

LIITE I

M Hupa

**Processkemiska forskargruppen – Prosessikemian tutkimusryhmä
Centre of Excellence appointed by the Academy of Finland
2000 - 2005**

SOTU 2 ideointikokous Åbo Akademi 21.6.2004

Åbo Akademi Process Chemistry Centre

Processkemiska forskargruppen - Prosessikemian tutkimusryhmä

Centre of Excellence appointed by the Academy of Finland
2000-2005

ÅA-Process Chemistry Centre Centre of Excellence 2000-2005 (I)

- Chemistry oriented chemical engineering research at the Faculty of Chemical Engineering
- Nomination by the Academy of Finland: 15.10.1999
- One of 26 Centres of Excellence (2002: 42)
- One of 5 Centres in Technology and Engineering (2002: 7)
- Long-term funding from Academy of Finland
- Additional support from Tekes and Åbo Akademi University

August 21, 2003

Structure

Åbo Akademi Process Chemistry Centre

Wood and Paper Chemistry

Prof. Bjarne Holmbom

Wood Chemistry

Fibre and Pulping Chemistry

Paper Chemistry

Combustion and Materials Chemistry

Prof. Mikko Hupa

Combustion Chemistry

Materials Chemistry

Process Analytical Chemistry

Prof. Ari Ivaska

Chemical Sensors

Electroactive Materials

Environmental and On-line Analysis

Kinetics and Catalysis

Prof. Tapio Salmi

Heterogeneous Catalysis

Chemical Kinetics

Chemical Reactor Modelling

August 21, 2003

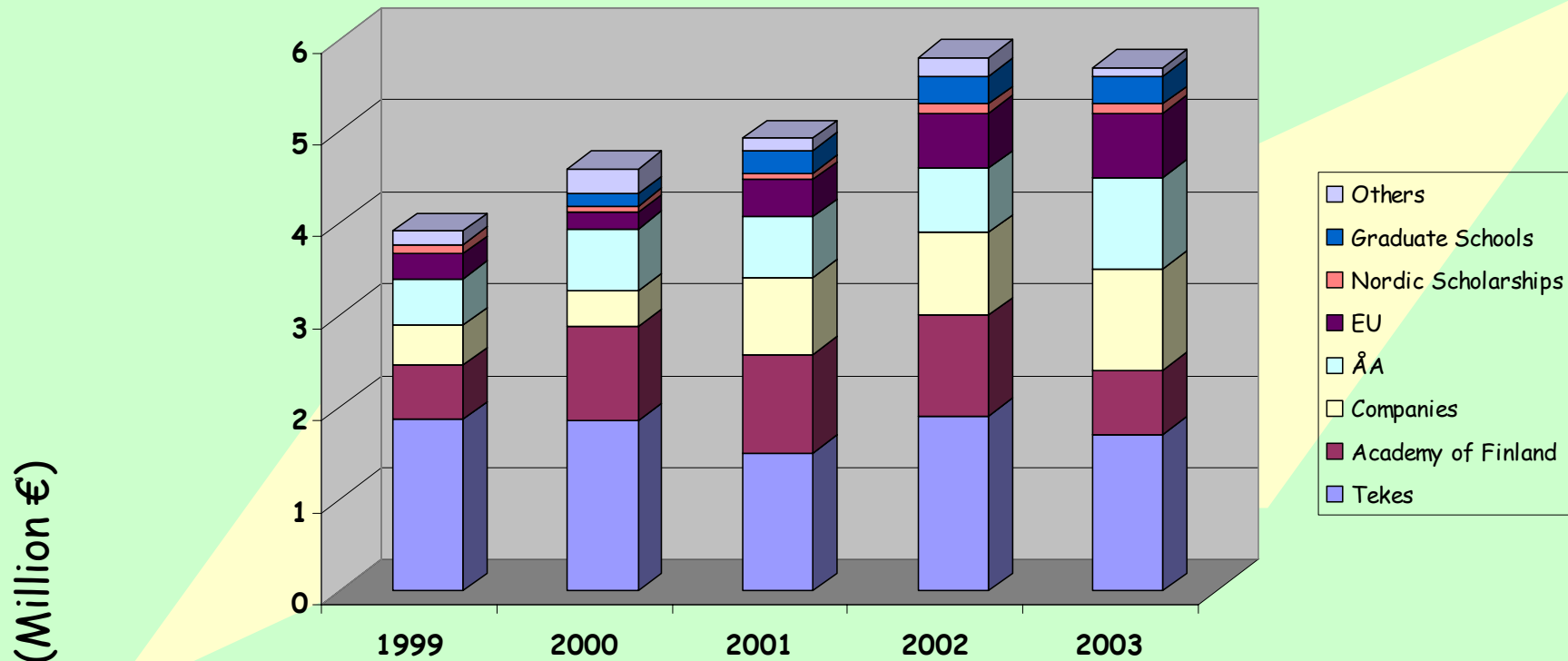
Personnel 2003

- Senior researchers: 4 + 27
- Doctoral Thesis works: 40
- Other personnel: 60
- Total: 131

Projects 2003

- Total number of projects: 73
- National research programmes:
 - Wood Material Science / Academy of Finland (1)
 - Process Technology Programme / Academy of Finland (2)
 - CODE / Tekes (7)
 - KESTO / Tekes (2)
 - PINTA / Tekes (1)
 - PROMOTOR / Tekes (1)
 - Academy of Finland (8)
 - Tekes (18)
- EU projects: 10

Funding 1999-2003



August 21, 2003

Graduate Schools

Chemical Sensors and Micro Analytical Systems
(CHEMSEM, 2003-2006)

Environmental Science and Technology
(EnSTe, 2003-2006)

Graduate School in Chemical Engineering
(GSCE, 2003-2006)

Graduate School of Materials Research
(GSMR, 2003-2006)

Pulp and Paper Science and Technology
(PaPSaT, 2003-2006)

Nordic Graduate School in Biofuel Science and Technology
(biofuelsGS, 2003-2006)

