

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar

Napelemes rendszerek létesítése

levelező szakirányú továbbképzés

Tanterv és a tantárgyi programok leírása



Budapest, 2017.

I. Tanterv

Képzési forma:

Levelező egyetemi szakirányú továbbképzés

Képzési cél

Az utóbbi évtizedben a hagyományos energiatermelési formák mellett egyre nagyobb jelentőségre tesz szert a megújuló alapú villamosenergia-termelés. Európában és a környező országokban a fotovoltaikus (napelemes) rendszerekből több tízezer MW beépített teljesítmény létesült, míg hazánkban ez a szám alig éri el a 100 MW-ot. Bár ennek eddig elsősorban nem a szakemberhiány volt az oka, nem kerülhető el a környezetünkhöz való felzárkózás. Számos mérnöki, üzemmérnöki diplomával rendelkező szakember már most érzi, hogy a jelen körülmények között is szüksége van ilyen irányú szaktudásra, és amennyiben beindul a hazai fejlesztés, akkor egyenesen szakember hiány várható. Mindezt az is jelzi, hogy a Napelemes Szövetség alapszintű képzésére évente több százan jelentkeznek. Az Óbudai Egyetem és a Szövetség által közösen tartott pilot felzárkóztató képzés is 30 fő részvételével, nagy sikerrel zárult. Felméréseink szerint a következő 5 évben legalább 30-30 fő igény van a mérnöki diplomával rendelkező szakirányú továbbképzésére. Az ilyen irányú felsőfokú szakképzés unikális az országban. Mindennek alapját az Óbudai Egyetem ilyen irányú, több mint egy évtizedes oktatási-kutatási tapasztalata adja.

A képzésen résztvevő mérnökök képesek lesznek mind a kis léptékű (de nagyszámú), mind a nagyléptékű rendszerek tervezésére, engedélyeztetésére, kivitelezésének művezetésére és üzemeltetésére.

Képzés helye:

Az Óbudai Egyetemen belül a Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar oktatja a képzésben szereplő valamennyi tárgyat, egy, a Rejtő Kar által oktatott tárgy kivételével (Műszaki mechanika):

Óbudai Egyetem, KVK 1034. Bp. Bécsi u. 96/b

A képzés jelentősen támaszkodik az Óbudai Campus speciális napenergiával kapcsolatos laboratóriumaira.

A szakirányú integrált gyakorlat (12 óra/félév) tipikusan cégeknél folyik.

A képzési idő

3 félév, összesen 238 kontaktóra

Szakmérnök képzés esetén:

Jelentkezés feltétele: BSc, vagy ezzel egyenértékű (korábbi) villamos-, gépész- v. építőmérnöki végzettség

Megszerezhető végzettség:

Eredményes záróvizsga esetén hallgatóink oklevelet kapnak:

B.Sc. szakmérnök, napelemes rendszerek létesítése szakon szakirányú szakképzettség
megnevezéssel.

A szakképzettség angol nyelvű megjelölése:

Bachelor of Engineering Specialised on Photovoltaic Systems

Szakember képzés esetén:

Jelentkezés feltétele: Egyetemi- vagy főiskolai oklevél.

Megszerezhető végzettség:

Eredményes záróvizsga esetén hallgatóink oklevelet kapnak:

Szakember, napelemes rendszerek létesítése szakon szakirányú szakképzettség
megnevezéssel.

A szakképzettség angol nyelvű megjelölése:

Specialist of Photovoltaic Systems

Finanszírozási forma: Önköltséges

Szakmai gyakorlat:

A szakirányú továbbképzési szak képzéséhez u.n. szakirányú integrált gyakorlat tartozik, melyet a hallgatók egyedileg, külső cégeknél, projekteken töltenek el.

