalien kelpoisuuden arviointiin. Pinnoitteiden tulisi siis täyttää samat vaatimukset kuin tulossa oleva EU:n tuotehyväksyntä edellyttää tehdasvalmisteisille rakennustuotteille, joita käytetään kosketuksissa juomaveden kanssa. CPDW-tuotehyväksyntämenettelyn periaatteiden mukaan tuotteissa voidaan käyttää vain turvallisiksi todettuja materiaaleja, ja itse tuote testataan standardisoiduilla menetelmillä ja testivesillä mm. haitallisten aineiden liukenemisen tai biofilmien muodostumisen toteamiseksi. Testausmenettelyt eivät ole samanlaiset kaikille tuotteille, vaan tarvittavat testaukset päätetään tuote- ja materiaalikohtaisesti suoritetun riskinarvioinnin perusteella.

Turvallisen ja kestävänsaneerauspinnoituksen edellytyksenä on pinnoitemateriaalin testauksen lisäksi työsuorituksen huolellisuus kaikissa vaiheissa. Pinnoitettava putki pitää puhdistaa kerrostumista, ruosteesta ja epäpuhtauksista, sillä pinnoittaminen onnistuu luotettavasti vain puhtaille ja kuiville pinnoille. Mikäli puhdistaminen ei onnistu, pinnoittaminen ei ole oikea saneerausvaihtoehto. Pinnoituslaitteiston ja työmenetelmien on oltava asianmukaisia, jotta putkien sisäpinnoille saadaan tasainen, hyvin pinnassa kiinnipysyvä kerros. Pinnoitteen tulee antaa kovettua täysin, jotta se saavuttaa lopulliset ominaisuutensa. Huolto- ja kuntotarkastussuunnitelmien tulee olla osa menetelmäkuvausta, ja niihin tulee sisältyä myös kuvaus mahdollisista rajoituksista tulevissa verkoston muutostöissä. Työsuorituksen huolellisuus kaikissa vaiheissa on ratkaisevaa hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi.

Jyrki Kataisen hallituksen ohjelmaan 22.6.2011 on kirjattu, että sosiaali- ja terveysministeriön johdolla laaditaan kansallinen talousveden turvallisuussuunnitelma, jonka tavoitteena on turvallisen talousveden varmistaminen kaikissa tilanteissa. Kirjaus tarkoittaa ns. Water Safety Plan -mallin (WSP) toimeenpanoa. WSP perustuu Maailman terveysjärjestön (WHO) esittämään toimintamalliin, jossa talousveden turvallisuus varmistetaan kokonaisvaltaisella riskienhallinnalla raakaveden muodostumisalueelta vedenottamon, veden käsittelyn ja vedenjakelun kautta veden käyttäjän hanaan asti. Vesijohtoverkostojen osalta WSP tarkoittaa sitä, että verkostojen varmuutta lisätään ja veden kanssa kosketuksiin joutuvien rakennusmateriaalien (putket, liittimet, pinnoitteet) turvallisuus varmistetaan. Koska saneerauspinnoittaminen on yleistynyt ja lisääntynee myös jatkossa, tarvitaan kansallista ohjeistusta ja valvontaa saneerauspinnoitusten hyvän lopputuloksen ja talousveden laadun varmistamiseksi. Ohjeistusta ja valvontaa tarvitaan siihen, mitä pinnoittajan omalta laadunvalvonnalta edellytetään eli mitä seurataan, mitataan ja dokumentoidaan, sekä ulkopuolisen laadunvalvonnan sisältö ja toimeenpanija. Myös henkilö- tai yrityskohtaisen sertifiointin tarvetta pätevyyden osoittamiseksi olisi arvioitava.

Tässä raportissa kuvataan lainsäädäntöä sekä rakennustuotteille että juomavedelle/talousvedelle sekä rakennustuotteiden CE-merkintää erityisesti juomaveden kanssa kosketuksissa olevien tuotteiden näkökulmasta. Myös pinnoittamisen ja pinnoitusmenetelmien standardisoinnin tilannetta on käsitelty. Koska vesijohtojen saneerauspinnoitusmenetelmiä ei ole standardisoitu, raportissa esitellään viemäriputkien pinnoitusmenetelmien standardeja sekä muiden vaihtoehtoisten saneerausmenetelmien standardisointia. Näitä standardeja voidaan hyödyntää esimerkkeinä pinnoittamisen standardisoinnista. Lisäksi on lyhyesti esitetty orgaanisiin ja sementtipohjaisiin pinnoitteisiin on liittyviä standardeja sekä juomaveden kanssa kosketuksissa olevien tuotteiden/materiaalien testausmenetelmien standardeja.

Tuotteen kelpoisuuden osoittaminen eli tuotehyväksyntään on EU-maissa vaihtelevia käytäntöjä. Tulevan CPDW-tuotehyväksyntäjärjestelmän tavoitteena on harmonisoida näitä juomavesijärjestelmien rakennustuotteiden hyväksyntämenettelyjä. Koska paikalla tehtävien saneerauspinnoitteiden kuuluminen CPDW-tuotehyväksynnän piiriin on epävarmaa ja koko CPDW-menettelyn käyttöönotto on edelleen viivästynyt, projektissa selvitettiin muissa maissa käytössä olevia hyväksyntämenettelyjä. Putkien saneerauspinnoituksia on tehty mm. Iso-

Britanniassa jo jonkin aikaa, ja siellä on käytössä kattavat sertifiointimenettelyt pinnoiteaineille, pinnoituslaitteistoille sekä pinnoittajille. Myös Saksassa on viranomaislähtöiset hyväksyntävaatimukset juomaveden kanssa kosketuksissa oleville pinnoitteille, mutta kiinteistöjen vesijohtojen epoksinnoitukselle tarkoitettu DVGW-sertifiointi ei ole enää voimassa. Raportissa kuvataan Iso-Britannian ja Saksan hyväksyntämenettelyt pinnoitteille ja/tai pinnoittamiselle. Ruotsissa tilanne on sama kuin Suomessa eli saneerauspinnoitteille ei ole hyväksyntämenettelyä. Siellä on viime vuosina käyty epoksinnoittamisen turvallisuuteen liittyvää keskustelua, jota raportissa on myös kuvattu. Raportissa esitellään lyhyesti myös vapaaehtoiseen VTT Expert Services Oy:n vesijohtojen saneerauspinnoittamisen sertifikaattiin liittyvät testaukset.

Projektissa selvitettiin vesijohtojen saneerauspinnoittamisen toimijoita ja nykytilannetta Suomessa. Toimijoita ovat mm. pinnoitusta tekevät yritykset, rakennusvalvonta, vakuutusyhtiöt, suunnittelutoimistot ja työmaavalvojat. Raportissa kuvataan kirjallisuustiedon pohjalta nykyisin Suomessa käytössä olevat pinnoitteet, joita ovat sementtillaasti vesihuollon ja epoksinnoitteet kiinteistöjen verkostoissa. Polyuretaanipinnoite otettiin mukaan raporttiin, vaikka sitä ei ainakaan toistaiseksi käytetä Suomessa, sillä Iso-Britanniassa se on korvannut epoksinnoitteen vesilaitosten vesijohtojen pinnoittamisessa.

Lopuksi raportissa kuvataan toimenpiteitä, jotka tähtäävät pinnoittamisen laadun varmistamiseen sekä annetaan ehdotus hyväksyntämenettelyksi pinnoitteelle ja pinnoittamisen menetelmälle.

## 2 Lainsäädäntö

Euroopan unionin lainsäädäntöä ovat asetukset, direktiivit, päätökset ja muunlaiset säädökset. Asetukset ovat säädöksiä, jotka ovat sellaisenaan sovellettavaa lainsäädäntöä kaikissa jäsenvaltioissa. Ne tulevat voimaan kaikissa jäsenvaltioissa samanaikaisesti ja niitä sovelletaan yhdenmukaisesti. Kansallinen lainsäädäntö ei saa olla ristiriidassa asetuksen kanssa. Direktiivit ovat säädöksiä, jotka velvoittavat jäsenmaata muuttamaan omaa kansallista lainsäädäntöään direktiivin mukaiseksi määräajan kuluessa. Direktiivi siis implementoidaan kansalliseen lainsäädäntöön, ja direktiivin tavoitteet voidaan vapaasti kirjoittaa kansalliseen lainsäädäntöön. Direktiivit eivät yleensä ole sovellettavaa lainsäädäntöä jäsenmaissa, vaan niissä noudatetaan kansallisia säädöksiä, joilla direktiivi on implementoitu. Kansallinen lainsäädäntö ei saa olla ristiriidassa EU-säädösten kanssa. Ristiriitatilanteissa noudatetaan EU-säädöksiä.

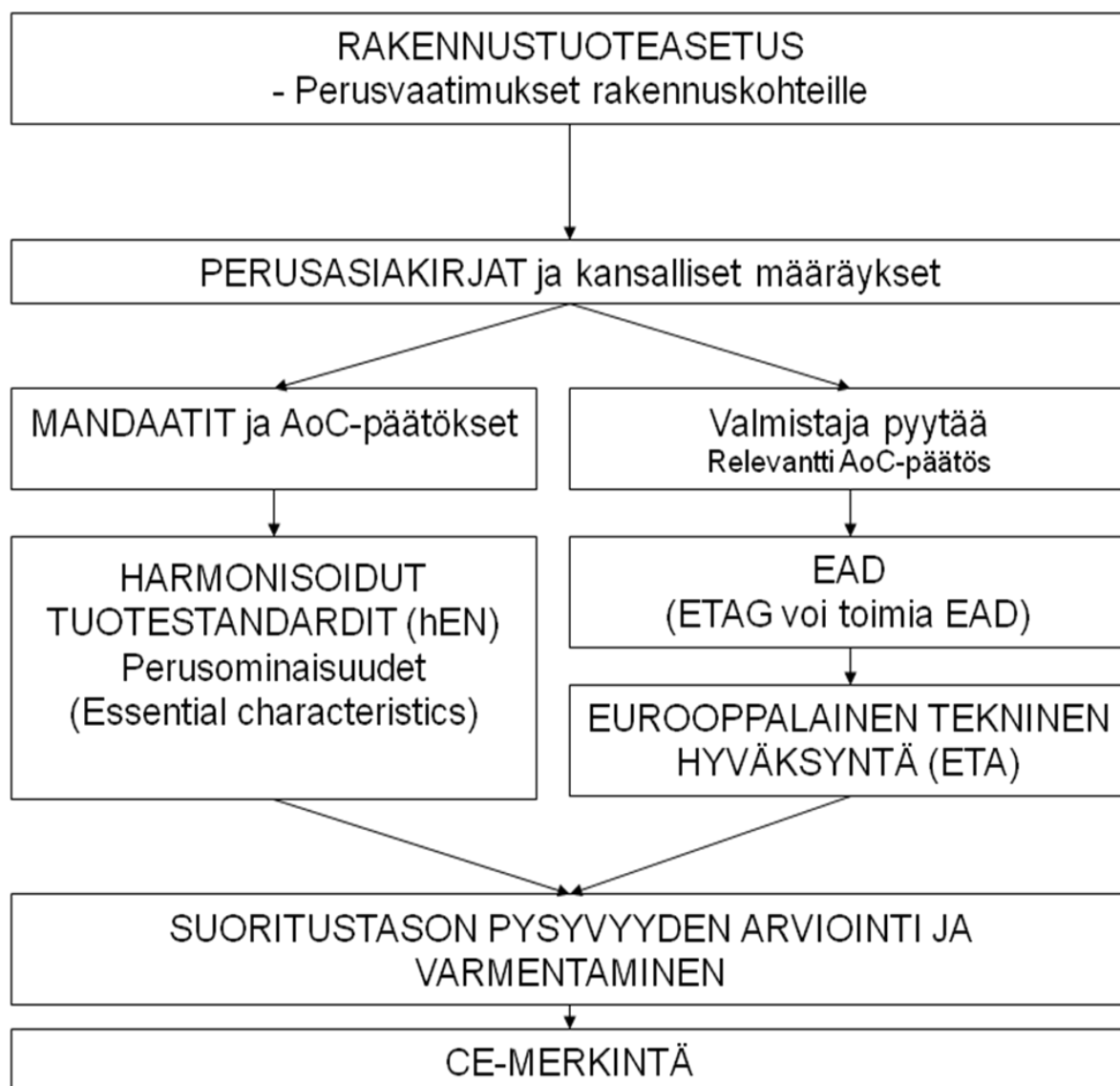
### 2.1 Rakennustuoteasetus

Rakennustuotedirektiivi (89/106/ETY) on uusittu. Uusittu versio on rakennustuoteasetus (305/2011/EU), joka on EU-asetus ja voimassa jäsenmaissa sellaisenaan. Rakennustuoteasetus tuli voimaan osittain 24.4.2011 ja se tulee voimaan kokonaisuudessaan 1.7.2013.

Rakennustuoteasetus aiheuttaa sen, että sen kanssa päällekkäisiä tai ristiriitaisia säädöksiä joudutaan kumoamaan. Tällaisia säädöksiä on laissa ja asetuksessa rakennustuotteiden hyväksynnästä (230/2003), laissa liikenneväylien ja yleisten alueiden rakennustuotteiden hyväksynnästä (787/2007) ja pelastuslaitteiden laitelaisissa (10/2007). Näillä säädöksillä rakennustuotedirektiivi on pääosin implementoitu aikoinaan suomalaiseen lainsäädäntöön. Suomessa ei kumota vain tiettyjä pykäläitä, vaan tuotehyväksyntälaki kirjoitetaan kokonaan uudestaan. Tarkoitus on, että uusi laki tulee voimaan 1.7.2013, jolloin rakennustuoteasetus kumoaa rakennustuotedirektiivin. Rakennustuotedirektiivi on implementoitu myös osin maankäyttö- ja rakennuslailla, jonka pykäläitä joudutaan myös tarkistamaan.

#### *CE-merkintäjärjestelmä 1.7.2013 jälkeen*

Vaikka rakennustuoteasetus on kirjoitettu kokonaan uusiksi ja on paljon pitempi ja yksityiskohtaisempi kuin rakennustuotedirektiivi, moni asia ja menettely jäävät samoiksi. Valitettavasti on terminologiasanastoa osin tarpeettomasti muutettu. Pääreitti CE-merkintään on edelleen harmonisoidut tuotestandardit. Kuvassa 2.1 on kuvattu näitä kahta reittiä.



**Kuva 2.1** CE-merkintään johtavat reitit. Pääreitti CE-merkintään on harmonisoidut tuotestandardit. AoC-tarkoittaa vaatimustenmukaisuuden osoittamismenettelyä. Rakennustuoteasetuksessa käytössä on AVCP-luokalla. EAD on eurooppalainen arviointiasiakirja, jota käytetään ETAA myönnettäessä. Aikaisemmin käytössä oli ETAG eli eurooppalainen tekninen hyväksyntäohje, joka korvautuu EAD:lla.

Valmistajan on tehtävä suoritustasoilmoitus, jos tuote kuuluu rakennustuoteasetuksen mukaan harmonisoidun tuotestandardin piiriin tai tuote vastaa sille annettua eurooppalaista teknistä arviointia (ETA). Suoritustasoilmoituksen sisällöstä on ohjeet asetuksessa. Jos valmistaja on tehnyt suoritustasoilmoituksen, on hänen CE-merkittävä tuotteensa. Rakennustuotedirektiivissä ei ole suoritustasoilmoitusvaatimusta. Suoritustasoilmoitus korvaa rakennustuotedirektiivin vaatiman valmistajan vakuutuksen.

Suoritustasoilmoituksen laatimiseen on annettu kolme poikkeusta. Ensinnäkin valmistaja voi jättää tekemättä suoritustasoilmoituksen, jos tuote on muu kuin sarjavalmistettava tuote ja jos valmistaja itse asentaa tuotteensa rakennuskohteeseen. Komissio tulee laatimaan yhdessä rakennusalan pysyvän komitean kanssa ”muun kuin sarjavalmistettavan” määritelmän tulkintapuitteet. Toiseksi valmistaja voi jättää suoritustasoilmoituksen tekemättä, jos tuote



valmistetaan rakennuspaikalla. Kolmas poikkeus on silloin, kun rakennustuote valmistetaan suojeltuun kohteeseen. Poikkeuksia voidaan supistaa Euroopan tason tai kansallisilla säädöksillä. Nämä kolme poikkeusta eivät kovin paljon eroa rakennustuotedirektiivin nykyisestä käytännöstä.

Mandaatin yhteydessä määritetään tai on määritetty rakennustuotedirektiivin aikana, mikä suoritustason pysyvyyden arviointi- ja varmennusjärjestelmä rakennustuotteelle tai tuoteryhmälle käyttökohteittain valitaan. Rakennustuotedirektiivin aikana näitä on kutsuttu vaatimustenmukaisuuden osoittamisjärjestelmiksi. Perusvalintakriteeri on valita vähiten työläs menettely huomioiden terveellisyys- ja turvallisuusnäkökohdat. Taulukossa 2.1 on esitelty, mitä eri kontrollikeinoja on kussakin luokassa käytetään. Tiukin vaatimustaso on luokassa 1+, jossa vaaditaan yrityksen sisäinen laadunvalvonta, tyyppitestausta ja jatkuva ulkoinen laadunvalvonta.

**Taulukko 2.1** CE-merkintään liittyvän suoritustason pysyvyyden arviointi- ja varmennusjärjestelmät.

Kontrollikeinot	1+	1	2+	3	4
Tuotannon sisäinen laadunvalvonta	V	V	V	V	V
Tehtaalla testausohjelman mukainen lisätestausta	V	V	V		
Tuotetyypin määrittäminen tyyppitestausta, -laskennan, taulukkoarvojen jne. perusteella	TS	TS	V	L	V
Tuotantolaitoksen ja tuotannon sisäinen laadunvalvonnan alkutarkastus	TS	TS	LS		
Tuotannon sisäisen laadunvalvonnan jatkuva valvonta, arviointia ja arviointia	TS	TS	LS		
Pistokoetestausta ennen tuotteen saattamista markkinoille	TS				

V= Valmistaja

L = testauslaboratorio

LS = laadunvalvonnan sertifiointilaitos (laadunvalvonnan vaatimustenmukaisuustodistus)

TS = tuotesertifiointilaitos (sertifikaatti tuotteen suoritustason pysyvyydestä)

### *Arvioita harmonisoiduista tuotestandardien kattavuudesta ja kehittämisestä*

Rakennustuotedirektiivissä ja rakennustuoteasetuksessa harmonisoidut tuotestandardit ovat pääreitti CE-merkintään ja sitä kautta EU:n sisämarkkinoille. Harmonisoiduista tuotestandardeista käytetään myös nimitystä yhdenmukaistetut tuotestandardit.

Jotta rakennustuotedirektiivin ja -asetuksen mukaan harmonisoitua tuotestandardia voi käyttää CE-merkintään, on viittaus standardiin julkaistava EU:n virallisessa lehdessä. Viittauksen yhteydessä standardille annetaan siirtymäaika. Siirtymäajan alku tarkoittaa sitä, että siitä lähtien CE-merkintä on mahdollista. Siirtymäajan kuluessa on voinut käyttää rinnan CE-merkinnän kanssa vanhoja kansallisia hyväksyntöjä. Siirtymäajan loppu tarkoittaa sitä, että sen jälkeen tuotteen CE-merkintä on pakollista.

Jos standardia muutetaan, joudutaan tekemään uusi viittaus EU:n virallisessa lehdessä ja asettamaan uusi siirtymäaika. Uuden siirtymäajan kuluessa voi käyttää CE-merkintää, joka perustuu vanhaan tai muutettuun standardiin. Siirtymäajan loputtua on käytettävä ainoastaan muutettuun standardiin perustuvaa CE-merkintää.

Rakennustuotedirektiivin aikana Suomessa ei ole ollut tällaista yleistä CE-merkinnän pakollisuutta, vaan asiasta on täytynyt erikseen säätää tuotekohtaisesti. Näin ei ole juurikaan tehty.

Poikkeuksena ovat esim. savupiipputuotteet, joille on monia harmonisoituja tuotestandardeja. CE-merkintä on pakollista näiden standardien mukaisesti.

Rakennustuoteasetus merkitsee suurta muutosta Suomessa CE-merkinnän tullessa yleisesti pakolliseksi harmonisoitujen tuotestandardien siirtymäaikojen päättyessä. Asetuksen mukaan siirtymäajan (käytetään nimitystä rinnakkainen voimassaoloaika) alkamispäivä mahdollistaa suoritustasoilmoituksen tekemisen, joka on CE-merkinnän edellytys. Päätymispäivä merkitsee suoritustasoilmoituksen ja CE-merkinnän pakollisuuden alkamista.

Elokuussa 2011 oli EU:n virallisessa lehdessä tehty viittaus 412 harmonisoituun tuotestandardiin. CEN:n tavoite on vajaan 600 harmonisoitua tuotestandardia. Harmonisoitujen tuotestandardien tarkkaa määrää ei tiedä kukaan. Niiden määrä lisääntyy sitä mukaan, kun

- jo olemassa olevien mandaattien mukaista työtä saatetaan loppuun
- komissio antaa uusia mandaatteja
- olemassa olevien mandaatteja laajennetaan.

Uusia mandaatteja tai mandaattien muutoksia voivat pyytää standardisointijärjestöt (teollisuus) tai jäsenvaltiot. Huomioiden myös eurooppalaiset tekniset arvioinnit rakennustuoteasetuksen soveltamisaluetta voidaan siten pitää ainakin osin markkinaehtoisena.

Standardien kattavuus lisääntyy, kun mandaattien muutoksilla lisätään soveltamisaloja ja ominaisuuksia. Esimerkkinä tästä on puulevymandaatti, johon Suomi pyysi lisättävän puulevyjen käyttö tuulensuojatarkoituksessa ja jäykistävänä rakenteena. Nyt puulevyjen harmonisoitua tuotestandardia SFS-EN 13986 ollaan muuttamassa siten, että nämä käyttökohteet sisältyvät standardiin. Samalla näitä koskeva kansallinen tyyppihyväksyntä poistuu.

### *Eurooppalaiset tekniset arvioinnit*

Rakennustuoteasetuksen myötä eurooppalaisista teknisistä hyväksynnöistä tulee eurooppalaisia teknisiä arviointeja. Kummankin lyhenne on ETA.

ETA on sekä rakennustuotedirektiivin että rakennustuoteasetuksen mukaan harmonisoituja tuotestandardeja täydentävä reitti CE-merkintään. Jos tuote ei ole standardisoinnin piirissä, antaa ETA valmistajalle mahdollisuuden CE-merkintään ja sitä kautta pääsyn EU:n sisämarkkinoille. ETA:n hankkiminen on vapaaehtoista. Valmistajalla ei ole silloinkaan juridista pakkoa hankkia ETA, kun toinen vastaavan kilpailevan tuotteen valmistaja on sellaisen saanut. Valistuneet asiakkaat voivat tosin "pakottaa" valmistajan hankkimaan ETA:n.

Eurooppalaisia teknisiä hyväksyntöjä ovat myöntäneet kansallisesti nimetyt elimet. Ympäristöministeriö on nimennyt VTT:n Suomessa tällaiseksi myöntäväksi elimeksi. Näiden elinten eurooppalainen yhteistyöjärjestö on EOTA.

Eurooppalainen tekninen hyväksyntä saattaa perustua joko eurooppalaisten teknisten hyväksyntöjen suuntaviivoihin (ETAG) tai CUAP-menettelyyn, joiden asiakirjat valmistellaan ETA-elinten yhteistyönä. Jos samanlaiselle tuotteelle on useampia valmistajia ja ETA-hakijoita, niin valmistellaan ETAG. Nämä voi lukea ja tulostaa englanniksi EOTA:n sivuilta ([www.eota.be](http://www.eota.be)). Hyväksyntöjen suuntaviivoja on hyväksytty kolmisen kymmentä. CUAP-menettely tarkoittaa minisuuntaviivojen luomista yksittäisen tuotteen arvioimiseksi ja hyväksymiseksi. CUAP-asiakirja luodaan kansallisten ETA-elinten toimesta. Sitä ei ole julkisesti saatavissa. Voimassa olevien hyväksyntöjen kansilehdet voi lukea ja tulostaa EOTA:n kotisivulta, mutta kopion varsinaisesta

eurooppalaisesta teknisestä hyväksynnästä saa valmistajalta. Vuoden 2011 alussa hyväksyntöjä on myönnetty noin 2200 kappaletta, joista 1800 perustuu johonkin eurooppalaisen teknisen hyväksyntöjen suuntaviivoihin. VTT on myöntänyt tämän mennessä (syyskuu 2011) 52 ETA-hyväksyntää. Ne käsittävät varsin monenlaisia tuotteita.

Rakennustuoteasetuksen mukaan eurooppalainen tekninen arviointi perustuu eurooppalaiseen arviointiasiakirjaan (European Assessment Documentation EAD). EAD on julkinen asiakirja, jonka on tulevaisuudessa luettavissa EOTA:n (TAB:jen keskusorganisaation) kotisivulta. Komissio julkaisee luettelon arviointiasiakirjojen viitetiedoista EU:n virallisessa lehdessä. Useimmista hyväksyntöjen suuntaviivoista tulee eurooppalaisia arviointiasiakirjoja. Sama EAD voi toimia useamman ETA:n pohjana.

ETA-asiakirjaa on haluttu saada enemmän standardien kaltaiseksi. ETA:a voitaneen jatkossa pitää standardisoinnin esiasteena. EOTA:lle annettuja mandaatteja on alettu siirtämään CEN:lle eli joidenkin ETAG/EAD-asiakirjojen pohjalta valmistellaan harmonisoituja tuotestandardeja. ETA:n myöntäminen on markkinaehtoista toimintaa ja ETA-laitosten tulee kilpailla keskenään. Valmistajan ei ole pakko hakea ETA:a oman maansa laitokselta, vaan miltä tahansa pätevältä ETA-laitokselta. Komissio rahoittaa EOTA:n toimintaa.

Rakennustuoteasetuksessa ETA-laitosten pätevyysvaatimuksia on haluttu kiristää. Ei ole enää yleistä pätevyyttä, vaan 35 pätevyysaluetta. Muut ETA-laitokset arvioivat toisensa pätevyyskiä tietyin väliajoin. Periaatteessa ETA-laitoksen toimilupa voidaan peruuttaa, jos sen toiminta ei täytä vaatimuksia. Pienillä ETA-laitoksilla tullee olemaan ongelmia täyttää pätevyysvaatimuksia. VTT on hakenut pätevyyttä toimia rakennustuoteasetuksen aikana teknisiä arviointeja myöntävänä laitoksena.

Vaikka ETA:ja on myönnetty hyvinkin monenlaisille tuotteille, sitä ei ole myönnetty tiettävästi juomaveden kanssa kosketuksiin joutuville tuotteille. On haluttu, että CEN luo tietyn pohjan testauksille, materiaaleille ja ominaisuuksille. ETA-reitti voi olla mahdollinen, kun ensimmäiset harmonisoidut tuotestandardit ilmestyvät koskien juomaveden kanssa kosketuksiin joutuvia rakennustuotteita.

### 2.1.1 Juomaveden kanssa kosketuksissa olevat rakennustuotteet

Rakennustuoteasetus koskee kaikkia rakennustuotteita. Asetusta (ja rakennustuotedirektiiviä) toteutetaan harmonisoitujen tuotestandardien soveltamisen kautta. Komissio on antanut CEN:lle mandaatteja valmistella harmonisoituja tuotestandardeja.

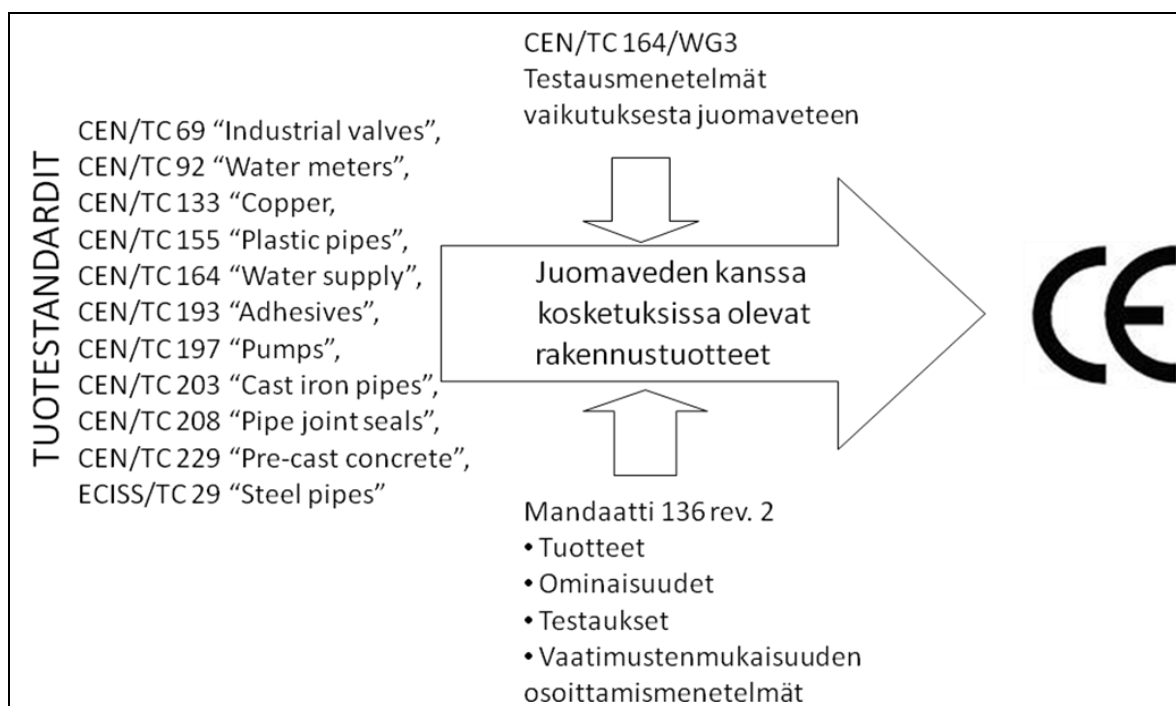
Juomaveden kanssa kosketuksissa oleville tuotteille komissio on antanut mandaatin M 136 (Construction products in contact with water intended for human consumption). Mandaatti koskee rakennustuotteita, jotka liitetään kiinteäksi osaksi järjestelmää, jolla kuljetetaan, varastoidaan tai jaetaan juomavettä vedenottamolta vesipisteeseen saakka. Tämä koskee niin julkisia kuin yksityisiä toimijoita. Mandaatti tulee kattamaan vähintään 80 tuotestandardia. Nämä standardit ovat pitkälti muuten valmiita, mutta testaus vuorovaikutuksista juomaveden kanssa puuttuu.

Rakennustuotteita koskeva mandaatti M 131 koskee rakennustuotteiden olennaisia vaatimuksia, jotka kohdistuvat mekaaniseen lujuuteen, paloturvallisuuteen, hygieniaan, käyttöturvallisuuteen ja meluntorjuntaan liitettäviä ominaisuuksia. Mandaatin M 131 pohjalta syntyy harmonisoituja tuotestandardeja, jotka koskevat vesijohtoverkostoon liitettäviä tuotteita, mutta niissä ei

periaatteessa saisi kulkea juomavedeksi tarkoitettua vettä. Mandaatti M 136 on hyvin samanlainen kuin mandaatti M 131 (Pipes, tanks and ancillaries not in contact with water intended for human consumption). Keskeinen ero mandaattiin M 131 on, että mandaattiin M 136 on lisätty yksi uusi ominaisuus "Fitness for Contact with Drinking Water", jolloin se kattaa juomaveden.

Suurimmat ryhmät, jotka ovat elokuussa 2011 toistaiseksi harmonisoitujen tuotestandardien ulkopuolella ja jotka ovat tekeillä, ovat juomaveden kanssa kosketuksiin joutuvat rakennustuotteet. Rakennustuotteiden CE-merkintä etenee, sillä CEN on hyväksynyt mandaatin M 131 työohjelman jo vuonna 1999 ja sen alla standardeja on harmonisoitu ja harmonisoidaan edelleen.

Juomaveden kanssa kosketuksissa olevia rakennustuotteita koskeva päivitetty mandaatti M136 annettiin CENille noin kymmenen vuotta sitten. Sen päivitetty versio mandaatti M 136 rev. 2 hyväksyttiin CENissä vuonna 2010. Testausstandardien harmonisointityö on menossa. Testausstandardeja tätä mandaattia koskien on erityisesti CEN/TC 164 Water Supply (Vesijärjestelmät) teknisessä komiteassa. Kuvassa 2.2 on esitetty juomaveden kanssa kosketuksissa olevien rakennustuotteiden menettelyä CE-merkintään.



**Kuva 2.2** Juomaveden kanssa kosketuksissa olevien rakennustuotteiden CE-merkintä. Tuotestandardit valmistellaan mainituissa teknisissä komiteoissa. Jotta tuotestandardi voidaan harmonisoida (ja tuote voi saada CE-merkinnän), tuotestandardin tulee huomioida rakennustuotedirektiivin (ja asetuksen) vaatimukset ja tuotestandardissa tulee viitata harmonisointuihin testausmenetelmiin. Näitä valmistellaan teknisen komitean työryhmässä CEN/TC 164/WG3.

Mandaatissa on lueteltu tuoteryhmät, joita mandaatti koskee. Juomaveden kanssa kosketuksissa oleville tuotteille tarkoitettussa mandaatissa M 136 rev 2 on mainittu pinnoitteet (linings, coatings), joihin epoksinnoitteet voisivat lukeutua. Mandaatissa todetaan "CEN shall determine whether and how specific product standards will be developed for these products. The coated products shall be tested as such, but the coatings may need to be CE Marked. -- Factory made and in-situ products shall be considered."

Edelleen standardien valmistelu on hidasta. Ilman voimakasta teollisuuden painostusta komissiota kohtaan ei tapahdu mitään. On todennäköistä, että neljä maata Ranska, Iso-Britannia, Saksa, Hollanti, jotka antavat pakollisia hyväksyntöjä omissa maissaan jo nyt, kehrittelevät omia systeemejään eteenpäin. Maille tulee omat positiivilistat jne. Tämä voi tulla hyvinkin kalliiksi näihin maihin vieville yrityksille.

### *Tarve muuttaa kansallisia määräyksiä*

On kaksi syytä, jotka aiheuttavat tarpeen uusia käytännössä kaikki rakentamismääräyskokoelman osat. Ensimmäinen on rakennustuoteasetus. Rakennustuoteasetuksen mukaan ”menetelmissä, joita jäsenvaltiot käyttävät rakennuskohteita koskevissa vaatimuksissa, ja muissa kansallisissa määräyksissä, jotka koskevat rakennustuotteiden perusominaisuuksia, olisi noudatettava yhdenmukaistettuja teknisiä eritelmiä” (harmonisoitu tuotestandardi tai eurooppalainen arviointiasiakirja). Kansallisten määräysten laatiminen ei onnistu ilman, että viitataan suoraan tai epäsuorasti eurooppalaisiin harmonisoituihin tuotestandardeihin ja niiden viitestandardeihin. Kansalliset viranomaiset voivat asettaa vaatimuksia, jotka perustuvat harmonisoituihin ominaisuuksiin. Kansallisesti voidaan asettaa vain näille ominaisuuksille vaatimustasoja.

Toinen syy on uuden perustuslain tulkinta. Rakentamisen hallinto on arvioimassa rakentamisen säädösten hierarkiaa ja säädösten kirjoittamistapaa. Tästä tulee erillinen asiakirja myöhemmin.

Usein juomaveden kanssa kosketuksiin joutuvien harmonisoitujen tuotestandardien valmistelu voi pohjautua vastaaviin tuotestandardeihin, jotka koskevat muuta vettä kuin juomavettä. Näihin lisätään ominaisuuden ”Fitness for Contact with Drinking Water” testaus ja arviointi. Tämä valmistelu on ollut hidasta johtuen neljän jäsenmaan sertifiointilaitoksen vastustuksesta. Tästä syytä on syytä pohtia, tarvitaanko Suomessa omaa laajempaa kansallista hyväksyntämenettelyä kuin mitä nykyiset tyyppihyväksynät edustavat. Espanja on lähtenyt tälle tielle.

## **2.2 Maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL)**

Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) tuli voimaan 1.1.2000. Rakentamisen ohjauksen tavoitteena on lain mukaan edistää muun muassa (12 §):

- hyvän ja käyttäjän tarpeita palvelevan, turvallisen, terveellisen ja viihtyisän elinympäristön aikaansaamista
- rakentamista, joka perustuu elinkaariominaisuuksiltaan kestäviin ja taloudellisiin ja ekologisesti toimiviin ratkaisuihin
- rakennetun ympäristön ja rakennuskannan suunnitelmallista ja jatkuvaa hoitoa ja kunnossapitoa.

Lain mukaan asianomainen ministeriö antaa lakia täydentäviä rakentamista koskevia teknisiä ja näitä vastaavia yleisiä määräyksiä ja ohjeita, jotka julkaistaan Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. Nykyisellään rakentamismääräykset annetaan ympäristöministeriön asetuksina. Rakentamisen ohjaus jakaantuu maankäyttö- ja rakennuslain ja asetuksen sekä rakentamismääräysten kesken.

Rakentamismääräykset koskevat uuden rakennuksen rakentamista ja rakennukselle asetettavia laatuvaatimuksia (13 §). Määräyksiä sovelletaan myös rakennuslupaa vaativiin tai rakennusvalvontaviranomaisen hyväksyttäväksi säädettyihin muutos- ja korjaustoimenpiteisiin.

Rakennuksen korjaus- ja muutostöissä määräyksiä sovelletaan sen mukaan kuin toimenpiteen laatu ja laajuus sekä rakennuksen aiottu käyttötapa edellyttävät (13 §). Tämä pykälä antaa harkintavaltaa rakennusvalvonnalle.

Rakentamiselle asetettavia vaatimuksia käsitellään maankäyttö- ja rakennuslain pykälässä 117 §. Rakennuksen tulisi käyttötarkoituksensa edellyttämällä tavalla täyttää rakentamisen olennaiset tekniset vaatimukset, jotka vastaavat rakennustuotedirektiivin olennaisia vaatimuksia. Nämä ovat samoja kuin nykyisen rakennustuoteasetuksen vaatimukset. Tässä yhteydessä erityisesti esiin nousevat hygienian, terveyden ja ympäristön vaatimukset. Muita perusvaatimuksia ovat mekaaninen lujuus ja vakaus, paloturvallisuus, meluntorjunta, käyttöturvallisuus sekä energiansäästö ja lämmöneristys. Maankäyttö- ja rakennusasetuksessa (50 §) ja rakentamismääräyksissä täsmennetään näiden vaatimusten sisältöä ja vaikutuksia. Korjaus- ja muutostöiden osalta tulee lain mukaan ottaa huomioon rakennuksen ominaisuudet ja erityispiirteet. Muutosten johdosta rakennuksen käyttäjien turvallisuus ei saa kuitenkaan vaarantua eivätkä heidän terveydelliset olonsa heikentyä.

Korjaus- ja muutostöiden osalta maankäyttö- ja rakennuslaki toteaa, että rakennuslupa tarvitaan, jos työllä ilmeisesti voi olla vaikutusta rakennuksen käyttäjien turvallisuuteen tai terveydellisiin oloihin (125 §). Tällaisena työnä vesijohtojen sisäpuolista pinnoittamista voidaan perustellusti pitää. Lupaharkinta kuuluu kunnan rakennusvalvontaviranomaisille. Silloin kun rakennuslupaa edellytetään, etenee hanke lupamenettelyn vaatimusten mukaisesti.

### **2.3 Rakentamismääräyskokoelma osa D1 "Kiinteistöjen vesi- ja viemäri-laitteistot" (määräykset ja ohjeet 2007)**

Rakentamismääräyskokoelman osassa D1 "Kiinteistöjen vesi- ja viemäri-laitteistot" esitetään rakennusten vesi- ja viemäri-laitteistojen rakentamiseen ja ominaisuuksiin liittyviä määräyksiä ja ohjeita maankäyttö- ja rakennuslain nojalla. Vaikka rakentamismääräykset ja ohjeet koskevat uuden kiinteistön vesi- ja viemäri-laitteistojen toteutusta, voidaan niitä siis soveltaa myös korjaus- ja muutostöissä edellä esitetyin edellytyksin.

D1 määrää yleisellä tasolla, että kiinteistön vesilaitteistosta otettavan veden tulee olla sellaista, että sen käytöstä ei aiheudu terveydellistä tai muuta haittaa tai vaaraa (2.1.1). Sen tulee lisäksi olla riittävän kestävä ja käyttövarma, sekä muilta ominaisuuksiltaan sellainen, että sitä voidaan käyttää ilman tapaturman vaaraa tai hygieenisten haittojen vaaraa (2.1.1). Vesilaitteistoon saadaan johtaa vain vettä, joka täyttää talousvedelle asetetut laatuvaatimukset (2.2.1). Talousveden laatuvaatimukset ja -suositukset on asetettu terveydensuojelulain (763/1994) nojalla annetussa sosiaali- ja terveysministeriön asetuksissa (401/2001) ja (461/2000) talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. Veden on säilyttävä jatkuvasti laatuvaatimukset täyttävänä. Vesilaitteistot on määräyksen mukaisesti (2.3.3) tehtävä sellaiseksi, että veden kanssa kosketukseen joutuvista materiaaleista ei irtoa tai liukene veteen haitallisessa määrin terveydelle haitallisia tai vaarallisia aineita. Vesilaitteiston materiaaleina on käytettävä käyttötarkoitukseen sopivia ja laadultaan testattuja ja tarkastettuja materiaaleja. Ohjeen (2.3.3.1) mukaisesti materiaalin kelpoisuus voidaan osoittaa joko CE-merkinnällä, tyyppihyväksynnällä tai jollakin muulla luotettavalla tavalla.

Voimassa olevat tyyppihyväksyntäasetukset koskien talousveden kanssa kosketuksissa olevia rakennustuotteita:

- Kupariputket - Tyyppihyväksyntäohjeet 2006
- Vesikalusteet - Tyyppihyväksyntäohjeet 2006

- Sulkuventtiilit - Tyyppihyväksyntäohjeet 2006
- PEX-putket - Tyyppihyväksyntäohjeet 2007
- Kupariputkien puserrusliittimet - Tyyppihyväksyntäohjeet 2007
- PEX-putkien liittimet - Tyyppihyväksyntäohjeet 2008
- PE-putkien liittimet - Tyyppihyväksyntäohjeet 2008
- Messinkiset ja kupariset putkiyhteet - Tyyppihyväksyntäohjeet 2008
- Yksisuuntaventtiilit - Tyyppihyväksyntäohjeet 2008
- Monikerrospotket ja niiden liittimet - Tyyppihyväksyntäohjeet 2009

## 2.4 Terveydensuojelulaki

Terveydensuojelulain (763/1994) mukaan talousvetenä käytettävän veden on oltava terveydelle haitatonta ja muutenkin sanottuun tarkoitukseen soveltuva. Talousvettä toimittava laitos on suunniteltava ja rakennettava sekä sitä on hoidettava siten, että tämä vaatimus täyttyy. Talousvedellä tarkoitetaan juomavedeksi, ruuan valmistukseen ja muihin kotitaloustarkoituksiin tarkoitettua vettä. Talousvetenä ei kuitenkaan pidetä vettä, jota käytetään yksinomaan peseytymiseen, pyykinpesuun, siivoukseen, saniteettitarkoitukseen tai muuhun vastaavaan tarkoitukseen. Talousvesiasetuksen vaatimukset eivät koske lämmitettyä vesijohtovettä, mutta myöskään lämmitetty vesi ei saa aiheuttaa haittaa ihmisten terveydelle.

## 2.5 Juomavesidirektiivi

EU:n neuvoston direktiivi ihmisten käyttöön tarkoitetun veden laadusta (98/83/EY) eli juomavesidirektiivi määrittelee juomaveden terveydellisen laadun minimivaatimukset. Direktiivin tavoitteena on suojella ihmisten terveyttä varmistamalla, että vesi on terveellistä ja puhdasta eikä siinä ole epämiellyttävää makua, hajua tai väriä. Juomavesidirektiivin muuttujien laatuvaatimukset ja -suositukset on valittu siten, että juomavettä voidaan käyttää turvallisesti koko ihmisen eliniän. Jäsenvaltioiden juomaveden tulee täyttää vähintään direktiivissä asetetut vaatimukset ja suositukset. Kansallisesti voidaan asettaa tiukempiakin vaatimuksia eli lisätä muuttujia tai tiukentaa raja-arvoa, jos se on tarpeen ihmisten terveyden turvaamiseksi.

Direktiivin artiklan 10 mukaan ”jäsenvaltioiden on toteuttava kaikki tarvittavat toimenpiteet sen varmistamiseksi, ettei mitään ihmisten käyttöön tarkoitetun veden käsittelyssä tai jakelussa käytettyjä aineita tai mitään uusissa laitteissa käytettyjä materiaaleja tai sellaisissa aineissa tai uusissa laitteissa käytetyissä materiaaleissa olevia epäpuhtauksia jää käyttäjälle toimitettuun veteen suurempia määriä kuin niiden käyttötarkoituksen mukaan on tarpeellista ja etteivät ne välittömästi tai välillisesti heikennä ihmisten terveyden suojelemista”. Tämän artiklan tulkinta vaihtelee eri maissa. Joissakin maissa on tiukat vaatimukset ja hyväksymismenettely raakavedestä hanaan asti kaikille rakentamisessa ja vedenkäsittelyssä käytetyille materiaaleille, tuotteille ja kemikaaleille, mutta monissa maissa, kuten Suomessa, ei ole erityisiä hyväksymismenettelyjä. (Katso kappale 2.2 rakentamismääräyskokoelman osassa D1 esitetyt vaatimukset.)

## 2.6 Talousvesiasetus

Sosiaali- ja terveysministeriön antamassa asetuksessa talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (461/2000) säädetään tarkemmin talousveden laatuvaatimuksista ja -suosituksista, näytteenotosta, mahdollisuudesta poiketa laatuvaatimuksista, talousveden

valvonnasta, kunnan terveydensuojeluviranomaisen velvoitteista sekä veden käsittelyn, laitteiden ja materiaalien laadun varmistamisesta ja tiedottamisesta.

Talousvesiasetus määrittelee veden laadun vähimmäisvaatimukset, ja se sisältää laatuvaatimuksia ja -suosituksia niin mikrobiologisille, kemiallisille, teknisille kuin radioaktiivisille muuttujille. Laatuvaatimusten tulee täytyä talousvettä toimittavan laitoksen jakeluverkostossa siinä kohdassa, jossa vesi otetaan käyttäjän hanasta. Talousvettä toimittava laitos on vastuussa laatuvaatimusten täytymisestä kiinteistön vesijohdon liittämiskohtaan saakka, ja kiinteistön omistaja vastaa veden laadusta kiinteistön verkostossa.

