

Jani Puhakka

Rakenteellisten takorautaosien korroosionesto ulkomuseossa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

YAMK

Konservointi

Opinnäytetyö

22.2.2014

Tekijä(t) Otsikko	Jani Puhakka Rakenteellisten takorautaosien korroosionesto ulkomuseossa
Sivumäärä Aika	57 sivua + 6 liitettä 1.3.2014
Tutkinto	Konservoinnin ylempi ammattikorkeakoulututkinto
Koulutusohjelma	Konservointi
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	lehtori Heikki Häyhä
<p>Opinnäytetyön aiheena on rakenteellisten takorautaosien korroosionesto ulkomuseossa. Ulkona olevat takorautaosat altistuvat suojaamattomana korroosiolle ja niiden tuhoutuminen on nopeaa sekä väistämätöntä. Hyvällä korroosionestotekniikalla voidaan korroosionopeutta merkittävästi hidastaa.</p> <p>Tutkimuksen tavoitteena on antaa ulkomuseoiden työntekijöille tietoa ulkona rakenteissa kiinni olevien takorautaosien korroosiosta, korroosionestotekniikasta ja siinä käytettävistä korroosiosuoja-aineista.</p> <p>Opinnäytetyössä esitellään moderneja ja perinteisiä korroosiosuoja-aineita, korroosiosuoja-aineilta vaadittavia ominaisuuksia sekä kuinka korroosiosuoja-aine käsittelyt tulisi tehdä. Opinnäytteeseen on poimittu esimerkkejä kansainvälisistä korroosiosuoja-aineisiin liittyvistä tutkimuksista ja se esittelee myös periaatteita kuinka korroosiosuoja-aineita ja rakenneteräksen korroosiosta voidaan tieteellisesti tutkia.</p>	
Avainsanat	Takorauta, korroosionestotekniikka, korroosiosuoja-aine,

Author(s) Title Number of Pages Date	Jani Puhakka Structural wrought iron parts corrosion protection in the open air museum 57 pages + 6 appendices
Degree	Master of arts and culture
Degree Programme	Conservation
Specialisation option	
Instructor(s)	Lecturer, Heikki Häyhä
<p>The thesis, which is the subject of the open air museum wrought iron parts for structural corrosion protection. The wrought iron parts are exposed to unprotected, corrosion, and their destruction is a rapid and inevitable. Good corrosion protection technology can significantly slow down the speed of corrosion.</p> <p>The aim of this study is to provide information to the workers of the open-air museums for corrosion of wrought iron parts, corrosion prevention technology and is used in corrosion protection products.</p> <p>Thesis presented to the modern and traditional, corrosion protection, corrosion protection of required properties as well as how the corrosion protection treatments should be done. The doctrine of the sample is drawn from the examples of international corrosion protection-related studies, and it also presents the principles of how corrosion protection and structural steel corrosion can be scientifically studied.</p>	
Keywords	wrought iron, corrosion protection technology, corrosion protection treatment

Sisällys

Kiitokset	1
1 Johdanto.....	2
2 Korroosion lyhyt oppimäärä.....	3
3 Korroosioestotekniikan historia.....	5
4 Korroosiosuoja-aineilta vaadittavat ominaisuudet	7
4.1 Suojausaika	7
4.2 Ulkonäkö	7
4.3 Kovuus	8
4.4 Tarttuvuus	9
4.5 Suoja-aineen kuivumisaika	9
4.6 Ympäristöystävällisyys.....	9
4.7 Käyttäjäturvallisuus	10
4.8 Poistettavuus.....	10
4.9 Saatavuus	11
5 Korroosionestossa käytettävät suoja-aineet.....	11
5.1 Modernit korroosiosuoja-aineet	12
5.1.1 Auto- ja metalliteollisuuden tuotteet	12
5.1.2 Vahat	13
5.1.3 Lakat.....	14
5.1.4 Paraloidit.....	14
5.2 Perinteiset korroosiosuoja-aineet.....	15
5.2.1 Terva	15
5.2.2 Öljyt.....	16
5.2.3 Rasvat	16
5.2.4 Vahat	17
6 Korroosiosuojauksen periaatteet ulkomuseossa	18
6.1 inventointi, dokumentointi, arkistotutkimukset, laboratoriotutkimukset	18
6.2 Vauriokartoitus	18
6.3 Konservointisuunnitelma	19
6.4 Konservointitoimenpiteet	19
6.4.1 Ennaltaehkäisevät toimenpiteet	19

6.4.2 Suojaus	19
6.4.3 puhdistus	20
6.4.4 Käsittelyt	21
7 Korroosiosuoja-aineiden testaus	22
7.1 Koekappaleiden valmistus.....	22
7.2 Koekappaleiden esikäsittelyt	23
7.3 Korroosiosuoja-aine käsittelyt.....	23
7.3.1 Modernit korroosiosuoja-aineet.....	23
7.3.2 Perinteiset korroosiosuoja-aineet	24
7.4 Korroosiosuoja-aineiden testausasema.....	24
8 Korroosiosuoja-aineiden ja olosuhteiden tutkimusmenetelmät	26
8.1 Korroosiosuoja-aineiden kalvopaksuuksien magneettimittaus.....	26
8.2 Ilman lämpötila- ja kosteusmittaus.....	27
8.3 Painohäviömittaus	27
8.4 Pinnoitteiden huononemisen arviointi.....	28
8.4.1 Korroosiosta vapaat koekappaleet	29
8.4.2 Korrodoituneet koekappaleet.....	30
9 Korroosiosuoja-aineiden tutkimustulosten analysointi	32
9.1 Auto- ja metalliteollisuudessa käytettävät korroosiosuoja-aineet.....	32
9.2 Mikrokidevahat	41
9.3 Rasvat	44
9.4 Perinteiset korroosiosuoja-aineet.....	46
9.5 Paraloidit	52
9.6 Käsittelemätön rakenneteräs S 235 JR.....	54
10 Yhteenveto.....	55
Lähteet	57
Liite 1 Modernien korroosiosuoja-aineiden esittely	
Liite 2 Korroosiosuoja-aineiden arviointitaulukot	
Liite 3 Ilmatieteenlaitos. Ilman lämpötila- ja kosteusolosuhteet Helsinki (Kaisaniemi)	
Liite 4 Ilman lämpötila- ja kosteusolosuhteet Helsinki (Seurasaari)	
Liite 5 Modernien korroosiosuoja-aineiden kalvopaksuuksien mittaustulokset	
Liite 6 Perinteisten korroosiosuoja-aineiden kalvopaksuuksien mittaustulokset	

Kiitokset

Monet ihmiset ovat auttaneet minua opinnäytetyötä tehdessä. Haluan kiittää erityisesti Metropolian ammattikorkeakoulun konservoinnin koulutusohjelman henkilökuntaa ja erityisesti opinnäytetyöni ohjaajaa lehtori Heikki Häyhää sekä lehtori Kirsi Perkiömäkeä kaikesta saamastani avusta sekä hyvästä yhteistyöstä. Ilman heidän neuvojan ja asiantuntemusta opinnäytetyöni olisi jäänyt tekemättä. Lisäksi tahdon kiittää Metropolian materiaali- ja pintakäsittelyn koulutusohjelman yliopettajaa Kai Laitista ja laboratorioinsinööri Pekka Saranpäättä sekä työnantajaani Museovirastoa ja Telko Oy:tä hyvästä yhteistyöstä. Lämpimät erityiskiitokset ansaitsee vaimoni Mari kaikesta tuesta ja kärsivällisyydestä opinnäytetyöprosessin aikana.

1 Johdanto

Ulkomuseossa olevissa rakennuksissa on takorautaisia teräsosia, jotka suojaamattomana altistuvat ulkona korroosiolle. Teräsosia on rakennusten täydentävissä rakennusosissa, kuten esim. ovissa ja ikkunoissa. Ovissa niitä esiintyy saranoissa, vetimissä, lukkokilvissä ja suljinlaitteissa. Ikkunoissa teräsosia on perinteisesti käytetty puitteiden kulmissa vahvistuksina ja saranoissa sekä suljinlaitteissa. Takorautaosat ovat yleensä hyvin tiukasti kiinni alustassaan, jolloin niiden irrottaminen voi vahingoittaa itse osaa tai sitä ympäröivää materiaalia. Tällöin on parasta suojata kyseiset teräsosat paikoillaan mahdollisimman pienin ja tehokkain toimenpitein.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on antaa ulkomuseoiden työntekijöille tietoa ~~ulkona~~ rakenteissa kiinni olevien takorautaosien korroosiosta, korroosionestotekniikasta ja siinä käytettävistä korroosiosuoja-aineista. Tutkimuksessa esitetään myös kuinka voidaan tieteellisesti tutkia ja testata erilaisia korroosiosuoja-aineita teräspinnoilla. Pyrkimyksenä oli löytää ennalta asetetut kriteerit täyttäviä korroosiosuoja-aineita, jotka olisivat mahdollisimman tehokkaita suojausvaikutuksiltaan, esteettisesti hyväksyttäviä ja mahdollisimman helppokäyttöisiä kenttäolosuhteissa ulkomuseoissa, vähäiset hoitoresurssit huomioiden.

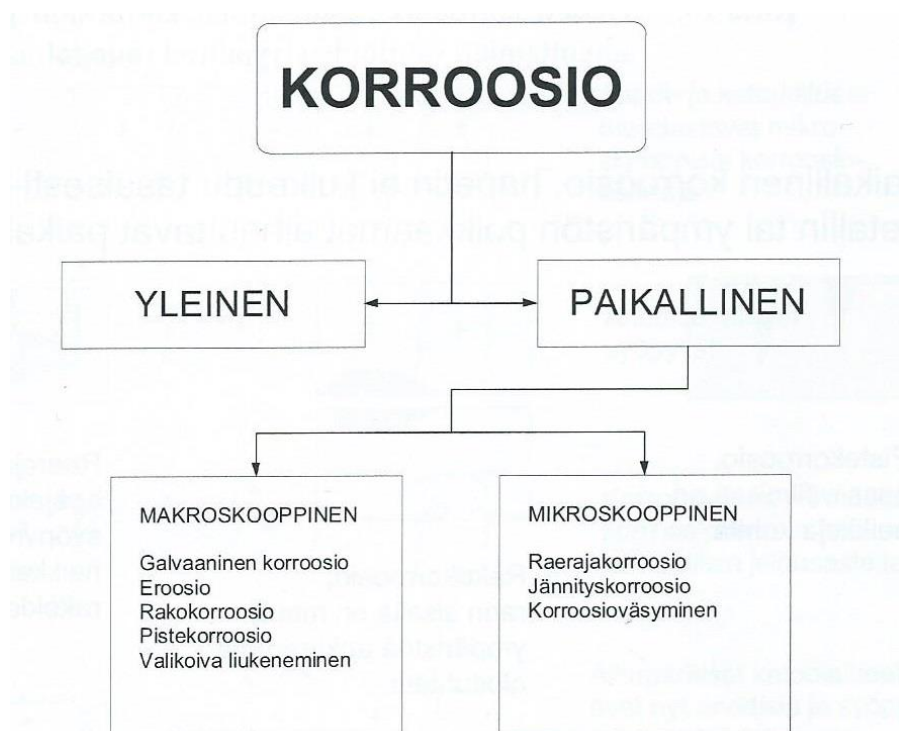
Tutkimuksessa olen tehnyt kokeiluja moderneilla ja perinteisillä korroosiosuoja-aineilla.. Suurin osa tutkimuksessa testatuista moderneista suoja-aineista on tarkoitettu teollisuuden tarpeisiin korroosiosuoja-aineiksi, autoteollisuuteen ja terästuotteiden pitkäaikaiseen varastointiin. Lisäksi tutkimuksessa on mukana vahoja ja liimoja, joita käytetään yleisesti konservoinnissa lähinnä sisätiloissa. Koska tutkimukseni kohdistui ulkomuseoon, jonka pääperiaatteena oli esitellä perinteisiä suomalaisia kansanrakennuksia ja kansanrakentamisen tekniikoita, halusin opinnäytteessä tuoda esille myös esimerkkejä erilaisista perinteisistä korroosiosuoja-aineista ja niiden suojauskyvystä korroosiota vastaan, joita ovat mm. terva, öljyt, rasvat ja vahat.

2 Korroosion lyhyt oppimäärä

Metallien korroosion eli ruostumisen syyt ovat fysikaaliset muutokset, kemialliset muutokset, elektro-kemialliset muutokset tai näiden yhdistelmät (Ashurt John & Nicola 1989, 8). Toisin sanoen korroosio on sähkö-kemiallinen ilmiö, joka perustuu metallin pinnalla oleviin hapettumis- ja pelkistymisreaktioihin.

Ympäristötekijöiden lisäksi kappaleen muoto ja rakennetekijät yhdessä ympäristön mikroilmaston kanssa vaikuttavat korroosioon. (Kaunisto 1994, 99 -100.)

Korroosion kannalta pahimpia rasitteita ovat ilmasta peräisin olevat vesi, happi ja ilman epäpuhtaudet, joita ovat rikkivety, rikkidioksidi, typpioksidi, kloridi ja ammoniumtyppi. Korroosioon syntyy vaikuttaa suotuisasti myös ilman lämpötila. Korroosiolle otollinen lämpötila on + 0 celsiusasteen yläpuolella. Jos ilman lämpötila laskee alle + 0 celsiusta, syöpmistä ei tapahdu puhtaassa ilmassa. Epäpuhtaalla pinnalla korrodoituminen voi jatkua, sillä monet suolat alentavat elektrolyytin jäätympistettä. (Drake 1988, 225.)



Taulukko 1. Korroosionmuotojen jaottelu (Aromaa 2005, 63).

Taulukosta 1 nähdään korroosiotyypit, jotka on jaoteltu seuraavasti: ovat: Yleinen korroosio ja paikallinen korroosio. Paikallinen korroosio on vaarallisempaa ja se voidaan jaotella makroskooppiseen ja mikroskooppiseen. Makroskooppiseen kuuluu

galvaaninen korroosio, eroosio, rakokorroosio, pistekorroosio ja valikoiva liukeneminen. Mikroskooppiseen luetaan kuuluvaksi raerajakorroosio, jännityskorroosio ja korroosioväsyminen (Aromaa 2009, 63).

Teräs alkaa ruostua, jos ilman suhteellinen kosteus ylittää 60 %. Raja ei ole tarkka, koska monet muut tekijät vaikuttavat korroosioon kuten esim. ilmansaasteet ja kosteana oloaika (Henriksson 1988, 447). Kun kosteus ylittää 80 %, ruoste joka on teräksen pinnalla, muuttuu hygroskooppiseksi (Aromaa 2009, 24). Korroosioon voi vaikuttaa myös esim. veden virtausnopeus, mekaaninen hankaus, metallin jännitykset ja biologiset eliöt. Lisäksi liuenneet suolat vaikuttavat voimakkaasti terästen korroosiokestävyyteen, varsinkin merien läheisyydessä, jolloin kloridipitoisuudet voivat olla suurempia kuin sisämaassa.

Ilmastolliselle korroosiorastitukselle on laadittu rasisusluokat (Taulukko 2), joita käytetään arvioitaessa metallien kestävyttä ja suojaustoimenpiteiden laajuutta. Standardi SFS-ISO 12944-2 luokittelee ilmastorasitukset kuuteen luokkaan: C1, C2, C3, C4, C5 ja C6. Helsinki kuuluu rasisusluokkaan C3, kohtalainen. C3 kuvataan standardissa seuraavasti: C3 esiintyy ulkona kaupunki – ja teollisuusilmassa, jossa on kohtalainen rikkidioksidikuormitus ja rannikkoalueilla, joilla on alhainen suolapitoisuus.

Ympäristö- luokka	Yksikkö	Metallin korroosionopeus			
		Teräs	Sinkki	Kupari	Alumiini
C1	g/m ² /vuosi	0-10	0-0.7	0-0.9	Merkityksetön
	µm/vuosi	0-1.3	0-0.1	0-0.1	
C2	g/m ² /vuosi	10-200	0.7-5	0.9-5	0-0.6
	µm/vuosi	1.3-25	0.1-0.7	0.1-0.6	
C3	g/m ² /vuosi	200-400	5-15	5-12	0.6-2
	µm/vuosi	25-50	0.7-2.1	0.6-1.3	
C4	g/m ² /vuosi	400-650	15-30	12-25	2-5
	µm/vuosi	50-80	2.1-4.2	1.3-2.8	
C5	g/m ² /vuosi	650-1500	30-60	25-50	5-10
	µm/vuosi	80-200	4.2-8.4	2.8-5.6	

Taulukko 2. Metallien korroosionopeutta arvioidaan standardi ISO 9223 mukaan.

Korroosionopeus Suomessa oli 1986 – 1990 Suomessa maaseudulla 35 – 42 μm ja kaupunkiympäristössä n 59 - 97 μm . Yhden vuoden kestävässä hiiliteräksen korroosiotutkimuksessa syöpymä Helsingissä oli 34,7 μm . (Kaunisto 1994, 84.)

Ilman epäpuhtaudet kiihdyttävät siis teräksen korroosiota jopa kaksinkertaiseksi maaseudun puhtaampaan ilmaan verrattuna. Korroosionopeus ei etene lineaarisesti vaan se vähenee ajan myötä merkittävästi. (Kaunisto 1994, 98.)

3 Korroosioestotekniikan historia

Yksi vanhimmista kirjallisista maininnoista korroosiosta on lähtöisin Antiikin kreikasta, filosofi Platonin taholta (427 – 347 eaa.). Myös kauko-idässä rautaa osattiin suojata korroosiolta esim. lakkaamalla metallipintoja jo useita satoja vuosia ennen ajanlaskumme alkua. Korroosioon syntyyn vaikuttavia tekijöitä ei tunnettu kovin hyvin, mutta käytännössä tiedettiin keinoja, joilla pystyttiin estämään korroosiota. (Aromaa 2000, 6-7.)

Roomalaiset tunsivat myös metallien korroosion ja osasivat tehdä suojaavia toimenpiteitä mm. raudan korrodoitumisen estämiseksi. Rooman kansalainen Plinius vanhempi (23 - 79 jaa.) ehdotti jo noin vuonna 70 jaa. bitumin, pien, lyijy valkoisen ja kipsin käyttöä raudan suojaamiseksi. (Aromaa 2000, 6-7.)

Oikeastaan merkittäviä muutoksia ei korroosioestotekniikassa tapahtunut moneen vuosisataan Euroopassa. Vasta 1600-luvulta löytyy uusia viitteitä kirjallisesti rautaosien suojaamisesta korroosiolta. Tällöin rautaa suojattiin mm. upottamalla se kuumennettuun öljyyn tai vahaan. 1600-luvulta löytyy ensimmäisiä viitteitä siitä, että opittiin käyttämään myös lyijyä korroosionestossa lähinnä erilaisten maalien kanssa. (Aromaa 2000, 6 -7.)

Varsinainen korroosiotutkimus vanhalla mantereella alkoi 1700-luvulla ja käsitettä korroosio alettiin käyttää 1800-luvulla. 1800-luvun ensimmäisillä vuosikymmenillä uusia korroosionestoaineita näyttävät olleen vernissa ja pihka, joita on suositeltu käytettäväksi mm. kirjallisissa lähteissä, teräsosien pinnoittamiseen. 1800-luvun puolivälissä ymmärrettiin jo korroosionestomaalauksen perusteet, kuten pohjatöiden ja pinnan puhdistamisen tärkeys. (Aromaa 2000, 6-7.)

Tiedetään, että Euroopan ulkopuolella esim. USA:ssa käytettiin 1860 – luvulla jo yleisesti kivihiihervapohjaisia maaleja ja lakkoja laivojen rautaosien suojaamiseen ja

1885 suositeltiin lyijymönjän käyttöä. Hyvä esimerkki onnistuneesta Euroopassa tehdystä korroosionestosta on Eiffel-torni, joka valmistui 1889. Tornin teräsosat käsiteltiin tekemällä pohjamaalaus lyijymönjällä ja pintamaalaus pellavaöljyllä, johon oli lisätty lyijyvalkoista. (Aromaa 2000, 6 -7.)

Lyijymönjä pysyikin varsin pitkään korroosionsuojauksen päätuotteena kaikkialla maailmassa ja se olisi todella hyvä suoja-aine vielä nykyisinkin, ellei se olisi niin kovin myrkyllinen, että sen käytöstä jouduttiin luopumaan. Lyijymönjää tuli korvaamaan korroosiosuojauksessa sinkkioksidimaalit, jotka alkoivat tulla markkinoille yleisesti jo 1800 – luvun loppupuolella.

Museoissa mietittiin 1920-luvulla jo hyvin syvällisesti rautaesineiden säilyttämismetodeja. Tuolloin oli jo selkeää, että esineestä on poistettava ennen käsittelyä syövyttävät aineet ja ruoste, jonka jälkeen esineen pinta on peitettävä ilman ja kosteuden vaikutuksilta suojaavilla aineilla. Tuolloin haluttiin jo varmistua myös siitä, että esineessä olevat käsityönjäljet ja koristekuviot oli oltava selvästi näkyvissä pintakäsittelyjen jälkeenkin. (Suomen Museo 1920 - 21, Kampman, 52.)

Yleisesti suositeltiin korroosiosuoja-aineeksi mm. parafiinia. Esineet laitettiin 110 – 125 asteiseen sulaan parafiiniin ja niitä keitettiin 4 – 6 tuntia. Jollei kyseinen menettely ollut mahdollista, käytettiin esineiden suojaamiseen petroleumia tai bensiiniä. Joskus käytettiin vahaa, joka oli sulatettu tärpättiin tai pellavansiemenöljyä ja vernissaa. Nämä aineet yleensä siveltiin kylmänä rautaesineiden päälle. Myös vaseliinia käytettiin yleisesti. (Suomen Museo 1920 - 21, Kampman, 52.)

Seurasaaren ulkomuseossa on takorautaosien suojaukseen käytetty myös esim. parafiinia menneinä vuosikymmeninä, mutta sitä ei enää käytetä nykyisin. Parafiini ei ole paras mahdollinen aine takoraudan suojaamisessa korroosiolta eli ruostumiselta. Jos parafiini sivellään kylmänä takoraudan pinnalle, niin se ei tartu kohteeseen kunnolla, vaan irtoaa helposti. Parafiini myös murenee helposti ulkona ja muuttuu tahmaiseksi lämpimässä ulkoilmassa. Asiaa en ole itse tutkinut, mutta käynyt useita keskusteluja konservoinnin alan asiantuntijoiden kanssa, joilta sain myös neuvoksi, että parafiinin testaaminen ulkona olevia takorautaosien korroosiosuojauksessa ei ole järkevää, vaan pelkästään ajantuhlausta. Parafiinin aika on ollut ja mennyt.

4 Korroosiosuoja-aineilta vaadittavat ominaisuudet

Jokaisella takoraudan korroosionestossa käytetyllä aineilla on hyvät ja huonot puolensa. Korroosionestossa käytettäville aineille tulee asettaa vaatimuksia ainakin korroosiosuojauskyvyn, esteettisyyden, tarttuvuuden, kovuuden ja poistettavuuden suhteen. Ympäristöystävällisyyden ja käyttäjäturvallisuuden sekä saatavuuden näkökulmia on myös hyvä punnita valittaessa parasta mahdollista korroosiosuoja-ainetta. (Shashoua & Matthiesen 2010, 357.) Myös korroosiosuoja-aineiden kalvolle voidaan asettaa vaatimuksia kuivumisajan ja kalvopaksuuden suhteen.

4.1 Suojausaika

Markkinoilla olevien korroosiosuoja-aineiden tuoteselosteessa mainitut suojausajat vaihtelevat hyvin paljon, n. ½ vuodesta – 12 vuoteen. Kuitenkin tehtyjen tutkimusten perusteella näyttää siltä, että jo puolen vuoden ulkoilma-altistuskokeen jälkeen suurin osa korroosiosuoja-aineista ei pysty tarjoamaan kovin pitkää suojausaikaa ulkona.

On luultavaa, että ulkona rakenteissa kiinni olevien takorautaosien suojauksessa käytettävien parhaimpienkin aineiden suojausteho riittää maksimissaan noin kolmeksi vuodeksi. Tämän jälkeen käsittelyt on uusittava. (Shashoua & Matthiesen 2010, 357.)

4.2 Ulkonäkö

Museoesineeksi luokiteltua korrodoitunutta eli ruostunutta takorautaista esinettä ei voida päällystää millä tahansa pinnoitteella. Korroosionestossa käytettävien suoja-aineiden tulisi olla myös esteettisesti sopivia museorakennukseen. Aineiden tulisi olla mielellään läpinäkyviä, värittömiä ja mattapintaisia.

Läpinäkyvä suoja-aine pinnoite parantaa mahdollisuuksia havaita takorautatuotteen alkuperäisen ulkonäön ja siinä mahdollisesti jäljellä olevan käsityön jäljen. Myös alkuperäisestä käytöstä tulleet kulumisen jäljet ja ajansaatossa kertynyt patina on tällöin paremmin havaittavissa. Mahdollisesti myös lisääntyvä korrosio on helpompi havaita, jos aineiden suojausteho alkaa laskea.

Pinnoitteen värittömyys muuttaa kohteen ulkonäköä vähiten. Värien lisääminen voi jonkin verran heikentää ultraviolettisäteilyn eli UV:n tuhoisia vaikutuksia suoja-aine pinnoitteen kalvolla, mutta värillisten aineiden käyttöä täytyy aina miettiä tapauskohtaisesti. Vain pahoin ruostuneille pinnoille voisi ajatella esim. ruskeaa

värisävyä sisältäviä aineita. On kuitenkin todennäköistä ettei värillisistä suoja-aine valikoimista löydy täysin korrodoituneen metallipinnan vastaavaa väriä.

Esimerkiksi mustat värit antavat uv-säteilyä vastaan paremmin suojaa kuin läpinäkyvät, mutta ne soveltuvat kohteisiin, jotka ovat alun perinkin väriltään mustia. (Shashoua & Matthiesen 2010, 359.)

Korroosionestossa käytettävät suoja-aineet tulisi valikoida niin, että käsittelyn jälkeen ja aineiden kuivuttua, niiden pinta olisi mattamainen ja himmeä. Suuri kiiltoaste saa aikaan sen, että käsitelty kohde nousee esille silmiinpistävästi ja on ristiriidassa rakennuksen muuhun ulkoasuun. Tehdyt korroosiosuojaustoimenpiteet eivät saisi liikaa erottua kohteen pinnasta. Suoja-aineilla ja pinnoitteilla pyritään yleensä saavuttamaan n. 25 µm kalvopaksuus (Shashoua & Matthiesen 2010, 359). Tällainen kalvopaksuus antaa hyvän suojaustehon, mutta ei muuta kohteen ulkonäköä liaksi.

4.3 Kovuus

Pinnoitteelta vaaditaan myös tietynlaisia kovuusominaisuuksia. Parhaiten ruotsalaisen Riksantikvarieämbetetin 2007 tekemän tutkimuksen mukaan ovat pitkäaikaisissa tutkimuksissa pärjänneet ruostesuoja-aineet, jotka säilyttävät pehmeän ja hiukan tahmean pinnan. Aineet, jotka kuivuivat nopeasti ja muodostivat kovan pinnan, menestyivät tutkimuksissa huonoiten. (Riksantikvarieämbetet 2007, 5.)

Ulkokäytössä haittapuolena tahmean pinnan muodostavat aineet keräävät itseensä kaiken mahdollisen lian ja pölyn. Näin ollen takorautatuotteen pinta on varmasti pitkän ajan jälkeen hyvin likainen ja vaikea puhdistaa aiheuttamatta vaurioita pinnoitteeseen. Lisäksi pöly sitoo ilmasta kosteutta ja voi aiheuttaa pitkällä aikavälillä teräsosien ruostumista.

Kovat pinnoitteet ovat lian ja pölyn suhteen parhaita vaihtoehtoja, mutta ilmastomme voimakkaat lämpötilamuutokset voivat aiheuttaa lian kovan rasituksen suojakalvolle. Tällöin pinnoitteen suojaava kalvo voi rikkoutua ja kosteus pääsee tunkeutumaan suojakalvon alle.

Ulkomuseorakennuksessa, rakenteissa kiinni olevien takorautaosien kohdalla on kuitenkin parempi valita hieman kovemmalla kuin aivan pehmeällä kalvolla varustettu korroosiosuoja-aine, vaikka jouduttaisiin tekemään valintoja pitkän suojausajan kustannuksella. On muistettava, että takorautaosilla on erilaisia tehtäviä rakennuksessa ja näin ollen toiseen kohteeseen sopii paremmin pehmeämpi ja

tahmeampi pinnoite kuin toiseen. Tässä voidaan ajatella esimerkiksi kädensijan ja saranan käyttötarkoitusta. On ikävää, jos takorautaosia kosketeltaessa käsiin tarttuu haitallisia aineita ja korroosiosuoja-aineiden kalvo rikkoutuu.

4.4 Tarttuvuus

Markkinoilla olevilla korroosiosuoja-aineilla on yleisesti ottaen hyvä tarttuvuus. Tietysti se edellyttää myös, että esivalmistelut korrodoituneen takoraudan pinnalla tehdään huolellisesti. Eli takorautatuotteen pinnalta poistetaan vähintäänkin rasvat sopivalla liuottimella ja harjataan irtoava ruoste pois. Tarttuvuutta voidaan mitata erilaisilla menetelmillä, joita on lueteltu standardissa: SFS EN ISO 4624. Maalit ja lakat. Tarttuvuuden arviointi vetokokeella.

Pehmeät vahapohjaiset korroosiosuoja-aineet ovat tutkimusten mukaan hivenen huonommin tarttuvia, mutta heikoimmankin suoja-aineen tarttuvuus kansainvälisessä tutkimuksessa oli n.85 %. Poikkeuksen muodosti pehmeä vahapohjainen korroosiosuoja-aine LPS3, jonka tarttuvuus oli vain 40 %. Tarttuvuutta tutkittiin kyseisessä tutkimuksessa soveltaen standardia ASTM D3359-08. Test methods measuring adhesion by tape test. (Shashoua & Matthiesen 2010, 360).

4.5 Suoja-aineen kuivumisaika

Korroosiosuoja-aineiden kuivumisaika on hyvä ottaa huomioon, kun käsittelyä tehdään ulkona. Mitä pidempään suoja-aineet kuivuvat sitä enemmän niihin mahdollisesti tarttuu epäpuhtauksia ja näin ollen niiden suoja-aika voi merkittävästi lyhentyä. Kuivumisnopeudesta on hyötyä varsinkin, jos käsittelyä joudutaan tekemään huhtikuun – marraskuun välisenä aikana, jolloin ilmassa on eniten epäpuhtauksia ja muita partikkeleita, kuten esim. siitepöly ja puista irtoavat lehdet. Käsittelyt olisikin parasta suorittaa alkukevästä, jolloin ilmassa on vähän kosteutta ja epäpuhtauksia, eikä Ulkomuseo ole vielä auki yleisölle. Nopeimmin kuivuvat suoja-aineet kuivuvat n. 15 minuutissa.

4.6 Ympäristöystävällisyys

On tärkeää ottaa korroosiosuoja-aineita valittaessa huomioon myös ympäristöystävällisyys. Useat korroosiosuoja-aineet ovat hyvin haitallisia ympäristölle joutuessaan luontoon. Markkinoilta löytyy nykyisin myös moderneja vesipohjaisia korroosioestossa käytettäviä aineita. Tässä tutkimuksessa testattiin yleistä

mielenkiintoa herättänyttä Dinitrol 975, jota myös Ruotsin Riksantikvarieämbetet on tutkimuksissaan testannut yhdessä Tectyl 5006W kanssa. (Riksantikvarieämbetet 2007, 26.) Ruotsissa tuotenimeltään Dinitrol 975 on Dinitrol 970.

