



ENERGIATEKNIikka ENERGY TECHNOLOGY

(ENER-KOODIN OPINTOJAKSOT)
(COURSE CODE ENER)

Perusopinnot Core Studies

■ Energiatekniikan kemia *Chemistry for Energy Technology*

Koodi: ENER1010

Laajuus: 5 op

Edellytykset: suositellaan lukion kemiaa

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa selittää kemian peruskäsitteitä, ymmärtää kemiallisen sitoutumisen, reaktiivisuutta ja aineiden olomuotoja. Kurssilla perehdytään kemiallisiin reaktioihin, kemialliseen tasapainoon, katalyytin vaikutukseen ja syvällisemmin reaktioista lämpökemiaan ja palamiseen. Kurssilla käsitellään sähkökemian teoriaa ja sovellutuksia, kuten sähkökemiallisia kennoja ja korroosiota. Kurssilla käydään läpi ympäristökysymyksiin liittyviä kemiallisia ilmiöitä sekä kemiallista mittaustekniikkaa. Opintojakso kehittää ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja (laskenta) sekä kriittistä ajattelua ja analyttisyyttä (päästönormit).

Sisältö: johdatus epäorgaaniseen kemiaan, orgaaniseen kemiaan ja fysikaaliseen kemiaan sekä näiden sovelluksia

Oppimateriaali ja kirjallisuus: ilmoitetaan lähiopetuksessa kurssin alkaessa

Toteutustavat: lähiopetus 40 h (sisältävät harjoitukset), itsenäinen työ 92 h

Suoritustavat: tentti

Opetus- ja suorituskielet: suomi

Arvostelu: asteikolla 1-5 tai hylätty

Vastuhenkilö: Seppo Niemi

Opettaja: Anne Hänninen

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja: Kurssi on suunniteltu energia-, sähkö- ja automaatiotekniikan teollisten sovellutusten taustoitukseksi.

Aineopinnot Intermediate Studies

■ Kandidaatintutkielma Sähkö- ja energiatekniikka *Bachelor's Thesis*

Huom. Energia- ja informaatiotekniikan tutkinto-ohjelman opiskelijoille

Koodi: TECH2980

Laajuus: 10 op

Ajankohta: 3. vuosi, opiskelija valitsee itse tutkielmansa aiheen ja aloittaa tutkielmatyöskentelyn osallistumalla aloitusseminaariin joko syys- tai kevätlukukauden alussa, seminaareja järjestetään kerran kuukaudessa tai tarpeen mukaan keskiviikkoisin klo 16:15 alkaen



Edellytykset: Vaasan yliopistossa järjestettävät sähkö- ja energiatekniikan suunnan opintojaksot tutkielman aihepiirin alalta

Osaamistavoitteet: Opiskelija osaa itsenäisesti etsiä tutkittua tietoa valitsemastaan aiheesta, osaa verrata tutkielman aihepiiriin liittyviä asioita keskenään, osaa rajata aihetta ja osaa raportoida sekä suullisesti että kirjallisesti annettujen ohjeiden mukaisesti. Opintojakso kehittää ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja (tiedon valinta), kriittistä ajattelua ja analyttisyyttä (tiedon arviointi) sekä kirjallista ja suullista ilmaisua (kirjoittaminen, suullinen esitys).

Sisältö: Alkuraportti (n. 1 sivu): sisältää tutkielman alustavan otsikon, lyhyen kuvauksen työstä ja aiheesta, aiheen keskeisimmät kirjallisuuslähteet sekä aikataulusuunnitelman.

Väliraportti (10–15) sivua: Vastaa työmäärältään noin 1/3 koko kandidaatin tutkielmasta. Väliraportissa edellytetään olevan: luonnos tiivistelmä sivuksi, tutkielman sisällysluettelo, johdanto, jossa tavoite ja rajoitus, kirjallisuustyössä kirjoitettuna keskeisiä tekstikohtia/empirisessä työssä yksityiskohtainen toteutussuunnitelma, hahmotelma johtopäätöksistä. Hyväksytystä väliraportista kirjataan 3 opintopistettä.

Loppuraportti viimeistellään kirjoitusohjeiden mukaisesti. Kandidaatin tutkielma kansitetaan ja tarkastetaan Turnitin-plagiaatintunnistusjärjestelmällä. Tutkielmasta pidetään pienryhmässä seminaariesitys.

Oppimateriaali ja kirjallisuus: tutkielman aiheeseen liittyvät tieteelliset tekstit

Toteutustavat: aloitusluennot syys- ja kevätlukukauden alussa 2 h, ohjaus ja pienryhmätyöskentely 15 h, itsenäinen työ 253 h

Suoritustavat: aloitusluennot tai yhteydenotto omaan aihepiiriin vastuuhjaajaan, alkuraportti, väliraportti (TECH2981, 3 op), seminaariesitys ja opponointi, kansitettu ja Turnitin-plagiaatintunnistusjärjestelmällä tarkastettu loppuraportti (TECH2982, 7 op). Lisäksi kypsyysnäyte (KNÄYxxxx, 0 op). Osallistuminen vähintään kahteen seminaaritulaisuuteen ennen omaa esitystä. Opiskelija voi myös halutessaan edetä suoraan loppuraporttiin ja seminaariesitykseen.

Opetus- ja suorituskielet: tutkielman kieli voi olla suomi, ruotsi tai englanti

Arvostelu: asteikolla 1-5 tai hylätty

Vastuuhenkilöt: TkK-koulutusohjelmavastaava, Kimmo Kauhaniemi, Seppo Niemi, Timo Vekara

Opettajat: TkK-koulutusohjelmavastaava, Kimmo Kauhaniemi, Seppo Niemi, Timo Vekara

Vastuujärjestelmä: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja: ks. tekniikan alan kandidaatin tutkielman laadintaohjeet, kirjoitusohjeet ja sähkö- ja energiatekniikan kirjallisten töiden ohjeet (Moodlessa kurssi SATEkirjalliset), ilmoittaudu kurssille, tarkemmat tiedot kurssi-ilmoittautumisjärjestelmän kautta, esityksistä ilmoitetaan lisäksi ”s-perus” -sähköpostilistalla, kandidaattitutkielmat tarkistetaan Turnitin plagiaatintunnistusjärjestelmällä