Kunnan terveydensuojeluviranomaisen on varmistettava, että talousveden valmistukseen käytetty vedenkäsittely on asianmukainen ja raakaveden laatuun nähden riittävän tehokas. Juomavesidirektiivin artikla 10 sisältyy talousvesiasetuksen 15 §:ään käsittelyn, laitteiden ja materiaalien laadun varmistamisesta. Sen mukaan ”talousveden käsittelyssä tai jakelussa käytetyistä aineista tai uusissa laitteissa käytetyistä materiaaleista ei saa joutua talousveteen epäpuhtauksia suurempia määriä, kuin niiden käytön mahdollistamiseksi on välttämätöntä, eivätkä ne saa vaarantaa tämän asetuksen mukaisten talousveden laatuvaatimusten täyttymistä. Talousveden käsittelyssä käytettävien aineiden on täytettävä vähintään SFS-EN-standardien mukaiset vaatimukset. Ellei aineelle ole vahvistettua standardia, sen on täytettävä vastaavat vaatimukset kuin sellaisten aineiden, joille standardi on vahvistettu.” Jos talousveden laatuvaatimusten täyttymättömyys aiheutuu kiinteistön omista laitteista, kunnan terveydensuojeluviranomaisen on varmistettava, että kiinteistön omistaja ryhtyy tarvittaviin toimenpiteisiin terveyshaitan poistamiseksi, ja että veden käyttäjille annetaan tarvittavat ohjeet haittojen välttämiseksi.

Juomavesidirektiivin ulkopuolelle rajatuille pienille talousvettä toimittaville yksiköille (alle 10 m<sup>3</sup> tai alle 50 henkilöä) on Suomessa oma asetuksensa, sosiaali- ja terveysministeriön antama asetus (401/2001) pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. Pienten yksiköiden asetuksen laatuvaatimukset ja -suositukset koskevat myös yksittäisten talouksien kaivoja. Kunnan terveydensuojeluviranomainen ei kuitenkaan valvo säännöllisesti yksittäisten talouksien kaivojen veden laatua, mutta se voi määrätä yksittäisenkin kaivon veden tutkittavaksi, jos on syytä epäillä veden aiheuttavan terveyshaittaa.



### 3 Standardisointi

Standardeja tehdään joko sidosryhmien kuten teollisuuden aloitteesta tai komission antaman mandaatin (standardisoinnin toimeksianto) pohjalta. Mandaatit liittyvät yleensä EU:n säädösten kuten esim. direktiivien toteuttamiseen. EU:n uuden lähestymistavan (New Approach) direktiivit liittyvät EU:n sisämarkkinoiden toteuttamiseen. Tällöin puhutaan harmonisoiduista (yhdenmukaistetuista) tuotestandardeista. Nämä harmonisoidut tuotestandardit osoittavat yhden hyväksytytavan osoittaa direktiivin tavoitteiden toteutumisen eli tuote täyttää direktiivin vaatimukset.

Standardeja voivat olla kansallisia, eurooppalaisia tai ISO-standardeja, joita käytetään ympäri maailman. Standardit ovat periaatteessa vapaaehtoisia. Standardit tulevat pakolliseksi tai vaihtoehdoksi, jos niihin viitataan kansallisissa tai EU-tason säädöksissä.

Rakennustuotedirektiivi on EU:n säädöksissä poikkeus, koska sen mukaan harmonisoidut tuotestandardit ovat de facto pakollisia, jos tuote kuuluu harmonisoidun tuotestandardin piiriin<sup>1</sup>. EU:n rakennustuoteasetus on rakennustuotedirektiiviä selkeämpi tässä suhteessa. Se selkeästi sanoo, että harmonisoidut tuotestandardien käyttö on pakollista, jos tuote kuuluu standardin soveltamisalueeseen.

Rakennustuotedirektiivin ja -asetuksen mukaan rakennustuote on tuote, jota käytetään pysyvänä osana rakennuskohdetta, joka voi olla talonrakentamisen lisäksi myös maa- ja vesirakennuskohde. Rakennustuote voi olla myös tuotejärjestelmä. Käytännössä rakennustuotedirektiivi kuten myös rakennustuoteasetus toteutuu vasta, kun tuotetta koskeva harmonisoitu tuotestandardi on valmistunut tai tuotteelle on myönnetty eurooppalainen tekninen hyväksyntä. Rakennustuoteasetusta on selostettu tarkemmin kohdassa 2.1.

Standardit voivat koskea tuotteita ja niiden hyväksyntämenettelyitä kuten esim. harmonisoidut tuotestandardit tekevät. Tuotestandardit voivat viitata velvoittavasti tai ei-velvoittavasti testaus-, luokitus-, suunnittelu- tai työnsuoritusstandardeihin.

Rakennustuotteisiin liittyvää standardisointia on tehty mandaatin M 131 ja mandaatin M 136 rev. 2 pohjalta. Katso tarkemmin kohta 2.1.1.

Rakennusalan standardisoinnista on valmistunut laaja selvitys Rakennusalan standardisointiselvitys 2011, jonka voi tulostaa ilmaiseksi Suomen Standardisoimisliiton SFS:n kotisivulta ([www.sfs.fi](http://www.sfs.fi)).

#### 3.1 Pinnoitteiden ja pinnoittamisjärjestelmien standardisointi

Vesijohtojen saneerauspinnoittamiseen eli vanhojen putkien paikalla tapahtuvaan pinnoittamiseen ei ole olemassa standardeja. Juomaveden kanssa kosketuksissa olevien rakennustuotteiden CPDW-tuotehyväksyntämenettelyyn liittyviä testausstandardeja on olemassa ja työn alla, ja kyseisiä testausmenettelyjä voidaan käyttää myös saneerauspinnoitteiden turvallisuuden arvioinnissa. Joillekin saneerauspinnoitukselle vaihtoehtoisille saneeraustuotteille

<sup>1</sup> Suomi kuuluu Iso-Britannian, Irlannin ja Ruotsin ohella niihin EU-maihin, joissa CE-merkintää ei ole tehty pakolliseksi harmonisoidun tuotestandardin pohjalta.

(mm. sujutusputket) on tehty standardeja, ja raportin tarkasteluja materiaalien soveltuvuudesta juomavesijärjestelmiin voidaan soveltaa myös niihin. Hyödyllistä tietoa ja aineistoa löytyy myös maalipinnoitteiden ja sementtipohjaisten materiaalien sekä vesijärjestelmien ja viemärintekniikan standardeista, joita voidaan soveltuvin osin käyttää myös vesijohtojen saneerauspinnoittamisessa. Standardeja on lueteltu liitteessä 1.

### 3.1.1 Pinnoitteiden ja niiden testausmenetelmien standardisointi

Seuraavissa kappaleissa käsitellään pinnoitteiden ja niiden testausmenetelmien standardisointia. Testausmenetelmillä tarkoitetaan juomaveden kanssa kosketuksissa olevien tuotteiden ominaisuuksien testaamista niiltä osin, kun kyseessä on tuotteen vaikutukset juomaveden terveydelliseen laatuun. Näiden ominaisuuksien lisäksi tulee testata mm. pinnoitteiden paksuutta, kiinnipysyvyyttä, tiiviyyttä ja muita kestävyyteen vaikuttavia ominaisuuksia, joita ei tässä käsitellä.

#### *Orgaaniset pinnoitteet*

Vesijohtojen saneerauksessa käytettäviä orgaanisia pinnoitteita ei ole standardisoitu juomaveden kanssa kosketuksissa olevina tuotteina.

Maalien ja lakkojen standardisointia tehdään Kemianteollisuus ry:ssä. Tavoitteena on kääntää suomeksi ne standardit, joita sekä maalivalmistajat että maalien käyttäjät tarvitsevat työssään. Käännöstyön lisäksi standardisointityöryhmän jäseniä osallistuu aktiivisesti teknisten komiteoiden CEN/TC 139 (Paint and varnishes) ja ISO/TC 35 (Paints and varnishes) toimintaan. Niiden toimiala käsittää maalien, lakkojen ja näihin liittyvien aineiden testimenetelmien, vaatimusten ja terminologian kehittämisen. Työryhmä seuraa myös CEN/TC 298:n (Pigments and extenders) työtä. Tämä komitea kehittää pigmenttien ja täyteaineiden standardisointia, kuten myös vuonna 2010 perustettu ISO/TC 256 (Pigments, dyestuffs and extenders), jonka toimialaan kuuluvat pigmenttien ja täyteaineiden lisäksi useissa eri tuoteryhmissä käytettävät väriaineet. Korroosionestopinnoitteiden standardisointiin keskittyy tekninen komitea CEN/TC 360 (Coating systems for chemical apparatus and plants against corrosion), joka on laatinut kuusiosaisen standardisarjan orgaanisista pinnoitteista ja vuorauksista teollisuuslaitteiden ja tuotantolaitosten suojaamiseen syövyttävien väliaineiden aiheuttamalta korroosiolta. Koko standardisarja on käännetty suomeksi. Sarjan SFS-EN 14879 osat 2 ja 4 käsittelevät metalliosien pinnoitteita ja vuorauksia ja niissä on myös epoksinpinnoitteita koskevaa asiaa.

#### *Sementtipohjaiset pinnoitteet ja betonituotteet*

Sementtipohjaisten materiaalien ja betonituotteiden standardisointi kuuluu pääsääntöisesti teknisiin komiteoihin CEN/TC 104 (Concrete and related products, betoni ja siihen liittyvät tuotteet), CEN/TC 51 (Cement and building limes, sementti ja rakennuskalkki) ja CEN/TC 229 (Precast concrete products, betonivalmisosat), joista vastaa Rakennusteollisuus ry.

Sementtiä koskeva standardi SFS-EN 197-1 *Sementti. Osa 1: Tavallisten sementtien koostumus, laatuvaatimukset ja vaatimustenmukaisuus* määrittelee tavallisten sementtien koostumus- ja laatuvaatimukset sekä vaatimustenmukaisuuden ehdot. Standardissa on esitelty myös portland-sementin koostumus. Standardi on harmonisoitu. CE-merkinnän käyttäminen edellyttää sementtien tuotesertifiointia, jossa ns. arviointilaitos varmentaa sementtien täyttävän standardin SFS-EN 197-1 vaatimukset. Arviointilaitos tarkastaa säännöllisesti tehtaan tuotanto-olosuhteet ja laadunvalvontaan liittyvät asiat, kuten näytteenoton, laboratoriot, laitteet ja menetelmät sekä

tietysti laadunvalvontatulokset. Tuotteen tulee täyttää standardissa asetetut vaatimukset niin alkutestauksessa, jatkuvassa tuotannossa kuin pistokoenäytteissäkin. Tätä raporttia kirjoitettaessa ei ole vielä selvää, mille juomavesikäyttöön tarkoitetuille betoniputkille tai laasteille on tulossa harmonisoitu tuotestandardi ja CE-merkintä, ja mikä on kyseisten tuotteiden käyttö Suomessa.

Betoniin liittyvät standardit voidaan ryhmitellä seuraavien otsikoiden alle:

- Tuoreen betonin testaus
- Kovettuneen betonin testaus
- betonin testaus rakenteista
- Lisäaineiden testaus
- Seosaineet
- Betoniin käytettävät kuidut
- Betoniin käytettävä vesi
- Betonin suojaus ja korjaus: tuotteet ja menetelmät
- Betonin suojaus ja korjaus: testaus
- Ruiskubetonointi

Raportin liitteessä 1 on lueteltu näiden otsikoiden alle kuuluvia standardeja. Seosaineista keskeisimmät standardit ovat lentotuhkaa (SFS-EN 450), silikaa (SFS-EN 13263) ja masuunikuonaa (SFS-EN 15167) koskevat standardit. Nämä ovat harmonisoituja standardeja. Lisäaineiden osalta keskeisin standardi on SFS-EN 934-2 *Betonin, laastin ja juotoslaastin lisäaineet. Betonin lisäaineet. Määritelmät, vaatimukset, vaatimuksenmukaisuus ja merkintä.*

### *Testausmenetelmät ja vesijärjestelmiä koskevat standardit*

Teknisen komitean CEN/TC 164 (Water Supply, vesijärjestelmät) tehtävään kuuluvat standardit koskevat vesijärjestelmien asennuksille ja suorituskyvylle asetettavia vaatimuksia sekä vesijärjestelmien osakokonaisuuksille asetettavia rakenteellisia vaatimuksia tuotantopisteestä aina hanoiin saakka. Komiteasta vastaa Suomessa Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys MetSta ry.

Testausmenetelmästandardit materiaalien vaikutuksesta juomaveden laatuun (liite 1) kuuluvat CEN/TC 164:n vastuulle. Joitakin standardeja on ollut käytössä jo niin pitkään, että ne ovat parhaillaan revisioitavana. Lisäksi on tehty tai työn alla täysin uusia testausmenettelyjä koskevia standardeja. Joissakin testausmenetelmästandardeissa on erikseen menettelyt tehdasvalmisteisille ja työmaalla tehtäville tuotteille.

Lisäksi CEN/TC 164:ssa on laadittu joitakin vesijärjestelmiä yleisesti koskevia standardeja kuten SFS-EN 805 *Water Supply. Requirements for systems and components outside buildings* ja SFS-EN 806 *Water Supply. Specification for installation inside buildings conveying water for human consumption*. Nämä standardit kattavat uudisrakentamisen, muutostyöt ja korjaamisen (uusilla tuotteilla). Standardit eivät kuitenkaan kata rakennettujen järjestelmien saneerausta esim. pinnoittamalla.

### **3.1.2 Pinnoitusmenetelmien standardisointi**

Juomavesijärjestelmien saneerauspinnoitusmenetelmiä ei ole standardisoitu. Viemäriputkien pinnoittamiseen on olemassa standardeja, joita voi soveltuvin osin käyttää pohjana mahdollisessa vesijohtojen pinnoitusten standardisoinnissa. Standardeja tarkasteltaessa tulee kuitenkin muistaa juomavesipuolen ja viemäripuolen erilaisuus erityisesti hygieniää koskevissa osuuksissa.

Viemäripuolen standardeja ei voi suoraan soveltaa juomavesijärjestelmiin. Standardeja on tarkasteltu liitteessä 1.

Tekninen komitea CEN/TC 165 (Wastewater engineering, viemäröintitekniikka) on julkaissut tai sillä on työn alla standardeja viemäröintijärjestelmien saneeraukseen ja pinnoitukseen. Komiteasta vastaa Suomessa Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys MetSta ry.

Standardit voidaan jaotella seuraavasti:

- 1) Kuntotutkimus
- 2) Suunnittelu ja mitoitus
- 3) Materiaalivaatimukset
  - Korjaus
  - Kunnostus (pinnoitus)
  - Uusiminen
- 4) Asennus
- 5) Hyväksyntätestaus
- 6) Testaus asennuksen jälkeen

Standardit on tarkoitettu paineettomille jätevesijärjestelmille yleensä kiinteistön ulkopuolella, esimerkiksi SFS-EN 13508 *Rakennusten ulkopuolisten jätevesijärjestelmien tutkimus ja arviointi*, SFS-EN 13380 *Kiinteistöjen ulkopuolisten viemärijärjestelmien saneerauksessa ja korjauksessa käytettävien osien yleiset vaatimukset*. Nämä standardit eivät ole harmonisoituja. Standardeja on tarkasteltu liitteessä 1.

### 3.1.3 Vaihtoehtoisten saneeraustuotteiden standardit (mm. sujutusputket)

Vaihtoehtoisia saneeraustuotteita/tapoja ovat standardin SFS-EN ISO 11295 *Classification and information on design of plastics systems used for renovation* mukaisesti luokiteltuna:

- Renovation
  - lining with continuous pipes
  - lining with close-fit pipes
  - lining with cured-in-place pipes
  - lining with discrete pipes
  - lining with adhesive-backed pipes
  - lining with spirally-wound pipes
  - other renovation techniques
- Trenchless replacement (kaivamattomat menetelmät)
  - replacement using pipe bursting
  - replacement using (micro) tunneling
  - other trenchless replacement techniques
- Open cut replacement (perinteinen putkiremontti putkien vaihdolla)

Standardi käsittelee ainoastaan putkien pinnoittamiseen liittyviä tekniikoita.

Vaihtoehtoisten saneeraustuotteiden standardit löytyvät teknisen komitean CEN/TC 155 (Plastic piping systems and ducting systems) standardeista. Vaihtoehtoiset saneeraustuotteet on esitelty standardissa SFS-EN ISO 11295 *Classification and information on design of plastics systems used for renovation* (taulukko 3.1)

**Taulukko 3.1** Standardin SFS-EN ISO 11295:2010 mukainen jako vaihtoehtoisten saneerausmenetelmien materiaaleista ja kokojakaumasta.

Tekniikka	Käyttökohde	Materiaali	Tyypillinen mini-mikoko	Tyypillinen maksimikoko	Standardi-viittaukset
Lining with continuous pipes	Vesi, viemäri, kaasu Paineelliset ja paineettomat putket	PE, PE-X ja PP	100 mm	2000 mm	ISO 11296-1 EN 13566-2
Lining with close-fit pipes	Vesi, viemäri, kaasu Paineelliset ja paineettomat putket	PE, PE-X, PP, PRP ja PVC-U	75 mm	500 mm (tehdas) 1500 mm (paikan päällä)	ISO 11296-1 ISO 11296-3 ISO 11298-1 ISO 11298-3
Lining with cured-in-place pipes	Vesi, viemäri Paineelliset ja paineettomat putket	Komposiitti: vahvistettu tai vahvistamaton kangas, kuumassa kovettuva hartsi (UP, EP tai VE), voi sisältää muita membraanikerroksia (sisäisiä tai ulkoisia)	125 mm	2800 mm	ISO 11296-1 ISO 11296-4 ISO 11298-1
Lining with discrete pipes	Vesi, viemäri Paineelliset ja paineettomat putket	PE, PP, PVC-U ja GRP	100 mm (työnnettynä tai vedettynä) 800 mm (yksittäin asennettuna)	600 mm (työnnettynä tai vedettynä) 4000 mm (yksittäin asennettuna)	ISO 11296-1
Lining with adhesive-backed pipes	Vesi, kaasu Paineelliset putket	Kudottu PA, PAN, PEN ja/tai PET kuitu, päällystettynä termoplastisella kerroksella (esim. PE) tai termoplastisella hartsilla (=resin) (EP)	50 mm	1500 mm	ISO 11298-1
Lining with spirally-wound pipes	Viemäri Paineeton putki	PVC-U, PE	150 mm	3000 mm	ISO 11296-1

## Taulukon lyhenteet:

EP	epoxy resin
GRP	Glass-reinforced thermosetting plastics
PA	polyamide
PAN	polyacrylonitrile
PE	polyethylene
PE-X	cross-linked polyethylene
PEN	poly(ethylene naphthate)
PET	poly(ethylene teraphthalate)
PP	polypropylene
PRP	polyester-reinforced PE
PUR	polyurethane
PVC-U	unplastized poly(vinyl chloride)
UP	unsaturated polyester resin
VE	vinyl ester resin

## 4 Tuotteen kelpoisuuden osoittaminen eli tuotehyväksyntä

Tuotteen kelpoisuutta tiettyyn tarkoitukseen voidaan osoittaa tuotehyväksynnällä. Tuotehyväksyntä voi olla lainsäädäntöön perustuva tai markkinalähtöinen, pakollinen tai vapaaehtoinen. Tuotteen tai materiaalin kelpoisuus voidaan osoittaa myös asiantuntija-arvioinneilla, mutta niiden arviointiperusteet voivat vaihdella. Tuotehyväksyntä voi koskea materiaaleja, tuotetta yleisesti, menetelmää jne. Tässä kappaleessa on esitelty juomavesijärjestelmien rakennustuotteille todennäköisesti tuleva CE-merkintään liittyvä CPDW-tuotehyväksyntämenettely sekä eri maissa jo käytössä olevia vesijohtojen pinnoittamiseen liittyviä hyväksyntämenettelyjä pinnoitteille, menetelmille ja toiminnanharjoittajille. Lisäksi kerrotaan vesijohtojen epoksinnoittamiseen liittyvästä keskustelusta Ruotsissa, missä ei ole hyväksyntämenettelyjä saneerauspinnoituksille.

### 4.1 CE-merkintä (Rakennustuotedirektiiviin/asetukseen perustuva tuotehyväksyntä juomaveden kanssa kosketuksissa oleville rakennustuotteille (CPDW))

EU:n juomavesidirektiivin ja Suomen talousvesiasetuksen mukaan talousveden käsittelyssä tai jakelussa käytetyistä aineista tai uusissa laitteissa käytetyistä materiaaleista ei saa joutua talousveteen epäpuhtauksia suurempia määriä, kuin niiden käytön mahdollistamiseksi on välttämätöntä, eivätkä ne saa vaarantaa asetuksen mukaisten talousveden laatuvaatimusten täyttymistä. Materiaalien ja tuotteiden turvallisuus varmistetaan eri tavoin eri jäsenmaissa, ja kansalliset hyväksyntämenettelyt puuttuvat monista maista. Suomessakaan ei ole kattavia kansallisia säädöksiä tuotteiden hyväksynnästä käytettäväksi talousvesijärjestelmissä. Kuluttajien suojelemiseksi ja talousveden turvallisen käytön varmistamiseksi tuotteiden kelpoisuus tulee kuitenkin todeta asianmukaisilla menettelyillä.

EU:n rakennustuoteasetuksen perusteella rakennustuotteille on tulossa vuonna 2013 pakollinen tuotehyväksyntä eli CE-merkintä, mutta juomaveden kanssa kosketuksissa olevia rakennustuotteita koskevan CPDW-tuotehyväksynnän voimaantulon ajankohdasta ei kuitenkaan ole vielä varmuutta. Vaikka tämä tuotehyväksyntä ei vielä olekaan käytössä, sen periaatteita voidaan soveltaa paikalla tehtävien saneerauspinnoitteiden turvallisuuden arviointiin.

CPDW-tuotehyväksyntämenettelyn avulla varmistetaan tuotteiden turvallinen elinikäinen käyttö juomavesijärjestelmissä. Rakennustuoteasetuksen mukaisesti hyväksyntä tullaan toteuttamaan tuotteiden CE-merkinnällä, jonka edellytyksenä ovat harmonisoidut eurooppalaiset standardit. Tuotehyväksyntään tarvittavien eurooppalaisten harmonisoitujen standardien valmistelua on tehty CEN:ssä komission antaman mandaatin M 136 rev.2 perusteella. Tuotestandardiin tulevassa opastavassa liitteessä ZA kuvataan tuotteelle asetetut vaatimukset ja niiden hyväksymisluokat, joista EU:n jäsenmaat valitsevat omiin hallinnollisiin säädöksiinsä sopivan tason. Rakennustuoteasetuksen mukaisessa menettelyssä siis harmonisoidaan testausmenettelyt ja tuotteilta vaadittavat ominaisuudet, mutta jäsenmaat saavat itse päättää, mitä ominaisuuksia ko. maassa vaaditaan ja millaiset vaatimustasot näille ominaisuuksille vaaditaan.

CPDW-tuotehyväksyntämenettelyn periaatteiden mukaan tuotteissa voidaan käyttää vain turvallisiksi todettuja materiaaleja, ja itse tuote testataan standardisoiduilla menetelmillä ja testivesillä mm. haitallisten aineiden liukenemisen tai biofilmien muodostumisen toteamiseksi. Testausmenettelyt eivät ole samanlaiset kaikille tuotteille, vaan tarvittavat testaukset päätetään tuote- ja materiaaliakohtaisesti suoritetun riskinarvioinnin perusteella. Orgaanisille materiaaleille

tehdään haju- ja makutestaukset sekä migraatiotesti mahdollisesti liukenevien haitallisten aineiden toteamiseksi. Orgaanisista materiaaleista liukenevalle orgaanisen hiilen kokonaismäärälle (TOC) pyritään asettamaan enimmäispitoisuus. Lisäksi mikrobien kasvupotentiaalia orgaanisilla materiaaleilla tullaan mittaamaan. Metallisista tuotteista messinkituotteille on tulossa testausmenettelyt, joiden avulla varmistetaan, että tuotteista ei liukene juomaveteen liikaa lyijyä tai nikkeliä.

Tavoitteena on ollut saada CPDW-tuotehyväksyntämenettelyyn EU:n yhteiset hyväksytyjen materiaalien positiivi-, koostumus- ja ainesosalistat, mutta tätä raporttia kirjoitettaessa ei ole varmuutta siitä, saadaanko tällaisia listoja lähivuosina vai onko EU:n jäsenmaiden laadittava kansalliset listat. CPDW-tuotehyväksyntämenettelyssä käytettävien testausmenetelmästandardien valmistelu on vuonna 2011 vielä osittain kesken. Standardien valmistumisen jälkeenkin on varattava aikaa kansallisille päätöksille eri tuotteilta vaadittavista ominaisuuksista ja niiden vaatimustasoista.

CE-merkintä on mahdollista saada myös ETA-hyväksynnän pohjalta. ETA-hyväksyntöjä ei ole myönnetty juomaveden kanssa kosketuksissa oleville tuotteille. ETA-hyväksyntä on esitelty yleisesti kappaleessa 2.1.

## 4.2 Muut maat

Iso-Britanniassa on käytössä orgaanisilla pinnoitteilla pinnoitettaville yrityksille hyväksyntämenettely. Saksassa on hyväksyntämenettely vesijohtojen orgaanisille pinnoitteille, mutta kiinteistöjen vesijohtoja pinnoitettaville yrityksille tarkoitettu sertifiointimenettely vedettiin pois heinäkuussa 2011. Molemmissa maissa on kansallista ohjeistusta myös sementtilaastipinnoituksille.

Orgaanisten pinnoitteiden ja pinnoitusmenetelmien hyväksyntää Iso-Britanniassa ja Saksassa on vertailtu keskenään taulukossa 4.1. Menettelyt on kuvattu yksityiskohtaisesti kappaleissa 4.2.1 ja 4.2.3. Iso-Britannian hyväksyntä on tarkoitettu vesilaitosten verkostoja pinnoitettaville tahoille, kun taas Saksan sertifiointimenettely koski kiinteistöjen putkien saneerausta. Iso-Britanniassa tilaajapuolelle asetetaan vastuuta mm. tarkastuksista ja työn laadun hyväksynnästä, koska tilaajana on vesialan ammattilainen, tavallisesti vesilaitos. Saksan sertifiointivaatimukset liittyivät keskeisesti työsuoritukseen.

**Taulukko 4.1** Yhteenveto Iso-Britannian ja Saksan hyväksynnästä saneerauspinnoittamiselle (orgaaniset pinnoitteet). Hyväksyntämenettelyt on esitelty kappaleissa 4.2.1 ja 4.2.3.

Ohjeistuksen antaja	Water UK	DVGW
Maa/Valtio	Iso-Britannia	Saksa
Pinnoite	Orgaaniset pinnoitteet	Orgaaniset pinnoitteet
Pinnoitettavien putkien materiaali	Teräs-, rauta-, asbestisementti- ja betoniputket	Rautametalliset sekä kupariset vesijohdot
Pinnoitettavien putkien koko	Vähintään 75 mm	Ei määritelty. Testiputki: D 12 mm
Käyttökohteena vesilaitoksen verkosto	Kyllä	Ei



Käyttökohteena kiinteistön verkosto	Ei	Kyllä
Pinnoitteen hyväksyntä	Erillinen kansallinen hyväksyntä ja hyväksytyjen tuotteiden listat	Erillinen Saksan ympäristöviraston (Umweltbundesamt, UBA) hyväksyntä ja hyväksytyjen tuotteiden listat
Edellytetäänkö verkoston kuntotutkimusta	Ei	Kyllä
Pinnoitusmenetelmä	Yleiskuvaus annetaan ohjeessa. Pinnoittajan on annettava tarkempi menetelmäkuvaus.	Pinnoittajan annettava menetelmäkuvaus
Pinnoitteen paksuus	Riippuu putken halkaisijasta (D): D (alle 300 mm) $\geq$ 1 mm D (yli 300 mm) $\geq$ 1,5 mm	Vähintään 300 $\mu$ m, enintään 5 mm
Pinnoituksen testaus hyväksyntää varten	Mallitestauksessa tarkastellaan laitteen toimintaa, mm. raportti sekoitussuhteesta ja pinnoitteen paksuudesta.	Mallitestausta uusille ja käytössä olleille putkille (sinkitty teräs, kupari): visuaalinen tarkastus, paksuus, kiinnitarttuvuus, tiiviys, vanhennus- ja lämpövaihtelukestävyys
Pinnan puhtausvaatimus ennen pinnoitusta	Sisäpinnan tulee olla sileä, puhdas, pölytön, kuiva eikä putkessa saa olla partikkeleita.	Metallinpuhdas pinta
Laadunvalvonta pinnoituksen jälkeen	Visuaalinen tarkastus Kuvaus	Visuaalinen tarkastus (TV-kuvaus, optinen) ja painekoe
Vesinäytteenotto pinnoituskohteessa	Kyllä: Vesilaitoksen ohjeiden mukaisesti	Kyllä: - huuhtelu - näytteenotto 2h (kaikki päätepiisteet) ja yön yli (yksittäinen) seisotuksen jälkeen määritykset: hajua, maku, väri ja sameus
Pinnoituslaitteen testaus/hyväksyntä	Kyllä	Kyllä
Laitteen sertifiointi	Kyllä	Ei
Toiminnanharjoittajan sertifiointi	Kyllä	Kyllä

Pinnoittajan henkilösertifiointi	Kyllä	Kyllä
Työn vastaanottajan ohjeistus	Kyllä	Ei
Ulkoisen laadunvalvonta	Kohde: Työn tilaajan (vesilaitoksen) edustaja valvoo ja ohjeistaa työtä	Toiminnanharjoittaja: Vuosittainen laadunvalvonta (vesi- ja putkinäytteet)
Sertifikaatin/hyväksynnän voimassaoloaika	5 v	5 v
Lähteet	Water UK 2009 ja Water UK 2011	- Umweltbundesamt – UBA: Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von organischen Beschichtungen im Kontakt mit Trinkwasser (Beschichtungsleitlinie) - DVGW W 548-2005-04 - DVGW VP 548-2004-05 - DVGW VP 548-2004-05

Sekä Saksassa että Iso-Britanniassa pinnoitusmenetelmän hyväksymisen lisäksi käytettävä pinnoite tarvitsee oman hyväksyntänsä. Taulukossa 4.2 on vertailtu Iso-Britannian, Saksan ja USA:n juomaveden kanssa kosketuksissa olevien tuotteiden tuotehyväksyntäjärjestelmiä orgaanisten pinnoitteiden osalta. Yhdysvalloissa on käytössä standardi NSF/ANSI 61 (Drinking water system components – Health effects), joka on periaatteessa vapaaehtoinen USEPA:n (U.S. Environmental Protection Agency), NSF Internationalin sekä vesialan järjestöjen (mm. American Water Works Association Research Foundation, Association of State Drinking Water Administrators, American Water Works Association) yhteistyössä laatima standardi. Se sisältää minimivaatimukset juomaveden kanssa kosketuksissa oleville tuotteille, mutta ei koske tuotteiden vaikutusta juomaveden aistinvaraiseen laatuun. Standardi on käytössä myös vapaaehtoisessa tuotesertifioinnissa, johon sisältyy jatkuvaa ulkopuolista laadunvalvontaa ja testausta.

**Taulukko 4.2** Yhteenveto Iso-Britannian, Saksan ja USA:n orgaanisten pinnoitteiden tuotehyväksyntämenettelyistä.

Maa/Valtio	Iso-Britannia	Saksa	USA
Hyväksynnän antava taho	Kiinteistöissä käytettävät tuotteet: WRAS Vesihuoltolaitoksien tuotteet: Secretary of State (asiantuntijana DWI)	Saksan ympäristövirasto (UBA)	NSF/ANSI 2010a
Pinnoitemateriaalin kemiallinen koostumus	Kaikki kemikaalit ilmoitettava. Ei omia positiivilistoja, mutta kemikaaleille	Kaikki kemikaalit ilmoitettava. Pinnoitteiden valmistuksessa saa	CAS tai kemialliset nimet ja p-% kaikista aineista mukaan lukien aktivaattorit,

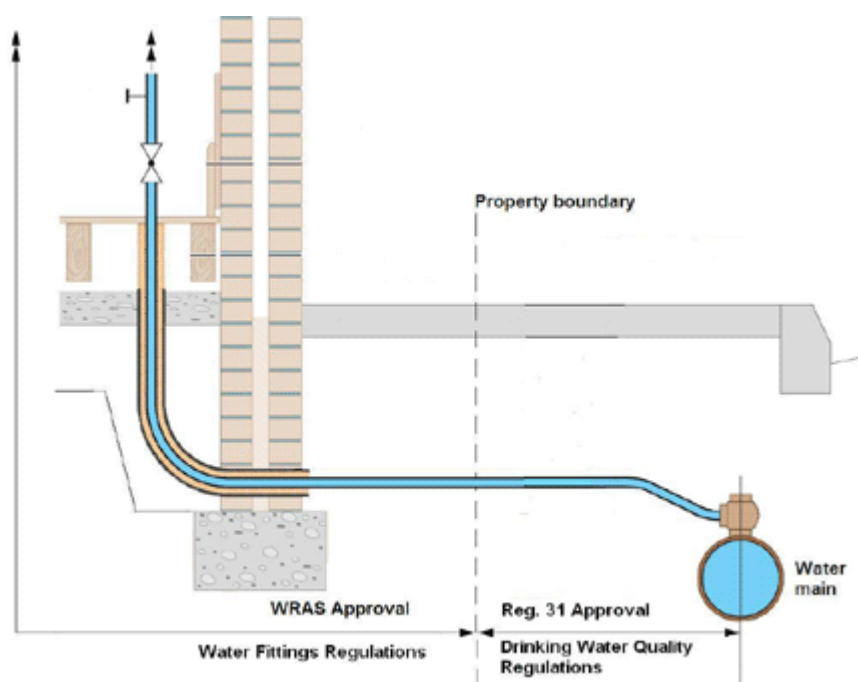
	tulee olla tehty toksikologinen arviointi.	käyttää ainoastaan positiivilistalla olevia aineita.	antioksidantit, täyteaineet, pigmentit, pehmentimet, apuaineet, liuottimet, stabilisaattorit, pinta-aineet.
Käyttökohde/rajoitus	Kiinteistöihin käytettäville tuotteille oma hyväksyntä ja vesilaitoksien tuotteille omansa.	Hyväksyntä annetaan putkille kokoluokittain: <ul style="list-style-type: none"> <li>• DN &lt; 80 mm</li> <li>• 80 mm ≤ DN &lt; 300 mm</li> <li>• DN ≥ 300 mm</li> </ul>	Sekä vesilaitoksen että kiinteistöjen putket. Pinnoitteet tulee merkitä joko tarkoitetuksi uusiin putkiin tai laitettavaksi olemassa olevaan kunnostettavaan putkeen tai putkeen, joka on tarkoitus palauttaa käyttöön 0-48 h kovettumisen jälkeen.
Näytteiden valmistus		Ohjeistus testausstandardeissa	Valmistajan ohjeiden mukaan testauslaboratorion valvonnassa lasilevyille, tai reaktiiviselle alustalle: <p>suurin suositeltu ohennepitoisuus, lyhin kuivumisaika, maksimi-kalvonpaksuus ja lyhin loppukovettumisaika</p>
Haju- ja makutestit	BS 6920-2 Ei desinfiointikäsittelyä Testivesi: klooraamaton / kloorattu (1 mg/l) hanavesi 23 °C	EN 1420-1, EN 1622 Ei desinfiointikäsittelyä Testivesi: klooraamaton hanavesi Kylmävesijärj: 23 °C Lämminvesijärj.: 60 °C	Ei
Migraatiotestit	EN 12873-1 EN 12873-2	EN 12873-1 EN 12873-2	Kyllä
-esikäsittely	Ei desinfiointikäsittelyä	Ei desinfiointikäsittelyä	Kloorattu puhdas vesi (simuloi desinfiointia)
-testivesi	Puhdas vesi	Puhdas vesi	Puhdas vesi
-lämpötila	23 °C	Kylmävesijärjestelmät	Kylmävesijärjestelmät

		: 23 °C Lämminvesijärjestelmät: 60/85 °C	: 23 +/- 2 °C Lämmin vesi (kotitaloudet): 60 +/- 2 °C Kuuma (sairaalat, ravintolat,...): 80 ±2 °C
-analyysit			tuote- ja materiaalispesifiset aineet (EPA Methods)
-muuntokertoimet	Ei	Kyllä	Kyllä
-kontaktipinta-alan ja vesitilavuuden suhde (S/V)	Kuten standardissa	≥ 5 dm <sup>-1</sup>	≥ 50 cm <sup>2</sup> /l
Kaasukromatografi-massaspektrianalyysi (GC-MS)	BS 6920-4 Testivesi: klooraamaton ja kloorattu (1 mg/l) puhdas vesi		Kyllä: USEPA Method 625
Vaikutus mikrobikasvuun	Kyllä: BS 6920-2.4	Kyllä: DVGW W 270	Ei

#### 4.2.1 Iso-Britannian tuotehyväksyntämenettely orgaanisille pinnoitteille ja saneerauspinnoittamiselle

##### *Pinnoitteet*

Juomavesidirektiivi on implementoitu Englannin ja Walesin lainsäädäntöön Water Supply (Water Quality) Regulations 2000. Tämä lainsäädäntö koskee vesilaitoksia. Tuotehyväksyntään liittyvä teksti on pykälässä 31. Tämän lainsäädännön perusteella Secretary of State (viranomaistaho) myöntää tuotteille hyväksynnän. Asiaa hoitaa käytännössä DWI (Drinking Water Inspectorate, riippumaton asiantuntijaorganisaatio), joka antaa asiantuntija-apua viranomaisille. Virallisesti tuotteet kuitenkin hyväksyy Secretary of State. Hyväksytyistä tuotteista julkaistaan listaa DWI:n internet-sivuilla (DWI 2011a). Näitä tuotteita voi käyttää koko Iso-Britannian alueella. Tuotteita käytetään vesilaitoksilla ja vesilaitosten verkostoissa. Pelkästään kiinteistöissä oleville tuotteille ei tätä hyväksyntää voida myöntää, vaan hyväksyntä pitää hakea esimerkiksi WRAS:lta (kts. seuraava kappale). Vesilaitoksia koskevan lainsäädännön (Water Supply (Water Quality) Regulations 2000) sekä niissä käytettävän hyväksynnän ja kiinteistöjä koskevan lainsäädännön (The Water Supply (Water Fittings) Regulations 1999) ja kiinteistöjen tuotteita koskevan WRAS-hyväksynnän välinen raja esitetään kuvassa 4.1. Vastaava lainsäädäntö on myös Skotlannin ja Pohjois-Irlannin alueella, joilla toimii samantyyppinen hyväksyntäjärjestelmä vastaavilla vaatimuksilla.



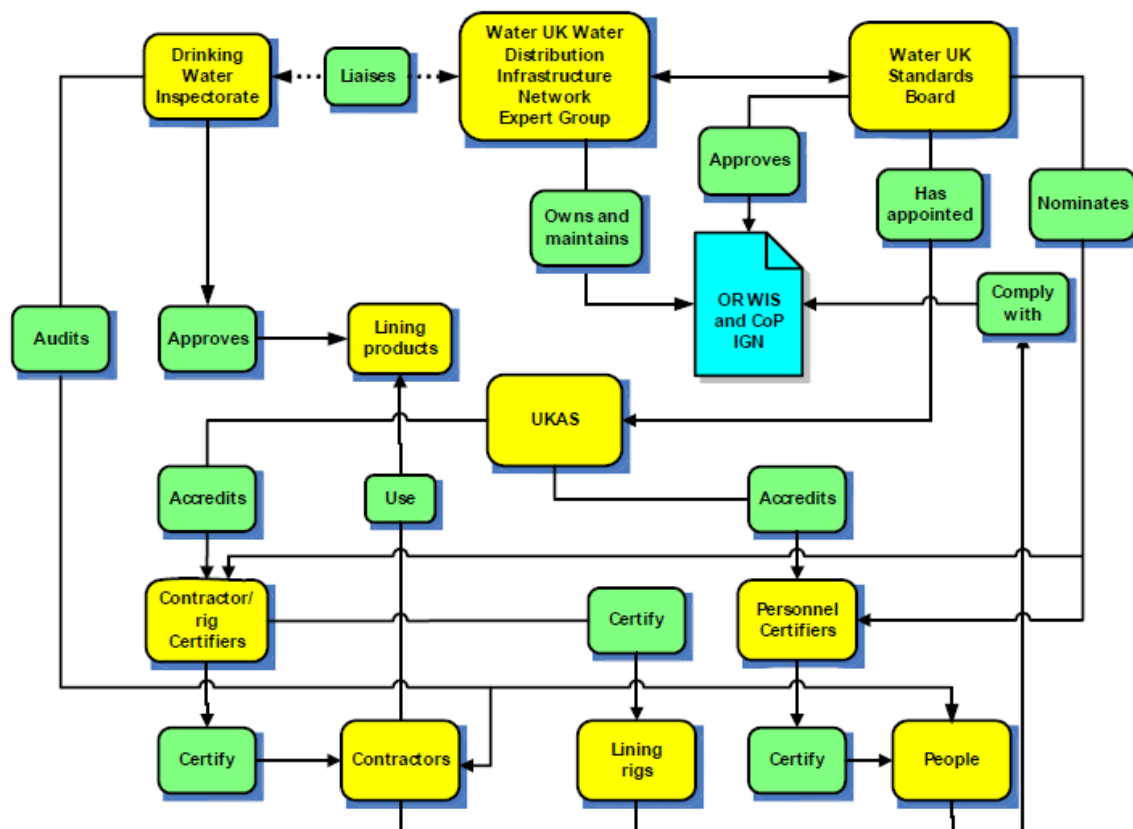
**Kuva 4.1** WRAS-hyväksynnän ja Regulation 31:n mukaisen hyväksynnän ero/rajapinta (Water Regulations Advisory Scheme 2011a).

Kiinteistöjen vesijärjestelmiä koskeva lainsäädäntö on siis The Water Supply (Water Fittings) Regulations 1999. Siinä todetaan, että vesijärjestelmien komponenttien tulee olla hyvälaatuisia, standardin mukaisia ja tarkoitukseen sopivia. Tämän voi osoittaa CE-merkinnällä, ETA-hyväksynnällä, sopivalla brittiläisellä standardilla tai asiantuntija-arviolla ("it conforms to a specification approved by the regulator"). WRAS (Water Regulations Advisory Scheme Ltd) on vesilaitosten omistama itsenäinen yhtiö, joka myöntää WRAS-hyväksyntöjä tuotteille ja materiaaleille. Tämä hyväksyntä osoittaa paikalliselle viranomaiselle, että tuote/materiaali täyttää lainsäädännön vaatimukset. Hyväksynnän saaneet tuotteet ja materiaalit on merkitty WRAS-merkinnällä. WRAS ylläpitää tietokantaa hyväksytyistä tuotteista internet-sivuillaan (Water Regulations Advisory Scheme 2011b).

Sekä Secretary of State että WRAS käyttävät tuotteiden testauksessa samaa standardia BS 6920 *Suitability of non-metallic products for use in contact with water intended for human consumption with regard to their effect on the quality of the water*. Samoja testituloksia voidaan hyödyntää kummassakin hyväksynnässä.

### *Pinnoittaminen*

Iso-Britannian vesilaitoksilla on käytössä hartsipohjaisilla materiaaleilla paikan päällä tehtäville pinnoituksille hyväksyntämenettely. Hyväksyntämenettelyssä on mukana monia tahoja (kuva 4.2). Hyväksyntäjärjestelmää hallinnoi ja sen omistaa Water UK Water Distribution Infrastructure Network Expert Group (asiantuntijaryhmä). Pinnoittajien sekä laitteen tuotetestauksen hoitavat akkreditoidut tuote- ja henkilöttestaajat, jotka United Kingdom Accreditation Service (UKAS, voittoa tavoittelematon yhtiö) on akkreditoinut. UKAS ja Secretary of State for Business, Innovation and Skills ovat tehneet keskenään yhteistyömuistion (engl. Memorandum of Understanding, ei sisällä oikeudellisesti sitovia velvoitteita), jossa on sovittu UKASin toimista akkreditoijana Britanniassa.



**Kuva 4.2** Kaaviokuva Iso-Britannian hyväksyntäjärjestelmästä paikan päälle tehtäville pinnoituksille, pinnoitteille ja pinnoittajille (Water UK 2007).

Hyväksyntämenettely on kuvattu kahdessa dokumentissa: Water Industry Specification (WIS 4-02-01) (operation requirements) sekä Information and Guidance Note (IGN 4-02-02) (code of practice) (Water UK 2009 ja 2011). Hyväksyntämenettelyssä hyväksytään laitteisto tietyille pinnoitemateriaalille. Pinnoitettavien putkien materiaalina voi olla valurauta, teräs, asbestisementti tai betoni, ja putken halkaisijan tulee olla vähintään 75 mm. Hyväksyntä on voimassa viisi vuotta kyseiselle laitteelle testissä käytetyllä pinnoitteella. Hyväksyntämenettelyssä annetaan ohjeet esivalmisteluihin (puhdistaminen, tarkastus, muut etukäteisvalmistelut), pinnoittamisen suorittamiseen (sekoitussuhde, pinnoituksen paksuus, kuivumisaika) sekä laadunvalvontaan (visuaalinen tarkastus ja kuvaus, desinfiointi, huuhtelu ja näytteenotto). Hyväksyntäohjeissa kuvataan myös eri toimijoiden vastualueet sekä annetaan dokumentointiohjeita (taulukot 4.3 ja 4.4). Pinnoiteaineelle tulee hakea erikseen hyväksyntä. Lisäksi materiaalin toimittajan tulee toimittaa asiakkaalle materiaalista Instruction for Use (IFU) -dokumentti.

