

# Paks II.

## Szakmai vélemény az új atomerőműblokkok környezeti hatástanulmányáról

2015. november



**The Greens | EFA**  
in the European Parliament

# **Paks II.**

## **Szakmai vélemény az új atomerőműblokkok környezeti hatástanulmányáról**

2015. november

## **Paks II.**

### **Szakmai vélemény az új atomerőműblokkok környezeti hatástanulmányáról**

Felelős szerkesztő: *Jávor Benedek*

Felelős kiadó: *Zöld Műhely Alapítvány*

Nyelvi lektor: *Lőrincz Éva*

Szerző: *MA-NAP Zrt.*

Budapest, 2015

Minden jog fenntartva.

# Tartalom

1. Vezetői összefoglaló	6
2. A szakvélemény célja és alapadatai	13
2.1 A tanulmány célkitűzései	13
2.2 A szakvélemény alapadatai	13
3. A beruházás kockázatai	15
3.1 Az atomerőmű-létesítés kockázatai	15
3.2 Az atomenergia-hasznosítás helyzete	16
3.3 A beruházási költségek	18
3.4 A tervezett építési időtartam	20
3.5 A tervezett élettartam	23
3.6 A tervezett technológia referenciaképessége	25
3.7 A villamosenergia-piac várható alakulása	26
3.8 A konzekvens projektvezetés hiánya	28
3.9 A kockázatot okozó feltételek és problémák – összefoglalás	30
4. A bővítés rendszerbe illesztése	32
4.1 A villamosenergia-fogyasztás növekedése	32
4.2 A tervezett kapacitás szerkezet	33
4.3 A hálózatra adható villamos energia	36
4.4 Kapcsolódás a nagyfeszültségű átviteli hálózathoz	39
4.5 Az üzemzavari tartalék biztosítása	40
4.6 A rendszerbe illesztés feltételei és problémái – összefoglalás	41
5. A tervezett új blokkok hűtése	43
5.1 A hatástanulmány hűtési tervei	43
5.2 A biztonsági védőzóna biztosítása	43
5.3 A frissvíz-hűtés kiválasztott változata	44

5.4	A hűtővízrendszer megfelelő biztonságának hiánya	46
5.5	A hűtővízrendszer létesítményei	47
5.6	A hideg hűtővíz kivezetése a Dunából	47
5.7	A meleg hűtővizet visszavezető csatorna	49
5.8	A meleg hűtővíz visszavezetése a Dunába	51
5.9	A hűtővízrendszer feltételei és problémái – összefoglalás	53
6.	A hűtés hatásai és ellentmondásai	56
6.1	A hűtővíz-visszavezetés hatósági előírásai	56
6.2	A hatósági előírások várható változásai	57
6.3	A hidrológiai és vízhőmérsékleti alapadatok	57
6.4	A jobb parti melegvíz-bevezetés hatékonysága	62
6.5	Megjegyzések a medermorfológia és hőterhelés-modellhez	63
6.6	A hatások értelmezésének ellentmondásai	64
6.7	Beavatkozás határérték-túllépés esetén	65
6.8	A hűtés hatásai és problémái – összefoglalás	66
7.	A hűtés lehetséges módosítása	68
8.	A hatósági hiánypótlási kérdések	71
	Felhasznált források	77

# 1. Vezetői összefoglaló

A környezeti hatástanulmányt áttekinthetetlen, nehezen kezelhető és nehezen átlátható információ-tömegként lehet jellemezni, amelyben ellentmondások vannak. Nem kizárt, hogy a tanulmány készítői sem mindig látták át az információ-mennyiséget abban a mértékben, amely a változtatások következetes átvezetéséhez szükséges lett volna. Ezért a változtatások követése nem konzekvens, a hatástanulmány a kapkodás jeleit mutatja, az írott és a rajzi anyagban összekeverednek a különböző időszakokban keletkezett koncepciók feltételei. A mennyiségre törekvő és a tartalomra kevés energiát fordító szerkesztés miatt a hatástanulmányban sok a töltelék-anyag, amelynek egy része szükségtelen és nem is feltétlenül tartozik az adott projekthez.

Az atomerőmű-építés követelményei jelentősen megváltoztak az utóbbi évtizedekben. Az atomerőművekben termelt villamos energia mennyisége a kilencvenes években érte el maximumát, azóta folyamatosan csökken. Az atomerőmű-építés lendülete a nyolcvanas években megtört.

Az európai reaktorok megvalósításának költsége és időszükséglete számottevő kockázatot mutat. A beruházások teljes költségei csak rendkívül magas bizonytalansággal becsülhetők, gyakorlatilag prognosztizálhatatlanok. Az építés közbeni költségnövekedéshez hasonló mértékű bizonytalanságot hordoznak azok a finanszírozási hatások, melyek az építési idő túllépéseiből erednek.

Az atomerőmű-építés sajátosságaként jelentkező költségeszkaláció következményeivel még a rutinos európai atomerőmű-beruházóknak, az EDF-nek és a TVO-nak is szembesülniük kellett. Az EPC-szerződés sem jelent önmagában biztosítékot a költségeszkaláció ellen, mivel a fővállalkozó a magasabb költségben érdekelt. A paksi bővítés estében a várható kockázat nem mérhető fel, mert sem a finanszírozási, sem pedig az EPC-szerződés nem vált ismertté. A hasonló nagyberuházások irányításában gyakorlott szakemberek kiöregedtek. Csekély a valószínűsége annak, hogy a főként üzemeltetői körökből összeszedett emberekből álló Paks II. Zrt. vagy MVM-ERBE Zrt. képes lenne a költségtúllépések kockázatait kiküszöbölni.

A környezeti hatástanulmányban megadott építési időigény alulbecsült, a blokkok tervezett belépésének időpontja pedig ellentétes minden más kommunikációval: az üzembe helyezési időpontok nincsenek összhangban a közzétett építési, hitellehívási és az EPC-szerződésben szereplő időpontokkal. A környezeti hatás-

tanulmányban foglaltak úgy is érthető, hogy a bővítés második blokkjának megvalósítására valószínűleg nem kerül sor. Indokolt lenne az engedély-kérelmet javítani és a tényleges feltételekhez igazítani.

A hatástanulmányban közölt 60 év üzemi élettartam jelenleg csak elméleti feltételezés, amelynek megvalósíthatóságát egyelőre nem támasztják alá gyakorlati üzemi tapasztalatok. A 60 év élettartamra vonatkozó gazdasági értékelések ezért maximum elméleti számtanpéldaként kezelhetők.

Nem látszik bizonyítottnak, hogy a paksi atomerőmű bővítésére irányuló beruházás mentes lenne a prototípus alkalmazásának kockázataitól.

A tervezett beruházás villamosenergia-termelési költségei alulbecsültnak ítéltetők, és ellentétben állnak azokkal az értékekkel, melyeket a nemzetközi szakmai szervezetek a magyar projekttel kapcsolatban becsültek. Az International Energy Agency (IEA) és Nuclear Energy Agency (NEA) számítása szerint nem helytálló az a feltételezés, hogy az atomenergia olcsó, mivel árszintje számos tényezőtől, mindenekelelt a finanszírozás költségeitől függ, és a megújulókkal való összehasonlításban versenyképessége csökken<sup>1</sup>. A paksi bővítés által termelt villamos energia költsége lényegesen magasabb a várható piaci árszintnél, így nem piacképes. Valamilyen piacra segítő intézkedés nélkül a projekt piacra lépése és megtérülése kétséges vagy valószínűtlen. A támogatás azonban törést eredményezhet az árversenyben, ezért az Európai Bizottság dönthet úgy, hogy a kormány által kidolgozott támogatási konstrukció ellentétes az uniós versenyjoggal, ennek hatására pedig a megtermelt energia kiszorulhat a piacról. A komplex problémakör nem feltételezett, nem várt fordulatokat is hozhat.

Az előbbieket azt mutatják, hogy a projekt előkészítettsége gyenge. A leglényegesebb kockázati kérdések nyitva maradtak.

Hiányoznak a működéshez elengedhetetlen feltételek: még utalás formájában sem említik a rendszerbe illesztés, a tartalékbiztosítás, a szabályozás és a menetrend-kiegyenlítés eszközeit. Annak érdekében, hogy a tervezett erőmű magas kihasználású és olcsó villamos energiát termelő kapacitássá válhasson, ki kellene alakítani a rendszerbe illesztéshez és a hatékony működtetéshez szükséges feltételeket.

A környezeti hatástanulmányban alapul vett energetikai és villamosenergia-piaci környezet idejétmúlt. A hatástanulmányban szereplő villamosenergia-igények és a növekedési ütemek jelenleg túlzottnak ítéltetők.

---

<sup>1</sup> Forrás: Projected Costs of Generating Electricity: 2015; IEA-NEA, 2015

Indokolt lenne javítani a környezeti hatástanulmányban szereplő, aktualitását veszített grafikus kapacitás-tervet, amelyből kimaradt annak bemutatása, ami a tervezett bővítés villamosenergia-termelő kapacitásának belépése után várható, és így alig maradt érvényes tartalma.

A környezeti hatástanulmányban foglalt kapacitástervből szintén kimaradt az import várható szerepe, és az is, hogy milyen mértékű importtal lehet közép és hosszú távon számolni. Ez szorosan összefügg a szükséges belföldi termelőkapacitás nagyságával és az energiatartósság mérséklésére vonatkozó elképzelésekkel.

A bővítés két új blokkjának belépésével átalakul a termelési struktúra. Lényegesen megváltoznak az n-1-biztonság teljesüléséhez, valamint a menetrendkövetéshez szükséges eszközök. A szükséges átalakítást komplexen – a tartalékbiztosítást, a szabályozást, a menetrend-követést is figyelembe véve –, és a legkisebb költség alapján kellene kezelni. Megtévesztő az, hogy a rendszerben szükséges kiegészítő beruházásokat a dokumentum a tervezett beruházástól külön kezeli, mert ez csak látszólag csökkenti a beruházás költségeit. Ezekre a kiegészítésekre azonban kizárólag az új atomerőmű-kapacitás belépése miatt van szükség. A kiegészítések leválasztása azok meg nem valósulását eredményezheti, ami a villamosenergia-rendszer üzemében kényszereket, többletköltségeket és az energiatartósság további növekedését eredményezheti.

A rendszerbe integrálás eszközeinek biztosítása kell, hogy a beruházás optimálisan kihasználtsa legyen, hogy elérhető legyen a legmagasabb költséghatékonyság, és a teljes nukleáris kapacitás legmagasabb kihasználása lehetséges legyen. A környezeti hatástanulmány szerint jelenleg senkinek sem feladata a rendszerbe integrálás.

A kétblokkos paksi bővítés elengedhetetlen feltétele a terhelés kiegyenlítése és az éjszakai minimális terhelések növelése. Ha mindez elmarad, hozzávetőleg 5 TWh/év termelés-csökkenés jelentkezik a már meglévő paksi erőmű működésében, és hozzávetőleg 2 TWh/év termelés-csökkenés jelentkezik a bővítés új blokkjaiban. A 7 TWh/év termelés-csökkenés gazdasági értéke olyan nagy, hogy elhanyagolását semmi sem indokolhatja.

A visszaterhelések minimálisra csökkentése vagy kiküszöbölése a kis terhelésű időszakokban teszi szükségessé a beavatkozást. A rendszerterhelés szempontjából szignifikáns nagyságú és szabályozható éjszakai terhelésre lenne szükség.

Az új blokkok belépésével a rendszerszintű üzemzavari tartalék, azaz az n-1-biztonságitartalék-kapacitások nagysága hozzávetőleg 700 MW-tal növekszik, mivel a rendszer legnagyobb blokkjának teljesítménye 500 MW-ról 1200 MW-ra emelkedik.



Ugyanakkor a meglévő körülbelül 500 MW üzemzavari tartalék-kapacitás is elérte élettartama végét. Intézkedni kell arról, hogy az 1200 MW tartalék rendelkezésre álljon – és a költségek fedezettek legyenek. A költségfedezetért a MAVIR Zrt. mint rendszerirányító felel, függetlenül attól, hogy a többletkapacitásra nem a rendszerirányításhoz és az átviteli hálózat üzeméhez van szükség, hanem az új, nagyteljesítményű atomerőműblokkok belépéséhez.

A hűtővízrendszer az eddigiek során sem felelt meg az n-1-biztonság követelményeinek. Példaként említhető a melegvíz-csatorna és az energiatörő műtárgy, melyek üzemzavara az erőmű teljes leállítását okozhatja. Az energiatörő műtárgy javítása sok éve megoldatlan. A hatástanulmányban bemutatott új hűtővízrendszer nagy valószínűséggel szintén nem felel meg sem az n-1-biztonság követelményeinek, sem a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség által kidolgozott atomerőmű-biztonsági és -védelmi követelményeknek. Hiányoznak az eszközök a normál üzemtől való eltérés esetén a súlyosbodás megakadályozására, a következmények enyhítésére. Nincsenek beépített védelmi eszközök.

A hatástanulmány készítőinek elkerülte a figyelmét az n-1-biztonság megteremtésének, valamint az egyszeres biztonság kiküszöbölésének szükségessége és lehetősége. A bővítés új blokkjainak hűtése megfelelő kialakítással lehetőséget biztosíthatna az egyszeres biztonságú részek átalakítására és az n-1-biztonság elérésére.

A környezeti hatástanulmány alapján egyértelműen megállapítható, hogy indokolt a hűtési koncepció felülvizsgálata. A hatástanulmányban nem vizsgálták a lehetséges hűtési alternatívák teljes körét. A dokumentum nem ismerteti azokat a feltételeket sem, amelyek a frissvízes és hűtőtornyos hűtés közötti döntést megalapozhatnák. A költséghaszon-elemzést egy kezdetleges SWOT-táblázat helyettesíti számadatok nélkül.

A környezeti hatástanulmányban bemutatottak szerint jelenleg csak a nyitott rendszerű frissvíz-hűtést vizsgálták, de ennek is lennének javítható elemei. Az új blokkok hűtését az adott helyszín körülményeihez illeszkedve kellene kialakítani úgy, hogy az erőmű tervezett élettartamának ideje alatt a hűtés feltételei ne korlátozzák a villamosenergia-termelést, és ne okozzanak bénítást a térség gazdasági fejlődésében, például a hajózás terén.

A frissvízes hűtés lehetséges megoldásai közül a korábbiakkal megegyező változatot választották a tanulmány készítői. A Duna-főág melletti vízkivételt egy valótlan állítással zárták ki, a döntés indoklása pedig tévedést mutat. A korábbiakhoz hasonló hűtővízrendszer kialakítása azonban több szempontból sem szerencsés.

A múlt hibáiból indokolt lenne tanulni, és nem ismételni azokat. A hordalékcspadaként működő hidegvíz-csatorna kialakítása átfolyás nélküli mellékágakban nem vált be sem Százhalombattán sem Pakson. A folyamatos kotrási igény és feliszapolódás veszélyének vállalása nem feltétlenül indokolt. Még az országhatáron belül is létesült már eddig is más megoldás.

Ahhoz, hogy a meglévő hidegvíz-csatornát alkalmassá tegyék, mintegy két méter mélyítést irányoztak elő. Az atomerőmű blokkjainak folyamatos üzeme közben a medermélyítés, a szélesítés és a burkolat-beépítés megvalósíthatósága kétséges. A folyamatos üzem biztonsága az üzemelő létesítményektől függetlenül építhető megoldást tenne szükségessé. A Duna vízszintváltozási és medermélyülési trendjei, valamint a vízállás és vízhozam tartóságai nem szerepelnek a dokumentumban. Ezért a hidegvíz-csatorna két méteres mélyítése az élettartam egészére vonatkozóan értelmezhetetlen. A hatástanulmány nem tartalmaz semmilyen számítást vagy indoklást a mélyítés mértékére és arra sem, hogy a hűtővízellátás biztonsága minden Duna-vízállás mellett fennáll.

A melegvíz-csatorna elágaztatását és üzem közbeni átépítését tartalmazó elképzelés megvalósíthatósága szintén kétséges. A folyamatos üzem biztonsága ugyancsak az üzemelő létesítményektől függetlenül építhető megoldást tenne szükségessé. A jelenlegi energiatörőn 100 m<sup>3</sup>/sec, a tervezett, új visszavezetési ponton 132 m<sup>3</sup>/sec vízhozamot vezetnének be. Hiányzik annak az ismertetése, hogy ezt milyen eszközzel biztosítják. Más bekezdés szerint a teljes vízmennyiséget az új visszavezetési ponton vezetik be. Amennyiben az utóbbi a helyes, minden áramlási modell rossz. Vagy a koncepció, vagy a koordináció hiányzik.

Nem tartalmaz a hatástanulmány az új melegvíz-visszavezetésről méretarányos rajzot és mederadatokat sem. Ezek hiányában nincs lehetőség az áramlási modell ellenőrzésére a hidegvíz-kivétel és az új melegvíz-visszavezetés térségében. Ezért nem állapítható meg a meleg víz visszaforgásának mértéke.

Az energiatörővel egybeépített vízerőmű szakmai paradoxon. Az energiát vagy megtörrik, vagy hasznosítják. A második bevezetési pont és a rekuperációs vízerőmű ismertetése a szakmai ismeretek hiányát mutatja. A hatástanulmányban szereplő ellentmondások és egymással ellentétes állítások arra utalnak, hogy a projektvezető feltehetően elemi szintű minőségbiztosítási rendszert sem működtet.

A környezeti hatástanulmányban láthatóan nem volt fontos az élővilág-védelmi határértékek betartása. A hőterhelési-korlát betartására nem irányoztak elő monitoring rendszert, csak az önellenőrzési tervben foglaltakra hagytakoznak.

A kibocsátási ponttól folyásirányban számított 500 méteren lévő szelvény bármely pontján a víz hőmérséklete nem haladhatja meg a 30 Celsius fokot. Az Európai Parlament és a Tanács irányelve szigorúbb: a keveredési zóna szélén a hőmérséklet nem lépheti túl a 28 Celsius fokot. Mindeközben várható, hogy a követelmények szigorúbbá válnak, és korlátozzák a kivett víz mennyiségét is. Az Európai Parlament és a Tanács irányelve szerint a hőmérsékleti korlátokat az idő két százalékában túl lehet lépni. Az ebből eredő lehetséges károk felméréséhez indokolt lenne megvizsgálni, hogy miképpen reagálnak a vízi élőlény-együttesek a mértékadó időszakban előálló hőmérsékleti terhelési viszonyokra.

A tervezett bővítés belépése után nyári időszakban a kis és közepes vízhozamtartományban fennáll az elvi lehetősége annak, hogy nem tarthatók be a víz-hőmérsékleti határértékek. A számítási eredmények szerint egy mértékadónak tekinthető nyári napon a jelenlegi referencia szelvényen belül a 30 Celsius fokos víz-hőmérséklet-határérték nem tartható be.

A meleg víz elkeveredése szempontjából a hatástanulmányban alapul vett 1500 m<sup>3</sup>/sec-os dunai vízhozam nem megfelelő becslés, túlságosan nagy. A Paksi Atomerőmű üzemidő-hosszabbításához készült hidrológiai tanulmányok szerint a Duna kisvízhozamai valójában 900 és 1000 m<sup>3</sup>/sec alattiak. A modellezés alapadatválasztásában látható tévedés arra utal, hogy a rendelkezésre álló adatok megfelelő feldolgozására nem került sor. Nem tekinthető valószínűnek, hogy az 1500 m<sup>3</sup>/sec-os dunai vízhozam és az ahhoz tartózkodó vízállás, valamint a meleg víz 33 Celsius fokos kilépő hőmérséklete egy időben fordulnának elő. A meleg víz lekeveredésének modellezését ismét el kellene végezni, de a reálisnak és mértékadónak tekinthető vízhozam- és vízszint-értékek, valamint a víz-visszavezetés reális megoszlásának alapul vételével.

Az áramlási és hőterhelés-elkeveredési modell ismertetése a kezelhetetlenség szintjéig tartalmaz töltelék-információt. A kitöltő anyag csak elvi szinten kapcsolható a tárgyhoz, gyakorlati jelentősége a projekt működése és hatása szempontjából nincs. A felhasznált, ám szükségtelen információ az Európai Unió TEN-T alapja által finanszírozott hajózási projektből származik. Kérdéses, hogy a hajózási tanulmány felhasználása jogszerű volt-e.

Meg kell jegyezni, hogy a tanulmányban meglehetősen indokolatlannak látszó módon, különböző 1D-, 2D- és kvázi 3D-modelleket sorakoztatnak fel. Ezek közös jellemzője, hogy mindegyik valamilyen ingyenesen letölthető szoftveren alapul. Teljes 3D-modellt nem használtak az elkeveredés vizsgálatára. Mivel nem adták meg, hogy az ingyenes szoftverek milyen közelítéseket és egyszerűsítéseket tartalmaznak, ezért a modellek eredményei félrevezetőek lehetnek.

A hatástanulmányban szereplő ellentmondások és egymással ellentétes állítások arra utalnak, hogy nem alakítottak ki egységes követelményrendszert a hatások minősítésére.

A vízhőmérséklet határérték-túllépése esetére a környezeti hatástanulmány megoldásként blokk-visszaterhelést és blokk-leállítást irányzott elő, egyértelműen kizárva minden más lehetőséget. A visszaterhelés és a blokk-leállítás rendelkezésre állási hiányt és kapacitáspótlási igényt teremt a villamosenergia-rendszerben. Ennek feltételeit feltehetően nem vizsgálták, és így nem becsülhető az ebből eredő többlettartalék biztosításának költsége.

A hidegvíz-csatorna kivétel és az új melegvíz-visszavezetés közeli elhelyezésének hatását, működőképességét a lehetséges üzemi tartomány egészében ellenőrizni kell. A nem megengedhető hatásokat műszaki eszközökkel ki kell küszöbölni.

A szakszerű átdolgozás és a minőségbiztosítás bevezetése elengedhetetlenül és sürgősen szükséges! Az ország legnagyobb beruházása megérdemelte volna a színvonalas megfelelően megalapozott előkészítést.

A környezeti hatástanulmány nagyszámú ellentmondást és szakmai hibát tartalmaz, helyenként pedig szakmai hozzá nem értést mutat. Mindez azt jelzi, hogy a projekt előkészítettsége gyenge. A leglényegesebb kockázati kérdések nyitva maradtak.

A szakszerű átdolgozás és a minőségbiztosítás bevezetése, valamint a koncepció felülvizsgálata és átdolgozása elengedhetetlenül és sürgősen szükséges! Az ország legnagyobb beruházása megérdemelte volna a színvonalas, megfelelően megalapozott előkészítést. A hatástanulmány nem az.

Egy megfelelően strukturált, áttekinthető anyagra lenne szükség, amely a tanulmány tárgyára szorítkozik, és amelyből lektorálással kiszűrték az ellentmondásokat és a szükségtelen töltelékinformáció-tömeget.

Az ütemezés zavarai miatt a benyújtott dokumentációk alkalmatlanok az engedélyezési eljárás lefolytatására, mert megtévesztőek a várható hatások keletkezése, időtartama szempontjából.

Az ismertté vált információk azt mutatják, hogy a bemutatott projekt tervezése nem volt megfelelően előrelátó. A projekt semmilyen tartalékkal, vagy rugalmassággal nem rendelkezik az esetleges dunai vízhőmérsékleti határérték-változások követésére. A szigorúbb határértékek a tervezett erőmű időleges vagy végleges leállítását eredményezhetik.

