



Szakmai kirándulás Ausztriába

2012. október 12-13.

Az Energetikai Szakkollégium tevékenységi körének immár hagyományosnak mondható eleme a többnapos, több helyszínt magukban foglaló külföldi szakmai kirándulások szervezése, így a Jubileumi félév programjából sem maradhatott ki egy ilyen esemény. Úti célnak ezúttal Ausztriát, azon belül is Bécsét és környékét tűztük ki. Utazásunkat a Vasúti Erősáramú Alapítvány segítette.

Kraftwerk Simmering

Üzemlátogatásunk első célpontja a Bécsben található, a Wien Energie által üzemeltetett Simmering erőmű volt. Mint azt vezetőnktől és a látogatás elején levetített kisfilmből megtudtuk, a Wien Energie az energetika számos területén szerepet vállal, hiszen a fosszilis (földgáz) alapú energiatermelés mellett foglalkoznak megújuló energiaforrásokkal, így például szélerőművekkel, fotovoltaiikus napelemekkel, valamint vízerőművekkel. Jelentős mennyiségű távhőt is biztosítanak, Bécs lakosainak egyharmadát az erőműből látják el távhővel. A vállalat – szem előtt tartva a környezetvédelmi szempontokat, a primerenergia-megtakarítást és a trigeneráció többi előnyét – úttörő szerepet vállalt a távhűtésben is, a 2010-es 28 MW-tal szemben 2018-ra mintegy 200 MW-nyi hűtési teljesítményt tűztek ki célul. A cég ezek mellett energetikai tanácsadással is foglalkozik.

A Wien Energie három, földgáz alapú nagyerőműve közül a legnagyobb a több mint 1000 MW beépített teljesítménnyel rendelkező, 110 éves Simmering erőmű. Az erőműben három fosszilis tüzelőanyag alapú blokk van, a látogatás első állomása viszont a biomassza tüzelésű egység volt, mely hőigény esetén 37 MW termikus teljesítményt biztosít a távhőszolgáltatás számára, emellett 16 MW-ot táplál a villamos hálózatra. Nyáron ún. kondenzációs üzem van, ekkor ugyanis nincs hőkiadás, és a teljes

gőzmennyiséget villamosenergia-termelésre használják. A fáradt gőz lecsapódik a kondenzátorban, majd a tápszivattyúk segítségével visszaszállítható a kazánhoz. Ekkor a teljesítmény 23,4 MW. Ha a lakossági adatokat nézzük, villamos energiával közel 50 000, míg távhővel 12 000 háztartást látnak el a biomassza tüzeléssel.



1. ábra: a Simmering erőmű látképe

A blokkot 2006-ban adták át a megújuló részarányának növelésének érdekében, mely jelenleg 64%-ra tehető vezetőnk elmondása szerint. Ez az igen nagy szám abból adódik, hogy Ausztria jelentős mennyiségű vízerőművi kapacitással rendelkezik, és a szélenergia termelése sem elhanyagolható. A blokk tüzelőanyaga erdei faaprólék, melyet érdekes módon főként nem osztrák területéről, hanem Magyarországról és Szlovákiából szállítanak be kamionokkal. A faanyag gyűjtésére, szortírozására szolgáló épület mellett láthattuk a vasúti síneket is, de a behozatal ezen módját a logisztika bonyolultsága miatt nem alkalmazzák. Megtekintettük ezt követően a faapríték tárolására szolgáló puffer silót is, amiből a beszállítás kimaradása esetén 4 napig képesek ellátni az üzemet. Ezután a kazánházba mentünk, ahol megtudtuk, hogy óránként 24 tonna fahulladék kerül a 800 °C-os kazántérbe. Az itt felszabaduló hővel óránként 70 tonna vizet tudnak felmelegíteni és elgőzöltetni.



