



Opetuksen kehittämistyöryhmä  
Prosessimetallurgian laboratorio  
Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto  
Oulun yliopisto

MUISTIO  
29.3.2011

Maanantai 28.3.2011 klo 09.30-10.00 (PR1108)

## PROSESSIMETALLURGIAN OPETUKSEN KEHITTÄMISTYÖRYHMÄN KOKOUS 3/2011

Prosessimetallurgian opetuksen kehittämistyöryhmä kokoontui vuoden 2011 kolmanteen tapaamiseensa maanantaina 28.3.2011 klo 09.30-10.00.

### Läsnä

Timo Fabritius  
Eetu-Pekka Heikkinen; pj, siht.  
Pekka Tanskanen

### 1 Kokouksen avaus

Puheenjohtaja avasi kokouksen klo 09.36.

### 2 Edellisen kokouksen pöytäkirjan hyväks.

Hyväksyttiin vuoden 2011 toisen kokouksen muistio.

### 3 Ilmoitusasioita

Keskusteltiin viimeisimmissä POKin ja JOPOKIn kokouksissa käsitellyistä aiheista. Metallurgiaan liittyviä aiheita olivat mm. perustakurssien kehittäminen, jossa Eetu-Pekka Heikkinen ja Timo Fabritius ovat mukana, sekä jatko-opiskelijaseminaarin järjestäminen, jossa Hannu Suopajarvi on mukana. Prosessitekniikan perusta -kurssi tullaan järjestämään syksyllä 2011 vain pienin muutoksin edelliseen vuoteen verrattuna, mutta syksyksi 2012 kurssia tullaan muuttamaan enemmän. Tähän liittyvä suunnittelutyö jatkuu syksyllä 2011, kun Juha Jaako kutsuu suunnitteluryhmän seuraavan kerran koolle. POK kokoontuu seuraavan kerran 25.5. ja JOPOK 1.4.

Metallurgian valitsi syventymiskohteekseen 11 opiskelijaa. Heille on lähetetty maili, jossa annettiin mm. ohjeita kandidaatintyön työn aloittamiseen.

Tuotantotalouden osasto on hakenut rahoitusta projektityyppisen koulutuksen järjestämiseen siten, että Oulu Mining School ja Terästutkimuskeskus ovat mukana hakemuksessa.

Laboratorion opetuksen osalta jatketaan kevään kurssien toteutusta aiemmin laaditun suunnitelman pohjalta (ts. muutoksiin ei ole tarvetta).

### 4 Kurssipalautteet

Pekka Tanskanen esitteli palautekoosteen syksyllä 2010 järjestetystä Kuonat ja kuonanmuodostus -kurssista. Timo Fabritius puolestaan esitteli palautekoosteen syksyllä 2010 2. järjestetystä Metallurgian harjoitustyöt -kurssista. Koosteet löytyvät tämän muistion liitteiltä.

### 5 Kurssien uusiminen

Käytiin läpi opinto-opasta varten laaditut kurssikuvaukset. Päätettiin, että Eetu-Pekka Heikkinen viimeistelee kuvaukset käydyssä keskustelussa esiin nousseet asiat huomioiden ja toimittaa valmiit kuvaukset Saara Luhtaanmäelle. Kuvaukset on viimeistelty (löytyvät tämän muistion liitteiltä) ja toimitettu Luhtaanmäelle.

Opinto-oppaan osalta kaikki vaadittavat tiedot on nyt toimitettu eteenpäin, eikä asia vaadi lisätoimenpiteitä, ellei tiedekunnasta tule korjausehdotuksia tehtyihin kurssikuvauksiin. Syventävien kurssien uudistaminen jatkuu siten, että seuraavassa PLO:n kokouksessa sovitaan tarkemmin syksyllä 2011 järjestettävien kurssien työnjaosta ja sen jälkeen kurssien vastuuopettajat voivat jatkaa omien kurssiensa käytännön toteutuksen suunnittelua. Todettiin, että Kaisu Kalliolle tulee toimittaa tiedot kurseja varten varattavista kontaktiopetusajoista mahdollisimman pian, jotta lukujärjestykset saadaan tehtyä ajallaan.

Lisäksi sovittiin, että Heikkinen päivittää laboratorion ilmoitustaululta ja www-sivulta löytyvän metallurgian kurssien kuvauksen. Tämä tullaan tekemään kevään ja kesän 2011 aikana.

**6 Opiskelijoiden esiin nostamia asioita**

Tapaamisessa ei ollut paikalla opiskelijoiden edustajia. Myöskään mailitse tai palautelokeroon ei oltu toimitettu asioita, joita opetusryhmän tulisi käsitellä. Näin ollen kokouksessa ei ollut opiskelijoiden esiin nostamia asioita käsiteltäväksi.

**7 Muut asiat**

Keskusteltiin oppimateriaalien laadinnasta sekä metallurgian opintoja tukevien kirjojen listaamisesta opiskelijoille. Tällä hetkellä keskitytään kuitenkin uusien kurssien käytännön toteutuksen suunnitteluun ja oppimateriaalikysymykseen palataan myöhemmin.

**8 Seuraavat kokoukset**

Kevään 2011 aikana pidetään vielä kaksi tapaamista, jotka pidetään tiistaina 26.4. sekä maanantaina 6.6. Molemmissa tapaamisissa tapaamisaika on klo 0930 ja paikkana PR1108.

**9 Kokouksen lopetus**

Puheenjohtaja päätti kokouksen klo 10.44.

Oulussa 29.3.2011

Eetu-Pekka Heikkinen  
Yliopisto-opettaja, prosessimetallurgia

**LIITTEET**

Opiskelijapalautekoosteet syksyllä 2011 järjestetyistä Kuonat ja kuonanmuodostus - sekä Metallurgian harjoitustyöt -opintojaksosta.  
Metallurgian opintojaksojen kurssikuvaukset vuoden 2011-12 opinto-opasta varten.

**JAKELU**

PLO:n opettajajäsenet.  
Juho Moilanen.

**TIEDOKSI**

Kaisa Heikkinen (laboratorion www-sivulla julkaistavaksi)  
Saara Luhtaanmäki

## **Kuonat ja kuonanmuodostus -kurssin opiskelijapalaute syksy 2010:**

### **Kurssin läpivienti:**

Kurssi oli luentokurssi, jolla pidettiin myös muutamia lasku-/ongelmaratkaisuharjoituksia. Vastuu opettaja hoiti itse pääosan luennoista ja harjoitukset. Vierailevina luennoitsijoina toimivat Simo Isokääntä Ruukilta (3 h, konvertteriprosessi) ja Kauko Kujala Vesi- ja ympäristötekniikalta (3 h, kuonien hyötykäyttö ja testaus). Kurssisuoritteena oli kotitentti, jossa oli 3 teoriakysymystä ja kaksi ongelmaratkaisutehtävää sekä puolta tehtävä pistemäärältään vastaava plus-tehtävä, jossa opiskelijat kuvasivat omaa oppimisprosessiaan ja antoivat palautetta kurssista.