Iso-Britanniassa vesilaitoksille tarkoitetussa menetelmässä on vaatimuksia sekä pinnoitusyrityksen henkilöstölle sekä vesilaitoksen edustajana työmaalla toimivalle henkilölle. Koulutuksen ja sertifiointin tarvitsevat henkilöt ovat samat kuin taulukossa 4.3 mainitut. Koulutus sisältää sekä teoriaosuuden että käytännön osuuden. Pinnoitusyrityksen työntekijöille tarkoitetussa teoriaosuudessa käydään läpi mm. pinnoittamista yleisellä tasolla, materiaalien koostumusta (sertifikaatti liittyy orgaanisiin pinnoitteisiin), akkreditointia, tuotehyväksyntämenettelyä, yksityiskohtaisesti puhdistus- ja pinnoitusprosesseja sekä niihin liittyviä tarkastuskriteerejä, virheiden tunnistamista ja niiden korjaamista ja laadunvalvontaan liittyvää dokumentointia.

Käytännön osuudessa pitää osoittaa ymmärtävänsä pinnoituslaitteen toiminta, huoltoon, puhdistukseen ja kalibrointiin liittyvät asiat sekä turvallisuuteen ja terveyteen liittyviä asioita. Vesilaitoksen edustajan kurssilla käsitellään edellä mainittujen asioiden lisäksi mm. paikan päällä tehtävää valvontaa ja asiakkaan vastuita. Lisäksi kaikilla tulee olla suoritettuna National Water Hygiene Scheme.

**Taulukko 4.3** Pinnoituksessa mukana olevien tahojen vastualueet Iso-Britannian hyväksyntämenettelyn mukaan. Työhön osallistuvien henkilöiden pitää olla koulutettuja ja sertifioituja ohjeistuksen mukaan. (Water UK 2011)

Site Agent	The person responsible for the management of a number of lining gangs, providing all lining records to the Water Undertaker and ensuring all work undertaken is in compliance with the Operational Requirements. The Site Agent shall understand all aspects of the lining process, the requirements of the Operational Requirements, health and safety implication and the significance of quality assurance.
Foreman/Ganger	The person responsible for all activities of the lining gang and, whilst he may not regularly operate the lining equipment, he is expected to demonstrate a detailed understanding of a rig operation and all aspects of the process and the requirements of the Operational Requirements.
Rig Operator	The person responsible for the operation of the lining rig and providing key information for quality assurance records. The Rig Operator shall demonstrate a detailed understanding of rig operation and of the Operational Requirements.
Application Head Operator	The person responsible for the operation and maintenance of the applicator head and in-line mixer. The Application Head Operator is expected to understand rig operation, undertake pre- and post-lining inspections and be aware of all aspects of the process and the requirements of the Operational Requirements.
Recognised Fitter	The person responsible for ensuring that lining rigs are set up in accordance with the conditions (alarm conditions, set-points, etc.) used when rig approvals were granted, and that rigs can perform in accordance with the Operational Requirements.

**Taulukko 4.4** Tilaajan (vesilaitoksen) edustajan vastuualueet Iso-Britannian hyväksyntämenettelyn mukaan. OR viittaa ohjeistuksen *Operational Requirements* kappaleisiin (Water UK 2011).

Responsibility	OR
General duty to inspect all materials and work undertaken	OR 1.5
Review resin manufacturer's Instruction For Use (IFU) documents	OR 2.1
Require the <b>Approved Contractor</b> to demonstrate on a weekly basis that monitoring and alarm systems are operating in accordance with the Operational Requirements <u>and</u> rig type test conditions	OR 3.2
Inspect maintenance and calibration records of rig and components	OR 3.3
Be present at rig performance audits	OR 3.3
Monitor the <b>Approved Contractor</b> and take responsibility on behalf of the Water Undertaker for the quality of all linings	OR 4.1
Where emergency circumstances require, consider return of main to service prior to lining and specify in writing the appropriate disinfection, flushing and customer care requirements to be carried out by the <b>Approved Contractor</b>	OR 6.1
Be present at spin-up determination tests	OR 6.6
Consider need for spin-up test as a result of weather conditions	OR 6.6
Assess any rectification works linked to aborted linings prior to restoration of supplies to customers	OR 6.8
<i>Review mix-ratios recorded by the monitoring system</i>	OR 6.8
Examine CCTV inspection and the lining print out and ensure that linings meet the Operational Requirements.	OR 6.11
Assess rectification of lining defects	OR 6.12
Assess suitability for return of main to service, having regard to risk of contamination and where necessary consider appropriate action	OR 6.13
Inspect pipe samples for lining quality and coating thickness	OR 6.14
Sign all documentation and retain copies	OR 7

#### 4.2.2 Iso-Britannian hyväksyntämenettely sementtilaastipinnoitukselle

Sementtilaastipinnoitusta on käytetty Iso-Britanniassa vesijohtojen saneerauksessa jo vuosikymmeniä, mutta orgaaniset pinnoitteet ovat nykyään jo lähes syrjäyttäneet sen vesijohdoissa.

Sementtilaastipinnoitteen paksuus on sitä suurempi mitä kookkaampi on pinnoitettava putki, mutta yleensä pinnoitteen paksuus on 4-12 mm. Yleisesti käytetyn portlandsementin ongelmana on kalkin liukeneminen vesissä, joiden alkaliteetti on matala. WRC:n ohjeistuksen mukaan portlandsementti ei sovellu vesille, joiden alkaliteetti on alle 50 mg/l CaCO<sub>3</sub> (=0,50 mmol/l). Masuunikuonasementti on ohjeistuksen mukaan kestävämpää, mutta sekään ei sovellu vesille, joiden alkaliteetti on alle 35 mg/l CaCO<sub>3</sub> (=0,35 mmol/l). Veden laadusta riippumatta edellä



mainittuja sementtejä voidaan käyttää, mikäli veden vaihtuvuus on riittävä estämään pH:n nousun yli 9,5:een. Tämä edellyttää riittävää virtaamaa ja riittävän isoja putkikokoja, ja se pitää osoittaa käytännössä. Korkeasta alkaliteetista huolimatta veden pH-arvo voi nousta, jos veden viipymäajat ovat pitkiä. Ohjeistuksen mukaan veden laatua on tarkkailtava, jos veden viipymäaika on huomattavasti yli 8 tuntia. (Warren ym. 1990)

Ennen pinnoitusta pinnasta pitää saada pois kaikki kerrostumat, saostumat, vanhan pinnoitteen jäämät ja muut vieraat aineet. Koska pinnoitteet ovat suhteellisen ohuita, pinnan tulee olla mahdollisimman tasainen puhdistuksen jälkeen. Puhdistuksen tulos tarkastetaan CCTV-kuvauksella.

Pinnoitettu putki pitäisi tarkastaa ennen pinnoituksen kuivumista ja tässä yhteydessä myös pinnoitteen paksuus mitataan vähintään putken päästä useasta kohdasta. Jos pinnoite ei ole onnistunut, se poistetaan pesemällä ja pinnoitus tehdään uudelleen. Kovettuneen pinnoitteen lopputarkastus tehdään putkilinjasta irrotetuista putkinäytteistä, jotka irrotetaan mahdollisimman pian pinnoitteen kovettumisen jälkeen. Pinnoitettu putkilinja desinfioidaan ja huuhdellaan ennen käyttöönottoa. Huuhtelua jatketaan, kunnes veden pH-arvo on riittävän matala verkostoon syötettävään veteen verrattuna ja joka tapauksessa alle 9,5. Kun putkilinja on otettu käyttöön, otetaan vesinäyte kuluttajan hanasta mikrobiologisia määrittelyjä varten.

WRC:n ohjeistuksessa on arvioitu myös sementtilaastipinnoitusten kestävyyttä. Arvion mukaan tehdasvalmisteisten portlandsementtilaastipinnoitteiden kestävyys on parempi kuin kentällä tehtyjen. WRC:n ohjeistuksessa esitettyjen arvioiden mukaan tehdasvalmisteisen pinnoitteen maksimiliukenemisnopeus aggressiivisessa vedessä on 0,08 mm/a ja keskimääräinen liukenemisnopeus 0,045 mm/a. Tällöin minimikestoikä olisi 50 vuotta ja keskimääräinen kestoikä 90 vuotta aggressiivisessa vedessä. Paikalla tehdyn pinnoitteen kestävyys on heikompi, ja keskimääräinen kestoikä arvioidaan 30 vuodeksi pehmeässä vedessä. Kestävyys on toisaalta huomattavasti parempi kovissa vesissä, jopa yli 100 vuotta. Mikäli sementtilaastipinnoitteita on käytössä vedessä, jonka alkaliteetti on alle 55 mg/l, pinnoitteiden kunto tulisi tarkastaa 5-10 vuoden välein.

### *Materiaalivaatimukset*

DWI (Drinking Water Inspector) on julkaissut sarjan ohjeita testauslaboratorioille, jotka arvioivat tuotteiden soveltuvuutta juomavesijärjestelmiin. Sementtipohjaisia materiaaleja koskevaa ohjetta *Leaching of substances from products used in contact with water intended for human consumption: Protocol 3 Cementitious products* (DWI 2011b) käytetään yhdessä muun ohjeistuksen kanssa kuten *Advice Sheet 7 Construction products for water retaining structures in water collection, treatment and distribution systems* (DWI 2011c) ja *Advice Sheet 8 Products permitted to be used under regulation 31(4)(b) products with a small surface area in contact with water (including materials for use in well & borehole construction and installation)* (DWI 2011d).

Tehdasvalmisteisille ja paikalla tehtäville putkien sementtilaastipinnoitteille on asetettu seuraavia testausvaatimuksia. Valmistusaineet on ilmoitettava ja niille saatava hyväksyntä. Testaukset tulee tehdä tuotteen vaikutuksesta veden aistinvaraiseen laatuun (haju- ja makutestaus BS 6920-2.2, väri- ja sameustestaus BS 6920-2.3) sekä metallien liukenemisesta (BS 6920-2.6). Mutageenisuuden testaustarve riippuu tuotteen koostumuksesta ja käyttötarkoituksesta (BS 6920-2.5). Migraatiotesti tehdään DWI:n ohjeistuksen mukaan. Testaustarve riippuu koostumuksesta ja käyttötarkoituksesta (TOC, GC-MS BS 6920-2.4, erityismääritykset). Myös mikrobikasvun testaustarve riippuu koostumuksesta ja käyttötarkoituksesta (BS 6920-2.4).

Sementtilaastipinnoitteisiin hyväksytyt lisäaineet ilmoitetaan tuotteittain DWI:n internet-sivuilla (DWI 2011a). Joidenkin tuotteiden kohdalla annetaan lisäehtoja esimerkiksi veden laadulle ("This product has been approved for use only in contact with water of alkalinity greater than 40 mg/l CaCO<sub>3</sub>") tai kuivumisolosuhteille ("The product must be cured for a minimum 7 days at a minimum temperature of 7 °C").

Uusien lisäaineiden hyväksyntämenettely kuvataan ohjeen liitteessä A. Hakemus tehdään DWI:lle Regulation 31:n pohjalta. DWI antaa yksityiskohtaiset ohjeet testaukselle, johon sisältyy tyypillisesti BS 6920:n mukaisia testauksia sekä liukenevuustestauksia. Ohjeet koskevat koekappaleiden valmistusta ja esikäsittelyä, testiveden valmistusta sekä vesinäytteenottoa, analysointia ja tulosten käsittelyä.

Koekappaleet valmistetaan betonista, johon on lisätty valmistajan ilmoittama maksimipitoisuus tutkittavaa lisäainetta. Koekappaleet saavat kovettuvat vakio-olosuhteissa (20 °C, RH ≥ 90%) korkeintaan 21 vuorokautta. Tämän jälkeen koekappaleet desinfioidaan, huuhdellaan ja upotetaan testiveteen 3 x 72 h:n koejaksoiksi. Jokaisen koejakson jälkeen vesi analysoidaan DWI:n ohjeiden mukaan ja koekappaleet laitetaan uuteen testiveteen. Testaukset tehdään kahdella rinnakkaisnäytteellä.

Testivesi on ionivaihdetusta vedestä valmistettua keskikovaa vettä. Koekappaleiden pinta-alan ja vesitilavuuden suhteen (S/V) tulee olla 1,3 dm<sup>-1</sup>. Vesinäytteistä määritetään TOC:n ja spesifisten valmistusaineiden pitoisuudet sekä tehdään GC-MS-määritys standardin BS 6920-4 mukaan. Jokaiselle aineelle lasketaan migraatioaste M (µg/(dm<sup>2</sup> · vrk)), josta lasketaan aineen pitoisuus todellisissa olosuhteissa 24 tunnin kontaktiajalle seuraavasti:

$$C_f = M \cdot S_f / 10V_f$$

missä:

$C_f$  on aineen pitoisuus todellisissa käyttöolosuhteissa (µg/l)

$S_f$  = on todellinen lisäainetta sisältävän betonin/sementtilaastin pinta-ala, joka on kosketuksissa veden kanssa (m<sup>2</sup>)

$V_f$  = todellinen betonin/sementtilaastin kanssa kosketuksissa olevan veden tilavuus (m<sup>3</sup>).

#### 4.2.3 Saksan hyväksyntämenettely orgaanisille pinnoitteille ja saneerauspinnoittamiselle

##### *Pinnoitteiden tuotehyväksyntä*

Saksassa on ollut viranomaislähtöisiä vaatimuksia orgaanisten pinnoitteiden turvallisuudelle jo pitkään. Vuoteen 1998 asti orgaanisten pinnoitteiden arviointi perustui suositukseen "Lacke und Anstrichstoffe für Lebensmittelbehälter und Lebensmittelverpackungen" (Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin, vuodesta 2002 Bundesinstitut für Risikobewertung, BfR). Tämä suositus ei kuitenkaan enää ollut riittävä tutkimustiedon lisääntyä ja turvallisuusvaatimusten kiristyessä. Seuraavassa vaiheessa laadittiin "Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von Epoxidharzbeschichtungen" (Bundesgesundheitsblatt 46(2003)9 p. 797-817 in: Beschichtungsleitlinie 2008). Tämä ohjeisto sisälsi positiivilistat epoksinpinnoitteissa sallituista aineista. Ohjeistusta laajennettiin sittemmin kattamaan myös polyuretaanit, polyakrylaatit ja polyesterit, joita siis yleisimmin käytetään vesijohtojen pinnoitteissa.

Nykyinen ohjeistus "Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von organischen Beschichtungen im Kontakt mit Trinkwasser" (Beschichtungsleitlinie 2008) on tarkoitettu käytettäväksi arvioitaessa juomaveden kanssa kosketuksiin tulevia pinnoitteita saksalaisten säädösten edellyttämällä tavalla Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung -TrinkwV 2001). Saksalaisen juomavesisäädöksen "Trinkwasserverordnung" artiklan 17 mukaan ihmisten käyttöön tarkoitetun veden puhdistukseen ja jakeluun tarkoitettujen laitteiden asennus- ja huoltotöissä saa käyttää "ainoastaan sellaisia raaka-aineita ja materiaaleja, joista ei vapaudu aineita suurempia määriä kuin yleisesti hyväksytyjen teknisten säädösten mukaan on välttämätöntä, joilla ei ole välittömiä tai välillisiä terveydellisiä haittavaikutuksia ja jotka eivät muuta veden hajua tai makua".

Pinnoiteohje on notifioitu (2009/39/D) direktiivin 98/34/EC mukaisesti. Ohjeisto ei ole laillisesti sitova, mutta se sisältää nykyiseen tekniseen ja tieteelliseen tietoon perustuvat vaatimukset, jotta juomavettä koskevan lainsäädännön vaatimukset täyttyvät. Pinnoitteiden arvioidaan siis täyttävän saksalaisen juomavesisäädöksen "Trinkwasserverordnung" artikla 17:n vaatimukset, jos ne täyttävät pinnoiteohjeen ja orgaanisille aineille asetetut mikrobiologisen soveltuvuuden vaatimukset (DVGW W 270) ja jos niitä käytetään yleisesti hyväksytyjen teknisten standardien mukaisesti.

Pinnoiteohje sisältää positiivilistat pinnoitteissa käytettävistä sallituista valmistusaineista, testausmenetelmät ja hyväksymisrajat. Ohje vastaa rakenteeltaan tulevaa eurooppalaista CPDW-tuotehyväksyntämenettelyä juomaveden kanssa kosketuksissa oleville rakennustuotteille. Positiivilistat on jaettu kahteen osaan, joista osa 1 sisältää aineet, joille on tehty toksikologinen arviointi. Arviointi on joko saatu EU:n elintarviketurvallisuusviranomaiselta European Food Safety Authority (EFSA) tai BfR:ltä. Osa 2 sisältää esimerkkejä mahdollisista välituotteista pinnoitteessa.

Pinnoitteiden valmistuksessa saa käyttää ainoastaan positiivilistalla olevia aineita. Pinnoitteelle tehdään laboratorioissa testaukset niiden vaikutuksesta veden aistinvaraiseen laatuun (haju- ja makutestit) sekä niistä liukenevien aineiden selvittämiseksi (migraatiotestit).

Haju- ja makutestaukset tehdään standardien EN 1420-1 ja EN 1622 mukaan. Pinnoite ei saa muuttaa veden esteettisiä ominaisuuksia kuten haju, maku, kirkkaus, väri tms. Kylmässä vedessä aistinvaraisissa testeissä veden haju- ja makukynnysarvojen vaatimus on TON (Threshold Odour Number), TFN (Threshold Flavour Number) < 2, ja lämpimässä vedessä TON, TFN ≤ 4.

Migraatiotestit tehdään standardien EN 12873-1 ja EN 12873-2 mukaisesti. Veteen liunneen orgaanisen hiilen kokonaispitoisuuden (TOC) yleinen vaatimus on DWPLL<sub>TOC</sub> (Drinking Water Positive List Limit) = 0,5 mg/l. Yksittäisten aineiden DWPLL-arvot otetaan positiivilistalta. Yksittäisten orgaanisten aineiden liukeneminen, mitattuna TOC-pitoisuutena, ei saa ylittää kyseiselle tuoteryhmälle hyväksyttävää maksimimigraatioastetta  $M_{\max}$ , TOC mg/(dm<sup>2</sup>d).

Saksassa on käytössä nk. muuntokertoimet (Fc), joiden avulla lasketaan tietylle tuoteryhmälle suurimmat sallitut migraatioasteet ( $M_{\max, \text{tuoteryhmä}}$ ). Muuntokertoimet esitetään taulukossa 4.5, ja migraatioaste lasketaan seuraavasti:

$$M_{\max, \text{tuoteryhmä}} = \text{DWPLL}/F_c$$

$$[\text{mg}/\text{dm}^2 \text{ d}] = [\text{mg}/\text{dm}^3] / [\text{d}/\text{dm}]$$

**Taulukko 4.5** Saksassa käytössä olevan tuotehyväksynnän testitulosten muuntokertoimet, joiden avulla lasketaan testaustuloksesta kemikaalikohtaiset migraatioasteet.

Product group	Conversion factor $F_c$ in d/dm
Pipes with DN < 80 mm (domestic installation)	20
Pipes of diameter 80 mm ≤ DN < 300 mm (supply pipes)	10
Pipes of diameter DN ≥ 300 mm (main pipes)	5
Fittings for pipes with DN < 80 mm	4
Fittings for pipes with 80 mm ≤ DN < 300 mm	2
Fittings for pipes with DN ≥ 300 mm	1
Sealings for pipes with DN < 80 mm	0,4
Sealings for pipes with 80 mm ≤ DN < 300 mm	0,2
Sealings for pipes with DN ≥ 300 mm	0,1
Tanks in domestic installations including repair systems	4
Tanks other than in domestic installations including repair systems	1
Repair systems for tanks in domestic installations with $\frac{1}{100}$ of the area of the tank	0,04
Repair systems for tanks other than in domestic installations with $\frac{1}{100}$ of the area of the tank	0,01

Pinnoitemateriaali hyväksyntä on voimassa viisi vuotta. Hyväksyntää voidaan kuitenkin jatkaa viidellä vuodella ilman uusia testauksia, mikäli kyseessä on sama valmistaja eikä tuotteiden koostumuksessa tai valmistusprosessissa ole tapahtunut muutoksia. Testiraportti liitteineen toimitetaan Saksan ympäristövirastoon UBA:an, jossa koostumustiedot ja tulokset säilytetään luottamuksellisinä. Valmistajan tulee toimittaa UBA:lle myös mikrobikasvun testauksesta testisertifikaatti (DVGW W 270 (A)). UBA ylläpitää listaa hyväksytyistä pinnoitteista.

Toistaiseksi vain yhdellä vesijohtojen pinnoitteisiin käytettävällä epoksihartsilla on ollut UBA:n hyväksyntä, joka kuitenkin umpeutui syyskuussa 2010. Vuonna 2011 siis yhdelläkään kiinteistöputkien epoksinnoitetuotteella ei ole UBA:n hyväksyntää.

### *Pinnoittamisen sertifiointimenettelyt*

Saksassa vesijohtojen epoksinnoituksia on ollut markkinoilla jo 1980-luvun lopulta. Saksassa on ollut käytössä pinnoitusmenetelmien ja -yritysten sertifiointimenettelyt, joista vastaa Saksan kaasu- ja vesialan yhdistys DVGW (Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e. V.). Pinnoitemateriaalin ja -prosessin kelpoisuus tuli siis osoittaa DVGW:n sertifikaatilla. Sertifiointi edellytti, että valmistaja toimitti sekä orgaanisia pinnoitteita koskevaan ohjeistukseen liittyvät testausraportit ja DVGW W 270 mukaisen testausraportin pinnoitteen mikrobiologisesta soveltuvuudesta. DVGW-sertifiointin tilanteesta on lisätietoa pinnoittamista käsittelevässä kohdassa.

Vaikka epoksinnoituksia koskevat DVGW-ohjeet VP 548, W 545 ja W 548 julkaistiin jo v. 2004–2005, yhtään sertifikaattia ei ollut myönnetty vuoteen 2009 mennessä. DVGW:n heinäkuussa 2009 antamassa tiedotteessa todettiin, että vaikka pinnoittajat esittävät menetelmää ongelmattomaksi, saneerauksen jälkeen on kuitenkin joissakin tapauksissa esiintynyt ongelmia esimerkiksi juomaveden aistinvaraisessa laadussa tai pinnoitteen kiinnipysyvyydessä. Näistä syistä DVGW-ohjeista vastaava toimikunta päätti tarkistaa saneerauspinnoituksia koskevat ohjeistukset.

Toukokuussa 2011 DVGW tiedotti, että vesijohtojen saneerauksissa käytettäviä epoksinnoituksia koskevat DVGW-ohjeet VP 548, W 545 ja W 548 vedetään takaisin. DVGW veti pois tekniset ohjeistukset, koska kentällä on esiintynyt epätietoisuutta sekä mahdollisesti liukenevista kemikaaleista että pinnoitteiden teknisestä soveltuvuudesta. Useat yritykset ovat yrittäneet saada sertifikaatin, mutta testauksille asetetut vaatimukset eivät ole täyttyneet. Epoksinnoitusta ei siis tällä hetkellä saa käyttää kiinteistöjen vesijohtojen saneerauksissa Saksassa. Suunnitelmissa on käynnistää tutkimusohjelma esille tulleiden kemikaalien liukenemiseen ja pinnoitteiden tekniseen käyttökelpoisuuteen liittyvien epäselvyyksien ratkaisemiseksi.

Vaikka DVGW-ohjeistukset eivät olekaan tätä raporttia kirjoitettaessa voimassa, ohjeistusten sisältöä kuvataan seuraavassa lyhyesti.

DVGW W 548 koskee epoksinnoituksia rautametallisiin ja kuparisiin vesijohtoihin. Ohjeen mukaan vesijärjestelmän kunto ja saneerauskelpoisuus on selvitettävä ennen pinnoitusta. Menetelmän kehittäjän tulee esittää täydellinen menetelmäkohtainen kuvaus kaikista pinnoituksen onnistumisen kannalta oleellisista työvaiheista, joita ovat esimerkiksi esivalmistelu ja puhdistus, käytettävät laitteet, pinnoitus, kovettumisvaihe, pinnoitteen tarkastus, huuhtelu, painekoe ja vesinäytteet. Tulee myös varmistaa, että saneerauskohteessa toimitaan näiden teknisten kuvausten mukaan. Sopivaan kohtaan vesijärjestelmää tulee kiinnittää saneerauksen suorittaneen yrityksen kyltti, jossa tulee olla tieto käytetystä pinnoitusmateriaalista ja sille annetusta DVGW-sertifikaatista.

Ohje DVGW VP 548 koskee pinnoittamisen soveltuvuustestauksia. Ne tehdään kahdella testauslaitteistolla, joista toinen vastaa uutta verkostoa ja toinen vanhaa verkostoa. Pinnan puhtaus puhdistuksen jälkeen arvioidaan standardin ISO 8501-1:n mukaan. Pinnoitteesta tutkitaan silmämääräisesti ja optisella mikroskoopilla mahdolliset virheet. Pinnoitteen minimi- ja maksimipaksuudet mitataan. Pinnoitteen kiinnitarttuvuus (EN ISO 4624, ASTM D 3359) ja tiiviisy (ASTM G 52 Method A) testataan. Pinnoitteelle tehdään vanhenemistesti korotetussa lämpötilassa, suolasumutestaus (DIN 50021, DIN 53167) sekä testi lämpötilavaihtelujen vaikutuksesta kiinnipysyvyyteen (VP 548).

Toiminnanharjoittajan sertifiointia koskee ohje DVGW W 545. Pinnoitusyrityksen henkilöstön on osoitettava ammatillinen pätevyytensä ja yrityksellä tulee olla toimiva laatujärjestelmä. Sisäisen ja ulkopuolisen laadunvalvonnan sisältö tulee määrittää. Jos pinnoiteaineen koostumukseen tulee muutoksia tai jos menettelyä muutetaan, sertifikaatit tulee hankkia uudestaan.

#### 4.2.4 Saksan hyväksyntämenettely sementtilaastipinnoittamiselle

Sementtipohjaisille tuotteille ei ole Saksassa vastaavaa viranomaislähtöistä ohjeistusta kuin orgaanisille materiaaleille. Tuotteiden oletetaan täyttävän saksalaisten juomavesisäädösten (Trinkwasserverordnung § 17 Abs. 1) artikla 17:n vaatimukset, jos ne täyttävät vaatimukset DVGW:n teknisestä ohjeesta DVGW-Arbeitsblatt W 347 (A) Hygienische Anforderungen an zementgebundene Werkstoffe im Trinkwasserbereich – Prüfung und Bewertung (2009).

Sementtipohjaisten materiaalien hygieniaan ja turvallisuuteen liittyvät vaatimukset on annettu valmistusaineille ja valmiille lopputuotteelle. Jos valmistusaineet täyttävät niille asetetut vaatimukset, tuotteita voidaan käyttää turvallisesti. Lisäaineiden, seosaineiden, pigmenttien, kuitujen tms. tulee olla W 347 (A):n liitteen A positiivilistalla. Liitteessä A on viittaus internet-sivuun, jossa positiivilistan pitäisi olla, mutta sivua ei enää löydy. Vuoden 2010 alkupuolella julkaistiin lausuntoja varten ehdotus DVGW-Arbeitsblatt W 347-B1 Hygienische Anforderungen an zementgebundene Werkstoffe im Trinkwasserbereich – Prüfung und Bewertung, Beiblatt 1 (2009), joka sisältää liitteen A positiivilistan täydennettynä ja päivitettyinä.

Vaatimukset on jaettu käyttökohteiden mukaan. Taulukossa 4.6 esitetään valurauta- ja teräsputkien sementtilaastipinnoitteiden materiaaleille sekä betoniputkien (DN  $\geq$  300), betonisäiliöiden ja niiden sementtilaastien materiaaleille asetetut vaatimukset ja taulukossa 4.7 tuotteille tehtävät testaukset ja niiden vaatimukset. Muita käyttökohteita ovat esim. sementtilaastipinnoitteet liitoksiin, korjauspinnoitteet hitseihin sekä betoniputket raakavedelle. Näille tuotteille vaatimukset ovat lievemmat.

**Taulukko 4.6** DVGW W 347 (A):n mukaiset vaatimukset valurauta- ja teräsputkien sementtilaastipinnoitteiden sekä betoniputkien (DN ≥ 300), betonisäiliöiden ja niiden sementtilaastien materiaaleille.

	Valurauta- ja teräsputkien sementtilaastipinnoitteiden materiaalit	Betoniputkien (DN ≥ 300), betonisäiliöiden ja niiden sementtilaastien materiaalit
Sementti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 197-1 &amp; DIN 1164</li> <li>• Muut rakennusviranomaisten hyväksymät sementit</li> <li>• EN 14647 (kalsium-aluminaatti-sementit)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 197-1 &amp; DIN 1164</li> <li>• Muut rakennusviranomaisten hyväksymät sementit</li> <li>• EN 14647 (kalsium-aluminaatti-sementit)</li> </ul>
Runkoaine, kiviaines (Aggregate)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 13139: puhtaat seosaineet</li> <li>• Orgaanisten epäpuhtauksien määrä ei saa ylittää 0,1 g KMnO<sub>4</sub>/kg hiekkaa vastaavaa määränä ionivaihdetun veden uutuksessa ja 0,3 g KMnO<sub>4</sub>/kg hiekkaa vastaavana määränä 0,1 mol/l NaOH:n uutuksessa</li> </ul>	EN 13139 & EN 12620: puhtaat seosaineet
Vesi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DIN 1045-2</li> <li>• Soveltuvat vedet: juomavesi tai lähes juomakelpoinen vesi, jonka sähkönjohtavuus &lt; 2000 µS/cm ja jonka kaliumpermanganaatti-indeksi &lt; 10 mg/l</li> <li>• em. ominaisuuksia ei tarvitse testata, jos käytetään juomavettä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DIN 1045-2</li> <li>• Soveltuvat vedet: juomavesi tai lähes juomakelpoinen vesi, jonka kaliumpermanganaatti-indeksi &lt; 20 mg/l</li> <li>• em. ominaisuuksia ei tarvitse testata, jos käytetään juomavettä</li> </ul>
Lisäaineet (Additives) (orgaaninen ja/tai epäorgaanin hienojakoinen aine, jolla parannetaan tai saadaan aikaan tiettyjä ominaisuuksia)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DIN 1045-2</li> <li>• Sementtimassaan voidaan lisätä 10 p-% epäorgaanista pozzolaani-lisäainetta, kun taas ei-pozzolaanista lisäainetta vain 3 p-%</li> <li>• Epäorgaanisia lisäaineita, jotka koostuvat positiivilistalla (Annex A) 1.-1.4:ssä mainituista komponenteista, saa käyttää</li> <li>• BfR Recommendation LII pitää tarkistaa lisäaineiden puhtauden varmistamiseksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DIN 1045-2</li> <li>• Sallittuja lisäaineita: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Epäorgaaniset lisäaineet: positiivilista 1.-1.4</li> <li>○ Orgaaniset lisäaineet: positiivilista 2.1</li> <li>○ BfR Recommendation LII pitää tarkistaa lisäaineiden puhtauden varmistamiseksi</li> </ul> </li> </ul>
Lisäaine (Admixture)	Ei käytetä	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DIN 1045-2</li> </ul>

(orgaaninen ja/tai epäorgaanen aine, joka muuttaa tuoreen tai kovettuneen materiaalin ominaisuuksia, tav. korkeintaan 5 m-%)

Pigmentit

Ei käytetä

Kuidut (lujitteet)

Ei käytetä

Muut aineet (epäorgaaninen ja/tai orgaaninen aine, jota laitetaan suoraan tai epäsuoraan/välillisesti sementtipohjaisen materiaalin pinnalle valmistuksessa tai myöhemmissä rakennusvaiheissa)

Ei käytetä

- Betonin nesteyttimissä, notkistimissa ja hidastimissa saa käyttää positiivilistan aineita 3.4; 4.1–4.6).
- Säiliöiden pinnoittamiseen tarkoitetussa sementtilaastissa voi käyttää positiivilistan aineita 3.1–3.6 ja 4.1–4.13, mikäli niiden vakiopitoisuus on varmistettu laadunvalvontamenettelyillä (SFS-EN ISO 9000-9004)

- DIN 1045-2
- Pigmenteissä voidaan käyttää positiivilistan aineita 5
- Säiliöiden pinnoittamiseen tarkoitetuissa pigmenteissä voi myös käyttää kohdan 5 mukaisia positiivilistan aineita, mikäli niiden vakiopitoisuus on varmistettu laadunvalvontamenettelyillä (SFS-EN ISO 9000-9004)

- DIN 1045-2
- Kuitujen tulee olla rakennusviranomaisten hyväksymiä
- Kuiduissa voidaan käyttää positiivilistan aineita: 6.1–6.2
- Säiliöiden pinnoittamiseen tarkoitetussa kuiduissa voi myös käyttää positiivilistan kohtien 6.1–6.3 mukaisia aineita, mikäli niiden vakiopitoisuus on varmistettu laadunvalvontamenettelyillä (SFS-EN ISO 9000–9004)

Muissa aineissa voidaan käyttää kohtien 7.1–7.4.5 mukaisia positiivilistan aineita, mikäli niiden vakiopitoisuus on varmistettu laadunvalvontamenettelyillä (SFS-EN ISO 9000–9004)



**Taulukko 4.7** Valurauta- ja teräsputkien sementtilaastipinnoitteiden sekä betoniputkien (DN ≥ 300), betonisäiliöiden ja niiden sementtilaastien tuotteiden testaukset ja vaatimukset DVGW W 347 (A):n mukaan.

	Valurauta- ja teräsputkien sementtilaastipinnoitteiden materiaalit	Betoniputkien (DN ≥ 300), betonisäiliöiden ja niiden sementtilaastien materiaalit
Vaikutus veden laatuun: sameus & väri (EN ISO 7027, EN ISO 7887), haju (EN 1622) ja vaahtoavuus	Ei muutoksia (S/V 1:4 (cm <sup>2</sup> /ml))	Ei muutoksia (S/V 1:4 (cm <sup>2</sup> /ml))
Orgaanisten aineiden liukeneminen (TOC)	≤ 2,5 mg/(m <sup>2</sup> d) (S/V 1:1 (cm <sup>2</sup> /ml))	≤ 10 mg/(m <sup>2</sup> d) (S/V 1:1 (cm <sup>2</sup> /ml))
Arseeni (As) <sup>a</sup>	≤ 0,05 mg/(m <sup>2</sup> d) (S/V 1:1 (cm <sup>2</sup> /ml))	≤ 0,05 mg/(m <sup>2</sup> d) (S/V 1:1 (cm <sup>2</sup> /ml))
Lyijy (Pb) <sup>a</sup>	≤ 0,1 mg/(m <sup>2</sup> d) (S/V 1:1 (cm <sup>2</sup> /ml))	≤ 0,1 mg/(m <sup>2</sup> d) (S/V 1:1 (cm <sup>2</sup> /ml))
Kadmium (Cd) <sup>a</sup>	≤ 0,05 mg/(m <sup>2</sup> d) (S/V 1:1 (cm <sup>2</sup> /ml))	≤ 0,05 mg/(m <sup>2</sup> d) (S/V 1:1 (cm <sup>2</sup> /ml))
Kromi (Cr) <sup>a</sup>	≤ 0,3 mg/(m <sup>2</sup> d) (S/V 1:1 (cm <sup>2</sup> /ml))	≤ 0,3 mg/(m <sup>2</sup> d) (S/V 1:1 (cm <sup>2</sup> /ml))
Litium (Li) <sup>b</sup>	-	≤ 0,3 mg/(m <sup>2</sup> d) (S/V 1:1 (cm <sup>2</sup> /ml))
Nikkeli (Ni) <sup>a</sup>	≤ 0,2 mg/(m <sup>2</sup> d) (S/V 1:1 (cm <sup>2</sup> /ml))	≤ 0,2 mg/(m <sup>2</sup> d) (S/V 1:1 (cm <sup>2</sup> /ml))
Mikrobiologiset vaatimukset	-	Jos käytetään orgaanisia lisä-, seos- tms. aineita, näiden aineiden tulee täyttää DVGW W 270:ssä laastille/betonille asetetut vaatimukset

<sup>a</sup> Testi vaaditaan vain, jos sementin absoluuttisessa alkuainekoostumuksessa seuraavat pitoisuudet (m-%) ylitetään: As 0,01; Cd 0,001; Cr 0,05; Ni 0,05; Pb 0,05.

<sup>b</sup> Testi vaaditaan vain, jos litiumyhdisteitä on käytetty lisä/seosaineena (admixture).

### Tuotetestaus

Laboratoriotestaukset tehdään koekappaleille, joita on valmistuksen jälkeen säilytetty 28 vrk ennen testauksia. Koekappaleille tehdään esikäsittely (3 x 24 h + 72 h + 24 h) vedessä, jonka pH on 7,4, kovuus 200 mg/l CaCO<sub>3</sub> (= 2,00 mmol/l) ja alkaliteetti 244 mg/l HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (=4,00 mmol/l). Vesi vastaa standardin SFS-EN 14944-1:n (haju- ja makutestaus) mukaista esikäsittelyvettä.

Esikäsittelyn jälkeen koekappaleet huuhdellaan juomavedellä ja testaukset tehdään välittömästi. Testiveden pH on 7,3, kalsiumpitoisuus 80 mg/l (=2,00 mmol/l) ja alkaliteetti 350 mg/l  $\text{HCO}_3^-$  (= 5,74 mmol/l). Koeaika on 3 x 72 h. Testivedestä määritettyjen aineiden migraatioasteet (mg/(m<sup>2</sup>d)) eivät saa ylittää taulukossa 4.7 asetettuja raja-arvoja. 3. koeperiodin migraatioasteet eivät myöskään saa olla korkeammat kuin 1. periodin.

#### 4.2.5 Ruotsin tilanne

##### *Pinnoituksia koskevat selvitykset ja tutkimukset*

Ruotsissa on lehdissä ollut viime vuosina kirjoituksia vesijohtojen saneerauspinnoituksista. Vesijohtojen pinnoituksen suhteen esille on nostettu epoksinpinnoitteista mahdollisesti liukeneva bisfenoli A (www.bofast.net 2009–2010 esimerkkinä Ahlberg 2010). Pinnoituksista on tehty myös useita selvityksiä.

Stockholm Vatten teki jo 1990-luvulla koepinnoituksia jakeluverkoston vesijohtoihin sukitusmenetelmällä, jossa polyesterisukan päälle levitetty epoksihartsi kovetettiin paikan päällä lämmön avulla. Pinnoitteen vaikutuksia juomaveteen selvitettiin vesianalyyseillä. Pinnoituksen jälkeen verkostolle tehtiin 10 minuutin huuhtelu ja vesinäytteet otettiin 72 tunnin seisotuksen jälkeen. Vesinäytteissä ei todettu määritysrajan (0,05 µg/l) ylittäviä pitoisuuksia bisfenoli A:ta, mutta pieniä määriä sen johdannaisia (BADGE) todettiin. Seuraavat vesinäytteet otettiin 6 kuukauden kuluttua pinnoituksesta. Tällöin ei todettu BADGE-yhdisteitä, mutta seuraavassa vesinäytteenotossa 1 vuoden kuluttua pinnoituksesta BADGE-yhdisteiden pitoisuudet olivat lisääntyneet. Amiinien, amidien ja muiden epoksimateriaalin lisäaineiden tai tiettyjen epikloorihydriinin hydrolyysituotteiden esiintymistä pieninä määrinä vesinäytteissä ei voitu sulkea pois, mutta niitä ei voitu vesinäytteistä tutkia puutteellisten analyysimenetelmien vuoksi. Tulosten perusteella pinnoitteella ei arvioitu olevan haitallisia terveysvaikutuksia, mutta lopullista arviointia varten tarvittaisiin kehittyneemmät kemikaalien määritysmenetelmät. Tästä syystä tutkimuksen tekijät suosittelivat, että Stockholm Vatten suhtautuisi toistaiseksi varovaisuudella näihin saneerausmenetelmiin. Pinnoitusta tulisi harkita siinä tapauksessa, että mitään muuta saneerausmenetelmää ei voida teknisistä tai taloudellisista syistä käyttää, ja tällöinkin sitä tulisi käyttää vain suurille putkille, joissa on isot virtaamat. Pinnoitteen kovettumista tulee voida seurata ja täydellisestä kovettumisesta varmistua, jotta ei-polymerisoituneiden monomeerien irtoamista ei tapahtuisi. (Wahlberg ym. 2003).

Familjebostäder i Göteborg teki vuonna 2008 selvityksen vesijohtojen saneerauspinnoituksissa käytettävistä pinnoitteista. Selvityksen perusteella yhdistys päätyi siihen, että yli 0,5 p-% bisfenoli A:ta sisältävät epoksinpinnoitteet eivät ole hyväksyttäviä. Polyesteripohjaiset pinnoitteet todettiin hyväksyttäväksi, vaikka nekin sisältävät selvityksen mukaan ympäristölle ja terveydelle haitallisia aineita. (Ahlberg 2010)

Fastighetsägarna Stockholm ja SABO (Sveriges Allmännyttiga Bostadsföretag) käynnistivät asuinkiinteistöjen putkien saneerauspinnoituksia koskevan selvityksen vuonna 2009. Loppuraportti valmistui kesällä 2011 (af Klintberg ym. 2011). Selvityksen tavoitteena oli vahvistaa kiinteistönomistajien roolia tilaajana ja luoda suosituksia pinnoitusten käytölle. Selvitys koskee lähinnä viemäri- ja sadevesijohtojen saneerauspinnoitusta. Se perustuu eri tahoille tehtyyn haastattelututkimukseen sekä verkostonäytteille tehtyihin laboratoriotestauksiin. Raportti sisältää myös tilaajalle annettavan listauksen selvitetävistä asioista, mm. pinnoitusyrityksen referensseistä, sertifikaateista, laadunvalvontatoimenpiteistä, dokumentoinnista tms.

Raportin mukaan kokemukset viemäriputkien pinnoituksesta olivat pääosin myönteisiä. Haastateltujen mielestä oli kuitenkin valitettavaa, että pinnoitusta käytettiin myös kohteissa, joissa jo olisi ollut tarpeen tehdä kattava kylpyhuoneremontti ja erityisesti uusia vesieristeet ja lattiakaivo.

Näytepalojen laboratoriotutkimuksissa tutkittiin 11 eri verkostoista irrotettua näytekappaletta, joista noin puolet oli epoksinnoitettua ja puolet polyesteripinnoitettua putkea. Epoksinnoite oli 1 mm:n paksuinen ja sen kiinnitarttumisen putken seinämään on oleellista. Polyesteripinnoitteessa puolestaan oli lasikuituvahviste, jolloin sen paksuus oli 3 mm ja sen katsottiin olevan putki putken sisällä, jolloin kiinnitarttuvuus ei ole yhtä oleellista. Putkimateriaalit olivat pääosin valurautaa ja yhdessä kohteessa muovia. Pinnoituksesta oli kulunut keskimäärin 2–3 vuotta ja enintään 5–6 vuotta. Näytekappaleiden laboratoriotutkimuksissa putkista irrotettiin koepaloja, joista tutkittiin pinnoitteen laatua, paksuutta ja kiinnipysyvyyttä silmämääräisesti ja mikroskoopilla. Tutkimuksissa saatiin sekä hyviä että huonoja tuloksia. Pinnoituksen epäonnistumisen syiksi arvioitiin liian syöpyneseen putkeen tehty pinnoitus, riittämätön pinnan puhdistus ennen pinnoitusta tai liian ohut pinnoite. Tutkimustulokset viittaavat myös siihen, että tietyt orgaanisten pinnoitteiden vanhenemisilmiöt voivat aiheuttaa esimerkiksi pintasaröilyä. Kattavampia tutkimuksia tarvittaisiin selvittämään näiden ilmiöiden yhteyttä materiaali- ja laatu-tekijöihin sekä pinnoitteen kestoikään. Raportissa käsitellään lyhyesti myös käytettävien pinnoiteaineiden (polyesteri, epoksi) terveys- tai ympäristövaikutuksia. Viemäriputkien epoksinnoitteista voi huuhtoutua pieni määrä bisfenoli A:ta jäteveeten, mutta vain 1 %:n arvioidaan kulkeutuvan puhdistetusta jätevedestä luontoon, jossa se hajoaa suhteellisen nopeasti.

### *Viranomaistoimenpiteet ja tilanne vuonna 2011*

Ruotsin kemikaali- ja elintarvikeviranomaiset selvittivät kevään 2011 aikana ympäristöministerin toimeksiannosta bisfenoli A:n riskejä ja rajoitusten tarvetta. Selvitys kattoi kaikki potentiaaliset bisfenoli A:n lähteet kuluttajalle (pakkausmateriaalit, kuittipaperit, kuluttajatuotteet, pinnoitteet). Selvityksestä julkaistiin laaja raportti. Saneerauspinnoitteiden suhteen raportissa päädyttiin siihen, että putkien saneerauksessa käytettävät orgaaniset aineet tulee selvittää ja haitallisten kemikaalien (bisfenoli A) liukeneminen niistä tulee tutkia. Jatkotoimenpiteistä päätetään vasta näiden selvitysten jälkeen. Mikäli tutkimuksissa todetaan bisfenoli A:ta juomavedessä, toimenpiteisiin on ryhdyttävä. Elintarvikevirasto voi esimerkiksi asettaa bisfenoli A:lle raja-arvon juomavedessä. Selvitys oli lausuntokierroksella 15.8.2011 asti, mutta yhteenvedoa lausunnoista ei ole julkaistu eikä Ruotsin hallitus ole toistaiseksi päättänyt toimenpiteistä. (Kemikalieinspektionen 2011).

Raportin julkaisemisen jälkeen ruotsalaisten vesilaitosten kattojärjestö Svenskt Vatten suosittelee varovaisuusperiaatteen mukaisesti, että epoksituotteita ei käytettäisi vesijohdoissa, ennen kuin niiden turvallisuudesta saadaan riittävästi tietoa. Myös Ruotsin rakennusalan yritysten kattojärjestön (Sveriges Byggindustrier) mukaan vesijohtojen epoksinnoittamisesta tulee pidättäytyä, koska siihen liittyviä riskejä ei tunneta. Järjestön mukaan Ruotsiin tarvittaisiin viranomaistaho, joka vastaisi juomaveden kanssa kosketuksiin tulevien materiaalien turvallisuudesta. Siksi Sveriges Byggindustrier suosittelee, että rakennustuotteissa käytettäisiin ainoastaan aineita, jotka on rekisteröity BASTA-tietokantaan ([www.bastaonline.se](http://www.bastaonline.se)). BASTA-tietokanta on koottu ruotsalaisen rakennussektorin aloitteesta, ja sen tavoitteena on helpottaa ympäristö- ja terveysvaikutuksiltaan parhaiden tuotteiden valintaa. Tuotteiden valmistusaineiden tulee olla EU:n kemikaalasetuksen (REACH) ja muiden kemikaaliturvallisuuden liittyvien säädösten mukaisia.