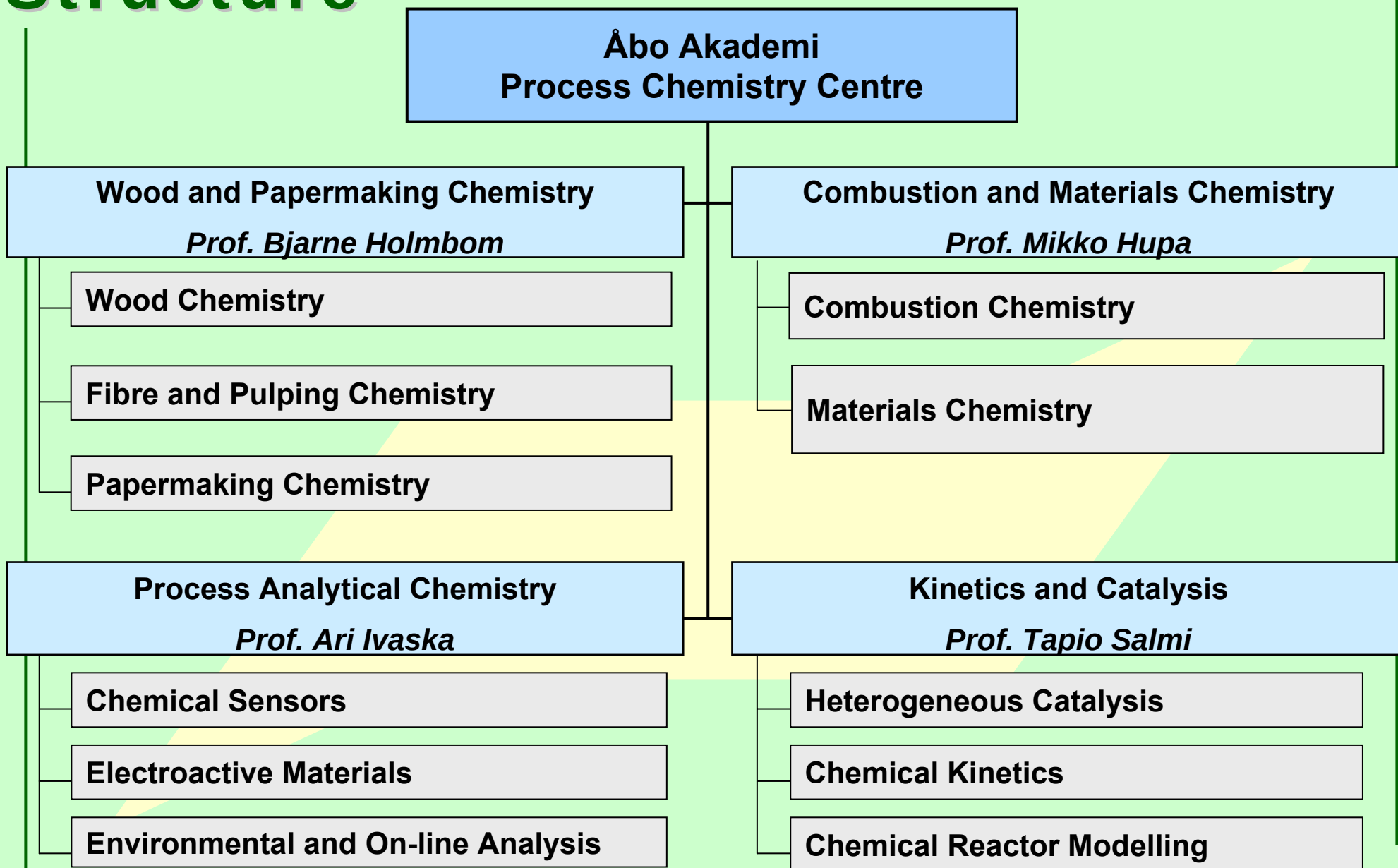
August 21, 2003

Output 1999 - 2003

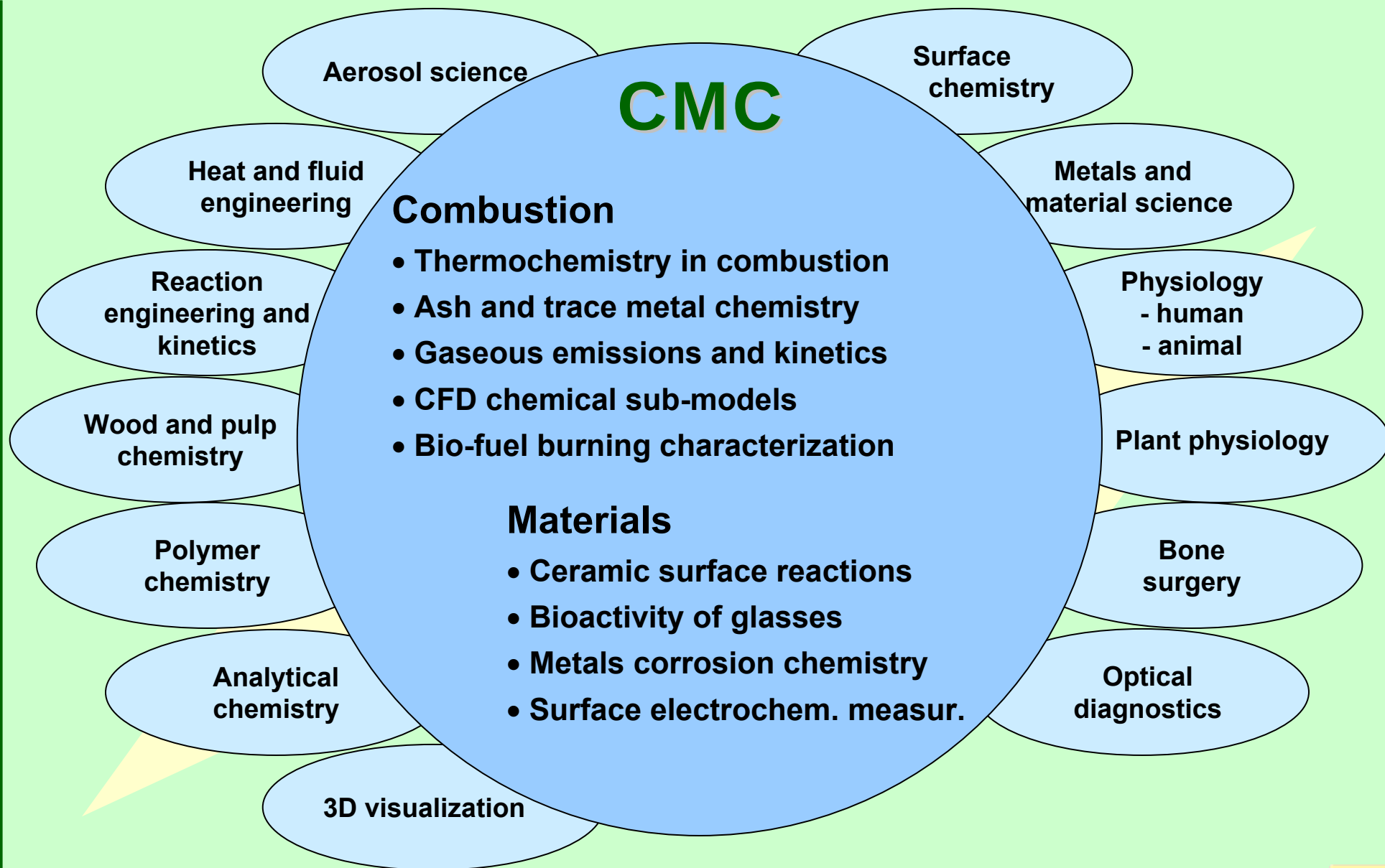
	1999	2000	2001	2002	2003
Doctoral Theses	6	5	7	8	2
Licentiate Theses	4	4	4	5	5
Masters' Theses	21	21	23	27	26
Theses Total	31	30	34	40	33
Journal Articles	61	60	70	94	77
Other Publications	91	105	86	96	86
Total	200	213	220	242	196

August 21, 2003

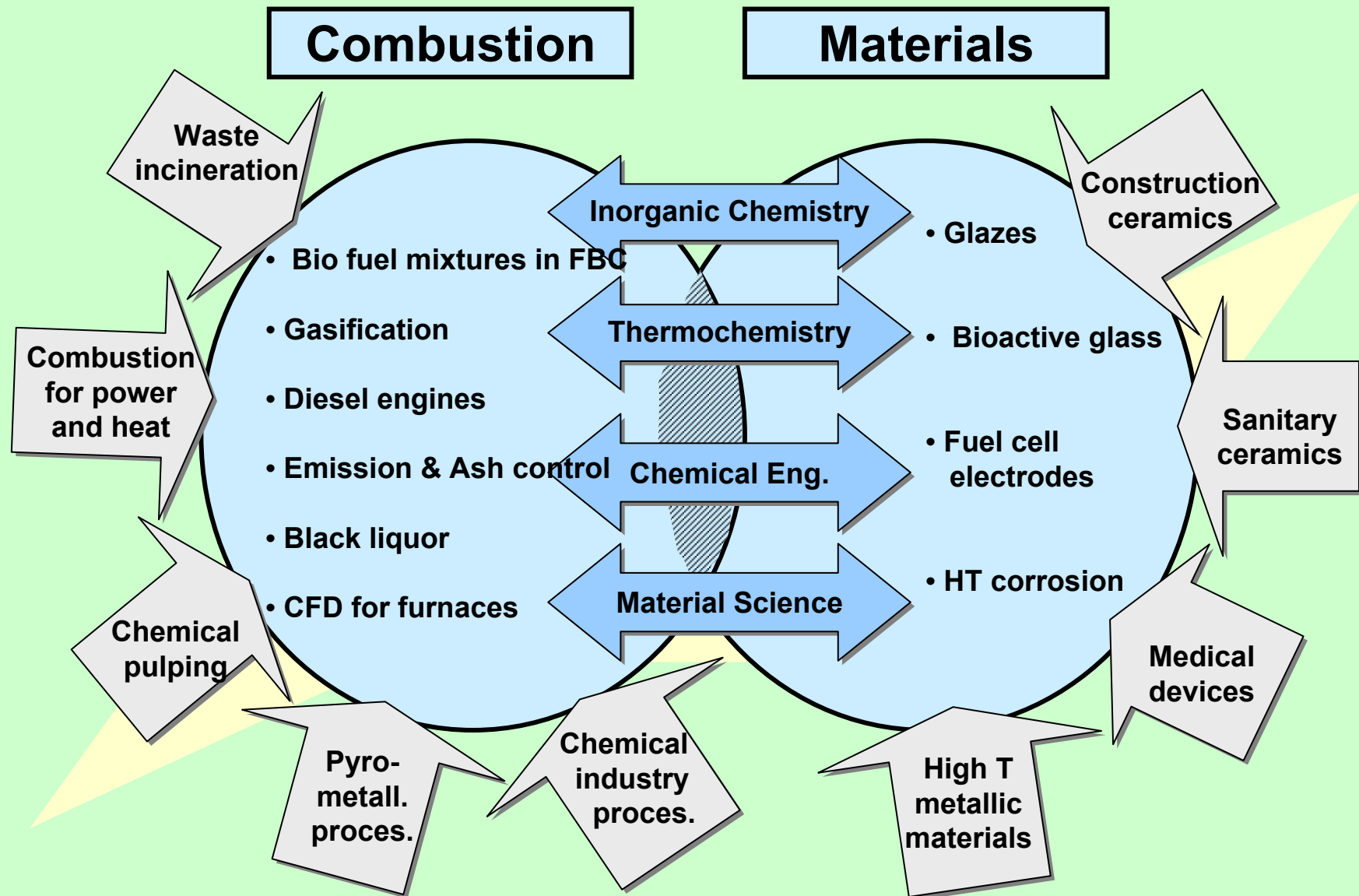
Structure



Research Areas



CMC – Research Applications



CMC – Human Resources

Professor

Mikko Hupa

Docents

Rainer Backman
Kaj Fröberg
Christian Mueller
Bengt-Johan Skrifvars
Heimo Ylänen

Lecturer

Leena Hupa

Teaching Assistants

Stig-Göran Huldén
Berndt Södergård

Senior Researchers

Anders Brink
Mikael Bergelin
Edgardo Coda Zabetta
Jukka Konttinen
Patrik Yrjas
Maria Zevenhoven

Doctoral Students and Researchers

Hanna Arstila
Vesna Barišić-Coda Zabetta
Nikolai DeMartini
Kaj Eklund
Mikael Forssén
Linda Fröberg
Ursula Kääntee
Esa Lapela
Tor Laurén
Daniel Lindberg
Dan Lundmark
Sam Myllynen
Jatta Partanen
Maria Selenius
Mischa Theis
Erik Vedel
Johan Werkelin
Micaela Westén-Karlsson
Di Zhang

Diploma Workers

Visitors

Retirees, External Docents

Technicians and Lab. Assistants

Peter Backman
Luis Bezerra
Clifford Ekholm
Peter Ekholm
Matias Eriksson
Piia Leppäsalo
Jaana Paananen
Stina Vane-Tempest

Administration, Economy and Coordination

Anneli Harjunkoski
Mia Mäkinen
Eva Harjunkoski
Maria Ljung
Frauke Mueller

CMC – Research Equipment

Frequently used

Scanning electron microscope (SEM), second./back scattered electrons det., energy dispersive x-ray ana.

X-ray diffractometer, powder and high temperature attachment (1600 °C)

Differential thermal analyzer / thermogravimetric analyzer (DTA/TGA), ($T_{\max} = 1600\text{ °C}$)

Atomic force microscope (AMF) / scanning tunneling microscope (STM)

Pressurized thermogravimetric analyzer (PTGA)

Differential thermal analyzer / thermogravimetric analyzer (DTA/TGA)

Gas analyzers for CO&CO₂

Gas analyzer for NO

Gas analyzer for SO₂

HT microscope

Others

Electromechanical instrumentation and sensors

Spectroscopic instrumentation

Flow analysis instrumentation

Field emission scanning electron microscope (FEG-SEM) and energy dispersive x-ray analyzer (EDXA)

Vacuum (inert gas) furnace (2200 °C)

