

Lapin energiakoulu

Kemin oppimisympäristöjen toteuttaminen



Lapin energiakoulu

Jaakko Etto

Lapin energiakoulu

Kemin oppimisympäristöjen toteuttaminen

Sarja B. Raportit ja selvitykset 35/2014

© Lapin ammattikorkeakoulu ja tekijät

ISBN 978-952-316-066-8 (pdf)
ISSN 2342-2491 (verkkojulkaisu)

Lapin ammattikorkeakoulun julkaisuja
Sarja B. Raportit ja selvitykset 35/2014

Rahoittajat: Euroopan Unioni Euroopan
alukehitysrahasto, Euroopan Unioni Euroopan
sosiaalirahasto, Vipuvoimaa EU:lta 2007 - 2013,
Lapin ammattiopisto, Lapin ammattikorkeakoulu,
Ammattiopisto Lappia, Lapin energiakoulu

Kirjoittaja: Jaakko Etto
Kansikuva: Jaakko Etto
Taitto: Lapin AMK, viestintäyksikkö

Lapin ammattikorkeakoulu
Jokiväylä 11 C
96300 Rovaniemi

Puh. 020 798 6000
www.lapinamk.fi/julkaisut



Lapin korkeakoulukonserni LUC
on yliopiston ja ammattikorkeakoulun strateginen yhteenliittymä.
Konserniin kuuluvat Lapin yliopisto
ja Lapin ammattikorkeakoulu.
www.luc.fi

Sisällys

1 JOHDANTO	7
2 ENERGIATEKNIIKAN OPETUKSEN TAVOITTEET	9
2.1 Oppimisympäristöjen tavoitteet	9
2.2 Oppimisympäristöjen tavoitteiden ja toteutuksen määrittely	10
2.3 Oppimisympäristö ja laboratoriotilat	10
3 OPPIMISYMPÄRISTÖJEN TOTEUTUS	13
3.1 Projektin eteneminen	13
3.2 Innovaatioympäristö	15
3.3 Tuotekehitys opiskelijaprojekteissa	16
3.4 Uusiutuvan energiatekniikan opetuksen kehittäminen	17
3.5 Biokaasulaitoksen sähkö- ja automaatio suunnittelu	17
3.6 Opinnäytetyöt ja projektityöt kehittämisessä	19
4 HANKINTOJA	21
4.1 Oppimis- ja innovaatioympäristöt	21
4.2 Energiatekniikan laboratorion tilaratkaisut ja kalusteet	21
4.3 Hybridilämmitysjärjestelmät	23
4.4 Energiajärjestelmien huolto- ja kunnossapitovälineistö	29
4.5 Tuulivoimajärjestelmät	33
4.6 Sähkön pientuotannon UE-järjestelmät	36
4.7 Metson automaatiojärjestelmä etäohjaukseen	41
5 POHDINTA	43
LÄHTEET	45
LIITTEET	47

1 Johdanto

Lapin ELY-keskus hyväksyi Rovaniemen koulutuskuntayhtymän (pää toteuttaja) ja Kemi-Tornionlaakson koulutuskuntayhtymä (osatoteuttaja) jättämän ESR-projektihakemuksen koskien *Lapin uusiutuvan energian tuotannon ja energiatehokkuuden kehittäminen ja koulutusjärjestelmä*-hanketta. Projektin päätavoite oli uusiutuvan energian ammatillisen koulutuksen ja siihen liittyvän työelämäyhteistyön ja -palvelujen kehittäminen maakunnalliseksi ”energiakouluksi”.

Lisäksi Lapin liiton hallitus hyväksyi Lapin Energiakouluprojektiin liittyvän EAKR-investointihankkeen, jonka tuella edellä mainittujen koulutuksen järjestäjien oppilaitokset varustettaisiin alan nykyaikaisella opetus- ja palvelulaitteistolla. Laitteet ja välineet palvelevat kattavasti uusiutuvan energian ja energiatehokkuuden koulutus-toimintaa ja muuta palvelutoimintaa.

Tässä raportissa kuvataan hankkeissa Kemiin toteutetut oppimisympäristöt ja niihin kohdistetut hankinnat. Samoin kuvataan Lapin energiakoulu-hankkeen etenemistä, kun hankkeessa sovitettiin neljän toimijan erilaiset näkemykset yhteiseksi energiatekniikan alan koulutustavoitteiden ja oppimisympäristöjen kehittämistavoitteiksi. Raportissa kuvataan Kemissä tehtyä opetuksen kehittämistyötä, uusia opintojaksoja ja oppimisympäristöjen tavoitteiden määrittelyä sekä toteutustyötä.

Raportissa on esitetty Kemi-Tornion Ammattikorkeakoulussa Lapin Energiakoulu-hankkeen aikana 2010-2013 tehty energiatekniikan oppimisympäristöjen ja oppimistavoitteiden sekä opetuksen kehittämistyö saavutuksineen. Projektin päättyessä Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu ja Rovaniemen ammattikorkeakoulu yhdistyivät Lapin ammattikorkeakouluksi.

2 Energiatekniikan opetuksen tavoitteet

2.1 OPPIMISYMPÄRISTÖJEN TAVOITTEET

Projektin aloitusvaiheessa oli projektisuunnitelmaan kirjattu eri osapuolten tavoitteet oppimisympäristöjen kehittämisen osalta painopistealueittain. Projektin edetessä eri osapuolten oppimisympäristöjen toteuttamisen osalta päätettiin painopistealoista ja hankintojen kohdistamisesta kuhunkin oppilaitokseen, jotta päällekkäisiltä hankinnoilta vältyttäisiin.

Projektin alkuvaiheessa tuli päätökseksi, että Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun energiakoulun fyysiset oppimisympäristöt perustuvat kunnossapitovälineistöön, hybridilämmityslaitteistoihin ja sähkön pientuotantotekniikkaan sekä tuulivoimatekniikkaan. Tavoitteena oli toteuttaa Lapin energiakouluhankkeessa oppimisympäristöjä, jotka soveltuvat insinöörikoulutuksen tarpeisiin. Täten oppimisympäristöjen tavoitteissa on huomioitu kone-, sähkövoima- ja automaatiotekniikan tutkintoon johtavan insinöörikoulutuksen tavoitteiden lisäksi erillisten opintojaksojen, ammatillisen osaamisen kehittämisen sekä palvelutoiminnan ja tutkimustoiminnan tarpeet. Projektin hankintojen budjetit ovat liitteissä 1 ja 2.

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tavoitteena oli toteuttaa projektissa uusiutuvan energiantuotannon oppimis-, tutkimus- ja innovaatioympäristöt. Projektin aloitustilanteessa oppimisympäristöjen toteutustapana oli niiden tuleva sijoittaminen eri laboratoriotiloihin hajautetusti. Oppimisympäristöjen toteutusmahdollisuudet muuttuivat, koska projektin kanssa samanaikaisesti tehtiin oppilaitoksen tiloihin laaja remontti. Tällöin automaatiotekniikan oppimisympäristön viereen saatiin energiategniikan opetusta ja tutkimusta varten omat laboratoriotilat. Tilaratkaisu on uusiutuvan energiategniikan laboratoriotilana erinomainen.

Projektin edetessä Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun oppimisympäristöjen toteutukset kohdennettiin lopulta seuraaviin tavoitteisiin:

- energiajärjestelmien huolto- ja kunnossapitovälineistö
- hybridienegiajärjestelmien opetuslaitteisto
- sähkön pientuotannon UE-järjestelmät
- tuulivoimajärjestelmiä opetus- ja tutkimuskäyttöön
- biokaasulaitoksen etäkäyttäjärjestelmä.

2.2 OPPIMISYMPÄRISTÖJEN TAVOITTEIDEN JA TOTEUTUKSEN MÄÄRITTELY

Projektin edetessä oppimisympäristöjen käytännön tavoitteiden ja toteutuksen suunnitteluun osallistuvat opettajat omassa suunnittelutyöryhmässä, joka kokoontui muutaman viikon välein kevään 2011 aikana. Tällöin kukin opettaja mietti omalta kannaltaan energiatekniikan keskeisiä aihealueita ja esitteli omat näkemyksensä keskeisistä tavoitteista ja niihin liittyvistä oppimisympäristöistä sekä niiden tavoitteista ja niihin soveltuvista oppimislaitteista. Opettajat keskustelivat esityksistä keskenään ja niitä soviteltiin projektissa päätettyihin painopistealueisiin. Lisäksi teetettiin opiskelijoilla erilaisia uusiutuvan energian suunnittelu- ja selvittelytehtäviä laitevalikoiman, niiden ominaisuuksien, toimintojen ja hintatason selvittämiseksi.

Lopputuloksena oli opiskelijoiden, opettajien ja TKI henkilöstön näkemysten yhdistelmä. Suunnittelutyöryhmän työskentelyn jälkeen oli oppimisympäristöjen toteuttamisen pääpiirteet selvillä ja lisäselvityksiä tehtiin edelleen opiskelijoiden suunnittelu-tehtävinä ja projektitöinä.

Varsinainen hankintamääritys ja kilpailutus tehtiin projektipäällikön, huoltoinsinöörin ja hankintainsinöörin toimesta, kun oppilaitosrakennuksen saneeraus oli edennyt riittävän pitkälle. Pääosa oppimisympäristöön tulevista opetus- ja tutkimuslaitteista kilpailutettiin ja hankittiin vasta kun uusitut tilat olivat käytettävissä. Tähän vaikutti varastointitilojen niukkuus ja halu sijoittaa laitteet heti niiden lopulliseen sijoitusympäristöön.