#### 4.2.6 Suomi: vapaaehtoinen sertifiointi vesijohtojen sisäpuolisille pinnoitusmenetelmille

VTT sertifiointi on tarkoitettu tuotteille, järjestelmille ja menetelmille. Sertifiointin tarkoitus on varmentaa tuotteen ja menetelmän ominaisuudet. Sertifiointit perustuvat VTT:n tuotesertifiointitoimikunnan hyväksymiin perusteisiin eli tuotevaatimuksiin.

Sertifiointi edellyttää, että vaaditut tyyppitestit/laskelmat on tehty ja tulokset täyttävät vaatimukset. Ennen sertifiointin myöntämistä tarkastetaan yrityksen sisäinen laadunvalvonta. Lisäksi sertifiointin voimassaolon edellytyksenä on valmistajan oma jatkuva sisäinen ja vuosittainen ulkoinen laadunvalvonta, jolla varmennetaan tuotteen ja asennuksen laatua. Sertifiointi on voimassa uusille tuotteille aluksi 2 vuotta. Jatkossa voimassaoloaika voidaan pidentää 5 vuoteen, jos tuotteeseen liittyviä ongelmia ei ole todettu.

Vesijohtojen sisäpuolisten pinnoitusmenetelmien sertifiointiperusteet on hyväksytty toimikunnassa 17.10.2010. Perusteiden tavoitteena on varmistaa pinnoituksen kelpoisuus talousveden johtamiseen ja arvioida miten pinnoite kestää ja kuinka paljon se voi pidentää vesijohtojen käyttöikä. Perusteet pohjautuvat aikaisemmin tehtyihin sertifiointiperusteisiin viemäriputkien pinnoitteille/pinnoitusmenetelmille, osin Saksan vaatimuksiin vesijohtojen pinnoitusmenetelmille, muoviputkien talousvesikelpoisuusvaatimuksiin Suomessa (tyyppihyväksyntä) ja Euroopassa.

##### *Kuvaus tuotteesta:*

Sertifioitava tuote on vesijohtoputkiston kunnostusmenetelmä, missä putkiston sisäpinta puhdistetaan esim. hiekkapuhalluksella ja kuivuneen putken pinta pinnoitetaan elastisella massalla. Kunnostusmenetelmä koostuu määritetystä pinnoitteesta, määritellyistä alustoista, pinnoitettavan alustan puhdistusmenetelmästä, puhdistustuloksen tarkastusmenetelmästä, pinnoituksen levitysmenetelmästä, pinnoituksen onnistumisen ainetta rikkomattomasta valvontamenetelmästä, työvälaineistä, sekä tarvittaessa myös pinnoituksen päätekohtassa tarvittavasta tiivytysvarmistusmenetelmästä. Putkiston kunto suositellaan selvitetäväksi ennen pinnoitusta. Jos sitä ei ole tehty, on riski, että putkisto ei ole pinnoituskelpoinen ja asia selviää vasta, kun puhdistustulos tarkastetaan.

Sertifiointissa tuotteesta tarkastetaan ja testataan laboratoriossa useita erityyppisiä koekappaleita. Tuotteen talousvesikelpoisuus määritetään vaatimusten mukaisesti taulukon 4.8 mukaisesti. Muissa testeissä mitataan pinnoitteesta mekaaniset ominaisuudet, veden imeytyminen sekä vanhennuskokeilla arvioidaan odotettua käyttöikä.

**Taulukko 4.8.** Talousvesikelpoisuuden määrittäminen.

Ominaisuus/vaadittu tieto	Menetelmä	Yksikkö	Vaatus/tulos
Kelpoisuus talousveden johtamiseen	Lisäaineluettelot <sup>1)</sup> SFS-EN-ISO 8795 SFS 2335, liite A		Vaatimusten täytyttävä

<sup>1)</sup> KTM:n asetus 953/2002 (direktiivi 2002/72/EY) ja muut suositukset elintarvikkeen kanssa kosketuksiin tuleville polymeereille

Pinnoitteen toimivuutta putkistossa testataan lisäksi pinnoittamalla putkisto joissa on haaroja ja liitoksia ja seuraamalla sen tiiviyyttä ja pinnoitteen tartunnan pysyvyyttä lämpötilanvaihtelukokeessa taulukon 4.9 mukaisesti.

**Taulukko 4.9** Pinnoitteen ja pinnoitetun putken ominaisuudet

Ominaisuus/vaadittu tieto	Menetelmä	Yksikkö	Vaatus /tulos
Pinnoitteen ominaisuustiedot			
• käyttöaika		h	Ilmoitetaan
• kovettumisaika eri lämpötiloissa			
• tiheys		h	
• vetolujuus- ja murtovenymä			
• kovuus		g/cm <sup>2</sup>	
• koostumus		MPa/ %	
• huokoisuus		Shore A	
Käyttöturvallisuustiedote pinnoitteesta			Edellytetään
Pinnoitteen minimipaksuus		mm	Ilmoitetaan
Pinnoitteen huokoisuus	Mikroskoopilla tai lupilla		Ilmoitetaan
Pinnoitteen vesihöyrynläpäisy	SS, ISO, EN tai DIN	kg/m <sup>2</sup> sPa	Ilmoitetaan
Pinnoitteen kosteuden absorptio	Vanhennuskokeen yhteydessä		Ilmoitetaan
Pinnoitteen vanhenemisenkestävyys	Vanhennus ja vetokoe ja painon muutos (koeaika ratkaisee ilmoitettavan käyttöiän)		Tulos arvioidaan
• ilmassa + 70 °C, ≥56 vrk			
• vedessä + 70 °C, ≥56 vrk			
Pinnoitteen tartunta putken materiaaliin	Lämpötilanvaihtelu-koe + 15 °C/ 93 °C, 1500 sykliä 4 min välein		Tulos arvioidaan

Lopuksi arvioidaan yrityksen sisäinen laadunvarmistusmenettely ja arvioidaan, voiko näillä menettelyillä tuottaa kriteerit täyttävää lopputulosta. Jos tuote, menetelmä ja laadunvarmistus täyttävät kriteerit, myönnetään yritykselle VTT sertifikaatti. Ja yrityksen kanssa solmitaan sopimus jatkuvasta laadunvalvonnasta. Yrityksen toimintaa arvioidaan säännöllisesti ja mikäli toiminta ei enää täytä sovittuja kriteereitä, voidaan sertifikaatti peruuttaa.

## 5 Pinnoittaminen nykytilanteessa

Suomeen on tuotu uusia vesijohtojen sisäpuolisen pinnoittamisen saneeraustekniikoita maailmalta jo reilun viiden vuoden ajan. Isännöintiliiton julkistaman Putkiremonttibarometri 2011:n mukaan pääkaupunkiseudulla vesijohtojen pinnoitukset ovat saavuttaneet linjasaneerauksissa noin yhden prosentin markkinaosuuden.

Ensin tulivat tekniikat ja urakoitsijat. Seuraavaksi havahtuivat suunnittelijat ja valvojat pohtimaan uusien tekniikoiden käyttömahdollisuuksia ja suhtautumistaan niihin. Ensimmäiset kohteet toteutettiin urakoitsijan suunnittelemina ja ilman kunnollista valvontaa, koska kokeneillakaan LVI-valvojiilla ei ollut näistä pinnoitteista mitään kokemuksia. Ensin ei vaadittu rakennuslupaa ja tarkempaa viranomaisohjeistusta ei ollut.

Paikallisen rakennusvalvontaviranomaisen kanta on selvitettävä tapauskohtaisesti ennen hankkeeseen ryhtymistä. Toteutettavat käyttövesiverkostojen sisäpuoliset pinnoitukset ovat nykyisin paremmin suunniteltuja, ohjeistettuja ja valvottuja kuin muutama vuosi sitten. Tosin suunnittelijoita ja valvojia on vieläkin vaikea löytää. Rakennusvalvonnan suhtautuminen voi olla nihkeää. On varauduttava antamaan heille pyydetessä riittävät selvitykset.

Esimerkiksi Insinööritoimisto TeknoPlan Oy on havainnut, että riskit ovat liian isoja voidakseen hankesuunnitteluissaan suositella vesijohtopinnoituksia. Tilaajan on myös hyvä tiedostaa tämän korjaustekniikan mahdollisuudet, rajoitukset ja jäljelle jäävät riskit.

### 5.1 Pinnoittamisen yleisyys

Tällä hetkellä Suomessa käytettävät vesijohtojen pinnoitteet ovat kiinteistöjen putkien epoksinpinnoitteita ja vesihuoltolaitosten teräs- ja valurautaputkien sementtillaastipinnoitteita.

Viiden paikkakunnan (Espoo, Tampere, Turku, Pori, Oulu) rakennusvalvonnan LVI-tarkastajille tehtiin huhtikuussa 2011 puhelinhaastattelu kiinteistöjen vesijohtojen pinnoittamisen luvanvaraisuudesta ja yleisyydestä. Kyselyn tuloksena todettiin, että kiinteistöjen talousvesiverkoston pinnoituksia tehdään tällä hetkellä pääasiassa Helsingissä. Muualla pääkaupunkiseudulla sekä Turussa ja Tampereella pinnoituksia on tehty muutamia. Porissa ja Oulussa pinnoituksia ei tiedetä tehdyn mahdollisia yksittäistapauksia lukuun ottamatta. Käytännöt pinnoittamisen lupaprosessiin olivat erilaiset ja joissakin kunnissa aiheetta ei ole vielä käsitelty ollenkaan.

Vesihuoltolaitosten omistaman verkoston pinnoittaminen ei ole rakennusvalvonnan piirissä. Nykyisin kyseisessä infrastruktuurirakentamisessa suunnittelun ja toteutuksen perustana käytetään alan toimijoiden yhdessä laatimia ohjeita ja oppaita. Esimerkiksi Rakennustietosäätiö RTS ja Rakennustieto Oy, Suomen Kuntaliitto ja Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry sekä Suomen Vesilaitosyhdistys ry ovat määrittäneet ja koonneet yhteen hyviä käytäntöjä mm. oppaina ja opetusmateriaalina. Rakentamista ohjaavia keskeisiä lähteitä ovat:

- INFRA-RYL 2006 Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset
- RIL 77-2005 Maahan ja veteen asennettavat kestumuoviputket (Asennusohjeet)
- RIL 237-1-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu (Perusteet ja toiminnallisuus)
- RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu (Mitoitus ja suunnittelu)

Sementtillaastipinnoituksia tekevien yritysten mukaan sementtillaastipinnoittaminen ei ole kovin yleistä. Pinnoitusta tehdään lähinnä kaupunkien keskustoissa, joissa jostain syystä ei haluta kaivaa koko verkostoa auki, tai tietyissä tapauksissa veden laatuun liittyvistä syistä.

## 5.2 Pinnoitteet

Vesijohtojen pinnoitteet voivat koostua orgaanisista kemikaaleista, metalleista ja metalliseoksista tai sementtipohjaisista materiaaleista. Metallisista pinnoitteista esimerkkinä ovat teräsputkien kuumasinkkipinnoitteet, joita käytettiin Suomessa kylmävesijohdoissa aina 1970-luvulle asti.

Orgaaniset pinnoitteet ovat mm. erilaisia maaleja. Verkostomateriaalien pinnoissa käytettävät maalit voidaan ryhmitellä yksikomponenttisiin ja kaksikomponenttisiin maaleihin. Tyypillinen yksikomponenttinen maali on epoksi-kertamuovijauhemaali. Kaksikomponenttisisissä maaleissa on muovi ja kovete. Tyypillisiä kaksikomponenttisiä maaleja ovat epoksi ja polyuretaani (Kunnossapitoyhdistys ry 2006). Epoksinpinnoitteet ovat yleisiä sisä- ja ulkopinnoitteita erilaisissa tehdasvalmisteisissa vesilaitteissa. Epoksinpinnoitusta on tehty saneerattaviin viemäriputkiin jo 20 vuoden ajan. Vesijohdot ja lämpöjohdot ovat huomattavasti viemäriputkia pienempiä (D 8–30 mm), jolloin niiden pinnoittaminen poikkeaa viemäriputkien pinnoittamisesta. Pinnoite on myös ohut verrattuna viemäriputkien pinnoitteisiin.

Sementtipohjaisia pinnoitteita ovat sementtillaastipinnoitteet. Sementtillaasti suojaa terästä ja valurautaa korroosiolta, estää saostumien muodostumista ja näin edesauttaa oikeiden virtausolosuhteiden säilymistä. Pinnoitteen kestävyys on hyvä tietyissä vesissä, mutta se voi muuttaa veden laatua erityisesti pehmeissä vesissä.

Vesijohtojen pinnoitteilta vaaditaan hyvää korroosionkestävyyttä, kemikaalien kestävyttä, kulutuskestävyyttä ja tarttuvuutta. Lämminvesijohtojen pinnoitteilta edellytetään myös hyvää lämmönkestävyyttä. Pinnoitteita voidaan tehdä tehtaalla uusiin tuotteisiin tai muissa olosuhteissa joko uusiin laitteisiin (esim. betoniset vesisäiliöt) tai vanhan materiaalin kunnostamiseksi (esim. sementtillaasti valurautalinjoissa, epoksi kiinteistön vesijohdoissa). Paikalla tehtävien pinnoitteiden laatu ja kestävyys riippuvat oleellisesti työsuorituksen huolellisuudesta.

Vesijohtojen pinnoitteiden ja veden väliset vuorovaikutusilmiöt voivat aiheuttaa veden laadun heikentymistä tai epätoivottuja materiaalimuutoksia. Orgaanisista materiaaleista (muovit, kumit, maalit, tms.) liukenevat aineet voivat olla terveydelle haitallisia tai aiheuttaa haju- ja makuhaittoja. Liukeneminen on yleensä voimakkainta käytön alkuvaiheessa ja heikentyy tai loppuu kokonaan ajan myötä. Materiaalista veteen liukenevat aineet voivat myös olla mikrobien ravinteita, jolloin bakteerit ja biofilmit voivat lisääntyä ja aiheuttaa haittoja. Vaikka talousvesi puhdistetaan ja desinfioidaan vesihuoltolaitoksella, verkostossa on aina mikrobeja, jotka muodostavat nopeasti biofilmin putkien sisäpinnoille. Biofilmien mikrobisto koostuu pääosin terveydelle haitattomista bakteereista, mutta biofilmit voivat tarjota suojapaikan myös terveydelle haitallisille mikrobeille kuten mykobakteereille ja keuhkokuumetta aiheuttaville legionella-bakteereille.

Pinnoitteiden käyttöikäarviot perustuvat oletukseen, että pinnoitteet pysyvät kiinni pohjamateriaalissa koko käyttöajan. Käytännössä näin ei aina ole. Maalipinnoitteille tyypillisiä vaurioiden ilmenemismuotoja ovat kupliminen ja säröily. Sementtillaastipinnoitteissa puolestaan tapahtuu halkeilua ja aineiden liukenemista pinnalta. Veden laadun ja käyttöolosuhteiden (lämpötila ja paine sekä niiden vaihtelut, virtausnopeus, vedessä olevat kiintoaineet) vaikutusta

erilaisten pinnoitteiden kiinni pysymiseen ja vaurioitumiseen tulisi tutkia, jotta käyttöikää voitaisiin arvioida todellisissa olosuhteissa.

Vesijohtojen saneerauksessa käytettävien sementtilaasti- ja epoksinpinnoitteiden lisäksi tässä kappaleessa käsitellään myös polyuretaanipinnoitteita. Niitä ei toistaiseksi ole käytössä vesijohtopinnoitteina Suomessa, mutta esimerkiksi Iso-Britanniassa ne ovat syrjäyttäneet vesihuoltoverkostossa epoksinpinnoitteet (WRc-NSF Ltd. 2007 s. 75).

## 5.3 Organiset pinnoitteet

### 5.3.1 Epoksinpinnoitteet

Epoksihartsit pohjautuvat kemialtaan yleensä bisfenoli A:n (BPA), bisfenoli F:n ja/tai novolakkojen ja epikloorihydridin reaktiossa syntyviin tuotteisiin. Niin sanottu standardiepoksihartsin on bisfenoli-A-diglysidyylietteri eli BADGE. BADGE syntyy reaktiossa bisfenoli A:n ja epikloorihydridin kanssa.

Toinen hartsityyppi, joka on ominaisuuksiltaan rasittavampia olosuhteita kestävä, on novolakaglysidyylietteri (NOGE). Novolakka on yleisnimitys monimutkaiselle yhdistejoukolle, joka syntyy fenolin ja formaldehydin reagoimissa. NOGE syntyy novolakan reagoimissa epikloorihydridin kanssa.

BADGE:n ja NOGE:n erona on mahdollisten reaktiotuotteiden lukumäärä valmistuksen aikana. BPA:ta valmistetaan fenolin ja asetonin reaktiolla ja NOGE:a (bisfenoli-F) fenolin ja formaldehydin reaktiolla. Fenolin ja asetonin reaktiossa syntyy vain yhtä yhdistettä eli bisfenoli-A:ta. Fenolin ja formaldehydin reagoimissa taas syntyy useita bisfenoli-F-isomeereja, koska formaldehydi voi reagoida fenolin eri hiiliatomien kanssa. Bisfenoli-F-diglysidyylietteriksi (BFDGE) sanotaan molekyyliä, jotka muodostuvat kolmen bisfenoli-F-isomeerin reagoimissa epikloorihydriinin kanssa. Novolakoissa yllä mainittuihin kolmeen bisfenoli-F-isomeeriin on lisäksi liittynyt eritavoin lisää fenolimolekyyliä. Novolakka voi siten koostua yhdisteistä, joiden molekyylipainot ja rakenteet vaihtelevat suuresti. BFDGE:ä ei voida valmistaa puhtaana aineena.

Epoksihartseja sisältäviä pinnoitteita käytettäessä tulee olla erityisen huolellinen ja varmistaa, että sekoitussuhde ja lämpötila ovat oikeat ja polymerisaatio tapahtuu täydellisesti. Ennen pinnoitusta putki tyhjenetään ja kuivataan. Pinnoitettava putki puhdistetaan sisäpinnalta suihkupuhdistuksella. Suihkupuhdistuksessa raemateriaali suihkutetaan puhdistettavalle pinnalle esim. paineilman avulla. Puhallettavan rakeen materiaali valitaan putkimateriaalin ja putken kunnan mukaan. Pienikokoisten putkien puhdistamisessa tulee käyttää niihin soveltuvia laitteistoja. Tämän jälkeen suoritetaan painekoe paineilmalla. Kun pinta on puhdas ja kuiva, epoksia ruiskutetaan sisäpinnalle sellainen määrä, että pinnoitteesta tulee kaikissa kohdissa riittävän paksu. Pienemmissä putkissa (kuten kiinteistön vesijohdoissa) epoksi puhalletaan putkiin paineilmalla ja sen leviämistä säädellään paineella ja lämpötilalla.

### 5.3.2 Polyuretaanipinnoitteet

Polyuretaaneja käytetään laajalti eri aloilla ja eri sovelluksissa lämmöneristeistä lakkoihin. Polyuretaanipinnoitteita käytetään mm. korroosiosuojaukseen erilaisilla metallipinnoilla mukaan lukien putket. Elintarvikepakkaukset ovat myös yksi käyttökohde. Polyuretaanipinnoitteita on hyväksytty vesijohtojen saneerauksiin mm. Saksassa ja Iso-Britanniassa.



Polyuretaanien ominaisuudet voivat vaihdella suuresti käyttökohteesta ja -sovelluksesta riippuen. Polyuretaanit valmistetaan yleisesti isosyanaatteja ja moniarvoisia alkoholeja (polyoleja) polymeroimalla. Reaktion säätelyssä käytetään katalysaattoreita, kuten tertiäärisiä amiineja tai orgaanisia tinayhdisteitä. Pinnoituksia tehtäessä pinnoitustekniikkana voidaan käyttää esimerkiksi ruiskutusta tai valua. Pinnoitettava materiaali voi olla terästä, valurautaa tai betonia. Markkinoilla on tänä päivänä polyuretaanipinnoitteita, jotka valmistajan mukaan soveltuvat käytettäväksi hyvin alhaisissa lämpötiloissa eikä kovettumiseen tarvita lisälämmitystä.

### 5.3.3 Pinnoitteista mahdollisesti liukenevat ja terveyshaittaa aiheuttavat aineet

Terveydensuojelulain (763/1994) 17 §:n mukaan talousvetenä käytettävän veden on oltava terveydelle haitatonta ja muutenkin sanottuun tarkoitukseen soveltuvaa. Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (461/2000) mukaan talousveden käsittelyssä tai jakelussa käytetyistä aineista tai uusissa laitteissa käytetyistä materiaaleista ei saa joutua talousveteen epäpuhtauksia suurempia määriä kuin niiden käytön mahdollistamiseksi on välttämätöntä, eivätkä ne saa vaarantaa asetuksen mukaisten talousveden laatuvaatimusten täyttymistä.

Tällä hetkellä ei tiedetä, liukeneeko saneerauspinnoitteista talousveteen aineita, joista voisi olla haittaa ihmisten terveydelle. Myöskään kaikkien pinnoitteista mahdollisesti liukenevien aineiden terveydelle haitallisista pitoisuuksista ei ole riittävästi tietoa. Koska pinnoiteaineisiin liittyviä tutkimuksia ei ole tehty talousvedellä, pinnoitteista mahdollisesti liukenevien yhdisteiden haitallisuuden arviointiin voidaan parhaiten soveltaa elintarvikkeilla tehtyjä tutkimuksia ja niiden perusteella esitettyjä raja-arvoja.

#### *Epoksihartsit*

Liutteettomia, mutta kovettumista nopeuttavia aineita sisältäviä epoksihartseja voidaan pitää sopivina käytettäväksi talousveden kanssa ainoastaan silloin, kun pinnoite valmistetaan tarkoin määräysten mukaisesti. Vaikka materiaalit olisi havaittu moitteettomiksi testiolosuhteissa, voi pinnoitteista käytännössä liueta ihmisten terveydelle haitallisia kemikaaleja, ellei pinnoitettaessa ole noudatettu riittävää huolellisuutta.

Elintarviketeollisuudessa epoksinpinnoitteita käytetään laajalti mm. säilyketölkeissä suojaamaan metallin pintaa korroosiolta. Euroopan elintarviketurvallisuusviranomainen EFSA (European Food Safety Authority) on arvioinut eri epoksihartsien (BADGE, NOGE ja BFDGE) turvallisuutta.

EFSA:n mukaan BADGE ja sen reaktiotuotteet, joita on havaittu elintarvikkeissa, eivät ole karsinogeenisia eivätkä genotoksisia, ja niille on määritelty turvallisiksi päivittäiseksi saantiarvoksi 0,15 mg henkilön painokiloa kohden. Yhdisteiden siirtymistä elintarvikepakkausista elintarvikkeisiin on tutkittu paljon. EU-maissa tehdyn tutkimuksen mukaan kansalaisten altistus BADGE-yhdisteille vaihtelee ravinnosta riippuen välillä 0,05–2,3 µg henkilön painokiloa kohden päivässä, eli 0,03–1,5 % turvallisesti määritellystä saantiarvosta. BFDGE:n ja NOGE:n osalta tutkimustieto on vielä riittämätöntä, mutta rakenteensa puolesta yhdisteillä on syytä epäillä olevan jossain määrin toksisia vaikutuksia.

Pakkauksista elintarvikkeeseen siirtyville tietyille epoksiyhdisteille on annettu rajoituksia komission asetuksella (EY) no 1895/2005. NOGE:n ja BFDGE:n käyttö ja esiintyminen elintarvikkeen kanssa kosketukseen joutuviissa materiaaleissa (pinnoitteissa) on kielletty muualla kuin isoissa säiliöissä, joissa pinta-alan suhde elintarvikkeeseen on suuri. Asetuksen mukaan

pinnoitteesta saa siirtyä elintarvikkeeseen BADGE:a ja sen reaktiotuotteita BADGE.H<sub>2</sub>O ja BADGE.2H<sub>2</sub>O yhteensä enintään 9 mg/kg (tai 9 mg/6 dm<sup>2</sup>) ja reaktiotuotteita BADGE.HCl, BADGE.2HCl sekä BADGE.H<sub>2</sub>O.HCl enintään 1 mg/kg (tai 1 mg/6 dm<sup>2</sup>) elintarvikkeessa tai elintarvikesimulantissa.

### *Bisfenoli A (BPA)*

Bisfenoli A on polykarbonaattimuovien ja epoksinpinnoitteiden raaka-aine, jota saattaa vapautua tuotteista elintarvikkeisiin epätäydellisen polymeraation tai muovituotteen hajoamisen seurauksena. Ihmiset altistuvat BPA:lle lähinnä suun kautta ruuan välityksellä. Myös työperäinen altistuminen on mahdollista. Talousveteen BPA:ta voi liueta epoksinpinnoitteista, mutta tutkimuksia mahdollisesti liukenevista pitoisuuksista ei ole tehty suomalaisilla talousvesillä. Talousveden säännöllisessä laadun valvonnassa ei tutkita BPA-pitoisuutta, mutta laboratoriot pystyvät määrittämään BPA-pitoisuuden sitä pyydettyä.

Vuonna 2006 Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaisen EFSA määritteli BPA:n turvalliseksi todetuksi päivittäiseksi saantiarvoksi 0,05 mg henkilön painokiloa kohden päivässä. Raja-arvo perustui kahteen usean rotta- ja hiirisukupolven lisääntymistutkimuksista saatuihin tuloksiin, joissa rotilla havaittiin sisäelinten ja hiirillä maksan painoeroja.

Uudempien tutkimusten mukaan BPA:n on epäilty häiritsevän hormonitoimintoja EFSA:n asettamaa turvallista raja-arvoa pienemmissä pitoisuuksissa. Eläinkokeet ovat viitanneet siihen, että pienillä BPA-pitoisuuksilla voisi olla vaikutuksia mm. hedelmällisyyteen, lisääntymiseen, oppimiseen ja immuunijärjestelmään. EFSA on arvioinut BPA:n turvallisuutta uudelleen viimeksi vuonna 2011 ja todennut, ettei turvalliseksi todettua päivittäistä saantiarvoa 0,05 mg henkilön painokiloa kohden ole tarpeen muuttaa. EFSA arvioi BPA:n turvallisuutta kuitenkin uudelleen, kun meneillään olevien laajojen tutkimusten tulokset pienten BPA-pitoisuuksien vaikutuksista ovat saatavilla. (EFSA 2010)

Myös Euroopan kemikaalivirasto ECHA selvittää BPA:n ihmisen terveydelle ja ympäristölle aiheuttamaa riskiä vuoden 2012 aikana REACH-asetuksen ((EC) No 1907/2006) puitteissa. Euroopan komissio ja jäsenvaltiot ovat päättäneet ennalta varautumisen periaatteen mukaisesti vähentää imeväisten altistumista BPA:lle, kunnes sen vaikutuksista mahdollisesti saadaan uutta tieteellistä tietoa. Komission 1.3.2011 voimaan astuneella direktiivillä 8/2011/EY on kielletty BPA:n käyttö polykarbonaattituttipullojen valmistuksessa.

Maailman terveysjärjestö (WHO), Yhdistyneiden kansakuntien elintarvike- ja maatalousjärjestö (FAO), ESFA, Kanadan terveysvirasto, USA:n kansallinen ympäristöterveystieteiden instituutti ja USA:n elintarvike- ja lääkeviraston (FDA) julkaisivat vuonna 2010 asiantuntijaraportin BPA:n toksikologisista ja terveydellisistä vaikutuksista (FAO/WHO 2010). Raportin mukaan BPA ei ole välittömästi myrkyllistä tai genotoksista, eikä aineen toteamiseksi syöpää aiheuttavaksi ole riittävästi tutkimustuloksia. Eläinkokeiden perusteella alhaisten pitoisuuksien (alle 1 mg/kg ruumiinpainokilo päivässä) mahdollisista haittavaikutuksista jyrksijöiden lisääntymiselle ei raportin mukaan ole varmuutta. Myös vaikutukset ihmisen lisääntymisterveyteen alhaisilla altistumisen tasoilla ovat raportin mukaan huomattavan epävarmoja. Aine on ihmisen ihoa herkistävä, mutta selvää näyttöä haitallisista vaikutuksista immuunijärjestelmään ei raportin mukaan ole.

### *Epikloorihydriini*

Epikloorihydriiniä on valvottava talousveden laadun säännöllisessä valvonnassa, jos veden käsittelyssä tai laitemateriaaleissa on käytetty epoksihartseja. Epikloorihydriini on todennäköisesti karsinogeeninen aine. Sen sallittu enimmäispitoisuus talousvedessä on 0,10 µg/l (461/2000). Epikloorihydriiniä ei talousveden säännöllisessä valvonnassa mitata, vaan sen esiintymistä hallitaan materiaalivalinnoilla. Talousvedelle asetettu raja-arvo 0,10 µg/l lasketaan arvioidun polymeerimäärän perusteella tuntemalla polymeeristä tuoteselosteen mukaan enimmillään irtoava tai liukeneva epikloorihydriinin määrä.

### *Polyuretaanipinnoitteet*

Polyuretaanipinnoitteiden oikean toiminnan ja oikeiden ominaisuuksien saavuttaminen edellyttää, että tuotteen polymeeraatioreaktio on täydellinen. Epätäydellisen polymeeraation seurauksena tuotteen sisältämiä isosyanaattijäämiä voi liueta esimerkiksi elintarvikkeeseen. Isosyanaatit ovat voimakkaasti reaktiivisia, ja niiden akuutteja ärsytysoireita voivat olla kutina, poltto tai pistely nielussa sekä nenän tukkoisuus ja ärsytysyskä. Oireiden voimakkuus riippuu isosyanaattipitoisuudesta. Yleisin isosyanaattien aiheuttama allerginen sairaus on astma.

Komission asetus (EU) 10/2011 määrittelee elintarvikkeen kanssa kontaktiin tulevan lopputuotteen isosyanaattiyhdisteille raja-arvoksi 1 mg/kg isosyanaattiryhmänä ilmaistuna. Luetessaan isosyanaatit voivat veden kanssa reagoidessaan muodostaa aromaattisia amiineja. Aromaattiset amiinit ovat yhdisteryhmä, johon kuuluu syöpävaarallisia yhdisteitä. Komission asetuksen (EU) 10/2011 mukaan muovisista materiaaleista ja tarvikkeista ei saa vapautua elintarvikkeeseen tai elintarvikesimulanttiin osoitettavissa olevia määriä primaarisia aromaattisia amiineja tiettyjä mainittuja yhdisteitä lukuun ottamatta. Osoitusrajaksi on määritelty 0,01 mg/kg elintarviketta tai elintarvikesimulanttia.

#### **5.3.4 Orgaanisilla pinnoitteilla pinnoittamisen työturvallisuusnäkökohtia**

Pinnoitusaineet ovat voimakkaita kemiallisia yhdisteitä, joten pinnoitettaessa on otettava huomioon työturvallisuus ja asianmukainen suojarustus työntekijöiden akuutin altistumisen estämiseksi.

Bisfenoli A:n (BPA) EU:n kemikaalien luokituksia ja merkintöjä koskevan ns. CLP-asetuksen (1272/2008) mukainen uusi luokitusesitys, jossa tarkastellaan erityisesti aineen fertilitteettivaikutuksia, tulee käsiteltäväksi kesäkuun 2012 loppuun mennessä. Tämän hetkinen asetuksen mukainen luokitus (vaaraluokka, kategoria ja H-lauseke), joka kuvaa aineen sisäisiä ominaisuuksia, on seuraava:

- Vaurioittaa vakavasti silmiä (Eye Damage 1, H318)
- Voi aiheuttaa allergisen ihoreaktion (Skin Sens. 1, H317)
- Epäilläään heikentävän hedelmällisyyttä tai vaurioittavan sikiötä (Repr. 2, H361)
- Saattaa aiheuttaa hengitysteiden ärsytystä (STOT Single Exp. 3, H335).

Epikloorihydriini vaikuttaa toistuvalla altistuksella haitallisesti ihoon, silmiin, keuhkoihin, keskushermostoon, maksaan ja vereen. Eläinkokeissa on todettu myös munuaisvaikutuksia ja siittiöiden muodostuksen häiriöitä. Ihmisellä todettuja vaikutuksia ovat ihon herkistyminen, kurkun ja silmien tulehdukselliset muutokset, silmän sidekalvon krooninen tulehdus, astmaattinen keuhkoputkentulehdus, väsymys ja voimattomuus, maksan rasvoittuminen sekä

kromosomimuutokset. Kansainvälinen syöväntutkimuslaitos (IARC) on arvioinut eläinkokeiden perusteella, että epikloorihydriini aiheuttaa ihmisessä todennäköisesti syöpää (ryhmä 2A). (Työterveyslaitos 2011) Aineen EU:n CLP-asetuksen mukainen luokitus (vaaraluokka, kategoria ja H-lauseke), joka kuvaa aineen sisäisiä ominaisuuksia, on seuraava:

- Syttyvä neste tai höyry (Flam.Liq 3, H226)
- Saattaa aiheuttaa syöpää (Carc. 1B, H350)
- Myrkyllistä hengitettynä (Acute Tox 3, H331)
- Myrkyllistä joutuessaan iholle (Acute Tox 3, H311)
- Myrkyllistä nieltynä (Acute Tox 3, H301)
- Voimakkaasti ihoa syövyttävää ja silmiä vaurioittavaa (Skin Corr. 1B, H314)
- Voi aiheuttaa allergisen reaktion (Skin Sens. 1, H317)

### 5.3.5 Pinnoitteiden kestävyteen vaikuttavat tekijät

Vesijohtoverkostojen pinnoitteina käytettyjen orgaanisten pinnoitteiden koostumus on valmistaja- ja tuotekohtainen, joten eri tuotteiden ominaisuudet voivat poiketa toisistaan. Myös pinnoitteista veteen mahdollisesti liukenevat kemikaalit voivat poiketa koostumukseltaan ja määrältään.

Maalipinnoitteiden kestävyden kannalta olennaisia tekijöitä ovat maalin paksuus, huokoisuus sekä tarttuvuus ja kiinnipysyvyys suojattavassa pinnassa. Maalikalvon huokoisuudella tarkoitetaan sen veden- ja kaasunläpäisevyyttä, joka riippuu maalin sideaineesta ja pigmenttipitoisuudesta. Maalikalvon on kiinnityttävä kunnolla alustaansa, jotta kalvo ei lohkeilisi tai kuoriutuisi irti pinnasta. Epäpuhtaudet maalattavassa pinnassa voivat ratkaisevasti heikentää kiinnittyvyyttä. (Tikkurila Oyj 2011).

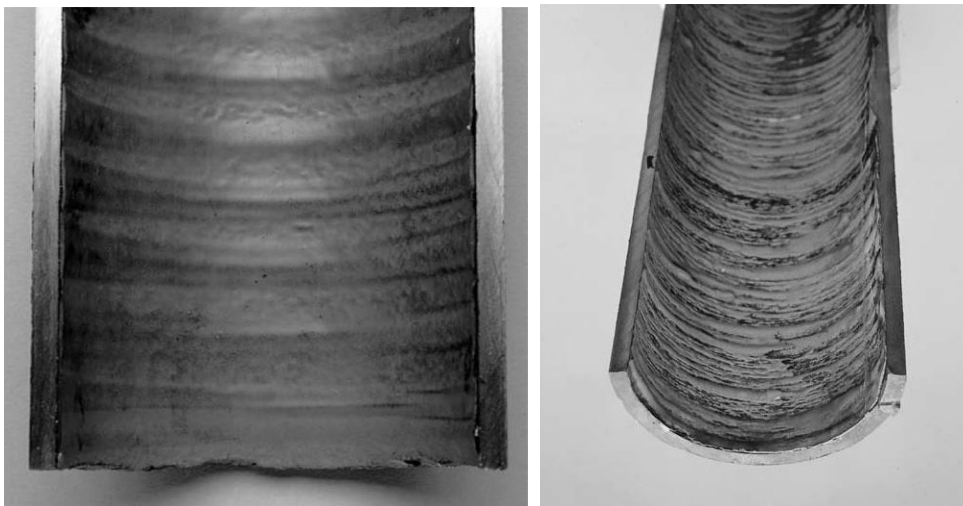
Maalipinnoitteille tyypillisiä vaurioiden ilmenemismuotoja ovat kupliminen ja säröily. Kuplia voi muodostua maali- tai lakkapintaan kuivumisen aikana, kun mahdolliset liuotteet haihtuvat liian nopeasti kalvolta. Kupliminen voi aiheutua myös alustasta tulevasta kosteudesta, alustan pehmenemisestä tai metallin korroosiosta. Säröilyyn taas voivat johtaa liian suuret lämpötilanvaihtelut tai liian paksut kalvot. (Tikkurila Oyj 2011).

Suomessa kiinteistöjen vesijohtojen epoksinpinnoitusta käytettäessä tulee ottaa huomioon mm. kupariputkien messinkijuotosten mekaanisen lujuuden heikentyminen sinkinkadon vuoksi. Tietyvästi Keski-Euroopassa on käytetty huomattavasti enemmän kierreosia liittämässä. Erningin (2007) mukaan pinnoitteiden pitkäaikaiskestävyyttä erityisesti lämpimän veden verkostoissa ei tunneta, ja pinnoitteen kestävyys korkeissa lämpötiloissa ja toistuvissa lämpövaihteluissa tulisi testata. Pinnoitetun vesijohdon korjaukset tulee tehdä menetelmillä, jotka eivät vahingoita sisäpinnoitetta. Juottaminen tai muut putken kuumentamista edellyttävät menettelyt eivät tule kyseeseen.

Kuvissa 5.1–5.7 esitetään tyypillisiä pinnoitusvirheitä vesijohtoputkissa. Kuvat ovat peräisin Iso-Britanniassa käytössä olevasta vesilaitospinnoituksia koskevasta ohjeistuksesta.



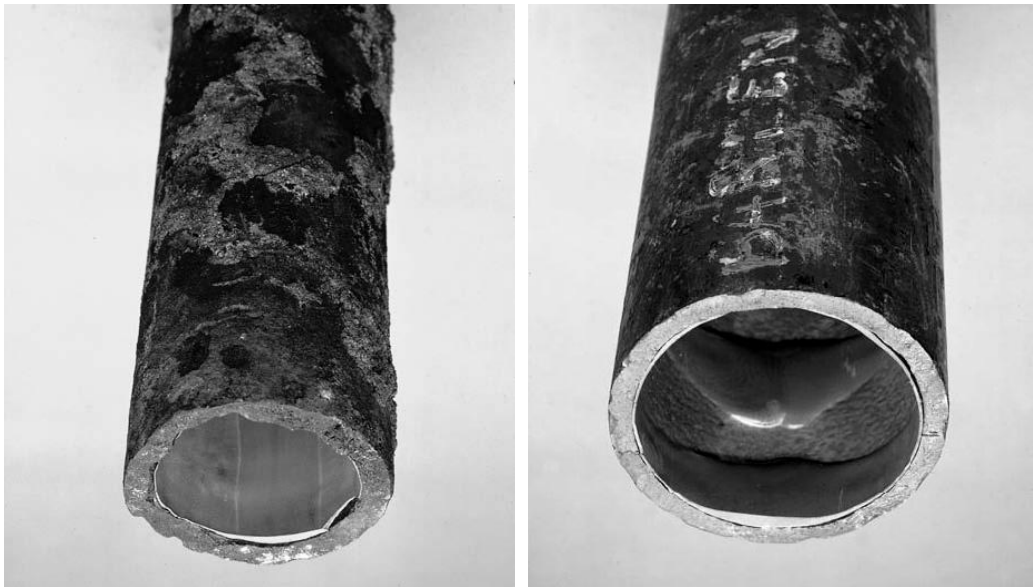
**Kuva 5.1** Putki on pinnoitettu huonosti puhdistetulle pinnalle ja pinnoitus on epäonnistunut (Water UK 2009).



**Kuva 5.2** Pinnoitteessa näkyy aaltomaista kuviota. Aaltomaisuus voi olla hyväksyttävää (kuva vasemmalla) tai korjausta vaativaa (kuva oikealla). (Water UK 2009).



**Kuva 5.3** Liian ohuessa pinnoitteessa pohjamateriaali saattaa kuultaa läpi. (Water UK 2009).



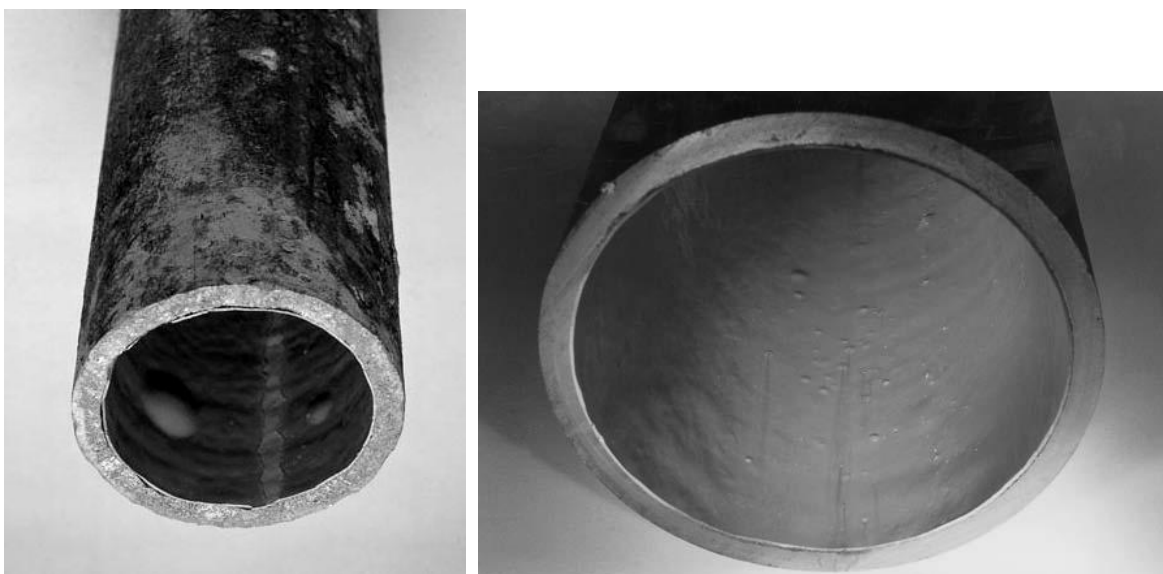
**Kuva 5.4** Pinnoitteen valuminen vähäisesti (vasemmalla) ja vakavasti (oikealla) (Water UK 2009).



**Kuva 5.5** Pinnoittaminen kosteaan/märkään putkeen vaikuttaa pinnoitteen kiinnittymiseen. Kuvassa vasemmalla on vähäinen veden aiheuttama pinnoitteen vaurio, kuvissa keskellä ja oikealla pinnoite on pahasti vaurioitunut putkessa olleen veden vuoksi (Water UK 2009).



**Kuva 5.6** Sekoittumaton pinnoiteaines (Water UK 2009).



*Kuva 5.7 Pinnoitteessa näkyy kuplia (kuva vasemmalla) tai pieniä huokosia (kuva oikealla) (Water UK 2009).*

## 5.4 Sementtilaastipinnoitus

Vesijohtojen sementtilaastivuorausta saneerausmenetelmänä on käytetty Suomessa 1980-luvulta ja muualla Euroopassa jo 1900-luvun alkupuolelta. Sementtilaastia käytetään sekä uusien teräs- ja valurautaputkien pinnoitteena että saneerattaessa erityiskohteissa, joissa ei haluta kaivaa verkostoa auki, esimerkiksi kaupunkien keskusta-alueella. Sementtilaastivuorausta on myös käytetty veden laadun parantamiseksi. Ruiskubetonointia on käytetty myös kallion sisään rakennetuissa säiliöissä.

### 5.4.1 Pinnoitustekniikka

Sementtilaastipinnoituksessa putki puhdistetaan mekaanisella rassilla, vedellä ja vaahtomuovikappaleilla. Puhdistamisen jälkeen putki tarkastetaan kuvaamalla. Pinnoitus tehdään keskipakoruisella/sentrifuugilla. Pinnoitteen annetaan kuivua yhdestä kahteen vuorokautta. Kuivumisen aikana putken päät ovat tulpattuina, jotta kuivuminen ei tapahdu liian nopeasti. Tulpatut putken päät myös estävät epäpuhtauksien tms. ylimääräisen aineksen pääsyn putkeen. Putki tarkastetaan silmämääräisesti kaivannon suulta ja kameralla putken sisältä. Lisäksi putken alkupäästä voidaan irrottaa putkinäyte pinnoitteen tarkastelemiseen ja vuorauspaksuuden mittaamiseen.

Tyypillinen vanhojen putkien pinnalle ruiskutettava sementtilaastikerros on 3–6 mm paksu. Tehdasvalmistetuissa pallografiittiputkissa sisäpinnoitteena käytetyn sementtilaastipinnoitteen paksuuden ohjearvot riippuvat putkikoosta. Standardin SFS-EN 545 mukaan esimerkiksi pienissä putkissa (DN 40–300 mm) pinnoitteen paksuus on 4 mm ja suurissa (DN 1400–2000 mm) 9 mm.

### 5.4.2 Sementtilaastin materiaalit

Sementtilaastin valmistukseen käytetään sementtiä, hiekkaa ja vettä. Sementti on standardin SFS-EN 197-1 mukaista. Standardissa esitetään viisi eri pääluokkaa, joista vesijohtojen saneerauspinnoitteissa käytetään portlandsementtiä. Portlandsementtiä valmistetaan erilaisina



tuotteina käyttötarkoituksen mukaan. Portlandsementin koostumus on standardin SFS-EN 197-1 mukaan 95–100 % klinkkeriä ja 0–5 % muita aineita. Portlandsementin raaka-aineet sisältävät tyypillisesti trikalsiumsilikaattia  $[(\text{CaO})_3\cdot\text{SiO}_2]$ , dikalsiumsilikaattia  $[(\text{CaO})_2\cdot\text{SiO}_2]$ , trikalsiumalumiinaattia  $[(\text{CaO})_3\cdot\text{Al}_2\text{O}_3]$ , tetrakalsiumaluminoferritiä  $[(\text{CaO})_4\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3]$  ja kipsiä  $[\text{CaSO}_4]$ . Niiden tyypilliset massaprosenttiosuudet ovat vastaavasti 45–75 %, 7–32 %, 0–13 %, 0–18 % ja 2–10 %.

Vanhoiden valurauta- ja teräsputkien sementtilaastipinnoitukseen käytetään yleensä paikallisen tuottajan valmistamaa portlandsementtiä ja vetenä käytetään talousvesikelpoista vettä. Hiekka on kvartsihiekkaa. Hiekka ei saa sisältää orgaanisia epäpuhtauksia. Hiekan ja sementin massaosuuksien suhde ei saa olla yli 3,5.