New investments

Laser scanner for surface roughness

Dilatometer

ALKALI CORROSION IN RECOVERY BOILER SUPERHEATERS

Rainer Backman, Mikko Hupa

Åbo Akademi University

Turku, Finland

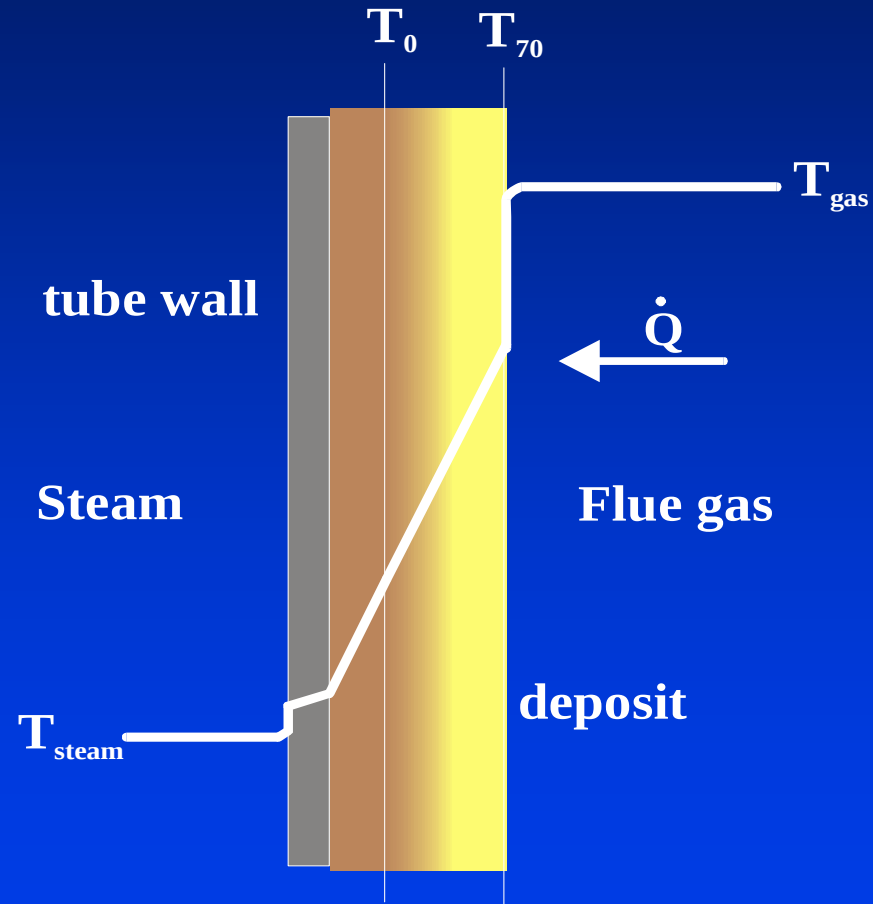
Toivo Lepistö, Juha Lagerbom

Tampere University of Technology

Tampere, Finland

**Closing Seminar of the KESTO Technology Programme
March 19, 2002, Helsinki**

Superheater Deposit



PROJECT OBJECTIVE

To develop **criteria** for estimation of the corrosive effects of alkaline deposits on SH tube materials.

Tools:

- detailed study of the melting behavior of salt mixtures
- corrosion tests in the laboratory

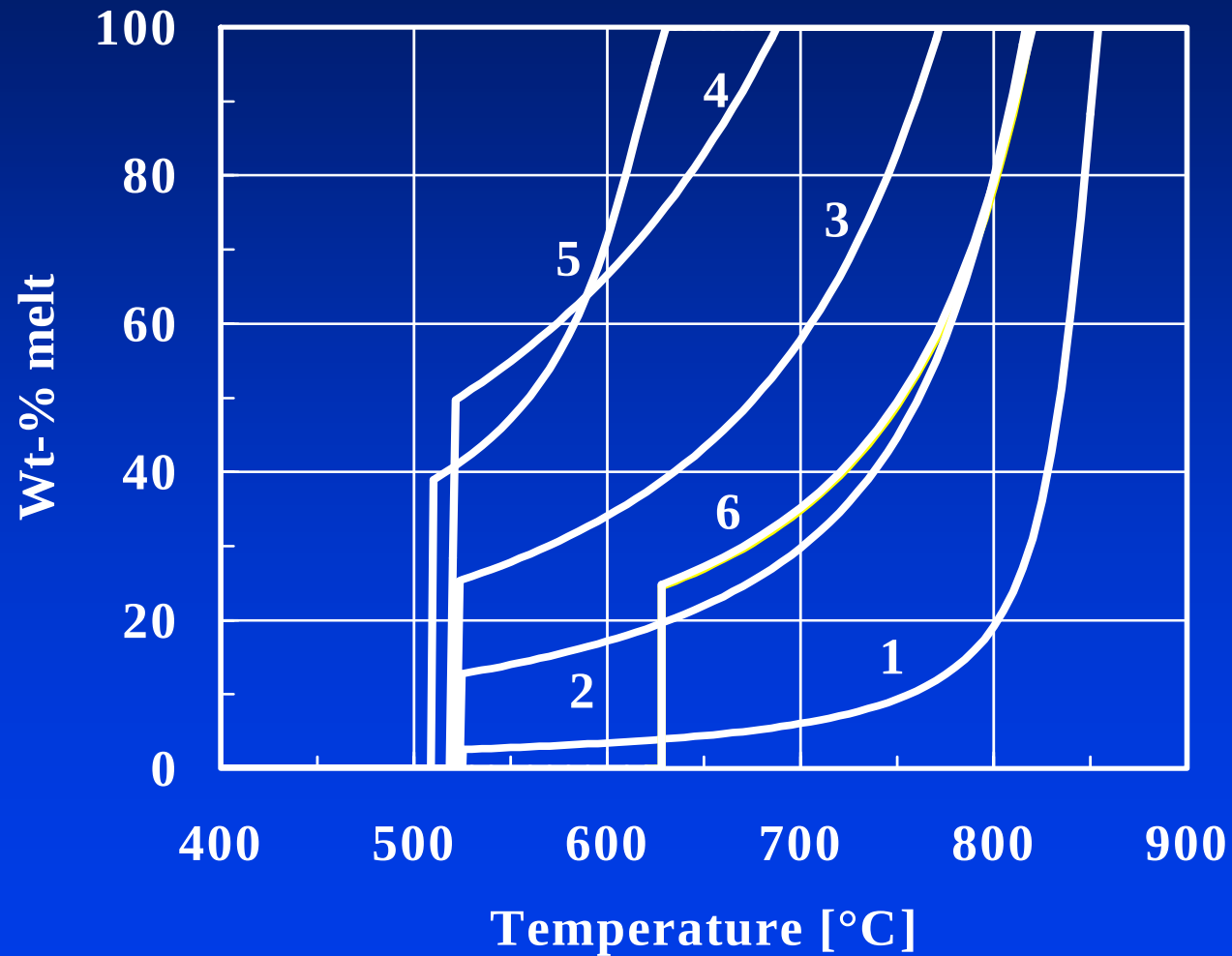
Corrosion Criteria

- First melting temperature
- Composition of melt
- Proportion melt / solid
- Gas composition
- Metal type

Salt Mixture Compositions (wt-%)

#	K_2SO_4	Na_2SO_4	KCl	NaCl	K_2CO_3
1	49.5	49.5	0.5	0.5	
2	47.5	47.5	2.5	2.5	
3	45.0	45.0	5.0	5.0	
4	40.0	40.0	10.0	10.0	
5	10.0	10.0	40.0	40.0	
6			12.0		88.0

Melting of salt mixtures



First Melting Temperatures (°C)

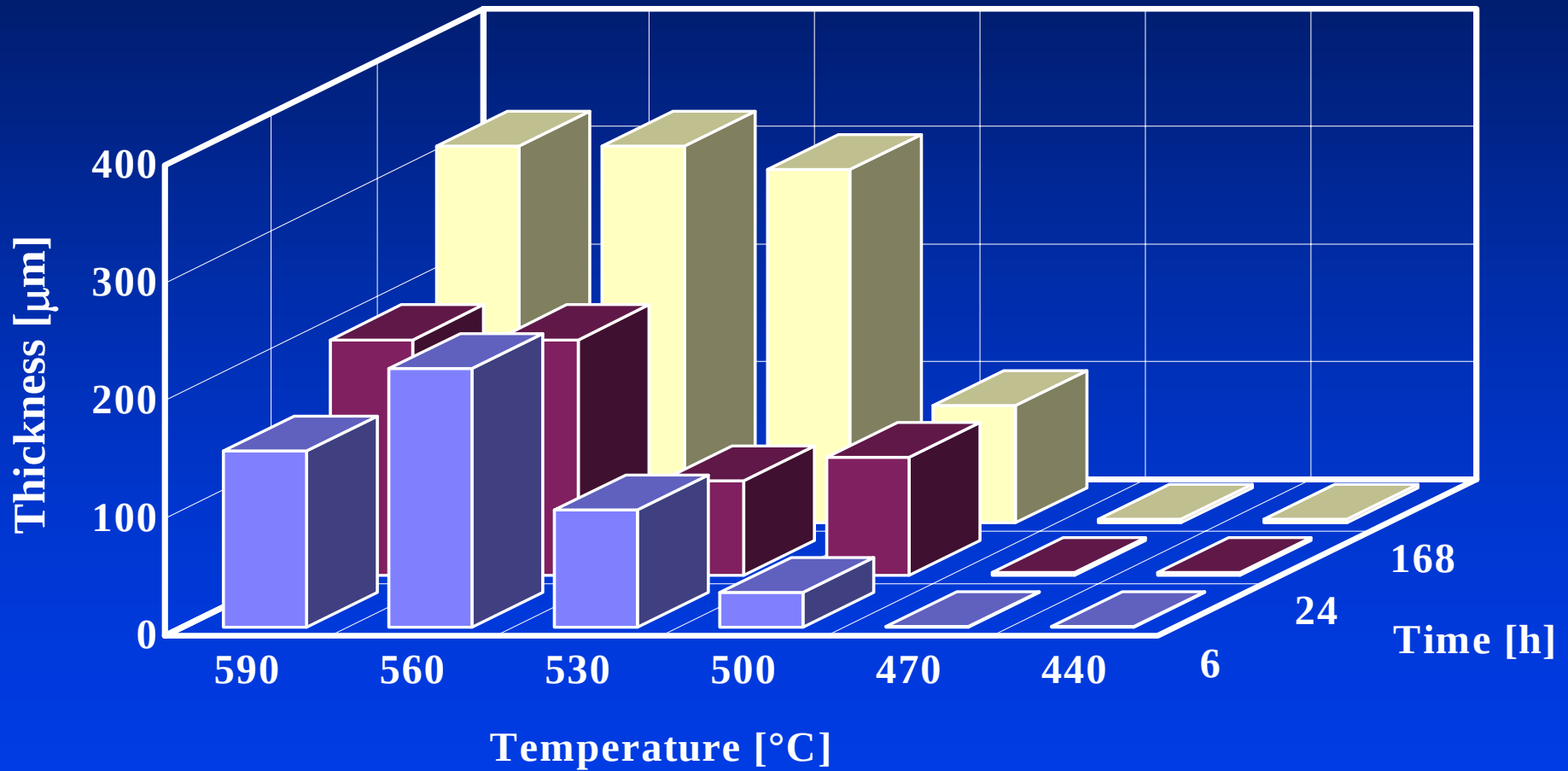
#	Measured (DTA)	Calculated (MeltEst)
1	525	525
2	525	524
3	520	522
4	510	518
5	515	509
6	630	628