## 2. A szakvélemény célja és alapadatai

### 2.1 A tanulmány célkitűzései

A szakvélemény készítésének célja a paksi atomerőmű bővítésével kapcsolatos környezeti hatástanulmány szakmai véleményezése, és annak eredményei alapján szakvélemény készítése. A szakvélemény-készítés fő feladatai az alábbiak:

- Szakmai vélemény összeállítása a környezeti hatástanulmányban bemutatott, tervezett új blokkok hűtési koncepciójával kapcsolatban, különös tekintettel az erőmű átadott építési költségeire, megbízható és biztonságos működésére.
- A rendelkezésre álló adatok és információk alapján a hatástanulmányban felvázolt hűtési koncepció hiányosságainak, ellentmondásainak, a Duna medrének változásaira, a folyó hajózhatóságára gyakorolt hatásainak bemutatása.
- Az új erőmű lehetséges hűtési változatainak bemutatása, és becslés azok valós környezeti hatásaira az átadott modellszámítások alapján, valamint azok átadott költségeire.
  - ◆ A hűtővízellátás szélsőséges dunai vízállások esetén jelentkező problémái, a hűtővízkivétel és -visszavezetés megvalósításából fakadó nehézségek (visszaáramlás), a hűtővízcsatorna feliszapolódásából adódó problémák, valamint a tervezett hűtővízcsatorna-nyomvonalak biztonsági kockázatai.
  - ◆ A használt hűtővíz dunai visszavezetésének hőterhelési hatásai, elkerülésének modellezési feltételei, különös tekintettel a szélsőségesen alacsony vízállásoknál és a Duna eredendően magas hőmérsékleti időszakainál jelentkező folyamatokra, valamint az ebből adódó környezeti problémákra, továbbá a szükséges visszaterhelési hatásokra.
- Az erőmű bővítésének jelenlegi koncepciójával kapcsolatban felmerülő leg-problémásabb területek rövid összefoglalása.

### 2.2 A szakvélemény alapadatai

A szakvélemény elkészítéséhez kapott adatszolgáltatás a következőket tartalmazza:

- *Új atomerőműblokkok létesítése a paksi telephelyen. Környezeti hatástanulmány. Közérthető összefoglaló.*
- *Részletes hatástanulmány* címmel gyűjtemény a különböző hatások vizsgálatáról és a hatósági hiánypótlási felhívásokban szereplő kérdésekről.

- *Új atomerőműblokkok létesítése. Előzetes konzultációs dokumentáció.*
- *Vizsgálati anyagok (Lévai projekt). A környezeti hatástanulmány összeállítását megalapozó szakterületi vizsgálati és értékelési programok kidolgozása és végrehajtása. Módszertani és kritérium dokumentumok.*

Az adatszolgáltatás anyagain túl felhasználtuk a sajtóban megjelent, és a Dr. Aszódi Attila előadásában nyilvánosságra hozott publikus információkat.

## 3. A beruházás kockázatai

### 3.1 Az atomerőmű-létesítés kockázatai

Az elmúlt évtizedekben az atomerőmű-építés beruházási költségei rendkívül magasakká váltak, és a megvalósítás időszakában is intenzíven növekednek. Az építési időigény esetenként hét, vagy annál is több évvel megnövekedett a tervezetthez viszonyítva. A beruházás megtérülési ideje nagyon hosszú, eléri a harminc évet, de ennél több is lehet. Az új atomerőmű beruházás erősen kitétt azoknak a pénzügyi kockázatoknak, melyek a feltételek nem megfelelő becsléséből és a piac folyamatos változásaiból erednek.

Az üzleti világban erősödik az a felismerés, hogy az új atomerőmű-létesítés kockázatos. A főbb kockázati tényezők a következők:

- **A piaci kockázat.** Az új atomerőműblokkok belépése legkorábban 2020. után várható. A villamosenergia-piac erre az időszakra lényegesen megváltozhat. Ebben szerepe lehet az EU-s belső piac kiépítésének, a fogyasztásnövekedés és az energiatakarékosság kölcsönhatásainak, az átviteli hálózat erősebb válásának, egyes technológiák, mint például a fotovoltaikus napenergia gyors növekedésének és a folyamatban lévő energia-átmenet hatásainak.
- **A költségkockázat.** A kommunikációban gyakran ismételt érvelés szerint az atomenergia olcsó. Azonban ennek ellentmond az, hogy az atomenergia az egyik legköltségesebb villamosenergia-termelési mód. A hosszú építési idő miatt az infláció jelentős költségfelhajtó tényező. Az új biztonsági követelmények tovább növelik a költségeket. Ugyanakkor a villamosenergia-piaci árak visszatértek a válság kirobbanása (és az ETS bevezetése) előtti szintre, és a 2005-ös árszint körül stagnálnak. A megújuló energia termelési költségei csökkennek és a részarányuk a termelésben növekszik.
- **A támogatási kockázat.** Az atomerőművek létesítésének gazdasági megvalósíthatósága erősen függ a támogatásoktól. A támogatás törést eredményez a piaci versenyben, ezért a megtermelt energia az Európai Bizottság vagy az Európai Bíróságnak az azt elutasító döntése esetén kiszorulhat a piacról. A nem megengedett állami támogatást vissza kell fizetni. A fogyasztók megtagadhatják a többletköltségek vállalását. A komplex problémakör nem feltételezett, nem várt fordulatokat is hozhat.

- **A politikai kockázat.** A támogatásoktól függetlenül is várhatók politikai akciók, mint ahogy az például a fukusimai baleset után is történt. A baleset a közvéleményben globális nyomást eredményezett az atomenergia használata ellen, és a különböző országokban eltérő politikai döntések születtek az atomerőművek bezárására és az alternatív források fejlesztésének felgyorsítására. A statisztikai elemzések szerint tizenegy évenként várható olyan horderejű baleset, amely egyre erősebb politikai döntésekhez vezethet.
- **Az építési kockázat.** A késedelmek és költségtúllépések az Olkiluoto 3 és Flamanville 3 atomerőmű-projekteknel jól példázza a kockázat mértékét. Mindkét esetben a költség és az építési idő is jelentősen túllépte a tervezettet. Az atomerőmű-építés komplexitásához hozzáadódnak az új biztonsági rendszerek. Várhatóan a jövőben is az építési kockázat marad a beruházások legfőbb kockázati tényezője.

A lehetséges energiaforrások elemzése azt mutatja, hogy a megújuló forrást hasznosító erőművek sokkal gyorsabban építhetők és olcsóbbak, mint az atomerőművek. Ezek a létesítmények hatékonyak a széndioxid-kibocsátás csökkentésében, és mentesek az atomerőművek főbb problémáitól. A nap- és szélenergia-hasznosítás gyorsan növekszik, míg az atomenergia használata szűkül.

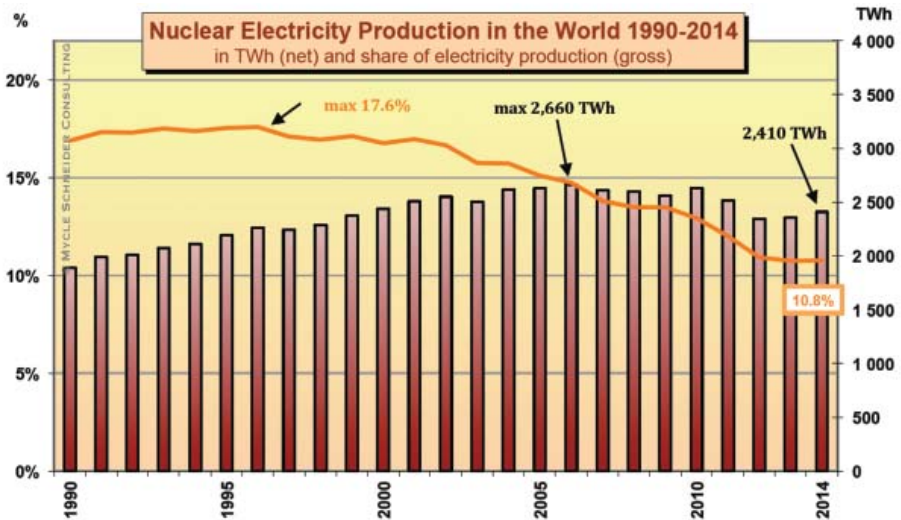
## 3.2 Az atomenergia-hasznosítás helyzete

A környezeti hatástanulmány érvrendszerében helytálló az a megállapítás, hogy a világ villamosenergia-termelésében a megtermelt villamos energia 10,8 százaléka atomerőművekből származott, és az is, hogy a jelenleg üzemelő atomerőmű-blokkok többsége nyomottvizes-típusú (PWR). Azonban a hatástanulmány nem említi, hogy az elmúlt évtizedekben bekövetkezett atomerőmű-balesetek következményeként számos politikai döntés született az atomenergia használatával szemben. A részrehajlónak nem tekinthető *World Nuclear Industry Status Report 2015* szerint az atomerőművekben termelt villamos energia a kilencvenes években érte el maximumát (17,6 százalék) és azóta folyamatosan csökken.

Európában egy sor ország elzárkózik az atomenergia használatától, és a meglévő létesítményeiket is bezárják, sőt egyes esetekben ezeket kötelező elbontani. Van ahol törvényekkel tiltották meg az atomerőmű-létesítést.

A korrekt tájékoztatás szükségessé tenné a trendek, és ezen belül is kiemelten az európai helyzet ismertetését. Tényként rögzíthető, hogy az atomerőmű-építés lendülete a nyolcvanas években megtört. Több mint negyedszázada nem halmozódtak fel újabb jelentős tapasztalatok az atomerőmű-létesítés terén. Ugyanakkor a követelmények jelentősen megváltoztak.





3.1 ábra: Az atomerőművek villamosenergia-termelése 1990. és 2014. között<sup>2</sup>

Jelenleg Európában – az Oroszországban épülő és más országokban jelenleg még tervezési szinten lévő más projektek kivételével – mindössze két új, modern, nagyteljesítményű reaktort építenek: a francia Flamanville 3-at és a finn Olkiluoto 3-at. Mindkettő rendkívül negatívan hatott a további atomerőmű-építésekre.

A Flamanville 3 beruházási költsége 3,3 milliárd euróról 8,5 milliárdra nőtt. A legújabb becslések szerint a végösszeg 10,5 milliárd euró lesz – több mint háromszorosa az eredetileg tervezettnek. A tervezett üzembe helyezés 2012-ről 2017-re halasztódott – az eredetileg kalkulált 54 hónapos építési idővel szemben. Az Olkiluoto 3 beruházási költsége 3,7 milliárd euróról 8,5 milliárdra nőtt – ez több mint 2,25-szoros növekedés, és a következő három évben tovább emelkedhetnek a költségek. Az erőmű tervezett üzembe helyezése 2010-ről 2018-ra halasztódott – jelenleg 9 év késedelemmel számolnak. Nemzetközi gazdasági elemzők szerint az Olkiluoto 3 fiaskó, a beruházást célszerűbb leállítani, mint befejezni.

A harmadik épülő atomerőmű Európában a szlovák Mohovce 3. és 4. blokk, de ez nem említhető együtt az új blokkok építésével, mert mintegy negyedszázada épül és a nyolcvanas évek orosz technológiáját alkalmazza.

<sup>2</sup> Forrás: World Nuclear Industry Status Report 2015

### 3.3 A beruházási költségek

A megismert környezeti hatástanulmány és annak közérthető összefoglalója nem tartalmaz költségadatokat sem a beruházással, sem pedig a hűtéssel kapcsolatban. Ezért a költséghaszon-vizsgálatok és a gazdasági döntések indoklása olyan állításokat tartalmaz, melyek alátámasztottsága nem vált ismertté.

Nem vált ismertté a hűtőtornyos hűtés és a frissvizes hűtés közötti döntés indokoltsága sem. Nagy valószínűséggel indokolható lehet a korábbi blokkok frissvízhűtésének alkalmazása a bővítéshez is, de csak abban az esetben, ha megfelelő biztonsággal, rendelkezésre állással, gazdasági szempontból előnyösen és jelenlegi vízűtés problémáit kiküszöbölve lehet megvalósítani.

Dr. Aszódi Attila előadásában nyilvánosságra hozott adatok szerint a projekt finanszírozásáról orosz-magyar kormányközi megállapodás jött létre. Ez alapján Oroszország maximum 10 milliárd euró állami hitelt biztosít a beruházáshoz, ami a költségek 80 százaléka. 20 százalékot a magyar fél biztosít. Így **a projekt tervezett költségkerete 12,5 milliárd euró**. A költségkeret alapján **a fajlagos beruházási költség körülbelül 5200 euró kilowattónként**.

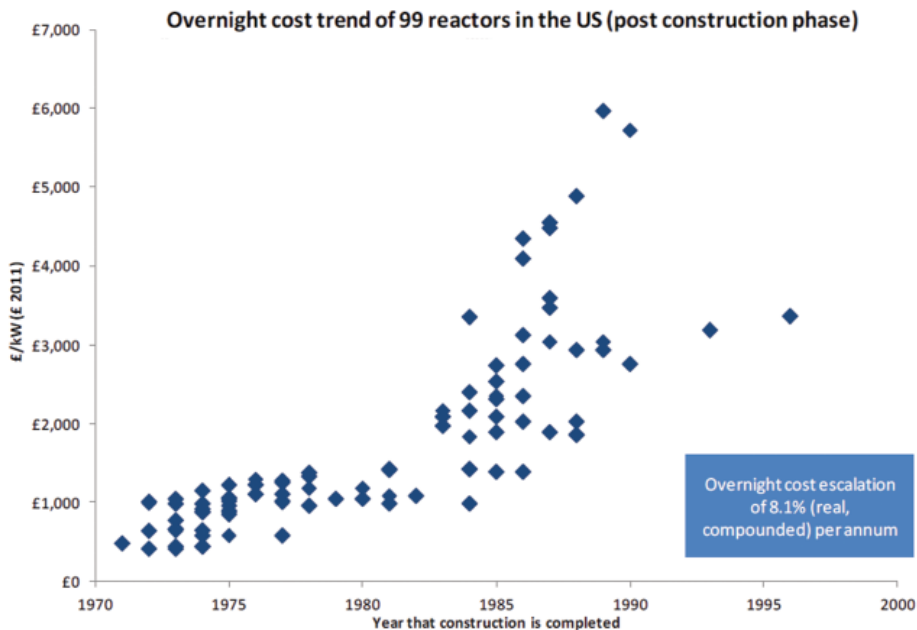
A hitelkeret 2014. és 2025. között áll rendelkezésre. A törlesztés az első blokk üzemének kezdetekor, de legkésőbb 2026. március 15-én kezdődik. A törlesztési időszak 21 év (háromszor hét év). A hitel lépcsős kamatozása, 3,95 százalék és 4,95 százalék közötti.

A projekt költségeiből kiemelt, de a fogyasztókat terhelő kiegészítő költségek (rendszerbe illesztés, hálózati csatlakozás) körülbelül 500 milliárd forint nagyságrendűre becsülhetők.

A Dr. Aszódi Attila által közzétett beruházási költségadatokat közelítően megegyeznek Flamanville 3 és Olkiluoto 3 megnövekedett költségeivel, tehát úgy ítéltető, hogy az orosz technológia nem olcsóbb lényeges mértékben.

Az építési költségek mellett számottevő finanszírozási többletköltséget eredményeznek a késedelmek, valamint az évenkénti költségnövekedések. A költségnövekedés viszonylag tág tartományban változhat, és lényegesen meghaladja az árindeks értékeit.

A költségnövekedési trendek függenek a reaktorok leglényegesebb elemeinek árváltozásaitól, valamint az építés más tényezőitől: így például a hatóságok késedelmeitől, a műszaki tervezés követelményeitől és azok változásától, a biztonsági követelményektől, a nem megfelelő anyagoktól, valamint az emberi hibáktól.



3.2 ábra: Az 1970. és 1996. között épült atomerőművek teljes költsége 2011-es árszinten<sup>3</sup>

A hetvenes és a kilencvenes évek között az USA atomerőmű-létesítési programjának (99 reaktor) költségnövekedési rátája	8,1 százalék/év
Az 1980. és 1990. évek között az USA atomerőmű-létesítési programjának (50 reaktor) költségnövekedési rátája	13,7 százalék/év
A francia Flamanville 3 atomerőmű költségnövekedési rátája 2006. és 2011. között	9,9 százalék/év
A finn Olkiluoto 3 atomerőmű költségnövekedési rátája 2004. és 2009. között	12,2 százalék/év
A félbeszakadt bolgár Belene atomerőmű költségnövekedési rátája 2004. és 2011. között	16,4 százalék/év

<sup>3</sup> Forrás: Cost estimates for nuclear power in the UK, Imperial College Centre for Energy Policy and Technology, 2012

A költségnövekedési ráták 10 százalék/év körüli, illetve azt meghaladó értékei egyértelműen azt mutatják, hogy a beruházások megvalósításának teljes költségei rendkívül magas bizonytalansággal becsülhetők. A teljes költség szempontjából hasonló nagyságrendű bizonytalanságot hordoznak a tetemes késedelmekből eredő többletfinanszírozási terhek.

A magas beruházási költségek, a gyors és 10 százalék/év nagyságrendű vagy magasabb költségnövekedések, valamint a gyakorlatilag minden esetben megjelenő késedelmekből eredő többletfinanszírozási terhek **prognosztizálhatatlanná teszik a teljes beruházási költséget.**

Az atomerőmű-építés sajátosságaként jelentkező költségeszkaláció következményeivel még a rutinos európai atomerőmű-beruházóknak, az EDF-nek (Flamanville 3) és a TVO-nak (Olkiluoto 3) is szembesülnie kellett. Az EPC-szerződés önmagában nem óv meg a költségeszkalációtól. A Flamanville 3 és Olkiluoto 3 példája azt mutatja, hogy a fővállalkozó a magasabb költségben érdekelt.

A paksi bővítés estében várható kockázat nem mérhető fel, mert sem a finanszírozási, sem pedig az EPC-szerződés nem vált nyilvánossá. Magyarországon a hasonló nagyberuházások levezénylésében gyakorlott szakemberek kiöregedtek, és alkalmas szervezet nincs. Egyelőre csekély valószínűsége van annak, hogy a főként üzemeltetői körből összeszedett, nem a nagyberuházások levezénylésében gyakorlott emberekből álló Paks II. Zrt., vagy a projektvezetőként közreműködő, főként MVM háttérintézményként ismert MVM-ERBE Zrt. képes lenne a költségek kockázatait kiküszöbölni.

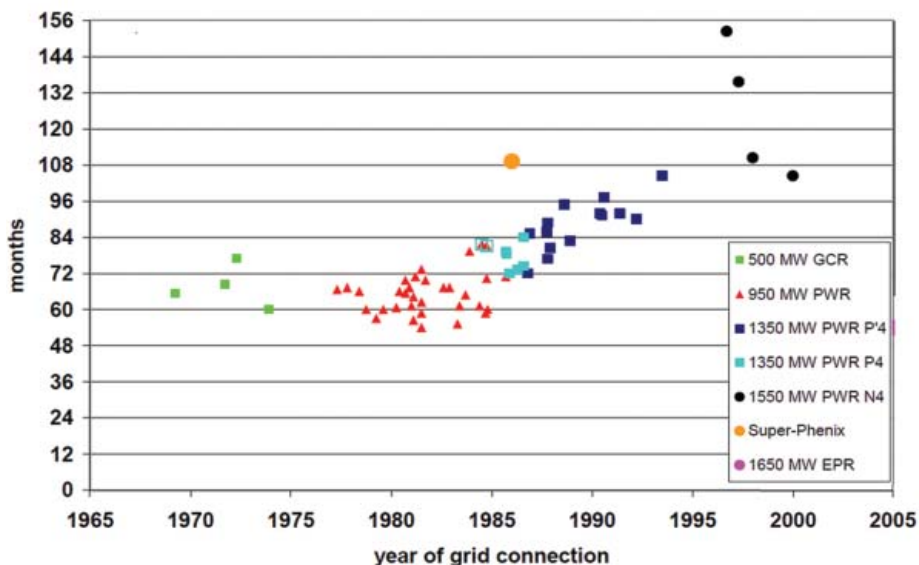
### 3.4 A tervezett építési időtartam

A tervezett építési időtartam jelentős növekedése és a tervezett időtartam túllépése globális trend. A 2005. és 2015. között üzembe lépett reaktorok átlagos építési ideje 9,4 év volt. Mint az közismert, a meglévő paksi reaktorok építése sem volt mentes a késedelmektől. A francia atomerőmű-programban a nyolcvanas évek közepétől határozott építési idő-növekedés látható.

Az a tény, hogy Oroszországban a 2005-2015. közötti időszakban három reaktor lépett üzembe 19,2-26,8 év építési idő után<sup>4</sup>, nem erősíti meg a környezeti hatástanulmányban bemutatott kétblokkos beruházás öt év alatti megépítésének lehetőségét.

---

4 World Nuclear Industry Status Report 2015



3.3 ábra: A francia atomerőművek építési időtartama<sup>5</sup>

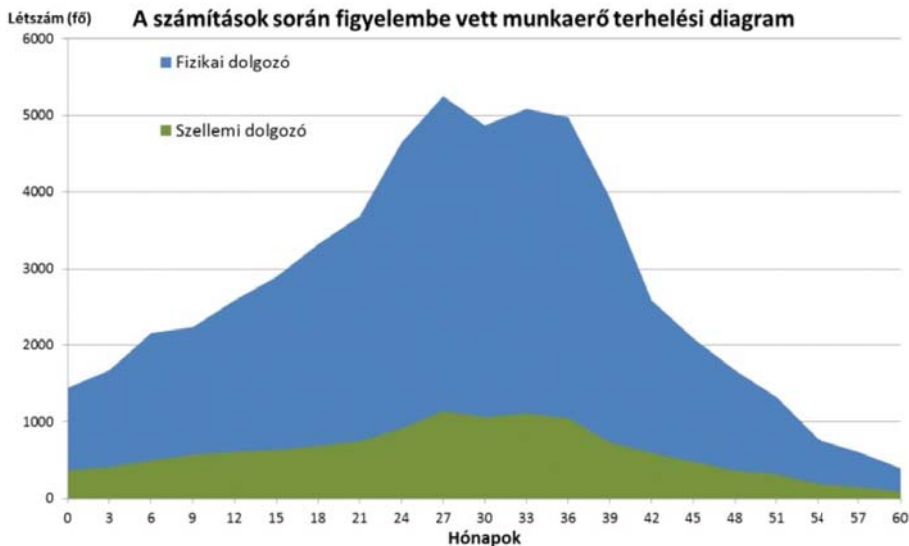
Az 1951. óta eltelt időszakban az atomerőmű-projektek 12,3 százalékában a munkálatok félbeszakadtak, illetve a létesítményeket nem helyezték üzembe. Ez 92 egység az elkezdett 748 reaktorból. A leállított reaktorépítési projektek kétharmad része három országban: az Egyesült Államokban (40), Oroszországban (15) és Németországban (6) volt. Egyes egységek száz százalékban megvalósultak, mint például a kalkari Németországban és a zwentendorfi Ausztriában, de végül politikai döntés alapján nem kerültek üzembe. A félbeszakított és nem üzembe helyezett projektek rendkívül magas gazdasági kárt eredményeztek.

Az európai reaktorok megvalósításának költsége és időszükséglete számottevő kockázatot mutat. Az Imperial College Centre for Energy Policy and Technology számításai szerint az üzembe helyezés egy éves késedelmé a súlyozott átlagos villamosenergia-költség LCOE-értékét mintegy tíz százalékkal növeli meg.

A környezeti hatástanulmányban megadott építési időigény, és különösen a blokkok tervezett belépésének időpontja, ellentmondást mutat.

<sup>5</sup> Forrás: International Institute for Applied Systems Analysis. Laxenburg, 2009 – An assessment of the costs of the French nuclear PWR program 1970-2000

A környezeti hatástanulmányban foglaltak szerint egy blokk létesítésének időigénye öt évre tehető. A második blokk létesítésének kezdő időpontját öt év eltolódással kalkulálták. Így a **Paks II. 1. blokk** kereskedelmi üzemének kezdete **2025.**, a **2. blokk** üzemének kezdete pedig **2030.** lenne.



3.4 ábra: A környezeti hatástanulmányban megadott építési munkaerő-igény<sup>6</sup>

A globális trendek alapján a környezeti hatástanulmányban megadott öt év építési időigény még egy blokkra vonatkozóan is alulbecsültnek ítélnélhető. A hatástanulmány szerint az I. blokk belépése 2025., a II. blokk belépése 2030., ami eltér a kommunikációban szereplő időpontoktól.

A Dr. Aszódi Attila előadásában közzétett feltételek szerint a hitel 2025-ig áll rendelkezésre. Az EPC-szerződés szerint az orosz félnek 2025-ig kell szerződéses kötelezettségeit teljesíteni. A törlesztést legkésőbb 2026. március 15-ig el kell kezdeni.

<sup>6</sup> Forrás: Új atomerőművi blokkok létesítése a paksi telephelyen. Környezeti hatástanulmány, 2014.

