

A léghűtő rendszerek számára szükséges pótvíz vízkémiai jellemzői

A párologtatós léghűtési rendszerű, önálló nedves hűtővízkör természetes és mesterséges huzatú hűtőtornyának, valamint a különálló száraz-nedves rendszerű hűtőkör nedves szakaszának a hűtőkörben keringtetett vízminőségi követelménye az alábbi táblázat PT19/MA19 oszlopa szerinti:

	Type Fill material	PT12 / X12	PT19 / MA19
Chloride content Cl ⁻	AISI304	< 200 ppm	Idem
	AISI316L	< 1000 ppm	Idem
	AISI316Ti	< 1000 ppm	Idem
Free Chlorine content Cl ₂		< 3 ppm	Idem
Discontin Cl ₂ (< 5 % time-based)		< 100 ppm	Idem
Sulphate content SO ₄ ²⁻		< 600 ppm	Idem
Suspended solids		< 10 ppm	< 70 ppm
Surface tension		mN/m 72 – 73	Idem
Conductivity		µS/cm < 3000	< 3000
pH	AISI304	6 – 8,5	Idem
	AISI316L	5 – 9	5 – 9
Temperature °C	PVC	< 55°C	< 55°C
	PP	< 70°C	< 70°C
Hardness in °d(H)		Indicative < 15	< 30
Biological Colony Forming Units		CFU/l < 10 ⁶	Idem
Legionella Colony Forming Units		CFU/l < 1000	Idem
COD Chemical Oxygen Demand		mg/l < 50	< 100
Water load R		M ³ /m ² h 8 – 30	5 – 30

5.3.2.3 Nedves hűtővízkör pótvíz előkészítése

A vízelőkészítő feladata a rendelkezésre álló Dunából kivett nyersvíz felhasználásával a hűtőtornyok számára szükséges pótvíz olyan minőségben történő előállítás, amely max. 5x besűrűsödés esetén, a keringtetett hűtővíz vegyszeres kondicionálása mellett teljesíti, a torony számára előzőekben megadott vízminőséget. Ezen cél elérése érdekében a víz karbonát keménységét reprezentáló m-lúgosságot a vízkezelés során 1 mval/l értékre csökkentjük. A keringtetett hűtővíz vegyszeres kezeléséről az 5.2 fejezet tartalmaz további információkat.

A póthűtővíz szükséges mennyisége a természetes huzatú, önálló nedves hűtővízkör esetén. (A megadott kapacitás tartalmazza a segédhűtő rendszer által igényelt pótvíz igényeket is.)

2x 1200 MW teljesítmény esetén: [REDACTED]

2x 1600 MW teljesítmény esetén: [REDACTED]

A szükséges vízminőség elérésére ajánlott technológia meszes előlágítás.

A meszes előlagytási technológia műszaki leírása

A vízkezelő rendszer kapcsolási sémája, a 2 x 1200 MW-os blokk teljesítményhez tartozó megoldás esetén a 6335-DOA-01 számú rajzon látható, a 2 x 1600 MW-os blokk teljesítményhez tartozóan pedig a 6335-DOA-02 rajzon szerepel.

A meszes előlagytás célja, hogy megfelelő vegyszerek adagolásával nyersvízből a lehető legnagyobb mértékben eltávolítsuk a hidrokarbonátokat, a víz szilikát és szerves anyag tartalmát, és a lebegő szennyeződést. A meszes előlagytás során csapadék formájában leválnak a karbonát keménységet okozó sók. A rendszerhez vas-szulfátot is adagolunk. A keletkező vashidroxid csapadék segíti a nagyméretű, jól ülepedő csapadék pelyhek kialakulását, a reaktorokban keletkező csapadék minél tökéletesebb ülepedését.

A vízkezelés lépései:

- Nyersvíz hőfokának a beállítása
- Előlagytás meszes reaktorokban
- m-lúgosság korrekciója kénsav adagolással

Segédfolyamatok:

- Mésztej készítése és adagolása
- Vasszulfát oldat készítése és adagolása
- Technológiai szennyvíz eltávolítása
- Sűrített levegő felhasználás a szükséges helyeken

A nyomással érkező nyersvizet a hűtőtorony medencéjének szintjéről vezérelt szabályzó szerelvényen keresztül a reaktorba vezetjük. Két egyforma teljesítményű reaktor telepítését tervezzük blokkonként, tekintettel a terhelésingadozásra (15-100%). A nyersvizet a két reaktor között egyenlő arányban osztjuk meg, 50%-nál kisebb vízigény esetén csak egy reaktor üzemel.

A reaktorban történik a víz meszes lagytása. A reaktor állóhengeres, alul kúpban végződő tartály. Belsőjében koncentrikusan helyezkedik el a keverőcső és az ezt körülvevő reakciós kamra, amely alul kúposan kiszélesedik. A reaktor felső, lefedett részén, kör alakban helyezkedik el a gyűjtővályú, amelyből az előlagytott víz elvezetése történik. A reaktor felső részébe műanyagból készült TETRAFLOK ülepítő betétet építünk be, amely a lebegőanyag jobb visszatartását célozza.

A reaktor keverő csővébe vezetjük be a nyersvizet, ahol gőz-levegő keverékkel szükség szerint felmelegítjük 18-20°C-ra. A beépített gőz-levegő ejektorok hozzávezetett gőz nélkül is működhetnek, amennyiben a víz hőfoka megfelelő. A keverőtérbe vezetjük be a vegyszereket is. Az ejektorok biztosítják a "mamutszivattyú elv" alapján a derítőben az iszap cirkulációt, és a reakcióelegy tökéletes keveredését.

A külső reakciócsőből forgó mozgással kilépő reakcióelegy felfelé áramlik, az áramlási sebesség csökken, majd a derítő felső részébe beépített gyűjtővályún keresztül a lagytott víz a hűtővíz medencébe áramlik. A reakcióelegy a külső reakciócső alsó részébe beépített terelő lemezeken kilépve intenzív körmozgást vesz fel, amely az ún. "örvényhatás" eredményeként az iszapszemcséket a derítő tengelye felé irányítja, miközben az intenzív forgó mozgás megszünteti a felfelé áramlás egyenlőtlenességét.

Az „ÖRVÉNY” reaktor működését befolyásoló tényezők:

- nyersvíz minősége
- megfelelő mésztej adagolás
- megfelelő pelyhesítő vegyszer (Fe-szulfat) adagolás
- reaktorvíz hőmérséklete
- iszap cirkuláció
- reaktor belső kialakítása, áramlási viszonyok
- reaktor kezelése
- laboratóriumi ellenőrzés.

A vegyszer adagolások a reaktorba vezetett nyersvíz mennyiségével arányosan történnek. Rendkívül lényeges az adagolt vegyszerek koncentrációjának ellenőrzése.

A reaktor iszap a kúpos derítő térben összegyűlik, ahonnan az iszap egy részét naponta leengedjük, másrészt mamutszivattyú segítségével visszakeringtetjük a derítő keverő csővébe. A visszakeringtetett iszapszemcsék kristályosodási gócként szolgálnak, elősegítik nagyobb méretű, jól ülepedő iszapszemcsék kialakulását.

A reaktorból távozó víz pH-ja ~9. Előfordulhat, hogy a víz m-lúgosságát nem sikerül mindig a vállalt értéken tartani, ezért kénsav adagolásával korrigálni kell. A cél érdekében kénsav tároló tartályt és adagoló szivattyút telepítettünk. A lágyvíz vezetékébe keverőelemet építünk be a víz és kénsav jó keveredése érdekében.

Mészellátás

A víz lágyításához mészhidrátból készített mésztejet használunk. A mészhidrátot silóban tároljuk. Innen frekvenciaváltóval ellátott cellás adagoló továbbítja a mésztejet a mésztejkeverőbe. Kb. 3%-s mésztej adagolását javasoljuk. Az oldó víz ennek megfelelően szabályozottan érkezik a mésztejkeverőbe. A mésztejkeverőből adagoló szivattyú szállítja a mésztejet a reaktorba. Az adagolás a vízmennyiség függvényében történik a löketség szám változásával. A víz minőségnek ill. a vegyszer koncentrációjának változását a kezelő a lökettér fogat módosításával tudja korrigálni. Folyamatosan annyi mésztejet kell csinálni a mésztejkeverőben, amennyit az adagoló szivattyú elszállít. A mésztejkeverőt úgy méretezzük, hogy legyen elegendően nagy a tartózkodási idő a mészhidrát oldásához.

Fajlagos mésszükséglet: 270 g CaO/m³

A mésszükségletet a Hundeshaagen tapasztalati képlettel számítottuk (figyelembe véve, hogy a mészhidrátpor átlagosan 60%-os aktív CaO-ra nézve). Pontosabb meghatározása csak laboratóriumi próbálágyítással lehet.

Vasszulfát ellátás

A vasszulfát derítési segédanyag, amely javítja a reaktorban keletkező csapadék ülepedési tulajdonságát. A vasszulfát (FeSO₄ 7H₂O) oldása és tárolása medencében történik. Teltett oldatot kell készíteni, vagyis a medencében oldat és szilárd fázis együtt fordul elő. A vegyszer oldódását levegővel való keveréssel segítjük. A vasszulfát oldat szivattyú nyomásával kerül a bemérő tartályba. Innen adagoló szivattyú szállítja a nyersvíz mennyiség függvényében a reaktorba.

Fajlagos vasszulfát szükséglet: 50 g FeSO₄ 7H₂O /m³

Szennyvíz elvezetés

Jelentősebb mennyiségű szennyvíz a reaktorok iszapolásakor keletkezik. Naponta 180 (1200 MW esetén), illetve 220 (1600 MW esetén) m³/nap 20%-os mészszip keletkezésével lehet számolni blokkonként. A reaktor iszap további kezelésére iszapbesűrítőt és szűrőprést kell beépíteni a szükséges szivattyúkkal együtt. A szűrőpréssből kinyert maradvány hulladékvíz a nyers Duna vízzel együtt a folyamat kezdetére visszavezethető. A szűrőpréssből kikerülő földnedves mészszip nem minősül veszélyes hulladéknak, EWC kódja 19 09 02. Konténerrel elszállítható megfelelő befogadó helyre.

A keletkező mészszip mennyiség:

2x 1200 MW teljesítmény esetén	3,2 t/h	(cca. 19 et/év)
2x 1600 MW teljesítmény esetén	4,2 t/h	(cca. 25 et/év)

Levegőellátás

A vízkezelőnek 0,9-1 bar nyomású technológiai levegőre van szüksége

- reaktorok üzemeléséhez.
- szennyvíz medence, és vasszulfát medence keveréséhez.

A levegőigények kielégítésére 2 db közös légtartályra dolgozó kompresszort telepítünk, melyek közül 1 db üzemel nyomáskapcsolóról vezérelve, 1 tartalék.

Helyigény

A nedves tornyos hűtőrendszer pótvíz ellátására szolgáló meszes előlágítási technológiájú vízelőkészítő berendezés telepítési és elrendezési vázlata a 2 x 1200 MW blokk típus esetén a 6335-DOA-03 sz. rajzon, a 2 x 1600 MW blokk típus esetén a 6335-DOA-03 sz. rajzon látható.

A helyigényekre vonatkozó terület felhasználási adatok az alábbi táblázatban szerepelnek.

Nedves tornyos hűtőrendszer vízelőkészítője	2x1200 MW esetén	2x1600 MW blokk esetén
- épület		
- iszapszivattyú plnce		
- szabad tér		
- tároló kapacitás		

Üzemeltetéshez szükséges személyzet

Mindenkik vízkezelő üzemeltetéséhez műszakonként [REDACTED] szükséges, ezen kívül a nappali műszakban [REDACTED] vegyszeri irányító (minimum vegyész technikus végzettséggel) alkalmazása szükséges.

Üzemeltetési költségek

Az üzemeltetéshez szükséges vegyszer mennyiségeket és villamos energiaigényt az alábbi táblázat tartalmazza, 1m³ termelt vízre vonatkoztatva.

Fajlagos vegyszerfelhasználás		Egységár	Vegyszer ár
Vegyszer	kg/m ³ termelt víz	Ft/kg	Ft/m ³ termelt víz
mészhidrát	0.27		
vasszulfát	0.05		
kénsav	0.005		
polielektrolit	0.0002		
Összesen Ft/m ³			

		Termelt előláglyított víz/blokk			
Fogyasztó	db	1100 m ³ /h	1450 m ³ /h	3900 m ³ /h	5090 m ³ /h
adagoló csiga	2	1.1	1.1	1.1	1.1
mésztej koveró	2	4.4	4.4	4.4	4.4
mésztej adagoló szivattyú	2	3	3	4.4	6
vasszulfát adagoló szivattyú	2	0.74	0.74	0.74	0.74
polielektrolit adagoló szivattyú	2	0.74	0.74	0.74	0.74
kompresszor	1	37	49	65	90
iszap szivattyú	0.3	0.39	0.39	0.66	0.9
nagynyomású iszap szivattyú	0.3	1.65	1.65	2.25	3.3
szűrőprés tisztító szivattyú	0.3	0.45	0.45	0.66	0.9
derített víz szivattyú	2	180	264	264	320
műszerlevegő kompresszor	1	5.5	5.5	5.5	5.5
Összesen kW		234.97	330.97	349.45	433.58
kWh/m ³ termelt víz		0.2136	0.2283	0.0896	0.0852

Berendezés ára

A berendezés vállalkezési ára, mely magába foglalja a következőket:

- tervezés
- építéset
- gépészeti berendezések
- villamos erőátvitel
- irányítástechnika
- szerelés

Beruházási költség	2x1200 MW esetén	2x1600 MW blokk esetén
Nedves tornyos hűtőrendszer vízelőkészítője		

Élettartam

A berendezés áránakeszik ki a szivattyúk, egyéb forgógépek és a műszerezés, melye.....évenként cserélni kell. A berendezés többi részének élettartama 30 év.

