



Polttomootoritekniikan jatkokoulutusohjelma

1. Jatkokoulutusohjelman tavoite

Polttomootoritekniikan jatkokoulutusohjelma on tieteellisen ajattelun syventämiseen ja kriittisen ajattelun kehittämiseen tähtäävä sekä tieteellistä tutkimusta edistävä jatkokoulutuskokonaisuus. Teknillisen korkeakoulun tutkintosäännön mukaisesti opinnoissa tulee osoittaa oman tutkimusalan hyvää ja syvällistä tuntemusta ja kykyä itsenäiseen ajatteluun ja uuden tiedon luomiseen.

Polttomootoritekniikan opetusala on vuonna 2007 määritelty: *Polttomootorit, moottoreiden tutkimuksen teoreettiset ja kokeelliset menetelmät, suunnittelu ja tuotekehitys sekä palaminen ja päästöt.*

Moottoritekniikka on varsin poikkitieteellistä. Jotta tutkimuksessa saavutetaan riittävän syvälinen taso, tutkimustoimintaa on fokuoitu. Tieteellisen tutkimustoiminnan ja jatko-opetuksen painopiste on laboratoriossa määritelty seuraavasti: Polttomootoritekniikan keskeiset fysikaaliset ilmiöt, erityisesti sylinterin sisäiset tapahtumat ja päästöjen vähentämistekniikat. Keskeisimmät tapahtumat ja prosessit nykyisille ja tuleville polttoaineille ovat

- *Moottorin sisäiset virtaukset*
- *Polttoainesuihku*
- *Palaminen*
- *Päästöjen muodostuminen*

Tutkimuksen tähtäin päästöjen vähentämisessä, moottoreiden suorituskyvyn parantamisessa ja uusien polttoaineiden energiatehokkaassa ja vähäpäästöisessä käytössä.

Polttomootoritekniikka tarjoaa vaativia haasteita varsinaisen palamistutkimuksen ohella muulle moottoreihin liittyvälle energiatekniselle tutkimukselle, lujuusopille, kemialle, koneensuunnittelulle ja materiaalitekniikalle, erityisalueina mainittakoon *lämpökuormitukset, palotilan komponenttisuunnittelu, tribologia, polttoaineventtilit ja kaasunvaihtventtilien toimilaitteet*. Palamistutkimuksen tehtävänä on määrittää reunaehdot kyseisille tutkimustehtäville.

2. Jatko-opintojen aloitus

Jatkokoulutuksen pohjana on teknistieteellinen ylempi korkeakoulututkinto tai muu vastaavan tasoinen tutkinto. Esitietoina edellytetään polttomootoritekniikan syventävän moduulin (20 op) suoritus vähintään arvosanalla hyvä (3). Puutteellista perustutkintoa täydennetään tenttimällä kirja *Heywood: Internal Combustion Engine Fundamentals*, mikäli kyseinen kirja ei ole sisällynyt perustutkintoon. Myös kurssi *Polttomootorien simulointi* (5 op) kuuluu suorittaa esitietovaatimuksena, mikäli se tai vastaavat opinnot eivät ole kuuluneet perustutkintoon.

3. Opintojen rakenne ja sisältö

Jatkokoulutuksen opinnot suoritetaan moduuleina. Opintojen laajuus on 60 op (hallituksen päätös 22.10.2007). Opinnoissaan jatkokoulutukseen hyväksytyt tulee:

- 1) suorittaa opintoja, jotka käsittelevät tieteelliseen työskentelyyn valmentautumista, tutkimustiedon soveltamista ja tutkimustiedon välittämistä (5-15 op);
- 2) perehtyä laajemmin ja syvällisemmin kuin peruskoulutuksessa johonkin tutkimusalaan (30-40 op); sekä
- 3) perehtyä vähintään yhteen opinnäytetyön tekemistä tukevaan aihealueeseen (10-20 op).

Y-moduuli (5-15 op) Polttomoottoritekniikan opiskelijoille tarkoitettu tieteellisen työskentelyn valmentautuminen, tutkimustiedon soveltaminen ja tutkimustiedon välittäminen.

Y-moduuliin soveltuvia kursseja ovat esimerkiksi

<i>Kul-14.5400 Polttomoottoritekniikan jatko-opintoseminaari</i>	5 op
<i>Kul-14.5300 Polttomoottoritekniikan erikoistyö</i>	5 op
<i>Scientific writing in English</i>	2 op

T-moduuli (30-40 op) Polttomoottoritekniikan tutkimusala.