A hatástanulmányban szereplő üzembe helyezési időpontok nincsenek összhangban a Dr. Aszódi Attila által közzétett építési, hitellehívási és EPC-szerződés szerinti időpontokkal. A környezeti hatástanulmány szerint a 2025-2030. közötti időszakban tervezett építési munkáknak nincs finanszírozási forrása, valamint a tartalma és a kivitelezője sem ismert. A környezeti hatástanulmányban foglaltak úgy is érthetők, hogy a bővítés második blokkjának megvalósítására valószínűleg nem kerül sor.

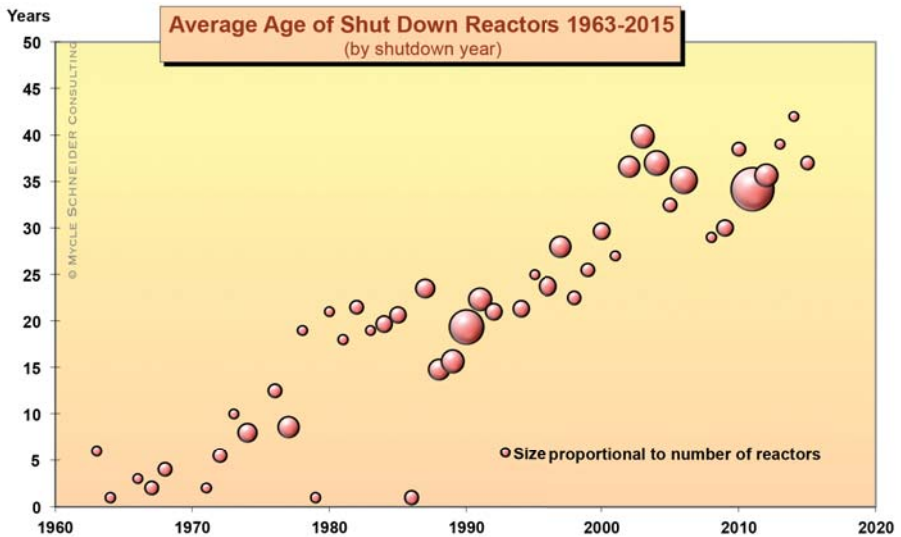
### 3.5 A tervezett élettartam

A környezeti hatástanulmányban a tervezett bővítés élettartamát 60 évre irányozták elő. A *World Nuclear Industry Status Report 2015* elemzése szerint azonban a 60 év üzemi élettartam csak elméleti feltételezés, amelynek megvalósíthatóságát jelenleg nem támasztják alá gyakorlati üzemi tapasztalatok. Általában a tervezett és engedélyezési élettartam 40 év. Jelenleg a reaktorok leállítására átlagosan 40 év üzemi élettartam után kerül sor, és egyelőre nem gyűltek fel tapasztalatok a 40 évet meghaladó vagy 60 évet megközelítő korú reaktorok megbízható üzemével kapcsolatban.

A környezeti hatástanulmány nem ismerteti azokat a feltételezett adatokat, élettartam alatti beavatkozásokat és költségeket, melyekkel az üzemképesség 60 évre biztosítható lenne. Ezek nélkül a teljes 60 év élettartamra vonatkozó gazdasági értékelések sem végezhetők el. Így a Dr. Aszódi Attila előadásában bemutatott 60 év élettartamra vonatkozó számítások maximum elméleti számtanpéldaként kezelhetők, amelyek nem alátámasztottak.

Ki kell hangsúlyozni, hogy a súlyozott átlagos villamosenergia-költség LCOE-értéke a viszonylag jelentős számú gazdasági tényező élettartam alatti értékeitől nagymértékben függ, és ezért bizonytalan. Ezt az értéket ugyanakkor gyakran használják propagandacélokra és egyfajta számháborúzásra.

Ezt példázza, hogy a Dr. Aszódi Attila előadásában a paksi bővítés általuk feltételezett feltételeire vonatkozó, bemutatott LCOE-költségszámítás eredménye 56,15 €/MWh, azaz 16,84 Ft/kWh. Ezzel szemben az International Energy Agency (IEA) és Nuclear Energy Agency (NEA) 2015. augusztusban közzétett, az új atomerőművekre vonatkozó számításai lényegesen eltérő eredményre vezettek.



3.5 ábra: A leállított reaktorok kora az 1963-2015. időszakban<sup>7</sup>

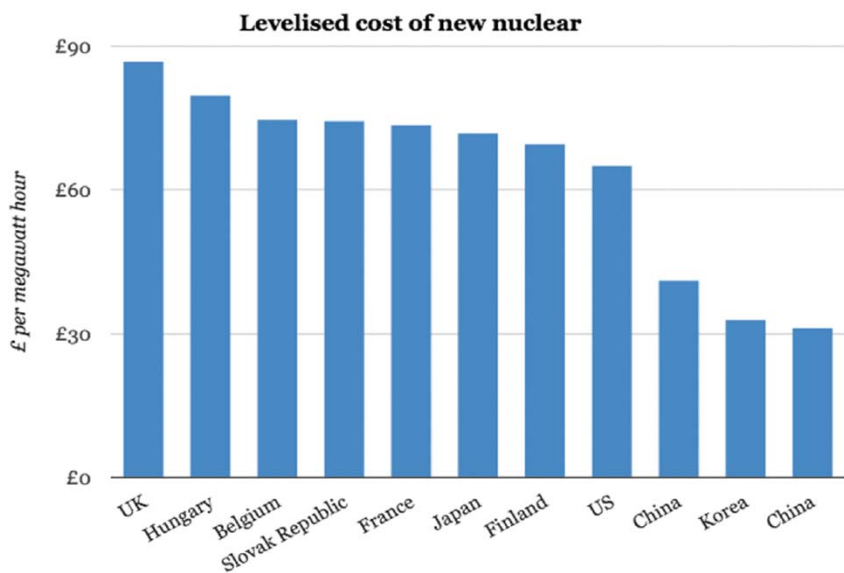
A jelenlegi árfolyamon átszámítva a brit Hinkley Point C LCOE-költsége 119 €/MWh, azaz 37,10 Ft/kWh. A magyar projekt LCOE-költsége 107 €/MWh, azaz 33,20 Ft/kWh. Az International Energy Agency (IEA) és Nuclear Energy Agency (NEA) számítása szerint nem helytálló az a feltételezés, hogy az atomenergia olcsó.

A tervezett beruházás villamosenergia-termelési költségei alulbecsültnek ítélték. A számításokat célszerű lenne a nemzetközi szakmai adatok és eljárások alapulvételével felülvizsgálni.

Meg kell jegyezni, hogy a korrekt gazdasági elemzésben az új kapacitás létesítéséhez szükséges összes intézkedés és létesítmény összesített, teljes költségét kellene figyelembe venni. A hatástanulmányban a MAVIR-ra hárított tercier-tartalék költségei, a jelenleg nem megoldott rendszerbe illesztés költségei, valamint a hálózati csatlakozás költségei egyaránt a beruházást kellene terheljék.

<sup>7</sup> Forrás: World Nuclear Industry Status Report 2015





3.6 ábra: Az új atomerőművek súlyozott átlagos villamosenergia-költsége (LCOE)<sup>8</sup>

### 3.6 A tervezett technológia referenciaképessége

Félreérthető a környezeti hatástanulmány bevezetőjében rögzített megállapítás, mely szerint a tervezett atomerőműblokkok környezeti hatásvizsgálatának és engedélyeztetésnek a műszaki feltételrendszere már megvalósult hasonló blokkok referenciaadatain alapul. Ez úgy érthető, mintha a kiválasztott reaktortípus referenciaképessége lenne.

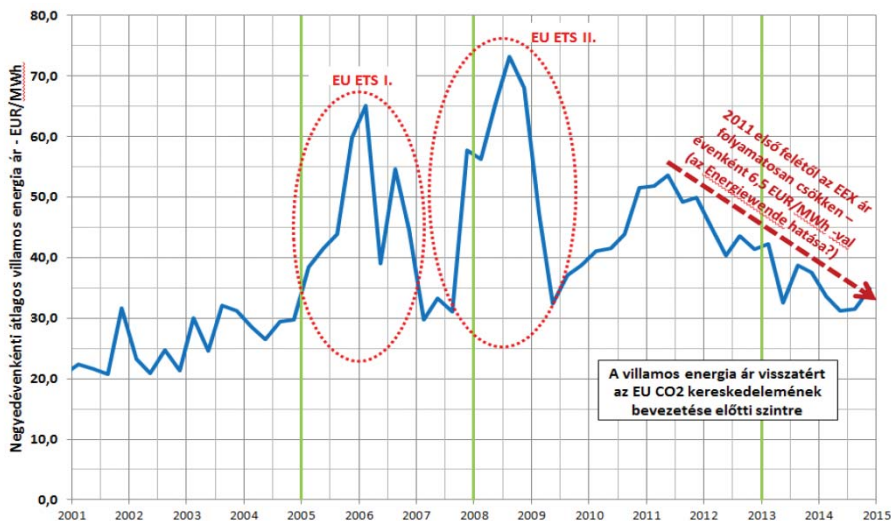
Azonban a környezeti hatástanulmány szerint VVER-1200-típusú blokk épül Oroszországban a Leningrádi és a Novovoronyezsi Atomerőművekben, üzembe állásuk 2018-2019. körül várható. A referenciául megjelölt blokkok tehát jelenleg még épülnek. Ezeknek így egyelőre **nincsenek üzemi referenciái**, és még néhány évig nem is lesznek.

Nem látszik bizonyítottnak, hogy a paksi atomerőmű bővítésére irányuló beruházás mentes lenne a prototípus alkalmazásának kockázataitól. Célszerű lenne a referenciaképesség kérdését megfelelőbb formában pontosítani.

<sup>8</sup> Forrás: International Energy Agency (IEA) és Nuclear Energy Agency (NEA); Projected Cost of Generating Electricity, 2015

### 3.7 A villamosenergia-piac várható alakulása

A 2020. utáni időszakra vonatkozó villamosenergia-árprognózisok bizonytalanok, ellentmondásosak vagy hiányoznak. A villamosenergia-piac és az új atomerőmű-blokkokban termelhető villamos energia értékesítésének feltételei erre az időszakra lényegesen megváltozhatnak. Ebben szerepe lehet az addigra kiépítendő EU-s belső piacnak, a fogyasztás-növekedésnek, az energiatakarékosság kölcsönhatásainak, az átviteli hálózat erősebbé válásának, egyes technológiák, mint például a fotovoltaiikus napenergia növekedésének és a folyamatban lévő energiaátmenet hatásainak.



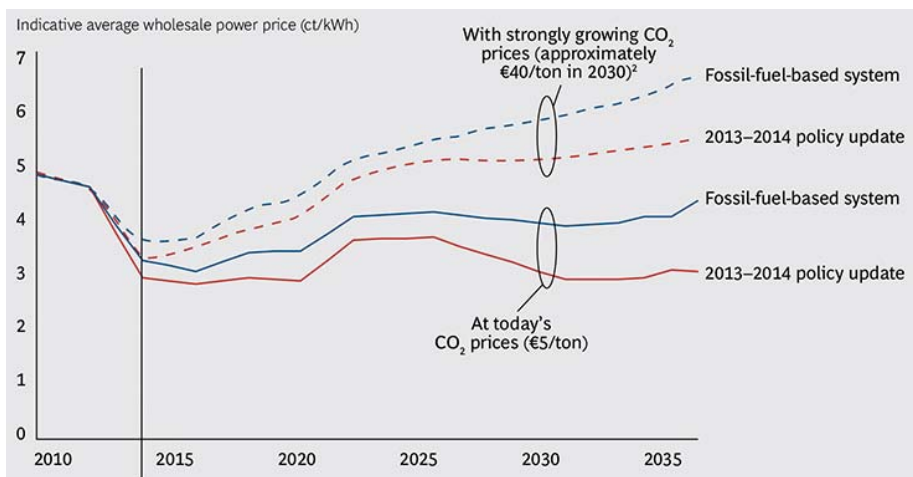
3.7 ábra: Az EEX árak visszaestek az emisszió-kereskedelem előtti szintre<sup>9</sup>

A régió villamosenergia-piacán a válság hatása mellett, a villamosenergia-termelés szerkezeti átalakítása és a kettős piac eredményként jelentős túlermelés jelentkezett. A túlermelés és a széndioxid-piac működésének sikertelensége drasztikus csökkenést – a 2005. előtti árszintre való visszatérést – eredményezett a villamos energia nagykereskedelmi árának terén.

Jelenleg a villamosenergia-ár túl alacsony az új termelőkapacitások beléptetéséhez. A beruházás megtérülési mutatói szempontjából döntő jelentőségű a villamosenergia-árak várható alakulása. A látszólagos megtérülés kiszámításához

<sup>9</sup> Forrás: European Energy Exchange, 2015

gyorsan növekvő árak szükségesek, de ennek valószínűségét nem támasztják alá releváns adatok. Konzervatív megközelítés szerint a villamos energia nagykereskedelmi árai várhatóan stagnálni fognak a jelenlegi árszint környezetében.



3.8 ábra: A villamos energia nagykereskedelmi árai a 2035-ig terjedő időszakban<sup>10</sup>

A magyar villamosenergia-rendszerben a villamosenergia-import elérte az egyharmados arányt, a csúcsterhelések importhányada pedig közelítően 50 százalék. Ezért a Magyarországon várható piaci feltételek nem függetleníthetők a régió piaci trendjeitől. A Boston Consulting Group prognózisa szerint, ha a széndioxid-árak a jelenlegi szinten maradnak, akkor 2020-ig a villamosenergia-nagykereskedelelem árai 30-35 €/MWh, azaz 9,50-11 Ft/kWh átlagos érték körül alakulnak. Hosszabb távon az árszint átlagosan 30-40 €/MWh, azaz a 9,50-12,50 Ft/kWh között becsülhető. Ha széndioxid-árak 2030-ra elérik a 40 euró/tonna nagyságot, hosszabb távon a villamosenergia-nagykereskedelelem átlagos értékei elérhetik az 55-65 €/MWh, azaz 17-20 Ft/kWh árszintet.

Az International Energy Agency (IEA) és Nuclear Energy Agency (NEA) közzétett számításai alapján a magyar projekt súlyozott átlagos villamos energia LCOE-költsége 107 €/MWh, azaz 33,20 Ft/kWh. Ez lényegében azt jelenti, hogy a BCG árprognózisa mellett és annak környezetében a paksi bővítés nem piacképes.

<sup>10</sup> Forrás: BCG Perspectives. Germany's Energiewende – The End of Power Market Liberalization? 2014

Valamilyen piacra segítő intézkedés nélkül a projekt megtérülése kétséges vagy valószínűtlen. A piacra segítés vagy a támogatás törést eredményez a piaci versenyben. A komplex problémakör nem feltételezett, nem várt fordulatokat is hozhat.

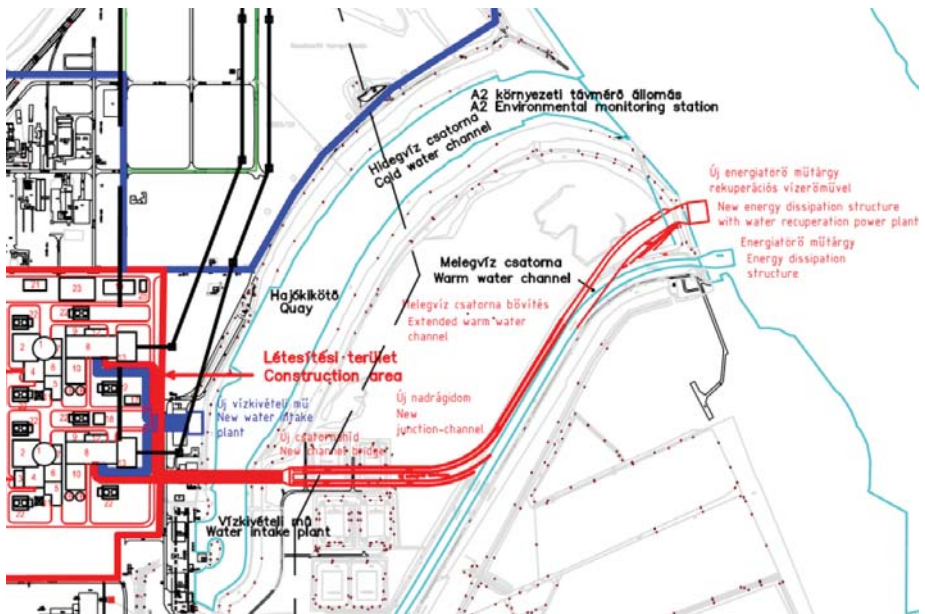
### 3.8 A konzekvens projektvezetés hiánya

A környezeti hatástanulmányban a szükségesnél talán jobban hangsúlyozott a projektvezető tevékenysége. A rendelkezésre álló anyagokból inkább a konzekvens projektvezetés hiánya, vagy hiányosságai láthatók. A projekt-előkészítési munka vizsgálatától való eltérés, illetve az utólagos módosítások – például a melegvíz-visszavezetés helyének vonatkozásában – rontják a munka színvonalát.



3.9 ábra: Az előkészítő szakaszban kialakított hűtővízrendszer<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Forrás: Új atomerőművi blokkok létesítése a paksi telephelyen. Környezeti hatástanulmány, 2014.



3.10 ábra: Az előkészítő szakaszban kialakított hűtővízrendszer<sup>12</sup>

A projekt előkészítő szakaszában kialakított hűtővízrendszer struktúrája még mentes volt a hatástanulmányban szereplő megoldás leglényegesebb problémáitól. Ebben a tervben nem kellett számolni a hidegvíz-csatornában kiüledő hordalék és az üzem biztosításához szükséges folyamatos kotrás nehézségével. Az építés még függetleníthető volt a jelenlegi blokkok működésétől. Az előkészítő terv kizárta a meleg víz visszaforgását a hűtővíz-bevezetésbe, és nem érintette a több évtizedes vegyszerlerakó kazettákat. A projekt előkészítő szakaszaiban mélyebb megalapozó vizsgálatok készültek.

A hatástanulmány nem tartalmaz megfelelő indoklást a koncepció megvaltoztatására, és láthatóan a kései váltás miatt nem maradt megfelelő idő a szükséges mélységű vizsgálatokra.

Különösen zavaró a koncekvens projektvezetés hiánya a projekt megvalósításának ütemezése terén. A munkaerő-ütemezés önmagában is abszurd vagy téves, mert a kétblokkos beruházás lefutását a közös létesítményrészek miatt nem két azonos

<sup>12</sup> Forrás: Új atomerőművi blokkok létesítése a paksi telephelyen. Környezeti hatástanulmány, 2014.

lefutású folyamat jellemzi. A hatástanulmányban szereplő üzembe helyezési időpontok nincsenek összhangban a Dr. Aszódi Attila által közzétett építési, hitel-lehívási és EPC-szerződés szerinti időpontokkal. A hitelszerződés szerint a hitel 2025-ig áll rendelkezésre. Az EPC-szerződés szerint az orosz félnek 2025-ig kell szerződéses kötelezettségeit teljesíteni. A hatástanulmányban a 2025-2030. közötti időszakban tervezett építési munkáknak nincs finanszírozási forrása, és annak sem tartalma, sem kivitelezője nem ismert. A környezeti hatástanulmányban foglaltak úgy is érthetők, hogy a bővítés második blokkjának megvalósítására valószínűleg nem kerül sor.

A hatástanulmányban szereplő ellentmondások és egymással ellentétes állítások arra utalnak, hogy a projektvezető elemi szintű minőségbiztosítási rendszert sem működtet.

Indokolt lenne az engedélykérelmet javítani és a tényleges feltételekhez igazítani.

### **3.9 A kockázatot okozó feltételek és problémák – összefoglalás**

- Az atomerőművekben termelt villamos energia mennyisége a kilencvenes években érte el maximumát, azóta folyamatosan csökken. Az atomerőmű-építés lendülete a nyolcvanas években megtört. A követelmények jelentősen megváltoztak.
- A reaktorok megvalósításának költsége és időszükséglete számottevő kockázatot mutat. A beruházások teljes költségei rendkívül magas bizonytalansággal becsülhetők, prognosztizálhatatlanok. Az építés közbeni költségnövekedéshez hasonló bizonytalanságot hordoznak az építési idő túllépéseiből eredő finanszírozási terhek.
- Az atomerőmű-építés sajátosságaként jelentkező költségeszkalációval a rutinos európai atomerőmű beruházóknak, az EDF-nek és a TVO-nak is szembe-sülnie kellett. Az EPC-szerződés önmagában sem jelent biztosítékot a költségeszkalációval szemben. A fővállalkozó a magasabb költségben érdekelt. A paksi bővítés estében várható kockázat nem mérhető fel, mert sem a finanszírozási, sem pedig az EPC-szerződés nem vált ismertté. A hasonló nagyberuházások levezénylésében gyakorlott szakemberek kiüregedtek. Csekély a valószínűsége annak, hogy a főként üzemeltetői körből összeszedett emberekből álló Paks II. Zrt., vagy MVM-ERBE Zrt. képes lenne a költségek túllépésének kockázatait kiküszöbölni.

- A környezeti hatástanulmányban megadott építési időigény alulbecsült, a blokkok tervezett belépésének időpontja ellentétben áll minden más kommunikációval. A véletlen vagy szándékos zavar miatt kérdéses a bővítés második blokkjának megvalósítására irányuló szándék. Indokolt lenne az engedélykérelmet javítani, és azt a tényleges feltételekhez igazítani.
- A hatástanulmányban közölt 60 év üzemi élettartam csak elméleti feltételezés, amelynek megvalósíthatóságát jelenleg nem támasztják alá gyakorlati üzemi tapasztalatok. A 60 év élettartamra vonatkozó gazdasági értékelések maximum elméleti számítanpéldaként kezelhetők.
- Nem látszik bizonyítottnak, hogy a paksi atomerőmű-bővítésére irányuló beruházás mentes lenne a prototípus alkalmazásának kockázataitól.
- A tervezett beruházás villamosenergia-termelési költségei alulbecsültnek ítéltetők, és ellentétben állnak azzal az értékkel, amelyet a nemzetközi szakmai szervezetek a magyar projektekre becsültek. Az International Energy Agency (IEA) és Nuclear Energy Agency (NEA) számítása szerint nem helytálló az a feltételezés, hogy az atomenergia olcsó.
- A paksi bővítés által termelt villamos energia költsége lényegesen magasabb a várható piaci árszintnél, ezért nem piacképes. Valamilyen piacra segítő intézkedés nélkül a projekt piacra lépése és megtérülése kétséges vagy valószínűtlen. A támogatás azonban törést eredményezhet a piaci versenyben, ezért a megtermelt energia politikai döntés eredményeként kiszorulhat a piacról. A komplex problémakör nem feltételezett, nem várt fordulatokat is hozhat.
- A környezeti hatástanulmány alapján egyértelműen megállapítható, hogy indokolt a hűtési koncepció felülvizsgálata.
- Az előbbiek azt mutatják, hogy a projekt előkészítettsége gyenge. A leglényegesebb kockázati kérdések nyitva maradtak.
- A hatástanulmányban szereplő ellentmondások és egymással ellentétes állítások arra utalnak, hogy a projektvezető elemi szintű minőségbiztosítási rendszert sem működtet.

## 4. A bővítés rendszerbe illesztése

### 4.1 A villamosenergia-fogyasztás növekedése

A környezeti hatástanulmányban alapul vett energetikai és villamosenergia-piaci környezet idejétmúlt. Hiányoznak továbbá a beruházás hatékony működéséhez és rendszerbe illesztéséhez szükséges intézkedések, valamint a kiegészítő létesítmények és ezek költségeinek számbavétele.

A környezeti hatástanulmányban a 2014 utáni időszakban a nettó villamosenergia-fogyasztásra 1,5 százalék/év átlagos növekedési ütemmel számolnak, majd a 2020-as évektől ez az ütem kis mértékben csökken. Alternatívaként szerepel egy magasabb igénynövekedési változat: 1,4-1,7 százalék/év, és egy alacsonyabb igénynövekedési változat: 1 százalék/év. A hatástanulmány szerint a nettó villamosenergia-fogyasztás 2020-ra várt értéke körülbelül 40 TWh, 2030-ra pedig elérheti a körülbelül 44 TWh-át. Az összes villamosenergia-felhasználás 2020-ban elérheti a 47,6 TWh-át, 2030-ra pedig – az alapváltozat szerint – az 54,7 TWh-ot.