5.4 Tornyos utóhűtő frissvíz hűtéshez

Az utóhűtőnek a frissvízes hűtőrendszerbe való illesztését, kapcsolását, szivattyús vezérlését és vízvezetését a MÉLYÉPTERV Zrt. tervezi, amely a II. kötetben szerepel.

Mélyépterv a frissvízes hűtőrendszer vizsgálatát alapesetként $\Delta T=11^\circ\text{C}$ víz felmelegedésre, kiegészítésként $\Delta T=8^\circ\text{C}$ -ra készíti. Az utóhűtőként üzemelő mesterséges huzatú nedves hűtőtornyot ugyanehhez a két esethez dolgozzuk ki.

Az 1127/2010. (V. 21.) Korm. határozat Magyarország vízgyűjtő-gazdálkodási tervéről (VGT) szerint, a hűtővíz kivétel és visszavezetés ökológiai elvei alapján a Dunából kivett melegvíz hőmérséklete T_{max} nem haladhatja meg a 30°C -t, valamint 4°C feletti folyóvíz hőmérsékletnél a hőmérséklet különbség a hidegvízi és a melegvízi oldal között az erőműben (ΔT_{max}) 8°C lehet.

A 30°C -os hűtővíz visszavezetés 11°C felmelegedés mellett 19°C feletti Dunavíz hőmérsékletnél, illetve 8°C felmelegedés mellett 22°C feletti Dunavíz hőmérsékletnél kiegészítő utóhűtéssel betarthatók.

A Dunából kivett, majd a kondenzátorokban felmelegedett víz a sok íkercellás mesterséges huzatú nedves hűtőtornyossal a folyóba való beengedés előtt megengedett hőmérsékletre visszahűthető. A hűtőtornyok átfolyó rendszerűek, és csak az év egy részében üzemelnek.

Méretezési állapotban a teljes vízmennyiség keresztülfolyik a hűtőtornyon, de ha szivattyúzási munka megtakarítás miatt kisebb vízáram folyik a hűtőtornyra az külön intézkedést, szabályozást nem igényel.

Nedves hűtőtorny tervezési adatai, $\Delta T_{\text{max}}=11^\circ\text{C}$

Utóhűtést végző nedves hűtőtorny műszaki adatai, $\Delta T_{\text{max}}=11^\circ\text{C}$		
	2x1200 MW	2x1600 MW
Dunavíz hőmérséklet (nyári csúcs) ($^\circ\text{C}$)		
Kondenzátorba belépő hidegvíz hőmérséklete ($^\circ\text{C}$)		
Kondenzátorból elvonandó hő (MW)		
Kondenzátorból kilépő felmelegedett hűtővíz hőmérséklete ($^\circ\text{C}$)		
Hűtővíz felmelegedése a kondenzátorban ($^\circ\text{K}$)		
Hűtővíz térfogatárama (m^3/s)		
Dunába visszaengedhető víz hőmérséklete		

Utóhűtést végző nedves hűtőtorony méretezési pontja, $\Delta T_{max}=11^{\circ}C$		
	2x1200 MW	2X1600 MW
Hűtendő víz térfogatárama (m ³ /s)		
Hűtendő víz hőmérséklete (°C)		
Lehűtött víz hőmérséklete (°C)		
Méretezési légállapot (nyári csúcs)		
Levegő száraz hőmérséklete (°C)		
Levegő nedves hőmérséklete (°C)		

Kiválasztott hűtőtorony fő méretel és hidraulikus adatai (blokkonként egy torony), $\Delta T_{max}=11^{\circ}C$		
	2x1200 MW	2X1600 MW
cellák száma tornyonként		
Cella hossz		
Cella szélesség		
Teljes hossz		
Teljes szélesség		
Medence pereme talajszint felett		
Belépőcsonk medence pereme felett		
Igényelt nyomás belépő csonknál		
Belépőcsonk		
Ventilátorok száma tornyonként		
Ventilátor átmérője		
Ventilátor motor teljesítménye ventilátoronként		

Nedves hűtőtorony tervezési adatok, $\Delta T_{max}=8^{\circ}C$

Utóhűtést végző nedves hűtőtorony műszaki adatai, $\Delta T_{max}=8^{\circ}C$		
	2x1200 MW	2X1600 MW
Dunavíz hőmérséklete (nyári csúcs) (°C)		
Kondenzátorba belépő hidegvíz hőmérséklete (°C)		
Kondenzátorból elvonandó hő (MW)		
Kondenzátorból kilépő felmelegedett hűtővíz hőmérséklete (°C)		
Hűtővíz felmelegedése a kondenzátorban (°K)		
Hűtővíz térfogatárama (m ³ /s)		
Dunába visszaengedhető víz hőmérséklete		

Utóhűtést végző nedves hűtőtorny méretezési pontja, $\Delta T_{max}=8^{\circ}C$		
	2x1200 MW	2X1600 MW
Hűtendő víz térfogatárama (m ³ /s)		
Hűtendő víz hőmérséklete (°C)		
Lehűtött víz hőmérséklete (°C)		
Méretezési légállapot (nyári csúcs)		
Levegő száraz hőmérséklete (°C)		
Levegő nedves hőmérséklete (°C)		

Kiválasztott hűtőtorny fő méretei és hidraulikus adatai (blokkonként egy torony), $\Delta T_{max}=8^{\circ}C$		
	2x1200 MW	2X1600 MW
cellák száma tornyonként		
Cella hossz		
Cella szélesség		
Teljes hossz		
Teljes szélesség		m
Medence pereme talajszint felett		
Belépőcsonk medence pereme felett		
Igényelt nyomás belépő csonknál		
Belépőcsonk		
Ventilátorok száma tornyonként		
Ventilátor átmérője		
Ventilátor motor teljesítménye ventilátoronként		

A hűtőtorny ismertetése (ld. 6335-CS-330 sz. rajz)

A hűtőtorny kialakítása és felhasznált anyagok hasonlóak a segédhűtő rendszerénél ismertetettel.

A kondenzátorban felmelegedett hűtővíz a hűtőcellákba a pillangószeleppel ellátott felszálló vezetékeken keresztül lép be. A cella belépő csonkjához a cellán belül acél főelosztó vezeték csatlakozik, amelyből műanyag mellékelosztók ágaznak ki. A mellékelosztó csövek és az ezeken elhelyezett hatékony szórásképpel rendelkező vízsórók szórják szét egyenletesen a hűtővizet a hűtőbetét fölött.

A vízelosztó rendszerből kilépő hűtővíz a hatékony, nagy fajlagos felületű PP filmképző betéten lefelé csorogva intenzív hő- és anyagcserét folytat a felfelé áramló levegővel.

A lehűlt hűtővíz a torony alatt elhelyezkedő közös medencében gyűlik össze, ahonnan csővezeték a Dunába folyik vissza.

A vízelosztó rendszer fölött hatékony PP cseppeválasztó van, amely meggátolja a felfelé áramló levegővel elragadott cseppek kijutását a környezetbe.

A levegőt szívóventilátorok szállítják, amelyek járókerekek a kürtő belsőjében elhelyezett kétfokozatú, derékszögű fogaskerék-hajtóművek függőleges kimenő tengelyre vannak ékelve. A hajtóművet a ventilátor kürtőn kívül elhelyezett villamos motor hajtja meg könnyű rugalmas vízszintes tengelyen keresztül. A szívóventilátorok háza szálerősítésű műanyagból készül. A ventilátormotorok vezérlését frekvenciaváltók végzik. A beépítendő szerelvények elektromechanikus működtetésűek, így távműködtetés biztosítható.

A torony és a medencéje monolit vasbeton szerkezetű. A medencetér és a vízzel érintkező vasbetonszerkezet vegyszerálló korrózióvédő bevonattal van ellátva. A vízelosztó szintre a bejutás a födémén levő aknaajtón keresztül lehetséges. A födémre a torony oldal falán elhelyezett acél lépcsőn juthatunk fel.

A hűtőtorony a hazai és külföldi alkalmazásoknál általában elfogadott és szokásos zajkibocsátásra lett méretezve.

Üzemvitel

A hűtőtorony csak az év egy részében üzemel, amikor a Dunavíz hőmérséklete nagyobb, mint 19°C illetve 22 °C. A hűtőtorony úgy van méretezve, hogy nyári csúcshőmérséklet esetén is biztosítsa a max. 30°C-os, a Dunába visszavezethető hűtött vizet. A ventilátorok fordulatszám szabályozásával biztosítható, hogy a visszahűtés mindig csak szükséges mértékű legyen, így energiatakarékos üzem biztosítható.

Lehetséges üzemzavarok

A több cellás mesterséges huzatú nedves hűtőtorony üzembiztonsága a több cellának köszönhetően viszonylag nagy, így megfelel a korszerű atomerőművi berendezésekkel szemben támasztott követelményeknek. Csak az év kis részében üzemel, így a szükséges karban tartás, esetleges tisztítás az üzemén kívüli időben elvégezhető.

- Ha ventilátor közül egy kiesik, bár a hűtőkapacitás csökken, azaz megfelelő vízáram mellett a hőfok szint nő, de a sok ventilátornak köszönhetően ez minimális.
- Vízszóró fejek eldugulása, amely csökkenti a hűtőkapacitást. Több évtizedes tapasztalatunk azt mutatja, hogy egyes vízszórók eldugulásának hatása a hűtőkapacitásra elhanyagolható. Annak valószínűsége, hogy vízszóró dugulás miatt egész területek essenek ki a hűtésből minimális.
- Cella belépő szelep hibája, - ha nem nyitható ki -, esetén a víz a többi cellára áterhelhető, vagy by-passolható.

Vízkezelés, vegyszeradagolás

A hűtőtorony átfolyó rendszerű, így az elpárologott víz pótlására, pótvíz előállításra nincs szükség. A hűtővízhez korrózió- és lerakódás gátlót, díszpergáló szereket, nem kell adagolni. A Dunából kiemelt hűtővíz mire a hűtőtoronyhoz jut, addigra már szivattyúkon, szűrőn csatornán és kondenzátoron folyt át. A vízben lévő lebegőanyag jelentős része már az előző berendezésekben kirakódott, a lerakódásra hajlamos anyagok lerakódtak.

Az a vízminőség, ami a kondenzátorban nem okozott üzemelési problémát, az hűtőtorony üzemét sem befolyásolja károsan. A hűtőtorony csak az év egy részében nyáron üzemel, az év többi részében az algásodásra hajlamos felületek leszáradnak, így valószínűleg az algásodás megakadályozására sem kell biocideket adagolni.

Villamos ellátás és Irányítástechnika

A villamos és Irányítástechnikai berendezések a hűtőtorony közelében felépített villamos épületbe kerülnek elhelyezésre.

Villamos rendszer

A hűtőrendszer működéséhez szükséges tápfeszültségek fogadása és szétosztása a hűtőtorony mellett elhelyezett MCC épület feladata.

- Kisfeszültségű berendezések (0.4kV) a mesterséges huzatú nedves hűtőtorony ventilátorai, valamint a villamos szelepek

Irányítástechnikai rendszer

Az átfolyó rendszer miatt nincs lelszapolás, pótvíz adagolás, így ezek szabályozásáról nem kell gondoskodni. Egy szabályozási feladat van, a hűtött víz hőmérsékletének 30 °C alatt tartása, amit a ventilátorok frekvenciaváltós szabályozásával van megoldva.

A hűtőrendszer méréseinek jelei közvetlenül az erőmű saját DCS berendezéshez csatlakoznak. A mérések segítségével a felhasználói program ellátja a hűtőrendszer vezérlési, szabályozási, és jelzőrendszeri feladatait.

A DCS operátori állomásának működéséhez szükséges jelek közvetlenül a mérőműszerektől boérkező és a beavatkozó szervok felé kimenő huzalozott kapcsolaton keresztül történik.