### **Osallistumisaktiivisuus:**

Kurssille ilmoittautui 13 opiskelijaa. Osallistumisaktiivisuudesta ei pidetty kirjaa. Luennoilla kävi muistikuvani mukaan keskimäärin samat 6-8 opiskelijaa ja muita vaihtelevasti. Osa poissaoloista johtui luentojen päällekkäisyydestä muiden opintojen kanssa. Viimeisellä Kauko Kujalan luennolla oli vain 3 opiskelijaa.

### **Läpäisy ja arviointi:**

Kaikki kurssille ilmoittautuneet 13 opiskelijaa palauttivat kotitentin ja läpäisivät kurssin. Arvosanoja saatiin seuraavasti: 5 – 4 kpl; 4 – 3 kpl; 3 – 6 kpl. Plustehtävän ansiosta muutamat suoritukset nousivat pykälän ylöspäin.

### **Opiskelijapalaute:**

Opiskelijapalaute kerättiin kotitentin plus-tehtävässä.

Suurin osa negatiivisesta palautteesta koski luentomateriaalin viivästynyttä siirtoa nettiin ja materiaalin avausongelmia. Materiaalit oli kyllä valmiina ennen luentoja, mutta PYOMET www-sivuilla oli teknisiä ongelmista ja materiaalia laitettiin lopulta Suomen Lapinkoirien sivuille ja kaksi eri linkitystä sekoitti joitakin opiskelijoita. Asian korjaamiseksi ja luennot myös printattiin ja jaettiin opiskelijoille muutamalle viimeiselle kerralle. Osa toivoi lisäksi parempaa kirjallista materiaalia.

Toiseksi eniten kritiikkiä sai opetuksen dia-avusteinen puuduttava luentomuotoinen esitys ja joidenkin mielestä sen liiallinen etenemisnopeus. Lisää lasku- faasidiagrammiharjoituksia toivottiin tilalle.

Pääasiassa positiivista palautetta tuli luentojen sisällöstä, kotitentistä ja vierailevista luennoitsijoista.

### **Seuraavalla kerralla huomioitavaa:**

Opiskelijapalautteen perusteella seuraaviin asioita kannattaa kiinnittää lisähuomiota:

- Luentomateriaali ajoissa verkkosivuille – tekninen ongelma korjattu.
- Parempi kirjallinen materiaali - ?
- Lisää lasku- ja faasidiagrammiharjoituksia – toteutetaan seuraavalla kerralla pakollisia harjoituksia – osaksi arviointia.
- Lisää ulkopuolisia luennoitsijoita – Tornio?
- Kotitentti kannatta säilyttää (toisena vaihtoehtona portfolio)

## Kerätty opiskelijapalaute

Lähes kaikki opiskelijoiden kommentit on listattu jäljempänä aihepiireittäin. Niissä on edessä +merkki, mikäli kommentti on positiivinen ja -merkki, mikäli kommentti on negatiivinen. Samansisältöinen kommentti voi esiintyä useamman kerran.

### Kurssimateriaali:

- Mutta kun niille luennoille ei aina tahdo päästä, niin olisinkin toivonut hieman enemmän kirjallista aineistoa kurssin materiaaliksi.
- Kurssin aikana ongelmia aiheutti välillä se, ettei kaikkia kurssimateriaaleja saanut netistä auki. Tämä asia korjaantui kuitenkin onneksi kurssin lopulla. Lisäksi luennolle olisi ehkä voinut hieman paremmin valmistautua, jos materiaalit olisi laitettu nettiin edes edellisenä päivänä.
- Ihan kaikilla luennoilla ei keskittyminen riittänyt materiaalien uupumisen vuoksi.
- Ennen luentoa olisi hyvä jos luentomateriaali olisi tulostettavissa, jotta luentoa olisi helpompi seurata.
- Kurssin kurssimateriaalien laittaminen verkkoon etukäteen ennen luentoja ei ollut kovin toimivaa. Tätä paikkasi kuitenkin luennoilla jaettu materiaali, josta pystyi seuraamaan opetusta, ja johon pystyi tekemään muistiinpanoja luentojen aikana.
- Tämän kurssin osalta olisin toivonut että materiaalina olisi ollut jokin kirja tms. diojen sijaan, ne kun ovat aika epäkiitollinen opiskelumateriaali varsinkin jos ei ole päässyt kyseiselle luennolle.
- + Luentomateriaalissa oli onnistuttu kokoamaan hyvin kurssin kannalta relevantteja asioita eri lähteistä ja Prosessimetallurgian laboratorion tutkimuksista.
- + Luentodiat olivat myös hyviä ja niissä oli hyvin asiaa.
- + Tarvittava materiaali oli hyvin saatavilla ja sen ymmärtäminen/luettavuus oli helppoa.

### Opetustapa ja toteutus

- Luennot olivat kohtuullisen selkeitä paketteja, mutta joskus tuntui että dia-esitys ei ole aina paras tapa seurata luennoita. Asiat menevät jotenkin liian nopeasti
- Asioita käsiteltiin luennoilla hyvin tutkijalähtöisestä perspektiivistä. Samoja asioita voidaan tarkastella monelta eri kantilta. Oman oppimiseni kannalta olisi ollut parempi käytäntö, jos asioista olisi tarkasteltu ehkä enempi "insinöörinäkökulmasta".
- Luentojen toteutus ei ollut mielestäni sellainen, joka mahdollistaisi parhaan mahdollisen oppimisen.
- Luentojen seuraaminen on aika puuduttavaa, kun seurataan vaan diaesitystä, jossa luennoitsija oikeastaan puhuu ja liikuttaa hiirtä. Luennot eivät olleet oikein innostavia ja sitä kautta luoneet käsiteltävään asiaan lisäämielenkiintoa.
- + Luennot olivat opetuksen osalta toimivat ja selkeät, sekä luentomateriaaleissa asioiden käsittelyjärjestys oli looginen.
- + Luennoilla aiheet kyllä käsiteltiin hyvinkin perinpohjaisesti ja selkeästi.
- + Kurssin toteutus oli hyvä.