■ Lämmönsiirtotekniikka

Heat Transfer

Koodi: ENER2010

Laajuus: 5 op

Edellytykset: Teknillinen termodynamiikka

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija

- on oppinut tuntemaan lämmönsiirtymisen tavat ja tutustunut lämmönsiirron peruseräisiin
- tietää, miten lämpö siirtyy polttomoottorissa
- osaa soveltaa energian säilymisperiaatetta lämmönsiirtymiseen, tietää energian generoinnin, lämmön, työn sekä virtaustyön, osaa soveltaa yksinkertaistettua jatkuvan virtauksen yhtälöä
- osaa käyttää pinnan energian tasapainoa lämmönsiirron tehtävien ratkaisemisessa sekä tietää lämmönsiirron sovellusalueita
- osaa johtaa johtumisvirran yhtälön kokeellisten tulosten perusteella
- tietää aineen eri olomuotojen lämmönjohtavuuksista ja nanoskaalan vaikutuksesta sekä eristeiden tehollisesta lämmönjohtavuudesta
- osaa johtaa ja käyttää lämpöyhtälöä, pystyy valitsemaan lämmönsiirtymisen reunaehdon
- osaa määrittää johtumisen, konvektion ja säteilyn termisen resistanssin, tietää kontaktin resistanssin
- osaa käyttää vaihtoehtoisia tapoja lämpövirran laskemiseen yksiulotteisessa jatkuvassa johtumisessa, osaa laskea yksiulotteisen jatkuvan johtumisen radiaalisessa tapauksessa

Opintojakso kehittää ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja (laskut) sekä kriittistä ajattelua ja analyttisyyttä (tulosten ja menetelmien arviointi).

Sisältö: tavoitteen mukainen

Oppimateriaali ja kirjallisuus:

1. Incropera, F., DeWitt, D., Bergman, T., Lavine, S., Fundamentals of Heat and Mass Transfer, sixth edition, John Wiley & Sons
2. lisäksi luentomateriaali



Toteutustavat: luennot 40 h ja laskuharjoitukset 20 h, itsenäinen työ 75 h
Suoritustavat: välikokeet tai tentti
Opetus- ja suorituskielet: suomi
Arvostelu: asteikolla 1-5 tai hylätty
Vastuuhenkilö: Jukka Kiijärvi
Opettaja: Jukka Kiijärvi
Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö
Lisätietoja:

■ Teknillinen termodynamiikka

Engineering Thermodynamics

Koodi: ENER2020

Laajuus: 5 op

Edellytykset: Aallot, optiikka ja termodynamiikka

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija

- tuntee termodynamiikan peruskäsitteet, osaa energian määrittelyn, osaa valita suljetun ja avoimen systeemin, tietää intensiivisen ja eksentiivisen ominaisuuden, tuntee jatkuvan aineen käsitteen, tietää eri tasapainotilat, prosessin ja kvasitasapainon, osaa määrittellä jatkuvan tilan
- tuntee lämpötilan, lämpötila-asteikot ja paineen, osaa valita sopivan painemittarin, tietää termodynamiikan nollannen pääsäännön, osaa Pascalin lain
- osaa määrittellä energian eri muodot, sisäenergian ja lämmön, tietää lämmönsiirron tavat, osaa määrittellä työn ja mekaanisen työn eri muodot, osaa arvioida tuulivoimalan tehon
- osaa termodynamiikan ensimmäisen pääsäännön, osaa johtaa akselityön yhtälön, tuntee erilaiset hyötysuhteet, osaa arvioida vesivoimalan tehon
- tuntee puhtaan aineen käsitteen, tietää olomuodon muutoksen prosessien fysiikkaa, tietää pv- ja Tv-piirroksia, osaa käyttää puhtaan aineen taulukkoja ja soveltaa ideaalikaasun yhtälöä
- tietää liikkuvan rajan työn, osaa soveltaa termodynamiikan ensimmäistä pääsääntöä suljettuun systeemiin, tietää ominaislämpökapasiteetit, laskea ideaalikaasun sisäenergian ja entalpian muutokset ominaislämpökapasiteettien avulla, ratkaista suljetun systeemin energiatasapainon
- osaa soveltaa termodynamiikan ensimmäistä pääsääntöä kontrollitilavuuteen, tuntee virtaustyön ja entalpian käsitteet, osaa ratkaista jatkuvan virtauksen laitteen energiatasapainon, osaa termodynamiikan toisen pääsäännön, tietää termisen energian varaston, lämpövoimakoneet, jäähdytyskoneet ja lämpöpumput, osaa Kelvin-Planckin ja Clausiuksen versiot toisesta pääsäännöstä, tunnistaa ikiliikkujan
- osaa soveltaa termodynamiikan toista pääsääntöä prosesseihin, tietää entropian ja entropian kasvun periaatteen, osaa laskea entropian muutoksen puhtaiden aineiden ja ideaalikaasujen prosesseissa, tuntee isentrooppisen prosessin

Opintojakso kehittää ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja (laskut) sekä kriittistä ajattelua ja analyttisyyttä (tulosten ja menetelmien arviointi).

Sisältö: tavoitteen mukainen

Oppimateriaali ja kirjallisuus:

1. Cengel, Y., Boles, M., Thermodynamics: an Engineering Approach, 6th edition, McGraw-Hill
2. lisäksi luentomateriaali

Toteutustavat: luennot 40 h ja harjoitukset 20 h, itsenäinen työ 75 h

Suoritustavat: välikokeet tai tentti

Opetus- ja suorituskielet: suomi

Arvostelu: asteikolla 1-5 tai hylätty

Vastuuhenkilö: Jukka Kiijärvi

Opettaja: Jukka Kiijärvi

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja:

■ Virtausmekaniikka

Fluid Mechanics

Koodi: ENER2030

Laajuus: 5 op

Edellytykset: Aallot, optiikka ja termodynamiikka

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija



- osaa fluidin määritelmän, tietää suomalaisia virtauslaskennan yrityksiä, osaa etsiä sopivia laskentakoodoja, tuntee systeemin ja kontrollitilavuuden sekä osaa laskea vapaan putoamisen tehtäviä
- tuntee jatkuvan aineen käsitteen, tietää nopeus- ja tiheyskentän, osaa erottaa yksi-, kaksi-, ja kolmeulotteisen virtauksen, tietää virtauksen visualisoinnin tavat, tuntee jännityskentän, tietää viskositeetin, osaa pintajännityksen sekä luokitella virtauksen
- hallitsee fluidistatiikan perusyhtälöt, osaa laskea paineen vaihtelun staattisessa fluidissa ja hydrostaattisen voiman upotettuihin pintoihin, osaa ratkaista nosteeseen ja kellumiseen liittyviä tehtäviä
- osaa kontrollitilavuuden perusyhtälöt integraalimuodossa sekä hallitsee Reynoldsin kuljetusteoreeman
- osaa massan säilymisen yhtälön differentiaalimuodossa
- osaa laskea jatkuvan putkivirtauksen tehtäviä, tietää kavitaation muodostumismekanismien, tuntee kavitaatioeroosion ja kavitaation vaikutuksen virtaukseen kuristuksessa
- on tutustunut erilaisiin dieselmoottorin yhteispaineella toimiviin ruiskutusjärjestelmiin, ruiskutusventtiileihin, korkeapainepuolen komponentteihin, osaa laskea virtauksen ruiskutusventtiilin reiässä

Opintojakso kehittää ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja (laskenta, vaihtoehtojen punnitseminen), kriittistä ajattelua ja analyttisyyttä (ratkaisujen ja tulosten arviointi). Opiskelija oppii hyödyntämään numeerisen laskennan Scilab-ohjelmaa (mallintaminen, laskenta).

