



EESTI MAAÜLIKOOL  
Tehnikainstituut

**Heino Pihlap**

**ENERGIAKASUTUSE ÕPPE VÕIMALIKUD  
ARENGUSUUNAD BAKALAUREUSE- JA  
MAGISTRIÕPPEKAVADES EMÜ TEHNIKAINSTITUUDIS**

POSSIBLE DEVELOPMENTS OF ENERGY APPLICATION ENGINEERING  
TEACHING IN BACHELOR AND MASTER LEVEL IN EMU INSTITUTE OF  
TECHNOLOGY

Magistritöö  
Energiakasutuse õppekava

Juhendajad: emeriitprofessor Kuno Jürjenson, *DSc*  
lektor Mart Hovi, *MSc*  
lektor Külli Hovi, *MSc*

Tartu 2019





# SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	5
1. ENERGIAKASUTUSE ÕPETAMISE OLUKORD EMÜ TEHNIKAINSTITUUDIS ...	6
1.1. Ajalooline ülevaade .....	6
1.2. Energiakasutuse õpetamise ees seisvad väljakutsed .....	7
1.2.1. Energiakasutuse õppe sisu vastamine kutsestandardite nõuetele. ....	7
1.2.2. Sessioonõpe .....	7
1.2.3. Energiakasutuse eriala lõpetanute arv.....	9
2. ÕPPEKAVADE ARENDAMISE PÕHIMÕTTED JA MEETODID .....	10
2.1. Ülikooli sisesed reeglid ja piirangud .....	10
2.2. Kutsestandarditest tulenevad piirangud .....	15
2.3. Üliõpilaste ootused ning tööturu vajadused.....	16
3. ENERGIAKASUTUSEGA SEOTUD KUTSESTANDARDID .....	17
3.1. Diplomeeritud elektriinsener tase 7 .....	17
3.2. Diplomeeritud soojusenergeetikainsener tase 7 .....	22
3.3. Turvasüsteemide projekteerija tase 6.....	27
4. TEHNIKA JA TEHNOLOOGIA ÕPPEKAVA.....	29
4.1. Seadusandlusest tulenevad vältimatud muutused õppekavas .....	29
4.2. Elektriinseneri kutsestandarditest tulenevad muutused .....	33
4.3. Paradigma muutusest tulenevad täiendused õppekavas.....	37
5. ENERGIAKASUTUSE ÕPPEKAVA .....	46
5.1. Uued moodulid õppekavas ja nende vastavus kutsestandarditele.....	46
5.2. Energiakasutuse õppekava erialamoodul .....	47
5.3. Elektroenergeetika spetsialiseerumismoodul.....	49
5.4. Soojusenergeetika spetsialiseerumismoodul.....	50
6. SOOVITUSLIKUD MUUDATUSED ENERGIAKASUTUSE ÕPPES .....	51
6.1. Soovitused õppekavade kaasajastamiseks .....	51
6.2. Soovitused õppekorralduse kaasajastamiseks.....	52
KOKKUVÕTE .....	53
KASUTATUD KIRJANDUS .....	54
LISAD .....	56
Lisa 1 Õppekava Tehnika ja tehnoloogia (384) 2019/2020 sisseastunutele[2] .....	57
Lisa 2 Õppekava Energiakasutus (432) 2019/2020 sisseastunutele[2].....	59
Lisa 3. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta.....	60

## SISSEJUHATUS

Tänapäeval on tehnoloogiline progress väga kiire. Energeetika on üks valdkondadest, mis on iseäranis suurte muutuste lävel. Taastuvenergia osakaal on suurenemas, energiajuhtimises ja kasutamises mängib järjest suuremat rolli infotehnoloogia ja automatiseerimine, otsitakse uusi energiaallikaid ning energia salvestamise viise. See aga tähendab, et energeetika valdkonnas tegutsevatele inseneridele seatakse järjest suuremaid nõudmisi. Energeetikainsenerid peavad lisaks seniste erialaste teadmiste kasutamisele olema võimelised kasutama ja projekteerima ka erinevaid IT ja automaatika süsteeme (targa maja kontseptsioon, nullenergiahooned jne). Nendele nõudmistele vastamiseks on hädavajalik pidevalt uuendada ka energeetikainseneride õpet.

Käesolev magistritöö keskendub Eesti Maaülikooli tehnikainstituudis õpetatavale Energiakasutuse õppekavale. Töö eesmärgiks on kaasajastada magistriõppes olevat Energiakasutuse õppekava ning bakalaureuseõppes oleva Tehnika ja tehnoloogia õppekava energiakasutuse valikmoodulit ning kasutatavat õppekorraldust. Selleks lahendatakse järgnevad ülesanded:

- 1) formuleeritakse energiakasutuse õppe ees seisvad üldised väljakutsed,
- 2) kirjeldatakse energiakasutust õpetavate õppekavade sisu vastavust erinevatele kutsestandarditele,
- 3) selgitatakse välja õiguslikud piirangud uue õppekava sisule.

Eelkirjeldatud ülesannete lahendamisel saadud tulemustele toetudes töötatakse välja uued bakalaureuseõppe ja magistriõppe õppekavad ning õppeplaanid ja pakutakse välja vajalikud õppekorralduslikud muudatused.

# 1. ENERGIAKASUTUSE ÕPETAMISE OLUKORD EMÜ TEHNIKAINSTITUUDIS

## 1.1. Ajalooline ülevaade

Energiakasutuse eriala on välja kasvanud 1972. aastal avatud Põllumajanduse elektrifitseerimise erialast [1]. Toona loodud eriala oli mõeldud koolitamaks elektriinsenere põllumajandusettevõtetele (kolhoosidele ja sovhoosidele). Koos Eesti Vabariigi taasiseseisvumisega muutus ka põllumajanduse olukord, kadusid sovhoosid ja kolhoosid ning vähenes vajadus spetsiaalselt põllumajanduslike oskustega elektriinseneride järele. Koos muutunud oludega muutus ka elektriinseneride õpetamine. Edaspidi keskenduti rohkem energiakasutuse ja väiketootmisega seotud teemadele, oluliseks muutus taastuvenergeetika.

Energiakasutuse õpe Eesti Maaülikoolis, nii nagu me seda tänapäeval tunneme, sai alguse 2002.a., kui sel ajal Eesti Põllumajandusülikooli nime kandnud ülikoolis kinnitati Tehnika ja tehnoloogia bakalaureuseõppekava ja Energiakasutuse magistriõppekava [2]. Esimesed üliõpilased asusid vastloodud õppekavadel õppima 2003. aastal. Energiakasutust õppivad üliõpilased õpivad siiani praktiliselt sellesama õppekava ja õppeplaani järgi. Toimunud on vaid formaalseid muutusi õppekavas (õppeained on liikunud erinevate moodulite vahel, mõned ained on olnud valitavad).

Üks suuremaid energiakasutuse õpetamist mõjutanud sündmusi lähiminevikus on olnud tasuta kaugõppe sisseviimine. Esimene kursus tasuta õppivaid kaugõppijaid alustas õpinguid Tehnika ja tehnoloogia õppekaval 2013/2014 õppeaastal. Koos kaugõppe muutumisega tasuta õppeks, vähenes ka nominaalne õppeaeg kaugõppes neljalt aastalt kolmele aastale. Magistritasemel alustas esimene lend üliõpilasi õpinguid sessioonõppes (kaugõppes) 2017/2018 õppeaastal. Seoses tasuta kaugõppe/sessioonõppe võimaldamisega suurenes energiakasutust õppivate üliõpilaste arv märkimisväärselt. Kui näiteks 2016/2017 õppeaastal asus Energiakasutuse õppekavale õppima seitse üliõpilast, siis 2017/2018 õppeaastal 31 üliõpilast [3:11].

## **1.2. Energiakasutuse õpetamise ees seisvad väljakutsed**

### **1.2.1. Energiakasutuse õppe sisu vastamine kutsestandardite nõuetele.**

Kui 2015. aastal sai EMÜ Tehnikainstituut õiguse anda Energiakasutuse õppekava lõpetanud üliõpilasele diplomeeritud elektriinsener tase 7 esmase kutse tarbija elektripaigaldiste alal, oli tegemist suure tunnustusega energiakasutuse õppe kvaliteedile [1]. Õigus nimetatud kutset anda kehtib 2021. aastani [4]. Kuna elektriinseneri kutsestandardi muutumise tõttu on esmane kutse kui selline määratud kaduma, ei saa pärast 2021. aastat Energiakasutuse õppekava lõpetanud üliõpilased enam koos magistrikraadiga insenerikutset. Esmane kutse on küll võrreldes „päris“ kutsega väiksemate õigustega, kuid eluaegne kutse (ei vaja perioodilist atesteerimist), mistõttu üliõpilastel on suur huvi selle kutse omandamise vastu.

Muutunud on ka diplomeeritud elektriinsener tase 7 kutse saamiseks kutsestandardis nõutavad kompetentsid, millest tulenevalt tuleb analüüsida energiakasutust õpetavaid õppekavasid, kontrollimaks nende vastavust kutse nõuetele. Antud kutset ei saa üliõpilane koos magistridiplomiga, vaid pärast nõuetele vastavate magistriõpingute läbimist, omades vähemalt kaheaastast erialast töökogemust. Muutmaks energiakasutuse õpet atraktiivsemaks, tuleb võimaluse korral kohandada õppekavu rahuldama erinevaid kutsestandardeid. Samas on selge, et mitte igale kutsestandardi muutusele ei saa järgneda vastav muutus õppekavades. Oluline on olla kursis muutustega energiakasutuse õppega seotud standardites ning vajadusel juhendada üliõpilasi valima vabaaineteks neid õppeaineid, mis on nende tulevikku silmas pidades vajalikud, kuid ei kuulu kohustuslike õppeainete hulka.

### **1.2.2. Sessioonõpe**

Kui 2013. õppeaastal kaugõppes (praegu sessioonõpe) Tehnika ja tehnoloogia õppekaval õpinguid alustanud üliõpilaste nominaalne õppeaeg vähenes neljalt aastalt kolmele, jäi õppesessioonide arv semestris samaks. 1 EAP ainemahtu vastab 26 tunnile üliõpilase õppetööle, millest 15-50% tohib olla kontaktõpe, ülejäänud on mõeldud iseseisvaks tööks [5:6]. Kui päevaõppe üliõpilaste tunniplaanides on enamasti kontaktõppe osakaal 50%

ainemahust, siis sessioonõppe korral on vastav osakaal 15%. Samas on õppeainete õpetamisel kasutatavad meetodid ühesugused mõlemale õppevormile, lihtsalt sessioonõppe üliõpilased peavad tegema palju suuremal määral iseseisvat tööd, saamata piisavat tuge õppejõududelt. Kuigi e-õpe loetakse samuti kontaktõppe hulka, ei kasutata (väheste eranditega) vastavat võimalust praktiliselt üldse ei sessioon- ega statsionaarõppes. E-õppe osakaalu Tehnika ja tehnoloogia õppekava energiakasutuse valikmoodulis ja Energiakasutuse õppekava erialamoodulis iseloomustab tabel 1.1.

**Tabel 1.1.** E-õppe kasutamine energiakasutuse õppeainetes [6]

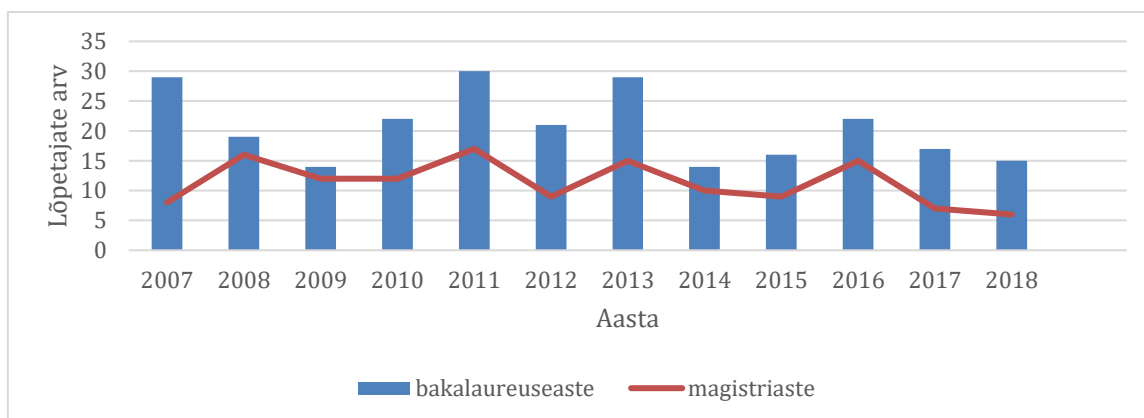
	2018/2019 õppeaasta	loengukonspekt ÕISis	veebitugi
TE.0146	Elektervalgustus ja -kiiritus	jah	jah
TE.0264	Elektri- ja automaatikaseadmete montaaž	ei	ei
TE.0116	Elektrijamite põhikursus	jah	ei
TE.0022	Elektrimasinad	jah	ei
TE.0263	Elektrimõõtmised	jah	ei
TE.0424	Elektriohutus	ei	ei
TE.0310	Elektriseadmete kasutamine	jah	ei
TE.0980	Energiakasutuse tehnoloogiapraktika	ei	ei
TE.0024	Katelseadmed	ei	jah
TE.0496	Materjalide kuivatamine	ei	jah
TE.0351	Teoreetiline elektrotehnika	jah	ei
TE.0261	Automaatjuhtimise erikursus	ei	ei
TE.0557	CAD rakendused	ei	jah
TE.0168	Elektroonika erikursus	jah	ei
TE.0348	Energeetikamajanduse praktika	ei	ei
TE.0878	Energiajuhtimine	jah	ei
TE.0386	Energiavarustuse alused	jah	ei
MS.0030	Ettevõtte juhtimise üldkursus	jah	ei
TE.0271	Insenerieetika	jah	jah
TE.0211	Integreeritud tootearendus	jah	ei
TE.0229	Intellektuaalse omandi õiguskaitse	jah	ei
TE.0147	Mikroprotsessortehnika põhikursus	jah	ei
TE.0307	Mõõtmised ja andmetöötlus	jah	ei
TE.0095	Põimelektrifitseerimine	jah	ei
TE.0528	Põllumajanduslik elektrotehnoloogia	ei	ei
TE.0491	Rakenduslik programmeerimine	ei	ei
TE.0455	Süsteemide modelleerimine	ei	ei
TE.0023	Tehnoloogiaseadmete elektrijamid	jah	ei



Nõudmised sessioonõppe üliõpilaste teadmistele on samasugused, kui päevaõppe üliõpilastel. Kasutamata e-õpet ning omades minimaalset lubatud kontaktõppe mahtu sessioonõppes, on väga raske tagada kvaliteetset õpet.

### 1.2.3. Energiakasutuse eriala lõpetanute arv

Energiakasutuse õppe loomulik eesmärk EMÜ Tehnikainstituudis on toota võimalikult palju lõpetajaid, nii bakalaureuseastme õppes kui ka magistritaseme õppes. Lõpetajate arv aastate lõikes on kujutatud joonisel 1.1.



**Joonis 1.1.** Bakalaureuse -ja magistristasme lõpetajate arv [7].

Jooniselt 1.1. on näha, et alates 2016. aastast on hakanud magistristasme lõpetajate arv langema, jõudes 2018. aastal rekordiliselt madalale tasemele. Üks võimalikke põhjusi 2018.a rekordiliselt madalale magistriõppe lõpetajate hulgale on asjaolu, et 2016. aastast alates on bakalaureuseastme lõpetajate hulgas ka tasuta sessioonõppe lõpetajad. Sessioonõppes lõpetanud üliõpilased kas ei soovinud või ei saanud jätkata õpinguid magistristasmes, sest magistristasmes toimus õpetamine ainult päevaõppes. Kui 2017/2018 õppeaastal avati sessioonõppe ka magistristasemel, suurenes magistriõppese õppima asunud üliõpilaste arv 7 üliõpilaselt 2016/2017 õppeaastal 31 üliõpilaseni 2017/2018 õppeaastal [3]. Samas on jooniselt 1.1. näha, et 2018. aastal lõpetas 6 üliõpilast aga 2019. aastal on lõputööde kaitsmisele lubatud 13 üliõpilast [8]. Võimalik lõpetajate arv on küll üle kahe korra tõusnud, kuid nominaalajaga lõpetajaid on esimeses sessioonõppe lennus ainult 42% sisseastunutest.