### Kurssin sisältö:

- + Muissa metallurgian kursseissa on pääpaino kuitenkin ollut yleensä prosessien tarkastelussa lopputuotteen kannalta, joten kuonanmuodostukseen perehtyminen on sinänsä todella hyödyllinen aihe.
- + Kurssi tuki aikaisemmin käymääni hapettumisen ja pelkistymisen kurssia. Samojen asioiden läpikäyminen toiselta näkökannalta auttoi ymmärtämään kokonaisuudet ja metallurgiassa tapahtuvia ilmiöitä paremmin.
- + Kurssin aikana opin ymmärtämään kuonien sisäistä rakennetta sekä eri kuonien muodostusmekanismeja eri yksikköprosesseissa.
- + Aiemmin minulla ei oikeastaan ollut käsitystä siitä, että kuonalla on prosessissa hyvinkin tärkeä merkitys ja sen muodostukseen ja hallintaan liittyvät asiat ovat tärkeitä.

- + Kurssin sisältö vastasi pitkälti odotuksia, ja täydensi hyvin tietoutta kuonasulista ja niiden muodostumisesta. Erityisesti kuonasulien rakennetta käsittelevät luennot olivat mielenkiintoisia.
- Mielestäni kurssilla olisi voitu käsitellä kuonien vaatimuksia ja ominaisuuksia Suomen metallitehtaiden yksikköprosesseissa tarkemmin, esimerkiksi Tornion ja Raahen tehtaiden tuotantokaavioiden mukaisessa järjestyksessä: mitkä prosessivaiheet vaativat emäksistä tai hapanta kuonaa ja minkä reaktioiden vuoksi.
- Lisäksi näiden kahden terästehtaan kuonien eroja ja syitä niille voisi käsitellä. Näiden ohella kuonien, metallisulien ja vuorausten välisiä reaktioita voisi käsitellä laajemmin.
- + Positiivista oli, että myös nikkelin ja kuparin kuonanmuodostuksia käsiteltiin. Muissa metallurgian kursseissa muiden kuin teräksen valmistusta ei oikein tule esille.
- + Myös minulle aiemmin varsin utuiselta tuntunut Harjavallan kuparin liekkisulatusmenetelmä alkoi selkiytyä kotitenttitehtäviä kirjoittaessa.
- + Sisällön puolesta kurssilla tuli esille aika hyvin ja monipuolisesti asioita, kuonan muodostuksesta kuonan hyötykäyttöön ja kaikkea siltä väliltä. Oli hyvä, että kuonan muodostusta käsiteltiin eri prosesseissa.
- + Kurssilla tuotiin esiin useaan otteeseen myös kuoniin liittyviä ympäristönäkökulmia ja käyttökohtia.

#### Kotitentti:

- + Myös kotona tehtävä kotitentti antoi mahdollisuuden syventyä aiheeseen tarkemmin ja sen tekeminen auttoi ymmärtämään kurssin sisältöä syvällisemmin.
- Kurssin suoritus kotitentillä oli mielenkiintoinen. Mielestäni kuitenkin portfolio on parempi, koska on mahdollisuus tehdä tehtävät sitä mukaa kun ne käsitellään luennoilla.
- + Kotitentti oli oman oppimiseni kannalta hyvä vaihtoehto kurssin suorittamiseksi, sillä sain rauhassa etsiä tietoa ja miettiä lukemaani.
- + Suoritustapana kotitentti on mielestäni hyvä. Asioita saa tutkia ja pohdiskella rauhassa.
- +Tentin ajankohta ja lyhyt suoritus aika on toisaalta hyvä ja toisaalta huono. Tentin palautuspäivä sattui samalle päivälle kuin kaikki muutkin deadlinet.
- + Kotitentti suoritustapana oli melkoinen helpotus, sillä oman aikatauluun yhden tentin lisä ei olisi enää mielenterveyden eikä käytettävissä olevien tuntien puitteissa ollut mahdollista, vaan tentti olisi jäänyt roikkumaan hamaan tulevaisuuteen.
- + Kotitenttitehtävät olivat ainakin omalta kannaltani hyvät, sillä esseekysymyksien aiheet liittyivät muuhun kuin ruostumattomaan teräkseen
- + Silti nyt tentin tehneenä tuntuu, että nämä viisi tehtävää on todella vähäinen työmäärä ja voiko tällaisesta näytöstä antaa arvosanaa koko kurssista.

#### Kotitenttin laskutehtävät ja tuntilaskuharjoitukset:

- Kurssin aikana laskuja olisi voinut käsitellä enemmän.
- Kurssin jälkeen olisikin ihan mukava saada jonkinlaiset ratkaisumallit laskutehtäviin.
- Tunnilla käytäviä laskuharjoituksia olisi voinut olla enemmän vaikka annettujakaan tehtäviä ei moni ollut tehnyt etukäteen. Itselläni on eniten hyötyä kun annetaan - tehtävä, jota saa vähän aikaa miettiä ja sitten yhdessä käydään läpi.
- Kotitenttin laskutehtävissä tuli hieman ongelmia. Kurssin aikana ei käyty juurikaan laskuesimerkkejä aiheeseen liittyen läpi, joten näin aloittelevana metallurgina tehtävien itsenäinen ratkaisu tökkäsi faasidiagrammien tulkitsemiseen.
- Mielestäni olisi hyvä käydä enemmän laskutehtäviä läpi ja kerrata faasidiagrammien lukemista.
- Kurssilla olisi voinut käyttää hieman enemmän aikaa kuoniin liittyviin laskuihin sekä faasidiagrammeihin
- Muutamalla luentokerralla tehtiin pikkutehtäviä. Näihin olisi ollut hyvä käydä etukäteen enemmän esimerkkitapauksia, jotta itse tekemällä saatu oppi olisi voinut paremmin tarttua.
- Tuntitehtävät tuntuivat aika hankalilta, kun ei tämän tyyliä laskuja ole vähään aikaan tullut tehtyä, ja se myös hankaloitti kotitenttin laskutehtävien tekoa.
- Tulevaisuutta varten toivoisin useampia tehtäviä kurssin ohella vaikka kotitentti pidettäisiinkin.

### Vierailevat luennoitsijat

- + Vieraileva luennoitsija DI Simo Isokääntä toi myös sopivasti teollisuuden näkökulmaa aiheeseen ja kertasi sulaton yksikköprosesseja.
- + Luennot antoivat pääosin lisäarvoa luentomateriaaliin, erityisesti vierailevien luennoitsijoiden osalta.
- + Vierailijaluennot ovat mielenkiintoisia, erityisesti Ruukin luento.
- + Vierailijaluentoja olisi saanut olla enemmän.
- + Hyvänä lisänä kurssilla oli vierailevan luennoitsijan Kauko Kujalan esitelmät aiheesta. Erityisesti kuonien testauksesta Kujala kertoi asiantuntijan kokemuksella.