2.3 OPPIMISYMPÄRISTÖ JA LABORATORIOTILAT

Oppimisympäristö-käsite otettiin käyttöön viime vuosikymmenellä korvaamaan aikaisempaa opetus suunnitelmapohjaista koulutusajattelua. Oppimisympäristö on muutakin kuin fyysinen tila, jossa opiskelu tapahtuu, oppimisympäristö on yleisesti määriteltynä paikka, tila, yhteisö tai toimintakäytäntö, jonka tarkoituksena on edistää oppimista. Oppimisympäristöt ovat siis kokonaisvaltaisia toimintaympäristöjä, jotka muodostuvat monista eri tekijöistä, kuten

- oppijat, opiskelijat
- opettaja(t)
- erilaiset oppimisenäkemykset
- erilaiset toimintamuodot
- tiedonlähteet (esim. kirjat, internet, ohjelmat)
- välineet ja niiden käyttömahdollisuus (opiskeltavat laitteet, järjestelmät, ohjeet, manuaalit ja tietokoneet, videotykit, smartboard)
- ympäristö (opiskelutilan viihtyvyys, muunneltavuus ja sen liitynnät fyysiseen ja virtuaalimaailmaan). (Etto 2010, 21-22)

Oppimisympäristöllä tarkoitetaan siis fyysistä ja sosiaalista ympäristöä, jossa oppimista tapahtuu. Oppimisympäristöt ovat muuttuneet vuosien saatossa perinteisestä luokkahuoneympäristöstä virtuaalisiksi tietoverkkoympäristöiksi. On enemmän kuin tavallista puhua monimuoto-, etä-, avoin- tai verkko-oppimisympäristöistä. Yhteisnimitys näille voisi olla modernit oppimisympäristöt. Muistaa tulee kuitenkin, että oppiminen tapahtuu edelleen oppijassa itsessään. Tietotekniikka on vain ajattelun ja oppimisen väline, mutta se on avannut uusia toimintamuotoja opetukseen ja oppimiseen. (Salminen, Suhonen 2008, 11)

Hyvä oppimisympäristö mahdollistaa aiheen käsittelyn omassa asiayhteydessään suoraan käytännön työhön liittyvänä. Oppimismenetelmien tulee olla vaihtelevia sekä tilanteeseen ja kohderyhmään sopivia. Keskeisiä oppimismenetelmiä ovat omaehtoisen opiskelun lisäksi luennot, interaktiivinen ja pienryhmäopetus, käytännön harjoittelu ja koulutuksen sisältöön liittyvät tehtävät. (Salminen, Suhonen 2008, 11)

Juuri käytännön työhön liittyvien tehtävien laajempi ja parempi mahdollistaminen on sähkötekniikan koulutusohjelman laboratorioden kehittämisen peruste. Tehtävät voivat olla suunnittelua, mitoitusta, laskentaa, asentamista, mittauksia, käyttöönottoa, testausta, parametrien asettelua, toiminnan ohjausta, käyttöä ja kunnossapitoa. Käytännön laboratoriotöillä luodaan konkreettinen oppimisympäristö, jonka avulla oppijoille luodaan paremmat edellytykset ymmärtää sähköalan teoriaopetuksen, laskentamenetelmien ja todellisten laitteiden ja komponenttien keskinäinen yhteys. (Etto 2010, 22)

KTAMK:n tekniikan ja kaupan yksikön käytössä ollut kiinteistö saneerattiin 2010-2012, nykyisin käyttäjinä ovat tekniikan ja sosiaaliala. Tällöin laboratorioden sijoituspaikat osin vaihtuivat ja tilat saneerattiin kaikilta osin. Laboratorioden oppimisympäristöjen kehittämisen tavoitteena oli:

- tilojen modernisointi
- avoimien oppimisympäristöjen mahdollistaminen
- laboratoriotilojen uudistaminen muuttuneita koulutustarpeita vastaaviksi
- tulevien koulutustarpeiden ennakointi
- laboratorioden oppimisympäristöjen kehittäminen
- tilojen käytön tehostaminen ja uudelleen ryhmittely käyttötarkoituksen mukaan
- etäopetuksen mahdollisuuksien edistäminen. (Etto 2010, 41)

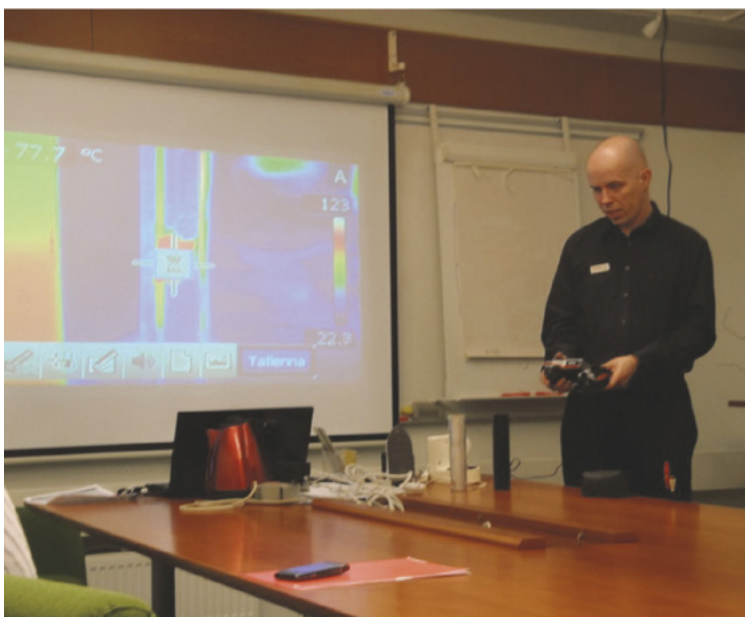
Lapin ammattikorkeakoulussa laboratoriotilat ovat tekniikan alan koulutuksessa keskeinen oppimisympäristö. Oppimisympäristöihin on jo ammattikorkeakoulun alkuajoista lähtien pyritty hankkimaan opetuslaitteiden lisäksi merkittävässä määrin erilaisia kaupallisia laitteita ja järjestelmiä. Käytännössä oppimisympäristöt rakennetaan pääosin kaupallisista laitteista, joita opiskelijat kohtaavat valmistumisen jälkeen työelämässä. Näin oppimisympäristöt mahdollistavat tutkinto-opiskelijoille ja täydennyskoulutukseen sekä tutkimustoimintaan käytännön laitteita vastaavan oppimis- ja tutkimusympäristön.

3 Oppimisympäristöjen toteutus

3.1 PROJEKTIN ETENEMINEN

Projektin hankintoja tehtiin oppimisympäristöjen tavoitteiden määrittelyn jälkeen vaiheittain eri osa-alueille. Tehtyjen laitehankintojen perusteella opiskelijat suunnittelivat ja rakensivat oppimisympäristötoteutukset opettajien ohjauksessa. Käytännössä sähkö- ja konetekniikan insinööriopiskelijat ovat osallistuneet energiakoulun oppimisympäristöjen toteutukseen opintojaksojen harjoitustöissä ja itsenäisissä projekteissaan hyväksi todetun projektityökäytännön mukaisesti.

Projektin alkaessa ensimmäisenä hankittiin huolto- ja kunnossapitovälineet uusiutuvan energian tuotantolaitteiden ja tuotantolaitosten kunnossapitoon. Laitehankinnoissa huomioitiin kunnossapidon opettajien ja TKI kunnossapitoryhmän henkilöstön käsitykset energia-alan huolto- ja kunnossapitotarpeista sekä niihin soveltuvista välineistä ja mittauslaitteistoista. Osa kunnossapidon TKI-henkilöstöstä ja opettajista osallistui laitteiden hankinnan yhteydessä järjestettyyn koulutukseen. Lämpökameran koulutustilaisuus on menossa kuvassa 1 ja nestevirtauksen ja energiamäärän ultraäänimittauslaitteen koulutustapahtuma on esitetty kuvassa 2.



Kuva 1. Lämpökameran ominaisuuksien ja käytön koulutustapahtuma Kemissä



Kuva 2. Nestevirtauksen ja lämpöenergian kannettavan ultraäänimittauslaitteen koulutustilaisuus Kemissä

Laitteiden käyttö opetuksessa aloitettiin heti hankinnan jälkeen ja osaa laitteista on käytetty TKI projektien tutkimustehtävissä. Palvelutoiminnan käynnistyminen viivästyi, koska mittauslaitteiden käyttö palvelutoiminnassa vaatii vankkaa kokemusta niin mittauksen suorittamisesta kuin mittauksien analysoinnista ja tulkinna.

Kunnossapitovälineiden, tuulivoimatekniikan, aurinkosähköjärjestelmien, hybridilämmitysjärjestelmien ja eri mittauslaitteiden hankinnat kilpailutettiin hankintasäännösten mukaisesti. Laitehankintojen jälkeen rakennettiin oppimisympäristöt pääosin opiskelijavoimin yleensä projektitöinä, kuva 3. Oppimisympäristöjen käyttöönotto toteutettiin ammattikorkeakoulun opettajien ja opiskelijoiden toimesta. Muutoksia oppimisympäristöjen toteutukseen tehdään jatkossa saatujen käyttökokemusten mukaisesti.

Opiskelijat ovat osallistuneet oppimisympäristöjen suunnitteluun, laiteselvityksiin, laitemäärittelyihin, asennussuunnitteluun, laiteasennuksiin, käyttöönottoihin ja dokumentointiin. Oppimisympäristöjen oppimateriaalien tuottamiseen ovat osallistuneet ammattikorkeakoulun opettajien lisäksi ammattikorkeakoulun opiskelijat projekti- ja harjoitustöiden muodossa.

Projektin aikana toteutettiin ensimmäiset uudet opintojaksot ja uusittiin nykyisten opintojaksojen toteutuksia niin teorian kuin käytännön harjoitusten osalta oppimisympäristöjen valmistumisen etenemisen myötä. Saatujen kokemusten perusteella on opintojaksojen sisältöjä muutettu pysyvästi ja opetukseen on otettu täysin uusia uusiutuvaan energiatekniikkaan liittyviä opintojaksoja. Suuremmat muutokset on jätetty tulevaan laajamittaiseen Lapin ammattikorkeakoulun opetussuunnitelman muutostyöhön.



Kuva 3. Aurinkopaneelien asennus seinälle menossa opiskelijoiden projektiryhmän toimesta (huomaa paneelit on suojattu auringon säteilyltä).