Sisältö: tavoitteen mukainen

Oppimateriaali ja kirjallisuus:

1. Fox, R., McDonald, A., Pritchard, P., Introduction to Fluid Mechanics, 7th edition, John Wiley & Sons
2. lisäksi luentomateriaali

Toteutustavat: luennot 36 h ja laskuharjoitukset 18 h, itsenäinen työ 78 h

Suoritustavat: välikokeet tai tentti

Opetus- ja suorituskielet: suomi

Arvostelu: asteikolla 1-5 tai hylätty

Vastuuhenkilö: Jukka Kiijärvi

Opettaja: Jukka Kiijärvi

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja:

Syventävät opinnot Advanced Studies

■ Diesel- ja kaasumoottorit

Diesel and Gas Engines

Koodi: ENER3010

Laajuus: 10 op

Ajankohta: syys- ja kevätlukukausi

Edellytykset: Teknillinen termodynamiikka

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa

- esitellä ja luokitella diesel- ja kaasumoottorityypit
- ratkaista moottorin ilmakertoimen, tehon, hyötysuhteen ja ominaiskulutuksen sekä selittää, miten eri tekijät vaikuttavat eri hyötysuhteisiin ja saavutettavaan tehoon
- laskea yksinkertaisten moottorikiertoprosessien hyötysuhteita ja keskipaineita ja kuvata moottorin indikaattoripiirroksen ja esitellä sen suureet ja käytön
- laskea palamislaskuja: moottorin ilmantarpeet, ilmamäärät, savukaasumäärät, savukaasun koostumuksen
- selostaa erilaisten moottorien palamistapahtuman kulun, kuvata palamisen laatuun vaikuttavat tekijät ja laskea ruiskutusjärjestelmän laskuja
- kertoa polttoaineensyöttöjärjestelmien toiminnan ja perusrakenteet
- ratkaista kampimekanismin liikelaskuja, piirtää kampimekanismiin vaikuttavat voimat ja selostaa mas-savoimien tasapainotuksen pääperiaatteet
- esittää vääntöväärähtelyjen syntymekanismien ja selostaa vaimennusratkaisuja
- ratkaista ahtamiseen liittyviä laskuja ja kuvata ahtamisjärjestelmät sekä ahdinrakenteet
- laskea pakokaasuemissiosuureita ja selostaa päästöjen muodostumissyitä ja vähentämismenetelmiä
- kuvata moottorien pääosien rakenteen ja nimetä materiaalit



Opintojakso kehittää ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja (laskenta, vaihtoehtojen punnitseminen), kriittistä ajattelua ja analyttisyyttä (ratkaisujen ja tekniikoiden arviointi) sekä kirjallista ilmaisua (kirjoittaminen) ja edistää elinikäistä oppimista (asioiden kompleksisuus, kompromissit). Opintojakso kehittää myös tuotekehitys- ja markkinointitaitoja.

Sisältö: tavoitteen mukainen

Oppimateriaali ja kirjallisuus:

Turunen, R. ja Niemi, S. (2002), Polttomoottorit, teoksessa: Raiko et al. (toim.), Poltto ja palaminen.

Lähijaksoilla ilmoitettavat osat kirjoista:

1. Heywood, J. (2018), Internal Combustion Engine Fundamentals
2. Griffiths, D. (1999), Marine Medium Speed Diesel Engines
3. Griffiths, D. (2006), Marine Low Speed Diesel Engines
4. Wright, A. A. (2000), Exhaust Emissions from Combustion Machinery
5. Majewski, W. A. and Khair, M. K. (2006), Diesel Emissions and Their Control

Lisäksi opetusmonisteet, lähijaksojen muistiinpanot ja laskutehtävät.

Oheismateriaali: edellä mainittujen kirjojen lisäksi:

- Mollenhauer, K. und Tschöke, H. (eds.) (2010), Handbook of Diesel Engines
- Merker, G. P. und Teichmann, R. (Hrsg.) (2014), Grundlagen Verbrennungsmotoren
- van Basshuysen, R. und Schäfer, F. (Hrsg.) (2006), Lexikon Motorenteknik
- van Basshuysen, R. und Schäfer, F. (Hrsg.) (2015), Handbuch Verbrennungsmotor
- Stone, R., (1999), Introduction to Internal Combustion Engines
- Heisler, H. (1995), Advanced engine technology
- Ferguson C. R. and Kirkpatrick, A. T. (2001), Internal Combustion Engines
- Hoag, K. L. (2006), Vehicular Engine Design, Powertrain
- Woodyard, D. (ed.) (2009), Pounder's Marine Diesel Engines and Gas Turbines
- Grote, K. H. and Antonsson, E. K. (eds.) (2008), Handbook of Mechanical Engineering
- Hiereth, H. and Prenninger, P. (2010), Charging the Internal Combustion Engine
- Dieselmootorin ohjausjärjestelmät, (2010), Robert Bosch GmbH
- Alvarez, H. (2006), Energiteknik
- Johansson, B. (2003). Förbränningsmotorer

Toteutustavat: lähiopetus, kokeet, laboratorioharjoitus, yhteensä n. 50 h, itsenäinen työ (teoria, laskut) 220 h

Suoritustavat: kirjalliset välikokeet tai tentti

Opetus- ja suorituskielet: suomi

Arvostelu: asteikko 1-5 tai hylätty

Vastuhenkilö: Seppo Niemi

Opettaja: Seppo Niemi

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja:

■ Distributed Energy Generation Systems

Code: ENER3120

Credits: 5 ECTS (5 op)

Prerequisites: University level courses in multivariable calculus, linear algebra and thermodynamics or equivalents: Modeling and simulation of energy systems

Learning Outcomes:

By the end of the course, the student can

- Explain distributed generation systems
- Understand how microgrids work
- Model and simulate a system with distributed generation
- Formulate and solve optimization problems for smart grids

Course description:

This course covers technologies of distributed energy generation systems such as hydropower systems, wind systems, photovoltaic solar energy systems, hybrid systems, energy storage systems and smart grids. Mathematical modeling-based optimisation is introduced to investigate case studies of renewable energy integration problems and solutions. The course will also discuss modern distributed energy system issues, such as 'virtual power plant', 'multi-energy system', 'smart grid', etc, and their relationships.