4.7 Käyttäjäturvallisuus

Käyttäjäturvallisuus on tärkeä näkökulma valittaessa korroosioestoaineita. Käyttäjän on ehdottomasti suojauduttava käyttöturvallisuustiedotteessa olevien ohjeiden mukaisesti. Teollisuudessa käytettävät korroosiosuoja-aineet sisältävät hyvin haitallisia aineita terveydelle. Niitä ovat mm. teollisuusbensiini, kalsiumdinolyyninaftaleenisulfonaatti ja bentseeni yms. Osa aineista voi aiheuttaa mm. allergisia oireita ja toistuvasti käytettyinä mm. pysyviä keskushermostovaurioita. Vesipohjaisissa ja perinteisissä korroosiosuoja-aineissa on vähemmän haitallisia aineita kuin liuotinpohjaisissa korroosionsuoja-aineissa, mutta niitäkin käsitellessä on syytä suojautua aina suojalaseilla, hengitys-suojaimella ja käsineillä sekä kunnollisella vaatetuksella.

4.8 Poistettavuus

Ruotsalaisessa tutkimuksessa kävi ilmi, että korroosionestossa käytettävät suoja-aineet, jotka ovat nestemäisiä tai rasvamaisia ovat helpompia poistaa kuin suoja-aineet, joiden pinta niiden kuivuttuaan muuttuu kovaksi. Yleisesti ottaen kaikki korroosiosuoja-aineet ovat poistettavissa melko helposti hiilivetyliuottimella ja osa lakkabensiinillä. Osa korroosionsuoja-aineista muodostaa polymeerejä. Polymeerit muodostavat erittäin vahvoja ristsidoksia kuivuessaan, jolloin niiden poistettavuus on hyvin vaikeaa ja keinot sellaisia, joita ei voida hyväksyä museoesineiden kanssa työskennellessä. (Riksantikvarieämbetet 2007, 8.) Moderneista korroosionestoaineista tällaisia ovat esim. Dinitrol 4010, joka sisältää polymeerejä ja Isotrol Klarlack Grund, joka on alkydituote ja sisältää synteettistä hartsia. Isotrol Klarlack Grund kuivuu myös kemiallisesti muodostaen vahvoja sidoksia ja on erittäin vaikeata poistaa. Myös pellavaöljy kuivuu kemiallisesti hapettumalla ja polymerisoitumalla muodostaen vahvoja sidoksia, jolloin sen poistaminen on myös hankalaa ja siihen voidaan tarvita mekaanisia keinoja.

4.9 Saatavuus

Korroosionestoon on markkinoilla paljon erilaisia aineita, mutta teollisuuteen tarkoitetut sivelevät korroosiosuoja-aineet on pakattu yleensä hyvin suuriin astioihin. Yleensä ne ovat n. 200 litran kokoisissa tynnyreissä. Korroosioestoaineita myyvien yritysten kanssa voi yleensä käydä hyvää vuoropuhelua ja poikkeustapauksissa heiltä voi saada ostettua aineita pienemmissäkin erissä. Spray-muodossa saatavia korroosionestoaineita taas on markkinoilla paljon ja ne ovat n. 500 ml kokoisissa pakkauksissa. Yleisesti konservoinnissa käytettäviä vahoja, lakkoja ja liimoja on hyvin helppoa saada ostettua konservointitarvikkeita myyvistä liikkeistä.

5 Korroosionestossa käytettävät suoja-aineet

Suurin osa tutkimuksessa testatuista suoja-aineista on tarkoitettu teollisuuden tarpeisiin korroosionsuoja-aineiksi, autoteollisuuteen ja terästuotteiden pitkäaikaiseen varastointiin. Lisäksi tutkimuksessa on mukana vahoja ja liimoja, joita käytetään yleisesti konservoinnissa lähinnä sisätiloissa.

Yleensä suoja-aineita ei ole tarkoitettu käytettävän ulkona taivasalla, vaan pääsääntöisesti niitä käytetään jollakin tavoin katetuissa. Tällöin teräspinnat ovat yleensä uusia ja puhtaita tai jos ne ovat ruostuneita, ne voidaan esikäsitellä huomattavasti voimakkaammilla menetelmillä kuin kulttuurihistorialliset arvokkaat kohteet ja muistomerkit. Yleensä ruostunut teräspinta myös poistetaan kokonaan puhtaalle teräspinnalle asti.

Tutkimuksissa, joita on tehty mm. Ruotsissa ja Tanskassa huomattiin, että 2 vuoden testiperiodin jälkeen useimmat korroosiosuoja-aineet hidastavat merkittävästi korroosiota. Parhailla korroosiosuoja-aineilla käsitellyt pinnat korrodoituivat vain n. > 0,1 µm, kun yleinen korroosionopeus oli Tanskassa oli 130 µm vuodessa (Shashoua & Matthiesen 2010, 360.) Vastaavasti Suomessa korroosionopeus on n. 25 – 50 µm vuodessa (Taulukko 2.s.4.)

Tutkimukseen valittiin seuraavat korroosiosuoja-aineet:

Dinitrol 1000, Dinitrol pasta, Dinitrol 4010, Dinitrol 25 B, Dinitrol 81, Dinitrol 975, LPS3, SP 400 II, Isotrol Klarlack Grund, Cant rust, Aseöljy, Lanoliini, Lanocote, Cosmoloid H80, Renaissance wax, Terva, kylmäpuristettu pellavaöljy, keitetty pellavaöljy,

mehiläisvaha, roslagin mahonki ja sianihra. Lisäksi mukana olivat konservoinnissa yleisesti käytetyt liimat Paraloid B72, P-B 67 B:tä, P-B 48N, P-B 82 ja P-B44.

5.1 Modernit korroosiosuoja-aineet

Modernit korroosiosuoja-aineet on pääsääntöisesti tehty yleensä raskaista polttoaineista ja inhibiiteistä. Inhibiitit ovat aineita, jotka lisätynä korroosiosuoja-aineeseen vähentävät teräksen korroosionopeutta. Inhibiitit voidaan karkeasti jakaa esimerkiksi hapettaviin inhibiitteihin, kalvonmuodostajiin ja adsorbtiinhibiitteihin (Forsén, 2004, 788.)

Klassisen korroosio-ajattelun mukaan inhibiitit voidaan jakaa myös anodisiin ja katodisiin inhibiitteihin. Anodisiin inhibiitteihin kuuluu epäorgaanisia inhibiittejä, joita ovat mm. ortofosfaatit, bentsoaatit, boraatit, silikaatit, nitriitit, dikromaatit ja liukenevat kromaatit. Katodisiin inhibiitteihin luetaan mm. polyfosfaatit ja kalsiumbikarbonaatit. (Forsén 2004, 794.)

”Inhibiittejä on hyvin erilaisia riippuen niiden toimintamekanismeista. Useissa tapauksissa käytetään inhibiittorisekoituksia. Neutraloivat inhibiitit reagoivat liuoksessa esiintyvien happamien komponenttien kanssa estäen näin korroosion etenemisen. Filminmuodostavat inhibiitit muodostavat pinnoille ohuen suojaavan kalvon. Anodiset inhibiitit ovat epäorgaanisia hapettavia aineita, jotka estävät anodista reaktiota. Ne ovat tehokkaita, koska ne pyrkivät passivoimaan metallin. Anodiset inhibiitit voivat olla myös vaarallisia, sillä pieninä pitoisuuksina suojauksesta tulee epätäydellinen ja korroosio voi olla erittäin paikallista ja voimakasta. Katodiset inhibiitit estävät katodista reaktioita. Katodiset inhibiitit ovat turvallisempia, koska ne liian pieninä pitoisuuksina aiheuttavat kyllä korroosionopeuden nousun, mutta kasvanut korroosio jakautuu suurelle alueelle.” (Aromaa 2009, 125.)

Modernit suoja-aineet antavat melko pitkäaikaisen suojan korroosiota vastaan ja jotkut niistä ovat esteettisestä näkökulmasta soveliaita käytettäväksi myös museossa. Kuitenkin metalli- ja autoteollisuuden tarpeisiin tuotetut korroosiosuoja-aineet ovat yleensä haitallisia terveydelle ja ympäristölle. Jotkut näistä tuotteista muodostavat polymeerisidoksia ja tällöin niitä on erittäin hankala poistaa.

5.1.1 Auto- ja metalliteollisuuden tuotteet

Tässä tutkimuksessa mukana olleet teollisuuteen tarkoitetut korroosiosuoja-aineet olivat Dinitrol 25 B, Dinitrol 81, Dinitrol 1000, Dinitrol ”corroheat” 4010, Dinitrol 975, Dinitrol pasta, LPS3, Isotrol Klarlack Grund ja SP400 II. Tuotteiden ominaisuudet on esitelty liitteissä (LIITE 1).

5.1.2 Vahat

Vahoja, joita voidaan ajatella käytettäväksi korroosionestossa takorautaosien suojaamiseksi, pitäisi sisältää inhibiittejä. Pelkkä vaha ei yksinään riitä suojaamaan teräspintoja ulkotiloissa tarpeeksi tehokkaasti, joka nähdään esim. mikrokristallivahan kohdalla. (**Riksantikvarieämbetet 2007, 45.**)

Modernit vahat ovat suojausteholtaan ja esteettisesti takorautaosien lyhytaikaiseen suojaamiseen kuitenkin hyvä ja turvallinen vaihtoehto. Markkinoilta löytyy helposti hyvän korroosiosuojaustehon ~~ulkona~~ omaavia vahoja, jotka ovat läpinäkyviä, värittömiä, kiiltoasteeltaan himmeitä ja mattamaisia. Värit eivät myöskään muutu UV-säteilyn vaikutuksesta helposti. Vaha muodostaa myös melko kuivan kalvon, johon ei tartu lika ja pöly helposti.

Vahojen käyttö on suhteellisen helppoa, mutta myös aikaa vievää. Jos halutaan, että vaha sivellään takoraudan pinnalle, voidaan sitä lämmittää sopivan viskositeetin saamiseksi. Lisäksi voidaan liuottimella (esim. whitespirit tia liqroin) jatkaa hiukan vahojen käsittelyaikaa, kun niitä sivellään kylmän raudan päälle.

Haasteena vahojen kanssa työskennellessä on se, että niitä on hyvin vaikea saada levittymään takorautapinnoille tasaisesti. Jos pyritään tietynlaiseen kalvopaksuuteen esim. 25 µm, on se lähes mahdotonta. Niin ollen suojaustehoa on hyvin vaikea ennustaa. Lisäksi sivelykäsittelyn jälkeen siveltimen jäljet ovat silmin nähten näkyvissä. Jos vaha taas hangataan pelkästään teräspinnoille, tulee kalvoista helposti paksuja ja tahmeita, jotka tällöin keräävät paljon likaa ja pölyä.

Saksan kaivosmuseossa, jossa vertailtiin vahoja ja lakkoja ulkonäöllisesti, todettiin, että vahapinnat ovat todella hyviä niiden mattamaisten ominaisuuksien ja huomaamattomuuden takia. (Bruggerhoff 2007,2.) Siellä missä teräspinnat altistuvat paljon vesisateelle tai auringonpaisteelle, vahat tuhoutuvat paljon nopeammin kuin maalit. (Bruggerhoff 2007, 2.) Vahat ovat helpompia korjata kuin esim. lakat, mutta jos käytetään vahoja, täytyy niiden sisältää inhibiittejä, että ne ovat tarpeeksi tehokkaita suojaamaan teräsoasia (Bruggerhoff 2007, 2).

Vahoja, joita voitaisiin ajatella käytettävän museokohteissa, ovat esim. Cosmoloid H80 ja Renaissance wax. Kummatkin ovat mikrokidevahoja, jotka ovat tutkimusten mukaan saavuttaneet kohtalaisen hyviä tuloksia korroosionestossa (Shashoua & Matthiesen

2010, 359). Cosmoloid H80:n ja Renaissance Wax:n tuotetiedot löytyvät liitteistä (Liite 1).

5.1.3 Lakat

Yleisesti ottaen lakat ovat kovia, läpinäkyviä ja värittömiä, mutta niillä on erittäin suuri kiiltoaste. Esteettisesti lakat eivät ole siis paras vaihtoehto teräspintojen korroosion suojauksessa. Myöskään lakkojen korroosiosuojausteho ei ole kovin hyvä ulkotiloissa. Materiaalin kovuus voi olla myös heikkous pohjoismaisissa olosuhteissa, jossa lämpötila muutokset ovat suuria. Tanskalaisessa tutkimuksessa (Shashoua & Matthiesen 2010, 361) oli mukana mm. Inctalac. Tutkimuksessa Inctalacilla suojattu hiiliteräslevy korrodoitui jo puolen vuoden ulkona olon jälkeen, joka kertoo sen, että Inctalac ei ole ainakaan paras mahdollinen korroosiosuoja-aine ulkona olevien metalliosien korroosionestossa. Inctalac sisältää bentsotriatsolia BTA, joka on tunnettu kuparimetalleille tarkoitettu inhibiittori. Se ei sovellu teräkselle.

5.1.4 Paraloidit

Erilaisia liimoja testattiin myös tutkimuksissa ja vaikuttaa tulosten perusteella siltä, että niitä ei kannata käyttää ainakaan yksinään ulkotiloissa korroosionestossa. Tutkimuksessa oli testattu mm. Paraloid B72. Paraloid B72 antaa hyvin lyhytaikaisen suojan korroosiota vastaan ja värimuutoksia on havaittavissa jo 30 päivän jälkeen. Huomattavaa kellastumista on havaittavissa tutkimuksen mukaan jo 180 päivän jälkeen ulkona. Liima kesti myös huonosti suolasumukokeessa ja se huuhtoutui melkein kokonaan koelevyltä. (Shashoua & Matthiesen 2010, 360.) Omassa tutkimuksissani käytin Paraloid 72 B:n lisäksi P-B 67 B:tä, P-B 48N, P-B 82 ja P-B44 (Taulukko 11).

käyttöturvallisuustiedotteet:

Paraloid B72:

http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/67400_SHD_ENG.pdf

Paraloid B 48 N:

http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/67470_SHD_ENG.pdf

Paraloid B 44:

http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/67460_SHD_ENG.pdf

Paralloid B 82:

http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/67440_SHD_ENG.pdf

Paralloid B 67:

<http://www.collectioncare.org/MSDS/b67MSDS.pdf>

5.2 Perinteiset korroosiosuoja-aineet

Korroosiosuoja-aineita on käytetty vuosituhansia. Yleisempiä niistä pohjoismaissa ovat olleet mm. terva, pellavaöljyt, rasvat ja vahat. Tavallisin tapa suojata teräsosat on ollut esim. kuumentaa teräsosat ja hangata pintaan erilaisia rasvoja ja öljyjä tai kastaa tämän jälkeen esimerkiksi tervaan. Perinteisiä korroosiosuojauksessa käytettyjä aineita on käytetty myös teräsosien pinnoille kylmäsiivelyinä, jolloin kohdetta ei kuumenneta.

5.2.1 Terva

Terva on satojen erilaisten kemiallisten yhdisteiden seos, jossa on n. puolet selluloosasta muodostuneita hiilivetyjä ja n. 10 prosenttia ligniineistä muodostuneita fenoleja ja pihkasta muodostuneita polymeerejä sekä hartsi- ja rasvahappoja. Lisäksi vasta poltettu terva sisältää puuhappoa, tärpättiöljyä ja vettä. (Suomen Luontoyrittäjäverkosto Ry 2005: <http://www.luontoyrittaja.fi/217.html>).

Suomessa yksi yleisemmistä suoja-aineista on ollut terva, jota on käytetty pintakäsittelyä takorautaosissa. Perinteisessä terväkäsittelyssä takorautaosa kuumennetaan n. 300 – 400 asteeseen ja kastetaan sitten tervaan tai terva hangataan kuuman raudan pinnalle esim. puuvillakankaalla. Käsittelyt muodostavat hyvin tumman ruskean mattapinnan, joka kuivuu melko nopeasti, mutta pinta jää hivenen tahmeaksi.

Terväkäsittelyjä voi myös tehdä kylmäsiivelyinä takoraudan pinnalle, mutta vuoden aika, jolloin toimenpide suoritetaan, on otettava huomioon. Kevät ennen siitepöly aikaa, on varmasti hyvä vuoden aika tervaukseen. Lämpötilan täytyy kuitenkin olla jo reilusti plus-asteinen.

Terva muodostaa vettä hylkivän ja väriltään tummanruskean kalvon. Terva kuivuu hitaasti ja kerää itseensä paljon pölyä ja roskia. Kuivumisaika riippuu lämpötilasta, auringon valon määrästä, pinnan huokoisuudesta sekä siveltävän tervan määrästä.

Terva sisältää aromaattisia hiilivetyjä ja sen on haitallista pitkäaikaisesti hengitettynä. Terva voi myös aiheuttaa herkille ihmisille iho-ongelmia, joten tervaa pitkäaikaisesti käsitellessä on syytä käyttää raitisilmasuojaimia ja suojata suuret ihoalueet vaatteella.

Tervan poistaminen on hankalaa ja sen päälle on mahdotonta laittaa muita pintakäsittelyjä. Tervasivelykäsittely sopii muutoin erinomaisesti takorautaosien korroosiosuojaukseen esteettisyyden ja käsityöperinteen näkökulmasta, mutta sen suojausaika on lyhyt maksimissaan n. 1 vuosi, jonka jälkeen tervakalvoa pitäisi huoltaa. Omassa tutkimuksessani käytin Hakkaraisen hautatervaa (www.hautaterva.net).

5.2.2 Öljyt

Rakenteissa kiinni olevia teräksiä ei voi kuumentaa, vaan pintoja voi käsitellä vain levittämällä niille kylmänä vernissaa tai pellavaöljyä siveltimellä. Tällöin nämä öljyt muodostavat läpinäkyvän, hivenen kellertävän sekä kiiltävän ja hitaasti kuivuvan kalvon. Kuivuessaan öljyt muodostavat vahvoja kemiallisia sidoksia ja niiden poistaminen on hankalaa.

Öljyt muodostavat pitkäaikaisen suojaavan kalvon, mutta ne ovat tutkimuksissa osoittautuneet hygroskooppisiksi ja näin ollen ne voivat jopa edistää korroosiota, jos kalvoa ei huolleta säännöllisin väliajoin. (Riksantikvarieämbäetet 2007, 10.)

Öljyt kellastuva auringon uv:n vaikutuksesta melko nopeasti. Öljyllä käsitellyt pinnat ovat pitkään tahmeita (n. 3 - 5 vrk:ta), jolloin ne keräävät itseensä pölyä ja epäpuhtauksia. Tästä kärsii esteettisyys ja korroosiosuojauskyky. Perinteiset korroosioestossa käytetyt öljyt ovat ympäristöystävällisiä ja helposti saatavissa kaupallisesti. Tutkimuksissani testasin kylmäpuristettua pellavaöljyä (Elixix) ja keitettyä pellavaöljyä (Uula-Tuote Oy). Yhteystiedot: www.uula.fi ja www.elixi.fi.

5.2.3 Rasvat

Eläinrasvoja on käytetty jo vuosituhansia raudan suojaamisessa. Perinteinen tapa on ollut kuumentaa rauta ja hangata siihen rasvaa. Rakenteissa kiinni olevien takorautaosien suojaus on kuitenkin tehtävä kylmälle pinnalle. Eläinrasvoista esim. Lanoliinia voidaan hangata myös kylmänä takoraudan päälle.

Lanoliinin suojauskyky perustuu siihen, että kuten muutkin rasvat, se muodostaa yhtenäisen kalvon, johon vesi pääsee tunkeutumaan hyvin huonosti. Lanoliini muodostaa kompleksisen tuhansien lipidien, estereiden ja rasvahappojen sekoituksen

yhdessä pitkäketjuisten alkoholien ja sterolien. Lanoliini on tunnettu suojauskyvystään niin ulkona olevan teräksen kohdalle kuin myös nahkatuotteiden.(C. V. Horie & D. Kenyon 1992, 245 - 246.)

Omassa tutkimuksessa käytin Lanoliinia tuotemerkiltään: Lanolin DAB 9, Gereinigtes Wollwachs, Pestizidarm, Kremer Pigmente. Lisäksi testasin Lanoliini pohjaista korroosiosuoja-ainetta: Lanocote, Marine Grade

Rasvat tarjoavat vain hyvin väliaikaista suojaa ja käsittelyjä tulisi uusia myös suhteellisen lyhyin väliajoin esim. n. 1 vuoden välein. Ne ovat erityisen herkkiä ilmansaasteille. Rasvat muodostavat läpinäkyvän, vettähykivän kalvon, joka on hiukan tahmainen. Ne sopivat takoraudan suojaamiseen erittäin hyvin esteettisesti ja ovat ympäristöystävällinen vaihtoehto lyhytaikaisessa suojauksessa.

Lanolin DAB 9 käyttöturvallisuustiedote:

http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/78070shd.pdf

5.2.4 Vahat

Luonnonvahoista omassa tutkimuksessani on kokeiltu (Pesonen Oy) mehiläisvahaa. Mehiläisvaha on kompleksinen sekoitus vähintään 284 eri ainetta, pääasiassa estereitä, hiilivetyjä ja vapaita rasvahappoja. (C. V. Horie, D. Kenyon 1992, 260.)

Vahat ovat tarkoitettu enemmänkin sisätiloissa olevien kohteiden suojaamiseen ja ulkona niiden suojauskyky on lyhyt aikainen, maksimissaan n. ½ -1 vuosi. Mehiläisvahoilla on taipumus kellastua pitkäaikaisessa käytössä. Ne muodostavat kuitenkin transparentin eli läpinäkyvän suojakalvon ja mattamaisen sekä yllättävän kovan pinnan, joten esteettisesti tarkasteltuna ne ovat erinomaisia vaihtoehtoja lyhyt aikaiseen suojaukseen ulkona olevilla teräspinnoilla.

käyttöturvallisuustiedote:

Kyseisestä tuotteesta ei löydy käyttöturvallisuustiedotetta. Yleisesti mehiläisvahat ovat myrkyttömiä ja käyttäjäturvallisia aineita.

6 Korroosiosuojauksen periaatteet ulkomuseossa

Ulkomuseossa rakennuksissa oleviin takorautaisiin teräsosiin täytyy suhtautua samalla kunnioituksella ja kiitettävän hoidon tavoitteilla kuin muihinkin museoesineisiin. Suojaamattomana ja hoitoa vailla olevat teräsosat eivät säily, vaan ne tuhoutuvat melko nopeasti. Hoitotoimenpiteet kohdistetaan ensisijaisesti alkuperäisiin takorautaisiin teräsosiin.

Resurssien niin salliessa konservointiohjelmaan otetaan mukaan myös myöhemmin lisätyt takorauta ja teräsosat. Takorautaosien kunto ja funktio määrää suoja-aineen koostumuksen. Rakennuskonservoinnin yksi tärkeä tavoite on pitää yllä perinteisiä työtapoja ja käyttää perinteisiä materiaaleja.

Rakenteissa kiinni olevat ja irrotettavat alkuperäiset takorautaosat käsitellään moderneilla tehokkailla korroosiosuoja-aineilla ja uudet irrotettavat sekä uudet vaihdettavat takorautaosat suojataan perinteisillä suoja-aineilla. Ulkona oleville takorautaosille luodaan vuosittainen hoito-ohjelma.

6.1 inventointi, dokumentointi, arkistotutkimukset, laboratoriotutkimukset

Kaikki takorautaiset osat täytyy inventoida, jolloin selviää niiden määrä ja alkuperäisyys. Osat valokuvataan ja niistä tehdään mittakaavapiirroksat 1:1. Rakennusten takorautaosien alkuperäisyyttä voi yrittää tutkia arkistoista. Yleensä ulkomuseorakennusten siirroista on kertynyt tietoa ja arkistoista voi löytyä esineluetteloita, jotka voivat olla suureksi hyödyksi. Mahdollisuuksien mukaan olisi hyvä saada näytteitä teräsosien pintakäsittelyistä ja tutkia niitä laboratoriossa esim. FTIR-tekniikalla ja röntgenfluorisenssillä (XRF), jolloin saataisiin enemmän tietoa esim. edellisistä pintakäsittelyistä ja teräksen koostumuksesta.

6.2 Vauriokartoitus

Ennen varsinaisia konservointitoimenpiteitä on teräsosienkin kohdalla tehtävä vauriokartoitus, josta käy ilmi kohteen kunto ja korroosiotyyppi ja sen aiheuttamat vauriot. Vauriot merkitään kohteesta tehtyyn 1:1 mittakaava piirroksen.

6.3 Konservointisuunnitelma

Suunnitelmassa tulee käydä ilmi millä tavoin vaurioituneet teräsosat säilyttävästi korjataan. Millä tavoin ne puhdistetaan ja käsitellään sekä kuinka konservoitavan kohteen ympäristö suojataan. Lisäksi listataan käytettävät korroosiosuoja-aineet, liuottimet ja työvälineet sekä suojavarusteet.

6.4 Konservointitoimenpiteet

Ulkomuseossa takorautaosien korroosioneston voi suorittaa vain konservaattori tai ainakin hänelle tulee kuulua työn valvonta ja ohjeistus. Jokaisen takorautaosan kanssa toimitaan yksilöllisesti vauriokartoituksen ja konservointisuunnitelman pohjalta. Kansallismuseon konservointilaitos on tehnyt vuonna 2002 Museoesineiden käsittelystä ohjeistuksen museoiden henkilökunnalle. Ohjeistuksessa käsitellään myös metalliosia ja siinä on hyviä periaatteita ja yksinkertaisia neuvoja niiden käsittelystä. Ohjeistus on mielestäni vieläkin toimiva ja yleishyödyllinen.(Kansallismuseon konservointilaitos, Museoesineiden käsittelykurssi II, 15.4.2002.)

6.4.1 Ennaltaehkäisevät toimenpiteet

Ennaltaehkäisevissä toimenpiteissä kuuluu kiinnittää huomioita suojattavan kohteen lähiympäristössä oleviin tekijöihin, jotka voivat olla esinettä/rakennetta tai rakennusosaa vahingoittavia ja niiden säilymisen kannalta uhkatekijöitä.

6.4.2 Suojaus

Rakennuksissa kiinni olevien takorautaisten teräsosien korroosiosuojauksessa on kiinnitettävä huomiota kohteen ympärillä olevien rakenteiden suojaamiseen. Teräsosien konservoinnissa joudutaan käyttämään välillä erittäin haitallisia aineita, jotka eivät saa joutua museorakennusten puupintojen kanssa kosketuksiin. Korroosiosuoja-aineilla voi olla erittäin pahoja vaikutuksia puun solukolle, koska ne usein sisältävät esim. raskaita polttoaineita.



Kuva 1. Melinexillä tehty puuosien suojaus.

Koska teräsosat ovat kiinni rakennusten puisissa rakenteissa, täytyy suojauksessa käyttää materiaalia, johon korroosiosuoja-aine ei pysty imeytymään. Suojamateriaali on pystyttävä ujuttamaan mielellään puun ja teräksen väliin sekä annettava olla paikoillaan niin pitkään kunnes korroosiosuojauksessa käytettävä aine on kuivunut kokonaan. Suojauksessa tulisi käyttää tällöin esim. Melinex-muovikalvoja. Melinex-kalvoja on useita eri paksuuksia ja se on myös hyvin taipuisaa. Siitä voi helposti askarrella esim. saksilla kohteen suojaamiseksi sopivia kappaleita.

6.4.3 puhdistus

Teräsosien pinnat puhdistetaan irtoavasta ruosteesta esineen kokoon sopivalla teräsharjalla. Teräsharjoja löytyy useita eri kokoja. Ruosteen poistossa voi apuna käyttää esim. teräsvillaa (0000) + parafiiniöljyä. Teräsharja ei saa sisältää muita metalleja esim. messinkiä, koska se voi kiihdyttää teräksen korroosiota. Kun irtoava ruoste on harjattu teräspinnalta, voidaan se vielä kevyesti imuroida ja harjata pehmeämmällä harjalla, jolloin suurin osa irtoruosteesta saadaan pois. Tämän jälkeen poistetaan kohteen pinnalta rasvat ja epäpuhtaudet liuotinaineella, jolloin suositeltua olisi käyttää hiilivetyliuottimia. Tässä tutkimuksessa on kokeiltu liqroinia ja asetonia, riippuen pinnan likaisuudesta. Liuotinaineista löytyy myös ympäristöystävällisiä vaihtoehtoja ja mahdollisuuksien mukaan olisi aineiden kehittyessä myös testattava

niiden toimivuutta. Asetoni on yleisesti ottaen hyvä puhdistusaine, koska se liuottaa poolisia ja poolittomia aineita. Eli sen toiminta-alue on laaja. Asetoni ei ole liuottimena ympäristöystävällisin vaihtoehto, joten vastaavia ekologisempia tuotteita kannattaa mahdollisuuksien mukaan harkita ja etsiä.

6.4.4 Käsittelyt

Käsittelyt tulee tehdä aina sivelemällä teräspinnalle korroosiosuoja-ainetta, käyttäen sopivan kokoista (esim. koko 10) ja laadukasta sivellintä (harjakset eivät saa irrota). Tällöin suoja-aineen levityksessä on paras mahdollinen kontrolli eikä haitallisia aineita pääse leviämään ympäristöön ja työtä suorittavan henkilön työturvallisuus ei vaarannu. Suoja-aine tarttuu paremmin sivelemällä kuin spray-tekniikalla. Sively täytyy toistaa kahdesti, jolloin saavutetaan riittävä suoja-ainekalvon paksuus, n. 25 µm. Henkilön suojaruustuksena täytyy käyttää suojalaseja, P3-luokan hengityssuojainta, kumikäsineitä ja kertakäyttöhaalaria.



Kuva 2. Lukkokilven korroosiosuojaus.

Korroosiosuoja-aineita saa ostettua helposti myös spray-muodossa, mutta vain tiettyjä tyyppisiä suuresta valikoimasta, jolloin erittäin tehokkaita aineita jää huomiotta. Sprayn etuina ovat nopeus ja ohuet kerrokset. Ongelmia nousee esiin sprayn kanssa siinä,

että pisarat leviävät helposti myös muille pinnoille ja käsiteltävänä olevan kohteen ympäristön suojaamiseen menee paljon aikaa. Lisäksi aineen tarttuvuus teräspinnoille on suhteellisen huono. Spraynä saatavien korroosionsuoja-aineiden tyyppillinen pakkauskoko on n. 1 litra.

7 Korroosiosuoja-aineiden testaus

”Tehokkaan korroosioestotekniikan edellytyksenä on olemassa olevien korroosiomittaus- ja tutkimusmenetelmien tuntemus. Laboratorio-olosuhteissa tehdyt tutkimukset ovat yleensä edullisia, koska niissä kaikki korroosioon vaikuttavat tekijät voidaan hallita ja mitata. Laboratoriossa ei voida kuitenkaan selittää kaikkia todellisia prosessin epäpuhtauksia ja syntytilassa olevien yhdisteiden, virtausolosuhteiden ja seinämäympäristöjen korroosiovaikutuksia. Luotettavimmat korroosiotutkimukset saadaan vain todellisessa käyttöympäristössä.” (Arvo Nikula, Korroosio käsikirja, 164.)

Tutkimukseen pyrittiin valitsemaan parhaat mahdolliset korroosiosuoja-aineet. Vaikka tutkimuksia muualla Euroopassa on jo tehty korroosionsuoja-aineille, joihin tutkimuksessa viitataan, ajateltiin olevan hyödyllistä tehdä tutkimuksia myös Suomessa, koska olosuhteet ovat erilaiset Suomessa kuin esim. etelä - Ruotsissa, Tanskassa ja Saksassa. Suurimmassa osassa kansainvälisiä tutkimuksia ei suoja-aineita ja niiden korroosion suojauskykyä ollut tutkittu aidoissa ympäristöissä, vaan laboratorio-olosuhteissa.

7.1 Koekappaleiden valmistus

Koekappaleita oli kahta päätyyppiä: korrosoitumattomia ja korrodoituneita rakenneteräsaihoita. Korroosiosta vapaat koekappaleet ovat kylmävalssattua rakenneterästä s235 JR. Koekappaleet (n.50mm x 70mm x 5mm) tein rakenneteräksestä leikkaamalla ne kulmahiomakoneella isommista aihoista. Leikkuun jälkeen hioin kappaleiden terävät reunat hiomakoneella. Lopuksi porasin koekappaleiden yläreunaan n. 5 mm: n reiän kiinnitystä varten pylväsporakoneella. Kuvat koekappaleista löytyvät luvusta 9, Tutkimustulosten analysointi.