3.2 INNOVAATIOYMPÄRISTÖ

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulussa on tunnettu käytännön laitteiden merkitys opetuksen osana jo vuosikautia, laboratoriotilat ja niiden oppimisympäristöt ovat oppimisen kannalta keskeisessä merkityksessä. Oppimis- ja tutkimusympäristöjä tullaan käyttämään uusiutuvan opetussuunnitelman mukaisissa opintojaksoissa. Oppimisympäristöjä käytetään opintojaksojen yhteydessä demonstraatiomielessä, osa opintojaksoista toteutetaan laboratoriotiloissa, opintojakso on laboratoriotyökurssi tai projektityöt toteutetaan joko laboratoriotiloissa tai oppilaitoksen ulkopuolella projektitöiden aiheista riippuen. Käytännön laitteita ja mittavälineitä opiskelijat voivat tutkia hallitusti laboratoriotiloihin sijoitetuissa oppimisympäristöissä.

Oppimis- ja tutkimisympäristöjen toteutukseen on hankittu erilaisia uusiutuvaan energiaan perustuvia lämmön ja sähkön tuotantovälineitä sekä kunnossapidossa, käyttöönotossa ja laitteiden toiminnan tutkimisessa käytettäviä mittauslaitteita ja mittareita. Hankitut opetusvälineet on kuvattu myöhemmin tarkemmin.

Oppimis- ja tutkimisympäristöjen toteutuksessa on huomioitu eri koulutusohjelmien osaamistarpeet ja tavoitteet sekä TKI tutkimusryhmien esittämät toiveet. Sähkövoimatekniikan osaamista, sähköturvallisuus ja sähköturvallisuusmääräysten tuntemusta vaativat oppimis- ja tutkimisympäristöt on toteutettu sähkövoimatekniikan laboratorion tiloihin ja testaushuoneeseen.

3.3 TUOTEKEHITYS OPISKELIJAPROJEKTEISSA

Oppimis- ja tutkimusympäristöjen toteutuksessa oli sähkötekniikan koulutusohjelman opiskelijoilla keskeinen rooli. Opiskelijat osallistuivat aurinkosähköjärjestelmien ja tuulivoimalaitteiden ominaisuuksien ja kaupallisen tarjonnan selvittelyyn. Kaikkien oppimis- ja tutkimusympäristöjen toteutuksessa on hyödynnetty koulutukseen sisältyviä projektitöitä. Oppimisympäristöjen laiteasennukset on toteutettu sähkötekniikan opiskelijoiden asentamina ja osin suunnittelemina. Samoin sähkökoneiden asennuspedit ja putkistomuutokset on suunnittelu koneosaston opettajan ohjauksessa konetekniikan opiskelijoiden toimesta.

Lisäksi ammattikorkeakoulun konetekniikan opettaja ja konetekniikan opiskelijat osallistuivat puutavararekan energiapuun irtonaisten kuljetuslaitojen suunnitteluun ja valmistuksen suunnitteluun sekä toteutuksen seurantaan. Laitojen valmistus toteutettiin ammattiopisto Lappian tiloissa Kemissä ja valmistukseen osallistuivat ammattiopiston opettajat ja oppilaat. Energiapuun kuljetusalustan ja laitojen ensiasennus on esitetty kuvassa 4. Myös energiapuun pienkorjuulaitteen hytti suunniteltiin koneopiskelijoiden toimesta



Kuva 4. Opiskelijoiden suunnitteleman ja toteuttaman energiapuurekan lisälaitojen asennus ammattioppilaitoksen pihalla Kemissä.

3.4 UUSIUTUVAN ENERGIAATEKNIIKAN OPETUKSEN KEHITTÄMINEN

Energiatekniikan laboratorion oppimisympäristöt on toteutettu siten, että ne ovat turvalliset myös muille kuin sähkövoimatekniikan osaajille. Tekniikan yksikössä toteutetaan kone- ja sähkötekniikan sekä tuotantotalouden aikuisten tutkintoon johtavaa insinöörikoulutusta. Tuotantotalouden koulutusohjelma lakkautetaan, mutta koulutusohjelman opetuksessa on vielä ollut energiatekniikkaa ja energiataloutta. Sähkövoimatekniikan ja automaatiotekniikan opetuksessa energiatekniikan koulutus on syventynyt aikaisemmasta. Konetekniikan koulutusohjelman energiatekniikan opetusta on laajennettu ja suunnattu uudelleen laboratorion tarjoamien mahdollisuuksien mukaisesti.

Projektin aikana on toteutettu uusina opintojaksoina mm. tuulivoimatekniikan perusteet, sähköntuotannon voimalaitosratkaisut ja sähköenergian tuotantotekniikat opintojaksot. Lisäksi on uusittu energiatekniikan, energiatekniikan laboratoriotöiden, automaatio- ja sähkövoimatekniikan laboratoriotöiden opintojaksojen sisältöjä. Lisäksi muissa opintojaksoissa on tehty projektin aihepiiriin liittyviä suunnittelu- ja harjoitustöitä.

Sähkötekniikan koulutusohjelmassa on sähkövoimatekniikan tai automaatiotekniikan suuntautumisvaihtoehdot. Sähkövoimatekniikan suuntautumisvaihtoehdossa sähköenergian tuotanto on ollut aina osa opetuksen sisältöä, mutta projektin aikana on opetuksessa pilotoitu muutamaa uutta opintojaksoa ja uusitussa opetussuunnitelmassa on lisätty sähköntuotannon ja energiatekniikan opetusta. Automaatiotekniikan koulutuksessa on jo aikaisemmin laboratorion yhteydessä ollut puu/öljylämmitteinen kattila, jonka toimintaa on tutkittu eri lämmitysenergialla ja säätimillä. Nyt aikaisemman yhden kattilan sijaan käytössä on monipuoliset hybridilämmitysjärjestelmät ja muut energiatekniikan laboratorion laitteistot.

Projektin päätyttyä jatketaan edelleen opiskelijoiden projektitöinä energiatekniikan laboratorion oppimisympäristöjen kehittämistä. Toivottavaa olisi että jatkossa kone- ja sähkötekniikan opiskelijoiden projektityöt olisivat ainakin osittain samanaikaisesti, jolloin yhteisten projektien tekeminen olisi huomattavasti helpompaa.

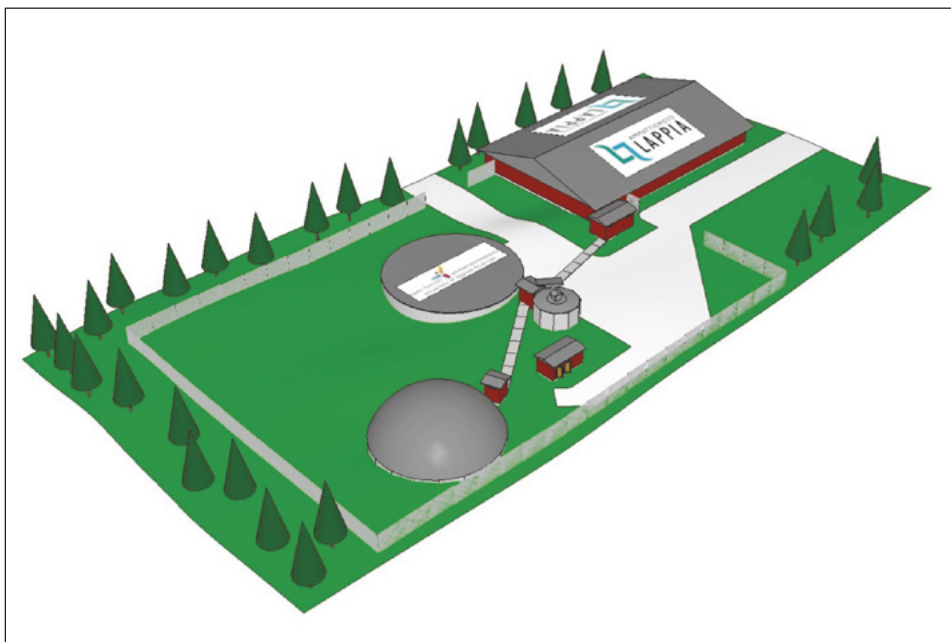
3.5 BIOKAASULAITOKSEN SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOSUUNNITTELU

Louen biokaasulaitteiston etäkäyttöjärjestelmä antaa mahdollisuuden ohjata ja seurata prosessia etänä Kemistä, kuva 5. Metson järjestelmän hankinta Louelle toteutettiin ammattikorkeakoulun projektista.

Louen biokaasulaitoksen automaatio, sähköistys ja kenttäinstrumentointi on suunniteltu ammattikorkeakoulun automaatiotekniikan opettajan ja TKI henkilöstön toimesta. Prosessin perussuunnittelu oli tehty ennen ammattikorkeakoulun henkilöstön osallistumista suunnitteluun ja toteutukseen, josta aiheutuivat reunaehdot kone- ja sähkötekniiseen toteutukseen. Laitoksen 3D malli on tehty ammattikorkeakoulun konetekniikan opettajan toimesta, kuva 6.



Kuva 5. Louen biokaasureaktorin Metson etäkäyttöliittymä RMM valvomossa Kemissä. Metson automaatiojärjestelmä sisältyi ammattikorkeakoulun hankintoihin.



Kuva 6. 3D malli Louen biokaasulaitoksesta, mallintajana A. Pikkarainen ja koneopiskelijat.

3.6 OPINNÄYTETYÖT JA PROJEKTITYÖT KEHITTÄMISESSÄ

Opiskelijat ovat osallistuneet oppimisympäristöjen kehittämiseen projektien aikana ja projektin päättymisen jälkeen. Projektitöitä on tehty oppimisympäristöjen suunnitteluun, laitehankintoihin, asennuksiin ja käyttöönottoihin liittyen. Esimerkkejä tehtyjen projektitöiden aiheista ovat:

- aurinkopaneelien kytkentä, käyttöönotto, testaus ja dokumentointi
- tuulivoimajärjestelmien selvitys ja asennuspaikat
- akustot, hybridisäätimet ja invertterit asennukset
- aurinkopaneelien muutos ja invertterien käyttöönotto ja testaus
- SUNWIND TV-paketti ja SUNWIND jääkaappipaketti asennus
- hybridilämmitysjärjestelmien sähköistys ja automaatio.