## **2. ÕPPEKAVADE ARENDAMISE PÕHIMÕTTED JA MEETODID**

### **2.1. Ülikooli sisesed reeglid ja piirangud**

Õppekavade ülesehitusele, sisule ja kvaliteedile esitatavad nõuded sätestab õppekava statuut. 26. oktoobril 2018. a. võeti Eesti Maaülikooli nõukogu määrusega vastu uus õppekava statuut, mis jõustus 30.10.2018. Enne 2019/2020. õppeaastat avatud õppekavad viiakse määrusega vastavusse hiljemalt 2020/2021. õppeaastaks, rakendades määrust hiljemalt 2020/2021 õppeaasta õppekavade versioonidel [9].

Kuna energiakasutust õpetatakse nii bakalaureuse kui ka magistri õppeastmes, käsitletakse antud uurimuses kahte õppekava.

Õppekavade ülesehitusele kehtivad järgmised nõuded:

- 1) bakalaureuseõppe õppekava maht on 180 EAP, õppe nominaalkestus kolm aastat,
- 2) magistriõppe õppekava maht on 120 EAP, õppe nominaalkestus kaks aastat,
- 3) õppekavas määratud õppe mahtu arvestatakse Euroopa ainepunktisüsteemi ainepunktides,
- 4) õppekava koosneb õppeainetest, mis jagunevad kohustuslikeks, eriala valikaineteks ja vabaaineteks,
- 5) õppeained on õppekavas rühmitatud mooduliteks,
- 6) üldmoodul koondab õppeained üldpädevuste omandamiseks,
- 7) erialamoodul koondab õppeained õppekavapõhiste alusteadmiste, erialaste teadmiste ja oskuste omandamiseks,
- 8) erialamooduli õppeained moodustavad mooduli õpiväljunditest lähtuvalt eesmärgistatud kogumid (alammoodulid) minimaalse mahuga 8 EAP, koosnedes vähemalt kahest õppeainest,
- 9) spetsialiseerumismoodul on erialamooduli osa, mis koondab õppeained süvendatud teadmiste ja oskuste omandamiseks,
- 10) õppekavas võib olla 2-3 spetsialiseerumist,

- 11) eriala valikainete moodul(id) koondab/koondavad õppeaineid, mille läbimisel omandatakse õppekava teatud valdkonna/valdkondade süvendatud teadmised ja oskused. [9]

Bakalaureuseõppe õppekava sisule on õppekava statuudis tehtud ettekirjutusi.

Õppekava peab sisaldama:

- 1) ettevõtluse valdkonna õpiväljundeid katvat alammoodulit mahus vähemalt 8 EAP,
- 2) keskkonna ja biomajanduse valdkonna õpiväljundeid katvat alammoodulit mahus vähemalt 8 EAP,
- 3) töötervishoiu, tööohutuse ning ühiskonna riskihindamise teadlikkust suurendavat õppeainet mahus 3 EAP,
- 4) inglise erialakeelt mahus 4 EAP,
- 5) erialase uurimis- või teadustöö metodoloogia rakendamist edendavat õppeainet mahus vähemalt 3 EAP,
- 6) praktikat vähemalt 6 EAP,
- 7) vabaaineid vähemalt 8 EAP,
- 8) bakalaureusetööd või- eksamit 10 EAP. [9]

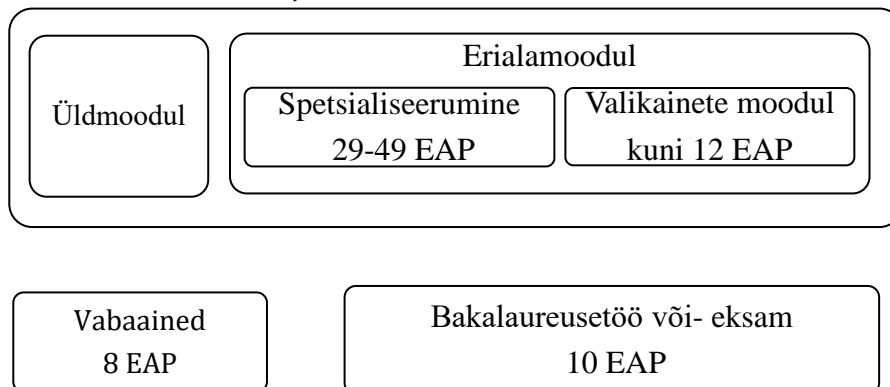
Eelnevast on näha, et bakalaureuseõppe õppekavas on Eesti Maaülikoolis üleülikooliliselt õpetatavaid aineid 26 EAP ulatuses. Kui lisada siia kohustuslik praktika ja vabaained ning lõputöö, ilmneb et 50 EAP -d 180-st ei ole õppekava arendamise juures muudetavad. Kuigi on võimalik, et erinevates õppekavades valitakse näiteks biomajanduse alammoodulisse erinevaid aineid, ei ole see õppekorralduslikult praktiline ning suhe 50:180 jääb püsima.

Ainemahud erinevate moodulite vahel jagunevad vastavalt sellele, kas õppekavas on määratud spetsialiseerumine või mitte. [9]

Ainemahtude jagunemine moodulite vahel bakalaureuseõppes vastavalt spetsialiseerumise olemasolule on toodud joonisel 2.1 ja joonisel 2.2.

## Bakalaureuseõppe õppekava 180 EAP

Eriala ja - üldmoodul kokku 162 EAP

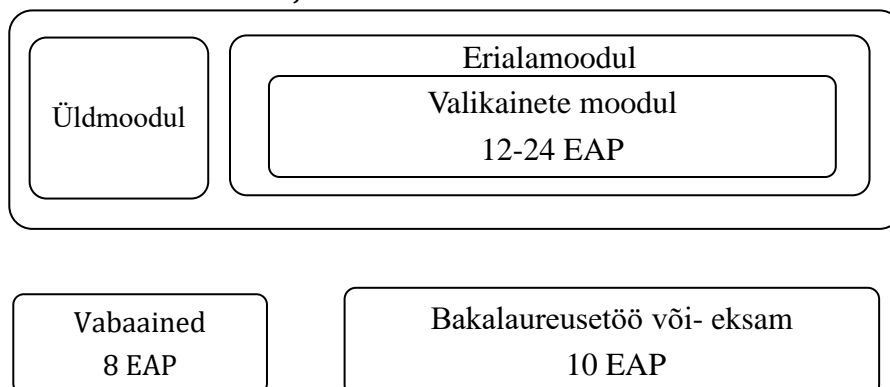


**Joonis 2.1.** Bakalaureuse õppekava struktuur spetsialiseerumise korral.

Nii üldmoodul kui erialamoodul sisaldavad lisaks kahele kohustuslikule alammodulelile erinevaid alammoduleid, kuid nende mahud ja arv ei ole õppekava statuudis määratud ning on valitavad vastavalt konkreetse õppekava vajadustele.

## Bakalaureuseõppe õppekava 180 EAP

Eriala ja - üldmoodul kokku 162 EAP



**Joonis 2.2** Bakalaureuse õppekava struktuur ilma spetsialiseerumiseta.

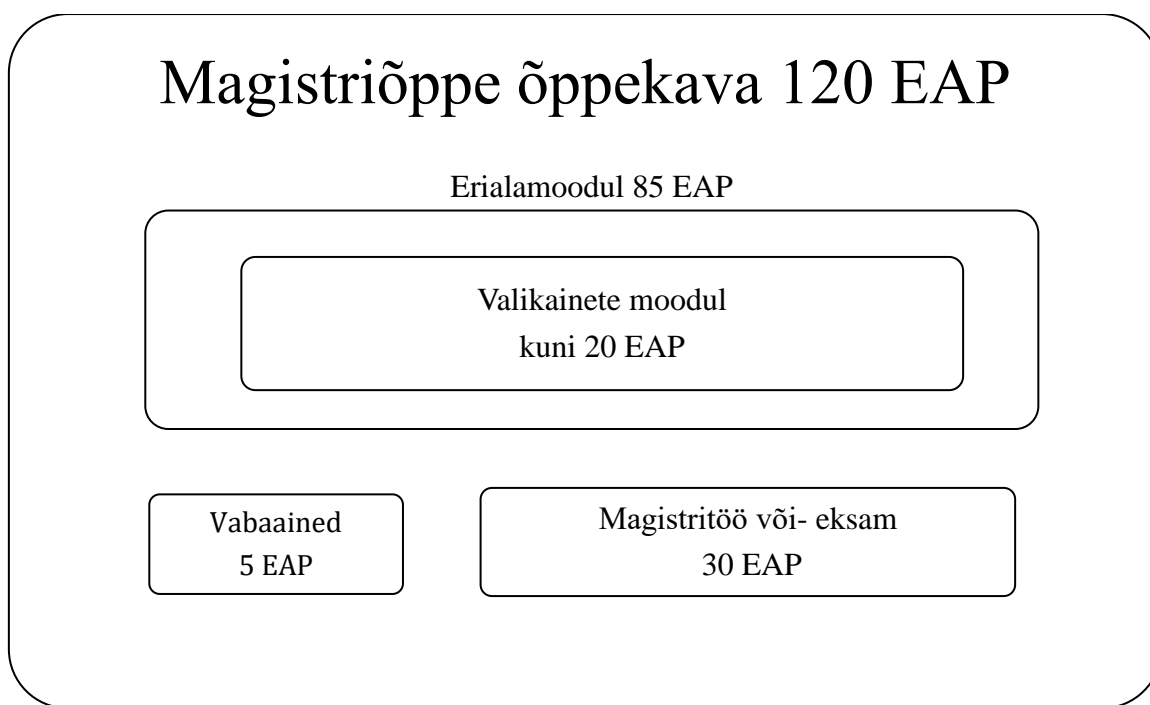
Bakalaureuseõppe õppekava kohustuslikke alammooduleid ja õppeaineid ei ole joonistel selguse mõttes eraldi välja toodud. Need kuuluvad kas üld- või erialamoodulisse.

Magistriõppe õppekava loomisel/arendamisel on piiranguid bakalaureuseõppe õppekavaga võrreldes vähem.

Magistriõppe õppekavas on järgmised ettekirjutused:

- 1) praktikat vähemalt 5 EAP,
- 2) vabaaineid vähemalt 5 EAP,
- 3) magistritöö või -eksam 30 EAP. [9]

Ainemahtude jagunemine moodulite vahel magistriõppe õppekavades vastavalt spetsialiseerumise olemasolule on toodud joonistel 2.3. ja 2.4.



**Joonis 2.3.** Magistriõppe õppekava struktuur ilma spetsialiseerumiseta.

# Magistriõppe õppekava 120 EAP

Erialamoodul 85 EAP

Spetsialiseerumismoodulid (2-3)  
25-35 EAP

Vabaained  
5 EAP

Magistritöö või- eksam  
30 EAP

**Joonis 2.4.** Magistriõppe õppekava struktuur spetsialiseerumise korral.

Kui magistriõppe õppekavas on määratud spetsialiseerumised, siis erinevalt bakalaureuseõppe õppekavadest ei saa magistriõppe õppekavas olla valikmoodulit.

Kuigi õppekava statuudis on ettenähtud võimalus, et magistriõpe võib lõppeda ka magistrieksamiga [9], kehtiv bakalaureuse- ja magistrikraadi ning rakenduskõrgharidus-õppe diplomi andmise tingimused ja kord [10] sellist võimalust ette ei näe.

## **2.2. Kutsestandarditest tulenevad piirangud**

Elektriinseneri kutsestandard ei määra otseselt, milliseid õppeaineid ja millises mahus peab ülikoolis õpetama. Küll aga määrab kutsestandard kindlaks, milliseid teadmisi ja oskusi peab 3+2 aastase tehnilise hariduse lõpetanud üliõpilane olema omandanud. See aga tähendab, et kutse saamiseks peavad õpingute käigus läbitud ainete õpiväljundid katma ära kõik kutsestandardis esitatud nõuded.

Uute õppeainete lisamisel õppekavasse tuleb jälgida, et õppekavast ei jäetaks ruumipuudusel välja õppeained, mille õpiväljundid on samuti vastavalt kutsestandardile elektriinsenerile vajalike teadmiste hulka arvatud, kuigi nad esmapilgul ei pruugi inseneriõppega seostuda, näiteks filosoofia.

### 2.3. Üliõpilaste ootused ning tööturu vajadused

Õppekava koostamise juures on vaja arvestada üliõpilaste sooviga läbida osa õpinguid teistes ülikoolides, kas siis ERASMUS-e kaudu või muul moel. Õppeplaanis tuleb aineid grupeerida nii, et tekiks mobiilsusaken. See tähendab, et ühele semestrile tuleb koondada sellised õppeained, mis ei oleks eeldusaineteks järgnevatel semestritel õpetatavatele ainetele ega oleks erialaspetsiifilised. Näiteks filosoofiat ja programmeerimist saab õppida igas ülikoolis. Ka erialapraktikat saab läbida nii kodu- kui välismaal.

Infotehnoloogia osakaal kogu tänapäeva tehnoloogias suureneb pidevalt, mistõttu tuleb ka energiakasutuse üliõpilastele õpetada rohkem programmeerimist, elektroonikat jms. juba bakalaureuseastmes. Bakalaureusehariduse omandanu peab omama terviklikku haridust olemaks tööturul edukas. See aga tähendab, et tuleb tähelepanelikult kaaluda erialaainete jaotamist bakalaureuseõppe ja magistriõppe vahel. Võimaluse korral tuleks vältida alusteadmiste andmist alles magistriastmes (nt. programmeerimine). Inseneriõppes on loomulik ja vajalik, et ühes õppeaines omandatud teadmisi ja meetodeid kasutatakse ka paljudes teistes õppeainetes. Hoiduda tuleb aga sellest, et ühtesid ja samu meetodeid ja teemasid õpetatakse erinevates õppeainetes n.ö. nullist alates (nt. vooluringide arvutus, Ohmi ja Kirchoffi seadused). Olukorras, kus õppekavadesse on vaja lisada uusi õppeaineid, tuleb olemasolevate õppeainete õpiväljundid ja käsitletavat teemasid kattuvuste leidmiseks üle vaadata. Kus kattuvus on suurem kui kordamiseks vajalik, saab kas ainemahtu vähendada või koguni aineid kokku uueks õppeaineks liita. Suurendamiseks bakalaureuseõppe läbinu võimalusi tööturul, tuleb Tehnika ja tehnoloogia õppekava kohendada selliseks, et see võimaldaks omandada mõnda kutset.



### **3. ENERGIAKASUTUSEGA SEOTUD KUTSESTANDARDID**

#### **3.1. Diplomeeritud elektriinsener tase 7**

Eesti Maaülikoolis energiakasutuse erialal magistriõpingud lõpetanud üliõpilane saab diplomeeritud elektriinseneri tase 7 esmase kutse tarbija elektripaigaldiste valdkonnas. Maaülikoolil lõpeb diplomeeritud elektriinseneri tase 7 esmase kutse andmise õigus 2021. aastal. Vastavalt kehtivale kutsestandardile kaob ära esmase kutse mõiste ning esmast kutset ei anta pärast 2021. aastat enam kellelegi. Kõik omistatud kutsed muidugi säilivad. Üliõpilased, kes lõpetavad peale 2020/2021 õppeaastat, saavad diplomeeritud elektriinseneri tase 7 kutset taotleda kaheaastase erialase töökogemuse olemasolul.

Diplomeeritud elektriinsener tarbija elektripaigaldiste alal, tase 7 kutse saamiseks tuleb tõestada järgmisi kompetentse:

- 1) elektroenergeetikaalane inseneritöö,
- 2) digipädevused,
- 3) tarbija elektripaigaldised,
- 4) juhtimisalased kompetentsid [11].