7.2 Koekappaleiden esikäsittelyt

Korroosiosta vapaat koekappaleet kuumennettiin ahjossa n. 900 asteisiksi, jonka jälkeen ne taottiin pinnoiltaan. Lopuksi puhdistettiin pinta teräsharjalla, jolloin koekappaleiden pinnalta saatiin poistettua paja- eli hehkuhilse (Fe_3O_4). Pinnoilta poistettiin rasvat ja epäpuhtaudet asetoniin kastetulla mikrokuituliinalla.

Korrodoituneet koekappaleet olivat myös rakenneterästä S235 JR, mutta niitä ei lämpömuokattu, vaan niiden sileä valssipinta säilytettiin. Koekappaleiden pinnat puhdistettiin irtoavasta ruosteesta teräsharjalla ja rasvat sekä muut epäpuhtaudet asetoniin kastetulla mikrokuituliinalla.

7.3 Korroosiosuoja-aine käsittelyt

Korroosiosuoja-aineiden käsittelyssä pohjatiedoksi luin ja sovelsin tutkimuksissani standardia SFS 3764 ISO 4627: Maalit ja lakat. Arviointi tuotteen soveltuvuudesta maalattavalle alustalle.

7.3.1 Modernit korroosiosuoja-aineet

Koekappaleiden pinnoille levitettiin korroosiosuoja-aineita sivelemällä, spreijamalla ruiskuttamalla ja hankaamalla. Sivelyt suoritettiin kokoa 10 olevalla siveltimellä. Siveltäviä aineita levitettiin koekappaleiden pinnalle vain kertaalleen, koska paksumpi kerros olisi ollut jo silmin nähden häiritsevä.

Spreijattavat aineet suihkutettiin koekappaleiden pinnalle kahteen kertaan Metropolian ammattikorkeakoulun Tikkurilan toimipisteen maalaamossa. Koekappale spreijattiin korroosiosuoja-aineen valmistajan määräämällä tavalla ja samalla varmistuttiin siitä, että saatiin oletettu kalvopaksuus koekappaleen pinnalle. Tämän jälkeen annettiin suoja-aine kalvon kuivua suositeltu aika.

Suoja-aineen levitys hankaamalla tapahtui mikrokuituliinaa apuna käyttäen, jolla haluttiin varmistua siitä, ettei hankaustyökälusta irtoa nukkaa. Hankaamalla korroosion suoja-aineita levitettiin teräspinnoille vain kertaalleen, koska suoja-aineen kalvosta tuli jo yhdellä kerralla oletettavasti riittävän paksu.

Tehdessäni käsittelyjä Metropolian Tikkurilan toimipisteessä sisäilman lämpötila vaihteli + 21 - 23 celsius asteen välillä ja ilmansuhteellinen kosteus 35 % – 10 % välillä.

7.3.2 Perinteiset korroosiosuoja-aineet

Terva. Tervalla tehtiin käsittelyjä kylmäselvynä, kuumahankauksena ja kuumakastamisena. Kylmäselvetyssä levitin kylmälle takorautapinnalle 30 asteista tervaa pienellä 10 kokoisella siveltimellä. Levitin tervaa niin paljon kuin pinnalla pystyin, ilman, että terva lähti valumaan pois. Kuumahankauksessa kuumensin takoraudan n. 200 asteiseksi ja hankasin tervaan kastetulla puuvillarätillä rautaosaa. Kuumadippauksessa lämmitin takoraudan n. 350 asteiseksi ja kastoin suoraan terva-astiaan. Jos takorauta on jo hehkuväreissä saattaa dippaamisella saada aikaan sen, että terva-astia syttyy palaamaan. Eli käsittelyissä täytyy noudattaa varovaisuutta.

Kylmäpuristettu Pellavaöljy ja keitetty pellavaöljy eli Vernissa. Öljyillä tehtiin käsittelyt sekä kylmäselvynä ja kuumahankauksena. Kylmäselvelyn tein pieni kokoisella siveltimellä takorautaosan päälle siten, että hankasin öljyä koekappaleen pinnalle niin paljon kuin suinkin pystyin, saavuttaakseni mahdollisimman paksun suoja-ainekalvon. Kuumahankauksessa kuumensin takorautaosan n. 200 asteiseksi ja hankasin pintaan öljyä puuvillarätillä.

Mehiläisvaha. Mehiläisvaha käsittelyssä kuumensin takorautaosan n. 70 asteiseksi ja painoin vahan suoraan kiinni kappaleen lämpimään pintaan, hangaten vaha tasaisesti joka puolelle kappaletta. Mehiläisvaha suli helposti takoraudan pinnalle, muodostaen kauniin suoja-aine kalvon.

Sianihra. Ihräkäsittelyssä lämmitin takorautakappaleen n. 200 asteiseksi ja hankasin ihräkappaletta sen pintaan siten, että muodostui yhtenäinen kuiva ruskehtava suojakalvo. Tämän jälkeen annoin kappaleen jäähtyä ja käsittely oli valmis.

Roslaginmahonki. Roslaginmahonkikäsittelyn tein kylmäselvynä takoraudan pinnalle. Roslaginmahonki on perinteinen puun pintakäsittelyaine. Se koostuu tervasta, pellavaöljystä ja lakkabensiinistä, jotka on sekoitettu toisiinsa suhteessa 1:1:1.

7.4 Korroosiosuoja-aineiden testausasema

Korroosiosuoja-aineiden tutkimiseen tarvittiin testiasema, johon voitiin kiinnittää tarvittavat tutkimuskappaleet (Kuva 3). Testiasema rakennettiin Seurasaaren rakennuskonservointikeskuksen aukealle sorastetulle piha-alueelle. Kyseisen paikka

valittiin testiasemalle, koska se oli tarpeeksi turvallinen tutkimuskäyttöön. Ympäristössä ei ollut kokeen suorittamista haittaavia tekijöitä, kuten esim. kasvillisuutta tai ohikulkevia ihmisiä. Testausasemaa suunniteltaessa luettiin pohjatiedoksi standardi SFS EN ISO 2808: Pinnoitteiden säänkestävyys, kokeen suoristus ja arviointi.

Koekappaleiden kiinnitysalustaksi valikoitui puinen kertakäyttöalavan, joka oli tarkoitukseen rakenteellisesti sopivan luja ja myös materiaalinsa puolesta sopiva. Koekappaleita varten porattiin testiasemaan 5 mm:n reiät, joihin voitiin kiinnittää koekappaleet nylontulpilla. Valitsin nylontulpat sen takia, etteivät ne reagoineet puisen alustan eivätkä koekappaleiden tai niissä olevien suoja-aineiden kanssa millään tavoin haitallisesti. Koekappaleet kiinnitettiin siten, että vierekkäin oli aina korroosiosta vapaa, taotulla pinnalla oleva rakenneteräksinen koekappale ja korrodoitunut koekappale, jotka sisälsivät pareittain aina samaa korroosiosuoja-ainetta. Kiinnityksen jälkeen koekappaleet numeroitiin kiinnitysalustaan, jolloin niiden tarkkailu ja tutkiminen oli helpompaa.



Kuva 3. Korroosiosuoja-aineiden testausasema Seurasaaressa, 18.10.2013.

Lopuksi testiasema sijoitettiin keskelle konservointikeskuksen piha-aluetta. Asema suunnattiin länteen päin (Standardissa SFS EN ISO 2810, suositellaan etelää) ja kallistettiin n. 45 asteen kulmaan. Tutkittavat koekappaleet kiinnitettiin n. 50 cm:n korkeudelle. Testiasemaa ei katettu millään tavoin, vaan se oli alttiina kaikille

sääolosuhteille ja muille luonnon ilmiöille. Testiasemaan kiinnitettiin myös Datalogger (TINYTAG) mittaamaan ilman suhteellista kosteutta ja lämpötilaa.

8 Korroosiosuoja-aineiden ja olosuhteiden tutkimusmenetelmät

Korroosiosuoja-aineiden tutkimuksessa oli tärkeää tietää niiden optimaalinen kyky suojata teräsoasia. Suoja-aineiden toimivuutta tutkittiin silmämääräisesti ja mikroskooppisesti tarkkailemalla suoja-aineiden kalvolla ja koekappaleissa tapahtuvia muutoksia. Lähtökohtaisesti korroosiosta vapaiden koekappaleiden pinnoista oli helppoa havaita korroosiosuoja-aineen kalvossa ja itse koekappaleen pinnassa tapahtuneet muutokset. Hyvin vaikeaa taas oli silmämääräisen tarkastelun perusteella arvioida muutoksia valmiiksi ruostuneiden koekappaleiden ja niiden suoja-ainekalvojen pinnoilla. Tutkimuksessa käytettiin soveltaen tutkimusmenetelminä suoja-aine kalvon paksuuden magneettimittausmenetelmää sekä pinnoitteen huononemisen arviointia Standardien SFS EN ISO 2808, SFS EN ISO 4268-1 ja SFS EN ISO 4268-3 pohjalta. Tutkimalla pinnoitteiden sään kestävyyttä ja kokeen suorittamisen edellytyksiä sovelsin standardia SFS EN ISO 2810: Pinnoitteiden säänkestävyys, kokeen suoritus ja arviointi. Tutustuin myös korroosionopeuden ja korroosio määrän mittaamisen painohäviökokeen periaatteisiin syventymällä. Opinnäytetyöhön liittyvä tutkimus ajoittui aikavälille 1.4.2013 – 31.12.2013.

8.1 Korroosiosuoja-aineiden kalvopaksuuksien magneettimittaus

Osallistumalla Metropolian ammattikorkeakoulun materiaali- ja pintakäsittelyn koulutusohjelman Korroosionestotekniikan kurssille, sain mahdollisuuden käyttää koulun laboratoriota ja laitteita Myyrmäessä. Laboratoriosta löytyi myös pintakäsittelyjen kalvopaksuuksien tutkimuksissa apuna käytettävä magneettimittausinstrumentti (Elcometer 355), jota sain käyttää Myyrmäen Metropolian toimipisteen laboratorion laitteista vastaavan asiantuntijan, Pekka Saranpään avustuksella ja valvonnassa.

Korroosiosuoja-aineiden kalvopaksuuksien mittaaminen on työlästä. Ei ole olemassa oikeastaan muuta kalvoa rikkomatonta mittaustapaa kuin magneettimittausmenetelmä (SFS-EN ISO 2808 s.50). Siinä koekappaleen korroosiosuoja-aineen kalvoa vasten painetaan kevyesti teräksistä instrumenttia, joka lähettää sähkömagneettisen impulssin kalvon läpi teräksiseen koekappaleeseen, mitaten samalla magneettikentän muutoksia

magneetissa. Tämän jälkeen instrumentti ilmoittaa kalvopaksuuden. Itse käytin tutkimuksessa työkaluna, magneettivuomittaria. Mittausmenetelmä tuottaa paljon ongelmia, jos suoja-aineen kalvo on pehmeä tai se ei ole täysin kuiva. Tulokset voivat olla epätarkkoja.

Tutkimuksia vaikeutti erityisesti se, että korroosiosta vapailla takorautaisilla pinnoilla oli epätasainen pinta takomisen johdosta. Vasaran jättämiin kuoppiin oli kertynyt enemmän korroosiosuoja-ainetta kuin muualle, jonka johdosta jouduttiin mittaamaan kalvopaksuuksia useasta eri kohdasta. Lopuksi päädyttiin siihen, että jokainen koekappale mitattiin viidestä satunnaisesta pisteestä ja saaduista tuloksista laskettiin keskiarvo kalvonpaksuuksille. Suoja-aineen kalvon paksuudet vaihtelivat n. 5 µm – 35 µm: iin. Lopuksi voitiin todeta, että takorautaisten teräsosien pinnoittaminen korroosiosuoja-aineella optimaalisen 25 µm: n kalvopaksuuden saamiseksi oli lähes mahdotonta käsityönä.

8.2 Ilman lämpötila- ja kosteusmittaus

Mittaamalla ilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta voidaan saada tietoa paikallisista ilmaston olosuhteista. Mittauslaitteena on hyvä käyttää esim. dataloggeria, joka on riittävän laadukas kestävä koviakin sääolosuhteita. Lämpötilan ja kosteuden mittaaminen auttaa tutkijaa muodostamaan kuvan kappaleiden märkänä olo ajoista ja kriittisistä lämpötiloista.

Ilmatieteenlaitokselta pyydettiin Helsingin Kaisaniemen mittauspisteen ilmanlämpötila- ja kosteusmittaustulokset vuodelta 2013. Mittaustulokset löytyvät liitteistä (Liite 3).

Mittausinstrumentti voidaan tarvittaessa myös suojata esim. sateelta laittamalla se, suojakoteloon. Suojakotelon pitäisi olla hyvin tuulettuva ja varmistua siitä, ettei se ainakaan ole ilmatiivis, koska muuten kosteus tiivistyy kotelon sisäpuolella ja mittaustulokset eivät ole enää tarkkoja. Tätä vaihtoehtoa harkittiin, mutta lopuksi päädyttiin siihen, että suojakoteloa ei käytetty ollenkaan. Dataloggeri (TINYTAG) kesti hyvin sateen, tuulet ja tuiskut. Mittaustulokset löytyvät liitteistä (Liite 4).

8.3 Painohäviömittaus

Painohäviömittaus on vanhin ja eniten käytetty menetelmä prosessiympäristön metallille aiheuttaman korroosion mittaamiseksi. Painohäviömittaus on halpa, mutta työläs. (Tapio Korpinen, Korroosiokäsikirja, s. 838.)

Painohäviökokeen suorittaminen vaatii suoja-aineiden poiston koekappaleiden pinnoilta. Painohäviökoe ei tehty vielä, koska korroosiosuoja-aine testi jatkuu vuoteen 2015. Ainoastaan käsittelemättömän koekappaleen painohäviö ja korroosionopeus voitiin laskea (Kuva 74. ja Kuva 75.)

Painohäviömittauksella saadaan laskettua koekappaleesta korroosionopeus ja ohenema. Painohäviömittaus tehdään siten, että koekappaleiden paino mitataan ennen korroosiosuoja-aine käsittelyä hyvin tarkalla laboratorionalyysivaa'alla. Itse mittasin koekappaleiden painot Metropolian ammattikorkeakoulun Tikkurilan toimipisteen konservoinnin laboratoriossa analyysivaa'alla (SartoriusCP224S). Koekappaleen paino on hyvä ilmoittaa yleensä 2 desimaalin tarkkuudella. Lopuksi halutun pituisen testausperiodin jälkeen pintakäsittelyt poistetaan ja koekappaleet punnitaan uudelleen. Laskemalla erotus, ennen ja jälkeen saatujen mittaustulosten, saadaan laskettua painohäviö, josta voidaan matemaattisella kaavalla laskea suoraan korroosionopeus ja ohenema kussakin koekappaleessa ja haluttuna ajanjaksona.

Matemaattinen laskukaava korroosionopeuden laskemiseksi μm päivässä on:

Painohäviö (g) : Aika (d) = Massa g/d. Massa g/d täytyy muuntaa tilavuudeksi cm^3/d kertomalla teräksen tiheydellä ($7,87 \text{ g/cm}^3$). Saatua tilavuus täytyy vielä jakaa koekappaleen pinta-alalla, jolloin saadaan korroosionopeus $\mu\text{m}/\text{d}$.

Alla laskuesimerkki omasta käsittelemättömästä koekappaleestani:

painohäviö 3,74 g, kappaleen pinta-ala 82 cm^2 , teräksen tiheys $7,87\text{g/cm}^3$, testiaika 275 d.

Korroosionopeus päivässä = $3,74 \text{ g} : 275 \text{ d} = 0,0136 \text{ g/d}$

Ohenema (μm) 275 päivän aikana = $0,0136 \text{ g/d} \times 7,87 \text{ g/cm}^3 = 0,107 \text{ cm}^3/\text{d} : 82 \text{ cm}^2 = 0,0013 \text{ cm} = 0,13 \mu\text{m/d} \times 275 \text{ d} = 35,75 \mu\text{m}$

8.4 Pinnoitteiden huononemisen arviointi

Pinnoitteiden ruostumisasteen arvioinnissa käytettiin Suomen standardoimisliiton standardia SFS-EN ISO 4628-3: Maalit ja Lakat. Pinnoitteidenhuononemisen arviointi. Yleisten virhetyyppien esiintymisten, voimakkuuden, määrän ja koon merkintä. Osa 3:Ruostumisasteen arviointi. Lisäksi käytettiin pinnoitteiden huononemisen arvioinnissa apuna soveltaen standardia SFS- EN ISO 4628-1: 2003, Osa 1: Yleistä ja merkintäjärjestelmä.

8.4.1 Korroosiosta vapaat koekappaleet

Korroosiosta vapaille koekappaleille tehtiin arvioinnit käyttämällä standardia ISO 4628-3, jossa arvioitiin pinnoitteen ruostumisastetta (Ri) käyttäen apuna Taulukko 3. ja kuvastandardeja 1- 5, jotka myös löytyvät standardin ISO 4628-3 sivuilta. Lopulliset tulokset ovat nähtävillä taulukoituna liitteissä (Liite 2).

Taulukko 1 Ruostumisaste ja ruostunut alue

Ruostumisaste	Ruostunut alue %
Ri 0	0
Ri 1	0,05
Ri 2	0,5
Ri 3	1
Ri 4	8
Ri 5	40...50

Taulukko 3. Ruostumisasteen ja ruostumisalueen arviointi.

Ruostepisteiden keskimääräisen koon huomattavasti poiketessa kuvastandardista, voidaan koko esittää viittaamalla standardiin ISO 4628 -1:2003 (Taulukko 4).

Taulukko 2 Luokitusasteikko virheiden koon merkitsemiseksi

Luokitus	Virheen koko ^a
0	ei havaittavissa 10 × suurennuksella
1	havaittavissa ainoastaan 10 × tai sitä pienemmillä suurennuksilla
2	juuri ja juuri havaittavissa paljain silmin
3	selvästi havaittavissa paljain silmin (0,5 mm:iin saakka)
4	0,5...5 mm
5	suurempi kuin 5 mm

^a Ellei tämän standardin muissa osissa ole toisin määritelty.

Taulukko 4. Luokitusasteikko virheiden koon merkitsemiseksi.

Ruostumisaste ilmoitetaan Ri-luokkana kuten taulukossa 3. Tämän jälkeen ilmoitetaan eri ruostumisasteet sekä kyseessä oleva testattava alue. Jos mahdollista, ilmoitetaan ruostepisteiden koon numeerinen luokitus. Virheen koko ilmoitetaan käyttämällä merkintää Sn, jossa S tarkoittaa kokoa ja n luokitusarvoa. Jos ruostuneen koekappaleen ala vastaa esim. kuvastandardia 3 eli Ri 3 (SFS EN ISO 4628 – 3 :

2003, 12-23) ja yksittäisten ruostepisteiden koko on välillä 0,5..5 mm (Taulukko 4), ilmoitetaan tulos seuraavasti: Ruostuminen : Ri 3(S4).

Lopuksi täytyy laatia testausseleste. Testausselesteessa tulee olla vähintään seuraavat tiedot: Pinnoitteen tunnistamiseen tarvittavat tiedot, viittaus standardiin SFS EN ISO 4628 – 3 : 2003, tarkastellun pinnan tyyppi ja koko, arviointi edellä mainitun esimerkin mukaan, tieto valaistuksesta, epätavalliset poikkeavuudet, jotka havaittiin arvioinnin aikana ja tutkimuksen päivämäärä.

Korroosiosuoja-aineen ruostumisasteen arviointi korroosiosta vapaiden koekappaleiden pinnoilla. STANDARDI SFS EN ISO 4628-3

Korroosiosuoja-aineet paremmuus järjestyksessä

nro	Tuote	Ruostumisaste
1.	Isotrol Klarlack	Ri 2(S2)
2.	Dinitrol 81	Ri 2(S2)
3.	Corroheat 4010	Ri 2(S3)
4.	Cosmoloid H80	Ri 2(S4)
5.	Dinitrol 25 B	Ri 3(S4)
5.	LPS3	Ri 3(S4)
5.	SP 400 II	Ri 3(S4)
5.	Dinitrol 976	Ri 3(S4)
5.	Renaissance wax	Ri 3(S4)
6.	Dinitrol 1001	Ri 4(S4)
6.	Dinitrol Pasta	Ri 4(S4)
7.	Can trust	Ri 5(S5)

Taulukko 5. Modernien korroosiosuoja-aineiden arviointitulokset korroosiosta vapaiden koekappaleiden pinnoilla. Arvioinnissa sovellettu Standardi SFS EN ISO 4628-3.

Perinteisten korroosiosuoja-aineiden ruostumisasteen arviointi korroosiosta vapaiden koekappaleiden pinnalla. Standardi SFS EN ISO 4628-3

Korroosiosuoja-aineet paremmuus järjestyksessä

Nro	Tuote	Arviointi
1.	Vernissa kylmäsvively	Ri 3 (S4)
1.	Mehiläisvaha kuumasively	Ri 3 (S4)
2.	Terva kylmäsvively	Ri 4 (S4)
2.	Terva kuumahankaus	Ri 4 (S4)
2.	P-öljy kylmäsvively	Ri 4 (S4)
2.	P-öljy kuumahankaus	Ri 4 (S4)
3.	Terva kuomadippaus	Ri 5 (S5)
3.	Vernissa kuumahankaus	Ri 5 (S5)
3.	Sianihra	Ri 5 (S5)
3.	Roslag	Ri 5 (S5)

Taulukko 6. Perinteisten korroosiosuoja-aineiden arviointitulokset korroosiosta vapaiden koekappaleiden pinnoilla. Arvioinnissa sovellettu Standardi SFS EN Iso 4268-1.

8.4.2 Korrodoituneet koekappaleet

Korrodoituneiden koekappaleiden pinnoitteita arviointiin soveltaen standardia SFS EN ISO 4628-1. Standardissa arvioidaan ensimmäisessä kohdassa testaus alueella hajautuvien epäjatkuvuuksien tai muiden pinnoitteessa olevien paikallisten virheiden määrää. Arviointi 1 (Taulukko 10.) tapahtui standardin mukaisesti virheiden määrän merkitsemisellä taulukko 7. mukaisesti. Tulokset ovat nähtävissä taulukossa 10.

Luokitus	Virheiden määrä
0	ei mitään, ts. ei havaittavissa olevia muutoksia
1	hyvin harvoja, ts. pieni, tuskin merkittävä määrä virheitä
2	joitain, ts. pieni mutta merkittävä määrä virheitä
3	kohtalainen määrä virheitä
4	merkittävä määrä virheitä
5	tiheä kuvio virheitä

Taulukko 7. Virheiden määrän luokittelu.

Tehdyssä arviointitaulukossa, kohdassa Arviointi 2 (Taulukko 10.), tulkitsemme virheiden keskimääräistä suuruusluokkaa soveltaen standardia 4628-1, taulukko 4. mukaisesti.

Luokitus	Virheen koko ^a
0	ei havaittavissa 10 × suurennuksella
1	havaittavissa ainoastaan 10 × tai sitä pienemmillä suurennuksilla
2	juuri ja juuri havaittavissa paljain silmin
3	selvästi havaittavissa paljain silmin (0,5 mm:iin saakka)
4	0,5...5 mm
5	suurempi kuin 5 mm

^a Ellei tämän standardin muissa osissa ole toisin määritelty.

Taulukko 8. Virheiden koon luokittelu.

Arviointi 3 (Taulukko 10.) kohdassa tarkastellaan muutosten voimakkuutta standardin 4628-1 Taulukko 9. mukaisesti, jossa pinnoitteen ulkonäön yhtenäisten muutosten voimakkuutta, kuten esim. värimuutoksia tai muita normaalista poikkeavia ilmiöitä pinnoitteen kalvolla voidaan arvioida.

Luokitus	Muutoksen voimakkuus
0	muuttumaton, ts. ei havaittavaa muutosta
1	hyvin pieni, ts. juuri havaittavissa oleva muutos
2	pieni, ts. selvästi havaittavissa oleva muutos
3	kohtalainen, ts. hyvin selvästi havaittavissa oleva muutos
4	merkittävä, ts. selvä muutos
5	hyvin merkittävä muutos

Taulukko 9. Muutoksien voimakkuus taulukko.

Korroosiosuoja-aineiden virheet ja muutosten arviointi korrodoituneiden koekappaleiden pinnoilla. STANDARDI SFS EN ISO 4628-1

Korroosiosuoja-aineet paremmuus järjestyksessä				
nro	Tuote	Arviointi 1	Arviointi 2	Arviointi 3
1.	Cosmoloid H80	1	1	1, läpinäkyvyys himmentynyt
1.	Dinitrol Pasta	1	1	1, suoja-aine kalvon läpinäkyvyys samentunut
2.	Dinitrol 81	1	3	1, ruoste lisääntynyt hiukan
3.	LPS3	2	2	2, pieniä vaaleita laikkuja
4.	Dinitrol 25 B	3	4	3, vaaleat öljymäiset laikut
5.	Isotrol Klarlack	3	5	4, öljymäisiä laikkuja, ruoste lisääntynyt
5.	Dinitrol 975	3	5	4, vaalea sameus
6.	SP 400 II	4	5	4, ruoste lisääntynyt, vaaleita sameita laikkuja
6.	Lanocote	4	5	4, ruoste lisääntynyt, kalvo ei läpinäkyvä, tummunut
7.	Cantrust	5	4	5, ruoste lisääntynyt, värimuutoksia
7.	Lanoliini	5	4	5, ruoste lisääntynyt
7.	Aseöljy	5	4	5, Ruoste lisääntynyt
8.	Renaissance w	5	5	4, ruoste lisääntynyt, vaaleita sameita laikkuja
8.	Dinitrol 1000	5	5	4, vaalea sameus
9.	Corroheat 401C	5	5	5, värimuutos, värittömästä ruskehtavaksi sameaksi

Taulukko 10. Modernit korroosiosuoja-aineet korrodoituneilla pinnoilla arvioituna taulukossa.

9 Korroosiosuoja-aineiden tutkimustulosten analysointi

Korroosiosuoja-aineiden 9 kuukautta kestävä testausaika oli kovin lyhyt, että olisi saatu täysi varmuus siitä, kuinka hyvin ne toimivat. Tutkimuksia jatketaan vuoteen 2016.

9.1 Auto- ja metalliteollisuudessa käytettävät korroosiosuoja-aineet

Useat modernit korroosiosuoja-aineet tarjosivat hyvän suojan korroosiota vastaan (Liite 2.) ja niiden kuivumisajat olivat erittäin nopeita. Nämä seikat varmasti parantavat niiden suojaustehoa ja kykyä säilyttää myös hyvä esteettinen ulkoasu. Suoja-aineiden kalvot olivat pääosin vahamaisia ja mattapintaisia. Suurin epäkohta joidenkin aineiden kohdalla olivat kalvon selkeän läpinäkyvyyden muuttuminen sameaksi ja värien muuttuminen. Seuraavassa korroosiosuoja-aine esittelyssä on laitettu korroosiosta vapaa ja korrodoitunut koekappale vierekkäin. Ensin esitellään tilanne testausjakson alussa ja seuraavaksi tilanne testausjakson lopussa.

Dinitrol 81 tarjosi erittäin hyvän suojauskyvyn korroosiota vastaan. Paljain silmin saattoi havaita hyvin vähäisiä pieniä yksittäisiä korroosio pilkkuja. Suoja-aineen kalvo säilytti läpinäkyvyyden, värittömyyden ja matalan kiiltoasteensa. Kalvo oli testiajan jälkeen elastinen ja tahrimaton, vain jonkin verran tahmeutta oli havaittavissa. Hyvään lopputulokseen pääseminen suojauskyvyssä johtui varmasti myös siitä, että koekappaleen pintakäsittelyssä päästiin optimaaliseen lopputulokseen. Suositeltu suoja-aineen kalvon paksuus oli Dinitrol 81 kohdalla 10 µm, joka saavutettiin ja hiukan

ylitettiin, saamalla mittaustulokseksi kaksin kertaisten spray-käsittelyn jälkeen kalvopaksuudet 12 µm – 29,5 µm.



Kuva 4. **Dinitrol 81**. 19.4.2013



Kuva 5. **Dinitrol 81**. 19.4.2013



Kuva 6. **Dinitrol 81**. 7.1.2014



Kuva 7. **Dinitrol 81**. 7.1.2014

Dinitrol Pasta antoi välttävän suojauskyvyn pinnoitteen huononemisen arviointikokeen perusteella. Korroosiota oli erotettavissa selvästi paljain silmin. Pastan suojakalvo on melko tumma, johtuen suoja-aineen tummanpunertavasta väristä. Kalvon läpinäkyvyys oli hyvä ja se säilytti muuten hyvin esteettisen ilmeensä, kuten mattamaisuuden ja värinsä. Suoja-aineen kalvo pysyi aluksi pitkään tahmaisena keräten jonkin verran roskaa. Dinitrol Pastan suositeltu kalvopaksuus on 50 -75 µm, jonka saavuttamisessa epäonnistuttiin, saamalla kalvopaksuudeksi mittaustulosten jälkeen 3,1 µm – 24 µm. Pintakäsittelyn epäonnistumisella oli varmasti suoranaisia vaikutuksia tuotteen korroosiosuojauskykyyn. Pasta levitettiin siveltimellä (koko 10) koekappaleen pinnalle.



Kuva 8. **Dinitrol Pasta**. Huhtikuu 2013.



Kuva 9. **Dinitrol Pasta**. Huhtikuu 2013.



Kuva 10. **Dinitrol Pasta**. Tammikuu 2014.



Kuva 11. **Dinitrol Pasta**. Tammikuu 2014.

Dinitrol 4010 näytti tarjoavan hyvän korroosiosuojaustehon. Korroosiota ei ollut silmin nähden koekappaleissa. Kuitenkaan suoja-aineen kalvon esteettinen ilme ei ole sopiva takorautaosien suojaukseen, koska kalvo muuttui läpinäkyvästä, värittömästä, kirkkaasta ruskean kellertäväksi ja läpinäkyvyys sameaksi. Kalvo säilyi kuivana eikä siinä ollut tahmaisuutta. Tuotteen optimaalinen kalvonpaksuus suositus oli 40 µm, johon en päässyt omista pintakäsittelyissä. Käsittelyn tuloksena olivat kalvopaksuudet: 4,6 µm - 20,9 µm. Epäonnistuminen spray-tekniikalla tehdyssä pintakäsittelyssä varmasti heikensi tuotteen suojaavia ominaisuuksia jonkin verran.



Kuva 12. **Dinitrol 4010**. Huhtikuu 2013.



Kuva 13. **Dinitrol 4010**. Huhtikuu 2013.



Kuva 14. **Dinitrol 4010**. Tammikuu 2014.



Kuva 15. **Dinitrol 4010**. Tammikuu 2014.

Dinitrol 975 korroosiosuojauskyky oli välttävä. Korroosiosta vapaana olevan koekappaleen pinnalle oli ilmestynyt korroosiota paljain silmin erotettavasti. Tuotteen suojakalvo muuttui hiukan vaalean maitomaiseksi, valmiiksi korrodoituneen koekappaleen pinnalla. Tuote säilytti muutoin hyvin läpinäkyvyyden, värinsä ja mattapintaisuuden. Dinitrol 975: n kalvon paksuuden suositus on 25 μm . Tähän ei päästy sively-tekniikalla tehdyssä pintakäsittelyssä, vaan magneettimittaus-tulokset antoivat arvot 6 μm – 25 μm . Epäonnistumisella pintakäsittelyssä oli varmasti suoranaiset vaikutukset tuotteen korroosiosuojauskykyyn.



Kuva 16. **Dinitrol 975**. Huhtikuu 2013.



Kuva 17. **Dinitrol 975**. Huhtikuu 2013.



KUVA 18. **Dinitrol 975**. Tammikuu 2014.



KUVA 19. **Dinitrol 975**. Tammikuu 2014.