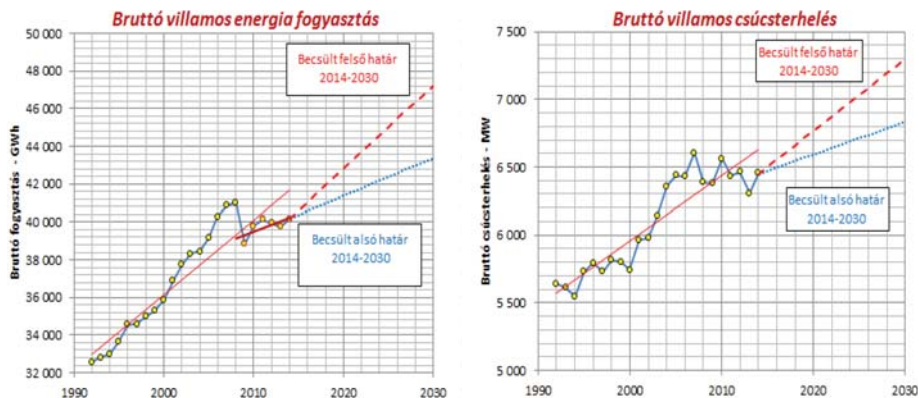
A környezeti hatástanulmány szerint az előbbieket alapján egy évtized alatt legalább mintegy 5,5 GW-ot, tizenöt év alatt pedig 7,5 GW-ot előállító új erőművet kell létesíteni.

A villamos energia fogyasztói igényeinek alakulásában szignifikáns visszaesést eredményezett a 2008-ban kirobbant válság. A hazai villamosenergia-rendszer igényeinek közép és hosszú távú prognózisai évről évre csökkennek.

A környezeti hatástanulmányban foglaltakkal ellentétben az 1992-2014. közötti időszak átlagos bruttófogyasztás-növekedése nem érte el az 1,1 százalék/évet – 1,09 százalék –, míg a válság kirobbanása utáni időszakban az átlagos növekedés kevesebb, mint 0,5 százalék/év – 0,45 százalék – volt.

A környezeti hatástanulmányban szereplő villamosenergia-igények és növekedési ütemek jelenleg túlzottnak ítélnétek.





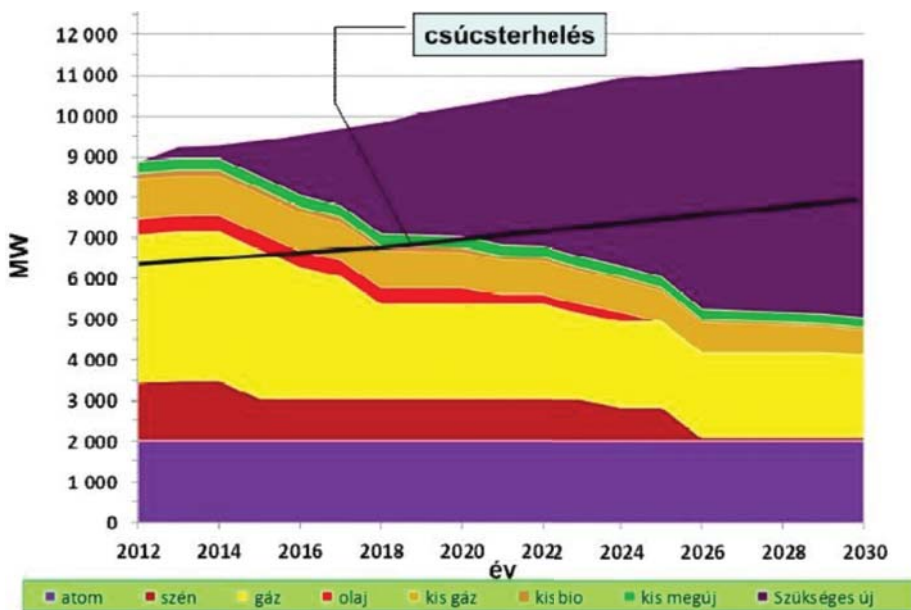
4.1 ábra: Az éves bruttó villamosenergia-fogyasztás és a bruttó csúcsterhelések becslült értékei 2014-2030. között<sup>13</sup>

## 4.2 A tervezett kapacitás szerkezet

Indokolt lenne javítani a környezeti hatástanulmányban szereplő, aktualitását veszített grafikus kapacitástervet, melyből kimaradt a tervezett bővítés villamosenergia-termelő kapacitása is, vagy kifejejtették azt a dokumentumból. A környezeti hatástanulmányban szereplő grafikus kapacitásterv mindössze egy színes kép, amelynek mára alig maradt érvényes tartalma.

A primer energiahordozók piacán bekövetkezett változások miatt ma már semmi nem indokolja a válság előtti időszakban kialakult kapacitásfejlesztési tervek változtatás nélküli továbbgörgetését. A földgáz alapú villamosenergia-termelés domináns szerepe már jelenleg sem igaz, és nincsenek a visszatérésére utaló jelek sem. A grafikus kapacitásterv megfelelkezett az évek óta növekvő importról is. A kapacitástervet tartalmilag át kellene gondolni és át kellene dolgozni a tényleges adatok alapján.

<sup>13</sup> Forrás: A MAVIR által közzétett éves adatok



4.2 ábra: A hatástanulmány szerint szükséges új termelőkapacitás<sup>14</sup>

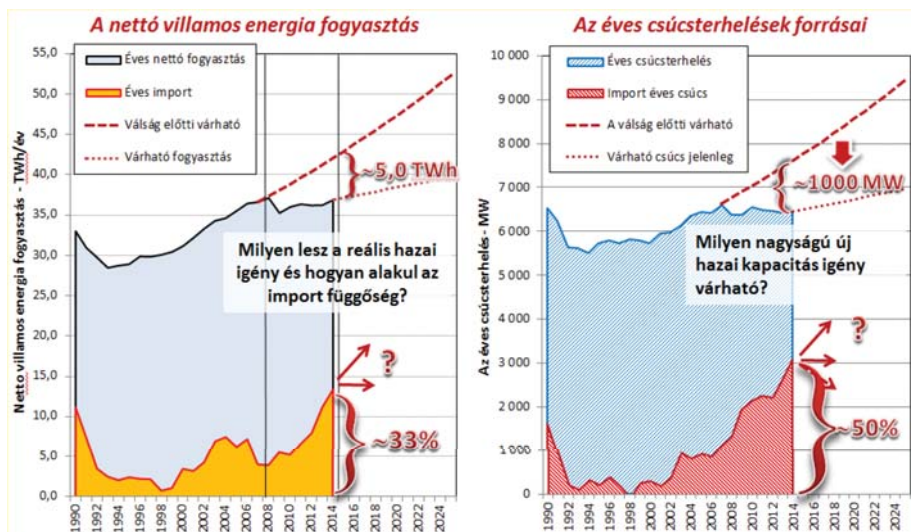
A villamosenergia-igény növekedésében a válság kezdete előtt és után jelentkező trendek különbsége azt eredményezte 2014-re, hogy a villamosenergia-igény körülbelül 5 TWh/évvel csökkent a prognosztizált értékhez viszonyítva. Az igény-növekedés csökkenő tendenciájának következtében 2014-re a villamos csúcsterhelés körülbelül 1000 megawatt-tal maradt el a válság előtti prognózisoktól.

A környezeti hatástanulmányban foglalt kapacitástervből kimaradt az import várható szerepe, amely azonban villamos energiában jelenleg a fogyasztás egyharmadát szolgáltatja, és a csúcsterhelések mintegy felét biztosítja. A nagykereskedelmi piacon megjelent olcsó többlet-villamosenergia jelentős importnyomást hozott létre. A villamosenergia-import mennyisége gyorsan növekszik a hazai termelést kiszorítva.

A Magyarországon létrejött magas import árszint 25-30 százalékkal meghaladja a régió villamosenergia-piacának árszintjét. A régiós villamosenergia-árak és az azokat meghaladó magasabb magyar ár különbsége nagyságrendileg körülbelül 35-40 milliárd forint többletterhet hárít a fogyasztókra. Kérdéses, hogy a hazai

<sup>14</sup> Forrás: Új atomerőművi blokkok létesítése a paksi telephelyen. Környezeti hatástanulmány, 2014

villamosenergia-kereskedelem struktúrája, a HUPX és a HUPX-alapú importtárazás meddig maradhat fenntartható az EU piacvédelmet szabályozó előírásai mellett, és meddig képes ellenállni a kormány rezsi-csökkentési törekvéseinek.



4.3 ábra: A villamosenergia-fogyasztás és a csúcsterhelések szerkezete<sup>15</sup>

Ma nem látható az import jövőbeni szerepe és nagysága. A kapacitásigény kulscs kérdése az, hogy milyen nagyságú importtal lehet közép és hosszú távon számolni. Ez szorosan összefügg a szükséges belföldi termelőkapacitás kérdésével és az energiafüggőség mérséklésére vonatkozó elképzelésekkel is.

A villamosenergia-import, és a csúcsterhelésekben egyes napokon az 58 százalékot elérő importteljesítmény kényszerpályára terelte az energiafüggőség mérséklését és azokat a politikai elképzeléseket, melyek az ellátásbiztonság növelését irányozták elő. A tervezett atomerőmű-bővítés belföldi termelőkapacitásként az importfüggőség hatásos mérséklését, a széndioxid-kibocsátás csökkentését és az energia biztonság növelését szolgálhatja.

15 Forrás: a MAVIR éves adatai

### 4.3 A hálózatra adható villamos energia

Felülvizsgálatra, illetve pontosításra szorulnak a környezeti hatástanulmányban foglalt éves bruttó és nettó villamosenergia-termelési értékek is a hálózatra adhatóság szempontjából. A két új nukleáris blokk belépéséhez ki kell alakítani a rendszerbe illesztéshez és a hatékony kihasználáshoz szükséges feltételeket annak érdekében, hogy magas kihasználású és olcsó villamos energiát termelő kapacitássá válhasson.

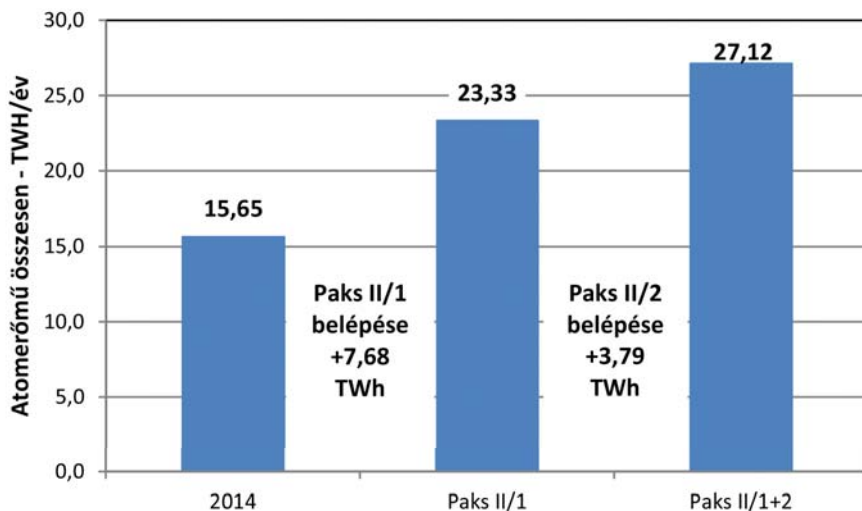
A terhelési maximumok és a terhelési minimumok különbségeként meghatározható szabályozási igény éves átlaga meghaladja a csúcsterhelés értékének 45 százalékát, és az átlagos érték folyamatosan – az igénynövekedést kisebb mértékben meghaladó ütemben – növekszik. Évszakonként lényegesen változik a folyamatos üzemű és a változó terhelésű energiatermelés iránti igény nagysága.

A kismértékben szabályozható jelenlegi paksi blokkok, valamint a kényszermenetrendes kapcsolt termelés és a megújuló energia hasznosítása együtt gyakorlatilag kitöltik a folyamatos üzemi terhelési tartományt (base load).

A tervezett új nukleáris blokkok folyamatos, teljes terhelésű üzem mellett elméletileg egyenként közelítően 9 TWh/év villamosenergia-termelésére, illetve hálózatra adására lennének képesek. Ezek üzeme azonban csak a meglévő paksi blokkok leállítása után lehetne folyamatos. Az új nukleáris blokkok üzembe helyezését követő első évtizedekben csak terheléskövető üzem irányozható elő.

A tervezett berendezések kialakítása a manőverező üzemre megfelelő, de csak a megengedett korlátok, ciklusszámok és terhelésváltozási intenzitások betartásával. A MAVIR nyilvános adataiból következő prognózisok, valamint a VVER-1200 terhelésváltoztatási és visszaterhelési korlátai alapján a közelítő számítások a következőket mutatják:

- A bővítés első blokkjának belépése után az első blokkból hálózatra adható villamos energia megközelítheti az elméletileg lehetséges értéket.
- Ugyanakkor az összes atomerőműből hálózatra adható villamos energia a bővítés első blokkjának belépése után körülbelül 7,7 TWh/évvel nőhet.
- A bővítés második blokkjának belépése kevésbé hatékony, és a belépése után az összes atomerőműből hálózatra adható villamosenergia-mennyiség növekedése csak 3,8 TWh/év nagyságrendű.

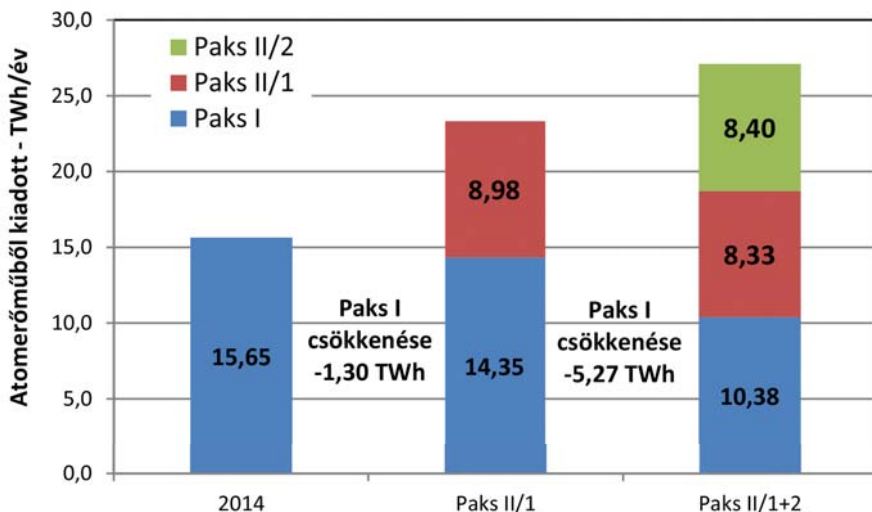


4.4 ábra: Az összes atomerőmű kapacitásból hálózatra adható energia<sup>16</sup>

Az európai gyakorlatban két nagy blokk egyidejű építésének feltételeit a kis országok általában nem képesek biztosítani. Még az egyblokkos építkezés is problémákat vehet fel az ipari háttér és a kvalifikált munkaerő biztosítása terén. Mivel a második blokk hatékony belépésének lehetősége is korlátozott, a második blokk létesítésére vonatkozó elképzelés talán nem is több mint a nukleáris lobby túlkapása.

Az új kapacitáshatékonyság csökkenésének okai elsősorban a kevésbé rugalmas, meglévő paksi blokkok működési feltételeiben keresetők. Kiegészítő eszközök beléptetése nélkül az új, rugalmas blokkok elsősorban a meglévő paksi kapacitást szorítják ki a rendszer üzeméből.

<sup>16</sup> Forrás: terhelési modell eredménye a MAVIR által közzétett adatok alapján



4.5 ábra: Az egyes atomerőmű-egységekből hálózatra adható energia<sup>17</sup>

- A bővítés első blokkjának belépése csak körülbelül 1,3 TWh/év mértékben szorítja vissza a meglévő paksi erőműből hálózatra adható villamosenergia-mennyiséget, ami nem látszik döntő nagyságúnak.
- Azonban a bővítés két blokkjának belépése együttesen mintegy 5,3 TWh csökkenést eredményezhet a meglévő paksi erőműnél, ami nehezen kompenzálható árbevétel-kiesést eredményezhet.

Összességében a tervezett bővítés a meglévő paksi erőműből hálózatra adható évenkénti villamosenergia-mennyiséget a jelenlegi kétharmad részére, körülbelül 10,4 TWh/évre szorítja vissza. A napi terhelés kiegyenlítése nélkül a bővítés két új blokkja együtt körülbelül 16,7 TWh/év villamosenergia-mennyiséget adhat a hálózatra.

A kétblokkos paksi bővítés elengedhetetlen feltétele a terhelés kiegyenlítése és az éjszakai minimális terhelések növelése. E megoldások elmaradásának hatására hozzávetőleg 5 TWh/év termelés-csökkenés jelentkezhet a meglévő paksi erőmű működésében, és hozzávetőleg 2 TWh/év termelés-csökkenés jelentkezhet a bővítés új blokkjaiban.

<sup>17</sup> Forrás: terhelési modell eredménye a MAVIR által közzétett adatok alapján

**A 7 TWh/év termelés-csökkenés gazdasági értéke olyan nagy, hogy elhanyagolását semmi sem indokolhatja.** Amennyiben a 7 TWh termelés-csökkenés kiküszöbölése érdektelen, az lényegében azt jelenti, hogy az bővítés ezzel nagyságrendileg azonos mennyiségű áramot termelő második blokkjára nincs is szükség, hiszen az alig termelne többet, mint amennyi termelés kiesést Paks I. működésében a két új blokk belépése okoz.

A várható hatások csökkentése különösen a meglévő paksi erőmű működése és eredményessége szempontjából lenne szükséges.

A visszatérhelések minimálisra csökkentése vagy kiküszöbölése a kis terhelésű időszakban (éjszaka) tesz szükségessé beavatkozást. A rendszerterhelés szempontjából **szignifikáns nagyságú és szabályozható éjszakai terhelésre lenne szükség.** A világ országainak jelentős hányadában erre a célra szivattyús energiatárolót használnak, részben a műszaki alkalmassága, részben az alacsony költsége miatt.

A rendszerbe integrálás eszközeinek biztosítania kell a beruházás optimális kihasználását és az elérhető legmagasabb költséghatékonyságot, de ugyanakkor biztosítania kell a teljes nukleáris kapacitás elérhető legnagyobb kihasználását. A környezeti hatástanulmányban foglaltak szerint **jelenleg senkinek sem feladata a rendszerbe integrálás biztosítása.**

#### 4.4 Kapcsolódás a nagyfeszültségű átviteli hálózathoz

A környezeti hatástanulmányban foglaltak szerint az új blokkok által leadott teljesítmény az alábbi fejlesztésekkel válik biztonságosan becsatlakoztathatóvá a magyar villamosenergia-rendszerbe, és lehet ott üzemeltethető.

- Az új blokkok villamoshálózati csatlakozásához szükséges egy új 400/120 kW-os alállomás létesítése (Paks II. Alállomás).
- A Paks II. Atomerőmű blokkjaiban megtermelt villamos energiát 400 kV feszültségű blokkvezetékek fogják kiszállítani a létesítendő Paks II. Alállomásba, ahol csatlakoznak az országos villamos alaphálózathoz.
- A kétrendszerű Paks-Albertirsa 400 kV-os távvezeték megépítése a bővítés alapvető és elengedhetetlen feltétele.

A nagyfeszültségű átviteli hálózat tulajdonosa és üzemeltetője, a MAVIR által kidolgozott és a MEKH által 2015. februárban jóváhagyott *Magyar Villamosenergia-rendszer Hálózatfejlesztési Terve 2014.* című dokumentáció szerint az I. blokk belépése 2024., a II. blokké pedig 2025. A hálózatfejlesztési terv szerint 2023 végéig be kell fejeződniük a hálózati fejlesztéseknek és távvezeték-építéseknek. A hálózatépítések költségét a MAVIR szolgáltatási díjaiban a fogyasztókra terheli, ezek különválasztása megtévesztő.

## 4.5 Az üzemzavari tartalék biztosítása

A villamosenergia-rendszer megfelelő stabilitásának biztosítása megköveteli, hogy amikor a rendszerbe épített legnagyobb egységteljesítményű betáplálás nem tervezett módon kiesik, akkor annak teljesítményigényét rövid időn belül pótolni lehessen a hálózat számára. Az új blokkok névleges teljesítménye 1200 MW, ami a teljes magyar villamosenergia-rendszerben a legnagyobb lesz majd. A Paks II. Atomerőmű első új blokkjának üzembe lépéséig biztosítani kell az új blokk teljesítményének megfelelő kapacitású terciertartalékot. Ennek ***biztosításáért hazánkban a MAVIR Zrt. mint rendszerirányító felel, függetlenül attól, hogy a többlet-terciertkapacitásra nem a rendszerirányításhoz és az átvitel hálózat üzeméhez van szükség,*** hanem a paksi bővítés új blokkjainak üzembe lépéséhez. Ezt a költséget tehát nem kellene extra teherként, adó módjára a fogyasztókra terhelni, hanem azt a beruházás részének kellene tekinteni, és azt a bővítés finanszírozásának kellene tartalmaznia.

A többlet-terciertkapacitás igényét nemzetközi megállapodás alapján importból, vagy új terciertartalékot képező hazai gyorsindítású erőmű-kapacitás létesítésével lehet kielégíteni. A két megoldás gazdasági, ellátás-biztonsági és import-függetlenségi szempontból való összehasonlítása is lényeges különbséget mutat.

A rendszerszintű üzemzavari tartalékkapacitások nagysága 700 MW-tal növekszik, mivel a rendszer legnagyobb blokkja 500 MW-ról 1200 MW-ra változik. A döntés lehetőséget jelent egy racionális struktúra kialakítására, mert a jelenleg működő terciertartalék-biztosítás egységeinek élettartama a bővítés új blokkjainak belépéséig letelik.

Az utóbbi évek magyar gyakorlatában a rendszerszintű üzemzavari tartalék összeolvadt a terciertartalék biztosításával. Az egyetlen eszközpark az MVM GTER kezelésében áll, de ez az adott szolgáltatást teljes egészében nem képes biztosítani. Ezért nincs negatív terciertartalék-beszerezés (leszabályozás). Az igény kezelését a



MAVIR-nek más módon, például túltervezéssel és többletköltségek vállalásával kell megoldania. Indokolt a rendszerszintű tartalékok biztosításának optimális, legkisebb költségű kialakítása – összhangban a nemzetközi kooperáció feltételeit szabályozó UCTE Üzemviteli Kézikönyv előírásaival.

#### 4.6 A rendszerbe illesztés feltételei és problémái – összefoglalás

- A környezeti hatástanulmányban szereplő villamosenergia-igények és növekedési ütemek jelenleg túlzottnak ítéelhetők.
- Indokolt lenne javítani a környezeti hatástanulmányban szereplő, aktualitását veszített grafikus kapacitástervet, amelyből kimaradt a tervezett bővítés villamosenergia-termelő kapacitása is, és mára alig maradt érvényes tartalma.
- A környezeti hatástanulmányban foglalt kapacitástervből kimaradt az import várható szerepe, és az, hogy milyen nagyságú importtal lehet közép és hosszú távon számolni. Ez szorosan összefügg a szükséges belföldi termelőkapacitás nagyságával és az energiafüggettség mérséklésére vonatkozó elképzelésekkel.
- A bővítés két új blokkjának belépésével átalakul a termelési struktúra, aminek következményeit komplexen – a tartalékokat, a szabályozást és a menetrend-követést figyelembe véve – a legkisebb költség alapján kellene kezelni.
- A kétblokkos Paksi bővítés elengedhetetlen feltétele a terhelés kiegyenlítése és az éjszakai minimális terhelések növelése. A megoldás elmaradásának hatására hozzávetőleg 5 TWh/év termelés-csökkenés jelentkezik a meglévő paksi erőmű működésében, és hozzávetőleg 2 TWh/év termelés-csökkenés jelentkezik a bővítés új blokkjaiban.
- A 7 TWh/év termelés-csökkenés gazdasági értéke olyan nagy, hogy elhanyagolását semmi sem indokolhatja.
- A visszaterhelések minimálisra csökkentése vagy kiküszöbölése a kis terhelésű időszakokban tesz szükségessé beavatkozást. A rendszerterhelés szempontjából szignifikáns nagyságú és szabályozható éjszakai terhelésre lenne szükség.
- A rendszerbe integrálás eszközeinek biztosítani kell a beruházás optimális kihasználását és az elérhető legmagasabb költséghatékonyságot, a teljes nukleáris kapacitás legnagyobb kihasználását. A környezeti hatástanulmányban foglaltak szerint jelenleg **senkinek sem feladata a rendszerbe integrálás** biztosítása.