Megszerzendő kreditek száma: 90 kredit

A képzés főbb területei:

<i>Tárgyak jellege</i>	<i>Kredit</i>
Szakmai alapozó ismeretek	30
Szakmai törzsanyag	30
Speciális szakismeretek	21
Szakedolgozat	9
Összesen	90

Értékelési és ellenőrzési módszerek, eljárások:

A tantárgyak vizsgával, illetve félévközi jeggyel zárulnak. A vizsgára bocsátás feltétele tantárgyanként különböző: írásbeli dolgozat, illetve egyéni feladat beadása egyaránt lehetséges.

A vizsga írásbeli vagy szóbeli lehet. A harmadik félév teljesítése során szakedolgozatot kell készíteni, majd az abszolutórium megszerzése után azt a záróvizsgán meg kell védeni, és a záróvizsga tárgyakból eredményes vizsgát kell tenni.

A korábban szerzett ismeretek, gyakorlatok beszámítási rendje:

A korábban, hasonló témában szerzett érdemjegyet az egyetem általános eljárási rendje szerint számítjuk be, azaz a félév kezdetén, index alapján, és megfelelő tematika alapján a tantárgyfelelős oktató tesz javaslatot a beszámítás lehetőségére.

A szakdolgozati téma kiadásának feltétele:

Két oktatási félév eredményes lezárása, a mintaterv szerint előírt tantárgyak teljesítése.

A záróvizsgára bocsátás feltételei:

A záróvizsgára bocsátás feltétele a végbizonyítvány (abszolutórium) megszerzése. Végbizonyítványt a felsőoktatási intézmény annak a hallgatónak állít ki, aki a tantervben előírt tanulmányi és vizsgakövetelményeket – szakdolgozat, diplomamunka elkészítése kivételével – teljesítette, és az előírt krediteket megszerezte.

A záróvizsga részei:

A záróvizsga a szakdolgozat védéséből és a tantervben előírt tárgyakból tett szóbeli vizsgákból áll. A záróvizsgát a hallgatónak egy napon, folyamatosan kell letenni. A záróvizsga szóbeli vizsgából áll, a felkészülési idő tantárgyanként legalább 20 perc.

A záróvizsga tárgyai:

Komplex vizsga tételsor az alábbi tárgyakból kerül összeállításra

Elosztott villamosenergia-termelés (4kr)

Megújuló erőművek létesítése és üzeme (4kr)

Napelemes rendszerek (4kr)

Összesen: 12 kreditpont

A záróvizsga eredménye:

A szakdolgozatra és a záróvizsga szóbeli részére kapott érdemjegyek - a vizsgatárgyak számát figyelembe vevő - átlaga az alábbiak szerint:

$$Z = (SZD + ZI)/2.$$

Az oklevél minősítése:

A záróvizsga eredménye alapján az oklevelet a következők szerint kell minősíteni:

kiváló	5,00
jeles	4,51 - 4,99
jó	3,51 - 4,50
közepes	2,51 - 3,50
elégséges	2,00 - 2,50

II. Tantárgyi programok

I.

ALAPOZÓ ISMERETEK

TANTÁRGYCSOPORT

1. A napelemek fizikai alapjai

Ebben a tárgyban a napelemes technológiát megalapozó fizikai törvények, számítások kerülnek bemutatásra: Newton-axiómák; A fázistér; Hamilton-mechanika; Ideális folyadékok áramlása, Kontinuitási egyenlet; Elektromos töltés; Elektromos áramerősség; Gerjesztési törvény; Elektromos mező; Maxwell-egyenletek; Statisztikus fizika alapjai;

2. Mérések napelemes rendszereken

A tárgy célja az alapvető villamos mennyiségek méréséhez szükséges mérési elvek elsajátítása készségi szinten. A legfontosabb villamos mérőműszerek felépítésének, kezelésének megismerése, műszaki adataik értelmezése. Az optimális mérési módszerek és eszközök kiválasztásához szükséges ismeretek megszerzése. Mérési módszerek elsajátítása. Alapvető villamos mérés technikai jártasság megszerzése, a műszerkezelés begyakorlása. Mérési eredmények értékelése, hibaszámítás, mérések dokumentálása.