Dinitrol 1000 korroosiosuojauskyky oli välttävä. Koekappaleen pinnalla oli silmin nähden korroosiota. Suoja-aineen kalvon tahmeus aiheutti todennäköisesti sen, että se keräsi paljon epäpuhtauksia. Suoja-ainekalvo on väriltään vaaleanruskea. Kalvo muutti hiukan väriä maitomaisen vaaleaksi ja läpinäkyvyys muuttui sameudeksi valmiiksi korrodoituneen koekappaleen pinnalla. Korroosiosuoja-aine säilytti lopulta kuivumisensa jälkeen mattamaisen kiiltoasteensa. Tuotteen optimaalinen kalvon paksuus suositus on 40 µm. Spray-tekniikalla tekemässäni pintakäsittelyssä, ei päästy tähän kalvon paksuuden tavoitteeseen, vaan tuloksena oli 4,3 µm – 24,8 µm.



Kuva 20. **Dinitrol 1000**. Huhtikuu 2013.



Kuva 21. **Dinitrol 1000**. Huhtikuu 2013.



Kuva 22. **Dinitrol 1000**. Tammikuu 2014.



Kuva 23. **Dinitrol 1000**. Tammikuu 2014.

Dinitrol 25 B tarjoaa silmämääräisesti tyydyttävän ruostesuojan lyhyt aikaisessa korroosiotutkimuksessa. Suoja-aine säilytti kohtuullisen hyvin läpinäkyvyyden, mutta suoja-aineen väri muuttui testin aikana värittömästä ruskeahkoksi. Suoja-aineen kalvolla oli kummassakin koekappaleessa nähtävissä öljymäisiä pieniä läikkiä ja pientä kiiltoa. Tuotteen optimaalinen kalvon paksuus suositus on 2 μm . Spray-tekniikalla tekemäni pintakäsittelyn tuloksena, sain magneettimittaustulokset: 7, 2 μm – 21, 9 μm .



Kuva 24. **Dinitrol 25 B**. Huhtikuu 2013.



Kuva 25. **Dinitrol 25 B**. Huhtikuu 2013.



Kuva 26. **Dinitrol 25 B**. Tammikuu 2014.

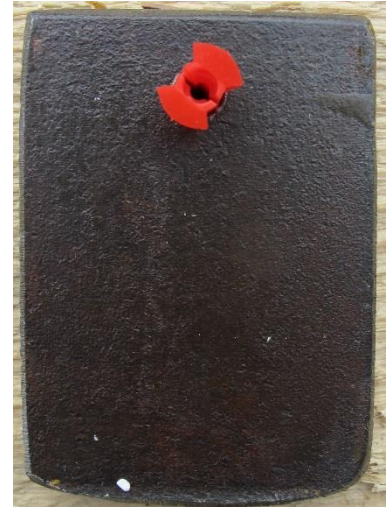


Kuva 27. **Dinitrol 25 B**. Tammikuu 2014.

SP 400 II antoi tyydyttävän lyhyt aikaisen korroosiosuojan silmämääräisen tarkastelun perusteella. Suoja-aine kalvo pysyi läpinäkyvänä, värittömänä ja mattamaisena. Valmiiksi korrodoituneen koekappaleen suojakalvossa tapahtui hiukan muutoksia ulkonäössä, koska se muuttui vaaleaksi ja kalvon läpinäkyvyys sameaksi. Kalvo pysyi mattamaisena ja hivenen tahmeana. Tämän suoja-aineen suositeltu optimaalinen kalvopaksuus on 20 μm . Pintakäsittelyn suoritin spray-tekniikalla. Mittaustulokseksi sain kalvopaksuudeksi: 3,9 μm – 26,7 μm .



KUVA 28. **SP 400 II**. Huhtikuu 2013.



Kuva 29. **SP 400 II**. Huhtikuu 2013.



Kuva 30. **SP 400 II**. Tammikuu 2014.

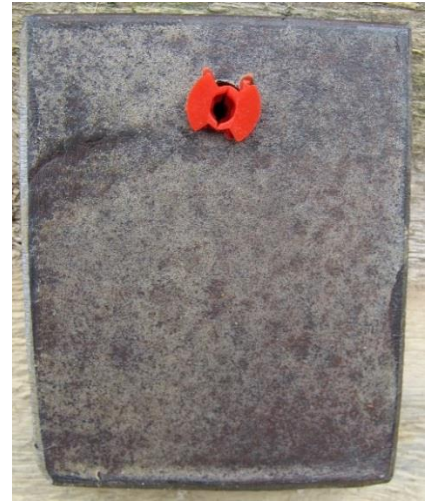


Kuva 31. **SP 400 II**. Tammikuu 2014.

LPS3 antoi silmämääräisesti välttävän suojan korroosiota vastaan korroosiosta vapaalla olevan koekappaleen pinnalla. LPS3 oli toinen niistä kahdesta suoja-aineista, joiden suoja-ainekalvo huuhtoutui kokonaan (korroosiosta vapaan koekappaleen pinnalta), joten sitä ei tämän tutkimuksen valossa voi suositella korroosiosuoja-aineeksi. Valmiiksi korrodoituneen koekappaleen suoja-ainekalvolla oli havaittavissa aavistus vaaleaa maitomaista sameutta. Kalvon pinta pysyi hieman tahmeana testin loppuun asti. Suoja-aineen suositeltu kalvopaksuus oli LPS3:lla 50 μm - 100 μm . Spreijaamalla kahteen kertaan tehdyn korroosiosuoja-aine käsittelyn jälkeen kalvopaksuudeksi mitattiin 4,5 μm – 21,9 μm .



Kuva 32. **LPS3**. Huhtikuu 2013.



Kuva 33. **LPS3**. Huhtikuu 2013.



Kuva 34. **LPS3**. Tammikuu 2014.



Kuva 35. **LPS3**. Tammikuu 2014.

Isotrol Klarlack Grundin säilytti korroosionsuojaustehon erinomaisesti silmämääräisen analyysin perusteella. Paljain silmin korroosiopilkkuja voi hädin tuskin erottaa. Nähdäkseen korroosionmuutoksia on käytettävä suurennuslasia, jossa on kymmenen kertainen suurennos. Isotrol Klarlack Grundin kalvo on silmiin pistävän kirkas ja lakkamainen. Suoja-aineen kalvo oli muutoin säilyttänyt hyvin ulkoiset ominaisuutensa. Se oli läpinäkyvä, kuiva ja kova eikä siinä ollut värimuutoksia. Kalvo ei kerännyt ominaisuuksien takia yhtään likaa. Isotrol on alkydituote ja sisältää mm. synteettistä hartsia, joka kuivuessaan kemiallisesti muodostaa erittäin hankalasti poistettavan kalvon. Aineen poistossa tarvitaan sekä vahvoja liuottimia, että mekaanisia poistomenetelmiä. Valmistajan ohjeistuksessa suositeltu kalvopaksuus on

12 µm – 15 µm. Maalaussiveltimellä (koko 10) tekemäni pintakäsittelyn lopputuloksena mitattiin suoja-aineen kalvopaksuudeksi 7,8 µm – 24,6 µm.



Kuva 36. **Isotrol K. Grund.** Huhtikuu 2013.



Kuva 37. **Isotrol K. Grund.** Huhtikuu 2013.



Kuva 38. **Isotrol K. Grund.** Tammikuu 2014.



Kuva 39. **Isotrol K. Grund.** Tammikuu 2014.

9.2 Mikrokidevahat

Vahat tarjosivat hyvän suoja korroosiota vastaa. Ne säilyttivät testin loppuun asti läpinäkyvyyden ja mattamaisen kiiltoasteen eivätkä muuttaneet väriä. Lisäksi koekappaleiden pinnat, jotka käsiteltiin vahoilla, eivät kuivuttuaankaan menettäneet elastisuuttaan eivätkä olleet tahmeita, jolloin niihin ei kertynyt silminnähtäviä havaittavia epäpuhtauksia.

Cosmoloid H80 antoi hyvän ruostesuojan lyhyellä aikavälillä. Silmämääräisesti hyvin pieniä korroosiopilkkuja oli nähtävissä. Vaha säilytti hyvin kalvon esteettisen ilmeen. Kalvo oli koko tutkimuksen ajan läpinäkyvä, väritön ja kiiltoasteeltaan matta, säilyttäen kuitenkin kuivapintaisen tahrinattoman vahamaisuutensa. Suoja-ainekäsittelyt tehtiin sivelemällä öljyvärisiveltimellä koekappaleiden pinnalle Cosmoloid H80. Siveltävä Cosmoloid H80 liuos valmistettiin siten, että lasipurkkiin tehtiin seos, jossa oli n. 50 % asetonia ja 50 % Cosmoloid H80 (suhteet painoprosenteissa). Asetonia laitettiin Cosmoloid H80 sekaan siksi, että Cosmoloid H80 ajateltiin muuttuvan nopeammin sivelettaväksi, kun sitä lämmitetään vesihauteessa yhdessä asetonin kanssa. Asetoni lisäyksellä ajateltiin olevan myös se hyöty, että Cosmoloid H80 käsittelyaikaa saatiin pidennettyä. Toimenpidettä ei kuitenkaan voi suositella. Kalvopaksuuden vaihteluväliksi saatiin Elcometer 355 – mittarilla 3,9 µm – 28 µm. Suoja-aineen suositeltua kalvopaksuutta ei ollut valmistajan sivuilla.



Kuva 40. **Cosmoloid H80**. Huhtikuu 2013.



Kuva 41. **Cosmoloid H80**. Huhtikuu 2013



Kuva 42. **Cosmoloid H80**. Tammikuu 2014.



Kuva 43. **Cosmoloid H80**. Tammikuu 2014.

Reneissance Wax antoi tyydyttävän korroosiosuojauskyvyn. Vaha säilytti hyvän esteettisen ulkomuodon. Kalvo pysyi läpinäkyvänä, mattamaisena ja siinä ei ollut värimuutoksia. Kalvo ei myöskään ollut tahmainen, vaan sen pinta oli kuivan tuntuinen. Suoja-aine käsittelyt tehtiin hankaamalla vahaa mikrokuituliinalla kappaleen pinnalle niin paljon kuin mahdollista. Suoja-aineen kalvon paksuuden mittausta antoi tuloksena vaihteluvälin 10 µm – 25 µm. Tuotteen valmistajalla ei ole suositusta kalvopaksuudelle.



Kuva 44. **Reneissance wax**. Huhtikuu 2014.



Kuva 45. **Reneissance wax**. Huhtikuu 2014.

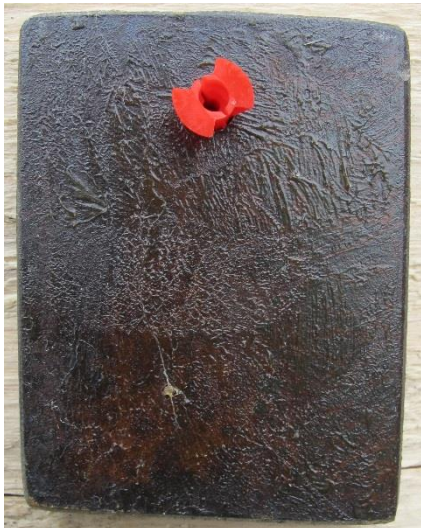


Kuva 46. **Reneissance wax**. Tammikuu 2014. Kuva 47. **Reneissance wax**. Tammikuu 2014.

9.3 Rasvat

Rasvoja levitettiin vain valmiiksi korrodoituneiden koekappaleiden pinnoille. Suoja-aineen kalvonpaksuuksia ei tutkittu rasvojen kohdalla.

Lanocote Marine Grade tarjosi välttävän lyhyt aikaisen korroosiosuojan. Suoja-aine kalvo oli esteettisesti epämääräisen näköinen, läpinäkymätön ja pinnaltaan erittäin tahmea. Suojakalvo keräsikin toiseksi eniten epäpuhtauksia ilmasta. Kalvopaksuutta ei tutkittu. Lanocote levitettiin mikrokuituliinalla hangaten koekappaleen pintaan.



Kuva 48. **Lanocote MG**. Huhtikuu 2013.

Kuva 49. **Lanocote MG**. Tammikuu 2014.

Lanoliini DAB 9 antoi tyydyttävän suojan korroosioita vastaan. Suoja-aineen kalvossa ei tapahtunut suuria muutoksia, mutta kalvo ei ole pysynyt esteettisesti kauttaaltaan

tasalaatuisena. Suoja-aineen kalvonpinta pysyi melko hyvin läpinäkyvänä ja mattamaisena sekä elastisena koko tutkimuksen ajan. Kalvon pinta oli tahmainen koko tutkimuksen ajan, joten se keräsi jokseenkin paljon epäpuhtauksia. Lanoliinia levitin mikrokuituliinalla kappaleen pintaan, hangaten voimakkaasti. Kalvopaksuuksia ei tutkittu.



Kuva 50. **Lanoliini DAB 9**. Tammikuu 2014.



Kuva 51. **Lanoliini DAB 9**. Tammikuu 2014.

Aseöljy antoi huonon lyhyt aikaisen korroosiosuoja. Suoja-aine kalvosta ei ollut nähtävillä merkkiäkään ja koekappaleen pinta oli tasaisesti ruostepilkkujen peittämä. Eli ulkona olevien takorautaosien korroosion suojauksessa aineesta ei ole merkittävää hyötyä. Levitin aseöljyä siveltimellä koekappaleen pinnalle. Kalvopaksuutta ei tutkittu.



Kuva 52. **Aseöljy**. Huhtikuu 2013.



Kuva 53. **Aseöljy**. Tammikuu 2014.

9.4 Perinteiset korroosiosuoja-aineet

Sekundääriset koekappaleet ja suoja-aineet olivat erittäin mielenkiintoisia seurattavia. Sekundääreihin koekappaleisiin ja suoja-aineisiin tässä tutkimuksessa luetaan perinteiset korroosiosuoja-aineet. Näissä tutkimuksissa arvioitiin ruostumista standardin SFS ISO EN 4628-3 mukaisesti. Optisesti silmillä tehdyn ja muiden aistihavaintojen tarkastelun perusteella näytti parhaiten selviävän perinteisistä suoja-aineista mehiläisvaha ja vernissa. Ruostumisasteen arviointitaulukko löytyy liitteistä (Liite 2). Kalvopaksuuksien mittaustulokset on esitelty liitteissä (Liite 5)

Mehiläisvaha tarjosi tyydyttävän lyhyt aikaisen korroosiosuojauskyvyn ja se säilytti läpinäkyvyyden sekä mattapintaisuuden erinomaisesti eikä kalvossa myöskään tapahtunut värimuutoksia. Mehiläisvaha pärjäsi parhaiten perinteisten korroosiosuoja-aineiden vertailussa. Silmämääräisesti korrosio peitti tutkimuksen lopussa koekappaleen pinta-alasta n.10 %. Mehiläisvahan suoja-ainekalvo ei ollut tahmainen, joten se ei kerännyt itseensä näkyvää likaa. Mehiläisvaha siveltiin lämpimän (n. + 70 celsiusta) koekappaleen pinnalle.



Kuva 54. Mehiläisvahakäsittely 17.4.2013



Kuva 55. Mehiläisvahakäsittely 7.1.2014

Tervan kohdalla vaikutti siltä, että se toimii kylmäsiselyynä parhaiten. Korroosiotuotetta oli koekappaleen pinnalla n. 20 % pinta-alasta. Kalvopaksuutta ei voitu mitata, koska terva ei ollut kuivunut. Lämpökäsitellyistä tervakokeilusta sekä tervan kuumadippauksen että kuumahankauksen tulokset vaikuttivat silmämääräisesti paljon

huonommilta. Kuumadippauskäsittelyn koepalan pinnalla korroosiotuotteita oli n. 80 % näkyvästä pinta-alasta ja kuumahankauskäsittelyn koepalan pinnalla korroosiotuotteita oli n. 25 % näkyvästä pinta-alasta. Tästä voi päätellä, että lämpökäsittelyn seurauksena tervasta haihtuu paljon merkittäviä suoja-aineita pois, jotka tervassa kylmäsvelyynä toimivat korroosiota hidastavana aineosina. Pelkkä esineen tervaan kastaminen ei riitä, vaan terva on hangattava esineen pintaan.

Tervan suojakalvo on erittäin sopiva esteettisesti ulkomuseorakennusten teräsosien korroosiosuojauksessa. Olipa terva sitten takoraudan pinnalla kylmäsvelyynä tai lämpökäsittelyn jäljiltä. Tervan käyttö kylmäsvelyynä museon takorautaosien kohdalla ei mielestäni muutoin ole kovin käytännöllistä, koska terva kuivuu todella hitaasti. Tällöin se kerää kaiken mahdollisen pölyn itseensä ja tahrii kosketeltaessa. Jos tervaa kuitenkin käytetään, täytyy huolehtia, että sen suoja-aine kalvo pysyy ehjänä, jolloin tervauksia on tehtävä vuosittain esim. keväisin. Tervaa voisi ajatella käytettävän esim. lukkokilvissä ja saranoissa. Saranoissa sitä on käytetty ennenkin jopa voitelevana aineena. Terva on hankala poistaa, joten se täytyy huomioida sitä käytettäessä.



Kuva 55. Terva kylmäsvelykäsittely 17.4.2013



KUVA 56. Terva kylmäsvelykäsittely 7.1.2014



Kuva 57. Terva kuumahankauskäsittely 17.4.2013



Kuva 58. Terva kuumahankauskäsittely 7.1.2014



Kuva 59. Terva kuumadippauskäsittely 17.4.2014



Kuva 60. Terva kuumadippauskäsittely 7.1.2014

Kylmäpuristettu pellavaöljy ja keitetty pellavaöljy eli vernissa toimivat hyvin lyhyt aikaisessa korroosionestossa kylmäselvetyinä. Korrosio peitti n. 10 % näkyvästä pinta-alasta. Suojakalvo säilytti esteettisen ilmeensä jokseenkin hyvin, tummentuen kuitenkin ajan kuluessa. Suoja-ainekalvo on aluksi kiiltävä, mutta se himmeni ajan kuluessa. Kalvo ei ole täysin läpinäkyvä, joten on vaikea sanoa onko kalvon taakse muodostunut korroosiota. Omien silmämääräisten tutkimusten perusteella en havainnut korroosiota kalvon takana. Ongelmia oli öljyjen kanssa pääosin siinä, että ne kuivuivat hitaasti ja keräsivät kaiken mahdollisen irtolian itseensä, joka taas huononsi niiden kalvon korroosionsuojaus kykyä. Täysin kuivuttuaan öljyjen poisto on todella hankalaa.



KUVA 61. Pellavaöljy kylmäselvitys 7.1.2014



KUVA 62. Vernissa kylmäselvitynä 7.1.2014

Pellavaöljy kuumahankauskäsittely antaa tyydyttävän lyhyt aikaisen korroosiosuojan. Käsittely muodostaa väriltään mustan, hiukan kiiltävän kalvon aluksi. Esteettisesti kalvo tyydyttävän näköinen. Kalvon väri kuitenkin vaalenee ja tulee läpinäkyvämmäksi pidemmän ajan jälkeen. Kalvo on kuiva ja kova. Testiajan jälkeen koekappaleesta oli n. 25 % korroosion peitossa.



Kuva 63. Pellavaöljy kuumahankaus 17.4.2013



Kuva 64. Pellavaöljy kuumahankaus 7.1.2014

Vernissa kuumahankauskäsittely muodostaa huonon lyhyt aikaisen korroosiosuojan. Suoja-aine kalvo on melkein huuhtoutunut kokonaan pois ja pinta on 60 % korroosiopilkkujen peittämä. Jäljellä olevan kalvon väritys on mustan, ruskean ja sinertävän sävyinen, joten sen esteettinen asu ei ole tyydyttävä.



Kuva 65. Vernissa kuumahankauskäsittely 17.4.2013



Kuva 66. Vernissa Kuumahankauskäsittely 7.1.2014

Roslagin mahonki kylmäsiivelykäsittelyn jäljiltä oleva koekappale oli testiajan jälkeen melkoisen ruosteen peitossa (n. 60 %), joten sen korroosion suojauskyky vaikuttaa olevan huono. Roslaginmahonki-käsittely muodostaa aluksi esteettisesti kauniin ulkonäön ja läpinäkyvän sekä hiukan kiiltävän suojakalvon. Suoja-aine kuivui melko hitaasti, joten se keräsi kalvon pintaan epäpuhtauksia.



Kuva 65. Roslaginmahonkikäsittely 17.4.2014



Kuva 66. Roslaginmahonkikäsittely 7.1.2013

Sianihrakäsittely antoi huonon korroosiosuojan. Koekappaleen pinta oli testiajan jälkeen n. 50 % ruosteen peitossa. Aluksi suoja-aineen kalvon pinta oli hyvin tumman ruskea ja läpikuultava. Kalvo muuttui ajan myötä vaaleammaksi ja läpinäkyvämmäksi. Kalvo oli kova ja kuiva sekä siinä oli hivenen kiiltoa. Suoja-aine kalvo on esteettisesti tyydyttävä.



Kuva 67. Sianihrakäsittely 17.4.2013.



Kuva 68. Sianihrakäsittely 7.1.2014.

9.5 Paraloidit

Tässä tutkimuksessa eri Paraloidista tehtiin 40 % liuos asetoniin (suhteet painoprosenteissa), jotka siveltiin koekappaleiden pintaan. Paraloidit näyttivät antavan silmämääräisesti tarkasteltuna melko hyvän lyhyt aikaisen korroosion suojan, vaikkakin kaikissa 5 koekappaleessa on hivenen korroosiota nähtävissä. Ainoastaan Paraloid B-67 kalvolla tapahtui isoja muutoksia jo 2 kuukauden jälkeen. Suoja-aine kalvolle muodostui ilmakuplia ja lohkeamia. Muiden Paraloidien kohdalla suojakalvo pysyi ehjänä koko tutkimuksen ajan. Liimojen suojakalvot ovat melko kiiltäviä, joten niiden esteettinen sopivuus korroosiosuoja-aineeksi on vähintäänkin kyseenalainen. Tämä tutkimus tehtiin 15.6.2013 – 15.1.2014 välisenä aikana.



Kuva 69. P-B 67



Kuva 70. P-B 48N.



Kuva 71. P-B 82.



Kuva 72. P-B 72.



Kuva 73. P-B 44.

Paraloid-liimojen ruostumisasteen arviointi korroosiosta vapaiden koekappaleiden pinnoilla . Soveltaen Standardi SFS EN ISO 4628-3.

Tuote	Arviointi
P-B 72	Ri 3 (S2)
P-B 82	Ri 3 (S2)
P-B 48 N	Ri 3 (S2)
P-B 44	Ri 4 (S2)
P-B 67	Ri 5 (S4)

Taulukko 11. Paraloid-liimojen ruostumisasteen arviointi.

9.6 Käsittelemätön rakenneteräs S 235 JR

Ulkona käsittelemätön rakenneteräs ruostuu Helsingissä n. 53 µm vuodessa.



Kuva 74. Käsittelemätön rakenneteräs. 19.4.2013.



Kuva 75. Käsittelemätön rakenneteräs. 15.1.2014.

10 Yhteenveto

Tutkimusten perusteella näyttää siltä, että mikä tahansa korroosiosuoja-aine antaa paremman suojan korroosiota vastaan kuin, jos teräspintaa ei käsitellä millään tavalla. Korroosiosuoja-aineista melkein kaikki antoivat vähintään välttävän suojan. Ongelmia muodostui eniten suoja-aineiden kalvon värin ja kiiltoasteen sekä kalvon läpinäkyvyyden muutosten kanssa. Suoja-aineiden kalvot pysyivät hyvin kiinni alustassaan. Vain kahden korroosiosuoja-aineen (LPS3 ja P-B 67) kalvot huuhtoutuivat pois, korroosiosta alun perin vapaan koekappaleen pinnalta.

Yleinen huoli rakenteissa kiinni olevien takorautaosien käsittelyä vaille jäävistä taustoista, ja niiden nopeasta korrodoitumisesta, sai tutkimuksien jälkeen lisää valaistusta. Tarkkailtuani n.40 koekappaleen muutoksia havaitsin, että puupintaa vasten olevien teräksisten koekappaleiden taustaosissa korrosio ei ole sanottavasti lisääntynyt. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että puumateriaali tasaa kosteutta ja kuivuu nopeasti. Johtopäätöksenä tästä huomiosta voidaan sanoa, että suojaamalla vain rakenteissa kiinni olevien takorautaosien näkyvät osat saadaan merkityksellisesti hidastettua korroosiota.

Parhaiten pinnoitteen huononemisen arviointikokeesta (Standardi SFS EN ISO 4628-3, s.8-10 ja SFS EN ISO 4628-1, s.9-12), jossa arvioitiin korrodoitumisen määrää, selvisivät korroosiosta vapaiden koekappaleiden pinnoilla seuraavat suoja-aineet: Isotrol Klarlack, Dinitrol 81 ja Dinitrol (Corroheat) 4010 (Taulukko 5 ja Liite 2).

Parhaiten pinnoitteen huononemisen arviointikokeesta (SFS EN ISO 4628-1, s.9-12), jossa mitattiin virheiden määrää, kokoa ja muutosten voimakkuutta, selvisivät korrodoituneiden koekappaleiden pinnoilla korroosiosuoja-aineet: Dinitrol 81, Cosmoloid H80 ja Dinitrol Pasta (Taulukko 10).

Johtopäätöksenä voidaan tutkimuksen tässä vaiheessa sanoa, että useimmat modernit vahamaiset korroosiosuoja-aineet näyttävät toimivan hyvin ainakin lyhyt aikaisessa korroosionestossa. Dinitrol 81 ja Cosmoloid H80 saivat tutkimuksissa keskimäärin parhaat arvioinnit (Taulukko 5, Taulukko 10, Liite 2). Kummatkin suoja-aineet antoivat hyvän suojan korroosiota vastaan. Suoja-aine kalvon läpinäkyvyys, värittömyys ja mattamaisuus säilyivät tuotteilla kokeen loppuun asti. Kumpaistakin tuotetta yhdistää myös elastinen vahamainen suoja-aine kalvo, joka voi olla yksi edellytys hyvään korrosio suojaan. Kalvo ei ole elastisuudestaan huolimatta liian pehmeä ja tahmainen, joten se ei kerää epäpuhtauksia.

Perinteisistä suoja-aineista parhaiten selvisivät pinnoitteen huononemisen arviointikokeessa (Standardi SFS EN ISO 4628-3, s.8-10 ja SFS EN ISO 4628-1, s.9-12), mehiläisvaha ja vernissa. Tulokset ovat nähtävillä opinnäytetyössä (Taulukko 6. ja Liite 2).

Korroosionesto ulkomuseossa voitaisiin ajatella tehtävän niin, että rakenteissa kiinni olevat ja irrotettavat alkuperäiset takorautaosat käsitellään moderneilla tehokkailla korroosiosuoja-aineilla ja uudet irrotettavat sekä uudet vaihdettavat takorautaosat suojataan perinteisillä suoja-aineilla. Tällöin pidettäisiin kiinni myös käsityöperinteestä, mikä on olennainen osa ulkomuseon tehtävää, joka esittelee kansanrakentamisen näkökulmaa. Perinteisten suoja-aineiden käyttöä tulee kuitenkin harkita tapauskohtaisesti, koska ne tarjoavat hyvin lyhyen suojausajan ja osa suoja-aineista voi olla jopa pitemmän päälle haitallisia takorautaosille. Ulkona oleville takorautaosille luodaan vuosittainen hoito-ohjelma. Hoito-ohjelma tähtää siihen, että kaikki alkuperäiset ulkomuseon takorautaosat on käyty läpi kolmen vuoden jaksoissa.

Tekemäni tutkimus olisi hyvä toistaa tulevaisuudessa. Jatkotutkimuksissa käytettävää korroosiosuoja-aine valikoimaa olisi hyvä laajentaa ja täydentää uusilla markkinoilla olevilla suoja-aineilla. Mielenkiintoinen aihe jatkotutkimuksille olisi perehtyä korroosionestossa käytettyihin menetelmiin ulkomuseoissa menneinä vuosikymmeninä.

Lähteet

Aromaa, Jari 2000. Materiaalien sähkökemian, Espoo: Teknillinen korkeakoulu, 2000 Otamedia

Aromaa, Jari 2005. Korroosionestotekniikan perusteet, Espoo: Helsinki University of Technology

Bruggerhoff, Stefan 2007. Coatings for industrial heritage surfaces – between the poles of aesthetics and durability, German Mining Museum (DBM), Bochum, Proceedings of the international Conference Bigstuff 2007: Beyond Conservation

Canadian Conservation Institute, 1993. CCI Notes 15/2 Care Machinery artifacts displayed or stored outside, Communications Canada.

Horie, C.V & Kenyon D. 1992. Chemistry for conservators block 3 : chemistry in action. Manchester : IAP.

Kansallismuseon konservointilaitos 2002. Museoesineiden käsittelykurssi II, 15.4.2002, Metallit.

Kaunisto, Tuija 1994. Metallien ilmastollinen korroosio. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus. (tiedotteita 1582).

Riksantikvarieämbetet, 2007. Slutrapport för FoU-projektet Inhibitorer för omålat järn, Rostskyddsmedel för omålat järn, Rapport från Riksantikvarieämbetet 2007:3.

SFS EN ISO 2808. Pinnoitteiden säänkestävyys. Kokeen suoritus ja arviointi.

SFS EN ISO 2810. Maalit ja Lakat. Kalvonpaksuuden määrittäminen.

SFS-EN ISO 4268-3. Maalit ja Lakat. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten virhetyypin esiintymisen voimakkuuden, määrän ja koon merkintä. Osa 3: Ruostumisasteen arviointi.

SFS-EN ISO 4628-1. Maalit ja Lakat. Pinnoitteiden huononemisen arviointi. Yleisten virhetyypin esiintymisen voimakkuuden, määrän ja koon merkintä. Osa 1: Yleistä merkintä järjestelmistä.

Shashoua Y and Matthiesen H 2010: Corrosion Engineering, Science and technology, VOL 45 NO 5, Protection of iron and steel in large outdoor industrial heritage objects, Institute of materials, minerals and mining, Published by Maney on behalf of the Institute.

Suomen Korroosioyhdistys, 2008, Korroosioikäkirja, KP-Media Oy.

Suomen muinaismuistoyhdistys, 1921, Suomen museo 1920 – 21, K. F. Puromiehen Kirjapaino O.-Y, Helsinki.

Liite 1 Modernien korroosiosuoja-aineiden esittely

Dinitrol 25 B

käyttö: DINITROL 25B on suunniteltu suojaamaan metalliosia eri tuotantovaiheiden väliaikoina ja lyhytaikaisessa varastoinnissa

väri: läpinäkyvä

kalvo: rasvamainen

levitys: spray

Kalvon paksuus: suositus 2 µm

kuivumisaika: 30 min

Kiinnipitävyys: - 40 astetta

poistaminen: alkaline - tai mineraalitärpätti

haitallinen: ympäristölle ja käyttäjälle

tekniset tiedot:

<http://www.aspo.fi/files/attachments/telko/fi/kemikaalit/dinitrol/korroosionestoaineet/dinitrol25b.pdf>

käyttöturvallisuustiedote:

http://www.dks.at/fileadmin/userdaten/datenblaetter/korrosionsschutz/en/Dinitrol_25B__Eng_.pdf

Dinitrol 81

käyttö: DINITROL 81 on tarkoitettu varastoinnin ja kuljetusten aikaiseksi suojaksi työstetyille teräs- ja muille metallipinnoille, varsinkin erilaisten työkalujen, koneiden ja ajoneuvojen ruosteenestoon.

väri: läpinäkyvä, vahamainen

levitys: spray/sively

kalvon paksuus: suositus 10 µm

kuivumisaika: 1/2 h

poistaminen: liuotin bensiini

suolasumukoe: 500 h

Suojaava aika: Sisätiloissa varastoitaessa 18 - 24 kuukautta.

