
TEKNISK RAPPORT

INTERNATIONAL WATER TREATMENT MARITIME (IWTM) AS

TUTKIMUS ELYSATOR VEDENKÄSITTELYSTÄ

RAPPORT NR. 36122BSC.RN1

REVISJON NR. 03

DET NORSKE VERITAS

TEKNISK RAPPORT

Dato for første utgivelse: 12. kesäkuu 1998	Prosjekt nr.: 550 3 6122
Godkjent av: Bård Espelid Avdelingsleder	Organisasjonsenhet: Materiaali- ja tutkimusosasto
Oppdragsgiver: International Water Treatment Maritime (IWTM) AS	Oppdragsgiver ref.: Jan R. Ebbestad

DET NORSKE VERITAS AS
Divisjon Norden
Drifts- og vedlikeholds-teknologi
Johan Berentsensvei 109-111,
Postboks 6005,
N-5020 BERGEN, Norge
Tel: +47 55 94 95 00
Fax: +47 55 94 95 60
<http://www.dnv.com>
Org.No: NO 945 748 931 MVA

Sammendrag:

Det Norske Veritas (DNV), Bergenin materiaali- ja tutkimusosasto, on tehnyt arvion Elysator merkkisen vedenkäsittelylaitteen tehosta. Arviomme mukaan Elysator on tehnyt vedestä vähemmän korroosiota aiheuttavaa ja edistävää, arviomme perustuu niihin tuloksiin joita olemme saaneet suljetuista kierroista (jäähdytys-, lämmityskierroista, höyry- ja kattilalaitoksista), joissa Elysator on ollut asennettuna.

Tutkimustulokset osoittavat, että tämä vedenkäsittelylaite vähentää kloridien määrää vedessä, nostaa Ph:ta ja alentaa johtokykyä. Tämä vähentää selkeästi korroosiota kaikilla metalleilla ja eri metalliseoksilla jotka tulevat veden kanssa kosketuksiin. Tästä on osoituksena se, että mitä pidempi käsittelyaika Elysatorilla on ollut sitä alhaisemmat ovat pitoisuudet mikä koskee rauta- ja kuparipitoisuuksia.

Tutkimustulos osoittaa myös että veden kloridipitoisuus laskee, laskettuna kokonaisuena orgaanisena kloridina. Kloridipitoisuuden pienetessä myös bakteerikasvusto pienenee ja siitä seuraa vähentynyt riski bakteerikorroosiolle.

Näiden seikkojen perusteella voitiin todeta että veden aggressiivisuus korroosiota koskien väheni merkittävästi vedenkäsittelyn yhteydessä.

Rapport nr.: 36122bsc.rn1	Emnegruppe: E7	
Rapporttittel: ARVIO ELYSATORIN TEHOSTA VEDENKÄSITTELYSSÄ		
Utført av: Birgith Schei		
Verifisert av: Sidsel Skauby		
Dato for denne revisjon: 12.06.98	Rev. nr.: 03	Antall sider: 6

Indekseringstermer

STEELS
WATER
CORROSION PROTECTION

- Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdrags-giver eller ansvarlig organisasjonsenhet
- Begrenset distribusjon innen
Det Norske Veritas
- Fri distribusjon