- Hőmérséklet mérés
 - környezeti levegő hőmérséklete
 - hűtőtorony belépő víz hőmérséklete
 - hűtőtorony kilépő víz hőmérséklete
 - ventilátor motor tekercs hőmérséklete
- Árammérés
 - ventilátor motorok áramfelvétele: EI
- Fordulatszám szabályozás
 - ventilátor fordulatszám szabályozása
- Rezgésmérés
 - Ventilátorok rezgésmérése

Motor lista

2x1200MW blokk utóhűtő nedves torony, $\Delta T_{max}=11^{\circ}C$					
Ssz.	Megnevezés	Darabszám	Névleges teljesítmény	Feszültség	Üzem
1	Hűtőtorony ventilátor motor			400 V	Nyári időszakban folyamatos
2	Szelep hajtómotorok			400 V	Szakaszos

2x1600MW blokk utóhűtő nedves torony, $\Delta T_{max}=11^{\circ}C$					
Ssz.	Megnevezés	Darabszám	Névleges teljesítmény	Feszültség	Üzem
1	Hűtőtorony ventilátor motor			400 V	Nyári időszakban folyamatos
2	Szelep hajtómotorok			400 V	Szakaszos

2x1200MW blokk utóhűtő nedves torony, $\Delta T_{max}=8^{\circ}C$					
Ssz.	Megnevezés	Darabszám	Névleges teljesítmény	Feszültség	Üzem
1	Hűtőtorony ventilátor motor			400 V	Nyári időszakban folyamatos
2	Szelep hajtómotorok			400 V	Szakaszos

2x1600MW blokk utóhűtő nedves torony, $\Delta T_{max}=8^{\circ}C$					
Ssz.	Megnevezés	Darabszám	Névleges teljesítmény	Feszültség	Üzem
1	Hűtőtorony ventilátor motor			400 V	Nyári időszakban folyamatos
2	Szelep hajtómotorok			400 V	Szakaszos

Beruházási költségek és üzemeltetési adatok

A hűtőrendszer beruházási költségeinek részletezése az alábbi táblázatokban található, mindkét vízhőmérséklet növekedéshez tartozó utóhűtő rendszerhez tartozóan.

A feltüntetett árak NETTÓ árak, nem tartalmazzák az ÁFÁ-t. Kezelését a fő hűtőrendszer üzemeltetői személyzete végezheti, többlet kezelői létszám igényt így nem jelent.

Beruházási költség, mFt - $\Delta T_{max}=11^{\circ}C$			
	2 x 1200MW	2 x 1600MW	Megjegyzés
Gépészeti tervezés	██████	██████	Hűtőtorony technológiai rész, szivattyúk, szelepek, csövezés, villamos részek tervezése
Építészeti tervezés	██████	██████	Hűtőtorony betonszerkezet, medence, szivattyú akna, villamos és vegyszeradagoló épület
Építőszet	██████	██████	Hűtőtorony, hűtővíz medence, szivattyúk szívó aknája, villamos és vegyszeradagoló épület
Hűtőtorony technológiai rész	██████	██████	Hűtőbetét, vízelosztó rendszer, cseppeleválasztó, fúvókák, zsilipek, vegyszeradagoló, részáramszűrő stb.
Ventilátoros gépcsoportok,	██████	██████	Ventilátor, hajtómű motor
Villamos berendezések, műszerek	██████	██████	Kábelek, kábeltálcák, műszerek (a hűtőrendszer szabályozása az erőmű saját DCS-vel történik)
Fővezeték a kondenzátor a hűtőtorony és Duna között	██████	██████	Vezeték és telepítése
Szerelés és üzembe helyezés	██████	██████	Hűtőrendszer szerelése és üzembe helyezése
Teljes beruházás:	██████	██████	

Üzemeltetési és karbantartási adatok	2 x 1200MW	2 x 1600MW	Megjegyzés
Hűtőrendszer villamos önfogyasztása	████████████████████	████████████████████	
Hűtőrendszer vízkészlet használata	████████████████████	████████████████████	
Hűtőrendszer éves karbantartása	████████████████████	████████████████████	

Beruházási költség, mFt - $\Delta T_{max}=8^{\circ}C$			
	2 x 1200MW	2 x 1600MW	Megjegyzés
Gépészeti tervezés	██████	██████	Hűtőtorony technológiával rész, szivattyúk, szelepek, csővezetés, villamos részek tervezése
Építészeti tervezés	██████	██████	Hűtőtorony betonszerkezet, medence, szivattyú akna, villamos és vegyszeradagoló épület
Építészeti	██████████	██████████	Hűtőtorony, hűtővíz medence, szivattyúk szívó aknája, villamos és vegyszeradagoló épület
Hűtőtorony technológiával rész	██████	██████	Hűtőbetét, vízelosztó rendszer, csepplévasztó, fűvókák, zsilipek, vegyszeradagoló, részáramszűrő stb.
Ventilátoros gépcsoportok,	██████	██████	Ventilátor, hajtómű motor
Villamos berendezések, műszerek	██████	██████	Kábelek, kábeltálcák, műszerek (a hűtőrendszer szabályozása az erőmű saját DCS-vel történik)
Fővezeték a kondenzátor a hűtőtorony és Duna között	██████	██████	Vezeték és telepítése
Szerelés és üzembe helyezés	██████	██████	Hűtőrendszer szerelése és üzembe helyezése
Teljes beruházás:	██████████	██████████	

Üzemeltetési és karbantartási adatok	2 x 1200MW	2 x 1600MW	Megjegyzés
Hűtőrendszer villamos önfogyasztása	██████████	██████████	
Hűtőrendszer vízkészlet használata	██████████	██████████	
Hűtőrendszer éves karbantartása	██████████	██████████	

6 Környezeti kapcsolódás, környezetvédelem (III. kötetben szerepel)

A Paksi Atomerőmű Zrt. területén létesítendő új blokkok hűtési lehetőségeinek vizsgálatára elkészített döntés előkészítő tanulmány környezeti kapcsolódást és környezetvédelmet ismertető fejezetét, a tanulmányban kidolgozott frissvíz és tornyos hűtési megoldásra vonatkozóan GEA EGI Zrt. alvállalkozójaként az PÖYRY ERŐTERV Zrt. készítette el, melynek részletes dokumentációja a tanulmány III. kötetében található.

7 Üzemeltetési stratégia

7.1 Fő hűtőrendszer

7.1.1 Tervezett élettartam, karbantartás

A természetes huzatú nedves hűtőrendszer tervezett élettartama 60 év.

Mivel a hűtőrendszer igen nagy százalékban passzív elemekből áll (torony, kondenzátor, technológiai rész) ezért a természetes huzatú nedves hűtőrendszer karbantartási igénye alacsony. A természetes huzatú rendszernél, a hűtőrendszer ellenőrzése és karbantartása üzem közben is lehetséges.

- **Felületi kondenzátor:** amennyiben a kondenzátor fel van szerelve Tapproge rendszerrel akkor biztosítható a kondenzátor csövek folyamatos üzem közbeni tisztítása. Ha nincs Tapproge rendszer, akkor évente egyszer, de akár többször is célszerű a kondenzátor csöveit tisztítani.
- **Természetes huzatú beton torony, medencével:** A betontorony a hűtővízzel közvetlenül érintkező belső felülete megfelelő bevonattal van ellátva. Ezen védőréteg időszakos vizsgálata javasolt legalább minden 5. évben a tervezett leállások alkalmával, és ha szükséges javítani kell. Az esetleges betonsérüléseket (korróziót) is ilyenkor lehet javítani.
- **Hűtőtornyos vízelosztó rendszer, zsilipek, technológiai rész:** A vasbeton felszálló akna és elosztó csatornák ellenőrzése a tervezett leállásnál. A vízsóró fejek üzem közbeni ellenőrzése szemrevételezéssel, tervezett leálláskor cseréje, ha szükséges. A hűtőbetét és cseppeválasztó ellenőrzése, ha szükséges cseréje. A hűtőbetétet [REDACTED] szükséges teljesen kicserélni. A vízelosztó rendszer elektromos meghajtású zsilipeit a téli üzem előtt ellenőrizni kell (mechanika zsírása, próbamozgatás, elektromos vezetékek szemrevételezése).
- **Kerlíngető hűtővíz szivattyúk, szelepek:** A szivattyúk, motorok csapágyait a tervezett leálláskor szükséges ellenőrizni, ha kell cserélni.
- **Műszerezés:** Időnkénti ellenőrzés szükséges.

7.1.2 Ellátás biztonság, üzemviteli jellemzők

- **Ellátás biztonság**

Normál üzemvitel esetén az egész hűtőrendszer egyetlen folyamatosan mozgó berendezése a hűtővízszivattyú. Mindkét blokk nagyságánál [REDACTED] párhuzamosan kapcsolt szivattyú van blokkonként. Az alkalmazott szivattyúk kialakítása, műszaki paramétereit a magas üzembiztonság figyelembevételével történik.

Amennyiben a hűtővíz szivattyúk közül egy kiesik, akkor a fennmaradó szivattyúk elégséges vizet keringetnek a rendszerben, hogy az működőképes maradjon.

A természetes huzatú nedves hűtőtornyok csekély pótvízigénye minden körülmények között biztosítható, még a Duna legalacsonyabb vízállásánál is.

Mivel a természetes huzatú hűtőtornyok kéményhatása minden üzemi állapotban rendelkezésre áll, ezért a megfelelő légáramoltatás állandóan biztosítva van.

A hűtőtornyok üzemét extrém időjárási körülmények sem befolyásolják. Pl. homokvihar esetén a homok először az esőtérbe kerül, ahol a levegőből „kimosódik”, majd a medencében leülepszik. A hőcserélő felületére (hűtőbetétre) nem kerül rá.

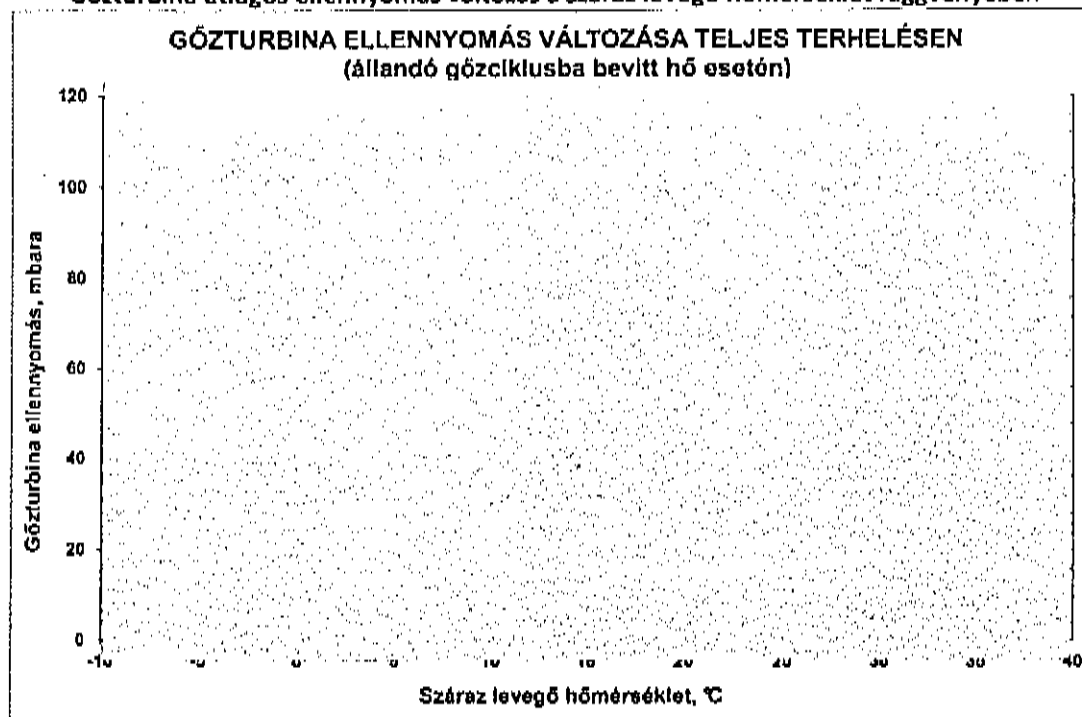
- **Üzemviteli jellemzők**

A természetes huzatú nedves hűtőtorny az aktuális légköri paramétereknek megfelelően (hőmérséklet, légnyomás, páratartalom) képes lehűteni a gőzturbinák kondenzátoraiból érkező meleg vizet. A hűtőtornyból érkező hidegvíz a sorosan kapcsolt kondenzátor testekbe jut, ahol az egyes kondenzátor testekben felmelegszik és az aktuális meleg víz hőmérsékletnek megfelelő ellennyomások alakulnak ki az egyes kondenzátor szegmensekben.