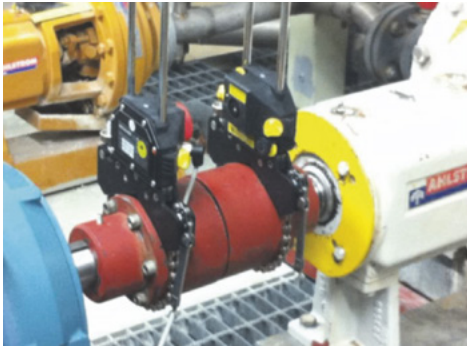
Kuva 7 a) Aurinko ja tuulisähkön asennus- ja käyttöympäristön työt menossa (Joensuu, Tuohino, Veteli 2013, 15)



Kuva 7. b) Pellettikattilan sähkökytkennät meneillään (Erkheikki, Kalliosalmi, Kantola 2013, 11)

Oppimisympäristöjen kehittämiseen, toteuttamiseen, käyttöönottoon ja dokumentointiin on tehty opinnäytetöitä ja tullaan myös jatkossa tekemään lisää, esimerkkejä tehdyistä opinnäytetöistä:

- kunnonvalvonnan oppimisympäristön suunnittelu
- kunnossapidon oppimisympäristön kehittäminen prosessiautomaation laboratoriossa (kuva 8)
- dokumentin hallinta Louen biokaasulaitokselle
- Ouman Plus kotiautomaatiojärjestelmän käyttöönotto (kuva 9).



Kuva 8. Moottorin ja pumpun linjaus Rotalign Ultra mittauslaitteella. (Karlund 2014, 27, 54)



Kuva 9. a) Ouman plus kotiautomaatiojärjestelmä (Stolt 2014, 34)



Kuva 9. b) Ouman EH800 lämmityskattilan säädössä.

4 Hankintoja

4.1 OPPIMIS- JA INNOVAATIOYMPÄRISTÖT

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun oppimisympäristöjen toteutukset kohdennettiin useiden muutosten jälkeen seuraaviin kehittämistavoitteisiin:

- energiajärjestelmien huolto- ja kunnossapitovälineistö
- hybridienergiajärjestelmien opetuslaitteisto
- sähkön pientuotannon UE-järjestelmät
- tuulivoimajärjestelmiä opetus- ja tutkimuskäyttöön
- biokaasulaitoksen etäkäyttöjärjestelmä.

4.2 ENERGIATEKNIIKAN LABORATORION TILARATKAISUT JA KALUSTEET

Energiatekniikan laboratoriolle ja sen välineistölle saatiin oma huonetila tekniikan yksikön kiinteistön saneerauksen valmistumisen jälkeen, kun koneautomaation laboratorion sijoituspaikka vaihdettiin tyhjentyvään digitaalisuunnittelun laboratorioon. Energiatekniikan laboratorio sijaitsee jo aikaisemmin olemassa olleen kattilatilán, savupiipun ja automaatiolaboratorion vesiprosessin välittömässä läheisyydessä. Laboratorion vieressä on yhteyskäytävä TKI -rakennukseen.

Laboratorion kalusteet, pöydät ja tuolit saatiin osin kiinteistöinvestoinnista ja osin käytöstä poistuvasta digitaalisuunnittelun laboratoriotilasta. Energiatekniikan laboratoriotilassa on nyt seitsemän opiskelijoiden tietokoneilla varustettua työpistettä. Opettajan työpiste on muuten vakiotyyppinen tietokoneella, videotykillä ja dokumenttikameralla varustettu, mutta luokkatilan pienuudesta johtuen toista näyttöä ja videotykkiä ei ole asennettua. Kuvassa 10 on näkymä energiatekniikan laboratorioon ja kuvassa näkyvän takaseinän toisella puolella on sijoitettuna lämmityskattilat, bioöljysäiliö, lämpövaraaja ja kaukolämmönvaihdin. Ulkoseinälle on puolestaan sijoitettu tuulivoimaloita, aurinkopaneeleja, tyhjökeräin ja lämpöpumput. Työpisteet palvelevat täten myös näiden oppimisympäristöjen parissa tehtäviä laboratoriotöitä, oppimis- ja tutkimustehtäviä sekä projektitöitä.



Kuva 10. Näkymä energiatekniikan laboratoriotilaan, ikkunaseinän puoleiset työpisteet ja takaseinän ovesta näkyy öljysäiliö.

Laboratoriotilassa on kaapisto (kuva 11) säilytystilaksi opetusvälineille, mittareille ja työvälineille. Kaapistossa on sijoitettuna mm. yleismittarit, auringonsäteilymittari, valaistusvoimakkuusmittari, tehomittarit, työkalusalkku, pientarvikkeet, porasalkku ja polttokennojen opetusvälineiden säilytyslaatikot. Energiatekniikan laboratorioon on sijoitettu mm. pientuulivoimatekniikan, aurinkosähkötekniikan, polttokennotekniikan, ilmalämpöpumpun oppimisympäristöt ja sitä käytetään myös viereisten hybridilämmitysjärjestelmien ja kaukolämmönvaihtimen oppimisympäristöjen oppimis- ja tutkimustehtävissä.



Kuva 11. Mittareiden, pientarvikkeiden, työvälineiden ja opetusvälineiden säilytyskaappi.

4.3 HYBRIDILÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

Hybridilämmitysjärjestelmät toteutettiin jo aikaisemmin käytössä olleeseen kattilahuoneeseen ja sen läheisyydessä oleviin tiloihin. Valmistelujen perusteella päädyttiin toteuttamaan kaksi toisistaan riippumatonta oppimis- ja tutkimusympäristöä. Molemmat hybridilämmitysjärjestelmät on toteutettu yhdistämällä kaksi lämmitysjärjestelmää samaan toteutukseen, ensimmäisessä on kattila, varaaja ja tyhjökeräin. Toisessa järjestelmässä on eri kattila, varaaja ja ilma-vesi lämpöpumppu. Hybridilämmitysjärjestelmien oppimis- ja tutkimusympäristöjen tavoitteet ovat:

- lämmitysjärjestelmän käytön optimointi ja hyötysuhde
- lämmöntuotto ja varastointi, toimintakokeet
- kunnossapito (huolto, käyttötoimenpiteet ja kunnonvalvonta)
- kattilan toiminta ja ominaisuudet eri polttoaineilla ja lämmönlähteillä
- polttoaineiden syötön ja palamisen/toiminnan seuranta ja säätö
- varaajien toiminta eri tilanteissa
- mittaukset, mittaustavat ja -tarkkuus eri kenttäinstrumentoinnilla
- aurinkolämmön toiminta ja ominaisuudet
- lämpöpumppujen toiminta ja ominaisuudet
- lämmönvaihtimien toiminta ja ominaisuudet.

Näiden hybridilämmitysjärjestelmien lisäksi sijoitettiin erikseen kaukolämmönvaihdin ja ilma-ilmalämpöpumppu. Tällä toteutustavalla saatiin toisistaan riippumattomia ja yhdistettäviä tutkimus- ja oppimisympäristöjä.

4.3.1 Lämmityskattilat 1 ja 2

Hybridilämmitysjärjestelmien opetusympäristöön hankittiin kaksi kappaletta monipolttoainekattiloita oheislaitteineen:

- monipolttoaine JÄSPI biotriplex, pelletin viikkovarasto ja syöttöruuvi
- monipolttoaine JÄSPI ECO 17 LUX ja entinen 1000 l öljysäiliö bioöljylle.

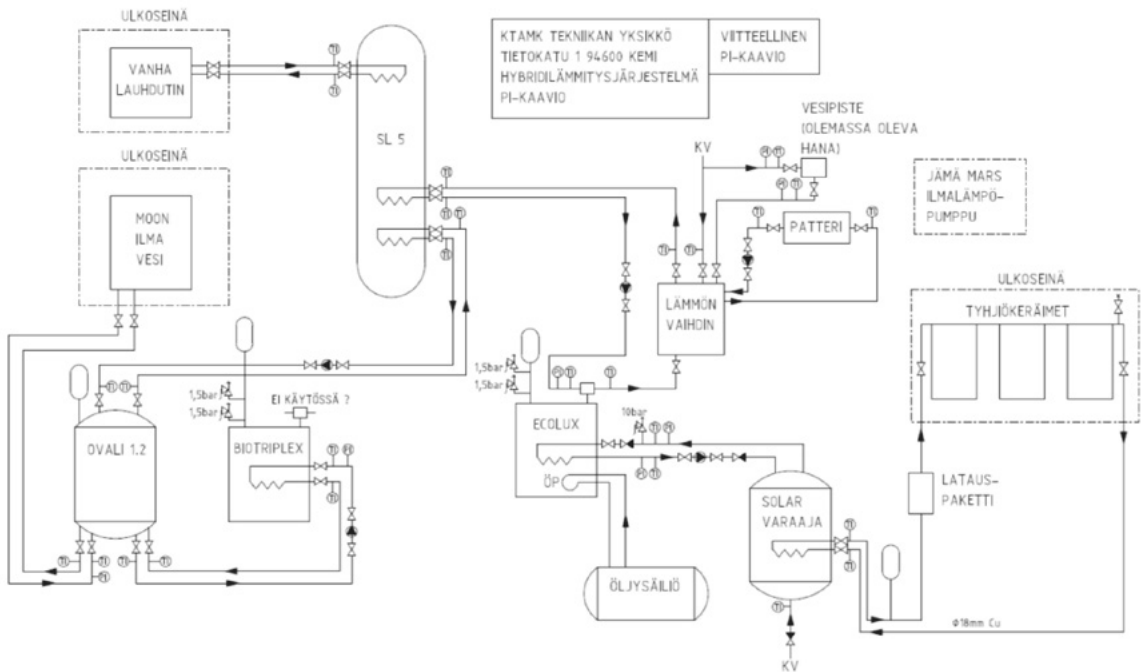


Kuva 12. Biotriplex-kattila energiatekniikan laboratorion viereisessä kattilahuoneessa.