Ulkotiloissa varastoitaessa 3 – 6 kuukautta

tekniset tiedot:

http://www.telko.com/files/attachments/telko/fi/kemikaalit/dinitrol/korroosionestoaineet/dinitrol_81.pdf

käyttöturvallisuustiedote:

<http://www.dinitrol.co.uk/Portals/0/docs/msds/Dinitrol%2081%20MSDS.pdf>

Dinitrol 1000

Ominaisuudet: Tuote perustuu pääasiassa synteettisiin vahoihin, korroosion inhibiittoreihin sekä mineraalitärpätti tyypiseen liuottimeen. Tuote jättää kuivuttuaan vaaleanruskean vahamaisen, vettähykkivän suojakalvon.

Käyttöalue: DINITROL 1000 on suunniteltu käytettäväksi suljettuihin koteloihin, oviin ja muihin autojen, rekkojen ja linja-autojen osiin. Tuote sopii myös käytettäväksi varaosiin yms, joita säilytetään pitkiä aikoja tai kuljetetaan korroosiolle erittäin alttiissa sääoloissa.

Väri: himmeästä vaaleanruskeaan

levitys: spray

Kalvo: vahamainen

Kalvon paksuus: suositus 40 µm

Kuivumisaika: 2 h

Poistaminen: mineraalitärpätti

Suolasumutuskoe 500 h

tekniset tiedot:

http://www.telko.com/files/attachments/telko/fi/kemikaalit/dinitrol/korroosionestoaineet/dinitrol_1000.pdf

Käyttöturvallisuustiedote:

<http://www.dinitrol.co.uk/Portals/0/docs/msds/Dinitrol%201000%20MSDS.pdf>

Dinitrol 975

Ominaisuudet: DINITROL 975 on vesiperustainen ruosteenestoneste, joka estää ruosteen

syntymisen pitkän aikaa – jopa vaikeissa olosuhteissa.

käyttöalue: Se sopii mainiosti suojaksi varastointiin ja kuljetuksiin sekä pitkiksi että lyhyemmiksi aikaväleiksi. Tämä koskee sekä työstettyjä että työstämättömiä teräspintoja, valmiita tuotteita kuten koneita, koneen osia, varaosia jne.

Väri: läpinäkyvä

Kalvo: vahamainen

levitys: sively

kalvon paksuus: suositus 25 µm

Kuivumisaika: 40 min

Poistaminen: ennen kuivumista vesi, kuivumisen jälkeen liuotinbensiini

Suolasumutesti: 150 h

Suojausaika: Sisällä 1 - 2 vuotta Ulkona 6 – 12 vuotta

tekniset

tiedot:

http://www.telko.com/files/attachments/telko/fi/kemikaalit/dinitrol/korroosionestoaineet/dinitrol_975.pdf

Käyttöturvallisuustiedote:

<http://www.dinitroluk.com/downloads/dataSheets/industrial-application/dinitrol975.pdf>

Dinitrol (Corroheat) 4010

käyttöalue: DINITROL 4010 on kehitetty erityisesti käytettäväksi pinnoilla, jotka joutuvat kestämaan sekä korkeita että alhaisia lämpötiloja.

väri: läpinäkyvä, kirkas, lakkamainen

kalvo: kova

levitys: spray

kalvon paksuus: 40 µm

kuivumisaika: 1 h

poistaminen: mineraalitärpätti

tekniset tiedot:

http://www.telko.com/files/attachments/telko/fi/kemikaalit/dinitrol/korroosionestoaineet/dinitrol_4010.pdf

Käyttöturvallisuustiedote:

<http://www.dinitrol.co.uk/Portals/0/docs/msds/Dinitrol%204010%20Spray%20MSDS.pdf>

Dinitrol pasta

käyttöalue: DINITROL PASTA on lähinnä tarkoitettu koneiden, koneenosien ja muiden rauta- ja teräsesineiden suojaksi, joita varastoidaan tai kuljetetaan vaativissa korroosioolosuhteissa.

väri: punainen

kalvo: rasvamainen

levitys: sively

kalvon paksuus: 50 µm -75 µm

kuivumisaika: 2-5 h

poistaminen: lakkanaftha

Suojaava aika: Sisätiloissa varastoitaessa 1-3 vuotta, Ulkotiloissa varastoitaessa 1-2 vuotta

tekniset tiedot:

http://www.telko.com/files/attachments/telko/fi/kemikaalit/dinitrol/korroosionestoaineet/dinitrol_pasta.pdf

käyttöturvallisuustiedote:

<http://www.man-diesel.eu/files/news/files/17578/DINOL%20Dinitrol%20Pasta-EN.pdf>

Isotrol Klarlack Grund

Käyttöalue: Pohjuste ruostuneille metallipinnoille. Käytetään teollisuudessa mm. varastoinnissa.

väri: väritön, läpinäkyvä

kalvo: kova, lakkamainen

levitys: sively

kuivumisaika: 8 tuntia, + 23 celsius

kalvopaksuus: 12 - 15 µm

poistaminen: lakkanafta

tekniset tiedot:

http://www.introteknik.se/swe/prodblad/PBIsotrolGrund_sv.pdf

SP 400 II

Käyttöalue: Korroosion suojaus mm. merikuljetukset, teräsosien ulko-varastointi

väri: kullanuskea, läpinäkyvä

kalvo: vahamainen

levitys: sively

kalvopaksuus: 20 µm

kuivumisaika: 1 h

Suojausaika: 2 vuotta

<http://www.crcindustries.com/faxdocs/tchdta/125.pdf>

Käyttöturvallisuustiedote:

<http://tuotteet.etra.fi/fi/g13895776/2/crc-sp-400-ii-pitkakaikainen-korroosionsuojavaha>

LPS3

Käyttöalue: Teräksen ja alumiinin suojaus

väri: läpinäkyvä, himmeän ruskea

kalvo: pehmeä, vahamainen

levitys: spray

kuivumisaika: 6 – 6 h

kalvopaksuus: 50 - 100µm

poistaminen: LPS omalla rasvanpoistoaineella

testit: Humidity cabinet test ASTM 1748/ 30 vrk

suoja-aika: 2 vuotta

tekniset tiedot:

http://www.lpslabs.com/site_files/tech_downloads/TDS_00316.pdf

<http://www.itw-scan.com>

Käyttöturvallisuustiedote:

http://www.lpslabs.com/site_files/tech_downloads/M00316.pdf

Can trust

Käyttöalue: Käytetty yleisesti teräksen korroosiosuojaukseen ulkona/sisällä

väri: tummanruskea/sinertävä

kalvo: kova

levitys: sively

kuivumisaika: 1vrk

Suoja-aika:-

Maahantuoja: Oy NCH Suomi AB, Megametal Helsinki

tekniset tiedot: -

käyttöturvallisuustiedote:-

Cosmoloid H80

Käyttöalue: mm. metallien suojaus ulkona ja sisällä

Väri: valkoinen

Kalvo: vahamainen

Kalvo paksuus: -

Levitys: sively tai hankaus

Kuivumisaika: 15 min

poistaminen: mineraalitärpätti, ksyleeni

Suojausaika: 6 kk

ympäristöystävällisyys: haitallinen

kaupallisuus: saa helposti, 100g/1 kg/10 kg pakkauksissa

tekniset tiedot:

http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/62800_SHD_ENG.pdf

käyttöturvallisuustiedote:

http://www.kremer-pigmente.com/media/files_public/62800_SHD_ENG.pdf

Reneissance wax

Käyttöalue: sopii sisätiloissa lähes kaikenlaisten materiaalien suojaamiseen

Väri: valkoinen

Kalvo: vahamainen

Kalvopaksuus: ei määritelty

levitys: sively tai hankaus

kuivumisaika:

poistaminen: mineraalitärpätti (whitespirit), ksyleeni

Suojausaika: ei määritelty

ympäristöystävällisyys: haitallinen

kaupallisuus: saa helposti, pakkauskoot: 65 ml/100ml/3 l

tekniset tiedot:

http://www.productosdeconservacion.com/pdf/cera_Renaissance.pdf

käyttöturvallisuustiedote:

http://www.productosdeconservacion.com/pdf/cera_Renaissance.pdf

Liite 2 Korroosiosuoja-aineiden arviointitaulukot

Tuote	Korroosio	Esteettisyys	Levitys	Kalvon ominaisuudet	Kalvopakisuus	Kuivumis aika	Väri	Kiiltoaste	Kaupallisuus	Lämpötilankesto	Ympytävällisyys	Käyttäjäturvällisyys	Poistettavuus
Isotrol K. Grund	Ri 2 (S2)	7 ½	sively	kova, kuiva	12-15	8 h	läpinäkyvä	kirkas	Inroteknik AB	-	haitallinen	haitallinen	lakkanafta
Dinitrol 81	Ri 2 (S2)	9 ½	spray	vahamainen	10	1/2 h	läpinäkyvä	matta	Telko	-40	haitallinen	haitallinen	luotin bensini
Dinitrol 4010	Ri 2 (S3)	6	spray	lakkamainen, kova	40	1 h	läpinäkyvä	kirkas	Telko	-30	haitallinen	min. tärpätti	min. tärpätti
Cosmoloid H80	Ri 2 (S4)	9 +	sively	vahamainen	-	15 min	läpinäkyvä	matta	Kremer Pigments	-	haitallinen	haitallinen	min. tärpätti/ky/leeni
SP400II	Ri 3 (S4)	8 ½	spray	vahamainen	20	1 h	k. ruskea/läpinäkyvä	matta	ETRA	-	vaarallinen	haitallinen	mineraalitärpätti
Dinitrol 975	Ri 3 (S4)	8 +	sively	vahamainen	25	40 min	läpinäkyvä	matta	Telko	-40	ei haitallinen	ei haitallinen	vesi/luotinbensa
Renaissance Wax	Ri 3 (S4)	8 -	hankaus	vahamainen	-	vaihtelee	läpinäkyvä	matta	Kremer Pigments	-	haitallinen	haitallinen	min. tärpätti
LPS3	Ri 3 (S4)	7	spray	vahamainen	50-100	6-8 h	v. ruskea/läpinäkyvä	matta	LPS3 laboratories	-	haitallinen	haitallinen	LPS3:n oma
Dinitrol 25 B	Ri 3 (S4)	6	spray	rasvamainen	2	1/2 h	läpinäkyvä	matta	Telko	-40	haitallinen	haitallinen	min. tärpätti
Dinitrol pasta	Ri 4 (S4)	7+	sively	rasvamainen	50-75	2-5 h	punainen/läpinäkyvä	matta	Telko	-20	haitallinen	haitallinen	lakkanafta
Dinitrol 1000	Ri 4 (S4)	7	spray	vahamainen	40	2 h	v. ruskea	matta	Telko	-40	haitallinen	haitallinen	min. tärpätti
Can trust	Ri 5 (S5)	4	sively	kova, kuiva	-	vaihtelee	kellertävä, rasvainen	matta	Kremer Pigments	-	ei haitallinen	ei haitallinen	-

Perinteiset korroosiosuoja-aineet ruostumisasteen mukaan paremmuusjärjestyksessä korroosioista vapaiden koekappaleiden pinnalla. Standardi SFS EN ISO 4628-3

Tuote	Korroosio	Levitys	Kalvon ominaisuudet	Kuivumis aika	Väri	Kiiltoaste	Kaupallisuus	Ympäristöturvällisyys	Käyttäjäturvällisyys	Poistettavuus
Mehiläsvaha kuumahankaus	Ri 3 (S4)	sively	vahamainen	15 min	väritön	matta	Pesonen Oy	ei haitallinen	ei haitallinen	mineraalitärpätti
Vermissa kylmäsiively	Ri 3 (S4)	sively	pehmeä, kuiva	5 vrk	läpinäkyvä, kellertävä	matta	Uula	ei haitallinen	ei haitallinen	3A
Terva kylmäsiively	Ri 4 (S4)	sively	pehmeä, kuiva	1 kk	tummanruskea	matta	Hakkaraisen Hautaterva	ei haitallinen	haitallinen	etanoli
Terva kuumahankaus	Ri 4 (S4)	hankaus	kova, kuiva	24 h	ruskehtava	kiiltoa	Hakkaraisen Hautaterva	ei haitallinen	haitallinen	etanoli
Pellavaö kuumahankaus	Ri 4 (S4)	hankaus	kova, kuiva	24 h	ruskehtava	kiiltoa	Elixi	ei haitallinen	ei haitallinen	3A
Pellavaö kylmäsiively	Ri 4 (S4)	sively	pehmeä	3 vrk	läpinäkyvä, kellertävä	kiiltoa	Elixi	ei haitallinen	ei haitallinen	3A
Terva kuumadippaus	Ri 5 (S4)	upotus	kova, kuiva	1 h	musta	matta	Hakkaraisen Hautaterva	ei haitallinen	haitallinen	etanoli
Vermissa kuumahankaus	Ri 5 (S4)	hankaus	kova, kuiva	24 h	ruskehtava	matta	Uula	ei haitallinen	ei haitallinen	3A
Sinähra kuumahankaus	Ri 5 (S4)	hankaus	kuiva, kova	1 h	ruskehtava	matta	Kauppahalli	ei haitallinen	ei haitallinen	mineraalitärpätti
Roslagimn.sively	Ri 5 (S4)	sively	pehmeä, kuiva	4 vrk	ruskehtava	matta	itse tehty	ei haitallinen	ei haitallinen	mineraalitärpätti

3 A = Asetonin, ammoniakkin, alkoholin yhdiste 1:1:1

Liite 3 Ilmatieteenlaitos. Ilman lämpötila- ja kosteusolosuhteet Helsinki (Kaisaniemi)

Tulokset on mitannut Ilmatieteenlaitos 1.1 – 31.12.2013. Mittauspaikka: Kaisaniemi, Helsinki.

LAADITTU ILMATIETEEN LAITOKSEN AINEISTON POHJALTA 10.1.2014

COPYRIGHT: ILMATIETEEN LAITOS

T = Lämpötila (°C)

Rh = Suhteellinen kosteus (%)

Kellonajat ovat UTC-aikaa. UTC-aika muutetaan Suomen ajaksi lisäämällä siihen talviaikaan 2 tuntia tai kesäaikaan 3 tuntia.

HELSINKI KAISANIEMI

Vuosi	Kuukausi	Päivä	Tunti	Minuutti	T (°C)	Rh (%)
2013	4	1	2	39	-3	93
2013	4	1	5	39	-3,4	89
2013	4	1	8	39	-0,1	69
2013	4	1	11	39	1,7	60
2013	4	1	14	39	2,3	53
2013	4	1	17	39	1,2	59
2013	4	1	20	39	-1	68
2013	4	1	23	39	-4	81
2013	4	2	2	39	-4,6	78
2013	4	2	5	39	-1,3	60
2013	4	2	8	39	4,4	36
2013	4	2	11	39	5,3	36
2013	4	2	14	39	5,4	36
2013	4	2	17	39	3,2	52
2013	4	2	20	39	-0,7	70
2013	4	2	23	39	-2,7	77
2013	4	3	2	39	-4,4	82
2013	4	3	5	39	-1,3	69
2013	4	3	8	39	4,7	38
2013	4	3	11	39	4,2	54
2013	4	3	14	39	3,8	58
2013	4	3	17	39	1,5	71
2013	4	3	20	39	-2,2	81
2013	4	3	23	39	-3,8	91

2013	4	4	2	39	-3,4	97
2013	4	4	5	39	1	77
2013	4	4	8	39	3,5	41
2013	4	4	11	39	4,6	38
2013	4	4	14	39	3,9	46
2013	4	4	17	39	0,2	68
2013	4	4	20	39	-0,5	64
2013	4	4	23	39	-2,8	75
2013	4	5	2	39	-2,1	65
2013	4	5	5	39	-0,4	64
2013	4	5	8	39	4,6	42
2013	4	5	11	39	5,6	34
2013	4	5	14	39	6,4	34
2013	4	5	17	39	4	47
2013	4	5	20	39	2,3	62
2013	4	5	23	39	0,1	59
2013	4	6	2	39	-1,9	57
2013	4	6	5	39	-1,9	56
2013	4	6	8	39	1,6	47
2013	4	6	11	39	3,6	37
2013	4	6	14	39	3,5	36
2013	4	6	17	39	-0,2	70
2013	4	6	20	39	-2,8	90
2013	4	6	23	39	-2,1	95
2013	4	7	2	39	-4,3	96
2013	4	7	5	39	0,2	64
2013	4	7	8	39	0,6	60
2013	4	7	11	39	2,3	59
2013	4	7	14	39	0,2	98
2013	4	7	17	39	0	99
2013	4	7	20	39	-0,7	97
2013	4	7	23	39	-0,9	95
2013	4	8	2	39	-2,6	89
2013	4	8	5	39	-1,6	83
2013	4	8	8	39	-0,8	77

2013	4	8	11	39	0,1	82
2013	4	8	14	39	1,1	75
2013	4	8	17	39	-0,1	80
2013	4	8	20	39	-2,8	95
2013	4	8	23	39	-4,6	96
2013	4	9	2	39	-5,8	96
2013	4	9	5	39	-1,3	86
2013	4	9	8	39	2	72
2013	4	9	11	39	3	66
2013	4	9	14	39	2,3	73
2013	4	9	17	39	0,7	78
2013	4	9	20	39	-1,3	88
2013	4	9	23	39	-2,2	94
2013	4	10	2	39	-2,5	97
2013	4	10	5	39	-1,9	98
2013	4	10	8	39	2,4	64
2013	4	10	11	39	4	49
2013	4	10	14	39	3,4	49
2013	4	10	17	39	1,9	48
2013	4	10	20	39	1,1	49
2013	4	10	23	39	-0,7	72
2013	4	11	2	39	-1,8	82
2013	4	11	5	39	0,5	77
2013	4	11	8	39	3,4	68
2013	4	11	11	39	2,6	74
2013	4	11	14	39	2,8	81
2013	4	11	17	39	2,3	87
2013	4	11	20	39	1,4	96
2013	4	11	23	39	1,8	97
2013	4	12	2	39	1,3	98
2013	4	12	5	39	1,7	99
2013	4	12	8	39	2,6	98
2013	4	12	11	39	5	84
2013	4	12	14	39	3,6	85
2013	4	12	17	39	3,6	86

2013	4	12	20	39	2,9	95
2013	4	12	23	39	2,2	97
2013	4	13	2	39	2,3	98
2013	4	13	5	39	2,7	98
2013	4	13	8	39	3,4	98
2013	4	13	11	39	3,2	99
2013	4	13	14	39	3,3	96
2013	4	13	17	39	2,5	97
2013	4	13	20	39	2,3	97
2013	4	13	23	39	2	99
2013	4	14	2	39	1,6	99
2013	4	14	5	39	1,4	99
2013	4	14	8	39	2,5	96
2013	4	14	11	39	4	88
2013	4	14	14	39	4,4	85
2013	4	14	17	39	3,2	88
2013	4	14	20	39	2,3	92
2013	4	14	23	39	1,2	96
2013	4	15	2	39	1,2	96
2013	4	15	5	39	2	92
2013	4	15	8	39	2,6	88
2013	4	15	11	39	4,1	82
2013	4	15	14	39	5,1	79
2013	4	15	17	39	4,4	84
2013	4	15	20	39	3,6	90
2013	4	15	23	39	3,2	95
2013	4	16	2	39	3,7	96
2013	4	16	5	39	3,8	92
2013	4	16	8	39	3,6	92
2013	4	16	11	39	5,4	85
2013	4	16	14	39	5,1	85
2013	4	16	17	39	4,4	87
2013	4	16	20	39	5,4	75
2013	4	16	23	39	4,6	82
2013	4	17	2	39	5	86

2013	4	17	5	39	4,5	93
2013	4	17	8	39	5,4	92
2013	4	17	11	39	5,1	96
2013	4	17	14	39	4,7	95
2013	4	17	17	39	4,3	87
2013	4	17	20	39	3,6	84
2013	4	17	23	39	3,8	81
2013	4	18	2	39	2,6	88
2013	4	18	5	39	4,2	83
2013	4	18	8	39	6,5	72
2013	4	18	11	39	6,7	74
2013	4	18	14	39	6,4	90
2013	4	18	17	39	6,9	88
2013	4	18	20	39	5,1	94
2013	4	18	23	39	4,9	87
2013	4	19	2	39	4,8	83
2013	4	19	5	39	5,1	81
2013	4	19	8	39	5,3	82
2013	4	19	11	39	5,9	82
2013	4	19	14	39	5,2	88
2013	4	19	17	39	3,8	91
2013	4	19	20	39	3,8	91
2013	4	19	23	39	3,1	94
2013	4	20	2	39	2,6	98
2013	4	20	5	39	5	95
2013	4	20	8	39	8,7	50
2013	4	20	11	39	9,4	40
2013	4	20	14	39	9,7	37
2013	4	20	17	39	6,3	45
2013	4	20	20	39	3,5	58
2013	4	20	23	39	1,2	70
2013	4	21	2	39	0	78
2013	4	21	5	39	4,1	58
2013	4	21	8	39	9,2	38

2013	4	21	11	39	7,3	51
2013	4	21	14	39	6,7	62
2013	4	21	17	39	6,7	55
2013	4	21	20	39	3,9	71
2013	4	21	23	39	0,8	83
2013	4	22	2	39	-0,1	95
2013	4	22	5	39	5,1	67
2013	4	22	8	39	6,6	51
2013	4	22	11	39	9,3	48
2013	4	22	14	39	7,3	51
2013	4	22	17	39	5,2	67
2013	4	22	20	39	2,7	85
2013	4	22	23	39	5	71
2013	4	23	2	39	5,4	70
2013	4	23	5	39	6,1	70
2013	4	23	8	39	8,1	70
2013	4	23	11	39	8,9	68
2013	4	23	14	39	5,2	93
2013	4	23	17	39	4,4	96
2013	4	23	20	39	4,3	96
2013	4	23	23	39	3,4	93
2013	4	24	2	39	3,7	94
2013	4	24	5	39	6,7	
2013	4	24	8	39	10,2	61
2013	4	24	11	39	8,8	66
2013	4	24	14	39	8,6	63
2013	4	24	17	39	4,9	80
2013	4	24	20	39	3,6	89
2013	4	24	23	39	4	84
2013	4	25	2	39	3,7	89
2013	4	25	5	39	4,9	86
2013	4	25	8	39	11	51
2013	4	25	11	39	12,1	37
2013	4	25	14	39	12,3	38

2013	4	25	17	39	8,8	49
2013	4	25	20	39	6	56
2013	4	25	23	39	3,6	66
2013	4	26	2	39	3,2	90
2013	4	26	5	39	4,7	78
2013	4	26	8	39	4,8	74
2013	4	26	11	39	4,3	89
2013	4	26	14	39	2,8	96
2013	4	26	17	39	3,2	93
2013	4	26	20	39	2,9	97
2013	4	26	23	39	3,3	88
2013	4	27	2	39	2,6	91
2013	4	27	5	39	3,1	84
2013	4	27	8	39	4,9	72
2013	4	27	11	39	6,8	65
2013	4	27	14	39	5,3	76
2013	4	27	17	39	4,4	85
2013	4	27	20	39	1,2	94
2013	4	27	23	39	0,7	96
2013	4	28	2	39	-0,1	97
2013	4	28	5	39	0,9	97
2013	4	28	8	39	5	79
2013	4	28	11	39	4,7	81
2013	4	28	14	39	6,7	72
2013	4	28	17	39	5,2	69
2013	4	28	20	39	4,1	67
2013	4	28	23	39	3,9	67
2013	4	29	2	39	4,2	70
2013	4	29	5	39	5,7	63
2013	4	29	8	39	7,1	68
2013	4	29	11	39	9,6	59
2013	4	29	14	39	7,7	66
2013	4	29	17	39	6,5	81
2013	4	29	20	39	5,5	93

2013	4	29	23	39	5,2	95
2013	4	30	2	39	4,8	95
2013	4	30	5	39	5,3	88
2013	4	30	8	39	5,9	85
2013	4	30	11	39	7,5	75
2013	4	30	14	39	6,9	78
2013	4	30	17	39	6,2	80
2013	4	30	20	39	4,6	86
2013	4	30	23	39	4,1	83
2013	5	1	2	39	3,3	88
2013	5	1	5	39	6,3	74
2013	5	1	8	39	11,1	46
2013	5	1	11	39	13,5	33
2013	5	1	14	39	13,2	30
2013	5	1	17	39	9,7	51
2013	5	1	20	39	6,4	56
2013	5	1	23	39	4,1	79
2013	5	2	2	39	3,4	85
2013	5	2	5	39	5,2	82
2013	5	2	8	39	5,8	74
2013	5	2	11	39	7,7	67
2013	5	2	14	39	7,3	69
2013	5	2	17	39	6,4	75
2013	5	2	20	39	4,4	82
2013	5	2	23	39	3,9	77
2013	5	3	2	39	2,2	82
2013	5	3	5	39	7,5	42
2013	5	3	8	39	8,2	52
2013	5	3	11	39	9,8	36
2013	5	3	14	39	10,7	41
2013	5	3	17	39	7,4	61
2013	5	3	20	39	6,2	55
2013	5	3	23	39	4,9	59
2013	5	4	2	39	3,7	70

2013	5	4	5	39	7,9	41
2013	5	4	8	39	7,9	57
2013	5	4	11	39	10,7	43
2013	5	4	14	39	11,7	45
2013	5	4	17	39	10,9	37
2013	5	4	20	39	8,2	41
2013	5	4	23	39	6,5	68
2013	5	5	2	39	5,8	71
2013	5	5	5	39	5,4	82
2013	5	5	8	39	6,1	93
2013	5	5	11	39	10,7	61
2013	5	5	14	39	9,7	65
2013	5	5	17	39	7,6	71
2013	5	5	20	39	6,8	75
2013	5	5	23	39	5,1	80
2013	5	6	2	39	2,9	89
2013	5	6	5	39	9	58
2013	5	6	8	39	9,6	50
2013	5	6	11	39	10,6	54
2013	5	6	14	39	10	53
2013	5	6	17	39	7,4	69
2013	5	6	20	39	5,9	80
2013	5	6	23	39	7,2	79
2013	5	7	2	39	7,2	83
2013	5	7	5	39	9,1	75
2013	5	7	9	0	10	73
2013	5	7	12	0	12,6	64
2013	5	7	15	0	11,3	71
2013	5	7	18	0	9,3	78
2013	5	7	21	0	10,1	76
2013	5	8	0	0	8,3	87
2013	5	8	3	0	8,5	88
2013	5	8	6	0	13	64
2013	5	8	9	0	15,5	36

2013	5	8	12	0	16,6	35
2013	5	8	15	0	17,4	39
2013	5	8	18	0	11,4	60
2013	5	8	21	0	10,6	63
2013	5	9	0	0	12,2	56
2013	5	9	3	0	9,2	93
2013	5	9	6	0	9,4	89
2013	5	9	9	0	11,9	72
2013	5	9	12	0	17,8	57
2013	5	9	15	0	17,8	60
2013	5	9	18	0	13,2	80
2013	5	9	21	0	12	88
2013	5	10	0	0	10	92
2013	5	10	3	0	8,8	98
2013	5	10	6	0	11,2	99
2013	5	10	9	0	12	88
2013	5	10	12	0	12,3	87
2013	5	10	15	0	13,5	83
2013	5	10	18	0	12,2	87
2013	5	10	21	0	11	93
2013	5	11	0	0	10,1	95
2013	5	11	3	0	7,5	94
2013	5	11	6	0	8,9	94
2013	5	11	9	0	13	75
2013	5	11	12	0	12,8	76
2013	5	11	15	0	13,8	68
2013	5	11	18	0	11,1	75
2013	5	11	21	0	10,4	81
2013	5	12	0	0	7,9	90
2013	5	12	3	0	7,6	93
2013	5	12	6	0	13,2	64
2013	5	12	9	0	13,4	55
2013	5	12	12	0	13,8	61
2013	5	12	15	0	14,1	60

2013	5	12	18	0	13,2	62
2013	5	12	21	0	11,7	70
2013	5	13	0	0	8,3	83
2013	5	13	3	0	9,5	77
2013	5	13	6	0	14,1	60
2013	5	13	9	0	11,5	74
2013	5	13	12	0	12,6	68
2013	5	13	15	0	11,6	75
2013	5	13	18	0	10	92
2013	5	13	21	0	9,1	97
2013	5	14	0	0	7,7	95
2013	5	14	3	0	6,6	97
2013	5	14	6	0	9,6	89
2013	5	14	9	0	11,9	75
2013	5	14	12	0	15,2	57
2013	5	14	15	0	15,6	54
2013	5	14	18	0	10,7	70
2013	5	14	21	0	8,5	94
2013	5	15	0	0	7,4	91
2013	5	15	3	0	6,3	94
2013	5	15	6	0	9,1	78
2013	5	15	9	0	8,6	86
2013	5	15	12	0	11,2	76
2013	5	15	15	0	13,1	56
2013	5	15	18	0	12,2	54
2013	5	15	21	0	8,5	86
2013	5	16	0	0	7,1	97
2013	5	16	3	0	6,4	99
2013	5	16	6	0	15	57
2013	5	16	9	0	18,8	40
2013	5	16	12	0	16,4	49
2013	5	16	15	0	16,8	45
2013	5	16	18	0	17,4	47
2013	5	16	21	0	15,7	54

2013	5	17	0	0	15	50
2013	5	17	3	0	14	52
2013	5	17	6	0	16,3	55
2013	5	17	9	0	17,9	72
2013	5	17	12	0	18,9	79
2013	5	17	15	0	18,2	80
2013	5	17	18	0	16,5	86
2013	5	17	21	0	15,9	89
2013	5	18	0	0	15,3	86
2013	5	18	3	0	14,4	93
2013	5	18	6	0	15,3	90
2013	5	18	9	0	15,4	92
2013	5	18	12	0	15,8	89
2013	5	18	15	0	18,3	83
2013	5	18	18	0	19,1	82
2013	5	18	21	0	16,3	93
2013	5	19	0	0	15,6	97
2013	5	19	3	0	13,3	95
2013	5	19	6	0	17	86
2013	5	19	9	0	18,9	73
2013	5	19	12	0	18,6	78
2013	5	19	15	0	21,4	69
2013	5	19	18	0	19	83
2013	5	19	21	0	15,8	94
2013	5	20	0	0	15,6	98
2013	5	20	3	0	14,9	96
2013	5	20	6	0	14,6	97
2013	5	20	9	0	14,9	95
2013	5	20	12	0	16,1	89
2013	5	20	15	0	19,3	66
2013	5	20	18	0	16,1	77
2013	5	20	21	0	15,5	78
2013	5	21	0	0	14,8	72
2013	5	21	3	0	12,8	72

2013	5	21	6	0	14	65
2013	5	21	9	0	16,2	60
2013	5	21	12	0	17,9	55
2013	5	21	15	0	17,4	48
2013	5	21	18	0	16	52
2013	5	21	21	0	16	48
2013	5	22	0	0	14	58
2013	5	22	3	0	12,2	84
2013	5	22	6	0	11,4	82
2013	5	22	9	0	10,1	95
2013	5	22	12	0	10,5	98
2013	5	22	15	0	10,9	99
2013	5	22	18	0	9,4	99
2013	5	22	21	0	10,9	99
2013	5	23	0	0	11,4	99
2013	5	23	3	0	10,1	97
2013	5	23	6	0	8,9	97
2013	5	23	9	0	9,2	97
2013	5	23	12	0	10,1	98
2013	5	23	15	0	10,7	97
2013	5	23	18	0	10,4	98
2013	5	23	21	0	10,1	99
2013	5	24	0	0	10,5	99
2013	5	24	3	0	10,6	98
2013	5	24	6	0	11,4	92
2013	5	24	9	0	12,4	89
2013	5	24	12	0	14,9	76
2013	5	24	15	0	13,4	85
2013	5	24	18	0	13,3	88
2013	5	24	21	0	12,7	95
2013	5	25	0	0	13,2	91
2013	5	25	3	0	12,5	90
2013	5	25	6	0	13,8	82
2013	5	25	9	0	16,6	67