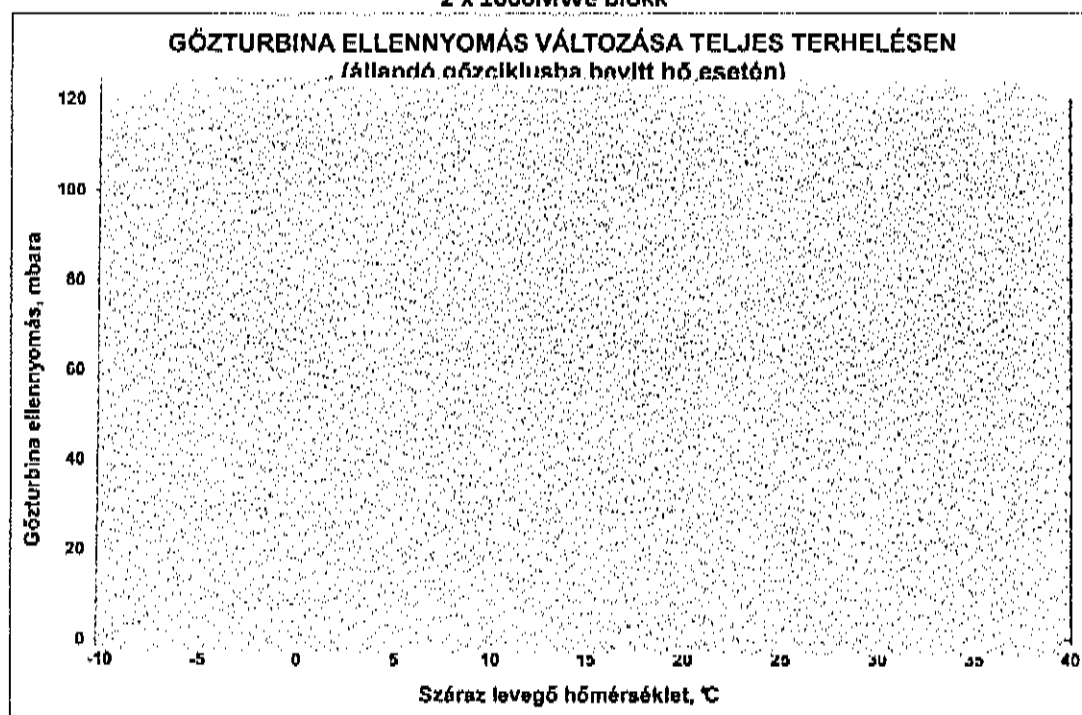
A következő diagramokon az átlagos kondenzátornyomás (turbina ellennyomás) változása, a turbina generátor teljesítmény változása és a hűtőrendszer önfogyasztása és pótvíz felhasználása látható a száraz levegő függvényében. A levegő nedvesség tartalma (relatív páratartalma) figyelembe lett véve úgy, hogy az adott száraz levegő hőmérsékletéhez az átlagos relatív páratartalom lett társítva.

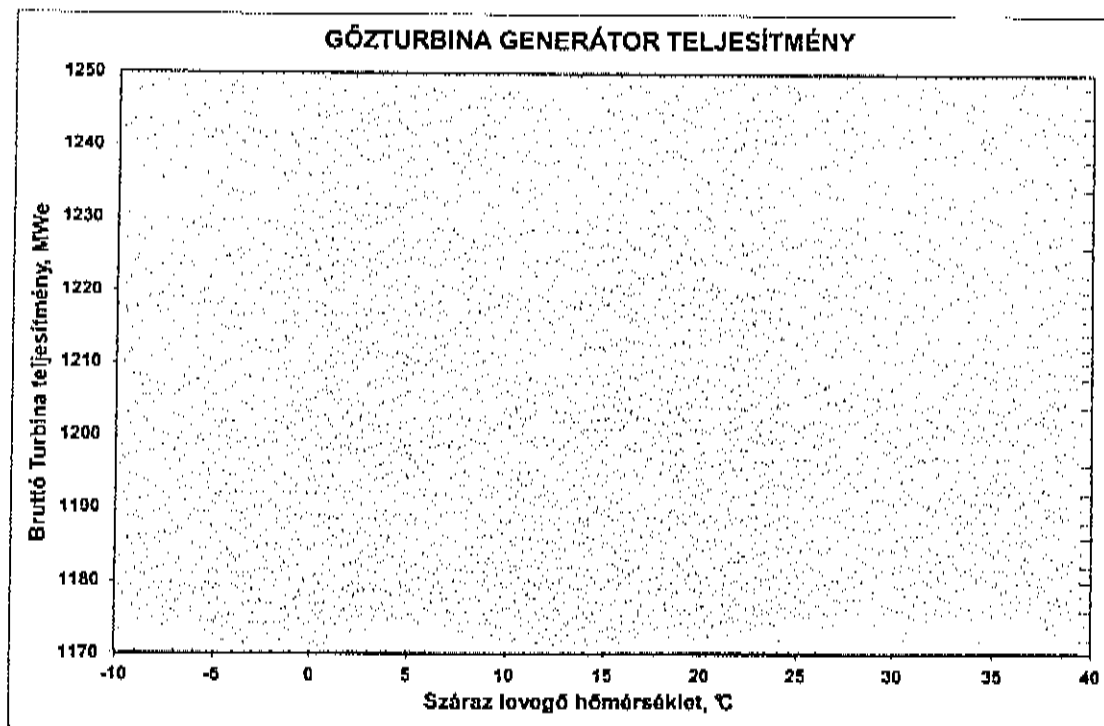
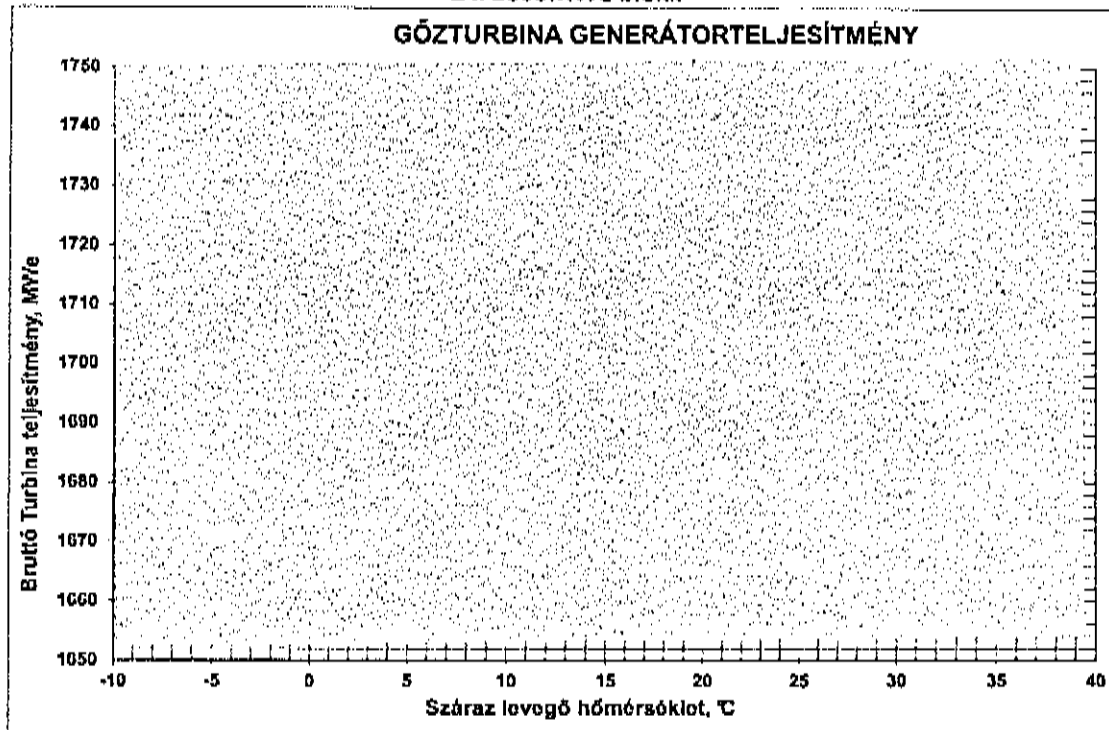
2 x 1200MWe blokk

Gőzturbina átlagos ellennyomás változás a száraz levegő hőmérséklet függvényében



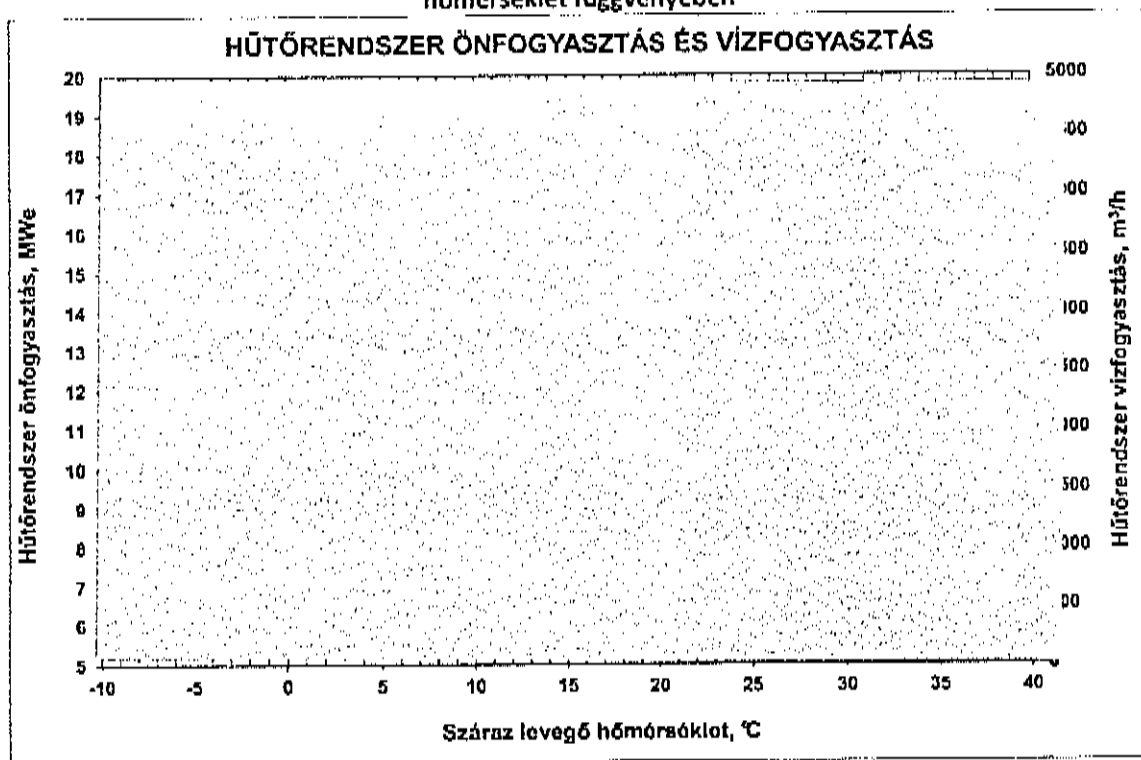
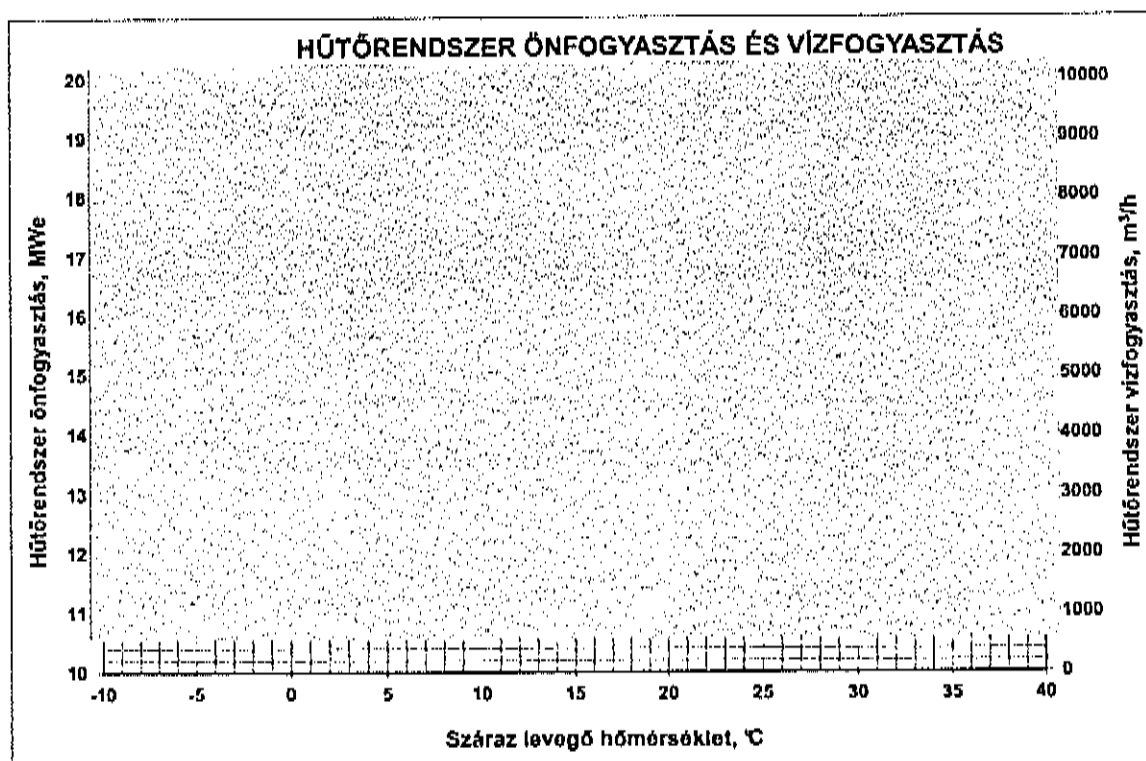
2 x 1600MWe blokk

GŐZTURBINA ELLENNYOMÁS VÁLTOZÁSA TELJES TERHELÉSEN
(állandó gőzciklusba bevitt hő esetén)

2 x 1200MWe blokk**Gőzturbina generátor teljesítmény változása a száraz levegő hőmérséklet függvényében****2 x 1600MWe blokk**

2 x 1200MWe blokk

A hűtőrendszer önfogyasztás (hűtővíz keringetés) és pótvíz igény változása a száraz levegő hőmérséklet függvényében

**2 x 1600MWe blokk**

➤ Normál üzemvitel (nyári)

Normál esetben az összes hűtővíz keringető szivattyú működik, amelyek a hűtőtoronyban lehűtött vizet továbbítják a felületi kondenzátor felé. A kondenzátorban felmelegedett hűtővíz visszatér a hűtőtoronyba, ahol az a vízelosztó rendszeren keresztül az egész beépített hűtőbetét felületre vízszóró fúvókák keresztül egyenletesen oszlik szét.