Metals Investigated

- Fe 52
- **13CrMo4.5**
- AISI 304L
- **AISI 310**
- **Alloy 625**

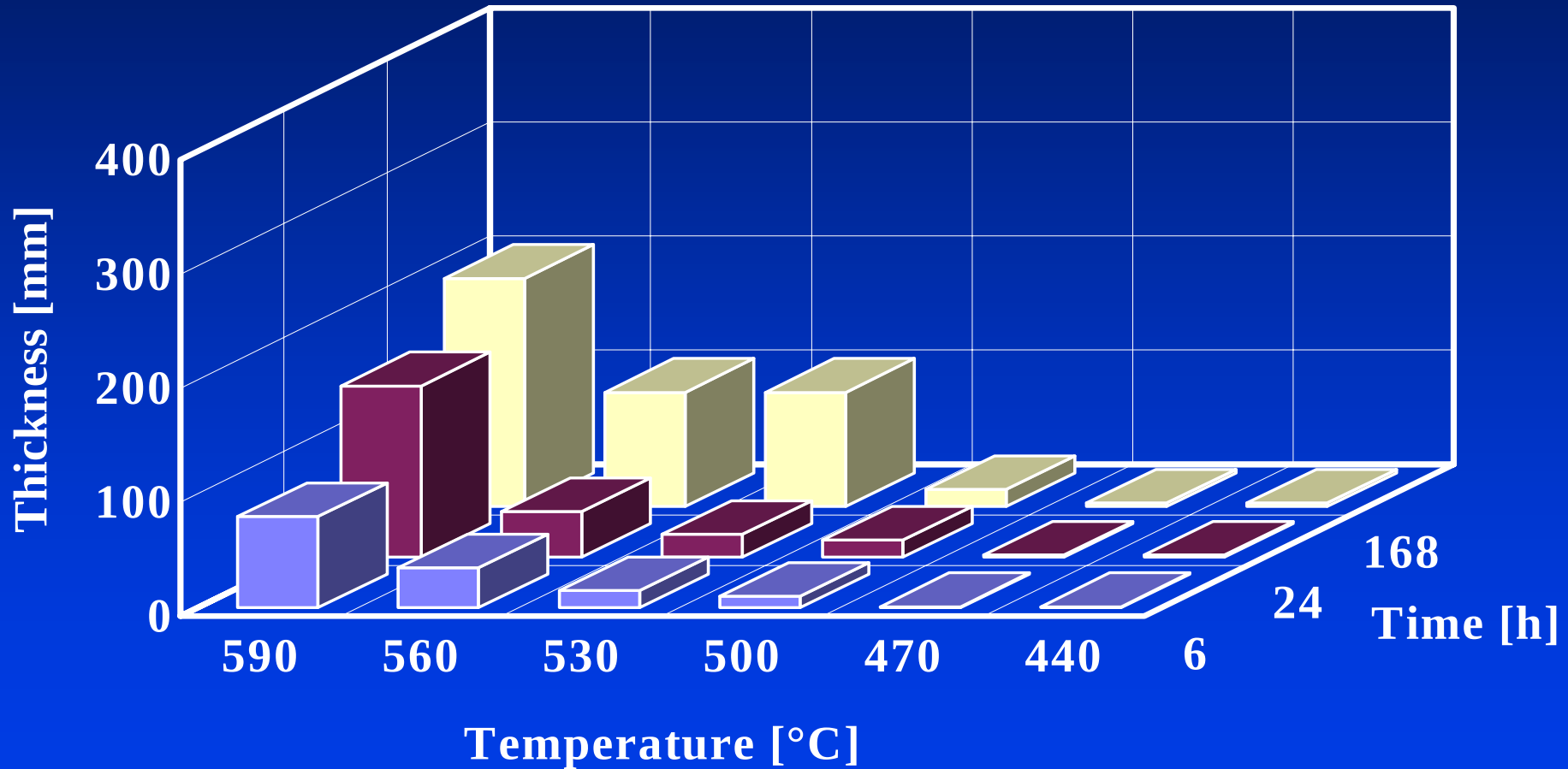
Product layer thickness

13CrMo4.5 + Salt 5 (Chloride rich)

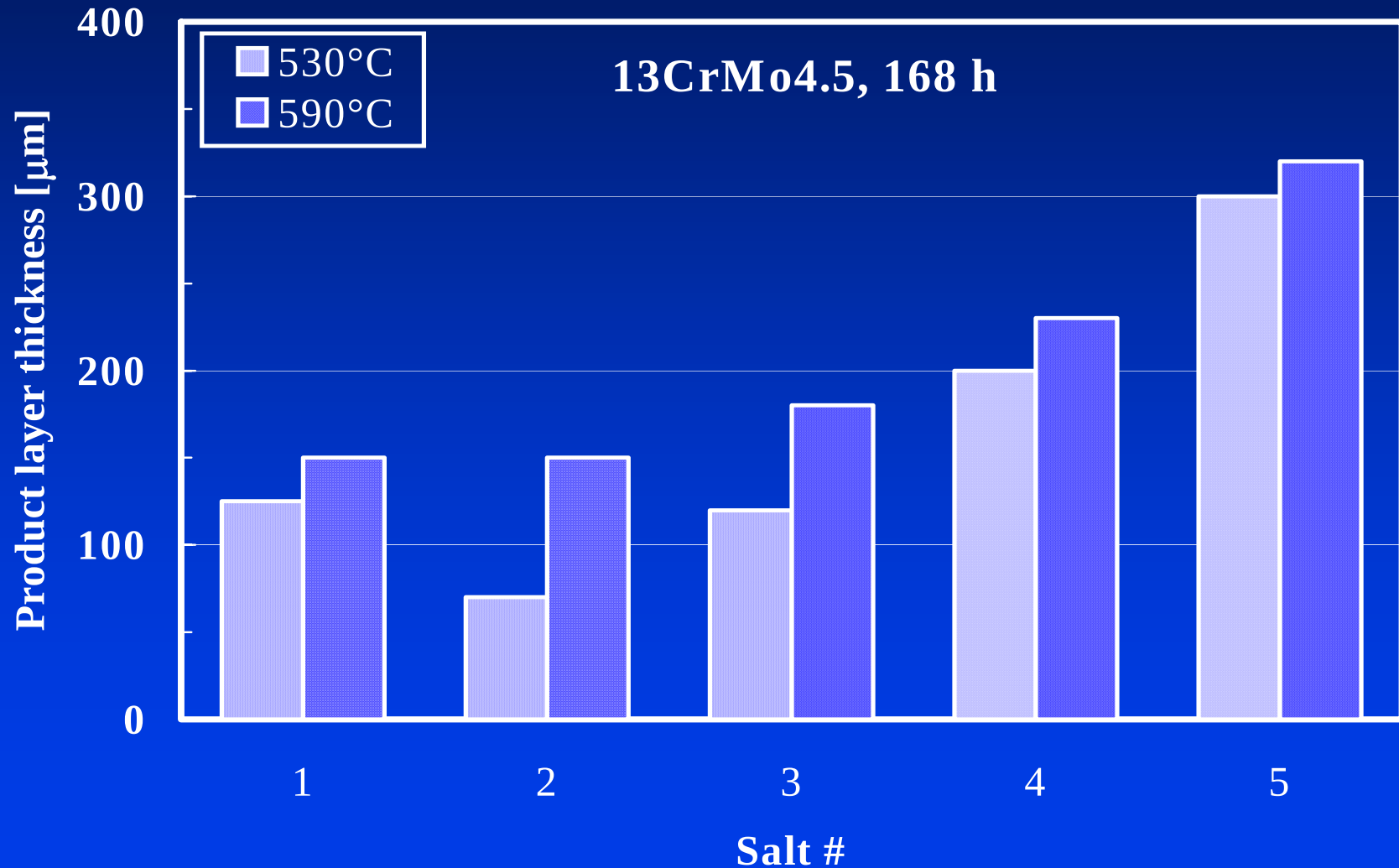


Product layer thickness

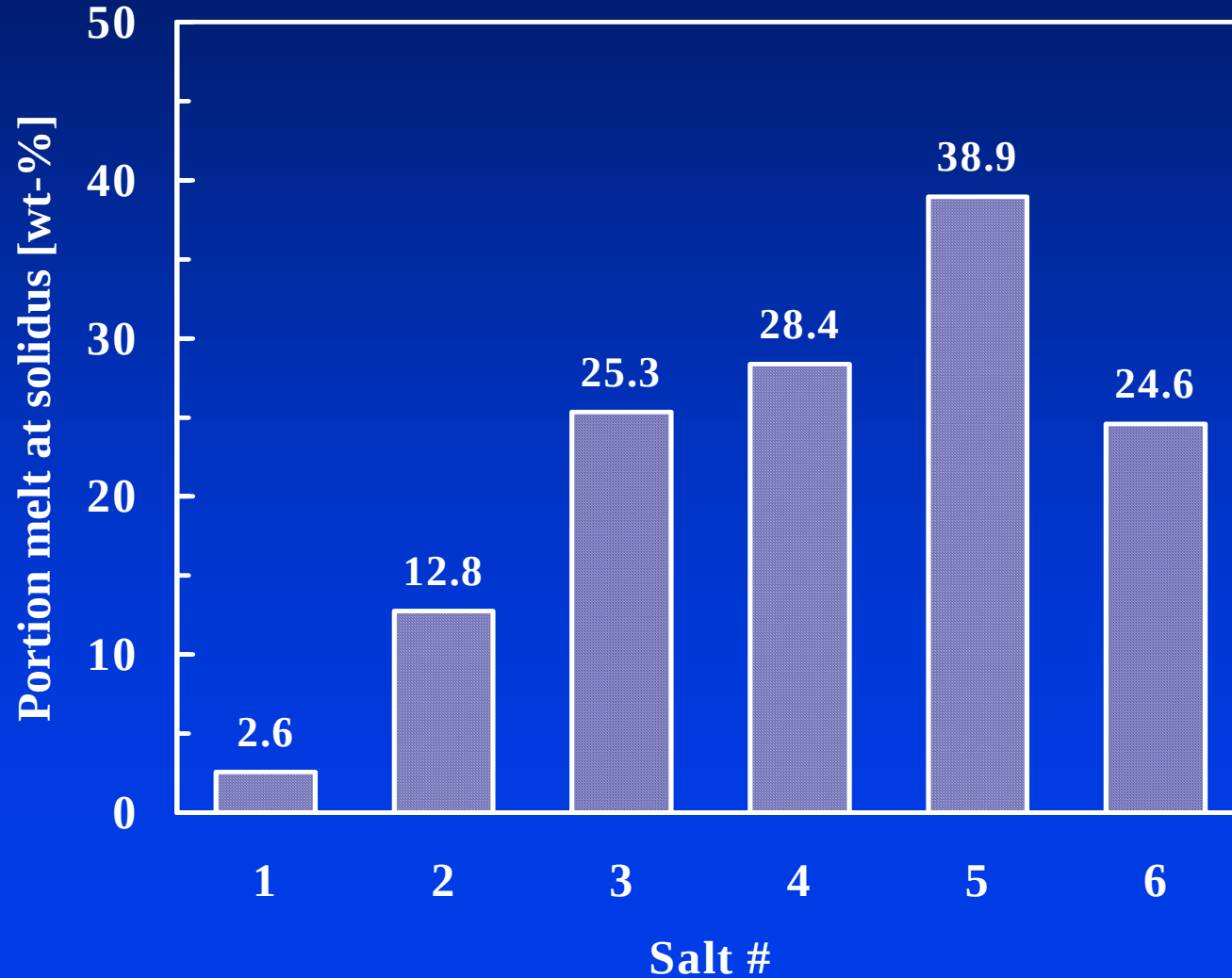
AISI 310 + Salt 5 (Chloride rich)