Kuva 13. JÄSPI Ecolux 17 kattila energiatekniikan laboratorion viereisessä kattilahuoneessa, vasemmalla öljysäiliö ja oikealla biotriplex kattila.

Molempiin kattiloihin liitetty omat varaajat ja toiset uusiutuvaan energiaan perustuvat lämmitysjärjestelmät. Ensimmäistä kattilaa (kuva 12) voidaan lämmittää sähköllä (vara), klapeilla ja pelletillä. Pellettipoltoainetta varten on kattilahuoneessa viikkosäiliö. Toinen kattila (kuva 13) on lämmitettävissä sähköllä (vara) ja bioöljyllä. Bioöljykattilaa varten säilytettiin vanha 1000 l öljysäiliö, joka nyt on varattu bioöljylle. Hybridilämmitysjärjestelmien PI-kaavio on esitetty kuvassa 14.



Kuva 14. Hybridilämmitysjärjestelmien toteuttamisen PI-kaavio (suunnittelu A. Pikkarainen).

4.3.2 Tyhjökeräin

Tyhjökeräin on sijoitettu kiinteistön päätyseinälle (kuva 15) ja sen pumppujärjestelmä on kattilahuoneessa kaukolämmönvaihtimen vieressä. Tyhjökeräin on liitetty toiseen hybridilämmitysjärjestelmästä. Tyhjökeräin on mallia Jäspi Solar 300 Pak ja keräimen pinta-ala on 3,7 m².

4.3.3 Kaukolämmönvaihdin

Kaukolämmönvaihdin on tyypillinen omakotitalon kaukolämmönvaihdin, malliltaan kauko 20-60, kuva 16. Lämmönvaihtimen säädin on tyypiltään Ouman EH-203. Lämmönvaihdin on erillinen opetuksellinen ja tutkimuksellinen laitteisto.

4.3.4 Lämpövaraajat

Lämmönvaraajiksi hankittiin Jäspi Ovali 1.2 EPK, jonka yhteyteen on sijoitettu myös ilma-vesilämpöpumppu. Tämän lämmitysjärjestelmän kattila on kattilahuoneessa. Pienempi 300 litran varaaja on liitetty tyhjökeräimeen ja toiseen kattilajärjestelmään.



Kuva 15. Tyhjökeräin tekniikan yksikön päätyseinällä oven yläpuolella.



Kuva 16. Pientaloihin soveltuva kaukolämmönvaihdin (kotelo avattuna) ja alapuolella on osa tyhjökeräinjärjestelmän toimintayksiköstä.

4.3.5 Ilma-vesi lämpöpumppu

Ilma-vesi lämpöpumppu sijoitettiin Jäspi Ovali 1.2 EPK ovaalivaraajan välittömään läheisyyteen seinän toiselle puolelle, kuva 17. JÄMÄ Moon (10 kW) soveltuu käytettäväksi vesikiertolämmitteisissä pientaloissa.



Kuva 17. a) ovaalivaraaja



Kuva 17. b) ulkoseinälle sijoitettu ilma-vesilämpöpumppu.

4.3.6 Ilma-ilmalämpöpumppu

Jämä Saturnus ilma-ilmalämpöpumppu sijoitettiin energiatekniikan laboratorion ikkunaseinälle ja siinä se on erinomaisesti käytettävissä tilan lämmitykseen ja jäähdytykseen. Lämmitysteho on maksimissaan 4 kW ja jäähdytysteho 3,2 kW, kuva 18.



Kuva 18. Energiatekniikan laboratorion ilmalämpöpumpun sisä- ja ulkoyksikkö.

4.4 ENERGIAJÄRJESTELMIEN HUOLTO- JA KUNNOSSAPITOVÄLINEISTÖ

Projektin hankinnoista toteutettiin ensimmäisenä huolto- ja kunnossapitovälineiden hankinnat jo vuonna 2010 ja muut hankinnat myöhemmin, koska oppilaitoksen laboratoriotilat saneerattiin kokonaisuudessaan hankkeen aikana vuosina 2011-2012. Energiajärjestelmien kunnossapidon oppimisympäristöjen tavoitteet ovat:

- laitteiden, laitteistojen ja järjestelmien asennus, käyttöönotto, huolto ja kunnonvalvonta
- linjauksen, tasapainotuksen ja värähtelymittauksen oppimisympäristöt
- pyörivien sähkökoneiden ja mekaanisten koneiden kunnonvalvonta
- sähkön tuotanto, kulutus ja sähkön laadunseuranta
- lämpökuvaus ja lämpökuvauksen oppimisympäristöt
- kalibroinnin oppimisympäristöt
- prosessin mittaukset kunnossapidon menetelmänä
- automaatiojärjestelmät osana kunnossapitoa
- kunnossapidon tietojärjestelmien käyttö.

4.4.1 Dokumentoiva prosessikalibraattori

Prosessikalibraattori on tarkoitettu energiatuotannon laitteistojen kenttäinstrumntoinnin kalibrointiin, mittausten oikeellisuuden tarkistukseen ja dokumentointiin. Kalibraattoriksi hankittiin Beamex MC4, kuva 19.



Kuva 19. a) Prosessikalibraattori Beamex MC4 b) lämpökamera Flir T425.

Kuva 19. b) lämpökamera Flir T425.

4.4.2 Lämpökamera

Lämpökameraksi (kuva 19) hankittiin Flir T425, jota voidaan käyttää monipuolisesti uusiutuvan energian tuotannon laitteiden toimintakunnon ja energiatehokkuuden seurannassa. Lämpökameraa käytetään mm.:

- sähkögeneraattoreiden, sähkömoottoreiden, sähkökeskusten ja sähkölaitteiden lämpenemän mittaukseen ja kunnonvalvontaan
- sähköliitosten lämpenemän mittaukseen
- prosessilaitteiden, lämmönvaihtimien, putkistojen, mekaanisten komponenttien ja kattiloiden lämpötilan mittaukseen sekä lämpöjakauman mittaukseen ja kunnonvalvontaan
- kaasuvuotojen havaitsemiseen
- tukosten ja katkosten paikantamiseen
- rakenteiden lämpövuotojen havaitsemiseen.

4.4.3 Kannettavat ultraäänimittarit

Nestevirtauksen ja nesteeseen perustuvan lämmönsiirron mittaukseen hankittiin ultraääneen perustuva mittari PT878. Sillä voidaan mitata putkessa siirtyvän nesteen määrä ja lisäämällä lämpötilojen mittaukset myös siirretty lämpöenergia. Mittauslaitteen käyttökohteet ovat putkistot, patterit, lämmönvaihtimet, lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät. Mittauslaitteen käyttötarkoitukset ovat:

- putkistojen nestevirtauksen määrämittaus
- putkistojen nestevirtauksen lämpöenergiamäärien mittaus
- putkistojen kunnonseuranta, putkien paksuusmittaus.

Toisena ultraääneen perustuvana mittauslaitteena hankittiin Sonaphone RD putkien (vesi, neste, kaasu) vuotojen paikantamiseen. Ultraääneen perustuvat mittauslaitteet on esitetty kuvassa 20.



Kuva 20. a) ultraääneen perustuva vuodonpaikannuslaite



Kuva 20. b) nesteen ja lämpöenergian virtausmittauslaite.

4.4.4 Sähkönlaadun analysointi



Kuva 21
Tiedonkeruulaite Fluke 1735 sähköverkon mittauksiin.

Uusiutuvan energian sähköntuotantolaitteistojen sähköntuotannon, kuormituksen, energian, tehojen, jännitteen, virtojen seurantamittaukseen hankittiin Fluke 1735 tiedonkeruulaite, kuva 21. Mittauslaite rekisteröi edellä mainittujen mittauksen tietojen lisäksi sähkönlaadun seurantasuureita ja sitä voidaan käyttää lyhytaikaiseen tai pitkäaikaiseen sähkösuureiden ja sähkön laadun seurantaan. Mittausten tarkoituksena voi olla:

- sähköntuotannon tai -kulutuksen mittaus halutulla seuranta-ajanjaksolla
- sähkön laadun ja verkkohäiriöiden rekisteröinti, mittaus ja analysointi
- UE-tuotantolaitteiston liityntäpisteen sähkösuureiden ja häiriöiden analysointi.

4.4.5 Asennustesterit

Uusiutuvan energian tuotantojärjestelmien sähköasennusten ja sähkökoneiden tarkastukseen hankittiin sähköasennustesteri Fluke 1653 ja konetesteri ML 2094, kuva 22. Mittauslaitteita voidaan käyttää valmistuvan tuotantolaitoksen sähköasennusten ja sähkökoneiden tarkastukseen ja testaukseen ja myöhemmin vianetsintää ja kunnonvalvontaan.



Kuva 22. Sähköasennustesteri Fluke1653 ja konetesteri ML2094.

4.4.6 Laserlinjauslaite ja värähtelymittauslaitteisto

Laserlinjauslaitteisto Rotalign Ultra hankittiin mekaanisten pyörivien koneiden paikalleen asentamiseen ja kunnonvalvontaan. Mittauslaitetta käytetään pyörivien koneiden asennuksen mittaukseen, korjaukseen, tarkastukseen ja dokumentointiin. Pyörivien koneiden kunnonvalvontaan ja tasapainotukseen hankittiin VibExpert kunnonvalvontalaite, kuva 23. Mittauslaite soveltuu pyörivien koneiden (sähkömoottorit, -generaattorit, vaihteet, pumput, puhaltimet, kuljettimet) värähtelyiden mittaukseen kunnonvalvontatarkoituksessa, tasapainotuksen tarpeen mittaukseen ja osoitukseen sekä mittaustapahtuman dokumentointiin.



Kuva 23. a) laserlinjauslaite Rotalign Ultra

Kuva 23. b) värähtelymittauslaite VipExpert.