2013	5	25	12	0	18,9	60
2013	5	25	15	0	19,6	51
2013	5	25	18	0	14,5	71
2013	5	25	21	0	13,3	81
2013	5	26	0	0	14,6	69
2013	5	26	3	0	14,3	69
2013	5	26	6	0	17,2	63
2013	5	26	9	0	17,7	60
2013	5	26	12	0	17,2	60
2013	5	26	15	0	13,7	79
2013	5	26	18	0	13,4	82
2013	5	26	21	0	12,6	96
2013	5	27	0	0	11,3	96
2013	5	27	3	0	11,4	99
2013	5	27	6	0	12,6	98
2013	5	27	9	0	14,4	92
2013	5	27	12	0	17,3	81
2013	5	27	15	0	19,1	65
2013	5	27	18	0	17,8	56
2013	5	27	21	0	16,2	65
2013	5	28	0	0	15,6	64
2013	5	28	3	0	15,5	63
2013	5	28	6	0	17,3	57
2013	5	28	9	0	19,2	54
2013	5	28	12	0	20,4	52
2013	5	28	15	0	20,2	47
2013	5	28	18	0	18,3	46
2013	5	28	21	0	18	45
2013	5	29	0	0	16	55
2013	5	29	3	0	15,5	63
2013	5	29	6	0	16,2	67
2013	5	29	9	0	19,9	56
2013	5	29	12	0	22,4	50
2013	5	29	15	0	21	45

2013	5	29	18	0	19,8	46
2013	5	29	21	0	16,9	57
2013	5	30	0	0	14,1	77
2013	5	30	3	0	14,8	76
2013	5	30	6	0	16,4	78
2013	5	30	9	0	16,3	86
2013	5	30	12	0	18,6	77
2013	5	30	15	0	18,8	73
2013	5	30	18	0	16,1	83
2013	5	30	21	0	14,3	91
2013	5	31	0	0	13,5	94
2013	5	31	3	0	13,5	95
2013	5	31	6	0	17,5	73
2013	5	31	9	0	16,4	79
2013	5	31	12	0	19,7	65
2013	5	31	15	0	19,7	59
2013	5	31	18	0	18,3	65
2013	5	31	21	0	17	68
2013	6	1	0	0	15,7	81
2013	6	1	3	0	16,1	80
2013	6	1	6	0	18	76
2013	6	1	9	0	20	69
2013	6	1	12	0	21,5	60
2013	6	1	15	0	21,1	63
2013	6	1	18	0	20,1	56
2013	6	1	21	0	18,5	62
2013	6	2	0	0	17,2	74
2013	6	2	3	0	16,8	81
2013	6	2	6	0	19,6	69
2013	6	2	9	0	22	62
2013	6	2	12	0	24,5	51
2013	6	2	15	0	23,2	53
2013	6	2	18	0	21,5	59
2013	6	2	21	0	19,4	63

2013	6	3	0	0	17,8	72
2013	6	3	3	0	17,6	75
2013	6	3	6	0	21,1	61
2013	6	3	9	0	22,7	58
2013	6	3	12	0	24,3	46
2013	6	3	15	0	22,1	54
2013	6	3	18	0	20,3	52
2013	6	3	21	0	16,7	67
2013	6	4	0	0	14,8	77
2013	6	4	3	0	16,4	78
2013	6	4	6	0	22,4	59
2013	6	4	9	0	21,4	58
2013	6	4	12	0	23,7	46
2013	6	4	15	0	23,5	46
2013	6	4	18	0	21,4	58
2013	6	4	21	0	16,8	77
2013	6	5	0	0	15	89
2013	6	5	3	0	16,9	80
2013	6	5	6	0	20,9	57
2013	6	5	9	0	24,5	41
2013	6	5	12	0	27,6	40
2013	6	5	15	0	27,4	30
2013	6	5	18	0	20,6	59
2013	6	5	21	0	20	70
2013	6	6	0	0	18,6	67
2013	6	6	3	0	18,1	64
2013	6	6	6	0	21,3	49
2013	6	6	9	0	21,7	49
2013	6	6	12	0	22	36
2013	6	6	15	0	21,1	40
2013	6	6	18	0	19,5	53
2013	6	6	21	0	17,1	60
2013	6	7	0	0	15,2	71
2013	6	7	3	0	16,5	64

2013	6	7	6	0	19,6	61
2013	6	7	9	0	18,9	63
2013	6	7	12	0	20,5	56
2013	6	7	15	0	22,8	46
2013	6	7	18	0	16,1	90
2013	6	7	21	0	16,4	73
2013	6	8	0	0	12,8	96
2013	6	8	3	0	12,8	98
2013	6	8	6	0	19,2	62
2013	6	8	9	0	19,5	57
2013	6	8	12	0	20,2	57
2013	6	8	15	0	21,4	44
2013	6	8	18	0	17,9	72
2013	6	8	21	0	15,2	83
2013	6	9	0	0	14,6	87
2013	6	9	3	0	13,5	91
2013	6	9	6	0	18,2	62
2013	6	9	9	0	18,7	61
2013	6	9	12	0	19	53
2013	6	9	15	0	19,5	53
2013	6	9	18	0	16,5	77
2013	6	9	21	0	14,4	89
2013	6	10	0	0	12,4	95
2013	6	10	3	0	13,8	96
2013	6	10	6	0	16,5	79
2013	6	10	9	0	15,7	73
2013	6	10	12	0	16	74
2013	6	10	15	0	17,9	63
2013	6	10	18	0	14,2	79
2013	6	10	21	0	13,6	79
2013	6	11	0	0	13	85
2013	6	11	3	0	12	88
2013	6	11	6	0	13,3	81
2013	6	11	9	0	16,4	67

2013	6	11	12	0	17,6	60
2013	6	11	15	0	17,2	63
2013	6	11	18	0	15,2	66
2013	6	11	21	0	11,9	78
2013	6	12	0	0	9,6	97
2013	6	12	3	0	11,8	87
2013	6	12	6	0	16,2	60
2013	6	12	9	0	13,7	83
2013	6	12	12	0	15,2	77
2013	6	12	15	0	13	92
2013	6	12	18	0	12,8	97
2013	6	12	21	0	12,9	97
2013	6	13	0	0	11,6	99
2013	6	13	3	0	12,5	98
2013	6	13	6	0	14,6	90
2013	6	13	9	0	16,1	81
2013	6	13	12	0	18,4	72
2013	6	13	15	0	17,3	72
2013	6	13	18	0	15,5	89
2013	6	13	21	0	15,3	92
2013	6	14	0	0	14,5	98
2013	6	14	3	0	14,9	96
2013	6	14	6	0	14,6	96
2013	6	14	9	0	15	88
2013	6	14	12	0	13,5	97
2013	6	14	15	0	13	96
2013	6	14	18	0	13,2	94
2013	6	14	21	0	13,2	94
2013	6	15	0	0	13,2	92
2013	6	15	3	0	12,7	91
2013	6	15	6	0	13,9	87
2013	6	15	9	0	15,3	78
2013	6	15	12	0	15,7	75
2013	6	15	15	0	15,6	71

2013	6	15	18	0	13,1	86
2013	6	15	21	0	11,8	91
2013	6	16	0	0	11,4	90
2013	6	16	3	0	11,5	96
2013	6	16	6	0	14,2	80
2013	6	16	9	0	14,9	60
2013	6	16	12	0	12,6	96
2013	6	16	15	0	13,5	91
2013	6	16	18	0	13,1	82
2013	6	16	21	0	12,5	90
2013	6	17	0	0	11,8	94
2013	6	17	3	0	11,8	95
2013	6	17	6	0	13,3	90
2013	6	17	9	0	14,5	87
2013	6	17	12	0	13,9	92
2013	6	17	15	0	16,4	75
2013	6	17	18	0	15,7	75
2013	6	17	21	0	13,4	82
2013	6	18	0	0	12,3	88
2013	6	18	3	0	12,2	87
2013	6	18	6	0	17,1	61
2013	6	18	9	0	20	39
2013	6	18	12	0	19,9	57
2013	6	18	15	0	18,4	55
2013	6	18	18	0	17	60
2013	6	18	21	0	14,6	66
2013	6	19	0	0	11,2	75
2013	6	19	3	0	10,5	77
2013	6	19	6	0	16,8	57
2013	6	19	9	0	18,8	50
2013	6	19	12	0	19,1	47
2013	6	19	15	0	19,5	41
2013	6	19	18	0	16,9	50
2013	6	19	21	0	13,7	63

2013	6	20	0	0	10	89
2013	6	20	3	0	13,6	81
2013	6	20	6	0	14,9	72
2013	6	20	9	0	14,3	79
2013	6	20	12	0	16,5	77
2013	6	20	15	0	17,2	76
2013	6	20	18	0	16,7	75
2013	6	20	21	0	14,7	90
2013	6	21	0	0	15,3	89
2013	6	21	3	0	15,9	89
2013	6	21	6	0	19,9	74
2013	6	21	9	0	20,6	68
2013	6	21	12	0	21	66
2013	6	21	15	0	20,1	63
2013	6	21	18	0	18,7	74
2013	6	21	21	0	18,5	76
2013	6	22	0	0	18	85
2013	6	22	3	0	17,9	88
2013	6	22	6	0	16,3	97
2013	6	22	9	0	16,7	94
2013	6	22	12	0	19,4	90
2013	6	22	15	0	21,3	70
2013	6	22	18	0	17,7	82
2013	6	22	21	0	14,4	96
2013	6	23	0	0	13,6	98
2013	6	23	3	0	14,8	97
2013	6	23	6	0	15,9	92
2013	6	23	9	0	16,5	91
2013	6	23	12	0	19,7	77
2013	6	23	15	0	20,2	73
2013	6	23	18	0	16,1	94
2013	6	23	21	0	13,8	98
2013	6	24	0	0	14,6	99
2013	6	24	3	0	15,3	99

2013	6	24	6	0	18,5	86
2013	6	24	9	0	20,6	77
2013	6	24	12	0	22,2	64
2013	6	24	15	0	20,6	78
2013	6	24	18	0	20,7	78
2013	6	24	21	0	19,6	83
2013	6	25	0	0	19,2	84
2013	6	25	3	0	18,9	88
2013	6	25	6	0	20,4	85
2013	6	25	9	0	22,4	80
2013	6	25	12	0	23,9	74
2013	6	25	15	0	23,8	66
2013	6	25	18	0	22,4	69
2013	6	25	21	0	21	71
2013	6	26	0	0	20,3	75
2013	6	26	3	0	21,1	72
2013	6	26	6	0	25	59
2013	6	26	9	0	25,3	71
2013	6	26	12	0	28,1	55
2013	6	26	15	0	26,1	65
2013	6	26	18	0	23,1	80
2013	6	26	21	0	22,4	79
2013	6	27	0	0	20,5	90
2013	6	27	3	0	20,7	93
2013	6	27	6	0	21,7	88
2013	6	27	9	0	20,7	97
2013	6	27	12	0	19,9	89
2013	6	27	15	0	20,9	80
2013	6	27	18	0	19,5	80
2013	6	27	21	0	16,9	87
2013	6	28	0	0	15,8	90
2013	6	28	3	0	15,7	84
2013	6	28	6	0	18,2	74
2013	6	28	9	0	18,5	69

2013	6	28	12	0	19,1	65
2013	6	28	15	0	21	37
2013	6	28	18	0	19,5	51
2013	6	28	21	0	15,9	70
2013	6	29	0	0	15,6	70
2013	6	29	3	0	16,3	68
2013	6	29	6	0	15	94
2013	6	29	9	0	17,6	83
2013	6	29	12	0	18,7	79
2013	6	29	15	0	18,6	77
2013	6	29	18	0	18,4	77
2013	6	29	21	0	16,9	85
2013	6	30	0	0	15,3	93
2013	6	30	3	0	14,7	95
2013	6	30	6	0	15,6	86
2013	6	30	9	0	19,5	65
2013	6	30	12	0	20,2	65
2013	6	30	15	0	20,3	62
2013	6	30	18	0	20	68
2013	6	30	21	0	17	75
2013	7	1	0	0	14,1	91
2013	7	1	3	0	14,3	88
2013	7	1	6	0	19,5	64
2013	7	1	9	0	23,5	43
2013	7	1	12	0	21,3	62
2013	7	1	15	0	19,9	68
2013	7	1	18	0	18	72
2013	7	1	21	0	15,6	88
2013	7	2	0	0	14,4	89
2013	7	2	3	0	14,4	91
2013	7	2	6	0	16,3	87
2013	7	2	9	0	18,6	73
2013	7	2	12	0	18,7	68
2013	7	2	15	0	18,4	70

2013	7	2	18	0	17,3	81
2013	7	2	21	0	16	93
2013	7	3	0	0	16,3	91
2013	7	3	3	0	15,8	93
2013	7	3	6	0	17,5	77
2013	7	3	9	0	19,3	67
2013	7	3	12	0	19,4	63
2013	7	3	15	0	19,3	61
2013	7	3	18	0	17,5	74
2013	7	3	21	0	15,5	86
2013	7	4	0	0	13,3	92
2013	7	4	3	0	13,9	95
2013	7	4	6	0	19	65
2013	7	4	9	0	20,1	64
2013	7	4	12	0	21	66
2013	7	4	15	0	20	70
2013	7	4	18	0	20	69
2013	7	4	21	0	19,2	77
2013	7	5	0	0	19,3	87
2013	7	5	3	0	18,9	89
2013	7	5	6	0	18,3	95
2013	7	5	9	0	23	74
2013	7	5	12	0	24,1	66
2013	7	5	15	0	23,2	70
2013	7	5	18	0	19,7	89
2013	7	5	21	0	18,4	87
2013	7	6	0	0	17,6	91
2013	7	6	3	0	18	86
2013	7	6	6	0	20,4	82
2013	7	6	9	0	20,4	78
2013	7	6	12	0	19,2	88
2013	7	6	15	0	21,9	71
2013	7	6	18	0	17,4	89
2013	7	6	21	0	16,5	87

2013	7	7	0	0	15,4	79
2013	7	7	3	0	15,3	77
2013	7	7	6	0	20,3	57
2013	7	7	9	0	23,4	41
2013	7	7	12	0	24,7	38
2013	7	7	15	0	24,1	47
2013	7	7	18	0	21,3	63
2013	7	7	21	0	18,9	63
2013	7	8	0	0	16,1	72
2013	7	8	3	0	14,9	87
2013	7	8	6	0	20,8	64
2013	7	8	9	0	22,1	64
2013	7	8	12	0	21,1	66
2013	7	8	15	0	21,9	62
2013	7	8	18	0	19,1	56
2013	7	8	21	0	15,4	70
2013	7	9	0	0	13,7	75
2013	7	9	3	0	12,9	80
2013	7	9	6	0	17,5	58
2013	7	9	9	0	19,9	48
2013	7	9	12	0	19,3	62
2013	7	9	15	0	18,9	64
2013	7	9	18	0	18,1	60
2013	7	9	21	0	15,6	71
2013	7	10	0	0	14,7	92
2013	7	10	3	0	16,1	90
2013	7	10	6	0	16,7	89
2013	7	10	9	0	17,1	90
2013	7	10	12	0	18,4	85
2013	7	10	15	0	19,6	77
2013	7	10	18	0	17,5	84
2013	7	10	21	0	16,6	94
2013	7	11	0	0	16,3	93
2013	7	11	3	0	15,6	92

2013	7	11	6	0	17	79
2013	7	11	9	0	19,7	65
2013	7	11	12	0	20,8	64
2013	7	11	15	0	20,1	65
2013	7	11	18	0	19,7	53
2013	7	11	21	0	14,2	72
2013	7	12	0	0	13,1	82
2013	7	12	3	0	13,4	81
2013	7	12	6	0	18,5	62
2013	7	12	9	0	20,1	50
2013	7	12	12	0	21	54
2013	7	12	15	0	20,9	53
2013	7	12	18	0	19,2	60
2013	7	12	21	0	14,8	79
2013	7	13	0	0	13,1	87
2013	7	13	3	0	13,4	80
2013	7	13	6	0	21,8	50
2013	7	13	9	0	22,7	47
2013	7	13	12	0	22,5	49
2013	7	13	15	0	21,8	48
2013	7	13	18	0	20,4	48
2013	7	13	21	0	15,7	79
2013	7	14	0	0	14,2	96
2013	7	14	3	0	16,6	88
2013	7	14	6	0	21,1	65
2013	7	14	9	0	23,3	58
2013	7	14	12	0	24,2	47
2013	7	14	15	0	22,6	65
2013	7	14	18	0	20,1	74
2013	7	14	21	0	18,9	78
2013	7	15	0	0	16,1	87
2013	7	15	3	0	14	84
2013	7	15	6	0	17,6	56
2013	7	15	9	0	18,8	56

2013	7	15	12	0	19,9	54
2013	7	15	15	0	19,9	52
2013	7	15	18	0	18,1	67
2013	7	15	21	0	16,1	88
2013	7	16	0	0	16,2	91
2013	7	16	3	0	16	86
2013	7	16	6	0	16,6	54
2013	7	16	9	0	18,4	38
2013	7	16	12	0	18,7	35
2013	7	16	15	0	18,4	39
2013	7	16	18	0	16,9	42
2013	7	16	21	0	14,8	54
2013	7	17	0	0	13,9	60
2013	7	17	3	0	13,2	68
2013	7	17	6	0	17,2	59
2013	7	17	9	0	20,5	45
2013	7	17	12	0	21,7	38
2013	7	17	15	0	22,4	36
2013	7	17	18	0	19,8	43
2013	7	17	21	0	15,8	59
2013	7	18	0	0	13,9	66
2013	7	18	3	0	13,5	69
2013	7	18	6	0	15,6	69
2013	7	18	9	0	19,1	68
2013	7	18	12	0	18,3	77
2013	7	18	15	0	17,7	87
2013	7	18	18	0	14,6	90
2013	7	18	21	0	13,6	87
2013	7	19	0	0	11,3	94
2013	7	19	3	0	12,1	92
2013	7	19	6	0	15,3	79
2013	7	19	9	0	17,6	58
2013	7	19	12	0	15,7	77
2013	7	19	15	0	15	81

2013	7	19	18	0	15	78
2013	7	19	21	0	13,7	81
2013	7	20	0	0	12,9	84
2013	7	20	3	0	11,8	86
2013	7	20	6	0	16,7	66
2013	7	20	9	0	18,2	53
2013	7	20	12	0	18,6	50
2013	7	20	15	0	21,4	41
2013	7	20	18	0	17,5	58
2013	7	20	21	0	15,6	70
2013	7	21	0	0	13,2	78
2013	7	21	3	0	12,3	85
2013	7	21	6	0	13,4	81
2013	7	21	9	0	17	72
2013	7	21	12	0	18,5	64
2013	7	21	15	0	14,9	89
2013	7	21	18	0	17,7	64
2013	7	21	21	0	14,9	67
2013	7	22	0	0	13,3	75
2013	7	22	3	0	12,6	78
2013	7	22	6	0	15,7	70
2013	7	22	9	0	16,4	66
2013	7	22	12	0	14,9	85
2013	7	22	15	0	15,7	81
2013	7	22	18	0	15,7	83
2013	7	22	21	0	15,8	84
2013	7	23	0	0	16,4	85
2013	7	23	3	0	16,5	88
2013	7	23	6	0	17,8	85
2013	7	23	9	0	21,7	72
2013	7	23	12	0	23,6	64
2013	7	23	15	0	23,2	65
2013	7	23	18	0	20,8	73
2013	7	23	21	0	17,7	85

2013	7	24	0	0	16,9	89
2013	7	24	3	0	16,2	91
2013	7	24	6	0	17,5	81
2013	7	24	9	0	18,2	78
2013	7	24	12	0	19,2	75
2013	7	24	15	0	19,1	75
2013	7	24	18	0	18,1	81
2013	7	24	21	0	17,4	82
2013	7	25	0	0	16,6	87
2013	7	25	3	0	16,5	89
2013	7	25	6	0	17,2	83
2013	7	25	9	0	20,9	66
2013	7	25	12	0	21,6	67
2013	7	25	15	0	20,4	74
2013	7	25	18	0	19,6	79
2013	7	25	21	0	16	95
2013	7	26	0	0	14,8	98
2013	7	26	3	0	14,5	98
2013	7	26	6	0	22,7	68
2013	7	26	9	0	21,4	57
2013	7	26	12	0	22,3	68
2013	7	26	15	0	22,3	67
2013	7	26	18	0	20,4	74
2013	7	26	21	0	16,6	94
2013	7	27	0	0	15,4	98
2013	7	27	3	0	14,1	99
2013	7	27	6	0	22,1	64
2013	7	27	9	0	22,9	51
2013	7	27	12	0	22,9	62
2013	7	27	15	0	22,7	52
2013	7	27	18	0	22,5	50
2013	7	27	21	0	18	68
2013	7	28	0	0	16,4	82
2013	7	28	3	0	14,8	93

2013	7	28	6	0	20,5	66
2013	7	28	9	0	22,9	64
2013	7	28	12	0	22,9	68
2013	7	28	15	0	21,5	70
2013	7	28	18	0	19,9	68
2013	7	28	21	0	16,6	87
2013	7	29	0	0	15,5	94
2013	7	29	3	0	16,9	95
2013	7	29	6	0	20,9	84
2013	7	29	9	0	21,9	77
2013	7	29	12	0	22,2	67
2013	7	29	15	0	21,2	70
2013	7	29	18	0	19,7	76
2013	7	29	21	0	19,4	84
2013	7	30	0	0	19,9	78
2013	7	30	3	0	18,1	94
2013	7	30	6	0	19,1	89
2013	7	30	9	0	21	79
2013	7	30	12	0	19,9	82
2013	7	30	15	0	20,1	81
2013	7	30	18	0	19,9	82
2013	7	30	21	0	19,7	77
2013	7	31	0	0	18	93
2013	7	31	3	0	17,5	96
2013	7	31	6	0	16,8	92
2013	7	31	9	0	19,7	77
2013	7	31	12	0	18,6	84
2013	7	31	15	0	19,6	79
2013	7	31	18	0	17,5	91
2013	7	31	21	0	16	96
2013	8	1	0	0	15,6	98
2013	8	1	3	0	16,1	95
2013	8	1	6	0	16,2	98
2013	8	1	9	0	15,9	98

2013	8	1	12	0	19,6	75
2013	8	1	15	0	19,9	77
2013	8	1	18	0	18,1	76
2013	8	1	21	0	15,5	93
2013	8	2	0	0	15,8	90
2013	8	2	3	0	15	95
2013	8	2	6	0	17,7	83
2013	8	2	9	0	18,4	84
2013	8	2	12	0	21,2	70
2013	8	2	15	0	23,6	59
2013	8	2	18	0	20,8	70
2013	8	2	21	0	17,8	87
2013	8	3	0	0	15,6	94
2013	8	3	3	0	15,3	94
2013	8	3	6	0	21,8	74
2013	8	3	9	0	25,1	56
2013	8	3	12	0	23,5	58
2013	8	3	15	0	23,8	59
2013	8	3	18	0	22,1	66
2013	8	3	21	0	18,5	84
2013	8	4	0	0	17,8	87
2013	8	4	3	0	15,8	96
2013	8	4	6	0	21,9	70
2013	8	4	9	0	22,9	62
2013	8	4	12	0	25	54
2013	8	4	15	0	22,1	63
2013	8	4	18	0	20,5	66
2013	8	4	21	0	17,1	84
2013	8	5	0	0	16,5	94
2013	8	5	3	0	16	88
2013	8	5	6	0	18,8	76
2013	8	5	9	0	21,3	57
2013	8	5	12	0	21,4	76
2013	8	5	15	0	22	74

2013	8	5	18	0	21,1	69
2013	8	5	21	0	18,5	58
2013	8	6	0	0	15,2	73
2013	8	6	3	0	13,5	84
2013	8	6	6	0	22,5	51
2013	8	6	9	0	22,6	52
2013	8	6	12	0	22,4	47
2013	8	6	15	0	22,7	50
2013	8	6	18	0	20,4	58
2013	8	6	21	0	16,4	89
2013	8	7	0	0	16,3	97
2013	8	7	3	0	15,6	99
2013	8	7	6	0	22,8	67
2013	8	7	9	0	23,5	62
2013	8	7	12	0	24,6	64
2013	8	7	15	0	24,2	62
2013	8	7	18	0	21,6	82
2013	8	7	21	0	19,4	99
2013	8	8	0	0	19,8	94
2013	8	8	3	0	19,7	97
2013	8	8	6	0	20,2	94
2013	8	8	9	0	23,1	78
2013	8	8	12	0	24	75
2013	8	8	15	0	24,7	76
2013	8	8	18	0	21,2	82
2013	8	8	21	0	19,7	89
2013	8	9	0	0	17	98
2013	8	9	3	0	17,6	99
2013	8	9	6	0	19,1	100
2013	8	9	9	0	21	91
2013	8	9	12	0	21,8	85
2013	8	9	15	0	21,6	76
2013	8	9	18	0	19,3	91
2013	8	9	21	0	18,5	85

2013	8	10	0	0	17,5	87
2013	8	10	3	0	17,5	86
2013	8	10	6	0	18,2	83
2013	8	10	9	0	19,9	74
2013	8	10	12	0	19,6	80
2013	8	10	15	0	20,8	69
2013	8	10	18	0	18,4	87
2013	8	10	21	0	17,5	95
2013	8	11	0	0	17,4	95
2013	8	11	3	0	15,7	97
2013	8	11	6	0	17,8	86
2013	8	11	9	0	19,7	75
2013	8	11	12	0	19,9	74
2013	8	11	15	0	19,9	68
2013	8	11	18	0	18,3	76
2013	8	11	21	0	16,4	84
2013	8	12	0	0	15,1	93
2013	8	12	3	0	16	96
2013	8	12	6	0	15,6	93
2013	8	12	9	0	14,9	95
2013	8	12	12	0	18,2	67
2013	8	12	15	0	18,1	75
2013	8	12	18	0	16,7	84
2013	8	12	21	0	15,1	90
2013	8	13	0	0	14,5	96
2013	8	13	3	0	14,2	98
2013	8	13	6	0	17,1	83
2013	8	13	9	0	13,5	97
2013	8	13	12	0	17,2	80
2013	8	13	15	0	17,2	75
2013	8	13	18	0	14,6	95
2013	8	13	21	0	13,8	99
2013	8	14	0	0	13,2	99
2013	8	14	3	0	13	99

2013	8	14	6	0	13,1	99
2013	8	14	9	0	13,7	99
2013	8	14	12	0	13,9	97
2013	8	14	15	0	13,7	96
2013	8	14	18	0	14,1	97
2013	8	14	21	0	13,2	98
2013	8	15	0	0	13,7	96
2013	8	15	3	0	14	95
2013	8	15	6	0	14,9	94
2013	8	15	9	0	16	92
2013	8	15	12	0	20,9	56
2013	8	15	15	0	20,9	55
2013	8	15	18	0	17,5	71
2013	8	15	21	0	14,8	86
2013	8	16	0	0	13,5	92
2013	8	16	3	0	13	93
2013	8	16	6	0	17,1	74
2013	8	16	9	0	18,5	78
2013	8	16	12	0	20,7	61
2013	8	16	15	0	18	68
2013	8	16	18	0	15,7	76
2013	8	16	21	0	14,4	92
2013	8	17	0	0	13,7	98
2013	8	17	3	0	14	95
2013	8	17	6	0	15,5	87
2013	8	17	9	0	17,4	80
2013	8	17	12	0	15,9	96
2013	8	17	15	0	15,8	94
2013	8	17	18	0	16	93
2013	8	17	21	0	16,4	88
2013	8	18	0	0	16,1	88
2013	8	18	3	0	15,6	88
2013	8	18	6	0	16,1	86
2013	8	18	9	0	19,4	76

2013	8	18	12	0	21,6	66
2013	8	18	15	0	23	58
2013	8	18	18	0	18,3	78
2013	8	18	21	0	18,8	73
2013	8	19	0	0	17,8	80
2013	8	19	3	0	17	86
2013	8	19	6	0	16	96
2013	8	19	9	0	16,6	99
2013	8	19	12	0	18,4	76
2013	8	19	15	0	18,9	68
2013	8	19	18	0	15,3	87
2013	8	19	21	0	14,8	93
2013	8	20	0	0	13,6	98
2013	8	20	3	0	13,9	99
2013	8	20	6	0	16	97
2013	8	20	9	0	19,1	83
2013	8	20	12	0	18,7	82
2013	8	20	15	0	18,8	75
2013	8	20	18	0	16,5	90
2013	8	20	21	0	14,8	97
2013	8	21	0	0	13,7	99
2013	8	21	3	0	13,2	99
2013	8	21	6	0	17,1	83
2013	8	21	9	0	18,9	83
2013	8	21	12	0	19,3	71
2013	8	21	15	0	18,4	78
2013	8	21	18	0	16	92
2013	8	21	21	0	15,3	94
2013	8	22	0	0	14,8	95
2013	8	22	3	0	14,3	97
2013	8	22	6	0	16,5	93
2013	8	22	9	0	17,4	92
2013	8	22	12	0	18	74
2013	8	22	15	0	19,3	66

2013	8	22	18	0	15,1	87
2013	8	22	21	0	13,8	82
2013	8	23	0	0	11,7	82
2013	8	23	3	0	9,6	89
2013	8	23	6	0	14,7	67
2013	8	23	9	0	18,1	49
2013	8	23	12	0	18,5	44
2013	8	23	15	0	17,3	46
2013	8	23	18	0	14,9	61
2013	8	23	21	0	11,2	83
2013	8	24	0	0	11,5	80
2013	8	24	3	0	9,1	90
2013	8	24	6	0	14,6	68
2013	8	24	9	0	18,3	50
2013	8	24	12	0	18,2	52
2013	8	24	15	0	16,6	60
2013	8	24	18	0	13,6	79
2013	8	24	21	0	11,3	91
2013	8	25	0	0	9,6	95
2013	8	25	3	0	8,9	92
2013	8	25	6	0	15,5	70
2013	8	25	9	0	19,9	51
2013	8	25	12	0	19,3	58
2013	8	25	15	0	18,3	68
2013	8	25	18	0	15,7	81
2013	8	25	21	0	12,7	94
2013	8	26	0	0	11,3	95
2013	8	26	3	0	10,4	96
2013	8	26	6	0	17,5	72
2013	8	26	9	0	21,8	55
2013	8	26	12	0	21,3	55
2013	8	26	15	0	20,3	58
2013	8	26	18	0	16,7	80
2013	8	26	21	0	13,8	90

2013	8	27	0	0	12,1	91
2013	8	27	3	0	10,3	96
2013	8	27	6	0	18,9	66
2013	8	27	9	0	20,5	61
2013	8	27	12	0	20,6	64
2013	8	27	15	0	19,2	75
2013	8	27	18	0	15,7	77
2013	8	27	21	0	13,4	93
2013	8	28	0	0	12,5	98
2013	8	28	3	0	14,2	99
2013	8	28	6	0	18,7	84
2013	8	28	9	0	20	71
2013	8	28	12	0	19,5	77
2013	8	28	15	0	19,7	72
2013	8	28	18	0	17,3	90
2013	8	28	21	0	14,8	93
2013	8	29	0	0	13,3	96
2013	8	29	3	0	11,8	99
2013	8	29	6	0	15,2	79
2013	8	29	9	0	19,2	56
2013	8	29	12	0	19,3	64
2013	8	29	15	0	18,3	67
2013	8	29	18	0	14,7	69
2013	8	29	21	0	14,7	64
2013	8	30	0	0	13	78
2013	8	30	3	0	12,7	80
2013	8	30	6	0	13	82
2013	8	30	9	0	17	60
2013	8	30	12	0	17,6	54
2013	8	30	15	0	16,5	65
2013	8	30	18	0	15,4	76
2013	8	30	21	0	14,5	82
2013	8	31	0	0	14,1	87
2013	8	31	3	0	13,5	91