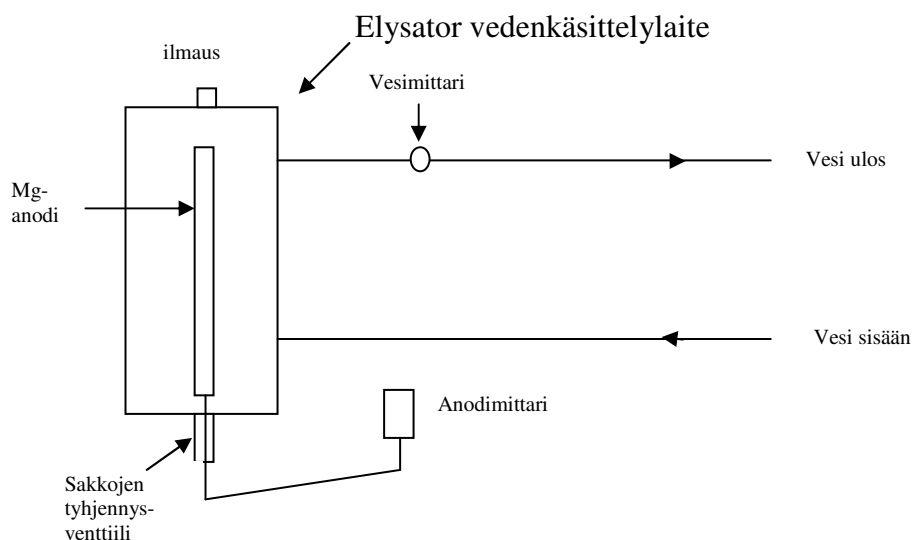
<i>Sisältö</i>	<i>Sivu</i>
1 JOHDANTO	
2 TEKNISET TIEDOT	1
3.1 Tutkimustulokset Havfrost, matalalämpöinen jäädytys	2
3.2 Tutkimustulokset Havfrost, korkealämpöinen jäädytys	3
3.3 Tutkimustulokset jäädytysjärjestelmä MS Nordic Empress	3
3.4 Tutkimustulokset keskuslämmitysjärjestelmä Oslo Yliopisto	4
3.5 Tutkimustulokset Lämmitysjärjestelmä Det Norske Veritas	4
3.6 Tutkimustulokset, Kattilalaitos "länsi" Det Norske Veritas	4
3.7 Tutkimustulokset Kattilalaitos "itä" Det Norske Veritas	4
3.8 Tutkimustulokset Höyrylaitos MV Ballangen	5
3.9 Tutkimustulokset Höyrylaitos MV Tanabata	5
4 ARVIOT/YHTEENVETO.....	5

1 JOHDANTO

DNV, Bergenin materiaali- ja tutkimusosasto, on saanut tutkittavakseen vedenkäsittelylaitteen nimeltä Elysator ja saanut siitä faktaa. Tämän lisäksi olemme vastaanottaneet tutkimustuloksia vesistä jotka ovat käsitelty kyseisellä laitteella. Näiden seikkojen perustalta on DNV tehnyt arvion laitteen tehosta.

2 TEKNISET TIEDOT

Elysator vedenkäsittelylaite on tarkoitettu lähinnä suljettujen kiertojen nesteiden lämmönsiirtoon (jäähdytys-, lämmityskiertojen ja höyrylaitokset sekä kylmäaineet). Vedenkäsittelylaite asennetaan ohivirtauksella siten, että noin 1-3%:ia vesivoluumista menee laitteen kautta. Laitteen pääasiallinen tehtävä on pH:n säätely, johtokyvyn alentaminen sekä hapen sitominen, ja sakkojen poisto kierrosta. Kuvio 1 kaavio laitteesta.



3 ANALYYSITULOKSET

Lämmönsiirtojärjestelmät joihin vedenkäsittelysystemi on asennettu:

- Jäähdytysjärjestelmä alus Havfrost
- Jäähdytysjärjestelmä alus MS Nordic Empress
- Keskuslämmitysjärjestelmä Oslon yliopisto
- Lämmitysjärjestelmä Det Norske Veritas Oslossa
- Jäähdytysjärjestelmä Det Norske Veritas Oslossa, 2 kpl.
- Höyrylaitos alus MV Ballangen
- Höyrylaitos alus MV Tanabata

Analysoinnin suorittaneet laboratoriot:

- NIVA (Norjan valtion vedentutkimuslaitos)
- Thornton laboratoriot
- SGS
- Kjelforeningen, Norjan Energia
- IWTM
- Unitor

Muutama analyysi myös aluksella M V Ballangen otettuja .

