


**ÚJ ATOMERŐMŰVI BLOKKOK
LÉTESÍTÉSÉNEK ELŐKÉSZÍTÉSE**

**MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI
TANULMÁNY**

AEKI-ARL-2008-725-00/01

Budapest, 2008. április

| | | | |
|---|--|--|--|
| Projekt: Project: | Új atomerőművi blokkok létesítésének előkészítése (Teller projekt) | | |
| Cím: Title: | Megvalósíthatósági Tanulmány | | |
| Készítette: Authors: | KFKI AEKI | Gadó János, Végh János | |
| | PA Zrt. | Bertha Kálmán, Csanádi András, Cserháti András, Katona Tamás, Mittler István | |
| | VEIKI Zrt. | Holló Előd | |
| | ETV-Erőterv Zrt. | Bérci Károly | |
| | BME NTI | Aszódi Attila | |
| | MVM ERBE Zrt. | Ilnáth Ferenc | |
| Dokumentum típus: Type of the document: | Tanulmány | (Nyt. szám: AEKI-ARL-2008-725-00/01) | |

| Módosítás/ Revision | Kelt/ Date | Aláírások/ Signatures | | |
|------------------------|---------------|--|-----------------------------|---|
| | | Készítette/ Authors | Átvizsgálta/ Reviewed by | Jóváhagyta/ Approved by |
| 0. | 2008.04.14. | Végh János KFKI AEKI PA Zrt. VEIKI Zrt. ETV-Erőterv Zrt. BME NTI MVM ERBE Zrt. | |  |

| Módosítás / Revision Kelt / Date | A módosítás rövid leírása Short description of the revision |
|-------------------------------------|--|
| 1. | |
| 2. | |
| 3. | |

TARTALOMJEGYZÉK

| | |
|--|-----------|
| Vezetői összefoglaló | 6 |
| 1. Bevezetés | 11 |
| 2. A villamosenergia-ellátás elemzése, az erőmű létesítésének indoklása..... | 15 |
| 2.1. A villamosenergia-rendszer bemutatása..... | 15 |
| 2.2. Nemzetközi kapcsolatok..... | 18 |
| 2.3. Igény/fogyasztás prognózis | 18 |
| 2.4. Várható erőmű leállítások | 20 |
| 2.5. Kapacitáslétesítési igények | 20 |
| 2.6. Az atomerőmű szerepe a villamosenergia-ellátásban | 22 |
| 3. Az atomerőmű teljesítményének kiválasztása..... | 23 |
| 3.1. A hálózati csatlakozások meghatározása a nukleáris blokkok teljesítménye alapján..... | 23 |
| 3.2. Általános szempontok a blokknagyság értékeléséhez..... | 26 |
| 4. A telephely jellemzése..... | 29 |
| 4.1. Vizsgálatok új atomerőművi telephely kijelölésére | 29 |
| 4.2. A telephely általános jellemzői | 31 |
| 4.3. A paksi telephely mértékadó jellemzői | 33 |
| 4.3.1. A paksi telephely közelében végzett emberi tevékenység..... | 33 |
| 4.3.2. Meteorológiai viszonyok..... | 34 |
| 4.3.3. Hidrológia..... | 34 |
| 4.3.4. Geológia, szeizmológia..... | 35 |
| 4.4. A paksi telephely alkalmasságának értékelése..... | 35 |
| 5. A választható technológiák | 39 |
| 5.1. Atomerőmű fejlesztési tendenciák, gyártási és építési lehetőségek..... | 39 |
| 5.1.1. A nukleáris energetika világhelyzete..... | 39 |
| 5.1.2. A potenciálisan létesíthető reaktortípusok áttekintése..... | 40 |
| 5.1.3. A folyamatban lévő atomerőmű létesítések áttekintése..... | 43 |
| 5.2. A választható atomerőmű típusok áttekintése..... | 47 |
| 5.2.1. AP600 – Westinghouse Advanced Passive PWR..... | 48 |
| 5.2.2. VVER-640 | 49 |
| 5.2.3. ATMEA1 – Areva-Mitsubishi Heavy Industries (MHI)..... | 51 |
| 5.2.4. AP1000 – Westinghouse Advanced Passive PWR..... | 52 |
| 5.2.5. VVER-1000 | 54 |
| 5.2.6. EPR – European Pressurized Water Reactor | 55 |
| 5.2.7. Összefoglalás | 58 |
| 5.3. A hazai feltételeknek való megfelelés elemzése | 60 |
| 5.3.1. A paksi telephely alkalmassága az új blokkok befogadására | 60 |
| 5.3.2. Kölcsönhatás az üzemelő blokkokkal..... | 60 |
| 5.3.3. Az új blokkok hűthetősége..... | 61 |
| 5.3.4. A megtermelt villamos energia elszállíthatósága..... | 62 |
| 6. Az előzetes környezeti értékelés eredményeinek összefoglalása..... | 63 |
| 6.1. A létesítés környezeti hatásai | 64 |
| 6.2. Az üzemeltetés környezeti hatásai | 65 |
| 6.2.1. Radiológiai hatások..... | 66 |
| 6.2.2. Hagyományos szennyezőanyagok kibocsátása | 67 |
| 6.2.3. A hatások területi kiterjedése..... | 70 |
| 6.2.4. A környezeti hatások változásának becslése a négy régi blokk leállítása utáni időszakban..... | 71 |
| 6.2.5. Társadalmi-gazdasági hatások | 71 |
| 6.3. Az üzemzavarok hatásai..... | 72 |
| 6.4. A felhagyás, leszerelés környezeti hatásai | 73 |
| 7. A projekt megvalósítása..... | 74 |
| 7.1. A létesítési ütemterv..... | 74 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 7.2. | Előkészítő tevékenységek..... | 74 |
| 7.3. | A lebonyolítási koncepció..... | 78 |
| 7.4. | Hazai beszállítási lehetőségek..... | 81 |
| 7.5. | Az építési és szerelési munkák folyamata, a beruházás irányításának rendje..... | 82 |
| 7.6. | Az üzembe helyezés elvégzése..... | 85 |
| 7.7. | További szükséges engedélyek megszerzése és az engedélyezési folyamatok lezárása..... | 86 |
| 7.8. | A létesítmény üzemeltetése..... | 87 |
| 7.9. | A projekt kockázatelemzése..... | 88 |
| 8. | A berendezések beszerzésének koncepciója..... | 88 |
| 8.1. | A főberendezések szállítási terjedelmének meghatározása..... | 89 |
| 8.2. | A berendezések szállítói kiválasztásának módszere..... | 89 |
| 8.3. | Kockázatelemzés a beszállításokra..... | 90 |
| 9. | A beruházás és üzemeltetés előkészítése és humán erőforrásai..... | 91 |
| 9.1. | A humánerőforrás gazdálkodás jellegzetességei az atomerőműben..... | 91 |
| 9.2. | Építő és szerelői létszámszükséglet..... | 91 |
| 9.3. | Az üzemeltetés létszámszükséglete..... | 93 |
| 9.4. | A szakszemélyzet, illetve egyéb emberi erőforrások biztosítása..... | 94 |
| 10. | Az engedélyezés..... | 96 |
| 10.1. | Az atomerőművekre vonatkozó szabályozási rendszer kialakulása és fejlődése..... | 96 |
| 10.2. | Az új blokkok engedélyeztetési folyamatának áttekintése..... | 97 |
| 10.3. | Az egyes törvények hatálya alá tartozó eljárások kapcsolata, az engedélyezés menete..... | 101 |
| 10.4. | A létesítési engedélyeztetési fázist megelőző eljárások..... | 101 |
| 10.5. | A létesítési és az azt követő engedélyeztetési fázis eljárásai..... | 102 |
| 10.6. | Az eljárásokhoz kapcsolódó szakhatósági engedélyeztetés..... | 102 |
| 10.7. | A létesítés, illetve a bővítés, mint létesítés..... | 103 |
| 10.8. | Az engedélyeztetési folyamat összefoglalása és optimalizálásának lehetőségei..... | 103 |
| 10.9. | A jogszabályi környezet korszerűsítésének legfontosabb feladatai..... | 104 |

| | |
|---|------------|
| 13. Társadalmi támogatás..... | 135 |
| 14. Rövidítések jegyzéke..... | 138 |
| Mellékletek..... | 140 |
| 1. Melléklet. A létesítési projekt teljes élettartamára vonatkozó kockázatok áttekintése..... | 140 |

Vezetői összefoglaló

Az Országgyűlés a 2008-2020 közötti időszakra vonatkozó energiapolitikáról úgy határozott, hogy az ellátás biztonsága érdekében törekedni kell a kiegyensúlyozott energiaforrás-struktúra elérésére és fenntartására. Figyelembe véve hazánk villamosenergia-ellátásának helyzetét, az igények és a kapacitások alakulását, már most időszerű mérlegelni, hogy a 2020 körüli időre előjelzett kapacitás-hiányt milyen fejlesztésekkel célszerű kielégíteni. Erre a hosszú távú gondolkodásra azért is szükség van, hogy biztosíthassuk a fenntartató fejlődés stratégiai céljai és az energetikai fejlesztések közötti összhangot.

A nemzetközi tendenciákat látva, megállapítható, hogy az energiatakarékosság és a megújuló energiaforrások fokozott ütemű bevonása mellett a világ fejlett országai az atomenergia felhasználásával tervezik megvalósítani a fenntartható gazdasági fejlődést. **A nukleáris energia felhasználása, a nukleáris villamosenergia-termelés „szénmentes”, olcsó és környezetkímélő technológia, a nukleáris üzemanyag hosszútávon biztosítható. Ezért hazánkban a nukleáris energia felhasználása reális megoldást jelent a fenntartható fejlődés feltételeinek biztosítására, a klímavédelmi célok elérésére. Ezt alátámasztja a paksi atomerőmű több mint negyedszázados üzeme is, amely során az atomerőmű az ország éves szükségletének közel negyven százalékát adta, legolcsóbban és a környezet terhelése nélkül.**

Az atomenergiáról szóló 1966. évi CXVI. törvény 7. §-ának (2) bekezdése szerint új nukleáris létesítmény létesítését előkészítő tevékenység megkezdéséhez, illetőleg meglévő atomerőmű további atomreaktort tartalmazó egységgel való bővítéséhez az Országgyűlés előzetes, elvi hozzájárulása szükséges. Az atomerőművek létesítését rendkívül gondos, sokéves felkészülés, engedélyezés előzi meg, s a politikai elhatározástól az üzembe helyezésig legalább tizenegy évre van szükség. **Ahhoz, hogy 2020 után hazánk villamosenergia-ellátásban az atomerőművi kapacitások a nekik járó szerepet betölthessék, a fejlesztés előkészítésére az Országgyűlés elvi jóváhagyását már most, 2008-ban időszerű megkérni.**

Az új atomerőművi blokkok létesítésének előkészítését azért célszerű és szükségszerű mielőbb elkezdeni, mert a világszerte jelentkező és növekvő építési igény miatt verseny kezdődött a gyártó, szerelő kapacitásokért, s a késlekedés lemaradást és a projekt viszonylagos drágulását okozhatja.

Fentiekkel összefüggésben az Országgyűlés – a 2008-2020 időszakra vonatkozó energiapolitikát elfogadva – felkérte a Kormányt, hogy kezdje meg az új atomerőművi kapacitásokra vonatkozó döntés-előkészítő munkát, és a szakmai, környezetvédelmi és társadalmi megalapozást követően a beruházás szükségességére, feltételeire, az erőmű típusára és telepítésére vonatkozó javaslatait kellő időben terjessze az Országgyűlés elé.

A jelen Megvalósíthatósági Tanulmányban bemutatjuk, hogy hazánkban megépíthető, rendszerbe illeszthető, gazdaságosan, biztonságosan és a környezetet kímélve üzemeltethető egy új atomerőmű, egy ilyen létesítési projekt finanszírozható.

Műszaki-biztonsági szempontok alapján felmértük a piacon jelenleg elérhető, megépíthető erőműtípusok fontosabb tulajdonságait és javaslatot tettünk arra, hogy mely típusokat érdemes figyelembe venni a tervezett építéshez. Elemeztük az új blokkok várható környezeti hatásait, feltételezve, hogy az új atomerőmű a már működő paksi telephelyen valósul meg.

Elemzések készültek az új kapacitás hálózatba illesztésére és a megtermelt villamos energia biztonságos elszállítására.

Gazdaságossági- és költségelemzésekkel indokoltuk a létesítés kivitelezhetőségét, megtérülését, finanszírozhatóságát, valamint a kockázatok kezelhetőségét. Megvizsgáltuk a létesítési folyamat lehetséges opcióit, a berendezések lehetséges beszerzési változatait, továbbá a beruházás és az üzemeltetés humán erőforrás igényét. Az új blokkok engedélyezéséről és a létesítés társadalmi támogatásáról szintén átfogó elemzést készítettünk.

A villamosenergia-ellátás elemzésének fő következtetései az alábbiak:

- A MAVIR által készített Forrásoldali Kapacitásterv (2007) szerint a villamosenergia-rendszer csúcsterhelésének évi növekedése 2% lesz („közepes felfutás” szcenárió). A prognózis szerint a jelenlegi 6600 MW nagyságú bruttó csúcsterhelés 2025-re eléri a 9300 MW értéket. A nettó csúcsterhelés is hasonló ütemben növekszik és 2025-re a jelenlegi 6300 MW-ról 9000 MW-ra nő. A trendek alapján kijelenthető, hogy a hazai erőművi rendszer átlagos villamos terhelése évente 120 MW-tal emelkedik.
- A villamosenergia-rendszer teljes import kapacitása jelenleg 2000-3000 MW, ami a mai tervek szerint csak 2020-ig alkalmas a teljesítmény-egyensúly fenntartásához.
- A helyzetet súlyosbítani fogja az a körülmény is, hogy a környező (UCTE és CENTREL) országok – az előrejelzések szerint – a jelenlegi exportkapacitások leépülése miatt majd hasonló gondokkal fognak küzdeni, vagyis a hiány nem lesz pótolható import útján.
- A hazai teljesítőképesség növeléséhez hosszú távon nem elég a meglévő erőművek korszerűsítése, ugyanis a ma meglévő kapacitások jelentős részét közép- és hosszú távon leállítják. Az erőműpark kiöregedése és a fogyasztói igények növekedése miatt 2015-ig 3000 MW, 2025-ig pedig összesen 7000 MW új teljesítményre lesz szükség.

A kapacitás-fejlesztés lehetőségeit tekintve megállapítható:

A megújuló források tervezett kihasználása mellett a villamosenergia-igények kielégítése a fennmaradó mintegy nyolcvan százalékban két forrásra lehet alapozni:

- (1) fosszilis forrásokra, azaz valamilyen mértékben üvegház-hatású gázok kibocsátásával járó technológiákkal, és
- (2) legalább a jelenlegi részesedésük hányadában az atomerőművekre.

A jelenlegi kapacitás-struktúrát és az igények-források prognózisát vizsgálva megállapítható, hogy a hazai villamosenergia-rendszerben szükség van – a meglévők mellett – új atomerőművi blokkokra a 2020 utáni időszakban.

A nukleáris opció választása célszerű, mert:

- Az atomerőművek, miközben legalább 60 évig, igen magas, évi 90% körüli rendelkezésre állással, s a legolcsóbban termelnek, jelentősen növelik az ellátás biztonságát és stabilitását.
- Az új atomerőművi blokkok hatékony eszközeivé válhatnak a klímavédelmi és a fenntartható fejlődés stratégiája megvalósításának.
- Az atomerőmű üzemeltetésének fejlett szakmai bázisa van Magyarországon. A nukleáris energetika komoly infrastruktúrát és high-tech munkahelyeket teremt.
- Az atomerőművi villamosenergia-termelést a fosszilis és megújuló technológiák gazdaságossági mutatóival összehasonlítva megállapítható, hogy az atomerőművi villamosenergia-termelés koncentrált, olcsó, gazdaságilag kiemelkedően hatékony és biztonságos. A realizálható előnyök messze felülmúlják a technológia hátrányait, pl. a bonyolult és költséges technológiát igénylő hulladékkezelést, vagy a hosszú és nagy tőkeigényű létesítést. Az új blokkok építése a gázfüggőség jelentős csökkentésével kedvező hatást gyakorol az ország ellátás-biztonságára és kedvező hatással van a magyar energia-rendszer szerkezetére.

Az, hogy a villamosenergia-rendszerbe milyen új atomerőművi kapacitás illeszthető be, két fő tényezőtől függ: a teljesítmény igénytől, valamint a rendszerbe való csatlakozás és a rendszerstabilitási követelményektől.

A hálózati elemzés fő következtetései az alábbiak:

- Meghatároztuk a hálózati csatlakozáshoz szükséges létesítményeket három lehetséges teljesítmény-kategóriára (2×600, 2×1000 és 2×1600 MW), figyelembe véve a megtermelt villamos energia elszállíthatóságát és a hálózat biztonságára vonatkozó követelményeket. Az elemzések egy létező (a paksi) és három elvileg elképzelhető (Tiszasüly térsége, Tiszagyenda térsége, Tiszavasvári vagy Hajdúnánás térsége) telephelyre történtek.
- A vizsgált lehetséges telephelyek tekintetében – elsődleges szempontként a műszaki megvalósíthatóságot, a hálózati beavatkozások hatását, valamint a megvalósítás költségét figyelembe véve – egyértelműen a **paksi telephely az optimális**.
- A prognosztizált 2%/éves terhelésfelfutás és a 2020-ig kieső kapacitások pótlása miatt – feltételezve a szükséges szabályozási rendszertartalékok meglétét – a paksi telephelyen, a meglévő 400 kV-os csomópont bővítésével 2000-2400 MW teljesítmény építése javasolható.
- 3200 MW kapacitás létesítése lehetséges, de rendszer szempontból csak akkor javasolható, ha 2020 után regionális tartalékolási lehetőségek is használhatók lesznek. Tekintettel arra, hogy az EU 3. Energia Csomagja a jelenleginél sokkal erősebb integrációt irányoz elő már 2011-re, az új blokkok üzembe lépésekor, 2020-2025 után már a hálózati feltételek sem nevezhetők kizáró körülménynek.
- Az átviteli hálózati fejlesztésére egy kétrendszerű, 400 kV-os távvezeték létesítése lenne a megfelelő megoldás, tekintettel az új kapacitás célszerű nagyságára. A hálózati

rendszerállapot-szimulációk alapján jelenleg nem látható olyan műszaki körülmény, amely a javasolt változat megvalósítását megghiúsíthatná.