Sementin valmistusvaiheessa siihen ei tiettävästi lisätä mitään lisäaineita, mutta jauhatuksessa voidaan käyttää erilaisia apuaineita. Betoni- tai laastisekoittimeen voidaan lisätä yhdessä sementin, kiviainesten ja veden kanssa erilaisia lisäaineita. Näitä ovat esimerkiksi notkistimet ja kiihdyttimet. Joitakin lisäaineita lisätään esimerkiksi ruiskutusvaiheessa. Sementtilaastipinnoitteissa voidaan käyttää erilaisia lisäaineita myös esim. kuivussa tapahtuvan betonin kutistumisen estämiseen.

Portlandsementti on siis perinteinen ja käytetyin sementtityyppi kaikessa rakentamisessa, mutta tehdasvalmisteisissa teräsputkien pinnoitteissa käytetään nykyään myös muita sementtejä kuten masuunikuonasementtiä ja sulfaatinkestävää sementtiä (SFS-EN 10298).

#### *Sementtilaastipinnoitteesta mahdollisesti liukenevat terveyshaittaa aiheuttavat aineet*

Sementtilaasti sisältää portlandsementtiä, hiekkaa ja vettä. Sementtilaasti voi käytön alkuvaiheessa nostaa veden pH:ta, jolle talousvesiasetuksessa on suositus ( $6,5 < \text{pH} < 9,5$ ).

Hiekka eli kiviaines voi sisältää esimerkiksi raskasmetalleja tai alumiinia, joille on asetettu terveysperusteiset raja-arvot talousvesiasetuksessa. Kiviaineksessa voi olla mukana epäpuhtautena myös orgaanista ainesta, joka voi edistää mikrobikasvua ja välillisesti heikentää talousveden laatua. Käytettävän veden tulee olla talousvesilaatuista. Vesijohtojen saneerauspinnoitteissa ei tiettävästi käytetä lisäaineita. Jos lisäaineita kuitenkin käytetään, niiden koostumus ja terveysvaikutukset tulee tuntea ja selvittää kemikaalikohtaisesti. Jos lisäaineissa on orgaanisia kemikaaleja, niiden liukeneminen tulee testata laboratoriokokeilla.

### **5.4.3 Sementtilaastipinnoitteen kestävyysvaikutukset**

Pinnoitetun putken kestävyys kannalta olennaisia tekijöitä ovat sementtilaastin peittävyys, tasaisuus, tiiviys ja pinnoitteen kiinnipysyvyys. Putken sisäpinnan kunto vaikuttaa olennaisesti sementtilaastin kiinnipysyvyyteen ja kiinnipysyvyyteen. Epätäydellinen pinnoitus eli paljaat, pinnoittamattomat alueet voivat johtua pinnoituslaitteiston vioista. Jos ongelma havaitaan työn aikana, pinnoite voidaan pestä pois ja pinnoittaa uudelleen. Jos virhe todetaan kuivumisen jälkeen, toimenpiteet riippuvat vauriokohdan laajuudesta.

Liian ohuet pinnoitteet voidaan havaita CCTV-kuvauksessa. Tällaiset kohdat pitää pinnoittaa toiseen kertaan. Epätasainen, paksuudeltaan vaihteleva pinnoite voi johtua laiteviasta erityisesti ruiskutusväylästä. Jos pinnoite on jossain kohdassa alle minimipaksuuden, tilanne vaatii toimenpiteitä. Jos tämä todetaan heti työn jälkeen, pinnoite voidaan pestä pois ja tehdä uudelleen. Muussa tapauksessa pitää tehdä päälle toinen pinnoituskerta.

Sementtilaastille kuten muillekin sementtipohjaisille materiaaleille tyypillisiä vauriomekanismeja ovat liukeneminen ja halkeilu.

Uuden tai saneeratun putken pinnasta voi liueta kalkkia ja alkalisuoloja, jotka nostavat voimakkaasti veden pH:ta (Rintala 1976). Uusi sementtilaasti voi nostaa talousveden pH-arvoa jopa yli 9,5:n. Vaikutus on suurempi, jos veden pH:n lähtöarvo on jo korkea (Buchholz 2001). Pienen virtaaman verkostoja suositellaankin huuhdeltavaksi säännöllisesti (Douglas ym. 1996). Aggressiivisimpia sementtilaastipinnoitteille ovat vedet, joiden pH, alkaliteetti ja kalsiumpitoisuus ovat alhaiset (Douglas ym. 1996). Hyvin happamissa vesissä pinnasta voi liueta esimerkiksi kalsiumhydroksidia ja veden laadusta riippuen myös alumiinia. Mahdollisista orgaanisista lisäaineista voi liueta veteen kemikaaleja, jotka voivat heikentää veden aistinvaraista tai terveydellistä laatua.

Magnesiumkloridi ja -sulfaatti liuottavat kalsiittisia ainesosia ja muodostavat magnesiumhydroksidia. Sulfaatit reagoivat trikalsium-aluminaatin kanssa ja muodostavat tilavuudeltaan suuria kipsi- ja ettringiittiyhdisteitä, jotka voivat aiheuttaa laastin vaurioitumisen. (SFS-EN 10298)

Uusien valurautaputkien portlandsementtilaastipinnoitteiden kestävyden varmistamiseksi veden pH-arvon tulisi olla yli 6 ja aggressiivisen hiilidioksidin pitoisuuden alle 7 mg/l, sulfaattipitoisuuden korkeintaan 400 mg/l, magnesiumpitoisuuden korkeintaan 100 mg/l ja ammoniumpitoisuuden korkeintaan 40 mg/l (SFS-EN 545).

Teräsputkien sementtilaastipinnoitteen kestävyden varmistamiseksi pehmeässä vedessä tulisi veden kalsiumin määrän olla vähintään 0,8 mg/l ( $0,02 \text{ mol/m}^3$ ) ja hiilidioksidin ja sen anionien ( $c(\text{CO}_2) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$ ) määrän vähintään  $0,25 \text{ mol/m}^3$  (SFS-EN 10298). Hiilidioksidin lisäksi muutkin epäorgaaniset ja orgaaniset hapot voivat vaikuttaa haitallisesti sementtilaastiin. Kalkkikiven liukeneminen aiheuttaa pehmenemistä sementtilaastissa, joka voi mekaanisen rasituksen (eroosio tms.) vaikutuksesta irrota. Kun veden pH-arvo on yli 7,8, vedessä ei enää ole kriittisiä määriä kalkkikiveä liuottavia happoja (SFS-EN 10298).

Ympäristön aggressiivisuudelle on annettu kriteerejä myös pohjaveden koostumuksen mukaan. Betoninormien mukaan ympäristö on lievästi aggressiivinen, jos pohjaveden pH-arvo on 5,5–6,5, sulfaattipitoisuus on 200–600 mg/l, aggressiivisen hiilidioksidin pitoisuus 15–40 mg/l, ammoniumin 15–30 mg/l ja magnesiumin 300–1000 mg/l. Ympäristön aggressiivisuus tulee ottaa huomioon materiaalisuunnittelussa ja se tapahtuu valitsemalla oikea koostumus valmistuksessa (Suomen Betoniyhdistys 2004).

Sementtilaastin pinta voi toimia myös alustana mikrobien kasvulle, joka voi puolestaan vaikuttaa materiaalin kestävyteen (Haudidier ym. 1988; Herb ym. 1995). Sementtilaastipinnan tasaisuus voi vaikuttaa mikrobien kiinnittymiseen ja kasvuun, ja pinnan rakenteeseen taas vaikuttavat käytetyn sementtilaastin koostumus ja valmistus-/levitysprosessi. Biofilmien muodostumistaipumuksen arvioimiseksi tarvittaisiin lisätietoa putkien pinnoitteissa käytettyjen sementtien koostumuksista ja erityisesti orgaanisista lisäaineista.

Sementtilaastipinnoitteen halkeilua tai säröilyä tapahtuu lähinnä isoissa putkissa, ja se johtuu kutistumisesta kovettumisen aikana. Maanpäällisissä rakenteissa myös lämpövaihtelut voivat aiheuttaa säröilyä. Säröt eivät saisi olla yli 2 mm leveitä, jolloin ne itsekorjautuvat tietyissä vesissä.

Standardin SFS-EN 545 mukaan uuden valurautaputken sementtilaastipinnoitteen suurimmat sallitut hiushalkeamat kuivumisen jälkeen ovat pienille putkille (DN 40–300 mm) 0,4 mm ja suurille (DN 1400–2000 mm) 0,8 mm. Standardin SFS-EN 10298 mukaan tehdasvalmisteisissa juomavesiputkien sementtilaastipinnoitteissa sallitaan korkeintaan 1,5 mm:n levyiset halkeamat, mutta aggregiivisessa vedessä halkeamat saavat olla korkeintaan 0,5 mm.

## 5.5 Kuntotutkimus

### *Kiinteistöjen putket*

Kiinteistöjen verkostojen kuntotutkimuksen tavoitteena on selvittää verkoston eri osien kunto ja korjaustarve. Kuntotutkimus aloitetaan lähtötietojen keräämisellä ja verkoston katselmuksella, jonka tarkoituksena on selvittää varsinaisen tutkimuksen laajuus ja käytettävät menetelmät. Tässä yhteydessä kartoitetaan myös mahdolliset vauriokohdat. Varsinaiset tutkimukset tehdään erilaisilla ainetta rikkomattomilla mitta-, kuvaus- sekä katselulaitteilla ja mahdollisesti verkostosta irrotettavien koepalojen laboratoriotutkimuksilla, jossa selvitetään korroosion syyt sekä jäljellä oleva verkoston elinikä. Kuntotutkimuksen perusteella arvioidaan verkoston korjaustarve, joka voi käsittää verkoston osittaisen tai täydellisen uusimisen tai suosituksen seuraavasta tutkimusajankohdasta. Kuntotutkimusraportissa esitetään myös mahdolliset eri korjausvaihtoehdot sekä alustavat kustannusarviot. (SuLVI ry 1998)

Vesijohtoina käytettävien teräs- ja kupariputkien seinämävahvuuksia sekä mahdollisia paikallisia korroosiokohtia voidaan määrittää röntgenkuvauksella. Kuvattavien putkilinjojen ja kuvien määrä on kustannussyistä rajallinen, joten kuvauspaikkojen tulisi edustaa riittävän hyvin koko verkostoa. Käytännössä kuvaus kohdistuu yleensä rakennuksen pohjakerroksessa sijaitseviin vaakaputkiin sekä niiden haaroitukseen, kulmakohtiin ja liitoksiin. Radiograafisia kuvauksia voidaan korvata tai varmentaa koepaloilla.

Kuntotutkimuksen tuloksena määritetään verkostolle tai sen osalle toimenpidesuositus, joka voi olla verkoston säilyttäminen ja siihen liittyvät toimenpiteet (verkoston puhdistaminen, kiinnittäminen tai tukeminen, ulkopuolinen korroosiosuojaus, lisäeristäminen jne.), verkoston korjaaminen (korjauskohdat ja -menetelmät) tai uusiminen osittain tai kokonaan.

Kuntotutkija voi esittää vaihtoehtoisia menettelytapoja verkoston kuntoon saattamiseksi. Perinteisen linjasaneerauksen eli verkoston uusimisen vaihtoehtoina ovat erilaiset sujutus- ja pinnoitusmenetelmät.

### *Vesilaitosten putket*

Vesilaitoksilla verkoston kuntoa arvioidaan pääasiassa vuotojen määrän ja esiintymistiheyden sekä toisaalta kuluttajien valitusten perusteella. Vikatiheys eli putkirikkojen määrä suhteutettuna verkostopituuteen on eräs kriteeri. Vuotojen esiintyminen voi myös heikentää vedenjakelun toimitusvarmuutta tai painetta. Verkoston huono kunto (korroosio, kerrostumat ym.) ja verkoston epäedullinen sijainti (huono virtaus, haarautuminen ym.) voivat aiheuttaa epätoivottuja muutoksia veden laatuun.

Talousvesiverkostojen vauriot eivät siis ole haitallisia vain vuotojen aiheuttamien ongelmien vuoksi vaan myös veden toimitusvarmuuden heikentymisen ja veden likaantumisriskien vuoksi. Viemäriputkille on jo pitkään ollut käytössä teknisiä apuvälineitä putkien sisäpuoliseen

tarkastukseen esimerkiksi vauriotapauksissa. Näissä kohteissa tavanomainen TV-kuvaus on yksinkertaista suorittaa, mutta vesijohdoissa kuvaukseen tarvitaan vaativampaa tekniikkaa. Valurauta- ja teräsputkissa on myös usein sisäpinnoilla korroosiotuotekerrostumia, joiden vuoksi kuvaus ei anna kovinkaan paljon lisätietoa putken kunnosta. Putkilinjan jäljellä olevan käyttöiän arvioimiseksi tarvittaisiin tietoa putken seinämänpaksuudesta, jännitystilasta ja mahdollisista murtumista ja säröistä.

Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa selvitettiin vaihtoehtoisten kuntotutkimusmenetelmien soveltamista vesilaitosten vesijohtoihin. Käyttökelpoisiksi osoittautuivat menetelmät, jotka perustuvat magneettikenttä- ja ultraäänitekniikoiden soveltamiseen ja joiden avulla saadaan tietoa putkilinjan jäljellä olevasta käyttöiästä. Menetelmät on kuitenkin kehitetty öljy- ja kaasuteollisuuden tarpeisiin, eikä niitä voi vielä soveltaa vesijohtoihin, joissa on mutkakohtia enemmän kuin öljy- ja kaasuputkissa ja joiden putkimateriaalit ja -koot voivat vaihdella. Vesijohdoissa ei myöskään ole kohtia, joista tarkastuslaitteiston voisi saada putken sisälle. (Malm 2010)

Tonttivesijohto ja tonttviemärit ovat kiinteistön omaisuutta ja näin ollen niiden kunnossapito kuuluu kiinteistön omistajalle. Tonttijohtojen toimivuus ja kunto tulisi tarkastaa vähintään 10 vuoden välein.

## 5.6 Vesijohtopinnoituksia tekeviä yrityksiä Suomessa

Suomessa toimiviin vesijohtojen pinnoituksia tekeviin yrityksiin oltiin yhteydessä sähköpostikyselyllä sekä tapaamisella tai puhelinhaastattelulla.

### *Epoksinpinnoitus kiinteistön vesijohtoihin*

Suomessa on useita epoksinpinnoituksia vesijohtoihin tekeviä yrityksiä. Haastattelut tehtiin vain kiinteistöjen vesijohtoja pinnoitaviin yrityksiin. Pinnoitettavien putkien kooksi mainittiin halkaisijaltaan vaihteluvälillä 6–200 mm olevat putket. Käytännössä pinnoittaminen keskittyi halkaisijaltaan 10–75 mm oleviin putkiin. Yritysten antamia tietoja on esitetty taulukossa 5.1.

Pinnoitettavan putken kuntokartoituksen osalta käytännöt olivat vaihtelevia. Tilaaja voi teettää kuntokartoituksen toisella yrityksellä ennen saneerausmenetelmän päättämistä. Osa pinnoitusyrityksistä teki kuntoarviointia, vaikkakaan ei varsinaista kuntotutkimusta. Menetelminä mainittiin mm. silmäääräinen tutkimus, kamerakuvaus, röntgenkuvaus, painekokeet. Talon vuotohistoriaan tutustuminen ja koepinnoitus mainittiin myös verkoston kunnan kartoittamisen välineinä. Eräs yritys mainitsi verkoston iän (yli 40 vuotta) olevan yksi syy tehdä pinnoitus ilman kuntotutkimusta tai -kartoitusta.

Suurimmalla osalla pinnoittajista oli ulkomainen lisenssi. Lisenssien sisältö vaihteli koko menetelmän ja pinnoitteen sisältävistä lisensseistä vain pinnoitteen sisältäviin lisenssiin. Yhdellä yrityksellä oli itse kehitetty pinnoitusmenetelmä.

Pinnoittamismenetelmissä oli pieniä eroja. Yleiskuvaus oli hyvin samantyyppinen kaikilla pinnoitusyrityksillä. Vesijohtoverkosto tyhjennetään, kuivataan ja tehdään muut valmistelevat työt. Verkosto puhdistetaan hiekkapuhallusta muistuttavalla menetelmällä. Tämän jälkeen verkosto kuvataan ja pinnoitetaan. Pinnoitteen kuivuttua työnlaatu varmistetaan kuvaamalla. Pinnoitteiden kuivumisajat olivat 12–24 h. Kuivumisolosuhteita ei ole määritelty esim. ilman suhteellisen kosteuden suhteen. Osalla oli käytössä kuivumisen aikainen lämmitys/puhallus.

Pinnoitettuja putkia voidaan työstää pinnoittamisen jälkeen. Puserrus-, puristin- ja kierreliitokset ovat käyttökelpoisia ratkaisuja. Putkea ei voi kuumentaa, sillä kuumentaminen vahingoittaa pinnoitetta. Osalla yrityksistä kirjallisen huolto-ohjeen toimittaminen tilaajalle kuului käytäntöihin. Putkien merkitseminen esim. tarralla oli myös käytäntönä joillakin yrityksillä. Pinnoitteen käyttöikäarviot vaihtelivat (vuosikymmeniä, yli 25 vuotta, 40 vuotta tai 40–60 vuotta).

Pinnoittamisen laadunvalvontaan kuuluu kaikilla pinnoitetun putken kuvaus sekä painekoe. Vesinäytteitä, koepaloja tai pinnoitteenäytteitä ei oteta kaikissa kohteissa. Pinnoittamisen kulusta tehdään usein pöytäkirja, joka toimii osana laadunvalvontaa.

Yritysten muissa maissa hankkimia sertifikaatteja ei tarkastella tässä raportissa, koska niiden myöntämisperusteista ja suoritetuista testauksista ei kaikissa tapauksissa saatu riittävästi tietoa. Osa sertifikaateista oli myös jo vanhentunut.

Lähes kaikki tarkastellut Suomessa käytettävät epoksinpinnoitteet on testattu VTT Expert Services Oy:ssä. Pinnoitteiden on arvioitu soveltuvan joko ”kylmän tai kylmän ja kuumen talousveden” verkostoissa käytettäväksi. Koska viranomaislähtöisiä vaatimuksia saneerauspinnoitteiden talousvesikelpoisuuden arvioimiseksi ei ole Suomessa, VTT on käyttänyt arvioinnissaan samoja testausmenettelyjä ja vaatimuksia kuin ympäristöministeriön asetuksiin perustuvissa tyyppihyväksyntäohjeissa, jotka koskevat kiinteistöjen muoviputkien kelpoisuutta talousveden johtamiseen. Nämä arvioinnit ja testaukset eivät kaikilta osin vastaa juomaveden kanssa kosketuksissa oleville rakennustuotteille todennäköisesti tulevia CE-merkintään liittyviä menettelyjä, joissa orgaanisille materiaaleille tehdään haju- ja makutestausten sekä haitallisten aineiden liukenemistestauksen lisäksi testaus materiaalin vaikutuksesta pinnalla tapahtuvaan mikrobikasvuun.

VTT:n testaustulosten mukaan epoksinpinnoitteista ei laboratoriotestauksissa liukene liian suuria määriä terveydelle haitallisia kemikaaleja. Bisfenoli A:n liukenemisen raja-arvona on VTT:n arvioinnissa käytetty muovisille elintarvikepakkauksille asetettua arvoa 3 mg/kg. Kaikissa VTT:n testauksissa bisfenoli A:n pitoisuudet olivat alle määritysrajan (0,08–0,1 mg/l). Nykyisillä määrityksillä päästään huomattavasti tarkempaan mittaukseen, jopa mittaustarkkuuteen 1 µg/l.

Pinnoittajat arvioivat pinnoitetun putken käyttöikäksi kymmeniä vuosia. Tutkimustuloksia pinnoitusten pitkäaikaiskestävyydestä Suomessa ei ole. LSE-SYSTEM™-pinnoitusmenetelmästä on tehty Sveitsissä tutkimus, jossa selvitettiin vuonna 1988 pinnoitettujen kylmävesijohtojen pinnoitusten kuntoa. Noin 16 vuotta pinnoituksen jälkeen käytössä ollut kuumasinkitty teräsputki halkaistiin pituussuunnassa, ja pinnoitteesta tutkittiin ulkonäkö, paksuus ja kiinnipysyvyys. Suoritettujen tutkimusten perusteella todettiin, että pinnoitteen kiinnipysyvyys oli jonkin verran heikentynyt, mutta pinnoite oli putkinäytteen irrotushetkellä edelleen riittävän hyväkuntoinen toimiakseen korroosionestopinnoitteena. Jäljellä olevasta käyttöiästä ei kuitenkaan voitu antaa luotettavaa arviota, mutta pinnoitteen oletettiin suojaavan korroosiolta seuraavat 5-10 vuotta. Tutkitun putken kunto oli pinnoitushetkellä ollut ilmeisesti melko hyvä, koska tutkimuksessa todettiin pinnoitteen alla olevan jäljellä sinkkipinnoitetta. Putken kunto pinnoitushetkellä vaikuttaa pinnoituksen onnistumiseen, joten pinnoituksen kestävyys ei välttämättä ole yhtä hyvä voimakkaasti syöpyneissä putkissa. (EMPA 2004)

**Taulukko 5.1** Suomessa kiinteistöjen vesijohtojen pinnoitusta tekevät yritykset. Kaikilla pinnoitusmateriaalina on epoksi. Yritysten täydelliset nimet järjestyksessä: Poxytex Oy, Pipeliner Systems Oy, Are Oy, ACE DuraFlo Finland, Lemminkäinen Talotekniikka Oy, Nu Flow Nordic Oy.

Yritys	Poxytex	Pipeliner	Are	ACE DuraFlo	Lemminkäinen	Nu Flow Nordic
Pinnoitus- tekniikka	LSE-System	DonPro-menetelmä	Itse kehitetty menetelmä	ePipe	LSE-System	Nu Flow epoksinpinnoitus
Pinnoitet- tavien putkien materiaali	Metalliset putket	Kupari-, rauta- sekä lyijy	Metalliset putket	Kupari, rauta ja galvanoitu teräs	Metalliset putket	Kupari, teräs
Putkikoot	6–150 mm	6–100 mm	6–150 mm	10–100 mm	6–150 mm	13–200 mm
Kuivumisaika	Vuorokausi	Käyttövalmis 12 h	Vuorokausi	20 h	24 h	Noin 12 h
Kuivumis- olosuhteet (lämpötila, kosteus)	Vakiolämpötila, instrumentti-ilma		Ilman suhteellista kosteutta ei määritelty, kuivumisaikana lämmin ilmapuhallus		20 °C tai vaikuttaa kuivumisaikaan, ilman suhteellista kosteutta ei määritelty	Putket lämmitetään ennen pinnoitusprosessin aloittamista ja pidetään pinnoituksen aikana lämpimänä ja kuivana instrumentti-ilman avulla
Laadun- valvonta	Painekoe ennen ja jälkeen pinnoituksen, kuvaus, kuvaus/tähystys kaikissa työvaiheissa, työvaiheiden dokumentointi,	Kuvaus kaikissa työvaiheissa, painekoe lopuksi	Puhdistuksen sekä pinnoituksen jälkeen verkosto koeponnistetaan ja kuvataan	TV-kuvaus pinnan tasaisuuden sekä tonttivesiliitosten toimimisen varmistamiseksi	Painekoe ennen ja jälkeen pinnoituksen, työvaiheiden dokumentointi, putken kuvaus työvaiheiden välillä	Laatuprosessit on kuvattu yksityiskohtaisesti laatukäsikirjassa.  Putket kuvataan puhdistusprosessin jälkeen ja varmistetaan, että se

	vesinäyte ennen pinnoitusta ja pinnoituksen jälkeen					on täysin puhdas ennen pinnoittamistyön aloittamista.
Käyttöikäarvio	40 vuotta	40–60 vuotta	vuosikymmeniä	Kymmeniä vuosia	40 vuotta	yli 25 vuotta (käyttökokemus, ei Suomesta)
VTT:n lausunto	”Soveltuu käytettäväksi kylmän talousveden johtamiseen tarkoitetuissa putkissa”	”Soveltuu käytettäväksi kylmän talousveden johtamiseen tarkoitetuissa putkissa”	”Soveltuu käytettäväksi kylmän talousveden johtamiseen tarkoitetuissa putkissa”	”Soveltuu käytettäväksi kylmän ja kuuman talousveden johtamiseen tarkoitetuissa putkissa”	”Soveltuu käytettäväksi kylmän talousveden johtamiseen tarkoitetuissa putkissa”	Ei ole

*Sementtilaastipinnoitus vesilaitoksen verkostoon*

Suomessa on kaksi sementtilaastipinnoitusta vesijohtoihin tekevää yritystä. Yritysten antamia tietoja on esitetty taulukossa 5.2. Pinnoitettavien putkien koot olivat 100–400 mm, joten pinnoitettavat putket olivat vesilaitosten verkostoa.

Yritykset eivät tee kuntokartoitusta tai -arviota. Koska tilaajana on vesilaitos, niillä on omat verkoston kuntoon liittyvät arviointikeinot ja -kriteerit.

Pinnoitusmateriaalina käytetään portlandsementtiä, hiekkaa ja vettä. Lisäaineita ei lisätä. Pinnoitusmenetelmä oli molemmilla yrityksillä samantyyppinen. Verkosto puhdistetaan mekaanisesti rassaamalla ja huuhdellaan vesijohtovedellä. Sen jälkeen sisäpinta puhdistetaan vaahтомуovikappaleilla, joita ammutaan ilman- tai vedenpaineella putkeen. Puhdistamisen jälkeen putki kuvataan. Puhdistuksen jälkeisellä kuvauksella tarkastetaan verkoston kunto. Verkoston kuntoa tarkastellaan silmämääräisesti kaivantojen kohdilta poistetuista verkoston osista. Jotta putki voidaan pinnoittaa, pinnoitusosuuksien tulee olla lähes suoria. Väliin tehdään tarvittaessa kaivantoja. Putki pinnoitetaan sementtilaastipinnoitteella, joka levitetään putkeen ruiskuttamalla. Pinnoitekerroksen paksuus (4–8 mm) riippuu putken halkaisijasta. Pinnoitteen annetaan kuivua tulpatussa putkessa.

Pinnoitettuja putkia voidaan työstää pinnoittamisen jälkeen. Putket kestävät jonkin verran kuumentamista, mutta liitokset tehdään tyyppillisesti mekaanisin osin. Putki on katkaistavissa vuorauksen jälkeen esim. kulmahiomakoneella. Putket merkitään karttamerkinöillä piirustuksiin.

**Taulukko 5.2** Vesilaitosten verkostoihin pinnoituksia tekevät yritykset. Pinnoitusmateriaalina on sementtilaasti.

Yritys	Aarsleff Oy	Suomen Putkisto Palvelu Oy
Pinnoitustekniikka	Sementtilaastivuoraus	Sementtilaastivuoraus, tekniikka tuotu Englannista
Pinnoitettavat putket	Valurauta ja teräs	Metalliset putket
Putkikoot	100–400 mm	100–400 mm
Kuivumisaika	1–2 vuorokautta	2 vuorokautta
Kuivumisolosuhteet (lämpötila, kosteus)	Tulpatussa putkessa liian nopean kuivumisen estämiseksi	Tulpatussa putkessa liian nopean kuivumisen estämiseksi
Laadunvalvonta	Tarkastuskuvaukset, pinnoitteen paksuuden tarkastaminen putken päästä, vesinäyte (huom. tilaaja tai urakoitsija)	Tarkastuskuvaukset, pinnoitteen paksuuden tarkastaminen putken päästä, vesinäyte (huom. tilaaja tai urakoitsija)
Käyttöikäarvio	Kestää yhtä pitkään kuin ympäröivä putki	



## 5.7 Rakennusvalvonnan näkökohtia vesijohtojen sisäpuoliseen pinnoittamiseen

### 5.7.1 Rakennushankkeeseen ryhtyvä

Vesijohtojen sisäpuoliseen pinnoittamistyöhön ryhtyvällä, kiinteistön omistajalla, on rakentamisen laadun varmistamisessa keskeinen rooli ja vastuu. Asunto-osakeyhtiössä asunto-osakeyhtiöitä koskevan lain mukaan vastuu on käytännössä yhtiön hallituksella, joka vastaa asioiden hoidosta yhtiön yhtiökokoukselle. Maankäyttö- ja rakennuslain 119 §:ssä on määritelty tätä tarkoittava ns. huolehtimisvelvollisuus. Sen mukaan hankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että suunnittelu ja toteutus tapahtuvat rakentamista koskevien säädösten mukaisesti ja että hänellä on käytettävissään pätevä henkilöstö. Pätevän henkilöstön liittäminen hankkeeseen koskee sekä suunnittelua, työnjohtoa että rakennustyön valvontaa. Tämän periaatteen noudattamista rakennusvalvonta valvoo niissä tapauksissa, joissa työlle haetaan rakennuslupa. Kaikilta näiltä toimijoilta edellytetään riittävää paneutumista ja ammattitaitoa, mutta urakointiliikkeestä riippumattoman, rakennushankkeeseen ryhtyvän asettaman asiantuntija-valvojan roolia pinnoitustyön laadun varmistamisessa ei kuitenkaan voi liikaa korostaa.

### 5.7.2 Luvanvaraisuuden arviointi

Kunnan rakennusvalvontaviranomaisen tehtävänä on muun muassa harkita, tarvitaanko korjaus- ja muutostyöhön rakennuslupa. Rakennuslupa tarvitaan, jos työllä ilmeisesti voi olla vaikutusta rakennuksen käyttäjien turvallisuuteen tai terveydellisiin oloihin (Maankäyttö- ja rakennuslaki 125 §). Vesijohtojen sisäpuolisen pinnoittamisen voidaan perustellusti katsoa olevan korjaustyö, jolla em. säädöksen tarkoittamalla tavalla ”ilmeisesti voi olla vaikutusta käyttäjien terveydellisiin oloihin”. Näin ollen rakennusvalvontaviranomaisen on lupaharkinta vesijohtojen sisäpuolisen pinnoitustyön osalta tehtävä.

Käytäntö on kunnissa vaihdellut. Tämä johtuu siitä, että rakennuskannat ja rakennusvalvontojen resurssitkin vaihtelevat ja toisaalta kunnan rakennusvalvonta voi itsenäisesti harkita valitsemansa menettelyn. Joissakin kunnissa, muun muassa Helsingissä, vesijohtojen sisäpuolinen pinnoittaminen edellyttää rakennuslupaa. Sen edellyttämällä pyritään varmistumaan, että suunnittelu, työnjohto ja korjaustyön valvonta tehdään riittävän asiantuntemuksen omaavan henkilön toimesta. Ja myös, että käytettävät pinnoitteet ja työmenetelmät täyttävät niille asetetut vaatimukset.

Lupaharkinnassa esiin otettavia seikkoja:

- Pääsuunnittelijan nimeäminen ja pätevyys
  - Rakentamismääräyskokoelman osan A2 mukaisia selvityksiä käyttäen
- Vesijohtojen kunnan ja pinnoitustyön onnistumisen edellytysten selvittäminen (verkon kuntokartoitus, painekoe)
- Pinnoitemateriaalien kelpoisuuden selvittäminen:
  - Pinnoitteesta on annettava selvitys, jonka mukaan se soveltuu kuuman ja kylmän talousveden johtamiseen. Selvityksen antaa yleensä puolueeton, hyväksytty laitos<sup>2</sup>.
- Rakenteissa olevien tulpattujen, käytöstä poistettujen johto-osuuksien kartoittaminen ja irrottaminen verkostosta

<sup>2</sup> Suomessa ei ole viranomaisten toimesta laadittua tällaista hyväksytyjen laitosten listaa. Rakennusvalvonta joutuu käyttämään omaa harkintaansa.

- Pinnoitustyöhön mahdollisesti liittyvien muiden kvv- tai rakennusteknisten töiden edellyttämien suunnitteluasiakirjojen läpikäynti

Vesijohtojen ja viemäreiden saneeraussuunnittelu usein annetaan LVI-suunnittelutoimistolle. Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulisi varmistua ennen suunnittelusopimuksen tekemistä, että kyseisen hankkeen suunnittelusta vastaava täyttää myös rakennusvalvonnan vaatimukset pääsuunnittelijan ja muiden suunnittelijoiden osalta.

### 5.7.3 Aloituskokous

Pinnoitustyötä koskevan lupapäätöksen lupamääräyksiin on mahdollisuus sisällyttää aloituskokous, joka pidetään ennen pinnoittamistyön aloittamista. Siinä on hyvä tilaisuus käydä läpi ja kirjata pöytäkirjaan keskeiset laadunvarmistamiseen liittyvät asiat. Esimerkiksi seuraavat itse pinnoitteeseen liittyvät seikat:

- Pinnoitustyössä käytettävästä tuotteesta on saatava selvitys siitä, että se on täsmälleen sama tuote, josta edellä mainittu selvitys on annettu.
- Jos pinnoite koostuu useammasta komponentista, on niiden sekoitussuhteista sekä muista lopputulokseen vaikuttavista seikoista oltava työmaalla riittävä ohjeistus.
- Pinnoitustyön onnistumisen ja pinnoitteen laadun varmistaminen mahdollisesti otettavin materiaalinäyttein tai tutkimalla veden laatu laboratoriotekniikalla.

Pinnoitustyön toteuttamiseen liittyy muun muassa seuraavat laadunvarmistamiseen liittyvät toimenpiteet:

- Pinnoitustyön valvojan nimeäminen ja suunnittelijan roolin kirjaaminen.
- Mahdollisten muutoksien edellyttämistä toimenpiteistä sopiminen.
- Sopiminen käyttö- ja huolto-ohjeen laatimisesta, joka sisältää muun muassa myöhempiä muutostöitä koskevat korjaus- ja asennusohjeet.
- Rakennustyön tarkastusasiakirjamenettelystä sopiminen, johon liittyy vastuuhenkilöiden nimeäminen ja työvaiheiden tarkastaminen, kuten:
  - puhdistaminen
  - kunnan tarkastaminen, kuvaus
  - tulpattujen johto-osuuksien irrottaminen
  - ennen pinnoittamista tehtävä painekoe
  - pinnoittaminen
  - pinnoitteen/pinnoittamisen tarkastus, kuvaus
  - painekoe (1000 kPa)
  - kalusteiden asennustyö
  - kiertojohtojen säätö

Pinnoitustyö on aina merkittävä työ kustannuksiltaan, mutta myös haasteellinen työaikaisen asumisen kannalta. Hyvä lopputulos edellyttää huolellista suunnittelua ja toteutusta, jossa ammattitaidolla ja kokemuksella on keskeinen merkitys. Tässä rakennusvalvontaviranomaisen tehtävänä on osaltaan varmistaa työn laatua.

### 5.7.4 Loppukatselmus

Luvanvaraisen hankkeen lupamääräyksen mukaan rakennusvalvonnalta on pyydettävän loppukatselmusta. Pinnoitustyöhön liittyvässä loppukatselmuksessa käydään läpi hankkeeseen liittyvät laadunvarmistusasiakirjat. Niistä tärkein on tarkastusasiakirja ja sen yhteenveto, jotka

arkistoidaan rakennusvalvonnan arkistoon loppukatselmuspöytäkirjan liitteeksi. Myös käyttö- ja huolto-ohjeen laatimisesta varmistetaan, erityisesti verkostoon tehtävien myöhempien korjaustoimenpiteiden ohjeistuksen sisällyttämisestä käyttö- ja huolto-ohjeeseen.

Huolehtimisvelvollisuuteen kuuluva työn laadun yksityiskohtainen varmistaminen jää rakennushankkeeseen ryhtyvän tehtäväksi, se ei tapahdu rakennusvalvonnan toimenpitein.

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on valmistettava, että kaikki työhön liittyvät asiakirjat arkistoidaan asianmukaisesti.

## 5.8 Vakuutusyhtiöiden kanta vesi- ja viemäriputkien pinnoituksiin

### 5.8.1 Omaisuusvakuutukset

#### *Yleistä*

Vakuutusyhtiöt korvaavat vuotovahinkoja erilaisilla vakuutustuotteilla. Rakennusten osalta yleisimpiä ovat täysturva- eli ns. All Risk -laajuinen vakuutusturva erilaisten äkillisten ja ennalta-arvaamattomien tapahtumien turvaksi sekä ns. tapahtumapohjaiset hieman suppeammat tuotteet, jotka nimeltään vaihtelevat eri yhtiöissä, esim. LVIS-turva, vuotovakuutus, vesijohtovuotovakuutus tai kiinteistöturva. Kaikille on kuitenkin yhteistä se, että korvattavien tapahtumien on oltava äkillisiä ja ennalta-arvaamattomia. Hitaasti syntyvät ja esim. rakennusvirheistä syntyvät vahingot jäävät vakuutusten korvauspiirin ulkopuolelle. Vuotovakuutukset korvaavat yleensä vain verkostovuotoja ja rajoitetusti kattovuotoja, mutta esimerkiksi vesieristeen vuoto katsotaan rakennusvirheeksi eikä se siten ole korvattava.

#### *LVIS-tekniikan rikkoutuminen ja sen aiheuttama vuotovahinko*

LVI-tekniikan vuodot voivat olla syntymekanismiltaan nopeita, kuten putkeen lyödyn naulan aiheuttama rikkoutuminen, mutta huomattavasti yleisempiä ovat korroosiosta johtuvat vahingot. Vesi- ja viemäriputken kemiallinen syöpyminen kuten valurautaisen viemärin sisäpuolinen syöpyminen, juotettujen putkien sinkkikato tai virtaaman aiheuttama eroosio ovat kaikki mekaniikaltaan hitaasti syntyviä vahinkoja, vaikka seurauksena syntyvät vahingot ovatkin äkillisiä. Kuitenkin, koska ei ole selkeää ikää minkä jälkeen putken ei enää kuuluisikaan kestää vaan ennalta-arvaamattomuus vähenee hitaasti vuosien lisääntyessä, korvaavat vakuutukset verkoston rikkoutumiset ja rikkoutumisen seurauksena syntyvät vuotovahingot ikävähennyksillä vähennettyinä. Rakennuksen verkostojen ja laitteiden suunniteltu taloudellinen käyttöikä vaihtelee huomattavasti. Yritysvakuutuksissa käytännössä alle kaksikymmentävuotiaan putken vuodosta saatava korvaus on lähes täysi, mutta 35–40 vuoden ikäisenä vuotaessaan korvaus on enää suuruusluokkaa puolet vahingon määrästä. Yksinkertaisuussyistä vuotovahingon ikävähennys on yleensä riippumaton siitä, onko kyseessä lämmin tai kylmä käyttövesiputki, lämmitysjärjestelmä tai viemäri. Useimmiten myöskään putken materiaalilla ei ole mitään merkitystä ikävähennyistä laskettaessa. Yksityistalouksille suunnatuissa kotivakuutuksissa puolestaan saattaa olla ratkaisuja myös kokonaan ilman ikävähennyistä tai sitä sovelletaan ainoastaan, jos putki sijaitsee alapohjassa.

### *Vuotovahinkojen merkitys ja tyypit*

Vuotovahinkojen osuus ikävähennyksillä vähennettynäkin on asuinrakennuksissa jo useita vuosia muodostanut palovahinkoja suuremman korvausmenon ja ero palokorvauksiin on vuosien mittaan kasvanut. Tämän lisäksi vakuutuksenottajille jää vuotovahingoissa usein ikävähennyksien takia osa vahingon määrästä saamatta vakuutuksesta. Myös omavastuun merkitys on suurempi, koska vuotovahinkojen keskikoko on huomattavasti palovahinkojen keskikokoa pienempi ja omavastuu on yleensä kiinteä euromäärä. Tästä syystä kiinteistöjen omistajilla pitäisi olla motiivi korjauttaa vuotavat putket kuntoon ennen kuin ne ovat niin heikossa kunnossa, että oma osuus korjauskustannuksista rasittaa vakuutuksenottajan taloutta kohtuuttomasti.

Vuotovahingoissa ei ole yhtä yksittäistä selkeää syytä tai teknistä järjestelmää, joka vuotoja aiheuttaa. Vuotovahinkoina korvataan mm:

- sade- ja jätevesivesiviemärin rikkoutumisen ja tukkeutumisen johdosta seuraava kastuminen
- lämpimän ja kylmän käyttövesiverkoston vuotovahingot
- lämmitysputkiston, radiaattoreiden, lämminvesivaraajien ja lämmönvaihtimen vuotovahingot
- käyttölaitteiden, kuten pesu- ja astianpesukoneiden, sekä vesijohtoverkkoon kytkettävien kylmäkoneiden vuotovahingot
- vesikalusteesta virranneen veden aiheuttamia vahinkoja, esim. lattiakaivon tai altaan tukkeutumisen yhteydessä
- tietyt vesikattovuodot

### *Viemäreiden pinnoittaminen*

Finanssialan keskusliitto teki vuosina 2002–2003 vuototutkimuksen, jossa selvitettiin vuotojen aiheuttajaa ja vuotopaikkaa. 2008–2009 tutkimus tehtiin uudelleen, jolloin ilmeni, että eniten olivat lisääntyneet viemärivuodot ja -tukkeutumisesta sekä astianpesukonevuodot. Viemäreiden tukkeutumisten lisääntyminen johtuu osittain niiden ikääntymisestä, minkä johdosta vakuutusala reagoi nopeasti. Tällä hetkellä lähes kaikki vakuutusyhtiöt antavat tai suunnittelevat lähitulevaisuudessa antavansa kevennystä ikävähennyslaskentaan, jos viemärit on saneerattu sisäpuolisilla saneerausmenetelmillä: sujutuksella, sukittamisella tai erilaisilla ruiskuvalumenetelmillä. Useilla vakuutusyhtiöillä on kuitenkin rajoituksia menetelmissä, jotka mahdollistavat kevyemmän ikävähennyksen: tietyt nimetyt menetelmät, vain sertifioidut menetelmät, tai jopa vain yksi nimetty menetelmä. Yksi vakuutusyhtiö hyväksyy kaikki menetelmät ilman rajoitusta. Vaikutus ikävähennyksien laskentaan vaihtelee vakuutusyhtiöittäin, mutta vain yksi yhtiö rinnastaa saneerauksen uuteen putkeen, sekin vain yhden saneerausmenetelmän osalta. Tämän asian ympärillä tilanne tulee varmasti vielä muuttumaan lähivuosina.

Joissakin vakuutusyhtiöissä kanta viemäripinnoituksiin on vielä ottamatta, mutta pääosa vakuutusyhtiöistä on huojentanut ikävähennystä tai tekee sen lähiaikoina. Syynä tähän on se, että monessa kohteessa viemärin uusimistarve oli suuri, mutta kylpyhuoneet niin laajalti korjattuja, että perinteisen viemärisaneerauksen tekeminen olisi ollut kohtuuttoman vaikea päätös. Vaikka itse viemärisaneeraus ei moderneilla menetelmillä ole edullisempaa kuin perinteinen uusiminen, nostavat uusimisen yhteydessä tehtävät muiden rakenteiden purku- ja jälleenrakentamiskustannukset perinteisen putkiremontin kustannukset usein selvästi suuremmiksi. Jos kylpyhuoneiden vesieristeet ja pinnat ovat valmiiksi kunnossa, on tämä kustannus ylimääräinen, turha lisäkulu. Modernit saneerausmenetelmät saatiin täten todelliseksi vaihtoehdoksi perinteisen putkiremontin rinnalle. Luonnollisesti myös vakuutusyhtiöiden välinen

kilpailu asiakkaista vaikutti vakuutusyhtiöiden haluun hyväksyä modernit menetelmät todelliseksi vaihtoehdoksi.

### *Vesijohtojen pinnoittaminen*

Toisin kuin viemäreissä, joissa painovoima ohjaa vettä eteenpäin ja uusiminen edellyttää aina lattian purkamista, käyttövesiputket on mahdollista tuoda kylpyhuoneeseen myös yläkautta. Ehjiä rakenteita joudutaan purkamaan vain vähän. Kun putket tuodaan pinta-asennuksena, ovat ne samalla muiltakin osin nykynormien vaatimusten mukaiset. Vanhat putket ovat paikassa, jossa mahdollinen vuoto ei tulisi näkyville. Myös niiden kannakointi on puutteellinen. Nykyisessä sijaintipaikassaan ne saattavat olla myös alttiina ulkopuoliselle kosteudelle, jollaiselle sisäpuoliset pinnoitukset eivät anna mitään suojaa.

Markkinoilla on useita ratkaisuja, joilla pinta-asennetut uudet vesijohdot saadaan siististi koteloitua sellaiseen paikkaan, jossa putken mahdollinen vuoto ei aiheuta suurta vahinkoa, esim. porrashuoneeseen. Asunnon sisäiset putket voidaan tällöin toteuttaa pinta-asennuksena nykymääräysten mukaisesti.

Vakuutusyhtiöiden kanta käyttövesiputkien pinnoittamiseen on toistaiseksi ollut yhtä poikkeusta lukuun ottamatta yksimielinen. On tietysti hyvä, että vuotaville putkille tehdään jotakin ja parasta vahingontorjuntaa ovat ennaltaehkäisevät toimenpiteet, jotka toteutetaan ennen kuin verkosto pääsee kovin huonoon kuntoon ja ehtii aiheuttaa useita vuotovahinkoja. Taloudellisesti uusiminen ja pinnoittaminen ovat kuitenkin likimain samanhintaisia, jolloin vakuutusyhtiöt pääsääntöisesti haluavat kannustaa vakuutuksenottajia toteuttamaan saneeraukset putket uusimalla mieluummin kuin pinnoittamalla. Ainakin toistaiseksi ikävähennyskäytäntö on suosinut uusimaan käyttöveden verkostot, vaikka viemärit saneerattaisiin pinnoittamalla.

## **5.8.2 Vastuuvakuutukset**

### *Toiminnanvastuuvakuutus*

Vastuuvakuutuksesta korvataan tapahtumia, jotka joku aiheuttaa huolimattomuudellaan kolmannelle osapuolelle. Korvattavuuden edellytyksenä on vahingonkorvauslain mukainen korvausvastuu. Vakuutusehdoissa korvauksen ulkopuolelle on usein rajattu itse työn kohteena oleva kone, laite ja rakennusosa sekä tiettyjä vahinkotyyppisiä, kuten suojauksen laiminlyönnistä aiheutuvat vahingot. Työn kohteena oleva omaisuus on mahdollista ottaa useimmissa vakuutusratkaisuisissa vastuuvakuutuksen kohteeksi laajentamalla vakuutusta perusratkaisusta.