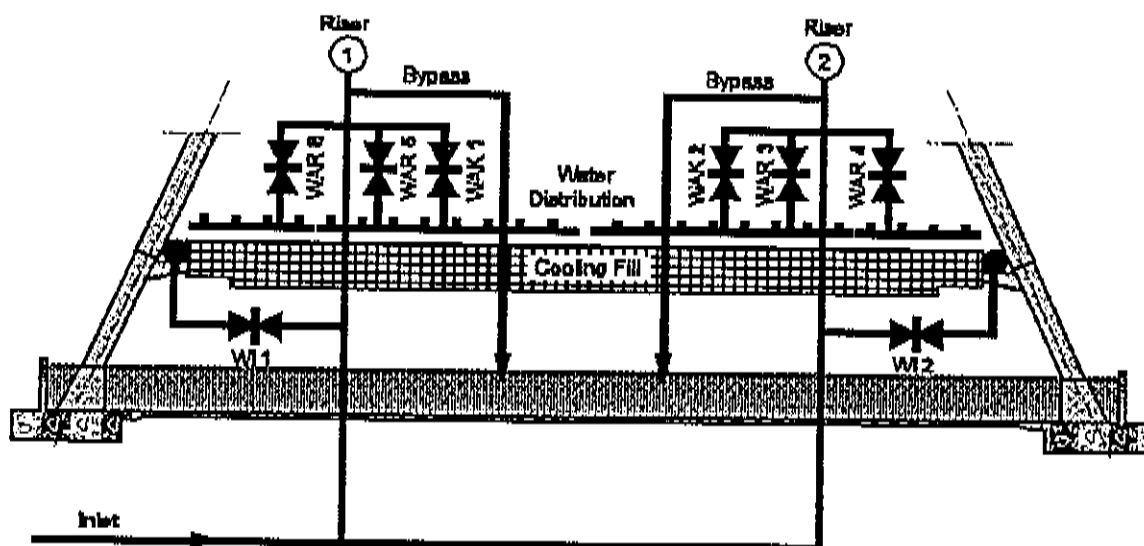
A természetes huzatú nedves hűtőtorony üzemvitel különbözik a nyári és a téli időszakban. Az év nagy részében, – egy bizonyos külső hőmérséklet felett –, a hűtővíz a hűtőtorony teljes belső technológiai részén (betéteken) elosztásra kerül, ekkor a hűtőtorony maximális hűtőteljesítménnyel üzemel. Ebben az esetben az összes zóna üzemben van, a fagymentesítő körvezeték pedig zárva. A hűtőtorony bármilyen terhelés mellett üzemeltethető anélkül, hogy változtatnánk a vízelosztó csatornák zsillipeinek helyzetén.

Normál üzemvitel esetén az egész hűtőrendszer egyetlen folyamatosan mozgó berendezése a hűtővízszivattyú.

➤ Téli üzemvitel

A természetes huzatú GEA hűtőtorony a leghidegebb léghőmérsékletek mellett is minden probléma nélkül üzemeltethető az alábbi fagyvédelmi rendszerrel:

1. A belső hűtőbetét „zónázása”
2. By-pass rendszer
3. Fagyvédelmi körvezeték



Az alábbi kapcsolási ábra hat részre osztott hűtőzónát mutat be

Ahol:

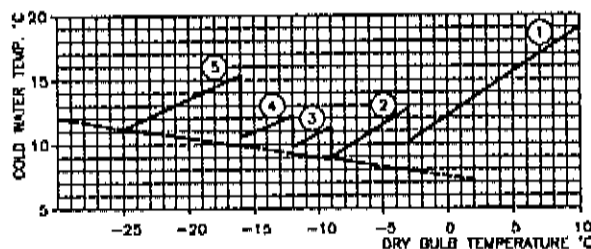
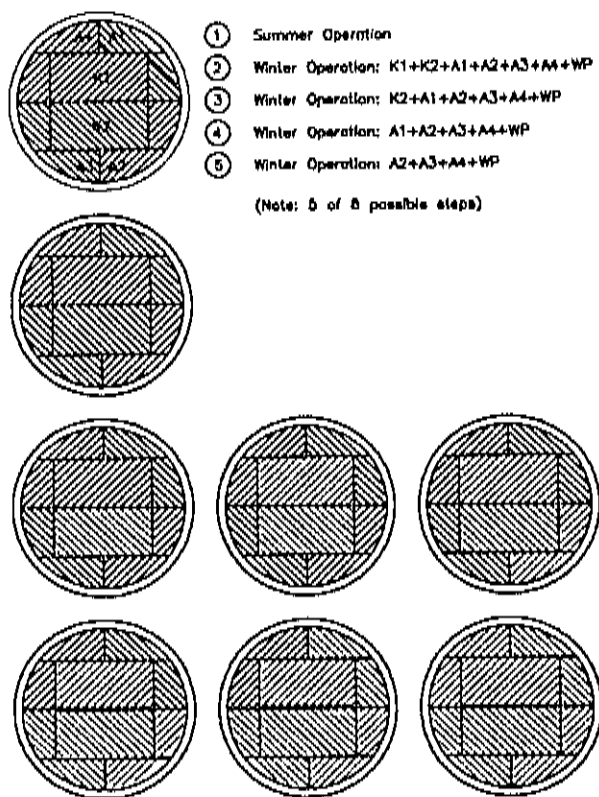
- Riser – Fő felszálló akna (1) (2)
- Bypass – megkerülő vezeték
- Water distribution – vízelosztó rendszer
- Cooling fill – hűtőbetét
- WI1 és WI2 – fagyvédelmi körvezeték szelepei
- WAK1, WAK2 – belső hűtőzóna zsillipek
- WAR3, WAR4, WAR5, WAR6 – külső hűtőzóna zsillipek

A hűtőbetét „zónázása”

A természetes huzatú nedves hűtőtorony teljes keresztmetszete nagyhatékonyságú filmképző betéttel van töltve. A betéttel töltött keresztmetszet elválasztó falakkal zónákra van osztva. A zónákhoz a felszálló aknából külön vízelosztó csatornák vezetik a vizet. Nyári üzemben az összes zóna üzemel, azaz az összes hűtővíz a teljes felületen oszlik szét. Téli üzemben belső zónákat lekapcsolják (elhatárolnak) úgy, hogy a zónát ellátó csatorna zsílipét zárják. Ekkor a külső zónák hidraulikailag kissé túlterhelődnek, ezt a vízelosztó rendszer kb. 120%-ig lehetővé teszi. A zónázással, – hideg léghőmérsékletek mellett is – lehetővé válik a hűtőtorony teljesítményének szabályozása, illetve a hűtővíz hőfokszintjének megfelelő szinten való tartása.

Fagyveszélyes időben (minimális léghőmérséklet 5°C és 8°C között) GEA EGI javasolja a fagyvédelmi körvezeték használatát is. Amikor a levegő hőmérséklete lesüllyed, néhány hűtőzónát (a torony belső zónáival kezdve) ki kell kapcsolni. Amikor a teljes hűtőterület kb. 50%-a ki van kapcsolva a by-pass rendszer működésbe lép. A hűtőtorony zónáit úgy kell ki-vagy bekapcsolni, hogy a minimum hidegvíz hőmérséklet ne legyen kisebb, mint 8°C - 10°C .

Egy példa a zónázásra:



Fagyvédelmi körvezeték

A fagyvédelmi körvezeték a hűtőtorony légbeszívó nyílása felett helyezkedik el, amely télen fagyveszélyes időben vízfüggőnyt képez a meleg hűtővízből a légbeszívó nyílás teljes keresztmetszetén. Ezzel a belépő levegő hőmérsékletét fagypontra fölé emeli. A fagyvédelmi körvezeték a fő felszálló hűtővízvezetékhez van kötve és elektromechanikus szelepekkel működtethető. A fagyvédelmi körvezeték nulla hőterhelésnél is és a belső zónák teljes kiszakaszolásánál is üzemeltethető, ekkor a teljes vízáram 30%-a folyik át rajta.

By-pass rendszer

A meleg víz felszálló vezeték tetején egy automatikus túlfolyó csatorna van kiképezve. Amikor a hűtőtorony hűtőzónái közül egy vagy több le van zárva (például téli üzem, vagy karbantartás miatt) akkor a többlet vízmennyiség a túlfolyó aknán keresztül távozik a hűtőtorony medencéjébe. A túlfolyó szintje úgy van meghatározva, hogy biztosítsa a maximális hűtőbetétre jutó vízmennyiséget valamint a biztonságos működést.

7.1.3 Anyag és energia felhasználási adatok

- A természetes huzatú nedves hűtőrendszer anyag és energia felhasználási adatai a méretezési pontban (Száras hőmérséklet: 11,2°C – relatív páratartalom: 72,5% - légnyomás: 1001 mbara)

Méretezési pont adatok 11,2°C hőmérséklet és 72,5% páratartalom mellett	2 x 1200MW	2 x 1600MW
Villamos önfogyasztás, MW _e		
Elpárolgott vízmennyiség, m ³ /h		
Leiszapolt vízmennyiség, m ³ /h		
Szükséges pótvíz mennyiség, m ³ /h		
Vízkezelés vesztesége, m ³ /h		
Cseppelragadás, m ³ /h		

- A természetes huzatú nedves hűtőrendszer éves anyag és energia felhasználási adatai

Éves adatok	2 x 1200MW	2 x 1600MW
Főhűtő rendszer villamos önfogyasztás, GWh/év		
Pótvíz kivétel villamos fogyasztása, GWh / év		
Vízelőkészítő villamos fogyasztása, GWh / év		
Elpárolgott vízmennyiség, m ³ /év		
Leiszapolt vízmennyiség, m ³ /év		
Szükséges pótvíz mennyiség, m ³ /év		
Vízkezelés vesztesége, m ³ /év		
Cseppelragadás, m ³ /év		

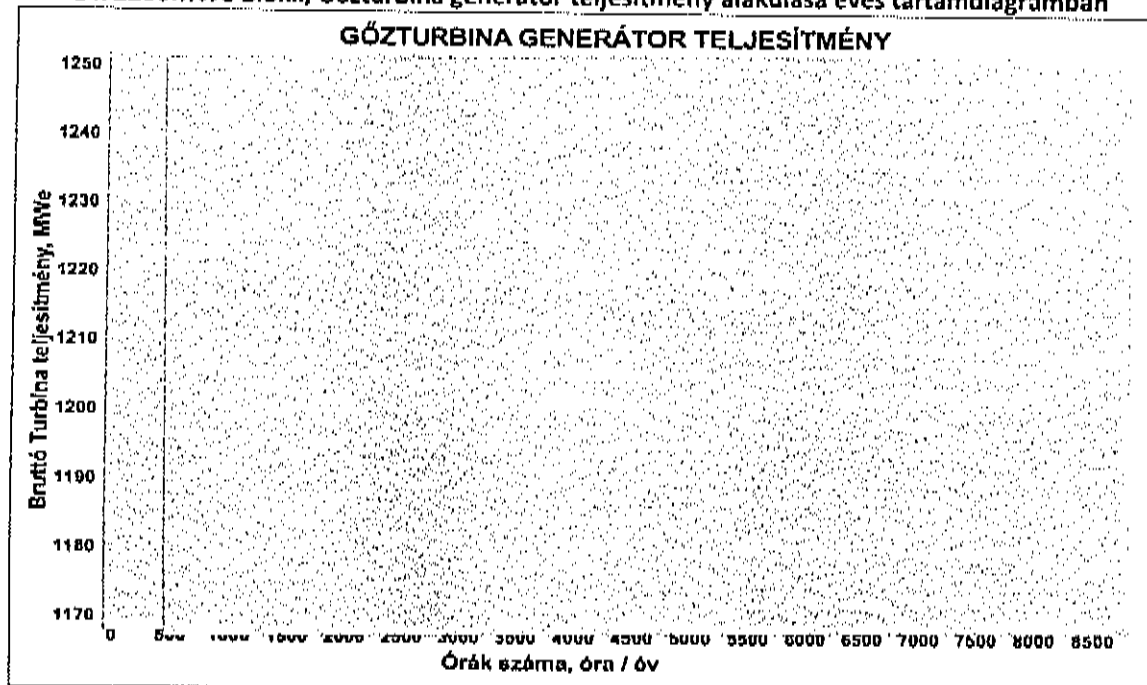
- A természetes huzatú nedves hűtőrendszer anyag és energia felhasználás adatai különböző léghőmérsékleteknél és a hozzá tartozó átlagos páratartalmaknál (légnyomás: 1001 mbara)