### Ehdotuksia:

- + Olisin kaivannut luentojen lisäksi jotain kuoniin liittyvää käytännön esimerkkejä esimerkiksi laboratoriotyön tai vastaavaa. Pelkät luennot eivät oppimistapahtumana olleet ”mukaansa tempaavia”
- + Tulevaisuutta varten toivoisin useampia tehtäviä kurssin ohelle vaikka kotitentti pidettäisiinkin.
- + Kurssilla olisi voinut käyttää hieman enemmän aikaa kuoniin liittyviin laskuihin sekä faasidiagrammeihin.
- + Näihin olisi ollut hyvä käydä etukäteen enemmän esimerkkitapauksia.

**Kurssille osallistui 10 opiskelijaa. Palautteen antoi 4 opiskelijaa.**

Kurssi sisälsi 2x3h luentoja sekä yhden luentokerran yhteenvedon/vertailun termogravimetrimittauksista, jotka tehtiin prosessimetallurgian laboratoriossa. Harjoitustöiden aiheena olivat: prosessimetallurgian laboratoriossa (*Korkealämpötilahapettuminen TG-uunilla*), Ruukilla Raahessa (*Teräksen lämpötila osuminen välisenkassa*; Sampo Jokitalo) sekä Outokumpu Stainless Oy:lla Torniossa (*VKU:n kuonan muodostuminen*; Jari Savolainen). Molemmissa tehdastöissä opiskelijat saivat valmiiksi esisuodatettua dataa prosesseista. Töiden teoriaosat keskittyivät aiheen kannalta relevanttien ilmiöiden kuvaamiseen. Harjoitustöistä tehtiin työselostukset 3 tai 4 hengen ryhmissä. Palautusajat olivat noin 1kk.

Jokainen ryhmä paransi töiden formaalia esittämistä kurssin edetessä eli oppi teknillisen kirjoittamisen säännöistä meni perille. Kaikki kurssille osallistuneet opiskelijat suorittivat kurssin. Arvosanalla 5 (1 ryhmä, 3 opiskelijaa) ja muut ryhmät arvosanalla 4/5.

Kurssin tavoitteena on antaa opiskelijalle käsitys laboratoriotutkimuksen suorittamisesta sekä teollisuuden tutkimuskampanjoiden läpiviennistä.

### **1 Vastaavatko luentojen ja harjoitustöiden sisältö kurssin tavoitetta?**

- Harjoitustyöt olivat varsin työelämäläheisiä. Monia aiemmilla kursseilla oppimiaan asioita pääsi ensimmäistä kertaa soveltamaan omatoimisesti käytännön ongelmanratkaisussa.
- Hyvin opettavaisia töitä, varsin tehdastyöt.
- Vastaavat, harjoitustyöt olivat käytännönläheisiä ja haastavia.
- Kyllä mielestäni.

### **2 Olivatko harjoitustöiden aiheet uutta tai uusia näkökulmia antavia?**

- Senkkametallurgiaa ei ollut aiemmilla kursseilla käyty vastaavalla tarkkuudella. Sen sijaan valokaariuuniprosessi ja raudan hapettumismekanismit olivat jokseenkin tuttuja entuudestaan.
- Ruukin työn datan käsittely oli minulle ainakin uutta ja kehittävä.
- Ruukin työssä oppi eniten Excelin käytöstä, mutta Outokummun harjoitustyössä vaadittiin enemmän miettimistä ja metallurgisten ilmiöiden osaamista.
- Jokseenkin, varsinkin työt 1 ja 3. Kesätöissä lämpötilaosumisesta oli kuullut puhuttavan, eli se oli aiheista ”tutuin”.

### **3 Toimivatko yleiset käytännön järjestelyt kurssilla?**

- Ei huomauttamista.
- Kurssi toimi kaikin puolin (2). Palaute töistä tuli nopeasti sekä töiden tekemiseen varattu aika oli riittävä
- Ei mitään suurempia ongelmia. Epäonneksemme kävimme Torniossa seisokin aikaan, joten tuotantoon ja tehtaaseen tutustuminen jäi aika vähälle.

#### **4 Miten tehtailla tehdyt harjoitustyöt mielestäsi onnistuivat? Antoivatko ne jotain uutta suhteessa laboratoriossa tehtävään harjoitustyöhön?**

- Vierailut tehtailla tutustuttivat sekä prosessiin että jossain määrin myös kehitysinsinöörin toimenkuvaan. Erityisesti Rautaruukilla tehty vierailu antoi runsaasti lisätietoa CAS-OB-aseman toiminnasta ja vakuumikäsitteystä. Outokummulle tehty vierailu ei ollut itse prosessiin tutustumisen kannalta aivan yhtä antoisa, koska valokaariuuni ei vierailun aikana ollut käytössä.
- Tehtailla tehtävät harjoitustyöt olivat antoisampia sekä haastavampia kuin laboratoriotyö.
- Tehtaiden harjoitustyössä on se hyvä puoli, että ne antavat todenmukaisen ja käytännönläheisen kuvan niissä tehtävistä tutkimuksista.
- No tehtaillahan ei tehty mitään muuta, kun tutustuttiin aiheeseen ja kierreltiin.. Mutta tehdasvierailut sujuivat hyvin, vaikkakin huoltoseisokit sotkivat hieman kuvioita.

#### **5 Onko työselostusten laadintaan tarvittavassa tiedonhankinnassa (tarvittavat ohjelmat, kirjallisuus, yms) kehittämistarpeita?**

- Ulkoasuohje on jokseenkin vaikea löytää. Itse ohje on myös hieman harhaanjohtava, sillä itse ohjeen ulkoasu poikkeaa oleellisesti ohjeessa kerrotusta ulkoasumallista.
- En keksi kehitettävää.
- Tiedonhankinta ym. on varmasti suurimmalla osalla hyvin hallussa tässä vaiheessa opiskelua, kuten täytyy ollakin.
- Hankala sanoa. Ei välttämättä.

#### **6 Mikä kurssilla edisti oppimista, mikä toimi hyvin?**

- Omatoiminen kirjallisuuteen perehtyminen. Ryhmätyötavat hioutuivat kurssin mittaan tehokkaammaksi.
- Yritysvierailut ja ongelman paneutuminen paikan päällä toi töihin kiinnostavuutta.
- Ryhmissä tehtävät harjoitustyöt on hyvä suoritustapa.
- Tehtävien ohjeistus oli aika ”vapaa”, eli työselostuksien tekemisessä piti pohtia itse, miten asiaa halusi tutkia ja miten havainnot/tulokset/.. esittää.

#### **7 Mikä kurssilla ei edistänyt oppimista, mikä meni pieleen?**

- Ei tule mieleen suurempia heikkouksia.