Viemäriin tai vesijohdon pinnoittamisessa voi aiheutua vahinkoa kuivaamisen, puhalluspuhdistuksen tai pinnoituksen aikana joko itse putkelle, tai sen rikkoutuessa rikkoutumiskohdan ympäristölle kastumis-, likaantumis- tms. vahingon johdosta. Käytännössä vahingonkorvausvastuuta voi tulla sen johdosta, että ei ole tutkittu pinnoitettavaa putkea riittävän hyvin ennen työhön ryhtymistä (huolellisuuden laiminlyönti), tai tekemällä työ muuten huolimattomasti, minkä johdosta vahinkoa aiheutuu putkelle ja syntyneestä repeämästä myös muulle ympäristölle. Toiminnanvastuuvakuutus korvaisi useimmiten asukkaiden irtaimistolle aiheutuneen vahingon, mutta myös yleensä korjattavana olevan rakennuksen ne rakennusosat, joihin ei ole tarkoitus koskea, ovat vastuuvahinkona korvattavia. Jos vakuutukseen on otettu laajennus, myös työn kohteena oleva putki voisi olla korvattava. Toiminnanvastuuvakuutuksen korvaus on vahingonkorvauslain mukaisesti vain käypä arvo, eli vahingoittanut rakennusosa

korvataan yleensä vain osittain, mutta siivottavissa olevissa vahingoissa pesu ja puhdistus kokonaisuudessaan.

### *Tuotevastuuvakuutus*

Tuotevastuulain perusteella vahingonkorvausta on suoritettava vahingosta, joka on johtunut siitä, että tuote ei ole ollut niin turvallinen kuin on ollut aihetta odottaa. Vesijohtopinnoituksen osalta kyseessä voisi olla pinnoitteen aiheuttama vahinko itse putkelle tai henkilövahinko veden käyttäjälle. Lain mukaan vahingonkorvausvelvollinen on tuotteen valmistaja tai se, joka on tuonut tuotteen EU:n alueelle liikkeelle laskettavaksi. Käytännössä, jos pinnoittaja markkinoisi pinnoitetta omalla tuotenimellään, tai sekoittaisi sen oman reseptinsä mukaan, hänelle voisi tulla tuotevastuu tuotteesta. Jos hän käyttää tuotetta sellaisenaan, on tuotevastuussa pinnoitteen valmistaja tai se, joka tuo pinnoitteen EU:n alueelle, riippuen valmistuspaikasta. Käytännössä kuitenkin työn tilaaja voi hakea korvausta suoraan urakoitsijalla, jonka tulee puolestaan kääntyä toimittajansa puoleen. Ongelmaksi saattaa muodostua se, että samaa pinnoitteita on saatettu käyttää tuhansissa kohteissa ennen kuin se havaitaan tuotteena turvattomaksi. Tällöin tuotevastuuvakuutuksen vakuutusmäärä saattaa osoittautua riittämättömäksi. Suurilla kemianteollisuuden toimijoilla on kattavat vakuutukset ja omaakin riskinkantokykyä, mutta yhden pinnoitustyön tilaajana asunto-osakeyhtiöllä ei ole mitään mahdollisuutta varmistua pinnoitteen alkuperästä ja turvallisuudesta. Ongelma saattaa syntyä myös jos urakoitsija on lopettanut toimintansa ja asunto-osakeyhtiön pitäisi hakea korvausta suoraan suurelta ulkomaalaiselta kemianteollisuusalan yritykseltä.

## **5.9 Vesijohtojen saneerauspinnoitus suunnittelun ja työmaavalvonnan näkökulmasta**

### **5.9.1 Suunnitteluvaiheessa huomioitavaa**

Linjasaneerauksen käynnistää yleensä putkivuodosta aiheutunut suuri vesivahinko, jonka selvitysvaiheessa havaitaan vesijohtojen huono kunto. Toinen herättävä asia on pienten vuotokorjausten sarja eli vuotohistoria, joka kannustaa korjaustoimenpiteisiin. Koska kokemusperäisesti tiedetään, että käyttövesijohtojen elinkaari on noin 40–50 vuotta, ei korjaustarpeen pitäisi tulla yllätyksenä. Parasta onkin varautua tuleviin korjauksiin LVV-kuntotutkimusten avulla. Kun tiedetään putkien kunto, voidaan korjaussuunnittelu käynnistää ajoissa. Poikkeuksena ovat aggressiivisen veden syövyttämät uudehkot vesijohtojärjestelmät, jolloin tavoitekäyttöikä ei saavuteta. Myös järjestelmän mitoitus- ja säätövirheet voivat altistaa vesijohtoja liian suurille virtaamille ja siten eroosiokorroosiolle. Korjaustoimenpiteitä voidaan joutua silloin tekemään huomattavasti tavanomaista aiemmin.

Ongelmana on ollut se, että kuntotutkijat eivät ole osanneet arvioida vesijohtojen pinnoitettavuutta ja tekniikan käyttömahdollisuuksia ja sen korjauskustannuksia. LVV-kuntotutkimusraportissa ei putkien pinnoittamista ole juuri suositeltu. Uusiminen on ollut ainoa vaihtoehto.

Suunnittelijan näkökulmasta on kuitenkin huomioitavissa vanhan käyttövesijohtojärjestelmän nykyhetken ominaisuudet, jotka ovat myös mitattavissa. Voidaan myös selvittää isännöitsijän, huoltoyhtiön ja käyttäjien kokemuksia ja havaintoja verkoston toiminnasta. Selvitettäviä asioita ovat esimerkiksi seuraavat:

- vanhat vesi- ja viemärijohtojen piirustukset sekä tehdyt muutokset ja niiden suunnitelmat
- suunnittelua varten tarvittavat piirustukset teetetään sähköiseen muotoon (.dwg)
- lämmönvaihtimen ominaisuudet, verkoston säädettävyys ja säätöjärjestelmän ominaisuudet

- verkoston sulkua- ja säätöventtiilit on aina uusittava ennen pinnoitusta
- kalusteet (sulut, hanat ja sekoittimet, yms.)
- verkoston lämpötilat, virtaamat ja odotusajat
- putkikoot, putkipituudet (pitkät linjat voivat aiheuttaa rajoituksia)
- verkoston materiaalit ja liitostekniikka
- varausten ja lisärakentamisen tarve
- uusimisen tarve, kuten helposti uusittavat osuudet, esimerkiksi näkyvillä olevat putkilinjat kellarissa ja märkätilojen pintajohdot.

Lisäksi kannattaa ottaa vesinäyte, jotta pinnoituksen jälkeen voidaan verrata tuloksia lähtötilanteeseen. Asbestikartoitus on syytä teettää, koska putkieristeiden puruilta ja työaukoilta rakenteisiin ei voida täysin välttyä.

Urakan kilpailuttamiseksi laaditaan suunnitelmat työselityksineen ja tarvittavine liitteineen sekä hankitaan tarvittavat viranomaisluvut. Kilpailutusvaiheessa voidaan pyytää tarjoukset jo useammalta vesijohtopinnoittajalta. Alkuvuodesta 2011 vesijohtojen pinnoitusurakoita ilmoitti tekevänsä kuusi urakoitsijaa. Tarjousvertailun ja urakkaneuvottelujen jälkeen solmitaan urakkasopimus. Taloyhtiössä rakentamiseen ryhtymisestä päätetään yhtiökokouksessa.

Valvoja kannattaa kilpailuttaa ja valita jo hyvissä ajoin niin, että valvoja voi osallistua urakkaneuvotteluihin. Rakennushankkeeseen ryhtyvän tilaajan on myös huolehdittava työturvallisuuskoordinaattorin valitsemista ja siitä, että urakoitsijoiden ja muiden sopimuskumppanien viranomaisveloitteet ovat hoidetut.

### 5.9.2 Valvontavaiheessa huomioitavaa

Valvoja hoitaa työmaavalvontaa valvontasuunnitelman mukaisesti. Valvonnan sisältö vastaa lähes täysin tavanomaisen linjasaneerauksen valvontaa. Aloitus-, viranomais-, työmaa- ja vastaanottokokoukset pidetään normaalisti.

Käyttövesijohtopinnoitusurakan valvonnan erityispiirteitä ovat muun muassa:

- Aukkaat ovat työmaa-alueella koko työn keston ajan. Tiedottaminen on siksi erityisen tärkeää.
- Näkyvät muutokset asunnoissa ovat vähäisiä. Myöhemmissä remonteissa uusien putkien liittäminen voi kuitenkin olla ongelmallista.
- Rakenteisiin peittyviä työsuorituksia on vähän.
- Rakenteiden sisällä olevien osuuksien valvonta on hankalaa.
- Näytepalojen ottaminen voi olla vaikeaa. Aiheutuvista kustannuksista on sovittava jo urakkaneuvotteluvaiheessa.
- Vanhassa vesijohtoverkostossa, jossa on käyttöveteen kytkettyjä lattialämmitysjohtoja, on vaarana lämpimän käyttöveden liiallinen jäähtyminen. Pelkkä pinnoitus ei tuo tähän parannusta.
- Haurastuneiden liitosten ja käytöstä poistettujen haarojen löytäminen on vaikeaa. Pinnoitus ei korjaa haurastuneita liitoksia ja vanhoja asennusvirheitä. Niitä voi paljastua töiden aikana tai takuuajalla. Vanhoissa verkostoissa pienten kupariputkihaarojen juotoksia on tehty polttamalla reikä haaroitettavaan putkeen ja juottamalla siihen pieni haaraputki. Tällaisen liitoksen pinnoittaminen voi pienentää putken virtaamaa liikaa.
- Käytöstä poistetut haarat on poistettava runkolinjaan asti ennen pinnoittamista. Näiden haarojen löytäminen on haasteellista, sillä rakenteiden sisällä olevan verkoston rakennetta ei tunneta tarkasti. Purkamatta jääneisiin hukkahaaroihin kertyy puhdistusjätettä, sakkaa ja niiden

etenevä korrosio heikentää veden laatua. Tämä voi näkyä jo takuuajana värjäytyneen veden purskauksina tai makuhaittoina.

- Työvaiheet ovat nopeita, joten valvojan on varauduttava tarvittaessa tulemaan nopeasti paikalle. Etenkin peittyvät työsuoritukset on tarkastettava työmaalla ennen niiden peittämistä rakenteisiin.
- Kamerakaluston ominaisuudet voivat aiheuttaa rajoituksia valvontaan. Kaikkia pinnoitettuja kohtia putkien sisäpuolelta ei voida nähdä, etenkin pienien putkien osalta ja jyrkkien mutkien takaa. Valumia on esiintynyt pienien kiertojohtojen haaroissa, jolloin esimerkiksi pyyhekuivaimet eivät lämpene. Myös kellarin suurempien runkolinjojen vaakasuorista osista alaspäin meneviin haaroihin voi syntyä valumia, jotka kannattaakin tarkastaa kuituoptiikalla.
- Märkätilojen vedeneristysten on oltava kunnossa, koska putkien sisäpuolinen pinnoitus ei estä putkien syöpmistä ulkopuolisen kosteuden vaikutuksesta.

On hyvä ottaa vesinäyte ennen pinnoitetun verkoston käyttöönottoa, verkoston huuhtelun jälkeen. Vesinäytteenoton suositukset ovat kappaleessa 7.3.

Käyttöönoton jälkeen on syytä teettää asukaskysely kaikkiin työn alla olleisiin asuntoihin, jonka yhteenveto käsitellään mahdollisine reklamointeineen vastaanottokokouksessa ja korjataan havaitut puutteet sovitusti.

Valvojan on tarkastettava huolellisesti luovutusmateriaali. Verkoston painekokeet, huuhtelut, säädöt ja vaadittavat mittauspöytäkirja on oltava toimitettu asianmukaisesti. Urakoitsijan antamat ohjeet myöhempien muutosten tekemiseksi ovat tärkeitä. Muutokset on tehtävä oikein ja takuuajalla vain pinnoittajan hyväksymänä, ettei takuu raukea siltä osin. Urakoitsijat antavat työlleen yleisten sopimusehtojen YSE 1998 -mukaisen kaksivuotistakuun. Tilaajan on hyvä jakaa kaikille osakkaille menettelyohjeet siitä, miten pinnoitettuja vesijohtoja käsitellään myöhempien remonttien yhteydessä, esimerkiksi liitoksia tehtäessä ja putkia jatkettaessa. Putkiurakoitsijoiden on myös syytä varmistaa, että asentajat saavat tiedot pinnoitettujen putkien oikeasta käsittelystä, että valmista työtä ei rikota.



## 6 Vesijohtojen pinnoittamisen turvallisuuden varmistaminen

Tässä kappaleessa on käsitelty pinnoittamisen turvallisuuden varmistamiseen liittyviä asioita pinnoitustyön tilaajan näkökulmasta. Näitä asioita voi hyödyntää tarjouspyyntöä tehdessä ja työn laadun varmentamisessa. Kappaleessa 7 käsitellään tuotehyväksyntään liittyviä asioita, jotka pitää olla varmistettuna ennen työn aloittamista. Osin käsiteltävät asiat eroavat pinnoitemateriaalin mukaan tai toisaalta pinnoitettavan kohteen mukaan (vesilaitoksen verkosto vs. kiinteistön verkosto). Nämä eroavaisuudet on pyritty tuomaan esille tekstissä.

### 6.1 Pinnoitemateriaalin ominaisuudet

Pinnoitemateriaalin tulee täyttää tulevaan CPDW-tuotehyväksyntään liittyvät vaatimukset, joita käsitellään kappaleessa 7.1.

### 6.2 Pinnoittamisen edellytykset

Ennen työn aloittamista on vesijärjestelmän kunto ja saneerauskelpoisuus selvitettävä. Kuntotutkimukseen kuuluu vähintään silmämääräinen ulkopuolinen tarkastus ja putken sisäpinnan tarkastus lasikuituoptisesti ja TV-kuvauksella. Saneerauksen onnistumisen kannalta kriittisiin kohtiin tulee kiinnittää erityistä tarkkaavaisuutta. Mahdollisten putkivaurioiden tyyppi ja esiintymistiheys sekä korjaustavat tulee dokumentoida. Putkessa ei saa olla vaurioita, joka heikentävät sen rakenteellista kestävyyttä. Esiintyvät vuodot tai puhdistuksessa syntyvät vuotokohdat tulee korjata. Venttiilit tms. tulee käsitellä siten, että niiden toimivuus saneerauksen jälkeen voidaan varmistaa.

### 6.3 Työsuoritus

Menetelmän kehittäjän tulee esittää täydellinen menetelmäkohtainen kuvaus kaikista pinnoituksen onnistumisen kannalta oleellisista työvaiheista. Työn suorittajan ja pääsuunnittelijan tulee myös varmistaa, että saneerauskohteessa toimitaan näiden teknisten kuvausten mukaan. Työturvallisuusmääräyksiä tulee luonnollisesti noudattaa työn aikana.

Menetelmäkuvauksen tulee sisältää kiinteistöjen osalta taulukossa 6.1 ja vesihuoltolaitosten osalta taulukossa 6.2 esitetyt asiat.

**Taulukko 6.1** Toiminnanharjoittajan antaman selvityksen sisältö liittyen kiinteistöjen vesijohtojen saneerauspinnoittamiseen.

	Työvaiheet	Laadunvalvonta ja dokumentointi
Menetelmän soveltuvuus ja rajoitukset	Verkoston saneerauskelpoisuuden selvitys	Kuntotutkimuksen tulokset: -putkivaurioiden tyyppi ja esiintymistiheys sekä korjaustavat
Käytettävät laitteet	Kuvaus puhdistus- ja pinnoituslaitteistosta Pinnoitteen jäljitettävyyys	Pinnoitekomponenttien eränumerot
Esivalmisteluvaiheet	Verkoston tyhjennys ja kuivaus Vesikalusteiden käsittely Kontrollikappale (alkuperäisestä putkesta irrotettavin liitoksin, asennetaan työkohteeseen)	Saneerattavan putkilinjan silmämääräinen tarkastus (kuvat tai videodokumentointi) Kontrollikappaleiden asennuspaikka ja kuvaus
Putken sisäpinnan puhdistus	Puhdistusmenetelmien kuvaus ja soveltuvuus eri putkikokoluokille ja -materiaaleille - putkimateriaalikohtainen listaus puhdistusaineista -suihkupuhdistus virtaussuuntaan ja vastavirtaussuuntaan Tiiviystestauksen suoritus	Puhdistetun putkilinjan silmämääräinen tarkastus (kuvat tai videodokumentointi) Tiiviystestauksen suorituksen ja tuloksen dokumentointi
Pinnoitus	Putkimateriaalikohtainen pinnoiteaine Pinnoitusaineen riittävyyden laskentatapa Pinnoituslaitteen esivalmistelut Oikean sekoitussuhteen varmistamisen menettelyt Saneerauskohteen edellyttämä kovettumisaika ja kuivumisolosuhteet Painekoe kovettumisen jälkeen (aikaisintaan 12 h kuluttua) vedellä 10 baarin paineella rak.määr. osan D1:n mukaan	Jatkuvasti seurattavat asiat - pumpun toiminta - sekoitussuhde - pinnoitusnopeus - pinnoitteen paksuus - pinnoituspään liike - ruiskun toiminta Kovettumisaika ja olosuhteet Painekokeen suorituksen ja tuloksen dokumentointi
Huuhtelu	Huuhtelun kuvaus ja tarvittava huuhtelu-aika	Huuhtelun kesto ja mahdolliset huomiot huuhtelusta
Pinnoitteen tarkastus	Tarkastuksen menetelmät ja laajuus	Pinnoitetun putkilinjan silmämääräinen tarkastus (kuvat tai videodokumentointi)

Putkilinjan palauttaminen käyttöön	Vesinäytteet (erillinen ohje kts. taulukko 7.5) Pinnoitetun putkilinjan merkintä Ohjeistus laitteiston omistajille ja käyttäjille pinnoitetulle putkelle soveltuvista korjaus- ja muutostyömenetelmistä	Vesianalyysitulokset
------------------------------------	---	----------------------

**Taulukko 6.2** Toiminnanharjoittajan antaman selvityksen sisältö liittyen vesihuoltolaitosten vesijohtojen saneerauspinnoitukset

	Työvaihe	Laadunvalvonta ja dokumentointi
Menetelmän soveltuvuus ja rajoitukset	Verkoston saneerauskelpoisuuden selvitys	Vesilaitoksen arvio
Käytettävät laitteet	Kuvaus puhdistus- ja pinnoituslaitteistosta Pinnoitteen jäljitettävyyys	Pinnoitekomponenttien eränumerot
Esivalmisteluvaiheet	Verkoston tyhjennys ja kuivaus Venttiilien tms. kalusteiden käsittely	Saneerattavan putkilinjan silmämääräinen tarkastus (kuvat tai videodokumentointi)
Putken sisäpinnan puhdistus	Puhdistusmenetelmien kuvaus ja soveltuvuus eri putkikokoluokille ja -materiaaleille - putkimateriaalikohtainen listaus puhdistusaineista Tiiviystestauksen suoritus	Puhdistetun putkilinjan silmämääräinen tarkastus (kuvat tai videodokumentointi) Tiiviystestauksen suorituksen ja tuloksen dokumentointi
Pinnoitus	Putkimateriaalikohtainen pinnoiteaine Pinnoituslaitteen esivalmistelut Oikean sekoitussuhteen varmistamisen menettelyt Saneerauskohteen edellyttämä kovettumisaika ja kuivumisolosuhteet Painekoe kovettumisen jälkeen (aikaisintaan 12 h kuluttua) vedellä 10 baarin paineella	Jatkuvasti seurattavat asiat - pumpun toiminta - sekoitussuhde - pinnoitusnopeus - pinnoitteen paksuus - pinnoituspään liike - ruiskun toiminta Kovettumisaika ja olosuhteet Painekokeen suorituksen ja tuloksen dokumentointi

Huuhtelu	Huuhtelun kuvaus ja tarvittava huuhtelu-aika	Huuhtelun kesto ja huomiot huuhteluvädestä
Pinnoitteen tarkastus	Tarkastuksen menetelmät ja laajuus	Pinnoitetun putkilinjan silmämääräinen tarkastus (kuvat tai videodokumentointi)
Putkilinjan palauttaminen käyttöön	Vesinäytteet Pinnoitetun putkilinjan merkintä Ohjeistus laitteiston omistajille ja käyttäjille pinnoitetulle putkelle soveltuvista korjaus- ja muutostyömenetelmistä	Vesianalyysitulokset
Putkilinjan desinfiointi	Desinfiointiaineiden käyttö pinnoitetun putkilinjan puhdistuksessa ja talousveden desinfiointi mikrobiologisten reklamaatioiden yhteydessä	Vesianalyysitulokset

---

Onnistuneen ja kestäväen pinnoitteen aikaansaamiseksi pinnoitettavan putken sisäpinnalta tulee poistaa kaikki kerrostumat täydellisesti, poistaa kaikki puhdistusaineet ja kuivata putki, saada pintaan riittävän paksu tasainen pinnoite sekä varmistaa pinnoitteen täydellinen kovettuminen ja putkilinjan oikea käyttöönotto. Putken kuiva pinta on erityisen tärkeä orgaanisille pinnoitteille. Kiinteistön verkostossa jokaiseen työkohteeseen asennetaan kontrollikappale (vähintään 0,50 m) alkuperäisestä putkesta irrotettavin liitoksin, erikseen kylmä- ja lämminvesiputkeen. Se pinnoitetaan kuten muukin verkosto.

Ennen pinnoitusta putkilinjat tulee tyhjentää ja kuivata. Kuivausaika riippuu putkilinjan pituudesta ja kerrostumien laadusta ja voimakkuudesta.

### 6.3.1 Puhdistus

Putkilinjan puhdistus tehdään menetelmänkehittäjän toimintaohjeen mukaan. Puhdistusprosessia valvotaan endoskoopin avulla. Mikäli suihkupuhdistusta käytetään ja tarvitaan kaksi käsittelyä, ne tehdään eri suuntiin (ts. virtaussuuntaan ja vastavirtaussuuntaan). Vaatimuksena on suihkupuhdistusaste Sa 2 ½ (SFS-EN ISO 8501-1). Putkien sisäpinnan tulee olla puhdistuksen jälkeen täysin puhdas kerrostumista, korroosiotuotteista ja muista epäpuhtauksista sekä suihkupuhdistusaineista. Puhdistettu putkilinja tarkastetaan silmämääräisesti (lasikuituoptisesti ja TV-kuvauksella). Jokaisesta kiinteistökohteesta on tarkastettava ja dokumentoitava nousulinjan, kerroslinjojen, yksittäislinjojen sekä kytkentäjohtojen alueet ja erityisen huolellisesti liitoskohdat. Puhdistuksen jälkeen tulee varmistaa tiiviystestauksen avulla menetelmän soveltuvuus putkijärjestelmään. Tiiviystestaus dokumentoidaan. Vesilaitoksen verkoston tiiviyskokeesta on sovittava vesilaitoksen kanssa.

### 6.3.2 Pinnoitus

Pinnoitusprosessi tulisi aloittaa aina kahden tunnin sisällä verkoston puhdistamisen jälkeen, koska putken sisälle alkaa muodostua nopeasti kosteutta, jolloin korroosioreaktiot voivat käynnistyä pinnoilla (Pekkinen 2011).

Pinnoitus tehdään pinnoitteen valmistajan ohjeiden mukaan täysin kuivalle puhtaalle pinnalle. Pinnan kuivuus on erityisen tärkeää orgaanisille pinnoitteille. Pinnoitteen tulee saada kovettua täydellisesti. Pinnoitemateriaalille spesifisiä pinnoitepaksuudesta ja putken halkaisijasta riippuvaisia kuivumis- ja kovettumisaikoja on ehdottomasti noudatettava. Pinnoitteen kovettumisen jälkeen (aikaisintaan 12 h kuluttua) koko järjestelmälle tehdään painekoe vedellä 10 baarin paineella kiinteistöissä. Painekoe suoritetaan rak.määr. osan D1:n ohjeiden mukaan. Vesilaitosten verkoston tiiviyskokeesta on sovittava vesilaitoksen kanssa. Putkijärjestelmän tulee olla suoritettuna saneerauksen jälkeen tiivis. Painekokeen suoritus ja tulos dokumentoidaan. Välittömästi painekokeen jälkeen järjestelmä huuhdellaan.

### 6.3.3 Pinnoitteen tarkastus

Pinnoite tarkastetaan endoskoopin avulla. Pinnoitteessa ei saa olla näkyviä virheitä ja sen tulee olla tasainen, peittävä ja huokoseton sekä kiinnittyä hyvin putken seinämään. Valmistajan ilmoittamaa minimipaksuutta on noudatettava, mutta toisaalta pinnoite ei saa olla myöskään liian paksu. Putken poikkipinta-alan tulee olla vähintään 80 % alkuperäisestä.

### 6.3.4 Pinnoitetun putken käyttöönotto

Ennen saneeratun putkilinjan käyttöönottoa talousveden laatu varmistetaan vesinäytteillä. Vesinäytteenoton suositukset ovat kappaleessa 7.3.

### 6.3.5 Dokumentointi

Saneerauksesta tulee toimittaa tilaajalle pöytäkirjat tai muu dokumentaatio seuraavista vaiheista:

- Saneerattavan putkilinjan silmämääräinen tarkastus (kuvat tai videodokumentointi)
- Puhdistetun putkilinjan silmämääräinen tarkastus (kuvat tai videodokumentointi)
- Pinnoitetun putkilinjan silmämääräinen tarkastus (kuvat tai videodokumentointi)
- Pinnoitemateriaalit
- Kovettumisaika
- Huuhtelun kesto
- Pinnoitetun putkilinjan painekoemenettely (kiinteistöillä)
- Talousveden aistinvarainen arviointi (haju, maku, väri) ja vesinäytteenoton tulokset
- Kontrollikappaleiden asennuspaikka ja kuvaus (kiinteistöillä)

Sopivaan kohtaan verkostoa tulee kiinnittää saneerauksen suorittaneen yrityksen kyltti, jossa tulee olla tieto käytetystä pinnoitusmateriaalista.

## 6.4 Sisäinen laadunvalvonta

Toiminnanharjoittajan sisäinen laadunvalvonta on oman toiminnan dokumentointia, johon liittyvät myös asiakkaalle toimitettavat dokumentit (katso kappale 6.3.5). Toiminnanharjoittajan sisäiseen laadunvalvontaan kirjattavia asioita on esitetty taulukossa 6.3. Toiminnanharjoittajan tulee säilyttää sisäiseen laadunvalvontaan liittyvät dokumentit riittävän kauan, esimerkiksi kymmenen vuotta.

**Taulukko 6.3** Esimerkki pinnoittamisen yhteydessä laadittavasta sisäisen laadunvalvonnan tiedoista. k: kiinteistöjen saneerauspinnoitukset; v: vesilaitosten saneerauspinnoitukset.

Tietotyypit	Esimerkkejä tarvittavista tiedoista	Tietojen tarkoitus
Yleistä	Päivämäärä Paikka (osoite, huoneistot <sup>k</sup> , kaivon välit <sup>v</sup> ) Pinnoittaja Valvoja Sopimusnumero	Tunnistaa yksiselitteisesti pinnoitettu kohde
Pinnoitettavan verkoston tiedot	Materiaali Halkaisija Pinnoitettava pituus Vaakalinjojen määrä <sup>k</sup> Yhteiden määrä ja niille tehdyt toimenpiteet <sup>k</sup> Tonttiliittymien määrä ja niille tehdyt toimenpiteet <sup>v</sup> Pinnoitteelle määritetty minimipaksuus Pinnoitteelle määritetty maksimipaksuus	Verkoston taustatiedot tulee kartoittaa
Pinnoituslaitteiston ja pinnoitteen tiedot	Laitteiston tunnistetiedot Pinnoitekomponenttien tunnistetiedot (esim. eränumerot)	Jäljitettävyyys
Kuntotutkimus	Verkoston kuntotutkimus (menetelmä, tulos) <sup>k</sup>	Varmistetaan, että verkosto on pinnoitettavassa kunnossa
Esikäsittely	Verkoston puhdistusmenetelmä  Käytetty puhallusmateriaali  Puhdistuksen kesto Huuhtelu Puhdistus tarkistettu visuaalisesti/kuvaamalla (kuvaustuloksesta oma raportti) Puhdistustulos ok/tarvitaan lisäpuhdistusta	Esikäsittelyn menetelmien ja tulosten dokumentointi  Jokaisesta kohteesta on tarkastettava ja dokumentoitava nousulinjan <sup>k</sup> , kerroslinjojen <sup>k</sup> , yksittäislinjojen <sup>k</sup> , kytkentäjohtojen <sup>k</sup> sekä tonttijohtojen <sup>v</sup> alueet ja erityisen huolellisesti liitoskohdat.

	(sama raportointi)	
	Painekoe (paine, tulos ok/ei) <sup>k</sup>	
Pinnoittaminen	Verkoston pinnoittaminen	Pinnoittamiseen liittyvien vaiheiden dokumentointi
	Verkoston lämpötila	
	Pinnoitteen lämpötila	
	Sekoitussuhde varmistettu (miten ja mikä)	
	Pinnoitus aloitettu klo ja mistä	
	Pinnoitussuunnat	
	Pinnoitus lopetettu	
	Pinnoitteen menekki (komponenttien menekit ja sekoitussuhteen laskeminen)	
	Pinnoituspaine, ruiskun etenemisnopeus tms.	
	Pinnoituksen onnistumisen tarkistaminen (menetelmät ja tulokset)	
	Kuvausnauhan tunnistetiedot	
Jälkikäsitteily	Kuivumisaika ja olosuhteet (lämpötila, kosteus)	Riittävän kuivumisajan todentaminen
	Verkoston huuhtelu (aika, vesimäärä, mihin vesi ohjattu <sup>v</sup> )	
	Verkoston desinfiointi kyllä/ei (desinfiointin määrä, huuhtelu, mihin vesi johdettu desinfiointista)	
Näytteet	Vesinäyte otettu ennen pinnoittamista ja pinnoittamisen jälkeen (kuka on ottanut näytteen, minkä ohjeistuksen mukaan, näytteen tunnistetiedot)	Näytteenoton ohjeistaminen
	Vesinäyte otettu pinnoittamisen jälkeen (kuka on ottanut näytteen, minkä ohjeistuksen mukaan, näytteen tunnistetiedot)	
	Veden haju, maku, väri ok/ei	
	Kontrollinäytteet (tunnistetiedot ja tulokset) <sup>k</sup>	
	Koelinjan pinnoitus ja siitä otetut koepalat (mikäli tehty)	



## 7 Saneerauspinnoituksen hyväksyntämenettely

Tässä kappaleessa esitellään saneerauspinnoittamisen hyväksyntämenettelyyn sopivia menetelmiä, jotka vastaavat tehdasvalmisteisten vesilaitteistojen tuotteiden tyyppihyväksyntää. Tyyppihyväksyntään sisältyy puolueettoman tahon suorittama jatkuva ulkoinen laadunvalvonta. Tulevassa CPDW-tuotehyväksynnässä komissio on päättänyt, että tuotteiden laadun suoritusastason pysyvyyden arviointi- ja varmennusjärjestelmä (vaatimustenmukaisuuden osoittamismenettely) on tiukin mahdollinen eli luokka 1+. Se edellyttää valmistusmateriaalien hyväksyntää, yrityksen sisäistä laadunvalvontaa, tyyppitestausta ja jatkuvaa ulkoista laadunvalvontaa.

Hyväksyntämenettelyä ei ole olemassa raportin kirjoittamishetkellä. Kappaleessa 6 esitellään hyväksyntämenettelyä täydentäviä menetelmiä saneerauspinnoitteiden turvallisuuden varmistamiseen erityisesti tilaajan näkökulmasta. Pinnoitteiden ja pinnoitusmenetelmien laadunvalvontaan liittyviä kontrollikeinoja on lueteltu taulukossa 7.1.

**Taulukko 7.1** Pinnoitteiden ja pinnoitusmenetelmien laadunvalvontaan liittyvät kontrollikeinot. Taulukossa on viittaus raportin kappaleeseen, jossa asiaa käsitellään.

Kontrollikeinot	Tekijä/Toimija	Kappale
Toiminnanharjoittajan sisäinen laadunvalvonta	Toiminnanharjoittaja	6.4
Pinnoituskohteessa tehtävät kontrollikappaleet (kiinteistöt)	Toiminnanharjoittaja	6.3
Pinnoitteen tyyppitestausta ja pinnoitusmenetelmän soveltuvuuden arviointiin liittyvät testaukset	Testauslaitos	7.1
Testausten tulosten arviointi	Arviointitaho	7.1
Pinnoittamisen laadunvalvonnan alkutarkastus	Arviointitaho	7.3
Toiminnanharjoittajan sisäisen laadunvalvonnan jatkuva valvonta, arviointi ja evaluointi	Arviointitaho	7.3

### 7.1 Pinnoitteen soveltuvuuden arviointi

Tässä kappaleessa esitetty pinnoitemateriaalien soveltuvuuden arviointimenettely ei ole viranomaisvaatimus Suomessa, vaan se on tulevaan CPDW-tuotehyväksyntämenettelyyn perustuva suositus.

Pinnoitemateriaalista tulee ilmoittaa kaikki valmistuksessa käytettävät kemialliset aineet sekä mahdollisuuksien mukaan myös reaktiotuotteet ja epäpuhtaudet. Ainekomponenttien tekninen puhtaus tulee ilmoittaa.

Orgaanisten pinnoitteiden valmistusaineiden tulee olla hyväksytyjen aineiden listoilla (nk. positiivilistat), jolloin niille on tehty toksikologiset arvioinnit. CPDW-tuotehyväksyntämenettelyyn on tavoitteena saada EU:n yhtenäiset positiivilistat, mutta niiden valmistumisen aikataulu ei ole tiedossa. Ennen kuin nämä positiivilistat ovat käytettävissä, Suomen tulee ottaa käyttöön kansalliset positiivilistat, jotka voivat perustua esimerkiksi Saksassa ja Alankomaissa jo tällä hetkellä käytössä oleviin kansallisiin positiivilistoihin.

CPDW-tuotehyväksyntämenettelyssä myös sementtipohjaisten pinnoitteiden ainesosien tulisi olla hyväksytyjen ainesosien listoilla, mutta näitä listauksia ei vielä ole valmiina. Saksassa on käytössä hyväksytyjen aineiden listat myös sementtipohjaisille materiaaleille, mutta niiden kattavuus tulee arvioida erikseen.

Pinnoitemateriaalin valmistajan tulee ilmoittaa arvioitu kovettumisaika kentällä vallitsevissa lämpötiloissa sekä ilmoittaa, miten arvioidaan, onko täydellinen kovettuminen tapahtunut kenttäolosuhteissa.

Toivottavaa on saada arvio siitä, millaisia klooriyhdisteitä voi muodostua yleisesti käytettyjen desinfiointiaineiden (kloorikaasu, hypokloriitti, kloramiini tms.) reaktiotuotteena. Pinnoitteille tulee tehdä taulukon 7.2 mukaiset laboratoriotestaukset.

**Taulukko 7.2** Tyypitestaukseen kuuluvat laboratoriotestaukset orgaanisille ja sementtipohjaisille materiaaleille.

Tuotteen tyyppitestaus	Orgaaniset materiaalit	Sementtipohjaiset materiaalit
Vaikutus veden hajuun ja makuun	Suomi <sup>1)</sup> : SFS-EN 1420-1, SFS 2335 A CPDW <sup>2)</sup> : SFS-EN 1420-1, SFS-EN 1622	SFS-EN 14944-1
Haitallisten aineiden liukeneminen materiaaleista (migraatiotestit):	SFS-EN 12783-2	SFS-EN 14944-3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• talousvesiasetuksen vaatimukset</li> <li>• TOC</li> <li>• orgaaniset kemikaalit (positiivilista)</li> </ul>		
GC-MS-määritys: tuntemattomat orgaaniset kemikaalit (epäpuhtaudet, reaktiotuotteet tms.)	prEN 15768	Tehdään, jos jokin ainesosa sisältää orgaanisia kemikaaleja
Vaikutus mikrobikasvuun	Biomass Production Potential (BPP) - ATP-menetelmä (standardi valmisteilla)	Tehdään, jos jokin ainesosa sisältää orgaanisia kemikaaleja

1) Suomessa (VTT) on käytössä haju- ja makutestausmenettely, joka perustuu pitkäaikaiseen kokemukseen muoviputkien testauksesta.

2) Standardi SFS-EN 1420-1 on v. 2011 revisioitavana. CPDW-menettelyn mukaisen testauksen ongelmana on liian suuri tulosten hajonta, joten menettelyä pyritään harmonisoimaan ja parantamaan erityisesti arvioinnin osalta.

CPDW-tuotehyväksyntämenettelyä sovelletaan lähtökohtaisesti juomavesijärjestelmien tuotteisiin, jolloin juomavesidirektiivin muuttujakohtaiset raja-arvot koskevat siis kylmää vettä. Joissakin maissa, kuten Saksassa, juomavesidirektiivi koskee kaikkea ihmisten käyttöön tarkoitettua vettä (esim. suihkuvettä). Suomen talousvesiasetus koskee kylmää vettä, mutta

ympäristöministeriön rakentamismääräysten osa D1 kiinteistöjen vesilaitteistoja, joihin sisältyvät kylmän ja lämpimän veden järjestelmät. Mikäli saneerauspinnoitteiden turvallisuus halutaan varmistaa kiinteistöjen vesijärjestelmissä, testaukset tulisi tehdä myös lämpimässä vedessä.

CPDW-tuotehyväksyntään kuuluvat standardien SFS-EN 1420 ja SFS-EN 1622 mukaiset haju- ja makutestaukset tarvitsevat kehittämistä ja etenkin yksikäsitteisempiä koejärjestelyjen kuvauksia, sillä kansainvälisissä round-robin-testeissä on todettu suurta hajontaa eri laboratorioissa suoritettujen testausten tuloksissa. Suomessa VTT:n suorittamat haju- ja makutestaukset poikkeavat ehdotetuista lähinnä arviointimenettelyjen suhteen (mm. 10 hengen testipaneeli). VTT:n menettely on sekä tulosten toistettavuuden että kustannustehokkuuden kannalta huomattavasti parempi kuin ehdotettu arviointimenettely. SFS-EN 1622:n mukainen arviointi voidaan kuitenkin hyväksyä tietyillä ehdoilla (mm. riittävän kokoinen testipaneeli). Standardi SFS-EN 1420-1 on parhaillaan revisioitavana. Suomen tilanne näiden testausten suhteen tarkastellaan uudelleen, kun revisiointi saadaan päätökseen.

CPDW-tuotehyväksynnässä tuotteille tehdään migraatiotestit standardin SFS-EN 12873 mukaisesti. Migraatiojaksojen määrä tulee päättää (esim. 3 x 72 h, 23 °C). Lisäksi tulee päättää, hyväksytäänkö viimeisen migraatioveden raja-arvon ylitys, jos tulosten trendi on laskeva.

Migraatiovedestä määritetään mm. orgaanisen hiilen kokonaismäärä eli TOC. Hanasta otettavalle vedelle on CPDW-tuotehyväksynnässä esitetty materiaaleista tulevan TOC:n raja-arvoksi 0,5 mg/l. Veden sisältämän orgaanisen hiilen kokonaismäärää tullaan siis käyttämään tuotehyväksynnän osana, vaikka sille ei ole asetettu kvantitatiivista raja- tai tavoitearvoa juomavesidirektiivissä tai talousvesiasetuksessa. Keski-Euroopan juomavesien TOC-pitoisuudet ovat yleensä pienet, ja vähäinenskin TOC-pitoisuuden kasvu lisää mikrobikasvua huomattavasti. Meidän vesissämme on orgaanista hiiltä jo luonnostaan raja-arvoon verrattuna moninkertainen määrä. Toisaalta mitään vaatimuksia ei ole esitetty tuotteista liukenevalle fosforille, joka on meillä mikrobikasvun kannalta merkittävin aine.

Migraatiovedestä tulee CPDW-tuotehyväksynnässä määritettäväksi nk. vieraita haitallisia aineita (epäpuhtaudet, reaktiotuotteet tms.) kaasukromatografiin liitetyllä massaspektrometrillä (GC-MS). GC-MS-menetelmästä on valmistunut standardiluonnos prEN 15768, joka perustuu Englannissa käytössä olevaan menettelyyn.

CPDW-tuotehyväksynnässä migraatiotestitulosta ei suoraan verrata talousvesiasetuksen tai positiivilistojen laatumuuttujien raja-arvoihin. Tulokset kerrotaan muuntokertoimella, jonka on tarkoitus ottaa huomioon testauksen ja käytännön olosuhteiden erot erityisesti kontaktipinta-alan ja viipymäajan suhteen. Muuntokertoimia on käytössä mm. Saksassa ja Englannissa. Keski-Euroopan olosuhteisiin kehitetyt muuntokertoimet eivät välttämättä sovellu Suomen olosuhteisiin, joissa veden viipymäajat voivat putkilinjojen pituuden vuoksi olla huomattavasti pidemmät kuin tiheästi asutetuissa maissa. Muuntokerrointen soveltuvuutta Suomen olosuhteisiin pitäisi arvioida. Teoreettisesti ja kokeellisen tutkimuksen avulla tulisi selvittää muiden kuin tuotekohtaisten tekijöiden (erilaiset raakavedet, vedenkäsittelyt, viipymäajat jakeluverkostossa, käyttötottumukset) vaikutuksia tuleviin hyväksymiskriteereihin. Tulisi myös tuntea, kuinka paljon tutkittavia kemikaaleja tai haitallisia aineita voi olla valmiiksi raakavedessä tai tulla siihen vedenkäsittelyjen aikana.

CPDW-tuotehyväksynnässä orgaanisille materiaaleille tulee lisäksi testaus materiaalin vaikutuksesta mikrobikasvuun. Tuotehyväksyntään liittyvää testausta on toistaiseksi tehty Alankomaissa, Saksassa ja Iso-Britanniassa, mutta testimenetelmät ovat täysin erilaisia eikä eri menetelmien tuloksilla ole korrelaatiota keskenään. Tavoitteena oli alun perin ottaa käyttöön yksi

testausmenetelmä, hollantilainen BPP-ATP-menetelmä (The Biomass Production Potential Test, BPP). Saksan ja Iso-Britannian painostuksesta ollaan kuitenkin siinä tilanteessa, että valmisteilla on yksi standardi, joka sisältää kaikki kolme testausmenetelmää. Eri menetelmissä on omat etunsa, haittansa ja kehittämistarpeensa, mutta BPP-ATP-menetelmän voidaan katsoa soveltuvan parhaiten tuotetestaukseen.

CPDW-tuotehyväksynnässä sementtipohjaisille tuotteille tehdään aistinvaraiset testaukset standardin SFS-EN 14944-1 mukaan ja migraatiotestaukset standardin SFS-EN 14944-3 mukaan. Suomalainen talousvesi poikkeaa laadultaan merkittävästi Keski-Euroopan vedestä ja myös standardien SFS-EN 14944-1 ja SFS-EN 14944-3 mukaisista testivesistä mm. kovuuden ja alkaliteetin suhteen. Tällöin aineiden liukeneminen sementtipohjaisista materiaaleista voi olla voimakkaampaa suomalaisessa vedessä kuin standardin mukaisessa vedessä. Haju- ja makutestausstandardi SFS-EN 14944-1 on tulossa revisioitavaksi lähiaikoina. Suomen kannalta oleellisten muutosten saaminen standardiin revisiointin yhteydessä edellyttäisi aktiivista osallistumista kyseiseen standardisointityöhön.

Standardit SFS-EN 14944-1 ja SFS-EN 14944-3 on tarkoitettu tehdasvalmisteisille tuotteille, mutta vastaavat menettelyt on ollut tarkoitus standardisoida myös paikalla tehtävien tuotteiden testaukseen. Koska paikalla valmistettavien betonituotteiden tilanne CPDW-tuotehyväksynnässä on epäselvä, näiden standardien valmistelu on toistaiseksi keskeytetty. Migraatiotestaukset ja mahdollisesti myös testaus tuotteen vaikutuksesta mikrobikasvuun ovat tarpeen etenkin sellaisille tuotteille, joiden valmistuksessa käytetään orgaanisia lisäaineita. Sementtilaastipinnoitteen tai betonin ei uskota aiheuttavan ongelmia, mutta todellisuudessa meillä ei ole tutkittu tuotteista talousveteen liukenevia aineita ja niiden määriä.

## 7.2 Pinnoitusmenetelmän soveltuvuus

Pinnoitusmenetelmän soveltuvuuden arviointi tehdään pinnoitusmenetelmäkuvauksen (sisältää esivalmistelun ja puhdistuksen kuvaukset) sekä mallipinnoituksen tulosten perusteella. Toiminnanharjoittajan tulee ilmoittaa myös pinnoituksen edellytysten selvittämistavat (verkoston kuntotutkimusmenettelyt). Taulukoissa 7.3 ja 7.4 on esitetty esimerkit orgaanisten pinnoitteiden ja sementtipohjaisten pinnoitteiden tyyppitestauksesta.

**Taulukko 7.3** Orgaanisten pinnoitteiden ominaisuuksien laborioritestausta (tyyppitestausta). Vaatimukset ja testausmenetelmästandardit perustuvat saksalaiseen ohjeistukseen DVGW Technische Regel VP 548.

Ominaisuus	Menetelmä	Vaatus
Pinnoitteen laatu ja tasaisuus	Pinnoite arvioidaan endoskoopin avulla	Pinnoitteen tulee olla silmämääräisesti virheetön ja peittävä eikä siinä saa olla kuplia
Pinnoitepaksuus	Mitataan irrotettavista koepaloista	Minimipaksuus tulee saavuttaa kaikissa kohdissa
Pinnoitteen kiinnitarttuvuus	1) Liimanappitestausta (DIN EN ISO 4624, testilevyillä) 2) X-viiltotesti (ASTM D 3359)	1) $\geq 6 \text{ N/mm}^2$
Pinnoitteen tiiviys (huokosettomuus)	Testataan irrotetuista ja halkaistuista putkinäytteistä (ASTM G 52 Methode A, DIN EN 10290)	Pinnoitteen tulee olla täysin huokoseton
Vanhennuskestävyys	Menetelmä: Putkinäytteet 5 vrk 40 °C + 6 h 70 °C + jäähditys huoneenlämpötilaan	Pinnoitteessa ei saa olla säröjä/halkeamia eikä huokosia
Suolasumutestausta ja ruosteen tunkeutuminen pinnoitteen alle	Suolasumutestausta 1000 h (DIN 50021) Ruosteen tunkeutuminen (DIN 53167)	Ruosteen tunkeutumissyvyys $\leq 1 \text{ mm}$
Lämpövaihtelujen kestävyys (koskee lämminvesijohtojen pinnoitteita)	$\Delta T$ -testi (VP 548) Putket vesiasiaan (30 °C), 16 h 60 °C (putkissa läpivirtaus) + 8 h 30 °C. Koko testaus 42 sykliä (1000 h). Putket leikataan kylminä pituussuunnassa ja tutkitaan optisesti. Pinnoitteen kiinnipysyvyys testataan liimanappitestausta menetelmällä.	Pinnoitteessa ei saa olla kuplia ja sen pitää olla täydellisesti kiinni

**Taulukko 7.4** Esimerkki sementtipohjaisten pinnoitteiden ominaisuuksien laboratoriotestauksesta (tyyppitestaus). Vaatimukset perustuvat tehdasvalmisteisten valurauta- ja teräsputkien sementtilaastipinnoitteille asetettuihin vaatimuksiin (SFS-EN 545, SFS-EN 10298).