2. ábra: A faapríték gyűjtése

Követve a gőz útját, eljutottunk a turbinacsarnokba, ahol egy 24,5 MW névleges teljesítményű turbina várt minket. Itt történik a frissgőz expanziója, melynek segítségével meghajtják a generátort, ezzel villamos energiát termelve. Hőkiadás esetén azonban a kisnyomású turbinát tengelykapcsoló segítségével lekapcsolják a tengelyről, és a még nagyobb nyomású és hőmérsékletű gőzt egy hőcserélőbe vezetve állítják elő a távhőszolgáltatás számára a 130 °C-os forró vizet. Az említett hőcserélőről a kondenzátorral együtt a turbinacsarnok alatti teremben kaptunk ismertetőt. Az üzemből kiérve megtekintettük a transzformátort, valamint az ammónia tárolására szolgáló tartályokat. Az ammónia a füstgáztisztítás során kap szerepet, mégpedig a nitrogén-oxidok szűrésére szolgáló katalizátorok redukáló szereként.

A biomassza erőmű után a 3-as blokkba látogattunk el. Bár az egységet 1989-ben bezárták, 1992-ben újra üzembe helyezték modern füstgáztisztító berendezésekkel felszerelve. A kombinált ciklusú blokk lényege, hogy a földgáztüzelésű gázturbinában már expandált füstgáz még elegendő hőt tartalmaz ahhoz, hogy egy úgynevezett hőhasznosító gőzkazánba vezetve felmelegítse, elpárologtassa és túlhevítse a gőzturbina körfolyamatában keringő vizet. A két körfolyamatot így módon egyesítve a villamosenergia-termelés hatásfoka megközelítheti a 60%-ot.

A turbinacsarnokba lépve mérnökhallgatók számára mindenképp érdekes látvány fogadott minket, hiszen a gőzturbinák épp szerelés alatt álltak, így jobban betekintést nyerhettünk ezen gépek világába. Benézhattünk a vezérlőterembe is, ahol a szakemberek korszerű berendezések segítségével a termelés folyamatait irányítják, ellenőrzik.



3. ábra: Csoportkép a Simmering erőmű előtt

Atomkraftwerk Zwentendorf

Bécsből továbbindulva délutánra érkeztünk meg az út talán legfontosabb állomásához, a zwentendorfi atomerőműhöz. Az Atomkraftwerk (AKW) Zwentendorf egyedi helyet foglal el a világ atomerőműveinek sorában. Az erőmű 1972 és 1976 között épült meg, eredetileg jelentős politikai és társadalmi támogatottság mellett. Üzembe helyezésére 1978-ban került volna sor, azonban az abban az évben erről kiírt népszavazáson az osztrák állampolgárok – csekély, 50,47%-os többséggel ugyan, de – elutasították az atomenergia békés célú felhasználásáról szóló törvényt, mely az atomerőmű sorsát is megpecsételte. A kimenetelt döntően befolyásolta az a tény, hogy az akkori osztrák szövetségi kancellár bejelentette lemondását arra az esetre, ha a népszavazás a zwentendorfi atomerőmű ellen határoz, így az atomenergia helyett valójában a kancellár személyéről és politikájáról született döntés.

A kulcsra kész, mai árra átszámítva 650 millió eurós beruházási költséggel bíró, 692 MW nettó teljesítmény leadására képes atomerőmű így sosem termelt villamos energiát. Az AKW-t 1985-ig üzemkész állapotban tartották, várva egy esetleges politikai fordulatot, vezetőink elmondása szerint bármely pillanatban „akár másnap” üzembe léphetett volna. A folyamatos karbantartás további 350 millió euróba került. 1985 után, véglegesen lemondva az erőmű rendeltetésszerű működtetéséről, annak egyes részeit (fűtőelempalcák, generátor) értékesítették, ám a berendezések többsége ma is

eredeti helyén található. Az AKW kihasználására számos ötlet született a „haszontalan technológiák múzeumától” a filmkulisszaként történő hasznosításig, de ezek közül egyik sem valósult meg.

Jelenlegi tulajdonosa, az EVN 2006-ban vette meg a létesítményt, melynek mára már világosan kialakultak funkciói. Amellett, hogy időnként tartalék alkatrészeket biztosít működő atomerőműveknek, oktatási célokat szolgál a nukleáris iparban dolgozó (elsősorban német) szakemberek számára. Az a tény, hogy az atomerőművi berendezéseket azok rendeltetés szerinti helyén, eredeti beépítés szerint, de felaktiválatlan állapotban megtekinthetik, illetve azokon a különböző szerelési, karbantartási és üzemvitellel kapcsolatos folyamatokat begyakorolhatják, felbecsülhetetlen értéket jelent az atomenergetikai szakemberek képzésében. Ez az egyedülálló létesítmény a szakmán kívül a nagyközönség fokozott érdeklődését is magára vonja: Szakkollégiumunknak is csaknem egy évvel korábban kellett időpontot foglalnia ahhoz, hogy látogatást telessünk az erőműben.



4. ábra: A reaktortartály, felette az átrakó medencével

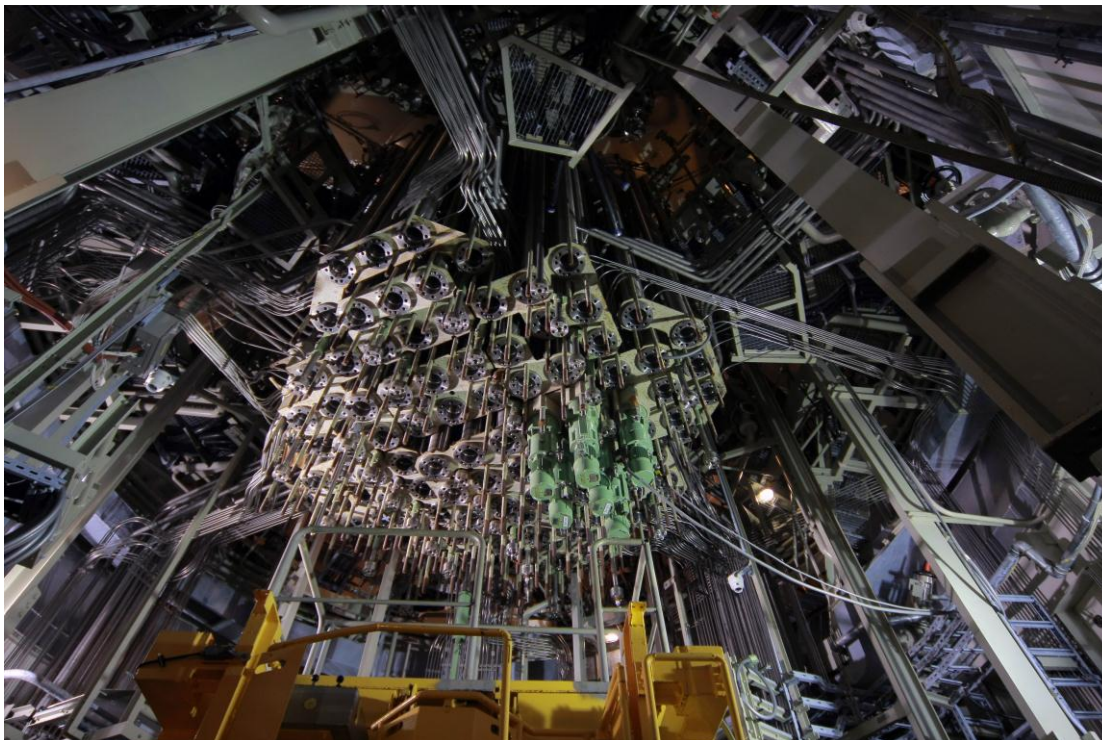
Üzemlátogatásunk bevezetőjeként egy rövid előadást hallhattunk az erőmű történetéről, majd azt követően a személyzeti öltözők és sugárterhelés-mérő kapuk érintésével a 39 méter magasan elhelyezkedő reaktorcsarnok felé vettük utunkat. A zwentendorfi létesítmény egy forralóvizes reaktorral szerelt (ún. BWR típusú) atomerőmű, azaz a hűtőközeg (víz) gőz halmazállapotban hagyja el a reaktortartályt. Ebben az esetben egykörös atomerőművi kapcsolásról beszélünk, mivel a hűtőközeg egyben munkaközeg is: maga a reaktorból kilépő gőz végez munkát a turbinákon. Ez ellentétben áll a például Pakson is megtalálható nyomottvizes (PWR) erőműtípus kétkörös

struktúrájával, ahol a primer körben áramló hűtőközeg még folyadék állapotban hagyja el a reaktort, és egy hőcserélőn, a gőzfejlesztőn keresztül adja át hőjét a szekunder körben áramló munkaközegnek. A kapcsolásból adódóan BWR típusú erőműveknél radioaktív gőz kerül a turbinára, ezzel felaktiválva azt: így tehát, bár a BWR erőmű felépítését tekintve egyszerűbb a PWR-nél, sugárzásvédelmi szempontból kedvezőtlenebb annál. Ebben az esetben a turbinának és ahhoz kapcsolódó berendezéseknek is az ellenőrzött zóna részévé kell válniuk.

A reaktorcsarnok legemlékezetesebb része természetesen maga a 20 méter mély, 6,5 méter átmérőjű reaktortartály volt: maradandó élményt jelentett, hogy betekintheztünk az atomerőmű „lelkébe”, melyre egy működő erőműben értelemszerűen sosem lenne lehetőség. Üzem közben a tartály kétharmad magasságig lett volna (a reaktorba történő belépést megelőzően előmelegített) vízzel feltöltve, a felső harmadot töltötte volna ki a 70 bar nyomású gőz, mely az oldalfalról nyíló csonkokon keresztül hagyta volna el az aktív zónát. A hűtőközeg áramlásának biztosítására 6 db szivattyút építettek be.

A reaktortartály felett helyezkedik el az átrakó medence, mely az erőmű éves leállásakor, a kiégett fűtőelemkazetták pihentető medencébe történő áthelyezésében kapott volna szerepet. A medencét vízzel árasztották volna el, és a felette elhelyezkedő átrakógép emelte volna ki a kazettákat a reaktortartályból az átrakó medencébe, majd onnan a tartály mellett található pihentető medencébe. A kazettákat a teljes folyamat során víz vette volna körül, így módon biztosítva azok megfelelő hűtését, és az úgynevezett remanens (a maghasadási láncreakció leállítása után is felszabaduló) hőteljesítmény elvezetését. Az eredeti elképzelés szerint a pihentető medencében három évig tárolták volna a kazettákat.

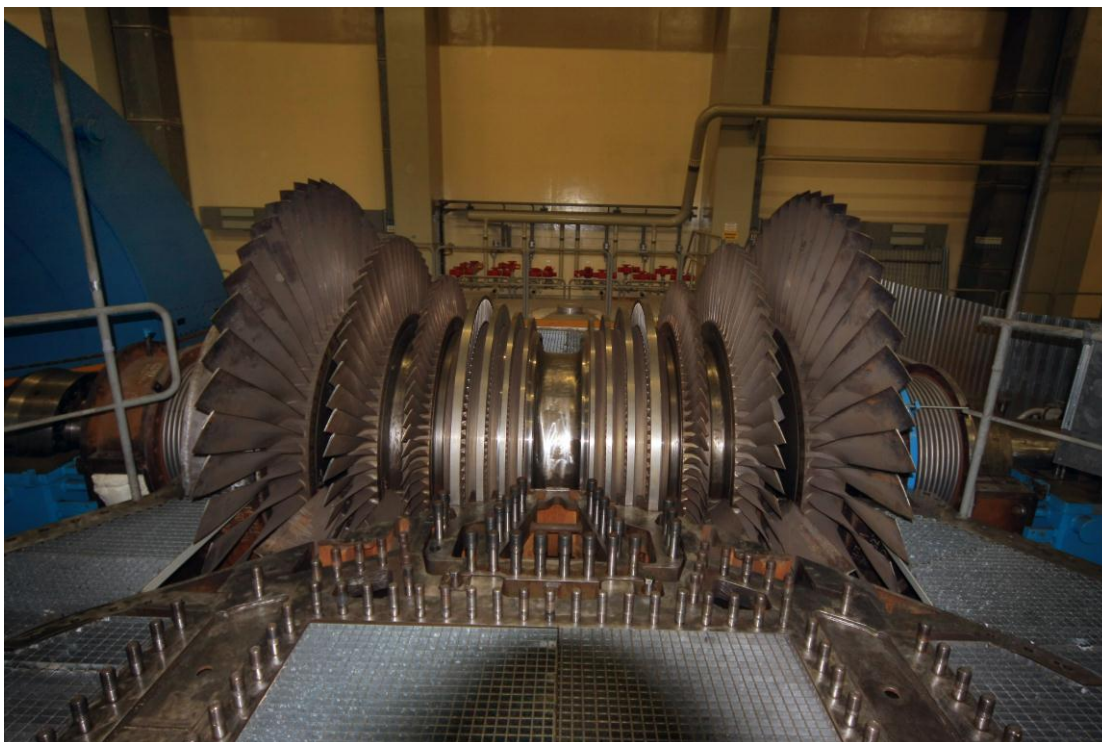
A reaktorcsarnokot követően a reaktortartályt körülvevő biztonsági tartály egy részét járhattuk körbe. A biztonsági tartály fő funkciója, hogy bármely csővezeték törése esetén bent tartsa a kiáramló radioaktív gőzt az ellenőrzött zónában. A beton védőréteg ugyanakkor csupán 3-4 bar nyomásra méretezett, ezért rendkívül fontos szerepet tölt be a védelemben az úgynevezett kondenzációs kamra. Ez lényegében egy hideg vízzel feltöltött helyiséget jelent, ahová a tartály belső részeiből kiinduló vezetékek elvezetik az üzemzavar során kiáramló gőzt. Az alacsony hőmérsékletű folyadék kondenzálja azt, jelentősen csökkentve ezzel a tartályban uralkodó nyomást, így módon fenntartva a szükséges védelmet.



5. ábra: Szabályozórudak alulnézetből

A reaktortartályhoz kapcsolódó létesítmények közül utolsóként a szabályozórudak hajtásait tartalmazó helyiséget tekintettük meg. BWR erőműnél a szabályozórudakat alulról tolják be a reaktorzónába, így a hajtások közvetlenül a reaktorfenék alatt kaptak helyet. A reaktorhoz való közelsége ellenére a terület üzem közben is megközelíthető. A szabályozórudak hajtásain kívül itt található továbbá a hűtővízszivattyúk motorjai, a vészleállást irányító rendszer, valamint a reaktorban elhelyezett mérőműszerek is ide továbbítanak adatokat.

Utunk ezután a turbinacsarnokokba vezetett. A zwentendorfi atomerőmű 1 db nagynyomású és 3 db kisnyomású turbinával rendelkezik, az előbbi biztosítaná a leadott teljesítmény 70%-át. Látogatásunk során az egyik kisnyomású, ikeráramú kialakítású turbinát vehettük szemügyre, melyen közelről is megfigyelhettük a forgólapátok kialakítását. Az elméleti és gyakorlati oktatás összekapcsolásának szempontjából, mely Szakkollégiumunk egy kiemelt célja, különösen érdekes volt a kirándulás ezen pontja, hiszen a gőzturbináknak az egyetemi előadások során ismertetett jellegzetességeit egyértelműen beazonosíthattuk magán a berendezésen.



6. ábra: A kisnyomású turbina

Az atomerőműben tett látogatásunk a vezérlőben ért véget, ahol – mivel az ott található berendezések értelemszerűen már semmilyen funkciót nem szolgálnak – egy ideig mindenki operátornak érezhette magát. Érdekesség, hogy azokban az években, amelyekben az AKW-t üzemkész állapotban tartották, a működő atomerőművekhez hasonlóan itt is minden személyzeti tevékenység precízen dokumentálásra került: igaz, ez általában csupán az ügyeletes napi rendszerességgel megtett üzembejárását jelentette. Az évek során azonban így is több kötetnyi feljegyzés gyűlt össze, melyek a vezérlőben kerültek kiállításra.

Távozásunkkor megtekintettük még az erőmű homlokzatára, tetejére szerelt, illetve a létesítmény mellé telepített, együttesen 180 kW csúcsteljesítmény leadására képes napelemeket, melyeknek köszönhetően 32 évvel a kudarcos kimenetelű népszavazás után, a zwentendorfi atomerőmű mégis szolgáltat villamos energiát a fogyasztóknak.

Az üzemlátogatás után visszaindultunk Bécsbe. A szállás elfoglalása és a vacsora után a társaság minden tagja úgy döntött, hogy a belvárosban tölti az estét.

Kraftwerk Freudenu

Szombat reggel a bécsi Freudenu vízerőműbe voltunk hivatalosak. A telepen egy, az érdeklődők fogadására alkalmas látogatói központot alakítottak ki, vetítő teremmel, tablókkal, modellel, segítő a rendszer működésének megértését. Vezetőnk elsőként egy prezentáció segítségével beszélt a Dunáról,

annak szabályozásáról, kihasználásáról. A folyó Ausztriában 350 km hosszan nyúlik el, mely alatt 150 m szintesítés következik be. Összesen 9 vízerőmű üzemel az országban, melyek a villamosenergia-termelés 60%-át jelentik. A Duna szabályozására a megelőző századokban azért volt szükség, hogy a folyó két oldala között lehetővé váljék hidak építése, de legalább olyan fontos volt – és a mai napig az – az árvizek elleni védelem. Bécs árvízvédelmi rendszerét a Freudenu vízerőmnél kialakított sziget, valamint egy mellékcsatorna biztosítja. A Freudenu vízerőmű esetén az első, a Duna városi szakaszán emelt üzetről beszélünk, és 172 MW-os beépített teljesítményével a legnagyobb az osztrák vízerőművek között. 1052 GWh-s éves villamosenergia-termelésével Bécs háztartásainak mintegy felét látja el.



7. ábra: A Freudenu erőmű látképe

A telep alapvetően három részre osztható: az erőművi részre, az árvízvédelemre szolgáló túlfolyóra és a hajóforgalmat lehetővé tevő zsilipre. Ez utóbbi a vízi járműveknek ingyenesen biztosítja az átjutást, a teljes folyamat általában 15 percet vesz igénybe, több hajó esetén megközelítőleg fél órát. Miután a halaknak nem átjárható az üzem által elfoglalt rész, számukra egy külön csatorna van kialakítva, melyen, megkerülve az üzemet, veszély nélkül úszhatnak át. Ezt a kialakítást már törvényileg előírják, 2027-ig az összes vízerőműnél alkalmazni kell.

A prezentáció után az üzem kicsinyített modelljéhez sétáltunk, ahol vezetőnk ismertette az erőmű működését, bemutatva a berendezéseket, azok elhelyezkedését. Az erőműben másodpercenként 3000 köbméter víz áramlik

át mintegy 45 km/h-s sebességgel. A víz az ún. Kaplan-turbinákat hajtja meg, melyeket jellemzően nagy vízhozamú, kis esésű folyókon alkalmaznak. Az osztrák Viktor Kaplan által kifejlesztett vízturbina a Francis-turbina továbbfejlesztett változata. A forgórész előtti terelőlemezek és a turbinalapátok állítható dőlésszögűek, ezzel biztosítva a szabályozást, és a megfelelő hatásfokot változó hozam és esés esetén is. A turbinák közvetlen össze vannak kapcsolva váltakozó áramú generátorokkal, így termelve a villamos hálózatra a transzformátorokon keresztül.



8. ábra: Szinkrongenerátor állórésze

A modell bemutatását követően a gépházba látogattunk el, ahol az egyenáramú gerjesztők illetve az erőmű önfogyasztásához szükséges transzformátorok elhelyezését szolgáló házak álltak, valamint megtekinthető volt egy régebben tönkrement generátor állórésze is. Ezután egy kis lépcsőzést követve lehetőségünk nyílt az egyik működő Kaplan-turbina alatt állni több mint 30 méterrel a felszín alatt. Az itt található 6 darab turbina átmérője 7,5 méter, egyenként maximálisan 30 MW villamos teljesítmény leadására képesek 92%-os hatásfokkal. A következő helyiségbe lépve a szerelő alagút nyúlt el előttünk, mely mind a hat turbina alatt átmegy. A vezetés ezzel véget ért, a csapattal még a vízerőmű tetején végigsétáltunk, és elkészítettük a csoportképeket, a látogatást követően pedig az étterem felé vettük az irányt.

A résztvevők visszajelzései alapján összességében elmondhatjuk, hogy mindenki pozitívan értékelte a kirándulást, és mind szakmai szempontból, mind pedig a szakkollégiumi közösség összekovácsolódásában maradandó élményekkel gazdagodott.

Egri Tamás, Klein András
az Energetikai Szakkollégium tagjai