Järgnevalt analüüsitakse nõutud kompetentside vastavust energiakasutust õpetatavatele õppekavadele. Selleks koostatakse vastavad tabelid, kus igale nõutud kompetentsile seatakse vastavusse õppeaine, mille õpiväljundid sisaldavad vastavaid kompetentse.

Elektroenergeetikaalase inseneritöö alased kompetentsid on koos nendega seotud õppeainetega toodud tabelis 3.1.

**Tabel 3.1.** Elektroenergeetikaalase inseneritöö kompetentsid ja seostuvad õppeained [11,2]

Nõutud teadmised	Vastav õppeaine Tehnika ja tehnoloogia või Energiakasutuse õppekavas
Matemaatika	TE.0231 Algebra ja analüütiline geomeetria , TE.0228 Matemaatiline analüüs I , TE.0951 Matemaatiline analüüs II.
Loodusteadused	TE.0259 Füüsika VL.0558 Rakenduskeemia
Programmeerimine	TE.0491 Rakenduslik programmeerimine
Majandus	MS.0812 Maaettevõtluse alused
Võõrkeel	KE.0027 Inglise erialakeel
Filosoofia	MS.0083 Filosoofia
Tugevusõpetus	puudub
Graafika	TE.0949 Insenerigraafika ja kujundustehnoloogia
Teoreetiline mehaanika	TE.0207 Insenerimehaanika
Masinatehnika	puudub
Elektrotehnika alused	TE.0351 Teoreetiline elektrotehnika
Elektritootmiseseadmete (sh läbi inverteri ühendatud) põhimõtted	TE.0022 Elektrimasinad
Elektri ülekande ning jaotus- seadmete põhimõtted	TE.0386 Energiavarustuse alused TE.0873 Elektrivõrkude projekteerimine
Elektriautomaatika põhimõtted	TE.0115 Automaatika TE.0023 Tehnoloogiaseadmete elektriajamid
Elektritarbimise seadmete toi- mimise põhimõtted	TE.0310 Elektriseadmete kasutamine
Taastuenergeetika põhimõtted	TE.0456 Taastuenergiaallikad
Energiatõhususe põhimõtted	TE.0878 Energiajuhtimine

Kutsestandardis nõutavad digipädevused on kirjeldatud tabelis 3.2.

**Tabel 3.2.** Diplomeeritud elektriinseneri tase 7 vajalikud digipädevused [12,2]

Valdkond	Nõutavad oskused	Vastav õppeaine Tehnika ja tehnoloogia või Energiakasutuse õppekavas
Infotöötlus	Oskan veebist vajaliku informatsiooni leidmiseks kasutada erinevaid otsingumootoreid. Otsinguks kasutan mõningaid filtreid (nt ainult piltide, kaartide või videote otsimine). Võrdlen erinevaid infoallikaid, et hinnata leitud informatsiooni usaldusväärsust. Liigendan informatsiooni metoodiliselt, luues kaustu ja faile, et neid hiljem kergemini üles leida. Teen varukoopiaid informatsioonist või failidest, mida olen salvestanud.	TE.0556 Inseneriinformaatika
Kommunikatsioon	Oskan kasutada erinevate kommunikatsioonivahendite keerukamaid funktsioone (nt internetikõne ja failide jagamine). Oskan kasutada veebipõhiseid ühistöövahendeid, kus ma saan teha tööd teiste poolt loodud dokumentide/failidega. Oskan kasutada mõningaid e-teenuste funktsioone (nt avalikud teenused, epangandus, e-poed). Edastan ja jagan teistele teadmisi üle võrguühenduse (nt sotsiaalvõrgustikes või veebikogukondades). Tunnen veebis suhtlemise reegleid ("netikett") ja oskan neid rakendada oma tegevuses.	TE.0556 Inseneriinformaatika
Sisuloome	Oskan luua või muuta eri formaatides keerukat multimeedia sisu, kasutades mitmeid digitaalseid platvorme, vahendeid ja keskkondi. Oskan luua veebilehte, kasutades programmeerimiskeelt. Oskan kasutada keerukaid vormindusfunktsioone (nt kirjade mestimine, erinevas formaadis dokumentide ühendamine, valemite kasutamine, makrod). Tean, kuidas rakendada litsentse ja autorikaitseõigusi. Oskan kasutada erinevaid programmeerimiskeeli. Tean, kuidas arvutiga kujundada, luua ja muuta andmebaase.	TE.0556 Inseneriinformaatika  Puudub erinevate programmeerimiskeelte kasutamise oskus

**Tabel 3.2. järg**

Ohutus	Olen installeerinud turvaprogrammid seadme(te)sse, mida kasutan interneti ligipääsuks (nt viirusetõrje, tulemüür). Kasutan ja uuendan neid programme regulaarselt. Kasutan erinevaid salasõnu ligipääsuks erinevatele seadmetele ja digitaalsetele teenustele. Muudan neid salasõnu perioodiliselt. Suudan tuvastada veebilehti või e-maile, mida võidakse kasutada pettuseks. Saan aru, kui tegemist on petmise eesmärgil saadetud e-mailiga (phishing). Oskan kujundada oma digitaalset identiteeti ja suudan jälgida oma digitaalset jalajälge. Mõistan digitaalse tehnoloogia kasutamisega seotud terviseriske (nt ergonoomilised riskid, tehnoloogiasõltuvus). Saan aru tehnoloogia kasutamise positiivsest ja negatiivsest mõjust keskkonnale.	TE.0556 Inseneriinformaatika
Probleemilahendus	Oskan lahendada lihtsaid probleeme, mis võivad tekkida digitaalsete tehnoloogiate kasutamisel. Oskan kasutada digitaalseid tehnoloogiaid, et lahendada (mittetehnilisi) probleeme. Oskan valida sobivat digivahendit ja hinnata selle efektiivsust. Oskan lahendada tehnoloogilisi probleeme, uurides ise programmide ja tööriistade seadistusi ning võimalusi. Täiendan pidevalt oma digitaalseid oskusi. Olen teadlik, et minu oskused ei ole piisavad ja püüan leida võimalusi nende täiendamiseks.	TE.0556 Inseneriinformaatika

Nõutavad kompetentsid tarbija elektripaigaldiste alal on koondatud tabelisse 3.3.

**Tabel 3.3.** Nõutavad kompetentsid tarbijapaigaldiste alal [11,2]

Nõutud teadmised	Vastav õppeaine Tehnika ja tehnoloogia või Energiakasutuse õppekavas
Elektri mikro- ja väiketootmisel ning äri-, tööstus- ja ühiskondlikes hoonetes ja elamutes kasutatavate seadmete ja süsteemide (sh elektri koht- ja tarkvõrgud) toimimise põhimõtted	TE.0095 Põimelektrifitseerimine
Tarbija elektripaigaldistes leiduva tehnoloogiaga seotud elektrivarustuse ja -paigaldiste toimimise põhimõtted;	TE.0264 Elektri- ja automaatikaseadmete montaaž
Tarbijaseadmete automaatjuhtimise ning tehnoloogiliste protsesside (elektervalgustuse, tööstus- ja hooneautomaatika jms) toimimise põhimõtted	TE.0261 Automaatjuhtimise erikursus
Elektrimasinate (sh. mootorite, generaatorite, transformaatorite) ja -ajamite (sh elektertransport) ning nende juhtimiseks kasutatavate aparatuuride toimimise põhimõtted;	TE.0023 Tehnoloogiaseadmete elektriajamid TE.0116 Elektriajamite põhikursus TE.0022 Elektrimasinad
Elektripaigaldiste kaitseaparatuuri toimimise põhimõtted ning valik (sh. selektiivsuse sobitamine)	TE.0310 Elektriseadmete kasutamine TE.0424 Elektriohutus

Vajalikud juhtimisalased kompetentsid on saavutatavad õppeaines MS.0030 Ettevõtte juhtimise üldkursus. Lisaks tuleb kutset taotlede tõestada taotleja pädevust ühes valitavas kompetentsis. Need kompetentsid on saavutatavad nõutava kaheaastase töökogemuse juures. Valitavad kompetentsid on:

- 1) teadus- ja õppetöö,
- 2) arendus ja juhtimine,
- 3) energiapoliitika,
- 4) energia- ja tehnoloogiakaubandus,
- 5) projekteerimine,

6) ehitus, käit ja järelevalve.

Elektroenergeetikaalase inseneritöö kompetentsides vajalike teadmiste hulka on arvatud ka tugevusõpetus ja masinatehnika. Siiani ei ole energiakasutust õpetavates õppekavades tugevusõpetust ega masinatehnikat energiakasutusele spetsialiseerunud tudengitele õpetatud. Kuna nende ainete puhul on tegemist alusteadmistega, on mõistlik need ained lisada bakalaureuseõppe Tehnika ja tehnoloogia õppekavale kohustuslike ainete hulka ka energiakasutuse eriala valinud üliõpilastele. Ühtlasi on võimalik magistrantidel, kes neid aineid oma varasemates õpingutes läbinud ei ole, läbida neid vabaainena.

Nõutavad digipädevused on energiakasutuse magistriõppe läbinul enamasti olemas. Puudulik on erinevate programmeerimiskeelte valdamine. Ainuke õppeaine, kus programmeerimist õpitakse on TE.0491 Rakenduslik programmeerimine Energiakasutuse õppekavas .

### **3.2. Diplomeeritud soojusenergeetikainsener tase 7**

Energiakasutus ei hõlma ainult elektroenergeetikaga tegelemist. Tähtis roll on energiakasutuse õpetamisel alati olnud soojusenergeetikal. EMÜ Tehnikainstituudis on pidevalt kasutusel katlalabor, õpitakse materjalide kuivatamise tehnoloogiaid, olemas on soojuspumpade labor ja modelleeritakse soojuslevi protsesse. Seetõttu on loomulik uurida, kas energiakasutuse eriala lõpetanud tudengid kvalifitseeruvad ka soojusinseneri kutset taotlema.

Järgnevalt vaadatakse, milliseid teadmisi ja oskusi nõuab diplomeeritud soojusenergeetika-inseneri tase 7 kutsestandard ja mida on vaja teha, et energiakasutuse magistriõppe läbinud üliõpilased vastaksid antud standardi nõuetele.

Kutse andjaks on Eesti Soojustehnikainseneride Selts [13].

Diplomeeritud soojusenergeetikainsener tase 7 spetsialiseerub:

1. Soojusmajanduse arendamisele.

„Soojusmajanduse arendamise alla kuulub ettevõtete ja kohalike omavalitsuste energiamajanduse korraldamine ning arengukavade koostamine.“[13]

2. Soojusseadmetele ja -süsteemidele.

„Soojusseadmete ja -süsteemide alla kuuluvad primaarenergiaid kasutavad ja energiat muundavad soojus- ja abiseadmed (katlad, tööstusahjud, kuivatid, soojuspumbad, päikesepaneelid, külma- ja jahutusseadmed, kütuse ettevalmistamise süsteemid, sojussalvestid jm)“. [13]

3. Kaugkütte ja kaugjahutussüsteemidele.

„Kaugkütte- ja kaugjahutussüsteemide alla kuuluvad pinnasesse või tugelele paigaldatud terviklikud ringlussüsteemid (torustik, sulge-, reguleer- ja mõõteseadmed, lekketuvastussüsteemid, termiliste pingete kompenseerimise vahendid jm), mis on mõeldud tsentraalselt toodetud kütte- või jahutusenergia transportimiseks tarbijateni. Energia transportimiseks kasutatav soojuskandja on üldjuhul puhastatud ja keemiliselt ettevalmistatud vesi.“ [13]

4. Gaasiseadmetele ja -paigaldistele.

„Gaasiseadmete ja -süsteemide alla kuuluvad gaasi tootmiseks, töötlemiseks, edastamiseks, ladustamiseks, kasutamiseks või gaasianumate täitmiseks kasutatavad seadmed või paigaldised, sh küttegaaside maa-, vedel-, bio- või tööstusgaasi surveanumad, aurustid, sise- ja välistorustikud, terminalid, täitejaamad, tanklad ja gaasijaamad.“ [13]

5. Soojusallikatele ja soojuskeskustele.

„Soojusallikate ja soojuskeskuste alla kuuluvad kohalikud katelseadmed, soojuspumbad, päikesepaneelid ja soojussõlmed. Siia ei kuulu radiaatori-, õhk- ja põrandaküttesüsteemid, soojaveevarustussüsteemid, olmeventilatsioonisüsteemid, õhukonditsioneerimise süsteemid ja mürasummutavad süsteemid.“ [13]

6. Tööstuslikele ja kaubanduslikele külmaseadmete – ja süsteemidele.

„Tööstuslike ja kaubanduslike külmaseadmete ning -süsteemide alla kuuluvad külma- ja soojuspumpsüsteemid sh otseaurustus-, pumba-, absorberjahutus- ning adiabaatilised süsteemid, kompressorseadmed, soojusvahetid, surveanumad ja torustikud.“ [13]

7. Teadus ja õppetööle.

„Teadus- ja arendustegevuse alla kuuluvad süstemaatilised loomingulised tegevused (alusuuringud, rakendusuuringud ja tootearendus), mis on suunatud uute teadmiste saamisele, kasutades teaduslikku meetodit.“ [13]

Energiakasutuse erialaga on kõige rohkem seotud kaks spetsialiseerumist – Soojusseadmed ja – süsteemid ning soojusallikad ja soojuskeskused. Kuigi võib püüelda mõlemale spetsialiseerumisele vajalike kompetentside omandamise poole, keskendutakse käesolevas töös spetsialiseerumisele soojusallikatele ja soojuskeskustele, kui kõige sarnasemale energiakasutuse - ning Tehnika ja tehnoloogia õppekavades õpitavale.



Sarnaselt diplomeeritud elektriinsenerile jagunevad nõutavad kompetentsid järgnevalt:

- 1) valdkondlik inseneritöö,
- 2) koostöö ja juhendamine,
- 3) spetsialiseerumisega seotud kompetents (soojusallikad ja soojuskeskused),
- 4) valitav kompetents. [13]

Valdkondliku inseneritöö kompetentside vastavus energiakasutust õpetavatele õppekavadele on analüüsitud tabelis 3.4.

**Tabel 3.4.** Soojusenergeetikaalase inseneritöö kompetentsid ja nendega seotud õppeained [14,2]

Nõutud teadmised	Vastav õppeaine Tehnika ja tehnoloogia või Energiakasutuse õppekavas
Matemaatika	TE.0231 Algebra ja analüütiline geomeetria , TE.0228 Matemaatiline analüüs I , TE.0951 Matemaatiline analüüs II .
Füüsika	TE.0259 Füüsika
Insenerimehaanika	TE.0207 Insenerimehaanika
Materjalitehnika	TE.0244 Materjaliõpetus
Programmeerimine	TE.0491 Rakenduslik programmeerimine
Termodünaamika	TE.0044 Soojusõpetus
Soojusmassilevi	TE.0044 Soojusõpetus
Hüdrogaasimehaanika	TE.0457 Pneumo- ja hüdroüsteemid
Kütused ja põlemine	TE.0024 Katelseadmed , TE.0466 Kütused ja määrdeained
Tugevusõpetus	puudub
Insenerigraafika	TE.0949 Insenerigraafika ja kujundustehnoloogia

Nõutud digipädevused on võrdsed elektriinsenerilt nõutuga, (vt. tabel 3.2). Koostöö ja juhendamise alased kompetentsid saavutatakse õppeaine MS.0030 Ettevõtte juhtimise üldkursust läbides.

Spetsialiseerumisega seotud kompetentsi (Soojusallikad ja soojuskeskused) tõestamiseks vajalikud nõudmised on kirjeldatud tabelis 3.5.