Ominaisuus	Menetelmä	Vaatus
Pinnoitteen laatu ja tasaisuus	CCTV-kuvaus	Pinnoitteen tulee olla silmämääräisesti virheetön ja peittävä
Pinnoitepaksuus	Teräsputket (SFS-EN 10298): -tuore pinnoite: asteikolla varustettu tunkeumamittari (tarkkuus ± 10 %) -kovettunut pinnoite: komparaattori, magneettinen tai sähkömagneettinen mittalaite (tarkkuus ± 10 %)	Valurautaputket (SFS-EN 545): Nimellispaksuus/Poikkeama 4 mm / - 1,5 5 mm / - 2,0 6 mm / - 2,5 9 mm / - 3,0 Teräsputket (SFS-EN 10298): Nimellispaksuus/Minimipaksuus 4,5 mm / 3 mm 6 mm / 4 mm 8 mm / 6 mm 10 mm / 8 mm 14 mm / 12 mm
Pinnoitteen säröily		Valurautaputket (SFS-EN 545): Nimellispaksuus/ Säröjen leveys 4 mm / 0,4 mm 5 mm / 0,5 mm 6 mm / 0,6 mm 9 mm / 0,8 mm Teräsputket (SFS-EN 10298): - säröjen leveys ≤ 1,5 mm
Puristuslujuus	Testaus SFS-EN 196-1:n mukaan prismanäytteillä (28 vrk:n kovettumisen jälkeen)	≥ 50 N/mm <sup>2</sup>

### 7.3 Laadunvalvonta

Hyväksyntämenettely edellyttää toiminnanharjoittajan omaa sisäistä laadunvalvontaa. Toiminnanharjoittajalla on oltava kirjallinen kuvaus sisäisestä laadunvalvontamenettelystä. Lisäksi toiminnanharjoittajan tulee sopia jatkuvasta ulkopuolisesta laadunvalvonnasta hyväksyntäpäätöksen antajan hyväksymän laadunvalvojan kanssa. Laadunvalvojalla on oikeus ulkopuolisen valvonnan yhteydessä tutustua toiminnanharjoittajan suorittaman sisäisen laadunvalvonnan asiakirjoihin sekä pinnoitemateriaalien ja -laitteistojen huolto- ja varastointipaikkoihin.

Jos pinnoitteen koostumuksessa tai puhdistus- ja pinnoitusmenetelmissä (ml. pinnoituslaitteet) tapahtuu sellaisia muutoksia, jotka saattavat vaikuttaa pinnoitteen ominaisuuksiin, on toiminnanharjoittaja velvollinen ilmoittamaan kirjallisesti etukäteen tästä hyväksynnän antajalle

ja laadunvalvojalle. Uusintatestausten tarve määritetään muutosten merkittävyyden perusteella tapauskohtaisesti.

### *Sisäinen laadunvalvonta*

Toiminnanharjoittaja on velvollinen osoittamaan kirjallisesti kuvattujen menettelyjen ja ohjeiden avulla, että hyväksynnän piiriin kuuluvat pinnoitemateriaalit ja -laitteistot täyttävät vaatimukset ja että ne vastaavat testausselesteissa mainittuja materiaaleja ja laitteistoja.

Toiminnanharjoittajan tulee säilyttää vähintään kymmenen vuotta suorittamansa laadunvalvonnan asiakirjat. Sisäisen laadunvalvonnan pöytäkirjoista tulee selvittää mm. pinnoitteen valmistaja/toimittaja, valmistusnumero/tunniste ja valmistuspäivämäärä.

Toiminnanharjoittajalla tulee olla tarkoituksenmukainen menettely reklamaatioiden vastaanottamista ja käsittelyä varten. Toiminnanharjoittaja huolehtii siitä, että pinnoituksia, jotka eivät täytä hyväksytyjen ominaisuuksien vaatimuksia, ei luovuteta käyttöön.

Talusveden laatu varmistetaan pinnoituksen jälkeen otettavilla vesinäytteillä (taulukko 7.5). Seuraavat ohjeet koskevat kiinteistöjen vesijohtopinnoituksia. Huuhtelun jälkeen veden annetaan seistä vähintään 2 tuntia ja kaikista pääteposteistä otetaan vesinäyte aistinvaraista testausta varten. Seisotusaika (2 h) perustuu saksalaiseen ohjeistukseen (DVGW Technische Regel VP 548) ja sen soveltuvuus Suomessa suoritettavaan vesinäytteenoton ohjeistukseen tulee erikseen arvioida. Vesinäyte tulee saada pinnoitetusta putkiosuudesta ja siten, että vesi on ollut kontaktissa pinnoitteen kanssa (seisova vesi) vähintään 2 tuntia. Tarvittava vesimäärä riippuu tehtävistä analyyseistä ja pinnoitetun putkiosuuden dimensioista.

Vesinäytteistä arvioidaan ja dokumentoidaan haju, maku, väri ja ulkonäkö (sameus) sekä määritetään arviointitahon ilmoittamien pinnoitemateriaalikohtaisten kemikaalien pitoisuudet. Lisäksi yksittäisestä hanasta otetaan vesinäyte vastaavaa määritystä varten yön yli jatkuneen veden seisotuksen jälkeen. Mikäli testauksessa todetaan jotain poikkeavaa, joka viittaa siihen, että putkilinja ei täytä vaatimuksia, saneerattua putkilinjaa ei saa luovuttaa talousvesikäyttöön. Käyttäjälle tulee tiedottaa asiasta. Tämän jälkeen putkilinja on huuhdeltava uudelleen, ja vesinäytteistä tehdään ainakin haju- ja makutestaus, TOC-määritys sekä mahdollisesti pinnoitemateriaalista liukenevien spesifisten aineiden määrityksiä. Lisäksi määritetään mikrobiologiset indikaattoriparametrit ja pesäkeluku. Mikäli näiden tutkimusten tulokset eivät täytä talousvesiasetuksen vaatimuksia, järjestelmää ei luovuteta talousvesikäyttöön. Jatkotoimenpiteistä (esim. putkilinjan desinfiointi) päättää paikallinen terveysturvaviranomainen.

Talusveden laadun valvonta on vesilaitoksilla normaalia toimintaa, ja vesijohtojen sementtilaastipinnoituksen jälkeen tehtävässä vesinäytteenotossa voidaan soveltaa edellä esitettyä menettelyä. Desinfiointi tehdään lähes poikkeuksetta ennen putkilinjan ottamista käyttöön.

**Taulukko 7.5.** Pinnoituksen jälkeen otettavat vesinäytteet ja niiden tutkimukset (kiinteistöt).

Vesinäytteen ottaminen	Näytteenottokohdat	Analyysit
-huuhtelun jälkeen vettä annetaan seistä vähintään 2 h <sup>1</sup> -vesinäyte otetaan juoksuttamatta	kaikki päätepiisteet	-aistinvarainen testaus: haju, maku, väri ja ulkonäkö (sameus) -pinnoitemateriaalin spesifiset migraatiotuotteet (epoksinpinnoitteet: mm. bisfenoli A)
-vesinäyte otetaan yön yli jatkuneen seisotuksen jälkeen - vesinäyte otetaan juoksuttamatta	yksittäinen päätepiiste	-aistinvarainen testaus: haju, maku, väri ja ulkonäkö (sameus) -pinnoitemateriaalin spesifiset migraatiotuotteet (epoksinpinnoitteet: mm. bisfenoli A)
Toimenpiteet poikkeamatapauksessa		
-putkilinjan huuhtelu -huuhtelun jälkeen vettä annetaan seistä vähintään 2 h <sup>1</sup> -vesinäyte otetaan juoksuttamatta - desinfiointi terveysvalvontaviranomaisen ohjeistuksen mukaan	kaikki päätepiisteet	-haju ja maku - pinnoitemateriaalin spesifiset migraatiotuotteet (epoksinpinnoitteet: mm. bisfenoli A) - TOC - mikrobiologiset indikaattoriparametrit, pesäkeluku -mikäli tutkimusten tulokset eivät täytä talousvesiasetuksen vaatimuksia, putkilinjaa ei oteta käyttöön -jatkotoimenpiteistä päättää paikallinen terveysvalvontaviranomainen

<sup>1</sup> Saksalaisen ohjeistuksen mukaisen seisotusajan soveltuvuus Suomeen tulee selvittää.

### Ulkoinen laadunvalvonta

Ulkopuoliseen laadunvalvontaan kuuluvat toiminnanharjoittajan sisäisen laadunvalvonnan katselmus, näytteenotto ja näytteiden testaukset. Toiminnanharjoittajan ja laadunvalvonnan tarkastus tehdään toiminnanharjoittajan laadunvalvonnan asiakirjoille ja testauslaitteille sekä niiden ja mittauslaitteiden kalibroinnille.

Ulkoinen laadunvalvonnan näytteet (putki- ja/tai vesinäytteet) otetaan pistokoeluonteisesti niin, että ne edustavat normaalia pinnoituskohdetta. Vesinäytteiden testaukset tehdään vähintään taulukossa 7.5 esitetyssä laajuudessa. Jos laadunvalvonnassa ei ole havaittu puutteita, laadunvalvoja toimittaa yhteenvetoraportin hyväksynnän saajalle ja hyväksynnän antajalle. Jos tarkastuskäynnin yhteydessä pinnoitteessa tai pinnoitusmenettelyissä todetaan puutteita tai virheitä, tai jos muutoin on aihetta epäillä pinnoitteen ominaisuuksien muuttuneen, laadunvalvojan on ilmoitettava asiasta välittömästi päätöksen saajalle ja antajalle.



#### 7.4 Toiminnanharjoittaja ja sen henkilöstö

Suomessa ei ole tällä hetkellä pinnoittajille henkilösertifiointimahdollisuutta. Vesilaitoshenkilöstöltä vaaditaan vesihygieniaan liittyvä osaamistodistus, nk. vesihygieniapassi (Asetus talousvesihygienisestä osaamisesta 1351/2006). Vesihygieniapassiin liittyvä osaaminen osoitetaan kirjallisella osaamistestillä. Osaamistesti koskee vesilaitoshenkilökunnan lisäksi mm. verkostotöitä tekeviä urakoitsijoita. Vesihygieniapassi vaaditaan myös vesilaitosten putkia pinnoittavilta urakoitsijoilta. Vastaavan osaamistestauksen käyttöön ottamista myös kiinteistöissä vesijohtoasennuksia ja niiden pinnoituksia tekeviltä tulee harkita.

Kattavassa sertifiointimenettelyssä toiminnanharjoittajan henkilöstöllä pitäisi olla osaamistestaukseen perustuvat hyväksynät ja sen lisäksi pinnoituslaitteistolla pinnoitekohtainen hyväksyntä. Henkilösertifiointiin tulisi kuulua sekä teoriaopintoja että käytännön koulutusta. Teoriaosuudessa tulee käydä läpi mm. pinnoittamista yleisellä tasolla, materiaalien koostumusta, tuotehyväksyntämenettelyä, puhdistus- ja pinnoitusprosesseja sekä niihin liittyviä tarkastuskriteerejä, virheiden tunnistamista ja niiden korjaamista ja laadunvalvontaan liittyvää dokumentointia. Käytännön osuudessa pitäisi osoittaa ymmärtävänsä pinnoituslaitteen toiminta, huoltoon, puhdistukseen ja kalibrointiin liittyvät asiat sekä työturvallisuuteen ja -hygieniaan liittyviä asioita. Sertifiointiin tulisi liittyä määrävälein suoritettava täydennyskoulutus ja osaamistestaus.

Tällä hetkellä myöskään pinnoituslaitteistoja ei ole mahdollista sertifioida Suomessa.

## 8 Yhteenveto

### 8.1 Nykytilanne

Verkostojen saneeraus on ajankohtainen asia vesijärjestelmien ikääntymisen vuoksi. Saneerauksessa on käytössä monia menetelmiä, ja putkien sisäpuolisia pinnoituksia tehdään myös talousvesiverkostoihin sekä kiinteistöissä että vesihuoltolaitoksilla. Kiinteistöjen metallisissa käyttövesijohdoissa käytetään Suomessa epoksinpinnoitteita ja vesihuoltolaitosten teräs- ja valurautaputkissa sementtilaastipinnoitteita.

Kiinteistöjen talousvesijohtojen pinnoituksia tehdään tällä hetkellä pääasiassa Helsingissä. Vesijohtopinnoittamisen nykykäytäntöjen tilanne vaihtelee, ja myös viranomaismenettelyt, esimerkiksi rakennusvalvonnan käytännöt vaihtelevat eri paikkakunnilla. Myöskään työmaavalvonnasta ei ole yhtenäistä menettelysuositusta. Työsuorituksen huolellisuus on kuitenkin olennaista lopputuloksen kannalta. Jos työn huolellisuuteen ei kiinnitetä tarpeeksi huomiota, pinnoitteista voi liueta aineita, joiden mahdollisesti aiheuttamasta terveyshaitasta ei ole vielä täyttä tietoa. Hyvä lopputulos edellyttää huolellista suunnittelua ja toteutusta, jossa ammattitaidolla ja kokemuksella on keskeinen merkitys.

Vapaaehtoista VTT Expert Services Oy vesijohtojen saneerauspinnoittamisen sertifikaattia, jossa asetetaan vaatimuksia orgaanisten pinnoitteiden ominaisuuksille, pinnoittamistyölle ja laadunvalvonnalle, ei ole toistaiseksi yhdelläkään yrityksellä. Toisaalta tämän sertifikaatin edellyttämä pinnoitteen talousvesikelpoisuuden arviointi ei ole kaikilta osin kattava.

Vuotovahingot aiheuttavat vuosittain huomattavia kustannuksia sekä vakuutusyhtiöille että ikävähennysten jälkeen myös kiinteistön omistajille. Vuotovahinkojen vähentämisen kannalta olennaista ovat ennaltaehkäisevät toimenpiteet, jotka toteutetaan ennen kuin verkosto on liian huonossa kunnossa ja ehtii aiheuttaa useita vuotovahinkoja. Vaikka putkien sisäpuolisen pinnoittamisen voidaan katsoa sisältyvän näihin ennaltaehkäiseviin toimenpiteisiin, vakuutusyhtiöiden kanta käyttövesiputkien pinnoittamiseen on kuitenkin toistaiseksi ollut lähes yksimielisesti kielteinen. Koska uusimisen ja pinnoittamisen kustannukset ovat suunnilleen samaa luokkaa, vakuutusyhtiöt pääsääntöisesti kannustavat vakuutuksenottajia toteuttamaan saneeraukset mieluummin putket uusimalla kuin pinnoittamalla. Myös ikävähennyskäytäntö suosii uusimaan käyttövesijohdot, vaikka viemärit saneerattaisiin pinnoittamalla.

### 8.2 Lainsäädäntö

Kiinteistöjen vesilaitteistoille on olemassa ympäristöministeriön rakentamismääräysten osa D1, jonka mukaan vesilaitteistot on tehtävä sellaisiksi, että veden kanssa kosketukseen joutuvista materiaaleista ei irtoa tai liukene veteen haitallisessa määrin terveydelle haitallisia tai vaarallisia aineita. Vesilaitteiston materiaaleina on käytettävä käyttötarkoitukseen sopivia ja laadultaan testattuja ja tarkastettuja materiaaleja. Materiaalin (tuotteen) kelpoisuus voidaan osoittaa joko CE-merkinnällä, tyyppihyväksynnällä tai jollakin muulla luotettavalla tavalla. Tyyppihyväksyntä on toistaiseksi käytetyin menettely tuotteiden kelpoisuuden osoittamiseksi, mutta EU:n rakennustuotedirektiivin muuttuminen asetukseksi merkitsee rakennustuotteiden CE-merkinnän pakollisuutta Suomessakin 1.7.2013 alkaen. Tyyppihyväksyntä poistuu tuotteilta, joille CE-merkintä on mahdollinen.

Kiinteistöjen vesilaitteistoja koskevia säädöksiä ei ole materiaalien turvallisuus- ja hygieniavaatimusten osalta muutettu, vaikka D1 on uusittu vuonna 2007. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että EU:n juomaveden kanssa kosketuksissa olevien rakennustuotteiden CPDW-tuotehyväksyntämenettelyn valmistelu aloitettiin jo vuonna 1999 ja kansallisten säädösten kehittämisestä pidättäytyttiin komission suosituksen mukaan. Tuotehyväksyntämenettelyn oli alun perin tarkoitus valmistua muutamassa vuodessa, mutta valmistelu on edelleen kesken. Tästä syystä on aiheellista pohtia, tarvitaanko talousveden kanssa kosketuksissa oleville tuotteille Suomessa omaa laajempaa kansallista hyväksyntämenettelyä kuin mitä nykyiset tyyppihyväksynät edustavat.

Juomaveden kanssa kosketuksissa olevia rakennustuotteita koskee EU:n rakennustuotedirektiivi, jatkossa rakennustuoteasetus. Näiden rakennustuotteiden CE-merkintään liittyvät CPDW-hyväksyntämenettelyt ovat siis edelleen kehitteillä, ja paikalla tehtävien saneerauspinnoitteiden kuuluminen tämän hyväksyntämenettelyn piiriin on epäselvää. Pinnoitteiden turvallisuuden varmistamiseen voidaan soveltaa CPDW-hyväksyntämenettelyä, mutta pinnoitusten turvallisuuden ja kestävyuden varmistamiseen tarvitaan työsuoritukseen ja laadunvalvontaan kohdistuvia kansallisia ohjeistuksia, suosituksia ja mahdollisesti myös säädöksiä.

Vesilaitosten jakeluverkoston putkille ja komponenteille ei ole Suomessa mitään viranomaismääräyksiin perustuvaa tuotehyväksyntää eikä myöskään suunnittelua ja rakentamista koskevia viranomaismääräyksiä. Suomessa on selvitettävä, tarvitseeko EU:n juomaveden kanssa kosketuksissa olevien rakennustuotteiden tuotehyväksyntämenettelyn soveltamisen yhteydessä luoda viranomaismääräyksiä myös vesilaitoksille.

EU:n juomavesidirektiivissä on artikla 10, jonka mukaan jäsenvaltioiden tulee varmistaa, että veden käsittelyssä tai jakelussa käytetyistä aineista tai mitään uusissa laitteissa käytetyistä materiaaleista ei tule veteen terveydelle haitallisia aineita. Tämän artiklan tulkinta vaihtelee eri maissa. Joissakin maissa on tiukat vaatimukset ja hyväksymismenettely raakavedestä hanaan asti kaikille rakentamisessa ja vedenkäsittelyssä käytetyille materiaaleille, tuotteille ja kemikaaleille, mutta monissa maissa, kuten Suomessa, ei ole erityisiä hyväksymismenettelyjä. Talousveden laatuvaatimukset ja -suositukset on annettu sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (Talousvesiasetus 461/2000). Talousvesiasetuksen vaatimukset eivät koske lämmitettyä vesijohtovettä, mutta myöskään lämmitetty vesi ei saa aiheuttaa haittaa ihmisten terveydelle.

Nykyiseen hallitusohjelmaan on kirjattu, että sosiaali- ja terveysministeriön johdolla laaditaan kansallinen talousveden turvallisuussuunnitelma, jonka tavoitteena on turvallisen talousveden varmistaminen kaikissa tilanteissa. Tämä ns. Water Safety Plan -malli (WSP) merkitsee vesijohtoverkostojen osalta mm. sitä, että veden kanssa kosketuksiin joutuvien rakennusmateriaalien (putket, liittimet, pinnoitteet) turvallisuus varmistetaan. Koska saneerauspinnoittaminen on yleistynyt ja lisääntynee myös jatkossa, tarvitaan kansallista ohjeistusta ja valvontaa saneerauspinnoitusten hyvän lopputuloksen ja talousveden laadun varmistamiseksi. Ohjeistusta ja valvontaa tarvitaan siihen, mitä pinnoittajan omalta laadunvalvonnalta edellytetään eli mitä seurataan, mitataan ja dokumentoidaan, sekä ulkopuolisen laadunvalvonnan sisällöstä ja toimeenpanijasta. Myös henkilö- tai yrityskohtaisen sertifiointin tarvetta pätevyyden osoittamiseksi olisi arvioitava.

### 8.3 Rakennusvalvonta, suunnittelu ja työmaavalvonta

Kansallisia säädöksiä vesijohtojen saneerauspinnoitukseen liittyvästä rakennus- tai työmaavalvonnasta ei ole. Käytännöt pinnoittamisen lupaprosessiin ovat nykyisin erilaiset, eikä kaikissa kunnissa aiheutta ei ole vielä käsitelty ollenkaan. Vesilaitosten vesihuoltoverkoston pinnoittaminen ei ole rakennusvalvonnan piirissä.

Vesijohtojen sisäpuoliseen pinnoittamistyöhön ryhtyvällä kiinteistön omistajalla on rakentamisen laadun varmistamisessa keskeinen rooli ja vastuu. Rakennuslupa tarvitaan, jos työllä ilmeisesti voi olla vaikutusta rakennuksen käyttäjien turvallisuuteen tai terveydellisiin oloihin. Vesijohtojen sisäpuolisen pinnoittamisen voidaan perustellusti katsoa olevan korjaustyö, jolla em. säädöksen tarkoittamalla tavalla ”ilmeisesti voi olla vaikutusta käyttäjien terveydellisiin oloihin”. Näin ollen rakennusvalvontaviranomaisen on tehtävä lupaharkinta vesijohtojen sisäpuolisen pinnoitustyön osalta.

Lupaharkintaa varten on nimettävä pääsuunnittelija, selvitettävä edellytykset pinnoittamiselle sekä pinnoitteen soveltuvuus kuuman ja kylmän veden käyttövesijärjestelmiin. Pinnoittaminen edellyttää riittävän hyväkuntoista verkostoa, joten verkoston kuntotutkimus on ehdottomasti tehtävä ennen päätöstä saneerausmenetelmästä. Pinnoitteesta tulee selvittää komponenttien sekoitusuhteet sekä muista lopputulokseen vaikuttavista seikoista annettu ohjeistus ja mahdolliset materiaali- tai vesinäytteiden laboratoriotutkimukset. Pinnoitustyön laadunvarmistamiseen liittyvät mm. pinnoitustyön valvojan nimeäminen ja suunnittelijan roolin kirjaaminen sekä käyttö- ja huolto-ohjeet, jotka sisältävät muun muassa myöhempiä muutostöitä koskevat korjaus- ja asennusohjeet. Myös rakennustyön tarkastusasiakirjamenettelystä ja siihen liittyvästä vastuuhenkilöiden nimeämisestä ja työvaiheiden tarkastamisesta tulee sopia.

Saneerauspinnoituksissa suunnittelijan on selvitettävä vanhan käyttövesijohtojärjestelmän putkikoot, putkipituudet, verkoston materiaalit ja liitostekniikka sekä isännöitsijän, huoltoyhtiön ja käyttäjien kokemuksia ja havaintoja verkoston toiminnasta. Lisäksi kannattaa ottaa vesinäyte, jotta pinnoituksen jälkeen voidaan verrata tuloksia lähtötilanteeseen. Vesianalyysejä sekä mahdollisesti otettavien näytepalojen ottamisen kustannuksista on sovittava jo urakkaneuvotteluvaiheessa.

Käyttövesijohtopinnoitusurakan työmaavalvonnan sisältö vastaa lähes täysin tavanomaisen linjasaneerauksen valvontaa. Valvonnan erityispiirteitä ovat mm. tiedottamisen tärkeys, koska asukkaat ovat työmaa-alueella koko työn keston ajan, sekä huonokuntoisten liitosten ja käytöstä poistettujen haarojen löytäminen. Koska työvaiheet ovat nopeita, valvojan on varauduttava tarvittaessa tulemaan nopeasti paikalle. Etenkin peittyvät työsuoritukset on tarkastettava työmaalla ennen niiden peittämistä rakenteisiin. Pinnoitetusta putkilinjasta tulee ottaa vesinäyte verkoston huuhtelun jälkeen. Käyttöönoton jälkeen on syytä teettää kaikkiin työn alla olleisiin asuntoihin asukaskysely, jonka yhteenveto mahdollisine reklamointeineen käsitellään vastaanottokokouksessa ja korjataan havaitut puutteet sovitusti. Valvojan on tarkastettava huolellisesti luovutusmateriaali, johon kuuluvat mm. mittauspöytäkirjat verkoston painekokeista, huuhteluista ja säädöistä.

### 8.4 Standardisointi

Juomaveden kanssa kosketuksissa olevien rakennustuotteiden standardisointi on rakennustuotedirektiivin alaisuudessa. Vesijohtojen saneerauspinnoittamiseen eli vanhojen putkien paikalla tapahtuvaan pinnoittamiseen ei ole olemassa standardeja. Juomaveden kanssa

kosketuksissa olevien rakennustuotteiden CPDW-tuotehyväksyntämenettelyyn liittyviä testausstandardeja on olemassa ja työn alla, ja kyseisiä testausmenettelyjä voidaan käyttää myös saneerauspinnoitteiden turvallisuuden arvioinnissa. Joillekin saneerauspinnoitukselle vaihtoehtoisille saneeraustuotteille (mm. sujutusputket) on tehty standardeja, ja raportin tarkasteluja materiaalien soveltuvuudesta juomavesijärjestelmiin voidaan soveltaa myös niihin. Mikäli vesijohtojen saneerauspinnoittamiseen ryhdytään laatimaan standardeja, hyödyllistä tietoa ja sovellettavaa aineistoa löytyy maalipinnoitteiden ja sementtipohjaisten materiaalien sekä vesijärjestelmien ja viemärintekniikan standardeista.

## 8.5 Vesijohtojen saneerauspinnoittaminen muissa maissa

Projektissa selvitettiin pinnoitusten tilannetta Iso-Britanniassa ja Saksassa, joissa käytössä olevia hyväksyntämenettelyjä oli tarkoitus hyödyntää kansallisen ohjeistuksen laatimisessa. Sekä Saksassa että Englannissa pinnoitemateriaalin hyväksymisen lisäksi käytettävä pinnoitusmenetelmä tarvitsee oman hyväksyntänsä. Iso-Britannian hyväksyntämenettely koskee vesilaitosten putkien saneerauksia orgaanisilla ja sementtipohjaisilla pinnoitteilla ja se sisältää vaatimuksia myös pinnoituslaitteistoille ja toiminnanharjoittajan henkilöstön ammattitaidolle ja osaamiselle.

Saksassa on hyväksyntämenettely juomavesijohtojen pinnoitteille ja epoksinpinnoitusmenetelmille, mutta kiinteistöjen juomavesiputkia pinnoittaville yrityksille tarkoitettu sertifiointimenettely vedettiin pois heinäkuussa 2011. Syynä oli epätietoisuus pinnoitteista mahdollisesti liukenevista kemikaaleista ja pinnoitteiden teknisestä kestävytydestä. Epoksinpinnoitusta ei siis tällä hetkellä saa käyttää kiinteistöjen vesijohtojen saneerauksissa Saksassa, mutta suunnitelmassa on käynnistää tutkimusohjelma epäselvyyksien ratkaisemiseksi.

Ruotsissa on lehdissä ollut viime vuosina kirjoituksia vesijohtojen saneerauspinnoituksista. Erityisesti on nostettu esille vesijohtojen epoksinpinnoitteista mahdollisesti liukeneva bisfenoli A. Ruotsin kemikaali- ja elintarvikeviranomaisten bisfenoli A:n riskejä ja rajoitusten tarvetta koskevassa selvityksessä päädyttiin siihen, että putkien saneerauksessa käytettävät orgaaniset aineet tulee selvittää ja haitallisten kemikaalien (bisfenoli A) liukeneminen niistä tulee tutkia. Jatkotoimenpiteistä päätetään vasta näiden selvitysten jälkeen. Ruotsalaisten vesilaitosten kattojärjestö Svenskt Vatten ja rakennusalan yritysten kattojärjestö Sveriges Bygginindustrier suosittelevat varovaisuusperiaatteen mukaisesti, että epoksinpinnoitteita ei käytettäisi vesijohdoissa, ennen kuin niiden turvallisuudesta saadaan riittävästi tietoa.

## 8.6 Pinnoitteiden turvallisuuden arviointi

Lähes kaikki tarkastellut Suomessa käytettävät epoksinpinnoitteet on testattu VTT Expert Services Oy:ssä. Pinnoitteiden on arvioitu soveltuvan joko ”kylmän tai kylmän ja kuuman talousveden” johtamiseen. Koska viranomaislähtöisiä vaatimuksia saneerauspinnoitteiden talousvesikelpoisuuden arvioimiseksi ei ole Suomessa, VTT on käyttänyt arvioinnissaan samoja testausmenettelyjä ja vaatimuksia kuin ympäristöministeriön asetuksiin perustuvissa tyyppihyväksyntäohjeissa, jotka koskevat kiinteistöjen muoviputkien kelpoisuutta talousveden johtamiseen. Nämä arvioinnit ja testaukset eivät kuitenkaan kaikilta osin vastaa juomaveden kanssa kosketuksissa oleville rakennustuotteille todennäköisesti tulevia CPDW-tuotehyväksyntämenettelyjä, joissa testaukset ovat laajempia ja kattavampia.

VTT:n laboratoriotestausten tulosten mukaan epoksinpinnoitteista ei liukene liian suuria määriä terveydelle haitallisia kemikaaleja. Bisfenoli A:n raja-arvona on VTT:n arvioinnissa käytetty

muovisille elintarvikepakkauksille asetettua arvoa 3 mg/kg. Kaikissa VTT:n testauksissa bisfenoli A:n pitoisuudet olivat alle määrittäysrajan (0,08–0,1 mg/l).

Epoksinnoitteista mahdollisesti liukenevien terveydelle haitallisten aineiden tutkimus on kesken. Pinnoitteista saattaa käytön aikana liueta aineita, joiden terveysvaikutuksista ei vielä tiedetä riittävästi. Tietoa tarvitaan erityisesti pienten bisfenoli A -pitoisuuksien pitkäaikaisvaikutusten turvallisuusriskin luotettavaan arviointiin. Taloyhtiöiden tulee siis ottaa huomioon saneeraus päätöstä tehdessään, että kunnollista riskinarviointia epoksinnoitteista mahdollisesti liukenevista aineista ei vielä ole käytettävissä.

Sementtipohjaisille pinnoitteille ei ole tehty Suomessa testauksia pinnoitteiden vaikutuksesta talousveden aistinvaraiseen ja terveydelliseen laatuun. Pinnoitusta suorittavien yritysten mukaan sementtilaastipinnoitteissa käytetään portlandsementtiä, hiekkaa ja vettä. Sementtipohjaisissa pinnoitteissa ja tuotteissa käytetään kuitenkin yleisesti monenlaisia lisäaineita, joista erityisesti orgaaniset kemikaalit voivat aiheuttaa turvallisuusriskin. Tästä syystä näillekin pinnoitusmateriaaleille tulisi tehdä turvallisuusarviointi.

Vesijohtojen putkimateriaaleista tai pinnoittamisesta riippumatta veden käyttäjien tulisi aina muistaa annettu suositus ottaa kaikki juotavaksi tai ruoanlaittoon käytettävä vesi kylmävesihanasta ja silloinkin juoksuuttaa vesi kylmäksi.

## 8.7 Työsuoritus

Vaikka pinnoitteet olisi todettu turvallisiksi laboratoriotestauksissa, niiden turvallisuus saneerauspinnoitteina riippuu oleellisesti työsuorituksen huolellisuudesta. Saneerauspinnoitteita voidaan pitää sopivina käytettäväksi talousveden kanssa ainoastaan silloin, kun pinnoite valmistetaan tarkoin valmistajan ohjeiden mukaisesti. Tällöin pitää varmistaa se, että sekoitussuhde ja lämpötila ovat oikeat ja polymerisaatio tai kovettuminen tapahtuu täydellisesti. Ellei valmistuksessa noudateta riittävä huolellisuutta, saattaa testiolosuhteissa moitteettomiksi havaituista materiaaleista käytännön olosuhteissa liueta terveydelle haitallisia tai mikrobikasvua aiheuttavia kemikaaleja.

Työsuorituksen huolellisuus kaikissa vaiheissa ratkaisee siis lopputuloksen, ja kansallisia säädöksiä tarvitaan erityisesti vesijohtojen saneerauspinnoitusten hyvän lopputuloksen varmistamiseen. Tämä raportti sisältää suositukset siitä, mitä pinnoitusmenetelmältä ja pinnoittajan omalta laadunvalvonnalta edellytetään eli mitä seurataan, mitataan ja dokumentoidaan, sekä ulkopuolisen laadunvalvonnan sisällöstä ja toimeenpanijasta. Henkilö- tai yrityskohtaisen sertifiointin tarve pätevyyden osoittamiseksi on ilmeinen.

## 8.8 Laadunvalvonta

Pinnoitteille ja pinnoitusmenetelmille tulee ottaa käyttöön yhtenäiset hyväksyntä- ja laadunvalvontamenettelyt, joita tilaajan tulisi jo tarjouspyynnöissä edellyttää. Koska pinnoitusten kestoikä Suomessa ei tunneta, tarjouspyyntöihin olisi hyvä sisällyttää säännöllinen seuranta näytteenottoineen.

Tulevaisuudessa Suomessa pitäisi ottaa käyttöön tämän raportin kappaleissa 6 ja 7 esitettyjen testausten ja arviointien perusteella tehtävä hyväksyntä, joka voidaan osoittaa esim. sertifikaatin avulla.

## 8.9 Jatkoselvitystarpeet

Talousvesiverkostossa käytettävistä materiaaleista ei saa liueta veteen mitään ihmisten terveydelle haitallista. Tällä hetkellä ei ole tiedossa, liukeneeko saneerauspinnoitteista veteen käytön aikana aineita, jotka voivat aiheuttaa käyttäjille terveyshaittaa. Saneerauspinnoituksen tulee myös antaa riittävästi käyttöikä putkelle. Talousveden laatu ja jossain määrin myös rakentamistavat Suomessa poikkeavat Keski-Euroopasta, joten siellä tehtyjen tutkimusten ja testausten tuloksia ei voi suoraan soveltaa Suomeen. Pinnoitusten turvallisuuden ja kestävyuden arviointiin tarvitaan puolueetonta kansallista tutkimusta, johon kuuluvat sekä putki- että vesinäytteiden tutkimukset.

Epoksinpinnoitteista mahdollisesti liukenevien terveydelle haitallisten aineiden, erityisesti pienten bisfenoli A -pitoisuuksien pitkäaikaisaltistuksen terveysvaikutukset tulee selvittää. Euroopan kemikaalivirasto, ECHA, selvittää bisfenoli A:n ihmisen terveydelle ja ympäristölle aiheuttamaa riskiä vuoden 2012 aikana REACH-asetuksen ((EC) No 1907/2006) puitteissa ja arvion perusteella aineesta voidaan tarvittaessa pyytää täydentäviä lisätietoja rekisteröijältä riskinarviota varten. Suomesta työhön osallistuva viranomainen on TUKES. Mikäli kemikaalin käyttötarkoituksessa ei mainita talousvesijohtojen pinnoittamista, tätä koskevaa riskinarviota ei REACH-arvioinnin yhteydessä tehdä. On valmistajan/jälleenmyyjän vastuulla huolehtia, että kemikaalin kaikki käyttötarkoitukset tulevat rekisteröidyksi.

Mikäli vesijohtojen saneerauspinnoituksiin katsotaan tarvittavan viranomaissäädöksiä, pinnoitteen turvallisuuden arviointiin käytettävien hyväksymismenettelyjen testaukset ja niissä täytettävät vaatimukset tulee päättää kansallisesti, sillä EU-maiden yhtenäiset CPDW-testausmenettelyt eivät ole vielä lähivuosina käytössä. Myös kansalliset positiivilistat on laadittava, esimerkiksi eräissä muissa EU-maissa käytössä olevien kansallisten positiivilistojen pohjalta.

## 9 Johtopäätökset

Tämä julkaisu antaa tietoa vesijohtojen saneerauspinnoitushankkeeseen ryhtyvälle (kiinteistön omistaja tai vesilaitos) ja saneerausprojektin osapuolille vesijohtojen pinnoitustyön onnistumiseksi.

Projektin johtoryhmä katsoo, että maankäyttö- ja rakennuslain mukaan kiinteistöjen vesijohtojen pinnoitustyö on luvanvaraista toimintaa. Rakennusvalvontaviranomaisen on tehtävä lupaharkinta vesijohtojen sisäpuolisen pinnoitustyön osalta. Kunnallinen rakennusvalvonta saa julkaisusta hyödyllistä tietoa rakennusluvan käsittelyssä esitettävistä vaatimuksista ja siihen liittyvästä valvonnasta. Vesilaitosten rakennustyöt eivät kuulu kunnallisen rakennusvalvonnan piiriin.

Julkaisu antaa tietoa myös kansallisen tason viranomaismääräysten luomista ja kehittämistä varten.

Juomaveden kanssa kosketuksissa oleville tehdasvalmisteisille rakennustuotteille on valmisteilla rakennustuotteiden sisämarkkinoihin liittyvä EU:n CPDW-tuotehyväksyntämenettely (Construction Products in Contact with Drinking Water). Koska sen valmistelu on ollut hyvin hidasta, on syytä pohtia, tarvitaanko Suomessa kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistojen tuotteille nykyistä tyyppihyväksyntää laajempaa kansallista hyväksyntämenettelyä toistaiseksi ennen kuin EU:n tuotehyväksyntämenettely on valmis sovellettavaksi. Olisi myös selvitettävä, tarvitseeko CPDW-tuotehyväksyntämenettelyn soveltamisen yhteydessä luoda viranomaissäädöksiä myös vesilaitoksille.

Vesijohtojen saneerauspinnoittamiseen eli vanhojen putkien paikalla tapahtuvaan pinnoittamiseen ei ole olemassa harmonisoituja tuotestandardeja. Tulevaa CPDW-tuotehyväksyntämenettelyä voitaneen soveltaa myös pinnoitteiden turvallisuuden varmistamiseen. Hyväksyntämenettelyyn liittyvistä testauksista ja asetettavista vaatimuksista päätetään kansallisesti.

Pinnoitusten turvallisuuden ja kestävyuden varmistamiseksi tässä raportissa on esitetty suunnitteluun, työsuoritukseen ja laadunvalvontaan kohdistuvia ohjeistuksia ja suosituksia. Hyvä lopputulos edellyttää huolellista suunnittelua ja toteutusta, jossa ammattitaidolla ja kokemuksella on keskeinen merkitys.

Talousvesiverkostossa käytettävistä materiaaleista ei saa liueta veteen mitään ihmisten terveydelle haitallista. Tällä hetkellä ei ole tiedossa, liukeneeko saneerauspinnoitteista veteen käytön aikana aineita, jotka voivat aiheuttaa käyttäjille terveyshaittaa.

Epoksinnoitteista mahdollisesti liukenevien terveydelle haitallisten aineiden tutkimus on kesken. Tietoa tarvitaan erityisesti pienten bisfenoli A -pitoisuuksien pitkäaikaisvaikutusten turvallisuusriskin luotettavaan arviointiin. Bisfenoli A:n käytön turvallisuutta ei voida luotettavasti arvioida, ennen kuin uusin käytettävissä oleva tieto on asianmukaisesti arvioitu. Taloyhtiöiden tulee siis ottaa huomioon saneeraus päätöstä tehdessään, että kunnollista riskinarviointia epoksinnoitteista mahdollisesti liukenevista aineista ei vielä ole käytettävissä. Projektin johtoryhmän puheenjohtaja suosittaa, että kiinteistöjen omistajat pidättäytyvät varovaisuusperiaatteen mukaisesti käyttämästä niitä pinnoitteita, joiden terveyshaittavaikutuksista ei ole riittävää selvyttä.



Sementtipohjaisten pinnoitteiden vaikutusta talousveden aistinvaraiseen ja terveydelliseen laatuun ei ole tutkittu Suomessa. Sementtilaastipinnoitteissa käytetään portlandsementtiä, hiekkaa ja vettä. Sementtipohjaisissa pinnoitteissa ja tuotteissa käytetään kuitenkin yleisesti monenlaisia lisäaineita, joista erityisesti orgaaniset kemikaalit voivat aiheuttaa turvallisuusriskin. Tästä syystä näillekin pinnoitusmateriaaleille tulisi tehdä turvallisuusarviointi.

Oleennaista pinnoitustyön lopputuloksen kannalta on työn huolellisuus. Pinnoitettujen vesijohtojen turvallisuutta voidaan arvioida putkilinjoista kontrolloidusti otettavien vesinäytteiden avulla. Vesijohtojen putkimateriaaleista tai pinnoittamisesta riippumatta veden käyttäjien tulisi aina muistaa annettu suositus ottaa kaikki juotavaksi tai ruoanlaittoon käytettävä vesi kylmävesihanasta ja silloinkin juokuttaa vesi kylmäksi.

Nykyisen hallitusohjelman perusteella laadittava talousveden turvallisuussuunnitelma tulee edellyttämään kokonaisvaltaista vedentuotantoketjun riskienhallintaa, johon kuuluu myös talousveden kanssa kosketuksissa olevien materiaalien ja pinnoitteiden turvallisuus. Jos vesijohtoverkoston saneeraukseen luodaan säädöksiä, on myös arvioitava henkilö- tai yrityskohtaisen sertifiointin tarvetta pinnoitustöiden tekijöiden pätevyyden osoittamiseksi.

## Kirjallisuusluettelo:

### *Kirjallisuus*

- Ahlberg H. (2010) Felreoverade rör kan göra barn sterila. Bofast 8.2.2010. Saatavilla 27.12.2011: [http://www.bofast.net/1/1.0.1.0/67/1/?item=art\\_art-s1/657](http://www.bofast.net/1/1.0.1.0/67/1/?item=art_art-s1/657)
- Buchholz S. (2001). Zementmörtel - Auskeldung von Wasser- und Abwasserleitungen aus Stahl und duktilem Gusseisen.
- Douglas B.D., Merrill D.T. ja Catlin J.O. (1996). Water quality deterioration from corrosion of cement-mortar linings. *Journal of the American Water Works Association* 88(7), 99-107.
- DWI(2011a). List of approved products for use in Public Water Supply in the United Kingdom (December 2011). Saatavilla 27.12.2011: <http://dwi.defra.gov.uk/drinking-water-products/approved-products/soslistcurrent.pdf>
- DWI (2011b). Leaching of substances from products used in contact with water intended for human consumption. Protocol 3 Cementitious products. Version 3.3. Saatavilla 9.2.2012: <http://dwi.defra.gov.uk/drinking-water-products/advice-and-approval/protocol3.pdf>
- DWI (2011c). Advice Sheet 7. Construction products for water retaining structures in water collection, treatment and distribution systems. Version 3.6. Saatavilla 9.2.2012: <http://dwi.defra.gov.uk/drinking-water-products/advice-and-approval/Advicesheet7.pdf>
- DWI (2011d). Advice Sheet 8. Products permitted to be used under regulation 31 (4)(b). products with a small surface area in contact with water (including materials for use in well & borehole construction and installation). Version 3.3. Saatavilla 9.2.2012: <http://dwi.defra.gov.uk/drinking-water-products/advice-and-approval/Advicesheet8.pdf>
- EFSA (Europe Food Safety Authority) (2010). EFSA updates advice on bisphenol A. Press Release. Saatavilla 27.1.2012: <http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/cef100930.htm>
- EMPA (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt) (2004). Beurteilung der LSE-SYSTEMM-Rohr-Innenwand-Beschichtung einer Kaltwasserleitung. Prüfbericht Nr. 432984/1.
- Erning W. (2007) Zulassung fehlt noch immer. Zur Auskeldung von Trinkwasserinstalltionen mit Epoxidharz. *Sanitär+Heizungstechnik* 7, 52-53.
- FAO/WHO. (2010). Joint FAO/WHO expert meeting to review toxicological and health aspects of bisphenol A – summary report. Saatavilla 27.12.2011: [http://www.who.int/foodsafety/chem/chemicals/BPA\\_Summary2010.pdf](http://www.who.int/foodsafety/chem/chemicals/BPA_Summary2010.pdf)
- Haudidier K., Paquin J.L., Francais T., Hartemann P., Grapin G., Colin F., Jourdain M.J., Block J.C., Cheron J., Pascal O., Levi Y., Miazga J. (1988). Biofilm growth in a drinking water network - a preliminary industrial pilot plant experiment. *Water Science & Technology* 20(11-12), 109-115.
- Herb S., Stair J.O., Ringelberg D.B., White D.C., Flemming H-C. (1995). Characterization of biofilms on corroded concrete surfaces in drinking water reservoirs. *Water Science & Technology* 32(8), 141-147.
- Kemikalieinspektionen (2011). Bisfenol A - Rapport från ett regeringsuppdrag. Rapport 2/11. 41 s. Saatavilla 27.12.2011: [http://www.kemi.se/Documents/Publikationer/Trycksaker/Rapporter/Rapport2\\_11\\_BisfenolA.pdf](http://www.kemi.se/Documents/Publikationer/Trycksaker/Rapporter/Rapport2_11_BisfenolA.pdf)
- af Klintberg T., Römhild S., Lewald C., Björk F., Bergman G. (2011). Reliningrapport 2011. Kungliga tekniska högskolan (KTH), Stockholm. 151 s.
- Kunnossapitoyhdistys ry (2006). Korroosiokäsikirja. Kunnossapidon julkaisusarja n:o 12. 3. painos. KP-Media, Helsinki. 930 s.