3. Napelemes rendszerek mechanikai méretezése

A tárgy oktatásának célja az, hogy megadja azon mechanikai alapokat, melyek a napelemes rendszerek részeinek rögzítésére, igénybevételére vonatkozik. Jelentős rész foglalkozik a statikával, tartók igénybevételeivel, súrlódással, feszültségekkel, nyomatékokkal, nyíróerővel és hajlítónyomatékkal, különböző profilú rudak terhelhetőségével (húzás, nyomás, nyírás, hajlítás, csavarás). Rudak méretezése összetett igénybevételekre, kihajlására.

4. Napelemes rendszerek hálózati kapcsolatai

A napelemes rendszerek termelését a villamos hálózatra táplálják, ehhez elengedhetetlen a hálózati felépítésének és működési alapjainak ismerete. Benne a villamosenergia-ellátás folyamata, a villamosenergia-rendszer felépítése. Erőművek technológiai folyamatai, szabályozása. Villamosenergia-elosztó rendszerek, hálózatok, alállomások. Erőátviteli transzformátorok, nagyfeszültségű villamos készülékek. Villamos hálózatok elemeinek modellezése, szimmetrikus állandósult állapot számítása. Villamos hálózatok hibajelenségei, szimmetrikus sönthibák számítási módszerei. Villamos fogyasztók teljesítményfelvétele, a villamos fogyasztás mérés technikája. A meddőteljesítmény elosztásának optimalizálása.

5. Napelemes rendszerek anyagtechnológiája

A tárgy keretében, építve a hallgatók előtanulmányaira, elsősorban a napelemes rendszerek anyagismeretével foglalkozunk, kiemelve az optikai anyagokat és tulajdonságokat.

Optikai jellemzők: Fény – anyag kölcsönhatás: Fénytörés, törésmutató, diszperzió. Reflexió, a reflexió módosítása vékonyrétegekkel, reflexiócsökkentő bevonatok. Polarizáció. Fényáteresztés, átlátszó vezető anyagok. Fényelnyelés, abszorpció, fotovillamos jelenség. Fénykibocsátás.

Napelemek anyagai: Fotovillamos anyagok, segédanyagok, a napelemes rendszerek szerkezeti anyagai. Új generációs felületkezelési technológia bemutatása a gyakorlatban és az egyes napelemekben alkalmazott üvegek és műanyagok(EVA, PET, stb.) villamos tulajdonságainak mérése.

6-13-18. Projekt laboratórium I-III.

A tantárgy célja, hogy a hallgatók valóságos rendszerek tervezésében is részt vegyenek ipari szakemberek támogatásával.

7-14-19. Szakirányú integrált gyakorlat I-III.

A tárgy szerepe abban áll, hogy a hallgatók a gyakorlatban is megismerjék a napelemes rendszerek gyártásának-létesítésének egyes lépéseit. Az üzemlátogatásokon túl konkrét kivitelezési munkák művezetésébe kapcsolódnak be.

II.

SZAKMAI TÖRZSANYAG

TANTÁRGYCSOPORT

8. Ipari környezetvédelem

Az ökológia alapjai. Az ember hatása a természet körforgására (gazdasági, etikai, vonzatai is). A világ globális, regionális problémái (vizek szennyezése, hulladékok, légszennyezés, talajszennyezés, stb.) és ezek következményei (a biodiverzitás csökkenése, üvegházhatás fokozódása, fényszennyezés, zaj, stb.) A nem megújuló és megújuló energiák környezetvédelmi szempontból. Környezetkímélő energiatermelési megoldások, magyarországi lehetőségek. A napenergia hasznosításának lehetőségei (passzív, aktív megoldások és ezek kombinációi). Energiahatékonyság, energiatakarékosság, energiatanúsítvány. A környezetvédelemmel kapcsolatos törvények, rendeletek, cselekvési tervek, támogatási rendszerek. Környezetünk állapota és az egészségünk közötti szoros kapcsolat gyakorlati példákon keresztül. A laborgyakorlatokon szerves napelemek, átlátszó napelemek vizsgálata, klorofill oldat spektrumának mérése, akkumulátorok, mint hulladék.