**Tabel 3.5.** Soojusinseneri spetsialiseerumisega seotud kompetentsid ning neile vastavad õppeained [15,2]

Nõutud teadmised	Vastav õppeaine Tehnika ja tehnoloogia või Energiakasutuse õppekavas
Hoonete ehitusfüüsikalised omadused	MI.0565 Ehitusõpetus
Termodünaamiliste, hüdrauliliste ja aerodünaamiliste protsesside põhimõtted	TE.0315 Ventilatsioon ja küte. Kursuseprojekt
Hoone juurde kuuluvate küttesüsteemide peamised tehnilised lahendused ja nende valiku põhimõtted	TE.0463 Hoonete ventilatsioon ja energiavarustus
Hoone juurde kuuluvate küttesüsteemide energiatõhususele kehtestatud nõuded	TE.0529 Hoonete energiavarustus ja energiaauditid

Valitav kompetents saavutatakse kohustusliku kaheaastase töökogemuse käigus.

Analüüsid Tehnika ja tehnoloogia bakalaureuseõppe õppekava ja energiakasutuse magistriõppe õppekava ning diplomeeritud soojusinsenerile esitatavaid nõudmisi, ilmneb, et kõik vajalikud õppeained peale tugevusõpetuse on vastavates õppekavades esindatud. Mis tähendab, et kui üliõpilane õpib ühe valikainena tugevusõpetust ja valib magistriõppe õppekava valikmoodulist vajalikud ained, kvalifitseerub ta teadmiste poolest diplomeeritud soojusenergeetikainseneriks ilma, et õppekavadesse oleks vaja tuua uusi õppeaineid.

### 3.3. Turvasüsteemide projekteerija tase 6

Mitte kõik bakalaureuseõppe läbinud üliõpilased ei jätka õpinguid magistrantuuris. Kõrgharidusseadus ütleb: „Bakalaureuseõppes ja rakenduskõrgharidusõppes süvendab üliõpilane üldhariduslikke teadmisi, omandab valdkonna alusteadmised ja -oskused ning tööle asumiseks, iseseisvaks tööks ning magistriõppeks vajalikud teadmised, oskused ja hoiakud.“ [16] Sellest järeldub, et bakalaureuseõpe peab üliõpilasele andma vajalikud teadmised ja oskused erialaga seotud kutse saamiseks. Kuna 7. taseme kutse omamise eelduseks on magistriharidus, saab sobilikke kutseid valida 6. taseme kutsete hulgast. Vastavalt kutsesüsteemi klassifikaatorile jaguneb Energeetika ja Elektriala valdkond järgmiste kutsealade vahel:

- 1) elektri, sooja- ja gaasivarustus,
- 2) elektritöö ja automaatika,
- 3) inseneeria (energeetika),
- 4) keskkonnaala,
- 5) külmatehnika. [17]

Neist omakorda on kuuenda taseme kutsestandardeid ainult elektritöö ja automaatika ja inseneeria kutsealadel. Elektriinseneri tase 6 eeldab vähemalt nelja aastase rakenduskõrghariduse omandamist ja seega ei sobi kolme aastase bakalaureuseõppe läbinule. Soojustehnikainsenerile tase 6 ei ole rakenduskõrghariduse nõuet esitatud, kuid suur osa standardis nõutud teadmisi saavutatakse energiakasutust õppides alles magistriõppes. Mistõttu ka soojustehnikainseneri kutse ei ole sobilik valik.

Elektritöö ja automaatika kutsealal on ainuke 6 taseme kutsestandard turvasüsteemide projekteerija kutsestandard.

Turvasüsteemide projekteeija, tase 6 tööks on turvasüsteemide ja tuleohutuspaigaldiste projekteerimine. Turvasüsteemide projekteeija, tase 6 tegutseb vähemalt ühel järgmistest tegevusvaldkondadest:

- 1) turvasüsteemide projekteerimine;
- 2) tulekahjusignalisatsioonisüsteemi projekteerimine;
- 3) gaaskustutussüsteemi projekteerimine;
- 4) vee- ja vahttulekustutuse süsteemide projekteerimine;
- 5) suitsutõrjesüsteemi projekteerimine;
- 6) ehitise teavitamissüsteemi projekteerimine;
- 7) hädavalgustuse projekteerimine. [18]

Erinevalt elektriinseneri ja soojustehnikainseneri kutsestandarditest ei ole turvasüsteemide projekteeija kutsestandardis konkreetseid nõudmisi teadmistele välja toodud. Vajalik on vähemalt 3 aastane töökogemus antud valdkonnas ning kõrgharidus. Samas on loomulik, et bakalaureuseõppes omandatud teadmised automaatikast, elektroonikast, elektrotehnikast, insenerigraafikast jms. aitavad kaasa tööturule sisenemisel antud valdkonnas. Lisaks tuleks bakalaureuseõppe õppekavasse spetsialiseerumisel energiakasutusele luua õppeaine TE.xxx Nõrkvoolusüsteemid. Milles käsitletak järgmisi teemasid:

- 1) valvesüsteemide ja läbipääsusüsteemide liigid, paigaldamine ja projekteerimine,
- 2) videovalvesüsteemide liigid, paigaldamine ja projekteerimine,
- 3) autonoomse tulekahjusignalisatsioonisüsteemid, paigaldamine ja projekteerimine,
- 4) integreeritud turvasüsteemid, projekteerimine ja paigaldamine.

Antud aine ainekava loomisel ja õpiväljundite loomisel tuleb konsulteerida erialaspetsialistidega Eesti Turvaettevõtete Liidust, kes on ka turvasüsteemide projekteeija kutse andja [18].

## 4. TEHNIKA JA TEHNOLOOGIA ÕPPEKAVA

### 4.1. Seadusandlusest tulenevad vältimatud muutused õppekavas

Võrreldes peatükis I kirjeldatud nõudeid bakalaureuseõppe õppekavadele õppekavaga Tehnika ja tehnoloogia (Lisa 1) jõudis autor järeldusele, et vaadeldav õppekava ei ole kooskõlas õppekava statuudiga. Analüüsisides avastatud erinevusi leidis autor, et viimaks Tehnika ja tehnoloogia õppekava vastavusse õppekava statuudi nõudmistega on vaja:

1. Luua ettevõtluse õpiväljundeid kattev alammodul mahus vähemalt 8 EAP.

Lahendus: olemasolev õppeaine MS00.80 Turunduse alused (3 EAP) asendada mõne 4 EAP mahuga ettevõtlust kajastava õppeainega, näiteks MS.0813. Koos olemasoleva ainega MS.0812 Maaettevõtluse alused (4 EAP) moodustavad nad nõutud alammoduli mahuga 8 EAP. Tulemuseks on +1 EAP õppekavas.

2. Luua keskkonna ja biomajanduse alammodul (8 EAP).

Lahendus: Lisaks olemasolevale õppeainele PK.1707 Ökoloogia ja keskkonnakaitse (4 EAP) tuleb lisada nt. õppeaine MI.1930 Biomajanduse alused. Koos moodustavad nad nõutud alammoduli mahuga 8 EAP. Tulemuseks on +4 EAP õppekavas.

3. Tuua õppekavasse erialase uurimis- või teadustöö metodoloogia rakendamist edendav õppeaine mahus vähemalt 3 EAP.

Lahendus: MI.1791 Uurimistöö alused. Tulemuseks +3 EAP õppekavas.

4. Suurendada erialapraktika mahtu 6 EAP-ni. Tulemuseks +1 EAP õppekavas.

5. Spetsialiseerumise korral tohib valikmodul olla kuni 12 EAP. Hetkel kehtivas õppekavas on energiakasutuse valikmoduli suuruseks 53 EAP.

Lahendus: tuleb valikmoodul nimetada ümber spetsialiseerimismooduliks ning vähendada selle mahtu 49 EAP-ni võrreldes praeguse 53 EAP-ga. Tulemus -4 EAP õppekavas.

Soovitatud muudatuste tulemusena lisandub Tehnika ja tehnoloogia õppekavasse 9 EAP mahus õppeaineid, seega tuleb samas mahus õppeaineid ka vähendada. Kuna vaadeldavas õppekavas on kolm spetsialiseerumist (energiakasutus, tootmistehnika ja ergonoomika), tuleb vajalikud muutused teha kõigil spetsialiseerumistel. Kuigi käesolevas töös keskendutakse energiakasutuse spetsialiseerumisele, ei saa üld- ja erialamoodulis muudatusi tehes mööda vaadata tootmistehnika ja ergonoomika spetsialiseerumise vajadustest.

Igas spetsialiseerumismoodulis tuleb erialapraktikat suurendada 1 EAP võrra ja kogu moodulit vähendada 4 EAP võrra, seega tuleb teistest spetsialiseerumismooduli õppeainetest võtta vähemaks 5 EAP-d. Tootmistehnika ja ergonoomika spetsialiseerumismoodulites vajalikke muudatusi ei hakka autor soovitama, kuna ei ole vastavate erialade õpet ise läbinud. Energiakasutuse spetsialiseerumismoodulis on võimalik vähendada õppeainete TE.0351 Teoreetiline elektrotehnika 2 EAP võrra mahuni 10 EAP ja TE.0022 Elektrimasinad 3 EAP võrra mahuni 5 EAP.

Üld- ja erialamoodulis kokku tuleb ainete mahtu vähendada 4 EAP võrra. Tahtmata ühtegi õppeainet õppekavast eemaldada, saab vähendada olemasolevate õppeainete mahtu.

Näiteks:

TE.0259 Füüsika	12 EAP	asemel 10 EAP
TE.0225 Statistika	4 EAP	asemel 3 EAP
TE.0981 Tehnoloogia projekteerimise alused	4 EAP	asemel 3 EAP

Vastavalt eeltoodud muudatustele koostatud Tehnika ja tehnoloogia õppekava spetsialiseerumisega energiakasutusele on kirjeldatud tabelis 4.1. Tootmistehnika ja ergonoomika spetsialiseerumismoduleid ei ole tabelisse lisatud. Uued õppeained ja need, mille mahtu on muudetud, on tähistatud koodiga TE.xxx.

**Tabel 4.1.** Tehnika ja tehnoloogia õppekava spetsialiseerumisel energiakasutusele koos seadusandlusest tulenevate muutustega (versioon I)[2]

<b>1. Üldmoodul (64 EAP) kohustuslik</b>				
	<b>Ettevõtluse alamoodul</b>			
	MS.0813	Ideest äriplaani	4	EAP
	MS.0812	Maaettevõtluse alused	4	EAP
	<b>Keskkonna ja biomajanduse alamoodul</b>			
	MI.1930	Biomajanduse alused	4	EAP
	PK.0059	Ökoloogia ja keskkonnakaitse	4	EAP
	MI.1791	Uurimistöö alused	3	EAP
	TE.0231	Algebra ja analüütiline geomeetria	5	EAP
	TE.0228	Matemaatiline analüüs I	5	EAP
	TE.0951	Matemaatiline analüüs II	5	EAP
	TE.xxx	Füüsika	10	EAP
	MI.0348	Riskianalüüs ja töökeskkonna ohutus	3	EAP
	TE.xxx	Statistika	3	EAP
	TE.0952	Tehnika ja tehnoloogia	2	EAP
	KE.0027	Inglise erialakeel	4	EAP
	VL.0558	Rakenduskeemia	2	EAP
	MS.0083	Filosoofia	3	EAP
	MS.0119	Õigusõpetus	3	EAP
<b>2. Erialamoodul (49 EAP) kohustuslik</b>				
	TE.0115	Automaatika	3	EAP
	TE.0309	Elektroonika alused	3	EAP
	TE.0949	Insenerigraafika ja kujundustehnoloogia	8	EAP
	TE.0556	Inseneriinformaatika	4	EAP
	TE.0207	Insenerimehaanika	6	EAP
	TE.0466	Kütused ja määrdeained	4	EAP
	TE.0245	Materjalide tehnoloogia õppepraktika	3	EAP
	TE.0244	Materjaliõpetus	5	EAP
	TE.0457	Pneumo- ja hüdroüsteemid	5	EAP
	TE.0044	Soojusõpetus	5	EAP
	TE.xxx	Tehnoloogia projekteerimise alused	3	EAP

**Tabel 4.1. järg**

<b>5. Energiakasutuse spetsialiseerumismoodul (49EAP) valikuline</b>				
	TE.0146	Elektervalgustus ja -kiiritus	5	EAP
	TE.0264	Elektri- ja automaatikaseadmete montaaž	3	EAP
	TE.0116	Elektrijamite põhikursus	5	EAP
	TE.xxx	Elektrimasinad	5	EAP
	TE.0263	Elektrimõõtmised	3	EAP
	TE.0424	Elektriohutus	2	EAP
	TE.0310	Elektriseadmete kasutamine	5	EAP
	TE.xxx	Tehnoloogiapraktika	6	EAP
	TE.0024	Katelseadmed	3	EAP
	TE.0496	Materjalide kuivatamine	2	EAP
	TE.xxx	Teoreetiline elektrotehnika	10	EAP
		Vabaained	8	EAP
	TE.0950	Bakalaureusetöö	10	EAP
Kokku			180	EAP

Tabelis 4.1. kirjeldatud õppekava versioon vastab küll õppekava statuudile ja on õppekorralduslikult kergesti kohandatav, kuid jätab arvestama paljud bakalaureuseastme inseneriõppe ees seisvad väljakutsed ja probleemid:

- 1) inseneri kutsestandarditele vastamiseks vajalikud muutused õppekavas,
- 2) õppekava evalveerimisaruanDES väljatoodud probleemid ja parandussoovitused,
- 3) kõrgharidusseaduses määratud vajadus valmistada bakalaureuseõppe lõpetajad ette tööturule sisenemiseks.



## 4.2. Elektriinseneri kutsestandarditest tulenevad muutused

Analüüsidest energiakasutuse eriala õpetavate õppekavade vastavust diplomeeritud elektriinseneri kutsestandardile, selgus vajadus lisada õppekavadesse tugevusõpetust ja masinatehnikat käsitlevad õppeained. Lisaks on puudujääke digipädevustes (vaja on osata mitmeid programmeerimiskeeli). Kuna nii tugevusõpetus kui ka masinatehnika ja programmeerimine kuuluvad alusteadmiste hulka, on loomulik et vastavad õppeained kuuluvad bakalaureuseõppe õppekavasse. Autori arvates on lubamatu olukord, kus Tehnika ja tehnoloogia õppekava läbinud ja tehnikateaduse bakalaureuse kraadi omandanud üliõpilane ei ole kohustuslikus korras läbinud mitte ühtegi programmeerimist õpetavat ainet. Ainuke aine, kus õpetatakse kasutama erinevat tarkvara ja selgitatakse infotehnoloogia aluseid on esimese kursuse esimesel semestril õpetatav TE.0556 Inseneriinformaatika (4 EAP) . Eeltoodust lähtuvalt on vaja Tehnika ja tehnoloogia õppekava erialamoodulisse luua programmeerimise alamoodul. Võimalik programmeerimise alamoodul on kirjeldatud tabelis 4.2.

**Tabel 4.2.** Programmeerimise alamoodul.

Õppeaine nimi	EAP
TE.xxx Inseneriinformaatika I	4
TE.xxx Inseneriinformaatika II	2
TE.xxx Programmeerimine I	3
TE.xxx Programmeerimine II	3
TE.xxx Visuaalprogrammeerimine	3
Kokku	15

Olemasolev õppeaine TE.0556 Inseneriinformaatika jaguneks kaheks eraldi aineks: Inseneriinformaatika I ja Inseneriinformaatika II. Teemad, mis käsitlevad arvuti riistvara, arvustusüsteeme, digiloogikat jms, koonduksid ainesse Inseneriinformaatika II. Inseneriinformaatika I jätkaks õppe- ja ametitöös vajalike tarkvarapakettide tutvustamist ning nende kasutamise õpetamist. Lisaks tekstiredaktorite ja tabelitöötlusvahenditele (MS Office, LibreOffice jms) käsitletak ka modelleerimis- ja arvutamistarkvara (Mathcad, SciLab jt) ning tutvustatakse erinevaid veebikeskkondi (WoframAlpha, Falstad jt.). Aine lõpeks endiselt kursuseprojekti koostamise ja kaitsmisega, mille käigus tutvustatakse

üliõpilastele erialase uurimis- või teadustöö metodoloogiat ning selle rakendamist kasutades eelnevalt tutvustatud tarkvaralisi võimalusi. Eelpool kirjeldatu rahuldaks ka õppekava statuudi nõuet (bakalaureuse õppekava peab sisaldama erialase uurimis- või teadustöö metodoloogia rakendamist edendavat õppeainet mahus vähemalt 3 EAP), ning võimaldaks jätta õppekavasse lisamata õppeaine MI.1791 Uurimistöö alused.