#### **8 Arvioi kurssin työmäärää; a) vastasiko se 4 opintopistettä ja b) suhteessa muihin metallurgian kursseihin**

- Työmäärä on linjassa muiden kurssien kanssa, joskin jaksottuu hieman erilailla: kotona tehtävän työn määrä on kurssin luonteesta johtuen varsin suuri.
- Työmäärä oli sopiva.
- Vastaa hyvin neljää opintopistettä. Muissa metallurgian kursseissa opintopisteet voivat olla työn takana, jos suoritustapa on portfolioilla, joilla on ollut tapana paisua pitkäköiksi.
- Aika hyvin taisi vastata.



## **9 Muita kommentteja ja kehitysideoita:**

- Ensimmäinen harjoitustyö voisi liittyä jonkin värimetallin valmistusprosessiin.

### **Yhteenveto kurssipalautteesta:**

- a) **Kurssi kannattaa toteuttaa ilman suurempia muutoksia ensi vuonna**
- b) **Kurssi tarjoaa erilaista työskentelyä kuin muut metallurgian kurssit**
- c) **Töiden aiheet ja toteutustavat olivat erityisen onnistuneet tänä vuonna ja teollisuustyöt olivat erilaisia ja mielenkiintoisia.**
- d) **Työmäärä suhteessa opintopisteisiin on edellisvuosista poiketen kohdallaan**

## I.1. Prosessi- ja ympäristötekniikan osaston tuottamien opintojaksojen kuvaus

### 47701 IP Prosessi- ja ympäristötekniikan perusta I

Introduction to process and environmental engineering I

**Laajuus:** 5 op

**Laajuus englanniksi:** 5 ECTS

**Ajoitus:** Toteutus periodeissa 1-3.

**Ajoitus englanniksi:** Implementation in 1st-3rd periods.

**Tavoite:** Luoda kokonaiskuvaa prosessi- ja ympäristötekniikasta ja sen eri osa-alueista sekä tutustuttaa opiskelija alan käsitteistöön. Lisäksi tehdä näkyväksi yhteyksiä prosessitekniikkaa lähellä oleviin aloihin.

**Tavoite englanniksi:** To give an overview on process and environmental engineering and to get familiar with the concepts of these disciplines.

**Osaamistavoitteet:** Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa tarkastella teollista tuotantoprosessia prosessi- ja ympäristötekniikan tarjoamin näkökulmin (mm. jakaa kokonaisprosessin yksikköprosesseihin, tarkastella prosessia tai prosessiketjua taseajatteluun perustuen, tunnistaa keskeisimmät mekaaniset, kemialliset ja siirtoilmiöt ja niiden merkityksen eri prosessivaiheissa, arvioida prosessia automaation ja prosessisuunnittelun näkökulmista, jne.) sekä tunnistaa prosessitekniikan eri osa-alueiden merkityksen kokonaisuuden kannalta, kun näihin osa-alueisiin perehdytään tarkemmin tulevilla opintojaksoissa.

**Osaamistavoitteet englanniksi:** Students can examine industrial processes using the methods and perspectives of process and environmental engineering (e.g. unit operations, mass and energy balances, identification of mechanical, chemical and transport phenomena in the processes, automation, process design) and they recognize the role of different areas of the process and environmental engineering, when these areas are considered in the forthcoming courses.

**Sisältö:** Kurssi jakaantuu sisällöllisesti kahdeksaan teemaan, jotka ovat: 1. Johdanto prosessiajatteluun. 2. Mekaaniset yksikköprosessit. 3. Siirtoilmiöt. 4. Reaktiotekniikka. 5. Rakenteet. 6. Automaation edellytykset. 7. Bioprosessitekniikan mahdollisuudet. 8. Prosessisuunnittelu.

**Sisältö englanniksi:** 1. Introduction to process engineering. 2. Mechanical unit operations. 3. Transport phenomena. 4. Reaction engineering. 5. Structures. 6. Automation. 7. Bioprocess engineering and its possibilities. 8. Process design.

**Toteutustavat:** Pienissä ryhmissä laadittavat tehtävät (yht. 8 kpl) ja niiden tekoa tukeva kontaktiopetus.

**Toteutustavat englanniksi:** Group exercises and contact-education that supports these exercises. Only in Finnish.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:** Kurssi toimii johdantona prosessi- ja ympäristötekniikan opintoihin.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin englanniksi:** No prerequisites.

**Oppimateriaali:** Kontaktiopetuksen aikana jaettava materiaali sekä tehtäviä varten itsenäisesti haettava aineisto.

**Oppimateriaali englanniksi:** Material will be distributed during lectures and exercises.

**Suoritustavat:** Pienissä ryhmissä laadittavat tehtävät (yht. 8 kpl) kurssin teemoihin (ks. sisältö) liittyen.

**Suoritustavat englanniksi:** Group-exercises. Please note that the course is not organised for the English speaking students.

**Vastuhenkilö:** professori Timo Fabritius

**Vastuhenkilö englanniksi:** professor Timo Fabritius

**Opetuskieli:** Suomi

**Opetuskieli englanniksi:** Finnish

## Prosessimetallurgian laboratorio

### 477401A Termodynaamiset tasapainot

#### Thermodynamic equilibria

**Laajuus:** 5 op

**Laajuus englanniksi:** 5 ECTS

**Ajoitus:** Toteutus periodissa 2.

**Ajoitus englanniksi:** Implementation in the 2nd period.

**Tavoite:** Opintojakson suoritettuaan opiskelija hallitsee riittävästi fysikaalisen kemian perusteita voidakseen tarkastella termodynaamisia tasapainoja teollisissa prosesseissa.

**Tavoite englanniksi:** The goal is to understand the fundamentals of thermodynamics in order to be able to consider thermodynamic equilibria in industrial processes.

**Osaamistavoitteet:** Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa määrittää kemiallisia reaktiotasapainoja teollisiin prosesseihin liittyvissä systeemeissä sekä osaa mieltää tasapainojen merkityksen osaksi prosessien analyysiä, suunnittelua ja hallintaa. Tähän liittyen hän osaa auttavasti muokata todellisiin prosesseihin liittyvät ei-matemaattisesti ratkaistavat teknilliset ongelmat sellaiseen muotoon, että niiden ratkaisussa voidaan hyödyntää sovellettua reaktietermodynamiikkaa (1. ns. systeemin mielekäs määrittely) esimerkiksi tasapainolaskentaohjelmistoja hyödyntäen.

**Osaamistavoitteet englanniksi:** Student is capable of defining chemical equilibria of the systems that are related to industrial processes and understands the relevance of equilibria (and their computational determination) as a part of process analysis, planning and control. Additionally, (s)he can define a meaningful system to be considered in computation thermodynamics; i.e. (s)he can create a computationally solvable problem based on technical problem that in itself is not solvable computationally.