Content:

- Introduction (2h)
Overview of electric power system



(1h Xiaoshu Lu)

Introduction to distributed energy generation

(1h Xiaoshu Lu)

- Technologies of distributed energy systems (8h)
 - hydropower systems (××2h)
 - wind systems (××2h)
 - photovoltaic solar energy systems (××2h)
 - hybrid systems (××2h)
- Framework of distributed energy systems (4h)
 - Configuration design (××2h)
 - Renewable energy availability (××2h)
- Mathematical modelling and optimisation (8h)
 - Introduction to modelling (2h Xiaoshu Lu)
 - Load demand modeling (2h Xiaoshu Lu)
 - Optimisation techniques (2h Xiaoshu Lu)
 - Energy system optimisation (2h Xiaoshu Lu)
- Modern distributed energy systems (4h)
 - Virtual power plant, smart grid, etc (××4h)

Study Materials:

1. Lecture material
2. Other material announced in lectures

Modes of Study: lectures 26 h, simulation exercises 34 h, visiting lecture(s) 2h and final examination 3h, independent work 60+10 h

Languages: Language(s) of instruction: English, completion language(s): English

Grading: scale 1-5 or fail

Responsible Person: Associate Professor Xiaoshu Lu

Teacher(s): Xiaoshu Lu etc.

Responsible Unit: School of Technology and Innovations

Additional Information: Annual course, will be arranged during academic year 2019-2020

■ **Energiatekniikan projektityö 1-3**

Project Work in Energy Technology 1- 3

Koodi: ENER3070

Laajuus: enintään 20 op

Edellytykset:

Osaamistavoitteet: Opiskelija ratkaisee jonkin energiatekniikan ajankohtaisen ongelman, kehittää jokin energiatekniikan menetelmän tai sovelluksen tai syventyy jonkin energiatekniikan ajankohtaisen pulma- tai tutkimuskysymyksen taustoittamiseen. Opintojakso kehittää ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja (tiedon valinta), kriittistä ajattelua ja analyttisyyttä (tiedon arviointi) sekä kirjallista ja suullista ilmaisua (kirjoittaminen, suullinen esitys), edistää elinikäistä oppimista (asioiden kompleksisuus) ja yhteistyötaitoja.

Sisältö: sisällöltään muuttuva-aiheinen opintojakso, jossa yllä mainittu tavoite saavutetaan, voidaan sisällyttää opintoihin 1-3 kertaa erisisältöisenä

Oppimateriaali ja kirjallisuus: tavoitteen mukaan

Toteutustavat: itsenäinen, yksilöllisesti sovittu tai ryhmätyö, laboratoriomittaus tulosanalysointineen, luentokokoukset, kongressi- tai symposiumireferaatti, vierailuluennot, tms

Suoritustavat: sovitaan erikseen

Opetus- ja suorituskielet: suomi

Arvostelu: asteikko 1-5 tai hyväksytty/hylätty

Vastuhenkilö: Seppo Niemi

Opettaja: Seppo Niemi

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja: Huom. Mikäli sisällytetään Liiketoimintaosaaminen-kokonaisuuteen, aihe valittava niin, että sisältää selkeän liiketoimintaosaamisen painotuksen.



■ Hajautettu energiantuotanto

Distributed Energy Production

Koodi: ENER3100

Laajuus: 5 op

Ajankohta: kevätlukukausi

Edellytykset: Energiatekniikan fysikaaliset perusteet ja Teknillinen termodynamiikka

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa

- selostaa hajautetun energiantuotannon teknologioita
- kuvata hajautetun energiantuotannon raaka-aineen hankintaa
- arvioida hajautetun energiantuotannon käytettävyyttä ja tasalaatuisuutta
- laatia hajautetun energiantuotannon liiketaloudelliseen kannattavuuteen liittyviä laskelmia

Opintojakso kehittää ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja (tiedon valinta), kriittistä ajattelua ja analyytisyyttä (tiedon arviointi) sekä kirjallista ja suullista ilmaisua (kirjoittaminen, suullinen esitys) ja edistää elinikäistä oppimista (monimutkaiset kokonaisuudet).

Sisältö: tavoitteen mukainen

Oppimateriaali ja kirjallisuus: ilmoitetaan lähijaksolla kurssin aikana

Toteutustavat: lähiopetus noin 36 h ja etätehtäviä, joita voidaan esitellä esimerkiksi PBL-tyyppisissä istunnoissa, itsenäinen työ 99 h

Suoritustavat: kirjallinen tentti

Arvostelu: asteikko 1–5 tai hylätty

Vastuuhenkilö: Anne Mäkiranta

Opettaja: useita opettajia mm. Uusiutuvien energioiden tutkimusryhmästä

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja:

■ Pako- ja savukaasujen puhdistustekniikan seminaari

Seminar on Exhaust and Flue Gas After-Treatment

Koodi: ENER3040

Laajuus: 5 op

Ajankohta: kevätlukukausi

Edellytykset: Diesel- ja kaasumoottorit suositeltava

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa

- kertoa, mitä haitta-aineita diesel- ja kaasumoottorin pakokaasut ja höyrykattiloiden savukaasut sisältävät
- luetella, mitkä konstruktiiviset, säätö- ja käyttötekijät vaikuttavat pakokaasujen saastemääriin ja millä tavalla
- selostaa, miten diesel- ja kaasumoottorien pakokaasuja ja kattiloiden savukaasuja puhdistetaan
- kuvata pakokaasunormien mittausten menetelmien periaatteita
- laskea päästöjä ja ominaisemissioita mittaustuloksista ja muuntaa tuloksia eri esitystapojen mukaisiksi

Opintojakso kehittää ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja (laskenta, vaihtoehtojen punnitseminen), kriittistä ajattelua ja analyttisyyttä (ratkaisujen arviointi) sekä kirjallista ja suullista ilmaisua (kirjoittaminen, esitelmä), edistää elinikäistä oppimista (asioiden kompleksisuus) ja yhteistyötaitoja.