- Malm A. (2010). Invändig inspektion av vattenledningar. Svensk Vatten Rapport Nr 2010-11, Svenskt Vatten A. 29 s. Saatavilla 28.12.2011:  
[http://vav.griffel.net/filer/Rapport\\_2010-11.pdf](http://vav.griffel.net/filer/Rapport_2010-11.pdf)
- Pekkinen J. (2011). Putkistojen pinnoitus vaihtoehtona perinteiselle saneeraukselle. Insinööriyö. Metropolia Ammattikorkeakoulu. 27 s. Saatavilla 28.12.2011:  
<https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/33817/putkisto.pdf?sequence=1>
- Rakennustietosäätiö RTS (2009). InfraRYL 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset, Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat. Rakennustieto Oy. 253 s.
- Rintala R. (1976). Valurautaputkien suojaus sisäpuolisella betonikerroksella. Vesitalous 5, 30-33.
- SuLVI ry. (1998). Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistojen kuntotutkimusohje, SuLVI ry:n julkaisu 7.
- Suomen Betoniyhdistys (2004). Betoninormit 2004. Suomen Betoniyhdistys r.y., Jyväskylä 2004, 263 s.
- Suomen Rakennusinsinööriliitto (2005). Maahan ja veteen asennettavat kestmuoviputket, asennusohjeet. RIL 77-2005.
- Suomen Rakennusinsinööriliitto (2010). Vesihuoltoverkkojen suunnittelu - Perusteet ja toiminnallisuus. RIL 237-1-2010. Suomen Rakennusinsinööriliitto RIL ry. 177 s.
- Suomen Rakennusinsinööriliitto (2010). Vesihuoltoverkkojen suunnittelu - Mitoitus ja suunnittelu. RIL 237-2-2010. Suomen Rakennusinsinööriliitto RIL ry. 158 s.
- Tikkurila Oyj. (2011) Maalialan sanasto. Saatavilla 27.12.2011:  
[http://www.tikkurila.fi/ammattilaiset/tuotteet/maalialan\\_sanasto/](http://www.tikkurila.fi/ammattilaiset/tuotteet/maalialan_sanasto/)
- Työterveyslaitos (2011). Onnettomuuden vaaraa aiheuttavat aineet -verkkojulkaisu. Epikloorihydriini. Saatavilla 26.1.2012: <http://www.ttl.fi/ova/>
- WRC-NSF Ltd. (2007). The Long Term Migration of Substances from In-situ Applied Epoxy Resin Coatings. 92 s. Saatavilla 27.12.2011:  
<http://dwi.defra.gov.uk/research/completed-research/reports/0850.pdf>
- Wahlberg C., Berg C ja Melin B. (2003). Inverkan på dricksvattenkvaliteten från strumpinfodring av Pålundsledningen. Rapport nr 11 – 2003. Stockholm Vatten. 40 s. Saatavilla 27.12.2011:  
[http://www.stockholmvatten.se/commondata/rapporter/dricksvatten/Dricksvattenkvalitet/Inverkan\\_dricksv\\_strumpinf\\_Palsundsl.pdf](http://www.stockholmvatten.se/commondata/rapporter/dricksvatten/Dricksvattenkvalitet/Inverkan_dricksv_strumpinf_Palsundsl.pdf)
- Warren I.C., Mason S.D. ja Conroy P.J. (1990). *In Situ* Cement Mortar Lining – Operational Guideline and Code of Practice. Water Research Centre WRC. United Kingdom. 81 s.
- Water UK (2007). Changes to the approval process for the *in-situ* resin lining of water mains. Tiedote. Saatavilla 28.12.2011:  
<http://www.water.org.uk/home/news/press-releases/appointment-of-accreditation-body/in-situ-resin-lining-brief-v1-1.pdf>
- Water UK (2009). IGN 4-02-02 (version March 2009) Code of practice: *in situ* resin lining of water mains. Saatavilla 27.12.2011:  
<http://www.water.org.uk/home/member-services/wis-and-ign/current-documents/ign-4-02-02-v2.0-march-2009.pdf>
- Water UK (2011). WIS 4-02-01 (version 4 April 2011) Operational requirements: *in situ* resin lining of water mains. Saatavilla 27.12.2011:  
<http://www.water.org.uk/home/member-services/wis-and-ign/current-documents/wis-4-02-01-v4.0--april-2011.pdf>
- Water Regulations Advisory Scheme (2011a). The WRAS Approved Product Scheme. Saatavilla 27.12.2011: <http://www.wras.co.uk/approval.asp> tai <http://dwi.defra.gov.uk/drinking-water-products/approved-products/soslistcurrent.pdf>
- Water Regulations Advisory Scheme (2011b). Water Fittings and Materials Directory. Saatavilla 27.12.2011: <http://www.wras.co.uk/Directory/default.htm>
- Ympäristöministeriö ja Rakennusteollisuus (2011). Rakennusalan standardisointiselvitys 2011. Suomen Rakennusmedia Oy, Kotka. 93 s. Saatavilla 28.12.2011:  
<http://www.sfs.fi/files/RakennusalanStandardiNETTI.pdf>

*Lainsäädäntö*

- Asetus elintarvikkeen kanssa kosketukseen joutuvista muovisista tarvikkeista (2002). A12.11.2002/953.
- Asetus kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistoista (2007). Suomen rakentamismääräyskokoelma osa D1. Määräykset ja ohjeet. 1.7.2007.
- Asetus kupariputkien puserrusliittimien tyyppihyväksynnästä (2007). Suomen rakentamismääräyskokoelma. Tyyppihyväksyntäohjeet.
- Asetus kupariputkien tyyppihyväksynnästä (2006). Suomen rakentamismääräyskokoelma. Tyyppihyväksyntäohjeet.
- Asetus messinkisten ja kuparisten putkiyhteiden tyyppihyväksynnästä (2008). Suomen rakentamismääräyskokoelma. Tyyppihyväksyntäohjeet.
- Asetus monikerrospotkien ja niiden liittimien tyyppihyväksynnästä (2009). Suomen rakentamismääräyskokoelma. Tyyppihyväksyntäohjeet.
- Asetus PE-putkien liittimien tyyppihyväksynnästä (2008). Suomen rakentamismääräyskokoelma. Tyyppihyväksyntäohjeet.
- Asetus PEX-putkien tyyppihyväksynnästä (2007). Suomen rakentamismääräyskokoelma. Tyyppihyväksyntäohjeet.
- Asetus PEX-putkien liittimien tyyppihyväksynnästä (2008). Suomen rakentamismääräyskokoelma. Tyyppihyväksyntäohjeet.
- Asetus pienten yksiköiden talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (2001). A17.5.2001/401.
- Asetus sulkuventtiilien tyyppihyväksynnästä (2006). Suomen rakentamismääräyskokoelma. Tyyppihyväksyntäohjeet.
- Asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (2000). A 19.5.2000/461.
- Asetus talousvettä toimittavassa laitoksessa työskentelevältä vaadittavasta laitek teknisestä ja talousvesihygieenisestä osaamisesta ja osaamisen testaamisesta (2006). A12.12.2006/1351.
- Asetus vesikalusteiden tyyppihyväksynnästä (2006). Suomen rakentamismääräyskokoelma. Tyyppihyväksyntäohjeet.
- Asetus yksisuuntaventtiilien tyyppihyväksynnästä (2008). Suomen rakentamismääräyskokoelma. Tyyppihyväksyntäohjeet.
- Beschichtungsleitlinie (2008). Leitlinie zur hygienischen Beurteilung von organischen Beschichtungen im Kontakt mit Trinkwasser. Umweltbundesamt UBA.
- CLP-asetus. (2008) Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus aineiden ja seosten luokituksista, merkinnöistä ja pakkaamisesta. 1272/2008/EY
- DVGW-Arbeitsblatt W 347-B1 (2009). Hygienische Anforderungen an zementgebundene Werkstoffe im Trinkwasserbereich – Prüfung und Bewertung, Beiblatt 1. DVGW, Bonn.
- DVGW-Arbeitsblatt W 545-2005-04 (2005). Qualifikationskriterien für Fachfirmen zur Rohrrinnensanierung von Trinkwasser-Installation durch Beschichtung. DVGW, Bonn. 7 s.
- DVGW-Merkblatt W 548-2005-04 (2005). Rohrrinnensanierung von Trinkwasser-Installationen durch Beschichtung. DVGW, Bonn. 10s.
- DVGW-Prüfgrundlage VP 548-2004-05 (2005). Rohrrinnensanierung von Trinkwasser-Installationen durch Beschichtung; Anforderungen und Prüfungen. DVGW, Bonn. 16 s.
- DVGW W 270 Vermehrung von Mikroorganismen auf Werkstoffen für den Trinkwasserbereich – Prüfung und Bewertung.
- Juomavesidirektiivi. 1998. Euroopan unionin neuvoston direktiivi ihmisten käyttöön tarkoitetun veden laadusta. 98/83/EY
- Komission asetus 1895/2005. (2005). Komission asetus tiettyjen epoksijohdannaisten käytön rajoittamisesta elintarvikkeiden kanssa kosketuksiin joutuvissa materiaaleissa ja tarvikkeissa. 1895/2005/EY.

- Komission asetus 10/2011 (2011). Komission asetus elintarvikkeiden kanssa kosketukseen joutuvista muovisista materiaaleista ja tarvikkeista. 10/2011/EU.
- Komission direktiivi 8/2011. (2011). Komission direktiivi direktiivin 2002/72/EY muuttamisesta siltä osin kuin on kyse bisfenoli A:n käyttörajoituksesta imeväisten muovisissa tuttipulloissa. 2011/8/EU.
- M/131 Mandate to CEN and CENELEC concerning the execution of standardisation work for harmonised standards on pipes, tanks and ancillaries not in contact with water intended for human consumption (1999). Saatavilla 21.12.2011:  
[http://ec.europa.eu/enterprise/standards\\_policy/mandates/database/index.cfm?fuseaction=search.detail&id=243](http://ec.europa.eu/enterprise/standards_policy/mandates/database/index.cfm?fuseaction=search.detail&id=243)
- M/136 rev.2 Revised mandate M/136 to CEN and CENELEC concerning the execution of standardisation work for harmonised standards on construction products in contact with water intended for human consumption (2010). Saatavilla 21.12.2011:  
[http://ec.europa.eu/enterprise/standards\\_policy/mandates/database/index.cfm?fuseaction=search.detail&id=483#](http://ec.europa.eu/enterprise/standards_policy/mandates/database/index.cfm?fuseaction=search.detail&id=483#)
- Maankäyttö- ja rakennuslaki (1999). L 5.2.1999/132.
- Rakennustuoteasetus (2011). Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) rakennustuotteiden kaupan pitämistä koskevien ehtojen yhdenmukaistamisesta. 305/2011/EU.
- REACH (2006). Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus kemikaalien rekisteröinnistä, arvioinnista, lupamenettelyistä ja rajoituksista (REACH). 1907/2006/EY.
- Terveystuoteturvallisuuslaki (1994). 19.8.1994/763 muutoksineen.
- Trinkwasserverordnung (2001). Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch. Saatavilla 2.1.2012:  
[http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/trinkwv\\_2001/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/trinkwv_2001/gesamt.pdf)
- The Water Supply (Water Quality) (2000). England Regulations.
- The Water Supply (Water Fittings) (1999).England Regulations.

### *Standardit*

- ASTM D3359:2009 Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test
- ASTM G 52:2011 Standard Practice for Exposing and Evaluating Metals and Alloys in Surface Seawater
- BS 6920 Suitability of non-metallic products for use in contact with water intended for human consumption with regard to their effect on the quality of the water
- DIN 1045-2:2008 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1 (DIN 1045-2 Concrete, reinforced and prestressed concrete structures - Part 2: Concrete - Specification, properties, production and conformity - Application rules for DIN EN 206-1 (Foreign Standard))
- DIN 1164 Zement mit besonderen Eigenschaften.
- DIN 50021 Sprühnebelprüfungen mit verschiedenen Natrium-Chlorid-Lösungen.
- DIN 53167:1991 Prüfung von Kühlschmierstoffen; Prüfung der Beständigkeit in hartem Wasser emulgierter Kühlschmierstoffe
- NSF/ANSI 61 - 2010a Drinking water system components – Health effects
- prEN 15768 The GC-MS identification of water leachable organic substances from materials in contact with water intended for human consumption
- SFS 2335:1988 Muoviputket. PE-paineputket. Laatuvaatimukset
- SFS-EN 196-1:2005 Methods of testing cement. Part 1: Determination of strength
- SFS-EN 197-1+A1:2004 Sementti. Osa 1: Tavallisten sementtien koostumus, laatuvaatimukset ja vaatimustenmukaisuus

- SFS-EN 206-1:2001 Betoni. Osa 1: Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimustenmukaisuus.
- SFS-EN 450:2005 Betoniin käytettävä lentotuhka
- SFS-EN 545:2010 Pallografiittivaluraudasta valmistetut putket, putkenosat, varusteet ja niiden liitokset vesijohtoputkistoihin. Vaatimukset ja testausmenetelmät
- SFS-EN 805:2000 Water supply. Requirements for systems and components outside buildings
- SFS-EN 806:2001 Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption.
- SFS-EN 934-2:2009 Betonin, laastin ja injektointilaastin lisäaineet. Osa 2: Betonin lisäaineet. Määritelmät, vaatimukset, vaatimustenmukaisuus ja merkintä
- SFS-EN 1420-1:2000 Influence of organic materials on water intended for human consumption. Determination of odour and flavour assessment of water in piping systems. Part 1: Test method
- SFS-EN 1622:2006 Water quality. Determination of the threshold odour number (TON) and threshold flavour number (TFN)
- SFS-EN 10290:2003 Steel tubes and fittings for onshore and offshore pipelines. External liquid applied polyurethane and polyurethane-modified coatings
- SFS-EN 10298:2005 Steel tubes and fittings for on shore and offshore pipelines. Internal lining with cement mortar
- SFS-EN 12620+A1:2008 Betonikiviainekset
- SFS-EN 12873-1:2004 Influence of materials on water intended for human consumption. Influence due to migration. Part 1: Test method for non-metallic and non-cementitious factory made products
- SFS-EN 12873-2:2005 Influence of materials on water intended for human consumption. Influence due to migration. Part 2: Test method for non-metallic and non-cementitious site-applied materials
- SFS-EN 13139:2002 Laastikiviainekset
- SFS-EN 13263-1+A1:2009 Silica fume for concrete. Part 1: Definitions, requirements and conformity criteria
- SFS-EN 13380:2001 General requirements for components used for renovation and repair of drain and sewer systems outside buildings
- SFS-EN 13508-1:2004 Condition of drain and sewer systems outside buildings. Part 1: General requirements
- SFS-EN 13508-2+A1:2011 Investigation and assessment of drain and sewer systems outside buildings. Part 2: Visual inspection coding system
- SFS-EN 13566-2:2006 Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks. Part 2: Lining with continuous pipes
- SFS-EN 13986:2004 Puulevyt rakennuskäytössä. Ominaisuudet, vaatimustenmukaisuuden arviointi ja merkinnät
- SFS-EN 14647+AC:2006 Calcium aluminate cement. Composition, specifications and conformity criteria
- SFS-EN 14879-2:2007 Orgaaniset pinnoitteet ja vuoraukset teollisuuslaitteiden ja tuotantolaitosten suojaamiseen syövyttävien väliaineiden aiheuttamalta korroosiolta. Osa 2: Metalliosien pinnoitteet
- SFS-EN 14879-4:2007 Orgaaniset pinnoitteet ja vuoraukset teollisuuslaitteiden ja tuotantolaitosten suojaamiseen syövyttävien väliaineiden aiheuttamalta korroosiolta. Osa 4: Metalliosien vuoraukset
- SFS-EN 14944-1:2006 Influence of cementitious products on water intended for human consumption. Test methods. Part 1: Influence of factory made cementitious products on organoleptic parameters

- SFS-EN 14944-1:2008 Influence of cementitious products on water intended for human consumption. Test methods. Part 3: Migration of substances from factory-made cementitious products
- SFS-EN 15167:2006 Betoniin, laastiin ja juotoslaastiin käytettävä jauhettu granuloitu masuunikuona.
- SFS-EN ISO 4624:2003 Maalit ja lakat. Tarttuvuuden arviointi vetokokeella
- SFS-EN ISO 7027: 2000 Veden laatu. Sameuden määrittäminen
- SFS-EN ISO 7887:1995 Veden laatu. Väriin tarkastelu ja määrittäminen
- SFS-EN ISO 8467:1995 Water quality. Determination of permanganate index
- SFS-EN ISO 8501-1:2007 Teräspintojen esikäsittely ennen pinnoitusta maalilla tai vastaavilla tuotteilla. Pinnan puhtauden arviointi silmämääräisesti. Osa 1: Teräspintojen ruostumisasteet ja esikäsittelyasteet. Maalaamattomat teräspinnat ja aiemmista maaleista kauttaaltaan puhdistetut teräspinnat
- SFS-EN ISO 8795:2001 Plastics piping systems for the transport of water intended for human consumption. Migration assessment. Determination of migration values of plastics pipes and fittings and their joints
- SFS-EN ISO 9000:2005 Laadunhallintajärjestelmät. Perusteet ja sanasto
- SFS-EN ISO 9001:2008 Laadunhallintajärjestelmä. Vaatimukset
- SFS-EN ISO 9004:2009 Organisaation johtaminen jatkuvaan menestykseen. Laadunhallintaan perustuva toimintamalli
- SFS-EN ISO 11295:2010 Classification and information on design of plastics piping systems used for renovation
- SFS-EN ISO 11296-1:2011 Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks. Part 1: General
- SFS-EN ISO 11296-3:2011 Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks. Part 3: Lining with close-fit pipes
- SFS-EN ISO 11296-4:2011 Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks. Part 4: Lining with cured-in-place pipes
- SFS-EN ISO 11298-1:2011 Plastics piping systems for renovation of underground water supply networks. Part 1: General
- SFS-EN ISO 11298-3:2011 Plastics piping systems for renovation of underground water supply networks. Part 3: Lining with close-fit pipes

## Liite 1

### Sisällysluettelo

<b>1 SANEERAUKSEEN LIITTYVIÄ STANDARDEJA VIEMÄRIPUOLELTA SEKÄ MUOVITUOTTEISIIN LIITTYVÄT STANDARDIT .....</b>	<b>112</b>
<b>1.1 Kuntotutkimus .....</b>	<b>112</b>
<b>1.2 Suunnittelu ja mitoitus .....</b>	<b>112</b>
<b>1.3 Materiaalivaatimukset .....</b>	<b>113</b>
1.3.1 Korjaus .....	113
1.3.2 Kunnostus (ml. pinnoitus) .....	113
1.3.3 Viemäriverkostoa koskevia standardeja .....	114
1.3.4 Uusiminen .....	114
<b>1.4 Asennus .....</b>	<b>114</b>
1.4.1 Kunnostus .....	114
1.4.2 Uusiminen .....	115
<b>1.5 Hyväksyntätestaus .....</b>	<b>115</b>
1.5.1 Tiiviyskoe .....	115
<b>1.6 Asennuksen jälkeinen tuotetestaus .....</b>	<b>116</b>
1.6.1 Järjestelmän korjauksen jälkeinen tuotetestaus .....	116
1.6.2 Järjestelmän kunnostuksen jälkeinen tuotetestaus .....	116
<b>2 STANDARDIT MATERIAALIEN VAIKUTUKSESTA TALOUSVETEEN .....</b>	<b>116</b>
<b>3 BETONIIN LIITTYVÄT STANDARDIT .....</b>	<b>117</b>
<b>3.1 Betoni materiaalina .....</b>	<b>117</b>
<b>3.2 Betonin lisäaineet .....</b>	<b>117</b>
<b>3.3 Betonin seosaineet .....</b>	<b>118</b>
<b>3.4 Betoniin käytettävät kuidut .....</b>	<b>118</b>
<b>3.5 Betoniin käytettävä vesi .....</b>	<b>119</b>
<b>3.6 Betonin suojaus ja korjaus, tuotteet ja menetelmät .....</b>	<b>119</b>
<b>3.7 Betonin suojaus ja korjaus, testaus .....</b>	<b>119</b>
<b>3.8 Ruiskubetonointi .....</b>	<b>120</b>



# 1 Saneeraukseen liittyviä standardeja viemäripuolelta sekä muovituotteisiin liittyvät standardit

## 1.1 Kuntotutkimus

SFS-EN 13508-1:2003 *Condition of drain and sewer systems outside buildings — Part 1: General requirements.*

Standardia voi soveltaa rakennetun viemärintijärjestelmän ja sen ulkopuolisten elementtien kunnan määrittämiseen. Standardissa listataan toimintavaatimukset sekä puutteet.

SFS-EN 13508-2:2003+A1:2011, *Conditions of drain and sewer systems outside buildings — Part 2: Visual inspection coding system.*

Standardi sisältää koodijärjestelmät, joita käytetään rakennuksen ulkopuolisista viemärintijärjestelmistä, miesluukuista ja tarkastuskaivoista silmämääräisesti löytyvien vikojen ja ominaisuuksien kuvaamiseen.

## 1.2 Suunnittelu ja mitoitus

SFS-EN 752:2008, *Drain and sewer systems outside buildings*

Standardissa eritellään vaatimukset, jotka on otettava huomioon painovoimaisten viemärintijärjestelmien kaavoituksessa, suunnittelussa, rakentamisessa, käytössä ja ylläpidossa. Standardi sisältää perussuorituskykyvaatimukset viemärintijärjestelmän toimivuudelle; testaus ja arviointi sekä dokumentaatio sisältyvät standardiin.

SFS-EN 14654-1:2005 *Management and control of cleaning operations in drains and sewers — Part 1: Sewer cleaning*

Standardissa määritellään pääosin painovoimaisesti toimivien, rakennuksen ulkopuolisten viemärintijärjestelmien puhdistustoimenpiteiden hallinnon ja valvonnan yleiset periaatteet sekä vaatimukset puhdistusohjelman täytäntöönpanolle ja työmenetelmille.

prEN 14654-2 *Management and control of operational activities in drains and sewers — Part 2: Rehabilitation.*

Standardissa määritellään pääosin painovoimaisesti toimivien, rakennuksen ulkopuolisten viemärintijärjestelmien kunnostustoimenpiteiden hallinnon ja valvonnan yleiset periaatteet sekä vaatimukset kunnostuksen täytäntöönpanolle ja työmenetelmille.

SFS-EN 805:2000, *Water supply — Requirements for systems and components outside buildings.*

Standardi sisältää yleiset vaatimukset rakennusten ulkopuolisille vedenjakelujärjestelmille, mukaan lukien juomavesijohdot, liitäntäputket, alasäiliöt ja muut kalusto sekä raakavesijohdot, mutta pois lukien veden käsittely sekä vesivarojen kehittäminen.

SFS-EN 14801:2006, *Conditions for pressure classification of products for water and waste water pipelines.*

Standardissa määritellään rakennusten ulkopuolisten, maanalaisten vesi- ja viemärintijärjestelmien paineputkissa käytettävien putkenosien (putket, liitokset, liittimet, puristushokit ja venttiilit) asennus- ja kuormitusparametrit, joita käytetään määrittäessä standardin SFS-EN 805 mukaiset sallitut paineet (PFA, PMA ja PEA).

## 1.3 Materiaalivaatimukset

### 1.3.1 Korjaus

SFS-EN 13380:2001, *General requirements for components used for renovation and repair of drain and sewer systems outside buildings.*

Standardissa määritellään painovoimaisesti toimivien, yleensä maanalaisten vesi- ja viemärintijärjestelmien korjaus- ja kunnostustöihin tarkoitettujen komponenttien yleiset vaatimukset ja testimenetelmät. Komponentteihin katsotaan kuuluvan putket ja sovitteet ja niiden liitokset, miesluukut, tarkastuskaivot ja korjaukseen tai kunnostukseen käytettävät materiaalit kuten laasti ja kemikaalit.

### 1.3.2 Kunnostus (ml. pinnoitus)

SFS-EN 1916:2002, *Concrete pipes and fittings, unreinforced, steel fibre and reinforced.*

Standardissa määritellään joustavilla liitoksilla varustettujen (esiasennettu tiiviste tai irtotiiviste) raudoitettujen, raudoittamattomien ja teräskuiduilla vahvistettujen esivalmistettujen betoniputkien ja niiden soviteosien toiminnalliset vaatimukset sekä testausmenetelmät. Tuotteiden pääasiallinen käyttötarkoitus on jätevesien ja hulevesien (sadevesi + sulamisvesi) johtaminen, painovoimaisesti tai satunnaisesti matalapaineisesti, putkilinjoissa, jotka on asennettu maahan.

SFS-EN 13380:2001, *General requirements for components used for renovation and repair of drain and sewer systems outside buildings.*

ks. kohta 1.3.1.

SFS-EN 13566-2:2005, *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks — Part 2: Lining with continuous pipes.*

Standardissa määritetään viemärintijärjestelmän kunnostuksessa käytettävien paineettomien muoviputkijärjestelmien PE- ja PP-putkien ja soviteosien vaatimukset ja testausmenetelmät. Standardi ei kata olemassa olevien putkilinjojen vaatimuksia. Standardi sisältää materiaalivaatimukset sekä geometriset, mekaaniset ja fysikaaliset ominaisuudet ja niiden testimenetelmät putkille ja sovitteille sekä tehdasvalmisteiselle ja asennetulle järjestelmälle.

Vaihtoehtoisten kunnostusmenetelmien standardeja on esitelty myös kappaleessa 3.1.3 ja raportin taulukossa 3.1.

SFS-EN ISO 11295:2010, *Classification and information on design of plastics piping systems used for renovation*

SFS-EN ISO 11298-1:2011, *Plastics piping systems for renovation of underground water supply networks - Part 1: General*

SFS-EN ISO 11298-3:2011, *Plastics piping systems for renovation of underground water supply networks - Part 3: Lining with close-fit pipes*

SFS-EN ISO 11299-1:2011, *Plastics piping systems for renovation of underground gas supply networks -- Part 1: General*

SFS-EN ISO 11299-3:2011, *Plastics piping systems for renovation of underground gas supply networks -- Part 3: Lining with close-fit pipes*

SFS-EN ISO 11296-1:2011, *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks -- Part 1: General*

SFS-EN ISO 11296-3:2011, *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks -- Part 3: Lining with close-fit pipes*

SFS-EN ISO 11296-4:2011, *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks -- Part 4: Lining with cured-in-place pipes*

Lisäksi on aloitettu vastaavien standardien laatiminen paineviemäireille numeroilla NWIP 11297-1 *Plastics piping systems for renovation of underground drainage and sewerage networks under pressure. Part 1: General* ja NWIP 11297-3 *Plastics piping systems for renovation of underground drainage and sewerage networks under pressure. Part 3: Lining with close-fit pipes*.

### 1.3.3 Viemäriverkostoa koskevia standardeja

SFS-EN 13566-1:2003 *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks. Part 1: General*

SFS-EN 13566-2:2006 *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks. Part 2: Lining with continuous pipes*

SFS-EN 13566-3:2003 *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks. Part 3: Lining with close-fit pipes*

SFS-EN 13566-4:2003 *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks. Part 4: Lining with cured-in-place pipes*

SFS-EN 13566-7:2007 *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks. Part 7: Lining with spirally-wound pipes*

ISO 11296-1 *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks -- Part 1: General*

ISO 11296-3 *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks -- Part 3: Lining with close-fit pipes*

ISO 11296-4 *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks -- Part 4: Lining with cured-in-place pipes*

Lisäksi on nyt aloitettu vastaavien standardien laatiminen paineviemäireille numeroilla NWIP 11297-1 *Plastics piping systems for renovation of underground drainage and sewerage networks under pressure --Part 1: General* ja NWIP 11297-3 *Plastics piping systems for renovation of underground drainage and sewerage networks under pressure --Part 3: Lining with close-fit pipes*.

### 1.3.4 Uusiminen

*Tuotevaatimukset ojattomaan rakenteeseen*

SFS-EN 14457:2004, *General requirements for components specifically designed for use in trenchless construction of drains and sewers*.

Standardi sisältää yleiset vaatimukset viemärointiin tarkoitetuille putkille ja niiden liitoksille, jotka on asennettu käyttäen ojatonta rakennetta.

SFS-EN 1916:2002, *Concrete pipes and fittings, unreinforced, steel fibre and reinforced*.  
ks. kohta 1.3.2

## 1.4 Asennus

### 1.4.1 Kunnostus

SFS-EN 13566-2:2005, *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks — Part 2: Lining with continuous pipes*

Standardiehdotuksessa määritellään yksityiskohtaiset ohjeet viemäröintijärjestelmän kunnostuksessa käytettävän jatkuvan putken asennuksen alkuvalmisteluille, varastoinnille, käsittelylle ja kuljetukselle, asennusvälineille sekä asennuskäytännöille. Huom. Standardi tullaan muuttamaan EN ISO -standardiksi lähivuosina (ISO 11296 -sarjaan).

SFS-EN ISO 11296-1:2011, *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks - Part 1: General*

Standardi määrittelee muun muassa asennuksen yleiset vaatimukset, turvatoimet, jäljitellyt asennukset sekä prosessiin liittyvän tarkastuksen.

SFS-EN ISO 11296-3:2011, *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks - Part 3: Lining with close-fit pipes*

Standardissa määritellään yksityiskohtaiset ohjeet viemäröintijärjestelmän kunnostuksessa käytettävän tiiviin liitoksen putkiasennuksen esivalmisteluille, varastoinnille, käsittelylle ja kuljetukselle, asennusvälineille ja asennuskäytännöille sekä prosessiin liittyvälle tarkastukselle ja testaukselle.

SFS-EN ISO 11296-4:2011, *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks - Part 4: Lining with cured-in-place pipes*

Standardi sisältää yksityiskohtaiset ohjeet viemäröintijärjestelmän kunnostuksessa käytettävien kovettettävien putkien asennuksen esivalmistelulle, varastoinnille, käsittelylle ja kuljetukselle, asennusvälineille ja asennuskäytännöille sekä prosessiin liittyvälle tarkastukselle ja testaukselle.

SFS-EN ISO 11296-7, *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks – Part 7: Lining with spirally-wound pipes*

## 1.4.2 Uusiminen

### *Asennusmenetelmät kaivamattomalle rakenteelle*

SFS-EN 12889:2000, *Trenchless construction and testing of drains and sewers.*

Standardi soveltuu uusien, pääosin painovoimaisesti toimivien ja tehdasvalmisteisia putkia ja niiden liitoksia käyttävien viemäröintijärjestelmien ojattomaan rakentamiseen ja testaukseen. Paineputkille voidaan soveltaa myös standardia SFS-EN 805 yhdessä tämän standardin kanssa.

## 1.5 Hyväksyntätestaus

### 1.5.1 Tiiviyskoe

#### *Tiiviyskoe korjatulle tai kunnostetulle järjestelmälle*

Standardi SFS-EN 805 soveltuu paineputkille. Muutoin korjatuille tai kunnostetuille järjestelmille ei ole julkaistu eurooppalaista standardia.

#### *Tiiviyskoe ojattomalla rakenteella korvatulle järjestelmälle*

SFS-EN 12889:2000, *Trenchless construction and testing of drains and sewers.*

ks. kohta 1.4.2. Pääosin painovoimaisesti toimivan, ojattoman rakenteen viemäröintijärjestelmän tiiviyskokeet on määritelty käyttäen testiväliaineena joko ilmaa (menetelmä "L") tai vettä (menetelmä "W"). Paineputket on testattava standardin SFS-EN 858 mukaisesti.

## 1.6 Asennuksen jälkeinen tuotetestaus

Mikäli tuotteen ominaisuudet muuttuvat asennuksen yhteydessä, seuraaville testausmenetelmille on olemassa eurooppalainen standardi.

### 1.6.1 Järjestelmän korjauksen jälkeinen tuotetestaus

SFS-EN 13380:2001, *General requirements for components used for renovation and repair of drain and sewer systems outside buildings.*

ks. kohta 1.3.1. Standardissa määritetään tuotetestaukset tehdasvalmisteisille ja paikan päällä valmistetuille tuotteille.

### 1.6.2 Järjestelmän kunnostuksen jälkeinen tuotetestaus

SFS-EN 13380:2001, *General requirements for components used for renovation and repair of drain and sewer systems outside buildings.*

ks. kohta 1.3.1.

SFS-EN ISO 11296-1:2011, *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks — Part 1: General.*

ks. kohta 1.3.2. Standardissa määritellään hyväksyntätestauksen vaatimukseen, että asennettu vuoraus on dokumentoidusti tarkastettava visuaalisesti sisäpuolelta koko pituudeltaan.

SFS-EN 13566-2:2005, *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks — Part 2: Lining with continuous pipes.*

ks. kohta 1.3.2. Tuotteiden sopivuus tiettyyn tarkoitukseen on testattava standardissa kuvattujen menetelmien mukaisesti.

SFS-EN ISO 11296-3:2011, *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks — Part 3: Lining with close-fit pipes.*

ks. kohta 1.3.2. Tuotteiden sopivuus tiettyyn tarkoitukseen on testattava standardissa kuvattujen menetelmien mukaisesti.

SFS-EN ISO 11296-4:2011, *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks — Part 4: Lining with cured-in-place pipes.*

ks. kohta 1.3.2. Tuotteiden sopivuus tiettyyn tarkoitukseen on testattava standardissa kuvattujen menetelmien mukaisesti.

SFS-EN ISO 11296-7:2011, *Plastics piping systems for renovation of underground non-pressure drainage and sewerage networks — Part 7: Lining with spirally-wound pipes*

ks. kohta 1.3.2. Tuotteiden sopivuus tiettyyn tarkoitukseen on testattava standardissa kuvattujen menetelmien mukaisesti.

## 2 Standardit materiaalien vaikutuksesta talousveteen

Komitean CEN/TC 164 alla on julkaistuja/laadintavaiheessa olevia materiaalien testausstandardeja seuraavasti:

SFS-EN 1420-1:2000, *Influence of organic materials on water intended for human consumption. Determination of odour and flavour assessment of water in piping systems. Part 1: Test method*

SFS-EN 12873-1:2004, *Influence of materials on water intended for human consumption. Influence due to migration. Part 1: Test method for non-metallic and non-cementitious factory made products*

SFS-EN 12873-2:2005, *Influence of materials on water intended for human consumption. Influence due to migration. Part 2: Test method for non-metallic and non-cementitious site-applied materials*

SFS-EN 13052-1:2002, *Influence of materials on water intended for human consumption. Organic materials. Determination of colour and turbidity of water in piping systems. Part 1: Test method*

SFS-EN 14395-1:2004, *Influence of organic materials on water intended for human consumption. Organoleptic assessment of water in storage systems. Part 1: Test method*

SFS-EN 14718:2006, *Influence of organic materials on water intended for human consumption. Determination of the chlorine demand. Test method*

SFS-EN 14944-1:2006, *Influence of cementitious products on water intended for human consumption. Test methods. Part 1: Influence of factory made cementitious products on organoleptic parameters*

SFS-EN 14944-3:2007, *Influence of cementitious products on water intended for human consumption. Test methods. Part 3: Migration of substances from factory-made cementitious products*

SFS-EN 15664-1:2008/prA1, *Influence of metallic materials on water intended for human consumption. Dynamic rig test for assessment of metal release. Part 1: Design and operation*

SFS-EN 15664-2:2010, *Influence of metallic materials on water intended for human consumption. Dynamic rig test for assessment of metal release. Part 2: Test waters*

prEN 15768, *The GC-MS identification of water leachable organic substances from materials in contact with water intended for human consumption*

prEN 16056, *Influence of metallic materials on water intended for human consumption. Method to evaluate the passive behaviour of stainless steels*

FprEN 16057, *Influence of metallic materials on water intended for human consumption. Determination of residual surface lead (Pb). Extraction method*

FprTR 16364, *Influence of materials on water intended for human consumption. Influence due to migration. Prediction of migration from organic materials using mathematical modelling*

### 3 Betoniin liittyvät standardit

#### 3.1 Betoni materiaalina

SFS-EN 206-1:2001+A1:2005+A2:2005, *Betoni. Osa 1: Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimuksenmukaisuus*

#### 3.2 Betonin lisäaineet

SFS-EN 934-1:2008, *Betonin, laastin ja juotoslaastin lisäaineet. Yhteiset vaatimukset.*

SFS-EN 934-2:2009, *Betonin, laastin ja juotoslaastin lisäaineet. Betonin lisäaineet. Määritelmät, vaatimukset, vaatimustenmukaisuus ja merkintä.*

SFS-EN 934-3:2009, *Betonin, laastin ja injektointilaastin lisäaineet. Osa 3: Muurauslaastin lisäaineet. Määritelmät, vaatimukset, vaatimustenmukaisuus ja merkintä.*

Tämä eurooppalainen standardi määrittelee sementtipohjaisessa muurauslaastissa käytettävien lisäaineiden vaatimukset ja vaatimustenmukaisuuden ehdot. Standardi koskee kahta

lisäainetyyppejä: pitkäaikaishidastavaa ja huokostavaa/notkistavaa lisäainetta, joita käytetään valmislaasteissa ja työmaalla valmistetuissa muurauslaasteissa. Tämä eurooppalainen standardi ei koske lisäaineiden käyttöä muurauslaastissa, vaan sitä käsitellään standardeissa EN 998-1 ja EN 998-2.

SFS-EN 934-4 :2009, *Admixtures for concrete, mortar and grout. Part 4: Admixtures for grout for prestressing tendons. Definitions, requirements, conformity, marking and labeling.*

Tämä eurooppalainen standardi määrittelee vaatimukset ja kelpoisuuskriteerit standardin EN 447 mukaisille ankkurijänteiden injektointilaasteissa käytettäville lisäaineille. Standardi kattaa vain työmaalla) sekoitettavissa injektointilaasteissa käytettävät lisäaineet. Edellytykset injektointilaastin lisäaineiden käytölle eivät ole osa tätä standardia vaan käsitellään standardissa EN 447.

SFS-EN 934-5:2008, *Admixtures for concrete, mortar and grout. Part 5: Admixtures for sprayed concrete. Definitions, requirements, conformity, marking and labeling.*

This European Standard defines and specifies requirements and conformity for admixtures specifically intended for use in sprayed concrete. The types of admixtures covered are: set accelerating and non-alkaline set accelerating admixtures, consistence control admixtures; bond improving admixtures. Provisions governing the practical application of these admixtures in the production of sprayed concrete are not part of this European Standard

SFS-EN 934-6 + A1:2006, *Betonin, laastin ja juotoslaastin lisäaineet. Näytteenotto, vaatimustenmukaisuuden valvonta ja vaatimustenmukaisuuden arviointi.*  
(Liittyy direktiiviin 89/106/EE)

### 3.3 Betonin seosaineet

SFS-EN 450-1 + A1:2009, *Fly ash for concrete. Part 1: Definition, specifications and conformity criteria*

SFS-EN 450-2:2005, *Betoniin käytettävä lentotuhka. Osa 2: Vaatimustenmukaisuuden arviointi*

SFS-EN 13263-1 + A1:2009, *Silica fume for concrete. Part 1: Definitions, requirements and conformity criteria*

SFS-EN 13263-2:2005 + A1:2009, *Silica fume for concrete. Part 2: Conformity evaluation*

SFS-EN 15167-1:2006, *Betoniin, laastiin ja juotoslaastiin käytettävä jauhettu granuloitu masuunikuona. Osa 1: Määritelmät, vaatimukset ja vaatimustenmukaisuus*

SFS-EN 15167-2:2006, *Betoniin, laastiin ja juotoslaastiin käytettävä jauhettu granuloitu masuunikuona. Osa 2: Vaatimustenmukaisuuden arviointi*

CEN/TR 15840:2009, *Evaluation of conformity of fly ash for concrete. Guidelines for the application of EN 450-2*

### 3.4 Betoniin käytettävät kuidut

SFS-EN 14889-1:2006, *Fibres for concrete. Part 1: Steel fibres. Definitions, specifications and conformity*

SFS-EN 14889-2:2006, *Fibres for concrete. Part 2: Polymer fibres. Definitions, specifications and conformity*

### 3.5 Betoniin käytettävä vesi

SFS-EN 1008:2002, *Betonin valmistukseen käytettävä vesi. Näytteenotto, testaus ja veden soveltuvuuden arviointi betonin valmistukseen, mukaan lukien betoniteollisuuden prosesseista talteen otettu vesi*

### 3.6 Betonin suojaus ja korjaus, tuotteet ja menetelmät

SFS-EN 1504-1:2006, *Betonirakenteiden suojaus- ja korjausaineet ja niiden yhdistelmät. Määritelmät, vaatimukset, laadunvalvonta ja vaatimustenmukaisuuden arviointi. Osa 1: Määritelmät*

SFS-EN 1504-2:2005, *Betonirakenteiden suojaus- ja korjausaineet ja niiden yhdistelmät. Määritelmät, vaatimukset, laadunvalvonta ja vaatimustenmukaisuuden arviointi. Osa 2: Betonipinnan suojaus*

SFS-EN 1504-3:2006, *Betonirakenteiden suojaus- ja korjausaineet ja niiden yhdistelmät. Määritelmät, vaatimukset, laadunvalvonta ja vaatimustenmukaisuuden arviointi. Osa 3: Rakenteellinen ja ei-rakenteellinen korjaus*

SFS-EN 1504-4:2005, *Betonirakenteiden suojaus- ja korjausaineet ja niiden yhdistelmät. Määritelmät, vaatimukset, laadunvalvonta ja vaatimustenmukaisuuden arviointi. Osa 4: Rakenteellinen liimaus*

SFS-EN 1504-5:2005, *Betonirakenteiden suojaus- ja korjausaineet ja niiden yhdistelmät. Määritelmät, vaatimukset, laadunvalvonta ja vaatimustenmukaisuuden arviointi. Osa 5: Betonirakenteen injektointi*

SFS-EN 1504-6:2006, *Betonirakenteiden suojaus- ja korjausaineet ja niiden yhdistelmät. Määritelmät, vaatimukset, laadunvalvonta ja vaatimustenmukaisuuden arviointi. Osa 6: Betoniterästangon ankkurointi*

SFS-EN 1504-7:2006, *Betonirakenteiden suojaus- ja korjausaineet ja niiden yhdistelmät. Määritelmät, vaatimukset, laadunvalvonta ja vaatimustenmukaisuuden arviointi. Osa 7: Raudoituksen korroosionesto*

SFS-EN 1504-8:2005, *Betonirakenteiden suojaus- ja korjausaineet ja niiden yhdistelmät. Määritelmät, vaatimukset, laadunvalvonta ja vaatimustenmukaisuuden arviointi. Osa 8: Laadunvalvonta ja vaatimustenmukaisuuden arviointi*

SFS-EN 1504-9:2009, *Betonirakenteiden suojaus- ja korjausaineet ja niiden yhdistelmät. Määritelmät, vaatimukset, laadunvalvonta ja vaatimustenmukaisuuden arviointi. Osa 9: Suojaus- ja korjausaineiden ja niiden yhdistelmien periaatteet*

SFS-EN 1504-10:2004, *Betonirakenteiden suojaus- ja korjausaineet ja niiden yhdistelmät. Määritelmät, vaatimukset, laadunvalvonta ja vaatimustenmukaisuuden arviointi. Osa 10: Aineiden ja niiden yhdistelmien työmaakäyttö ja työn laadunvalvonta*

### 3.7 Betonin suojaus ja korjaus, testaus

SFS-EN 1542:1999, *Products and systems for the protection and repair of concrete structures. Test methods. Measurement of bond strength by pull-off*

SFS-EN 1543:1998, *Products and systems for the protection and repair of concrete structures. Test methods. Determination of tensile strength development for polymers*

SFS-EN 1544:2007, *Products and systems for the protection and repair of concrete structures. Test methods. Determination of creep under sustained tensile load for synthetic resin products (PC) for the anchoring of reinforcing bars*



SFS-EN 1766:2000, *Betonirakenteiden suojaus- ja korjausaineet ja niiden yhdistelmät. Testausmenetelmät. Testauksen vertailubetonit*

SFS-EN 1767:1999, *Products and systems for the protection and repair of concrete structures. Test methods. Infrared analysis*

SFS-EN 1770:1998, *Products and systems for the protection and repair of concrete structures. Test methods. Determination of the coefficient of thermal expansion*

SFS-EN 1771:2004, *Products and systems for the protection and repair of concrete structures. Test methods. Determination of injectability and splitting test*

SFS-EN 1799:1999, *Products and systems for the protection and repair of concrete structures. Test methods. Tests to measure the suitability of structural bonding agents for application to concrete surface*

SFS-EN 1877-1:2001, *Products and systems for the protection and repair of concrete structures. Test methods. Reactive functions related to epoxy resins. Part 1: Determination of epoxy equivalent*

SFS-EN 1877-2:2001, *Products and systems for the protection and repair of concrete structures. Test methods. Reactive functions related to epoxy resins. Part 2: Determination of amine functions using the total basicity number*

SFS-EN 13300:2001, *Maalit ja lakat. vesiohenteiset pinnoiteaineet ja yhdistelmät sisäseinille ja -katoille.*

SFS-EN 14068:2004, *Products and systems for the protection and repair of concrete structures. Test methods. Determination of watertightness of injected cracks without movement in concrete*

SFS-EN 14117:2005, *Products systems for the protection and repair of concrete structures. Test methods. Determination of time of efflux of cementitious injection products*

SFS-EN 14497:2005, *Products and systems for the protection and repair of concrete structures. Test methods. Determination of the filtration stability*

SFS-EN 14498:2005, *Products and systems for the protection and repair of concrete structures. Test methods. Volume and weight changes of injection products after air drying and water storage cycles*

SFS-EN 14629:2007, *Products and systems for the protection and repair of concrete structures. Test methods. Determination of chloride content in hardened concrete*

SFS-EN 14630:2007, *Products and systems for the protection and repair of concrete structures. Test methods. Determination of carbonation depth in hardened concrete by the phenolphthalein method*

SFS-EN 15183:2006, *Products and systems for the protection and repair of concrete structures. Test methods. Corrosion protection test*

### 3.8 Ruiskubetonointi

SFS-EN 14487-1:2006, *Ruiskubetoni. Osa 1: Määritelmät, vaatimukset ja vaatimustenmukaisuus*

SFS-EN 14487-2:2007, *Ruiskubetoni. Osa 2: Toteuttaminen*

Pelto-Huikko Aino ja Kaunisto Tuija:  
Vesijohtojen saneerauspinnoitus  
ISBN: 978-952-67166-7-1  
ISSN: 1799-2125  
Vesi-Instituutti WANDER  
Sinkokatu 11, 26100 Rauma  
[www.vesi-instituutti.fi](http://www.vesi-instituutti.fi)