**Sisältö:** Entalpien, entropian ja Gibbsin energian käsitteet ja olosuhderippuvuudet. Kemiallinen tasapaino. Faasitasapaino. Aktiivisuus ja aktiivisuuskerroin. Tasapainon määrittäminen tasapainovakio- ja minimointimenetelmin.

**Sisältö englanniksi:** Concepts of enthalpy (H), entropy (S) and Gibbs free energy (G). The effect of temperature and pressure on H, S and G. Chemical and phase equilibria. Activity and activity coefficient. Calculation of thermodynamic equilibria using equilibrium constant as well as Gibbs free energy minimisation.

**Toteutustavat:** Kontaktiopetus, mikroluokkaharjoitus (pakollinen) sekä kontaktiopetuksen ulkopuolisella ajalla suoritettavat tehtävät.

**Toteutustavat englanniksi:** Lectures, software exercise as well as other exercises. Only in Finnish.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:** Esitiedoiksi suositellaan kursseja 'Kemian perusteet' ja 'Taselaskenta' vastaavia tietoja.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin englanniksi:** 'Kemian perusteet' and 'Material and Energy Balances' as prerequisites.

**Oppimateriaali:** Luennoilla läpikäytävä materiaali. Saatavissa kurssin www-sivulta.

**Oppimateriaali englanniksi:** Material will be distributed during lectures and exercises.

**Suoritustavat:** Oppimispäiväkirja/portfolio (sis. teoria- ja laskutehtäviä) sekä pienissä ryhmissä laskentaohjelmistolla tehtävä harjoitustyö työselostuksineen.

**Suoritustavat englanniksi:** Students are required to make a portfolio consisting of a learning diary and exercises. Please note that the course is not organised for the English speaking students.

**Vastuhenkilö:** Yliopisto-opettaja Eetu-Pekka Heikkinen

**Vastuhenkilö englanniksi:** University teacher Eetu-Pekka Heikkinen

**Opetuskieli:** Suomi

**Opetuskieli englanniksi:** Finnish

## **477402A Kiinteiden materiaalien rakenne**

### Structure of solid materials

**Laajuus:** 5 op

**Laajuus englanniksi:** 5 ECTS

**Ajoitus:** Toteutus periodissa 6.

**Ajoitus englanniksi:** Implementation in 6th period.

**Tavoite:** Kurssin tavoitteena on antaa opiskelijalle valmiuksia ymmärtää kiinteän epäorgaanisen materiaalin olemusta, rakennetta ja ominaisuuksia sekä niiden välisiä riippuvuuksia ja tutustuttaa opiskelija kiinteän materiaalin karakterisointimenetelmiin sekä luoda opiskelijalle peruskäsitteitä kiinteiden materiaalien merkityksestä yhteiskunnalle ja materiaalin hankintaketjusta ja siihen liittyvistä ympäristönäkökulmista.

**Tavoite englanniksi:** This course aims to increase the ability of students to understand structure and properties of solid inorganic materials and interdependency between the structure and properties. Additionally, characterization methods of solid materials and the importance of solid mineral materials for modern society and their sources, usage, refining chains and environmental impacts are introduced.

**Osaamistavoitteet:** Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa nimetä tärkeimmät epäorgaaniset kiinteät materiaalit (metallit ja yhdisteet) ja niiden käyttökohteet. Hän osaa kuvailla materiaalien yhteiskunnallista merkitystä, tuotantoketjuja ja ympäristövaikutuksia. Opiskelija tuntee materiaalin karakterisointimenetelmiä ja osaa kuvailla materiaalien olemusta, rakennetta ja ominaisuuksia sekä niiden välisiä vuorovaikutuksia sekä vertailla ja luokitella materiaaleja näiden perusteella. Opiskelija ymmärtää rakenteellisen tarkastelun merkityksen arvioitaessa kiinteän materiaalin ominaisuuksia ja aineiden välisiä vuorovaikutuksia materiaalia käytettäessä tai prosessoitaessa.

**Osaamistavoitteet englanniksi:** Students passing the course can name the most important solid inorganic materials (metals and compounds) and their applications. Students can describe the significance of the materials for the society and tell about the refining chains and environmental

impacts of the materials. Students can describe the structure and properties of solid materials and their interdependency and characterization methods. Students can compare and classify materials and tell the factors the classification is based on. Additionally, students can tell about the importance of the structural approach on the materials when estimating their performance in use or in reprocessing.

**Sisältö:** Epäorgaaniset kiinteät materiaalit (metallit ja yhdisteet) ja niiden käyttö, raaka-ainehuolto, jalostusketjut, ja ympäristövaikutukset sekä merkitys yhteiskunnalle. Kiinteiden materiaalien olemus, rakenne ja ominaisuudet sekä rakenteen vaikutus aineen ominaisuuksiin. Materiaalin karakterisointi. Esimerkkeinä kiinteät materiaalit prosessiteollisuuden raaka-aineina ja tuotteina (teräs ja betoni).

**Sisältö englanniksi:** Sources, usage, importance, refining and environmental impacts of inorganic solid materials (metals and compounds) used in modern society. Structure, properties and interdependency between the structure and properties and material characterization methods. Application examples: solid materials as raw materials and products in process industry (e.g. steel and concrete).

**Toteutustavat:** Kontaktiopetus.

**Toteutustavat englanniksi:** Lectures. Only in Finnish.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:** Ei vaadittavia esitietoja.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin englanniksi:** No prerequisites.

**Oppimateriaali:** Luennoilla läpikäytävä materiaali. Saatavissa kurssin www-sivulta.

**Oppimateriaali englanniksi:** Material will be distributed during lectures.

**Suoritustavat:** Tentti.

**Suoritustavat englanniksi:** Written exam. Please note that the course is not organized for the English speaking students.

**Vastuuhenkilö:** Yliopisto-opettaja Pekka Tanskanen.

**Vastuuhenkilö englanniksi:** University teacher Pekka Tanskanen.

**Opetuskieli:** Suomi

**Opetuskieli englanniksi:** Finnish

## **477412S Ilmiömallinnus prosessimetallurgiassa**

### Phenomena-based modelling in extractive metallurgy

**Laajuus:** 10 op

**Laajuus englanniksi:** 10 ECTS

**Ajoitus:** Toteutus periodeissa 1-3.

**Ajoitus englanniksi:** Implementation in 1st-3rd periods.

**Tavoite:** Tutustua metallurgisten prosessien toiminnan kannalta keskeisiin ilmiöihin ja niihin vaikuttaviin tekijöihin sekä oppia hyödyntää ilmiöiden mallinnukseen ja kuvaukseen kehitettyjä malleja ja menetelmiä metallurgisessa tutkimuksessa.

**Tavoite englanniksi:** To familiarize with the essential phenomena of the metallurgical processes as well as to learn to use the models and methods developed for the investigation of these phenomena in the metallurgical research and development.