T-moduuliin soveltuvia kursseja ovat

<i>Kul-14.5400 Polttomoottoritekniikan jatko-opintoseminaari</i>	5 op
<i>Kul-14.5300 Polttomoottoritekniikan erikoistyö</i>	5 op
- mikäli eivät sisälly Y-moduuliin	
<i>Kul-14.5100 Polttoainesuihkun ja moottoripalamisen mallinnus</i>	10 op
<i>Kul-14.Z Jatkotutkinnon opinto, vaihtuva-alainen kurssi</i> <i>(vuonna 2007 ” Virtausmekaniikan optiset mittaussmenetelmät”</i>	5 op)
<i>Kirjatenttejä</i>	
<i>Energiatekniikan tutkijakoulun kurssit</i>	
<i>Laskennallisen virtausmekaniikan tutkijakoulun kurssit</i>	

Suosittelavia kursseja ovat esimerkiksi Teknillisen kemia kurssi Ke-40.6000 Biofuels (5 op) ja myös Åbo Akademin palamiskemian kurssit: Chemistry in Combustion Processes, Part I, 4 op ja Chemistry in Combustion Processes, Part II, 5op. Näitä on järjestetty turkjakoulun The Graduate School in Chemical Engineering (GSCE) puitteissa.

Hyviä kursseja ovat myös Lundin yliopiston The Centre for Combustion Science and Technology (CECOST) Graduate School kurssit. Näitä on järjestetty mm. aihepiireistä: palamisen laserdiagnostiikka vuonna 2007 (Laser Techniques for Combustion Diagnostics), palamisen simulointi vuonna 2004 (Numerical Simulation of Turbulent Combustion) ja biopolttoaineiden palaminen vuonna 2004 (Biofuel Conversion). CECOST Summer School on DNS and LES of Turbulent Combustion pidettiin vuonna 2004 KTH:lla. Myös Chalmersin teknillisessä korkeakoulussa järjestetään aihepiiriin sopivia korkeatasoisia jatkokoulutuskursseja.

S-moduuli (10-20 op) Opinnäytetyötä tukevan aihealueen kurssit muille kuin polttomoottoritekniikan jatko-opiskelijalle.

S-moduuliin soveltuvia kursseja ovat	
<i>Kul-14.5100 Polttoainesuihkun ja moottoripalamisen mallinnus</i>	10 op
<i>Kul-14.Z Jatkotutkinnon opinto, vaihtuva-alainen kurssi</i>	
<i>(vuonna 2007 ” Virtausmekaniikan optiset mittaussmenetelmät”</i>	5 op)
<i>Kirjatenttejä</i>	
<i>Energiatekniikan tutkijakoulun kurssit</i>	
<i>Laskennallisen virtausmekaniikan tutkijakoulun kurssit</i>	

Polttomoottoritekniikan jatko-opiskelijoiden opinnäytetyötä tukevan aihealueen S-moduuli (10-20 op) voidaan määritellä sitten kun oma tutkimusaihe on päätetty. S-moduulin sisällöstä sovitaan vastaavan ko. professorin kanssa. S-moduuliksi soveltuvia aihealueita ovat mm:

- Sovellettu termodynamiikka
- Virtausmekaniikka
- Energiatekniikka ja ympäristönsuojelu
- Säättö- ja automaatiotekniikka
- Mittaustekniikka
- Lujuusoppi
- Teknillinen kemia
- Matematiikka ja mekaniikka
- Aerosolifysiikka
- Laskennallinen tekniikka
- Koneensuunnittelu, tribologia tai mekatroniikka

4. Opinnäytetyö ja opintasuoritukset

Opinnäytetyöksi valitaan joko lisensiaatintutkimus tai väitöskirja. Lisensiaatintutkimuksen on osoitettava tekijältään tieteellisten tutkimusmenetelmien hallintaa ja väitöskirjan tulee sisältää uutta tieteellistä tietoa. Opinnäytetyöksi voidaan hyväksyä joko yksittäinen tutkimus (monografia) tai useita tieteellisiä julkaisuja tai julkaistavaksi hyväksytyjä käsikirjoituksia ja niistä laadittu yhteenveto eli nk. nippuväitöskirja.

Jatko-opintoihin kuuluvan opinnäytetyön aiheen rajaus on ratkaisevan tärkeää tutkimustyön onnistumiseksi. Tutkimusongelman perinpohjaiseen selvittämiseen ja aiheen rajaukseen tulee mieluummin käyttää liian paljon kuin liian vähän aikaa. Aihe tulee valita siten, ettei väitöskirjan teko ole poissuljettu, vaikka aluksi tähtäin olisi lisensiaatin tutkinnossa. Teollisuutta lähellä olevilla tekniikan aloilla tyypillinen ongelma on tutkimusaiheen paisuminen liian laajaksi. Tämän seurauksena saattaa olla vaikeaa tuoda tutkimukseen riittävää syvyyttä.