- Az új blokkok belépésével a rendszerszintű üzemzavari tartalékkapacitások nagysága 700 MW-tal növekszik, mivel a rendszer legnagyobb blokkjának mérete 500 MW-ról 1200 MW-ra növekszik. Biztosításáért a MAVIR Zrt. mint rendszerirányító felel, függetlenül attól, hogy a többlet-tercierkapacításra nem a rendszerirányításhoz és az átviteli hálózat üzeméhez van szükség.

## 5. A tervezett új blokkok hűtése

### 5.1 A hatástanulmány hűtési tervei

A környezeti hatástanulmányt az átláthatatlan információáradatba burkolt ellentmondástömeg jellemzi. Láthatóan a tanulmányt készítők sem mindig voltak tisztában az éppen aktuális elképzeléssel. Az elképzelések változásainak átvezetése nem mindenben volt konzekvens, a hatástanulmány zavarossá vált, és a kapkodás jeleit mutatja. Az írott és grafikus anyagban összekeveredtek a különböző időpontokban keletkezett elképzelések feltételei. A mennyiségre törekvő és a tartalomra kevés energiát fordító szerkesztés miatt a hatástanulmányban sok a töltelékanyag, amelynek egy része alig, vagy egyáltalán nem tartozik a tárgyhoz, más része pedig a korábbi változatokból maradhatott benne.

A hatástanulmányban szereplő ellentmondások és egymással ellentétes állítások arra utalnak, hogy a projektvezető feltehetően elemi szintű minőségbiztosítási rendszert sem működtet.

### 5.2 A biztonsági védőzóna biztosítása

A környezeti hatástanulmány szerint a hűtővízrendszer jelentős részben kívül került az atomerőmű biztonsági védőzónáján.

A hatástanulmány szerint az atomerőmű biztonsági övezetének minimális távolsága 500 méter, amely távolságot az alábbi elemektől, illetve épület-szerkezetektől kiindulva számítják:

- a vízkivételi művek biztonsági hűtővíz-szivattyúházának falaitól,
- a biztonsági hűtővíz-vezetékek csatornáinak falaitól és vezetékeitől,
- a turbinagépház falaitól,
- sóltalanvíz-szivattyúházak falaitól, a keresztirányú villamos galériák falaitól, a reaktorcsarnokok falaitól – beleértve a lokalizációs tornyok falait,
- a dízelgenerátorok földalatti üzemanyagtartályainak szélső pontjaitól,
- a dízelgépházak falaitól, a segédépületek falaitól, valamint
- a két segédépületet összekötő vasbeton csőhíd falaitól.

A környezeti hatástanulmány szerint az atomerőmű biztonsági védőzónáját a korábbi három kilométeres távolságról 500 méterre módosították. A szomszédos települések építési korlátozásainak enyhítését célzó döntés nem vette figyelembe a dinamikus fejlődő drón-technikát, amely már önmagában is új szabályozást igényel. A tervezett új nukleáris blokkok esetében mindenképpen szükség van

olyan szabályozás elfogadására, amely lehetővé teszi a drónok berepülésének korlátozását olyan berendezések közelébe, amelyek a nukleáris berendezések vagy az erőművek folyamatos üzeme szempontjából kulcsfontosságúak. Biztosítani kell a drónok reptetéséhez szükséges frekvenciák ellenőrzését és blokkolásának lehetőségét. A biztonsági intézkedések fontosságát mutatja az is, hogy 2015 szeptemberében több mint ötven Greenpeace-aktivistát ítéltek el Franciaországban, amiért a német határ mellett betörték a fessenheimi atomerőmű területére.

### 5.3 A frissvíz-hűtés kiválasztott változata

A tervezett paksi bővítés vonatkozásában a hűtés összetett kérdés, amelynek megoldása komplex előkészítést tenne szükségessé. A környezeti hatástanulmányban foglaltak szerint külön vizsgálatokban elemezték a paksi telephelyen tervezett, új atomerőműblokkoknál alkalmazható hűtési lehetőségeket, e vizsgálatok azonban nem váltak ismertté.

A vizsgálatok célja az volt, hogy az adott környezeti feltételek között a lehető legjobb műszaki megoldással és hatásfokkal, gazdaságosan megvalósítható és üzemeltethető hűtési módot lehessen választani, mely a tervezett üzemidő alatt végig megfelel a környezetvédelmi előírásoknak. A vizsgálatok eredményei és a kialakult döntés valós indokai azonban nem váltak ismertté. A lehetőségek teljes körét egyébként sem tartalmazó vizsgálatok számszerű eredményei és összehasonlító értékei sem ismertek.

A környezeti hatástanulmányban bemutatottak szerint jelenleg csak a nyitott rendszerű frissvízhűtést vizsgálták.

A környezeti hatástanulmány szerint az elvégzett vizsgálatok eredményei alapján a paksi telephelyen számításba vehető hűtési módok alapvetően **frissvízes hűtésre** és **hűtőtornyos hűtésre** bonthatók. A vizsgálatok részletesen elemezték a meglévő 1-4. blokkok hűtésével azonos elvű, Duna-víz felhasználásával történő frissvízes hűtési rendszer, illetve a Dunától érdemben független, léghűtéses módú, nedves hűtőtornyos hűtési rendszer megoldási lehetőségeit.

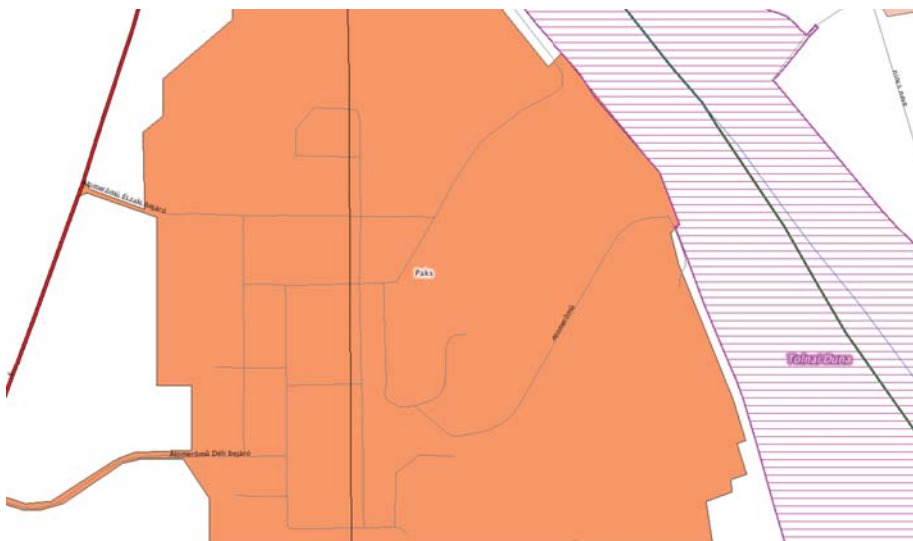
A hatástanulmányban nem vizsgálták a lehetséges hűtési alternatívák teljes körét. A frissvízes és hűtőtornyos hűtés közötti döntést megalapozó feltételeket sem ismerteti a dokumentum. A költséghason-elemzést egy kezdetleges SWOT-táblázat helyettesíti, amely semmilyen szám adatot nem tartalmaz.

A frissvízes hűtés lehetséges megoldásai közül is csak a korábbiakkal megegyező változatot választotta a döntéshozó, de a döntés indoklása is tévedést mutat.

A hatástanulmányban foglaltak szerint a frissvíz-hűtés természeti hatásai szempontjából a Duna-parti vízkivétel esetén egy keskeny sávban Natura 2000 besorolású terület érintett, ami az öblözeti hűtővíz-ellátással szemben további hátrányt jelent.

Ezért az elvégzett vizsgálatok alapján műszaki, gazdaságossági, környezetvédelmi és természetvédelmi szempontokat szem előtt tartva az öblözeti hűtővíz-kiemelést és hűtővíz-ellátást választotta ki a döntéshozó.

A döntés során szem előtt tartott műszaki, gazdaságossági, környezetvédelmi és természetvédelmi szempontokat nem adták meg. A Natura 2000 besorolású terület hivatkozásánál valamilyen félreértés vagy tévedés történt.



5.1 ábra: A Natura 2000 védettségű terület az atomerőmű térségében<sup>18</sup>

A *Természetvédelmi Információs Rendszer* interaktív térképe szerint a parti vízkivételt kizáró, **Natura 2000-besorolású keskeny sáv nem létezik**. Mint ahogy sok más helyen is, az atomerőmű térségében is a Duna vízfelülete tartozik a Natura

<sup>18</sup> Forrás: Természetvédelmi Információs Rendszer

2000-védelem hatálya alá. A valótlán állítással indokolt döntés minden bizonnyal számottevő tervezői előnnyel jár, mert komolyabb munkavégzés nélkül ismét eladhatóvá válnak a korábbi kiviteli tervek.

A korábbiakhoz hasonló rendszerkialakítás azonban több szempontból sem szerencsés. A múlt hibáiból indokolt lenne tanulni, és nem ismételni azokat. Az átfolyás nélküli mellékágban **hordalékcspadként működő hidegvíz-csatorna** kialakítása nem vált be sem Százhalombattán, sem Pakson. A  **folyamatos kotrási igény és feliszapolódás** veszélyének vállalása nem feltétlenül indokolt. Még az országhatáron belül is létesült más megoldás. A meglévő **hidegvíz-csatorna tervezésekor elkövetett hibákat több mint negyedszázada nem küszöbölték ki**. A kisvízi időszak vízellátási nehézségei télen és nyáron egyaránt problémát okozhatnak.

A korábbiakhoz hasonló rendszer kialakítása nem szerencsés a biztonsági követelmények teljesülése szempontjából sem.

#### 5.4 A hűtővízrendszer megfelelő biztonságának hiánya

Az atomerőmű biztonsági filozófiája és biztonsági követelményei valószínűleg eddig sem terjedtek ki a hűtővízrendszerre, és a hatástanulmányban a bővítés új blokkjainak hűtését sem foglalják magukba. A kondenzátorhűtővíz-rendszer egyszeres biztonságú. A hűtővízrendszer hideg vagy meleg ágán bekövetkező üzemzavar vagy baleset egyaránt az egész erőmű egészének működőképességét veszélyezteti.

A hatástanulmányban bemutatott hűtővízrendszer nagy valószínűséggel nem felel meg a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség által kidolgozott atomerőmű-biztonsági és -védelmi követelményeknek.

A hatástanulmányban foglaltak szerint az atomerőmű biztonságát a mélységi védelem elvének alkalmazása szolgálja, ami az üzemzavarok megelőzésére helyezi a hangsúlyt. A mélységi védelem követelményei közé tartoznak:

- konzervatív tervezéssel a balesetek kialakulásának megelőzése
- a normál üzemtől való eltérés megelőzése
- normál üzemtől való eltérés esetén a súlyosbodás megakadályozása, a következmények enyhítése beépített védelmi eszközökkel
- tervezési alapot meghaladó esemény megtörténte esetén megfelelő eszközök és meghatározott intézkedések a következmények csökkentésére.

A hatástanulmányban bemutatott hűtővízrendszerben hiányoznak az eszközök a normál üzemtől való eltérés esetén a súlyosbodás megakadályozására és a következmények enyhítésére. Nincsenek beépített védelmi eszközök.

A hatástanulmány készítőinek elkerülte a figyelmét az egyszeres biztonság kiküszöbölésének szükségessége és lehetősége. A bővítés új blokkjainak hűtése megfelelő kialakítással lehetőséget biztosíthatna az egyszeres biztonságú részek átalakítására és a kétszeres biztonság elérésére minden rendszerelem működésében.

## 5.5 A hűtővízrendszer létesítményei

A környezeti hatástanulmányban foglaltak szerint a meglévő atomerőmű hűtési módjának alkalmazását változtatás nélkül preferálják, annak ellenére, hogy annak lennének javítható elemei. Az új blokkok hűtését az adott helyszín körülményeihez és a Duna vízjárásához illeszkedve kellene kialakítani úgy, hogy az erőmű tervezett élettartamának ideje alatt a hűtés feltételei ne korlátozzák a villamosenergia-termelést, valamint úgy, hogy az erőmű üzemben tartása ne okozzon kényszerű bénítást a térség gazdasági fejlődésében, például a hajózás terén. A tervezett erőmű rendelkezésre állását átmeneti időszakokra sem korlátozó hűtési rendszer kialakítása lenne szükséges.

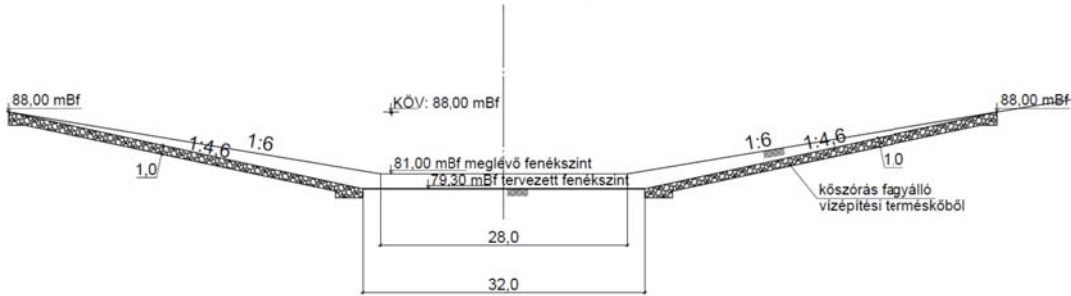
A hatástanulmányban bemutatott hűtővízrendszer létesítményei a következők:

- A bővített hidegvíz-csatorna
- Vízkivételi mű
- Hűtővíz-vezetékek
- A kondenzátor
- Turbina kondenzátorok és hűtésrendszer-hőcserélők
- Meleg víz zárt csatornák
- Szinttartó bukó
- Új nyíltfelszínű, trapéz szelvényű csatorna
- Meglévő, bővített melegvíz-csatorna
- Meglévő energiatörő műtárgy második bevezetési ponttal

## 5.6 A hideg hűtővíz kivezetése a Dunából

A meglévő hidegvíz-csatornát a Paksi Atomerőmű és a Paks II. Atomerőmű blokkjai közösen használják. Szükség van a hidegvíz-csatorna bővítésére, mintegy 1300 méter hosszúságban. A meglévő hidegvíz-csatorna tervezéskor elkövetett hibákat több mint negyedszázada nem küszöbölték ki. A kisvízi időszak vízellátási nehézségei télen és nyáron egyaránt problémát okozhatnak. A hidegvíz-csatorna a rendszer egyszeres biztonságú eleme maradt.

MEGLÉVŐ HIDEGVÍZ CSATORNA BŐVÍTÉS  
minta keresztmetszévénye



5.2 ábra: A meglévő hidegvíz-csatorna bővítés mintakeresztmetszévénye<sup>19</sup>

A meglévő hidegvíz-csatorna alkalmassá tételére a környezeti hatástanulmányban mintegy két méter mélyítést irányoztak elő. Azonban a meglévő atomerőműblokkok folyamatos üzeme közben a medermélyítés és ahhoz kapcsolódóan a meglévő vízkiemelő szivattyútelep-átépítés megvalósíthatósága kétséges. A folyamatos üzem biztonsága az üzemelő létesítményektől függetlenül építhető megoldást tenne szükségessé.

Mivel a Duna vízszintváltozási, medermélyülési trendjei, valamint a vízállás- és vízhozam-tartósságai nem szerepelnek a tervben, a hidegvíz-csatorna mintegy **2 méter mélyítése** az élettartam egészére vonatkozóan **értelmezhetetlen**. A hatástanulmány nem tartalmaz semmilyen számítást vagy indoklást, ami a mélyítés mértékét indokolhatná.

A környezeti hatástanulmányban nem mutatják be a megvalósítás módját, annak hatását a kondenzátorok megbízható üzemére, sem pedig a szükségessé váló korlátozásokat a termelés kiesések és pótlásának költségei miatt.

A hidegvíz-csatorna mélyítése a csatorna évenkénti feliszapolódását és kotrási igényét nem enyhíti és nem küszöböli ki. A hordalékcsapda helyett megfontolandó lenne a vízkivételi művet a Duna főága mellé telepíteni úgy, hogy annak öntisztulását a Duna-áramlás biztosítsa. A Duna-vízszintek megemelése esetén is elhagyható a mélyítés és bővítés.

A hidegvíz biztosításának újragondolása indokolt lenne.

<sup>19</sup> Forrás: Új atomerőművi blokkok létesítése a paksi telephelyen. Környezeti hatástanulmány, 2014.



## 5.7 A meleg hűtővizet visszavezető csatorna

A kondenzátorhűtővíz-rendszeren keresztül átáramoltatott hűtővíz a turbina-kondenzátorokban átveszi a kondenzátorba lépő gőz hőtartalmát. Az elvont hő felmelegíti a kondenzátorban lévő hűtővíz-csövekben átáramoltatott hűtővizet. A hűtővíz kondenzátorban történő felmelegedése méretezési állapotban 8 Celsius fok.

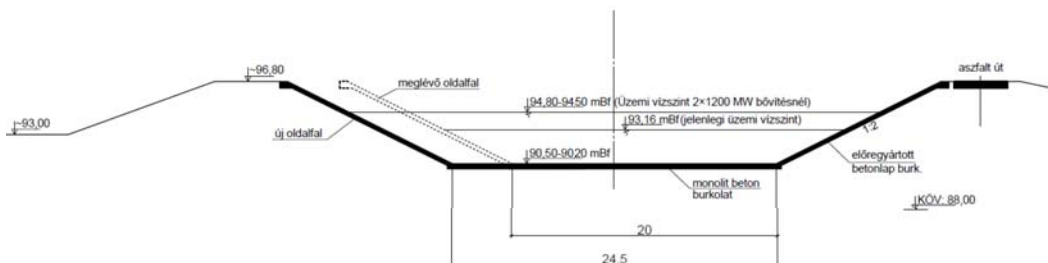
A hatástanulmány a meleg víz visszavezetésére a következő, sok szempontból ellentmondásos, és nem megfelelően indokolt elképzelést tartalmazza:

A szinttartó bukótól a meglévő melegvíz-csatornáig egy új, trapézszelvényű, nyíltfelszínű, vasbeton melegvíz-csatorna szakasz létesítése szükséges egy új nadrágidommal, amely az új blokkok meleg vizét a meglévő melegvíz-csatornára vezeti rá. Az új nyíltfelszínű csatornában a meleg víz gravitációsan folyik a meglévő melegvíz-csatorna felé körülbelül 500 méter hosszú nyomvonalon. Az új nyíltfelszínű csatorna tervezett fenékszélessége 16 méter, a csatorna szélessége 80 méter, a korona szélessége 50 méter, a rézsű meredeksége 1:2, az átlagos vízmagasság körülbelül 2,5-3 méter.

Az új nadrágidom után a felmelegedett hűtővíz a meglévő melegvíz-csatorna megfelelően bővített szelvényén jut el a visszavezető műtárgyig.

A meglévő atomerőmű blokkjainak folyamatos üzeme és rendelkezésre állási biztonsága szempontjából kétséges a melegvíz-csatorna elágaztatását és üzem közben átépítését tartalmazó elképzelés megvalósíthatósága. A folyamatos üzem biztonsága az üzemelő létesítményektől függetlenül építhető megoldást tenne szükségessé.

MEGLÉVŐ MELEGVÍZ CSATORNA BŐVÍTÉSE  
(minta keresztmetszvény az új nadrágidomtól)



5.3 ábra: A meglévő melegvíz-csatorna bővítés mintakeresztmetszvénye<sup>20</sup>

Mint azt a mintakeresztmetszvény mutatja, a melegvíz-csatorna tervezett átépítése a meglévő atomerőmű üzemének valamilyen mértékű korlátozása nélkül nem látszik megoldhatónak. A meglévő atomerőmű üzemének korlátozása a korábbiakban „tabukérdés” volt, mivel az az atomerőmű árbevételét veszélyeztetné. A meglévő csatorna töltései az árvízi fővédvonal részét képezik. Megbontásuk speciális követelmények teljesítését teheti szükségessé.

A környezeti hatástanulmányban nem mutatják be a megvalósítás módját, sem annak hatását a hűtés üzemére, sem a szükségessé váló korlátozásokat a termelés kiesésének és pótlásának költségei miatt. Ugyanakkor a hatástanulmány semmilyen indoklást, számítást nem tartalmaz a csatorna javasolt bővítésének szükségességére vonatkozóan.

Azt is figyelembe kell venni, hogy a melegvíz-csatorna üzemi vízszintjének emelése lehetséges lenne lényegesen egyszerűbben és az üzem fenntartása mellett is. Az üzemi vízszint-emelésnek a rendszer működése szempontjából csak a szinttartó bukó megbízható működése jelent korlátot.

A környezeti hatástanulmányban nem említik meg azt sem, hogy a csatorna nyomvonal a vegyszertároló kazettákat keresztezi, és megvalósíthatósága csak szakszerű lerakóba szállítással teremthető meg. A dokumentum nem említi mindegyiknek a költségeit sem.

<sup>20</sup> Forrás: Új atomerőművi blokkok létesítése a paksi telephelyen. Környezeti hatástanulmány, 2014.

A környezeti hatástanulmány nem ismerteti, hogy a melegvíz-csatorna elágaztatását miért javasolták. Azt sem indokolták, hogy miért javasoltak egy új melegvíz-visszavezetési pontot a jelenlegi megtartása mellett. A jelenlegi visszavezetést négyyszer 440 MW plusz kétszer 1000 MW termelőkapacitás hűtővizének elvezetésére méretezték, tehát akár megfelelhet a bővítés meleg vizének bevezetésére is. A hatástanulmány nem tartalmaz indoklást vagy számítást a két visszavezetési pont szükségességére.

A hatástanulmány szerint az új blokkok belépése után a jelenlegi energiatörőn 100 m<sup>3</sup>/sec, a tervezett új visszavezetési ponton 132 m<sup>3</sup>/sec kerül bevezetésre. Hiányzik a hatástanulmányból annak ismertetése, hogy ezt milyen eszközzel biztosítják. A közös csatornán érkező víz nem így viselkedik. Az elképzelés megalapozottsága hiányzik.

A meleg víz kivezetésének újragondolása indokolt lenne.

## **5.8 A meleg hűtővíz visszavezetése a Dunába**

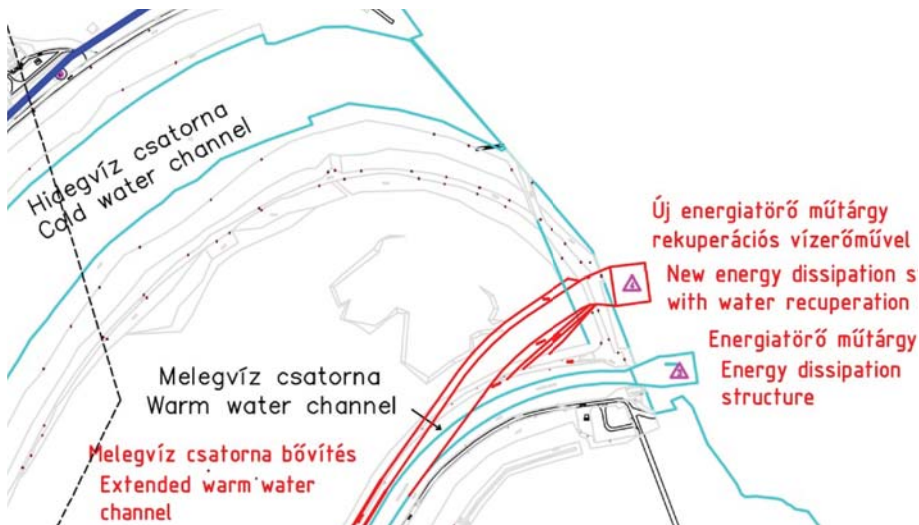
A meleg víz gyors elkeveredését a meglévő és az ismertetésekben bemutatott megoldás nem biztosítja. Az elmúlt évtizedek során készült termo-kamerás felmérések szerint, az adott visszavezetés mellett a Paksi Atomerőmű hűtővizének melegvíz-csövája az országhatárig kimutathatóan megmarad a jobb part mentén. A Sió torkolat alatti szakaszán, Baja térségében a hőmérséklet-különbség nem haladja meg az 1 Celsius fok nagyságot. A hűtővíz-hőcsóva alakulása jelentősen függ a Duna vízhozamától (vízállásától), a kialakuló áramlási kép és az elkeveredés vizsgálata nem hagyatkozhat egyetlen Duna vízállás-vízhozam értékre.