Sisältö: tavoitteen mukainen; pääpaino moottorilaitosten pakokaasupäästöissä ja niiden jälkikäsittelyssä

Oppimateriaali ja kirjallisuus:

Turunen, R. ja Niemi, S. (2002), Polttomoottorit, teoksessa: Raiko et al. (toim.), Poltto ja palaminen, osia kirjoista:

1. Heywood, J. (2018), Internal Combustion Engine Fundamentals
2. Wright, A. A. (2000), Exhaust Emissions from Combustion Machinery
3. Huhtinen et al. (2004), Höyrykattilatekniikka
4. Majewski, W. A. and Khair, M. K. (2006), Diesel Emissions and Their Control
5. Dieselmoottorin ohjausjärjestelmät. (2010). Robert Bosch GmbH
6. Günther, H. (2018). Pakokaasujen jälkikäsittely dieselmoottoreissa

Lisäksi opetusmonisteet, lähijaksojen muistiinpanot ja lasketut tehtävät.

Oheismateriaali: edellä mainittujen kirjojen lisäksi:

- Mollenhauer, K. und Tschöke, H. (eds.) (2010), Handbook of Diesel Engines
- van Basshuysen, R. und Schäfer, F. (Hrsg.) (2006), Lexikon Motorentchnik
- van Basshuysen, R. und Schäfer, F. (Hrsg.) (2015), Handbuch Verbrennungsmotor



- Stone, R., (1999), Introduction to Internal Combustion Engines
- Heisler, H. (1995), Advanced engine technology
- Ferguson, C. R. and Kirkpatrick, A. T. (2001), Internal Combustion Engines
- Eastwood, P. (2008), Particulate Emissions from Vehicles
- Eastwood, P. (2000), Critical Topics in Exhaust Gas Aftertreatment
- Zevenhoven, R. and Kilpinen, P. (2002), Control of pollutants in flue gases and fuel gases
- Woodyard, D. (ed.) (2009), Pounder's Marine Diesel Engines and Gas Turbines
- Grote, K. H. and Antonsson, E. K. (eds.) (2008), Handbook of Mechanical Engineering
- Alvarez, H. (2006), Energiteknik
- Johansson, B. (2003). Förbränningsmotorer
- Merker, G. P. und Teichmann, R. (Hrsg.) (2014), Grundlagen Verbrennungsmotoren

Toteutustavat: Johdantolähijakso, seminaariesitelmä, tentti, yht. n. 20 h, itsenäinen työ (teoria, laskut, seminaariesitelmä) 115 h. Opintojakson suoritus edellyttää osallistumista johdantolähijaksolle, esitelmän pitämistä sekä tentin hyväksytyä suorittamista.

Suoritustavat: johdantoluento, seminaarityö ja tentti

Opetus- ja suorituskielet: suomi

Arvostelu: asteikko 1-5 tai hylätty

Vastuuhenkilö: Seppo Niemi

Opettaja: Seppo Niemi

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja:

■ Poltto- tai voiteluaineita koskeva erikoistyö

Special Assignment on Fuels or Lubricating Oils

Koodi: ENER3050

Laajuus: 5 op

Ajankohta: kevätlukukausi

Edellytykset: suositellaan Diesel- ja kaasumoottorit ja Voimalaitokset ja energiatalous

Osaamistavoitteet: Omasta ja ryhmän erikoistyöaiheista riippuen opiskelija osaa opintojakson suoritettuaan

- kertoa, minkälaisia polttoaineita diesel- ja kaasumoottoreissa voidaan käyttää
- verrata moottoripolttoaineiden ominaisuuksia ja kilpailukykyisyyttä
- selostaa kattilalaitosten polttoainekysymyksiä
- analysoida polttoaineiden vaikutuksia moottorien tai kattiloiden suoritusarvoihin ja päästöihin
- luetella moottorien voiteluöljyjen tehtäviä ja ominaisuuksia,
- listata moottorivoiteluöljyjen vaikutuksia suoritusarvoihin ja päästöihin.

Opintojakso kehittää ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja (tiedon hankinta), kriittistä ajattelua ja analyttisyyttä (tiedon arviointi) sekä kirjallista ilmaisua (kirjoittaminen), edistää elinikäistä oppimista (tieteenalan laajuus), yhteistyö- ja it-taitoja.

Sisältö: tavoitteen mukainen; pääpaino moottorilaitosten poltto- ja voiteluaineissa

Oppimateriaali:

Jaettujen ja Moodlen* monisteiden, lähiopetuksen muistiinpanojen, lähiopetuksessa jaetun materiaalin ja lähiopetuksessa käytyjen laskutehtävien lisäksi opintojakson suoritusvaatimukseen kuuluvat seuraavat kirjojen osat:

1. Turunen, R. ja Niemi, S. (2002), Polttomoottorit, teoksessa Raiko et al. (toim.), Poltto ja palaminen. – Kappaleet 21.3.3, 21.4.5 ja 21.5.5.

2. Heywood, J. (2018), Internal Combustion Engine Fundamentals, johdantolähijaksolla ilmoitettavat sivut.

*Öljyn saastuttamien maa-alueiden kuntoutus biologisin menetelmin: vain luvut 2-5.

Lisäksi suoritusvaatimukseen sisältyy määräaikaan mennessä palautettu erikoistyö. Arvioinnissa tentillä ja erikoistyöllä on yhtäläinen painotus.

Muuta kirjallisuutta:

- Guibet, J. C. (1999), Fuels and Engines
- Bechtold, R. L. (1997), Alternative Fuels Guidebook
- Mollenhauer, K. und Tschöke, H. (eds.) (2010), Handbuch of Diesel Engines
- van Basshuysen, R. und Schäfer, F. (Hrsg.) (2006), Lexikon Motorentechnik
- van Basshuysen, R. und Schäfer, F. (Hrsg.) (2015), Handbuch Verbrennungsmotor
- Stone, R., (1999), Introduction to Internal Combustion Engines
- Huhtinen et al. (2004), Höyrykattilatekniikka



- Majewski, W. A. and Khair, M. K. (2006), Diesel Emissions and Their Control
- Woodyard, D. (ed.) (2009), Pounder's Marine Diesel Engines and Gas Turbines
- Alvarez, H. (2006), Energiteknik
- Johansson, B. (2003). Förbränningsmotorer
- Merker, G. P. und Teichmann, R. (Hrsg.) (2014), Grundlagen Verbrennungsmotoren