9. Inverterek és teljesítményelektronika

A teljesítményelektronika fogalma. Kapcsolóüzemű félvezetők jellemzői, védelmük, a veszteséget csökkentő áramkörök. Egy- és háromfázisú hálózati kommutációs áramirányítók, egy- és négynegyedes szigetetlen egyenáramú szaggatók, egy- és háromfázisú feszültség inverterek, egy- és háromfázisú váltakozó áramú szaggatók működése, jellemzőik, számításaik, félvezetőik és alkatrészük igénybevétele.

10. Villám- és hibavédelem

Ebben a tárgyban a napelemes rendszerekkel kapcsolatos védelmek kerülnek bemutatásra. A villamos berendezések létesítésénél elsődleges az áramütés elleni védelem, de ugyan úgy a zárlat- és tűzvédelem. Speciálisan a napelemes rendszerek lényegéből adódóan a villám- és túlfeszültség, illetve a túláram védelem is alapvető részét képezi a szakismereteknek.

11. Kiserőművek, hálózatok felügyelete

A tantárgy megismerteti a villamosenergia-rendszer irányítás struktúráját, bemutatja a korszerű ICT alkalmazásokat a primer technológiától a legfelsőbb irányítástechnikai szintig (adatgyűjtő rendszerek, erőművi és áramszolgáltatói informatikai rendszerek, elszámolási rendszerek, térinformatikai rendszerek stb.), ezek tervezési és üzemeltetési módjait, hálózatfelügyelet központjait. A tananyag részletesen foglalkozik a SCADA rendszerek jellemzőivel, azok

tervezési kérdéseivel, továbbá a műholdas és egyéb monitoring rendszerek működésével, az Asset management és CMMS rendszerekkel.

12. Elosztott villamosenergia-termelés

A tantárgy tartalmazza a hagyományos energiatermelést kiegészítő alternatív megújuló és elosztott energiatermelés lehetőségeit, azok műszaki és gazdasági vetületeivel. Kiemelten tárgyaljuk a térbeli elosztottságból fakadó előnyöket és hátrányokat. Külön figyelmet kap az erőművek élete során (telepítéstől elbontásig) tartó anyag, széndioxid és energiamérleg is (Life Cycle Assessment).

III. SPECIÁLIS SZAKISMERET TANTÁRGYCSOPORT

15. Különleges energiaforrások

A tárgy keretében a hazánkban nem konvencionális energiatermelési módok közül ismerkedünk meg néhányal. Fontos, hogy a hallgatók a jövőben egy új energiaforrást is a most megismert széles szempontrendszeren keresztül tudjanak értékelni, tudják, hogy minden erőműnek számos előnye és hátránya van. Pontosán elhelyezésre kerülnek a napelemes rendszerek az erőműpalettán. A főbb témák: a Föld energiaforrásai; Vízerőművek, tározós erőművek; Szélerőművek; Napelemek – Napkollektorok – Naphőerőművek; Hőszivattyúk; Biomassa tüzelés; Tüzelőanyag-cellák; Összehasonlítási, minősítési szempontok.

16. Napelemes rendszerek

Ezen tárgy lényegében összehozza a korábbi részleteket, egységesen bemutatja, hogyan épül fel egy kis-közepes- és nagyléptékű napelemes erőmű. Részletesen kitérünk a tervezés, méretezés kérdéseire (napelemek, kábelezés, inverterek, transzformátorok). Fontos szempont a tartószerkezetek technológiája, kiválasztása.

17. Megújuló erőművek létesítése és üzeme

A tantárgy keretén belül a hallgatók megismerkedhetnek a napjainkban terjedő megújuló villamosenergia-termelő rendszerek létesítésének legfőbb aspektusaival, mint a speciális engedélyezési, tervezési, kivitelezési és üzemeltetési szempontok. Bemutatására kerül a megtérülés számítás, az üzemeltetés egyes kérdései és a karbantartás is.