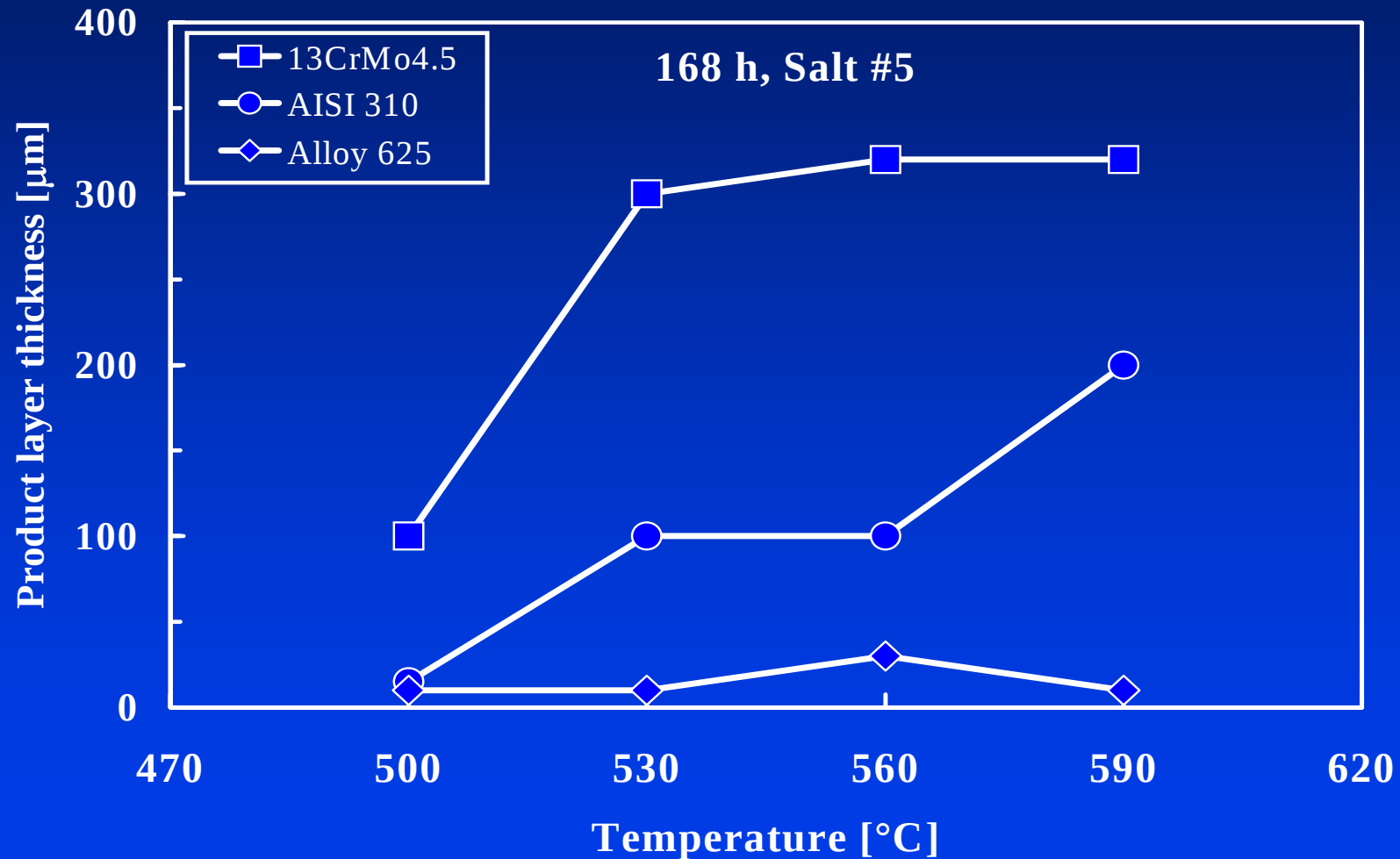
Product layer thickness



Portion melt at first melting



Product layer thickness



SUMMARY

- corrosion tendency low below 500 C
- corrosion increased above first melting temperature
- “onset” temperatures differ:
530 C for 13CrMo4.5
560 C for AISI 310

SUMMARY

- corrosion rate seems proportional to amount of liquid phase
- corrosion rate for different materials:
 $13\text{CrMo}4.5 > \text{AISI 310} \gg \text{Alloy 625}$

SUMMARY

- Cl (K, Na) enrich between metal and inner oxide layer
- chloride in deposit can induce chloride corrosion - no gaseous chlorine or sulfur needed

FUTURE

- Reducing conditions
- Comparison with salts with no chlorides
- Tests with temperature gradient

Acknowledgements

Andritz Oy

Kvaerner Pulping Oy

Tekes - Kesto Programme

LIITE II

**Soodakattilan savukaasupuolen korroosikemia korkeilla
höyryarvoilla
SOTU 2 ideointikokous Åbo Akademi 21.6.2004**

Soodakattilan savukaasupuolen korroosiokemia korkeilla höyryarvoilla (SOTU projekti)

Ideointipäivä
Åbo Akademi

Turku, 21.6.2004

SOTU projektin ideointipäivä

- 10 Ilmoittautuminen, kahvi
 - Åbo Akademin lyhyt esittely (Mikko Hupa)
 - Åbo Akademin osatyön esittely (Bengt-Johan Skrifvars)
 - Testien toteutus (Linus Silvander)
 - Loppukeskustelu
- 13 Lounas
 - Laboratoriokierros
- n. 14 Päätös

SOTU projektin osat

1. Tulistinkorroosion laboratoriokeet (v 2004)

Koejärjestelyt

Suolaseosten preparointi, karakterisointi

Korroosiokokeet

Analysointi ja tulkinta

Tulistinkerrostuman koostumuksen ja sulamislämpötilojen laskenta

2. Pohjasulan ja tulistinkerrostuman rikastumisilmiöitä (v 2006)

Koejärjestelyt

Gradienttiuunikokeet

Tulosten käsittely

Yhteismittaus johtavuusmenetelmällä

3. Tulistinkorroosion sondikokeet kattiloilla (v 2005)

Näyttenkeräyslaitteiston rakentaminen

Mittaukset kattiloilla

Sondinäytteiden analyysi

Tulosten tulkinta

4. Yhteistyö

Osatyö	2004				2005				2006			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
0. Suunnittelu ja raportointi												
Suunnittelu												
Raportointi												
1. Tulistinkorroosion laboratoriokeet												
1.1 Koejärjestelyt												
1.2 Suolaseosten preparointi, karaktärisointi												
1.3 Korroosiokokeet												
1.4 Näytteiden analyysi, SEM												
1.5. Tulistinkerrostuman koostumuksen ja sulamislämpötilojen laskenta												
2. Pohjasulan ja tulistinkerrostuman rikastumisilmiöitä												
2.1 Koejärjestelyt												
2.2 Gradienttiuunikokeet												
2.3 Tulosten käsittely												
2.4 Yhteismittaus johtavuusmenetelmällä												
3. Tulistinkorroosion sondikokeet kattiloilla												
3.1 Näyttenkeräyslaitteiston rakentaminen												
3.2 Mittaukset kattiloilla												
3.3 Sondinäytteiden analyysi												
4. Yhteistyö												

1. Tulistinkorroosion laboratoriokeet

Suoritetaan v 2004 aikana.

Koemateriaalit: 3-4 teräslaatua (sovitaan SKY:n kanssa)

Koesuolaseokset: n. 10 seosta

Koeajat: 6 h – 1 viikko, laajempiin vertailuihin vain muutama aikapiste per olosuhde

Lämpötilat: 400-650°C. Erityisesti kartoitetaan korroosion alkamisen ”kynnyslämpötila” eri materiaali/suolaseos/kaasukehä – yhdistelmille

Kaasukehä: hapettava ja pelkistävä (pelkistävä vain valikoiduille olosuhteille)

Analysoinit: SEM-EDXA

Tulokset: Korroosionopeus eri olouhteissa, avainalkuaineet korroosio-mekanismissa, sulan faasin läsnäolon merkitys korroosioprosessiin, kloorin ja rikin merkitys.

1.5. Tulistinkerrostuman koostumuksen ja sulamislämpötilojen laskenta

Suoritetaan alkaen 4/2004

Mustalipeäkoostumuksen perusteella

KCL toimittaa analyysit ÅAlle joka suorittaa ennakkoinnit

2. Pohjasulan ja tulistinkerrostuman rikastumisilmiöitä

Suoritetaan v 2006 aikana

Lämpötilataso: 3 tasoa

Lämpötilagradientti: 3 eri jyrkkyyttä

Suolaseoksen koostumus: Sulfidiseokset 2:lla KCl-tasolla, sulfaattiseokset 2:lla KCl-tasolla

Koeajat: 3 aikaa

Kokeet kolmessa jaksossa, jaksojen välissä ehditään analysoida edellisen jakson tulokset.

Yhteismittaukset Savcorin sähkövastusmenetelmällä, lisävalaistusta rikastumisilmiön aikariippuvuuteen

3. Tulistinkorroosion sondikokeet kattiloilla

Suoritetaan v 2005 aikana, suunnittelu käyntiin jo v 2004 lopussa

Näytteenkeräys:

Ilmajäähdytetyllä näytteenkeräyssondilla n. 100°C lämpötilagradientti,

3 tutkittavaa materiaalia,

kolmessa jakossa,

2-3 kattilalla (carry-over+Cl- ja K-tasot alhaiset).

2ssa jaksossa 1000 h näyteet, 1ssä pitempi aika.

Kunkin jakson välissä tehdään edellisen jakson tulosten perusteella yksityiskohtaisemmat suunnitelmat seuraavaan jaksoon.

Analysointi: SEM-EDXA

Tulokset: Korroosionopeus eri lämpötilavyöhykkeissä putken eri kohdissa otsa- (windward) ja niskapuolelta (leeward) erikseen kerrostumat molemmilta puolin putkea.