4.4.7 Dataloggerit

Lämpötilan, kosteuden ja muiden laitoksen toimintasuureiden mittaukseen ja tiedonkeruuseen hankittiin USB HOBO dataloggerit raaka-aineiden ominaisuuksien ja tuotantolaitteiden toiminnan seuraamiseksi ja poikkeustilanteiden havaitsemiseksi. Dataloggerit voidaan jättää mittaamaan käyttökohteeseen pidemmäksi aikaa ja mittausjakson päätyttyä tulokset puretaan pc:lle.

4.5 TUULIVOIMAJÄRJESTELMÄT

Tuulivoimajärjestelmien oppimiseen ja tutkimukseen hankittiin erilaisia pieniä tuulivoimajärjestelmiä, säätimiä, liityntälaitteita, akkuja ja sääasema. Oppimis- ja tutkimusympäristöjen tavoitteita:

- Pienen tuulivoimajärjestelmän valinta, asennus, käyttöönotto, kunnossapito, käyttö ja toiminta.
- Pienet vaaka- ja pystyturbiinilaitteistot, suuret tuulivoimalat/puistot ja niiden tuuliolosuhteet ja tuulen mittaus.
- Tuulivoimajärjestelmien sähköiset kytkennät, suojaus, akustot ja niiden ominaisuudet, latauslaitteet ja niiden ominaisuudet, invertterit ja niiden ominaisuudet, kuormitettavuus ja kuormien ominaisuudet sekä keinokuorma.
- Tuulivoimaloiden turbiinien ja generaattoreiden ominaisuudet.
- Generaattoreiden ohjaus/säätölaitteiden ominaisuuksien tutkiminen testipenkeissä (eri pyörimisnopeuksilla ja säädettävällä kuormalla).
- Etäohjaus ja kunnonvalvonta.

4.5.1 Pienet tuulivoimajärjestelmät



Kuva 24. Tuulivoimala Whisper ulkona talviolosuhteissa, seinän takana on kattilahuone.

Pientuulivoimaloita hankittiin useampi, teholtaan kaikki ovat alle 1 kW (Whisper, Tuulivoima 450, Ampair). Tuulivoimalat sisältävät tyypillisesti turbiinin, generaattorin, maston, tasasuuntaajan, lataus- ja säätölaitteiston. Järjestelmiin hankittiin erikseen 12 VDC akut. Yksi pieni tuulivoimalalaitteisto on asennettu telineeseen, jossa generaattoria pyöritetään taajuusmuuttajaohjatulla sähkömoottorilla ja täten laboratoriotilanteessa on aina tuulivoimaa saatavilla. Toinen pientuulivoimalalaitteisto on nyt alkuvaiheessa varattu pientuulivoimalan käyttöönoton opiskeluun, joten tuulivoimala pystytetään ja puretaan laboratoriotyönä olosuhteiden salliessa. Tuulivoimaloista yksi on asennettu talonpäätyseinälle (kuva 24). Matalalla sijaitsevien tuulivoimaloiden toiminnan seuranta varten hankittiin myös pieni paikallinen sääasema.

4.5.2 Pystyrakenteinen tuulivoimala

Rakenteeltaan toisentyypinen on pystymallinen suomalainen pientuulivoimala Windside. Laitteisto sisältää tuulivoimalan, generaattorin, tasasuuntaaja, lataus- ja säätölaitteiston. Erikseen hankittavaksi tuli 12 V akusto, kaapelointia ja masto.

4.5.3 Verkkoon liitettävä tuulivoimala

Sähköverkkoon liitettävänä tuulivoimalaitoksena on hankittu Tuule E200 tuulivoimala, joka on teholtaan 4 kW ja liitetään sähköverkkoon 1-vaiheisena. Ainakin ensimmäiset vuodet voimalaitoksen generaattoria tullaan pyörittämään taajuusmuuttaja-sähkömoottori yhdistelmällä tutkimustarkoituksessa. Tällöin voidaan sähkövoimatekniikan laboratorioympäristössä perehtyä pienen tuulivoimalaitoksen tuotantoon eri pyörimisnopeuksilla, tuulivoimalan verkkoliityntään ja sen ominaisuuksiin sekä tuulivoimalan toimintaan eri kuormitus- ja vikatilanteissa.

Tuulivoimalan generaattorin liityntä ja ohjauslaitteet on sijoitettu siirrettävän telineen molemmille puolille, kuva 25. Samanlainen tuulivoimala on hankittu myös Rovaniemen ammattikorkeakoululle ja ammattiopisto Lappialle Louelle. Tuulivoimalan tuotantokokemukset eri sijoituspaikoissa saadaan kyseisistä asennuspaikoista ja tutkimusympäristö laitteiston toiminnalle eri tilanteissa on sähkövoimatekniikan laboratoriossa.



Kuva 25. Tuule E200 4 kW tuulivoimalan sähkötekniisten ohjaus- ja liitälaitteiden siirrettävä asennusteline (tuulivoimalaa käytetään ja tutkitaan laboratorioympäristössä).

4.5.4 Tuulivoimalan sähkögeneraattorin tutkiminen

Kolmivaiheisten tuulivoimaloiden tutkimusympäristö on toteutettu sähkövoimatekniikan laboratorion testaushuoneessa. Siellä voidaan mallintaa ja tutkia yhtä tuulivoimalan toteutustapaa eli sähköntuotantoa tuulivoimalan pyörittämällä epätahtikooneella ja verkkoon syöttävällä taajuusmuuttajalla. Oppimis- ja tutkimusympäristö on toteutettu 5,5 ja 11 kW kolmivaihetehoille, kuva 26.



Kuva 26. Verkkoon jarruttaviin taajuusmuuttajiin perustuva sähköntuotannon oppimis- ja tutkimusympäristö sähkövoimatekniikan laboratorion testitilassa.

4.6 SÄHKÖN PIENTUOTANNON UE-JÄRJESTELMÄT

Uusiutuvaan energiaan perustuvaan sähköntuotantoon hankittiin erilaiseen teknologiaan perustuvia tuotantolaitteita ja niiden mittausvälineitä. Tavoitteina olleista kokonaisuuksista osa jouduttiin projektin edetessä karsimaan, alkuperäiset oppimis- ja tutkimusympäristöjen tavoitteet olivat:

- erilaiset uusiutuvan energian sähköntuotantojärjestelmät, niiden ominaisuudet, kustannukset, käyttö ja kunnossapito

- aurinkopaneelit, latauslaitteistot, akustot, inverterit ja niiden ominaisuudet
- generaattoreiden toiminta, ohjaus, säätö ja kytkentälaitteet
- polttokennot ja niiden ominaisuudet
- vesivoiman tuotanto
- biokaasuun perustuvat kaasuturbiinit ja chp
- biodieselgeneraattorit
- pienvoimalan käyttö saarekkeessa tai verkkoyhteydessä
- piensähkötuotannon ja voimalaitosten liityntä ja kytkentä sähköverkkoon
- pienvoimaloiden suojaukset ja kunnonvalvonta.

4.6.1 Aurinkosähkön pientuotanto

Energiatekniikan laboratorioon on sijoitettu pienen mittakaavan aurinkosähkön tuotantolaitteiden säätimet ja akustot, varsinaiset paneelit ovat siirrettävissä telineissä tai talon seinälle asennettuina. Luokkatiloissa on myös 12 V kulutuslaitteita ja pienet asennusympäristöt valaisimien ja pistorasioiden sekä sulakesuojauksen oppimiseen ja tutkimiseen. Yksi aurinkosähkijärjestelmästä on asennettu kiinteistösähköistykseen laboratorioon, jossa opiskelijoilla on mahdollisuus tutustua kokonaisuuteen, jossa on aurinkopaneeli, akku, TV, antenni, valaisimet ja 12 V sähköasennustoteutus.



Kuva 27. Energiatekniikanlaboratorion aurinkosähkijärjestelmän oppimisympäristö, jääkaappipaketti. Vasemmassa reunassa tuulivoimalan säädin ja akku.

Toisessa aurinkosähköjärjestelmässä paneelit on sijoitettu ulkoseinälle ja säädin, akusto, jääkaappi ja muut kulutuslaitteiden asennukset energiatekniikan laboratorion seinälle (kuva 27). Lisäksi yksi pienpaneeli on asennettu kannettavaan telineeseen. Siirrettävään asennustelineeseen on asennettu paikalleen asennettu ja ajan perusteella kääntyvä paneeli.

4.6.2 Invertterit

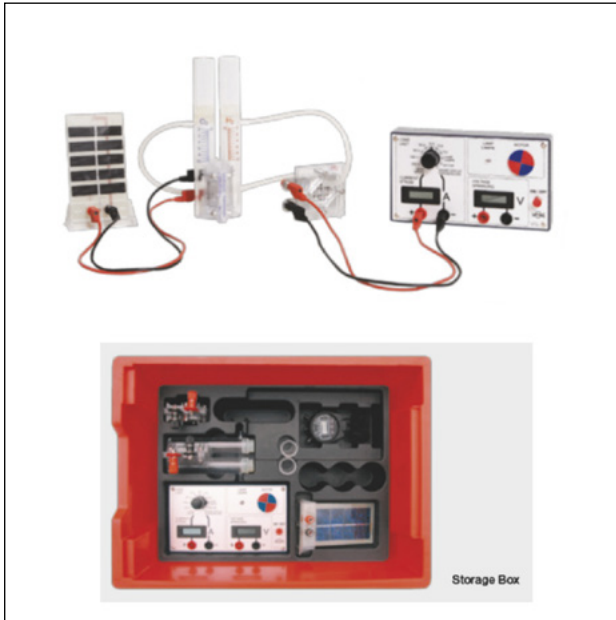
Kun sähköä tuotetaan pienillä aurinkopaneeleilla tai tuulivoimalajärjestelmillä, niin tyypillisesti tuotettava sähkö varastoidaan tulevaa tarvetta varten akustoon. Akustoon voidaan kytkeä sulakkeiden, kytkimien ja pistorasioiden avulla erilaisia 12 VDC jännitteellä toimivia kulutuskojeita ja valaisimia. Lisäksi akuston jännite voidaan muuttaa invertterillä yleiseen kotitalouksissa käytettävään 230 V AC jännitteeseen ja käyttää silloin yleisiä jo hankittuja ja edullisia kulutuslaitteita.