Õppeaine Programmeerimine I keskenduks programmeerimise alustele, nt. Python keele baasil, Programmeerimine II tutvustaks kõrgtaseme programmeerimiskeeli, näiteks C++. Mõlema keele algtasemel tundmine on oluline, oskamaks kasutada näiteks laialt levinud miniarvutit Raspberry Pi või arendusplaati Arduino.

Õppeaine Visuaalprogrammeerimine sisuks on programmeerimiskeele LabView õpetamine. Kuna insener tegeleb mõõtmiste, mõõtmisandmete töötlemise ning saadud tulemuste abil erinevate protsesside juhtimisega, on tänapäeval vajalik tunda programmeerimiskeelt LabView. Siiani on seda keelt tutvustatud energiakasutuse magistriõppes aine TE.0307 Mõõtmised ja andmetöötlus käigus. Autor leiab, et LabView programmeerimiskeele algtasemel omandamine bakalaureuseõppes võimaldab magistriõppe õppeainetes keskenduda sisuliste probleemide lahendamisele, kulutamata aega keele enda õppimisele. Samuti on LabView tundmine oluliseks eeliseks tööturul ka ilma magistriõpet läbimata.

Programmeerimise alammodulis on kokku 15 EAP. Sellest 11 EAP on uued õppeained. Kuna Inseneriinformaatika I edendab erialase uurimis- või teadustöö metodoloogia rakendamist, võib õppekava versioonist I vt. Tabel 4.1 välja jätta aine MI.1791 Uurimistöö alused (3 EAP). Seega on vaja üld- või erialamoodulis vähendada õppeainete mahtu 8 EAP võrra. Kuna aine TE.0245 Materjalide tehnoloogia õppepraktika kuulub kokku tootmistehnika valikmoodulis olevate ainetega TE.0519 Materjalide töötlemistehnoloogia I ja TE.0393 Materjalide töötlemistehnoloogia II, on mõistlik TE.0245 Materjalide töötlemistehnoloogia õppepraktika viia tootmistehnika spetsialiseerumismoodulisse või liita nende ainetega. Ülejäänud 5 EAP mahtu saadakse VL.0558 Rakenduskeemia (2 EAP) ja MS.0119 Õigusõpetus (3 EAP) eemaldamisega õppekavast. Alternatiiviks oleks TE.0228 Matemaatiline analüüs I ja TE.0951 Matemaatiline analüüs II liitmine üheks õppeaineks Matemaatiline analüüs (5 EAP). Alahindamata matemaatika osatähtsust inseneriõppes, leiab autor siiski, et otstarbekas oleks liita kaks matemaatilise analüüsi õppeainet üheks aineks, sest TE.0228 Matemaatilise analüüs I õpiväljunditeks on:

- 1) oskab kasutada arvutiprogrammi Mathcad algajate tasemel ja lahendab selle abil lihtsamaid ülesandeid,
- 2) tunneb funktsioonide ja jadade omadusi ja piirväärtuse mõistet ning lahendab arvutiprogrammi Mathcad abil nende kohta lihtsamaid ülesandeid,
- 3) tunneb ridu ja diferentsiaalarvutust ning lahendab arvutiprogrammi Mathcad abil nende kohta lihtsamaid ülesandeid. [2]

Esimene õpiväljund saavutatakse aine Inseneriinformaatika I raamides, teine ja kolmas väljund on suuresti gümnaasiumi laia matemaatikakursuse kordamine, mida saab integreerida TE.0951 Matemaatiline analüüs II baasil loodava uude õppeainesse TE.xxx Matemaatiline analüüs.

Diplomeeritud elektriinseneri tase 7 kutsestandardis nõutud tugevusõpetuse ja masinatehnika teadmisi omavad õpiväljundites järgmised õppeained: MI.1886 Tugevusõpetus I (4 EAP) ja TE.0391 Masinamehaanika (5 EAP). Mõlemad õppeained kuuluvad Tehnika ja tehnoloogia õppekavas tootmistehnika valikmoodulisse. Kuna ka energiakasutuse eriala valinud üliõpilased peavad neid õppeaineid läbima, on loomulik nende õppeainete tõstmine valikmoodulist (spetsialiseerumismoodulist) erialamoodulisse, tehes nende läbimise kohustuslikuks kõigile antud õppekaval õppivatele üliõpilastele. Autor on veendunud, et antud õppeainete läbimine tuleb kasuks ka kolmanda eriala, s.t. ergonomika valinud üliõpilastele. Energiakasutuse spetsialiseerumismooduli mahtu tuleb kahe õppeaine lisandumise tõttu vähendada 9 EAP võrra. Autori ettepanek on järgmine:

- 1) vähendada TE.0146 Elektervalgustus ja – kiiritus (5 EAP) mahtu 2 EAP võrra,
- 2) liita õppeained TE.xxx Elektrimasinad (5 EAP) ja TE.0116 Elektriagamite põhikursus (5 EAP) uueks õppeaineiks TE.xxx Elektrimasinad ja -ajamid (6 EAP). Maht väheneb 4 EAP võrra,
- 3) liita õppeained TE.0424 Elektriohutus (2 EAP) ja TE.0310 Elektriseadmete kasutamine (5 EAP) uueks õppeaineiks Elektriseadmete kasutamine ja elektriohutus (6 EAP). Maht väheneb 1 EAP võrra,
- 4) vähendada õppeaine Teoreetiline elektrotehnika (10 EAP) mahtu 2 EAP võrra.

Tehnika ja tehnoloogia õppekava versioon II, mis rahuldab nii EMÜ õppekava statuudi kui diplomeeritud elektriinseneri tase 7 muutunud kutsestandardist tulenevaid nõudmisi, on kirjeldatud tabelis 4.3.

**Tabel 4.3.** Tehnika ja tehnoloogia õppekava koos kutsestandardist tulenevate muutustega (versioon II)[2]

<b>1. Üldmoodul (56 EAP) kohustuslik</b>				
	<b>Ettevõtluse alamoodul</b>			
	MS.0813	Ideest äriplaanini	4	EAP
	MS.0812	Maaettevõtluse alused	4	EAP
	<b>Keskkonna ja biomajanduse alamoodul</b>			
	MI.1930	Biomajanduse alused	4	EAP
	PK.0059	Ökoloogia ja keskkonnakaitse	4	EAP
	TE.0231	Algebra ja analüütiline geomeetria	5	EAP
	TE.xxx	Matemaatiline analüüs	5	EAP
	TE.xxx	Füüsika	10	EAP
	MI.0348	Riskianalüüs ja töökeskkonna ohutus	3	EAP
	TE.xxx	Statistika	3	EAP
	TE.0952	Tehnika ja tehnoloogia	2	EAP
	KE.0027	Inglise erialakeel	4	EAP
	VL.0558	Rakenduskeemia	2	EAP
	MS.0083	Filosoofia	3	EAP
	MS.0119	Õigusõpetus	3	EAP
<b>2. Erialamoodul (66 EAP) kohustuslik</b>				
	TE.0115	Automaatika	3	EAP
	TE.0309	Elektroonika alused	3	EAP
	TE.0949	Insenerigraafika ja kujundustehnoloogia	8	EAP
	TE.0207	Insenerimehaanika	6	EAP
	TE.0466	Kütused ja määrdeained	4	EAP
	TE.0244	Materjaliõpetus	5	EAP
	TE.0457	Pneumo- ja hüdroüsteemid	5	EAP
	TE.0044	Soojusõpetus	5	EAP
	TE.xxx	Tehnoloogia projekteerimise alused	3	EAP
	TE.0391	Masinamehaanika	5	EAP
	MI.1886	Tugevusõpetus I	4	EAP
	<b>Programmeerimise alamoodul</b>			
	TE.xxx	Inseneriinformaatika I	4	EAP
	TE.xxx	Inseneriinformaatika II	2	EAP
	TE.xxx	Programmeerimine I	3	EAP
	TE.xxx	Programmeerimine II	3	EAP
	TE.xxx	Visuaalprogrammeerimine	3	EAP

**Tabel 4.3. järg**

<b>5. Energiakasutuse spetsialiseerumismoodul (40 EAP) valikuline</b>				
	TE.0146	Elektervalgustus ja -kiiritus	3	EAP
	TE.0264	Elektri- ja automaatikaseadmete montaaž	3	EAP
	TE.xxx	Elektrimasinad ja -ajamid	6	EAP
	TE.0263	Elektrimõõtmised	3	EAP
	TE.0310	Elektriseadmete kasutamine ja elektriohutus	6	EAP
	TE.xxx	Tehnoloogiapraktika	6	EAP
	TE.0024	Katelseadmed	3	EAP
	TE.0496	Materjalide kuivatamine	2	EAP
	TE.xxx	Teoreetiline elektrotehnika	8	EAP
		Vabaained	8	EAP
	TE.0950	Bakalaureusetöö	10	EAP
Kokku			180	EAP

### **4.3. Paradigma muutusest tulenevad täiendused õppekavas**

Siiani on energiakasutuse eriala õpetamist EMÜ tehnikainstituudis vaadeldud viie aastase tervikliku õppena, mis on jagunenud bakalaureuseõppe ja magistriõppe vahel, kusjuures bakalaureuseõppe 180 EAP-st on energiakasutuse valikmoodul moodustanud 53 EAP.

Bakalaureuseõppes energiakasutusele spetsialiseerunud üliõpilaste õpetamise peamine eesmärk on olnud valmistada üliõpilasi ette magistritaseme õppeks energiakasutuse erialal. Sama võib öelda ka teiste spetsialiseerumiste kohta. Sellest tulenevalt ei ole Tehnika ja tehnoloogia õppekava lõpetanu bakalaureusekraad mõeldud omama suurt eraldiseisvat sisulist väärtust. 30% bakalaureuseõppest kulub selleks, et olla valmis alustama magistriõpinguid. Kui aga magistriõpinguid ei alustata, ei piisa omandatud teadmistest mitte ühegi kutse saamiseks. Samuti ei ole kindel, et ülejäänud 70% omandatud ainetest suudavad olla aluseks klassikalisele inseneriharidusele [3:39].

Vastavalt kõrgharidusseadusele on bakalaureuseõppe eesmärk ennekõike omandada tööle asumiseks, iseseisvaks tööks ning magistriõppeks vajalikud teadmised, oskused ja hoiakud. Võime tööturul hakkama saada on tähtsam, kui suutlikkus magistritasemel õppida, kuigi olulised on mõlemad. [16]

Suurenenud on ka nende üliõpilaste arv, kes on asunud õppima energiakasutuse erialal magistriõppes, olemata lõpetanud bakalaureuseõpet Tehnika ja tehnoloogia õppekaval.

Tehnika ja tehnoloogia õppekava läbimine spetsialiseerumisega energiakasutusele on juba praegu muutunud ainult eeliseks magistriõppes energiakasutust õppides, mitte vajalikuks eeltingimuseks. Sellest tulenevalt on aeg vastavad õppekavad üksteisest „lahti haakida“, s.t. bakalaureuseõpe Tehnikainstituudis peab keskenduma ennekõike klassikalisele inseneriõppele, luues tervikliku insenerile vajalikke alusteadmisi andva õppekava. Autor on veendunud, et kõik eeldused vajalike muudatuste õnnestumiseks on EMÜ Tehnikainstituudis olemas. Piisavalt väikeste muudatustega on võimalik saavutada energiakasutuse õpingute õppekavade vastavus kolmele kutsestandardile. Samuti on võimalik suurendada bakalaureuseastme õpingute iseseisvat väärtust, kaotamata sidet magistritaseme õppekavadega vastamaks diplomeeritud inseneri kutsestandarditele.

Eelkõige on Tehnika ja tehnoloogia õppekavas vaja kaotada ära spetsialiseerumine. Hetkel toimub spetsialiseerumise otsustamine pärast esimest semestrit. Küsimus on, miks ei saa spetsialiseerumist valida juba õppima asudes? Mis juhtub, kui 90% tudengitest otsustab ühe spetsialiseerumise kasuks? Autori isiklik kogemus õpingutest Tehnika ja tehnoloogia õppekaval näitab, et üheks võimaluseks on moodustada pingerida üliõpilastest esimese semestri õppetulemuse järgi. Kuigi 25 üliõpilast tahtsid spetsialiseeruda energiakasutusele, võimaldati seda vaid 15 esimesele pingereas, ülejäänud pidid valima kas tootmistehnika või ergonoomika vahel või katkestama õpingud, et järgmisel aastal uuesti proovida. Samas on spetsialiseerumise valik lõplik, sest erinevused õppekava sees on nii suured, et sisuliselt on võimatu spetsialiseerumist vahetada isegi teise aasta lõpus, rääkimata kolmandast aastast. Mis tähendab, et kui üliõpilane leiab, et ta tegi vale valiku, on valiku parandamise võimalus ainult läbi õpingute katkestamise ja uuesti alustamise. Eeltoodu on peamisi põhjusi spetsialiseerumise kaotamiseks Tehnika ja tehnoloogia õppekavas.

Loomaks uut, ilma spetsialiseerumiseta Tehnika ja tehnoloogia õppekava, tuleb:

- 1) analüüsida erinevaid spetsialiseerumismoduleid ühisosa leidmiseks ja vastavate õppeainete liigutamiseks üld- või erialamoodulisse,
- 2) moodustada allesjäänud õppeainetest valikmoodulid mahuga kuni 24 EAP,
- 3) jälgida õppeplaani koostamisel, et valikmooduli õppeaineid õpetataks 3. õppeaastal,
- 4) luua mobiilsusaken, s.t. koondada ühele semestrile need õppeained, mille läbimine teistes ülikoolides on kindlasti võimalik ilma ühildumisprobleemideta ülejäänud õppekavaga,
- 6) jaotada nii üld- kui erialamoodulis õppeained sisu ja õppeväljundite alusel alammoduliteks.

Kõigis spetsialiseerumismoodulites on olemas tehnoloogiapraktika. Kuna õppeplaanis on tehnoloogiapraktika toimumisajaks teise aasta kevadsemester ja valikaineid õpetatakse kolmandal aastal, saab tudeng valida oma praktikakoha lähtuvalt edasistest valikutest õppekavas. Seetõttu ei ole vaja kolme eraldi tehnoloogiapraktika õppeainet.

Teine aine, mis kuulub kõigisse kolme spetsialiseerumismoodulisse, on elektrotehnika, jaotudes kahe erineva elektrotehnika õppeaine vahel: TE.0351 Teoreetiline elektrotehnika energiakasutuse spetsialiseerumismoodulis ja TE.0395 Elektrotehnika teistes spetsialiseerumismoodulites. Autor on veendunud, et elektrotehnikat on võimalik õpetada ka selliselt, et erialamoodulis olevas ühises elektrotehnika õppeaines saavad kõik õppekaval õppivad üliõpilased ühesugused vajalikud algteadmised elektrotehnikas ning antud valdkonna süvendatud teadmised antakse edasi energiakasutuse valikmooduli õppeainete kaudu.

Energiakasutuse spetsialiseerumismoodulis olevad ained TE.0024 Katelseadmed ja TE.0496 Materjalide kuivatamine on mõistlik liita ja saadud õppeaine uue nimega „TE.xxx Soojusgeneraatorid“ tuleb viia erialamoodulisse. Soojusgeneraatoreid on vaja tunda igal inseneril, nende tundmaõppimine ei saa olla ainult energiakasutusele spetsialiseerunud üliõpilaste privileeg.