Toteutustavat: johdantolähijakso ja mahdollinen laboratoriovierailu (2-4 h), itsenäinen työ (tiedonhankinta, kirjoittaminen, teoria) 133-135 h, määräaikaan mennessä tehty hyväksytty erikoistyö, tentti

Suoritustavat: hyväksytty työ ja tentti

Opetus- ja suorituskielet: suomi

Arvostelu: asteikko 1-5 tai hylätty

Vastuuhenkilö: Seppo Niemi

Opettaja: Seppo Niemi

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja:

■ Modeling and Simulation of Energy Systems

Code: ENER3130

Credits: 5 ECTS (5 op)

Prerequisites: University level courses in multivariable calculus, linear algebra and thermodynamics or equivalents

Learning Outcomes:

By the end of the course, the student can

- master systems thinking techniques used for energy system modeling
- model an energy system using MATLAB/Simulink
- analyse simulation results to MATLAB/Simulink for model verification and validation
- develop analytical ability and mathematical analysis skills

Course description: This course provides foundations of modeling and simulation and how it is used in the process of energy systems modelling, testing, verification and validation. Technical approaches include system modeling, state-space representations, feedback control, and optimization. Software of Matlab/Simulink environment is employed. Power systems, batteries, buildings and renewable systems present energy systems case studies.

Content:

- Introduction (4h)
Introduction to energy systems
(2h Xiaoshu Lu)
Introduction to modelling approaches with Matlab/Simulink to energy systems
(2h Xiaoshu Lu)
- Renewable energy system modelling and simulation (4h)
Dynamic system modeling (Petri Välisuo 2h Birgitta Martin-Kauppi 2h)
Renewable energy system modelling (Petri Välisuo 2h Birgitta Martin-Kauppi 2h)
- Power system modeling and simulation (4h)
Optimisation (2h Maciej Mikulski)
Power system modeling (2h Maciej Mikulski)
- Building energy modeling and simulation (4h)
Physical modeling (2h Xiaoshu Lu)
Building energy modelling (2h Xiaoshu Lu)
- Hybrid vehicles modeling and simulation (4h)
Optimisation (2h Miadreza Shafie-khah)
Hybrid vehicles modeling (2h Miadreza Shafie-khah)

Study Materials:

1. Lecture material
2. Other material announced in lectures

Modes of Study: lectures 20 h, simulation exercises 40 h, visiting lecture(s) 2h and final examination 3h, independent work 60+10 h

Languages: Language(s) of instruction: English, completion language(s): English

Grading: scale 1-5 or fail

Responsible Person: Associate Professor Xiaoshu Lu

Teacher(s): Xiaoshu Lu, Maciej Mikulski, Miadreza Shafie-khah, Birgitta Martinkauppi etc

Responsible Unit: School of Technology and Innovations

Additional Information: Annual course, will be arranged during academic year 2019-2020 (autumn)

■ Modelling and Simulation of Internal Combustion Engines

Polttomoottoriprosessien mallintaminen ja simulointi

Code: ENER3060

Credits: 5 ECTS

Prerequisites: Diesel and Gas Engines, Engineering Thermodynamics

Learning outcomes: The course is designed to provide students with fundamental knowledge in modelling the cycle of an internal combustion engine. After building the model, the student can simulate how the changes in engine components and parameters affect the performance and operation of the modelled engine cycle. The course develops problem solving and decision-making skills, critical thinking, analytical way of working, literal and oral expression and promotes life-long learning plus collaboration and ICT skills.

Content: The course concentrates on a 1-D engine simulation software GT-Power. A model is built of a selected engine or engine prototype. Additional information about the characteristics of the engine is collected by means of the model. Improvements in performance are targeted. The themes may vary year after year. The simulation results are presented in a final seminar of the course.

Study material:

1. Heywood, J. (2018), Internal Combustion Engine Fundamentals
2. Heywood J. B. and Sher, E. (1999), The Two-Stroke Cycle Engine
3. Lecture notes

Additional literature:

- Mollenhauer, K. und Tschöke, H. (Hrsg.) (2007), Handbuch Dieselmotoren
- Stone, R., (1999), Introduction to Internal Combustion Engines
- Heisler, H. (1995), Advanced engine technology
- Ferguson, C. R. and Kirkpatrick, A. T. (2001), Internal Combustion Engines

Teaching methods: Lectures plus exercises 60 h (integrated), self-directed reading and problem solving 75 h.

Modes of Study: obligatory lectures and exercises (at computers). Building of the model. Completed simulations. Seminar presentation. Final report.

Language: English

Grading: scale 1-5 or fail

Responsible person: Seppo Niemi

Teacher: Maciej Mikulski

Responsible Unit: School of Technology and Innovations

Additional information:

■ Seasonal Energy Storage and Conversion Technologies

Energian kausivarastointi- ja konversioteknologiat

Code: ENER3110

Credits: 5 ECTS (5 op)

Prerequisites: none

Learning Outcomes:

By the end of the course, the student can

- understand potentials and limitations of the sources and drivers for energy transition and *more flexible* energy systems
- describe *physical* and *performance characteristics related* to important energy conversion and storage technologies
- have basic knowledge about effective integration of distributed energy resources for providing flexibility to the electricity networks
- evaluate energy conversion and storage requirements and design and select suitable solutions
- analyse and recommend conversion and storage technologies for different large-scale and *long-term* storage applications, including seasonal and grid energy storages.
- have a basic understanding of the future in the relevant professional jobs
- gain a solid theoretical foundation of engineering experience
- develop lifelong learning and interpersonal skills.

Content:

- Introduction



Integration of different energy networks / vectors (heat, biogas, transport, natural gas network, hydrogen)

- Energy Conversion Technologies
 - Electromechanical Energy Conversion
 - Wind Energy Conversion
 - Solar Energy Conversion
- Energy Storage Technologies
 - Electricity storage systems
 - Mechanical (pumped hydro, compressed air, flywheel)
 - Electrochemical (secondary batteries, flow batteries), Chemical (hydrogen), Electrical (double-layer capacitor), Thermal (sensible heat storage)
- Large-scale storage applications
 - Heat storages and future district heating systems with distributed heat sources
 - Seasonal storage solutions for smart and sustainable buildings in local energy communities
- Modelling the long-term deployment of energy storage integrated energy systems

Study Materials:

1. Lecture material
2. Other material announced in lectures

Teaching Methods and Modes of Study: lectures 20 h, simulation exercises 4 h, visiting lecture(s) and final examination 3h independent work 60 h

Languages: Language(s) of instruction: English, completion language(s): English

Grading: scale 1-5 or fail

Responsible Person: Xiaoshu Lu

Teacher(s): Xiaoshu Lu, Petri Välisuo, Birgitta Martinkauppi etc.