Összességében megállapítható, hogy az új atomerőművi blokkok a villamosenergia-rendszerbe illeszthetők a rendszer 2020. körüli állapotát tekintve.

A műszaki-biztonsági és környezeti elemzés fő következtetései, javaslatok az alábbiak:

- **Az új blokkok az atomerőművek 3. generációjából kerülhetnek ki, mivel ezek kiérlelt konstrukciók és a piacon reálisan elérhetők.**
- **Nyomottvízes típusú blokkok építése javasolható a műszaki-biztonsági elemzések és a létesítési világtendenciák alapján, tekintettel a hazai üzemeltetési tapasztalatokra és szakértelemre.**
- A nyomottvízes típusok közül kiadott teljesítmény szerint az alábbi három kategóriát volt célszerű vizsgálat tárgyává tenni: 600, 1000, 1600 MW villamos teljesítményűt (az 1000 MW-os kategória a blokk típustól függően 1000-1200 MW teljesítménynek felel meg).
- Az elemzések szerint a 600 MW-os kategória mindkét blokkja nukleáris biztonság szempontjából megfelelő, de megépítésük már nem tekinthető optimális választásnak: a 90-es évek közepétől kezdve mind a Westinghouse AP600, mind az orosz VVER-640 blokk fejlesztése gyakorlatilag leállt, továbbá egyik típusból sem épült atomerőmű és új létesítést sem terveznek.
- **Az 1000 MW-os kategóriában vizsgált három típusból a Westinghouse AP1000 és az orosz VVER-1000 blokk mind műszaki-biztonsági, mind létesíthetőségi szempontból perspektivikus opció. Mindkét típusból több blokk építése kezdődik el a közeljövőben, a két blokk biztonsági mutatói kiválóak, nagy tartalékkal teljesítik a hatásági és üzemeltetési követelményeket.**
- **Az 1600 MW-os kategóriában az EPR blokk számít kész fejlesztésnek. Jelenleg már két ilyen blokk (Olkiluoto 3 és Flamanville 3) építése is folyik. Az EPR blokk műszaki-biztonsági, üzemeltetési és karbantartási mutatói kiválóak, engedélyezése beláthatóan egyszerű, így ez a típus perspektivikusnak tekinthető.**
- Az új blokkok építésénél **hűtőtornyos** hűtést kell megvalósítani minden teljesítmény kategóriában és minden elképzelhető telephelyen, így a paksi telephelyen is, a Duna vízminőségének, flórájának és faunájának védelme érdekében.

Megállapítható, hogy jelenleg több, a hazai igényeket messzemenően kielégítő erőmű típus létezik a világpiacra. Ilyen körülmények között – különösen, ha figyelembe vesszük a regionális integráció várható műszaki-gazdasági előnyeit – az atomerőmű típusának kiválasztása az üzleti szempontból legkedvezőbb változat szerint történhet.

Az új blokkok létesítésének, üzemeltetésének és leszerelésének várható környezeti hatásait egy külön tanulmányban, az Előzetes Környezeti Értékelésben elemeztük. Megállapítható, hogy:

- **Az új atomerőművi blokkok létesítésének környezetvédelmi akadálya nem lehet, mivel a normálüzemi környezeti hatások semlegesek, vagy elhanyagolhatók, a**

tervezési alapba tartozó üzemzavarok környezeti hatása gyakorlatilag az atomerőmű területére lokalizált. Az atomerőmű egészségügyi hatásokkal járó súlyos baleseteinek kockázata elhanyagolható, gyakorisága kisebb, mint 10^{-7} /év.

- Az atomerőművek normálüzemi egészségi és környezeti hatásai lényegesen kisebbek, mint más technológiáké. Az atomerőművek széndioxid emissziója elhanyagolható a többi technológiához képest, még akkor is, ha a teljes élelciklust, beleértve az uránbányászatot is, figyelembe vesszük.
- A paksi telephelyre készült az előzetes környezeti hatáselemzés nem csak az új blokkok lehetséges hatásait elemzi és demonstrálja az erőmű egészének környezetvédelmi megfelelőségét, hanem a paksi atomerőmű negyedszázados üzemeltetésének és a környezet állapotának tényadataival bizonyítja a következtetések helytálló voltát. Ennek bizonyító ereje nagyobb bármely zöldmezős beruházásra végzett vizsgálatnál, különösen akkor, ha figyelembe vesszük az új, korszerű blokkok biztonsági igen magas mutatóit.
- Üzem közben ellenőrzött körülmények között, viszonylag kis mennyiségű radioaktív hulladék keletkezik, melynek kezelése a „gyűjtés, ellenőrzés és elzárás” filozófiáját követi, nem pedig a „felhígítás és kibocsátás” gyakorlatát, amint azt a többi technológia teszi.

Az atomerőművi blokkok létesítése előtt világos hazai koncepcióval kell rendelkezni az üzemeltetés során keletkező kiegészítő üzemanyag és radioaktív hulladék biztonságos elhelyezésére. A javaslatokat *Az új atomerőművi blokkok kiegészítő fűtőelemeinek és radioaktív hulladékainak elhelyezése* című dokumentum tartalmazza, ennek itt két megállapítását kell kiemelni

- Előkészületeket kell tenni **hazai geológiai tároló** létesítésére, mert erre vagy a kiegészítő üzemanyag közvetlen elhelyezése, vagy a külföldön feldolgozott üzemanyagból kinyert nagy aktivitású hulladékok végső tárolása miatt szükség lesz.
- Tevékenyen részt kell venni a **zárt üzemanyagciklus** megvalósítására szervezett olyan nemzetközi együttműködésekben, mint amilyen az USA kormánya által kezdeményezett GNEP (Global Nuclear Energy Partnership), melyhez 2007-ben már Magyarország is hivatalosan csatlakozott.

A paksi atomerőmű kis és közepes aktivitású hulladékainak végleges elhelyezése, a kiegészítő üzemanyag átmeneti tárolása, valamint a nagyaktivitású radioaktív hulladékok elhelyezésére indult kutatások, s jelenlegi nemzetközi gyakorlat egyértelműen igazolja, hogy a **radioaktív hulladékok, illetve a kiegészítő üzemanyag elhelyezése technikailag ma is megvalósítható a társadalom, a környezet maximális védelme mellett**. A most folyó kutatások a kiegészítő üzemanyag és a radioaktív hulladék kezelésének és elhelyezésének még hatékonyabb módjait ígérnek. Ennek alapján kijelenthető, hogy az új blokkok radioaktív hulladékainak és kiegészítő üzemanyagának elhelyezése olyan műszaki kérdés, amely a jelenlegi ismeretek bázisán, a jelenlegi folyamatban lévő programok következetes végrehajtásával, új tároló kapacitások létesítésével és/vagy a meglévő kapacitások bővítésével megoldható. A radioaktív hulladékok elhelyezésének megoldását, mint feladatot az energiapolitikáról szóló határozatában az Országgyűlés is kiemelte.

A költség- és finanszírozási elemzések fő következtetései, javaslatai az alábbiak:

- A gazdaságossági és költségelemzések, a modellszámítások megmutatták, hogy a **tervezett beruházás egyértelműen gazdaságos és a beruházás hosszú távú megtérülése biztosított**. Ezt a pozitív társadalmi, nemzetgazdasági hatások tovább erősítik.
- A **beruházás finanszírozását az MVM Csoport piaci alapon, stratégiai befektetők bevonásával, illetve külső források (hitelek) igénybevételével, a projektben történő többségi (51%) részesedés megtartásával képes megvalósítani.**
- Az atomerőmű beruházás **állami hitelgarancia vagy költségvetési források nélkül, üzleti alapon** megvalósítható.
- A beruházás megtérülési ideje az esetleges kedvezőtlen körülményeket figyelembe véve sem haladja meg az új blokkok üzemidejét, **a beruházás a 60 éves üzemidő alatt nagy biztonsággal megtérül.**
- Az új atomerőmű beruházás finanszírozása pénzügyi szempontból megvalósítható az MVM Csoport többségi részesedése mellett, amelyre **alapvetően négy változat létezik:** a) vállalati hitel felhasználása, b) közös vállalati modell, c) az önkormányzatokat és nagy fogyasztókat későbbi kedvezményes villamos energia fejében finanszírozóként bevonó finn modell, d) hibrid modell (projekt-finanszírozás). A preferálható konstrukció a stratégiai partner bevonásával történő finanszírozás.
- A különféle finanszírozási technikák vizsgálata azt mutatja, hogy **az MVM Csoportnak szüksége van stratégiai partnerre, partnerekre.** A projektársaság kisebbségi részvénycsomagjának (maximum 49%) stratégiai befektetők részére történő értékesítésével, illetve a kisebbségi részvényeseken keresztül további vállalati hitelek bevonásával az **MVM Csoport saját forrásai kiegészíthetők úgy, hogy az új projekt nagy biztonsággal finanszírozható.**
- Minden esetben a szükséges beruházási volumen akkor minimális, ha az építkezés a már létező paksi telephelyen történik, tekintettel arra, hogy az új blokkok hálózatra kapcsolásához és a telephelyi infrastruktúra kiépítéséhez **kiegészítő beruházások szükségesek.**

A Megvalósíthatósági Tanulmány egyéb fontos következtetései az alábbiak:

- A beruházás előkészítésére legalább **5 év**, a megvalósítására legalább **6 év**, összesen minimum **11 év** szükséges. Az előkészítési fázisból az engedélyek megszerzésének időszükséglete **3 év**, figyelembe véve az elbíráláshoz és a jogerőre emelkedéshez szükséges minimális időket.
- A lebonyolításra alapvetően az alábbi négy változat képzelhető el: a) **kulcsrakész megvalósítás** (fővállalkozói szerződés keretében); b) **kétsomagos változat** (nukleáris és hagyományos erőművi részre kettéosztva a blokkot); c) **sokcsomagos változat**; d) **szakmai befektetőtárs bevonása** a megvalósításba.
- Az előzetes becslések szerint a hazai beszállítás mértéke a létesítés során **30-35%** lehet, de ez az arány az üzemeltetés alatt ennél lényegesen magasabb értéket, akár 60-80%-ot is elérhet.

- **Új atomerőművi blokkok építésének engedélyezési folyamatát alapvetően a környezet védelmére, a vízgazdálkodásra, az atomenergia alkalmazására, és a villamos-energiára vonatkozó törvények határozzák meg. Megállapítottuk, hogy a jelenlegi jogszabályi környezetben is végrehajtható egy új atomerőmű engedélyezése.** A nehézséget alapvetően az okozza, hogy a törvények és kapcsolódó rendeleteik szerinti eljárások külön-külön definiáltak, az eljárások az esetek többségében egyértelműek, de ellentmondásosak, ha ez egyes eljárások közötti kapcsolatokat kell értelmezni.
- A jogszabályok elemzéséből kitűnik, hogy a paksi telephelyen történő bővítés a szükséges eljárások és engedélyek tekintetében ugyanolyan, mint egy tetszőleges telephelyen létesülő atomerőmű esetében. Lényeges különbség viszont az, hogy **az engedély megalapozásához szükséges információ a paksi telephelyre csaknem teljes terjedelemben rendelkezésre áll.**
- A hatályos szabályozás korszerű és megfelel a nemzetközi elvárásoknak is. Ennek ellenére bizonyos változtatást igényel. Az atomenergia biztonságával kapcsolatos követelmények fejlődését, a magas szintű szabályozás változásának következetes érvényesítését biztosítani kell az alacsonyabb szintű szabályozásban. A különböző törvények alapján végzett engedélyezés összhangját célszerű javítani, meg kell szüntetni a felesleges párhuzamosságokat és a szakhatóságok részvételét pontosan meg kell határozni. Ezek a módosítások, korszerűsítések azonban olyan jellegűek, hogy azokat az új blokkok létesítésétől függetlenül is, mindenképpen el kell végezni.
- Az atomerőmű állami szerepvállalás nélkül megvalósítható. Ugyanakkor, ahogy az Országgyűlés energiapolitikáról szóló határozata is előírja, meg kell teremteni, és folyamatosan fenn kell tartani azokat a szervezeti, intézményi, szervezési, pénzügyi és jogi feltételeket, illetve eszközöket, amelyek lehetővé teszik a hazai energetikai kutatás, fejlesztés és oktatás magas szintű folytatását, fenn kell tartani és korszerűsíteni kell a jogi kereteket és a hatósági intézményrendszert. Ugyanígy az Országgyűlés határozatának megfelelően gondoskodni kell továbbá a nukleáris hulladékok végleges elhelyezésére irányuló programok megfelelő végrehajtásáról és megvalósításáról, az ehhez szükséges feltételek biztosításáról. Ezek az állami feladatok lényegében függetlenek az új atomerőművi blokkok létesítésétől.

A PA Zrt. – közvélemény-kutató szakcégek bevonásával – rendszeresen felméri, mennyire támogatja a társadalom az atomerőművet az ország egészét tekintve és a régióban. A reprezentatív felmérések eredményei, tendenciái az alábbiakban foglalhatók össze:

- **A magyar társadalom hosszú ideje kedvezően ítéli meg, elfogadja a Paksi Atomerőmű jelenlegi tevékenységét.** Országosan a megkérdezettek 74%-a egyetért azzal, hogy hazánkban atomerőmű működik. Egy nem definiált telephelyen egy új atomerőmű létesítését országos szinten a megkérdezettek 37%-a, a paksi régióban pedig 50,7%-a támogatja. A Paksi Atomerőmű új blokkal történő bővítését – országosan és a paksi régióban egyaránt – a megkérdezettek közel fele támogatná.
- **A felmérések adatai azt mutatják, hogy az új blokkok építését a társadalom elfogadja.** A regionális felmérés eredményei szerint a Paks környékiek fele

evidensnek tartja, hogy az új blokkok paksi telephelyen létesülnének, és ezt el is fogadja.

- A magyar lakosság összességében még mindig kevés információval rendelkezik az energetikáról és az atomerőművekről. A félelmek, tévhitek, a távolságtartás nagyrészt ennek tudható be.
- A tendenciák vizsgálatából kitűnik, hogy a **társadalmi támogatás jelentősen javítható**, ha egy jól felépített, őszinte és hatékony kommunikációs kampány során **tájékoztatják a regionális és országos lakosságot az új atomerőművi blokkok építéséből származó gazdasági, környezeti és társadalmi előnyökről.**

1. Bevezetés

Stratégiai előrejelzések, szakmai becslések (pl. a MAVIR 2007-es Forrásoldali Kapacitásterve és az [1.-1] tanulmány) szerint a hazai villamosenergia-felhasználás a következő 20 évben mérsékelten, de egyenletes ütemben, évi 2%-al növekszik. A 2025-ig számított teljes többletigény nem haladja meg jelentősen a 2500 MW értéket, ami a jelenlegi, 8350 MW nagyságú termelőkapacitás fokozatos bővítésével is fedezhető lenne, ha közben az elavuló erőművek leállítása miatt nem jelentkezne 4500 MW további hiány (lásd a 2. fejezetet).

A jelenleg természetesnek vett hazai ellátási egyensúly előreláthatólag 2018 és 2024 között megbomlik, ezután a kereslet számottevően meghaladja a belföldi kínálatot [1.-1]. A helyzetet súlyosbítani fogja az a körülmény is, hogy a környező UCTE¹ és CENTREL² országok az exportkapacitások leépülése miatt hasonló gondokkal fognak küzdeni, vagyis a hiány nem lesz pótolható import útján. Emiatt nem kerülhető meg a hazai villamos energiatermelés jelentős „újraépítése”: húszéves távlatban legalább **7000 MW** új villamos energia termelő kapacitást kell létrehozni. (Itt feltételeztük, hogy a Paksi Atomerőmű 1-4. blokk üzemidő hosszabbítása megvalósul, különben további 2000 MW kiesését kell pótolni.)

Az új erőművek típusának kiválasztásánál számos szempontot kell figyelembe venni, ilyen pl. az ellátás biztonsága (beleértve a fűtőanyag folyamatos, olcsó beszerezhetőségét is), a termelés gazdaságossága, a termelés környezetre gyakorolt hatásának korlátozása, a fogyasztói árak elfogadható szinten tartása (a hazai gazdaság versenyképességének hosszú távú fenntartásához), valamint a fenntartható fejlődés nemzetközi célkitűzéseinek teljesítése. Az utóbbi tekintetében főleg a légköri széndioxid-kibocsátás korlátozásáról és csökkentéséről esik szó, de a modern módszerek az ún. teljes társadalmi költséget is vizsgálják egy erőmű beruházás várható hatásainak elemzésénél. A **teljes társadalmi költség** egy olyan komplex mutató, amely a bonyolult gazdasági, környezeti és szociális hatásokat együttesen jellemzi az erőmű teljes életciklusa és a teljes üzemanyagciklus alatt. A villamos energia árában megjelenő ún. belső költségeken kívül ez figyelembe veszi az energiatermelés ún. **külső költségeit** is (ilyen külső hatások pl. a környezetben okozott károk). Az elemzések szerint a modern atomerőmű villamosenergia-termelésének teljes társadalmi költsége jóval kisebb, mint a fosszilis és biomassza alapú tüzelőanyaggal működő erőműveké, továbbá versenyképes a szél-, nap- és vízerőművekkel szemben is (részletesen lásd az [1.-2] anyagot és az Előzetes Környezeti Értékelést).

A modern atomenergetika a fenti követelmények mindegyikének messzemenően megfelel, ezért az új kapacitások létrehozásakor mindenképpen célszerű támaszkodni atomerőművekre is. Egy atomerőmű által biztosított környezeti, stratégiai, gazdasági előnyök az alábbiak:

- CO₂-mentes energiatermelés, emiatt pl. 1000 MW beépített nukleáris kapacitással évente 5-6 millió tonna, széntüzelésű erőműből történő CO₂ kibocsátás kerülhető el.