Õppeainetes TE.0310 Elektriseadmete kasutamine ja TE.0424 Elektriohutus käsitletavad teemad on orgaaniliselt seotud ning nende õppeainete ühendamise uueks õppeaineiks „TE.xxx Elektriseadmete kasutamine ja elektriohutus“ on loomulik. Sama kehtib ka õppeainete TE.0022 Elektrimasinad ja TE.0116 Elektriajamite põhikursus kohta. Ühendatud õppeaine nimeks oleks „TE.xxx Elektrimasinad- ja ajamid“. Seoses turvasüsteemide projekterija kutsestandardiga on otstarbekas luua energiakasutuse valikmoodulisse ka õppeaine nimega „TE.xxx Nõrkvoolusüsteemid“.

Mobiilsusaken on planeeritud neljandasse semestrisse. Õppeplaanis on sellesse semestrisse koondatud õppeained, mida on võimalik omandada igas ülikoolis, kus õpetatakse insenere. Ka tehnoloogipraktika, mis sooritatakse tavaliselt suvekuudel, on jätkuvalt neljandal semestril. Samuti ei ole need õppeained eeldusaineteks kolmanda õppeaasta õppeainetele. Mis võimaldab soovi korral tudengil veeta ühe semestri mõnes teises ülikoolis näiteks programmi ERASMUS abil, kartmata et õpingute lõpetamine seetõttu edasi lükkuks. Mobiilsusaknasse ei kuulu ühtegi valikmoodulisse kuuluvat õppeainet, mis teeb ta kasutatavaks kõigile Tehnika ja tehnoloogia õppekaval õppivatele tudengitele. Samuti puudub vajadus spetsialiseeruda juba esimese semestri järel. Valik tehakse, registreerudes viienda semestri õppeainetele. Kes ei soovi vahetusüliõpilaseks minna, saab mobiilsusakent kasutada teistes valikmoodulites olevate õppeainete läbimiseks. Arvestades asjaolu, et tehnoloogiapraktika läbitakse reeglina suvekuudel, (mis järelikult ei mõjuta õpinguid kevadsemestril) ja vabaainete hulka mobiilsusaknas (6 EAP), on võimalik teise aasta kevadsemestril läbida lisaks 12 EAP mahus õppeaineid, ilma tavapärasest õppekoormust suurendamata. Mobiilsusaknasse kuuluvad õppeained on näidatud tabelis 4.4.

**Tabel 4.4.** Mobiilsusaknasse kuuluvad õppeained Tehnika ja tehnoloogia õppekavas

Aine kood	Nimetus	EAP
MS.0083	Filosoofia	3
TE.xxx	Statistika	3
TE.xxx	Tehnoloogia projekteerimine	3
TE.xxx	Tehnoloogiapraktika	6
TE.xxx	Programmeerimine I	3
TE.xxx	Programmeerimine II	3
TE.xxx	Visuaalprogrammeerimine	3
	Vabaained	6

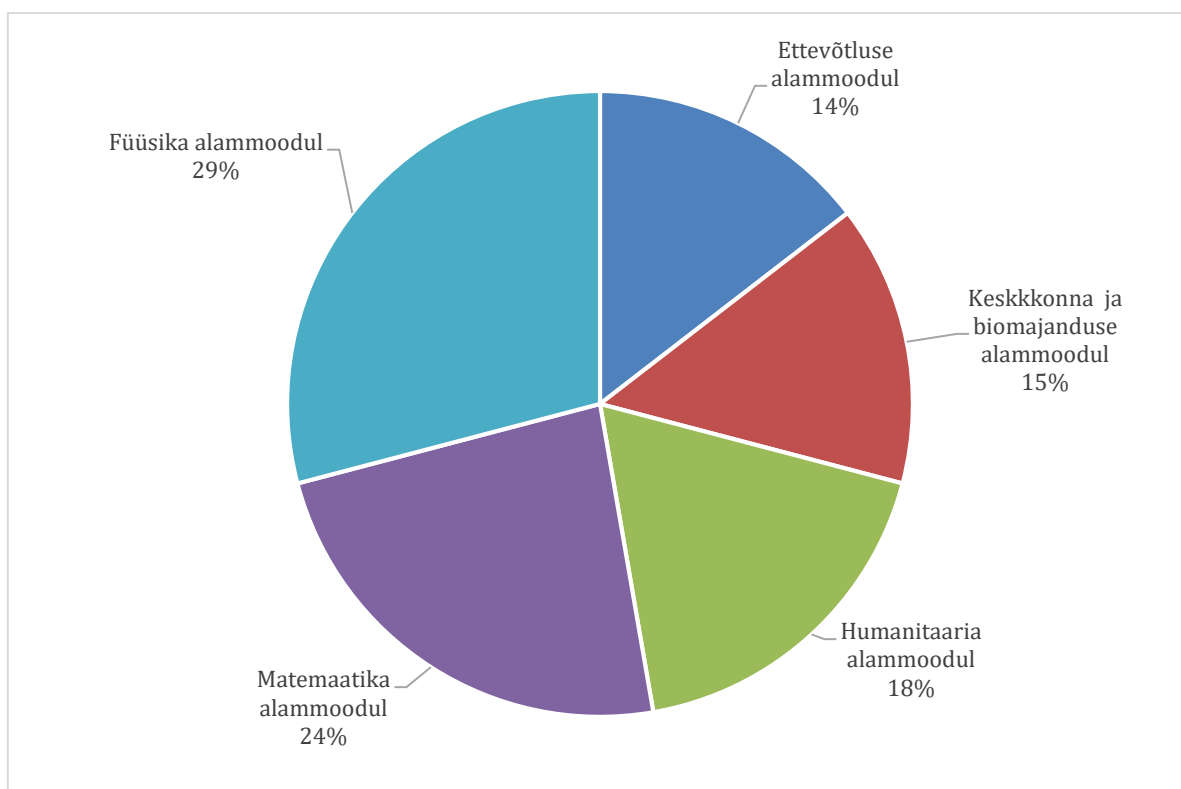


Üld- ja erialamoodulitesse kuuluvad õppeained jaotati sisu ja õpiväljundite alusel alamoodulitesse.

Üldmoodul koosneb:

1. Ettevõtluse alamoodul.
2. Humanitaaria alamoodul.
3. Matemaatika alamoodul.
4. Füüsika alamoodul.

Alamoodulite osakaalud üldmoodulis on toodud joonisel 4.1.

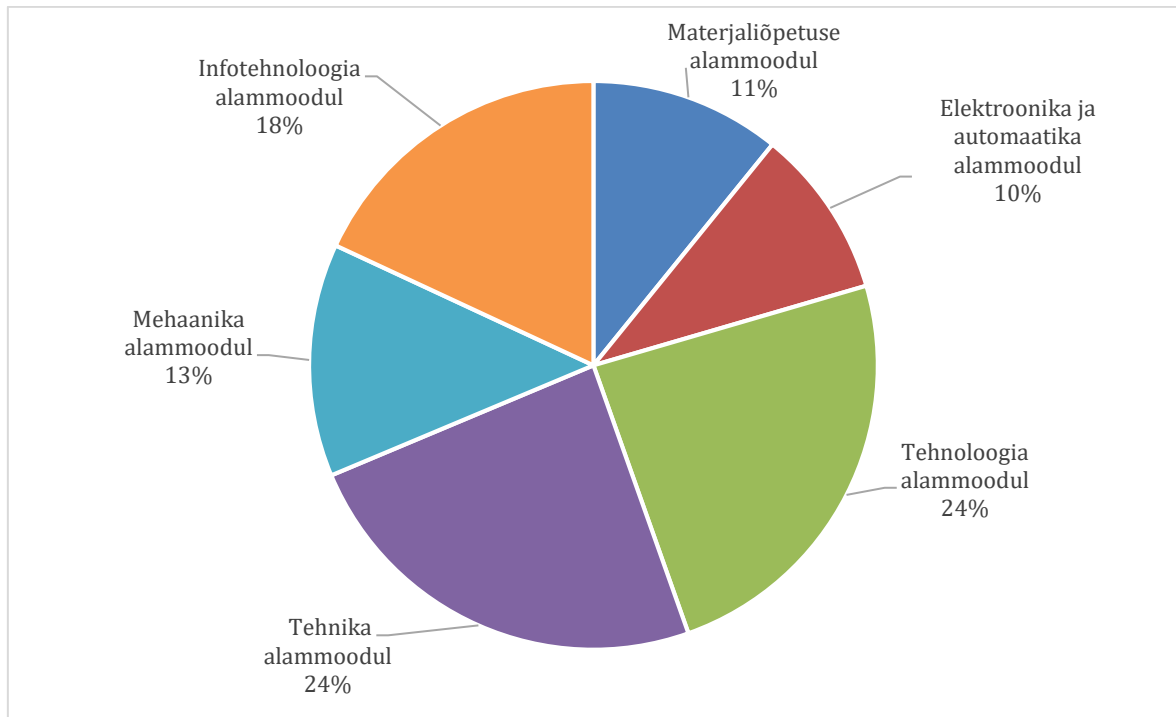


**Joonis 4.1.** Tehnika ja tehnoloogia õppekava üldmooduli jagunemine alamooduliteks.

Erialamoodul koosneb:

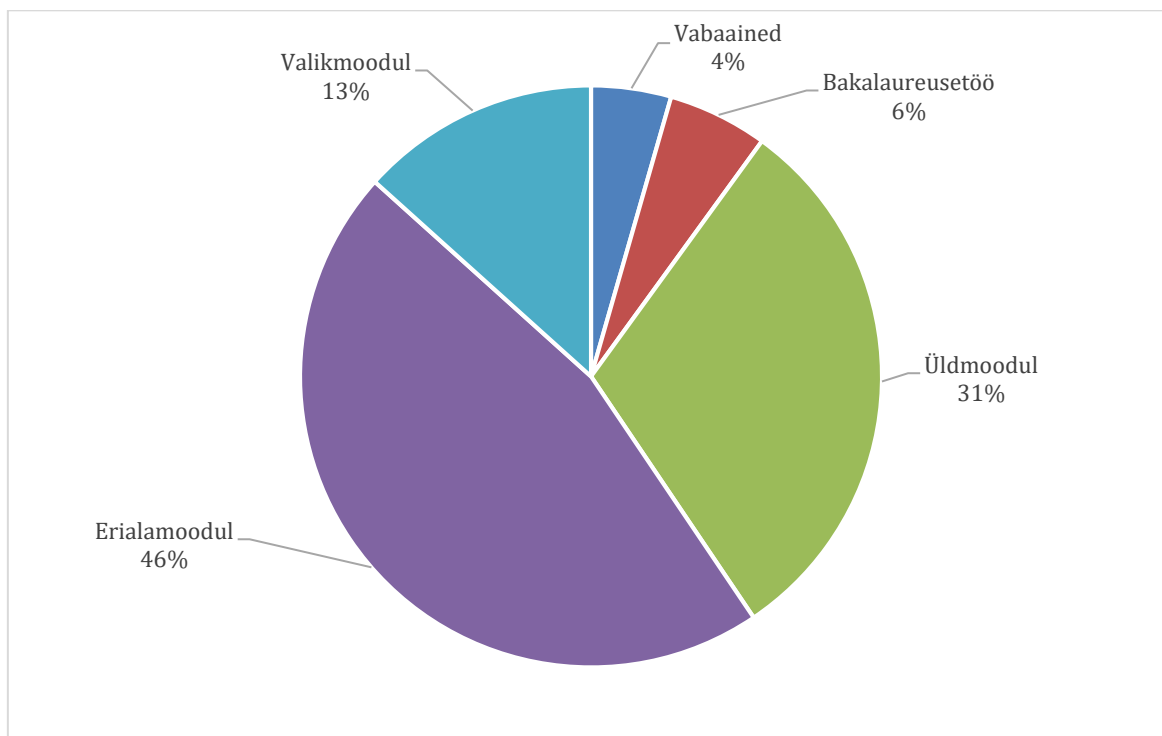
1. Materjaliõpetuse alamoodul.
2. Elektroonika ja automaatika alamoodul.
3. Tehnoloogia alamoodul.
4. Tehnika alamoodul.
5. Mehaanika alamoodul.
6. Infotehnoloogia alamoodul.

Alamoodulite osakaalud erialamoodulis on toodud joonisel 4.2.



**Joonis 4.2.** Tehnika ja tehnoloogia õppekava erialamooduli jagunemine alamooduliteks.

Tehnika ja tehnoloogia õppekava jaotumine moodulitesse on kujutatud joonisel 4.3.



**Joonis 4.3.** Tehnika ja tehnoloogia õppeainete jaotumine moodulitesse.

Jooniselt 4.3. on näha, et võrreldes Tehnika ja tehnoloogia õppekava 2018/2019 versiooniga on oluliselt vähenenud valikmooduli osakaal ja suurenenud erialamooduli osakaal, mis ühtlustab vastava õppekava läbinud üliõpilaste teadmisi ning suurendab üliõpilaste õppekavasisesest mobiilsust.

Kuna käesolevas magistritöös keskendutakse energiakasutuse õppele EMÜ Tehnikainstituudis, ei ole autor kirjeldanud ei tootmistehnika ega ergonoomika võimalikke valikmoodulite sisu loodavas õppekavas. Ka puudub autoril vastav kompetentsus. Tehnika ja tehnoloogia õppekava versioon koos energiakasutuse valikmooduliga on kirjeldatud tabelis 4.5.

**Tabel 4.5.** Tehnika ja tehnoloogia õppekava versioon III

Kood	Õppeaine nimetus	Maht EAP	Õppeaasta, semester					
			1.		2.		3.	
			s	k	s	k	s	k
<b>ÜLDMOODUL</b>								
<b>Ettevõtluse alamoodul</b>								
MS.0813	Ideest äriplaanini	4		4				
MS.0812	Maaettevõtluse alused	4	4					
Keskkonna ja biomajanduse alamoodul								
MI.1930	Biomajanduse alused	4	4					
PK.1707	Keskkonnakaitse ja -korraldus	4		4				
<b>Humanitaaria alamoodul</b>								
MS.0119	Õigusõpetus	3			3			
MS.0083	Filosoofia	3				3		
KE.0027	Inglise erialakeel	4	1	3				
<b>Matemaatika alamoodul</b>								
TE.xxx	Matemaatiline analüüs	5	5					
TE.0231	Algebra ja analüütiline geomeetria	5	5					
TE.xxx	Statistika	3				3		
<b>Füüsika alamoodul</b>								
TE.xxx	Füüsika	10	5	5				
TE.xxx	Elektrotehnika	6			6			
<b>Materjaliõpetuse alamoodul</b>								
MI.1886	Tugevusõpetus I	4						4
TE.0244	Materjaliõpetus	5			5			
<b>ERIALAMOODUL</b>								
<b>Elektroonika ja automaatika alamoodul</b>								
TE.0115	Automaatika	3						3
TE.xxx	Elektroonika I	5			5			
<b>Tehnoloogia alamoodul</b>								
MI.0348	Riskianalüüs ja töökeskkonna ohutus	3		3				
TE.0949	Insenerigraafika ja kujundustehnoloogia	6		6				
TE.xxx	Tehnoloogia projekteerimine	3				3		
TE.xxx	Tehnoloogiapraktika	6				6		
TE.xxx	Sissejuhatus erialasse	2	2					
<b>Tehnika alamoodul</b>								
TE.0457	Pneumo- ja hüdroüsteemid	5					5	
TE.xxx	Soojustehnika	5			5			
TE.0466	Kütused ja määrdeained	3		3				
TE.xxx	Soojused ja määrdeained	5					5	
VL.0558	Rakenduskeemia	2						2
<b>Mehaanika alamoodul</b>								
TE.0391	Masinamehaanika	5						5
TE.0207	Insenerimehaanika	6			6			

Tabel 4.5. järg

<b>Infotehnoloogia alammodul</b>								
TE.xxx	Inseneriinformaatika I	4	4					
TE.xxx	Inseneriinformaatika II	2		2				
TE.xxx	Programmeerimine I	3				3		
TE.xxx	Programmeerimine II	3				3		
TE.xxx	Visuaalprogrammeerimine	3				3		
<b>ENERGIAKASUTUSE VALIKMOODUL</b>								
TE.xxx	Nõrkvoolusüsteemid	3						3
TE.0263	Elektrimõõtmised	3					3	
TE.xxx	Elektervalgustus	3					3	
TE.xxx	Elektrimasinad - ja ajamid	6					6	
TE.xxx	Elektriseadmete kasutamine ja elektriohutus	6					6	
TE.0264	Elektri- ja automaatikaseadmete montaaž	3						3
	Vabaained	8				6	2	
TE.0950	Bakalaureusetöö - või eksam	10						10
Kokku		180	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>

Autori hinnangul vastab koostatud õppekava püstitatud eesmärgile ning tehtud muudatused on vajalikud, suurendamaks üliõpilaste huvi õppida Tehnika ja tehnoloogia õppekaval. Mida rohkem on energiakasutuse valikmooduli valinud lõpetajaid, seda suurem on võimalus, et nad jätkavad oma õpinguid ka magistriastmes energiakasutuse erialal.