Responsible Unit: School of Technology and Innovations

Additional Information: biannual course, will be arranged during academic year 2020-2021 (autumn 2020)

■ Voimalaitokset ja energiatalous

Power Plants

Koodi: ENER3080

Laajuus: 5 op

Ajankohta: kevätlukukausi

Edellytykset: Teknillinen termodynamiikka

Osaamistavoitteet: Opintojakson suoritettuaan opiskelija osaa

- kuvata höyry-, kaasuturbiini- ja ydinvoimaloiden peruskytkennät
- selostaa vesi-, tuuli- ja aurinkovoimaloiden perusrakenteet
- kuvata voimaloiden käynnistys-, ajo-, pystytys- ja huoltotoimenpiteitä
- selostaa voimaloiden sähköjärjestelmiä
- kuvata voimaloiden pääkomponenttien toimintaperiaatteita ja rakenteita
- arvioida voimaloiden ympäristövaikutuksia
- laskea voimaloiden prosessi- ja talouslaskuja.

Opintojakso kehittää ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja (laskenta, vaihtoehtojen punnitseminen), kriittistä ajattelua ja analyttisyyttä (tiedon arviointi) sekä kirjallista ilmaisua (kirjoittaminen) ja edistää elinikäistä oppimista (tieteen moniulotteisuus).

Sisältö: tavoitteen mukainen

Oppimateriaali ja kirjallisuus: Huhtinen, M. et al. (2013), Voimalaitostekniikka. – Alvarez, H. (2006), Energiateknik. – Zahoransky, R. et al. (2013), Energietechnik. – El-Wakil, M. M. (1984), Powerplant Technology. – Niemi, S. (1997), Survey of Modern Powerplants driven by Diesel and Gas Engines. – Thomas, H.-J. (1985), Thermische Kraftanlagen. – Grote, K.-H. and Antonsson, E. K. (eds.) (2008), Springer Handbook of Mechanical Engineering. – Lisäksi opetusmonisteet, lähijaksojen muistiinpanot ja laskutehtävät.

Toteutustavat: johdantolähijakso yhteensä 2-10 h, itsenäinen työ (teoria, laskut) 125-133 h, tentti

Suoritustavat: tentti

Opetus- ja suorituskielet:

Arvostelu: asteikko 1-5 tai hylätty

Vastuhenkilö: Seppo Niemi

Opettaja: (alustava tieto) Seppo Niemi

Vastuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja:



■ Diplomityö

Master's Thesis

Koodi: ENER3990

Laajuus: 30 op

Edellytykset: energiatekniikan syventävät opinnot

Osaamistavoitteet: Opintojakso kehittää ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja (tiedon haku ja valinta), kriittistä ajattelua ja analyttisyyttä (tiedon arviointi) sekä kirjallista ja suullista ilmaisua (kirjoittaminen, suullinen esitys) ja edistää elinikäistä oppimista (kokonaisuuksien hahmottaminen). Myös organisaation toiminta ja yhteistyötaidot tulevat tutuiksi (yritysympäristö).

Sisältö:

Oppimateriaali ja kirjallisuus:

Toteutustavat: itsenäinen työ 810 h

Suoritustavat: diplomityön laatiminen (ENER3990), diplomityöesitelmä (ENER3991) ja kypsyyssäyte (KNÄY300x)

Opetus- ja suorituskielet: suomi, englanti

Arvostelu: asteikolla 1-5 tai hylätty

Vastuuhenkilö: Seppo Niemi

Opettaja: sovitaan työn aiheen perusteella

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja: Ks. diplomityön laadintaohjeet ja kirjoitusohjeet. Diplomityöt tarkistetaan Turnitin-plagiaatin-tunnistusjärjestelmällä.

Työharjoittelu Practical Training

■ Työharjoittelu

Practical Training

Huom. DI-opiskelijoille

Koodi: ENER3950

Laajuus: 1-10 op

Edellytykset: energiatekniikan opintoja

Osaamistavoitteet: Työharjoittelun tarkoituksena on perehtyä työympäristöön ja ammattialan työtehtäviin yrityksessä tai muussa organisaatiossa. Opintojakso kehittää ongelmanratkaisu- ja päätöksentekotaitoja (uudet työtehtävät ja -ympäristö), kriittistä ajattelua ja analyttisyyttä (toimintojen arviointi) sekä kirjallista ja suullista ilmaisua (raportin kirjoittaminen, esitelmät) ja edistää elinikäistä oppimista (toimintojen kompleksisuus). Myös organisaation toiminta ja yhteistyötaidot tulevat tutuiksi (työympäristö, johtaminen).

Sisältö:

Oppimateriaali ja kirjallisuus: -

Toteutustavat: työharjoittelu yrityksessä tai organisaatiossa ja raportti työharjoittelusta

Suoritustavat: työharjoittelu ja raportti

Opetus- ja suorituskielet: suomi (ja englanti)

Arvostelu: hyväksytty/hylätty

Vastuuhenkilö: Seppo Niemi

Opettaja: Seppo Niemi

Vastuuorganisaatio: Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö

Lisätietoja: ks. työharjoitteluohjeet, yliopiston Opiskelijat-verkkosivulla Opiskelumateriaalit-sivuston Muut Ohjeet ja materiaalit -kohdasta



Minor in Energy Technology for FITech-Turku

■ Marine and power plant engines

Code: ENERFT3110

Credits: 5 ECTS

Prerequisites: basic knowledge in chemistry and physics

Learning outcomes: The course is designed to provide students with knowhow and knowledge in the fundamentals of gas and diesel engine technology.

Content and objectives: Operation principles of different power plant engines. Fundamentals of basic engine parameters, combustion, crankshaft mechanism, and supercharging.

After passing the course, the student can

- present and classify the gas and diesel engine types
- solve problems concerning the relative air-fuel ratio, power output, fuel conversion efficiency and specific fuel consumption of an engine, and explain how various factors affect the efficiency and obtained power output
- calculate combustion chemistry issues like intake air and exhaust flow rates and the composition of the exhaust
- describe the combustion phenomena of the engines and the factors affecting the quality of combustion, and solve problems of the injection system
- present how the injection systems function and describe their construction
- solve problems related to crank mechanism and torsional vibration
- present the mechanism of torsional vibrations and list damping solutions
- solve problems of supercharging systems, and describe supercharging systems and the construction of superchargers
- describe the structures of the main engine components and list their materials.