Analyysitulokset eri järjestemistä ovat taulukoissa 3.1 -3.7.

3.1 Analyysitulokset alus Havfrostilta, matalalämpöjäähdytyskierto

Analysointikohteet	Laboratorio ja näytteenottopäivämäärä					
	NIVA 20.02.95	Thornton 17.04.95	SGS 01.05.95	NIVA 12.05.95	SGS 03.09.95	SGS 22.03.96
pH	8.91	8.9	9.2	9.12	9.4	9.0
Johtokykyt (µS/cm)	5950	5950	5500	5360	3600	746
Org. kloridin määrä kok. (mg Cl/l)	161	0	13	15.9	7.6	2.6
Kloridi (mg Cl/l)	31	1000	39	≈ 30	5	3.4
Rauta (mg Fe/l)	0.5	0.37	0.19	0.82	0.049	<1
Kopari mg Cu/l	0.16	0.15	0.10	0.17	0.059	<1
Kovuus (mmol/l Ca/Mg)	-	86	1200	-	1.59	≈ 0.54 (mält til 50 mg/l CaCO ₃)

Ensimmäiset näyte otettu (20.02.95) laitteen asennuksen yhteydessä.

TEKNISK RAPPORT

3.2 Analyysitulokset alus Havfrostilta korkealämpöinen jäähditys (moottori)

Analyysikohteet	Laboratorio ja näytteenottopäivämäärä				
	NIVA 20.02.95	SGS 01.05.95	NIVA 12.05.95	SGS 03.09.95	SGS 22.03.96
pH	8.9	9.2	9.04	9.5	8.7
Johtokyky ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	5020	2850	1690	59	1.07
Org.kloridi kok. (mg Cl/l)	193	7.9	7.8	3.1	6.1
Kloridi (mg Cl/l)	14	12	\approx 4-5	28	1.3
Rauta(mg Fe/l)	0.23	0.016	0.013	0.048	<1
Kupari (mg Cu/l)	0.07	0.065	0.016	0.010	<1
Kovuus (mmol/l Ca/Mg)	-	540	-	0.24	\approx 0.28 (mält til 25 mg/l CaCO ₃)

Ensimmäiset näyte otettu (20.02.95) laitteen asennuksen yhteydessä.

Lisäyksenä tähän taulukot 3.1 ja 3.2, otettiin vedestä myös bakteerinäytteitä. Bakteerityypit mittaustavat vaihtelivat niin paljon eri laboratorioiden välillä, että arvio siitä miten miten laite vaikuttaa bakteerikasvustoon ei voitu tehdä. Eikä tuloksia myöskään julkaista.

3.3 Analyysitulokset MS Nordic Empress :in jäähdytysjärjestelmä

Analyysikohteet	Laboratorio ja näytteenotto päivämäärä						
	Kjel-foreningen - Norsk Energi 20.08.97	Kjel-foreningen - Norsk Energi 27.10.97	Kjel-foreningen - Norsk Energi 24.11.97	Kjel-foreningen - Norsk Energi 22.12.97	Kjel-foreningen - Norsk Energi 14.01.98	Kjel-foreningen - Norsk Energi 17.02.98	Kjel-foreningen - Norsk Energi 02.04.98
pH	9.6	9.2	9.4	9.4	8.9	8.3	9.4
Johtokyky ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	5420	2210	1930	1690	1396	396	372
Kloridi (mg Cl/kg)	115	78	70	73	68.2	35.5	35.4
Rauta (mg Fe/l)	0.83	0.46	0.13	0.02	0.02	0.14	0.12
Kupari (mg Cu/l)	0.26	0.18	0.04	0.03	0.03	0.06	0.05
Kovuus (dH)*	0.39		1.8	5.2	1.84	1.65	1.09
Sufaatti(mgSO ₄ /kg)	8.5	9.8	7.8	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0

* 1 dH = 7.2 mg Ca/l = 0.18 mmol Ca/l

Ensimmäiset näyte otettu (20.08.97) laitteen asennuksen yhteydessä.