## **5. ENERGIAKASUTUSE ÕPPEKAVA**

### **5.1. Uued moodulid õppekavas ja nende vastavus kutsestandarditele**

Erinevalt bakalaureuseõppe õppekavast Tehnika ja tehnoloogia vastab Energiakasutuse magistriõppekava 2019/2020 versioon (vt. Lisa 2) õppekava statuudile, mistõttu seadusandlusest tulenevaid muutusi ei ole. Ka diplomeeritud elektriinseneri tase 7 kutsestandardist tulenevad muutused energiakasutuse õppes on realiseeritud bakalaureuseastme õppekavas. Ometi on muutused ka magistriastme õppekavas möödapääsmatud. Peamisteks põhjusteks on vähenev lõpetajate arv (joonis 1.1) ja asjaolu, et magistriõpingute lõpus omistatava diplomeeritud elektriinseneri tase 7 esmase kutse andmine lõpeb 2021. aastal. Kuna esmane kutse on eluaegne, s.t. seda ei pea perioodiliselt uuendama ja võimaldab töötada valitud erialal, on diplomeeritud elektriinseneri tase 7 esmase kutse omandamise võimalus olnud suureks motivaatoriks energiakasutuse eriala valimisel. Suurendamaks üliõpilaste arvu energiakasutuse erialal, tuleb muuta õppekava atraktiivsemaks. Kuna eelnevast analüüsist selgus, et Energiakasutuse õppekava koos Tehnika ja tehnoloogia õppekavaga on võimalik vastavusse viia diplomeeritud soojusinseneri tase 7 kutsestandardile, on autori veendumuse kohaselt vajalik vastavad muudatused õppekavas teha. Sellest tuleneb, et Energiakasutuse õppekavasse tuleb sisse viia spetsialiseerumised elektroenergeetikale ja soojusenergeetikale. Vastavalt õppekava statuudile tuleb selleks luua kaks spetsialiseerumismoodulit (joonis 2.4) ning valikmoodulis olevad õppeained jaotada erialamooduli ja spetsialiseerumismoodulite vahel.

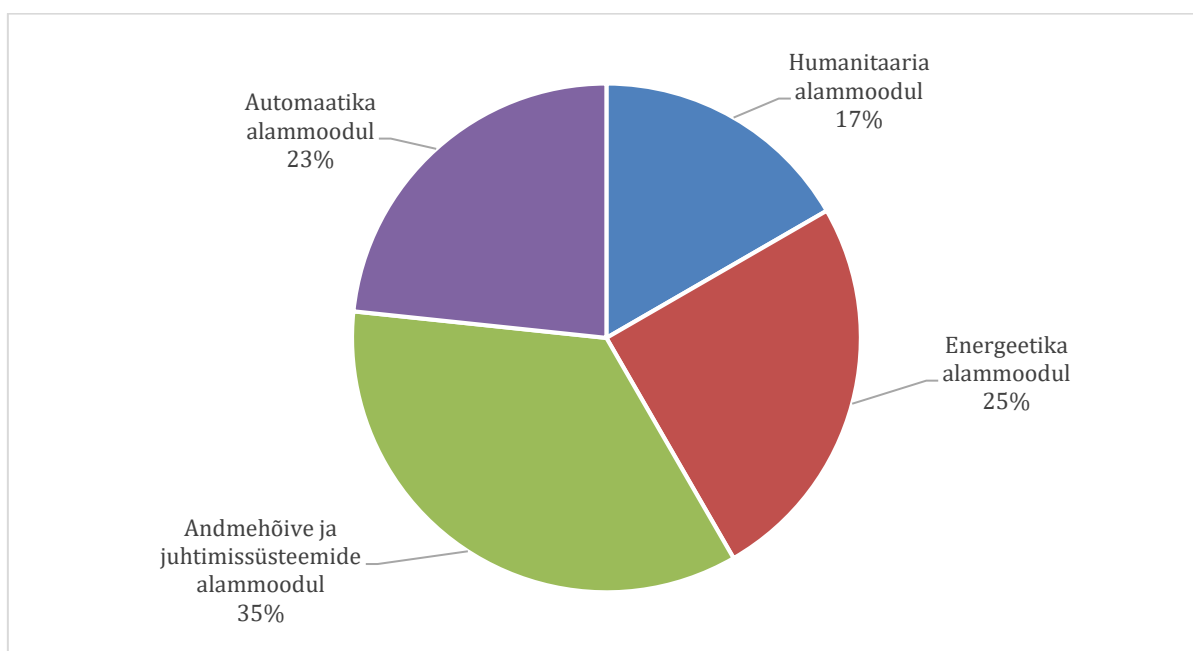
## 5.2. Energiakasutuse õppekava erialamoodul

Sarnaselt Tehnika ja tehnoloogia õppekavaga tuleb ka Energiakasutuse õppekavas grupeerida õppeained sisu ja õppeväljundite poolest alamoodulitesse.

Erialamoodul koosneb järgnevatest alamoodulitest:

1. Humanitaaria alamoodul.
2. Energeetika alamoodul.
3. Andmehõive ja juhtimissüsteemide alamoodul.
4. Automaatika alamoodul.

Alamoodulite osakaalud erialamoodulis on toodud joonisel 5.1.



**Joonis 5.1.** Alamoodulite osakaalud Energiakasutuse õppekava erialamoodulis.

Uued õppeained alamoodulites:

1. TE.xxx Magistriseminar – aine eesmärgiks on tutvustada teadusartiklite ja kursusetööde kirjutamise metoodikat ja väljundiks on artikkel magistrantide teaduskonverentsil. Julgustab tudengeid kaaluma magistriõpingute lõpetamist teadusartikli kirjutamisega.
2. TE.xxx Energia salvestustehnoloogiad – aine eesmärgiks on tutvustada erinevaid energia salvestusmeetodeid ning optimaalse meetodi valimise

põhimõtteid. Väljundiks on kursuseprojekt/tarkvara, mis modelleerib tarbija energiakasutust ning valib taastuenergiaallikatest toodetava energia kasutamata võimsuse optimaalse salvestusviisi.

3. TE.xxx Hooneautomaatika – aine eesmärk on tutvustada erinevaid targa maja lahendusi ning väljundiks on kursuseprojekt.

Uute õppeainete loomise tõttu tuleb mitmeid olemasolevaid õppeaineid liita, näiteks TE.0878 Energiajuhtimine ja TE.0386 Energiavarustuse alused moodustavad õppeaine „TE.xxx Energiavarustus ja -juhtimine“. Energiakasutuse õppekava erialamoodul koos õppeplaani on kirjeldatud tabelis 5.1.

**Tabel 5.1.** Energiakasutuse õppekava erialamoodul koos õppeplaani

Kood	Õppeaine nimetus	Maht EAP	Õppeaasta, semester			
			1.		2.	
			s	k	s	k
<b>ERIALAMOODUL</b>						
<b>Humanitaaria alamoodul</b>						
MS.0030	Ettevõtte juhtimise üldkursus	2			2	
TE.0271	Insenerieetika	2			2	
TE.0229	Intellektuaalse omandi õiguskaitse	3	3			
TE.xxx	Magistriseminar	3		3		
<b>Energeetika alamoodul</b>						
TE.xxx	Energiavarustus ja - juhtimine	5	5			
TE.xxx	Energia salvestustehnoloogiad	5			5	
TE.0456	Taastuenergiaallikad	5	5			
<b>Andmehõive ja juhtimissüsteemide alamoodul</b>						
TE.0307	Mõõtmised ja andmetöötlus	5		5		
TE.xxx	Rakenduslik programmeerimine	4			4	
TE.0147	Mikroprotsessortehnika	5			5	
TE.xxx	Elektroonika II	4	4			
TE.0557	CAD rakendused	3	3			
<b>Automaatika alamoodul</b>						
TE.0261	Automaatjuhtimine	4			4	
TE.xxx	Hooneautomaatika	5	5			
TE.0455	Süsteemide modelleerimine	5	5			

Seoses sooviga pakkuda üliõpilastele energiakasutuse eriala lõpetades võimalust kvalifitseeruda kahe erineva kutse saamiseks, ei ole antud õppekava õppeplaani võimalik planeerida mobiilsusakent. Kui üliõpilane on pärast magistriseminarit leidnud võimaliku olevat magistritöö asendada teadusartikli kirjutamisega, on tal neljas semester vaba. Selle



jooksul ta saaks õppida teistes ülikoolides, kogudes materjali oma teadusartikli kirjutamiseks.

### 5.3. Elektroenergeetika spetsialiseerumismoodul

Elektroenergeetika spetsialiseerumismooduli moodustavad peamiselt varem energiakasutuse erialamoodulis olnud õppeained. Lisandunud on üks uus õppeaine:

TE.xxx Targad elektrivõrgud – aine eesmärgiks on anda ülevaade tarkade elektrivõrkude toimimise põhimõtetest ning nende projekteerimise alustest.

Diplomeeritud elektriinseneri tase 7 elektripaigaldiste alal kutse saamiseks vajalikke õppeaineid on moodulis ainult kaks: TE.0095 Põimelektrifitseerimine (5 EAP) ja TE.0023 Tehnoloogiaseadmete elektriajamid (5 EAP). Antud asjaolu annab võimaluse soojusenergeetika spetsialiseerumise valinud üliõpilasel soovi korral omandada lisaks soojusinseneri kutsele ka elektriinseneri kutse, kui ta läbib näiteks TE.0095 Põimelektrifitseerimine (5 EAP) vabaainena ja TE.0023 Tehnoloogiaseadmete elektriajamid (5 EAP) neljandal semestril. Elektroenergeetika spetsialiseerumismoodul koos õppeplaani on kujutatud tabelis 5.2.

**Tabel 5.2.** Energiakasutuse õppekava elektroenergeetika spetsialiseerumismoodul koos õppeplaani

Kood	Õppeaine nimetus	Maht EAP	Õppeaasta, semester			
			1.		2.	
			s	k	s	k

#### Elektrienergeetika spetsialiseerumismoodul

TE.0348	Energeetikamajanduse praktika	5		5		
TE.0095	Põimelektrifitseerimine	5			5	
TE.xxx	Targad elektrivõrgud	5		5		
TE.0023	Tehnoloogiaseadmete elektriajamid	5		5		
TE.0873	Elektrivõrkude projekteerimine	5		5		

Soodustamaks huvilistel tudengitel mõlema kutse saamist, on õppeplaanis spetsialiseerumismooduli õppeained planeeritud esimese aasta kevadsemestrisse. Ainus erand selles on TE.0095 Põimelektrifitseerimine, mille edukaks läbimiseks on vajalik kõigi teiste elektroenergeetika spetsialiseerumismooduli õppeainete eelnev omandamine.

## 5.4. Soojusenergeetika spetsialiseerumismoodul

Soojusenergeetika spetsialiseerumismooduli moodustamisel on aluseks võetud Energiakasutuse õppekava valikmoodulisse kuuluvad õppeained, mis annavad soojusinseneri kutseks vajalikud kompetentsid. Nendeks õppeaineteks on:

1. TE.0463 Hoonete ventilatsioon ja energiavarustus (3 EAP).
2. TE.0529 Hoonete energiavarustus ja energiaauditid (3 EAP).
3. MI.0565 Ehitusõpetus (4 EAP).

Uuteks õppeaineks on:

1. TE.xxx Soojuspumbad – aine eesmärgiks on õppida tundma erinevaid kasutatavaid soojuspumba tüüpe ning aine väljundiks on kursuseprojekt, kus projekteeritakse etteantud hoonele sobiv küttelehendus.
2. TE.xxx Soojusvõrkude projekteerimine – aine eesmärgiks on kinnistada teistes soojusenergeetika spetsialiseerimismooduli õppeainetes saadud teadmisi koostades neid teadmisi sünteesides kompleksprojekt.

Soojusenergeetika spetsialiseerumismoodul koos õppeplaaniga on kujutatud tabelis 5.3.

**Tabel 5.3.** Energiakasutuse õppekava soojusenergeetika spetsialiseerumismoodul koos õppeplaaniga

Kood	Õppeaine nimetus	Maht EAP	Õppeaasta, semester			
			1.		2.	
			s	k	s	k
<b>Soojusenergeetikaenergeetika spetsialiseerumismoodul</b>						
TE.xxx	Energeetikamajanduse praktika	5		5		
TE.0463	Hoonete ventilatsioon ja energiavarustus	3		3		
TE.0529	Hoonete energiavarustus ja energiaauditid	3		3		
MI.0565	Ehitusõpetus	4		4		
TE.xxx	Soojuspumbad	5		5		
TE.xxx	Soojusvõrkude projekteerimine	5			5	

Analoogselt elektroenergeetika spetsialiseerumismooduliga on enamus moodulisse kuuluvaid õppeaineid planeeritud teise semestrisse.

## **6. SOOVITUSLIKUD MUUDATUSED ENERGIAKASUTUSE ÕPPES**

### **6.1. Soovitused õppekavade kaasajastamiseks**

Toetudes eelnevale analüüsile, pakub autor välja järgmised muudatused Tehnika ja tehnoloogia õppekavas:

- 1) kaotada Tehnika ja tehnoloogia õppekavas spetsialiseerumised,
- 2) lisada Tehnika ja tehnoloogia õppekavva infotehnoloogia alammodul,
- 3) lisada Tehnika ja tehnoloogia õppekavva võimalus õpingute lõpetamiseks bakalaureuseeksamiga,
- 4) moodustada Tehnika ja tehnoloogia õppekava õppeplaani mobiilsusaken,
- 5) kohandada Tehnika ja tehnoloogia õppekava vastavaks turvasüsteemide projekteerija tase 6 kutsestandardiga ning diplomeeritud elektri- ja soojusinsener tase 7 kutsestandarditega.

Energiakasutuse õppekaval on soovitatavad järgmised muutused:

- 1) tagada õppekava vastavus nii elektri - kui soojusinseneri kutsestandarditele,
- 2) luua õppekavasse kaks spetsialiseerumist: elektroenergeetika ja soojusenergeetika,
- 3) suurendada infotehnoloogia osakaalu energiakasutuse õppekavas.

Viies ellu soovitatud muudatused, suureneb energiakasutuse õppe atraktiivsus üliõpilaste silmis. See omakorda vähendab väljalangemiste arvu ja suurendab lõpetajate arvu. Üliõpilased saavad mitmekülgsema ja terviklikuma hariduse, mis suurendab nende konkurentsivõimet tööturul.

## 6.2. Soovitused õppekorralduse kaasajastamiseks

Peamised õppekorralduslikud probleemid on seotud sessioonõppega, mis omakorda tulenevad kõik kontaktõppe vähesest osakaalust. Kuna enamus ainekavu on aastate (aastakümnete) jooksul arenenud ennekõike päevaõppe võimalustest lähtuvalt ja ei ole kohandatud sessioonõppele vastavateks, väheneb paratamatult õppe kvaliteet. Nelja õppesessiooni jooksul semestris ei ole võimalik sooritada samaväärselt päevaõppe üliõpilastega ei laboratoorseid töid ega osaleda seminaridel ja praktikumides, loengutest rääkimata. Püüdes anda maksimaalselt palju õpet igal õppesessioonil, muutuvad koolipäevad ebaproduktiivselt pikaks. Võttes arvesse praktiliselt olematut e-õppe osakaalu energiakasutuse õppes (tabel 1.1), on ilmne, et õppekorraldust muutmata ei ole võimalik jätkusuutlik energiakasutuse õpetamine sessioonõppe vormis. Samuti on ilme lahendus antud probleemile: tuleb kontaktõppe osakaal sessioonõppes tõsta samale tasemele kui ta on päevaõppes. Saavutamaks kontaktõppe osakaalu võrdsust on autoril järgmised soovitused:

- 1) e-õpe (kui kontaktõppe üks vorme) tuleb võtta kasutusele igas õppeaines,
- 2) kui võimalik, tuleb õppeaine viia täielikult üle e-õppele, säästes õppesessioonide aega nendele õppeainetele, kus e-õpe ei saa olla suure osakaaluga,
- 3) õppesessioonide arvu tuleb suurendada,
- 4) õppesessioonidel peab vähendama loengute osakaalu, suurendades praktikumide, seminaride ja laboratoorsete tööde osakaalu.