¹ Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity = az európai villamos rendszerirányítók szervezete

² CENTREL = a lengyel, cseh, szlovák és magyar villamos rendszerirányítók szervezete

- A nulla CO₂ kibocsátás mellett működése közben egyéb légnemű szennyezést (pl. SO₂, NO_x) sem bocsát ki.
 - A modern atomerőmű a fenntartható fejlődés szempontjából, a termelés teljes társadalmi költségét tekintve is kedvező választás.
 - Csökkenti az import földgáztól való függés mértékét: jelenleg a hazai beépített kapacitás 42%-a, 3400 MW gáztüzelésű erőművekben van, ezt nem célszerű növelni.
 - Az atomerőműben termelt villamos energia ára relatíve stabil, mivel a termelői árat az üzemanyag beszerzési költsége csak csekély mértékben (ma 15%-ban) befolyásolja.
 - Az üzemanyag akár évekre előre technikailag egyszerűen készletezhető.
 - A jelenleg kitermelt uránkészletek politikailag stabil országokban vannak és a becslések szerint a termelés az elkövetkező 80 évre biztosan fedezi a szükségleteket.
- Megjegyzés:* zárt üzemanyagciklus alkalmazása esetén a nukleáris üzemanyag időben gyakorlatilag korlátlanul rendelkezésre áll.
- Az atomerőmű gazdaságilag versenyképes a kombinált ciklusú gáztüzelésű erőművel, ha a gázár egy bizonyos árszint felett van. Az [1.-3] jelentés szerint ez az árszint 17-20 \$/MWh, ez a földgázár – a földgáz árának a nyersolaj árához való kötése miatt – 40-45 \$/barrel nyersolajárnak felel meg (a nyersolaj világgpiaci ára ma 100 \$/barrel körüli).
 - Az alkalmazott „szénmentes” technológia miatt a nukleáris villamosenergia-termelésre nem vonatkozik a CO₂-kvóta rendszer (ETS), ez tovább növeli versenyképességét.

A hazai építésre kiválasztható blokk típusok a 3. generációs atomerőművek kategóriájába tartoznak. Ezen típusok technológiája, biztonsági rendszerei és biztonsági mutatói olyanok, hogy az erőmű környezetébe történő jelentős radioaktív kibocsátással járó ún. súlyos balesetek bekövetkezési valószínűsége minimális. A nagy kibocsátással járó zónaolvasdásos baleseteket tervezési szinten gyakorlatilag kiküszöbölték. A minimális bekövetkezési gyakoriság miatt a tervezési terjedelmen túlmutató, zónaolvasdással járó baleset esetében még az erőmű közvetlen környezetében is csak korlátozott mértékben kerülne sor védőintézkedésekre.

Az atomerőművek fenti előnyeit az utóbbi években világszerte felismerték, ezért egy új hazai atomerőmű építésére a nemzetközi körülmények kedvezőek. Hosszú szünet után az Európai Unióban is újból épülnek atomerőművek (Finnország, Franciaország, Bulgária, Románia), továbbá több EU tagállam a közeljövőben tervezi építésük megkezdését (Balti országok és Lengyelország, Szlovákia, Egyesült Királyság). Fokozódó atomerőmű építési kedv jellemző Ázsiára, ahol Kína ambiciózus programja mellett Dél-Korea, Japán és India is épít új blokkokat. Európa EU-n kívüli részén Oroszország és Ukrajna jelenleg több blokkot is létesít és még többet tervez építeni a 2020-ig terjedő időszakban. Svájcban egy megvalósíthatósági tanulmány készítésével szintén megindultak az előkészületek. Hasonlóan alakul a helyzet az USA-ban is, ahol a működő atomerőművek üzemidejének tömeges meghosszabbítása mellett a közeljövőben várhatóan több új blokk létesítésére nyújtanak be kérelmet. A beruházások fellendülése természetesen ösztönzően hat a nukleáris gyártó- és szerelő kapacitásokra, ezért az iparág vezető vállalatai nagyléptékű és összehangolt fejlesztésekbe kezdtek, hogy a 2004-ig jellemző stagnálás után meredeken felfutó keresletet ki tudják elégíteni. A potenciális megrendelők azonban előbb-utóbb azzal a problémával szembesülnek, hogy az általuk optimálisnak tartott ütemezés szerint a tervezett blokkok nem lesznek megépíthetők, mert a világszerte rendelkezésre álló gyártókapacitások hosszú évekre előre le lesznek kötve a korábban indított beruházások kiszolgálásával. Emiatt egy atomerőmű-beruházás kezdési

időpontja egyre fontosabb szempont, nem kizárólag az optimális finanszírozási feltételek biztosítása, hanem a kényszerű sorbanállás elkerülése miatt is.

A Megvalósíthatósági Tanulmány egyes alfejezeteiben összefoglaljuk azokat az ismereteket és elemzési eredményeket, amelyek a létesítés különböző körülményeire és követelményeire vonatkoznak. Az egyes alfejezetek tartalma röviden az alábbi:

- **A villamosenergia-ellátás elemzése, az erőmű létesítésének indoklása**
A fejezet bemutatja a hazai villamosenergia-rendszert, elemzi a várható termelési és fogyasztási viszonyokat. Tárgyalja az atomerőmű szerepét a rendszerben és indokolja az új atomerőmű létesítésének szükségességét.
- **Az atomerőmű teljesítményének kiválasztása**
A fejezet meghatározza az új atomerőmű célszerű teljesítményét a hazai villamosenergia-hálózat szempontjából.
- **A telephely jellemzése**
A fejezet bemutatja, hogy a paksi telephely alkalmas új atomerőművi blokkok létesítésére. A fejezetben kitérünk arra is, hogy a lehetséges egyéb telephelyekkel összehasonlítva a paksi az optimális hazai telephely.
- **A választható technológiák**
A fejezet részletezi a ma reálisan választható atomerőmű típusok műszaki-technológiai és biztonsági jellemzőit, elemzi a folyamatban lévő létesítések tapasztalatait. Kitérünk az egyes típusok hazai és nemzetközi követelményeknek való megfelelésére és javaslatot teszünk arra, hogy milyen típusokat érdemes figyelembe venni a létesítéshez.
- **Az előzetes környezeti értékelés eredményeinek összefoglalása**
A fejezet részletezi az új atomerőműre vonatkozó előzetes környezeti értékelés fontosabb eredményeit, beleértve a radioaktív kibocsátásokat és a hulladékok elhelyezését.
- **A projekt megvalósítása**
A fejezet bemutatja az atomerőmű létesítési projekt megvalósításának koncepcióját, beleértve az építési és szerelési munkák kivitelezését és a hazai kivitelezők szerepét.
- **A berendezések beszerzésének koncepciója**
Itt fejtjük ki a megvalósításhoz szükséges beszerzési forrásokat és a beszerzések lebonyolítási koncepcióját. Itt elemezzük a hazai beszállítási lehetőségeket is.
- **A beruházás és üzemeltetés előkészítése és humán erőforrásai**
A fejezet a projekt megvalósításához szükséges humán erőforrásigénnyel foglalkozik, illetve bemutatja a szükséges erőforrások biztosításának koncepcióját is.
- **Az engedélyezés**
A fejezet bemutatja, hogy egy új atomerőmű az érvényes magyar jogszabályok szerint engedélyezhető, továbbá részletezi a projekt megvalósításához szükséges engedélyezési feladatokat.
- **A beruházás gazdasági értékelése**

A fejezet bemutatja a létesítési projekt és az atomerőmű üzemeltetésének költségeit. Részletesen kitér a várható beruházási és tőkeköltségekre, a nukleáris üzemanyag költségére, az üzemeltetési és karbantartási költségekre, valamint a radioaktív hulladék elhelyezésével összefüggő kiadásokra. A fejezet bemutatja a projektet érintő gazdasági kockázatokat is.

- **Finanszírozás**

A fejezet bemutatja a létesítési projekt finanszírozási lehetőségeit, a különböző finanszírozási modelleket és az egyes modellekhez kapcsolódó elemzéseket.

- **Társadalmi támogatás**

A fejezet bemutatja, hogy az új atomerőmű építésére irányuló projektet a társadalom milyen mértékben támogatja.

A tanulmányt a rövidítések jegyzéke és a melléklet zárja.

Hivatkozások

[1.-1] Erőműberuházási hatástanulmány, Accenture és MVM Zrt., 2007.04.27.

[1.-2] The role of nuclear power in Europe, World Energy Council, January 2007

[1.-3] World Energy Outlook 2006, OECD International Energy Agency, 2006

2. A villamosenergia-ellátás elemzése, az erőmű létesítésének indoklása

2.1. A villamosenergia-rendszer bemutatása

Hazánk villamosenergia-igénye az 1990-es évek elején a gazdasági (és politikai) életben bekövetkezett változások következtében szignifikáns mértékben csökkent, az országos csúcsterhelés a korábbi évekhez viszonyítva lényegesen visszaesett. Ennek következtében az import átmeneti visszaesése ellenére megnőtt a tartalék, és a hálózat kiterhelése is csökkent. Ebben az időszakban visszafogottabb lett a fejlesztés iránti igény, új erőművek alig épültek, és a hálózat fejlesztése is csak a fenntartási, valamint a leghalaszthatatlanabb rekonstrukciós munkákra korlátozódott.

A társadalmi viszonyok átrendeződésével, a gazdaság újraéledésével párhuzamosan ismét növekedni kezdett az energiaigény, a fokozatosan szabadabbá váló piacon az energiatermelésben és az elosztásban egyaránt új szereplők jelentek meg. A magyar villamosenergia-rendszer 1995-ben csatlakozott az UCTE-hez, az európai villamosenergia-rendszerek egyesüléséhez.

Az eltelt idő alatt a meglévő erőművek tovább avultak, a legrégebben üzemelő egységek megérették a selejtezésre – a hazai nagyerőművek átlagos életkora már 22 év –, ezáltal a primer energiafelhasználásban (a lignitét kivéve) csökkent a hazai barna- és feketeszén szerepe, ugyanakkor nőtt a földgázé. Utóbbi többek között – a beszerzési árak mellett – a környezetvédelmi előírások szigorodásának, a hazánk számára rendelkezésre álló CO₂-kvóta kötelemeinek tudható be. Jelentős teret nyert a kapcsolt energiatermelés – elsősorban a kisebb-nagyobb fűtőerőművek építésével –, és az utóbbi időben a megújuló energiaforrások (biomassza és szél) hasznosítása is.

A 90-es évek második felétől a privatizációt, az UCTE-hez történő csatlakozást követően a hálózat fejlesztése, bővítése iránti igény is újraéledt. Az UCTE elvárásaihoz is igazodva, a Magyar Energia Hivatal (MEH) által jóváhagyott Üzemi Szabályzat és kapcsolódó Irányelvei, illetve az ezeken alapuló hálózatfejlesztési koncepció célul tűzte ki, hogy nemcsak az elosztóhálózat, hanem az átviteli hálózat is önmagában teljesítse az ún. (n-1) biztonsági előírás feltételeit. A nukleáris létesítmények kiemelt biztonsági követelményeire, és a Paksi Atomerőműnek a magyar villamosenergia-rendszerben betöltött különlegesen fontos szerepére tekintettel az atomerőmű 400 kV-os állomásához közvetlenül csatlakozó átviteli hálózatra a Hálózatfejlesztési Irányelv az (n-2) feltétel teljesítését írja elő, ami a hálózat jelenlegi kiépítésében biztosított.

Az ún. (n-1) követelmény azt írja elő, hogy egy hálózatelem kiesése esetén a fogyasztók ellátása az előírt műszaki jellemzőkkel és az erőművekben termelt villamos energia kiszállítása továbbra is biztosított maradjon.

Az (n-2) követelményt atomerőműveknél alkalmazzuk, azt írja elő, hogy az atomerőműben termelt villamos energia kiszállítása két hálózatelem kiesése esetén is biztosított maradjon.

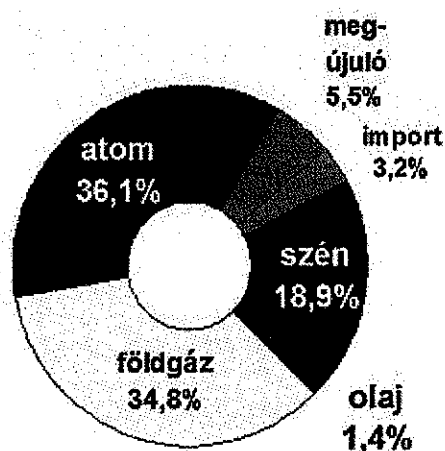
Az utóbbi évek gazdasági változásai az energiaigény és a csúcsteljesítmény átlagosan évi 1,5–2,0%-os (2006-ban 2,6%-os) növekedésével jártak.

Ennek eredményeképpen az országos csúcsterhelés 2006-ban 6432 MW volt (6696 óra/év csúcskihasználási óraszám mellett), a 2007-ben 6602 MW (először lépve túl az eddigi legnagyobb, 1990 előtt mért, 6550 MW-os csúcstértéket).

Az utóbbi évek jellegzetes tapasztalata, hogy a nyári csúcsterhelés fokozatosan megközelíti a téli, országos csúcst, legutóbb már csak 4%-kal maradt alatta. Ez egyre nagyobb problémát jelent az erőművi és hálózati karbantartás ütemezésében. **A legfrissebb adatok szerint 2007 júliusában a kánikulai órás csúcsfogyasztás 6320 MW-os értéke meghaladta a januári – igaz, az enyhe tél miatt szokatlanul alacsony – terhelést is.**

A villamosenergia-termelés primer energiahordozó tekintetében 34,9%-ban nukleáris, 33,3%-ban földgáz, 18,9%-ban szén, 5,1% megújuló energia felhasználásán alapult 2006-ban.

A 2007. évben a nukleáris 36,1%-ra, a földgáz 34,8%-ra, a megújuló energiaforrások hasznosítása 5,5%-ra nőtt, a széné nem változott.



2.-1. ábra: A 2007. évi primer energiafelhasználás részaránya

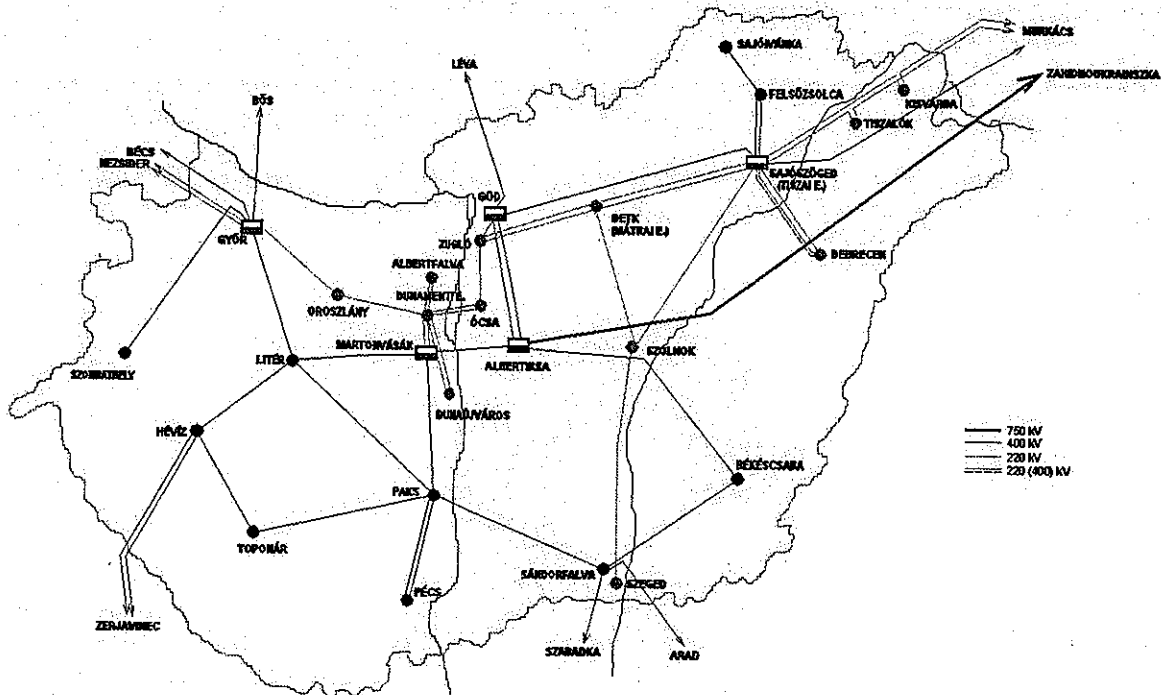
A villamosenergia-termelés zömét két nagyerőmű (Paks, Mátra) adja, és szükség szerint – ha az import nagysága nem zárja ki – a szénhidrogén-tüzelésű nagyblokkok (Dunamenti, Tisza) is kiveszik a részüket belőle.

A villamos teljesítmény átlagos export/import egyenlege az utóbbi években igénybe vett 1100–1200 MW-ról folyamatosan, az exportáló országok csökkenő kapacitása miatt jelentős mértékben csökkenhet, amit a szabadpiaci viszonyok befolyásolnak.

A hazai erőműpark a villamosenergia-importtal jelenleg képes biztosítani a rendszer biztonságos üzeméhez szükséges tartalékot még csúcsterhelés idején is, de a kellő mértékű szabályozási teljesítmény az utóbbi időben nem mindig állt rendelkezésre. Ennek egyik oka, hogy az alapterhelést vivő két nagyerőmű (Paks és Mátra) mellett igénybe vett olcsó importteljesítmény nagysága miatt a menetrendtartó erőművek (Dunamenti, Tisza, amelyek ugyan alapterőműnek épültek, de 25–105% között szabályozhatóak) egységei közül csak kevés volt üzemben tartható (ez különösen a nyári völgyidőszakokban jelentett problémát). Rontja a helyzetet az elosztott energiatermelés növekvő aránya is, ami az előzővel együtt, összességében oda vezetett, hogy havonta egy-két alkalommal a Paksi Atomerőművet is vissza kellett terhelni.

Az üzemserű változások követését szolgáló szabályozási teljesítmény mellett az üzemzavari körülmények között biztosítandó ún. szekunder és perces szabályozási tartalék nagysága a megnövelt paksi reaktorteljesítményhez igazodóan 500 MW.

A nagyobb erőművekben megtermelt, illetve importált villamos energiát a magyar villamosenergia-rendszer átviteli hálózata juttatja el az elosztó hálózati átadási pontokba. Az átviteli hálózat távvezetési kapcsolatai a jelenlegi kiépítésben az alábbi ábra szerinti.