SOTU projekti, suunnitelma - osa 4

4. Yhteistyö

Kansainvälinen yhteydenpito

Toronton yliopisto (Honghi Tran): suolaseosten sulaminen ja tulistinkorroosio

Institute of Paper Science and Technology Georgia Tech –yliopistossa (Preet Singh, Jim Frederick): pohjakkorroosio ja rikastumisilmiö

Paprican (Doug Singbeil): korroosiomittaukset

Oak Ridge National Laboratory (Jim Kaiser): pohjakkorroosion mekanismit, lämpöraistukset, mittaukset

Kansallinen yhteydenpito

SKY ja sen jäsenet

Kokeisiin osallistuvat tehtaات

Tampereen teknillinen yliopisto (Topi Lepistö): korrosiokokeet laboratoriossa

Savcor (Martti Pulliainen): sähköiset mittaukset

Teknillinen korkeakoulu

VTT

Osa 1. Tulistinkorroosion laboratoriokokeet

Yleistä:

2:n teräslaadun (10CrMo9-10 ja T91) varsinaiset kokeet käynnissä. 25 varsinaista koetta tehty (21 kpl 168 tunnin kokeita, 4kpl 72 tunnin kokeita, 6 erityyppistä suolaseosta).
Analysointi/evaluointi (SEM/EDS) käynnistynyt.

Tulistinmaterialien tilaus meneillään. Materialit allaolevan listan mukaan

Ongelmia erikoissahan kanssa. Uusi tilattu. Toinen kahdesta olosuhde-uunista hajonnut.
Varaosat tilattu

Koemateriaalit:

Suunnitelma: 3-4 teräslaatua (sovitaan SKY:n kanssa)

Otettu käyttöön: 10CrMo9-10 ja T91

Muut 4kpl + 5 kpl (päättös 12.5.04):

Tulistimet; Esshete 1250, Sanicro 28, HR11N, Sanicro 63

SOTU projekti, materialit tilanne 31.5.04

TERÄS	SOVELLUS	TILANNE	YHTEYSHENKILÖ
Esshete 1250	tulistimet	- ??	Sandviken/Lönnkvist
Sanicro 28	tulistimet	- pyöröteräs 121mm	Sandviken /Lönnkvist
HR11N	tulistimet	- ??	VTT/Heikinheimo
Sanicro 63	tulistimet	- pyöröteräs	Sandviken/Lönnkvist
T91	tulistimet	x koepaloina	käytössä ÅAssa
10CrMo9-10	tulistimet	x koepaloina	käytössä ÅAssa

Osa 1. Tulistinkorroosion laboratoriokokeet

Koesuolaseokset:

Suunnitelma: n. 10 seosta, vaihe 1; Cl-pitoisuuden muutos 0 p-% ylöspäin, muut vakioina
vaihe 2; K pitoisuuden muutos 0 p-% ylöspäin, muut vakioina

Otettu käyttöön: 6 seosta, 0 %, 1 %, 5 % klooria, 0 % kalium, muut vakiona
0 %, 1 %, 5 % klooria, 20 % kalium, muut vakiona

SOTU projekti, suolat tilanne 31.5.04

Tuhka	1	2	3	4	5	6
Na ⁺	100	80	100	80	100	80
K ⁺	-	20	-	20	-	20
SO ₄ ²⁻	100	100	99	99	95	95
Cl ⁻	-	-	1	1	5	5
T ₀	884	834	625	526	621	522

Osa 1. Tulistinkorroosion laboratoriokokeet

Koeajat:

Suunnitelma: 6 h – 1 viikko, laajempiin vertailuihin otetaan vain muutama aikapiste per olosuhde

Otetu käyttöön: 72 h ja 168 h

Lämpötilat:

Suunnitelma: 400-650°C. Erityisesti kartoitetaan korroosion alkamisen ”kynnyslämpötila” eri materiaali/suolaseos/kaasukehä – yhdistelmille

Otetu käyttöön: 500°C, 525°C, 550°C, 575°C, 600°C

Kaasukehä:

Suunnitelma: Hapettava (pelkistävä vain valikoiduille olosuhteille)

Otetu käyttöön: Hapettavat olosuhteet (staattinen ilma)

Osa 1.5. Tulistinkerrostuman koostumuksen ja sulamislämpötilojen laskenta

Prosessidataa saapunut

Osa 2. Pohjasulan ja tulistinkerrostuman rikastumisilmiöitä

Ei toimintaa tällä jaksolla

Osa 3. Tulistinkorroosion sondikokeet kattiloilla

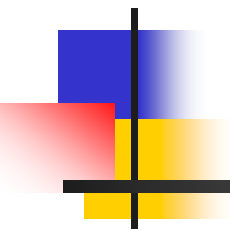
Ei toimintaa tällä jaksolla

Osa 4. Yhteistyö

Liisa Heikinheimo ottanut yhteyttä koskien yhteistä palaveria

LIITE III

**Korroosiokokeiden toteutus
SOTU 2 ideointikokous Åbo Akademi 21.6.2004**

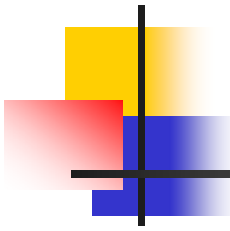


Korroosiokokeiden toteutus

SOTU2 Ideointikokous

21.6.2004

Åbo Akademi, Turku



Tuhkat

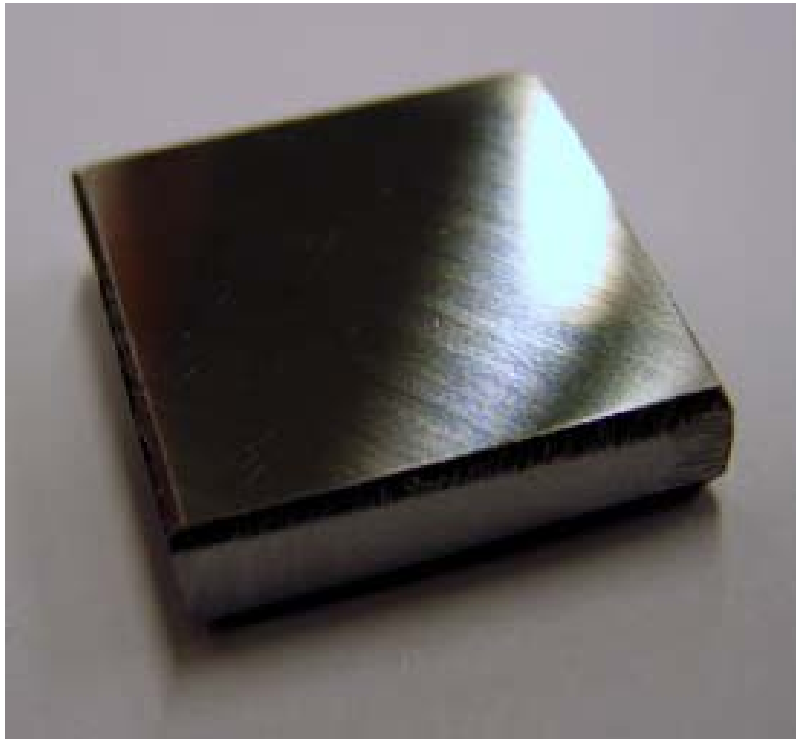
- Tuhkien tekoon käytettiin NaCl, KCl, Na₂SO₄ ja K₂SO₄ (p.a.)
- Tuhkat sekoitettiin sulattamalla
- Kovettunut sula jauhettiin ja siivilöitiin 50-250 µm
- T₀ mitattiin DTA:lla
- Sulakäyrä lasketaan
- Cl⁻ tarkistettiin titraamalla

Koepalat



- Koepalat leikataan n. 20x20x5 mm kokoisiksi
- Niitä pestään jos on tarpeen

Koepalat



- Pinta hiotaan P320 ja P1000 gritin hiomapapereilla ja etanolilla
- Hionnan jälkeen ne pestään puhtaiksi etanolissa, ultraäänikylvyssä

Koepalat



- Koepala
esioksidoidaan 24 h
200°C asteessa
- Saadan kaikki
näytteet samalle
viivalle

Tuhka koepalan päällä



- Tuhkaa laitetaan n. 0,2 g
- Sylinterin korkeus on 1-2 mm, halkaisija 15 mm

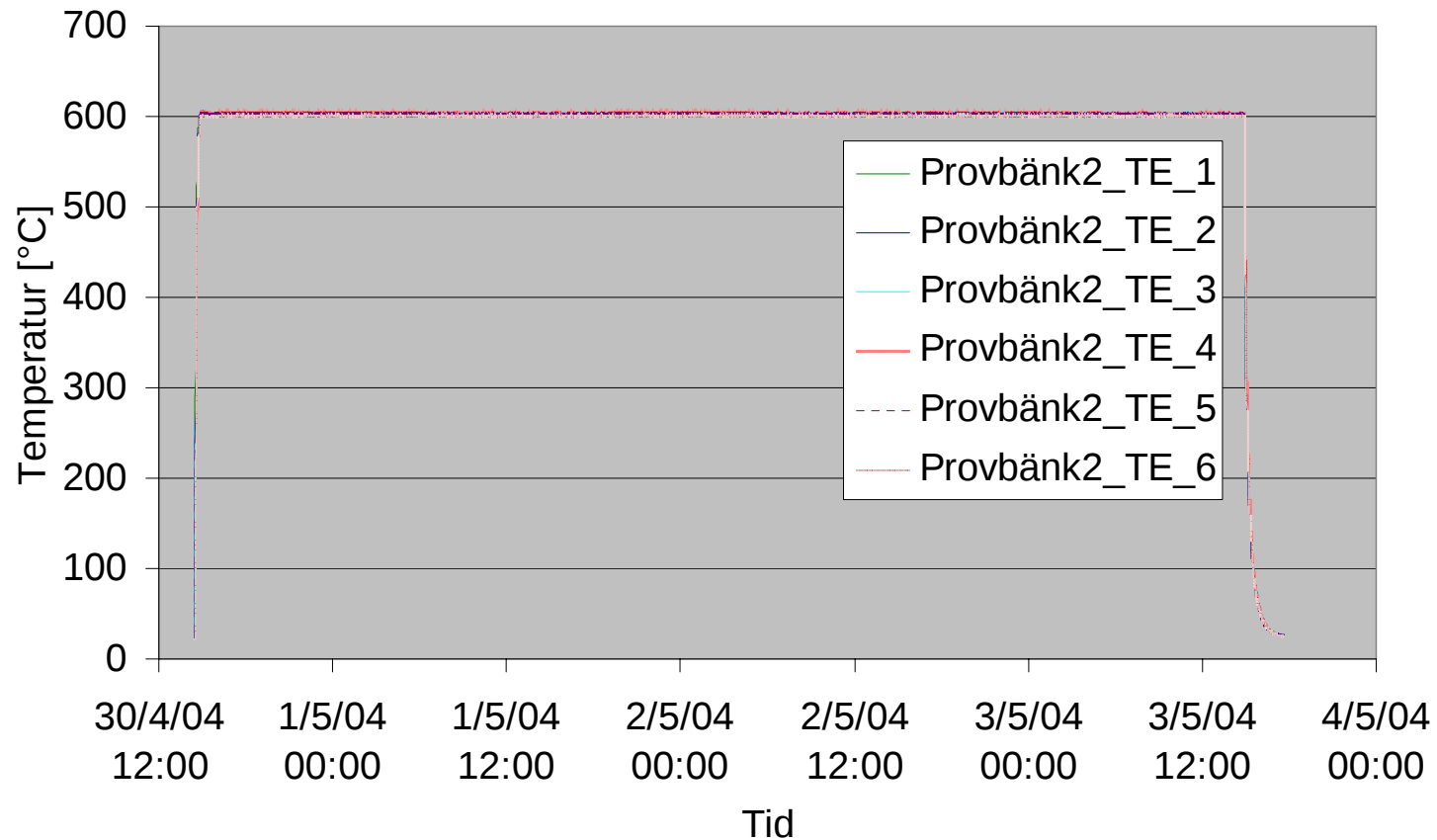
Koe

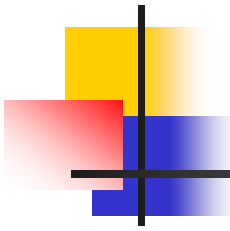


- Koepalat laitetaan näytepenkin päälle ja se viedään putkiuuniin
- Termoelementillä tarkkaillaan lämpötilaa