Kuigi ka käesoleval ajal on õppeainete loengukonspektid ÕIS-i kaudu üliõpilastele kättesaadavad, ei saa nende lugemine asendada aktiivset suhtlust õppejõuga (e-õpe seda võimaldab). Kui võimalik, tuleks õppeainete lõpphinded moodustada vahehindamiste tulemuste summana (nt. kontrolltööde hinnete kaalutud keskmine). Ka kursuseprojekte on võimalik jagada loogilisteks eraldiseisvateks osadeks, millede valmimist saab kontrollida jooksvalt üle terve semestri. On kahetsusväärne, kui sessioonõppija saab alles novembri lõpus teada, mida kõike ta peab jõuluks valmis jõudma.

## KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli kaasajastada magistriõppes olevat Energiakasutuse õppekava ning bakalaureuseõppes oleva Tehnika ja tehnoloogia õppekava energiakasutuse valikmoodulit ning õppekorraldust. Selleks lahendati järgnevad ülesanded:

- 1) formuleeriti energiakasutuse õppe ees seisvad üldised väljakutsed,
- 2) võrreldi energiakasutust õpetavate õppekavade sisu vastavust erinevatele kutsestandarditele,
- 3) selgitati välja õiguslikud piirangud õppekava sisule.

Eelkirjeldatud ülesannete lahendamisel saadud tulemustele toetudes koostati uued õppekavad nii bakalaureuse kui magistriastme õppele. Loodud õppekavad vastavad kolmele kutsestandardile:

- 1) turvasüsteemide projekteerija tase 6,
- 2) diplomeeritud elektriinsener tase 7,
- 3) diplomeeritud soojusinsener tase 7.

Peamine muudatus õppekorralduses on soovitus ühtlustada kontaktõppe osakaal päeva- ja sessioonõppe õppeainetes, kasutades peamiselt e-õppe võimalusi ning suurendades õppesessioonide arvu.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et käesolev magistritöö saavutas oma seatud eesmärgid ning on abiks energiakasutuse õppe edasisel parandamisel.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Püttsepp, J.** (2011). Eesti Maaülikooli Tehnikainstituut. Tartu:, Eesti Maaülikooli Tehnikainstituut 88 lk.
2. ÕIS. Õppekava „Energiakasutus“ vaatamine. [WWW]  
<https://ois.emu.ee/pls/ois/!tere.tulemast> (23.05.2019)
3. ESTONIAN QUALITY AGENCY FOR HIGHER AND VOCATIONAL EDUCATION. Assesment report. Engineering, manufacturing and technology Estonian University of Life Scienses [WWW]  
[https://wd.archimedes.ee/?page=ekka\\_view\\_dynobj&&pid=95081&tid=94722&u=20190530150857&r\\_url=%2F%3Fpage%3Dekka\\_search\\_dynobj%26pid%3D%26tid%3D94722%26u%3D20190530150849](https://wd.archimedes.ee/?page=ekka_view_dynobj&&pid=95081&tid=94722&u=20190530150857&r_url=%2F%3Fpage%3Dekka_search_dynobj%26pid%3D%26tid%3D94722%26u%3D20190530150849) (21.05.2019).
4. EHIS. Õppekava üldandmed. [WWW]  
<https://enda.ehis.ee/avalik/avalik/oppekava/OppekavaOtsi.faces> (21.05.2019).
5. Eesti Maaülikooli õppekorralduseeskiri. [WWW]  
[http://www.emu.ee/userfiles/emu2015/Oppimine/Oppekorraldus/%C3%95KE\\_j%C3%B5ust\\_01\\_09\\_2016%20\(TERVIKTEKST%20juuni2018\).pdf](http://www.emu.ee/userfiles/emu2015/Oppimine/Oppekorraldus/%C3%95KE_j%C3%B5ust_01_09_2016%20(TERVIKTEKST%20juuni2018).pdf) (23.05.2019).
6. ÕIS. Õppeaine otsing. [WWW] <https://ois.emu.ee/pls/ois/!tere.tulemast> (23.05.2019)
7. EMÜ Tehnikainstituut Energiakasutuse õppetool. [WWW]  
<http://te.emu.ee/et/struktuur/energiakasutuse-oppetool/oppetoo/kaitstud-loputood/>  
(20.05.2019)
8. EMÜ Tehnikainstituut Energiakasutuse õppetool. [WWW]  
[http://te.emu.ee/userfiles/instituudid/te/Saaremets/2018\\_2019.%20oa/Lisa\\_2\\_magistritood\\_2019.pdf](http://te.emu.ee/userfiles/instituudid/te/Saaremets/2018_2019.%20oa/Lisa_2_magistritood_2019.pdf)
9. Eesti Maaülikool. Õppekava statuut. [WWW]  
[http://www.emu.ee/userfiles/emu2015/Oppimine/Oppekorraldus/Qppekava\\_statuut\\_TERVIKTEKST\\_\(joust\\_30\\_10\\_2018\).pdf](http://www.emu.ee/userfiles/emu2015/Oppimine/Oppekorraldus/Qppekava_statuut_TERVIKTEKST_(joust_30_10_2018).pdf) (19.04.2019)
10. Eesti Maaülikool. Bakalaureuse- ja magistrikraadi ning rakenduskõrgharidusõppe diplomi andmise tingimused ja kord [WWW]  
[http://www.emu.ee/userfiles/emu2015/Bakalaureuse\\_ja\\_magistrikraadi\\_ning\\_rakenduskorgharidusoppe\\_diplomi\\_andmise\\_tingimused\\_ja\\_kord\\_\(Joust\\_01\\_09\\_17\).pdf](http://www.emu.ee/userfiles/emu2015/Bakalaureuse_ja_magistrikraadi_ning_rakenduskorgharidusoppe_diplomi_andmise_tingimused_ja_kord_(Joust_01_09_17).pdf) (12.03.2019)

11. Kutsestandardid: Diplomeeritud elektriinsener, tase 7 [WWW]  
<https://www.kutseregister.ee/ctrl/et/Standardid/vaata/10693252> (25.05.2019)
12. Kutsestandardid: Digipädevuste enesehindamise skaala [WWW]  
[https://www.kutseregister.ee/ctrl/et/Standardid\\_Lisa/downloadFile/10693258](https://www.kutseregister.ee/ctrl/et/Standardid_Lisa/downloadFile/10693258) (19.04.2019)
13. Kutsestandardid: Diplomeeritud soojusenergeetikainsener, tase 7 [WWW]  
<https://www.kutseregister.ee/ctrl/et/Standardid/vaata/10721986> (17.04.2019)
14. Kutsestandardid. Valdkondlik inseneritöö. [WWW]  
<https://www.kutseregister.ee/ctrl/et/Kompetentsid/vaata/10722017> (27.04.2019)
15. Kutsestandardid: Soojusallikad ja soojuskeskused. [WWW]  
<https://www.kutseregister.ee/ctrl/et/Kompetentsid/vaata/10722025> (21.04.2019)
16. Kõrgharidusseadus. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/119032019012>  
(22.04.2019)
17. Kutseregister. Kutsesüsteemi klassifikaator. [WWW]  
<https://www.kutseregister.ee/standardid/klassifikaator/?> (17.04.2019)
18. Kutseregister. Turvasüsteemide projekteerija. [WWW]  
<https://www.kutseregister.ee/ctrl/et/Standardid/vaata/10675856> (12.05.2019)

**LISAD**



## Lisa 1 Õppekava Tehnika ja tehnoloogia (384) 2019/2020 sisseastunutele[2]

### Tehnika ja tehnoloogia (180 EAP)

#### 1. Üldmoodul (59 EAP) kohustuslik

TE.0231	Algebra ja analüütiline geomeetria	5 EAP
MS.0083	Filosoofia	3 EAP
TE.0259	Füüsika	12 EAP
MS.0812	Maaettevõtluse alused	4 EAP
TE.0228	Matemaatiline analüüs I	5 EAP
TE.0951	Matemaatiline analüüs II	5 EAP
VL.0558	Rakenduskeemia	2 EAP
MI.0348	Riskianalüüs ja töökeskkonna ohutus	3 EAP
TE.0225	Statistika	4 EAP
TE.0952	Tehnika ja tehnoloogia	2 EAP
MS.0080	Turunduse alused	3 EAP
MS.0119	Õigusõpetus	3 EAP
PK.0059	Ökoloogia ja keskkonnakaitse	4 EAP

#### 1. Erialane võõrkeel (4 EAP) kohustuslik

KE.0027	Inglise erialakeel	4 EAP
või KE.0011	Saksa erialakeel	4 EAP

#### 2. Erialamoodul (50 EAP) kohustuslik

TE.0115	Automaatika	3 EAP
TE.0309	Elektroonika alused	3 EAP
TE.0949	Insenerigraafika ja kujundustehnoloogia	8 EAP
TE.0556	Inseneriinformaatika	4 EAP
TE.0207	Insenerimehaanika	6 EAP
TE.0466	Kütused ja määrdeained	4 EAP
TE.0245	Materjalide tehnoloogia õppepraktika	3 EAP
TE.0244	Materjaliõpetus	5 EAP
TE.0457	Pneumo- ja hüdroüsteemid	5 EAP
TE.0044	Soojusõpetus	5 EAP
TE.0981	Tehnoloogia projekteerimise alused	4 EAP

#### 3. Tootmistehnika valikmoodul (53 EAP) valikuline

TE.0487	Autod-traktorid I	3 EAP
TE.0260	Autod-traktorid II	3 EAP
TE.0395	Elektrotehnika	5 EAP
TE.0391	Masinamehaanika	5 EAP
TE.0519	Materjalide töötlemistehnoloogia I	3 EAP
TE.0393	Materjalide töötlemistehnoloogia II	5 EAP
TE.0272	Põllundusmasinad	5 EAP
TE.0012	Standardiseerimise põhikursus	3 EAP

TE.0230	Tehnoloogiapraktika	5 EAP
TE.0401	Traktorite ja põllutöömasinate õppepraktika	3 EAP
MI.1886	Tugevusõpetus I	4 EAP
MI.1887	Tugevusõpetus II	4 EAP
TE.0979	Täppispidamise tehnoloogia ja tehnika	5 EAP
4. Ergonoomika valikmoodul (53 EAP) valikuline		
TE.0425	Ehitustööde ohutus	3 EAP
TE.0395	Elektrotehnika	5 EAP
TE.0966	Ergodisaini alused	5 EAP
TE.0965	Ergonoomika alused	5 EAP
TE.0519	Materjalide töötlemistehnoloogia I	3 EAP
TE.0976	Tehnoloogia- ja ohutuspraktika	5 EAP
TE.0547	Turvaliste töökohtade loomine	5 EAP
TE.0521	Töökeskkonna riskianalüüs	3 EAP
TE.0964	Töökeskkonnaspetsialisti üldkursus	14 EAP
TE.0978	Tööohutuse psühholoogia	5 EAP
5. Energiakasutuse valikmoodul (53 EAP) valikuline		
TE.0146	Elektervalgustus ja -kiiritus	5 EAP
TE.0264	Elektri- ja automaatikaseadmete montaaž	3 EAP
TE.0116	Elektriamite põhikursus	5 EAP
TE.0022	Elektrimasinad	8 EAP
TE.0263	Elektrimõõtmised	3 EAP
TE.0424	Elektriohutus	2 EAP
TE.0310	Elektriseadmete kasutamine	5 EAP
TE.0980	Energiakasutuse tehnoloogiapraktika	5 EAP
TE.0024	Katelseadmed	3 EAP
TE.0496	Materjalide kuivatamine	2 EAP
TE.0351	Teoreetiline elektrotehnika	12 EAP
6. Vabaained (8 EAP) kohustuslik		
7. Bakalaureusetöö (10 EAP) kohustuslik		
TE.0950	Bakalaureusetöö	10 EAP

## Lisa 2 Õppekava Energiakasutus (432) 2019/2020 sisseastunutele[2]

### 1. Erialamoodul (72 EAP) kohustuslik

TE.0261	Automaatjuhtimise erikursus	4	EAP
TE.0557	CAD rakendused	3	EAP
TE.0168	Elektroonika erikursus	4	EAP
TE.0348	Energeetikamajanduse praktika	5	EAP
TE.0878	Energiajuhtimine	3	EAP
TE.0386	Energiavarustuse alused	5	EAP
MS.0030	Ettevõtte juhtimise üldkursus	2	EAP
TE.0271	Insenerieetika	2	EAP
TE.0241	Integreeritud tootearendus	3	EAP
TE.0229	Intellektuaalse omandi õiguskaitse	3	EAP
TE.0147	Mikroprotsessoritehnika põhikursus	6	EAP
TE.0307	Mõõtmised ja andmetöötlus	6	EAP
TE.0095	Põimelektrifitseerimine	5	EAP
TE.0528	Põllumajanduslik elektrotehnoloogia	5	EAP
TE.0491	Rakenduslik programmeerimine	5	EAP
TE.0455	Süsteemide modelleerimine	6	EAP
TE.0023	Tehnoloogiaseadmete elektriajamid	5	EAP

### 2. Valikained (13 EAP) valikuline

TE.0425	Ehitustööde ohutus	3	EAP
MI.0565	Ehitusõpetus	4	EAP
TE.0873	Elektrivõrkude projekteerimine	5	EAP
TE.0354	Ergonoomika ja ohutusõpetus	6	EAP
TE.0529	Hoonete energiavarustus ja energiaauditid	3	EAP
TE.0463	Hoonete ventilatsioon ja energiavarustus	3	EAP
TE.0350	Loodushoidlik energeetika	3	EAP
TE.0170	Mikroprotsessoritehnika erikursus	3	EAP
TE.0908	Päikeseenergia kasutusvõimalused	3	EAP
TE.0240	Raalprojekteerimine III	5	EAP
PK.0117	Sissejuhatus keskkonnaõigusesse	3	EAP
TE.0456	Taastuvenergiaallikad	5	EAP
MS.0051	Tööõigus	3	EAP
TE.0315	Ventilatsioon ja küte. Kursuseprojekt	2	EAP

### 5. Vabaained (5 EAP) kohustuslik

### 6. Magistritöö (30 EAP) kohustuslik

TE.0869	Magistritöö	30	EAP
---------	-------------	----	-----

**Lisa 3. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, HEINO PIHLAP,  
sünniaeg 2.oktoober, 1971.a.

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö

**ENERGIAKASUTUSE ÕPPE VÕIMALIKUD ARENGUSUUNAD  
BAKALAUREUSE- JA MAGISTRIÕPPEKAVADES EMÜ  
TEHNIKAINSTITUUDIS**

mille juhendajad on Kuno Jürjenson , Mart Hovi ja Külli Hovi,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor \_\_\_\_\_  
(allkiri)

Tartu, \_\_\_\_\_  
(kuupäev)

---

**Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Luban lõputöö kaitsmisele.

\_\_\_\_\_  
(juhendaja nimi ja allkiri)

\_\_\_\_\_  
(kuupäev)

\_\_\_\_\_  
(juhendaja nimi ja allkiri)

\_\_\_\_\_  
(kuupäev)

\_\_\_\_\_  
(juhendaja nimi ja allkiri)

\_\_\_\_\_  
(kuupäev)