A környezeti hatástanulmány nem tartalmaz a más szennyező anyagok bevezetésénél előírt és szokásos, jobb elkeveredést biztosító intézkedést. Még az országhatáron belül is létesült más erőműnél ilyen megoldás, például a Tisza II. Hőerőműnél.

Tény, hogy a jelenlegi energiatörő állapota kívánnivalókat hagy maga után, és az atomerőmű sok éve nem intézkedett a javításáról. Ha hosszú távon üzemben kívánják tartani, akkor az új visszavezetési pont létesítésétől függetlenül is jó állapotba kell hozni.

Nem tartalmaz a hatástanulmány az új melegvíz-visszavezetésről még méretarányos rajzot sem, és az alapul vett meder adatok is hiányoznak. Ezek nélkül nincs lehetőség áramlási modellezésre a hidegvíz-kivétel és az új melegvíz-visszavezetés térségében. Ezért nem állapítható meg sem a meleg víz visszaforgásának mértéke, sem a visszaforgásnak a hidegvíz-csatorna vízhőmérsékletét emelő hatása.

Félreértés lehet az a koncepció, mely az energiatörő műtárgyat rekuperációs víz-erőművel kombinálja. Az energiát vagy megtörik, vagy kinyerik, normál esetben egyszerre ez nem lehetséges. Az energiatörővel egybeépített víz-erőmű említése tovább rontja a tanulmány egyébként sem magas színvonalát. Feltétlenül át kellene gondolni és át kellene dolgozni.



5.4 ábra: A meglévő energiatörő és az új bevezetési pont helyszínrajza<sup>21</sup>

A hatástanulmány teljes zűrzavart mutat a második visszavezetésre vonatkozó állításaiban:

„A meglévő 4 db blokk és a tervezett 2 db új blokk melegvíz-mennyiségének megfelelően kialakított új energiatörő műtárggyal biztosítható a meleg víz Dunába történő bevezetése.

A második bevezetési pont kialakítása több előnnyel jár a meglévő energiatörő műtárgy bővítésével szemben. A hidegvíz-csatorna, valamint a melegvíz-csatorna torkolata által közrezárt területen történő második bevezetésnél kialakított műtárgy és az abban elhelyezett rekuperációs erőmű alkalmazásával javítható a bebocsátott meleg víz Dunában történő elkeveredése és jelentős mennyiségű villamos energia nyerhető vissza a Natura 2000 területek érintettségének minimalizálása mellett.”

<sup>21</sup> Forrás: Új atomerőművi blokkok létesítése a paksi telephelyen. Környezeti hatástanulmány, 2014.

A hatástanulmány más fejezetei szerint az új blokkok belépése után a jelenlegi energiatörőn  $100 \text{ m}^3/\text{sec}$ , a tervezett új visszavezetési ponton  $132 \text{ m}^3/\text{sec}$  vizet vezetnek be. A hűtővízrendszer ismertetése szerint a teljes vízmennyiséget az új visszavezetési ponton vezetik be. Amennyiben az utóbbi a helyes, minden áramlási modell rossz. Vagy a koncepció, vagy a koordináció hiányzik.

Erős állításnak látszik, hogy a jelenlegivel megegyező energiatörős bevezetés javítja az elkeveredést. Ismert, hogy a parti bevezetés elkeveredési hatása nem túl jelentős.

A hatástanulmány a továbbiakban nem sok szakmai megalapozottságot mutat. Azt állítja, hogy a „második bevezetésnél kialakított műtárgy és az abban elhelyezett rekuperációs erőmű alkalmazásával javítható a bebocsátott meleg víz Dunában történő elkeveredése”. A melegvíz-csatornából a második bevezetésnél csak meleg víz folyik ki. Ha ezt turbinalapátokkal megkeverjük, csak önmagával keveredhet, tehát a hőmérséklete nem változik. Mivel az áramlás energiatartalmát a rekuperációs erőműben körülbelül 90 százalékban kinyerik, ezért a Dunában a meleg víz lényegesen keskenyebb sávban fog lefolyni a jobbpart mentén. Ez azt jelenti, hogy romlik az elkeveredés, és a csóva megnyúlik. Titok maradt, hogy ez miért okozná a Natura 2000-területek érintettségének minimalizálását.

A rekuperációs erőmű létesítése szükségessé teszi a vízszint megemelését, a duzzasztást a melegvíz-csatornában. Ez viszont csak akkor működhet, ha a jelenlegi visszavezetést lezárják, mert különben minden víz a kisebb ellenállás irányában, a jelenlegi energiatörőn fog kifolyni.

A szakszerű áttervezés és a minőségbiztosítás bevezetése elengedhetetlenül és sürgősen szükséges!

## **5.9 A hűtővízrendszer feltételei és problémái – összefoglalás**

- A hűtővízrendszer az eddigiek során sem felelt meg az n-1-biztonság követelményeinek. Példaként említhető a melegvíz-csatorna és az energiatörő műtárgy, melyek üzemzavara az erőmű teljes leállítását okozhatja. Az energiatörő műtárgy javítása sok éve megoldatlan. A hatástanulmányban bemutatott új hűtővízrendszer nagy valószínűséggel nem felel meg sem az n-1-biztonság követelményeinek, sem a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség által kidolgozott atomerőmű-biztonsági és -védelmi követelményeknek. Hiányoznak az eszközök a normál üzemtől való eltérés esetén a súlyosbodás megakadályozása, a következmények enyhítésére. Nincsenek beépített védelmi eszközök.

- A hatástanulmány készítőinek elkerülte a figyelmét az n-1-biztonság megteremtésének és az egyszeres biztonság kiküszöbölésének szükségessége és lehetősége. A bővítés új blokkjainak hűtése megfelelő kialakítással lehetőséget biztosítana az egyszeres biztonságú részek átalakítására és a kétszeres biztonság elérésére.
- A hatástanulmányban nem vizsgálták a lehetséges hűtési alternatívák teljes körét. A frissvizes és hűtőtornyos hűtés közötti döntést megalapozó feltételeket sem ismertették. A költséghaszon-elemzést egy kezdetleges SWOT-táblázat helyettesíti számadatok nélkül.
- A környezeti hatástanulmányban bemutatottak szerint jelenleg csak a nyitott rendszerű frissvízhűtést vizsgálták annak ellenére, hogy az javításra szorulna. Az új blokkok hűtését az adott helyszín körülményeihez illeszkedve kellene kialakítani úgy, hogy az erőmű tervezett élettartamának ideje alatt a hűtés feltételei ne korlátozzák a villamosenergia-termelést, és ne okozzanak bénítást a térség gazdasági fejlődésében, például a hajózás terén.
- A korábbiakhoz hasonló rendszer kialakítása több szempontból sem szerencsés. A múlt hibáiból indokolt lenne tanulni és nem ismételni azokat. A hordalékcspadként működő hidegvíz-csatorna kialakítása átfolyás nélküli mellékágban nem vált be sem Százhalombattán, sem Pakson. A folyamatos kotrási igény és feliszapolódás veszélyének vállalása nem feltétlenül indokolt. Még az országhatáron belül is létesült más megoldás.
- A frissvizes hűtés lehetséges megoldásai közül a korábbiakkal megegyező változatot választották a döntéshozók. A Duna-főág melletti vízkivételt egy valótlan állítással zárták ki: a döntés indoklása tévedést mutat.
- A meglévő hidegvíz-csatorna alkalmassá tételére mintegy 2 méter mélyítést irányoztak elő. Az atomerőmű blokkjainak folyamatos üzeme közben a medermélyítés megvalósíthatósága kétséges. A folyamatos üzem biztonsága az üzemelő létesítményektől függetlenül építhető megoldást tenne szükségessé.
- A Duna vízszintváltozási, medermélyülési trendjeit, valamint a vízállás és vízhozam tartósságait nem adja meg a tanulmány. Ezért a hidegvíz-csatorna mintegy 2 méter mélyítése az élettartam egészére vonatkozóan értelmezhetetlen. A hatástanulmány nem tartalmaz semmilyen számítást vagy indoklást a mélyítés mértékére.

- A meleg víz csatorna elágaztatását és üzem közbeni átépítését tartalmazó elképzelés megvalósíthatósága kétséges. A folyamatos üzem biztonsága az üzemelő létesítményektől függetlenül építhető megoldást tenne szükségessé.
- A jelenlegi energiatörőn 100 m<sup>3</sup>/sec, a tervezett új visszavezetési ponton 132 m<sup>3</sup>/sec vízhozamot vezetnének be. Hiányzik annak az ismertetése, hogy ezt milyen eszközzel biztosítják. Más bekezdés szerint a teljes vízmennyiséget az új visszavezetési ponton vezetik be. Amennyiben az utóbbi a helyes minden áramlási modell rossz. Vagy a koncepció, vagy a koordináció hiányzik.
- Nem tartalmaz a hatástanulmány az új melegvíz-visszavezetésről méretarányos rajzot és mederadatokat sem. Ezek hiányában nincs lehetőség az áramlási modell ellenőrzésére a hidegvíz-kivétel és az új melegvíz-visszavezetés térségében. Ezért nem állapítható meg a meleg víz visszaforgásának mértéke.
- Az energiatörővel egybeépített vízerőmű szakmai paradoxon. Az energiát vagy megtörjük, vagy hasznosítjuk.
- A második bevezetési pont és a rekuperációs vízerőmű ismertetése a szakmai ismeretek hiányát mutatja.
- A hatástanulmányban szereplő ellentmondások és egymással ellentétes állítások arra utalnak, hogy a projektvezető feltehetően elemi szintű minőség-biztosítási rendszert sem működtet.
- A szakszerű átdolgozás és a minőségbiztosítás bevezetése elengedhetetlenül és sürgősen szükséges! Az ország legnagyobb beruházása megérdemelte volna a színvonalas, megfelelően megalapozott előkészítést. A hatástanulmány nem az.

## 6. A hűtés hatásai és ellentmondásai

### 6.1 A hűtővíz-visszavezetés hatósági előírásai

Az átfolyó rendszerű vízű hűtés hatósági előírásai jelenleg elsősorban a hőterhelés mérséklésére korlátozódnak. Az atomenergia használata során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről szóló 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet szerint *„a kibocsátásra kerülő hűtővíz és a bevezetett Duna-víz hőmérséklete közötti különbség nem lehet nagyobb 11 Celsius foknál, illetve +4 Celsius fok alatti Duna víz hőmérséklet esetén 14 Celsius foknál”*.

A kibocsátási ponttól folyásirányban számított 500 méteren lévő szelvény bármely pontján a víz hőmérséklete nem haladhatja meg a 30 Celsius fokot. A vízszennyező anyagok kibocsátásaira vonatkozó határértékekről szóló 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendelet a felszíni vízbe való bevezetésre ugyancsak 30 Celsius fok hőmérsékleti korlátot ír elő.

Az Európai Parlament és a Tanács 2006/44/EK irányelve szerint a hő-kibocsátási ponttól az áramlás irányában a (keveredési zóna szélén) mért hőmérséklet legfeljebb 3 Celsius fokkal lépheti túl a nem érintett terület hőmérsékletét. A hőkibocsátás eredményeként a hőkibocsátási ponttól az áramlás irányában a keveredési zóna szélén a hőmérséklet nem lépheti túl a 28 Celsius fokot. A hőmérsékleti korlátokat az idő két százalékában túl lehet lépni.

Az európai gyakorlat előírásaiban harmadik elemként említhető a kivett víz mennyiségének korlátozása, például az aktuális Duna-vízhozam egyharmad része. A környezeti hatástanulmány dunai hőterhelés-modellezését bemutató mellékletében szereplő 579 m<sup>3</sup>/sec Duna-vízhozam mellett a 232 m<sup>3</sup>/sec vízkivétel minden bizonnyal elvileg is megengedhetetlen. Ilyen arányok mellett az sem valószínű, hogy az elkeveredés megfelelően működik.

Meg kell említeni, hogy a magyar és az európai szabályozás megengedi azt, hogy a területi hatóság az általános rendelkezésben foglaltaktól eltérjen ideiglenes vagy állandó jelleggel.

Minden bizonnyal ennek a következménye az, hogy a környezeti hatástanulmányban ***nem fontos az élővilág-védelmi határértékek betartása***, a hőterhelési korlát betartására ***nem irányoztak elő monitoring rendszert***, csak az önellenőrzési tervben foglaltakra hagyatkoznak.



## 6.2 A hatósági előírások várható változásai

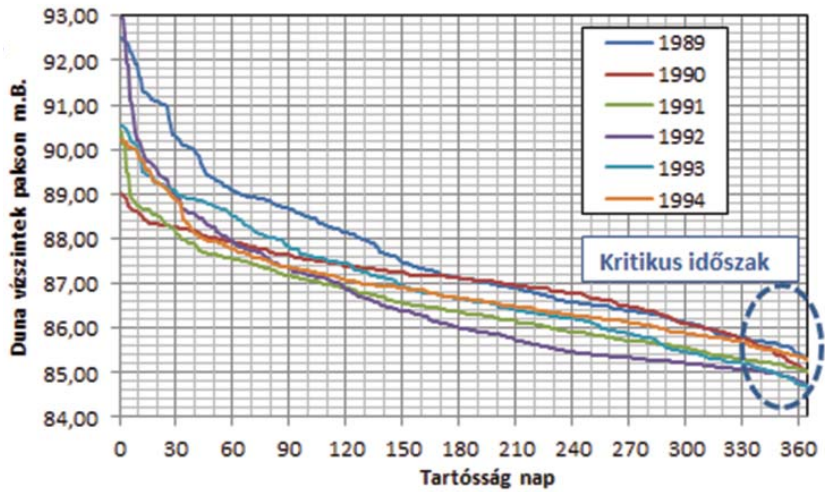
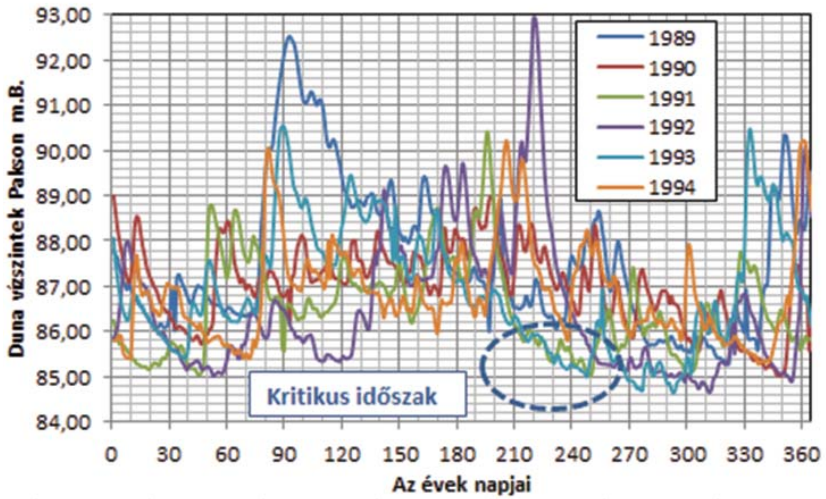
A hőmérsékleti korlátok betartását nehezíti, hogy hosszabb távon számolni kell a természetes felszíni vizek és azok élővilágának védelmére vonatkozó előírások szigorúbbá válásával, és valószínűleg megjelennek a magyar előírásokból ma hiányzó mennyiségi korlátok is. Várhatóan a folyó víz hőmérsékleti csúcértékei emelkednek, a sekély vizű időszak vízszintjei és vízhozama csökkennek.

Az erőműkapacitás-bővítés eredményeként megjelenő hőterhelés következtében minden bizonnyal megnövekedő biológiai hatásokra kell számítani. Ezért nyilvánvalónak látszik, hogy a hőterheléssel kapcsolatos jogi szabályozás tartalmát a jövőben újragondolják. A megengedhető maximális hőmérséklet szabályozásának lehetséges változása jelenti az egyik legnagyobb bizonytalansági tényezőt. A hőmérsékleti korlátok nagy valószínűséggel nem válnak megengedőbbeké. Másrészt a nemzetközi gyakorlatot követve a Duna felhasználható legnagyobb vízhozamát a szabályozás által minden bizonnyal megkötik. Számottevő hatású lehet a maximális víz hőmérséklet helyének előírása is. Ez vonatkozhat a kilépő szelvényre, a melegvíz-csóvára, a vízfolyásra és a plusz 500 méter szelvényre.

## 6.3 A hidrológiai és víz hőmérsékleti alapadatok

A környezeti hatástanulmányból valamilyen okból hiányzik a Duna vízszint-, vízhozam- és víz hőmérséklet-adatainak feldolgozása. Az országos hidrológiai szervezet adatai mellett a Paksi Atomerőmű saját mérései sem kerültek be a hatástanulmány alapját képező feldolgozott adatok közé. Az adatok feldolgozása és ismerete alapján nem válhatott volna az 1500 m<sup>3</sup>/s mértékadó értékke a víz hűtés tervezett feltételei szempontjából.

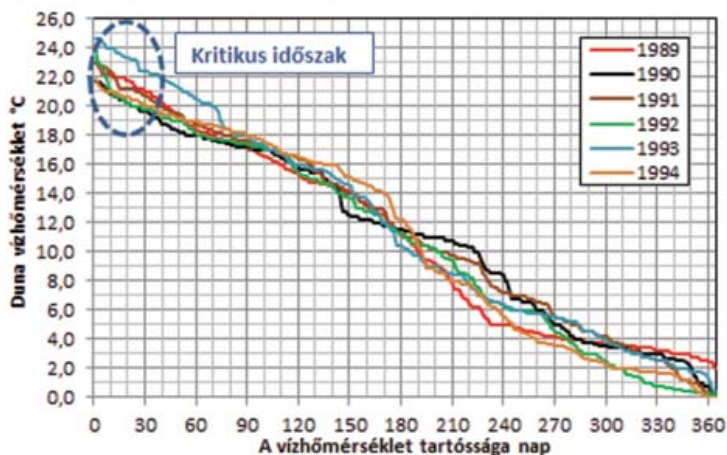
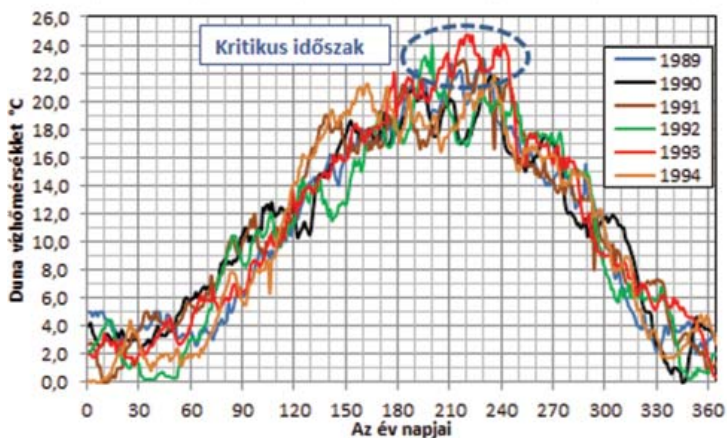
A Paksi Atomerőműnél mért adatok alapján egy kiemelt hat éves időszak, az 1989-1994. közötti évek egyes napjain, a napok időrendi sorrendjében a Duna-vízszintek a következőképpen alakultak:



6.1 ábra: A Duna-vízszintek a napok időrendi sorrendjében és a vízszint-tartósság<sup>22</sup>

A Duna-vízszintek augusztus-októberi, valamint január-februári időszakban a legalacsonyabbak.

<sup>22</sup> Forrás: Paksi atomerőmű

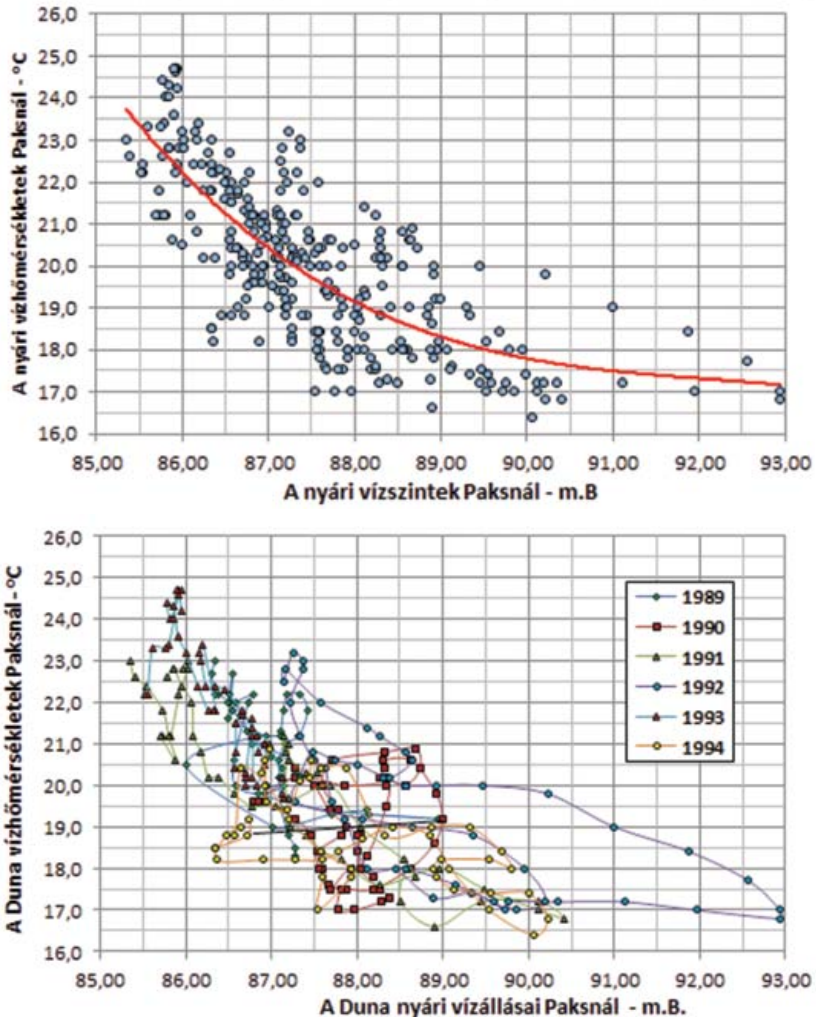


6.2 ábra: A Duna-víz hőmérséklete a napok sorrendjében és a hőmérséklet-tartósság<sup>23</sup>

A Duna-víz hőmérsékleti maximumai a legmelegebb nyári hónapokban július és augusztus folyamán jelentkeznek. A fenti diagram szerint egyes években a vízhőmérséklet nem éri el a 22 Celsius fokot. Más években maximum 5-10 napon, illetve szélsőséges esetben legfeljebb 20-30 napon ér el ilyen értéket a vízhőmérséklet. A határérték-túllépés 22 Celsius fok dunai vízhőmérséklet és 8 Celsius fok hőlépcső esetén jelentkezhet. A 30 Celsius fok feletti melegvíz-kibocsátás és a melegvíz-elkeveredés szempontjából kritikus időszak szélsőséges esetben is legfeljebb 20-30 nap.

<sup>23</sup> Forrás: Paksi atomerőmű

A Paksi Atomerőműnél az 1989. és 1994. közötti évek nyári időszakában mért adatok alapján a július-augusztus időszakban a vízszint csökkenése a vízhőmérséklet emelkedését eredményezi. A látható szórás más meteorológiai tényezők – például a levegő hőmérsékletének – hatására vezethető vissza.