Adatok -20°C hőmérséklet és 80% páratartalom mellett	2 x 1200MW	2 x 1600MW
Villamos önfogyasztás, MW _e		
Elpárolgott vízmennyiség, m ³ /h		
Leiszapolt vízmennyiség, m ³ /h		
Szükséges pótvíz mennyiség, m ³ /h		
Vízkezelés vesztesége, m ³ /h		
Cseppelragadás, m ³ /h		
Adatok 14°C hőmérséklet és 70% páratartalom mellett	2 x 1200MW	2 x 1600MW
Villamos önfogyasztás, MW _e		
Elpárolgott vízmennyiség, m ³ /h		
Leiszapolt vízmennyiség, m ³ /h		
Szükséges pótvíz mennyiség, m ³ /h		
Vízkezelés vesztesége, m ³ /h		
Cseppelragadás, m ³ /h		
Adatok 26,3°C hőmérséklet és 59% páratartalom mellett	2 x 1200MW	2 x 1600MW
Villamos önfogyasztás, MW _e		
Elpárolgott vízmennyiség, m ³ /h		
Leiszapolt vízmennyiség, m ³ /h		
Szükséges pótvíz mennyiség, m ³ /h		
Vízkezelés vesztesége, m ³ /h		
Cseppelragadás, m ³ /h		
Adatok 38,6°C hőmérséklet és 50% páratartalom mellett	2 x 1200MW	2 x 1600MW
Villamos önfogyasztás, MW _e		
Elpárolgott vízmennyiség, m ³ /h		
Leiszapolt vízmennyiség, m ³ /h		
Szükséges pótvíz mennyiség, m ³ /h		
Vízkezelés vesztesége, m ³ /h		
Cseppelragadás, m ³ /h		

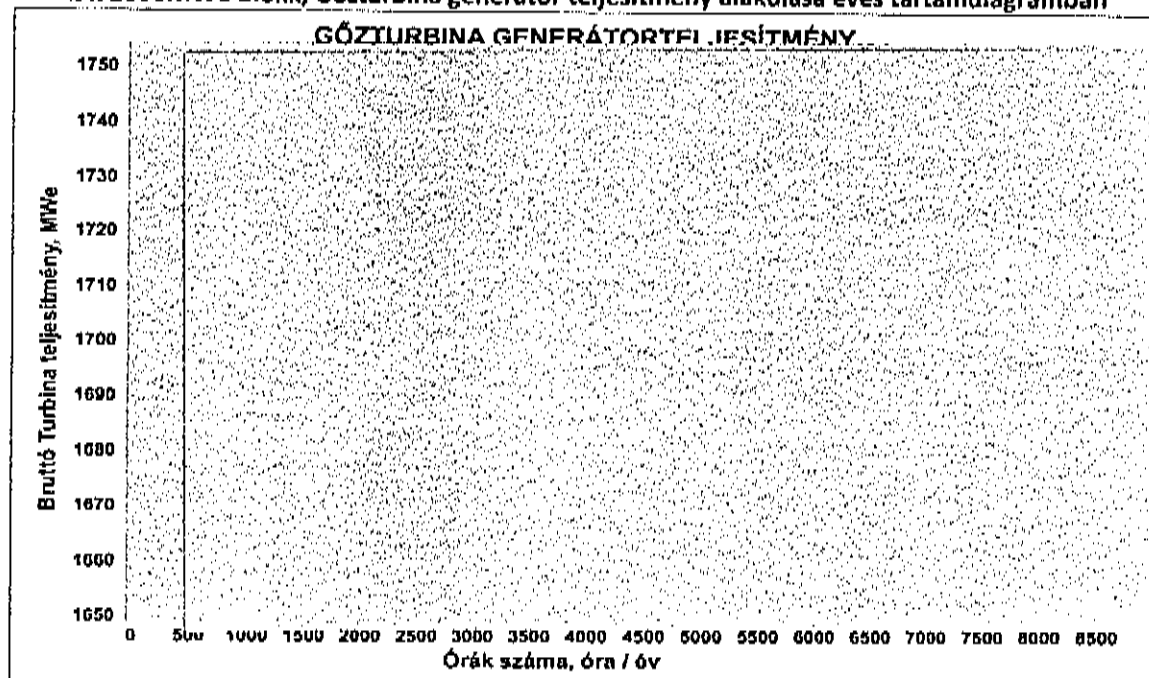
7.1.4 A blokkok által megtermelhető villamos energia

A következő diagramok a blokkok által megtermelhető villamos teljesítmény értékének éves tartamdiagram szerinti alakulását mutatják.

2 x 1200MWe blokk, Gőzturbina generátor teljesítmény alakulása éves tartamdiagramban



2 x 1600MWe blokk, Gőzturbina generátor teljesítmény alakulása éves tartamdiagramban



Az alábbi táblázatban a blokkok által megtermelhető villamos energia éves értékének meghatározása látható, a bemutatott két diagram szerinti kapacitásból számítva, [REDACTED] éves átlagos kihasználási tényező figyelembe vételével.

S.sz.	Éves adatok	2 x 1200MW	2 x 1600MW	Megjegyzés
1	Maximálisan megtermelhető áram, GWh/év	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2	Bruttó áramtermelés, GWh/év	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
3	Villamos teljesítmény csökkenés, GWh/év	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
4	Villamos önfogyasztás, GWh/év	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
5	„Nettó” áramtermelés, GWh/év	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
6	Rendelkezésre állás csökkenés, GWh/év	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

7.2 Segéd hűtőrendszer

7.2.1 Tervezett élettartam, karbantartás

Az erőmű berendezéseinek hűtését biztosító több cellás mesterséges huzatú nedves hűtőrendszer tervezett élettartama 60 év.

Mivel a segéd hűtőrendszer több cellából áll, így egy-egy cella rövid időre leállítható, bár az ellenőrzések nagy része üzem közben elvégezhető. A természetes huzatú rendszernél, a hűtőrendszer ellenőrzése és karbantartása üzem közben is lehetséges.

- **A hűtőtorny és medencájének betonszerkezete:** A torony hűtővízzel közvetlenül érintkező belső felülete megfelelő bevonattal van ellátva. Ezen védőréteg időszakos vizsgálata javasolt legalább minden 5. évben a tervezett leállások alkalmával, és ha szükséges javítani kell. Az esetleges betonsérüléseket (korróziót) is ilyenkor lehet javítani.
- **Hűtőtorny vízelosztó rendszere, technológiai rész:** Az elosztó csövek, valamint a vízszórók üzem közbeni ellenőrzése szemrevételezéssel, tervezett leálláskor cseréje, ha szükséges. A hűtőbetét és cseppeválasztó ellenőrzése, ha szükséges cseréje. A hűtőbetétet 20-25 évente szükséges teljesen kicserélni. A cellák elektromos meghajtású szelepeit a téli üzem előtt ellenőrizni kell (mechanika zsírzása, próbamozgatás, elektromos vezetékek szemrevételezése).
- **Ventilátoros gépcsopart:** hajtóművek, motorok csapágyainak időszakos zsírzása, a tervezett leálláskor szükséges ellenőrzése, ha kell cseréje.
- **Keringető hűtővíz szivattyúk, szelepek:** A szivattyúk, motorok csapágyait a tervezett leálláskor szükséges ellenőrizni, ha kell cserélni.
- **Műszerezés:** Időnkénti ellenőrzés szükséges.

7.2.2 Ellátás biztonság, üzemviteli jellemzők

- Ellátás biztonság

Az 1200MW-os blokkoknál [REDACTED] hűtőcella, míg az 1600MW-os verzióknál [REDACTED] hűtőcella van beépítve blokkonként, így esetleges váratlan hiba esetén egy-egy cella kiesése az üzembiztonságot nem veszélyezteti

Mindkét blokknagyságnál [REDACTED] szivattyú van blokkonként. Tartalék szivattyúknak köszönhetően a segéd hűtőrendszer üzembiztonsága nagy. Az alkalmazott szivattyúk kialakítása, műszaki paramétereivel a magas üzembiztonság figyelembevételével történik.

A nedves hűtőtornyok csekély pótvíz igénye minden körülmények között biztosítható, még a Duna legalacsonyabb vízállásánál is.

- **Üzemviteli jellemzők**

A nedves hűtőtorony az aktuális légköri paramétereknek megfelelően (hőmérséklet, légnyomás, páratartalom) képes lehűteni a berendezésekben felfoelgedett hűtővizet.

Normál üzemvitel (nyári)

A hűtőtorony úgy van méretezve, hogy a főberendezéseket szállítók által igényelt max.32°C-os hűtővíz helyett extrém légállapot (levegő nedves hőmérséklet 27,5 °C) mellett is biztosítsa a max. 30°C-os hűtővizet. A hűtendő berendezéseknek 15°C-nál hidegebb hűtővízre nincs szükségük, ezt az értéket elérve a frekvenciaváltó által szabályozott ventilátorok fordulatszáma csökken. Eddig a ventilátorok teljes fordulatszámmal üzemelnek.

Le szabályozott üzemvitel (téli)

Amint a levegő nedves hőmérséklet eléri a 7,5°C-t, a ventilátorok fordulatszámát a frekvenciaváltók csökkentik, ezzel a 15°C hideg víz hőmérséklet tartható.

Téli fagyvédelemre 20°C /15°C hűtőzóna mellett nincs szükség.

Rövid, egy napnál nem hosszabb leállás esetén külön intézkedést nem kell tenni, az elosztórendszerből a víz a medencébe ürül. Tartós, teljes leállás esetén szivattyúkat, csöveket üríteni kell. A medence fagyvédelmét teljes leürítéssel, vagy más módon (rugalmas elemek úsztatásával) lehet biztosítani.

Lehetséges üzemzavarok

A több cellás mesterséges huzatú nedves hűtőtorony üzembiztonsága a több cellának köszönhetően viszonylag nagy, így megfelel a korszerű atomerőművi berendezésekkel szemben támasztott követelményeknek.

- Egy hűtővíz keringető szivattyú kiesése [REDACTED], leállása, következtében a keringetett hűtővíz ugyan kevesebb lesz így a hűtőzóna nő, de a közepes hőfokszint nem nagyon változik. Nyári hónapokban ez okozhat problémát (a hidegvíz hőmérséklet 30°C-nál nagyobb lesz). A tartalék szivattyú üzembe helyezésével a hiba elhárítható.
- Egy ventilátor kiesése esetén hűtőkapacitás csökken, azaz megfelelő vízáram mellett a hőfok szint nő, de ez a jelenlegi klimatikus körülmények között (Magyarországon tlev. nedv max=24°C) még a nyári hónapokban sem haladja meg a megengedett 32°C-t.
- Vízszóró fejek eldugulása, amely csökkenti a hűtőkapacitást.
Több évtizedes tapasztalatunk azt mutatja, hogy egy-egy vízszórók eldugulásának hatása a hűtőkapacitásra elhanyagolható. Annak valószínűsége, hogy vízszóró dugulás miatt egész területek essenek ki a hűtésből minimális.
- Cella belépő szelep hibája, - ha nem nyitható ki -, esetén a víz a többi cellára áterhelhető, vagy by-passolható. Ekkor a helyzet ugyanaz, mint a ventilátor hibája esetén.