TEKNISK RAPPORT

3.4 Analyysitulokset keskuslämmitys Oslon yliopisto

Analyysikohteet	Laboratorio ja näytteenottopäivämäärä		
	Kjelforeningen – Norsk Energi 29.07.93	Kjelforeningen – Norsk Energi 02.12.93	Kjelforeningen – Norsk Energi 27.01.94
pH	9.1	7.5	8.9
Johtokyky (µS/cm)	Ikke målt	42.1	43.2
Rauta(mg Fe/l)	0.42	0.37	0.07
Kuparir (mg Cu/l)	0.2	< 0.2	< 0.2

Ensimmäinen näyte otettu (29.07.93) laitteen asennuksen yhteydessä.

3.5 Analyysitulokset lämmitysjärjestelmä Det Norske Veritas

Analyysikohteet	Laboratorio ja näytteenottopäivämäärä				
	Kjelforeningen – Norsk Energi 02.11.92	Kjelforeningen – Norsk Energi 19.01.93	Kjelforeningen – Norsk Energi 15.04.93	Kjelforeningen – Norsk Energi 19.08.93	Kjelforeningen – Norsk Energi 15.02.94
pH	7.6	9.0	8.8	9.3	9.2
Johtokyky (µS/cm)	88.0	93.5	88.0	79.2	86.9
Rauta (mg Fe/l)	0.64	0.35	0.18	0.30	0.37
Kupari (mg Cu/l)	0.10	0.10	0.05	0.04	0.02

Ensimmäinen näyte otettu(02.11.92) laitteen asennuksen yhteydessä.

3.6 Analyysitulokset jäähdytysjärjestelmä ”länsi” Det Norske Veritas

Analyysikohteet	Laboratorio ja näytteenottopäivämäärä				
	Kjelforeningen – Norsk Energi 27.10.92	Kjelforeningen – Norsk Energi 19.01.93	Kjelforeningen – Norsk Energi 15.04.93	Kjelforeningen – Norsk Energi 19.08.93	Kjelforeningen – Norsk Energi 15.02.94
pH	7.7	9.1	8.5	9.3	9.2
Johtokyky (µS/cm)	60.5	63.8	55.1	59.4	59.4
Rauta(mg Fe/l)	8.2	2.2	1.4	0.32	0.14
Kupari (mg Cu/l)	0.03	0.13	0.03	0.04	0.02

Ensimmäinen näyte otettu (27.10.92) laitteen asennuksen yhteydessä.

3.7 Analyysitulokset jäähdytysjärjestelmä ”itä” Det Norske Veritas

Analyysikohteet	Laboratorio ja näytteenottopäivämäärä				
	Kjelforeningen – Norsk Energi 27.10.92	Kjelforeningen – Norsk Energi 19.01.93	Kjelforeningen – Norsk Energi 15.04.93	Kjelforeningen – Norsk Energi 19.08.93	Kjelforeningen – Norsk Energi 15.02.94
pH	8.6	9.1	9.6	9.5	9.6
Johtokyky (µS/cm)	242	71.5	57.2	61.6	66.0
Rauta (mg Fe/l)	16	0.42	1.7	6.9	0.16
Kupari (mg Cu/l)	0.03	0.02	0.05	0.09	0.02

Ensimmäinen näyte otettur (27.10.929) laitteen asennuksen yhteydessä.