2.-2. ábra: A magyar villamosenergia-rendszer átviteli hálózatának távvezetési kapcsolatai a 2007. év végi kiépítés szerint

A hálózati fejlesztések – az új távvezeték és állomás létesítések – meghatározó követelménye, hogy az ellátásbiztonság szinten tartásával, illetve emelésével továbbra is biztosítsák a felhasználók és a fogyasztók érdekeit a zavartalan, megfelelő minőségű villamosenergia-ellátással.

A paksi teljesítménykihozatal szempontjából a jelenlegi hálózat megfelelő, továbbá az átviteli hálózati állomások ellátása is alapvetően megfelel az üzembiztonsági követelményeknek.

A 2006. évi Hálózatfejlesztési Terv szerint a közeljövőben (2012–2018-ig) a 400 kV-os átviteli hálózat további bővítése várható:

- Hévíz–Szombathely 400 kV-os távvezeték;
- Martonvásár–Albertirsa 400 kV-os távvezeték második rendszerének kiépítése, illetve üzembe vétele;
- Martonvásár–Bicske–Győr kétrendszerű 400 kV-os távvezeték és Bicske 400/120 kV-os állomás létesítése;

- Detk, Székesfehérvár, Gödöllő, Szolnok, Dunaújváros; Szolnok 400/120 kV-os állomások létesítése a hozzájuk tartozó vezetékfelhasználásokkal együtt.

2.2. Nemzetközi kapcsolatok

Az UCTE villamosenergia-rendszeregyesülés részeként üzemelő hazai átviteli hálózat az ellátásbiztonság megvalósításán túlmenően nagy szerepet játszik az export–import és tranzitforgalom lebonyolításában. Az átviteli hálózat az alábbi nemzetközi kapcsolatokkal rendelkezik.

750 kV-on:

- Albertirsa–Zahidnoukrainszka;

400 kV-on:

- Győr–Bécs;
- Győr–Bős;
- Göd–Léva;
- Hévíz–Zerjavinec I–II.;
- Sándorfalva–Szabadka;
- Sándorfalva–Arad;
- Sajószöged–Munkács;

220 kV-on:

- Győr–Bécs;
- Győr–Nezsider;
- Tiszalök–Munkács;
- Kisvárdá–Munkács.

A Pécs–Ernestinovo I–II. 400 kV-os távvezeték 2010-es üzembe helyezésére a létesítési szerződést aláírták. Rövid távon (2008-ig) a Békéscsaba–Nadab 400 kV-os kétrendszerű összeköttetés megvalósulása várható, valamint folytatódnak a Sajóivánka–Rimaszombat kétrendszerű 400 kV-os összeköttetés előkészítő munkái.

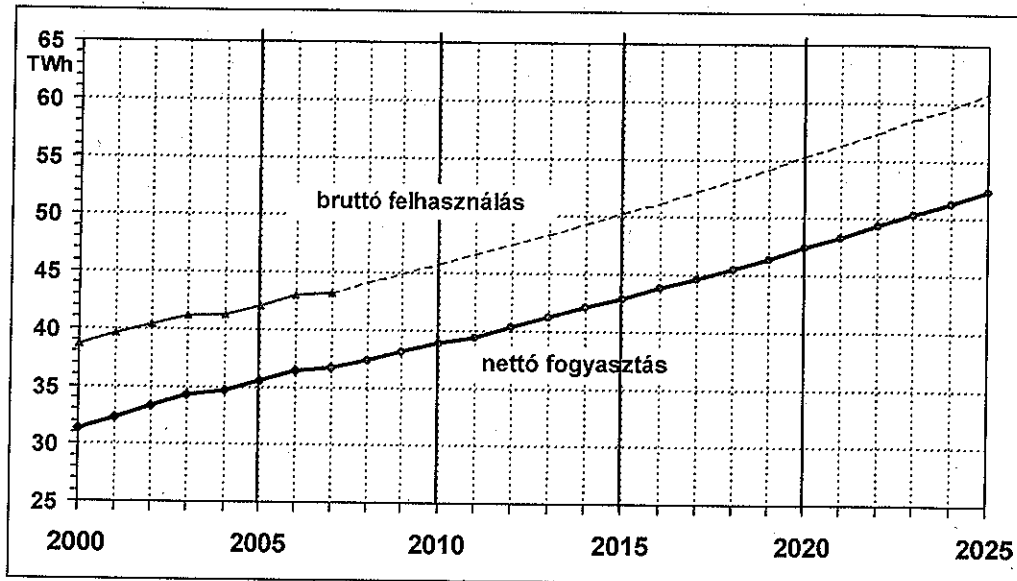
2.3. Igény/fogyasztás prognózis

A magyarországi villamosenergia-rendszer teljes villamosenergia-felhasználása 2006-ban 43 TWh, ebből a bruttó (önfogyasztással növelt) villamosenergia-termelés 36,8 TWh, a nettó (hálózatba táplált) 33,2 TWh volt. Az összes villamos energia kb. 35%-a hasadóanyag, 35%-a gáz, 19%-a szén és 5%-a megújuló primer energiából származott. Az importszaladó részaránya megközelítette a 6%-ot. A trendek alapján a hazai erőművek átlagos villamos terhelése évente kb. 120 MW-tal emelkedik.

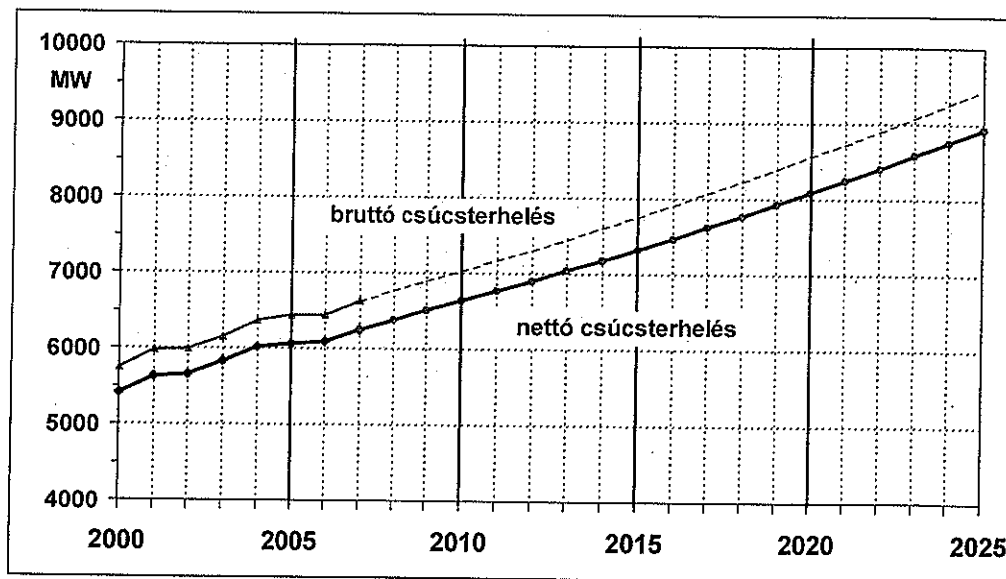
Az összes nettó névleges villamos teljesítőképességnek alig 8%-a áll rendelkezésre importból, 12%-át kis-, 80%-át nagyerőművek adják.

A nyári fogyasztói csúcsterhelés pár éven belül meghaladja a télit. A magyar erőműrendszer nehezen tud lépést tartani a klímaberendezések rohamos elterjedésével, melynek

következtében az áramellátó rendszer biztonsági tartalékai a napi igények tíz százaléka alá eshetnek. Az ország teljesítményigénye egy meleg nyári napon mintegy 6600 MW, ez évente kb. 2%-kal nő.



2.-3. ábra: A bruttó (a háziüzemi fogyasztással és veszteséggel növelt) és nettó villamosenergia-felhasználás 2025-ig várható alakulása 2% terhelésfelfutás mellett



2.-4. ábra: A bruttó és nettó villamosenergia-csúcsterhelés 2025-ig várható alakulása

Annak ellenére, hogy a beépített áramtermelő kapacitás csaknem 9000 MW, a bármikor bevezethető tartalék egységek teljesítménye 600 MW alá is csökkenhet. A tervezett hiányon felüli, rendkívüli üzemzavarok, a karbantartási leállások optimalizált összehangolásának nehézségei, valamint az előbbiekkal összefüggésben a magas hőmérséklet miatti rosszabb rendelkezésre állási, terhelhetőségi mutatók komoly nehézségeket okoznak. Növeli a gondokat, hogy a szomszédos országokban is részben hasonló helyzet alakult ki. A szűkülő források és a növekvő igények okozta esetleges fogyasztói korlátozások elkerülésének érdekében is döntő fontosságú a karbantartások optimális ütemezése, ezért már egy korábbi

megállapodás szerint megkezdődött az az előkészítő munka, amely az erőművek nyári karbantartását átfogóan összehangolja és a fogyasztási igényekhez mérten ütemezi.

2.4. Várható erőmű leállítások

A teljesítőképesség növeléséhez hosszú távon nem elegendő a meglévő magyarországi erőművek korszerűsítése. A ma meglévő kapacitás jelentős része közép és hosszú távon – elsősorban a természetes előregedés, valamint az aktuális piaci viszonyok mellett várható gazdaságtalan termelés következtében, továbbá a CO₂-kvóta hiányában – leállításra vagy rekonstrukcióra szorulhat.

A Dunamenti Erőmű ún. „F” része fokozatosan leállhat negyvenévnnyi működés után. Egy gépcsoportot már középtávon átalakítanak összetett körfolyamatú egységgé – új 400 MW teljesítőképességgel. Ezt az átalakítást kedvező tapasztalatok alapján más blokkokkal is megismételhetik. Reálisan ma legfeljebb még egy átalakítással lehet számolni, de nem zárható ki egy harmadik sem. Az erőműnek a kilencvenes évek elején üzembe került gázturbinás része viszont – 25–30 év üzemidő után – leállhat. Főleg akkor lehet ezek helyettesítésére is gondolni, ha a Dunai Finomító a saját ellátására önálló erőművet épít évtizedes terveinek megvalósításával.

A Tiszai Erőmű (860 MW) szintén leállhat negyvenévnnyi üzem után, de természetesen a tulajdonos feltehetően itt is helyettesítésekre fog gondolni. Az előkészített telephelyen egy vagy két 400 MW-os, összetett körfolyamatú egység könnyen felépíthető.

A Mátrai Erőmű ebben az időszakban is folyamatosan formálódhat. A tervek szerint 2012-re elkészül az új nagyblokk (400 MW), és akkor a két első kisblokk leállítható. A húszas évek közeledtével az erőmű III. gépegysége is leállhat, így a régi részből csak a többször korszerűsített, átalakított „magyar” rész marad meg. Nem elképzelhetetlen az sem, hogy ezeket a gépeket is helyettesíteni fogják egy második új nagyblokkal.

Az Oroszlányi Erőmű 2015-ig megszűnhet, illetve a biomassza-tüzelés megmaradásával (40 MW) átalakulhat kiserőművé. Az erőmű területén új, korszerű blokkok építése is elképzelhető – mind biomasszára, mind földgázra, mind szénre.

Átalakításokkal, kiserőművé formálással megszűnnek a régi, széntüzelésű nagyerőművek: az Ajkai, a Borsodi, a Pannonpower (Pécsi) és a Tiszapalkonyai Erőmű. A Kelenföldi, az Újpesti és a Kíspesti Erőmű megmarad, és mindentűt a kondenzációs lehetőség kedvezőbbé teszi az üzemvitelt és a szabályozhatóságot.

A nagyerőművek közül továbbra is számolunk a Debreceni Erőművel és az összes nyílt ciklusú, csúcsüzemi, perces tartalékot adó gázturbinákkal.

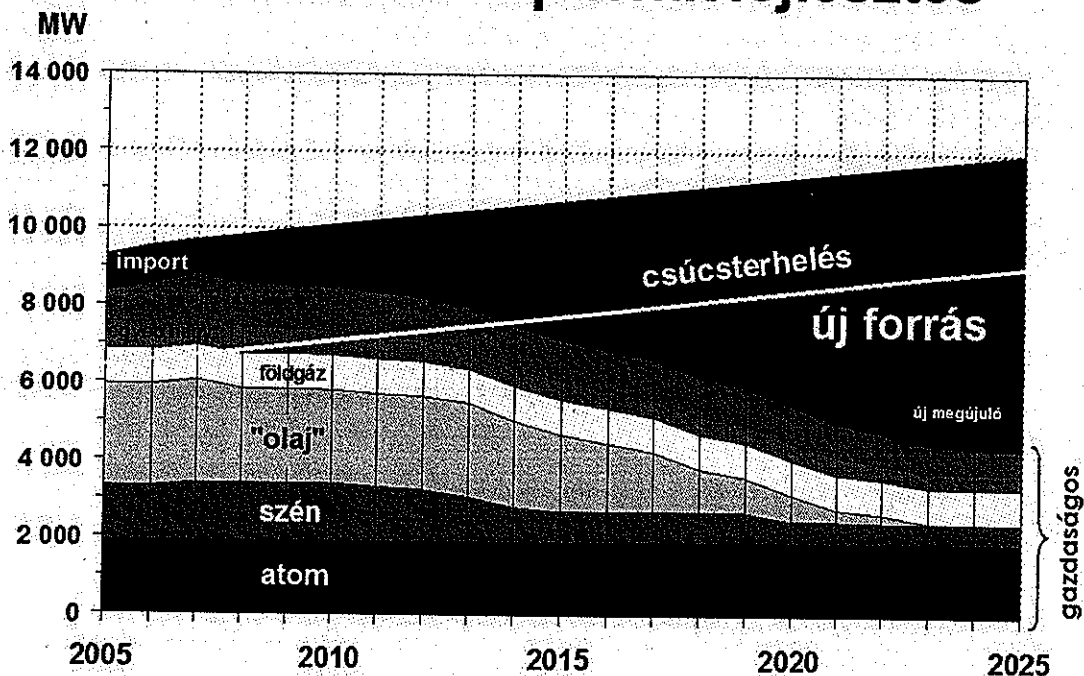
Továbbra is szóba jöhet a meglévő Lőrinci Erőmű bővítése 80 MW-tal – összetett körfolyamatúvá alakítással – és egy új blokkal. Az EMA Power Erőmű (Dunaújváros) – vagy más iparhoz közeli erőmű – pl. Ajka, Dunai Finomító – tovább korszerűsödhet 110–120 MW-tal.

A fentiekén túl összesen mintegy 50–100 MW teljesítményű kiserőmű leállításával lehet számolni.

2.5. Kapacitáslétesítési igények

A források várható alakulása – meglévők megszűnése, újak létesülése – alapján megállapítható, hogy elsősorban a pótlás igénye sürget létesítést. Az alábbi ábra a létesítési igényt szemlélteti.

Forrásoldali kapacitásfejlesztés



2.-5. ábra: A létesítési igény 2025-ig várható alakulása

Az alábbi táblázatban a fenti ábra jellegéből adódó, tájékoztató adatok alapján közép távon legalább 3000 MW, hosszú távon 7000 MW forrást kell biztosítani.

2.-1: táblázat. A közép- és hosszú távú létesítési igény

| | | 2007. | 2015. | 2025. |
|----|---|-------|----------------------|----------------------|
| 1. | Forrásoldali teljesítmény (importtal együtt) [MW] | 9500 | 10500 | 12000 |
| 2. | Csúcsterhelés [MW] | 6500 | 7500 | 9000 |
| 3. | Csúcsterhelés változása 2007-hez viszonyítva [MW] | – | $7500 - 6500 = 1000$ | $9000 - 6500 = 2500$ |
| 4. | Megszűnő forrás 2007-hez viszonyítva [MW] | – | $9000 - 7000 = 2000$ | $9000 - 4500 = 4500$ |
| 5. | Forrásoldali többlet igény [MW] | – | $1000 + 2000 = 3000$ | $2500 + 4500 = 7000$ |

A jelenleg ismert befektetői szándékok szerint 2015-ig több összetett körfolyamatú technológiájú, 400 MW-os egységből összességében mintegy 1600 MW összteljesítményű erőmű épülhet.

2025-ig hasonló technológiával szélső esetben további 3800 MW nagyerőműi kapacitás létesülhet. Figyelembe véve a 2025-ig további, gázellátáson alapuló körülbelül 400 MW többlet kiserőművi fejlesztést, gázfüggőségünk a primer energiahordozók tekintetében a jelenlegi 35%-ról mintegy 52%-ra növekedhet.

Ennek elkerülésére feltétlenül szükség lenne új atomerőművi blokkokra is, hogy diverzifikáljuk az energiainportot, illetve csökkentsük az ország földgázfüggőségét.

A megújuló forrású kiserőművekből a jelenlegi 300 MW teljesítményhez képest mintegy 1400 MW várható 2025-ig. A biomassza, biogáz tüzelésére alkalmas kiserőművek együttes villamos teljesítőképessége akár 600 MW-ra is növekedhet. A szélenergia középhosszú távon elért 330 MW kapacitása legalább 500 MW-ra nőhet 2025-ig. Ezekkel a kapacitásokkal a villamosenergia-szükséglet mintegy 12%-a biztosítható megújuló forrásból.

2.6. Az atomerőmű szerepe a villamosenergia-ellátásban

2.6.1. A kapacitás-fejlesztés lehetőségei

A villamosenergia-igények és a termelő kapacitások, források egyensúlyának prognózisa indokoltá és időszerűvé teszi, hogy már ma mérlegeljük, vajon hosszú távon milyen termelő kapacitások létesítése felel meg hazánk igényeinek, lehetőségeinek és stratégiai céljainak. Ennek során biztosítani kell a magyar energiapolitika és klímapolitika közötti összhangot, figyelembe véve ennek a magyar gazdaságra, az energiaágazatra gyakorolt ellátás-biztonsági, gazdasági és versenyképességi hatásait.

Peremfeltételként abból kell kiindulni, hogy a közösségi politikával összhangban Magyarország 2020-ig teljesíti a megújuló források felhasználási hányadának növelésére vonatkozó célkitűzést, s a villamosenergia-termelés legalább húsz százalékát megújuló forrásokból fedezi. Tudomásul kell venni azt is, hogy a megújuló források felhasználásnak további növelésére, lévén azok jelentős támogatást igényelnek, az adott időszakban nincs reális lehetőség. Ahogy az energiapolitika is fogalmaz, a fajlagos energiafelhasználás csökkentése és a megújuló energiaforrások felhasználásának növelése Magyarország természeti adottságaival és a lakosság teherbíró képességével összhangban történhet.