**Osaamistavoitteet:** Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa käyttää ilmiömallinnukseen liittyviä tutkimusmenetelmiä prosessimetallurgisessa tutkimus- ja kehitystyössä (esim. määrittää laskennallisesti

termodynaamisia tasapainoja metallurgisiin prosesseihin liittyvissä ongelmissa, lukea ja laatia tasapainopiirroksia ja sähkökemiallisten reaktioiden kuvaamiseen käytettyjä kuvaajia, arvioida pinta- ja rajapintajännityksiä sekä niiden merkitystä metallurgisissa prosesseissa, kuvailla sulkeumien roolia metallien valmistuksessa, kuvailla metallurgisten kuonasuulien rakennetta sekä kuonien rakenteeseen ja ominaisuuksiin vaikuttavia tekijöitä, arvioida sulamis- ja jähmettymisilmiöitä esim. tasapainopiirroksia hyödyntäen, jne.). Edellä mainitut osaamistavoitteet ovat esimerkkejä, koska kurssiin liittyvät tehtävät vaihtelevat vuosittain ja siksi yksityiskohtaisemmat osaamistavoitteet määritetään joka vuosi erikseen.

**Osaamistavoitteet englanniksi:** Students passing the course are familiar with the most important computational methods used to investigate the most essential phenomena in the research and development of metallurgical processes. Students can e.g. calculate thermodynamic equilibria, read and construct phase stability diagrams as well as other diagrams used in the investigation of pyrometallurgical and electrochemical reactions, describe the role of inclusions in metal production, describe the structure of metallurgical slags, etc. It should however be noted that these are only examples since the contents of the course are under continuous development and therefore more detailed learning outcomes are given each year at the beginning of each course.

**Sisältö:** Metallurgisten prosessien kannalta keskeisten kemiallisten ja fysikaalisten ilmiöiden mallinnukseen ja kuvaukseen käytetyt mallit ja menetelmät (mm. termodynamiikka, kinetiikka, pintailmiöt, rakennemuutokset, siirtoilmiöt). Kurssin sisältö jakaantuu seuraaviin osa-alueisiin, joista kukin suoritetaan omana tehtävänä: 1. Yhdisteiden stabiilisuudet ja niiden tarkastelu graafisesti. 2. Laskennallinen termodynamiikka. 3. Metallurgisten sulien termodynaaminen mallinnus. 4. Sähkökemiallisten reaktioiden termodynaaminen ja kineettinen tarkastelu. 5. Korroosio. 6. Pinta- ja rajapintajännitys sekä pinta-aktiiviset aineet. 7. Ydintyminen ja sulkeumat. 8. Metallurgisten kuonien rakenne. 9. Sulaminen ja jähmettyminen. 10. Poltto ja palaminen.

**Sisältö englanniksi:** Models and methods that are used to investigate the most essential chemical and physical phenomena in the research and development of metallurgical processes.

**Toteutustavat:** Pienissä ryhmissä laadittavat tehtävät (yht. 10 kpl) ja niiden tekoa tukeva kontaktiopetus, joka pitää sisällään mm. luentoja, laskuharjoituksia ja mikroluokkaharjoituksia.

**Toteutustavat englanniksi:** Group exercises and contact-education that supports these exercises.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:** Esitiedoiksi suositellaan prosessi- tai ympäristötekniikan koulutusohjelman kandidaatinvaiheen opintoja vastaavia tietoja. Kandidaatintyö on oltava hyväksytty ennen kuin tästä kurssista on mahdollista saada suoritustilmoitus.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin englanniksi:** Knowledge and skills corresponding to the knowledge and skills that are obtained from the Bachelor-level-studies in the programme of process or environmental engineering are required as prerequisites.

**Oppimateriaali:** Kontaktiopetuksen aikana jaettava materiaali sekä tehtäviä varten itsenäisesti haettava aineisto.

**Oppimateriaali englanniksi:** Material will be distributed during lectures and exercises.

**Suoritustavat:** Pienissä ryhmissä laadittavat tehtävät (yht. 10 kpl).

**Suoritustavat englanniksi:** Group-exercises.

**Vastuuhenkilö:** Yliopisto-opettaja Eetu-Pekka Heikkinen.

**Vastuuhenkilö englanniksi:** University teacher Eetu-Pekka Heikkinen.

**Opetuskieli:** Suomi (tarvittaessa englanti).

**Opetuskieli englanniksi:** Finnish (English if necessary).

## 477413S Metallurgisen tutkimuksen kokeelliset menetelmät

### Experimental research in extractive metallurgy

**Laajuus:** 10 op

**Laajuus englanniksi:** 10 ECTS

**Ajoitus:** Toteutus periodeissa 4-6.

**Ajoitus englanniksi:** Implementation in 4th-6th periods.

**Tavoite:** Opintojakson tavoitteena on antaa opiskelijalle valmiudet suorittaa metallurgisiin korkealämpötilaprosesseihin liittyvää kokeellista laboratoriomittakaavan tutkimus- ja kehitystoimintaa. Lisäksi tavoitteena on kehittää ryhmä- ja projektityö- sekä raportointivalmiuksia.

**Tavoite englanniksi:** The course aims to increase skills of students to make laboratory scale research and development projects concerning high temperature research in extractive metallurgy. Team work, project managing and reporting skills are also aimed to be developed.

**Osaamistavoitteet:** Opintojakson suoritettuaan opiskelija tuntee keskeisimmät kokeelliset ja analyttiset menetelmät, joita tarvitaan metallurgisessa tutkimus- ja kehitystoiminnassa sekä materiaalien tutkimisessa. Opiskelija osaa hahmottaa tutkimusongelmia, eritellä oleellisia tutkimuskohteita, tehdä taustaselvitykset ja valita sopivimmat tutkimus- ja analyysimenetelmät sekä toteuttaa tutkimuksen ja raportoinnin laaditussa aikataulussa. Lisäksi opiskelija osaa havainnoida ja ymmärtää metallurgiaan liittyviä ilmiöitä, niiden vuorovaikutuksia ja seurauksia. Kurssiin liittyvät tehtävät vaihtuvat vuosittain ja siksi yksityiskohtaisemmat osaamistavoitteet määritellään joka vuosi erikseen.

**Osaamistavoitteet englanniksi:** Students passing the course are familiar with the most important experimental and analytical methods used in the laboratory scale research of materials and metallurgical processes. Students can determine and separate research problems to reasonable pieces, collect the background information, select the reasonable methods and make the research and reporting on planned schedule. Additionally, students can observe the metallurgical phenomena and their interconnections and consequences. It should also be noted that the contents of the course are under continuous development and therefore more detailed learning outcomes are given each year at the beginning of each course.