TEKNISK RAPPORT

3.8 Analyysitulokset höyrylaitos MV Ballagen:illa

Analyysikohteet	Laboratorio ja näytteenottopäivämäärä			
	Kjelforeningen – Norsk Energi 11.11.94	Kjelforeningen – Norsk Energi 03.02.95	IWTM 28.10.97	MV Ballangen 25.01.98
pH	9.6	9.5	10.9	11
Johtokyky (µS/cm)	637	258	400	200
Kloridi (mg Cl/kg)	140	51.1	34.5	20
Rauta (mg Fe/l)	1.0	1.0	0.01	-
Kupari(mg Cu/l)	0.7	0.04	0.14	-
Kovuus (dH)*	4.9	2.28	3.65	-
Sulfaatti (mg SO ₄ /l)	-	-	31	-

* 1 dH = 7.2 mg Ca/l = 0.18 mmol Ca/l

Ensimmäinen näyte otettu (11.11.94) laitteen asennuksen yhteydessä

3.9 Analyysitulokset höyrylaitos MV Tanabata:lla

Analyysikohteet	Laboratorio ja näytteenottopäivämäärä			
	IWTM 08.07.96	IWTM 02.11.96	IWTM 30.11.97	Unitor 16.03.98
pH	8.3	10.2	10.4	9.5
Johtokyky (µS/cm)	110	210	310	105
Kloridi (mg Cl/kg)	16.5	31.5	0	<0.1
Rauta (mg Fe/l)	0.02	0.03	0.02	<0.1
Kupari (mg Cu/l)	0.1	0.1	0.07	<0.1
Kovuus(dH)*	1.12	2.52	3.1	1.34
Sulfaatti (mg SO ₄ /l)	Ei mitattu	15	64	Ei mitattu

* 1 dH = 7.2 mg Ca/l = 0.18 mmol Ca/l

Ensimmäiset näytteet otettu (08.07.96) laitteen asennuksen yhteydessä.

4 ARVIO/YHTEENVETO

Analyysitulokset osoittavat pitävän veden pH:n tai jopa kohottavan sen stabiilisti 9 paikkeille, tämä puolestaan vähentää korroosioriskiä kuparissa ja teräksessä, kun ne ovat kosketuksissa veden kanssa

Analysitulokset osoittavat myös kloridin vähenemistä vedenkäsittelyn seurauksena. Kloridin määrän pienentyessä veden aggressivisuus pienenee ja tästä johtuen myös korroosioriski vähenee.

Kloridipitoisuus, kokonaiskarbooniksi mitattuna osoittaa myös selvää laskua. Bakteerit jotka ovat riippuvaisia kloridipitoisuuksista eivät näin ollen saa elinmahdollisuuksia, vaan kloridipitoisuuden laskiessa bakteerien elinolosuhteet heikkenevät. Jopa juomavedestämmekin löytyy bakteereja, jotka voivat aiheuttaa putkistoissa korroosiota, mutta nyt kun bakteerimäärä vähenee vähenee myös bakteerikorroosioriski.

TEKNISK RAPPORT

Otetuista näytteistä havaittiin huomattava johtokyvyn alentuminen vedenkäsittelyn jatkuessa. Tämä koskee kaikkia testeissä olleita suljettuja kiertoja, lukuunottamatta höyrylaitosta alus Tanabatalla, lämmityskierrolla ”länsi” DNV Olso sekä keskuslämmitystä Oslon yliopistossa.

On mainittava , että näissä kohteissa oli suhteellisen alhaiset johtokykylukemat jo laitetta asennettaessa. Johtokyky on mittari veden kyvystä johtaa sähköä, ja mitä korkeampi arvo, sitä korkeampi on johtokyky. Johtokyky nopeuttaa korroosiota aina kun on kysymyksessä metalliseosten ja veden kontaktista, ja yleisesti ottaen voikin todeta mitä korkeampi johtokyky sitä suurempi riski korroosiolle kuin mitä olisi jos johtokyky olisi alhainen

Analyysitulokset osoittivat merkittävää laskua kupari- ja rautapitoisuuksissa mitä kauemmin vettä käsiteltiin. Tämä oli selkeä osoitus siitä, että liuennut kupari ja rauta asteittain häviävät vedestä vedenkäsittelyn seurauksena. Tästä johtuen putkistokorroosio vähenee rauta- ja kupariseoksissa vedenkäsittelyn ansiosta.

- o0o -