Kuva 28. Kaksi invertteriä (12 VDC / 230 VAC) sijoitettuna siirrettävään asennustelineeseen energiatekniikan laboratoriossa.

Tämän vaihtoehdon esille tuomiseksi ja tutkimiseksi hankittiin kaksi erilaista invertteriä, joiden ominaisuuksia voidaan energiatekniikan laboratoriossa tutkia. Yksi inverttereistä on tyypillinen perusmalli, jolla 12 V tasajännite voidaan muuttaa 230 V vaihtojännitteeksi. Toinen invertteri on ominaisuuksiltaan monipuolisempi ja sillä 12 VDC akku voidaan ladata 230 VAC verkosta ja myös syöttää 230 V vaihtosähkölaitteita akusta. Kuvassa 28 on esitetty siirrettävään asennustelineeseen sijoitetut invertterit.

4.6.3 Polttokennot



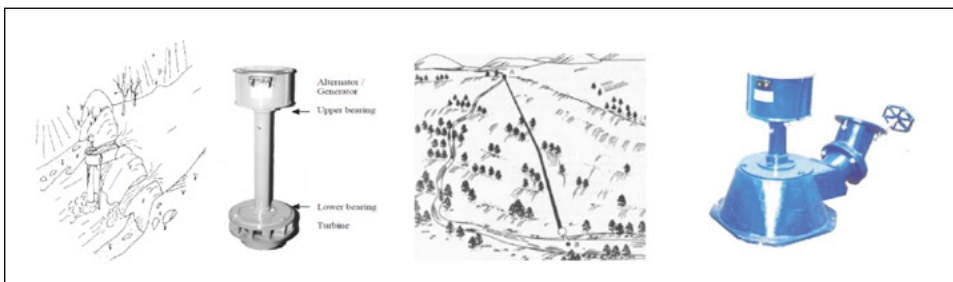
Kuva 29.

Polttokennotekniikan opetuslaitteet, 2 kpl, säilytys laitekaapissa.

Polttokennotekniikan oppimiseksi ja tutkimiseksi hankittiin 2 kpl polttokennojen toiminnan oppimiseen tarkoitettu laitepaketti. Laitteet on tarkoitettu opiskeluun ja ne sisältävät valmiit englanninkieliset oppimistehtävät ja ohjeet, kuva 29.

4.6.4 Pienvesivoima

Pienvesivoimalaesimerkkeinä on hankittu laboratorioon 2 kpl pieniä 1-vaiheisia alle 1 kW sähkögeneraattoreita, kuva 30.



Kuva 30. Pienvesivoimageneraattorit, PowerPal.

4.6.5 Sähkötuotantolaitteiden seurantalaitteisto

Energiatekniikan laboratorioon on hankittu sähkötuotantolaitteiden seurantalaitteisto, kuva 31. Laitteistolla voidaan monitoroida sähkötuotantolaitteiston toimintaa, generaattorien toimintaa, prosessisuureita, voimakoneiden toimintaa, värähtelyitä, iskusysäyksiä ja pyörimisnopeutta laboratorio-olosuhteissa tai kentällä uusiutuvan energian tuotantolaitoksella.



Kuva 31. Tuotantolaitteiston toimintasuureiden mittauslaitteisto, Intellinova.

4.6.6 Pien sähkötuotannon mittauslaitteet

Energiatekniikan laboratorioon on sijoitettu pien sähkötuotannon laitteistot ja niiden mittauslaitteet, kuten yleismittarit, tehomittarit, valaistusvoimakkuusmittari ja säteilytehommittarien sekä työkalusalkut ja asennustarvikkeet. Mittauslaitteet ja työvälineet säilytetään laboratoriotilan lukittavassa kaapistossa. Tarvittavat mittajohtimet löytyvät huonetilan seinustan telineestä.

4.7 METSON AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ ETÄOHJAUKSEEN

Louen biokaasulaitoksen etäohjaukseen hankittiin Metson automaatiojärjestelmä. Automaatiojärjestelmää käytetään biokaasulaitoksen moottoreiden ja toimilaitteiden ohjaukseen, järjestelmän tilatietojen hallintaan ja prosessisuureiden mittaukseen sekä prosessin toiminnan säätöön. Järjestelmä sisältää prosessiaseman, I/O liitännät ja väyläliitännät prosessin toimilaitteita ja mittauksia varten sekä samoin suunniteluaseman. Järjestelmän kokoonpanon määrittely on tehty ammattikorkeakoulun opettajan toimesta hänen suunnitellessa biokaasuprosessin sähköistyksen, automaation ja kenttäinstrumentoinnin toteutuksen. Sähkötekni­sen dokumentaation suunnitteli ja piirsi TKI osaston suunnitteluinsinööri.

5 Pohdinta

Lapin energiakoulu-hankkeessa toteutettiin Lapin ammattikorkeakoulun Kemin toimipisteeseen energiatekniikan laboratorio ja sen oppimisympäristöt. Oppimisympäristöjen tavoitteet muuttuivat projektin edetessä tehdyn suunnittelutyön perusteella ja ulkopuolisen ohjauksen johdosta. Energiatekniikan oppimisympäristöt saatiin toteutettua muuttuneiden tavoitteiden mukaisesti.

Oppimisympäristöjen käyttö aloitettiin jo keskeneräisenä projektin alkuvaiheessa ja käyttömahdollisuudet paranivat pitkäaikaisen projektin edetessä. Projektissa on hyödynnetty opiskelijoiden työpanosta niin oppimisympäristöjen suunnittelussa kuin toteutuksessa. Oppimisympäristöjen laitehankinnat tehtiin yhteisen suunnittelun pohjalta, hankintamäärittelyt projektipäällikön ja huoltoinsinöörin toimesta sekä kilpailutus hankintainsinöörin ja huoltoinsinöörin toimesta. Hankintojen kilpailutus onnistui hyvin ja käyttöönoton jälkeen voidaan todeta niiden onnistuneen.

Oppimisympäristöt palvelevat varsin hyvin koulutusohjelmien opetuksen ja TKI osaston tutkimustoiminnan tarpeita. Projektin päättymisen jälkeen jatketaan oppimisympäristöjen kehittämistä edelleen. Kehittämistä tehdään nykyisten oppimisympäristöjen ja tehtyjen laitehankintojen pohjalta. Oppimisympäristöjä kehitetään saatujen kokemusten perusteella opiskelijoiden harjoitustöinä, projektitöinä ja opinnäytetöinä. Kehittämistyötä tehdään opetuksellisten tarpeiden pohjalta ja tulevien tutkimushankkeiden tarpeiden perusteella.

Lähteet

- Erkheikki Antti, Kalliosalmi Jussi, Kantola Harri, 2013, Hybridilämmitysjärjestelmä-projektiraportti. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Kemi
- Etto Jaakko, 2010. Sähkötekniikan insinöörikoulutuksen oppimisympäristöjen kehittäminen. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Kemi.
- Joensuu Mikko, Tuohino Antti, Veteli Jesse, 2013, Projektityön loppuraportti - AurinkoSähköjärjestelmän käyttöönotto. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Kemi.
- Karplund Patrik, 2014, Kunnossapidon oppimisympäristön kehittäminen prosessi-automaatiolaboratoriossa. Opinnäytetyö, Lapin ammattikorkeakoulu, Kemi.
- Salminen, Leena, Suhonen, Riitta, 2008. Oppiminen ja oppimismenetelmät ja niiden hyödyntäminen ammatillisen kehittymisen tukena - raportti täydennyskoulutuksesta ja sen mahdollisuuksista, Turun yliopisto ja Hämeen ammattikorkeakoulu, Hämeen ammattikorkeakoulu, Hämeenlinna.
- Stolt Joni, 2014, Ouman PLUS oppimisympäristön käyttöönotto. Opinnäytetyö, Lapin ammattikorkeakoulu, Kemi.

Liitteet

LIITE 1 Alkuvaiheen investointisuunnitelma

LIITE 2 Investointisuunnitelma

LIITE 3 Tuulivoimatekniikan perusteet opintojakson opintosuunnitelma

LIITE 1



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

LAPIN ENERGIAKOULU, EAKR-HANKE

INVESTOINTISUUNNITELMA 28.9.2010

Kustannus (€)	2010	2011	Yhteensä
Energiapuun korjuuketju (LAO)		<u>440 000</u>	<u>440 000</u>
- energiapuuharvesteri (uusi tai käyt.), arviohinta		200 000	
- energiapuun ajokone (nosturi, vaaka), arviohinta		200 000	
- puutavara-auton energiapuuvälineet		40 000	
Pienkone harvennuskohteisiin (LAO)		<u>65 000</u>	<u>65 000</u>
- pieni manuaalikorjauksen apu-/korvausyksikkö pehmeisiin maastoihin		65 000	
Lämmöntuotannon opetuslaitteistot (LAO)		<u>240 000</u>	<u>240 000</u>
- hakelämpökontti		110 000	
- kattila-automaation modernisointi		50 000	
- pientulisijat (pelletti- ja klapiattila)		20 000	
- savukaasuanalysaattori		10 000	
- savukaasun pölymittausvälineet		40 000	
- mikroskooppi		10 000	
Biokaasulaitos (Ammattiopisto Lappia)	<u>160 000</u>	<u>160 000</u>	<u>320 000</u>
- biokaasulaitos (rakennukset, reaktori)	160 000	160 000	
Muu uusiutuva (Ammattiopisto Lappia)		<u>270 000</u>	<u>270 000</u>
- liikennepolttoaineen (metaanikaasu) tankkauskontti		30 000	
- lisäsyötteen hygienisointiyksikkö		40 000	
- aurinkopaneelijärjestelmät, 2 kpl		100 000	
- tuulivoimalat 3 kpl		100 000	
RAMK-hankinnat	<u>20 000</u>	<u>240 000</u>	<u>260 000</u>
- aurinkovoimajärjestelmiä opetus- ja tutkimuskäyttöön		50 000	
- vaihtoehtoisen energian tuotantolaitteisto		60 000	
- lämpöpumppujärjestelmät		50 000	
- energiatehokkuuden analysointi- ja mittausvälineet	20 000		
- pientulisijojen opetus- ja tutkimuslaitteisto		80 000	
KTAMK-hankinnat	<u>60 000</u>	<u>200 000</u>	<u>260 000</u>
- hybridienergiajärjestelmien opetuslaitteisto		50 000	
- energiajärjestelmien huolto- ja k-pitovälineistö	60 000		
- sähkön pientuotannon UE-järjestelmät		100 000	
- tuulivoimajärjestelmiä opetus- ja tutkimuskäyttöön		50 000	
Yhteensä	240 000	1 615 000	1 855 000
Opetuslämpökeskuksen muutostyö (LAO)		<u>100 000</u>	<u>100 000</u>
- valvomo-/korjaamo osan korottaminen toisella kerroksella, johon sijoitetaan laboratorio ja opetustilat		100 000	
KAIKKI YHTEENSÄ	240 000	1 715 000	1 955 000