2013	8	31	6	0	16,7	87
2013	8	31	9	0	16,8	88
2013	8	31	12	0	17,1	86
2013	8	31	15	0	17	86
2013	8	31	18	0	16,2	88
2013	8	31	21	0	15,4	91
2013	9	1	0	0	16,6	89
2013	9	1	3	0	15	98
2013	9	1	6	0	15,3	95
2013	9	1	9	0	15,8	96
2013	9	1	12	0	17,5	88
2013	9	1	15	0	17,7	80
2013	9	1	18	0	15,4	77
2013	9	1	21	0	12,5	94
2013	9	2	0	0	9,5	97
2013	9	2	3	0	8,2	99
2013	9	2	6	0	12	86
2013	9	2	9	0	12,7	89
2013	9	2	12	0	15,4	74
2013	9	2	15	0	15,2	73
2013	9	2	18	0	13,2	81
2013	9	2	21	0	11,6	80
2013	9	3	0	0	10,2	91
2013	9	3	3	0	10,3	97
2013	9	3	6	0	11,8	96
2013	9	3	9	0	16,9	69
2013	9	3	12	0	17	72
2013	9	3	15	0	18,3	65
2013	9	3	18	0	13,6	87
2013	9	3	21	0	11,8	95
2013	9	4	0	0	10,4	98
2013	9	4	3	0	9,8	99
2013	9	4	6	0	13,6	90
2013	9	4	9	0	17,1	78

2013	9	4	12	0	18	70
2013	9	4	15	0	17,4	81
2013	9	4	18	0	15,7	90
2013	9	4	21	0	15,6	92
2013	9	5	0	0	13,9	97
2013	9	5	3	0	10,9	99
2013	9	5	6	0	16	81
2013	9	5	9	0	19,1	67
2013	9	5	12	0	19,5	66
2013	9	5	15	0	18,9	66
2013	9	5	18	0	15,5	80
2013	9	5	21	0	12,7	95
2013	9	6	0	0	11,5	98
2013	9	6	3	0	10,7	99
2013	9	6	6	0	16,7	83
2013	9	6	9	0	18,9	63
2013	9	6	12	0	17,7	81
2013	9	6	15	0	16,3	73
2013	9	6	18	0	12,9	90
2013	9	6	21	0	10,5	98
2013	9	7	0	0	8,9	99
2013	9	7	3	0	7,8	100
2013	9	7	6	0	15,2	98
2013	9	7	9	0	18,1	68
2013	9	7	12	0	18	66
2013	9	7	15	0	18,7	71
2013	9	7	18	0	14,9	92
2013	9	7	21	0	13,9	92
2013	9	8	0	0	12,9	96
2013	9	8	3	0	11,4	98
2013	9	8	6	0	15,9	86
2013	9	8	9	0	18,8	72
2013	9	8	12	0	19,9	76
2013	9	8	15	0	19,7	78

2013	9	8	18	0	17	91
2013	9	8	21	0	15,1	95
2013	9	9	0	0	13,3	98
2013	9	9	3	0	12,7	99
2013	9	9	6	0	14,9	100
2013	9	9	9	0	18,8	76
2013	9	9	12	0	20,1	72
2013	9	9	15	0	17,3	90
2013	9	9	18	0	15,8	95
2013	9	9	21	0	15,4	88
2013	9	10	0	0	14,8	90
2013	9	10	3	0	13,4	95
2013	9	10	6	0	14,3	95
2013	9	10	9	0	15,7	92
2013	9	10	12	0	16,5	79
2013	9	10	15	0	16,9	80
2013	9	10	18	0	16,2	85
2013	9	10	21	0	16,9	79
2013	9	11	0	0	15,7	88
2013	9	11	3	0	15,2	90
2013	9	11	6	0	16,1	88
2013	9	11	9	0	17,8	81
2013	9	11	12	0	18,2	82
2013	9	11	15	0	17,1	86
2013	9	11	18	0	16,4	94
2013	9	11	21	0	16,1	96
2013	9	12	0	0	14,1	99
2013	9	12	3	0	12,9	100
2013	9	12	6	0	14,8	100
2013	9	12	9	0	19	76
2013	9	12	12	0	19	77
2013	9	12	15	0	18,3	80
2013	9	12	18	0	15,3	96
2013	9	12	21	0	13,8	99

2013	9	13	0	0	13,1	100
2013	9	13	3	0	12,3	100
2013	9	13	6	0	16,2	100
2013	9	13	9	0	18,1	85
2013	9	13	12	0	18,4	70
2013	9	13	15	0	17,3	73
2013	9	13	18	0	14,7	92
2013	9	13	21	0	13,2	98
2013	9	14	0	0	12,2	99
2013	9	14	3	0	11,4	100
2013	9	14	6	0	15,3	100
2013	9	14	9	0	18,1	69
2013	9	14	12	0	17	74
2013	9	14	15	0	16,3	66
2013	9	14	18	0	13,9	81
2013	9	14	21	0	13,1	87
2013	9	15	0	0	14,6	76
2013	9	15	3	0	13,8	83
2013	9	15	6	0	14,9	76
2013	9	15	9	0	14,9	76
2013	9	15	12	0	15,9	75
2013	9	15	15	0	15,6	77
2013	9	15	18	0	15,5	73
2013	9	15	21	0	15,1	72
2013	9	16	0	0	13,6	78
2013	9	16	3	0	13,3	76
2013	9	16	6	0	13,7	71
2013	9	16	9	0	14,9	73
2013	9	16	12	0	16	70
2013	9	16	15	0	15,3	72
2013	9	16	18	0	15,2	75
2013	9	16	21	0	14,8	80
2013	9	17	0	0	14,7	78
2013	9	17	3	0	14,9	79

2013	9	17	6	0	14,7	80
2013	9	17	9	0	16,3	70
2013	9	17	12	0	15,6	68
2013	9	17	15	0	15,3	74
2013	9	17	18	0	15,7	83
2013	9	17	21	0	15,9	79
2013	9	18	0	0	15,1	86
2013	9	18	3	0	14,9	89
2013	9	18	6	0	14,6	91
2013	9	18	9	0	15	88
2013	9	18	12	0	15	88
2013	9	18	15	0	14,5	93
2013	9	18	18	0	16,3	83
2013	9	18	21	0	15,9	88
2013	9	19	0	0	15,7	87
2013	9	19	3	0	15,3	90
2013	9	19	6	0	14,9	90
2013	9	19	9	0	14,7	96
2013	9	19	12	0	15,2	96
2013	9	19	15	0	16,2	92
2013	9	19	18	0	16	90
2013	9	19	21	0	15,6	88
2013	9	20	0	0	14,9	88
2013	9	20	3	0	14,3	88
2013	9	20	6	0	14,4	90
2013	9	20	9	0	15,6	91
2013	9	20	12	0	16,4	83
2013	9	20	15	0	15,1	91
2013	9	20	18	0	14,1	96
2013	9	20	21	0	11,4	99
2013	9	21	0	0	10,9	100
2013	9	21	3	0	10	100
2013	9	21	6	0	11,5	100
2013	9	21	9	0	14,3	94

2013	9	21	12	0	15,5	85
2013	9	21	15	0	15,7	82
2013	9	21	18	0	14,1	85
2013	9	21	21	0	12	86
2013	9	22	0	0	9,5	97
2013	9	22	3	0	8,6	98
2013	9	22	6	0	11,3	95
2013	9	22	9	0	14,5	74
2013	9	22	12	0	14,7	64
2013	9	22	15	0	10,5	90
2013	9	22	18	0	10,1	81
2013	9	22	21	0	8,7	85
2013	9	23	0	0	7,7	91
2013	9	23	3	0	7,6	89
2013	9	23	6	0	7,8	95
2013	9	23	9	0	10,3	87
2013	9	23	12	0	12,7	72
2013	9	23	15	0	11,5	80
2013	9	23	18	0	9,9	86
2013	9	23	21	0	9,1	83
2013	9	24	0	0	6,7	87
2013	9	24	3	0	7	89
2013	9	24	6	0	7,7	87
2013	9	24	9	0	9,6	73
2013	9	24	12	0	9,7	62
2013	9	24	15	0	8,2	68
2013	9	24	18	0	5,7	79
2013	9	24	21	0	4,1	87
2013	9	25	0	0	3,6	91
2013	9	25	3	0	2,6	93
2013	9	25	6	0	3,5	85
2013	9	25	9	0	6	65
2013	9	25	12	0	7,1	49
2013	9	25	15	0	5,2	72

2013	9	25	18	0	3,3	77
2013	9	25	21	0	2,2	80
2013	9	26	0	0	1,5	80
2013	9	26	3	0	1,2	85
2013	9	26	6	0	3,1	81
2013	9	26	9	0	4,7	78
2013	9	26	12	0	7,5	73
2013	9	26	15	0	6,8	78
2013	9	26	18	0	5,9	85
2013	9	26	21	0	5	93
2013	9	27	0	0	6,3	98
2013	9	27	3	0	6,3	91
2013	9	27	6	0	6,5	88
2013	9	27	9	0	9,4	78
2013	9	27	12	0	10,2	74
2013	9	27	15	0	9,2	77
2013	9	27	18	0	6,6	89
2013	9	27	21	0	5,2	96
2013	9	28	0	0	5,2	93
2013	9	28	3	0	5,1	93
2013	9	28	6	0	6,6	86
2013	9	28	9	0	9,7	66
2013	9	28	12	0	10,4	74
2013	9	28	15	0	10,1	67
2013	9	28	18	0	6,6	88
2013	9	28	21	0	6,9	90
2013	9	29	0	0	6,9	92
2013	9	29	3	0	6,6	93
2013	9	29	6	0	6,7	69
2013	9	29	9	0	6,7	70
2013	9	29	12	0	7,2	63
2013	9	29	15	0	7	70
2013	9	29	18	0	5,3	86
2013	9	29	21	0	4,7	81

2013	9	30	0	0	2	83
2013	9	30	3	0	0,7	86
2013	9	30	6	0	3,1	80
2013	9	30	9	0	6,3	61
2013	9	30	12	0	6,2	56
2013	9	30	15	0	5,8	61
2013	9	30	18	0	4,9	66
2013	9	30	21	0	4,1	76
2013	10	1	0	0	3,7	80
2013	10	1	3	0	3,5	81
2013	10	1	6	0	3,9	81
2013	10	1	9	0	7,1	54
2013	10	1	12	0	6,9	56
2013	10	1	15	0	6	63
2013	10	1	18	0	5	67
2013	10	1	21	0	0,8	88
2013	10	2	0	0	0,2	91
2013	10	2	3	0	-1,7	97
2013	10	2	6	0	0,5	96
2013	10	2	9	0	6,4	56
2013	10	2	12	0	7,6	62
2013	10	2	15	0	7,9	63
2013	10	2	18	0	7,9	70
2013	10	2	21	0	8	76
2013	10	3	0	0	8,2	82
2013	10	3	3	0	6,9	88
2013	10	3	6	0	7,6	82
2013	10	3	9	0	11,2	61
2013	10	3	12	0	13	58
2013	10	3	15	0	11,8	65
2013	10	3	18	0	9,6	81
2013	10	3	21	0	7	94
2013	10	4	0	0	5,5	98
2013	10	4	3	0	5,6	98

2013	10	4	6	0	9,1	77
2013	10	4	9	0	11,5	64
2013	10	4	12	0	12,6	60
2013	10	4	15	0	11,4	65
2013	10	4	18	0	10,5	71
2013	10	4	21	0	10,1	78
2013	10	5	0	0	9,8	80
2013	10	5	3	0	9,2	82
2013	10	5	6	0	9,9	82
2013	10	5	9	0	10,3	87
2013	10	5	12	0	11,5	74
2013	10	5	15	0	11,6	71
2013	10	5	18	0	11	72
2013	10	5	21	0	11,1	75
2013	10	6	0	0	9,7	95
2013	10	6	3	0	11	99
2013	10	6	6	0	10,4	96
2013	10	6	9	0	11,6	86
2013	10	6	12	0	14	70
2013	10	6	15	0	13,4	72
2013	10	6	18	0	11,1	91
2013	10	6	21	0	10,9	91
2013	10	7	0	0	11,8	93
2013	10	7	3	0	11,8	89
2013	10	7	6	0	11,4	89
2013	10	7	9	0	13,4	79
2013	10	7	12	0	13,7	77
2013	10	7	15	0	13,2	87
2013	10	7	18	0	11,3	95
2013	10	7	21	0	10,9	98
2013	10	8	0	0	10,1	99
2013	10	8	3	0	10,1	100
2013	10	8	6	0	10,3	100
2013	10	8	9	0	12	99

2013	10	8	12	0	11,9	99
2013	10	8	15	0	11,8	99
2013	10	8	18	0	11,9	100
2013	10	8	21	0	12,1	100
2013	10	9	0	0	12,4	99
2013	10	9	3	0	11,9	99
2013	10	9	6	0	11,5	100
2013	10	9	9	0	11,1	98
2013	10	9	12	0	11,3	98
2013	10	9	15	0	11,3	98
2013	10	9	18	0	11,1	99
2013	10	9	21	0	11,4	99
2013	10	10	0	0	11,4	98
2013	10	10	3	0	11,2	98
2013	10	10	6	0	11,1	99
2013	10	10	9	0	12,2	96
2013	10	10	12	0	12,3	93
2013	10	10	15	0	12,1	93
2013	10	10	18	0	10,6	99
2013	10	10	21	0	10,8	99
2013	10	11	0	0	11,1	99
2013	10	11	3	0	9,5	93
2013	10	11	6	0	8	94
2013	10	11	9	0	10,1	67
2013	10	11	12	0	11,2	56
2013	10	11	15	0	10	70
2013	10	11	18	0	7,6	84
2013	10	11	21	0	5,9	92
2013	10	12	0	0	4,3	97
2013	10	12	3	0	3	99
2013	10	12	6	0	4,3	100
2013	10	12	9	0	9,2	83
2013	10	12	12	0	12,1	72
2013	10	12	15	0	11	82

2013	10	12	18	0	9,5	92
2013	10	12	21	0	9,1	95
2013	10	13	0	0	7,9	95
2013	10	13	3	0	7,7	97
2013	10	13	6	0	8,7	95
2013	10	13	9	0	11	77
2013	10	13	12	0	12	71
2013	10	13	15	0	10	74
2013	10	13	18	0	7,6	66
2013	10	13	21	0	4,3	66
2013	10	14	0	0	2,5	66
2013	10	14	3	0	1,3	72
2013	10	14	6	0	1,7	80
2013	10	14	9	0	8,1	72
2013	10	14	12	0	8,5	69
2013	10	14	15	0	7,9	80
2013	10	14	18	0	7,9	88
2013	10	14	21	0	6,9	96
2013	10	15	0	0	8,1	92
2013	10	15	3	0	9,4	89
2013	10	15	6	0	9,4	85
2013	10	15	9	0	9,3	83
2013	10	15	12	0	9,5	82
2013	10	15	15	0	9,3	80
2013	10	15	18	0	8,7	83
2013	10	15	21	0	8	88
2013	10	16	0	0	4,3	70
2013	10	16	3	0	2,1	82
2013	10	16	6	0	1,2	82
2013	10	16	9	0	4,8	65
2013	10	16	12	0	5,7	57
2013	10	16	15	0	3,3	69
2013	10	16	18	0	1,7	78
2013	10	16	21	0	-0,3	86

2013	10	17	0	0	-1,5	95
2013	10	17	3	0	0,7	84
2013	10	17	6	0	4,9	70
2013	10	17	9	0	5,8	74
2013	10	17	12	0	5,9	71
2013	10	17	15	0	7,1	81
2013	10	17	18	0	6,7	93
2013	10	17	21	0	8,2	96
2013	10	18	0	0	7,5	97
2013	10	18	3	0	9	98
2013	10	18	6	0	2,6	99
2013	10	18	9	0	2,2	99
2013	10	18	12	0	2,4	84
2013	10	18	15	0	2	73
2013	10	18	18	0	1	72
2013	10	18	21	0	0,2	78
2013	10	19	0	0	0,9	88
2013	10	19	3	0	2,1	91
2013	10	19	6	0	2,9	88
2013	10	19	9	0	5,5	70
2013	10	19	12	0	5,2	64
2013	10	19	15	0	2,5	83
2013	10	19	18	0	2,4	75
2013	10	19	21	0	1,6	77
2013	10	20	0	0	1,5	78
2013	10	20	3	0	-0,4	90
2013	10	20	6	0	-0,8	92
2013	10	20	9	0	4	69
2013	10	20	12	0	5,1	52
2013	10	20	15	0	1,8	68
2013	10	20	18	0	-0,2	81
2013	10	20	21	0	-1,7	87
2013	10	21	0	0	-2,5	94
2013	10	21	3	0	-2,3	96

2013	10	21	6	0	-2,3	96
2013	10	21	9	0	3	71
2013	10	21	12	0	4,4	56
2013	10	21	15	0	2,1	67
2013	10	21	18	0	0,1	77
2013	10	21	21	0	-0,3	87
2013	10	22	0	0	-1,4	93
2013	10	22	3	0	-1,4	91
2013	10	22	6	0	0,3	92
2013	10	22	9	0	4,3	61
2013	10	22	12	0	4,3	59
2013	10	22	15	0	4	67
2013	10	22	18	0	4,1	62
2013	10	22	21	0	4	81
2013	10	23	0	0	4,1	96
2013	10	23	3	0	6,3	96
2013	10	23	6	0	7,2	96
2013	10	23	9	0	7,7	97
2013	10	23	12	0	8,8	96
2013	10	23	15	0	9,1	96
2013	10	23	18	0	9,4	95
2013	10	23	21	0	9,4	99
2013	10	24	0	0	9,6	100
2013	10	24	3	0	10,2	100
2013	10	24	6	0	10,3	100
2013	10	24	9	0	9,9	100
2013	10	24	12	0	11	98
2013	10	24	15	0	10,1	95
2013	10	24	18	0	9,9	90
2013	10	24	21	0	9,3	89
2013	10	25	0	0	9	88
2013	10	25	3	0	8,7	94
2013	10	25	6	0	8,8	95
2013	10	25	9	0	9,8	87

2013	10	25	12	0	10,6	80
2013	10	25	15	0	9,6	76
2013	10	25	18	0	7,1	79
2013	10	25	21	0	5,5	85
2013	10	26	0	0	4,6	95
2013	10	26	3	0	6,9	98
2013	10	26	6	0	7,6	96
2013	10	26	9	0	7,5	98
2013	10	26	12	0	7,3	99
2013	10	26	15	0	8,6	100
2013	10	26	18	0	8,9	100
2013	10	26	21	0	9,5	100
2013	10	27	0	0	9,8	99
2013	10	27	3	0	9,7	98
2013	10	27	6	0	9,8	99
2013	10	27	9	0	9,6	96
2013	10	27	12	0	9,5	99
2013	10	27	15	0	9,7	100
2013	10	27	18	0	9,8	99
2013	10	27	21	0	10,3	99
2013	10	28	0	0	9,9	99
2013	10	28	3	0	10,3	99
2013	10	28	6	0	10	98
2013	10	28	9	0	10,3	92
2013	10	28	12	0	9,8	95
2013	10	28	15	0	9,5	96
2013	10	28	18	0	9,8	95
2013	10	28	21	0	9,4	99
2013	10	29	0	0	10	92
2013	10	29	3	0	8,8	99
2013	10	29	6	0	9,1	99
2013	10	29	9	0	10,3	87
2013	10	29	12	0	10,4	86
2013	10	29	15	0	9,5	92

2013	10	29	18	0	9,6	91
2013	10	29	21	0	9,4	89
2013	10	30	0	0	8,7	93
2013	10	30	3	0	8,8	93
2013	10	30	6	0	8,3	95
2013	10	30	9	0	9,2	78
2013	10	30	12	0	9,4	74
2013	10	30	15	0	5,8	88
2013	10	30	18	0	5,8	90
2013	10	30	21	0	3,8	96
2013	10	31	0	0	3,1	96
2013	10	31	3	0	2,8	96
2013	10	31	6	0	3,1	94
2013	10	31	9	0	6,5	82
2013	10	31	12	0	8,4	77
2013	10	31	15	0	7,6	87
2013	10	31	18	0	8,4	94
2013	10	31	21	0	8,1	98
2013	11	1	0	0	8,7	95
2013	11	1	3	0	8,7	90
2013	11	1	6	0	7,9	99
2013	11	1	9	0	8,3	98
2013	11	1	12	0	8,7	97
2013	11	1	15	0	8,1	94
2013	11	1	18	0	8,5	95
2013	11	1	21	0	8,1	98
2013	11	2	0	0	8,2	95
2013	11	2	3	0	6,8	93
2013	11	2	6	0	6,9	95
2013	11	2	9	0	8,7	88
2013	11	2	12	0	8,2	96
2013	11	2	15	0	8,3	96
2013	11	2	18	0	7,9	96
2013	11	2	21	0	8	96

2013	11	3	0	0	7,3	96
2013	11	3	3	0	5,7	99
2013	11	3	6	0	4	100
2013	11	3	9	0	3,9	100
2013	11	3	12	0	3,4	100
2013	11	3	15	0	4,6	99
2013	11	3	18	0	5,9	96
2013	11	3	21	0	7,4	96
2013	11	4	0	0	7,4	98
2013	11	4	3	0	7,5	99
2013	11	4	6	0	7,6	99
2013	11	4	9	0	7,6	99
2013	11	4	12	0	6,5	99
2013	11	4	15	0	7,1	97
2013	11	4	18	0	7,8	92
2013	11	4	21	0	7,2	93
2013	11	5	0	0	7	93
2013	11	5	3	0	6,3	94
2013	11	5	6	0	6,7	93
2013	11	5	9	0	7,2	94
2013	11	5	12	0	7,8	92
2013	11	5	15	0	7,8	82
2013	11	5	18	0	6,4	91
2013	11	5	21	0	6,9	90
2013	11	6	0	0	7	88
2013	11	6	3	0	6,4	89
2013	11	6	6	0	5,8	95
2013	11	6	9	0	6,8	95
2013	11	6	12	0	7,8	83
2013	11	6	15	0	4,9	93
2013	11	6	18	0	5,4	93
2013	11	6	21	0	4,8	95
2013	11	7	0	0	4,1	96
2013	11	7	3	0	4,3	95

2013	11	7	6	0	3,5	97
2013	11	7	9	0	7,1	85
2013	11	7	12	0	6,7	88
2013	11	7	15	0	6,3	83
2013	11	7	18	0	6,1	91
2013	11	7	21	0	5,3	91
2013	11	8	0	0	6,3	95
2013	11	8	3	0	6,1	96
2013	11	8	6	0	5,8	93
2013	11	8	9	0	6,4	85
2013	11	8	12	0	6,6	80
2013	11	8	15	0	6	83
2013	11	8	18	0	7	89
2013	11	8	21	0	7,1	91
2013	11	9	0	0	7,8	93
2013	11	9	3	0	7,9	95
2013	11	9	6	0	7,7	95
2013	11	9	9	0	7,6	93
2013	11	9	12	0	7,5	90
2013	11	9	15	0	6,6	89
2013	11	9	18	0	5,4	90
2013	11	9	21	0	4,6	95
2013	11	10	0	0	7,3	97
2013	11	10	3	0	7,4	91
2013	11	10	6	0	7,2	87
2013	11	10	9	0	8,2	78
2013	11	10	12	0	7,5	85
2013	11	10	15	0	6,8	81
2013	11	10	18	0	5	90
2013	11	10	21	0	4	92
2013	11	11	0	0	2,5	96
2013	11	11	3	0	4,2	92
2013	11	11	6	0	3	88
2013	11	11	9	0	4,5	79

2013	11	11	12	0	4,8	78
2013	11	11	15	0	2,1	90
2013	11	11	18	0	0,8	95
2013	11	11	21	0	0,6	96
2013	11	12	0	0	3	89
2013	11	12	3	0	5,4	79
2013	11	12	6	0	5,9	88
2013	11	12	9	0	6,8	88
2013	11	12	12	0	6,6	94
2013	11	12	15	0	6,3	92
2013	11	12	18	0	6,7	96
2013	11	12	21	0	6,7	97
2013	11	13	0	0	7,3	97
2013	11	13	3	0	7,1	89
2013	11	13	6	0	7,1	89
2013	11	13	9	0	7,3	79
2013	11	13	12	0	6,9	77
2013	11	13	15	0	5,9	82
2013	11	13	18	0	5,2	79
2013	11	13	21	0	4,1	84
2013	11	14	0	0	3	93
2013	11	14	3	0	2,4	94
2013	11	14	6	0	2,2	92
2013	11	14	9	0	3,8	86
2013	11	14	12	0	4,6	83
2013	11	14	15	0	4,8	83
2013	11	14	18	0	4	85
2013	11	14	21	0	3,8	90
2013	11	15	0	0	3,5	91
2013	11	15	3	0	5,3	97
2013	11	15	6	0	5	97
2013	11	15	9	0	6,7	96
2013	11	15	12	0	7,2	87
2013	11	15	15	0	7,2	90

2013	11	15	18	0	7,5	90
2013	11	15	21	0	7	95
2013	11	16	0	0	6,4	96
2013	11	16	3	0	7,2	92
2013	11	16	6	0	7,2	89
2013	11	16	9	0	7,3	90
2013	11	16	12	0	9,3	81
2013	11	16	15	0	8	89
2013	11	16	18	0	7,1	95
2013	11	16	21	0	7,1	94
2013	11	17	0	0	7,4	91
2013	11	17	3	0	8	85
2013	11	17	6	0	8,2	65
2013	11	17	9	0	7,5	47
2013	11	17	12	0	6,9	50
2013	11	17	15	0	5,6	59
2013	11	17	18	0	4,3	63
2013	11	17	21	0	3	68
2013	11	18	0	0	1,8	74
2013	11	18	3	0	2,1	76
2013	11	18	6	0	5,3	74
2013	11	18	9	0	5,7	70
2013	11	18	12	0	6,1	73
2013	11	18	15	0	5,7	72
2013	11	18	18	0	4,8	79
2013	11	18	21	0	4,5	84
2013	11	19	0	0	4,4	92
2013	11	19	3	0	4,6	94
2013	11	19	6	0	4,7	95
2013	11	19	9	0	5	96
2013	11	19	12	0	6,3	94
2013	11	19	15	0	6,7	92
2013	11	19	18	0	6,7	93
2013	11	19	21	0	6,8	93

2013	11	20	0	0	6,9	95
2013	11	20	3	0	6,9	97
2013	11	20	6	0	5,6	96
2013	11	20	9	0	6,2	84
2013	11	20	12	0	5,6	90
2013	11	20	15	0	4,4	91
2013	11	20	18	0	3,6	87
2013	11	20	21	0	3,5	92
2013	11	21	0	0	4,1	95
2013	11	21	3	0	4,3	97
2013	11	21	6	0	5	98
2013	11	21	9	0	5,9	97
2013	11	21	12	0	6,6	98
2013	11	21	15	0	7,3	99
2013	11	21	18	0	7,3	99
2013	11	21	21	0	7,1	99
2013	11	22	0	0	7,1	99
2013	11	22	3	0	7	99
2013	11	22	6	0	7	98
2013	11	22	9	0	6,7	97
2013	11	22	12	0	6,9	97
2013	11	22	15	0	6,5	96
2013	11	22	18	0	5	93
2013	11	22	21	0	2,5	92
2013	11	23	0	0	0,5	95
2013	11	23	3	0	0,2	95
2013	11	23	6	0	0,8	93
2013	11	23	9	0	1,5	90
2013	11	23	12	0	2,3	86
2013	11	23	15	0	3,8	85
2013	11	23	18	0	3	88
2013	11	23	21	0	4,1	90
2013	11	24	0	0	2,9	92
2013	11	24	3	0	3,1	92

2013	11	24	6	0	2,2	92
2013	11	24	9	0	1,2	81
2013	11	24	12	0	0,8	66
2013	11	24	15	0	0,6	68
2013	11	24	18	0	0,1	77
2013	11	24	21	0	0,5	85
2013	11	25	0	0	-0,2	92
2013	11	25	3	0	-1,7	96
2013	11	25	6	0	-1,8	98
2013	11	25	9	0	-0,7	96
2013	11	25	12	0	0,1	87
2013	11	25	15	0	-1,2	93
2013	11	25	18	0	-2,1	93
2013	11	25	21	0	-2,9	92
2013	11	26	0	0	-4	91
2013	11	26	3	0	-4,8	90
2013	11	26	6	0	-5,3	91
2013	11	26	9	0	-3,7	86
2013	11	26	12	0	-1,1	73
2013	11	26	15	0	0,7	79
2013	11	26	18	0	3,8	83
2013	11	26	21	0	4,7	85
2013	11	27	0	0	3,7	92
2013	11	27	3	0	3,8	93
2013	11	27	6	0	3,9	92
2013	11	27	9	0	3,6	94
2013	11	27	12	0	5,4	94
2013	11	27	15	0	5,4	93
2013	11	27	18	0	5,8	92
2013	11	27	21	0	6,5	79
2013	11	28	0	0	5,4	66
2013	11	28	3	0	4,8	65
2013	11	28	6	0	4,5	72
2013	11	28	9	0	4,2	74

2013	11	28	12	0	4,6	70
2013	11	28	15	0	3,2	74
2013	11	28	18	0	1,5	81
2013	11	28	21	0	2,6	73
2013	11	29	0	0	1,6	69
2013	11	29	3	0	0,9	75
2013	11	29	6	0	0,4	70
2013	11	29	9	0	-1,1	67
2013	11	29	12	0	-1,4	62
2013	11	29	15	0	-3,1	70
2013	11	29	18	0	-4,2	75
2013	11	29	21	0	-5,2	80
2013	11	30	0	0	-5,6	85
2013	11	30	3	0	-6,8	93
2013	11	30	6	0	-6	95
2013	11	30	9	0	1,8	56
2013	11	30	12	0	1,7	75
2013	11	30	15	0	2,3	93
2013	11	30	18	0	0	94
2013	11	30	21	0	-1,8	87
2013	12	1	0	0	-1,1	77
2013	12	1	3	0	3,1	76
2013	12	1	6	0	3,4	90
2013	12	1	9	0	2,6	94
2013	12	1	12	0	3,3	85
2013	12	1	15	0	2,5	86
2013	12	1	18	0	2,1	73
2013	12	1	21	0	-0,1	62
2013	12	2	0	0	-2,1	60
2013	12	2	3	0	-2,5	71
2013	12	2	6	0	-3,6	77
2013	12	2	9	0	-3,2	75
2013	12	2	12	0	-2,1	70
2013	12	2	15	0	-0,9	69

2013	12	2	18	0	2,9	76
2013	12	2	21	0	3	75
2013	12	3	0	0	3,3	84
2013	12	3	3	0	3,2	85
2013	12	3	6	0	3,5	86
2013	12	3	9	0	3,8	85
2013	12	3	12	0	4,6	82
2013	12	3	15	0	4,2	87
2013	12	3	18	0	4,3	86
2013	12	3	21	0	3,2	84
2013	12	4	0	0	2,1	82
2013	12	4	3	0	0,8	80
2013	12	4	6	0	0,5	81
2013	12	4	9	0	1,7	74
2013	12	4	12	0	1,3	76
2013	12	4	15	0	-1,9	93
2013	12	4	18	0	-3	96
2013	12	4	21	0	-2,2	97
2013	12	5	0	0	-0,9	91
2013	12	5	3	0	2,8	83
2013	12	5	6	0	2,8	83
2013	12	5	9	0	0,5	95
2013	12	5	12	0	1,6	77
2013	12	5	15	0	2,3	73
2013	12	5	18	0	2,4	96
2013	12	5	21	0	4,1	89
2013	12	6	0	0	3,3	89
2013	12	6	3	0	2,5	85
2013	12	6	6	0	1,8	91
2013	12	6	9	0	1,4	96
2013	12	6	12	0	2,1	88
2013	12	6	15	0	1,8	75
2013	12	6	18	0	1,4	83
2013	12	6	21	0	0,9	93