Opinnäytteenä ensisijainen on nk. nippuväitöskirja. Väittelijän ei tarvitse olla ensimmäinen kirjoittaja kaikissa julkaisuissa. Tavallisesti väittelijän oma osuus korostuu ajan myötä ja tavallisesti myös tieteellinen taso parenee. Väitöskirjalautakunnan puheenjohtajan mukaan: ”Tyypillinen TKK:n laadukas väitöskirja on nipputyö, jossa on vähintään 5 laadukasta peer-review –prosessin läpikäynyttä julkaisua sekä hyvin kirjoitettu yhteenveto-osa. Tällainen laadukas väitöskirjatyö on tehty tyypillisesti neljässä vuodessa tai jopa lyhyemmässä ajassa ja se on tehty hyvin toimivan tutkimusryhmän jäsenenä.”

Soveltuvia julkaisufoorumeita ja lehtiä ovat mm.

1. SAE Transactions, Journal of Engines
2. SAE Congresses
3. Journal of Engine Research

4. Atomization and Sprays
5. CIMAC
6. muut energia-alan, virtausmekaniikan tai palamistekniikan alojen tieteelliset lehdet

5. Tutkijakoulut

Polttomoottoritekniikka on mukana sekä Laskennallisen virtausmekaniikan tutkijakoulussa että Energiatekniikan tutkijakoulussa. Polttomoottoritekniikan jatko-opiskelijoiden on aiheellista liittyä tutkijakouluun jo jatko-opintojen alkaessa. Tutkijakoulussa on mahdollista saada opetusministeriön rahoittama palkallinen tutkijaopiskelijan paikka.

6. Kirjallisuutta

Opintopistemäärään vaikuttaa se, mitkä luvut ko. kirjoista otetaan mukaan ja se liittyykö kirjaan raporttien laatimisia tai laskenta- tai /simulointitehtäviä. Luettelo on esimerkinomainen.

Stiesch: Modeling Engine Spray and Combustion Processes. Springer Verlag, 2003
ISBN 3-540-00682-6. 282 s. (kurssikirja 10 op harjoitustöineen)

Merker, Schwarz, Stiesch, Otto: Verbrennungsmotoren, Simulation der Verbrennung and Schadstoffbildung, 2. Auflage. Teubner, 2004, ISBN 3-519-16382-9. 410 s. (5 op soveltuvin osin)

Zhao, Ladommatos: Engine Combustion Instrumentation and Diagnostics. SAE 2001, ISBN 0-7680-0665-1. 821 s. (5 -10 op)

Raffel M., et al: Particle Image Velocimetry, A Practical Guide. Springer, ISBN 978-3-540-72307-3, 448 s. (kurssikirja 5 op)

Majewski, W. Addy and Khair, Magdi K.: Diesel Emissions and Their Control. SAE International 2006. ISBN-13: 978-0-7680-0674-2. ISBN-10: 0-7680-0674-0. (5 op)

Borman, Ragland: Combustion Engineering. McGraw-Hill, 1998. ISBN0-07-115978-9. 613 s. (5 op)

Chigier (ed.): Combustion Measurements, Hemisphere 1991. ISBN 1-56032-028-1. 535 s. (5 op)

Schindler: Kraftstoffe für morgen. Springer 1997. ISBN 3-540-62049-4. 280 s. (3 op)

Warnatz, Maas, Dibble: Combustion, 2nd edition, Springer 1999. ISBN 3-540-65228-0. 299 s. (5 op)

Sirignano: Fluid Dynamics and Transport of Droplets and Sprays. Cambridge 1999. ISBN 0-521-63036-3. 311 s. (5 op)

Watson, Janota: Turbocharging the Internal Combustion Engine. MacMillan 1984. ISBN 0-333-24290-4. 608 s. (5 op)

Lefebvre: Atomization and Sprays. Hemisphere 1989. ISBN 0-89116-603-3. 421 s. (5 op)

Guibet: Fuels and Engines, Technology, Energy, Environment, Vol. 1. and Vol. 2. Technip 1999. ISBN 2-7108-0753-X (Vol.1), ISBN 2-7108-0754-8 (Vol.2). 786 s. (5 op).