7.2.3 Anyag és energia felhasználási adatok

A mesterséges huzatú nedves hűtőrendszer anyag és energia felhasználás adatai a méretezési pontban (Száras hőmérséklet: 35°C – relatív páratartalom: 56,3%)

	2 x 1200MW	2 x 1600MW
Villamos önfogyasztás, kW		
Elpárolgott vízmennyiség, m ³ /h		
Leiszapolt vízmennyiség, m ³ /h		
Cseppelragadás, m ³ /h		
Szükséges pótvíz mennyiség, m ³ /h		

Hűtőrendszer önfogyasztása

	2 x 1200MW	2 x 1600MW
Ventilátorok éves önfogyasztása		
Szivattyúk éves önfogyasztása		
Éves elpárolgott vízmennyiség		
Éves leiszapolt vízmennyiség		
Éves vízfogyasztás		

7.3 A klímaváltozás és az extrém hőmérsékletek hatása a hűtőrendszerre

7.3.1 Fő hűtőrendszer

A természetes huzatú nedves hűtőrendszer a gőzciklusból származó hulladék hőt a környezeti levegő felhasználásával a légkörbe bocsátja. A hűtőtorony különböző légállapotoknál más-más hűtőkapacitással rendelkezik, ezért fontos vizsgálni, hogy ha a maximális léghőmérséklet és hozzá tartozó páratartalom a klímaváltozás miatt növekszik, az milyen hatással van a hűtőtorony és turbína együttműködésére, illetve milyen légállapotnál kerülünk közel az ALARM (SRAM) ponthoz.

Ezen felül, az éves villamos energiatermelés és az elpárologtatott vízmennyiség változását is vizsgáltuk. Alapesetben az éves értékek meghatározásakor az elmúlt évtizedek statisztikáin alapuló klimatikus adatok (éves átlaghőmérséklet, abszolút maximum és minimum értékek) lettek figyelembe véve. A globális felmelegedés távlati alakulására különböző forgatókönyvek, optimista és pesszimista prognózisok léteznek. Minthogy a nedves légű hűtő rendszer teljesítménye és hűtési paraméterei a nedves léghőmérséklettel állnak összefüggésben, ezért a felmelegedés lehetséges hatásának bemutatásakor, a nedves léghőmérsékletet befolyásoló mindkét tényező, a száraz léghőmérséklet és a relatív páratartalom megváltozását egyaránt vizsgáltuk.

Az elvégzett vizsgálatok:

1. a hűtőtorony karakterisztika vizsgálata extrém magas léghőmérsékleteknél; milyen légállapotoknál kerül közel a turbína ellennyomás az ALARM (SCRAM) ponthoz
2. éves villamos energiatermelés és vízfogyasztás változása különböző éves átlaghőmérséklet emelkedés és megnövelt relatív páratartalom hatására
3. hűtőrendszer viselkedése extrém alacsony léghőmérsékletek esetén

Hűtőrendszer karakterisztika vizsgálat (maximális megengedett ellennyomás)

Mindkét blokk típusnál (1200MW és 1600MW) a gőzturbinák maximálisan megengedhető ellennyomását pontos adatok hiányában [REDACTED] értékre vettük fel. Ennél az ellennyomásnál már szükségszerű lehet a gőzturbinák visszaterhelése, ami nem kívánatos egy atomerőmű esetében. A toronyos hűtőrendszer a jelenlegi maximális léghőmérsékletnél (38,6°C, 50% relatív páratartalom) [REDACTED] ellennyomást tud tartani, ahol a kondenzátorba jutó hidegvíz hőmérséklete [REDACTED]

A [REDACTED] ellennyomáshoz tartozó hidegvíz hőmérsékletet [REDACTED] akkor érünk el, ha:

- A száraz hőmérséklet 72,2°C lenne 10%-os relatív páratartalom mellett
- A száraz hőmérséklet 55,5°C lenne 50%-os relatív páratartalom mellett
- A száraz hőmérséklet 44,8°C lenne 100%-os relatív páratartalom mellett

Kijelenthető, hogy olyan extrém légállapotoknál érünk el a 47°C-os hidegvíz hőmérsékletet, aminek valószínűsége extrém magas globális átlaghőmérséklet emelkedés és klímaváltozás mellett is elhanyagolható Magyarországon.

Éves villamos energiatermelés és vízfogyasztás változás vizsgálata

Számításokat végeztünk arra vonatkozóan, hogy milyen éves vízfogyasztás változás és energiatermelés változás fog bekövetkezni abban az esetben, amikor a paksi éves átlaghőmérséklet 1°C, 2°C és 3°C-al megemelkedik, valamint ha a relatív páratartalom 15 százalékponttal megnövekszik minden egyes szárazhőmérséklet érték esetén az eredetileg figyelembe vett hőmérséklet

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

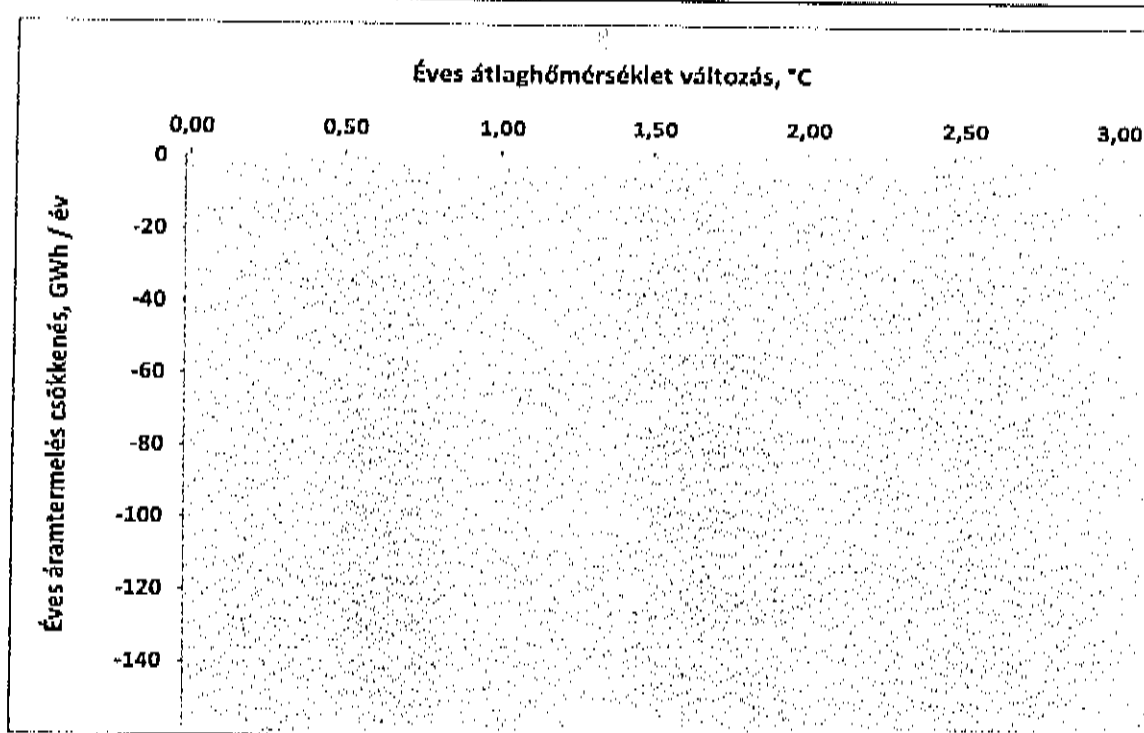
118

tartamdiagramhoz képest. A tartamdiagram alakja – tehát a hőmérséklet éves lefutása – nem változik. A számítások alapja a hűtőtorony és a gőzturbina együttműködésének karakterisztikája (cold-end karakterisztika).

Éves generátor teljesítményváltozás különböző éves átlaghőmérséklet emelkedés és 15% pontos páratartalom növekedés mellett 2 x 1200MW blokkok esetében, 90%-os éves kihasználtság mellett

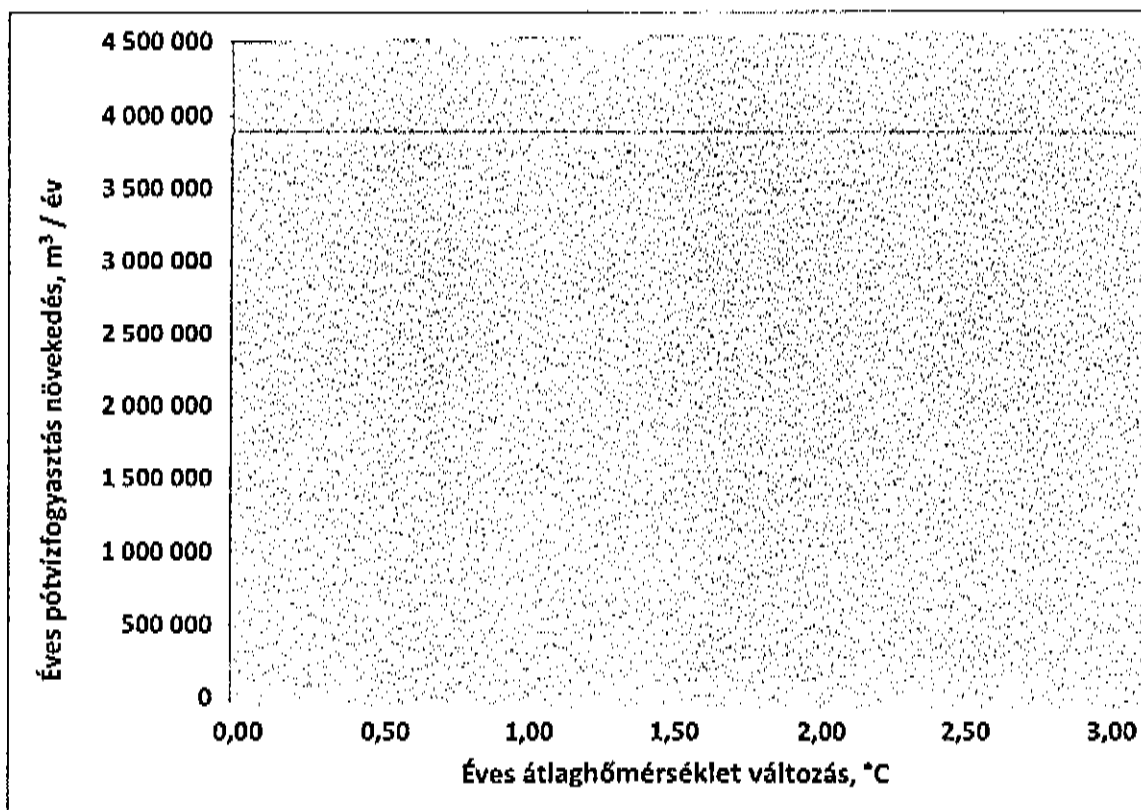
Átlaghőmérséklet változás	Éves generátor teljesítmény, GWh / év	Változás, GWh / év (%)	Megjegyzés
0°C			Kilinduló eset
1°C			Csak száraz hőmérséklet növekedés
2°C			Csak száraz hőmérséklet növekedés
3°C			Csak száraz hőmérséklet növekedés
0°C de 15%-al növelt RH			Csak páratartalom növekedés
1°C de 15%-al növelt RH			Száraz hőmérséklet és páratartalom növekedés
2°C de 15%-al növelt RH			Száraz hőmérséklet és páratartalom növekedés
3°C de 15%-al növelt RH			Száraz hőmérséklet és páratartalom növekedés

Megjegyzés: Mivel a hűtőrendszer önfogyasztása állandó minden üzemi pontban ezért ennek az éves értéke állandó. Ezért a megtermelt villamos energia értékek különbségére nincs hatással.



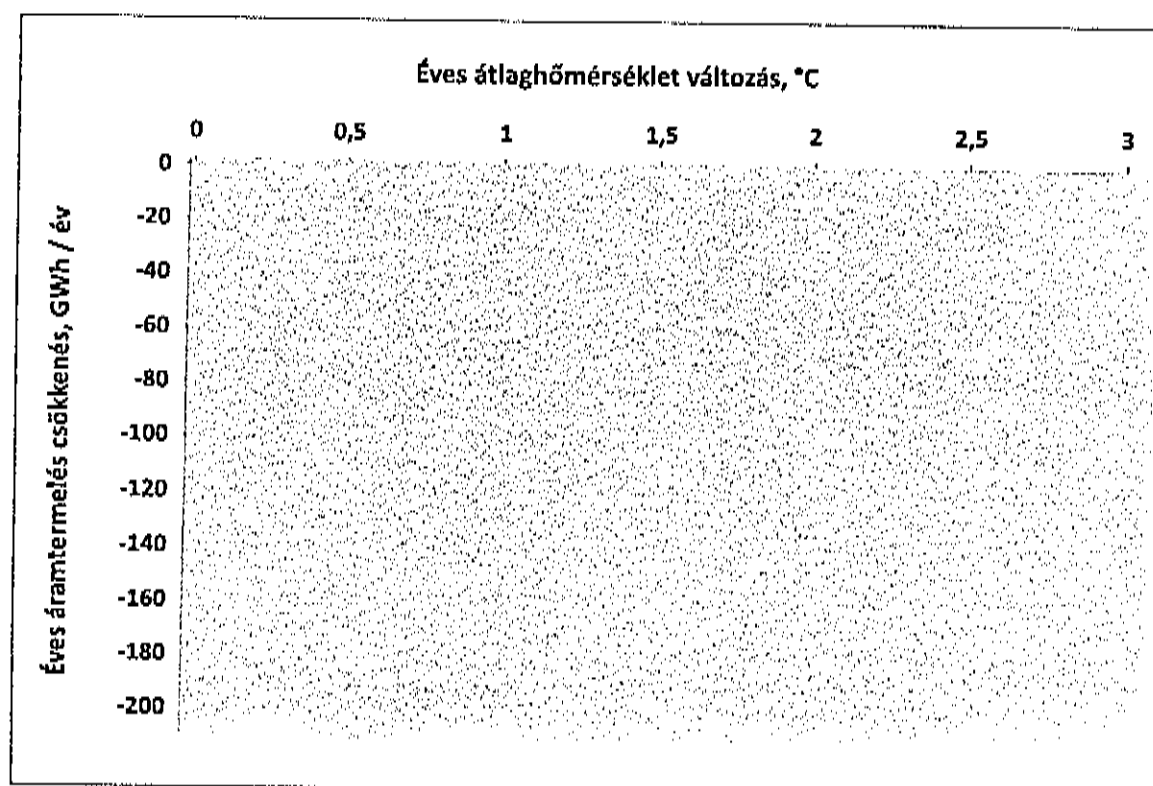
Éves pót vízfogyasztás változás különböző éves átlaghőmérséklet emelkedés és 15% pontos páratartalom növekedés mellett 2 x 1200MW blokkok esetében, 90%-os éves kihasználtság mellett