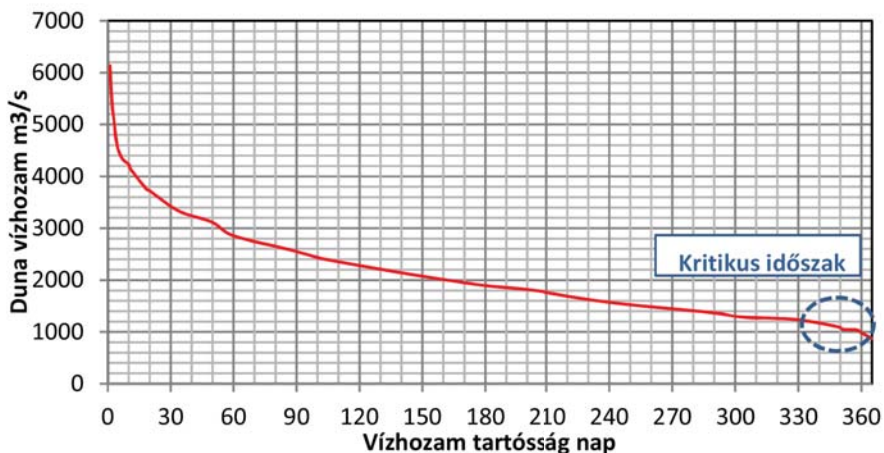
6.3 ábra: A Duna-vízszint – vízhőmérséklet összefüggése nyáron években<sup>24</sup>

24 Forrás: Paksi atomerőmű

Az előbbiek alapján megállapítható, hogy egyértelmű összefüggés tapasztalható a Duna nyári víz hőmérsékletei és víz állásai között. A magasabb víz állás mellett alacsonyabb víz hőmérséklet jelentkezik, ami miatt:

- a 89 m.B és az annál magasabb víz szintek esetén egyetlen esetben sem fordult elő 20 Celsius foknál magasabb víz hőmérséklet,
- a 87,50 m.B és az annál magasabb víz szintek esetén egyetlen esetben sem fordult elő 22 Celsius foknál magasabb víz hőmérséklet.

Egy kiemelt tíz éves időszakban a Duna vízhozam tartóssága a következő ábra szerinti.



6.4 ábra: A Duna átlagos vízhozam tartóssága<sup>25</sup>

A hatástanulmányban alapul vett 1500 m<sup>3</sup>/s Duna vízhozam arra utal, hogy a rendelkezésre álló adatokat nem dolgozták fel megfelelően.

Az 1500 m<sup>3</sup>/s Duna vízhozam és 33 Celsius fok meleg víz kilépő hőmérséklet egyidejűségének nincs valószínűsége. A meleg víz lekeveredésének modellezését ismét el kellene végezni, de a reálisnak és mértékadónak tekinthető értékek alapul vételével.

A meleg víz-elvekedés szempontjából kritikus, legfeljebb 20-30 nap időszak vízhozam-értékei a 870 és az 1200 m<sup>3</sup>/sec tartományba esnek. Ezért a vízűtés tervezett feltételei szempontjából **a mértékadó vízhozam hozzávetőleg 950-1050 m<sup>3</sup>/sec lehet.**

<sup>25</sup> Forrás: Paksi atomerőmű

A fentiek alapján megállapítható, hogy az elkeveredési modellben alapul vett 1500 m<sup>3</sup>/sec lényegesen meghaladja a mértékadónak tekinthető értéket, ami a kritikusnál jóval kedvezőbb állapotot mutat – ezért félrevezető.

***Indokolt a modellezést a realitáshoz közelebbi alapfeltételekkel megismételni,*** vagy több alapul vett vízhozam-értékkel a kritikus tartományt részletesebben megvizsgálni.

## 6.4 A jobb parti melegvíz-bevezetés hatékonysága

A tervezett új jobb parti melegvíz-bevezetés és a jelenlegi bevezetés üzemben tartása nem segíti a gyors elkeveredést. A környezeti hatástanulmányban még említés szintjén sem szerepelnek az elkeveredést segítő és a hőmérsékletkülönbséget csökkentő elképzelések. Más esetben a hatóságok előírják a sodorvonalban a mederfenékre való bevezetést, ahogy azt például a Tisza II. Hőerőmű hűtővíz-visszavezetés esetében is tették.

Pakson a melegvíz-visszavezetési ponttól folyásirányban számított 500 méteren lévő ellenőrzőszelvény bármely pontján a víz hőmérséklete nem haladhatja meg a 30 Celsius fokot. Ez a jelenlegi hűtővízmennyiség mellett és számítási módtól függően teljesíthető. A bővítés belépése utáni állapotnál az elkeveredési zóna határait nem határozták meg, holott itt kellene a hőmérsékleti korlátok betartását ellenőrizni.

A környezeti hatástanulmányban ismertetettek alapján nem vált egyértelművé, hogy a több mint kétszeres hőterhelés esetén a melegvíz-elkeveredésben a tervezett élettartam folyamán mi várható. A bemutatott számítások szerint a kritikus nyári kisvízi időszakban problémát jelenthet a melegvíz-visszavezetés hőmérsékleti korlátainak betartása a jelenlegi 500 méteren lévő ellenőrzőszelvényben.

A jelenlegi bevezetés mellett a meleg víz a teljes magyarországi Duna-szakaszon a jobb part mentén vonul le, függetlenül a Duna vízjárásától. A csóva szélessége nem haladja meg a 100-150 métert, és a meleg víz a felszíntől mért 0,5-1 méter szintközben helyezkedik el. A melegvíz-csóva az országhatárig megmarad: Bajánál még körülbelül 1 Celsius fok. Nincs gyors elkeveredés. A bővítés hatására mind a melegvíz-csóva kiterjedése, mind pedig a környezetéhez képesti hőkülönbsége várhatóan növekedni fog.

A környezeti hatástanulmányban ismertetett új melegvíz-visszavezetési elképzelés szakmailag megalapozatlan, a tartalma és a működése pedig bizonytalan. A melegvíz-bevezetési pontok vízhozama ismeretlen, ezért a modellszámítások eredményei kétségbe vonhatók.

Az elképzelés még a környezeti hatástanulmányban bemutatott áramlási modellek alapján sem látszik szerencsésnek, mert a hidegvíz-csatorna és az új melegvíz-bevezetés közötti kis távolság a meleg víz visszaforgását eredményezheti a hidegvíz-csatornába. A hidegvíz-bevezetésbe visszaforgó meleg víz, különösen kisvíz esetén, megemeli a hűtővíz hőmérsékletét, és tovább rontja az élővilág-védelmi követelmények betarthatóságát. A hidegvíz-csatorna kivétel és az új melegvíz-visszavezetés közeli elhelyezésének hatását és működőképességét a lehetséges üzemi tartomány egészében ellenőrizni kell. A nem megengedhető hatásokat műszaki eszközökkel, például terelőművekkel, ki kell küszöbölni.

## 6.5 Megjegyzések a medermorfológia és hőterhelés-modellhez

Az áramlási- és hőterhelés elkeveredési-modell ismertetése a kezelhetetlenség szintjéig tartalmaz töltelékinformációt. A kitöltő anyag csak elvi szinten kapcsolható a tárgyhoz, gyakorlati jelentősége a projekt működése és hatása szempontjából nincs.

A felhasznált töltelékinformációk többsége láthatóan a Duna-hajózási tanulmányokból származik<sup>26</sup>. Ezek szerepeltetése a hatástanulmányban többségében indokolatlan. Kérdéses, hogy a hajózási tanulmány felhasználása jogszerű volt-e, mivel a hajózási tanulmányt az Európai Unió TEN-T alapja finanszírozta. Szükséges lett volna a környezeti hatástanulmányban rögzíteni, hogy a Paks II. Zrt., vagy az MVM-ERBE a hajózási tanulmány tulajdonosának jóváhagyását megszerezte. A szerzői jogok kérdését bonyolítja, hogy a hajózási tanulmányt irányító VITUKI Nonprofit Kft. jogutód nélkül megszűnt.

Nem csak az adatok, így például a fölösleges földrajzi információk szükségessége vonható kétségbe, hanem a modellek egy része is. Így például valószínűtlen, hogy az 1D-modellek szükségesek. Nem valószínű az sem, hogy a Szob térségének áramlási vagy morfológiai viszonyai a paksi projekt szempontjából lényeges információt jelentenének. A kotrással kialakított Duna-meder és hajóút esetében a morfológia modellezése is fölöslegesnek tűnik. A tanulmány indokolatlanul használ egy sor 1D-, 2D- és kvázi 3D-modellt, melyek közös jellemzője, hogy mindegyik valamilyen ingyenesen letölthető szoftverrel készült, miközben teljes 3D-modellt nem használtak az elkeveredés vizsgálatára. Az elkeveredés 3D-s modellezése azért is hiányzik különösen, mert a 2D-modellek nem képesek egyen-

---

<sup>26</sup> Forrás: A Szob és a déli országhatár közötti Duna-szakasz hajózhatóságának javítása keretében tervezett beavatkozások környezeti vizsgálata, VITUKI, 2009

értékű eredmények szolgáltatására. Mivel nem vált ismertté, hogy az ingyenes szoftverek milyen közelítéseket és egyszerűsítéseket tartalmaznak, a modellek eredményei félrevezetőek lehetnek.

A tanulmány tárgyára szorítkozva egy megfelelően strukturált, áttekinthető anyagra lenne szükség, amelyből ki kellene szűrni az ellentmondásokat.

## 6.6 A hatások értelmezésének ellentmondásai

Valószínűleg a hatások minősítése terén hiányzik az egységes követelményrendszer. A követelményrendszer lazasága eredményezhette a következő összegző megállapítást:

„A Paks II. létesítésének **nincs releváns hatása** sem a Duna kis- és nagyvízszintjeinek, sem áramlási viszonyainak alakulására, sem a Duna medrének változására, illetve **a melegvíz-kibocsátás elkeveredésére**”.

Nem látszik kellően megalapozottnak az az állítás, hogy a Paks II. létesítésének nincs releváns hatása a melegvíz-elkeveredésére. Ez sem a tervezett élettartam egésze folyamán, sem a lehetséges Duna-vízhozamok mindegyike esetében nem lehet valószínű. A megfelelő elkeveredést még pontosítva sem biztosítja az alkalmazott megoldás, a határérték-túllépések nem kiküszöbölhetők.

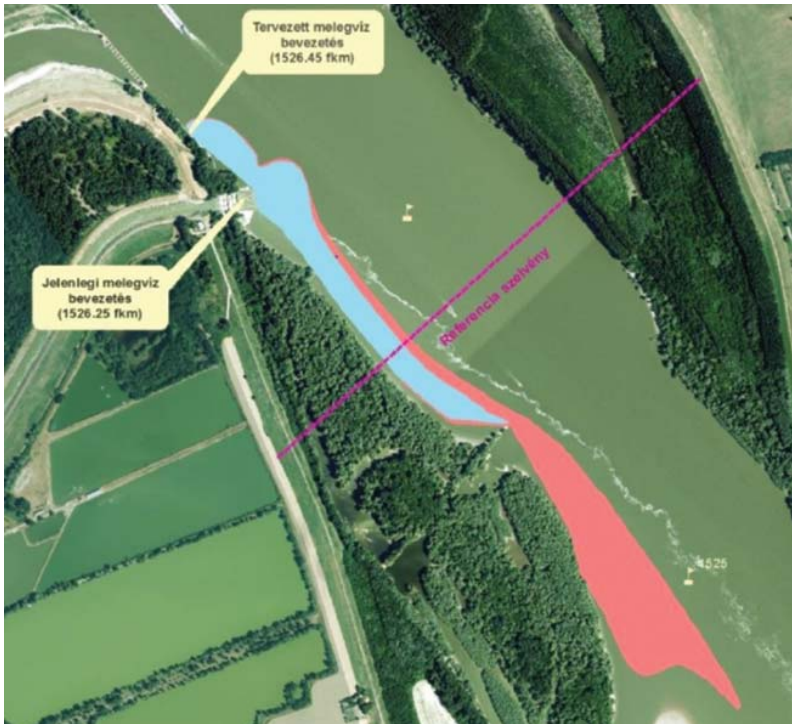
Ugyanebben a fejezetben az előbbi állítás ellenkezője is szerepel:

„Az eredmények alapján megállapítható, hogy a Paksi Atomerőmű és Paks II. együttes hőterhelése esetén a kibocsátott hőmennyiség nagy volumene és az emelkedett háttérhőmérséklet miatt **a határérték az év összes napján várhatóan nem tartható**”.

A környezeti hatástanulmányban bemutatott számítási eredmények azt mutatják, hogy egy mértékadónak tekinthető nyári napon a jelenlegi referenciaszelvényen belül a 30 Celsius fok vízhőmérséklet határérték nem tartható be.

A hatástanulmányban szereplő ellentmondások és egymással ellentétes állítások arra utalnak, hogy nem alakítottak ki egységes követelményrendszert a hatások minősítésére, és minőségbiztosítási rendszer sem működik.





6.5 ábra: A hőcsóva számított, 30 Celsius fok feletti hatásterülete  $1\,500\text{ m}^3/\text{sec}$  Duna és  $100+132\text{ m}^3/\text{sec}$  melegvíz-vízhozam esetén<sup>27</sup>

## 6.7 Beavatkozás határérték-túllépés esetén

A tervezett létesítmény élettartama alatt az élővilág-védelmi előírások betarthatóságát több tényező befolyásolhatja. Meg kellene előzni, hogy az élővilág-védelmi követelmények az évek egyes időszakában betarthatatlan akadályt jelenthessenek a hűtővíz használatában és a létesítmény egészének működésében, mint ahogy az 2014. nyarán a Rhone mentén található atomerőművekben bekövetkezett.

A vízhőmérséklet határérték-túllépés esetére a környezeti hatástanulmány megoldásként **blokkvisszaterhelést és blokkleállítást irányzott elő**, egyértelműen kizárva minden más lehetőséget.

<sup>27</sup> Forrás: Új atomerőművi blokkok létesítése a paksi telephelyen. Környezeti hatástanulmány, 2014.

A visszatérhelés és a blokkleállítás termelőkapacitás-pótlási igényt teremt a villamosenergia-rendszerben. Ennek feltételeit feltehetően nem vizsgálták, és nem is adták meg azokat. Nem becsülhető az ebből eredő többlettartalék biztosításának költsége, a kieső villamos energia pótlása és költsége, valamint a nukleáris blokkok terheléscsökkentésének más korlátai.

A megoldások további ellenőrzésre, átgondolásra szorulnak. A blokkok rendelkezésre állásban megjelenő kockázat, a monitoring-rendszer létesítésének elhagyása, az önellenőrzésre való hagyatkozás, a vízhőmérsékleti határérték-túllépések számottevő valószínűsége, a hidegvíz-csatorna üzemének javítása és a rekuperáció terén tapasztalt halogatási taktika alapján egyértelműen indokolt a hűtési koncepció felülvizsgálata.

A lehetséges károk felméréséhez indokolt annak vizsgálata, hogy miképpen reagálnak a vízi élőlény-együttesek a mértékadó időszakban előálló hőmérsékleti terhelési viszonyokra.

## **6.8 A hűtés hatásai és problémái – összefoglalás**

- A környezeti hatástanulmányban nem fontos az élővilág-védelmi határértékek betartása, és a hőterhelési korlát betartására sem irányoztak elő monitoring-rendszert, csak az önellenőrzési tervben foglaltakra hagyatkoznak.
- A víz hőmérséklete a kibocsátási ponttól folyásirányban számított 500 méteren lévő szelvény egyik pontján sem nem haladhatja meg a 30 Celsius fokot. Az Európai Parlament és a Tanács irányelve szigorúbb: a keveredési zóna szélén a hőmérséklet nem lépheti túl a 28 Celsius fokot. A követelmények szigorúbbá válása és a kivett víz mennyiségére vonatkozó korlátozás megjelenése is várható.
- Az Európai Parlament és a Tanács irányelve szerint a hőmérsékleti korlátokat az idő 2 százalékában túl lehet lépni. Az ebből eredő lehetséges károk felméréséhez indokolt annak vizsgálata, hogy miképpen reagálnak a vízi élőlény-együttesek a mértékadó időszakban előálló hőmérsékleti terhelési viszonyokra.
- A tervezett bővítés belépése után a nyári időszakban a kis és közepes vízhozam-tartományban fennáll az elvi lehetősége annak, hogy nem tarthatók be a vízhőmérsékleti határértékek. A számítási eredmények szerint egy mértékadónak tekinthető nyári napon a jelenlegi referenciaszelvényen belül a 30 Celsius fok vízhőmérséklet-határérték nem tartható be

- A hatástanulmányban szereplő ellentmondások és egymással ellentétes állítások arra utalnak, hogy nem alakítottak ki egységes követelményrendszert a hatások minősítésére, és minőségbiztosítási rendszer sem működik.
- Az áramlási és hőterhelés-elkeveredési modell ismertetése a kezelhetetlenség szintjéig tartalmaz töltelékinformációt. A kitöltő anyag csak elvi szinten kapcsolható a tárgyhoz, gyakorlati jelentősége a projekt működésének és hatásának szempontjából nincs. A felhasznált töltelékanyag az Európai Unió TEN-T alapja által finanszírozott hajózási projektből származnak. Kérdéses, hogy a hajózási tanulmány felhasználása jogszerű volt-e.
- A vízhőmérsékleti határérték-túllépés esetére a környezeti hatástanulmány megoldásként blokkvisszaterhelést és blokkleállítást irányzott elő, egyértelműen kizárva minden más lehetőséget.
- A visszaterhelés és a blokkleállítás rendelkezésre állási hiányt és kapacitáspótlási igényt teremt a villamosenergia-rendszerben. Ennek feltételeit feltehetően nem vizsgálták, és nem becsülhető az ebből eredő többlettartalék biztosításának költsége.
- A hidegvíz-csatorna kivétel és az új melegvíz-visszavezetés közeli elhelyezésének hatását és működőképességét ellenőrizni kell a lehetséges üzemi tartomány egészében. A nem megengedhető hatásokat műszaki eszközökkel ki kell küszöbölni.
- A tanulmány tárgyára szorítkozva, egy megfelelően strukturált, áttekinthető anyagra lenne szükség, amelyből ki kellene szűrni az ellentmondásokat és a szükségtelen töltelékinformáció-tömeget.

## 7. A hűtés lehetséges módosítása

Az elemzések alapján a hűtés terén rugalmas üzemű, költség-hatékony megoldás kidolgozása szükséges, amely képes az éghajlatváltozás, a vízjárás, a kritikus hőmérsékletek változásainak követésére. Biztosítani kell a felmelegedett hűtővíz visszavezetését az élővilág-védelmi előírások betarthatósága mellett.

A vízhűtés terén az alábbi lehetséges irányok valamelyikében lehetne elmozdulni:

- A vízhűtést függetleníteni lehetne az élővilág-védelmi követelményektől, zárt hűtővíz-rendszer, például hűtőtó kialakításával. A **zárt hűtővíz-rendszer** kialakítása az atomerőművekben tőlünk keletre és nyugatra egyaránt szokásos. A mesterséges hűtőtó vizére az élővilág-védelmi követelmények nem vonatkoznak, ezért a vízhőmérsékleti korlátok elsősorban a technológia követelményeihez igazodhatnak.
- A visszavezetésnél a jelenlegi teljesítmény mellett a parti bevezetés és a természetes elkeveredés hatása jelenleg elegendő. A bővítés eredményeként megnövekvő meleg víz mennyisége szükségessé tesz **intenzívebb elkeverési módok** alkalmazását. Ilyenek lehetnek a több ponton történő megosztott bevezetések, vagy a sodorvonalba való bevezetés. Ennek hatékonyságát korlátozhatja a Duna-vízhőmérsékletének emelkedése a klímaváltozás hatására, másrészt pedig a vízhőmérsékleti határértékek csökkenése. Hosszú távon a megoldás hatékonysága korlátozottá válhat, szükségessé válhat további beavatkozás.
- A harmadik lehetőségként a természetes vízfolyáshoz csatlakozó nyitott hűtővízrendszerben javítani lehet a működés kritikusnak tekinthető feltételeit. A vízmélység és a vízhőmérséklet maximuma között összefüggés van. A vízszint emelésével a víz hőmérsékleti csúcsértéke mérsékelhető. Az adott Duna-szakaszon **a vízmélységek növelése** a Duna vízhőmérsékleti csúcsértékeinek csökkentése érdekében egyidejűleg megoldhatja vízkivételi és hajózási problémákat is. A vízszint emelése duzzasztással érhető el. Az elkeveredést a duzzasztást létrehozó létesítmény eszközei, például vízturbinák, lényegesen növelhetik.
- A beruházó elkötelezettsége a vízhűtés mellett a környezeti hatástanulmányban foglaltak alapján egyértelmű. Ezzel szemben nincs vagy nem vált ismertté az, hogy **a hűtőtornyok és a levegő hőelnyelő közegként** való alkalmazásának kizárását mi indokolja. Megfelelő indoklás hiányában kérdéses az, hogy a továbbiakban valóban el lehet-e tekinteni ettől az alternatívától.

A környezeti hatástanulmány alapján egyértelműen megállapítható, hogy **indokolt a hűtési koncepció felülvizsgálata**.

A hűtési rendszer működőképessége és a határértékek betartása szempontjából a következők állapíthatók meg:

- A hűtési koncepció kialakítása során döntő súlyúnak kellene lennie a környezeti, élővilág-védelmi előírások betartásának, illetve betarthatóságának, valamint más oldalról az új kapacitás üzemében a korlátozások kizárásának illetve minimális időtartamúra csökkentésének.
- Az új blokkok hűtését úgy kellene kialakítani, hogy az erőmű tervezett élettartamának ideje alatt a hűtés feltételei ne korlátozzák a villamosenergia-termelést, és az erőmű üzemben tartása ne okozzon kényszerű bénítást a térség gazdasági fejlődésében.
- Jelenleg a hatástanulmányban a nyitott rendszerű frissvíz-hűtést vizsgálják, amelyet a korábbiakhoz hasonlóan alakítanának ki. Ez azonban több szempontból sem szerencsés. A környezeti hatástanulmányban foglaltak főként a meglévő atomerőmű hűtési módjának alkalmazását preferálják változtatás nélkül, annak ellenére, hogy annak lennének javítható elemei.
- A hordalékcsapdaként működő hidegvíz-csatorna kialakítása átfolyás nélküli mellékágban nem vált be. A folyamatos kotrési igény és feliszapolódás veszélyének vállalása nem indokolt. Még az országhatáron belül is létesült más megoldás.
- A meglévő hidegvíz-csatorna tervezésekor elkövetett hibákat több mint negyedszázada nem küszöbölték ki. A környezeti hatástanulmányban előírt medermélyítés és ahhoz kapcsolódóan a vízkiemelő szivattyútelep átépítésének megvalósíthatósága kétséges a meglévő atomerőmű blokkjainak korlátozások nélküli folyamatos üzemében.
- A folyamatos üzem biztonsága az üzemelő létesítményektől függetlenül építhető megoldást tenne szükségessé a hidegvíz kivétele és a meleg víz visszavezetése terén egyaránt.
- A melegvíz-visszavezetési mód nem biztosítja a gyors elkeveredését. Még az országhatáron belül is létesült megfelelőbbnek látszó megoldás más erőműnél. A melegvíz-elkeveredés újragondolása indokolt lenne.

- Hosszabb távon az élővilág védelmére vonatkozó előírások szigorúbbá válásával kell számolni, és valószínűleg megjelennek a magyar előírásokból ma hiányzó mennyiségi korlátok is. Várhatóan a folyó víz hőmérsékleti csúcsértékei emelkednek, a sekély vizű időszak vízszintjei és vízhozama csökkennek.
- Az élővilág-védelmi határértékek és a hőmérsékleti korlát betartására a környezeti hatástanulmányban nem irányoztak elő monitoring-rendszert, csak az önellenőrzési tervben foglaltakra hagyatkoznak.
- Az áramlási feltételek alapján a hidegvíz-csatorna és az új melegvíz-bevezetés közötti kis távolság miatt a hidegvíz kivételbe visszaforgó meleg víz, különösen kisvíz esetén, megemeli a hűtővíz hőmérsékletét, és tovább rontja az élővilág-védelmi követelmények betarthatóságát.
- A környezeti hatástanulmányban foglaltak szerint összességében úgy ítéltető, hogy a tervezett bővítés belépése után, nyári időszakban, a kis és közepes vízhozam tartományában fennáll az elvi lehetősége annak, hogy nem tarthatók be a víz hőmérsékleti határértékek.
- A víz hőmérséklet-határérték túllépése esetére a környezeti hatástanulmány megoldásként blokkvisszaterhelést és blokkleállítást irányzott elő, egyértelműen kizárva minden más lehetőséget. Nem becsülhető az ebből eredő többlettartalék-igény és ennek költsége, a kieső villamos energia pótlása és költsége, valamint a nukleáris blokkok terheléscsökkentésének más korlátai. Az elképzelés nem látszik megalapozottnak.