Az energiapolitika azon tételét is szem előtt kell tartani, hogy a hosszú távú szempontokat is mérlegelve optimum alakuljon ki az ellátásbiztonság, a versenyképesség és a fenntarthatóság, mint elsődleges célok között.

Az ellátás biztonsága érdekében törekedni kell a kiegyensúlyozott energiaforrás-szerkezet elérésére és fenntartására, elő kell segíteni a hazai források részarányának fenntartását, illetve növelését, a behozatal szállítás és forrás szerinti diverzifikálását, az energiahordozó-szerkezetnek, és a biztonsági készletek az ellátás-biztonsági szempontból történő optimális kialakítását.

A megújuló források tervezett kihasználása mellett a villamosenergia-igények kielégítése a fennmaradó mintegy nyolcvan százalékban két forrásra lehet alapozni:

(1) fosszilis forrásokra, azaz valamilyen mértékben üvegház-hatású gázok kibocsátásával járó technológiákkal, és

(2) legalább a jelenlegi részesezésük hányadában az atomerőművekre.

A jelenlegi kapacitás-struktúrát és az igények-források prognózisát vizsgálva megállapítható, hogy a hazai villamosenergia-rendszerben szükség van – a meglévők mellett – új atomerőművi blokkokra a 2020 utáni időszakban.

Az, hogy a villamosenergia-rendszerbe milyen új atomerőművi kapacitás illeszthető be, két fő tényezőtől függ: a teljesítmény igénytől, valamint a rendszerbe való csatlakozás és a rendszerstabilitási követelményektől.

A teljes nukleáris kapacitás meghatározásánál figyelembe kell venni, hogy az ország energiaellátásában 2020 után is fontos szerepet játszanak még a fosszilis tüzelőanyagok: egyrészt a hazai energiahordozók, másrészt a piac által kedvezményezett, s kétségkívül számos, de főleg rövid távú előnnyel rendelkező földgáz.

2.6.2. A nukleáris opció előnyei

Az erőművi technológiák összehasonlító elemzése alapozza meg a nukleáris opció, az új atomerőmű létesítésének ésszerűségét és az energiapolitikai, a gazdasági, fenntarthatósági célokkal való összhangját. Az értékelés az OECD által a fenntarthatóság elbírálására javasolt három döntési tényező a gazdasági, a környezetvédelmi és a szociális szempontcsoport szerint történt, több-szemponstú döntési modell alapján.

A gazdasági szempontcsoportba a pénzügyi és termelési mutatók tartoznak, mint:

- termelési költség (c€/kWh),
- fajlagos beruházási költség (erőmű, €/kW),
- az energiahordozó árára való érzékenység (előállítási költség növekedés az üzemanyag árának megduplázódásakor),
- rövid-és középtávú potenciál (termelési potenciál, GWh/év),
- rendelkezésre állás (teljesítmény kihasználási tényező, %),
- geopolitikai tényezők,
- hosszú távú fenntarthatóság (év),
- csúcsterhelési válasz (relatív skála).

Eszerint az atomerőművek – bár fajlagos beruházási költségeik a konkurens gáz és széntüzelésű technológiákhoz képest drágábbak – minden egyéb mutatót tekintve **jobbak, mint a létező más erőműtípusok.**

Igen fontos, hogy az atomerőművek, miközben **legalább 60 évig, igen magas, évi 90% körüli rendelkezésre állással, s a legolcsóbban termelnek, jelentősen növelik az ellátás biztonságát és stabilitását.** Ennek oka, hogy a nukleáris üzemanyag-piac diverz és biztonságos, a friss üzemanyag jól tartalékolható, s a termelési költségek nem érzékenyek az üzemanyag árára. Az üzemanyag árának megkétszereződése legfeljebb 20% villamosenergia-termelési költségnövekedést okoz, szemben például a földgázzal, ahol ez a hatás teljes mértékben érvényesül.

A nukleáris üzemanyag, ha áttérnek a zárt üzemanyag ciklusra, ami technikailag megoldottnak tekinthető, időben gyakorlatilag korlátlanul rendelkezésre áll.

Az egyes technológiák gazdasági mutatóinak összehasonlítása egyértelműen bizonyítja a nukleáris opció előnyeit, ahogy azt a 2.-2 táblázat is mutatja.

2.-2: táblázat. Az egyes erőművi technológiák gazdasági mutatóinak összehasonlítása

| | Átlagos villamos energia ár EUR/MWh | Fajlagos üzemeltetési költségek EUR/MWh | Fajlagos profit EUR/MWh |
|-----------------------------------|--|--|----------------------------|
| Nukleáris | 35 | 22 | 13 |
| Szénpor-tüzelésű / szuperkritikus | 48 | 42,48 | 5,52 |
| Széntüzelésű / CFB | 53 | 47,64 | 5,36 |
| Földgáz-tüzelésű / KCE | 66 | 53,31 | 12,69 |

A nukleáris energia megújuló forrásokat használó technológiákkal szemben is messze versenyképes, amit a finnországi viszonyokra végzett számítás is mutatja (2-3. táblázat).

2.-3: táblázat. Villamosenergia-termelés önköltsége a egyes erőművi technológiák esetében Finnországban (EUR/MWh 2006. évi bázison)

| Fa/biomassza | tőzeg | szén | gáz | nukleáris | szél |
|--------------|-------|-------|-------|-----------|-------|
| 51,24 | 55,03 | 51,97 | 51,97 | 25,91 | 45,48 |

A napenergiával történő villamosenergia-termelés ma mintegy harmincszor drágább, mint nukleáris energiával.

Természetesen számítani kell a megújuló technológiák fejlődésével, mint ahogy a nukleáris technológia fejlődésével is, mindez azonban hosszú távon sem változtatja meg lényegesen a nukleáris/megújuló termelési költség-arányokat.

A nukleáris energia alkalmazásának jelentős hosszú távú műszaki-gazdasági fejlődési potenciája van, a fejlesztés alatt álló, s igen perspektivikus hidrogén energetikával jól integrálható.

A szociális szempontokat tekintve megállapítható: Az atomerőművek megtestesítik a korszerű tudomány, a műszaki fejlesztés számos eredményét és igen fejlett műszaki-tudományos háttérrel, magas szakmai és biztonsági kultúrát igényelnek. Fontos tény, hogy **az atomerőmű üzemeltetésének fejlett szakmai bázisa van Magyarországon. A nukleáris energetika komoly infrastruktúrát és high-tech munkahelyeket teremt.** Az atomerőmű a legnagyobb regionális foglalkoztató, s támogatója a telephely körül élő közösségeknek, iskoláknak, egyetemeknek, stb.

A paksi atomerőmű legolcsóbb termelőként – megfelelő módon alkalmazva a szabályozási lehetőségeket, piaci körülmények között is – kétségkívül **pozitívan befolyásolja a lakossági villamosenergia-árat.**

Az atomerőmű társadalmi elfogadottsága tartósan igen magas, s hasonlóan igen magas a helyi támogatása a létesülő kis- és közepes aktivitású radioaktív hulladéktárolónak is.

Az atomerőművek magyarországi üzemelésének nincs kockázata a nukleáris anyagok és a hadi célokra alkalmazható technológia illegális elterjedése, azaz atomsorompó-egyezmény betartása szempontjából sem.

Az egészségi és környezeti hatások összehasonlító elemzésénél a mortalitást és morbiditást, a környezetre gyakorolt tényleges és potenciális hatásokat, mindenekelőtt az üvegház hatású gázok kibocsátását, továbbá az ipari hulladék, közte a veszélyes ipari hulladék és a radioaktív hulladék keletkezését, annak kezelését és elhelyezését, valamint a területhasználatot, s a súlyos balesetek kockázatát kell vizsgálni. Az összehasonlító vizsgálatot a teljes életciklusra kell elvégezni, amelyben az üzemanyag előállítása, a termelő technológia gyártása, az üzemelés, a leszerelés és az üzem közben keletkező és leszerelési hulladékok elhelyezése egyaránt benne van.

Ennek alapján megállapítható, hogy az atomerőművek normálüzemi egészségi és környezeti hatásai lényegesen kisebbek, mint más technológiáké. Az atomerőművek széndioxid emissziója elhanyagolható a többi technológiához képest, még akkor is, ha a teljes életciklust, beleértve az uránbányászatot is, figyelembe vesszük. Az atomerőművekben fajlagosan lényegesen kevesebb veszélyes és normál ipari hulladék keletkezik, mint más erőművekben. Ebben a tekintetben az atomerőmű jobb nem csak a gáz és széntüzelésű erőműveknél, de a legtöbb megújuló forrást felhasználó technológiánál is. **Üzem közben ellenőrzött körülmények között, viszonylag kis mennyiségű radioaktív hulladék keletkezik, melynek kezelése a „gyűjtés, ellenőrzés és elzárás” filozófiáját követi, nem pedig a „felhígítás és kibocsátás” gyakorlatát, amint azt a többi technológia teszi.** (A mennyiségek megértéséhez: Ha egy négytagú átlagos európai család 25 éves villamosenergia-fogyasztását atomerőműben termeljük meg, akkor az eközben keletkezett nagyaktivitású radioaktív hulladék mindössze 1,2 deciliter térfogatot, azaz egy 2,3 cm élű kockát tölt ki.) Az atomerőmű egységnyi teljesítményre eső területhasználata a legkisebb, míg a preferált megújuló forrásokat alkalmazó technológiáké, így például a biomassza-energetikáé a legnagyobb. **A radioaktív hulladékok kezelése és végleges tárolása technikailag megoldott probléma.**

Az atomerőművek egészségügyi hatásokkal járó súlyos baleseteinek kockázata elhanyagolható, gyakorisága kisebb, mint 10^{-7} /év.

A gazdasági és környezeti értékelésére alkalmas mutató az úgynevezett teljes társadalmi költség, mely tartalmazza a villamos energia előállítási költsége mellett a – villamos energia árában figyelembe nem vett – külső költségeket, azaz környezeti károkat is. A villamosenergia-termelési technológiák teljes költségének összehasonlítására több mértékadó (OECD és más nemzetközi szervezetek, illetve nemzeti, mint például németországi) elemzés készült, amelyek egyértelműen bizonyították, hogy a nukleáris villamosenergia-termelés a legkedvezőbb opció. **A hazai viszonyokat tekintve az externális költségek a jogszabályok által meghatározott módon internalizáltak:** Létezik a Központi Nukleáris Pénzügyi Alap, amely az üzemeltető befizetéseiből fedezi a kiegészítő üzemanyag ideiglenes tárolását, a radioaktív hulladékok végleges elhelyezését és az atomerőmű leszerelését.

Az atomerőművi villamosenergia-termelést a fosszilis és megújuló technológiák gazdaságossági mutatóival összehasonlítva megállapítható, hogy az atomerőművi villamosenergia-termelés koncentrált, olcsó, gazdaságilag kiemelkedően hatékony,

biztonságos és környezetkímélő. A realizálható előnyök messze felülmúlják a technológia egyetlen említésre méltó hátrányát, a relatíve bonyolultabb és költségesebb technológiát igénylő hulladékkezelést.

A nukleáris villamosenergia-termelés előnyeit a legtöbb fejlett országban felismerték, s az atomerőműveknek fontos szerepet szánnak a XXI. század energia-ellátásában. **Ma 439 atomerőmű működik a világon, 35 blokkot építenek 14 országban, 2007-2008-ban hét új építkezés indult.**

Az Egyesült Államokban 104 atomerőmű van: A működő atomerőművek teljesítménynövelésével gyakorlatilag tíz új nagy blokk kapacitásával azonos kapacitást hoztak létre. Szinte kivétel nélkül minden atomerőmű üzemidejét húsz évvel, negyvenről hatvan évre meghosszabbítják. Folyik több új atomerőmű típus terveinek hatósági minősítése. Új atomerőművek építését készíti elő 17 szolgáltató, illetve konzorcium, csak 2007-2008-ban 29 új blokk engedélyezése folyt. Az Egyesült Államokban az atomerőművek létesítése és fejlesztése az emisszió-mentes technológiáknak kijáró állami támogatásokat élvez.

Az Európai Unióban több mint 140 atomerőmű adja a villamosenergia-termelés közel 30%-át. Európában is tanúi lehetünk a nukleáris reneszánsznak: Általános gyakorlat a teljesítménynövelés és az üzemidő-hosszabbítás. Az egyetlen ország, amely ma következetesen megvalósítani kívánja a fokozatos felhagyás politikáját, Németország, de ma már ott is egyre nagyobb arányban támogatja a közvélemény az atomerőművek továbbüzemelését. **Új atomerőmű épül a finnországi Olkiluoto-ban és a franciaországi Flamanville-ben, illetve Romániában és Bulgáriában. Finnországban már döntöttek még egy új, a hatodik blokk létesítéséről, s hasonlóan Litvániában, Szlovákiában, Csehországban, az Egyesült Királyságban is új atomerőművek építését készítik elő.**

2.6.3. A hazai atomerőmű üzemeltetési tapasztalatok

Fontos érveket nyújt a nukleáris opció mellett a paksi atomerőmű több mint negyedszázados üzemeltetési tapasztalata.

Ma a magyar villamosenergia-termelés szerkezete kiegyensúlyozott, s ebben a szerkezetben meghatározóan pozitív szerepe van – mind a gazdaságosság, mind a környezetvédelem, mind az ellátásbiztonság tekintetében – a paksi atomerőműnek:

- A paksi atomerőmű egyértelműen csökkenti az ország energia-függőségét: a nukleáris üzemanyag piaca diverz és biztonságos, az üzemanyag jól tartalékolható, az erőmű ma is két éves tartalékkal rendelkezik, a termelési költség más technológiákhoz képest nem érzékeny az üzemanyag árára.
- **A paksi atomerőmű hazánkban a legolcsóbban termelő, a 2007. évi árakat tekintve 9,43 Ft/kWh, a piacot meghatározó, a hazai termelés közel negyven százalékát adó kapacitás. Az atomerőmű versenyképes, s ez a hosszú távon is fenntartható.**
- A paksi atomerőmű mintegy 40% CO₂ emisszió megtakarítást tesz lehetővé a villamosenergia-termelés területén.
- A paksi atomerőmű állapota jó, s ezt az üzemeltető jó gyakorlata és a fejlett jogi keretek között működő hatósági felügyelet a jövőben is garantálja.

- A paksi atomerőmű biztonsági színvonala a világ azonos korú atomerőműveinek biztonsági színvonalát eléri, sőt meg is haladja. Az elvégzett biztonságnövelés eredményeit a világ szakmai közvéleménye, a kompetens nemzetközi szervezetek elismerik. A Paksi Atomerőmű Zrt. ma is és a jövőben is tudatosan és folyamatosan gondoskodik a biztonság elvárható növeléséről. A 2003. áprilisi üzemanyag sérüléssel járó üzemzavar nem befolyásolta az érintett 2. blokk biztonságát. Az üzemzavar tanulságaként a biztonsági kultúra és a szervezet működésének javítása megtörtént, amit a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség is elismeréssel nyugtázott.
- A paksi atomerőmű üzemeltetéséhez, műszaki-tudományos kiszolgálásához, szakember képzéséhez megvan a szükséges kapacitás, hozzáértés.
- A biztonsági és a környezetvédelmi követelmények szabályozása fejlett, a nemzetközi elvárásoknak megfelel. Kellő hatáskörrel és hozzáértéssel rendelkező intézményrendszer felügyeli a tevékenységet.

A környezetvédelmi követelmények teljesítése, a primer energiahordozók import-forrásainak diverzitása, valamint az ellátás biztonsága, illetve a villamosenergia-árszínvonal és stabilitás szempontjából egyaránt fontos, hogy – hasonlóan a legtöbb országhoz – a paksi atomerőművet mindaddig üzemben tartásák, amíg az biztonságos és gazdaságilag racionális.

Ma bizonyítottnak tekinthető, hogy a paksi atomerőmű az eredetileg elhatározott harminc év után még további húsz évig üzemeltethető biztonságosan, a környezetet nem terhelve. **Az üzemidő hosszabbítás nem igényel állami pénzeszközöket, sem garanciákat. Az üzemidő végéig megképződik a jegyzett tőke, továbbá a tulajdonos várható osztaléka folyó áron eléri a tőke ~4,4-szeresét.**

A paksi atomerőművel elért emisszió-megtakarítás az elkövetkező évtizedekben más technológia bevezetésével nem biztosítható, még a megújuló források felhasználásának maximális támogatása mellett sem.

A paksi atomerőmű eddigi üzemeltetéséből fakadó elvitathatatlan előnyöket a magyar társadalom felismerte, és tartósan a megkérdozettek igen magas százaléka egyértelműen támogatja működést.

A paksi atomerőmű eddigi üzemeltetésének tapasztalatai alapján egyértelműen arra lehet következtetni, hogy az atomerőmű célszerű technológiai választás, s hosszú távon biztosíthatja hazánk villamosenergia-termelésének jelentős részét, a mostaninál semmiképpen sem kisebb hányadát.

3. Az atomerőmű teljesítményének kiválasztása

A megvalósíthatósági tanulmányhoz előzetes vizsgálatok készültek, melyek alátámasztják az új nukleáris blokkok létesíthetőségét. A Csatlakozási Terv elkészítésekor – a konkrét adatok ismeretében – további részletes számítások kerülnek elvégzésre, mert a szükséges pozitív döntések meghozatala után az erőműnek integrálódnia kell a magyar villamosenergia-rendszerbe és a szűkebb-tágabb regionális környezetébe. Az ehhez szükséges hálózatvizsgálatok kereteit a MAVIR által készítendő, a későbbiekben aktualizálandó, hosszú távra kitekintő Hálózatfejlesztési Terv nyújtja.

Az egyes változatoknál az előzetes vizsgálatok alapján, a vizsgált rendszerállapotok szimulációjakor nem adódtak olyan lényeges határérték-sérülések (vezeték, transzformátor túlterhelődés, alacsony vagy magas feszültség), mely a csatlakozási módokat ellehetetlenítené, megghiúsítaná.