ROVANIEMEN KOULUTUSKUNTAYHTYMÄ

Kemi-Tornion alueen
Energia- ja ympäristökeskus
LAPPIA



Vipuvoimaa
EU:lta
2007-2013

LIITE 2

LAPIN ENERGIAKOULU -INVESTOINNIT, MUUTOS				7.5.2012
	KUSTANNUKSET alv 0 %	EU-/VALTION- TUKI, Alv 0%	TUKIPRO- SENTTI (%)	Tilanne, huomautukset
LAO-HANKINNAT	837 000	669 600	80 %	
Energiapuun korjuuketjut, muu metsäenergia	600 400	480 320	80 %	
- energiapuuharvesteri	248 900			Hankittu.
- energiapuun ajokone (nosturi, vaaka) + kaatopää	229 000			Kaatopää hankinnassa, muuten hankittu.
- puutavara-auton energiapuuvälineet	20 000			Tehdään omana työnä vuonna 2012, kesken.
- klapiakone välineineen	27 500			Valmistettu alustavasti. Hintatiedot pyydetty.
- pienkoneyksikkö harvennuskohteisiin	49 100			Hankittu.
- energiapuun korjuukoneiden välineitä (telat ym.)	25 900			Valmistelussa, ei päätöstä.
Lämmöntuotannon opetuslaitteistot	202 390	161 912	80 %	
- hakeilämpökattila	68 390			Hankinta käynnissä, toimitus toukokuussa.
- kattila-automaation ja ohjauksen modernisointi	45 000			Hankinta käynnissä.
- lämmöntuotannon oppimisympäristön opetusväline- ja ohjelmistohankinnat (ohjelmistotyö)	50 000			Valmistelussa, hinta on arvio
- pientulisijat (pelletti- ja klapiakattila)	32 000			Järjestelmän suunnittelu ja rakentaminen Kairatielle
- savukaasuanalysointori	7 000			Tarjouskierron uusittu, hankinta kesken.
Opetuslämpökeskuksen "ehostus"	34 210	27 368	80 %	Alakerran tila kunnostetaan ja kalustetaan uudestaan.
RAMK-HANKINNAT	229 000	183 200	80 %	Toteutuu suunnitelman puitteissa, tuki 80 %
- aurinkovoimajärjestelmiä opetus- ja tutkimuskäyttöön	41 161			Pääosin hankittu.
- vaihtoehtoisen energian tuotantolaitteisto	60 167			Valmistelussa.
- lämpöpumppujärjestelmät	44 000			Pääosin hankittu.
- energiatehokkuuden analysointi- ja mittausvälineet	29 872			Pääosin hankittu.
- pientulisijojen opetus- ja tutkimuslaitteisto (savukaasun pölymittausvälineet, pientarvikkeet ja atk-ohjelmat)	54 000			Hankittu.
ROVANIEMEN KOULUTUSKUNTAYHTYMÄ	1 066 000	852 800	80 %	
AMMATTIOPISTO LAPIAN HANKINNAT	590 000	472 000	80 %	
Biokaasulaitos (Ammattiopisto Loppia)	490 000	392 000	80 %	
- biokaasulaitos 190 m ³ , reaktori muut rakenteet, rakennusinvestointi	490 000	392 000	80 %	Hankintakustannukset selvästi määrärahaa suuremmat (n. 300 000 €).
Muu uusiutuva (Ammattiopisto Loppia)	100 000	80 000	80 %	
- aurinkopaneelijärjestelmät, 2 kpl	40 000			Hankinnat toteutetaan keväällä 2012.
- tuulivoimalat	60 000			Hankinnat toteutetaan keväällä 2012.
KTAMK-hankinnat	244 000	195 200	80 %	Toteutuu suunnitelman puitteissa, tuki 80 %
- hybridienergiajärjestelmien opetuslaitteisto	29 500			Hankinta meneillään.
- energiajärjestelmien huolto- ja k-pitovälineistö	69 000			Hankittu.
- sähkön pientuotannon UE-järjestelmät	61 000			Hankinta meneillään.
- tuulivoimajärjestelmiä opetus- ja tutkimuskäyttöön	29 500			Hankinta meneillään.
- biokaasulaitoksen etäkäyttölaitteisto	55 000			Toimituksessa.
KOULUTUSKUNTAYHTYMÄ LAPIA YHTEENSÄ	834 000	667 200	80 %	
INVESTOINNIT YHTEENSÄ	1 900 000	1 520 000	80 %	
+ muut kustannuslajit nykyisessä päätöksessä	87 000	69 600	80 %	
Kustannuslajimuutokset (muista palkkoihin)	13 000	10 400	80 %	
HANKE YHTEENSÄ	2 000 000	1 600 000	80 %	Kuntarahoitus 400 000 €, 20 %

Opintojakson nimi ja laajuus (op) ja koodi	
3V3312 Tuulivoimatekniikka 3 op	
Opintojakso sisältyy opintokokonaisuuteen:	Ajankohta lukuvuosi syksy/kevät
Vapaasti valittavat 15 op	syksy
Opettaja	puh ja e-mail
Jaakko Etto	jaakko.etto@tokem.fi
<input type="checkbox"/> Koulutusohjelmavastaava hyväksynyt Hyväksyjä: i	pvm

VUOSITEEMA kompetenssianalysista

Insinöörin osaaminen

EDELLYTYKSET JA OPINTOJAKSON TUOTTAMA OSAAMINEN

Edeltävät opinnot tai tiedot ja taidot:

ei vaadita

Osaamistavoitteet kompetenssimatriisin mukaan:

Yleiset työelämän valmiudet:

Ammatillinen erikoisosaaminen:

Tuulivoimatekniikan perusteiden ja tekniikoiden ymmärtäminen

Keskeiset tavoitteet:

Opintojakson tavoitteena on perehtyä tuulivoimatekniikan perusteisiin, tuuliolosuhteiden arviointiin, tuulivoimajärjestelmien suunnitteluun, käyttöön sekä tuulivoimaloiden kustannuksiin. Opintojaksolla perehdytään käytännön laitevalikoimaan eri teholuokissa, tuulivoimaloiden liityntää sähköverkkoon, lupamenettelyyn ja tulevaisuuden näkymiin.

OPINTOJAKSOMATERIAALI
 www materiaali
 harjoitustyömateriaali
 laboratoriolaitteistot
SISÄLTÖ

Opintojakson tavoitteet
Opintojakson suoritusvaatimukset
Tuulivoimaloiden käyttötarkoitukset ja koko
Tuulivoimaloiden tekniset ratkaisut eri
teholuokissa
Tuulivoimalan tekniset suoritusarvot
Tuulivoimalan käyttö, suojaus ja ohjaus
Tuulivoimalan liittäminen sähköverkkoon ja
vaikutukset sähköverkossa
Tuulivoimaloiden kunnonvalvonta ja
kunnossapito
Pientuulivoima/ Tuulivoimapaistot
Tuuli, tuuliolosuhteet ja tuulen mittaus
Tuulivoiman ympäristövaikutukset
Tuulivoimaloiden luvat
Laboratorioon tulevien laitteiden käyttöönotto
ja/tai laboratoriotöitä

ARVIOINTI

	Painokerroin
<input checked="" type="checkbox"/> Tenti	40 %
<input checked="" type="checkbox"/> Harjoitustyö	40 %
<input type="checkbox"/> Seminaarityö	%
<input checked="" type="checkbox"/> Jatkuva näyttö	20 %

Harjoitustyöt palautetaan ja osin esitellään, tentti on diagnostinen.

Lapin Energiakoulu-hankeessa kehitettiin Kemiin ammattikorkeakoulun tiloihin uusi energiatekniikan laboratorio opetuslaitteineen. Hankkeessa olivat mukana Lapin ammattiopisto, Rovaniemen ammattikorkeakoulu, ammattiopisto Lappia ja Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu. Kaikilla osapuolilla oli oma sovittu energiatekniikan koulutuksen ja tutkimuksen osa-alue sovittuna kehittämisaalueena. Hankeissa kehitettiin oppimisympäristöjä ja kehitettiin koulutuksen sisältöjä ja oppimateriaaleja sekä uusia opintosisältöjä.

Oppimisympäristön kehittämisessä olivat mukana opiskelijat, opettaja ja TKI-henkilöstö. Oppimisympäristöjen tavoitteissa ja toteutuksessa on huomioitu sähkö- ja konetekniikan koulutustarpeiden lisäksi palvelu- ja tutkimustoiminta. Oppimisympäristöjen rakentaminen tehtiin pääosin opiskelijoiden toimesta opiskelijoiden ja opettajien tekeminen määrittelyjen ja suunnitelmien pohjalta. Projektin tuloksena saatiin kehitettyä laboratoriotilat, joissa on uusiutuvaan energiatekniikkaan perustuvat lämmön- ja sähköntuotantolaitteistot ja niiden kunnossapitovälineet opetus- ja tutkimuskäytössä.



LAPIN AMK⁷
Lapland University of Applied Sciences

www.lapinamk.fi

ISBN 978-952-316-066-8