Lämpötilan mittaus ajon aikana

Batch C





Koeparametrit

- Lämpötilat ovat 450, 500, 525, 550, 575 ja 600°C
- Ajat ovat 24 h, 72 h, 168 h sekä pitempiä aikoja valituille näytteille
- Ajanotto alkaa kun näytteiden lämpötila saavuttaa asetetun ja ne otetaan heti ulos ajan mentyä umpeen
- Atmosfäärinä on staattinen ilma
- 0- ja parallelli-näytteitä tehdään

Kokeen jälkeen



Provbit 29

- Koepaloista otetaan kuva kokeen jälkeen
- Antaa alustavia tietoja näytteistä

Kokeen jälkeen



Provbit 2

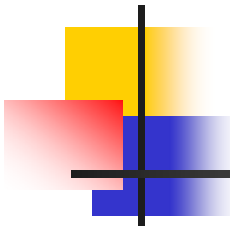
- Koepaloista otetaan kuva kokeen jälkeen
- Antaa alustavia tietoja näytteistä

Kokeen jälkeen



Provbit 06

- Koepaloista otetaan kuva kokeen jälkeen
- Antaa alustavia tietoja näytteistä



Kokeen jälkeen

- Uunien Al_2O_3 -putket puhalletaan puhtaiksi joka ajon jälkeen ja tarvittaessa niitä pestään vedellä
- Koepenkit pestään jokaisen ajon jälkeen vedellä ja harjalla

Koepalan preparointi SEM:iä varten



- Koepalat juotetaan Serifixiin purkissa
- Juotetut koepalat leikataan kahtia

Koepalan preparointi SEM:iä varten



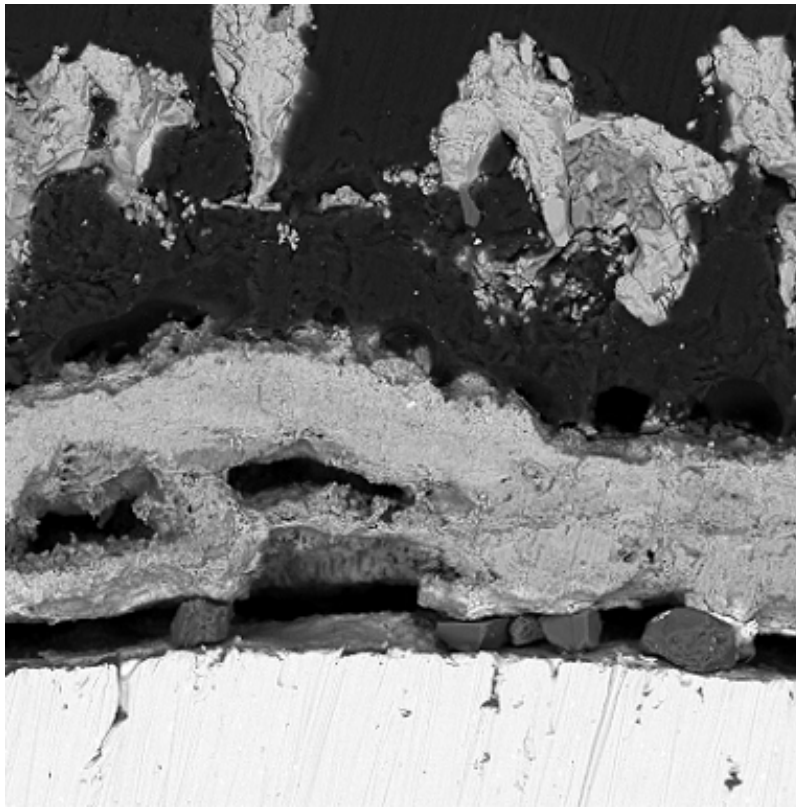
- Pinta hiotaan P320, P600, P1000, P1200, P1500 hiomapapereilla
- Hiotaan tuhkapuolta vastaan ja sen jälkeen 90° kulmassa
- Etanolia voiteluaineena

Koepalan preparointi SEM:iä varten



- Koepala pestään sen jälkeen etanolissa, ultraäänikylvyssä
- Kuivataan tyhjiössä
- Koepala viedään SEM:iin

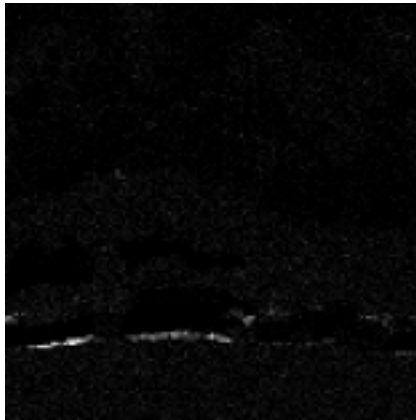
SEM-kuva



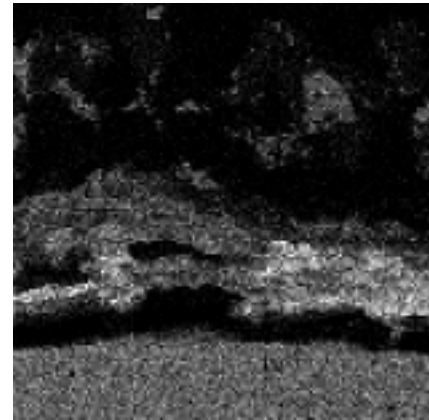
- SEM:illä otettu backscatter-kuva
- Näytteestä otetaan aina panoraamakuva ja yksittäisiä kuvia
- Saadaan tietoa korroosiokerroksien paksuudesta
- Korroosiokerroksien rakenne

SEM-elementtikarttoja

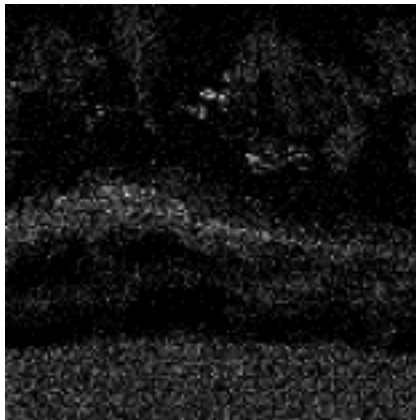
Cl



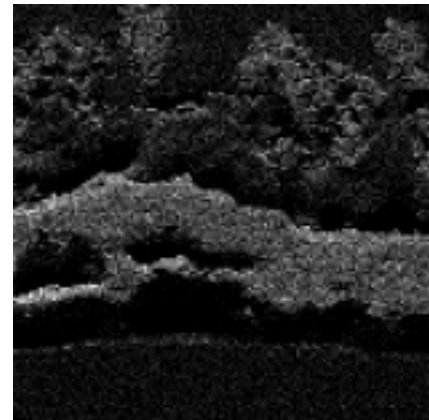
Cr



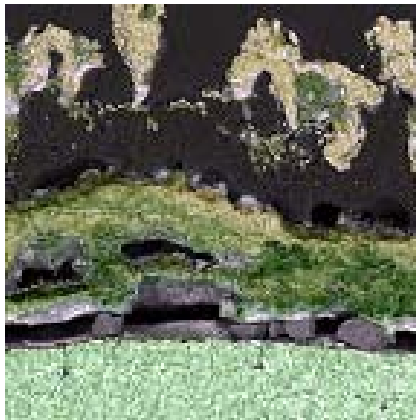
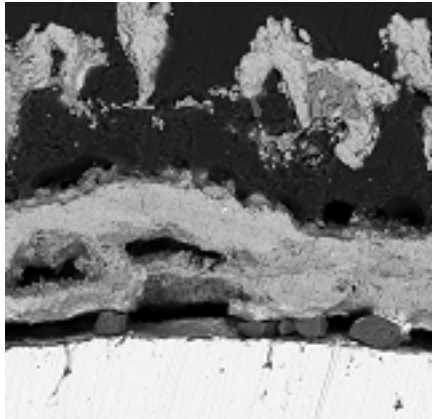
Fe



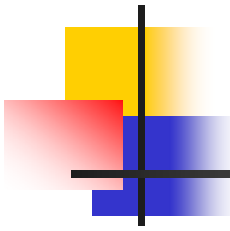
O



SEM-kuva



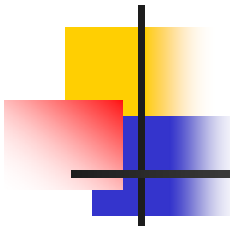
- Ylempi kuva
backscatter-kuva
- Alempi Cr- ja O-
elementtikarttojen
yhdistelmä



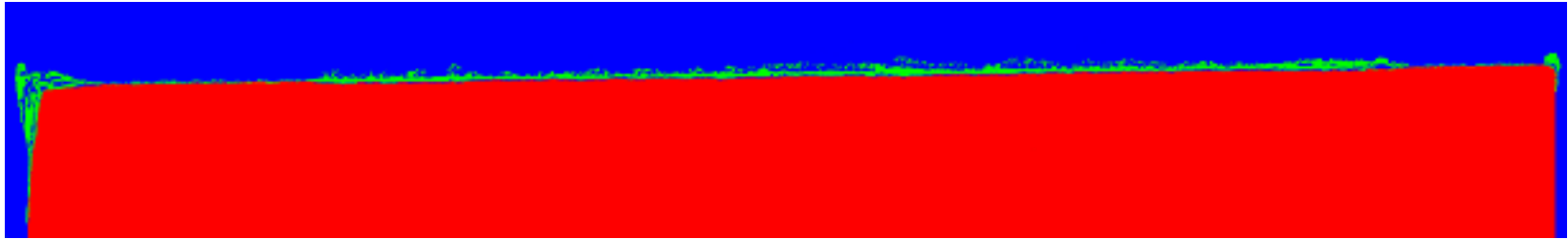
SEM-panoraamakuva



- SEM:illä otettuja kuvia on liitetty yhteen Photoshopissa
- Näin saadaan poikkileikkaus koko pinnasta
- Korroosiosta saadan keskiarvo