A blokknagyságok függvényében a tranziens stabilitást ellenőrző, részletes adatokat igénylő számításokat a későbbiekben, a vizsgálatot meghatározó feltételek és körülmények ismeretében lehet elvégezni, miután a számításokhoz szükséges, konkrét gépadatok, paraméterek már ismertek. A részletes adatokat igénylő, további célzott hálózatvizsgálatok eredményeként lényeges változás nem várható, azonban esetleges kiegészítő hálózati beruházások szükségessége válhat ismertté.

3.1. A hálózati csatlakozások meghatározása a nukleáris blokkok teljesítménye alapján

Az új nukleáris blokkok létesítéséhez elkészített Hálózati Csatlakozási Koncepcióterv az országban alkalmas atomerőműi telephelyeknek az átviteli hálózathoz történő csatlakozási lehetőségeket vizsgálta.

1995-ben egy, az egész ország területére kiterjedő komplex, geológiai, műszaki stb. szempontok szerint végzett szűréssel kijelölték az atomerőmű létesítésére potenciálisan alkalmas telephelyeket. Ezen területek – a **Paksi Atomerőmű telephelye mellett – Tiszavasvári, Hajdúnánás, Tiszasüly, illetve Tiszagyenda térsége** voltak, a hálózati vizsgálatok alapját ezek a telephelyek képezték.

A koncepcióterv készítése során előzetesen 600 MW-os, 1000 MW-os, 1600 MW-os blokknagyságot vizsgálatunk, annak figyelembe vételével, hogy az adott telephelyen két blokk is telepíthető, illetve a hálózatra kiadott teljesítmény kiszállítható legyen. A vizsgálatok feltételezik, hogy a Paksi Atomerőmű 2032–2037-ig meghosszabbított üzemidejű blokkjai mellett az országban, azonos időben egy, illetve két másik atomerőművi blokk is üzemelhet.

A terv hálózati megfontolásokon alapulva értékeli az egyes telephelyeket, valamint – a hálózatfejlesztési irányelvek szem előtt tartásával – meghatározza a csatlakozás szükséges létesítményeit.

Paks kivételével a vizsgált telephelyek közvetlen közelében nincs megfelelő adottságokkal rendelkező 400 kV-os csomópont, ezért ezeken a helyeken az erőmű villamosenergia-rendszerbe történő integrálása csak a hálózati kapcsolatok átalakításával és új hálózati csomópont(ok) létesítésével oldható meg. Mivel az erőművi bővítés többféle, eltérő egység teljesítményű blokkal is megvalósulhat, a különböző nagyságú beépített teljesítményekhez különböző mértékű hálózati fejlesztés szükséges. A telephelyek lehetséges

kapcsolatainak meghatározásánál elsősorban műszaki, másodsorban gazdasági prioritásokat tartottunk szem előtt.

Az alábbiakban tájékoztatásul ismertetjük a fentiekben felsorolt különböző helyszínekhez és gépnagyságokhoz tartozó hálózati beavatkozások várható költségeit is.

2.-2: táblázat. Az egyes telephelyeken a különböző gépnagyságokhoz szükséges hálózati beruházások költségei

| | 2×600 MW | 2×1000 MW | 2×1600 MW |
|---|------------|------------|------------|
| Atomerőművi bővítés | | | |
| a Paksi Atomerőmű telephelyén | | | |
| Meglévő alállomás bővítésével | 12 529 MFt | 19 307 MFt | 28 708 MFt |
| Új alállomás létesítésével | 16 979 MFt | 25 526 MFt | 35 515 MFt |
| Atomerőmű létesítése Tiszavasvári–Hajdúnánás térségében | 33 908 MFt | 43 550 MFt | 55 101 MFt |
| Atomerőmű létesítése Tiszasüly–Tiszagyenda térségében | 43 959 MFt | 50 934 MFt | 61 452 MFt |

A hálózati szempontok elemzését tekintve a Paksi Atomerőmű telephelyének kiválasztása egyértelműen a legkedvezőbb megoldást nyújtja.

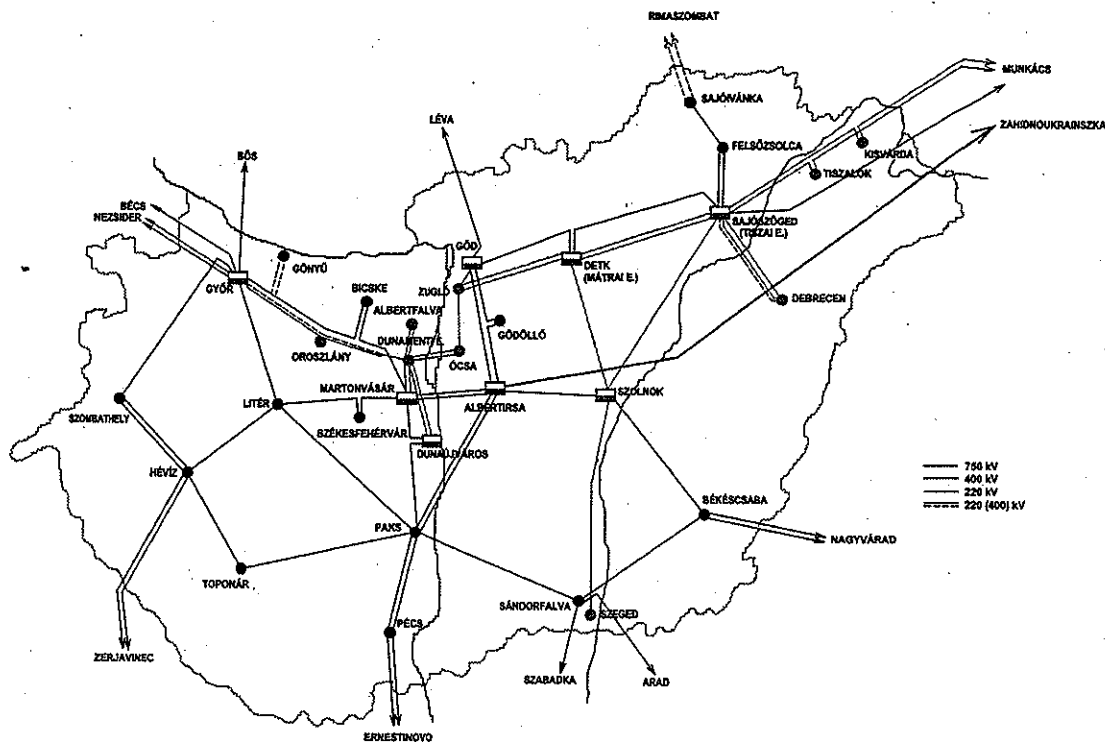
Paks megfelelő adottságokkal rendelkező 400 kV-os csomópont, ugyanakkor új erőművi blokkok villamosenergia-rendszerbe történő integrálása csak új hálózati kapcsolatok létesítésével oldható meg. Mivel a bővítés többféle, eltérő egységteljesítményű blokkal (2×600 MW, 2×1000 MW, 2×1600 MW) is megvalósulhat, a különböző nagyságú beépített teljesítményekhez különböző mértékű hálózati fejlesztések szükségesek.

Előzetes hálózatszámítások készültek annak igazolására, hogy az adott blokknagyságok mellett normál, egyszeres, illetve kétszeres üzemszüneti állapotokban is kiszállítható a megtermelt teljesítmény. Meghatároztuk a különböző hálózati kapcsolatok kialakításához szükséges átalakításokat, bővítéseket is.

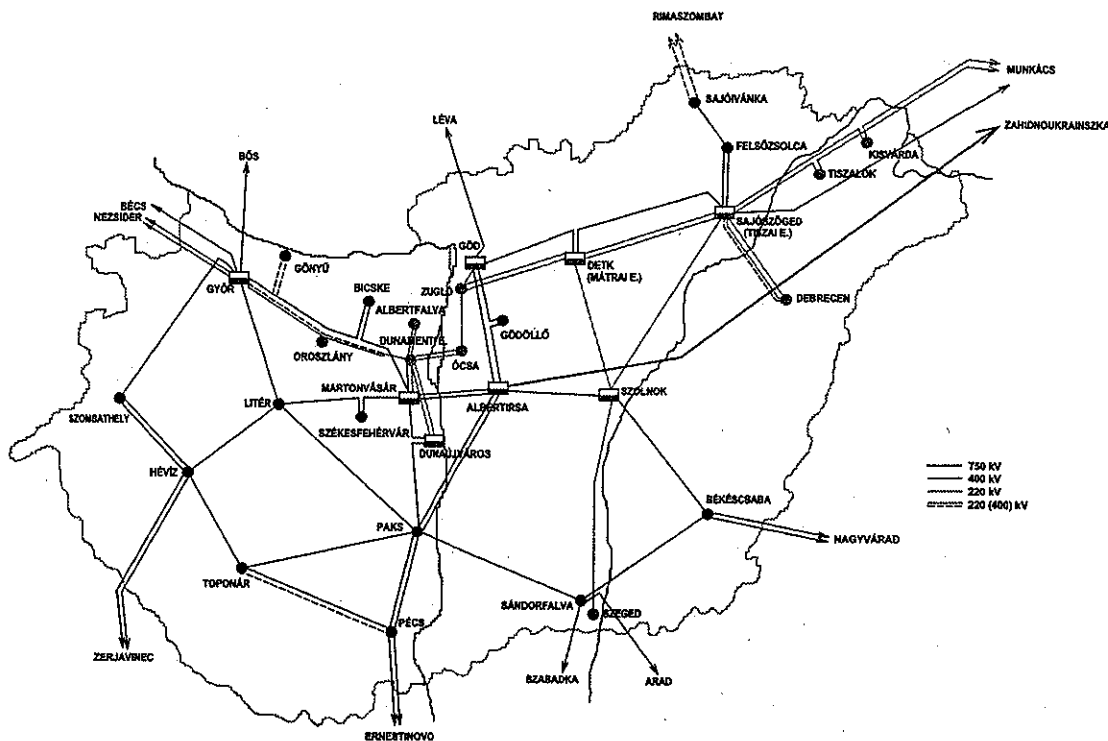
Ezek ismeretében – figyelembe véve a szóba jöhető blokknagyságokat – a célszerű hálózati fejlesztési változatokra ellenőrző load-flow vizsgálatok készültek a 2020-as és 2025-ös üzembe lépések figyelembevételével. Normálüzemi vizsgálatok mellett (n-2) kiszállíthatósági vizsgálatokat végeztünk. Ennek során a két, legtöbb teljesítményt szállító távvezeték együttes hiányát szimuláltuk, és figyeltük a hálózati eloszlásokra gyakorolt hatásukat.

Az eredmények az alábbi fejlesztési változatok alkalmasságát igazolták, mindhárom szóba jöhető blokknagyságra :

- 2×600 MW esetén a Paks–(Dunaújváros)–Martonvásár 400 kV-os távvezeték kétrendszerűsítése.
- 2×1000 MW esetén a Paks–Albertirsa kétrendszerű 400 kV-os távvezeték létesítése.
- 2×1600 MW esetén a Paks–Albertirsa kétrendszerű 400 kV-os összeköttetés létesítése, valamint emellett egy Toponár–Pécs egy-, vagy kétrendszerű összeköttetés létesítése.



2.-6. ábra: A Paksi Atomerőmű telephelyén 2×1000 MW teljesítményű atomerőművi blokk létesítéséhez szükséges minimális hálózati bővítés (Paks–Albertirsa 400 kV-os $2 \times 3 \times (2 \times 500)$ mm² távvezeték)



2.-7. ábra: A Paksi Atomerőmű telephelyén 2×1600 MW teljesítményű atomerőművi blokk létesítéséhez szükséges minimális hálózati bővítés (Paks–Albertirsa 400 kV-os 2×3×(3×500) mm² távvezeték, Pécs–Toponár 400 kV-os 1×3×(2×500) mm² távvezeték)

A fenti fejlesztéseknél a Paks–Albertirsa összeköttetés alternatívája lehet egy Paks–Szolnok összeköttetés létesítése, ennek eldöntése a későbbi részletes vizsgálatok alapján lesz lehetséges. Az előzetes nyomvonalvizsgálatok alapján a fenti hálózati csatlakozási elképzelésekhez szükségesnek ítélt távvezeteki kapcsolatok kialakíthatóak.

Az elvégzett vizsgálatok alapján az új blokkokhoz tartozó kapcsolóberendezés a meglévő alállomástól elkülönülten, de azzal villamosan összekapcsoltan, vagy a meglévő alállomás bővítésével is kialakítható. A külön kapcsolóállomással történő megvalósítás műszaki és egyéb előnyöket (megbízhatóság, kiszállítási, csatlakozási megosztás stb.) tartalmaz, ugyanakkor költségesebb, ezen előnyök és hátrányok értékelése a részletes adatok, és vizsgálatok ismeretében a későbbiekben lesz lehetséges.

Összefoglalva, a jelenleg rendelkezésre álló ismeretek alapján a hálózati csatlakozás szempontjából nem ismert olyan műszaki körülmény, amely a tervezett változatok bármelyikének megvalósítását ellehetetlenítené.

3.2. Általános szempontok a blokk nagyság értékeléséhez

A villamosenergia-rendszer jelenlegi szabályozási nehézségei várhatóan a következő évtizedben sem oldódnak meg, ezért komoly gondot jelentene, ha a szóban forgó atomerőmű blokkjai csak szűk határok között lennének szabályozhatóak.

Az új blokk esetében a magyar villamosenergia-rendszerben elméletileg meglévő 500 MW mellett további üzemzavari tartalékot kellene létesíteni, melynek – a jelenlegi viszonyokból kiindulva, a blokk nagyságtól függően 100–1100 MW-os – mértéke fedezhetné a bármilyen okból kieső legnagyobb blokk teljesítményét.

Az 50–100% – és a távlatilag figyelembe vehető 30–100% – között szabályozható, 1000–1600 MW körüli egység teljesítményű blokkokkal elkerülhető a minimális terhelési időszakokban fellépő kapacitásfelesleg. Ezzel szükség esetén az időjárástól függő és a szabályozási körbe be nem vont, illetve az időjárástól nem függő kiserőművek által betáplált teljesítményfelesleg is kompenzálható lehet. A szabályozási opció további műszaki és gazdasági-piaci előnyöket biztosít, ami többek között elősegíti a beruházás megtérülését.

A fenti érveket figyelembe véve, és ha magyar szabályozási zónában legfeljebb 500–1000 MW-os egységek üzemeltetését feltételezzük a húszas évek közepén, közel kétszeresére kell növelni a perces tartalékok mértékét.

Az 1600 MW-os egység esetén azonban kedvezőtlen esetben (pl. szűk szabályozási határok esetén) a hazai perces tartalékon túlmenően regionális tartalékok igénybevételére is szükség lehet.

Minimális blokk nagyság

A mai körülmények és a fenti szempontok alapján javasolni lehetne a Paksi Atomerőmű 500 MW-os blokk nagyságához közeli, 600 MW-os blokk nagyságot. A prognosztizált kb.

2%/éves terhelésfelfutás, és a 2018–2020-ig várható erőmű-leállítások során kieső kapacitások pótlása miatt, és egy esetleges atomerőműi beruházás gazdaságos üzemének szempontjára is figyelemmel a 600 MW-os változatot előnytelen megoldásnak tartjuk.

Maximális blokknagyság

Alkalmas tárolós erőmű kiépítése atomerőmű létesítése mellett is vitathatatlan igény, de az egyidejű megvalósulásra nem lehet reálisan számítani. A szabályozási lehetőségek biztosítását a tárolós erőmű kiépítésétől függetlenül is meg kell oldani, és az ebből következő korlátokra tekintettel kell lenni a blokknagyság kiválasztása esetén

A fentiekből kiindulva a következő főbb szempontok alapos mérlegelése szükséges:

- A ma reálisan számításba vehető blokk típusok rugalmassága, szabályozhatóságának határai a rendelkezésre álló információk szerint megfelelőek. Az új atomerőművek már jelenleg is, de a jövőben még inkább alkalmasak menetrendkövető szabályozásra.
- A 2011-ig tervezett integrált regionális tartalékolási célkitűzések csökkentik a problémakör jelentőségét, továbbá a nagyobb blokknagyság esetén felmerülő kockázatvállalás mértékét. Várhatóan ehhez az UCTE előírások is igazodni fognak.
- A regionális villamosenergia-piaci lehetőségek kiszélesedése a határkereszteső kapacitások figyelembe vételével biztosíthatja az atomerőmű által termelt villamos energia országhatáron kívüli értékesítését.
- Az 1600 MW-os változat a szokványostól eltérő, költséges hálózati és műszaki megoldásokat igényel.
- Egy esetleges atomerőművi beruházás gazdaságos üzemének szempontjára is figyelemmel értelemszerűen minél nagyobb blokknagyság lenne az optimális.

A fenti indokok alapján az 1600 MW-os blokknagyság hálózati csatlakozási szempontból lehetséges változat, ezért nyitott opcióként kezelendő. Az esetleges kockázatvállalás szükségessége és mértéke a megvalósítás időpontjában, a konkrét vállalkozói ajánlatok ismeretében értékelendő.

A javasolt blokknagyság

A fenti szempontokat együttesen értékelve, feltételezve a szükséges szabályozási rendszertartalmak meglétét, a Paksi Atomerőmű telephelyén a meglévő 400 kV-os kapcsolóberendezés bővítésével 2×1000 MW teljesítményű atomerőművi blokk megépítése javasolt. A többi blokknagysághoz viszonyítva a villamosenergia-rendszer szempontjából jelenleg ez a legkisebb kockázatvállalással járó, legkedvezőbb változat.

4. A telephely jellemzése

4.1. Vizsgálatok új atomerőművi telephely kijelölésére

Új hazai atomerőművi telephely kijelölésére vonatkozóan az 1990-es évek elején már végeztek az ország teljes területére kiterjedő vizsgálatokat. A Magyar Villamos Művek Tröszt 1989-ben kezdeményezte egy új, 1000–2000 MW teljesítményű hazai alaperőmű létesítését megalapozó döntés-előkészítő munkákat. Három lehetséges változattal, hazai lignit tüzelésű hőerőmű, import-szén tüzelésű hőerőmű és fejlett technológiát képviselő atomerőmű létesítésének lehetőségével számoltak.

Az atomerőmű telepítésének folyamatát a nemzetközi gyakorlattal és a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) vonatkozó ajánlásaival összhangban három szakaszra – a telephely kiválasztási, a telephely-jellemzési és az üzemeltetést megelőző telephely-vizsgálati szakaszra kell felosztani.

A telephely-kiválasztás értékelési-szűrési folyamata többlépcsős. Az első lépcsőben az atomerőmű telepítésére elképzelt régió (egy ország egész területe, vagy azon belül egy adott térség) vizsgálatára kerül sor, és a biztonsági szempontokból kiindulva – általában az azoknak megfelelően felállított kizáró kritériumok alapján – a telepítésre alkalmatlan területek kizárásával határozzák meg a telepítésre potenciálisan alkalmas térségeket. A telephely-kiválasztási folyamat további lépcsőiben, részben a már figyelembe vett szempontok részletesebb vizsgálatokkal alátámasztott értékelésével, valamint további – már nem csak biztonsági – szempontok bevonásával fokozatosan szűkítik a térségek potenciálisan alkalmas telephelyeinek számát, a kiválasztási folyamat végső lépcsőjében eljutva a javasolható telephelyekhez.

A telephely-jellemzés szakaszában egy vagy több kiválasztott telephely részletes vizsgálatára és értékelésére kerül sor, hogy az eredmények felhasználásával bizonyítani lehessen: az adott telephely a különböző – elsődlegesen biztonsági – szempontok figyelembevételével az atomerőmű telepítésére alkalmas és engedélyezhető.

Az üzemeltetést megelőző telephely-vizsgálat szakasz magában foglalja mindazon vizsgálatokat és elemzéseket, amelyeket az atomerőmű építésének megkezdése és az üzembe helyezés közötti időszakban kell elvégezni, az előzőekben meghatározott telephelyi jellemzők pontosítása és értékelésük teljessé tétele érdekében.

1993 és 1996 között a telepítési folyamat első – a telephely kiválasztás – szakaszához tartozó munkák elvégzésére került sor. Az első lépcsőben az alkalmatlan területek kizárásához biztonsági és környezetvédelmi tényezőket vettek figyelembe, melyek alapján kizáró kritériumokat határoztak meg. A vizsgálati szempontokat, valamint a természetes tájhatárokat és a térségekbe beékelődő védett területeket figyelembe véve 15 térséget azonosítottak a további vizsgálatok céljára. A kijelölt térségeken belül a számításba vehető telephelyek azonosítására kitüntetett biztonsági (pl. tektonika, népsűrűség, végső hőbefogadó rendelkezésre állása), környezetvédelmi (radioaktív kibocsátások következményei, természetvédelmi értékek megóvása) és műszaki szempontok (hűtővíz rendelkezésre állása, földhasználat) alapján került sor. A számításba vehető telephelyek kijelölésénél a következő új – a potenciálisan alkalmas térségek meghatározásánál nem alkalmazott – kizáró kritériumokat alkalmazták:

- a telephely körül lévő 3 km sugarú biztonsági övezeten belül nem lehet település belterülete,
- a baleset-elhárítási intézkedések 16 km sugarú közvetlen beavatkozási zónájában a számításba vehető telephely körül a lakosság lélekszáma nem haladhatja meg az 50 000 főt,
- a lehetséges atomerőmű hűtővízrendszerének minimum $4 \text{ m}^3/\text{s}$ mennyiségű hűtővízigényét a számításba vehető telephelytől mért maximum 15 km távolságról kell beszerezni,
- nem megengedett a telephely és veszélyes ipari létesítmények vagy védett területek védőzónáinak átfedése.

Az értékelés ezen fázisában a vizsgálati szempontok egyrészt ugyanazok voltak, mint a potenciálisan alkalmas térségek azonosításánál, a hangsúly azonban a regionális viszonyokról inkább a helyi viszonyokra tevődött át, másrészt a helyi jellemzők tekintetében további szempontok figyelembe vételére is sor került. Ilyen fontos szempont volt pl. a hidrológiai vizsgálatok során a $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ (1000 MW teljesítményű erőművet figyelembe véve) üzemzavari hűtővízigényt kielégíteni tudó források (felszín alatti víz, mesterséges tározó) azonosítása. A kizáró kritériumok és egyéb szempontok figyelembe vétele után a 15 térségben a következő 18 – további vizsgálat céljára számításba vehető – telephely/terület azonosítására került sor: Görbeháza, Tiszavasvári, Hajdúnánás, Püspökladány, Kaba, Mezőberény-Gyomaendrőd, Csabacsüd, Kecel, Tiszasüly (két terület), Celldömölk (Kenyeri), Egerfarmos, Tiszabura, Tiszagyenda, Mezőtúr (a településtől ÉNy-ra), Mezőtúr (a településtől É-ra), Mezőtúr (a településtől K-re) és Törökszentmiklós térsége.

Az értékelés következő fázisában a számításba vehető telephelyek neotektonikai, földtudományi és környezeti-gazdaságossági szempontok szerint történő rangsorolására került sor. A földtudományi rangsorolásnál mérlegelésre került, hogy mely telephelyváltozatoknál szükségesek további komoly feltárások, a kedvezőtlen földtani adottságok miatt melyeknél valószínűsíthető jelentős beruházási költség, illetve az engedélyeztetettség és a feltárások korlátozott időigénye alapján melyeket célszerű elsőként megvizsgálni. A gazdaságossági szempontok között került figyelembe vételre a telephely hűtővíz ellátásának és hűtővíz visszavezetésének, a földmunkáknak, a stabil és megbízható villamos hálózati csatlakozásnak a költségigénye. A várható költségek becsléséhez súlyfaktorok képzése történt, amelyek alkalmazásával lehetővé vált a vizsgált telephelyek gazdasági értékelése.

A többlépcsős telephely kiválasztási folyamat során értékelt és rangsorolt telephelyváltozatok közül, további szakmai és projektirányítási szempontokat is figyelembe véve – a sorrend meghatározása nélkül – új atomerőmű telepítésére javasolt telephelyek a következők: Tiszavasvári térsége (a településtől Ny-ra), Hajdúnánás térsége (a településtől ÉK-re), Tiszasüly térsége (a településtől DNy-ra), Tiszagyenda térsége (a településtől DK-re). [4.-3] A javasolt telephelyek alkalmasságának megítéléséhez azonban további, a jelenlegi követelményeknek megfelelő, biztonsági és környezetvédelmi szempontokat egyaránt szem előtt tartó részletes feltárás szükséges.

Az új atomerőművi blokk(ok) létesítésére tehát az 1993–96 között elvégzett telephely-kiválasztás eredménye alapján javasolt telephelyek közül – további részletes vizsgálat alapján – kijelölt területen, vagy a már meglévő – a biztonsági követelményeknek megfelelő – paksi telephelyen van lehetőség. A telephely-kiválasztási folyamat alapján javasolt számításba

vehető új telephelyekhez viszonyítva a paksi telephely bővítése mellett a következő érvek szólnak (lásd [4.-3]):

- már létező, üzemelő nukleáris telephelyről van szó,
- nincs szükség új (esetlegesen zöldmezős beruházással), csak jelentős ráfordításokkal kialakítható telephelyre,
- a kezdetek óta eltelt mintegy 30 év alatt jelentős ráfordítások – számos biztonsági és környezetvédelmi szempont szerint – felhasználásával vizsgálták a telephelyet, aminek következtében ez az ország egyik leggondosabban feltárt, megkutatott területe,
- a vízbázisvédelmi, készletgazdálkodási tervek a meglévő atomerőmű figyelembevételével készültek,
- a telephely környezetében az infrastruktúra kiépített és rendelkezésre áll,
- a villamos hálózatra való csatlakozás szempontjából a túl nagy teljesítmény-koncentráció hátrányai csak 3000–4000 MWe összteljesítmény felett jelentkeznek,
- a környező lakosság körében a Paksi Atomerőmű léte, működése elfogadott, ami biztató alapot adhat az erőmű fejlesztési törekvéseihez.

Az 1990-es években elvégzett telephely kiválasztási munkák során a rangsorolásban legkedvezőbb minősítést kapott telephelyek részletes feltárására már nem került sor. Ahhoz, hogy az egyes telephelyek engedélyezhetőségéről megbízhatóan állást lehessen foglalni – a jogszabályi követelményeknek megfelelő mélységben – rendelkezésre kell, hogy álljanak a döntés alapjául szolgáló kutatási eredmények. Az eddigi kutatási eredmények ismeretében nem feltételezhető, hogy a javasolt alternatív telephelyek bármilyen szempontból előnyösebb jellemzőkkel rendelkeznek, mint a paksi. Lényeges feltétel továbbá a megtermelt villamos energia telephelyről való elszállíthatósága, amely a távvezeték hálózatot tekintve a paksi telephely vonatkozásában biztosítható.

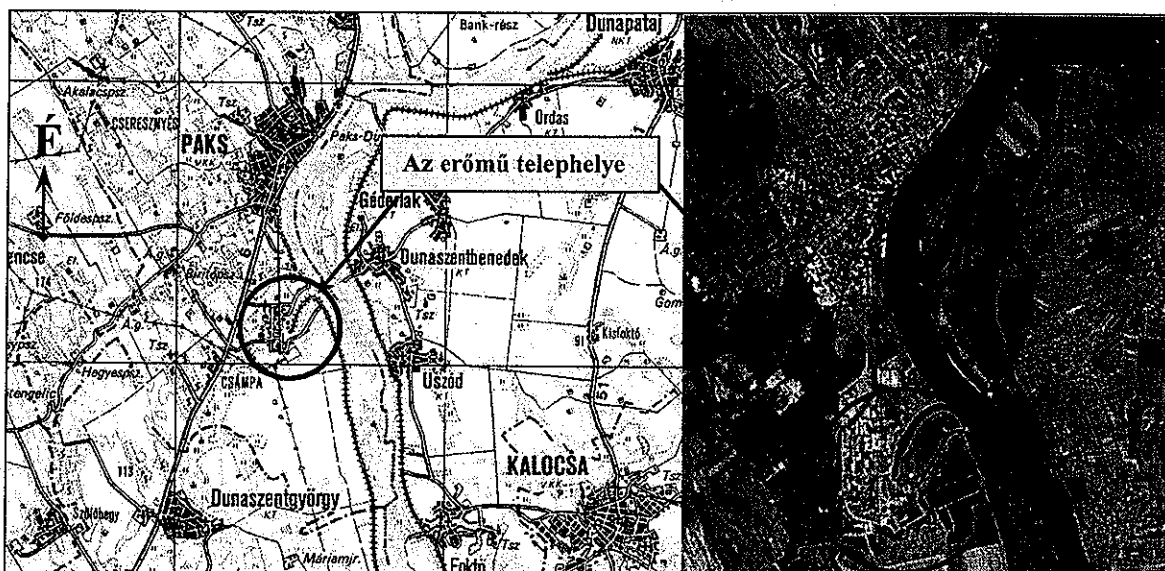
További fontos szempont a telephely kiválasztásánál az új atomerőmű létesítésének társadalmi megítélése. Annak ellenére, hogy az atomenergia támogatottsága – a közvélemény-kutatások alapján – országos viszonylatban magasnak mondható, regionális szinten, egy új telephelyen egy új atomerőmű létesítésének tervét a lakosság, illetve társadalmi szervezetek feltételezhetően elutasítással fogadnák. A Paksi Atomerőmű azonban a környező települések lakói számára – köszönhetően a rendszeres tájékoztatásnak, illetve a lakossággal kialakított együttműködésnek – egy megszokott, elfogadott létesítmény, a térségben élők jelentős hányada kötődik az erőműhöz.

Mivel az elvégzett telephely-kiválasztási folyamat során javasolt alternatív telephelyek alkalmassága csak további – jelentős költség és idő ráfordítással elvégezhető – részletes vizsgálatok eredményeinek birtokában ítéltető meg, az új atomerőművi blokk(ok) telepítésére célszerűen a már meglévő, biztonságos paksi telephely javasolható.

4.2. A telephely általános jellemzői

A Paksi Atomerőmű telephelye Tolna megyében található, Budapesttől körülbelül 118 km-re délre és a déli országhatártól észak felé 75 km-re. A déli országhatár a telephelytől a Dunán folyásirányban 94 km-re található (erőmű 1527 fkm, határ 1433 fkm). Az atomerőmű telephelye Paks város központjától 5 km-re délre, a Dunától 1 km-re nyugatra és a 6. sz. főközlekedési úttól 1,5 km-re keletre helyezkedik el 555 ha területen (lásd 4.-1. ábra).

A telephely magába foglalja az erőmű üzemi területét (4 blokk, turbinagépház, vízkivételi mű, valamint a kiszolgáló segédberendezések, iroda, karbantartó és raktárépületek), a tartalék üzemi területet (az erőmű működéséhez szükséges külső intézmények karbantartó műhelyei, raktárai és irodaépületei), valamint utakat, tavakat és erdőt. A Paksi Atomerőmű Zrt. tulajdonában lévő telephelyen az új blokk(ok) létesítéséhez szükséges szabad terület és kiépített infrastruktúra egyaránt rendelkezésre áll. Az atomerőmű telephelyét a létesítmény körül kijelölt 2,7–3 km, a létesítmény felett 2300 m kiterjedésű biztonsági övezet veszi körül, melyben építmények létesítésére, valamint egyéb biztonságot befolyásoló tevékenységekre vonatkozóan korlátozások vannak érvényben.



4.-1. ábra: Az atomerőmű telephelyének elhelyezkedése (térképen és űrfotón)

Az atomerőmű telephelyének kiválasztása az 1960-as, 70-es évekre jellemző ipartelepítési gyakorlatot követte. A döntésben elsődlegesen nem a természeti tényezők kedvező volta, hanem a létesítmény építésének és üzemeltetésének műszaki-gazdasági feltételei, szociális és egyéb szempontok játszottak szerepet. Az első blokk indulása óta eltelt 25 év során azonban az egyre szigorodó nemzetközi előírásokat is figyelembe véve, a rendszeres biztonsági és környezetvédelmi vizsgálatok alkalmával jelentős ráfordításokkal kutatták, jellemezték a területet. A széleskörű, több szakterületre is kiterjedő hosszú távú, illetve rendszeresen ismétlődő vizsgálatoknak köszönhetően a paksi telephely ma az ország egyik legalaposabban feltárt területe.

Az atomerőmű tervezésének kezdeti szakaszában a paksi telephely kiválasztása az alábbi legfontosabb előnyös jellemzők alapján történt:

- a telephely környezete síkvidéki jellegű terület, a talajjellemzők miatt a feltöltési és alapozási munkák könnyen végezhetők,
- a területen a terepszint speciális kialakítása miatt az árvíz- és belvízvédelem biztosított,
- az erőmű négy blokkjának Dunából kiemelt frissvízzel való hűtése a folyó legkisebb vízhozama esetén is – a hőterhelésre vonatkozó előírások betartásával – biztosítható (az erőmű a Dunából hűtési célra 100–110 m³/s vizet emel ki, ami a legkisebb vízhozam kb. 1/8-a, az átlagos vízhozam közel 5%-a). (Új blokk telepítése esetén a Duna hőterhelésének további fokozását elkerülendő hűtőtorony alkalmazása szükséges.)

- az erőmű kedvező elhelyezkedése miatt javítja a déli országrész villamosenergia-ellátását, valamint a teljesítmény országrészek közötti elosztását,
- a telephely gazdaságosan csatlakoztatható az országos villamos távvezeték hálózathoz,
- az építési anyagok és a nagyberendezések egy része vízi úton szállítható,
- az üzemi terület jól megközelíthető, könnyen csatlakoztatható közúti és vasúti fővonalakhoz,
- Paks település – természeti és infrastrukturális adottságai miatt – jó lehetőséget biztosít az üzemeltetők elhelyezésére,
- a beruházás döntő jelentőségű a mezőgazdasági jellegű Tolna megye további ipari fejlődése szempontjából.

Az erőmű tágabb környezetét a Duna kétfelé osztja, a nyugati fél a Dunántúlon, Tolna megyében, a keleti fél a Duna-Tisza közén, Bács-Kiskun megyében helyezkedik el. A tágabb térség az Alföld nagytáj (makrorégió), azon belül pedig elsősorban a Dunamenti síkság és a Mezőföld középtáj (mezorégió) része. A régió földrajzi és topográfiai jellemzői, a Duna jelenléte és a talajtani, hidrológiai-hidrogeológiai feltételek alapján az ország ezen területe az értékesebb mezőgazdasági körzetek közé tartozik. A mezőgazdaság mellett a térségben jellemző az állattenyésztés és a gyümölcsstermesztés is. A térség legjelentősebb vízfolyása a Duna, melybe (vagy holtágaiba) jobb oldalról 9, bal oldalról 2, a Duna-völgyi csatornába 10 jelentősebb vízfolyás, illetve csatorna ömlik.

Az atomerőmű tágabb (30 km-es) környezetének teljes lélekszáma kb. 200 000 fő, a lakosság jelentős része a térség 5 városában – Pakson (20 444 fő), Szekszárdon (34 344 fő), Tolnán (11 901 fő), Dunaföldváron (9 277 fő) és Kalocsán (17 926 fő) – él. A közvetlen környezetben fekvő 4 településen a lélekszám 900–2600 fő közötti. A telephely biztonsági övezetén, azaz a 3 km sugarú körön belül Csámpán 135 fő lakik (lásd [4.-1]).

4.3. A paksi telephely mértékadó jellemzői

Az atomerőművek nukleáris biztonsággal kapcsolatos tervezési követelményeit – beleértve a telephely jellemzők értékelését is – a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységről szóló 89/2005. (V.5.) Korm. rendelet mellékleteit képező *Nukleáris Biztonsági Szabályzatok (NBSZ)* tartalmazzák. A szabályzat szerint az atomerőművek tervezésénél mértékadó eseményként figyelembe kell venni minden 10^{-4} /év gyakorisággal előforduló természeti eseményt (földrengés, árvíz, szélsőséges meteorológiai viszonyok), melyekre az atomerőművet méretezni kell, az ennél kisebb éves gyakoriságú események a vizsgálatból kiszűrhetők. Az ember okozta eseményeknél (ipari, katonai, közúti, folyami és légi szállítási tevékenység) ez a szűrési szint még alacsonyabb, 10^{-7} /év értékű (lásd [4.-2]). A Paksi Atomerőmű telephelyének biztonsági és tervezési szempontból mértékadó jellemzőit a 4.-1. táblázat foglalja össze ([4.-1]).

4.3.1. A paksi telephely közelében végzett emberi tevékenység

Az atomerőmű telephelyének közvetlen környezetében jelentősebb ipari létesítmény nem található. Nincs petrolkémiai üzem, finomító, nincs bánya, nincs országos gáz- vagy olajvezeték, nincs földalatti gáztermelés. A környező nagyobb településeken (pl. Kalocsa, Paks, Szekszárd, Tolna) található olyan ipari tevékenységek, melyek során veszélyes anyagok tárolása, illetve feldolgozása folyik, azonban az atomerőműtől meglévő több

kilométeres távolság miatt a telephelyen kívüli ipari tevékenység az üzemeltetésre nem jelent veszélyt.

A telephely közel 1,5 km-re helyezkedik el a 6. sz. főközlekedési úttól, amelyen az atomerőmű biztonsága szempontjából jelentős teherforgalom zajlik. A közúti balesetek során a környezetbe esetlegesen kikerülő veszélyes anyagok lehetséges hatásait vizsgáló forgalmi és baleseti statisztikai adatokból kiinduló elemzések megállapították, hogy ezek a veszélyek – részben az elegendően nagy távolság, részben az alacsony szállítási gyakoriság miatt – általában elhanyagolhatóan alacsonyak. A 6. sz. úton a teherforgalomból eredő lehetséges veszélyek tovább csökkennek majd az M6 autópálya megvalósulásával, melynek következtében a 6. sz. út forgalma várhatóan jelentősen csökkenni fog. A telephely vasúton a Pustaszabolcs-Dunaföldvár-Paks vonalon keresztül van bekötve az országos vasúti hálózatba. A telephelyet csak célszerelvények érik el. Az atomerőmű biztonsága szempontjából ez a vasúti szállítás elhanyagolható. A dunai szállítás, mint kockázatforrás értékelése alapján – az alacsony hajóforgalom, illetve a veszélyes anyagok alacsony előfordulása miatt – a dunai hajóbaleset következtében az atomerőműre veszélyes közeg kikerülési valószínűsége, mint kockázati forrás elhanyagolható.

A jelenleg érvényes szabályozás szerint a Paksi Atomerőmű körül 3 km sugarú körben tiltott légtér van előírva a 463443É 0185110K középpont körül 5950 m repülési magasságig. A légtérhasználat, illetve a légi közlekedésből eredő veszélyeztetettség elemzésének eredménye szerint a blokkok biztonsága szempontjából kritikus, jelentős terheléseket okozó nagy szállító és katonai repülőgépek számított rázuhanási gyakorisága a 10^{-7} /év szűrési szintnél kisebb. Katonai tevékenységgel az erőmű létesítésekor még a vizsgált környezetben több helyen számolni kellett a kalocsai és a madocsai repülőterek miatt, melyeket azóta bezártak, így veszélyeztető hatásuk megszűnt.

4.3.2. Meteorológiai viszonyok

A Paksi Atomerőmű telephelyét a síkvidéki, meleg, száraz, kontinentális klíma jellemzi, így a léghőmérséklet és a csapadék nagymértékű ingadozása, valamint az éghajlati elemek nagy változékonysága nem meglepő. A telephely az ország egyik legszárazabb vidéke, mivel a Bakony és az Északi Középhegység csapadékárnyékában fekszik. Paks évi középhőmérséklete $10,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, az eddig mért a legalacsonyabb hőmérséklet $-30,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, a legmagasabb hőmérséklet $37,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ volt. A szélsőséges hőmérsékleti értékek előfordulási valószínűségének értékelése alapján a 10^{-4} /év gyakoriságú várható hőmérsékleti maximum $45,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, a minimum $-38,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Az évi átlagos csapadékösszeg Pakson 571 mm (az országos átlag 600 mm). A csapadék időbeli és térbeli változása igen szeszélyesen alakul. Paks térségében és a környéken a május-júniusi, késő tavaszi időszakban hullik a legtöbb csapadék, a legszárazabb hónap pedig a január és a február. A 10^{-4} /év gyakoriságú maximális napi csapadékösszeg 211,8 mm. A térségben mért legnagyobb hóvastagság (53 cm) figyelembevételével a maximális hőterhelés $100\text{-}150\text{ kg/m}^2$, az átlagos maximális hóvastagság (20 cm) esetében pedig $20\text{-}57\text{ kg/m}^2$.

A 10^{-4} /év gyakoriságú prognosztizált maximális hőterhelés: 1,5 kPa. Az uralkodó szélirány Paks térségében ÉNY-i és ÉÉNY-i. A szélesebb és szélirány együttes gyakoriságot vizsgálva rögzíthető, hogy a nagyobb sebességű ($>13,9\text{ m/s}$) szelek legnagyobb gyakorisággal északnyugatiak. A maximális szélhőmérséklet 10 000 éves visszatérési idejű statisztikailag prognosztizált értéke $43,2\text{ m/s}$. A leggyakrabban előforduló Pasquill-féle stabilitási kategóriák: D (semleges), C (enyhén labilis), B (közepesen labilis).

4.3.3. Hidrológia

A telephely tágabb- és közvetlen környezetében az egyetlen jelentős felszíni folyóvíz a Duna. A Paksi Atomerőmű telephelyének (1527 fkm szelvény) környezetében a Duna enyhén alsószakasz jellegű, azaz inkább feltöltődésre hajlamos, mint medermélyülésre. A folyó átlagos vízhozama Dunaújvárostól Mohácsig alig változik, mindenütt $2350 \text{ m}^3/\text{s}$ körül van. A paksi vízmérce az erőmű hidegvíz csatorna szelvényére (1527 fkm) transzformált adatsorainak statisztikai feldolgozása alapján a $10^{-4}/\text{év}$ gyakoriságú árvízszint $96,36 \text{ mBf}$. Az atomerőmű telephelyének magasságát a dunai árvizekkel szembeni biztonság érdekében $97,00 \text{ mBf}$ -ben határozták meg. Ez a szint 40 cm -rel magasabb, mint az erőmű szelvényében az árvédelmi töltés koronaszintje ($96,60 \text{ mBf}$), illetve 24 cm -rel magasabb, mint a $10\,000$ éves gyakoriságú számított legnagyobb víz ($96,36 \text{ mBf}$), így a Duna áradása nem tekinthető kritikusnak. Az erőmű hidegvíz csatornájának szelvényére (1527 fkm) transzformált adatok statisztikai feldolgozása alapján a $10^{-4}/\text{év}$ gyakoriságú kisvízszint $84,06 \text{ mBf}$. Az eddig észlelt legalacsonyabb vízállás $2003. \text{ augusztusában}$ volt $84,42 \text{ mBf}$ szinten, az 1527 fkm szelvényre átszámítva.

4.3.4. Geológia, szeizmológia

Az erőmű térségében az alaphegység $1600\text{--}1700 \text{ m}$ mélységben valószínűsíthető. Az alaphegységen jelentős vastagságú, részben törmelékes üledékekből, részben vulkanitokból álló, mintegy 1000 m vastagságú miocén képződménysor települ, amelynek egy része szárazföldi, egy része tengeri eredetű. A miocén felett pannóniai képződmények települnek $600\text{--}650 \text{ m}$ vastagságban, aminek a tetején kb. 30 m folyóvízi üledék helyezkedik el. A telephelyen felszínre kifutó, elvetődést okozó törésvonal nincs. A $10\,000$ éves maximális méretezési földrengésre a telephely szeizmicitásának és a felszínközeli talajrétegek módosító hatásának figyelembevételével $0,25 \text{ g}$ horizontális és $0,2 \text{ g}$ vertikális gyorsulásértékek lettek megállapítva. A főépület alatt globális talajfolyósodással a $10\,000$ éves visszatérési idő ($10^{-4}/\text{év}$ szűrési szint) bázisán nem kell számolni.

4.4. A paksi telephely alkalmasságának értékelése

Az atomerőmű eddigi működése során részletesen jellemzett paksi telephelyen az új atomerőművi blokkok létesítésének műszaki-gazdasági feltételei kedvezőek, a telephelyi veszélyek azonosítottak, az új létesítményre vonatkozó tervezési követelmények meghatározásához számos információ áll rendelkezésre. Amennyiben a paksi telephelyen sor kerül új energiatermelő egységek létesítésére, a meglévő erőművi blokkokkal együtt az ország villamos energia termelő kapacitásának egy jelentős része fog egy telephelyen koncentrálni. A paksi telephely alkalmasságának megítélésénél az így kialakuló termelőkapacitás koncentrációból származó esetleges hátrányokat, kockázatokat is mérlegelni kell. A nagy teljesítményű termelő egységek egy telephelyre való telepítése első megközelítésben két fontos szempontból lehet előnytelen: egyrészt biztonsági okokból, másrészt a rendelkezésre álló távvezeték hálózat szempontjából.

Az atomerőmű biztonsági kérdéseinek vizsgálata (pl. terror-fenyegetettség, katonai támadás) nem lehet tárgya jelen tanulmánynak. A nukleáris létesítmények fizikai védelméről – a világ más országaihoz hasonlóan – Magyarországon is a honvédelmi, illetve rendvédelmi szervek gondoskodnak, a háborús és terrorcselekmények nem tartoznak bele a műszaki értékelések tematikájába. Az azonban elmondható, hogy a kapacitáskoncentráció bizonyos kockázatot

jelent, hiszen így a teljes kapacitás jelentős része kieshet valamely kis valószínűségű esemény bekövetkezése esetén. Ez azonban nem jelent vállalhatatlan kockázatot, figyelembe véve, hogy a biztonságot érintő kis valószínűségű esemény (pl. terrorcselekmény) egyszerre több telephelyen is bekövetkezhet, ezért az összes telephely egyidejű, azonos szintű védelméről gondoskodni kellene, így a kockázat ebben az esetben sem csökkenthető.

A telephely alkalmasságának másik kritériuma, hogy a megnövelt kapacitású atomerőműben megtermelt villamos energia elszállításához rendelkezésre álljon a megfelelő távvezeték hálózat. A paksi telephelyre elvégzett előzetes vizsgálatok szerint – a jelenleg folyamatban lévő hazai hálózat bővítéseket figyelembe véve – a rendelkezésre álló hálózat elegendőnek látszik a plusz teljesítmény elvitelére, a hálózat biztonságának megtartása miatt azonban új beruházásokra is szükség lesz az új blokkok létesítésével párhuzamosan.

Összegezve az elvégzett telephely-kiválasztási folyamat eredményeit, a javasolt alternatív telephelyekről rendelkezésre álló információkat, valamint a paksi telephely részletes megkutatottságának eredményeit, az új atomerőművi blokkok telepítésére a már meglévő, biztonságos paksi telephely javasolható, melynek jellemzői jól ismertek és a telepítés szempontjából számos előnyös jellemzővel rendelkezik.

4.-1. táblázat: A paksi telephely mértékadó jellemzőinek összefoglalása

| | | |
|--|---|---|
| A létesítmény neve: | Paksi Atomerőmű | |
| A létesítmény elhelyezkedése: | Magyarország, Tolna megye, Paks város súlyponti koordinátái: 463443,05É;185109,56K | |
| Az igénybevett terület: | 554,9401 ha | |
| A telephely természetes tengerszint feletti magassága: | 93,2–97,6 mBf | |
| A tereprendezéssel kialakított 0,00 szint: | 97,00 mBf, a létesítmények tervezési alapszintje ($\pm 0,000$ m) 97,15 mBf | |
| A telephely közvetlen környezetének topográfiai jellemzői: | síkvídek, folyópart | |
| A legközelebbi felszíni vizek – a súlyponti koordinátákhoz: – az üzemi főépülethez: | Duna, 2000 m keletre; halastavak, 1000 m keletre Duna, 1700 m keletre; halastavak, 800 m keletre | |
| A telephely demográfiai környezete – az adatfelvétel időpontja: – népsűrűség – országos átlag: – a közvetlen (8 km-es) környezetben: – a tágabb (30 km-es) környezetben: – a tágabb környezet teljes lélekszáma: | a 2001. évi népszámlálás 110,0 fő/km ² 136,2 fő/km ² 71,6 fő/km ² 202 406 fő | A régió és a telephely gazdasági, település-szerkezeti és demográfiai viszonyai és ezek fejlődése, az atomerőmű biztonsága és a balesetelhárítási intézkedések végrehajtása szempontjából releváns kockázatot nem jelentenek. |
| – a legközelebbi lakott helyek – Paks-Csámpa, 2 km DNy-i irányban: – Uszód, 4 km K-i irányban: – Dunaszentbenedek, 4,2 km ÉK-i irányban: – Paks, 5 km É-i irányban: – a legközelebbi nagyobb település – Szekszárd, 26 km DDNy-i irányban: – a legközelebbi nagyváros – Budapest, 118 km É-i irányban: | 137 fő 1087 fő 948 fő 20 859 fő 36 233 fő kb. 2 000 000 fő | |

| | |
|--|--|
| <p>Földhasználat a közvetlen környezetben</p> <ul style="list-style-type: none"> - mezőgazdasági: - erdő: - egyéb: | <p>szántó 75%; gyümölcsös, szőlő 2%; rét, legelő 5% 16,5% 1,5%</p> |
| <p>Külső, emberi eredetű veszélyforrások eloszlása</p> <ul style="list-style-type: none"> - ipari létesítmény: - katonai létesítmény: - repülőtér: | <p>0-5 km: 1; 5-10 km: 0; 10-20 km: 2; 20-30 km: 4 0-5 km: 0; 5-10 km: 0; 10-20 km: 1; 20-30 km: 1 0-5 km: 0; 5-10 km: 0; 10-20 km: 1; 20-30 km: 1 A Paksi Atomerőmű körül 3 km sugarú kör a 463443É, 0185110K középpont körül 5950 m magasságig tiltott a légtér, a repülőgép rázuhanás valószínűsége alapon kiszűrhető. A katonai, ipari tevékenységből eredő veszélyforrások valószínűsége és távolsági alapon kiszűrhetőek, beleértve a közúti és folyami szállítás veszélyeit is.</p> |
| <p>Meteorológiai jellemzők:</p> <ul style="list-style-type: none"> - lokális hőmérsékleti maximum: - lokális hőmérsékleti minimum: - a Paksi állomás megfigyelési adatai alapján az extrém eloszlásfüggvény maximum-likelihood becsléséből származtatott 10 000 éves visszatérési idejű <ul style="list-style-type: none"> - hőmérsékleti maximum: - hőmérsékleti minimum: - éves átlagos csapadék: - napi csapadékösszeg extrémuma (10⁻⁴/év): - maximális hóvastagság (10⁻⁴/év): - maximális szabadfelszíni hőteher (10⁻⁴/év): - az uralkodó szélirány: - szélhőkés maximum (mért): - 10 000 éves visszatérési idejű maximális szélhőkés: - a leggyakrabban előforduló Pasquill-féle stabilitási kategóriák: - villámcsapás: | <p>A paksi telephelyen egy 120 m magas meteorológiai mérőtorony és egy WMO standard felszíni főállomás üzemel. 37,5 °C (mért, 1983. júliusban és 1992. augusztusban) -30,3 °C (mért, 1987. januárban)</p> <p>45,6 °C -38,1 °C</p> <p>571 mm 211,8 mm</p> <p>153 cm, (53 cm az eddig mért maximum)</p> <p>1,5 kPa</p> <p>ÉNY, ÉÉNY</p> <p>31,6 m/s (1985. február 3.) 43,2 m/s</p> <p>D: 30,6%, C: 29,6%, B: 16,6%</p> <p>5,1 lecsapó villám/km²/év</p> |
| <p>Hidrológiai jellemzők</p> <ul style="list-style-type: none"> - a lefolyás jellege: - a vízgyűjtő terület nagysága: - a Duna közepes vízszintje: - vízszintingadozás: - a felszíni vizekből megvalósuló vízhasználatok: - a legközelebbi jelentősebb vízkivétel: - a 10 000 éves gyakoriságú számított LNV: - mértékadó árvízszint (MÁSZ): - az eddig észlelt legmagasabb vízállás: - az árvízvédelmi gátak koronaszintje: - a 10 000 éves gyakoriságú számított LKV: - az eddig mért legalacsonyabb vízállás: | <p>3 kis patak és vízfolyás vízgyűjtő területe (Sió, a Duna jobb- és balparti vízgyűjtője) kb. 500 km² 88,0 mBf -3 ÷ +6 m öntözés ipari vízfelhasználás (Paksi Atomerőmű) ivóvízellátás (Kalocsa-Baráka vízbázis, Baja Városi Vízmű vízbázisa, Pécs-Mohács regionális vízbázis) Paks-Faddi főcsatorna, 18 km-re délre 96,36 mBf 95,30 mBf 94,95 mBf 96,60 mBf; száraz telephely 84,06 mBf 84,42 mBf (2003. augusztus 30.)</p> |

Geológiai, tektonikai és szeizmicitási jellemzők

- Az alaphegység 1600–1700 m mélységben valószínűsített. Ezt részben törmelékes üledékekből, részben vulkanitokból álló, kb. 1000 m vastagság miocén képződmények fedik. A miocén felett pannóniai képződmények települnek 600–650 m vastagságban, aminek a tetején kb. 30 m folyóvízi üledék helyezkedik el.
- A telephelyen felszínre kifutó elvetődést okozó törésvonal nincs.
- A mértékadó földrengésszintek:
 - A 10 000 éves maximális méretezési földrengésre a telephely szeizmicitásának és a felszínközeli talajrétegek módosító hatásának figyelembevételével 0,25 g horizontális és 0,2 g vertikális gyorsulásértékek lettek megállapítva és rögzítve az OAH NBF RE-1646 számú határozatában.
- A hatóságilag jóváhagyott szeizmikus kockázatértékelés tartalmazza a telephely-specifikus válaszspektrumokat.
- A talajfolyósodással a 10 000 éves visszatérési idő (10^{-4} /év szűrési szint) bázisán nem kell számolni.

Hivatkozások

[4.-1] Paksi Atomerőmű 1-4. blokk, Végleges Biztonsági Jelentés 2006., 2. Fejezet, A telephely leírása, Paksi Atomerőmű Zrt., 2006.

[4.-2] Nukleáris Biztonsági Szabályzatok I. és III. kötet, a 89/2005. (V. 5.) Korm. rendelet 1. és 3. számú mellékletei

[4.-3] Vizsgálatok új atomerőművi telephely kijelölésére, Bérci K., Szabó J., Takács T., ERŐTERV közlemények 35, 1997.