## 8. A hatósági hiánypótlási kérdések

Az engedélyező hatóságok hiánypótlási felszólításaikban tényfeltáró kérdéseket tettek fel a tervezett atomerőmű-bővítés környezeti hatástanulmányával kapcsolatban. A számunkra ismertté vált reakciók többnyire kitértek a kérdések érdemi megválaszolása elől. A helyzet az együttműködési készség hiányát sugallja. Nem ismert, hogy a különböző hatóságok miként értékelték a kapott válaszokat, de feltehetően nem kerültek közelebb az engedélykérelem egyértelmű elbírálásához.

A hatóságok hiánypótlási felszólításaira adott válaszok közül példaként az alábbiak emelhetők ki:

### a. Továbbra sem egyértelmű a várható hatások keletkezése, időtartama

Lényegesen eltér egymástól az engedélykérelem mellékleteiben bemutatott és a Dr. Aszódi Attila előadásában nyilvánosságra hozott beruházás-ütemezés, ami kizárja a várható hatások keletkezésének és időtartamának megállapítását.

A Dr. Aszódi Attila előadásában közzétett feltételek szerint a hitel 2025-ig áll rendelkezésre. Az EPC-szerződés szerint az orosz félnek 2025-ig kell szerződéses kötelezettségeit teljesítenie. A törlesztést legkésőbb 2026. március 15-ig el kell kezdeni.

A hatástanulmányban szereplő üzembehelyezési időpontok nincsenek összhangban a Dr. Aszódi Attila által közzétett építési, hitellehívási és EPC-szerződés szerinti időpontokkal. A környezeti hatástanulmányba tévedés eredményeképp kerülhetett be az az állítás, mely szerint: „a Nemzeti Energiastratégiában szereplő ütemezésnek megfelelően, a kereskedelmi üzem kezdete 2025. és 2030.”

A Nemzeti Energiastratégia Magyar Közlönyben közzétett és hivatalosnak tekinthető változata (Nemzeti Energiastratégia 2030, Magyar Közlöny 2011. évi 119. szám, 30210 – 30359 p.) egyértelműen írásban rögzítette, hogy: a paksi „**5. és 6. blokk belépési idejét nem határozza meg az Energiastratégia**”. Tehát a kereskedelmi üzem kezdetére vonatkozó állítás nem a Nemzeti Energiastratégiából következik, és nem egyezik meg a projekt előkészítésével és finanszírozásával kapcsolatban közzétett információkkal. Valamilyen okból a környezeti hatástanulmány készítője eltért az Országgyűlés határozatában foglaltaktól.

Az ütemezés zavarai miatt **a benyújtott dokumentációk alkalmatlanok az engedélyezési eljárás lefolytatására**, mert megtévesztőek a várható hatások keletkezése, időtartama szempontjából.

**b. A várható vízhőmérséklet szerint a referenciaszelvény határértéke nem tartható be**

A hatósági hiánypótlási felszólítás szerint be kellett volna mutatni „hogy a kibocsátási pontoktól folyásirányban számított 500 m-es szelvény bármely pontján a befogadó víz hőmérséklete nem haladja meg az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről szóló 15/2001. (VI. 6.) KöM rendelet (a továbbiakban: KöMr.) 10. § (1) bekezdés b) pontjában előírt 30 °C-ot a működő atomerőmű és a Környezethasználó által megvalósítani tervezett atomerőmű együttes üzemeltetése, valamint a Környezethasználó által megvalósítani tervezett atomerőmű önálló üzemeltetése során”.

A hiánypótlási felszólításra adott válaszban **a határérték betartását közvetlenül nem mutatták be**. A kérdésre adandó válasz helyett olyan csúcshűtőről írtak, ami nem képezi az engedélykérelem tárgyát, műszaki és beruházási paraméterei ismeretlenek. Talán nem is létezik.

Miként a környezeti hatástanulmány, a hiánypótlások sem jól strukturáltak. Több egymástól független személy munkájának látszik, akik egymással valószínűleg nem kommunikáltak. Elmaradt az átgondolt, egységes szerkezetbe szerkesztés. Csak a véletlenül múlik egy-egy feltétel megtalálása.

A hiánypótlás más fejezetében visszatértek a hőmérséklet-eloszlás kérdésére. Az ismeretlen alapadatok, az alkalmatlannak látszó számítási módszer és a manipulálnak látszó vízhőmérsékleti trendek ellenére is az látható a hiánypótlásokból, hogy a referenciaszelvényben **a hőmérsékleti határérték nem tartható be sem 1500 m<sup>3</sup>/sec sem 950 m<sup>3</sup>/sec Duna-vízhozam esetén** – szemben a környezeti hatástanulmány megállapításaival.

A környezeti hatástanulmány megállapításainak megalapozottságát alapvetően kérdőjelezi meg a hiánypótlás indoklása, mely szerint a referenciaszelvényre 1500 m<sup>3</sup>/sec Duna-vízhozam esetére számított értékek 950 m<sup>3</sup>/sec vízhozam mellett is mértékadónak tekinthetők, mert jelentősen felkerekített értékek voltak. Tehát **a környezeti hatástanulmány adatai, nem az elvég-**



**zett vizsgálatokból származnak, hanem máshonnan.** A számítások adatainak és módszereinek bizonytalansága mellett nem ismert, hogy hol és milyen kerekítést, becslést alkalmaztak, és ezek milyen mértékben torzították az eredményeket.

#### c. A határérték-túllépés becsült időtartama kétségesnek látszik

Lényeges kérdés lenne a határérték-túllépés időtartama. Azonban annak közelítő számítása alapadataiban sem látszik megbízhatónak, és a számítási eredmények a számítási módszerrel szemben is kétségeket ébresztenek.

**A tartósságok számítását egyetlen év, 2014 napi adataira alapozták.** Nem használták a Paksi Atomerőmű több mint negyedszázados méréseinek adatsorait. A 60 éves élettartamra egyetlen év átszámítással képzett adataiból extrapoláltak.

Az adatsorok korrekt feldolgozása minden bizonnyal kizárta volna azt a hiánypótlásban szereplő állítást, mely szerint a 950 m<sup>3</sup>/sec vízhozamhoz tartozó maximális vízhőmérséklet 20 Celsius fok. Az általános trend szerint a Duna sekélyebb vízállás mellett jobban átmelegszik. A 20 Celsius fok maximális vízhőmérséklet tételezése csak eszköz lehet a határérték betartásának formális igazolásához.

Kétségesnek látszik a hiánypótlásban bemutatott számítási eredmény a magas vízhőmérsékletetek és alacsony vízhozamok egyidejűségéről. Csak egy mérés vízhőmérsékleti adatait használták fel az elemzésben.

Kétséget ébreszt az, hogy a 2014-ben egy napon előfordult hőmérséklet miként válhatott a számításban 0,1 nap/év tartósságúvá.

#### d. Nem mutattak be az elkeveredést javító új energiatörő műtárgyat

Az engedélyező hatóság hiánypótlási felszólításában a meleg víz elkeveredését javító új energiatörő műtárgy bemutatását kérte.

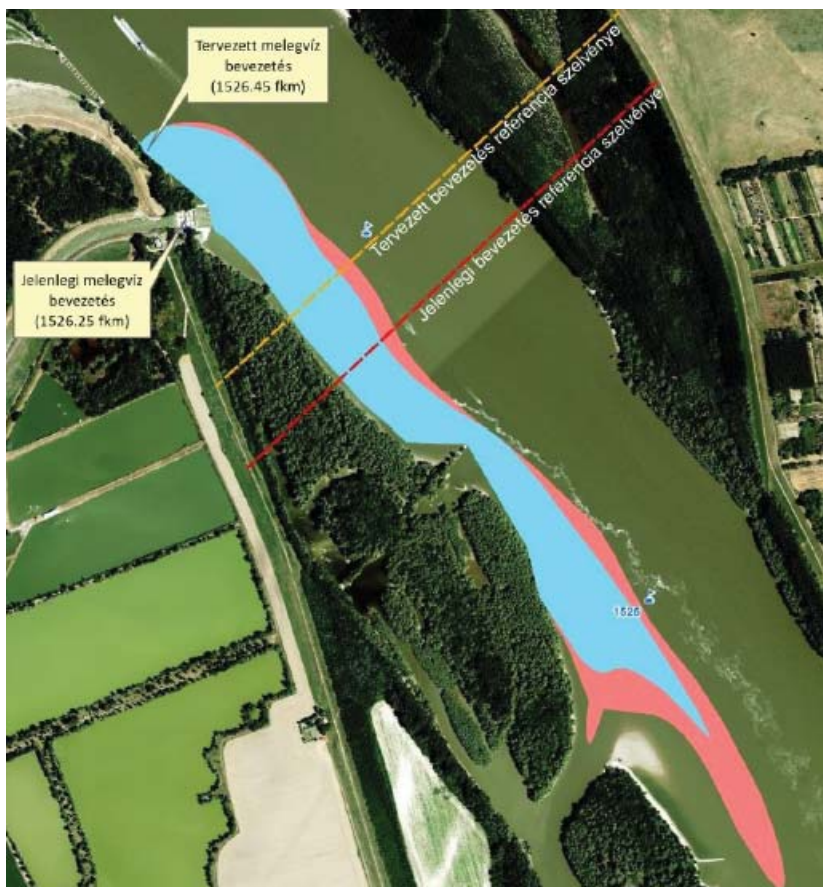
**A hiánypótlási felszólításnak nem tettek eleget.** A korábbi, elkeveredési szempontból kedvezőtlen elképzelést ismételték meg, egy nem teljesen egyértelmű leírás formájában. Az elkeveredést javító, új energiatörő műtárgy leírásán kívül mindent bevetettek: az elkeveredés hajózást akadályozó hatásától az utópisztikus, 2085-ös mértékadó állapotig, ami lényegében ismeretlenként kezelhető. Úgy ítélték meg, hogy a hatósági hiánypótlási felszólítás ellenére sem áll szándékukban még vizsgálni sem egy jobb elkeveredést biztosító műtárgyat.

## e. A hűtővíz hatása a Duna vizére kisvízes állapotokban

A hatósági hiánypótlási felszólítás szerint a „Duna kisvízes állapotaira vonatkozóan is meg kell vizsgálni a bevezetett hűtővíznek a Duna vizére gyakorolt hőmérsékleti hatásait (hőcsóva-számítás, hatásterület-meghatározás). A Hatástanulmány 11. fejezet 11.9.1.4. pontján belül csupán az 1500 m<sup>3</sup>/sec-os mértékadó Duna-vízhozammal számolnak, ennél kisebb mértéket (~1000 m<sup>3</sup>/sec) nem vizsgáltak. A klímaváltozás várható hatásainak vizsgálata során a szélsőséges hőmérsékleti hatások mellett a szélsőséges vízhozam-értékekkel is számolni kell.”

A kiválasztott 950 m<sup>3</sup>/sec-os Duna-vízhozam megfelelőnek ítéltető a további vizsgálatok elvégzésére. A megismételt számításokat azonban nagyszámú elvi és gyakorlati hiba terheli. Néhányat ezek közül kiemelve a következők láthatók:

- A hiánypótlásra adott válasz szerint „a rendelkezésre álló dunai vízhozam és vízhőmérséklet-idősorok vizsgálata azt mutatja, hogy a 950 m<sup>3</sup>/sec-os vízhozamhoz tartozó maximális vízhőmérséklet 20 °C”. „Ennek eredményeképpen a vizsgált összes esetben a Duna vízhőmérséklete a referenciaszelvényben kielégíti a rendeletben meghatározott 30 °C-ot.” Ebből az érvelésből **a 20 Celsius fok maximális Duna-vízhőmérséklet nem igaz**, így az abból levezetett következtetések sem.
- A 20,77 Celsius fok maximális dunai vízhőmérséklet sem reálisabb az előzőnél. A reális vízhőmérséklet esetén a bemutatott ábrák szerint a vízhőmérséklet a referenciaszelvényben minden számított esetben meghaladja a rendeletben meghatározott 30 Celsius fokot. A határérték-túllépés elkerülésének érdekében kiegészítő intézkedések szükségesek.
- Meglepő és valószínűtlen a hiánypótlás állítása, mely szerint a környezeti hatástanulmányban a 1500 m<sup>3</sup>/sec-os Duna-vízhozamra számított tartóssági értékek nem változnak, ugyanis azok jelentősen felkerekített értékek voltak. Mivel a túlbecslés miatt a hatástanulmányban becsült maximális tartóssági értékek kedvezőtlenebbek, ezért javasolják azok mértékadóként való figyelembevételét. Tehát a készítő maga is elismeri, hogy a hatástanulmányban szereplő adatok nem felelnek meg a valóságnak, azokat maga sem tartja igaznak.
- Az információk értelmezéséhez nem adták meg a számítások olyan alapadatait, mint például a vízszintek és részben a vízhőmérsékletek. A klímaváltozás, a meder- és vízszintváltozás következtében ezek egy 60 éves időszakra nem egyértelműek.



- A hiánypótlásban bemutatott hőcsóva 30 Celsius fok feletti hatásterülete (kék: melegvíz-kibocsátás 33 Celsius fok, piros: hőlépcső 8 Celsius fok) – 2032. évi mértékadó állapotra ( $T_{\text{Duna}^f, \text{max}}=26,38 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $Q_{\text{Duna}} = 950 \text{ m}^3/\text{sec}$ , melegvíz-hozam:  $100 \text{ m}^3/\text{sec} + 132 \text{ m}^3/\text{sec}$ ) a következőképpen alakul:

8.1 ábra: A hőcsóva számított, 30 Celsius fok feletti hatásterülete 2032. évi mértékadó állapotra,  $950 \text{ m}^3/\text{sec}$  Duna-vízhozam és  $100 \text{ m}^3/\text{sec} + 132 \text{ m}^3/\text{sec}$  melegvíz-visszavezetés mellett<sup>28</sup>

- A  $950 \text{ m}^3/\text{sec}$  Duna-vízhozamhoz tartozó élővilágvédelmi hatásterület

<sup>28</sup> Forrás: Új atomerőművi blokkok létesítése a paksi telephelyen. Környezeti hatástanulmány, 2014., Hiánypótlás (P2D/601/2014. ügyiratszámú végzés alapján)

lényegesen hosszabb mint a hatástanulmányban bemutatott 1500 m<sup>3</sup>/sec-os vízhozamhoz tartozó hatásterület.

- A számítási módszerek vonatkozásában a felhasznált módszerek közös jellemzője, hogy mindegyik valamilyen ingyenesen letölthető szoftveren alapul. Teljes 3D-modellt nem használtak az elkeveredés vizsgálatára. A hiánypótlásra adott válasz sem tartalmaz egyetlen értéket, ábrát sem, amely azt igazolná, hogy 3D-számítások egyáltalán készültek. Még említés szintjén sem mutatták be sehol a függőleges hőmérséklet eloszlásokat. Nem vált ismertté, hogy az ingyenes szoftverek milyen közelítéseket, egyszerűsítéseket és torzításokat tartalmaznak, ezért a modellek eredményei félrevezetőek lehetnek. Látva azt, hogy még a hatástanulmányban alkalmazott „kerékítések” sem a számítási eredményekből következő megállapításra vezettek, kérdéses, hogy mit jelent az ingyenesen letölthető számítási eszközök és az egymáshoz nem kapcsolódó modellek esetében a „kalibrálás”.
- Ismételten ki kell emelni, hogy a hőmérsékleti korlátok nagy valószínűséggel nem válnak megengedőbbeké. Az Európai Parlament és a Tanács 2006/44/EK irányelve alapján nem zárható ki a 28 Celsius fok hőmérsékleti határérték belépése, különösen a tervezett 60 éves élettartam folyamán.
- A hiánypótlásban használt klímamodellek, melyek 2100-ig 1,8 Celsius fokos globális átlaghőmérséklet emelkedést valószínűsítenek, aligha vannak köszönőviszonyban a valósággal. Ennél még – a csak rendkívül optimista esetben elérhető – globális klímacélok is magasabb értékeket (2 fok) mutatnak. Ennél alacsonyabb klímaváltozásra alapozni a hőterhelési számításokat az álmodozások világába utalja az egész tanulmányt.
- Megjegyzendő az is, hogy a hatástanulmány az új blokkok kiégett fűtő-elemeinek tárolását az erőmű területén valószínűsíti, miközben a hiánypótlás során a hatóság kérdésére adott válasz alapján az engedélykérelem erre a létesítményre nem vonatkozik. Azaz az engedélykérelem nem a valóságban megépíteni tervezett létesítmény-együttest, csupán annak egy részét tartalmazza, ami szintén megkérdőjelezi a hatástanulmányban szereplő vázlat és a tényleges tervek azonosságát.

Az ismertté vált információk azt mutatják, hogy a bemutatott projekt tervezése nem volt megfelelően előrelátó. A projekt semmilyen tartalékkal, vagy rugalmassággal nem rendelkezik az esetleges dunai vízhőmérsékleti határértékváltozások követésére. A szigorúbb határértékek a tervezett erőmű időleges vagy végleges leállítását eredményezhetik.

## Felhasznált források

1. Nemzeti Energiastratégia 2030, Magyar Közlöny 2011. évi 119. szám, 30210 – 30359 p.
2. The World Nuclear Industry Status Report 2015, Mycle Schneider Consulting, Paris- London, July 2015.
3. World Energy Council: World Energy Perspective, Cost of Energy Technologies, London-New York, 2013.
4. Nuclear Energy Agency: The Economics of Long-term Operation of Nuclear Power Plant, OECD 2012. NEA No. 7054.
5. International Energy Agency (IEA) and Nuclear Energy Agency (NEA): Projected Costs of Generating Electricity – 2015 Edition
6. U.S. Energy Information Administration EIA: Updated Capital Cost Estimates for Utility Scale Electricity Generating Plants, U.S. Department of Energy, Washington, April 2013.
7. National Renewable Energy Laboratory (NREL): Cost and Performance Data for Power Generation Technologies, February 2012.
8. International Institute for Applied Systems Analysis: An assessment of the costs of the French nuclear PWR program 1970–2000, Laxenburg, Austria, 2009.
9. Imperial College Centre for Energy Policy and Technology (ICEPT): Cost estimates for nuclear power in the UK, Ref: ICEPT/WP/2012/014, London, August 2012.
10. D. Schlissel, B. Biewald SYNAPSE: Nuclear Power Plant Construction Costs,

Synapse Energy Economics Inc., Cambridge MA, July 2008

11. Simon Taylor EPRG: Can New Nuclear Power Plants be Project Financed? Electricity Policy Research Group, University of Cambridge No. 1118, May 2011.
12. Reuters - Gerard Wynn: Rising costs argue against new nuclear, Reuters, May 2012.
13. D. Rogers GCR: Report claims UK nuclear costs “highest in world” as EDF admits Hinkley Point delay, Global Construction Review, September 2015.
14. Michael Jacobs: New nuclear power in UK would be the world’s most costly, CarbonBrief, Sep 2015.
15. Nuclear Energy Agency: Technical and Economic Aspects of Load Following with Nuclear Power Plants, OECD, Paris, France. 2011.
16. International Atomic Energy Agency: Interaction of Grid Characteristics with Design and Performance of Nuclear Power Plants, Vienna, 1983. IAEA Technical Report Series No. 224.
17. C. Bruynooghe, A. Eriksson, G. Fulli: Load-following operating mode at Nuclear Power Plants (NPPs) and incidence on Operation and Maintenance (O&M) costs. Compatibility with wind power variability, European Commission Joint Research Centre, Luxembourg, 2010.
18. A. Lokhov: Load-following Capabilities of Nuclear Power Plants, Nuclear Engineering International, May 2012. ([www.neimagazine.com](http://www.neimagazine.com))
19. BCG Perspectives: Germany’s Energiewende, The End of Power Market Liberalization? September 2014.
20. W.D. D’haeseleer: Synthesis on the Economics of Nuclear Energy, Study for the European Commission, DG Energy, November 2013. ([https://www.mech.kuleuven.be/en/tme/research/energy\\_environment/Pdf/wpen2013-14.pdf](https://www.mech.kuleuven.be/en/tme/research/energy_environment/Pdf/wpen2013-14.pdf))
21. Fraunhofer ISE: Levelized Cost Of Electricity Renewable Energies, Freiburg, May 2012.
22. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung DIW: Current and Prospective

Costs of Electricity Generation until 2050, DIW Berlin, 2013.

23. Department of Energy and Climate Change DECC: Electricity Generation Costs, DECC London, 2013.
24. V.A. Talebi IAEA: Economic Factors of Baseload vs. Flexible Operation, International Atomic Energy Agency, Paris, France, September, 2013.
25. International Atomic Energy Agency: Status report 108 - VVER-1200 (V-491) (VVER-1200 (V-491)) Vienna, 2011.
26. EPRI: Comparison of Alternate Cooling Technologies for U.S. Power Plants, Economic, Environmental, and Other Tradeoffs, Report 1005358, Palo Alto, California USA, 2004.
27. EPRI: Program on Technology Innovation: Tradeoffs Between Once-Through Cooling and Closed-Cycle Cooling for Nuclear Power Plants, Report 1025006, Palo Alto, California USA, 2012.
28. International Atomic Energy Agency: Efficient Water Management in Water Cooled Reactors, Vienna, 2012. IAEA Nuclear Energy Series No. NP-T-2.6
29. Massachusetts Institute of Technology: An Environmental And Economic Comparison of Cooling System Designs for Steam-Electric Power Plants, Energy Laboratory Report No. MIT-EL 79-037, Cambridge, Massachusetts 1979.
30. Az Európai Parlament és a Tanács 2006/44/EK irányelve (2006. szeptember 6.) a halak életének megóvása érdekében védelmet vagy javítást igénylő édesvizek minőségéről.
31. Dr. Aszódi Attila: A Paksi Atomerőmű hűtése és ennek a Dunára gyakorolt hatása, BME Vízépítési Konferencia, 2014. november
32. Dr. Aszódi Attila: A paksi kapacitás-fenntartási projekt, BME Energetikai szakkollégium, 2014. november
33. Dr. Aszódi Attila: Paks II – versenyképesség és ellátásbiztonság, Hungarian Energy Investors Forum, 2015. március
34. Dr. Aszódi Attila, Boros Ildikó: Atomerőművi hűtővíz rendszerek, Üzemzavari

villamosenergia-ellátás, BME NTI, 2015. március.

35. MAVIR: A Magyar Villamosenergia-rendszer közép- és hosszú távú forrásoldali kapacitás fejlesztése 2014. (MAVIR-RTO-DOK-0011-00-2014-10-01)
36. MAVIR: A Magyar Villamosenergia-rendszer fogyasztói igényeinek előrejelzése 2014. (MAVIR-RTO-DOK-0010-00-2014-10-01)
37. MAVIR: A Magyar Villamosenergia-rendszer Hálózatfejlesztési Terve 2014. (MAVIR-RTO-TRV-0029-00-2014-09-30)
38. MAVIR: Adatpublikáció VER forgalmi adatok. (<http://www.mavir.hu/web/mavir/ver-forgalmi-adatok>)
39. UCTE Üzemviteli Kézikönyv: Teljesítmény- frekvencia szabályozás.
40. UCTE Üzemviteli Kézikönyv: Üzembiztonság, Az (n-1)-biztonság
41. VITUKI: Vízrajzi évkönyv sorozat. Naponkénti vízszint, vízhozam és víz hőmérséklet adatok néhány kiválasztott évre.
42. Paksi Atomerőmű üzemidő hosszabbítása KHT 11. melléklet: A Paksi Atomerőmű hűtővizének a Dunában történő elkeveredés-vizsgálata légi termovizációs mérésekkel 1981 és 2003 között, 2006. ([http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/umweltpolitische/ESPOOverfahren/paks/uvekonzept\\_ung/beilagen/EKT\\_6\\_melleklet\\_v.pdf](http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/umweltpolitische/ESPOOverfahren/paks/uvekonzept_ung/beilagen/EKT_6_melleklet_v.pdf))