**Sisältö:** Yleisimmät materiaalin modifointiin ja käyttäytymiseen (hapettuminen, pelkistyminen, sulaminen, pintailmiöt ja reaktiokinetiikka) liittyvät kokeelliset tutkimus- ja analyysimenetelmät. Tutkimusongelman hahmottaminen ja tutkimuskohteen rajaaminen, taustaselvityksen ja tutkimussuunnitelman teko, kokeiden suoritus, tulosten analysointi, raportointi ja esittely.

**Sisältö englanniksi:** Typical experimental and analytical methods used to research the high temperature modification and behaviour (oxidation, reduction, melting, surface phenomena, kinetics) of materials. Determining and separating research problems to reasonable pieces, making the background research, selecting suitable methods, reporting and presenting the results.

**Toteutustavat:** Pienissä ryhmissä laadittavat tehtävät, harjoitustyöt ja näiden raportointi ja tulosten esittely sekä niiden tekoa tukeva kontaktiopetus, joka pitää sisällään mm. luentoja, laskuharjoituksia ja demonstraatioita.

**Toteutustavat englanniksi:** Group exercises and contact-education that supports these exercises.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:** Esitiedoiksi suositellaan prosessi- tai ympäristötekniikan koulutusohjelman kandidaatinvaiheen opintoja vastaavia tietoja. Kandidaattityö on oltava hyväksytty ennen kuin tästä kurssista on mahdollista saada suoritusilmoitus.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin englanniksi:** Knowledge and skills corresponding the knowledge and skills that are obtained from the Bachelor-level-studies in the programme of process or environmental engineering are required as prerequisites.

**Oppimateriaali:** Kontaktiopetuksen aikana jaettava materiaali sekä tehtäviä varten itsenäisesti haettava aineisto.

**Oppimateriaali englanniksi:** Material will be distributed during lectures and exercises.

**Suoritustavat:** Pienissä ryhmissä laadittavat tehtävät ja raportit.

**Suoritustavat englanniksi:** Group-exercises and reports.

**Vastuuhenkilö:** Yliopisto-opettaja Pekka Tanskanen.

**Vastuuhenkilö englanniksi:** University teacher Pekka Tanskanen.

**Opetuskieli:** Suomi (tarvittaessa englanti).

**Opetuskieli englanniksi:** Finnish (English if necessary).

## **477414S Metallurgiset prosessit ja niiden mallinnus**

### Process simulation in extractive metallurgy

**Laajuus:** 10 op

**Laajuus englanniksi:** 10 ECTS

**Ajoitus:** Toteutus periodeissa 1-3.

**Ajoitus englanniksi:** Implementation in 1st-3rd periods.

**Tavoite:** Tavoitteena on esitellä Suomen metallurgisen teollisuuden kannalta merkittävimmät metallien tuotantoketjut ja niihin kuuluvat yksittäiset osaprosessit sekä tutustua näiden prosessien mallinnus- ja simulointimenetelmiin. Lisäksi kuvataan prosessikehityksen kannalta kriittisten osatekijöiden kuten kuonien, pelkistinaineiden ja vuorausmateriaalien merkitys metallien jalostusprosesseissa.

**Tavoite englanniksi:** To introduce the most important metal production processes and metallurgical unit operations used in Finland as well as to learn the modelling and simulation methods concerning these processes. Additionally, the roles of slags, reduction agents and refractory materials in the metallurgical processes are considered.

**Osaamistavoitteet:** Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa kuvailla metallien tuotantoketjut sekä osaa mallintaa sekä tuotantoketjuja että niihin kuuluvia yksittäisiä osaprosesseja. Lisäksi opiskelija tuntee prosessimallinnuksen reunaehdot, joita asettavat mm. mallinnettavaa prosessia koskevan mittausdatan saatavuus sekä prosessissa esiintyvien ilmiöiden tuntemus ja kyky mallintaa niitä. Kurssiin liittyvät tehtävät vaihtuvat vuosittain ja siksi yksityiskohtaisemmat osaamistavoitteet määritellään joka vuosi erikseen.

**Osaamistavoitteet englanniksi:** Students passing the course are familiar with the metal production processes and metallurgical unit operations used in Finland and they can create process simulations describing these processes. Additionally, students can identify the boundary conditions of the process simulations created by e.g. availability of the data and possibilities to model the phenomena involved in these processes. It should also be noted that the contents of the course are under continuous development and therefore more detailed learning outcomes are given each year at the beginning of each course.



**Sisältö:** Suomen kannalta keskeiset metallien ja metalliseosten valmistusketjut ja osaprosessit sekä niiden mallinnus ja simulointi. Kurssin sisältö jakaantuu seuraaviin osa-alueisiin, joista kukin suoritetaan omana tehtävänä: 1. Raudan, teräksen ja ferroseosten valmistus Suomessa. 2. Värimetallien valmistus Suomessa. 3. Kuonat. 4. Koksi ja muut pelkistysaineet. 5. Vuorausmateriaalit. 6. Metallurgisten prosessien ympäristövaikutukset ja niiden hallinta. 7. Prosessisimulointi. 8. Numeerinen ja fysikaalinen virtausmallinnus. 9. Prosessidatan käsittely.

**Sisältö englanniksi:** The most important metal production processes and metallurgical unit operations used in Finland as well as modelling and simulation of these processes.

**Toteutustavat:** Pienissä ryhmissä laadittavat tehtävät ja harjoitustyöt ja niiden tekoa tukeva kontaktiopetus, joka pitää sisällään mm. luentoja ja teollisuusvierailun.

**Toteutustavat:** Group exercises and contact-education that supports these exercises.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin:** Esitiedoiksi suositellaan prosessi- tai ympäristötekniikan koulutusohjelman kandidaatinvaiheen opintoja vastaavia tietoja. Kandidaatintyö on oltava hyväksytty ennen kuin tästä kurssista on mahdollista saada suoritustilmoitus.

**Yhteydet muihin opintojaksoihin englanniksi:** Knowledge and skills corresponding the knowledge and skills that are obtained from the Bachelor-level-studies in the programme of process or environmental engineering are required as prerequisites.

**Oppimateriaali:** Kontaktiopetuksen aikana jaettava materiaali sekä tehtäviä varten itsenäisesti haettava aineisto.

**Oppimateriaali englanniksi:** Material will be distributed during lectures and exercises.

**Suoritustavat:** Pienissä ryhmissä laadittavat tehtävät.

**Suoritustavat englanniksi:** Group-exercises.

**Vastuuhenkilö:** Professori Timo Fabritius.

**Vastuuhenkilö englanniksi:** Professor Timo Fabritius.

**Opetuskieli:** Suomi (tarvittaessa englanti).

**Opetuskieli englanniksi:** Finnish (English if necessary).