2013	12	7	0	0	0,5	95
2013	12	7	3	0	0,5	96
2013	12	7	6	0	0,2	94
2013	12	7	9	0	0	87
2013	12	7	12	0	-0,7	85
2013	12	7	15	0	-1,5	90
2013	12	7	18	0	-1,9	86
2013	12	7	21	0	-2,2	88
2013	12	8	0	0	-2,9	86
2013	12	8	3	0	-2,9	83
2013	12	8	6	0	-3,2	86
2013	12	8	9	0	-3,7	80
2013	12	8	12	0	-3,7	85
2013	12	8	15	0	-4,2	84
2013	12	8	18	0	-4,1	85
2013	12	8	21	0	-4	84
2013	12	9	0	0	-4	82
2013	12	9	3	0	-4,8	81
2013	12	9	6	0	-5,2	84
2013	12	9	9	0	-5,4	77
2013	12	9	12	0	-6,6	76
2013	12	9	15	0	-6,8	80
2013	12	9	18	0	-8,2	83
2013	12	9	21	0	-9,1	87
2013	12	10	0	0	-9,2	90
2013	12	10	3	0	-9,3	93
2013	12	10	6	0	-6,8	89
2013	12	10	9	0	-2,8	85
2013	12	10	12	0	0,2	85
2013	12	10	15	0	1,1	96
2013	12	10	18	0	2,6	98
2013	12	10	21	0	4	97
2013	12	11	0	0	3,5	98
2013	12	11	3	0	2,7	99

2013	12	11	6	0	1,7	98
2013	12	11	9	0	1,8	99
2013	12	11	12	0	1,9	99
2013	12	11	15	0	2,7	99
2013	12	11	18	0	3	100
2013	12	11	21	0	3,2	98
2013	12	12	0	0	2,6	98
2013	12	12	3	0	2,7	98
2013	12	12	6	0	2,8	99
2013	12	12	9	0	4,3	100
2013	12	12	12	0	4,9	100
2013	12	12	15	0	5,4	95
2013	12	12	18	0	5,1	89
2013	12	12	21	0	6,3	77
2013	12	13	0	0	7,1	71
2013	12	13	3	0	6,3	63
2013	12	13	6	0	3,9	69
2013	12	13	9	0	2,6	62
2013	12	13	12	0	1,5	59
2013	12	13	15	0	0,3	73
2013	12	13	18	0	-0,8	80
2013	12	13	21	0	-1,9	79
2013	12	14	0	0	-2,8	83
2013	12	14	3	0	-3,4	84
2013	12	14	6	0	-4,2	86
2013	12	14	9	0	-3,8	85
2013	12	14	12	0	-4,2	86
2013	12	14	15	0	-4,2	89
2013	12	14	18	0	-3,1	91
2013	12	14	21	0	-0,1	77
2013	12	15	0	0	0	77
2013	12	15	3	0	0,7	69
2013	12	15	6	0	0,5	75
2013	12	15	9	0	0,3	98

2013	12	15	12	0	1,3	96
2013	12	15	15	0	2,2	97
2013	12	15	18	0	3,1	97
2013	12	15	21	0	3,8	97
2013	12	16	0	0	4	99
2013	12	16	3	0	4,3	99
2013	12	16	6	0	4	96
2013	12	16	9	0	4,4	91
2013	12	16	12	0	4,9	90
2013	12	16	15	0	4,5	98
2013	12	16	18	0	4,8	99
2013	12	16	21	0	5,2	98
2013	12	17	0	0	5,7	99
2013	12	17	3	0	7,1	95
2013	12	17	6	0	6,2	81
2013	12	17	9	0	5	79
2013	12	17	12	0	4,6	84
2013	12	17	15	0	3,7	87
2013	12	17	18	0	3,2	93
2013	12	17	21	0	3	88
2013	12	18	0	0	2,1	91
2013	12	18	3	0	1,8	92
2013	12	18	6	0	1,6	93
2013	12	18	9	0	0,9	96
2013	12	18	12	0	1,2	95
2013	12	18	15	0	1,7	94
2013	12	18	18	0	1,9	92
2013	12	18	21	0	2,5	89
2013	12	19	0	0	2,7	85
2013	12	19	3	0	2,8	81
2013	12	19	6	0	3,2	77
2013	12	19	9	0	3	77
2013	12	19	12	0	2,5	84
2013	12	19	15	0	2,2	90

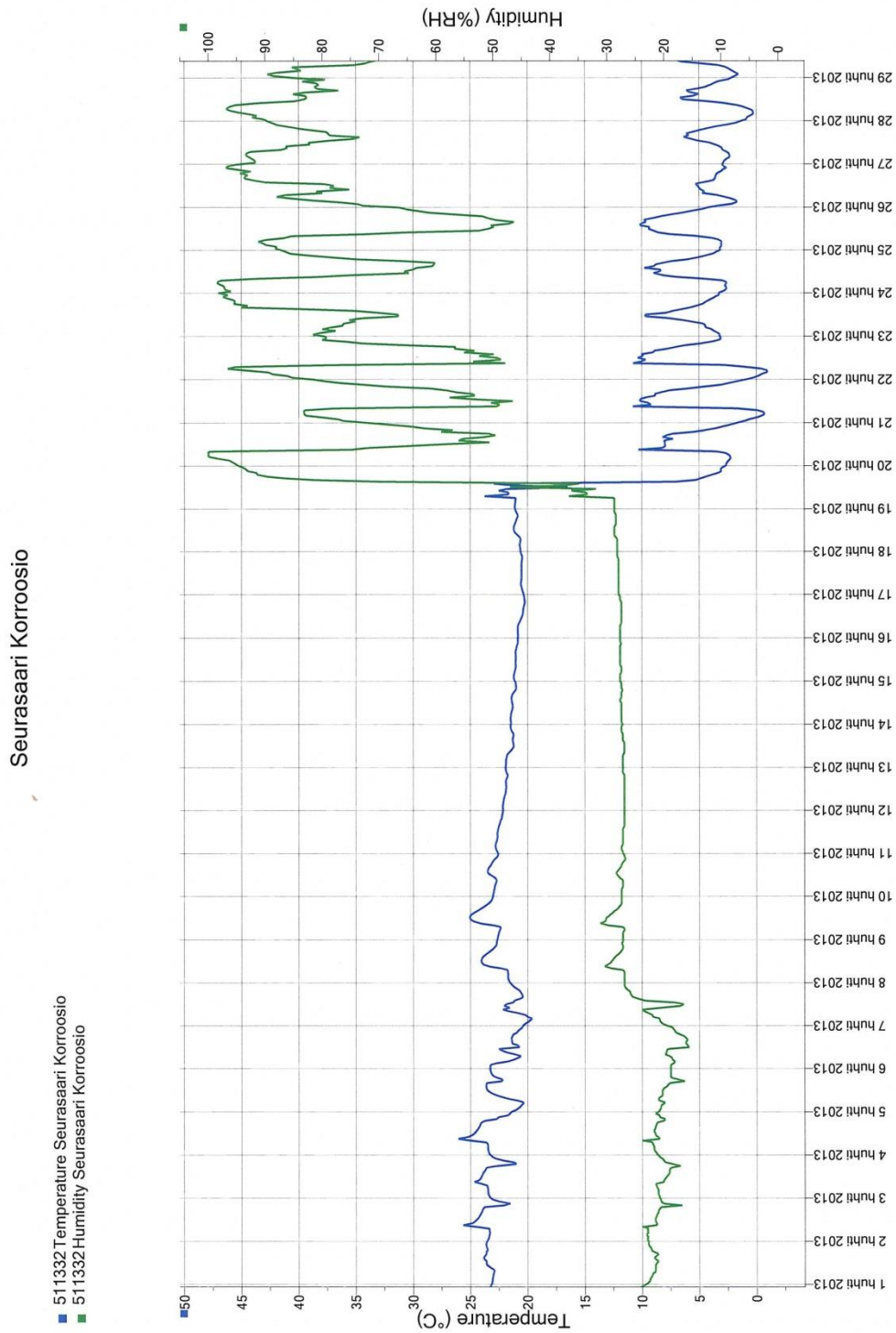
2013	12	19	18	0	2,6	95
2013	12	19	21	0	2,7	92
2013	12	20	0	0	2,8	89
2013	12	20	3	0	2,9	89
2013	12	20	6	0	2,3	95
2013	12	20	9	0	4,5	97
2013	12	20	12	0	4,6	87
2013	12	20	15	0	4	90
2013	12	20	18	0	4,1	90
2013	12	20	21	0	4,3	92
2013	12	21	0	0	4,3	92
2013	12	21	3	0	3,8	91
2013	12	21	6	0	3,8	89
2013	12	21	9	0	4	86
2013	12	21	12	0	4,5	79
2013	12	21	15	0	4,5	95
2013	12	21	18	0	4,8	97
2013	12	21	21	0	5,7	95
2013	12	22	0	0	6,3	89
2013	12	22	3	0	6,5	88
2013	12	22	6	0	5,8	94
2013	12	22	9	0	5,2	95
2013	12	22	12	0	4,5	98
2013	12	22	15	0	5,6	91
2013	12	22	18	0	5,6	90
2013	12	22	21	0	5,6	83
2013	12	23	0	0	5,7	88
2013	12	23	3	0	4,6	95
2013	12	23	6	0	5,4	91
2013	12	23	9	0	5,1	84
2013	12	23	12	0	4,7	86
2013	12	23	15	0	2,8	95
2013	12	23	18	0	4,1	88
2013	12	23	21	0	4,1	80

2013	12	24	0	0	3,9	77
2013	12	24	3	0	3,5	83
2013	12	24	6	0	4,4	88
2013	12	24	9	0	4	88
2013	12	24	12	0	3,9	92
2013	12	24	15	0	4,2	97
2013	12	24	18	0	4,7	97
2013	12	24	21	0	5,4	92
2013	12	25	0	0	5,5	90
2013	12	25	3	0	5,5	93
2013	12	25	6	0	5,3	93
2013	12	25	9	0	5,1	94
2013	12	25	12	0	4,9	91
2013	12	25	15	0	5,1	90
2013	12	25	18	0	4,8	89
2013	12	25	21	0	4,9	88
2013	12	26	0	0	4,7	95
2013	12	26	3	0	4,4	97
2013	12	26	6	0	4,4	95
2013	12	26	9	0	4,6	94
2013	12	26	12	0	4,6	93
2013	12	26	15	0	4,7	93
2013	12	26	18	0	4,3	93
2013	12	26	21	0	3,9	94
2013	12	27	0	0	3,3	97
2013	12	27	3	0	3,8	98
2013	12	27	6	0	4,2	98
2013	12	27	9	0	4,1	98
2013	12	27	12	0	4,4	95
2013	12	27	15	0	4,8	94
2013	12	27	18	0	5,2	96
2013	12	27	21	0	5,5	96
2013	12	28	0	0	5,3	92
2013	12	28	3	0	5,6	91

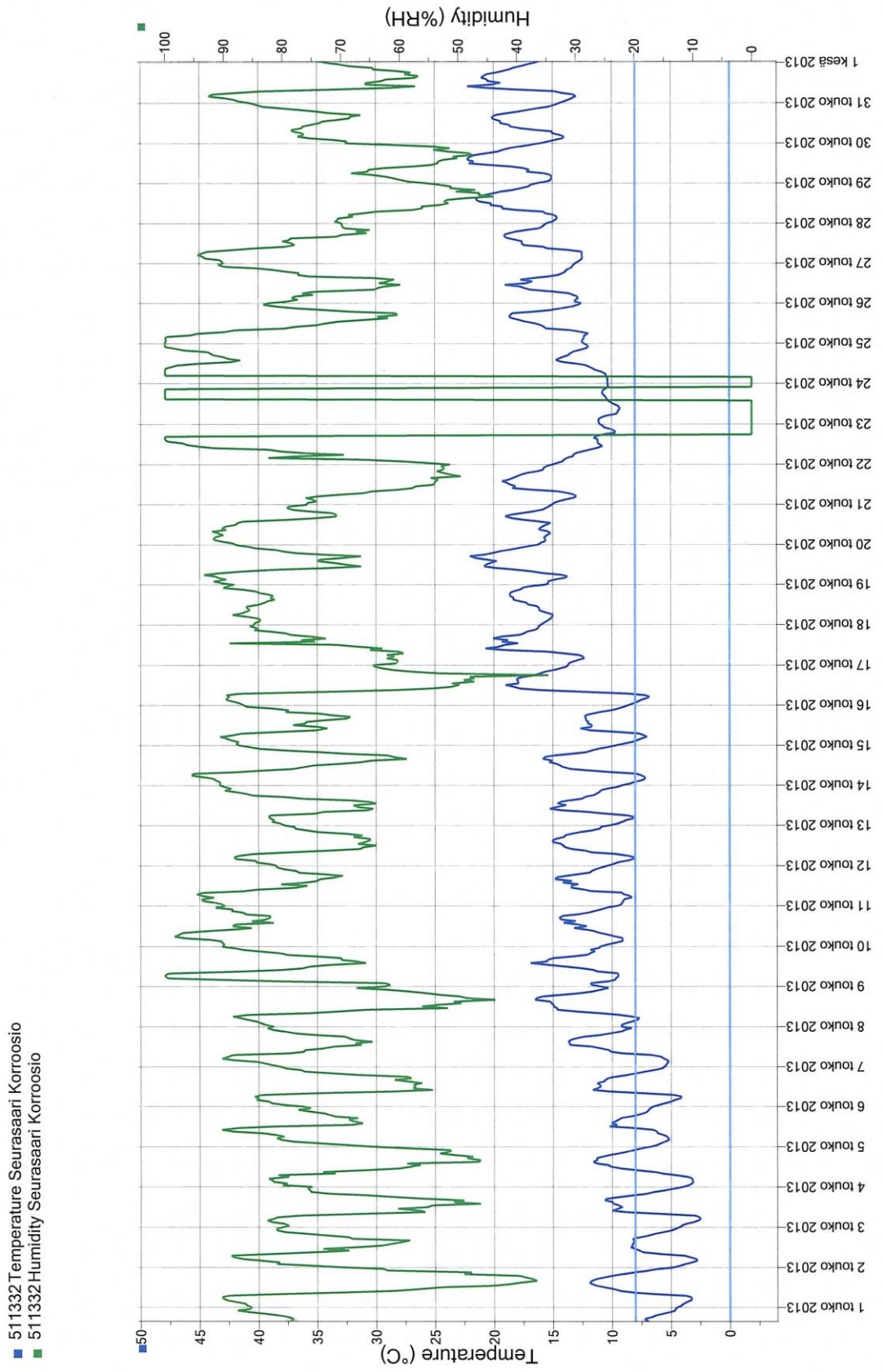
2013	12	28	6	0	5,6	89
2013	12	28	9	0	5,8	92
2013	12	28	12	0	5,5	96
2013	12	28	15	0	5	97
2013	12	28	18	0	5	97
2013	12	28	21	0	5,5	95
2013	12	29	0	0	5,7	96
2013	12	29	3	0	5,4	97
2013	12	29	6	0	5,3	97
2013	12	29	9	0	5,4	96
2013	12	29	12	0	5,1	92
2013	12	29	15	0	4,8	95
2013	12	29	18	0	4,8	95
2013	12	29	21	0	4,8	94
2013	12	30	0	0	4,7	94
2013	12	30	3	0	4,8	97
2013	12	30	6	0	5	90
2013	12	30	9	0	5	82
2013	12	30	12	0	4,2	80
2013	12	30	15	0	3,8	87
2013	12	30	18	0	2,2	90
2013	12	30	21	0	1,6	93
2013	12	31	0	0	1,7	93

Liite 4 Ilman lämpötila- ja kosteusolosuhteet Helsinki (Seurasaari)

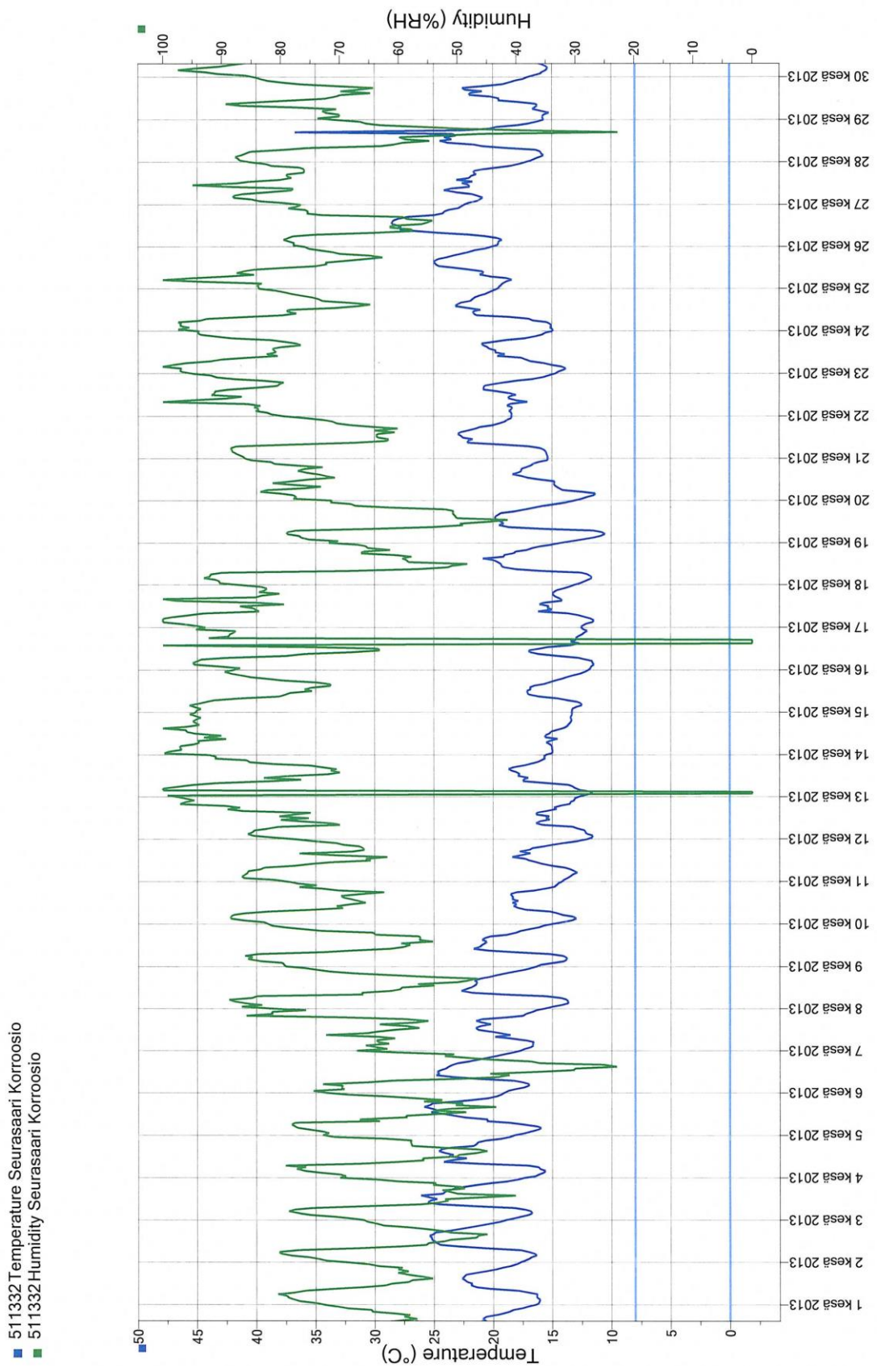
Ilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin Seurasaaren rakennuskonservointikeskuksessa 1.4 – 15.10.2013 Dataloggerilla (TINYTAG).



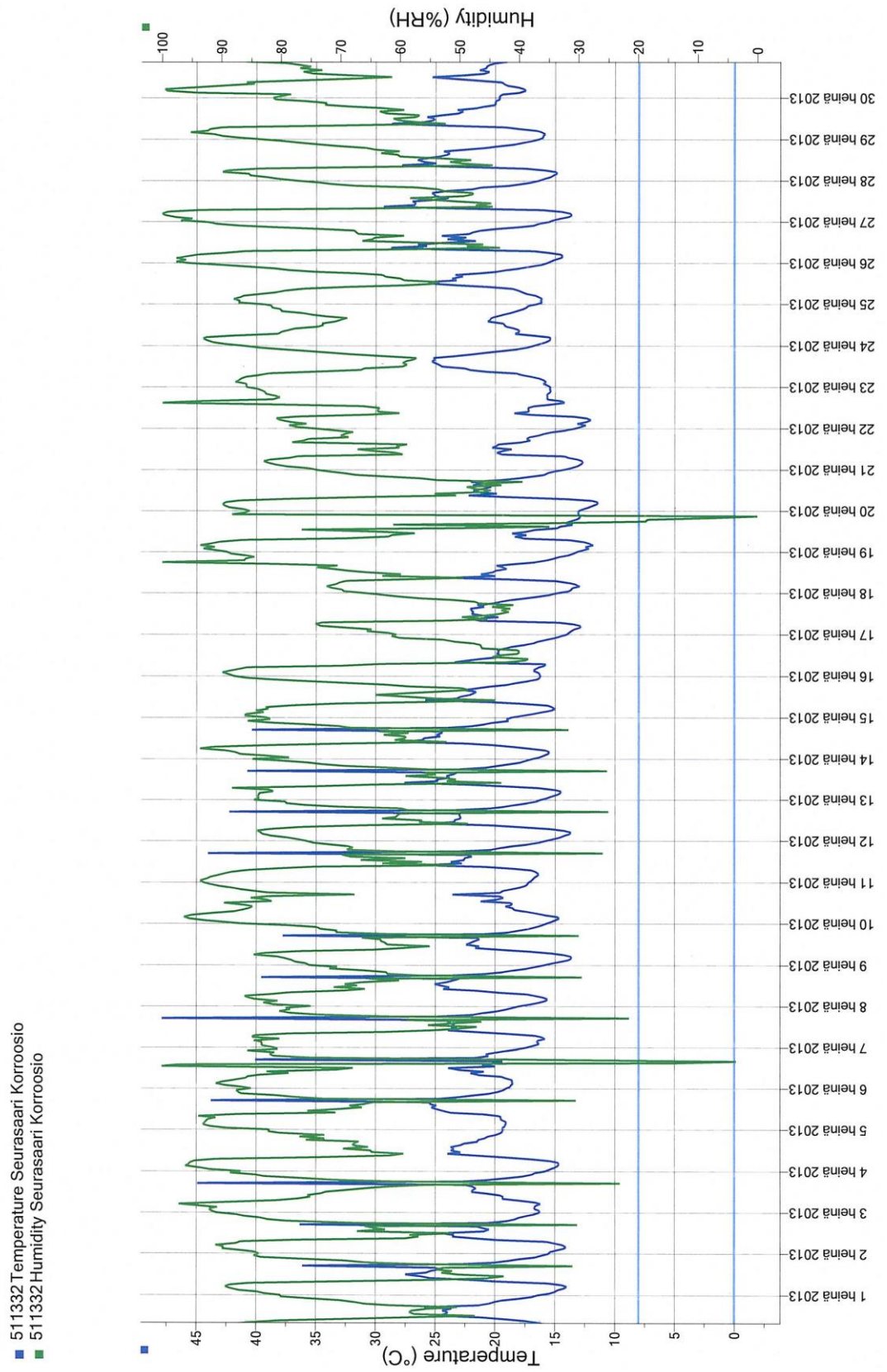
Seurasaari Korroosio



Seurasaari Korroosio

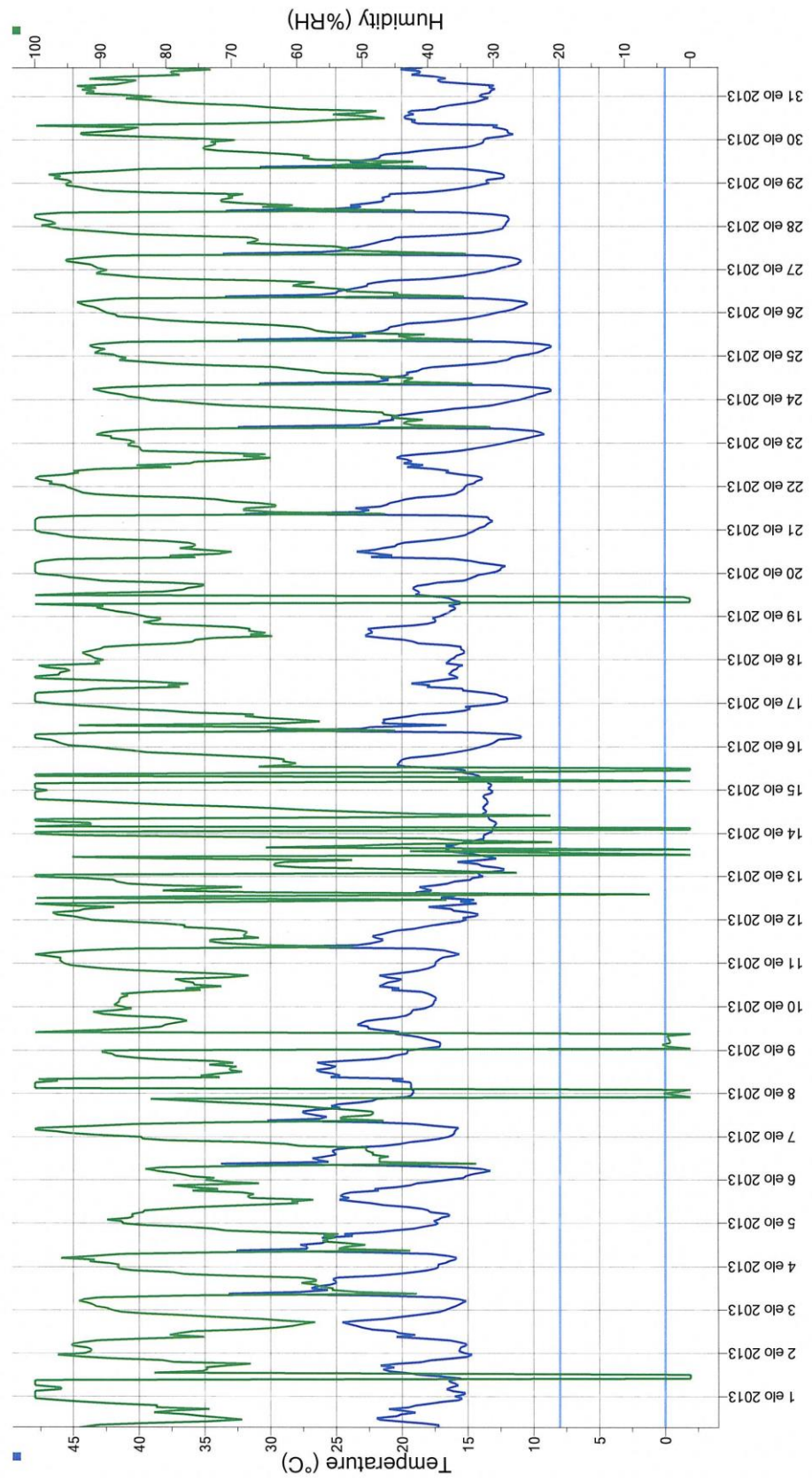


Seurasaari Korroosio



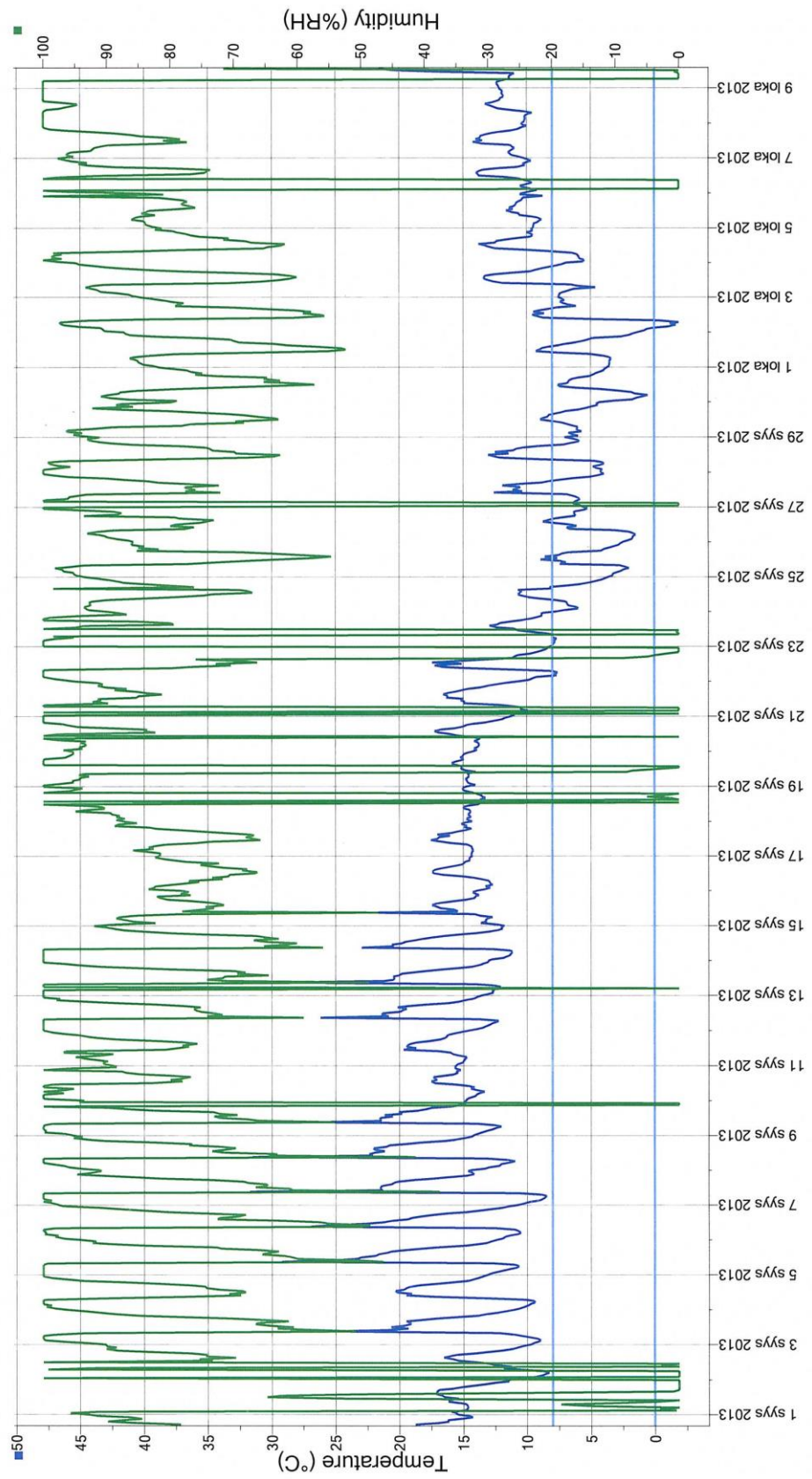
Seurasaari Korroosio

- 511332 Temperature Seurasaari Korroosio
- 511332 Humidity Seurasaari Korroosio



Seurasaari Korroosio

- 511332 Temperature Seurasaari Korroosio
- 511332 Humidity Seurasaari Korroosio



**Liite 5 Modernien korroosiosuoja-aineiden kalvopaksuuksien
mittaustulokset**

Renaissance Wax	10 µm – 25 µm
Dinitrol 975	6 µm – 25 µm
Cosmoloid H80	3,9 µm – 28 µm
SP400II	3,9 µm – 26,7 µm
Isotrol K G	7,8 µm – 24,6 µm
Dinitrol Pasta	3,1 µm – 24, 9 µm
Dinitrol Corroheat 4010	4,6 µm – 20,9 µm
Dinitrol 1000	4,3 µm – 24,8 µm
Can trust	28,7 µm – 57,3 µm
LPS3	4,5 µm – 21,9 µm
Dinitrol 81	12,9 µm – 29,5 µm
Dinitrol 25B	7,2 µm – 21,9 µm

Liite 6 Perinteisten korroosiosuoja-aineiden kalvopaksuuksien mittaustulokset

Mehiläisvaha kuumahankaus	17,5 µm - 30,9 µm
Pellavaöljy kylmäsvively	18,4 µm - 27,4 µm
Pellavaöljy kuumahankaus	9 µm – 28,9 µm
Vernissa kylmäsvively	10 µm – 31 µm
Vernissa kuumahankaus	10,6 µm – 31,9 µm
Terva kuumadippaus	5,6 µm – 21 µm
Terva kylmäsvively	-----
Roslaginmahonki	-----
Terva kuumahankaus	18,9 µm – 22,7 µm
Sianihra kuumahankaus	4,4 µm – 21,3 µm