The course develops problem solving and decision-making skills, critical thinking, analytical way of working, and literal expression. The course also promotes life-long learning plus R&D and marketing readiness.

Study material: Some parts of the following text books: 1) Heywood, J., Internal Combustion Engine Fundamentals (2. Ed.). – 2) Mollenhauer, K. und Tschöke, H. (eds.), Handbook of Diesel Engines. – 3) Woodyard, D. (ed.), Pounder's Marine Diesel Engines and Gas Turbines. – 4) Griffiths, D., Marine Medium Speed Diesel Engines. – 5) Griffiths, D., Marine Low Speed Diesel Engines. – Lecture notes.

Teaching methods: By videos through the Moodle platform. – Approximate working hours: lectures plus exercises 30 h, self-directed reading and problem solving 105 h.

Modes of Study: Written exam in Turku or Vaasa.

Languages: English or Finnish

Grading: scale 1-5 or fail

Responsible person: Seppo Niemi

Teacher(s): Maciej Mikulski, Saana Hautala or Kirsi Spooft-Tuomi

Responsible organisation: School of Technology and Innovations

Additional information: Similarities but not equivalent in terms of size to the course ENER3010 Diesel- ja kaasumoottorit, 10 ECTS. You can't have both of these courses to your degree.

■ Exhaust and flue gas after-treatment technologies

Code: ENERFT3130

Credits: 5 ECTS

Prerequisites: basic knowledge in chemistry and physics

Learning outcomes: The course is designed to provide students with knowhow and knowledge in the emissions legislation, emissions formation, and emissions abatement systems.

Content and objectives: review of emissions legislation, fundamentals of emissions formation in engines, and basics of emissions abatement systems.

After passing the course, the student is able to

- list what kind of pollutants the exhaust of engines and flue gas of boiler plants contain
- explain how various constructive, management and operating factors affect the emissions quantities of exhaust and flue gases



- describe how the engine exhaust and boiler flue gases are cleaned
- describe the principles of pollutant measurement systems
- compute emissions amounts and convert measurement results to other forms defined in and required for the legislation

The course promotes problem solving and decision-making skills, critical thinking, analytical way of working, literal expression and oral communication. The course also promotes life-long learning plus collaboration skills.

Study material: Some parts of the following text books: 1) Heywood, J., Internal Combustion Engine Fundamentals (2. Ed.). – 2) Mollenhauer, K. und Tschöke, H. (eds.), Handbook of Diesel Engines. – 3) Wright, A. A., Exhaust Emissions from Combustion Machinery. – 4) Woodyard, D. (ed.), Pounder's Marine Diesel Engines and Gas Turbines. – 5) Majewski, W. A. and Khair, M. K., Diesel Emissions and Their Control. – 6) Eastwood, P., Critical Topics in Exhaust Gas Aftertreatment. – 7) Zevenhoven, R. and Kilpinen, P., Control of pollutants in flue gases and fuel gases. – Lecture notes.

Teaching methods: By videos through the Moodle platform. – Approximate working hours: lectures plus exercises 30 h, self-directed reading and problem solving 105 h.

Modes of Study: Written exam in Turku or Vaasa.

Languages: English

Grading: scale 1-5 or fail

Responsible person: Seppo Niemi

Teacher(s): Maciej Mikulski, Kirsi Spoof-Tuomi or Saana Hautala

Responsible organisation: School of Technology and Innovations

Additional information: Equivalent to the course ENER3040 Pako- ja savukaasujen puhdistustekniikan seminaari

■ Engine fuels and lubricants

Code: ENERFT3120

Credits: 5 ECTS

Prerequisites: basic knowledge in chemistry and physics

Learning outcomes: The course is designed to provide students with knowhow and knowledge in the properties of renewable liquid and gaseous engine fuels and in their suitability for the engines.

Content and objectives: properties of various liquid and gaseous engine fuels.

After passing the course the student can

- tell what kind of fuels one is able to use in diesel and gas engines
- compare the properties of engine fuels and their feasibility and competitiveness
- describe the fuel issues related to boiler plants
- analyze the effects of fuels on the engine performance and emissions
- list the tasks and characteristics of engine lubricants
- describe the effects of lubricants on the engine performance and emissions

The course develops problem solving and decision-making skills, critical thinking, analytical way of working and literal expression and promotes life-long learning plus collaboration and ICT skills.

Study material: Guibet, J. C., Fuels and Engines. – Heywood, J., Internal Combustion Engine Fundamentals (2. Ed.). – Mollenhauer, K. und Tschöke, H. (eds.), Handbook of Diesel Engines. – Woodyard, D. (ed.), Pounder's Marine Diesel Engines and Gas Turbines. – Bechtold, R. L., Alternative Fuels Guidebook. – Lecture notes.

Teaching methods: By videos through the Moodle platform. – Approximate working hours: lectures, demonstrations, self-directed reading and a special assignment 128 h. Optional laboratory demonstration will be held in the VEBIC Fuel Laboratory at the University of Vaasa in case of minimum 4 participants. Enrollment for demonstration to the teacher of the course. Schedule will be informed later.

Modes of Study: Written exam in Turku or Vaasa; accepted special assignment.

Languages: English

Grading: scale 1-5 or fail

Responsible person: Seppo Niemi

Teacher(s): Maciej Mikulski, Saana Hautala, Katriina Sirviö or Sonja Heikkilä

Responsible organisation: School of Technology and Innovations

Additional information: Equivalent to the course ENER3050 Poltto- ja voiteluaineita koskeva erikoistyö.



■ Present and future prospects in energy technology: a seminar course with industrial viewpoint

Code: FYSIFT3100

Credits: 5 ECTS

Learning outcomes: After completion of the course the student has up to date knowledge on the state of the art and future prospects of the selected themes under energy technology. The focus will be in the most recent scientific work in the sector of distributed energy generation. The course develops critical thinking and analysis skills and written communication skills.

Content: Actual content varies from implementation to implementation. The expert lecturers define the content.

Study material and other literature: Lecture material plus lists of appropriate literature

Teaching methods: By videos through the Moodle platform. – Approximate working load: five (5) invited expert lectures, a self-learning assignment (report), learning diary from the expert lectures, independent study.

Modes of study: Approved self-learning assignment and learning diary. All must be executed during one implementation of the course.

Teaching and execution language: Finnish or English

Grading: pass or fail

Responsible person: Seppo Niemi

Teachers: Anne Mäkiranta, Petri Välisuo, Birgitta Martinkauppi, Ville Tuomi, Carolin Nuortila etc.

Responsible organisation: School of Technology and Innovations

Additional information: