

5. A választható technológiák

5.1. Atomerőmű fejlesztési tendenciák, gyártási és építési lehetőségek

5.1.1. A nukleáris energetika világhelyzete

A nukleáris energetika az 1960-as és 1970-es években világszerte gyorsan fejlődött, de ez a fejlődés a Three-Mile Island baleset (USA, 1979) után megtorpant, majd a csernobili katasztrófa (Szovjetunió, 1986) után lényegében megállt. Ez a stagnálás a XXI. század elején elmúlni látszik, alapvetően két fontos körülmény miatt.

Az egyik körülmény a jelenlegi magas olaj- és gázár, amely az energiapiaci elemzők szerint tartósan magas is marad [5.-1]. A magas ár mellett geopolitikai jellegű ellátás-biztonsági problémák is felléptek.

A másik körülményt a globális klímaváltozással kapcsolatos aggodalmak és nemzetközi kötelezettségek jelentik (lásd pl. az ENSZ klímajelentését és az [5.-2] riportot). Szakemberek számára ma már nyilvánvaló, hogy a fenntartható fejlődéshez szükséges "tiszt" (zéró CO₂-kibocsátással járó) energiatermelésre az újfajta energiaforrások (megújuló és fűzió), illetve az új energiahordozók (pl. hidrogén) rövid távon biztosan nem, de még középtávon sem biztos, hogy megoldást jelentenek. Emiatt világszerte újból előtérbe került az atomerőművek alkalmazása, annál is inkább, mert időközben az atomerőművi technológia jelentősen fejlődött, így a piacon jelenleg kapható 3. generációs blokk típusok műszaki-biztonsági mutatói olyanok, hogy nagyszámú atomerőmű működtetése is biztonságosnak tekinthető.

A világtendencia változása hatott az Európai Unióra is. Az EU fokozottan érzékeny a fosszilis energiahordozókkal kapcsolatos problémákra, hiszen saját gáz- és olajtermelése csak a fogyasztás töredékét fedezi. 2007 elején az EC kiadta az EU energiapolitikájára tett javaslatát [5.-3], ez jelentős elmozdulást jelentett az atomenergia alkalmazásával kapcsolatban. A korábbi – lényegében elutasító – álláspont helyett az új politika „megengedő”, azaz a nukleáris energia alkalmazását a tagállamok saját hatáskörébe utalja és EU támogatást ígér a nukleáris biztonság fokozását célzó közösségi erőfeszítésekhez. Ebbe az irányba tett kedvező lépésnek tekinthető az SNE-TP (Sustainable Nuclear Energy Technology Platform, [5.-4]) kezdeményezés, amelyben az EURATOM a fenntartható nukleáris energiatermelés biztosításához szükséges rövid-, közép- és hosszú távú fejlesztési feladatokat, azok kereteit és a K+F feladatok megvalósításhoz szükséges infrastruktúrát írja le. Fontos fejlemény volt 2007-ben a SET-PLAN (Strategic Energy Technology Plan) terv végleges verziójának kiadása ([5.-5]), amely az energiaszektorban a fenntartható fejlődéshez szükséges és az EU által 2020-ig, majd 2050-ig megvalósítandó intézkedéseket, fejlesztéseket definiálja. 2007-ben egyéb fontos lépések is történtek: az Európa Parlament elfogadta a „Reul jelentést” a hagyományos energiaforrások és energiatermelési technológiák értékeléséről, továbbá megalakult az Európai Nukleáris Fórum [5.-19], melynek kifejezett célja a nukleáris energia európai alkalmazásának elősegítése.

Összefoglalva megállapítható, hogy a XXI. század első évtizedében a nukleáris energetika világ- és európai megítélése kedvezően változott, ma és a közeljövőben az energiapolitikai légkör kedvez új atomerőművek létesítésének.

5.1.2. A potenciálisan létesíthető reaktortípusok áttekintése

Az atomerőműveknek négy generációját szokás megkülönböztetni:

- 1. generáció: az 50-es és 60-as években épített prototípus energiatermelő reaktorok.
- 2. generáció: ide tartozik a világon ma üzemelő blokkok döntő többsége (az üzemelő paksi blokkok is), ezeket a 70-es és a 80-as években helyezték üzembe.
- A 3. generáció a 2. generációs blokkok továbbfejlesztésével a 90-es években alakult ki. A továbbfejlesztés fontos célja a súlyos balesetek valószínűségének, valamint az esetleges balesetek következményeinek jelentős csökkentése volt. Ebbe a kategóriába tartoznak a fejlett forralóvizes blokkok (Toshiba-Hitachi, General Electric), a fejlett nyomottvizes blokkok (EPR, az AP600 és AP1000, a VVER-1000, a Mitsubishi APWR), illetve a továbbfejlesztett CANDU blokkok (ACR-700 és ACR-1000).
- A 4. generáció kifejlesztését célul kitűző projektet 2000-ben indította az USA [5.-6]. A fejlesztések célja olyan energetikai atomreaktorok létrehozása, amelyek a jelenlegi típusokat meghaladják a nukleáris biztonság, a gazdaságosság, a keletkező radioaktív hulladékok mennyiségének tekintetében. A fejlesztések során fontos szempont az is, hogy az üzemanyagciklust úgy alakítsák ki, hogy a hasadóanyaggal való visszaélések lehetőségét kiküszöböljék. A tervek szerint a jelenleg fejlesztés alatt lévő típusok közül néhány 2030 körül alkalmassá válik kereskedelmi üzemeltetésre.

2008-ban a világ kb. 372 GW villamos teljesítményt képviselő 439 atomerőművi blokkjának túlnyomó többsége a nyomottvizes (PWR) és a forralóvizes (BWR) típusba tartozott, de sok blokk üzemelt a kanadai CANDU nehézvizes technológiával is ([5.-7]). Van még néhány RBMK technológiával működő reaktor (ez a „csernobili” forralóvizes típus: vízhűtéssel és grafit moderátorral), és üzemelnek még gázhűtésű reaktorok is. A kiadott villamos teljesítményt tekintve a ma üzemelő reaktorok 66%-a PWR, 23%-a BWR, 6%-a CANDU vagy indiai PHWR (nyomott-tartályos, nehézvizes reaktor), 5% pedig egyéb típus (ld. [5.-8]).

A jelenlegi piacon a szállítók a 3. generációs blokkok különféle változatait ajánlják, hiszen 2. generációs blokkokat már nem, 4. generációs blokkokat pedig még nem gyártanak. A nyomottvizes reaktorok mellett európai helyszínen történő telepítésre csak a forralóvizes és a CANDU blokkok jöhetnek számításba.

A jelenlegi piacon alapvetően az alábbi nagy szállítók vannak jelen: Areva, AECL (Atomic Energy Canada Ltd.), Atomsztrólexport, General Electric (GE), Hitachi, Mitsubishi, Toshiba-Westinghouse. Ezek a nagyvállalatok – amellet, hogy egymás kemény versenytársai – bizonyos projektekben együttműködnek, és vannak közös fejlesztéseik is.

A típusválasztás megalapozó műszaki-biztonsági értékelésben részletesen indokolt javaslatot teszünk arra vonatkozóan, hogy a fentiekben leírt potenciális választékot szűkítsük le, és csak a nyomottvizes típusokkal foglalkozzunk részletesen. A PWR típus dominanciáját tükröző világtendencia mellett a választást a hazai szakmai háttér és a Paksi Atomerőmű nyomottvizes blokkjaival szerzett sokéves kedvező üzemeltetési tapasztalat indokolja.

A 3. generációs reaktorok legfontosabb tervezési tulajdonságai az alábbiak ([5.-9], [5.-10]):

- A tervezés során a berendezések szabványosítására, egyszerűbb kivitelre és kevesebb komponens használatára törekedtek, gyorsabb engedélyezési folyamat és rövidebb építési idő reményében.
- Törekedtek a nukleáris biztonság fokozására, elsősorban passzív (azaz külső energia-ellátást nem igénylő) védelmi rendszerek alkalmazásával. Az engedélyező hatóságokat mindenképpen kielégíteni kívánó potenciális európai üzemeltetők által a zónakárosodási gyakoriságra előírt $\leq 10^{-6}$ /év, és a nagy radioaktív kibocsátásokra előírt $\leq 10^{-7}$ /év célértéket (lásd [5.-2]) ezek a blokkok messzemenően teljesítik.
- A blokkok tervezett üzemideje jellemzően 60 év. A karbantarthatóság javításával és a nagyjavítások, átrakások idejének rövidítésével a teljesítmény-kihasználási tényezőt 90% feletti értékre növelték.
- Az üzemanyag tökéletesítésével magasabb kiegészítési szintet és kedvezőbb üzemanyag felhasználást értek el, ezáltal kevesebb radioaktív hulladék is keletkezik.
- A blokkok képesek manőverező üzemmódban működni, melynek során a teljesítményt minimum az 50-100%-os tartományban képesek a terhelés függvényében változtatni.

A 3. generációs reaktorok fejlesztése során a súlyos balesetek megelőzése, az esetleges balesetek következményeinek csökkentése fontos szerepet kapott. Az új blokkokba olyan megoldások épültek be, amelyek még súlyos balesetek során is megakadályozzák a radioaktív anyagok (pl. a megolvadt zóna) kijutását a környezetbe.

5.1.2.1. Továbbfejlesztett nyomottvizes reaktorok

A továbbfejlesztett nyomottvizes reaktorok alapvetően négy gyártótól származnak: az EPR-t (European Pressurized Water Reactor) az Areva cég gyártja, az AP600 és AP1000 (Advanced Pressurized Water Reactor) blokkok a Toshiba-Westinghouse termékei, a VVER blokkok különböző változatait az orosz Atomsztrójexport szállítja, míg a japán APWR blokkot a Mitsubishi jegyzi. Emellett 2007-ben indult egy ATMEA nevű Areva-Mitsubishi közös vállalat, melynek célja egy 1000-1100 MWe teljesítményű 3. generációs blokk fejlesztése.

A japán Mitsubishi cég nyomottvizes reaktorai az igények széles skáláját képesek lefedni: a két primerköri hurokkal működő változat villamos teljesítménye 300 és 600 MWe lehet, a háromhurkos verzió a 900 MWe kategória képviselője (ilyen lesz a 2009-ben átadandó Tomari-3 blokk Japánban), míg a négyhurkos változat teljesítménye 1200 vagy 1500 MWe. Az 1500 MWe kategória már az ún. Advanced Pressurized Water Reactor (APWR) típus képviselője, ilyenek lesznek a 2016-os és 2017-es átadásra tervezett, jelenleg engedélyezés alatt lévő Tsuruga-3 és Tsuruga-4 nevű japán APWR blokkok (lásd az [5.-18] előadásban).

A Mitsubishi az USA és a világpiac számára tervezte az US-APWR verziót, melynek villamos teljesítménye már az 1700 MWe kategóriába tartozik. A blokk ún. NRC típusengedélyének megszerzésére irányuló engedélyezési eljárás 2007-ben indult. A tervek szerint az első ilyen APWR blokkok 2020-ig a Comanche Peak (Texas) atomerőműben épülnek. A Mitsubishi APWR részletes elemzése két ok miatt nem jelenik meg a típusértékelésben: egyrészt a világpiaci szállításra ajánlott 1700 MWe kategória a hazai hálózathoz már mindenképpen túl nagy, másrészt japán cégek Japán területén kívül még soha nem helyeztek üzembe egy komplett nyomottvizes atomerőművet (annak ellenére, hogy a Mitsubishi a nagyberendezések egyik fő világszállítója, pl. a finn Olkiluoto 3 blokk reaktortartályát is a Mitsubishi készíti).

Ennek egészen a közelmúltig – a hagyományos japán óvatosságon kívül – valószínűleg politikai okai voltak, de úgy tűnik, hogy ez a tendencia lassan megváltozik, erre utal az Areva-MHI közös vállalat az ATMEA blokk létrehozására, valamint az US-APWR fejlesztés.

Visszatérve a 3. generációs nyomottvizes blokkokhoz, jelenleg AP600 vagy AP1000 típusú blokkot még nem építenek, EPR típusú blokk viszont már épül a finnországi Olkiluoto és a franciaországi Flamanville telephelyen.

Kínában, a Tianwan telephelyen a közelmúltban két VVER-1000 blokkot létesítettek (a két blokkot 2007-ben már rá is kapcsolták a hálózatra), de ezek a blokkok még nem tekinthetők a 3. generációhoz tartozónak.

Az AP600, AP1000, VVER-640, VVER-1000, ATMEA és EPR típusokkal részletesen az 5.2. fejezet foglalkozik, a Mitsubishi APWR blokkot a továbbiakban nem tárgyalja a tanulmány.

5.1.2.2. A 4. generációs reaktortípusok fejlesztésének helyzete

Az USA kormányzata néhány évvel ezelőtt kezdeményezte olyan új típusú, ún. 4. generációs atomerőművek kifejlesztését, amelyek a tervek szerint 2025-30 körül állhatnak üzembe [5.-6]. A Generation IV (röviden Gen IV) projekt több perspektivikusnak ítélt reaktortípus szakmai megalapozását tűzte ki, ilyen pl. a magashőmérsékletű gázhűtéses termikus reaktor, az ólom-bizmut hűtésű gyorsreaktor (LFR), vagy a szuperkritikus nyomású vízhűtésű reaktor (SCWR).

A Gen IV valamennyi típusával szemben alapvető követelmények a következők: biztonság és megbízhatóság, gazdaságosság, a természeti erőforrások takarékos felhasználása, a keletkező hulladékok minimalizálása, katonai célra való alkalmatlanság.

A fejlesztések eredményeinek áttekintése alapján egyértelműen kijelenthető, hogy a Gen IV reaktortípusok egyike sincs olyan fejlesztési stádiumban, hogy 2020 előtt akár egy prototípus megvalósuljon. Reálisan ma az prognosztizálható, hogy a vizsgált Gen IV típusok körét a jövőben szűkíteni fogják, hogy a sikeresnek bizonyuló blokk prototípusa 2030 körül megépülhessen.

5.1.2.3. A GNEP kezdeményezés

Az USA elnöke, George W. Bush 2006. februárban jelentette be a GNEP (Global Nuclear Energy Partnership) elnevezésű kezdeményezését ([5.-11]). A GNEP koncepciója szerint a nukleáris üzemanyag gyártása és újrafeldolgozása egy „érett” országokból álló klubban történne. Az üzemanyagot minden országnak egy globális nukleáris üzemanyagbank biztosítaná, központilag történne a kiegészítő üzemanyag és a nagy aktivitású hulladékok kezelése is. A GNEP egyik fontos célkitűzése – alapvetően a proliferáció (a hasadóanyag illetéktelen felhasználása) megakadályozására – a zárt üzemanyagciklus megvalósítása. A zárt üzemanyagciklus megvalósítására való törekvés köti össze a GNEP kezdeményezést a Generation IV projekttel.

A GNEP kezdeményezéshez Magyarország 2007-ben hivatalosan is csatlakozott, a hazai kutatóintézetek a Gen IV projekt mellett valószínűleg ebben a nemzetközi együttműködésben is részt fognak venni.

5.1.3. A folyamatban lévő atomerőmű létesítések áttekintése

5.1.3.1. A világtendenciák jellemzői

A jelenleg folyamatban lévő atomerőmű építések (5.-1. és 5.-2. táblázatok) áttekintésekor szembeötlő a nyomottvizes típus dominanciája, az új blokkok csaknem 80%-a ebbe a típusba tartozik, ezzel szemben a forralóvizesek aránya kisebb, mint 10%. A nukleáris önállóságra törekvő India kivételnek számít, mert itt főleg saját fejlesztésű nyomott-tartályos (PHWR) blokkokat építenek. Megfigyelhető a nagyobb egységteljesítményre való törekvés is, ezt három tényező motiválja:

- az egységnyi beépített kapacításra eső beruházási költség csökkentése,
- az üzemeltető személyzet létszámának ésszerű korlátozása,
- az alkalmas (vagy engedélyeztethető) új telephelyek hiánya.

Megfigyelhető, hogy a fejlett országokban már működő telephelyek nagy értéket képviselnek, hiszen a remények szerint ilyen helyeken sokkal könnyebb lesz új blokkokat engedélyeztetni, és a létesítést a helyi társadalommal elfogadtatni.

5.-1. táblázat: A folyamatban lévő reaktorépítések, reaktor típus alapján ([5.-8], 2008.03.07.)

Típus	Épülő blokkok száma [db]	Összteljesítmény [MW]	Hányad [%]
forralóvizes	2	2600	8,9
gyors-tenyésztő	2	1420	4,8
RBMK*	1	925	3,2
nyomottcsöves	4	1298	4,4
nyomottvizes	26	23100	78,7
összesen	35	29343	100,0

*RBMK = forralóvizes reaktor, grafit moderátorral és könnyűvíz hűtéssel („csernobil” típus)

5.-2. táblázat: A folyamatban lévő reaktorépítések, országok alapján ([5.-8], 2008.03.07.)

Ország	Épülő blokkok száma [db]	Épülő blokkok típusa	Összteljesítmény [MW]	Hányad [%]
Argentína	1	nyomottcsöves	692	2,4
Bulgária	2	nyomottvizes	1906	6,5
Kína	6	nyomottvizes	5220	17,7
Finnország	1	nyomottvizes	1600	5,5
Franciaország	1	nyomottvizes	1600	5,5
India	6	4 nyomott-tartályos 1 gyors-tenyésztő 1 nyomottvizes	2910	9,8
Irán	1	nyomottvizes	915	3,1
Japán	1	nyomottvizes	866	3,0
Dél-Korea	3	nyomottvizes	2880	9,8
Pakisztán	1	nyomottvizes	300	1,0
Oroszország	7	6 nyomottvizes 1 gyors-tenyésztő 1 RBMK	4789	16,3
Ukrajna	2	nyomottvizes	1900	6,5
USA	1	nyomottvizes	1165	4,0
Tajvan	2	forralóvizes	2600	8,9

Összesen	35	35	29343	100,0
----------	----	----	-------	-------

Az 5.-2. táblázatban felsorolt létesítések blokk típus szerinti elemzéséből kitűnik, hogy a folyamatban lévő PWR építések közül csak négy blokk készül 3. generációs reaktorral: a két európai EPR és a bulgáriai Belene két új VVER-1000 blokkja. Ez nem meglepő, hiszen a mai építkezések előkészítése 5-10 évvel ezelőtt történt, amikor még a 3. generációs reaktorok engedélyezése csak kezdeti stádiumban volt. A többi építkezés vagy régebbi típusú VVER-1000, vagy honosított nyugati technológián alapuló saját fejlesztés: pl. a kínai PWR francia modellen alapul, a koreai PWR pedig a – ma már nem létező – Combustion Engineering cég System 80⁺ technológiáját használja.

Alapvetően eltérő a helyzet a közeljövőben megkezdődő nyomottvizes blokk-létesítések esetén. Az 5.-3. táblázat három, az atomenergetika fejlődésében főszerepet játszó országban tervezett atomerőmű építéseket mutatja (ezekre már vagy van megkötött szerződés, vagy a közeljövőben írják alá). Látható, hogy AP1000, EPR, AES-92 és AES-2006 típusú 3. generációs blokkok képviselik a túlnyomó többséget, ezeken kívül nagyobb számban csak saját fejlesztésű kínai CPR-1000 blokkot fognak építeni.

5.-3. Táblázat: Tervezett atomerőmű építések, blokk típus alapján ([5.-14], [5.-15], 2008.02.03.)

Ország	Tervezett PWR blokkok száma	Telephelyek	Teljesítmény [MW]	Blokk típus
Kína	12 + számos kínai PWR (1000 MW)	Taishan 1, 2 Sanmen 1, 2 Haiyang 1, 2 Tianwan 3, 4 Yangjiang 1-4	2×1600 2×1100 2×1100 2×1000 4×1000	EPR AP1000 AP1000 VVER-1000 (AES-92) kínai PWR
Oroszország	17	több helyszín	17×1200	VVER-1200 (AES-2006)
USA	20 (2008/2009-ben beadni tervezett építési engedély NRC beadványok száma)	4 helyszín 6 helyszín 1 helyszín	6×1600 12×1100 2×1700	US-EPR AP1000 US-APWR (MHI)

A tervek mai állása alapján tehát azt lehet megállapítani, hogy a 2010 és 2020 között kezdődő atomerőmű létesítések döntő többségében három „nemzetközi” nyomottvizes alaptípus, az **AP1000**, az **EPR** és a **VVER-1000 (-1200)** építését tervezik (a teljes képhez hozzátartozik az is, hogy az USA-ban még néhány 3. generációs forralóvizes blokk építésére is készülnek).

5.1.3.2. EPR létesítések

Olkiluoto-3 (Finnország)

5.-4. táblázat: Az Olkiluoto-3 blokk létesítésének eddigi története

Tevékenység	Dátum	Eltelt idő (hónap)
Környezeti Hatástanulmány kész	2000. február	-
A Parlament elvi hozzájárulásának megszerzésére irányuló kérelem beadása, közmeghallgatások stb.	2000. november	9
A Parlament megadja az elvi hozzájárulást	2002. május	26
Az OL-3 tender kirása	2002. szeptember	30
Szerződéskötés a kiválasztott konzorciummal	2003. december	45
Létesítési engedélykérelem beadása a Hatósághoz	2004. január	46
Létesítési engedély kiadva	2005. február	59

Építés megkezdése	2005. február	59
Építés (jelenleg) várható befejezése	2011 eleje	132 (kb. 11 év)

Az új finn blokk létesítésének történetét az 5.-4. táblázat mutatja (lásd [5.-10], [5.-12]).

Az építésre a szerződésben eredetileg 4 évet szántak, de az építést előreláthatólag 2008 vége helyett csak két évvel később, 2010 végén tudják befejezni és a blokk csak 2011 nyarán kapcsolódik a hálózatra. A ma 2 évre tehető késés okai többfélék: először tervezői kapacitás hiányok és egyeztetési problémák jelentkeztek a kiviteli tervezés fázisában, majd a kivitelezés során fedeztek fel hiányosságokat (minőségi problémák voltak pl. a betonozásnál). Jelenleg az építés a módosított ütemtervnek megfelelően folyik. Ha a legelső blokk építésénél óhatatlanul fellépő késedelmeket, problémákat leszámítjuk, akkor 5 év (60 hónap) tekinthető reális építési időnek a további EPR blokkoknál (pl. a második EPR blokk tervezett építési ideje 54 hónap, lásd a Flamanville-3 blokk leírását).

Az OL-3 projekt előirányzott beruházási költsége 3 milliárd EUR (2006-os érték). A tervek szerint az építési munkák tetőfokán 3000 munkás dolgozik a létesítésen. A blokk elkészültéig kb. 300-350 fővel bővül az Olkiluoto telephelyen dolgozó állandó létszám.

Flamanville-3 (Franciaország)

A blokk tervezett építési ideje 54 hónap (4,5 év), az építés 2006 nyarán kezdődött meg az előkészítési munkákkal [5.-13]. Az első beton kiöntése 2007 decemberében történt, a tervek szerint a blokkot 2012-ben kapcsolják a hálózatra. A projekt előirányzott beruházási költsége 3,3 milliárd EUR (2006-os érték), ebből kb. 60% jut a nukleáris részre, míg a maradék 40% a konvencionális erőművi berendezéseket (pl. turbina) fedezi. A tervek szerint maximum 2300 munkás dolgozik majd a létesítésen, a blokk elkészülte után az EdF 300 fővel bővíti a Flamanville telephelyen dolgozó állandó létszámot.

Kínai EPR blokkok

Az Areva és a kínai kormány 2007-ben kötött szerződést két EPR blokk létesítésére ([5.-14]). Az építésre kiválasztott telephely Taishan (Guangdong tartomány), a tervek szerint a blokkok 2013-ban és 2014-ben kapcsolódnak a hálózatra.

5.1.3.3. AP1000 létesítések

AP1000 létesítésére irányuló kereskedelmi szerződést Kínával kötöttek elsőként, itt összesen négy blokkot fognak építeni [5.-15]. Az első két blokk építése 2008 márciusában kezdődik Zhejiang tartomány Sanmen nevű telephelyén, míg a 3.-4. blokk Shandong tartomány Haiyang nevű városa mellett épül fel. A tervek szerint a Sanmen blokkokat 2013 és 2014 között adják át, míg a Haiyang blokkok átadása 2014-2015 között várható.

2008 során várhatóan az USA-ban is megindulnak az AP1000 típusú blokkok létesítésére irányuló hatósági eljárások, az előrejelzések szerint 6 telephelyen összesen 12 db AP1000 blokk létesítésére nyújtanak be ún. COL (Combined Construction and Operation Licence) kérelmet az NRC-hez. A létesítések előkészítésének előrehaladtával lassan elérhetővé válnak a beruházások pénzügyi részletei is, pl. a Florida Power&Light Co. két AP1000 létesítésének költségét 12,1 és 17,8 milliárd USD között becsülte.

A kínai blokkokat 5-6 év alatt tervezik felépíteni, a referencia AP1000 a tervezők szerint 5 év alatt építhető meg, így egy hazai létesítésnél 5 év építési idővel célszerű előzetesen számolni.

5.1.3.4. VVER-1000 létesítések

A 2000 után befejezett VVER-1000 blokkok közül a Tianwan-ban (Kína, Jiansu tartomány) épített atomerőmű szigorúan véve nem tekinthető 3. generációs típusnak. A kínai blokkok építése műszaki problémák és egyes gyártmányok minőségi fogyatékoságai miatt elhúzódott, a két blokkot csak 2007-ben kapcsolták a hálózatra.

Jelenleg öt VVER-1000 blokk létesítése van folyamatban: kettő az indiai Kundakulam-ban, egy-egy pedig az oroszországi Volgondszkban és Kalinyinban épül. VVER-1000 blokk létesül az iráni Busher-ben is, ez a projekt várhatóan 2008 végére fejeződik be. A fenti blokkok még 2. generációs (vagy legjobb esetben 2+ generációs) tekinthetők.

Az orosz szállító cégek további 8 blokkra rendelkeznek szerződéssel: 2008 elején írták alá a szerződést két blokk létesítésére a bulgáriai Belene-ben; kormányközi megállapodás van érvényben két újabb blokk építésére a kínai Tianwan telephelyen, és 2-2 blokk létesítéséről döntöttek Novovoronyezsben és Szosznovij Borban.

A VVER-1000 típus egymástól kissé eltérő változatainak gyakran más-más nevet adnak: így az AES-2006 blokk technológiája nem különbözik jelentősen az AES-92-höz képest; a fejlesztések alapvetően a gazdaságosság és a rendelkezésre állás javítására irányultak. Oroszországban AES-2006 blokk típussal tervezik az atomerőmű-park jelentős bővítését. A 2006-ban elfogadott kormányprogram alapján 2020-ig 20 GW nukleáris kapacitást (17 db AES-2006 blokkot) építenek. Az építési munkák megkezdődtek Novovoronyezsben és hamarosan megkezdődnek a Szentpétervár melletti Szosznovij Bor telephelyen. Az üzembe helyezést Novovoronyezsben 2012-2013, Szosznovij Borban pedig 2013-2014 során tervezik.

Belene (Bulgária)

A NEK (a bolgár villamos energia vállalat) és az Atomsztrójekszport 2008 januárjában kötötte meg a Belene atomerőmű két VVER-1000 típusú blokkjának megépítéséről szóló szerződést, miután az Európai Bizottság is hozzájárulását adta. A szerződés összértéke 4 milliárd euró, a projektben alvállalkozóként jelentős részt kapott az Areva-Siemens konzorcium. Az épületek és az infrastruktúra kiépítése bolgár cégek feladata lesz, 3 milliárd euró ellenében. A 2006 végén elbírált tenderen az orosz szállító egy – a cseh CEZ által vezetett – konzorciumot és a Westinghouse céget előzte meg. A két új blokk AES-92 (V-466) típusú, az irányítástechnikát az Areva-Siemens konzorcium szállítja. A tervek szerint az 1. blokkot 2013-ban, a 2. blokkot 2014 során kell átadni [5.-16].

5.-5. táblázat: A Belene atomerőmű létesítésének eddigi története ([5.-16] alapján)

Tevékenység	Dátum	Eltelt idő (hónap)
Döntés az építkezés folytatásának előkészítéséről	2002. december	-
Elvi kormánydöntés az építkezés folytatásáról	2004. április	16
Környezeti Hatástanulmány közmeghallgatások vége	2004. szeptember	21
Környezetvédelmi engedély kiadva	2004. november	23
Megvalósíthatósági Tan. közmeghallgatások vége	2005. január	25
Létesítési engedély kiadva	2005. április	28
Tenderkiírás I. fázis (előzetes szállító kiválasztás)	2005. május	29
Szállítók előzetesen kiválasztva	2005. július	31
Tenderkiírás II. fázis (műszaki és pénzügyi) vége	2006. február	38
Tender eredményhirdetés	2006. október	46
Szerződéskötés a győztes szállítóval	2006. november	47
Részletes tervezési fázis kezdete	2007. január	49

EU hozzájárulás a szerződéshez kiadva	2008. január	61
Építés tervezett befejezése	2013. vége	132 (kb. 11 év)

Látható, hogy az előkészületi munkák megkezdésétől számítva itt is kb. 11 évre tehető a blokk üzembe helyezésének dátuma, hasonlóan az OL-3 blokkhoz (lásd az 5.-4. táblázatot).

5.2. A választható atomerőmű típusok áttekintése

A típusválasztás megalapozásához elvégeztük a ma elvileg létesíthető nyomottvizes blokkok részletes műszaki-biztonsági elemzését. A blokk kiadott villamos teljesítménye szerint három kategóriával foglalkoztunk, az alábbiak szerint:

- 600 MWe: AP600, VVER-640
- 1000 MWe: AP1000, VVER-1000, ATMEA1
- 1600 MWe: EPR

Az értékelés kiterjed a blokkok műszaki paramétereire, biztonsági konstrukcióira és mutatóira, üzemeltetési jellemzőire, valamint az egyes típusok engedélyezésének helyzetére.

A legfontosabb értékelési szempontok az alábbiak voltak:

Műszaki-technológiai értékelés

- a blokk típus rövid technológiai ismertetése,
- EUR megfelelés értékelése.

Megjegyzés: Az EUR (European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants, lásd [5.-20]) anyagot a 90-es években több európai atomerőmű üzemeltető azzal a céllal dolgozta ki, hogy az Európában létesítendő új atomerőművekre kiírandó tenderekhez legyen egy olyan technikai specifikáció, amely elég általános ahhoz, hogy minden tagország tudja használni, de elég részletes is ahhoz, hogy technológiai szempontból modern, a nemzetközileg széleskörűen elfogadott biztonsági normákat teljesítő blokkot lehessen építeni. Ma ez a dokumentum tekinthető a legteljesebb műszaki-biztonsági követelményrendszernek egy új blokk építéséhez.

Biztonsági értékelés

- biztonsági filozófia, a biztonsági rendszerek tervezési elvei;
- a valószínűségi biztonsági elemzések eredményei;
- súlyos balesetek megelőzése és a következmények kezelése;
- külső események elleni védelem;
- sugárvédelem és radioaktív kibocsátások.

Üzemeltetési jellemzők értékelése

- üzemeltetési módok és üzemeltetési alapelvek;
- manőverezhetőség, a szabályozható teljesítmény tartomány;
- karbantartási módszerek, megbízhatósági mutatók, a blokk tervezett élettartama;
- üzemeltető és karbantartó személyzet létszáma.

Engedélyezettségi állapot

- rendelkezik-e már a blokk valamilyen engedéllyel (NRC vagy nemzeti hatóság által).

Az alábbiakban összefoglaljuk az értékelésben vizsgált hat blokkra kapott eredményeket.

5.2.1. AP600 – Westinghouse Advanced Passive PWR

5.2.1.1. Műszaki jellemzők

Az AP600 blokkot a korábbi Westinghouse nyomottvizes blokkok bevált megoldásainak felhasználásával, azok jelentős egyszerűsítésével, és ún. passzív biztonsági rendszerek kialakításával tervezték. A primerkört a Westinghouse korábbi műszaki megoldásainak továbbfejlesztésével alakították ki. Az aktív zóna hűtését 2 hűtőhurok végzi, hurkonként 1-1 álló elrendezésű gőzfejlesztővel, 1-1 melegággal és 2-2 hidegággal. A 4 főkeringtető szivattyút közvetlenül alulról ráépítették a gőzfejlesztők hidegági csomópontjaira. A 60 évre tervezett élettartamú reaktortartály és a belső szerkezeti elemek jelentős mértékben megegyeznek a korábbi Westinghouse 3 hurkos blokkok reaktorainál alkalmazottakkal.

A zóna kialakítása lényegében megfelel a jelenleg működő Westinghouse reaktoroknak. Az aktív zóna teljesítménysűrűsége alacsony, a zónában a 17×17 pozíciót tartalmazó üzemanyag kazettából 145 db található. Az egyensúlyi töltetekben 4,8% dúsítású urándioxidot használnak üzemanyagként, ezzel megvalósítható a 24 hónapos átrakási ciklus és az 55 MWnap/kgU kiegészítés. A reaktor szabályozására 61 szabályzó köteget alkalmaznak, ezekben egyenként 24 elnyelő rúd van.

A blokk terheléskövető üzemmódra részben alkalmas. Az üzemanyagciklus 90%-ában napi gyakorisággal 100-50-100% terhelésváltoztatás megengedett, a frekvenciakövetés pedig 2%/perc sebességgel, 10% teljesítményváltoztatásig lehetséges.

A blokk tervezési élettartama 60 év.

Az AP600 főbb műszaki paramétereit az 5.2.-2. táblázat mutatja.

5.2.1.2. Biztonsági jellemzők

A blokk biztonsági funkciót megvalósító rendszerei az alábbiak: reaktor védelmi rendszer; passzív üzemzavari zónahűtő, betápláló és nyomáscsökkentő rendszer; passzív konténment (hermetikus tér) hűtőrendszer; szünetmentes egyenáramú betáplálási rendszer. A reaktor gyors leállítása a szabályozó- és biztonságvédelmi rudakkal történik, a védelmi jelképzésnél négyeseredundanciát alkalmaznak.

A passzív üzemzavari zónahűtő rendszer biztosítja a tervezési üzemzavarok során a maradványhő eltávolítását, a hűtőközeg pótlását és a nyomás csökkentését. A rendszer teljes keresztmetszetű hűtőköri csőtörés esetén 220 °C-os tartalékkal biztosítja, hogy az üzemanyag burkolat hőmérséklete a megengedett érték alatt maradjon. Három passzív (segédenergiát nem használó) víztartalék szolgál a zóna hűtésére és elárasztására. Az első fokozatot a 2×100% redundanciájú, tetszőleges nyomáson passzívan betáplálni képes felbőrozott pótvíztartályok jelentik. Nagyobb közegvesztés esetén az 50 bar nyomású nitrogénnel feltöltött, 2×100% redundanciával rendelkező hidróakkumulátorok is működnek. A hosszúidejű hűtővíz-betáplálás a konténment átrakási víztartályából biztosított.

A passzív konténment hűtőrendszerben a konténment acélfala szolgál hőátadó felületként, ez a konténment belsejéből a hőt átadja a külső környezetnek. A hőelvitel az acél konténment és a külső vasbeton védőépület között természetes módon feláramló levegő segítségével történik, üzemzavari esetben a hűtés fokozására a védőépület tetején elhelyezett víztartályok vizét két leürítő vezetéken keresztül az acél konténment falára eresztik és ott elpárologtatják.

A passzív konstrukciók hatékonyságát kiterjedt kísérleti vizsgálatokkal ellenőrizték. Integrális tesztberendezésen vizsgálták a konténment hűtőrendszerét, egy teljes magasságú és teljes nyomású integrális berendezésen ellenőrizték a passzív zónahűtő rendszer megfelelőségét. Önálló tesztberendezéseken vizsgálták a konténment tetején elhelyezett levegő kürtő méretezésének megfelelőségét, a nyomáscsökkentő rendszert és az átrakási vízmedencébe épített hőcserélőt.

A blokkot felkészítették a kisvalószínűségű súlyos balesetek kezelésére, ennek keretében megoldott a zónaolvadéknak a reaktortartályban való tartása, valamint a konténment légterébe kiszabaduló hidrogén biztonságos eltávolítása.

Az AP600 blokkra végzett 1. és 2. szintű PSA elemzések eredményei teljesítik az NBSZ kritériumokat és kielégítik az EUR követelményeket.

Az AP600 főbb biztonsági mutatóit az 5.2.-3. táblázat mutatja.

5.2.1.3. Értékelés

Az AP600 tervezése a 90-es évek elején történt, az NRC engedélyezési folyamat 1999-ben lezárult, azóta további fejlesztést feltehetően nem végeztek. Az energiatermelő folyamatban résztvevő főberendezések mindegyike kipróbált technológián alapul, a jelenleg üzemelő 2. generációs erőművekben használt megoldásokat lényegi változtatás nélkül alkalmazzák. A főberendezések az alacsony hőteljesítményhez képest általában túlméretezettek.

A blokk tervében a jelenleg üzemelő blokkokhoz képest jelentős előrelépés a passzív biztonsági rendszerek csaknem teljes körű alkalmazása. Ez a megoldás segít abban, hogy biztonsági váltóáramú betáplálás kialakítása nélkül, a mintegy 30 napra elegendő víztartalék segítségével biztosítható legyen a blokk üzemzavart követő lehűtése, hűtve tartása, továbbá a konténment épségének a megőrzése.

Az AP600 fejlesztése az NRC típusengedély megszerzése (1999) előtt lényegében lezárult, a blokk a tervezőasztalon maradt, mert a tervezők az AP1000 blokk fejlesztésével foglalkoztak tovább. AP600 típusú blokk még nem épült és nem is tervezik a létesítését sehol a világon.

A blokk a nukleáris biztonság szempontjából megfelelő, de a kb. 10 éve leállt fejlesztés miatt létesítési szempontból az „építése nem perspektivikus” kategóriába sorolható.

5.2.2. VVER-640

5.2.2.1. Műszaki jellemzők

A VVER-640 (V-407) blokk alapvető műszaki megoldásai részben a korábbi VVER-440 blokkokon, részben a különféle VVER-1000 típusokon alapulnak. A főberendezések egy része

megegyezik a VVER-1000 típusú blokkok főberendezéseivel, a biztonsági rendszerek kialakításánál előnyben részesítették a passzív működési elvet.

A primerköri fővízkör a bevált négyhurkos elrendezést követi, minden hurok egy-egy vízszintes gőzfejlesztőt tartalmaz. A reaktortartály a VVER-1000 (V-392) tervben alkalmazott tartály megfelelő, részleteiben átméretezett adaptációja.

Az aktív zóna kialakítása megegyezik a modern VVER-1000 blokkokéval, 163 db üzemanyag kazettát tartalmaz. A szabályzó- és biztonságvédelem által működtetett 121 elnyelő egység mindegyike 18 elnyelő rudat tartalmaz. Az alkalmazott üzemanyag 3,18% átlagdúsítású urándioxid. A tervezett kiegészítés 40 MWnap/kgU, az évenkénti átrakásokon 30-36 kazettát raknak ki a zónából (a kirakott kazetták fele 5, a másik fele pedig 6 évet töltött a zónában).

A fővízkörön alkalmazott gőzfejlesztők és a térfogatkompenzátor teljesen megegyeznek a VVER-1000 blokkokon jelenleg használt berendezésekkel. A térfogatkompenzátor két biztonsági és egy lefűvató szelepe valósítja meg a primerkör túlnyomásvédelmét, valamint segítségükkel lehetséges a rendszer teljes és gyors nyomáscsökkentése. A turbinákat a VVER-1000 blokkokhoz használt K-1000-60/3000 gépek alapján egy nagy- és egy közepes nyomású, illetve két kétáramú kisnyomású egység egy közös tengelyre építésével alakították ki.

A blokkot alapüzemre tervezték, de alkalmas teljesítménykövető üzemmódra is, gyors és mély terhelésváltoztatással (ennek számszerű mértékéről nincs információ).

A blokk tervezési üzemideje 50 év, a reaktortartály méretezésénél ettől eltérően 60 év üzemidőt vettek figyelembe.

A VVER-640 főbb műszaki paramétereit az 5.2.-2. táblázat mutatja.

5.2.2.2. Biztonsági jellemzők

A blokk biztonsági funkciót megvalósító rendszerei az alábbiak: reaktor védelem, primerköri túlnyomásvédelem, üzemzavari zónahűtés, passzív primerköri hűtés, passzív konténment hűtés, gőzvezetékek gyorszárói, szekunderköri túlnyomásvédelem, üzemzavari villamos betáplálás (dízelek), szünetmentes egyenáramú betáplálás.

A reaktor gyors leállítása a szabályozó- és biztonságvédelmi rudakkal, valamint az üzemzavari hűtőrendszer tartályaiból a melegágakba történő 16 g/kg koncentrációjú bórsav befecskendezésével valósul meg.

Mind a normál, mind az üzemzavari villamos betáplálás két, egymásnak 100%-os tartalékot biztosító rendszer segítségével történik. A szünetmentes betáplálást biztosító akkumulátor telepek mindegyikének 24 óra üzemre elegendő feltöltöttsége van.

A maradványhő üzemzavari eltávolítását a gőzfejlesztők szekunder oldalához csatlakoztatott passzív hűtőkör végzi. A 4×50% redundanciával kialakított rendszer a konténmenten kívül elhelyezett víztartályból, az abba beépített hőcserélőből, automatikus működésű szelepekből és csővezetékekből áll.

Az üzemzavari vízutánpótlást 40 bar primerköri nyomás alatt négy, szintén 50% kapacitással rendelkező, közvetlenül a reaktortartályhoz csatlakoztatott, nitrogénpárnával megnyomott, passzív elven működő 80 m³-es hidroakkumulátor biztosítja.

Az aktív zóna elárasztását és hosszúidejű hűtését négy független, 50% kapacitású, egyenként 500 m³-es üzemzavari hűtőközeg tartály biztosítja.

A 2×100% redundanciával kialakított aktív üzemzavari bór befecskendező rendszer biztosítja, hogy a szabályzó és biztonságvédelmi rudak fennakadása esetén 15 másodpercen belül megtörténjen a láncreakció leállítása. Ugyanez a rendszer a primerkörbe történő közvetlen betáplálással diverz tartalékot biztosít a passzív zónahűtő rendszernek is.

A primerköri közegvesztések esetén lokalizáló funkciót biztosít a duplafalú (belül acél, kívül beton) konténment. A tervezési szivárgás mértéke nem haladja meg a 0,2 %/nap értéket, a 4 bar tervezési túlnyomás fellépése esetén sem.

A tervezési üzemzavarok, illetve a súlyos balesetek során felszabaduló hidrogén eltávolítására a konténment belsejében víztaszító felületű katalizátorok szolgálnak.

Az alkalmazott passzív rendszerek megfelelő működésének integrális berendezéseken történő ellenőrzéséről nincs információ.

A VVER-640 főbb biztonsági mutatóit az 5.2.-3. táblázat mutatja.

5.2.2.3. *Értékelés*

A VVER-640 tervezése a 90-es évek elején történt, a főberendezések mindegyike kipróbált technológián alapul, a jelenleg üzemelő, illetve építés alatt álló VVER-1000 erőművekben használt megoldásokat lényegi változtatás nélkül alkalmazzák. A főberendezések az alacsony hőteljesítményhez képest általában túlméretezettek, bár a reaktor egyes komponensein a teljesítmény szerinti átméretezés megtörtént.

A jelenleg üzemelő blokkokhoz képest jelentős előrelépés a passzív biztonsági rendszerek alkalmazása. Ezeknek részben diverz tartaléka, bizonyos funkciók esetében pedig kiegészítése a dízelgenerátoros biztonsági váltóáramú betáplálással rendelkező aktív biztonsági rendszer. Az alkalmazott megoldások biztosítják a blokk üzemzavart követő lehűtését, hűtve tartását, és a konténment épségének a megőrzését. Az üzemzavari folyamatok első 24 órájában a biztonságos állapot akár villamos betáplálás nélkül is fenntartható.

A VVER-640 fejlesztését a 90-es évek közepén abbahagyták, ez a blokk is a tervezőasztalon maradt, a tervezők a nagyobb teljesítményű VVER-1000 blokk fejlesztésére koncentráltak. VVER-640 típusú blokk még nem épült és nem is tervezik a létesítését sehol a világon.

A blokk a nukleáris biztonság szempontjából megfelelő, de a kb. 10-12 éve leállt fejlesztés miatt létesítési szempontból az „*építése nem perspektivikus*” kategóriába sorolható.

5.2.3. *ATMEA1 – Areva-Mitsubishi Heavy Industries (MHI)*

5.2.3.1. *Műszaki jellemzők*

Az ATMEA1 nevű blokk az Areva és a Mitsubishi kipróbált nyomottvizes technológiájának továbbfejlesztésével jön létre, a blokk a Mitsubishi 3 hurkos PWR típusán alapul. A blokk kidolgozását annak a hiánynak a felismerése motiválta, amely a mai piacon elérhető nyomottvizes reaktorok egységteljesítményében tapasztalható: ma az 1000 MWe kategóriában nem kapható olyan blokk, amelyet az EU-ban gyártanak.

Az üzemanyag alacsony dúsítású UO_2 vagy MOX lehet, akár a zóna teljes töltete állhat MOX kazettákból. A kazetták 17×17 pozíciót tartalmaznak, lényegében megfelelnek az EPR zónába betölthető kazettáknak, csak rövidebbek. Az üzemanyagciklus hossza 12 és 24 hónap között változhat, a nagyjavítás nélküli átrakás időtartama maximum 16 nap. A blokk tervezett élettartama 60 év, teljesítménykihasználási tényezője $> 92\%$. A reaktor termikus teljesítménye a tervek szerint 2860-3150 MW között változhat, nettó villamos teljesítménye pedig 1000-1150 MW közötti. A blokk kiadott villamos teljesítménye 30% és 100% között szabályozható, maximum 5%/perc változási sebességgel. A blokk képes automatikus frekvenciaszabályzási üzemmódban működni.

Az ATMEA1 főbb műszaki paramétereit az 5.2.-2. táblázat mutatja.

5.2.3.2. Biztonsági jellemzők

A biztonsági rendszerek 3 független, 100%-ban redundáns aktív ágat tartalmaznak, on-line karbantartási lehetőséggel. Hűtőközegvesztéses baleseteknél a hidroakkumulátorok hatékony passzív befecskendezést biztosítanak. A súlyos balesetek következményeinek kezelésére a 3. generációs blokkoknál már szabványosnak tekinthető megoldásokat alkalmaznak: "zónafogó" (core catcher) az olvadt zóna lokalizálására és hűtésére, hidrogén rekombinátorok és gyűjtők a konténmentben felgyülemlett hidrogén megkötésére, illetve a H_2 koncentráció csökkentésére, szűrt leeresztés és hűtés a konténment épségének hosszú idejű fenntartására. A konténment kettősfalú, védve van egy nagy utasszállító gép rázuhanásával szemben is.

A tervek szerint a zónasérülés gyakorisága és az erőmű környezetébe történő jelentős radioaktív kibocsátással járó súlyos balesetek bekövetkezési valószínűsége kb. tízszer kisebb, mint a hagyományos nyomottvízes blokkok esetében. Emiatt a tervezési üzemzavarok bekövetkezése után nincs szükség még az erőmű közvetlen környezetének kiürítésére sem.

A blokk földrengés elleni védelme olyan, hogy telepíthető földrengésveszélyes területeken is.

Az ATMEA1 főbb biztonsági mutatóit az 5.2.-3. táblázat mutatja.

5.2.3.3. Értékelés

Az ATMEA1 blokk megítéléséhez ma még nem áll rendelkezésre elegendő információ. A blokk jelenleg a kiviteli tervezés fázisában van, az engedélyezéshez szükséges tervek legkorábban 2009 végére állnak elő. Az új blokk engedélyezésével és EUR megfelelésének igazolásával valószínűleg nem lesznek komolyabb nehézségek, de mindkét eljárás további 1-2 évet jelent. Egy esetleges hazai létesítésnél 5 év építési idővel lehet előzetesen számolni. A közepesnél valamivel nagyobb beépített kapacitás (kb. 1000 MW kiadható nettó teljesítmény) miatt a fajlagos beruházási költségek kedvezőek, és a 24 hónap hosszú üzemanyagciklus miatt a blokk üzemeltetése szintén gazdaságos. Kedvező a rövid átrakási periódus (éves szinten átlagosan 16 nap) és az, hogy a nagyjavítások tízévenként esedékesek. A blokk jól manőverezhető a 30 és 100% közötti teljesítménytartományban. Biztonsági rendszerei a korszerű, 3. generációs atomerőművekben alkalmazott megoldásokat használják. A blokk villamos teljesítményét a hazai hálózat – kiegészítő beruházásokkal – képes befogadni, paksi telephelyen történő létesítéskor hűtőtornyos hűtésre lesz szükség.

A fentiek miatt létesítési szempontból a blokk a „*reálisan még nem építhető*” kategóriába sorolható.

5.2.4. AP1000 – Westinghouse Advanced Passive PWR

5.2.4.1. Műszaki jellemzők

Az AP1000 blokk tervei az AP600 típusra épülnek, mindkét blokk a Westinghouse kipróbált és bevált komponenseiből épül fel. A reaktor termikus teljesítménye 3400 MW, nettó villamos teljesítménye pedig 1117 MW. Az üzemanyag 4,95%-nál kisebb dúsítású UO_2 vagy MOX lehet, az üzemanyag köteg a szabványos 17×17 pozíciót tartalmazó PWR kazetta, melyből 157 darab található a zónában. A zónában 69 db szabályozó kazetta található. A 18 hónapos üzemanyagciklus végén a zóna 43%-át cserélik ki friss fűtőelemre, az átrakás időtartama (éves szinten) kb. 17 nap. A blokk tervezett üzemideje 60 év, tervezett teljesítmény kihasználási tényezője kb. 93%.

A blokk a 25%-100% teljesítmény tartományban manőverezhető, továbbá napi egy $100\% \Rightarrow 50\% \Rightarrow 100\%$ terheléskövető ciklus megengedett.

A primerkör kéthurkos, hurkonként 2 hideg- és 1 melegág működik, a hidegágakban összesen 4 főkeringtető szivattyú van, közvetlenül a gőzfejlesztők alsó kilépő csomójára szerelve.

A főkeringtető szivattyúk kivételével a blokk valamennyi főberendezését kipróbálták már hasonló hőmérséklet, nyomás és forgalom viszonyok mellett. A reaktortartály megegyezik a korábban széles körben alkalmazott Westinghouse tartállyal. A továbbfejlesztések közé tartozik a zircaloy távtartók használata és a hegesztések számának jelentős csökkentése. A zártházú, hermetikusan tömített főkeringtető szivattyúk biztonságos üzemét az alacsony karbantartási igény, az olajmentesség (a tűzveszély hiánya) és a szigetelések kiküszöbölése garantálja.

Az AP1000 főbb műszaki paramétereit az 5.2.-4. táblázat mutatja.

5.2.4.2. Biztonsági jellemzők

Az AP1000 blokk AP600 elődjéhez képest fokozottan alkalmazza a passzív biztonság elvét: biztonsági rendszerei egyáltalán nem tartalmaznak aktív komponenseket (pl. szivattyúkat), működésükhöz nincs szükségük nem-biztonsági besorolású segédrendszerekre (pl. váltóáramú betáplálásra vagy hűtővízre). A biztonsági rendszerek vezérléséhez nagyon kevés kezelői beavatkozásra van szükség, itt az elv a beavatkozások szükségességének kiküszöbölése volt a beavatkozások automatizálása helyett. A passzív biztonsági rendszerek előnye, hogy a gravitáció, a természetes cirkuláció, vagy az összenyomott gáz energiája működteti őket, emiatt nincs szükségük vészhelyzeti energiaellátásra.

Négy passzív biztonsági rendszert alkalmaztak: zóna üzemzavari hűtőrendszer, biztonsági befecskendező és nyomáscsökkentő rendszer, maradványhő elviteli rendszer, konténment hűtés. A passzív rendszerek eleget tesznek az egyszeres hibatűrés elvének, megbízhatóságukat két teljesítményszinten (600 és 1000 MW) átfogó kísérleti programok keretében tesztelték.

A konténment szabadon álló, tervezési túlnyomása 4,1 bar. Minden biztonsági rendszer a konténmentben vagy a segédépületben található, ezek közös földrengésálló alapon állnak.

A passzív biztonsági elv alkalmazásának előnye a súlyos balesetek következményeinek hosszú távú csökkentése terén is megmutatkozik: ezen rendszerek operátori beavatkozások és külső energiaellátás (pl. dízel) nélkül biztosítják a maradványhő hosszú távú elvezetését. A

súlyos baleseti folyamatok során az olvadt zóna kölcsönhatása a betonnal nem jöhet létre (a zónát visszatartják a reaktortartályban), továbbá hidrogénrobbanás sem következhet be, mert hidrogénegetők és autokatalitikus rekombinátorok működnek a konténmentben.

Az AP1000 főbb biztonsági mutatóit az 5.2.-5. táblázat mutatja.

5.2.4.3. Értékelés

Az AP1000 egy egyszerű, kiforrott és biztonságos konstrukció. Engedélyezési állapota jó: az NRC kiadta a blokk típusengedélyét, az EUR követelményeknek a blokk megfelel. Jelenleg még nincs folyamatban AP1000 típusú blokk építése, de Kína szerződést kötött 4 blokk létesítésére, ezeket 2013 és 2014 között tervezik átadni. 2008 során várhatóan az USA-ban is megindulnak az AP1000 típusú blokkok létesítésére irányuló hatósági eljárások, az előrejelzések szerint 6 telephelyen összesen 12 db AP1000 blokk létesítésére nyújtanak be kérelmet. A kínai blokkokat 5-6 év alatt tervezik felépíteni, a referencia AP1000 a tervezők szerint 5 év alatt építhető meg, így egy hazai létesítésnél is 5 év építési idővel célszerű előzetesen számolni. A közepesnél valamivel nagyobb beépített kapacitás miatt a fajlagos beruházási költségek kedvezőek, a 18 hónap hosszú üzemanyagciklus miatt a blokk üzemeltetése is versenyképes. Kedvező a rövid átrakási periódus és a tízévenként esedékes nagyjavítások rövid időtartama (kb. 40 nap) is. A blokk jól manőverezhető, a napi terheléskövetés az 50% és 100% közötti tartományban egy előre definiált menetrend szerint valósul meg. Biztonsági rendszerei passzív működtetésűek, a blokk fontos biztonsági mutatói (zónaolvadási gyakoriság, nagy radioaktív kibocsátások valószínűsége stb.) kiválóak. A blokk villamos teljesítményét a hazai hálózat – kiegészítő beruházásokkal – képes befogadni, paksi telephelyen történő építéskor hűtőtornyos hűtésre lesz szükség.

Létesítési szempontból ez a blokk a „perspektivikus, megfelelő ajánlat esetén építése javasolható” kategóriába sorolható.

5.2.5. VVER-1000

5.2.5.1. Műszaki jellemzők

A mai ajánlati palettán lévő két VVER típus, a reaktorok 3. generációjához tartozó AES-92 és ennek a továbbfejlesztése, az AES-2006. Az alapvető technológia nem változott: 4 hurok, vízszintes gőzfejlesztőkkel, ami újat jelent, az a nemzetközileg általánosan elfogadott biztonsági normák következetes alkalmazása. A biztonsági változtatások mellett számos technológiai fejlesztés is történt: pl. a főkeringtető szivattyúk működésének javítása (az olajkenés kiiktatásával), a gőzfejlesztők megbízhatóságának javítása, új üzemanyag (kiegő mérgek alkalmazása). Az új blokkoknál mindenütt integrált, digitális alapú irányítástechnika alkalmazását tervezik és valósítják meg.

A rendelkezésre álló adatok alapvetően az EUR által is minősített AES-92 típusra vonatkoznak. Az AES-2006 blokkokról egyelőre hiányosak az információk, de az elérhető adatok alapján a technológiában nem történt változás az AES-92 típushoz képest. A fejlesztések alapvetően a gazdaságosság (egységteljesítmény, hatásfok) és a rendelkezésre állás (pl. 92%-os teljesítmény kihasználási tényező, 60 év üzemidő) javítására irányultak.

A VVER-1000 főbb műszaki paramétereit az 5.2.-4. táblázat mutatja.

5.2.5.2. Biztonsági jellemzők

Üzemzavari esetekben megoldott a reaktor és a primerkör hosszú idejű hűtése operátori beavatkozás nélkül. Ezt a 4 db nagynyomású és 8 db kisnyomású hidroakkumulátor biztosítja az automatikus üzemű zónahűtő rendszerekkel együtt.

A blokk nukleáris rendszerei kettősfalú konténmentben helyezkednek el. A konténmentet 4 bar üzemzavari túlnyomásra méretezték, a belső köpeny passzív hűtési móddal rendelkezik. Az egyenként 100%-os kapacitással rendelkező biztonsági rendszereket 4 egymástól független csatornába rendezték. Mindegyik biztonsági csatorna energiabetáplálását egy-egy 6,3 MW teljesítményű dízel generátor biztosítja.

A konténment alsó része olvadékfelfogó szerkezetként működik, ami a hipotetikus súlyos baleseti zónaolvadás következményeit hívatott korlátozni.

Az eszközölt változások a VVER-1000 (AES-92) blokkot az AP1000 és az EPR színvonalára emelték, ezt igazolta vissza az EUR minősítése is.

A VVER-1000 főbb biztonsági mutatóit az 5.2.-5. táblázat mutatja.

5.2.5.3. Értékelés

A közelmúltban (2007) két új VVER-1000 blokkal rendelkező erőmű kezdte meg a termelést a kínai Tianwan telephelyen. Jelenleg 5 blokk létesítése folyik, kettő az indiai Kundakulam-ban, egy-egy pedig az oroszországi Volgondszkban és Kalinyinban, valamint az iráni Busher-ben épül (ez utóbbi blokk előreláthatólag 2008-ben készül el). Az orosz szállító cégeknek további 8 blokkra van jelenleg aláírt szerződésük: két blokk létesül a bulgáriai Belene-ben; kormányközi megállapodás van érvényben két újabb blokk építésére a Tianwan-ban, és 2-2 blokk létesítéséről döntöttek Novovoronyezsben és Szosznovij Borban.

Oroszországban az AES-2006 blokk típussal tervezik a nukleáris kapacitás jelentős bővítését: a tervek szerint 2020-ig 20 000 MWe kapacitást (17 db AES-2006 blokkot) építenek. Ezzel párhuzamosan a gyártókapacitások jelentős bővítése, felfuttatása várható.

Létesítési szempontból ez a blokk is a „perspektivikus, megfelelő ajánlat esetén építése javasolható” kategóriába sorolható.

5.2.6. EPR – European Pressurized Water Reactor

5.2.6.1. Műszaki jellemzők

Az 1600 MWe teljesítményű EPR egy olyan 3. generációs reaktor, amely a francia Framatome és a német Siemens-KWU kipróbált nyomottvizes technológiájának továbbfejlesztésével jött létre. Az üzemanyag max. 5% dúsítású UO_2 vagy MOX (ez a töltet maximum 50%-a lehet). Az aktív zónában 241 db kazetta van, egy kazetta 17×17 pozíciót tartalmaz. Egyensúlyi kampányok esetén az átrakáskor berakott friss kazetták átlagdúsítása 4,4%. A reaktivitás lassú szabályozása a hűtőközegben oldott bórsavval, gyors szabályozása pedig 89 db szabályozó rúddal történik. A zóna körül ún. nehéz reflektor van vaslemezekből kialakítva: ez jelentősen csökkenti a reaktortartály falát ért gyorsneutron fluxust.

A primerkör 4 hurokból áll, hurkonként egy-egy főkeringtető szivattyúval és gőzfejlesztővel. A korábbi francia és német blokkokhoz képest növelték a reaktortartály, a térfogatkiegyenlítő

és a gőzfejlesztő térfogatát. A primerköri vízkészlet növelése kedvezően hat a LOCA üzemzavarok lefolyására és a reaktor leállított állapotában bekövetkező cirkulációs zavarok kezelésére.

A szekunderkör a német Konvoi blokkok jól bevált és kiváló rendelkezésre állási mutatókkal üzemelő szekunderkörének továbbfejlesztésével jött létre. Optimalizálták a gőz-kondenzátum-tápvíz rendszert, a nagy- és kisnyomású turbina fokozatokat, ez a hatások jelentős növelését eredményezte.

Az irányítástechnikai berendezések alapját a bevált és széleskörűen alkalmazott Teleperm-XS (biztonsági besorolású rendszerek) és Teleperm-XP (nem biztonsági rendszerek) alkotják. Mindkét rendszer digitális alapon működik. A normálüzemi állapotokra a szabályozásokat, védelmeket megvalósító rendszereket kétszeres redundanciával építették ki (a $2 \times 100\%$ elv alapján), ezek egyszeres meghibásodás ellen védettek. Az üzemi tranziensek levezetése 2-2 redundáns, diverz rendszerrel történik, míg a posztulált üzemzavarok kezeléséhez 4 redundáns rendszert használnak, a $4 \times 50\%$ elv alapján. A vészbetáplálást 4 dízelgenerátor biztosítja, ezek egy külön épületben helyezkednek el. A karbantartás és a periodikus tesztek szempontjából az irányítástechnika fontos tulajdonsága, hogy a négyszeres redundanciával kiépített rendszerek közül az egyik rendszer bármikor kivehető karbantartásra vagy javításra.

A blokkot nagyjavításra 10 évenként kell leállítani kb. 40 napra. Egyébként egy egyszerű zónaátrakást 11 nap alatt lehet elvégezni, míg a megelőző karbantartással összekötött átrakás időtartama 16 nap. Éves szinten az átrakás és karbantartás, valamint a nagyjavítás miatti állásidő 14 nap/év értékkel jellemezhető. A fentiek eredményeképpen a blokk teljesítménykihasználási tényezője 92%-nál jobbra adódik.

Az EPR blokk jól manőverezhető a 20%-tól 100%-ig terjedő teljesítménytartományban. 60% és 100% között az átlagos primerköri hőmérsékletet tartják és a főgőzvezeték nyomása változik, míg 60% alatt a főgőz nyomást tartják és az átlagos primerköri hőmérséklet változik. Naponta több 100% - 25% - 100% terheléskövető ciklus is megengedett.

Az EPR főbb műszaki paramétereit az 5.2.-4. táblázat mutatja.

5.2.6.2. Biztonsági jellemzők

A biztonsági befecskendezés 4 párhuzamos, független, fizikailag szeparált alrendszerből áll, az alrendszerek egyenként 100% kapacitással rendelkeznek. Nagynyomású befecskendezés nincs, csak közepes- és kisnyomású befecskendező rendszerek. Az In-containment Refueling Water Storage Tank (IRWST) a reaktorépület alján helyezkedik el, ötvözi a hűtőközeg tárolási és a zsomp funkciókat. A zónaolvadással járó súlyos balesetek kezelését segíti elő egy speciális konstrukció, az ún. „zónafogó” (core catcher). Ez a szerkezet a reaktortartály alatt helyezkedik el, súlyos baleset esetén szétteríti az átolvadtt tartályból kifolyó kóriumot (azaz a megolvadt zónát). Az IRWST tartályban tárolt víz passzív (gravitációs) úton árasztja el az olvadékot.

A duplafalú konténment belső fala előfeszített vasbetonból készült, a belső fal 6 mm vastag acélborítással rendelkezik. A normál vasbeton külső fal a külső események elleni védelmet szolgálja és méretezve van egy nagy utasszállító gép becsapódásából eredő következmények elviselésére is. Súlyos baleseteknél passzív hidrogénkezelést (katalitikus rekombinátorokat) alkalmaznak. A súlyos balesetek következményeinek csökkentésére szolgál a konténment

hűtőrendszere, ez a spray-rendszer a konténment nyomását csökkenti és hosszú távú működésre van tervezve.

Az EPR főbb biztonsági mutatóit az 5.2.-5. táblázat mutatja.

5.2.6.3. Értékelés

Az EPR egy kiforrott és biztonságos konstrukciónak tekinthető. Engedélyezettségi állapota kiváló: a finn és a francia hatóság már engedélyezte, az NRC jelenleg vizsgálja a terveit. Az EUR követelményeknek a blokk megfelel. Jelenleg két EPR blokk létesítése folyik: az elsőt a finn Olkiluoto, a másodikat a francia Flamanville telephelyen építik. Az OL-3 blokkot 2005-ben kezdték el építeni, a mai tervek szerint 2011 közepén fog a hálózatra kapcsolódni. A normandiai Flamanville-3 blokk építése 2006 nyarán kezdődött és előreláthatólag 2012-ben fog befejeződni. Az Areva szerződéssel rendelkeznek két kínai EPR blokk létesítésére is, a Guangdong tartományban lévő Taishan mellett. A tervek szerint a blokkok 2013-ban és 2014-ben kapcsolódnak a hálózatra. Egy hazai létesítésnél az 5 éves építési idő tűnik reálisnak.

A nagy beépített kapacitás (1600 MW) miatt a fajlagos beruházási költségek kedvezőek, a rugalmas (akár 24 hónapig tartó) üzemanyagciklus miatt a blokk üzemeltetése versenyképes. Kedvező a rövid átrakási periódus és a tízévenként esedékes nagyjavítás rövid időtartama is. A biztonsági rendszereket négyszeres redundanciával rendelkeznek, a blokk fontos biztonsági mutatói (zónaolvadási gyakoriság, nagy radioaktív kibocsátások valószínűsége stb.) kiválóak.

A magyar hálózat viszonyai között a blokk hátránya a nagy egységteljesítmény. Ha azonban regionális együttműködést feltételezünk a tartalékkapacitások kiépítésére, akkor a blokk versenyképességét nem rontják számottevően a szükséges kiegészítő beruházások. Paksi telephelyen történő létesítéskor hűtőtornyos hűtésre lesz szükség.

Létesítési szempontból ez a blokk is a „perspektivikus, megfelelő ajánlat esetén építése javasolható” kategóriába sorolható.

Az alábbi táblázat összehasonlítja a korábbiakban tárgyalt blokkok fő előnyeit és hátrányait (a még tervezési fázisban lévő ATMEA1 blokk itt nem szerepel).

5.-6. táblázat: A tárgyalt blokk típusok előnyeinek és hátrányainak összehasonlítása

Blokk jellemző	AP600	VVER-640	AP1000	VVER-1000 (AES-2006)	EPR
Nettó teljesítmény (MW)	610	640	1117	1150	1600
Előnyök / Hátrányok					
Nem prototípus konstrukció					
Megfelelő blokkméret					~
60 év üzemidő				~	
Engedélyezettségi állapot		~			
Jó manőverezhetőség	~	-			
EUR megfelelés	-	-			
Fejlesztése folytatódik	-	-			
Létesítését tervezik	-	-			
24 hónapos ü.a. ciklus		-	-		
Rep. rázuhanás ellen védett	-	~	-	~	
Turbina „illesztettség” **	-	-	~	-	
EU-n belüli szállító	-	-	-	-	

Összefoglaló értékelés					
Perspektivikus blokk típus	-	-			

* jelmagyarázat: + = az adott jellemző teljesül; - = nem teljesül; ≈ = csak részlegesen teljesül

** a blokk rendelkezik az 50 Hz-es hálózathoz illeszkedő turbinával és/vagy alacsony fordulatszámú (1500 rpm) turbina rendelkezésre áll

5.2.7. Összefoglalás

5...-7. táblázat: AP600, VVER-640 és ATMEA1 műszaki jellemzőinek összehasonlítása

Blokk típusa	AP600	VVER-640	ATMEA1
Kiadható nettó teljesítmény	610 MW	640 MW	1000 MW
Üzemidő	60 év	50 (60) év	60 év
Tervezett telj. kihasználási tényező	93 %	92 %	92 %
Tervezett főjavítás miatti éves kiesés	17 nap	20 nap	16 nap
Önfogyasztás	8,9 %	7,0 %	5,8 %
Felhasználható üzemanyag típusa	UO ₂	UO ₂	UO ₂ , MOX
Felhasználható üzemanyag forrása	Westinghouse	TVEL	Areva és MHI
Üzemanyagciklus	18-24 hónap	10 hónap	12-24 hónap
Üzemanyag szükséglet	36,8 t UO ₂ / 24 hónap	15,2 t UO ₂ / 10 hónap	42,7 t UO ₂ / 24 hónap
Friss kazetták száma átrakáskor	80 db (24 havonta)	36 db (10 havonta)	nincs adat
Friss kazetták átlagdúsítása	4,8 %	3,6 %	nincs adat
Manőverező képesség	naponta 100% - 50% - 100% menetrend	nincs adat	30% - 100% között
Hurkok és FKSZ-ek száma	2 (1 hurok = 1 meleg- és 2 hidegág), 4 FKSZ	4, 4 FKSZ	3, 3 FKSZ
Primerköri nyomás	155 bar	157 bar	nincs adat
Reaktor belépő hőmérséklet	279,5 °C	293,9 °C	nincs adat
Reaktor kilépő hőmérséklet	315,5 °C	323,3 °C	nincs adat
Gőzfejlesztő	2 db, függőleges	4 db, vízszintes	3 db, függőleges
Gőzfejlesztő kilépő nyomás	57,4 bar	70,6 bar	p > 70 bar
Felhasznált hűtővíz mennyisége	88 ezer m ³ /h	130 ezer m ³ /h	122 ezer m ³ /h
Konténment tervezési nyomás	4,16 bar(abs)	5,0 bar(abs)	nincs adat (EPR?)
Konténment tervezési hőmérséklet	138 °C	nincs adat	nincs adat (EPR?)
Konténment szivárgás	0,12 %/nap	0,2 %/nap	nincs adat (EPR?)
Repülőgép rázuhanás ellen védett	nem	részben (5,7 tonna + 100 m/s)	igen
Méretezési földrengés (PGA)	0,30 g	kb. 0,20 – 0,25 g (8-as az MSK-64 skálán)	0,30 g

5...-8. táblázat: AP600, VVER-640 és ATMEA1 blokk PSA és súlyos baleseti jellemzői

Blokk típusa	AP600	VVER-640	ATMEA1
--------------	-------	----------	--------

Zónaolvadás gyakorisága [1/év] *	$2,0 \cdot 10^{-7}$	nincs adat (célérték = 10^{-5})	nincs adat (célérték = 10^{-6})
Jelentős kibocsátás gyakorisága [1/év]	$1,8 \cdot 10^{-8}$	nincs adat (célérték = 10^{-7})	nincs adat (célérték = 10^{-7})

* teljesítményüzemben, belső eseményekre

5.-9. táblázat: AP1000, VVER-1000 és EPR műszaki jellemzők összehasonlítása

Blokk típusa	AP1000	VVER-1000	EPR
Kiadható nettó teljesítmény	1117 MW	1150 MW	1600 MW
Üzemidő	60 év	50(60) év	60 év
Tervezett telj. kihasználási tényező	93 %	92 %	92 %
Tervezett főjavítás miatti éves kiesés	17 nap	20 nap	14 nap
Önfogyasztás	6,9 %	7,0 %	7,0 %
Felhasználható üzemanyag típusa	UO ₂ , MOX	UO ₂	UO ₂ , MOX
Felhasználható üzemanyag forrása	Westinghouse	TVEL	Areva
Üzemanyagciklus	18 hónap	18-24 hónap	12-18-24 hónap
Üzemanyag szükséglet	43,2 t UO ₂ /18 hónap	43,0 t UO ₂ /24 hónap	64 t UO ₂ / 24 hónap
Friss kazetták száma átrakáskor	68 db (18 havonta)	82 db (24 havonta)	120 db (24 havonta)
Friss kazetták átlagdúsítása	4,8 %	4,0 %	4,4 %
Manőverező képesség	25% - 100% között, napi 100%-50%-100%	30% - 100% között, évi max. 250 db Δ70%	20% - 100% között, napi 100%-25%-100%
Hurkok és FKSZ-ek száma	2 (1 hurok = 1 meleg- és 2 hidegág), 4 FKSZ	4, 4 FKSZ	4, 4 FKSZ
Primerkörü nyomás	155,2 bar	157 bar	155 bar
Reaktor belépő hőmérséklet	280,6 °C	291,0 °C	295,5 °C
Reaktor kilépő hőmérséklet	321,1 °C	320,0 °C	328,0 °C
Gőzfejlesztő	2 db, függőleges	4 db, vízszintes	4 db, függőleges
Gőzfejlesztő kilépő nyomás	57,6 bar	62,7 bar	78,0 bar
Felhasznált hűtővíz mennyisége	136 ezer m ³ /h	140 ezer m ³ /h	190 ezer m ³ /h
Konténment tervezési nyomás	5,1 bar(abs)	5,0 bar(abs)	6,5 bar(abs)
Konténment tervezési hőmérséklet	150 °C	150 °C	160 °C
Konténment szivárgás	0,1 %/nap	0,3 %/nap	0,5 %/nap
Repülőgép rázuhanás ellen védett	nem	részben (5,7 tonna + 100 m/s)	igen
Méretezési földrengés (PGA)	0,30 g	kb. 0,20 – 0,25 g (8-as az MSK-64 skálán)	0,25 g

5.-10. táblázat: AP1000, VVER-1000 és EPR blokk PSA és súlyos baleseti jellemzői

Blokk típusa	AP1000	VVER-1000	EPR
Zónaolvadás gyakorisága [1/év] *	2,4·10 ⁻⁷	6,8·10 ⁻⁸	6,1·10 ⁻⁷
Jelentős kibocsátás gyakorisága [1/év]	2,0·10 ⁻⁸	2,4·10 ⁻⁹	3,9·10 ⁻⁸

* teljesítményüzemben, belső eseményekre

5.3. A hazai feltételeknek való megfelelés elemzése

5.3.1. A paksi telephely alkalmassága az új blokkok befogadására

A mai paksi telephely jellemzőit, a klimatikus viszonyokat, a meteorológiai, a hidrológiai, a geológiai, a tektonikai és a szeizmicitási adatok leírását a 4. fejezet adja meg, itt ezek nem kerülnek megismétlésre. A paksi telephely kiválasztására még 1967-ben meghozott döntést indokoló előnyök döntő része ma is fennáll, így a telephely kedvező feltételeket biztosít az új blokkok befogadására is. Az alábbiakban kifejtésre kerül, hogy milyen változások várhatók a mai helyzethez képest és hogy az új feltételeknek, követelményeknek képes-e megfelelni a paksi telephely.

Az atomerőmű körüli biztonsági övezet határait a 213/1997 (XII.1.) sz. Kormány rendelet definiálta. Az új blokkok létesítésével a biztonsági övezet a rendeletnek megfelelően bővül.

A telephely már a 70-es évek közepén úgy lett kialakítva, hogy a négy üzemelő blokk mellé két további nagy blokk legyen telepíthető. Az eltelt kb. 30 év alatt változtak a követelmények, a mai tervek nagyobb területet igényelnek. Az építőipari fejlődés viszont olyan technológiák belépésével járt, amelyek kisebb helyigényűek, mind a felvonulást, mind a létesítést illetően. Az új blokkok létesítése és későbbi üzemeltetése ezért előreláthatólag nem igényli a meglévő telephely bővítését.

A létesítés idején 2-3 ezer fős létszám részére kell biztosítani a kulturált életfeltételeket. Ez megoldható Pakson és a környéken, figyelembe véve a mai közlekedési lehetőségeket. Az M6 autópálya elkészültével a telephely elérhetőségi köre is bővülni fog.

A létesítéshez a beszállító cégek idetelepülése várható. Erre a telephely, illetve az Ipari Park területe korlátozott lehetőséget ad. Amennyiben a létesítésnél a moduláris eljárások válnak dominánssá, akkor a beszállítói tevékenység a Duna vonala mentén telepíthető.

A létesítéshez nagy mennyiségű építőanyagot kell a telephelyre szállítani. Ehhez a vasúti összeköttetés adott, de minden bizonnyal a Dunaföldvár-Paks szakasz rekonstrukcióra szorul. Megfontolandó a beszállítások döntő részének vízi útra terelése, továbbá megvizsgálandó egy ideiglenes kikötő létesítése közvetlenül a telephely melletti Duna parton. Az ideiglenes kikötő azért szükséges, mert a ma meglévő állandó kikötő a hidegvízcsatornában van, ezért ha ezt használnák a nagy mennyiségű építőanyag szállítására, akkor a víz felkavarodása problémákat okozhatna a működő blokkoknál.

Az új blokkok üzemeltetői létszáma várhatóan jóval kisebb lesz a ma üzemelő blokkokénál. E kisebb létszám letelepítése és elhelyezése a környéken problémamentesen megoldható.

5.3.2. Kölcsönhatás az üzemelő blokkokkal

5.3.2.1. Az új blokkok hatásai az üzemelőkre

Az új blokkok létesítésére a mai blokkoktól északra elhelyezkedő, 400m×312m nagyságú terület alkalmas. A hűtőtornyokat ettől a területtől északkeletre, a hidegvíz csatorna jobb partján lehet elhelyezni, vagy pedig a hideg- és a melegvíz csatornák közötti területen.

Számottevő – és a blokkok üzemé szempontjából értékelendő – hatásról csak a létesítés időszakát tekintve lehet beszélni. Az építkezés miatt a telephelyen lévő, az üzemelő blokkokhoz szolgáltatást nyújtó egységek (pl. raktárak) megközelítése változni fog, az ipari terület rendjét újra kell szabályozni, hiszen a változások az üzemi terület funkcióit is érinthetik.

Az építkezés kiegészítő szennyeződéssel jár – zaj- és porterhelés, a hidegvíz csatorna használata szállítási célokra – amelynek kezelését preventív intézkedésekkel biztosítani kell.

Egészében ma nem láthatók olyan hatások, amelyek a blokkok üzemét akár rövid időszakra is korlátoznák vagy veszélyeztetnék.

5.3.2.2. Az üzemelő blokkok hatásai a létesítendőkre

Ezek a hatások alapvetően pozitívnak értékelhetők. A blokkok biztosítják az ipari terület ellátását villamos- és hőenergiával. Rendelkezésre állnak azok a szolgáltatások, amelyek a létesítés utolsó fázisaiban (próbák, üzembe helyezés) nélkülözhetetlenek.

A jelenlegi blokkok leállítása – üzemidő hosszabbítás esetén – 2032 és 2037 között várható, kérdés, hogy végleges leszerelésüknek lesz-e számottevő a hatása a továbbüzemelő 5-6. blokkra. A fenti menetrend szerint a jelenlegi 1-4. blokk leállítására csak azután kerül sor, hogy az újak üzembe lépnek. Üzemelő egységek jelenléte a telephelyen pozitívan befolyásolja majd a leszerelés előkészítési és végrehajtási munkálatait. A hőenergia-ellátás és a szükséges háttérszolgáltatások rendelkezésre állása elősegítik a munkák egyszerűbb tervezését és a költségek csökkentését.

A jelenlegi leszerelési koncepció 70 éves védett őrzési fázissal, majd az ezt követő kb. 25 éves leszerelési tevékenységgel számol. Ebből az következik, hogy az új blokkok 60 éves üzemideje alatt a mai blokkok leszerelésével kapcsolatos tényleges tevékenységekre – pl. felaktiválódott berendezések, épületek bontására – nem kerül sor. Ha a fenti koncepció megváltozik, és a védett őrzési fázis lerövidül, vagy a leszerelésre a leállás után rövid időn belül sor kerül, akkor arra kell törekedni, hogy a VVER-440 blokkok leszerelése befejeződjön arra az időre, amikor az új blokkok leállítása miatt kieső kapacitások pótlására újabb egységek létesítését meg kell kezdeni (ez a 2080-2090 közötti időszak).

5.3.3. Az új blokkok hűthetősége

A hideg- és melegvíz csatornát 220 m³/s forgalomra tervezték, a ma üzemelő blokkok maximálisan 110 m³/s mennyiséget használnak fel. Számolva azzal, hogy az új blokkok hatásfoka valamivel jobb, mint a mostaniaké, kijelenthető, hogy a hidegvíz csatorna elvileg további 2000 MW teljesítmény kiszolgálására képes. Ezzel az elvi lehetőséggel szemben az új blokkok hűtésére a hűtőtornyos megoldást javasoljuk, a Duna vízminőségének megőrzésére.

A végső hőelnyelőt biztosító Dunán a növekvő gyakoriságú – és egyre alacsonyabb szintű – kisvizes időszakok, a vízhőmérséklet emelkedése azonban már az üzemelő blokkoknál is kezelendő problémát jelentenek. Az [5.-17] tanulmány szerint Paksnál a dunai kisvizek szintje a XX. században 2 métert csökkent. Az eddig mért legalacsonyabb szintnél a Duna hozama 664 m³/sec, mindössze háromszorosa a leendő erőmű igényelte összes hűtővíz mennyiségnek. A fenti tanulmány szerint 1968 óta a vízhőmérséklet éves átlaga +0,076 °C/év változási trendet mutat. Ugyanez a trend az augusztusi hőmérsékletek átlagát tekintve +0,15 °C/év. A mai blokkokra vonatkozó fontos üzemeltetési tapasztalat, hogy 27 °C-os és annál magasabb

Duna hőmérsékletnél, 8 °C-os kondenzátor hőfoklépcső mellett a kibocsátási ponttól 500 méterre lévő Duna keresztiszvényben, 4 blokkos üzemben a 30 °C-os korlát nem tartható.

A fentiek miatt az új blokkoknál csak a **hűtőtornyos hűtés** jelenthet megbízható megoldást. Az ehhez szükséges többletberuházások, valamint a hatásfok 1,0 - 1,5%-os csökkenése az ára annak, hogy az új blokkok minden körülmény között a környezeti paramétereiktől függetlenül üzemelhessenek. Megjegyzendő, hogy az ún. tiszai telephelyeken is ez a helyzet, mivel ott is csak hűtőtornyos hűtés jöhet számításba.

Megjegyzés: A hűtőtornyos hűtés technológiai jellemzőit az *Előzetes Környezeti Értékelés 2.* fejezete ismerteti.

5.3.4. A megtermelt villamos energia elszállíthatósága

A megtermelt villamosenergia kiszállíthatóságával kapcsolatos feltételeket és az ahhoz szükséges hálózati beruházásokat a 2. számú fejezet részleteiben tartalmazza. Összefoglalva megállapítható, hogy műszakilag mindegyik egységteljesítményű blokk hálózati csatlakoztatása megoldható, az előzetes vizsgálatok eredményei alapján a termelt teljesítmény biztonságosan kiszállítható.

Hivatkozások

- [5.-1] World Energy Outlook 2006, OECD International Energy Agency, 2006
- [5.-2] The role of nuclear power in Europe, World Energy Council, January 2007
- [5.-3] An energy policy for Europe, European Commission, COM(2007) 1, January 2007
- [5.-4] The sustainable nuclear energy technology platform (SNE-TP), Euratom, EUR 22842, 2007
- [5.-5] A European Strategic Energy Technology Plan (SET-PLAN), „Towards a low carbon future”, European Commission, COM(2007) 723
- [5.-6] <http://gif.inel.gov> (Gen IV International Forum)
- [5.-7] Nuclear Technology Review 2007, IAEA General Conference, GC(51)/INF/3, July 2007
- [5.-8] IAEA PRIS (Power Reactor Information System) Database, <http://www.iaea.org>
- [5.-9] Status of advanced light water reactor designs 2004, IAEA-TECDOC-1391, IAEA, May 2004.
- [5.-10] Új atomerőművi blokkok létesítésével kapcsolatos hazai feladatok, AEKI-ARL-2006-766-00/01, KFKI AEKI, 2006.12.11.
- [5.-11] <http://www.gnep.energy.gov/>
- [5.-12] <http://www.tvo.fi>
- [5.-13] <http://www.edf.fr>
- [5.-14] <http://www.areva-np.com>
- [5.-15] <http://www.ap1000.westinghousenuclear.com>
- [5.-16] <http://belene-npp.com>
- [5.-17] A globális klímaváltozás és a Paksi Atomerőmű üzemidejének meghosszabbítása, Racskó Imre, Orosz Csaba (PA Zrt.), Szolnok Csaba, Fleit Ernő (BME Innotech Kft.), 2006
- [5.-18] Mitsubishi Nuclear Power Technologies, Konferencia előadás, MTA, 2007. március 8.
- [5.-19] European Nuclear Energy Forum, <http://ec.europa.eu/energy/nuclear/forum/>

[5.-20] European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants, Rev C, April 2001

6. Az előzetes környezeti értékelés eredményeinek összefoglalása

A paksi telephelyen tervezett új atomerőművi blokkok üzembe helyezésének ideje 2020-2025-re, a jelenleg üzemelő négy blokk leállítása a tervezett üzemidő-hosszabbítást figyelembe véve 2032 és 2037 közé tehető. Így lesz olyan időszak, amikor a meglévő négy és a tervezett két új blokk működése átfedi egymást. A környezeti hatások tekintetében ez azt jelenti, hogy bizonyos esetekben a 2020-2037 közötti időszakban a hatások kétszereződésével kell számolni.

Egy új létesítmény építésénél fontos szempont a környezet alapállapotának felmérése, hiszen ez adja meg a változások kimutathatóságnak alapfeltételét. A helyzet sajátosságát mutatja, hogy a környezet alapállapotát a két új blokk létesítése előtt a jelenleg üzemelő négy blokk határozza meg. A 6.-1. ábra szemlélteti a különböző fázisokhoz köthető és vizsgálandó környezeti hatásokat.

Fázisok	2 új blokk	4 régi blokk	Üzemelő blokkok száma
„Alapállapot”		a 4 meghosszabbított üzemidejű blokk	4 blokk
Létesítés	2 új blokk építése	a 4 meghosszabbított üzemidejű blokk	4 blokk
Üzemeltetés (1. szakasz)	2 új blokk	a 4 meghosszabbított üzemidejű blokk	2+4 blokk együttműködése
Üzemeltetés (2. szakasz)	2 új blokk	a 4 meghosszabbított üzemidejű blokk leállítása, pihentetése, őrzött védelem	2 blokk
Leszerelés	2 új blokk leszerelése	4 blokk leszerelése	nincs üzemelő blokk

6.-1. ábra: A vizsgálandó környezeti hatások a két új blokk létesítése és üzemeltetése során

A környezeti hatások elemzésénél különválasztottuk a létesítési fázist az üzemeltetési fázistól és a leszereléstől. A létesítési fázis során csak az építkezéshez köthető tevékenységek környezeti hatásai kerülnek bemutatásra. A Paksi Atomerőmű területének az építkezés időtartamára vonatkozó környezeti értékelését a létesítés és az alapállapot hatásainak együttese adja meg. Ezzel szemben a létesítmény működésének értékelése szempontjából nem elegendő csak a két új blokk környezeti hatásainak vizsgálata, mert az üzemeltetéshez köthető

környezeti hatásokat a 4+2, vagyis a hat egymás mellett működő blokk határozza meg. A négy régi blokk leállítása után a két blokkal továbbüzemelő atomerőmű környezeti hatásai csökkenni fognak. A jelenlegi leszerelési koncepció szerint a négy régi blokkot a leállítás után 70 éves védett megőrzést követően bontanák le, ezért az új blokkok 60 éves üzemideje alatt a jelenlegi blokkok leszerelésével kapcsolatos tevékenységekre nem kerül sor.

A környezeti hatások értékelése során a jelenlegi állapothoz (az üzemelő négy blokk), mint alapállapothoz történt a viszonyítás. A várható hatások és a környezetállapot-változások környezeti elemenként az alábbiak szerint foglalhatók össze.

6.1. A létesítés környezeti hatásai

A tervezett két új blokk létesítési fázisában radiológiai hatásokkal nem kell számolni, a blokkok üzembe helyezéséig radiológiai hatásokról csak a meglévő és üzemelő négy blokkal kapcsolatosan beszélhetünk. Az új blokkok építése során az alábbi terhelő hatások megjelenésével kell számolni:

- levegőszennyezés,
- felszíni vizeket érő hatások (pl. többlet vízkivétel, vízszennyezés),
- földtani és vízföldtani képződmények terhelése, igénybevétele,
- ipari/építési (nem radioaktív) hulladékok keletkezése,
- zaj és rezgésterhelés a környezetben,
- közvetett hatások az élővilágra, az emberre és a települési környezetre vonatkozóan.

A felsorolt hatások közül a létesítés időszakában elsősorban a hagyományos légszennyezés, a zajterhelés és a hagyományos hulladékkeletkezés hatásaira kell számítani. Várhatóan a hulladékkeletkezés lesz meghatározó, hiszen a telephely kiterjedése és a lakóterületek nagy távolsága garantálja, hogy számottevő légszennyezés és zajterhelés a végső hatásviselőt ne érje.

A létesítés alatti légszennyezés egyrészt az anyagszállítás következtében, másrészt a munkagépek mozgása során adódik. Ezek közül a szállítási tevékenység várhatóan jelentősebb, mivel ez lakott területeket is érinteni fog. Az építőanyagok szállítása során a napi kb. 60 nehézgépjármű elhaladása jelenthet többletterhelést, a dolgozók szállítására szolgáló buszok kibocsátásait kis emissziójú, korszerű, az európai normáknak megfelelő járművek forgalomba állításával elviselhető szinten lehet tartani. A lakott területek és az építkezési terület nagy távolsága miatt várhatóan az építkezés nem jelent veszélyeztető tényezőt, vagyis a levegőminőségben nem várhatóak számottevő változások.

Az építkezés során az építőipari létszám miatt az ivóvízkivétel növekedni fog, azonban ez nem tekinthető jelentős változásnak, így az új vízkivételek hatására a térség felszín alatti vizeinek mennyisége elviselhető mértékben változik meg.

Az építés, szerelés idejére egy új szennyvíztisztító műtárgyat kell létesíteni. Az új blokkok építésének befejezése után – a csökkenő kapacitásigény miatt – a régi (jelenleg meglévő) szennyvíztisztító műtárgy leállítható és felszámolható. A terhelés ugyan számottevő lesz, de a szennyvízkibocsátás műszaki megoldásokkal kezelhető, ezért a hatás elviselhető szinten tartható.

Az eddigi előzetes tapasztalatok alapján egy atomerőmű beruházásnál keletkező építési-szerelési hulladékok mennyisége a normál üzem során keletkező építési törmelék és nem veszélyes ipari hulladék hat-nyolcszorosára tehető. A hulladékok egy része (pl. fém, papírgöngyöleg, stb.) szelektív gyűjtés után újraértékesíthető, a többi a települési szilárd hulladéklerakó helyen ártalmatlanítható.

A legzajosabb építési műveletek a földmunka, a betonozás és a homlokzatépítés, melyek során számolni kell a környezeti zajhelyzet megváltozásával az építési területen, azonban a végső hatásviselőre nézve, a nagy távolságra lévő lakóterületek miatt ez a hatás elhanyagolható. Az anyag- és személyszállítás okozta közúti forgalomnövekedésre szintén számítani kell a létesítés alatt, de ezek eloszlása miatt az eredő többlet zajterhelés nem számottevő.

A tervezett bővítésre alkalmas kijelölt terület nem érinti a mező- és erdőgazdasági hasznosítású területeket, mert a Paksi Atomerőmű ún. „beruházási területéhez” tartozik. A terület beépítése ökológiai (illetve természetvédelmi, botanikai és dendrológiai) szempontból értékvesztéssel nem jár együtt, mivel az építkezési területen, illetve az építkezési munkák közvetett hatásterületén nem találhatók kiemelkedő jelentőségű vagy érzékeny élőközösségek. Az építkezés során különös gondot kell fordítani a termőtalaj (a talaj felső 25-30 cm vastagságú rétege) megfelelő védelmére, mert az a kivitelezés befejezése után az eredeti funkciójának megfelelően visszakerülhet, pl. rekultivációs célokra. Átmeneti időre a felszín alatti áramlási viszonyok a területen megváltozhatnak, de várhatóan e hatás időtartama és volumene is olyan, ami nem okoz látványos változásokat.

Az építkezések kapcsán a művi elemek száma mind a telephelyen, mind Paks településen belül növekedni fog. Várhatóan az új létesítmények mindegyike megépíthető a környezet számottevő terhelése nélkül. [6.-1.]

Az építés ideje alatt a kivitelezési munkák a telephelyen csúcsidőszakban várhatóan 3000-5000 fő több évig tartó, folyamatos foglalkoztatását igénylik. Ez a nagy számú új munkahely a régióban további munkahelyeket teremt azáltal, hogy a megnövekedett népességet ellátó szolgáltató ágazat, valamint a beruházáshoz kapcsolódó vállalkozások forgalma is növekszik.

Az építési, kivitelezési munkák során, – hasonlóan az egyéb nagy ipari beruházásokhoz – sajnos statisztikailag számolni kell sérüléssel és esetleg halálos üzemi balesetek előfordulásával, melyek elkerülése érdekében minden lehetséges intézkedést meg kell tenni.

6.2. Az üzemeltetés környezeti hatásai

Az új blokkokkal bővített atomerőmű működése során meghatározó hatótényezőként a következők jelölhetők meg:

- radioaktív kibocsátások a működés során (levegő, víz, talaj),
- személy és tehergépjármű forgalom (levegőszennyezés, zaj- és rezgésterhelés, zavarás),
- hőkibocsátás a légtérbe a hűtőtornyokon keresztül (mikroklíma módosulás),
- az erőmű léte (tájkép, tájszerkezet, urbánhatás),
- vízkivétel (szociális vízigény),

- beépített és burkolt felületek léte (talaj- és felszín alatti vizek mennyiségi és minőségi változása),
- szennyvíz keletkezés, haváriás vízszennyezés (befogadó minőségváltozása),
- hagyományos és radioaktív hulladékok keletkezése.

6.2.1. Radiológiai hatások

Az atomerőmű radioaktív kibocsátásaiból eredő hatások alapvetően a telephely közelében élő lakosságnak (vonatkoztatási csoport) a működésből származó sugárterhelésével jellemezhető, hiszen erre vonatkoznak az elsődleges hatósági előírások. A környezeti hatásokat okozó radioaktív kibocsátások határértékeit az Országos Tisztifőorvosi Hivatal (OTH) által a lakosság vonatkoztatási csoportjára meghatározott dózismegszorításból kell származtatni, amely a Paksi Atomerőmű telephelyére vonatkozóan évi **100 μ Sv**.

Kiindulópont, hogy a jelenlegi telephelyen létesítendő új blokkok esetén a fenti dózismegszorítást egyelőre továbbra is érvényesnek kell tekinteni, melynek teljesítése biztosítja, hogy az új és régi blokkok együttes környezeti hatása nem haladja meg az elfogadható mértéket.

Az új blokkokkal bővített erőmű környezeti hatásait három időskálán vizsgáltuk [6.-3.]:

- 2020-ig csupán a jelenlegi blokkok működnek,
- 2020-ban belépnek az új blokkok, így 2037-ig, a jelenlegi blokkok tervezett leállításáig a régi és újak párhuzamosan üzemelnek,
- 2037-től 2080-ig csak az új blokkok üzemelnek.

Mindezek alapján, a 6.-1. táblázatban megadott, az új blokkokra vonatkozóan prognosztizált kibocsátások [6.-3.] segítségével felső becslés adható a lakosság vonatkoztatási csoportjának éves sugárterhelésére, feltételezve, hogy a meteorológiai viszonyok, fogyasztási stb. adatok ilyen időskálán nem változnak jelentősen:

- 2020-ig a (prognosztizálásnál alapul vett) 1995–97-es évek átlagaként **0,11 μ Sv/év**,
- 2020–2037 között a régi blokkoknál az 1995–97-es értékek átlaga, a új blokkoknál a régi blokkokból származó dózisoskat a 6.-1. táblázat szerinti arányokkal korrigálva, mindösszesen **0,21 μ Sv/év**,
- 2037–2080 között **0,10 μ Sv/év**.

6.-1. táblázat: A Paksi Atomerőmű jelenlegi és új blokkjainak villamosenergia-termelésre normált kibocsátásainak prognosztizált értékei

	Légnemű [TBq/(GWeév)]					Folyékony [TBq/(GWeév)]	
	Nemesgáz	Aeroszol	³ H	¹⁴ C	¹³¹ I	³ H	Egyéb
Jelenlegi blokkok	63	0,0005	2,9	0,57	0,0002	12	0,0006

Új blokkok	13	0,0001	2,4	0,22	0,0002	19	0,008
------------	----	--------	-----	------	--------	----	-------

Összefoglalóul elmondható tehát, hogy a telephelyi bővítés hatására a lakosság vonatkoztatási csoportjának éves sugárterhelése – konzervatív becsléssel – a **0,21 $\mu\text{Sv}/\text{év}$** értéket nem fogja meghaladni, ami a dózismegszorításnak mindössze két ezreléke.

A Paksi Atomerőmű jelenlegi és prognosztizálható normál üzemi kibocsátásaira, valamint a telephely új blokkokkal történő bővítésének környezeti hatásait – a légnemű kibocsátások esetében a talaj, a vízi kibocsátások esetében az üledék két jelentősebb, hosszú felezési idejű radioizotóp ^{60}Co és ^{137}Cs felhalmozódásának időfüggését modellezéssel – vizsgálva elmondható, hogy

- a kibocsátások összességükben időben csökkenő trendet mutatnak, azaz a blokkok öregedését megfelelő üzemvitellel ellensúlyozni lehet,
- a határértékekhez képest nagyságrendekkel kisebb kibocsátások hatására – a radiológiai környezetellenőrzésben alkalmazott érzékeny mérés technikák ellenére – az erőmű közvetlen közelében is csak néhány radionuklid alkalmankénti kimutatása volt lehetséges,
- a nyomottvízes reaktorok kibocsátásainak világátlagai időben csökkenő tendenciát mutatnak, így feltehető, hogy az új blokkok nem rendelkeznek majd az (alapul vett) 1995–97 közötti átlagnál rosszabb jellemzőkkel, és ezeket az üzemeltetés során mindvégig tartani tudják,
- a telephelyi bővítés következtében a lakosságot érő sugárterhelés legfeljebb megduplázódik, azonban a dózismegszorításnál így is több, mint 400-szor kisebb marad, azaz a változás jelentéktelen mértékű,
- a telephelyi blokkok összesen 95 évi feltételezett működése során a talajban akkumulálódó radionuklidok a jelenlegi szintnek legfeljebb kétszeresére nőnek, így a lakossági környezetben – a környezetellenőrzésben alkalmazott érzékeny mérés technikák ellenére – továbbra sem mutathatók ki; a Duna üledékében azonban a ^{60}Co izotóp valószínűleg mérhetővé válik (arra az erősen konzervatív feltevésre alapozva, hogy új blokkok nem fognak jobb paraméterekkel rendelkezni a nyomottvízes reaktorok 1995–97 közötti átlagos kibocsátásainál).

A tervezett új atomerőművi blokkok üzemeltetése során – egyrészt a régi blokkokkal való párhuzamos működés, másrészt az új blokkok hosszú, kb. 60 évre tervezett üzemideje miatt – mind a kis és közepes, mind a nagy aktivitású radioaktív hulladékok, mind a kiégett fűtőelemek tekintetében a keletkező mennyiségek növekedésével kell számolni. A két új bloktól várható hulladékmennyiségek nagyságrendileg a meglévő blokkoknál tapasztalt hulladékképződés 50–50%-át teszik ki. Ezért az új blokkokhoz kapcsolódóan szükséges lehet új radioaktív hulladék és – a jelenlegi KKÁT-tól független – kiégett fűtőelem tárolókapacitások kiépítésére. Figyelembe kell azonban venni, hogy az atomerőművi technológia jelentős fejlődésének köszönhetően az új blokkoknál a keletkező radioaktív hulladék és kiégett fűtőelem fajlagos mennyisége a jelenlegiekhez képest várhatóan alacsonyabb lesz.

6.2.2. Hagyományos szennyezőanyagok kibocsátása

6.2.2.1. Levegőminőség

Az erőmű bővítés területén „hagyományos” légszennyező anyag kibocsátás csak a biztonsági okokból telepített dízel generátorok időszakos üzeméből, illetve a festőműhely kibocsátásából ered. A lakóterületek nagy távolsága miatt ezen hatások gyakorlatilag elhanyagolhatóak.

Az erőmű területén kívüli, de az erőmű tevékenységéhez köthető hatás a közlekedés, a személy- és teherszállítás. Az M6-os autópálya megépülése után a 6. sz. főút napi közel 10 000 jármű forgalma várhatóan valamivel csökkenni fog. Az új blokkok üzembe helyezése után viszont az erőművet üzemeltetők létszáma átmenetileg növekedni fog. Így összességében csak a jelenleg üzemelő blokkok leállása után lehet számítani forgalomcsökkenésre. A közlekedési hatások kimutatható változásával becsülhetően csak az erőmű déli és északi bejárójának környezetében kell számolni, de itt védendő objektumok nincsenek, ezért a többletterhelés ellenére sem várható jelentős hatás.

A levegőkörnyezeti terhelések egy sajátos esete a hőterhelés növekedése. Az új blokkok hűtése – mivel a Duna hőterhelése jelentősen már nem növelhető – hűtőtornyos megoldással képzelhető el. A hűtőtornyok a hőt közvetlenül a levegőkörnyezetbe bocsátják ki, ami a közvetlen környezetben a hőmérséklet emelkedését okozza, melynek további következményeként a nedvesség, a párolgás és a szélviszonyok is módosulhatnak. E hatás jelentősége jelen fázisban nem ítéltető meg, de várhatóan nem lesz a lokális klímaváltozásból adódóan sem jelentős hatás.

6.2.2.2. Talajvizek, felszíni és felszín alatti vizek

A beépített és burkolt felületek mennyiségének növekedése, majd megjelenése a felszín alatti víz áramlási viszonyaiban, – pontosabban a talajvíz szintvonalak lefutásában – némi módosulást okozhat. Ennek oka a konténmentek talajvizet is érintő mélyalapozása. A beépítések területén – az eddigi tapasztalatok szerint – várható a rétegterhelés növekedése is. Ennek következtében esetlegesen kisebb mértékű elmozdulások is jelentkezhetnek a korábbi tapasztalatokra alapozva. Ezért ezt a veszélyt a létesítmény alapozásának tervezésekor és a kivitelezéskor figyelembe kell venni. A műszaki megoldásokkal e hatás, a veszélyeztetés mértékének kockázata elfogadhatóvá válik.

Az új blokkok üzemelése során a vízkivételek (technológiai víz, szociális-, ivóvíz) növekedésére számtani kell. Mivel azonban az új blokkoknál nem frissvíz hűtéses, hanem – a Duna további terhelésének megakadályozása érdekében – hűtőtornyos műszaki megoldás javasolt, így a technológiai vízmennyiség növekedése nem lesz jelentős. A technológiai vizek egy része közvetlen dunai vízkivétellel is biztosítható. A vízkivételek hatásainak megítélése a részletek, a műszaki megoldások, a mennyiségek tisztázása után történhet meg. Várhatóan megfelelő műszaki megoldásokkal kezelhető, ezért nem valószínű, hogy jelentős környezeti hatással számolni kell.

Várhatóan már a létesítés idejére egy új szennyvíztisztító műtárgyat kell építeni, hogy az építkezésből és a négy blokk működéséből származó szennyvizet megfelelően kezelni lehessen. A műszaki eszközökkel a tisztítás minősége megfelelő lehet, minden elvárt vízminőségi követelmény teljesíthető, így várhatóan kimutatható, de nem jelentős hatást fognak okozni a szennyvizek a Duna vízminőségében.

6.2.2.3. Hulladékkezelés

A hulladékkezelés olyan hatótényező, mely esetén az atomerőmű termelő kapacitásának növelése miatt a kezelendő mennyiségek is növekednek. Az atomerőműben tervezett fejlesztések következtében a jelenlegivel közel megegyező nagyságrendben és minőségben fognak keletkezni a különböző típusú hulladékok. A hulladékok gyűjtési rendszere és telephelyen belüli tárolási helyei kiépültek, valószínűleg ezek kapacitásbővítésével lehet megoldani a jogszabályoknak megfelelő hulladékkezelést. A hulladékok ártalmatlanítását az erőmű eddig is, és a fejlesztés során is a jogszabályoknak megfelelő módon végzi, vagy végezteti el. A veszélyes, a termelési és a kommunális hulladékok keletkezése, gyűjtése, kezelése és ártalmatlanítása igazodni fog a térség megoldásaihoz, jelentős környezeti hatása nem várható.

6.2.2.4. A működés zajterhelése

A beruházás megvalósulása után az atomerőmű környezeti zajkibocsátása várhatóan nem fog észrevehetően megváltozni. Ennek oka, hogy a tervezett új blokkok a jelenlegi főépület mellett a telephely középső részén helyezkednek el, és az erőmű 500 m-es körzetében a jövőben sem várható zaj ellen védelmet igénylő új létesítmény telepítése. Feltételezhető, hogy az atomerőmű zaj ellen védendő létesítményeit a jelenleginél nagyobb zaj terheli majd, de ez egyrészt nem tartozik a környezeti zajvédelem hatáskörébe, másrészt a munkahelyi zajhatárértékeknek elsősorban a helyiségek belsejében kell teljesülniük. Ez pedig a homlokzati hangszigetelés növelésével minden esetben elérhető lesz.

6.2.2.5. Ökológiai hatások

Az új blokkok működése közben az élővilágot, élőközösségeket érő közvetlen hatásokkal nem kell számolni, közvetlen hatások gyakorlatilag csak az építkezést megelőzően, az előkészítő munkák során jelentkeznek. Így az atomerőmű hatásterületén lévő élővilág terhelésével sem kell számolni.

6.2.2.6. Táj- és területfelhasználás

Az erőmű bővítése következtében a jelenlegi tájkép megváltozásával az új blokkok hűtéséhez tervezett hűtőtornyok létesítése miatt számolni kell. A hatás mértéke a hűtőtornyok típusától, kialakításától, illetve méreteitől függ, mely jellemzők megfelelő megválasztásával a tájképet módosító hatás az elfogadható szintre csökkenthető. A tervezett területfelhasználás az építés során elviselhető, a nagyberuházások során szokásos átmeneti környezetterheléssel jár. A működés sem jelent a területfelhasználás szempontjából számottevő járulékos terhelést. A beépített és burkolt területen az albedó megváltozásával a sugárzási, hő- és vízháztartási viszonyok módosulnak, de ennek mértéke – e felületek teljes telephelyhez és a már beépített területekhez viszonyított nagysága, aránya következtében – elhanyagolható.

A tervezett beruházás egy meglévő létesítmény bővítése egy már rendelkezésre álló telephelyen belül, így a területfelhasználásban nem számottevő változás következik be.

6.2.2.7. A hűtőtornyok környezeti hatásai

A hűtőtornyos hűtőrendszer alapelve, hogy a hűtendő víz hőtartalmát a hűtőtornyon átáramló levegőnek adja át. A hűtőhatás elérésére a nedves hűtőtornyban a lehűtendő vízzel nagy felületen nagy mennyiségű levegőt kell érintkezésbe hozni. A hűtőtorny feltöltése, s a

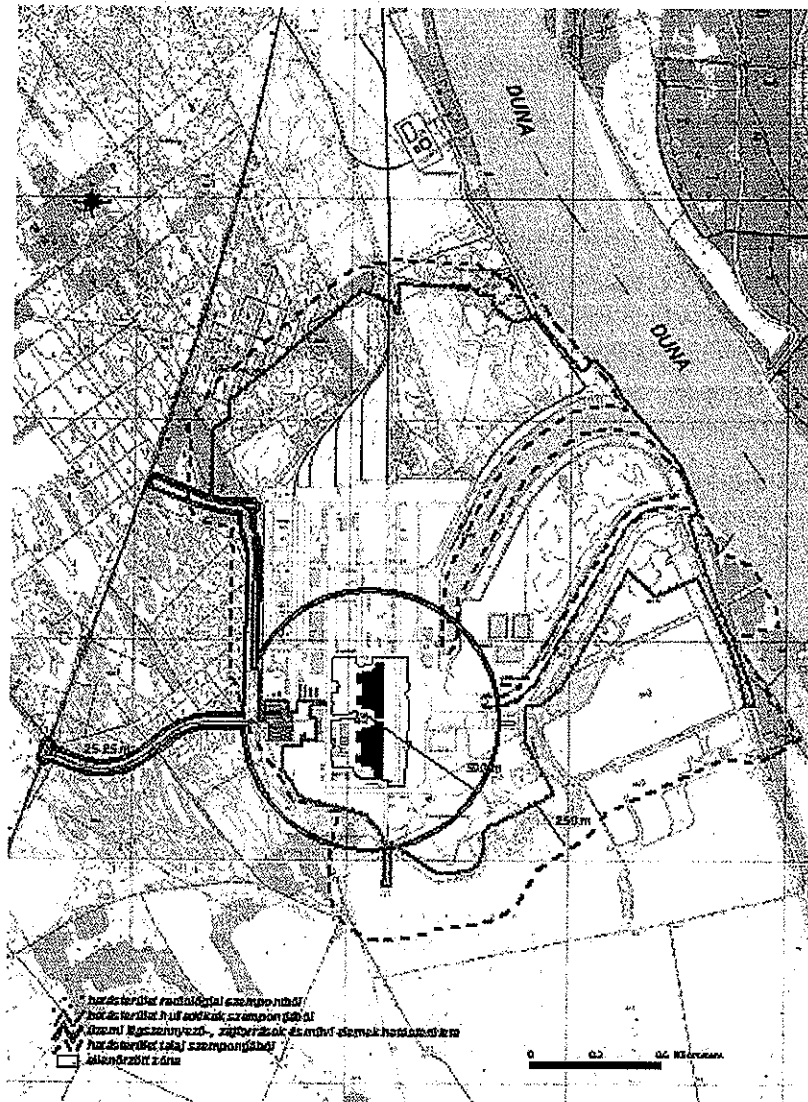
párolgási veszteség folyamatos pótlása a tervek szerint a Duna vízből történik. A hűtőtorony működését segédberendezések, vízelőkészítő rendszer és zagyeltávolító rendszer segíti.

A hűtőrendszer működésének következtében a környezetre gyakorolt hatások általánosan az alábbiak szerint foglalhatók össze:

- hűtővíz-fogyasztás és -kibocsátás,
- a hűtővíz kezeléséből származó kibocsátások,
- a levegő felhasználása és kibocsátások a levegőbe,
- zajkibocsátás,
- hulladékkeletkezés:
 - a hűtőrendszerek működéséből származó hulladék,
 - iszapképződés,
 - a vízkezelésből és tisztításból származó maradékok,
 - a létesítmény cseréje, leszerelése során keletkező hulladék.

6.2.3. A hatások területi kiterjedése

A hatásfolyamatok előzetes becslése alapján, az atomerőmű jelenlegi működésének és a tervezett üzemidő-hosszabbítása során várható környezeti hatásaiból kiindulva a becsült radiológiai és hagyományos hatásterületeket a 6.-2. ábra mutatja.



6.-2. ábra: Az atomerőmű szűkebb környezetében becsülhető hatásterületek (normál üzemi radiológiai és levegőre, talajra, hulladéokra, zajra, művi elemekre vonatkozó normál üzemi és üzemzavari hagyományos kibocsátások)

A normálüzem radiológiai hatásterületének határa az erőmű telekhatárával egyezik. A levegőre, zajra és rezgésre vonatkozó hatásterület normál üzem esetén a közlekedési terhelésből és az üzemi forrásokból adódik. A közlekedési hatásterület csak a 6-os úttól bevezető szakaszok 25 m-es környezetére terjed ki. Üzemi forrásokból gyakorlatilag nem kell a telephelyen túl mutató hatásterülettel számolnunk. A felszíni vizekhez tartozó hatásterület elsősorban a négy régi blokk üzemidejének végéig fennálló hőterhelést figyelembe véve a Sió torkolatáig terjedhet. A hatásviselőket (pl. vízi élővilág) is érő hatások azonban e területen jóval belül maradnak, csak a melegvíz csatorna alatti néhány km-es folyószakaszon ismerhetők fel. A talajhoz, talajvízhez köthető hatásterület az esetleges rendkívüli szennyezésekből adódhat, melyek hatása várhatóan a telephelyen belül marad. Települési környezet szempontjából a hatásterület elsősorban Paks közigazgatási területével azonos. Tájhasználati szempontból hatásterületnek az erőmű 3 km-es biztonsági övezetét tekinthetjük.

Tájképi szempontból a hatásterület ennél kiterjedtebb (8–10 km-es környezet), de csak bizonyos rálátási irányokból (pl. délről).

6.2.4. A környezeti hatások változásának becslése a négy régi blokk leállítása utáni időszakban

Az atomerőmű jelenleg meglévő négy blokkja a tervezett üzemidő-hosszabbítást figyelembe véve várhatóan 2032–2037 között leállításra kerül, így az ezt követő időszakban, a tervek szerint ekkor már csak az üzemelő két új blokkhoz kapcsolódó hatásokkal kell számolni. Az atomerőmű működéséhez kötődő hatótényezők tekintetében változás nem várható, az igénybevételek, a hatások intenzitása azonban mind a radiológiai, mind a hagyományos terheléseket tekintve csökkenni fog az erőművi kapacitás csökkenésével párhuzamosan.

Az üzemeltetői létszám csökkenése miatt a szállításból eredő légszennyezettség, zajkibocsátás is csökkenni fog. A régi blokkok dunai frissvízhűtésű megoldásának megszűnésével az egyik jelentős környezeti hatótényező (a Duna hőterhelése) kiesik, ami egyértelműen a környezeti állapotot javító hatás. E mellett mérséklődik a vízfelhasználás, ezáltal a keletkező szennyvíz és a hagyományos hulladékok mennyisége is csökkenni fog.

Mivel várhatóan a hatblokkos működés során sem kell jelentős környezeti hatással számolni, ezért a két új blokk önálló üzemeléséhez köthető környezeti hatások sem okozhatnak jelentős terheléssel járó változásokat.

6.2.5. Társadalmi-gazdasági hatások

Nemzetgazdasági szinten a beruházási költségek éves megoszlását figyelembe véve, ha a teljes beruházási összeg Magyarországon kerülne felhasználásra, annak GDP növelő hatása 2014–2024 között évi 1,95–2,3%-ra lenne tehető. Mivel a hazai felhasználás mértéke a beruházás teljes költségének 40%-ában feltételezett, ezért annak GDP növelő hatása évi 0,78–0,92% között prognosztizálható. Az üzemelés időszakában a szinten tartó beruházások hatására ez az érték 0,031–0,004% között alakul évente.

Mivel az új blokkok üzembe helyezését követő időszakban (már 2010-től) teljes CO₂ aukció lesz, a bővítés okán megvásárlásra nem kerülő, vagy eladható CO₂ kvóták jelentős, számszerűsíthető gazdasági hasznot eredményeznek.

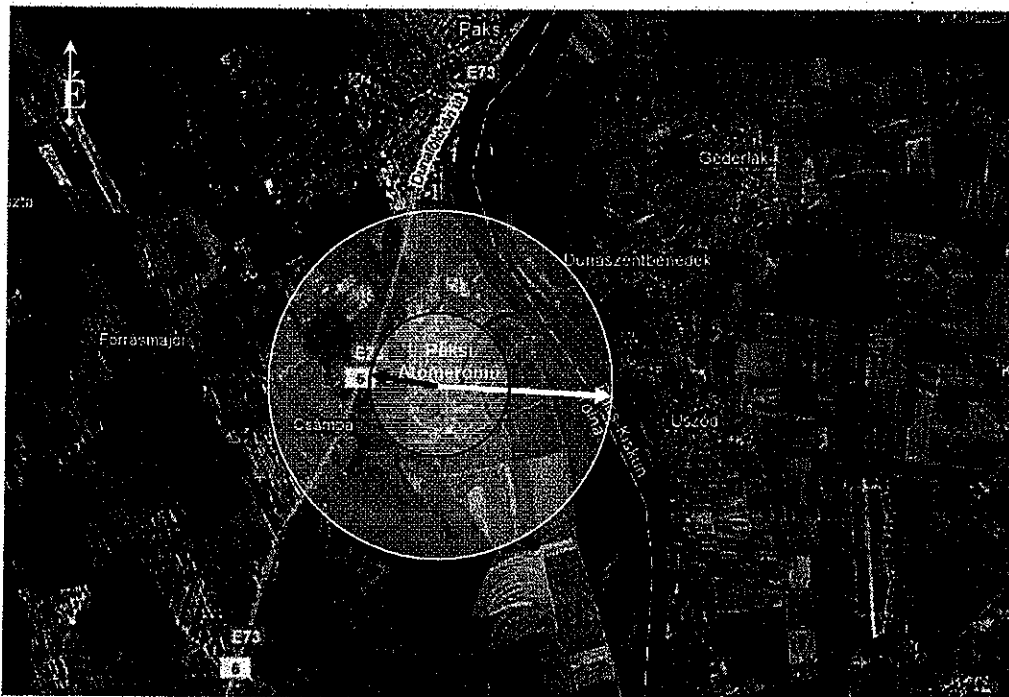
Az erőmű bővítése a gázfüggőség csökkentésével kedvező hatást gyakorol az ország ellátásbiztonságára, míg a vizsgált blokkok technológiai adottságai műszaki szempontból nem okoznak szabályozhatósági problémát.

Regionális szinten a tervezett beruházás munkahelyteremtéssel, ezáltal demográfiai változásokkal, gazdaságélénkítéssel és települési infrastruktúra-fejlesztésekkel jár együtt. Az új blokkok működtetéséhez szükséges üzemeltetői személyzet kiképzése helyben megoldható, ami további új munkahelyeket jelent a térségben.

6.3. Az üzemzavarok hatásai

Az európai reaktorokkal szembeni elvárásokra vonatkozóan a környezeti kibocsátásokra – különböző üzemállapotokat feltételezve – az ún. EUR (European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants) követelmény dokumentum [6.-4.] kibocsátási kritérium értékeket határoz meg az erőművek normálüzemére, tervezési és tervezésen túli állapotaira. A tervezési

állapotok bekövetkezési gyakorisága alapján különböző kategóriákat határoznak meg, melyekre eltérő követelmények fogalmazódnak meg. Minél gyakrabban fordul elő valamely esemény, annál szigorúbb követelményeknek kell megfelelni. A tervezési terjedelemben tartozik az elképzelhető üzemzavarok többsége. Követelményként jelenik meg például bármely primerköri csőtöréses esemény során, hogy az üzemzavarnak úgy kell lezajlania, hogy 800 m-es övezeten kívül sürgős óvintézkedés (kimenekítés) bevezetése ne legyen indokolt. Ez azt jelenti, hogy ezen a tartományon kívül a dózisterhelések nem haladhatják meg kisméretű csőtörés esetén az 1 mSv, a főkeringtető hurok törése esetén az 5 mSv értéket. A tervezésen túli balesetekre meghatározott követelményekben ezt kiegészíti egy olyan elvárás is, miszerint ezen eseményeknek úgy kell lezajlania, hogy az erőmű 3 km-es övezeten kívül ne kelljen ideiglenes óvintézkedést (átmeneti kilakoltatást) elrendelni. Az egyes területek elhelyezkedését mutatja be a 6.-3. ábra, mely pirossal a 800 m-es, sárgával a 3 km-es övezet határát illusztrálja. Az egyes erőmű típusok EUR követelményeknek való megfelelését az 5.2.-1. táblázat taglalta.



6.-3. ábra: Az EUR dokumentum szerinti üzemzavari beavatkozási területek

A paksi telephelyre tervezett 3. generációs reaktortípusok a nemzetközi ajánlások mellett a hazai szabályozást jelentő Nukleáris Biztonsági Szabályzatok követelményeit is teljesítik.

Az atomerőművekben alkalmazott technológiák meghibásodásából, a technológiákban használt veszélyes anyagokból, a keletkezett veszélyes hulladékokból stb. adódóan az erőműben nem nukleáris (hagyományos) környezeti hatással járó üzemzavarok (rendkívüli esemény) is bekövetkezhetnek (pl. olajrendszer, csővezeték, transzformátor meghibásodása, kommunális szennyvíztisztító rendszer nem megfelelő működése, veszélyes anyag szállítási baleset az üzemi területen stb.). Az ilyen és ezekhez hasonló események közvetlen hatása talaj-, talajvíz-, levegőszennyezés lehet, melyek becsült hatásterülete az üzemi terület illetve, annak 1–3 km-es sugarú környezete. Az üzemzavarok elhárítására, a környezeti következmények csökkentésére és felszámolására az atomerőmű kidolgozott tervekkel kell, hogy rendelkezzen.

6.4. A felhagyás, leszerelés környezeti hatásai

Az erőmű leszerelése, vagy felhagyása olyan adminisztratív és műszaki tevékenységek összessége, melyek egy nukleáris létesítmény esetén lehetővé teszik a radioaktívan szennyezett és az inaktív berendezések, épületek hatóság által ellenőrzött módon történő eltávolítását, lebontását, az energiatermelő tevékenység felhagyását.

A leszerelés időszakában az építőipari bontási-leszerelési munkák dominálnak, melyek kiterjednek az épületekre, illetve műtárgyakra. A vízszintészlelő és mintavételi kutakat eltömedékelik, a csatornákat feltöltik. A bontási munkákat követő tereprendezés már a rekultivációs szakasz része.

A lebontási munkák során jelentős mennyiségű radioaktív és inaktív hulladék keletkezik. Ezeket az aktív és inaktív hulladékokat a nemzetközi gyakorlatot tükröző, meglévő hazai szabályozásoknak megfelelően lehet kategorizálni, és a kategóriáknak megfelelően kezelni.

A hulladékképződés, mint legjelentősebb hatás mellett kell megemlíteni a szállítási tevékenységet (bontási hulladékok, radioaktív hulladékok, leszerelést végző személyzet szállítása, stb.). A szállítás várhatóan az építési fázissal megegyező környezeti hatásokat fog eredményezni, bár a szállítási tevékenység intenzitása a leszerelés hosszabb időtartama miatt kisebb.

Önálló hatótényező lesz a zajterhelés, mivel a bontási technikák és az alkalmazott berendezések általában jelentős zajforrások. Ez várhatóan problémát nem fog okozni, mert az atomerőmű közvetlen közelében nincs lakott terület.

Hivatkozások

[6.-1.] A Paksi Atomerőmű bővítése AP600 típusú blokk(ok)kal, Előzetes környezeti hatástanulmány, AT000ET0 SU00280C, ETV-ERŐTERV Rt., 1998. július 7.

[6.-2.] A Paksi Atomerőmű üzemidő hosszabbítása, Környezeti hatástanulmány, 000000K00004ERE/A, ETV-ERŐTERV Zrt., 2006. február 20.

[6.-3.] A paksi telephelyen tervezett új atomerőművi blokkok típusfüggetlen előzetes környezeti tanulmányához kapcsolódó részfeladatok teljesítése, SOM(R)2/103, SOM System Kft., 2008.02.14.

[6.-4.] European Utility Requirements for LWR Nuclear Power Plants, Revision C, April 2001.

7. A projekt megvalósítása

7.1. A létesítési ütemterv

A beruházás tervezett előkészítésére minimum 5 év, a megvalósítására a műszaki tervezést követően minimum 6 év, összesen tehát legalább 11 év szükséges, feltételezve, hogy az Országgyűlés 2008 folyamán jóváhagyólag dönt az új atomerőművi blokkok létesítésével kapcsolatban. Az előkészítési szakasz két részre bontható, a stratégiai előkészítésre és a kivitelezési tevékenység előkészítésére.

A részletes ütemterv kidolgozására csak a tényleges nukleáris technológia-szállítójának kiválasztása után kerülhet sor, nagyvonalakban azonban az alábbi általános ütemtervet követik a tényleges megvalósítási folyamatok:

Év	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A beruházás teljes időtartama		[Gantt bar from year 1 to 12]											
Országgyűlés jóváhagyása	◆												
Beruházás előkészítése		[Gantt bar from year 1 to 12]											
Stratégiai előkészítés		[Gantt bar from year 1 to 3]											
Döntés			◆										
Kivitelezés előkészítése			[Gantt bar from year 2 to 4]										
A finanszírozási modell kialakítása			[Gantt bar from year 2 to 3]										
Tendereztetés			[Gantt bar from year 2 to 3]										
Fővállalkozó/Vállalkozók kiválasztása					◆								
Engedélyeztetés			[Gantt bar from year 2 to 4]					[Gantt bar from year 7 to 8]					
Beruházás megvalósítása						[Gantt bar from year 4 to 11]							
Tervezés					[Gantt bar from year 4 to 11]								
Műszaki tervek					[Gantt bar from year 4 to 6]								
Kiviteli tervek						[Gantt bar from year 5 to 9]							
Megvalósulási tervek													[Gantt bar from year 11 to 12]
Építés							[Gantt bar from year 6 to 10]						
Gyártás, beszerzés							[Gantt bar from year 6 to 10]						
Helyszíni szerelés								[Gantt bar from year 7 to 10]					
Üzembe helyezés												[Gantt bar from year 11 to 12]	
Próbaüzem													[Gantt bar from year 11 to 12]
Kereskedelmi üzem kezdés													◆

7-1. ábra: Az új blokk létesítésének általános ütemterve

7.2. Előkészítő tevékenységek

Az új blokkok létesítésének beruházás előkészítési szakasza az MVM Zrt. megbízásából folytatott munkákkal részben elkezdődött. Ezek a munkák akkor érik el a céljukat, ha a miniszteri és kormányzati előterjesztés alapján az **Országgyűlés jóváhagyja az új blokkok létesítését.**

Stratégiai előkészítés

Az előkészítési tevékenység részeként áttekintettük a *Villamosenergia-törvényt (VET)*, az *Atomtörvényt (AT)*, az *Építési törvényt (ÉT)*, a *Környezetvédelmi törvényt (KVT)*, a *Vízgazdálkodási törvényt (VT)* és az ezekkel közvetlenül összefüggő rendeleteket.

Általánosságban megállapítható, hogy a jelen jogszabályi környezet alkalmas az új nukleáris blokkok létesítésére. Az egyes törvények és rendeletek azonban különböző időben léptek hatályba, ezért közöttük inkonzisztenciák vannak. Az értelmezési problémák kiküszöbölésére módosítások szükségesek, hogy az eltérő értelmezésből eredő kockázatokat minimalizálni lehessen. E feladatok időszükséglete elérheti az 1-1,5 évet.

A stratégiai előkészítés során elkészítendő dokumentumok a következők:

- Telephelykutatás, tanulmányok.
- Műszaki tanulmány (nem azonos a MEH engedélyhez tartozó Megvalósíthatósági Tanulmánnyal).
- Az új blokkok beépített villamos teljesítményének és blokknagyságának beillesztése „A villamosenergia-rendszer közép- és hosszú távú forrásoldali kapacitásterv”-be, tanulmány.
- „A tervezett új blokkok beillesztése a hazai villamosenergia-átviteli hálózatba”, tanulmány.
- „A tervezett új blokkok előzetes üzleti tervének elkészítése és a villamos energia termelésének elhelyezése a hazai villamosenergia-piacon”, tanulmány.
- Összefoglaló jelentés összeállítása beruházói döntéshez.

Amennyiben az MVM Zrt. megbízásából folytatott munkák során elkészült dokumentumok tartalmilag és formailag megfelelnek a stratégiai előkészítés fentiekben meghatározott terjedelmének, akkor az Országgyűlés jóváhagyását követően a beruházói döntés meghozható a kivitelezés előkészítésének elindítására.

Kivitelezés előkészítés

A kivitelezés előkészítésénél felsorolt feladatok esetében feltételeztük, hogy a jelenlegi Paksi Atomerőmű telephelye lesz az új blokkok létesítésének helyszíne.

A kivitelezés előkészítésének tervezett időszükséglete 3,5 év.

Összességében megállapítható, hogy – a felsorolt tevékenységek időszükségletének figyelembevételével – a beruházás előkészítéséhez legalább 5 évre van szükség.

Engedélyezési feladatok és időszükségletük

A feladatokat azzal a feltételezéssel határoztuk meg, hogy az engedélyeket két új blokk létesítésére egy lépésben kívánják megszerezni.

Az engedélyek beszerzéséhez szükséges időigényekre az alábbi következtetések vonhatók le:

Az engedélyeztetés időbeni ütemezésének „kritikus útja” az új blokkok létesítésének engedélyeztetési folyamatában az országgyűlési határozatot követően a környezethasználati engedély megszerzése (ezzel párhuzamosan folytatható az elvi vízjogi engedély megkérése). A telephely engedély megszerzése, ezt követően a nukleáris létesítési engedély és ezzel együtt az építési engedélyek (nukleáris létesítmények, épületek, felvonók), majd végül a MEH létesítési engedélyének megszerzése.

Az előzőekben felvázolt kritikus út ideje ≈ 30 hónap, amely tartalmazza a szükséges engedélyezési dokumentációk elkészítését, a hatóságokkal történő előzetes egyeztetéseket és a hatóságok rendeletekben meghatározott elbírálási időszükségletét is. Ebből az időigényből csak a kormányrendeletekben a hatóságok részére fenntartott elbírálási és jogerőre emelkedési idő (KVT 225 + AT 195 + VET 90 = 540 nap) 17 hónap.

Meglévő kockázatok, amelyek a határidőt befolyásolhatják:

- Az engedélyeztetés során a különböző hatóságok eltérő jogszabály-értelmezéséből adódó kiegészítő igényeinek kielégítése miatt felmerülő további többlet idők.
- Mindezekon felül nem elhanyagolható a társadalmi elfogadtatás, a társadalmi konszenzus kérdése sem. A jelenlegi jogszabályok értelmében a környezetvédelmi engedélyezési eljárás során a civil szervezetek ügyfélként bejelentkezhetnek és szerepvállalásukkal akár jelentősen növelhetik a beruházás előkészítésére szánt időt (1-3 év).

Környezetvédelmi engedélyeztetés

- Előzetes Vizsgálati Dokumentáció (EVD)
- Környezeti Hatásvizsgálati Dokumentáció (KHV)

Vízjogi engedélyeztetés

- Elvi vízjogi engedély megszerzése

Az elvi vízjogi engedély megszerzése szükséges. A létesítési vízjogi engedély kiadását követően 30 nap múlva a beruházónak be kell fizetnie a vízkészlet használati díjának 50%-át. Ez eredményezhet a beruházó számára idő előtt felmerülő többletköltségeket.

Országos Atomenergia Hivatal (OAH) engedélyeztetés

- Telephely engedély megszerzése
- Létesítési engedély megszerzése
- Építési engedélyek (épületek, felvonók) megszerzése

Az utóbbi két engedélykérelem egy lépésben, együtt kerül benyújtásra.

MEH engedélyeztetés

- A elsődleges energiaforrások megválasztására vonatkozó engedély megszerzése (meglévő módosítása).
- Az erőmű létesítési engedélyének megszerzése.

Generáltervezési feladatok

A generáltervezés keretében el kell látni a szükséges műszaki tervezési feladatokat, meghatározva az új blokkok létesítésének komplex műszaki tartalmát, annak határait, a

meglévő atomerőművel kapcsolatban felmerülő közös szinergiákat, a fővállalkozás / vállalkozás lehetséges vállalkozási csomagjainak csatlakozási felületeit; illetve – amennyiben a projekt több fázisban valósul meg (5. és 6. blokkok időbeni belépése) – el kell végezni a fenti feladatok időbeni ütemtervezését, a hozzájuk tartozó munkák és erőforrások meghatározásával együtt.

Hálózati csatlakozás

- A hálózati csatlakozás Megvalósíthatósági Tanulmányának elkészítése
- A hálózati csatlakozási terv elkészítése
- Az építési területen belül, a belső hálózati nyomvonal (termelői vezetékek) engedélyezési tervének elkészítése
- A hálózati csatlakozási szerződés létrehozása.

Versenyeztetés

A beszerzések módszertanának meghatározása (fővállalkozó / vállalkozók és vállalkozói csomagok), ezen belül javaslatétel a fővállalkozási / vállalkozási szerződések és a hosszú távú karbantartás szerződéses konstrukciójának kialakítására. A tervezett időütemezés (az 5. blokk 2020-ban, a 6. blokk 2025-ben kezdi a kereskedelmi üzemét) eredményezheti azt is, hogy a fővállalkozó / vállalkozók versenyeztetésére két lépésben kerül sor és külön-külön fővállalkozói / vállalkozói szerződések létrehozása válhat szükségessé az új blokkokra vonatkozóan.

A beruházás finanszírozási modelljének kialakítása

A lehetséges beszerzési modell kialakítására a finanszírozási konstrukció megválasztása meghatározó szereppel bír. Jelen Tanulmány 12. fejezete elemzi a finanszírozással kapcsolatos kérdéseket.

A finanszírozási modell kialakításának, illetve a finanszírozási szerződések, dokumentumok előkészítésének időszükséglete kb. 1,5 évre tehető.

Projektirányítás, szervezési és koordinációs feladatok

A projektirányításnak a stratégiai és kivitelezési előkészítési időszakban, a beruházó beruházási szabályzatának megfelelően kell eljárni a feladatok végrehajtása során, támaszkodva a projektbe bevont hazai és külföldi vállalatok szakértőire, folyamatosan kapcsolatot tartva a beruházóval, teljeskörű felelősséggel el kell látni a projektirányítási, szervezési, koordinációs és adminisztrációs feladatokat.

Külföldi beszállítói hányad elemzése

Annak érdekében, hogy tervezetten meghatározható legyen a külföldi beszállítók aránya, részletes felmérést kell végezni, elsősorban Európában, de világviszonylatban is, az új blokkokat tervező, gyártó, a berendezéseket beszerző, szállító, építő és szerelő, valamint üzembe helyező vállalatok mennyiségéről, kapacitásuk, erőforrásaik (munkaerő, géppark) és gazdasági potenciáljuk helyzetéről és a piacon már bevállalt, a hazai fejlesztéssel azonos idejű

más atomerőművi vállalkozásairól. A felmérés eredményeként meg kell határozni a tenderkiírás időszakában várható versenypotenciál valószínűségét.

A hazai beszállítói hányad meghatározása

Annak érdekében, hogy tervezetten meghatározható legyen a hazai beszállítók aránya, részletes felmérést kell végezni a hazai építőipari (magas- és mélyépítő), villamosenergiái és gépipari (tervező, energetikai gépgyártó, kereskedelmi, építő és szerelő) vállalatokról, kapacitásuk, erőforrásaik (munkaerő, géppark) és gazdasági potenciáljuk helyzetéről, a fejlesztés időszakában várható lekötöttségükről.

Infrastrukturális beruházások mértékének meghatározása

Az új blokkok létesítésének időszakában, illetve az üzemeltetés időszakában szükséges további infrastrukturális beruházások (lakások, műszaki szállók, boltok, szolgáltató hálózat stb.) felmérése. A beruházások mértékének megállapításához egy tanulmányt kell készíteni, amely felméri a meglévő lehetőségeket és meghatározza a jövőben szükséges teendőket.

7.3. A lebonyolítási koncepció

Az új blokkok beruházására két lebonyolítási koncepció képzelhető el, illetve ezek valamilyen mértékű ötvözete.

- a) EPC (engineering, procurement & construction contract) keretében megvalósuló beruházás, melynek során az új blokkok tervezését, gyártását, beszerzését, szállítását, építését, szerelését és üzembe helyezését teljesen a fővállalkozó, vagy konzorcium eredményfelelőséggel, kulcsrakészen megvalósítja.

Az új blokkok átviteli hálózathoz történő csatlakoztatása, valamint az átviteli hálózat egyéb kiegészítő beruházásai nem képezik az EPC részét.

- b) A beruházó csomagokra (nukleáris sziget, hagyományos erőművi részek, hálózati csatlakozás stb.) bontja az új blokkok beruházását és a beruházásban jártas "kvázi fővállalkozóra" bízta a beruházás szervezését, irányítását, koordinálását.

Ezen lehetséges koncepciók esetén az alábbi főbb követelményeknek kell teljesülniük:

- a beruházónak a piaci viszonyok mellett elérhető maximális garanciákat meg kell kapnia a határidők, a műszaki paraméterek, a funkcionális és rendelkezésre állási garanciák, valamint a beruházási költségek betartása tekintetében,
- a finanszírozó bankoknak el kell fogadnia a beruházás irányítási, szervezési modelljét,
- az érvényes EU előírásokat (EU ajánlásokat), a nemzetközi és hazai (közbeszerzés, szakhatóság stb.) előírásokat be kell tartani a beruházás során közreműködő valamennyi szereplőnek,
- mind a közvéleménynek, mind a különböző civil szervezeteknek kielégítő garanciát kell kapniuk az erőmű üzembiztonságáról.

A/1 Ha a beruházó stratégiai (pénzügyi) befektetőket von be a beruházás maximum 49%-os mértékű finanszírozásába

A teljes körű megvalósítást EPC (fővállalkozói-szerződés) keretében kell elvégeznie a fővállalkozónak, vagy az általa vezetett konzorciumnak. Az EPC megkötése csak nemzetközi tendereztetési eljárás keretében képzelhető el.

Ezt a konstrukciót a finanszírozó bankok különösen támogatják, mivel az EPC konstrukció egyfelelősségű fővállalkozói, vagy egyetemleges felelősségű konzorciális megoldásként minimalizálja a bankok megvalósítás időszakára eső pénzügyi, határidős és garanciális kockázatait.

Ebben az esetben a beruházó felelőssége és kockázata a szokásos befektetői körön belül van (engedélyek, finanszírozás biztosítása, a projekt beruházói ellenőrzése, részteljesítések átvétele, a majdani kezelőszemélyzet biztosítása stb.). Teljes felelősségű EPC esetén a megvalósítással kapcsolatos kockázatok a fővállalkozót (vagy a konzorciumot) terhelik és ezek viselésére az általa nyújtandó, megfelelő mértékű bankgaranciák nyújtanak fedezetet.

A fővállalkozó joga a hazai és külföldi partnerek (alvállalkozók) kiválasztása, a fővállalkozó kezében van a döntés. Ilyen esetben a beruházó a szerződésben csak jóváhagyási jogával élhet. Ez a konstrukció az, ahol a legkevésbé biztosítható a hazai ipar, a hazai beszállítás részarányának megfelelő teljesítése és a beruházás pozitív hatása a hazai gazdaság fejlődésére és a foglalkoztatásra.

A fővállalkozó feladatát képezi a teljes körű tervezés, a beruházás folyamatában szükséges engedélyeztetés, az új blokkokhoz szükséges berendezések gyártása, beszerzése, szállítása, szerelése, az építészeti munkák elvégzése, az üzembe helyezés és az üzemeltető személyzet betanítása is.

Egy ilyen konstrukciónak alapvető követelménye, hogy csak megfelelő referenciával rendelkező, tőkeerős és a szükséges teljesítési garanciákat biztosítani tudó fővállalkozó lehet az EPC aláírója.

Ezen változat esetén a beruházói mérnök szerepe az EPC teljesítések részletes ellenőrzésére korlátozódik. Ebben az esetben kb. 80-120 fős létszámmal lehet ellátni a projekt teljesítésének ellenőrzését, a mérnöki feladatokra való felkészülési idő pedig 1-2 év.

Ez a lebonyolítási mód csak akkor lehet sikeres, ha az EPC kellően részletes és pontos, továbbá érvényesíteni lehet a beruházó vagy a megrendelő elvárásait. Egy ilyen volumenű, előnyös EPC megkötésére a tender kiadásától számított 14-16 hónapon belül kerülhet sor.

A/2 Ha a beruházó stratégiai (szakmai) befektetőket von be a beruházás maximum 49%-os mértékű finanszírozásába

A teljes körű megvalósítást EPC (fővállalkozói-szerződés) keretében kell elvégeznie a fővállalkozónak, vagy az általa vezetett konzorciumnak.

Ebben az esetben a beruházási modell kialakítását a szakmai befektetővel (pl. a főtechnológia szállítójával) közösen kell megvalósítani. Kevésbé szükséges részletesen kidolgozni az EPC feltételrendszerét, mivel a fővállalkozó, mint szakmai befektető és mint kisebbségi tulajdonos,

részt vesz a projekt megvalósításában, ezáltal közvetlenül érdekelt az új blokkok üzemeltetése során keletkező eredményben is.

Ebben az esetben a hazai és külföldi beszállítók kiválasztását a felek közös megegyezéssel tehetik. A megfelelő referencia, a tőkeerős befektetőtárs és a szükséges teljesítési garanciák ebben a konstrukcióban is alapvetően szükségesek.

E változat esetén a beruházói mérnök szerepe az EPC teljesítések ellenőrzésére korlátozódik. Ebben az esetben hazai részről kb. 60-100 fős létszámmal lehet uralni a projekt teljesítésének ellenőrzését, a mérnöki feladatokra való felkészülési idő pedig ugyancsak 1-2 év.

Ez a lebonyolítási mód csak akkor lehet sikeres, ha az EPC a fentiekben meghatározott „lazább” feltételeket kielégíti és érvényesíteni lehet a beruházó vagy a megrendelő elvárásait. Ebben a modellben az EPC megkötésére a szakmai befektető kiválasztását követően akár 8-10 hónapon belül sor kerülhet.

A beruházó és az azt támogató hazai és nemzetközi szakértői csapat felkészültsége a versenyztetés nélkül lezajló EPC előkészítéséhez, tárgyalásához és megkötéséhez elengedhetlenül szükséges.

B/1 Ha a beruházó stratégiai (pénzügyi) befektetőket von be a beruházás maximum 49%-os mértékű finanszírozásába

Csomagokra bontott "kvázi fővállalkozás"

Ebben az esetben a létesítményt csomagokra (pl. nukleáris sziget, hagyományos erőművi részek, hálózati csatlakozás stb.) bontjuk fel.

A B/1) változat esetében a beruházói mérnök szerep „kvázi fővállalkozói” szereppé alakul. A csomagok műszaki tartalmának, a berendezések és szolgáltatások feltétel rendszerének, a szállítás határainak meghatározása, a tendereztetés lefolytatása és a vállalkozók kiválasztása a beruházó felelőssége és kockázata. Mindez a szokásos befektetői körhöz képest nagyobb.

A „kvázi fővállalkozó” joga a hazai és külföldi partnerek (alvállalkozók) kiválasztása a beruházóval egyetértésben. Ez a konstrukció az, ahol a leginkább biztosítható a hazai ipar, a hazai beszállítás részarányának megfelelő teljesítése és ezzel a beruházás pozitív hatásainak érvényesítése a hazai gazdaság fejlődésre és a foglalkoztatásra.

A „kvázi fővállalkozó” feladatát képezi, hogy a csomagokra bontás lefedje a teljes körű tervezést, a beruházás folyamatában szükséges engedélyeztetést, az új blokkokhoz szükséges berendezések gyártását, beszerzését, szállítását, szerelését, az építészeti munkák elvégzését, az üzembe helyezést és az üzemeltető személyzet betanítását.

Továbbá a „kvázi fővállalkozó” (mérnök) feladata a beruházás irányítása a csomagok vállalkozói feladatainak kiadása, összehangolása, koordinálása, az elvégzett munkák ellenőrzése, az új blokkok üzembe helyezésének irányítása és szervezése az eredményes próbaüzem lezárásáig és a vállalkozási szerződésekben szereplő garanciák garanciális mérésekkel való igazolásáig.

A fentiekben meghatározott munkákat kb. 300-350 fős létszámmal lehet uralni és 1-2 év felkészülési idő szükséges.

B/2 Ha a beruházó stratégiai (szakmai) befektetőket von be a beruházás maximum 49%-os mértékű finanszírozásába***Csomagokra bontott "kvázi fővállalkozás"***

Ebben az esetben a létesítményt csomagokra (pl. nukleáris sziget, hagyományos erőművi részek, hálózati csatlakozás stb.) bontjuk fel.

A B/2) változat esetén a beruházói mérnök szerep szintén "kvázi fővállalkozói" szereppé alakul. A csomagok műszaki tartalmának, a berendezések és szolgáltatások feltétel rendszerének, a szállítás határainak meghatározása, a tendereztetés lefolytatása és a vállalkozók kiválasztása a beruházó és a szakmai befektető együttes felelőssége és kockázata. Ha a szakmai befektető egyben technológia-szállító is, akkor a tendereztetési folyamat csak az ő szállítási terjedelmén felüli berendezésekre és szolgáltatásokra vonatkozik.

A "kvázi fővállalkozó", a beruházó és a szakmai befektető választja ki a hazai és külföldi partnereket, alvállalkozókat. Ez a konstrukció kevésbé biztosítja a hazai ipar és a hazai beszállítás részarányát, mint a B1) változat esetén.

A "kvázi fővállalkozó" és a szakmai befektető feladatát képezi, hogy a csomagokra bontás lefedje a teljes körű tervezést, a beruházás folyamatában szükséges engedélyeztetést, az új blokkokhoz szükséges berendezések gyártását, beszerzését, szállítását, szerelését, az építészeti munkák elvégzését, az üzembe helyezést és az üzemeltető személyzet betanítását.

Ebben az esetben hazai részről mintegy 200-250 fős létszámmal lehet uralni a projekt irányítási, tervezési, szervezési és koordinációs feladatait, és szintén 1-2 év felkészülési idő szükséges a mérnöki feladatokra.

7.4. Hazai beszállítási lehetőségek

A fentiekben vázolt lebonyolítási koncepciók esetében a hazai beszállítók érdekeinek érvényesítése csak a fővállalkozási konstrukcióban nehézkes. A csomagokra bontott eseteket vizsgálva, különösen, ha a „kvázi fővállalkozási” modell kialakítása lehetséges, akkor megoldottnak mondható. „Tiszta” fővállalkozási esetre is előírható a hazai beszállítók részarányára vonatkozó %-os feltétel, amelynek mértékéig az ajánlattevő köteles hazai vállalkozókat alkalmazni. Ennek kezelése nehézkes, az EU versenyeztetési előírásaiba ütközhet, és ellenőrzése, kézbentartása az elmúlt időszak tapasztalatai alapján kizártnak tűnik.

A fentiekben meghatározott csomagokat figyelembe véve két esetben mindenképpen, de akár háromban is – a nukleáris sziget kivételével – a szükséges mértékben közreműködhetnek hazai beszállítók. Ez a teljes beruházás mintegy 30-35 %-át is elérheti.

A hazai beszállításokkal érintett területek lehetnek az alábbiak: tervezés, mérnökszolgálat, projekt irányítás, egyes építészeti területek (magas-, mélyépítés, vonalas létesítmények), egyes technológiai berendezések (hűtőtorony, tartályok, hőcserélők, csővezetékek) gyártása és szerelése, garanciális mérések stb.

Jelen dokumentáció elkészítése során egy rövid felmérés készült, amely meghatározta a hazai cégek közül (a jelenlegi gyakorlati tapasztalatokkal kiegészített TOP 500 alapján) elsősorban gazdasági potenciáljuk és képességeik szerint azoknak a körét, amelyek az új blokkok létesítésébe elvileg bevonhatók. Ezen társaságok az építőipari munkák során (magasépítés, mélyépítés) és a villamosipari (tervezési, gyártási, beszerzési, szállítási szerelési és üzembe helyezési) munkák során lennének érdekeltek. Számuk a felmérés szerint:

- | | |
|---|-------------|
| • Építőipari területen működő társaságok | 26 Vállalat |
| • Villamosipari területen működő társaságok | 21 Vállalat |
| • Gépipari területen működő társaságok | 39 Vállalat |

A hivatkozott felmérés a jelen tanulmány készítésének időszakában még nem került összevetésre a Paksi Atomerőmű *Végleges Biztonsági Jelentésének* 1.6. fejezetében szereplő, a 2004. évi állapotot tükröző mintegy 151 minősített beszállítót megjelenítő felsorolással. A tervezhető hazai beszállítói kör meghatározásánál ezen két adatbázis homogenizálásából kell kiindulni.

7.5. Az építési és szerelési munkák folyamata, a beruházás irányításának rendje

A telephely előkészítése

A telephely engedély megszerzését követően kerülhet sor a telephely-előkészítési tevékenységek végrehajtására. Ezek magukban foglalják a szárazföldi és vízi megközelítési útvonalak kialakítását, a berendezések tárolásához szükségesek szabadterei és fedett tárolók kialakítását, a telephely körbekerítését, a létesítéshez szükséges segédenergiák (villamos energia, víz, sűrített levegő stb.) biztosítását, a kiegészítő szolgáltatások és létesítmények (irodaépületek, szállások, elsősegély, kórház, üzemi étkezde, parkolóhely stb.) létesítését.

A telephelyi infrastruktúra egy részét kis és közepes méretű műhelyek alkotják, amelyekre bizonyos helyszíni gyártási munkák és szerkezeti elemek elkészítéséhez van szükség. Ha ezek a létesítmények nem épülnek meg időben, lehetőleg a létesítési fázis legkorábbi szakaszában, akkor azok hiánya késleltetheti a projekt előrehaladását.

Az új blokkok építési folyamata

A létesítési, építési folyamat azt az időszakot jelenti, amely közvetlenül az új blokkok beszerzésére, létesítésére, építésére, szerelésére vonatkozó szerződések létrejöttét követően az erőmű üzembe helyezési fázisáig és a kereskedelmi üzem kezdetéig terjed.

Az erőmű létesítési, építési fázisa során végzett főbb tevékenységek a projekttervezés, projektirányítás, erőmű biztonsági koncepciók kidolgozása, berendezések beszerzése, építés, szerelés és telepítés.

A beruházás irányítási feladatai

A projektirányítási tevékenység a projekt bizonyos bemeneti adatok, akadályok és célok mellett megvalósítandó egyedi rendszerként történő definiálásával indul, zárására pedig a komplett funkcionáló rendszer egy másik szervezet, jogi személy részére történő átadásával kerül sor. A befejezett projekt üzemeltetéséért és karbantartásáért ez a jogi személy tartozik felelősséggel.

A projektvezetési feladatokra a beruházói gyakorlattól függően, különböző szervezeti struktúrátípusok alkalmazhatók. Többnyire egy *mátrix-típusú* projektirányítási szervezet alkalmazása ajánlott, főleg a több-blokkos projektek esetében, ennek oka az atomerőmű projekt rendkívül összetett, komplex volta, ahol a speciális gyakorlati szaktudást és az átfogó koordinációt kell kombinálni annak érdekében, hogy az adott projekt ütemterv szerint, a költségvetésen belül és az előírt minőségben elkészülhessen és megvalósulhasson a beruházás.

A mátrix-típusú szervezetben a projektvezető jogosult arra, hogy a projekt team minden tagjának meghatározza azt, hogy mit és mikor kell tennie, azonban *a végrehajtás során ez a szervezeti forma már nem, helyette a lineáris formára való átalakítása javasolt* a korábbi résztvevő tagokból.

A projektvezetés az alábbi feladatok ellátását jelenti: a projekttervezési és megvalósítási ütemtervek elkészítése, a helyi infrastruktúra kialakítása, a lakossági tájékoztatási program elkészítése, környezetvédelmi alapadatok előkészítése, az előrehaladás ellenőrzése, minőségbiztosítási programok / irányítási rendszer bevezetése és koordinálása, folyamatos projektköltség ellenőrzés fenntartása, rendszerelemek gyártásának felügyelete, kapcsolattartás a helyi hatóságokkal, erőművi biztonsági és műszaki eljárásrendek, valamint az erőművi üzemeltetési és karbantartási kézikönyvek felülvizsgálata és jóváhagyása stb.

A beruházás tervezési feladatai

A beruházás tervezési feladatai hozzávetőlegesen három millió emberórányi munkát igényelnek egy viszonylag rövid, néhány éves időszak alatt.

A korszerű reaktorépítési technológiáknak és ütemterveknek köszönhetően, a projekt tervezési szemléletmód némileg megváltozott és most már a tervezésnek 90%-ig vagy annál is nagyobb mértékben kell készen lennie a létesítési, kivitelezési munkák megkezdése előtt, illetve az összes azonosítható tervezési és engedélyezési kérdésnek megoldottnak kell lennie ezen időpontra.

Kiviteli tervezés

A kiviteli terv elkészítéséhez körülbelül 2,5 millió emberórányi munkaerőre van szükség, mintegy három - öt éves időtartam alatt.

A korszerű reaktorépítési technológiák és ütemtervek célkitűzéseinek eléréséhez, ez a tervezési munka néhány jelentős korrekciót igényel a döntéshozatali- és az erőmű létesítési fázisokat illetően. A kiviteli tervezési tevékenységekhez általában a teljes tervezési szervezet bevonására szükség van.

A kiviteli tervezési munkaráfordítási-igényének becslésénél azt feltételeztük, hogy a szokásos és általános berendezés specifikációk maximális mértékben felhasználásra kerülnek, illetve hogy ezen specifikációk tekintélyes részét a nukleáris gőzellátó rendszert, a turbógenerátor gépcsoportot és az erőmű stabilitást (BOP) biztosító részeket gyártó alvállalkozók készítik.

Berendezések és anyagok beszerzése

A kulcsrakész módszer alkalmazása esetén, saját szállítási terjedelmén belül a fővállalkozó tartozik felelősséggel minden egyes berendezés- és anyagtétel beszerzéséért, ami az egész projektet jelentheti. A nem-kulcsrakész módszer esetén a beszerzéssel kapcsolatos

felelősséget a beruházók (tulajdonosok, befektetők) viselik és megosztják a rész-rendszerek beszállítói vagy vállalkozói között, mindegyik a saját konkrét szállítási terjedelmén belül.

Egy konkrét erőmű berendezéseinek beszerzése projekt-orientált abban az értelemben, hogy a teljes atomerőmű minden egyes elemét magában foglalja. Azonban, több folyamatban levő projekt esetén, a beszerzési tevékenység természetesen folyamatos jelleget ölt és ebből következően egy állandó szervezeti egységet igényel, a megfelelő személyzettel együtt.

A beszerzés a projekt ütemterv által meghatározott berendezés-megrendelések szükségességének megállapításával, valamint a berendezés tervek és specifikációk meglétével kezdődik, és a szállítási szerződések teljesítésének ellenőrzésével végződik, ami eltarthat az erőmű üzembe helyezési fázisának végéig.

Az üzemanyaghoz és az üzemanyagciklushoz kapcsolódó szolgáltatások beszerzését rendszerint egy külön tevékenységként kezelik, de a beszerzési szervezet által végzett feladatok részét is képezheti.

A beszerzési tevékenységnek két alapvető aspektusa van. Az egyik a konkrét műszaki szempontokat foglalja magában, amelyek a leszállítandó tételek jellegéből adódnak; a másik pedig a kereskedelmi és jogi aspektusokat jelenti, amelyek az alkalmazható és hatályos gyakorlatoktól, előírásoktól, rendelkezésektől és törvényektől függnek. A beszerzés - azon túlmenően, hogy fontos hatást gyakorol a projekt pénzügyi és gazdasági aspektusaira - befolyással van a projekt ütemtervére, valamint az erőmű megbízhatóságára, rendelkezésre állására és biztonságára is.

Ebből következően egy specializálódott – kereskedelmi és műszaki képességekkel is rendelkező – beszerzési szervezeti egység rendszerint a beszerzési kritériumok meghatározását, beszerzéstervezést, beszállító minősítést és kiválasztást, ajánlattételi eljárás lefolytatását és ajánlatértékelést, szerződéskötést, gyors lebonyolítást és a garanciális igények kezelését látja el.

Tevékenységeiből adódóan, a beszerzési szervezeti egység az elsődleges eszközzé válhat a nemzeti részvétel támogatása és elősegítése terén, valamint a minősített helyi ipari beszállítók ellenőrzött, fokozatos bevonását illetően. Bizonyos esetekben a beszerzési szervezeti egység közvetítő szerepet is betölthet valamely gyártási tevékenység kezdetén levő ipari beszállító és a projektvezetés, illetve a projekttervezés között, akik esetleg vonakodnak a tapasztalt külföldi gyártó lecserélésétől.

Egy atomerőmű projekt esetében a berendezések és a rendszerelemek képviselik a legnagyobb költségét. Egy 1000 MWe teljesítményű erőmű létesítése hozzávetőlegesen 300 000 m³ beton kiöntésével jár, és több ezer tonna acélt kell legyártani, amiből egy rész speciális minőségű. A szóban forgó atomerőmű létesítéséhez kb. 30 000 különálló tételre lesz szükség, ezek több millió alkatrészből épülnek fel, amelyek előállításához és beszereléséhez különböző szintű szakértelemre és minősítésre van szükség. Bizonyos berendezések gyártását az első szerkezeti beton kiöntése előtt már két - három évvel el kell kezdeni, az utolsó darabok leszállítására és beszerelésére pedig az erőmű üzembe helyezése során kerül sor.

A berendezésgyártás a legnagyobb emberóra hányadot jelenti egy nukleáris projekt esetében, ez hozzávetőlegesen 20 millió emberórányi munkát jelent egy 1000 MWe erőmű esetében. Ez a szám országról-országra jelentős mértékben változhat és függ a termékelosztási és nyilvántartási módszerektől is. Az öntvények, lemezek, kovácsolt termékek stb. gyártásához szükséges munkát, vagy a nyersanyagok kibányászásához szükséges munkát rendszerint az

anyagköltségek részeként veszik figyelembe, ami a vonatkozó munkaerő-szükséglet alábecsléséhez vezet.

A gépészeti és villamos berendezések esetében a jellemző költségmegoszlás a következők szerint alakul: 50% a munkavezetők, szakmunkások, segédmunkások és az adminisztráció közvetlen és közvetett bérköltsége; 10 - 15% a berendezés tervezés és gyártástervezés; 20 - 25% az anyagok; 10 - 20% a finanszírozás, az erőmű amortizáció és a rezsiköltségek.

A magasan képzett munkaerő tekintetében korlátozott forrásokkal rendelkező országok esetében, a nemzeti részvétel logikusan azokkal a berendezésekkel kezdődik, amelyek nukleáris szempontból kevésbé specifikusak vagy alacsonyabb biztonsági osztályba tartoznak. A hagyományos iparágakban tapasztalatokkal rendelkező munkaerő hasznosítása az ipari infrastruktúrától függ és legkönnyebben az alacsonyabb biztonsági osztályba tartozó berendezéseknél lehetséges.

Építési, szerelési munkák

Az erőmű épületeihez kapcsolódó építési, szerelési és telepítési munkákhoz egy vagy több megfelelően felkészült építészeti tervező vagy kivitelező cégre lesz szükség. A létesítési időszak csúcspontján legalább kb. 3000 - 5000 (egy, illetve két blokk létesítése esetén) szakképzett és tapasztalt dolgozóra lesz szükség a telephelyen. A munkák irányításához erőskezű és tapasztalt telephelyvezetőt kell kiválasztani és egy hatékony telephelyi szervezetet kell felállítani. Ez lényeges a létesítési munkák sikeréhez. A telephelyi munkák és a telephelyi infrastruktúra vonatkozásában jelentős előkészületekre van szükség (felvonulási irodák és műhelyek, ideiglenes és végleges utak, betonkészítő üzem, ideiglenes felvonulási villamos hálózat, világítás, víz/sűrített levegő hálózat, egészségügyi kellékek, tűzoltási hálózat stb.) még az első (rendszerint a reaktorépület alapzataként definiált) szerkezeti beton kiöntése előtt.

A rendszeremlék és berendezések telepítését, beszerelését jól képzett technikusoknak és szakmunkásoknak kell végezniük, tapasztalt szakértők felügyelete mellett.

7.6. Az üzembe helyezés elvégzése

Az üzembe helyezés az üzemi és biztonsági berendezések és rendszerek teljes körű kipróbálása és beüzemelése a beépítés helyén. Ennek során meg kell győződni minden egyes egyedi berendezés, részrendszer, segédrendszer és fő energetikai rendszer üzembiztos, hibátlan működéséről és valamennyi alkalmazandó műszaki, biztonságtechnikai, környezetvédelmi és atomerőművi előírásnak való megfeleléséről.

Az ellenőrzésnek ki kell terjednie minden üzemi és üzemzavari állapotra és eseményre, illetve a feltételezhető műszaki, nukleáris vagy természeti katasztrófa következményei elhárításának képességére. Minden műveletet, beállítást, próbaeredményt – részletes adatokat tartalmazóan – dokumentálni kell. Az üzembe helyezés fázisai:

- Az üzembe helyezés megtervezése: Minden műveletre, szervezeti és szervezési intézkedésre részletesen kidolgozott, egyeztetett, jóváhagyott műveleti és üzembe helyezési tervet kell készíteni, az üzembe helyezést ezek alapján kell lefolytatni.
- Az üzembe helyezést megelőző tevékenységek ellenőrzése: Az üzembe helyezés megkezdése előtt meg kell győződni minden tervezési, gyártási, szerelési tevékenység atomerőművi alkalmasságáról, beleértve a hatósági követelményeknek és a szerződéseknek való megfelelést is.

- Egyedi próbák, hidegpróbák: Valamennyi egyedi berendezés megfelelő működéséről és a várható technológiai igényeknek való megfelelésről tételes próbával, művelettel és üzembevétellel kell meggyőződni.
- Üzemi próbák, melegpróbák: Minden segéd- és részrendszerre, biztonsági rendszerre, majd fokozatokban a fő energiatermelő egységekre gondosan megtervezett és egymásra épülő lépések sorozatával kell eljutni az energiatermelés végső üzemállapotáig. Ennek során el kell végezni azon műveleteket is, melyek nem azonosak a végső állapottal, azonban a műveletek biztonságos egymás utáni elvégezhetőségéhez szükségesek.
- Próbaüzem: A próbaüzem az üzemszerű, végleges állapotnak megfelelő működés tartós ellenőrzése, fokozott emberi felügyelet mellett. Célja annak bizonyítása, hogy az üzemi állapotokat és üzemmódokat a rendszerek és berendezések hibátlanul, biztonságosan ellátják, és a kezelő személyzet képzettsége és alkalmassága megfelelő a tartós üzemeltetéshez.

Az üzembe helyezés munka és időigénye a nyomottvizes atomerőművek esetében:

- Nyomottvizes nukleáris technológiát használ az EPR, az AP sorozat és a VVER típusú atomerőművi blokkok.

Ez a három rendszer azonos reaktorfizikai elvek alapján működik, a különbözőséget a technológia és a biztonságtechnika eltérő megoldásai jelentik.

Az AP1000 blokk előnye, hogy az egyedi berendezések darabszáma kb. 50%-a az referencia blokkokon alkalmazottaknak. Ez az egyedi próbák időtartamát közel ilyen időtartamban lerövidíti.

A VVER-1000 típus paksi üzembe helyezésének előnye, hogy az a jelenleg üzemelő VVER-440 blokk továbbfejlesztett változata. A kezelők betanításának időszaka rövidebb lehet, az üzembe helyezés gördülékenyebben megy gyakorlott operátori szakszeméllyel. Hátránya lehet a kevésbé kiforrott, alacsonyabb előkészítettségi fokú műszaki berendezések alkalmazása, amelyek a helyszínen végzendő munkák volumenét növelik.

- Szervezeti, szerződéses különbségek: EPC szállító, illetve a két- vagy sokcsomagos megoldás között üzembe helyezés szempontjából jelentős különbség van a technikai kapcsolódások korrekt ellenőrzése és biztonságos próbája terén. Több szállító esetén az együttes ellenőrzések, teljes körű próbák akár többszöri ismétlést, nehezebben bonyolítható szervezési feladatot, így többletmunkát és többlet-időt igényelnek.

7.7. További szükséges engedélyek megszerzése és az engedélyezési folyamatok lezárása

A kivitelezés előkészítésének szakaszában megszerzett engedélyeket, az engedélyezési folyamatok folytatásaként a beruházás során és annak lezárásaként a beruházás befejezésével a fővállalkozónak / vállalkozóknak és a beruházónak el kell végezni. Az ehhez szükséges engedélyezési dokumentációk, megvalósulási tervdokumentációk, adatok, bejárési jegyzőkönyvek, hiánypont felszámolási listák, sikeres próbaüzemet lezáró jegyzőkönyvek,

garanciális mérések jelentései stb. elkészítése a fővállalkozó / vállalkozók feladata. A beruházói mérnök az így elkészített dokumentumokat az engedélyes nevében összeállítja, és az illetékes hatóság bevonásával lefolytatja az engedélyezési eljárások lezárását és az engedélyek megszerzését. Ezek az engedélyek az alábbiak lehetnek:

a) A beruházás során szükséges további engedélyk

A beruházó által beszerzendő engedélyk:

- vízjogi létesítési engedély
- beszerzési engedély
- gyártási engedély
- szerelesi engedély
- nukleáris létesítmény üzembe helyezési engedély

A fővállalkozó / vállalkozók által beszerzendő engedélyk:

- behozatali engedély
- nyomástartó berendezésekre vonatkozó engedélyk
- egyéb, a beruházási folyamat során szükséges szakhatósági engedélyk.

b) A kereskedelmi üzemkezdéshez szükséges engedélyk, az engedélyezés lezárása

- vízjogi üzemeltetési engedély (módosítás)
- módosított egységes környezethasználati engedély (ha szükséges)
- nukleáris létesítmény üzemeltetési engedélye
- nukleáris létesítmény használatbavételi engedélyei
- MEH működési engedély.

Összességében megállapítható, hogy a fentiek figyelembe vételével, valamint az atomerőmű beruházásokra jelenleg megkötött szerződésekből származó információk alapján, illetve a kivitelezés alatt álló projektekből szerzett tapasztalatok szerint a beruházás kivitelezésére szánt időszükséglet 6-8 évre becsülhető. A hazai esetben ez az időtartam kb. 6 évre tervezett, mert feltételezhető, hogy a lehetséges fővállalkozó / vállalkozók a hazai új blokkok kivitelezésének időszakára már megfelelő, a közelmúltban befejezett projektek tapasztalataival fognak rendelkezni, amely rövidítheti a hazai kivitelezési időszakot.

7.8. A létesítmény üzemeltetése

Az üzemeltetési fázis akkor kezdődik, amikor az erőmű a kereskedelmi üzemelést megkezdi, és gyakorlatilag az üzemeltetési engedélyben rögzített – illetve az esetleges üzemidő-hosszabbítás nyomán megnövelt – időtartam lejártát követő, vagy korábbi döntés nyomán megszülető, az erőmű leszerelésére vonatkozó döntésig tart.

Ez a fázis az erőmű biztonságos és megbízható üzemeltetését és élettartam gazdálkodását eredményező teljesítményorientált tevékenységekként írható le, amely magában foglalja például a műszaki üzemeltetői / karbantartói és a gazdasági / adminisztrációs háttér biztosítását, a karbantartás irányítását, a beszerzés-irányítást, a hulladékkezelést, a balesetelhárítást, a lakossági tájékoztatást stb.

Az üzemeltetési fázis teljes munkaerőigényét elsősorban nem az erőmű teljesítménye határozza meg, hanem alapvetően attól függ, hogy az olyan tevékenységeket, mint a megelőző karbantartást és a tervezett leállást milyen koncepció szerint hajtják végre: *külső vállalkozó cég(ek) alkalmazása, vagy saját erőből történő karbantartás-kivitelezés.*

Több atomerőművel rendelkező ország esetén az első változat az alaptevékenységen kívüli feladatok kiszervezésével a létrejövő verseny következtében számottevő előnyt jelenthet adott atomerőmű esetén, míg egyetlen atomerőművel rendelkező ország – Magyarország – esetén gyakorlatilag csak a második lehetőség áll fenn.

Útmutatásként és alapelvként elmondható, hogy az átlagos munkaerőigény a következőképpen definiálható: az erőmű bruttó kapacitását figyelembe véve – felső becslésként – egy megawatt villamos teljesítményhez egy dolgozóra van szükség. Ez az átlagszám jelentős mértékben változik az üzemeltető tapasztalatától függően, illetve ha ugyanazon a telephelyen egynél több erőművi blokk található. Az egy MWe egységre jutó dolgozók számát mutató átlagérték nem lineáris és az erőmű bruttó kapacitásának növekedésével csökken, illetve jelentősen befolyásolják a helyi munkavégzési gyakorlatok – Paks esetében többek között a gyakorló központ megléte – és az alvállalkozó foglalkoztatási lehetőségek. Tendenciáját tekintve korszerű 600 MWe kapacitású blokk esetén a fajlagos 0,5 fő/MW; 1000 MWe blokkméretnél $\approx 0,35$ fő/MW; 1600 MWe blokk esetén $\approx 0,25$ fő/MW az irányadó érték.

7.9. A projekt kockázatelemzése

A projekt teljes életoiklusra vonatkozó kockázatelemzést az 1. Melléklet tartalmazza.

A felsorolt kockázati tényezők közül az előkészítés fázisában a *vállalkozók kiválasztását, a politikai/szabályozási környezet megváltozását, az elkövetkező néhány év erőműépítési fellendülésének hatását és az importált termékek és szolgáltatások valutaárfolyám-ingadozások miatti változását* tartjuk a legfontosabb és mindenképpen kiemelendő, kezelendő tényezőknek.

8. A berendezések beszerzésének koncepciója

Az A/1 és az A/2 EPC-k esetében a berendezések beszerzési koncepcióit a fővállalkozó alakítja ki, ő tartozik felelősséggel a beruházó felé. A beruházó igényeit a tender-eljárás során a tenderben, majd azt követően az EPC tárgyalása során lehet érvényesíteni. A gyakorlati tapasztalatok, különösen a vállalkozói piac megjelenését követően azt mutatják, hogy a beruházói érdekek érvényesítése a fővállalkozói érdekekkel szemben kiegyenlítődött.

Az A/2 esetében valamivel nagyobb esély látszik a beruházó érdekeinek (pl. hazai beszerzések és beszállítások mértékének növelése) érvényesítésére, hiszen ebben az esetben a befektetők közösen határozzák meg a beszállítói arányokat.

A nem-kulcsrakész, csomagokra bontott “kvázi fővállalkozás” modell esetén, a beszerzéssel kapcsolatos felelősséget a beruházó (tulajdonosok, befektetők) viselik és megosztják a részrendszerek beszállítói vagy vállalkozói között, mindegyik a saját konkrét szállítási terjedelmén belül. Ezen vállalkozók versenyeztetése során érvényesíthető a legjobban a beruházó berendezésekre vonatkozó beszerzési koncepciója, mivel ebben az esetben a beruházó kezében van az egyes csomagok terjedelmének, kialakításának meghatározása.

Ebben a modellben érvényesíthető optimálisan a hazai vállalkozók beszállítási lehetőségeinek kiaknázása, és feltehetően ennek a modellnek az alkalmazásával érhető el a legkedvezőbb piaci ár.

Ugyanakkor az sem hallgatható el, hogy feltehetően a finanszírozó bankok számára ez a modell nagyobb kockázatot hordoz, mint az előzőekben ismertetett kulcsrakész EPC megoldás, valamint az is igazolható, hogy ennek a modellnek az alkalmazásához felkészült, a nukleáris technológiákat ismerő, a beruházás irányításában és szervezésében tapasztalt, a nemzetközi és hazai vállalkozási szerződések létrehozásában jártas beruházói csapatra van szükség.

8.1. A főberendezések szállítási terjedelmének meghatározása

Az új blokkok beruházása során a beruházó csomagokra bontja a műszaki terjedelmet.

Az alábbiakban egy példa olvasható egy megoldási lehetőségre:

- **Nukleáris sziget** – a csomag tartalmazza mindazon erőmű részek kiírását, mint pl. a *reaktor épület a primerköri berendezésekkel* (csövekkel, biztonsági szerelvényekkel: reaktor, gőzfejlesztők, térfogat-kompenzátor, főkeringtető szivattyúk), *kiégett és friss üzemanyagok tárolására szolgáló épület, nukleáris technológia segédrendszerei, redundáns biztonsági rendszerek és azok épületei*, biztonsági dízelgenerátorok a reaktorhűtés villamos fogyasztóinak vészhelyzetben történő villamosenergia ellátásához, *villamos segédüzemi rendszerek*, irányítástechnikai és dozimetriai rendszerek, *radioaktív hulladékkezelés technológiája* stb., amelyek a nukleáris technológia által közvetlenül, vagy közvetve érintettek.
- **Hagyományos erőművi részek (szekunder kör)** – a csomag tartalmazza mindazon hagyományos erőmű részek kiírását, mint például a főgőz-rendszer a csővezetékeivel és az elzáró szerelvényeivel, a turbina (nagynyomású és kisnyomású rész), cseppleválasztó és újrahevítő berendezés, kondenzátor, tápvíz előmelegítők (kis- és nagynyomásúak), tápvíz szivattyúk, a tápvíz-rendszer csővezetékei, elzáró és biztonsági szerelvényei, generátor, villamos segédüzemi és irányítástechnikai rendszerek stb., amelyek a nukleáris szigethez illesztetten biztosítják a villamosenergia termelést.
- **BOP (udvartéri vonalas létesítmények és segédlétesítmények)** – a csomag tartalmazza mindazon műszaki részek kiírását, mint például a vízkivételi mű, a hideg- és melegági csővezetékek, műtárgyak, vízlágyító, csatorna stb., amelyek szükségesek és teljessé teszik az új blokkok működtetését, üzemének ellenőrzését.
- **Hálózati csatlakozás** – a csomag tartalmazza mindazon hálózati elemek kiírását, mint például transzformátorok, megszakítók, szakaszolók, mérőváltók, elszámolási mérések, informatikai rendszer, távvezeték oszlop, sodrony, szigetelő stb., amelyek segítségével az új blokkok a megtermelt villamos energiát az átviteli hálózatra kiadják.

8.2. A berendezések szállítói kiválasztásának módszere

A szállítók kiválasztása versenyeztetés útján történik (kivétel az A/2 eset). A tender-kiírás csomagokra bontva készül, megadva a lehetőséget az ajánlattevőknek, hogy egyben az összes

csomagra, de külön- külön az egyes csomagokra is tehessenek ajánlatot, lehetővé téve ezzel az értékelés során a beruházói döntést az új blokkok fővállalkozói / vállalkozói szerződéses megvalósítására egyaránt.

A fővállalkozási szerződés / vállalkozási szerződések a tervezési munkákra (műszaki tervek, engedélyezési tervek, kiviteli tervek) vonatkozóan a tárgyalásokat követően hatályba lépnek, de a berendezések gyártására, beszerzésére vonatkozó részek mindaddig opcionálisak maradnak, míg az engedélyek rendelkezésre nem állnak. Így biztosított a tervezési munka során az adatszolgáltatás az engedélyezési dokumentációk elkészítéséhez. Ennek a kockázata a beruházót terheli, ha nem sikerül az engedélyek megszerzése, akkor a beruházó a tervezési munkát feleslegesen végeztette el. Azonban még mindig ez a minimális kockázattal rendelkező változat, amely mentén megtalálható a legkisebb költségű, de még elégséges megoldás. A tervezési munkák fedezetét saját forrásból kell biztosítani.

Az engedélyek birtokában megnyílik a pénzügyi hitelkeret, és lehívhatóvá válnak az új blokkok opciói (előlegek, berendezések gyártásához, beszerzéséhez tartozó kifizetések stb.). Elindulhat a berendezések gyártása, beszerzése, a helyszínen pedig az építési tevékenység.

A Ptk. alapján opciót kikötni maximum 5 évre lehetséges. Fontos, hogy ezt az időtartamot a piac is visszaigazolja. A jelenleg elképzelt 2020 és 2025 évek az 5. blokk és a 6. blokk kereskedelmi üzemének tervezett kezdetére, valamint a fentiekben vázolt szállítói kiválasztási módszer nem teszi lehetővé egy szerződéses konstrukción belül a két blokkra vonatkozó opció kikötését. Ez befolyásolhatja a beruházás optimális műszaki kialakítását (közösüzemi rendszerek kialakítása) és ezáltal az optimális költségét is.

8.3. Kockázatelemzés a beszállításokra

A beszállítások vonatkozásában kritikus elemként kell kezelnünk a főberendezés beszállítói kapacitást, ezen belül is a nukleáris részek szállítói kapacitását. Az atomerőmű építés fellendülése következtében bekövetkező gyártókapacitás korlátokkal számolni kell. Az időben történő megrendeléssel (gyártókapacitások lekötésével), illetve a megrendelési szándék minél korábbi fázisban a beszállítók felé történő jelzésével küszöbölhetők ki az ebből eredő kockázatok.

A növekvő számú megrendelés és a közvetlen gyártókapacitás korlátai árfelhajtó hatással is bírnak, amelyet szintén időben történő megrendeléssel, illetve magának a megrendelési szándéknak a jelzésével lehet részben kezelni. Ezen kockázatok viselője a beruházó, tulajdonos (MVM Csoport és befektetők). A kockázatok minimalizálása csak szakmai hozzáértéssel és a befektetők felé történő nyíltsággal valósítható meg.

9. A beruházás és üzemeltetés előkészítése és humán erőforrásai

Egy atomerőmű létesítése és annak előkészítése igen nagy műszaki és pénzügyi feladat, amelyet a magas biztonsági színvonal, mint fő szempont szem előtt tartásával kell végrehajtani. A biztonság szintje alapvetően függ a tervezés, a létesítés és az üzemeltetés humán feltételeitől, következésképpen a humánerőforrás megteremtése minden más iparágénál gondosabb előkészítést és megvalósítást igényel.

9.1. A humánerőforrás gazdálkodás jellegzetességei az atomerőműben

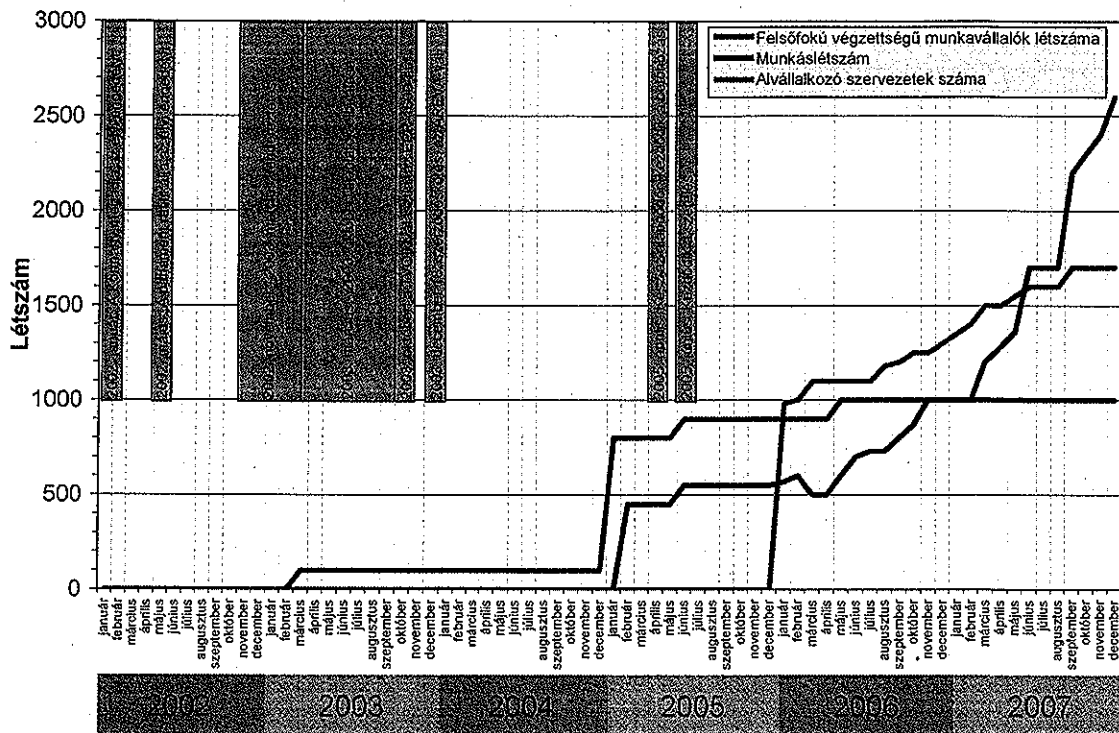
A következő időszakban építhető 3. generációs atomerőművek sok műszaki és biztonsági tulajdonságban jelentősen eltérnek a ma üzemelő 2. generációs atomerőművektől, ez a körülmény a humánerőforrás-szükséglet mennyiségi és minőségi követelményeit is alapvetően befolyásolja. A humánerőforrás gazdálkodás tervezése és megvalósítása általánosságban függ attól, hogy az új atomerőmű milyen környezetbe kerül [9.-1], pl.: rendelkezik-e az ország atomerőműves tapasztalattal, azaz nukleáris kompetenciával; ha igen, akkor üzemel-e ma is atomerőmű az országban, vagy már leállították a korábbi reaktorokat; az új atomerőművi blokkok a régiakkal azonos vagy azoktól eltérő telephelyen létesülnek-e stb.

Előny, hogy a Paksi Atomerőmű működése folytán megfelelő szakszemélyzet és nukleáris kompetencia áll rendelkezésre hazánkban, ugyanakkor az új blokkok létesítése és üzembe helyezése során sokan fognak nyugdíjba vonulni a ma aktív korú, az atomerőműben dolgozó munkavállalók közül, így az utánpótlást az új blokkok létesítésére és a jelenleg üzemelő VVER-440-es blokkok meghosszabbított üzemére együtt, párhuzamosan kell biztosítani. Ma még nem eldöntött, hogy pontosan hova és milyen típusú blokkok épülhetnek, így jelen pillanatban elsősorban csak általános, elvi megállapítások tehetők.

9.2. Építő és szerelői létszámszükséglet

Egy atomerőmű megépítése az emberi tevékenység és a költségek igen nagy koncentrációját igényli, ami jelentős kihívás. A Finnországban épülő, 1600 MW villamos teljesítőképességű, EPR atomerőmű létesítését ma Európa egyik legnagyobb vállalkozásának tekintik. A finn 5. blokk létesítési projekt legfontosabb adatait a TVO weblapján [9.-2] elérhető adatok alapján 2002. januártól 2007. végéig a 9.-1. ábra szemlélteti.

Az 1998 és 2000 közötti előkészítő tevékenység sok ember munkáját igényelte, de erre nem hoztak létre önálló szervezetet. A tendereztetés végén, azaz 2003. márciusában hozták létre az első, 100 főből álló szervezeti egységet a benyújtott ajánlatok elbírálására. E projekt-csoport TVO-ból delegált 50 tagja teljesidejű alkalmazott, a másik fele részidős szakértő volt. E csoport értékelő munkájának eredményeként 2003. októberben döntés született, hogy az olkiluotói telephelyen az AREVA által megajánlott EPR-1600-as, 3. generációs atomerőmű kerül felépítésre. Az erre vonatkozó fixáras szerződést (mely egy tréning szimulátor megfelelő időben történő szállítását is tartalmazta) 2003. december 18-án írta alá a TVO és az AREVA. A szerződés értelmében az építést 2005. tavaszán kellett elkezdeni és a kereskedelmi használatba vétel 2009-ben lett volna. A jelentős csúszások miatt ma úgy tűnik, hogy ez utóbbi időpont 2011. közepére tolódik.



9.-1. ábra: A finn Olkiluoto 3 (EPR-1600 jelű PWR) atomerőmű létesítése 2002. január és 2007. december közötti szakaszának főbb jellemzői

A feladat nagyságát, az erők és költségek koncentrációját, a logisztikai feladatok nagyságát jelzik a következő adatok. A beruházási költség (mai adatok szerint) mintegy 3,5 milliárd euró (kb. 880-900 milliárd forint). A főberendezéseket különböző országokban gyártják (például a reaktortartályt Japánban, a generátort az USA-ban, a gőzturbinát Németországban, a gőzfejlesztőket és a térfogat-kompenzátort Franciaországban, a szivattyúkat Németországban, Franciaországban és Finnországban, a tréning szimulátort Kanadában stb.). Folyamatosan igen sok (kezdetben néhány száz, 2007 végén már 1700) a közvetlen alvállalkozók száma. Az atomerőműbe kb. 250 ezer m³ vasbetont (benne jelentős mennyiségű előfeszített vasbetont) kell beépíteni; előzetes becslések szerint az atomerőmű létesítésének közvetlen munkaerőigénye kb. 11000-13500 emberév, ezen felül az létesítési projekttel összefüggő beszerzési lánc munkaerőigénye kb. 16500-20250 emberév (azaz együttesen 27500-33750 emberév). A telephelyen dolgozó munkáslétszám (lásd 9.-1. ábra) folyamatosan növekedve a 2005 júniusi 550-ról 2007 decemberig kb. 2600-ra nőtt (a munkások 30 országból verbuválódnak, jelenleg egyharmaduk Finnországból, másik egyharmaduk – közöttük nagyon sok hegesztő szakmunkás – Lengyelországból, a többiek főként németek, franciák, észték és szlovákok). A fentieken felül 2005 közepétől a mai napig folyamatosan a helyszínen dolgozik mintegy 1000 tervező, szervező, vezető (köztük sokan a szállító AREVA delegáltjai). A prognosztizált közvetlen munkaerőigényből 2007 decemberig kb. 5000 emberévnyit használtak fel, ami azt jelzi, hogy még nagyon sok munka van hátra.

A leírtakból sok hasznosítható tanulságot lehet levonni egy hazai atomerőmű-építés szempontjából. Látható például, hogy 1998-tól – azaz az intenzív kommunikációs munkát és a megvalósíthatósági tanulmány elkészítését is magába foglaló előkészítési szakasz kezdetétől – a ma becsült befejezésig (2011-ig) 14 év telik el.

A szállítóval kötött szerződésben ki kell kötni, hogy a szállító oktatási, képzési anyagot és képzési segítséget nyújtson már jóval a beruházás befejezése előtt, valamint azt, hogy tréning-szimulátort olyan időpontban szállítsák le és helyezték üzembe a helyszínen, hogy az új blokk indulása előtt megfelelő ideig legyen felhasználható a majdani üzemeltetők képzésében. Célszerű, ha a Paksi Atomerőmű tapasztalt szakembereinek egy része – természetesen azzal a feltétellel, hogy az üzemelő blokkok személyi feltételei nem romolhatnak – részt vesz a kivitelezésben. Jó, ha az új atomerőmű majdani üzemeltetői és fenntartó, kiszolgáló szakemberei a beruházási munkák viszonylag korai szakaszától – minimum a szerelési munkák kezdetétől – szintén részt vesznek a létesítésben. A magas munkáslétszám-igény miatt, valamint a tapasztalatok itteni hasznosíthatósága céljából célszerű olyan külföldi munkaerőket is alkalmazni a létesítésben, akik előtte már részt vettek pl. a finn atomerőmű létesítési munkálataiban (pl. Finnországból, Németországból, Lengyelországból, Szlovákiából).

9.3. Az üzemeltetés létszámszükséglete

Az üzemeltető személyzet létszáma a 3. generációs atomerőművekben a 9.1. pontban írtak következtében lényegesen kisebb lehet, mint a jelenleg üzemelő 2. generációs atomerőművekben, és még inkább kisebb, mint jelenleg a Paksi Atomerőműben. Az új atomerőmű létszámigénye ezen túl még függ attól is, hogy az adott teljesítőképesség hány blokk között oszlik meg. Csökkenti az üzemeltető létszámot, ha a karbantartó, fenntartó személyzet egyetlen szervezeti egységben koncentrálódik, amely több blokkban végzi el a feladatait. Egyetlen szervezetbe szervezhetőek más kiszolgáló részlegek is (pl. a reaktorfizikusok, a folyamatelemzők, az anyagtechnológiai és a radiokémiai laboratórium munkatársai, a fűtőelem átrakást végzők, a friss és kiegészítő fűtőelemek kezelői, a radioaktív hulladékok kezelésével foglalkozók, a pénzügyi és az adminisztratív alkalmazottak stb.).

Utóbbiak miatt nem mindegy, hogy az új atomerőmű Pakson, vagy más helyen épül-e. Ha Pakson épül és a tulajdonosi szerkezet is megengedi, akkor a ma üzemelő és az új blokkok előzőekben vázolt részlegei az egész komplexumban integrálhatók közös szervezetben. Ebben az esetben az egyes blokkoknál, illetve ikerblokkoknál főleg csak a szoroson vett üzemeltetők és az őket közvetlenül kiszolgálók lennének. Ez a szervezeti struktúra az összlétszám és az üzemeltetői költségek radikális csökkenését eredményezheti. Ennek lehetősége előnyössé teszi az új atomerőmű paksi telepítését.

Valószínűleg az előzőekben vázolt lehetőségek kihasználásának köszönhető az épülő finn atomerőművi blokkra tervezett igen alacsony üzemeltetői létszám. Eszerint legalább 150-200 alkalmazott fog folyamatosan dolgozni az EPR-1600 atomerőműben mint üzemeltető, s ezen felül az évenkénti leállítás időszakában (alapvetően a nagykarbantartás, a fűtőelem átrakás tervezése és elvégzése, valamint egyéb feladatok ellátására) kb. 1000 embert foglalkoztatnak majd. Minthogy Olkiluotóban már három atomerőművi blokk fog üzemelni, a fentieknek megfelelő koncentráció megvalósítható.

Az előzőeknél részletesebb, konkrétabb és pontosabb megállapításokat a tervezett új magyar atomerőmű üzemeltetői létszámával kapcsolatban csak akkor lehet tenni, ha véglegesen ismertté válik az azt megszabó valamennyi feltétel. Addig a 7.8. fejezetben alkalmazott becsléseket célszerű használni a várható üzemeltetői létszámra: két 1000 MW-os bloknál ≈ 700 fő, míg két 1600 MW-os bloknál ≈ 800 fő a nemzetközi adatok alapján becsült létszám.

9.4. A szakszemélyzet, illetve egyéb emberi erőforrások biztosítása

A 9.2. pontban olvasható, hogy az új atomerőmű létesítése – az előkészítő munkákat is figyelembe véve – legalább 12-14 éven keresztül igényel különböző képzettségű szakembereket, változó létszámban. A tender kiírása és elbírálása az első olyan szakasz, amikor már indokolt külön szervezetet, csoportot létrehozni e feladatok elvégzésére, illetve azok irányítására/koordinálására. Nekik magas képzettségű, nagy tapasztalatú atomenergetikai szakembereknek kell lenniük. Célszerű, ha a csapat magja a Paksi Atomerőműből és olyan szervezetekből tevődik össze, melyek mérvadóan részt vettek a Paksi Atomerőmű munkáiban, illetve a kapcsolódó feladatok végzésében (pl. tervező intézetekből, kutatóintézetekből és egyetemekről). E csoport tagjai, illetve tagjainak nagy része – éppen tudásuk és tapasztalataik miatt – nem igényelnek szervezett képzést. A tendereztetést követően a létesítendő blokk típus szállítójának kiválasztása, illetve a vele való szerződés aláírása után nagyrészt tapasztalt szakemberekből ki kell jelölni és össze kell állítani azt a szervezetet, amely a szállító által kijelölt szakemberekkel kapcsolatot tartva részt vesz az létesítés előkészítésében, majd a szükséges tervezési munkákban és az építés/szerelés szervezésében, irányításában, koordinálásában. E szervezet magja a tenderek kiírását és az ajánlatok elbírálását végző csoport lehet, de tagjai között valószínűleg lesznek kevésbé tapasztalt szakemberek is, akik továbbképzését meg kell oldani. Arra mindenképpen ügyelni kell, hogy a Paksi Atomerőműből az új atomerőműhöz átkerült tapasztalt szakemberek hiánya ne rontsa a Paksi Atomerőmű üzemeltetésének színvonalát, ne veszélyeztesse annak nukleáris biztonságát.

A humán erőforrás szervezésekor lényeges szempontként kell figyelembe venni az új és az üzemelő blokkok humán erőforrás-menedzsmentjének összehangolását. Figyelembe kell venni, hogy az új atomerőmű létesítésében részt vevő szakemberek mellett a Paksi Atomerőmű szakemberigényét (ami a nyugdíjazások és a létesítésekhez átkerültek pótlása miatt szintén jelentős lehet) is maradéktalanul kielégítsük. Gondoskodni kell a kapcsolódó szervezetek, intézmények, hatóságok megnövekedett feladatai miatt szükségessé váló új szakemberek oktatásáról, képzéséről is.

A szakemberigény biztosítása komoly képzési program megvalósítását teszi szükségessé. Alapját az egyetemi képzés (BSc és MSc) adja. A Budapesti Műszaki Egyetemen folyó energetikai mérnök- és fizikusképzés mellett bizonyos nukleáris oktatást kell adni elsősorban a Gépész-, a Vegyész-, valamint a Villamosmérnöki és Informatikai Karon. A kibocsátott fiatal mérnökök elhelyezkedési statisztikáját [9.-4, 9.-5] vizsgálva az tapasztalható, hogy a fiataloknak mintegy 20-25%-a nem saját szakjuknak megfelelő munkakörbe kerül és a végzettségük kb. 70%-a budapesti munkahelyen helyezkedik el. Ezt a körülményt a tervezésnél figyelembe kell venni. Ugyanakkor az atomenergetika területén dolgozó diplomások egy része más szakterületről kerül ki és ezek atomenergetikai át- ill. továbbképzéséről gondoskodni kell. Ez azt jelenti, hogy a következő években a graduális képzés (BSc és MSc) mellett komoly szerepe lesz a szakirányú továbbképzésnek, illetve szakmérnöki képzésnek. Valószínűleg bizonyos szakmákban (pl. építő- és építészmérnöki szakokon) továbbképző tanfolyamokat kell rendszeresen szervezni. Fontosnak tartjuk, hogy az új atomerőmű teljes léptékű szimulátora jóval az üzembe helyezés előtt rendelkezésre álljon, hogy a leendő üzemeltetők, operátorok képzését szolgálja. Az ezen történő képzésbe esetleg az atomerőmű-szállító szakembereket is be kell vonni. Szóba jöhet külföldi képzés is a szállító cégnél. Szükségszerű a Paksi Atomerőmű oktatóközpontjának bevonása is ebbe a képzésbe.

A nagy létszámgény miatt komoly feladatot jelent a létesítésben részt vevő szakemberek és szakmunkások rendelkezésre állása, oktatása is, különösen bizonyos szakmákban. Például a speciális acélok hegesztésében járatos szakemberekre – különösen a létesítés bizonyos szakaszában – nagy számban lesz szükség. Nem lesz egyszerű az igen nagy mennyiségű beton bedolgozása miatt a megfelelő számú betonozó szakmunkás, valamint a villanszerelő és elektronikai szakmunkások rendelkezésre állása sem.

Az oktatás/képzés időbeli ütemezését az igényekhez kell illeszteni. Magyarország több szempontból kedvező helyzetben van, hazánkban 1982 óta üzemel atomerőmű. Az atomerőmű és a háttérintézetek (köztük az érdekelt egyetemek) között szoros és eredményes szakmai kapcsolat alakult ki és működik folyamatosan. Fentiek következtében az atomenergetika területén a szakmai kompetencia meglehetősen magas színvonalú. Ez a helyzet Magyarországon hosszú idő óta még rövid ideig sem szakadt meg. A BME-n az atomenergetikai képzés jelentősen kiszélesedett az utóbbi években. Az 1990-ben elindított mérnökfizikus szakon belüli nukleáris technikai, atomenergetikai képzés mellett elindult, illetve megújult az energetikai mérnökképzés a BSc szinten, amelynek egyik szakiránya az atomenergetikai szakirány. Ennek folytatásaként várhatóan a 2009/2010-es tanévben elkezdődik az MSc szintű képzés is. Ez azt jelenti, hogy 2009-től BSc szinten, 2011-től MSc szinten folyamatosan kerülnek ki a BME-ről energetikai mérnökök (és ennek részeként atomenergetikai mérnökök). Különböző módokon elő kell segíteni, hogy a fiatal szakemberek a szükséges létszámban az atomenergetika szakterületén helyezkedjenek el, és a paksi létesítési munkákban is részt vegyenek. A BME-n – az utóbbi kb. 35 évben a Nukleáris Technikai Intézet gondozásában – rendszeresen zajlik atomenergetikai szakmérnök-képzés is.

A hazai nukleáris kompetencia fenntartása nem szorítkozhat az oktatásra és képzésre, szükség van a nukleáris biztonság különböző kérdéseivel foglalkozó K+F tevékenység kiemelt kezelésére és támogatására is. A Paksi Atomerőmű létesítését megelőző időszakban több kutatási program is folyt, ezekben a hazai szakintézmények döntő része sikeresen tevékenykedett. Nyilvánvaló, hogy a fenti programoknak is köszönhető, hogy az első hazai atomerőmű „befogadása” nagyobb nehézségek nélkül, sikeresen történt.

Az előzőekkel azonos fontosságú a hatósági kompetencia fenntartása, illetve fejlesztése. Az új blokkok engedélyezése jelentős erőfeszítéseket és nagy erőforrásokat fog igényelni az OAH NBI és a szakhatóságok részéről, erre a munkára időben és megfelelően fel kell készülni, indokolt esetben a szükséges személyi és anyagi feltételeket állami forrásokból meg kell teremteni.

Hivatkozások

[9.-1] Human resource issues related to an expanding nuclear power programme, IAEA-TECDOC-1501, International Atomic Energy Agency, Vienna, May 2006

[9.-2] <http://www.tvo.fi>

[9.-3] Ami Rastas: Finland's Experience in NPPs Specification and Selection, Technical Cooperation Workshop on Nuclear Power Plant Technology Assessment, 22-25 October, 2007, International Atomic Energy Agency Vienna

[9.-4] BME Diákközpont: Friss diplomásaink elhelyezkedési esélyei, BME Diákközpont, 2006

[9.-5] BME Diákközpont: Friss diplomásaink elhelyezkedési esélyei, BME Diákközpont, 2007

10. Az engedélyezés

10.1. Az atomerőművekre vonatkozó szabályozási rendszer kialakulása és fejlődése

Energiatermelő ipari létesítmények építéséhez kapcsolódó kiemelten fontos feladat és egyben a létesítés megvalósításának feltétele a vonatkozó törvényekben, rendeletekben és az államigazgatás más dokumentumaiban meghatározott engedélyek és hozzájárulások beszerzése.

A hagyományos villamosenergia-termelő erőművek esetében az engedélyeztetés folyamatát, feltételeit, követelményeit alapvetően a környezet védelmére, a vízgazdálkodásra, valamint a villamos energiára vonatkozó törvények szabják meg. Új atomerőmű létesítését vagy üzemelő atomerőmű új blokkokkal történő bővítését a hivatkozott jogszabályi kereteken túl – tekintettel az atomenergia alkalmazásnak sajátos követelményeire – külön törvény is szabályozza.

A nukleáris energia alkalmazásának szabályozására vonatkozó 1996. évi CXVI. törvény, (az Atomtörvény) értelmében a nukleáris létesítmények és így az atomerőművek létesítése és üzemeltetése fokozott hatósági felügyelet alatt áll. A felügyeleti tevékenység alapját a hivatkozott törvény és a törvényben meghatározott felhatalmazások alapján létrejött részletes jogi szabályozási rendszer biztosítja.

A jelenleg is hatályos 1996. évi törvény létrehozását a jogfejlődés általános tendenciái mellett a biztonság folyamatos növelésével kapcsolatos elvárások, a nukleáris biztonság fejlesztésével összefüggő nemzetközi elvárások fejlődése, az ezen a területen létrejött nemzetközi együttműködés erősödése alapozta meg. A törvény jelentős részben már figyelembe vette azokat a követelményeket is, amelyeket Magyarországnak az Európai Unióhoz és az Európai Atomenergia Közösséghez való csatlakozása tett szükségessé. A csatlakozást követően a jogharmonizáció eredményeként megtörténtek azok a változtatások is, amelyek megteremtették a hazai és a közösségi szabályozás teljes összhangját.

Az atomenergiáról szóló törvény végrehajtásaként működő hatósági szabályozási rendszer a más törvények alapján működő szabályozásokhoz viszonyítva lényegesen kiterjedtebb, és a lakosság egészségének, biztonságának és a környezet védelme érdekében nem csak az egyes engedélyezési eljárásokat és azok általános követelményeit tartalmazza, hanem a különböző nukleáris létesítmények típusától függően az egyes létesítményekre vonatkozó részletes követelményeket is megadja.

A törvény alapján az atomenergia alkalmazásának felügyeletét a kormányhivatalként működő atomenergia felügyeleti szerv, az Országos Atomenergia Hivatal látja el. A Hivatal a jogszabályokban meghatározott feladatkörében nem utasítható, határozatait felügyeleti jogkörben megváltoztatni, megsemmisíteni nem lehet.

A nukleáris létesítményekre vonatkozó hatályos szabályozási rendszerről így összességében megállapítható, hogy az atomenergia biztonságos hazai alkalmazásának korábbi fejlődésével létrejött az a nemzetközi elvárásoknak is megfelelő szabályozási és hatósági rendszer, kialakult az a hatósági szakembergárda és a hatóság munkáját támogató tudományos-műszaki bázis, amely megbízható alapot biztosít az atomenergia hazai alkalmazásának további fejlesztéséhez, új atomerőművi blokkok létesítéséhez. Azaz a Paksi Atomerőmű további bővítésének vagy egy új telephelyen történő atomerőmű létesítésének engedélyeztetéséhez

szükséges jogszabályi környezet alapvetően rendelkezésre áll, nincs szükség jelentősebb terjedelmű jogszabály módosításokra vagy alapvetően új jogszabályok megalkotására.

10.2. Az új blokkok engedélyeztetési folyamatának áttekintése

Új atomerőművi blokkok építésének engedélyezési folyamatát a környezet védelmére, a vízgazdálkodásra, az atomenergia alkalmazására, valamint a villamos energiára vonatkozó alábbi törvények határozzák meg:

- 1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól.
- 1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról.
- 1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról.
- 2007. évi LXXXVI. törvény a villamos energiáról.

A szükséges engedélyek terjedelmét a hivatkozott törvények, és az azokhoz kapcsolódó végrehajtási kérdéseket szabályozó rendeletek együttes alkalmazása alapján lehet meghatározni. Az egyes engedélyeket egymással összefüggő törvényi szabályozás mentén, de eljárási szempontból elkülönülő folyamatok részeként kell beszerezni.

A környezetvédelmi és kapcsolódó engedélyeztetési eljárások

A környezet védelmének általános szabályait rögzítő törvény alapján kiadott végrehajtási rendeletben foglaltak értelmében új blokkok létesítéséhez környezetvédelmi engedély beszerzésére van szükség. Az eljárás kétféle lépésből áll, amely előzetes vizsgálati szakaszból, majd annak sikeres lezárását követően környezeti hatásvizsgálati szakaszból áll. A környezetvédelmi engedélyeztetési eljárás fontos eleme a közmeghallgatás, illetve az országhatáron áterjedő lehetséges környezeti hatások tekintetében egy nemzetközi egyezményből (Espoo-i egyezményből) eredő kötelezettségek.

Az eljárásokat meghatározó jogszabályok a környezet védelmének általános szabályaira vonatkozó törvény mellett a következők:

- 314/2005. (XII.25.) Korm. rendelet a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról.
- 148/1999. (X.13.) Korm. rendelet az országhatáron áterjedő környezeti hatások vizsgálatáról szóló, Espoo-ban (Finnország), 1991. február 26. napján aláírt egyezmény kihirdetéséről.

A környezetvédelmi engedélyeztetési eljáráshoz kapcsolódóan figyelembe kell venni a levegő védelmével, az egyedi zajkibocsátási határértékekkel, valamint a hulladékgazdálkodással kapcsolatos követelményeket is.

Az Espoo-i egyezmény mellett további kötelezettséget jelent a 97/11/EK irányelvvel módosított 85/337/EGK irányelv is, amely országhatáron áterjedő jelentős hatás hiányában is lehetővé teszi az EU tagállamok részvételét a környezetvédelmi engedélyeztetési eljárásban.

Vízjogi engedélyeztetési eljárások

A környezetvédelmi engedélyeztetési eljárástól elvileg független, habár a szakhatósági közreműködés miatt részben kapcsolódó eljárás a vízgazdálkodási törvény szerinti engedélyeztetés. A vonatkozó jogszabályok a vízgazdálkodásra vonatkozó törvény mellett a következők:

- 72/1996. (V. 22.) Korm. rendelet a vízgazdálkodási hatósági jogkör gyakorlásáról.
- 18/1996. (VI. 13.) KHVM rendelet a vízjogi engedélyezési eljáráshoz szükséges kérelemről és melléleteiről.
- 220/2004. (VII. 21.) Korm. rendelet a felszíni vizek minősége védelmének szabályairól.
- 28/2004. (XII.25.) KvVM rendelet a vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól.

A hivatkozott jogszabályok értelmében ez az engedélyeztetés is többlépcsős eljárás. Elvi vízjogi engedély **kérhető** (azaz nem kötelező) a vízjogi engedélyezési kötelezettség alá tartozó vízhasználat, vízimunka és vízilétesítmény műszaki tervezéséhez. A vízimunka elvégzéséhez, illetve vízilétesítmény megépítéséhez vízjogi létesítési engedély szükséges. A vízgazdálkodási törvény szerinti eljárások végül a vízjogi üzemeltetési engedélyeztetési eljárással zárulnak.

A nukleáris biztonságtechnikai engedélyeztetési eljárások

Az atomtörvény 17. § (2) bekezdés értelmében az atomenergia-felügyeleti szerv hatáskörébe tartozik többek között a nukleáris létesítmény telepítéséhez, létesítéséhez, bővítéséhez, üzembe helyezéséhez, üzemeltetéséhez, tervezett üzemidején túli üzemeltetéséhez, átalakításához, üzemben kívül helyezéséhez, megszüntetéséhez szükséges nukleáris biztonsági engedélyezés. Az engedélyeztetési eljárásokat meghatározó jogszabályok az atomenergiára vonatkozó törvény mellett a következők:

- 114/2003. (VII.29.) Korm. rendelet az Országos Atomenergia Hivatal feladatáról, hatásköréről és bírságolási jogköréről, valamint az Atomenergia Koordinációs Tanács tevékenységéről.
- 89/2005. (V.5.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről.

A jogszabályok alapján egy új nukleáris létesítmény létesítése, illetve egy meglévő bővítése a következőkben felsorolt, a nukleáris létesítmény szintjén értelmezett, kötött sorrendű hatósági engedélyek kiadásával valósulhat meg:

- telephelyengedély,
- létesítési engedély,
- üzembe helyezési engedély,
- üzemeltetési engedély.

Az egyes eljárások, engedélyfajták és az engedélyekkel járó jogosultságok rendszere a nukleáris létesítmény életciklusán, annak fő fázisain alapulnak. Az engedélyfajták köre az üzemeltetési engedéllyel nem ér véget, de a következő engedélyfajta már a nukleáris létesítmény megszüntetésének engedélyeztetéséhez kapcsolódik.

A telephelyengedély alapvetően a nukleáris létesítmény telephelyére vonatkozó telephelyjellemzők meghatározásához, illetve pontosításához szükséges vizsgálatok elvégzésére jogosítja fel az engedélyest. Emellett a jogerős engedély birtokában végrehajtható a létesítéssel és a bővítéssel összefüggő tereprendezés, kiépíthetők a kiszolgáló utak és egyéb kiszolgáló létesítmények.

A jogerős létesítési engedély a szükséges talajjellemzők biztosításával összefüggő feladatok elvégzésére, az építési engedéllyel rendelkező, az atomerőművel összefüggő építmények és épületszerkezetek építési munkáinak elvégzésére, a technológiai rendszerek létesítésével összefüggő külön eljárásban engedélyezett beszerzési, gyártási, szerelési tevékenységek végrehajtására, valamint az üzembe helyezését előkészítő tisztítási és mosatási munkákra, illetve a nukleáris anyagot tartalmazó fűtőelemek nélkül végrehajtható inaktív funkciópróbák elvégzésére ad jogosultságot. A létesítési engedélyeztetési eljárás fontos eleme a létesítmény körül kialakítandó biztonsági övezet meghatározása és hatósági jóváhagyatása, amelynek követelményeit a 213/1997.(XII.1.) Korm. rendelet adja meg.

Mind az üzembe helyezési engedélyt, mind az üzembe helyezés sikeres lezárását követő üzemeltetési engedélyt a hatóság blokkonként adja ki. Mindkét engedélyfajta esetében a kiadás lényeges feltétele, hogy biztosított legyen a keletkező radioaktív hulladék és a kiegészített üzemanyag biztonságos, azaz a tudomány legújabb igazolt eredményeivel, a nemzetközi elvárásokkal, valamint tapasztalatokkal összhangban levő átmeneti tárolása vagy végleges elhelyezése.

Üzembe helyezési engedély birtokában elvégezhető nukleáris üzemanyagnak a reaktorba történő első berakására, a blokk terv szerinti működése igazolására előirányzott üzembe helyezési programjának, a rendszerek, rendszerelemek aktív körülmények közötti próbáinak elvégzésére. Az engedély az üzembe helyezési program sikeres végrehajtását követően az üzembe helyezés befejezésétől számított 12 hónapot meg nem haladó ideig a blokk névleges teljesítményen történő üzemeltetésére is feljogosít.

A nukleáris biztonságtechnikai engedélyek létesítési fázisát lezáró engedély az üzemeltetési engedély.

A fentiekben ismertetett létesítményszintű engedélyk mellett a 89/2005.(V.5.) Korm. rendelet értelmében rendszerekre, rendszerelemekre vonatkozó engedélyk beszerzésére is szükséges a létesítési engedélyeztetési eljárás, illetve az üzemeltetési engedély kiadása közötti szakaszban. Az atomerőmű rendszerlemeire vonatkozó engedélyket az atomerőmű biztonsági osztályba besorolt rendszerlemeire, továbbá a szabályzatot életbe léptető Kormányrendelet szerinti nyomástartó edényekre, csővezetékerekre és nyomáshatárolókra kell beszerezni. Ebbe a kategóriába a gyártási, beszerzési, szerelési, illetve a rendszerekre, rendszer elemekre vonatkozó üzemeltetési engedély tartozik. A nukleáris biztonságtechnikai engedélyket kiadó hatóság feladata az atomerőművel összefüggő épületek, építmények, műtárgyak és épületszerkezetek felvonóinak az engedélyezése is.

Új létesítményhez vagy meglévő létesítmény új blokkal történő bővítéséhez szükséges – az atomerőművel összefüggő építmények, épületszerkezetek – építési munkáinak engedélyezése építési, míg a használatbavételi engedélyezés használatbavételi engedély kiadásával történik.

Eltérő hatósági rendelkezés hiányában a hatóság a létesítési engedélyezési eljárásban határozza meg az építési engedély kiadásának elvi kereteit és feltételeit. Jogerős építési engedély alapján elvégzett munkák befejezése után, ha a Hatóság másként nem rendelkezik a Hatóságtól használatbavételi engedélyt kell kérni. Épület, építmény csak jogerős használatbavételi engedély birtokában vehető használatba.

Az atomerőművel összefüggő építmények, épületszerkezetek építési munkáinak engedélyezési eljárásában a területrendezési és az általános építészeti szempontokat az engedélyezési eljárásban szakhatóságként résztvevő területileg illetékes építési hatóság érvényesíti. A biztonsággal összefüggő követelmények teljesülését a Hatóság vizsgálja. A szakhatóságként résztvevő területileg illetékes építési hatóság feladat és hatáskörét az általános építési szabályok határozzák meg.

Az előbbiektől eltérően az atomerőmű működtetéséhez közvetve szükséges építményeket (irodaépület, műhelyek, raktárak, oktatási épület stb.) a területileg illetékes építési hatóság engedélyezi. Ezekben az eljárásokban az atomenergia-felügyeleti szerv szakhatósági közreműködést biztosít.

A nukleáris biztonságtechnikai engedélyezési eljárásokhoz kapcsolódóan meg kell említeni, hogy az atomtörvény szerint az atomenergia alkalmazásával kapcsolatban szükséges közmeghallgatás tekintetében a külön jogszabályokban előírtakat kell alkalmazni. Mivel kifejezetten a közmeghallgatásokat szabályozó jogszabály nincs, az atomtörvény szerinti közmeghallgatást a környezetvédelmi engedélyeztetési eljárás részeként jogszabályban rögzített közmeghallgatással tekinthető azonosnak.

A villamos energia törvény hatálya alá tartozó eljárások

A villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény alapján erőmű létesítése, valamint az erőmű külön jogszabályban meghatározott módon történő bővítése engedélyköteles tevékenységek. A törvény szerint a termelői vezeték építéséhez, üzemeltetéséhez, használatbavételéhez, az építésügyi hatóság engedélye szükséges. Abban az esetben, ha a termelői vezeték kizárólag az erőműnek, illetőleg saját létesítményének az átviteli vagy elosztó hálózathoz való csatlakozására szolgál, arról más felhasználó ellátása nem történik, akkor termelői vezeték létesítése nem engedélyköteles tevékenység.

Az atomerőműre a Villamosenergia-törvény rendelkezéseit az Atomtörvény különös szabályaival összhangban kell alkalmazni. A Villamosenergia-törvény szerinti engedélyek kiadásának feltétele az atomtörvényben előírt engedélyek megléte.

A villamos energiáról szóló törvény értelmében az 50 MW és az ezt meghaladó teljesítőképességű erőmű létesítése vagy a meglévő erőmű teljesítőképességének további új főberendezéssel történő legalább 10%-os növelése engedélyköteles tevékenység, amelyhez a Magyar Energia Hivataltól kell létesítési, illetve bővítése engedélyt kérni. A létesítési folyamat végén termelői működési engedélyt kell kérni a Magyar Energia Hivaltól.

A létesítési engedély mellett az atomenergia felügyeleti szerv által kiadott építési engedély terjedelmét meghaladó építményekre, illetve a termelői vezetékre építési majd használatbavételi engedélyt kell kérni Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivaltól. Az építési és a használatbavételi engedélyeken túl üzemeltetési engedélyt kell kérni a termelői vezetékre a Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivaltól.

A Magyar Energia Hivatal eljárása a 273/2007. (X. 19.) Korm. rendeletben meghatározott eljárási és tartalmi követelmények szerint zajlik, míg a Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal az építési engedély kapcsán 382/2007. (XII. 23.) Korm. rendeletben meghatározott eljárási és tartalmi követelmények szerint jár el.

10.3. Az egyes törvények hatálya alá tartozó eljárások kapcsolata, az engedélyezés menete

A fentiekben ismertetett törvények és kapcsolódó rendeleteik szerinti eljárások az azonos törvényhez tartozó terjedelemben jól definiáltak, az egymásra épülő, egymást követő eljárások az esetek többségében egyértelműek. Ennél lényegesen összetettebb, bonyolultabb a kép, ha a különböző törvényekhez kapcsolódó eljárások kapcsolatait kell meghatározni. Az egyes eljárások kapcsolatainak, sorrendjének meghatározásában a jogszabályokban rögzített követelmények mellett egyrészt támpontot ad a létesítmény életciklusához kapcsolódó engedélytípusok egymásra épülése, illetve figyelembe lehet venni a korábbi létesítmény szintű engedélyeztetési eljárások alapján kialakított gyakorlatot is.

Az engedélyeztetési eljárás kiinduló pontját az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény 7. § (2) bekezdés adja meg, amely szerint „**Új nukleáris létesítmény és radioaktív hulladéktároló létesítését előkészítő tevékenység megkezdéséhez, illetőleg meglévő atomerőmű további atomreaktort tartalmazó egységgel való bővítéséhez az Országgyűlés előzetes, elvi hozzájárulása szükséges.**”

Az idézett előírásból jogértelmezés alapján arra a következtetésre lehet jutni, hogy a parlamenti jóváhagyást megelőzően hatósági engedélyezési tevékenység nem kezdhető meg.

10.4. A létesítési engedélyeztetési fázist megelőző eljárások

A létesítési tevékenységek előkészítéseként szükséges engedélyeztetési eljárások részeként a környezetvédelmi engedélyt, opcionálisan az elvi vízjogi engedélyt, illetve az atomenergia felügyeleti szerv eljárásai közül a telephely engedélyt kell beszerezni. Az ezeket követő engedélyek nevesítik a létesítési fázist, így kérdésként legfeljebb ezek egymáshoz viszonyított kapcsolata merülhet fel.

A vonatkozó jogszabályok előírásainak értelmezése és a korábban kialakított gyakorlat alapján új atomerőmű létesítése vagy meglévő atomerőmű új blokkal történő bővítése a parlamenti jóváhagyást követően a környezetvédelmi engedélyeztetési eljárással folytatódhat. A környezetvédelmi eljárással szinte párhuzamosan beszerezhető a nem kötelezően előírt vízjogi engedély. A környezetvédelmi, illetve az elvi vízjogi engedélyeztetési eljárást az atomenergia felügyeleti szerv által kiadandó telephely engedély követi. A telephely engedély kiadásának meghatározó feltétele a telephely földtani alkalmasságának igazolása.

A telephely földtani alkalmasságának kritériumait, valamint a műszaki tervezésénél figyelembe veendő földtani követelményeket, a szükséges engedélyeztetési eljárást a „*földtani és bányászati követelmények a nukleáris létesítmények és a radioaktív hulladék elhelyezésére szolgáló létesítmények telepítéséhez és tervezéséhez*” című 62/1997. (XI. 26.) IKIM rendelet tartalmazza. Ennek megfelelően a nukleáris létesítmények telephely kijelölése és a földtani alkalmasság vizsgálata fázisokra tagolható, amelyeket a földtani kutatási terv készítése és jóváhagyása során kell meghatározni. Az egyes kutatási fázisokat megalapozó földtani kutatási terveket és a kutatási fázisokat lezáró földtani kutatási zárójelentéseket a Magyar Bányászati és Földtani Hivatal (MBFH) engedélyezi, illetve hagyja jóvá. Az engedélyezési

eljárás megindítása előtt a kérelmező kérheti az MBFH előzetes szakvéleményét. A telephelyengedély megadásának nem feltétlenül feltétele a végleges és lezárt földtani kutatási program alapján kiadott MBFH engedély.

Ebből következően lehetséges megoldás lehet a telephelyengedély kérelem jóváhagyott és lezárt földtani kutatási programot követő benyújtása. Alternatív megoldás lehet a MBFH előzetes szakvéleményét követő telephely engedélyeztetési eljárás. Az MBFH szerinti engedélyeztetési eljárás elvileg még a parlamenti jóváhagyást is megelőzheti.

A létesítési engedélyeztetéshez tartozó eljárások megkezdése előtt még egy eljárást kell megemlíteni, ha nem a paksi telephelyen történő új blokkok engedélyeztetését vizsgáljuk. Egy új telephelynél szükség van a MEH által kiadandó elsődleges energiaforrás engedélyre is.

10.5. A létesítési és az azt követő engedélyeztetési fázis eljárásai

A létesítési engedélyek körében 3 létesítési engedélyeztetési eljárást kell megkülönböztetni: a vízjogi létesítési, a nukleáris biztonságtechnikai létesítési/bővítési, illetve a Villamosenergia-törvény szerinti létesítési/bővítési eljárást. A felsorolás egyben az eljárások lefolytatási sorrendjének is tekinthető.

A létesítési folyamathoz szorosan kapcsolódik az építési és használatbavételi engedélyeztetési eljárás is. Az atomtörvény végrehajtási rendelete szerint a nukleáris létesítmény engedélyezési eljárása keretében a nukleáris létesítmény építményeinek, valamint a nukleáris berendezéseknek az engedélyezése összevontan, egy eljárásban is lefolytatható.

Az építési és használatbavételi eljárások tekintetében figyelembe kell venni, hogy az építés területén három eljárás csoportot kell megkülönböztetni:

- az atomenergia felügyeleti szerv, mint hatóság felügyelete alá tartozó építményekre és épületekre vonatkozó eljárásokat,
- a villamos energia ipari törvény szerint a Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal hatáskörébe tartozó eljárásokat,
- az előző két eljárás csoport terjedelmén kívül eső építmények és épületek szerinti eljárásokat.

Az építési és a használatbavételi engedélyeztetési eljárások között történik meg az atomenergia felügyeleti szerv hatáskörébe tartozó, rendszer, rendszerelem szintű engedélyeztetési (gyártási, beszerzési, szerelési) eljárások lebonyolítása. A használatbavételi engedélyeztetési eljárásokat az atomenergia felügyeleti szerv hatáskörébe tartozó üzembe helyezési engedély kiadására irányuló eljárás követi.

A teljes létesítési folyamat lezárását az üzemeltetési engedélyek beszerzésére irányuló eljárások jelentik. A létesítési/bővítési engedélyeztetéshez hasonlóan ebben az esetben vízjogi üzemeltetési, a nukleáris biztonságtechnikai üzemeltetési, illetve a villamosenergia-törvény szerinti, a termelői vezetékre vonatkozó üzemeltetési engedély és termelési működési engedély beszerzésére van szükség. Az engedélyek sorrendje azonos a létesítési/bővítési engedélyeztetési eljárásoknál meghatározottakkal.

10.6. Az eljárásokhoz kapcsolódó szakhatósági engedélyeztetés

Az Országgyűlés előzetes, elvi hozzájárulási eljárásán kívül minden engedélyezési eljárás sajátossága a nagyszámú szakhatósági és egyéb más érintett szervezetek közreműködése. A

korábban végrehajtott létesítmény szintű engedélyeztetési eljárások általános tapasztalata volt, hogy az eljárások összetettségét, bonyolultságát nagymértékben növelte a különböző engedélyek kapcsán eljáró hatóságok egymás eljárásaiban szakhatóságként való közreműködése. A problémát nem a közreműködés, a szükséges szakhatósági engedélyek beszerzésének kötelezettsége jelentette, hanem az adott eljárásban közreműködő szakhatóságok az adott eljáráshoz tartozó vizsgálati terjedelmének egyértelmű meghatározásának hiánya.

Az egyes eljárásokba bevonandó szakhatóságok körét a vonatkozó végrehajtási rendeletek többségükben meghatározzák. Jelentős előrelépés hogy, 2004-től már egyik hatósági eljárásban sem az engedélyes feladata a szakhatósági engedélyek beszerzése. (*Engedélyes*: az atomenergia alkalmazója, aki Hatósági engedéllyel engedélyköteles tevékenységet folytat).

A vonatkozó törvény ezt a feladatot az eljáró hatóságokhoz telepíti. A szakhatósági rendszer további korszerűsítéseként a közigazgatási hatósági eljárás és szolgáltatás általános szabályairól szóló 2004. évi CXL. törvény módosításával a Kormány felhatalmazást kapott arra is, hogy – az önkormányzati hatósági ügyek kivételével – a közigazgatási hatósági eljárásokban közreműködő szakhatóságokat rendeletben jelölje ki. Az atomtörvényben meghatározott szakhatósági közreműködésekre vonatkozó előírások törlése mellett a hivatkozott kijelölés azonban még nem történt meg. A szakhatóságok közreműködésének terjedelmét és körét azonban az új blokkok létesítési igényétől függetlenül is meg kell határozni, így annak szabályozása a közeljövőben várható.

10.7. A létesítés, illetve a bővítés, mint létesítés

Az új blokkok létesítésére vonatkozó jogszabályok felülvizsgálata alapján megállapítható, hogy az engedélyeztetést meghatározó törvények többsége az új erőmű, vagy atomerőmű esetében a meglévő erőmű bővítésének fogalmát is alkalmazza egyes követelmények meghatározásánál. A felülvizsgálat alapján azonban az is megállapítható volt, hogy különösen az Atomtörvény és a kapcsolódó végrehajtási rendeletek terjedelmében meghivatkozott, a bővítésre vonatkozó követelmények nem a bővítés esetén figyelembe veendő, az új létesítéstől eltérő követelményekre fókuszálnak. Mindössze néhány esetben – és főként az építési engedélyeztetés területén – a követelmény megfogalmazásának teljessége érdekében emelik ki a bővítés fogalmát. Ebből következően a bővítés fogalmának jogszabályokban történő külön kiemelése mellett a paksi telephelyen történő bővítés a létesítéssel szemben a szükséges eljárások és engedélyek tekintetében nem ad érdemi különbséget vagy könnyebbséget. Meghatározó különbséget és így a megoldandó vagy végrehajtandó feladatok szempontjából könnyebbséget jelent azonban, hogy az engedélyeztetés megalapozásához szükséges információk részletesen és jelentős terjedelemben rendelkezésre állnak.

10.8. Az engedélyeztetési folyamat összefoglalása és optimalizálásának lehetőségei

A fentiekben áttekintett engedélyeztetési folyamat leegyszerűsítve a következő lépcsőkben hajtható végre:

- parlamenti jóváhagyás,
- környezetvédelmi engedélyeztetés,
- a nem kötelezően előírt elvi vízjogi engedély beszerzése,
- a földtani alkalmasság igazolásához szükséges engedély beszerzése*,

- a telephely engedély beszerzése,
- a vízjogi létesítési engedély beszerzése,
- a nukleáris biztonságtechnikai létesítési és építési engedély beszerzése,
- a villamosenergia-törvény szerinti létesítési/bővítési engedély beszerzése,
- a villamosenergia-törvény szerinti építési engedély beszerzése,
- az egyéb épületekre szükséges építési engedélyek beszerzése,
- a nukleáris biztonságtechnikai rendszerelem szintű engedélyek beszerzése,
- az egyéb épületekre szükséges használatba vételi engedély beszerzése,
- a nukleáris biztonságtechnikai használatbavételi engedély beszerzése,
- a villamosenergia-törvény szerinti használatbavételi engedélyek beszerzése,
- a nukleáris biztonságtechnikai üzembe helyezési engedélyének beszerzése,
- a nukleáris biztonságtechnikai üzemeltetési engedélyének beszerzése,
- a villamosenergia-törvény szerinti üzemeltetési/működési engedélyek beszerzése.,

(*A földtani alkalmasság igazolásához szükséges engedély beszerzése a parlamenti jóváhagyás előtt is beszerezhető lehet.)

Az engedélyeztetési eljárások teljes folyamata szempontjából a létesítési engedélyek kiadásáig terjedő szakasz tekinthető meghatározónak, mivel az ezt követő eljárások időzítése, átfutási ideje már illeszthető az építés, üzembe helyezés folyamatához.

A parlamenti jóváhagyást követően a létesítési engedélyek kiadásáig az egyes eljárásokat alapvetően sorosan kapcsolva, az eljárások teljes átfutási ideje több évig is elhúzódhat, amely nagymértékben hátráltathatja a megvalósítás reális és költséghatékony ütemezését, miközben engedélyeztetési oldalon, az érdemi műszaki elbírálás tekintetében nem lenne szükség ilyen hosszú átfutási idő tartására. Ebből következően a jogszabály korszerűsítések kötelező, vagy az új blokkok létesítésétől is független felülvizsgálati kötelezettségének részeként célszerű megvizsgálni – különös tekintettel a létesítési engedélyek kiadásáig terjedő szakasz terjedelmében – a különböző eljárások sorrendiségére, kapcsolódásaira vonatkozó követelményeket, kötelezettségeket annak érdekében, hogy az engedélyeztetési eljárások feleslegesen ne hátráltassák a megvalósítás folyamatát.

10.9. A jogszabályi környezet korszerűsítésének legfontosabb feladatai

A jelenleg hatályos szabályozás korszerűsége és megfelelősége mellett több vonatkozásban is változtatást igényel. Ezek a korszerűsítések azonban többségükben olyan jellegűek, amelyeket az új blokkok létesítésére való felkészüléstől függetlenül, mindenképpen el kell végezni.

Jelentős változásokat hozhat az atomenergia biztonságos alkalmazását szolgáló államigazgatási rendszer kialakításában és működésében a decentralizált hatósági rendszer megszüntetése, és egységes hatósági szervezet létrehozása. Ez a változás megoldást jelentene a sugárvédelem területén az átfedésektől mentes szabályozásra, emellett gyakorlati példaként szolgálhatna más engedélyezési területek esetére vonatkozóan is.

Az új atomerőművi blokkok létesítéséhez felülvizsgált jogszabályi követelmények alapján megállapítható, hogy a nukleáris létesítmények létesítésével, illetve bővítésével összefüggő

alapvető hatósági feladatok és felelőségek meghatározása megtörtént, a szükséges engedélyeztetési eljárások, azok tartalmi és eljárási követelményei adottak. Ugyanakkor az is megállapítható, hogy bizonyos területeken szükség van a követelmények további részletezésére, pontosítására, illetve a hatósági feladatok megfelelő színvonalú ellátásához – különös tekintettel a különböző törvények hatálya alá tartozó eljárások egymáshoz való kapcsolódása tekintetében – és a követelmények jobb összehangolására.

Új atomerőművi blokkok létesítésére vonatkozó pozitív kormányzati és parlamenti döntés esetében ezért kiemelten fontos feladatként kell kezelni a létesítési/bővítési engedélyeztetési eljárásokat meghatározó jogszabályi követelmények további korszerűsítését, pontosítását, illetve a folyamatban lévő jogszabály korszerűsítések terjedelmében az új blokkok létesítésének szempontjait is vizsgálni, értékelni kell. A feladat sikeres végrehajtása érdekében fontos, hogy a szabályozási követelmények pontosítására a különböző törvényben foglalt követelmények teljesítéséért felelős tárcák együttműködésében kerüljön sor.

13. Társadalmi támogatás

A Paksi Atomerőmű – erre szakosodott közvélemény-kutató cégek bevonásával – évek óta rendszeresen felméri regionális és országos társadalmi elfogadottságát. Jelen fejezet a *Taylor Nelson Sofres Hungary Kft.* országos reprezentatív felméréseinek, valamint a *Szocio-Gráf Kft.* Paks és annak 30 kilométeres körzetében végzett reprezentatív kutatásának eredményeit, megállapításait összegzi.

Országos felmérések alapján a társadalmi támogatás vonatkozásában az alábbi megállapítások tehetők:

- Folyamatosan magas és stabil a Paksi Atomerőmű társadalmi támogatottsága. 2007-ben országosan a megkérdezettek 74%-a értett egyet azzal, hogy Magyarországon atomerőmű működik.
- A lakosság körében nő az atomenergia pozitív megítélése az energiahordozók között. Ennek elsődleges, aktuális oka a gázellátással kapcsolatos közelmúltbeli anomáliák, amelyek nagy média- és közönségfigyelmet generáltak.
- Az atomenergiát a megújuló energiaforrások után a leginkább megbízható energiaforrásnak tartja a lakosság.
- Még mindig számos tévhit tartja magát az atomenergia és a globális felmelegedés közötti – vélt, de nem valós – összefüggés kapcsán. Ezek közül a legmarkánsabb félreértés, hogy az atomerőmű szén-dioxidot termelne és oxigént fogyasztana működése során. 2007-ben tovább folytatódott az a javuló trend, miszerint a megkérdezettek zöme szerint a Paksi Atomerőmű megfelel az uniós előírásoknak (a 2006-os 65% után 2007-ben már 70% gondolta így).
- A megkérdezettek zöme szerint az erőműben nagyon szigorú előírások szerint járnak el az ott dolgozók.
- A kutatás adatai azt mutatják, hogy az atomerőmű a kommunikációjában képes önmagáról tárgyilagos és érthető képet mutatni.
- Megállapítható, hogy az atomenergia támogatottsága az ismereti szinttel együtt növekszik: minél több információval rendelkezik a válaszadó, annál támogatóbb attitűdje van az atomenergiával kapcsolatban.
- A Paksi Atomerőmű privatizációját a megkérdezettek döntő többsége (85%) nem támogatja.
- Egy új atomerőmű létesítését – ha nem nevezzük meg konkrétan a telephelyet – 2007-ben országosan a megkérdezettek 37%-a támogatta volna.
- Ha az új atomerőművi blokk biztosan a már meglévő blokkok mellett, a paksi telephelyen létesülne, akkor egy ilyen országos népszavazáson a közvélemény-kutatásban megkérdezettek 48%-a támogatná az építkezést, 38% nemmel szavazna. A 2007-es felmérés szerint mindössze 9% nem menne el szavazni, és 5% nem válaszolt a felmérés adott kérdésére.

A regionális felmérés eredményei az alábbiak:

A Szocio-Gráf Kft. legutóbb 2006, majd 2007 végén végzett 1500 fős, Paks 30 kilométeres körzetére kiterjedő kutatást. A kutatás legfontosabb megállapításai a következők voltak:

- A válaszadók 86,9%-a (2006-ban 81%-a) megfelelőnek, vagy szigorúnak tartja az atomerőmű biztonsági előírásait.
- Az erőmű működése a megkérdezett helyi lakosság 64%-a szerint megfelel az EU előírásainak.
- Az erőmű üzemidő-hosszabbítási terveiről a lakosság 66%-a (2006-ban 61%-a) hallott.
- Valahol az ország területén egy új atomerőmű létesítését az atomerőmű 30 km-es körzetében élők 50,7%-a (2006-ban 29,1%-a) támogatja, és 45,5%-a (2006-ban 67,9%-a) ellenzi. Tehát nagyon határozott pozitív elmozdulás volt megfigyelhető 2007 során.
- Egy esetleges népszavazáson, ha a Pakson létesítendő atomerőművi blokkról kellene dönteni, akkor azt a megkérdezettek 48,7%-a támogatná (2006-ban 41,1%), míg 42,5%-a (2006-ban 50,4%) nem támogatná. 5,5% (2006-ban 5,8%) a felmérés szerint nem szavazna a népszavazáson.

A legfontosabb kérdésekben az alábbi trendek figyelhetők meg.Országos eredmények:

- A vizsgált időszakban számszerűen enyhén javult (62%-ról 65%-ra, de a mérés pontosságát is figyelembe véve gyakorlatilag nem változott) az emberek véleménye az EU-normák betartása kapcsán.
- A Paksi Atomerőmű privatizációját a megkérdezettek döntő többsége nem támogatja (2004-ben 83%, 2006-ban 82%, 2007-ben 85% ellenezné).
- Az utóbbi évek során szignifikánsan több válaszadónak (2006-ban 53%, 2007-ben 54%) lett tudomása arról, hogy az atomerőmű üzemidejét meg kívánják hosszabbítani. Ez az arány 2004-ben még csak 38% volt.
- A meglévő blokkok üzemidő-hosszabbítását a megkérdezettek többsége (57-58%-a) támogatja.
- Új paksi blokk építését országosan a megkérdezettek fele támogatja.

Regionális eredmények:

- A régió lakóinak véleménye kis mértékben javult (63%-ról 64%-ra) az EU normák betartásával kapcsolatban.
- A Paksi Atomerőmű privatizációját a régió lakossága határozottan (2006-ban 91%, illetve 2007-ben 95%) ellenzi.
- A most üzemelő blokkok üzemidő-hosszabbítását a megkérdezettek több, mint fele

támogatja.

- Új atomerőmű építését (ha a telephely nincs megadva a kérdésben) a regionális lakosság 50,7%-a támogatja. Ez az arány 2006-ban 29,1%, 2005-ben 27,7% volt.
- Új paksi blokk építését regionális szinten ugyanannyian támogatnák, mint országosan (az országos támogatás 48%, a regionális 48,7%).

Összefoglaló megjegyzések

- A társadalomban stabil és magas elfogadottságú a Paksi Atomerőmű jelenlegi tevékenységének megítélése.
- Nem definiált telephelyen építendő új atomerőmű létesítését országos szinten a lakosság 37%-a, a paksi régióban pedig 50,7%-a támogatja.
- A paksi telephely új blokkal történő bővítését országosan a megkérdezettek 48%-a, míg a paksi régióban 48,7%-a támogatná.
- A magyar lakosság még mindig kevés információval rendelkezik az energetikáról és az atomerőművekről. Félelmük, tévhitek, távolságtartásuk nagyrészt ennek tudható be.

A fenti adatok azt mutatják, hogy egy megfelelő alap áll rendelkezésre az új blokkok társadalmi elfogadtatására. A regionális felmérés eredményei alapján feltételezhető, hogy a Paks környékiek fele evidensnek tartja, hogy az új blokkok paksi telephelyen létesülnének, és azt el is fogadja.

Az előzőekben bemutatott számok jelentősen javíthatóak, ha egy jól felépített, őszinte és hatékony kommunikációs kampány során tájékoztatva lenne a regionális és országos lakosság az új atomerőművi blokkok építéséből származó gazdasági, környezeti és társadalmi előnyökről.