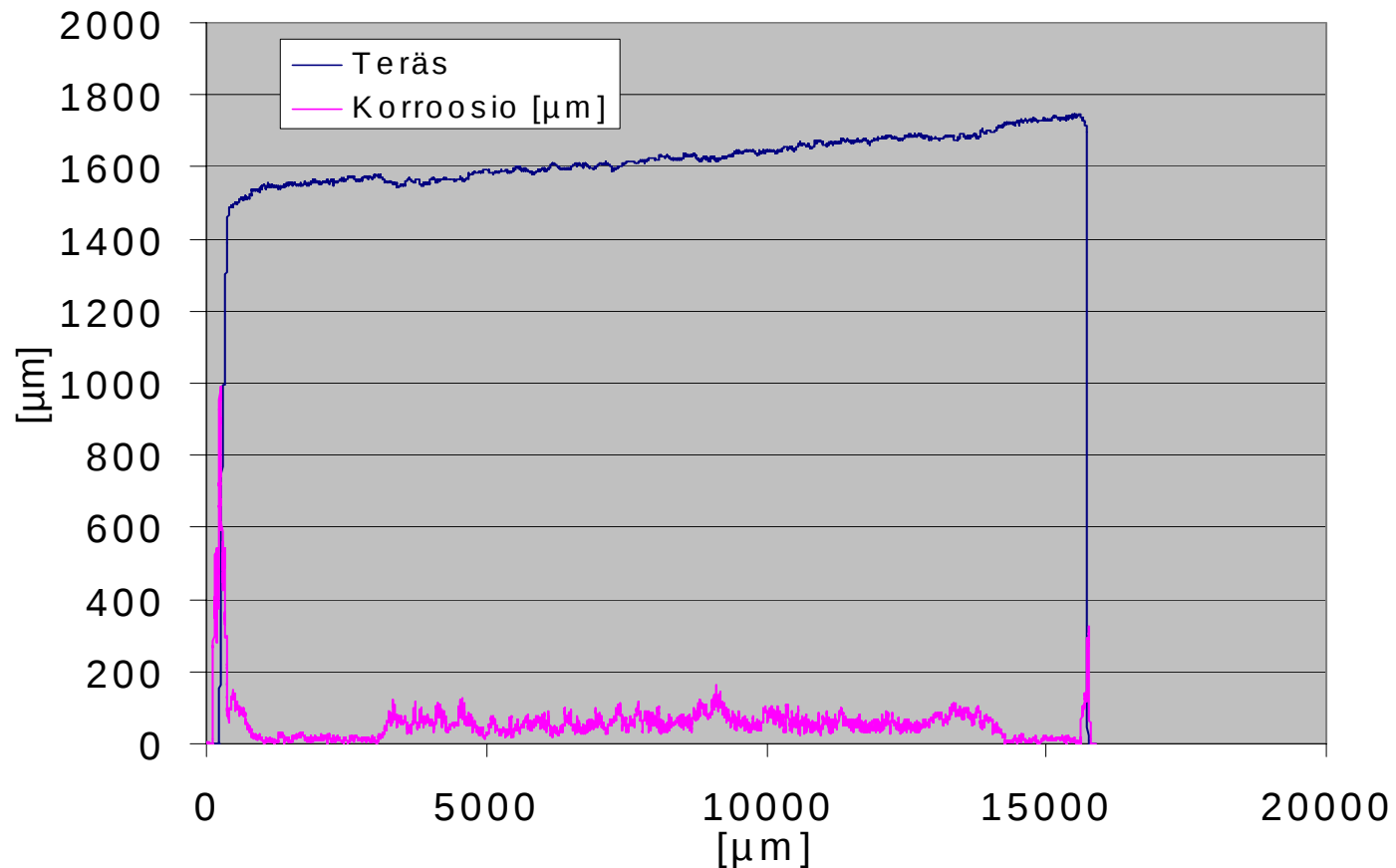


SEM-panoraamakuva

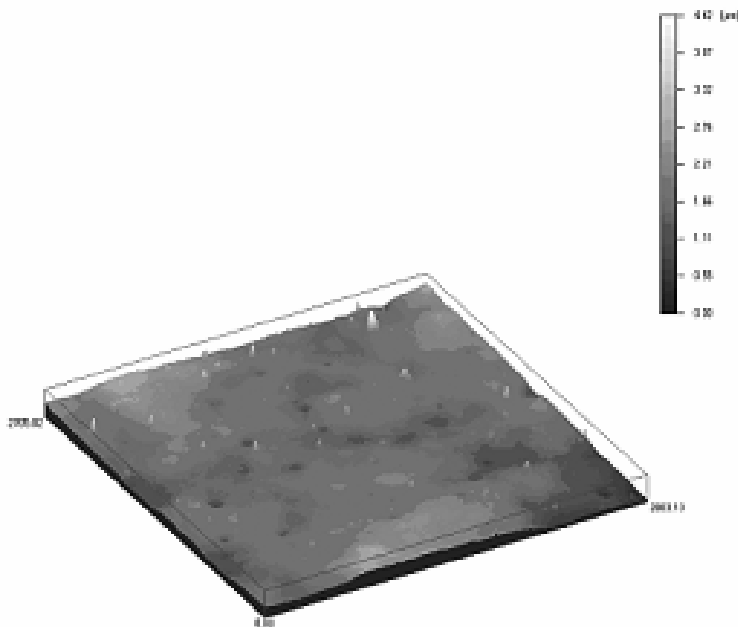


- Panoraamakuva joka on käsitelty Photoshopissa
- Punainen on teräs
- Vihreä on korroosiota
- Sininen on Serifixiä

SEM-panoramakuuvan analyysi Excel:issä

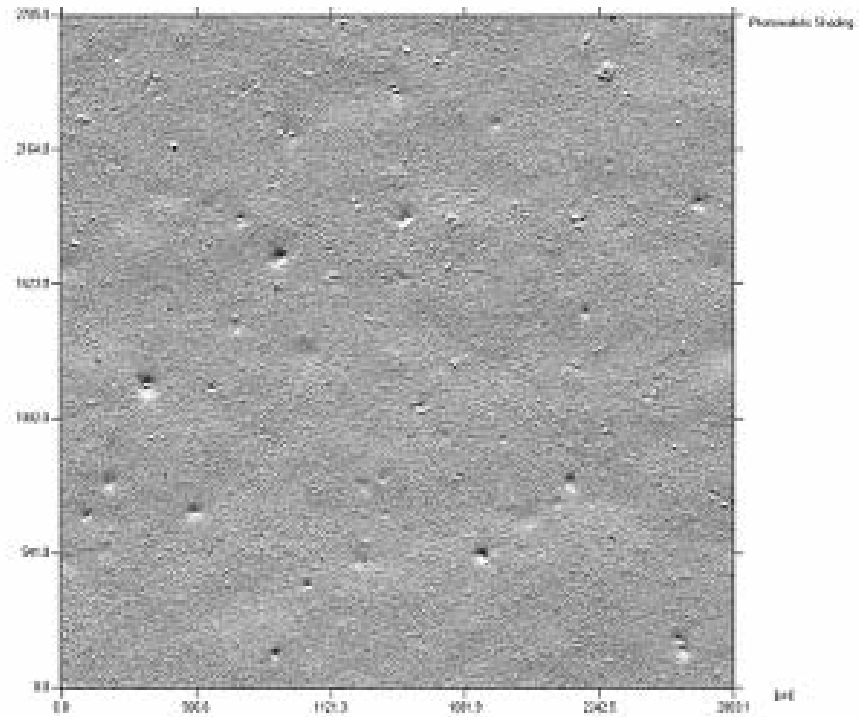


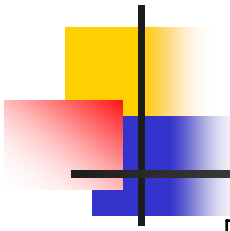
Profilometri



- Uusi laite, tutkii pintoja valolla
- Kokeita tehdään sen kanssa, siitä voisi olla hyötyä SOTU2-projektissa
- Sen etu on nopeus verrattuna SEM:iin

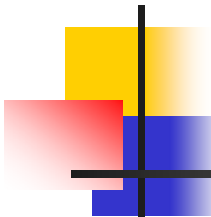
Profilometri





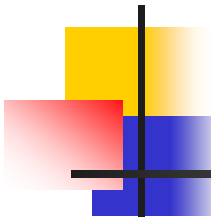
Ajetut koekappaleet – T91

Tuhka 1				Tuhka 2			
	24h	72h	168h		24h	72h	168h
450°C				450°C			
500°C				500°C			
525°C			x	525°C			x
550°C		x	x	550°C		x	x
575°C		x	x	575°C		x	x
600°C	x	11,12	16	600°C	x	13,14	19



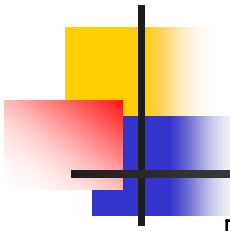
Ajetut koekappaleet – T91

Tuhka 3				Tuhka 4			
	24h	72h	168h		24h	72h	168h
450°C			x	450°C			x
500°C			x	500°C			27
525°C		x	x	525°C		x	x
550°C		x	32	550°C		37	x
575°C	x	x	x	575°C	x	x	x
600°C	x	41,42	21	600°C	x	x	



Ajetut koekappaleet – T91

Tuhka 5				Tuhka 6			
	24h	72h	168h		24h	72h	168h
450°C			x	450°C			x
500°C			x	500°C			29
525°C		x	x	525°C		x	x
550°C		x	33	550°C		39	x
575°C	x	x	x	575°C	x	x	x
600°C	x	44	24	600°C	x	x	x



Ajetut koekappaleet – 10CrMo9-10

Tuhka 1				Tuhka 2			
	24h	72h	168h		24h	72h	168h
450°C			x	450°C			x
500°C			x	500°C			x
525°C			x	525°C			x
550°C			x	550°C			x
575°C		x	x	575°C		x	x
600°C	x	x	17	600°C	x	x	20

Ajetut koekappaleet – 10CrMo9-10

Tuhka 3				Tuhka 4			
	24h	72h	168h		24h	72h	168h
450°C			x	450°C			x
500°C			x	500°C			26,28
525°C			x	525°C		x	x
550°C		x	31	550°C		36,38	x
575°C	x	x	x	575°C	x	x	x
600°C	x	43	22	600°C	x	x	x

Ajetut koekappaleet – 10CrMo9-10

Tuhka 5				Tuhka 6			
	24h	72h	168h		24h	72h	168h
450°C			x	450°C			x
500°C			x	500°C			30
525°C		x	x	525°C		x	x
550°C		x	34,35	550°C		40	x
575°C	x	x	x	575°C	x	x	x
600°C	x	45	23,25	600°C	x	x	x