Átlaghőmérséklet változás	Éves pót vízfogyasztás, $m^3 / év$	Változás, $m^3 / év$ (%)	Megjegyzés
0°C			Kilinduló eset
1°C			Csak száraz hőmérséklet növekedés
2°C			Csak száraz hőmérséklet növekedés
3°C			Csak száraz hőmérséklet növekedés
0°C de 15%-al növelt RH			Csak páratartalom növekedés
1°C de 15%-al növelt RH			Száraz hőmérséklet és páratartalom növekedés
2°C de 15%-al növelt RH			Száraz hőmérséklet és páratartalom növekedés
3°C de 15%-al növelt RH			Száraz hőmérséklet és páratartalom növekedés



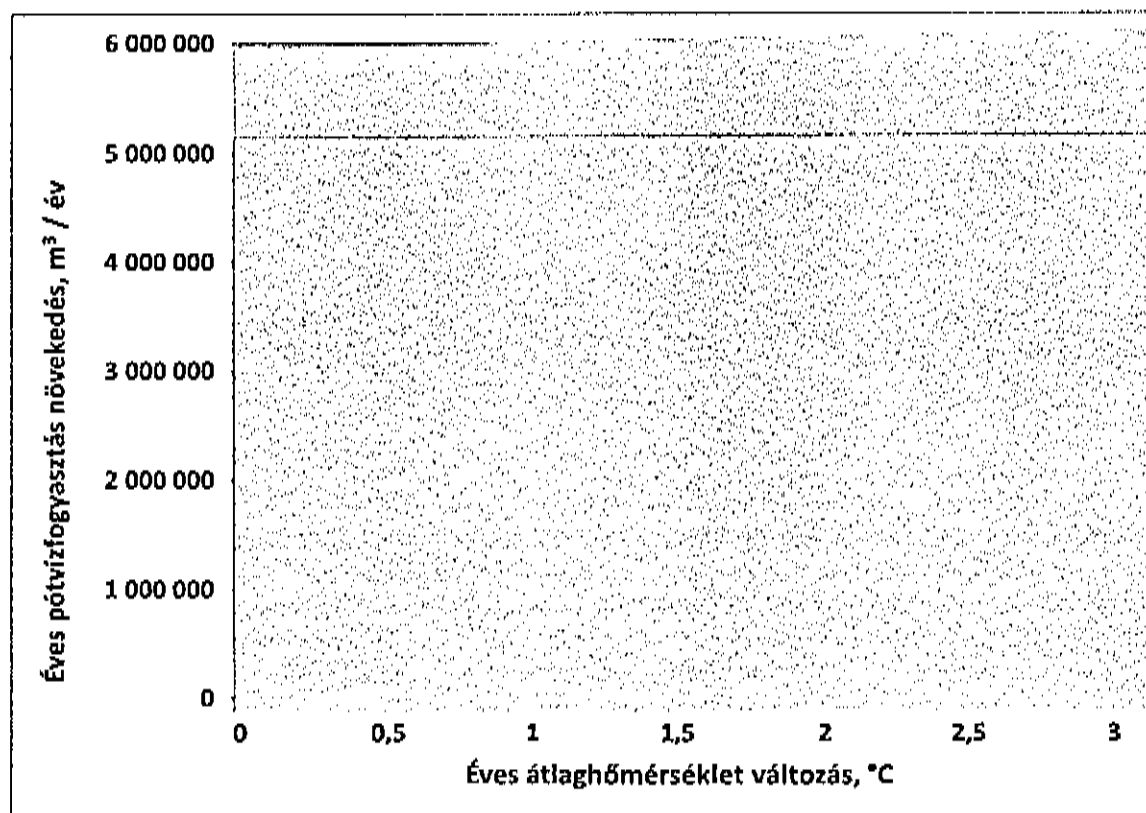
Éves generátor teljesítményváltozás különböző éves átlaghőmérséklet emelkedés és 15% pontos páratartalom növekedés mellett 2 x 1600MW blokkok esetében, 90%-os éves kihasználtság mellett

Átlaghőmérséklet változás	Éves generátor teljesítmény, GWh / év	Változás, GWh / év (%)	Megjegyzés
0°C			Klínduló eset
1°C			Csak száraz hőmérséklet növekedés
2°C			Csak száraz hőmérséklet növekedés
3°C			Csak száraz hőmérséklet növekedés
0°C de 15%-al növelt RH			Csak páratartalom növekedés
1°C de 15%-al növelt RH			Száraz hőmérséklet és páratartalom növekedés
2°C de 15%-al növelt RH			Száraz hőmérséklet és páratartalom növekedés
3°C de 15%-al növelt RH			Száraz hőmérséklet és páratartalom növekedés



Éves pót vízfogyasztás változás különböző éves átlaghőmérséklet emelkedés és 15% pontos páratartalom növekedés mellett 2 x 1600MW blokkok esetében, 90%-os éves kihasználtság mellett

Átlaghőmérséklet változás	Éves pót vízfogyasztás, $\text{m}^3 / \text{év}$	Változás, $\text{m}^3 / \text{év}$ (%)	Megjegyzés
0°C			Kilinduló eset
1°C			Csak száraz hőmérséklet növekedés
2°C			Csak száraz hőmérséklet növekedés
3°C			Csak száraz hőmérséklet növekedés
0°C de 15%-al növelt RH			Csak páratartalom növekedés
1°C de 15%-al növelt RH			Száraz hőmérséklet és páratartalom növekedés
2°C de 15%-al növelt RH			Száraz hőmérséklet és páratartalom növekedés
3°C de 15%-al növelt RH			Száraz hőmérséklet és páratartalom növekedés



7.4 Meglévő erőművel való közös üzem, MŰSZ korlátok betartása

A meglévő erőművel közös hűtővízüzem az alábbi MŰSZ korlátozásokat érinti:

5.4.3.5. A kondenzátor-hűtővíz rendszer üzemeltetés korlátozó feltételei – A üzemállapotokra:
Dunából kiemelt ill. oda visszavezetett hűtővíz hőmérséklete közötti különbség 11°C-nál, 4°C
alatti dunai víz hőmérsékletnél, 14°C-nál nem lehet nagyobb

5.6.1.2. A biztonsági rendszerek üzemképessége 5.6.1.2.1. melléklet:

Rendszer (berendezés)	Összes egység	Tevékenység egység üzemképtelensége esetén			Megj.
		n=1	n=2	n=3	
VY,X,W01,02(D001)	6		j	j	a,b,l,m,i

5.6.1.5. A biztonsági hűtővíz rendszer üzemképessége – A, B, C, D, E1, E2, E3
üzemállapotokra: mindhárom biztonsági hűtővíz rendszernek üzemképessnek kell lennie

5.5.1.1. Az AE radioaktív kibocsátásai (a környezet sugárterhelésének megengedett érték
alatt tartása üzemállapottól függetlenül): A melegvíz csatorna zártszelvényű szakaszában,
erőművi kibocsátásból eredően az aktivitás koncentráció nem lépheti túl a 85 Bq/dm³
értéket, és a melegvíz csatorna egyesített nyíltfelszíni szakaszán az aktivitás koncentráció
nem érheti el a 10 Bq/dm³ értéket.

5.5.1.2. A környezet és kibocsátás ellenőrző rendszer (a légtér- és a folyékony kibocsátások,
valamint a környezet sugárvédelmi ellenőrzésének biztosítása üzemállapottól függetlenül)

Az 5.4.3.5. A kondenzátor-hűtővíz rendszer üzemeltetés korlátozást a jelenleg érvényben lévő
15/2001. sz. „Az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív
kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről” című KÖM rendelet 10§-a alapozza meg. A frissvízhűtés
döntés előkészítő tanulmány részletesen elemzi és bemutatja, hogyan lehet a korlátozást betartani a
meglévő erőművel közös hűtővízüzem alatt.

Az 5.6.1.2. (biztonsági rendszerek üzemképessége) és 5.6.1.5. (biztonsági hűtővíz rendszer
üzemképessége) korlátozás elsősorban a frissvízhűtés felmelegedett vizének melegvíz csatornába
vezetésének kiépítését érinti (kivitelezési probléma). A bemutatott helyszínrajzok alapján a melegvíz
csatornába való csatlakozás vezetékek metszik a meglévő blokkok kondenzátor-, technológiai- és
biztonsági hűtővíz vezetékeket. Ezen pont kiépítésére kockázat elemzést kell készíteni, és ha a zóna
sérülés kockázata nagyobb 1E-5 értéknél, az építés időszakára a blokkokat le kell állítani, és még
ebben az esetben is kiegészítő hűtési lehetőségről kell gondoskodni. Néhány vázlatos terven be kell
mutatni a metszések lehetséges kialakítását. A természetes huzatú nedves hűtőrendszer, illetve a
segédhűtési módoszatok tervezett kialakítása lényegében nem érinti a meglévő erőművel közös
hűtővízüzemet.

A meglévő hidegvíz csatorna kapacitása biztosítja természetes huzatú nedves hűtőrendszer párolgási veszteségének pótlását, azon lényegi átalakítást nem kell végezni.

A meglévő hidegvíz csatorna mélyítése iszapelőadási kockázatot jelent a meglévő hűtési rendszereknél, a kockázat kiértékelését el kell végezni. Ha a biztonsági hűtővíz rendszerre vonatkozó üzemképtelenség kockázati értéke eléri az 1E-3 értéket, a mélyítés időszakára a blokkokat le kell állítani, és ebben az esetben is kiegészítő hűtési lehetőségről kell gondoskodni.

Az 5.5.1.1. (atomerőmű radioaktív kibocsátásai) és 5.5.1.2. (környezet- és kibocsátás ellenőrzés) korlátozások közvetlenül nem érintik a hűtővíz rendszerek kialakítását. Azonban a melegvíz csatornára vonatkozó korlátozás a frissvízhűtéses megoldás esetén a meglévő erőművel közös hűtővízüzemre is érvényben marad, ebből az következik, hogy az új blokkok a radioaktív kibocsátásánál ezt figyelembe kell venni. A természetes huzatú nedves hűtőrendszerénél a tornyok tetejére légköri kibocsátás ellenőrző rendszert kell telepíteni. A nedves hűtővízkör pótvíz előkészítés szennyvíz kezelése nem okoz problémát, mert a szűrőprésből kinyert maradvány hulladékvíz a nyers Duna vízzel együtt a folyamat kezdetére visszavezethető.

8 Megvalósítási ütemterv

8.1 Fő hűtőrendszer

A következő lapokon szereplő megvalósítási ütemtervek a két blokk hűtőrendszerének leggyorsabb együttes megvalósítási lehetőségének főbb lépéseit mutatják be, havi bontású idő diagramban. Így a két 1200 MW-os blokké [REDACTED] a két 1600 MW-os blokké pedig [REDACTED] alatt készülhet el. Ezen belül az 1200 MW-os blokk természetes huzatú tornyos hűtőrendszere egy egységhez tartozóan leggyorsabban [REDACTED] alatt, az 1600 MW-os blokk hűtőrendszere ugyancsak egy egységhez tartozóan [REDACTED] alatt készíthető el.

Egymás utáni megvalósulás esetén kettő 1200 MW-os blokké [REDACTED], a két 1600 MW-os blokké pedig [REDACTED] alatt készíthető el.

8.2 Segéd hűtőrendszer

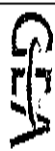
A segéd hűtőrendszer ütemterve szintén együttes megvalósítást mutat be. Két 1200 MW-os blokké [REDACTED] a két 1600 MW-os blokké pedig [REDACTED] alatt készülhet el.

Egymás utáni megvalósulás esetén kettő 1200 MW-os blokké [REDACTED] a két 1600 MW-os blokké pedig [REDACTED] alatt készül el.

GEA EGI Zrt.

PAE területén létesítendő új blokkok hűtési lehetőségeinek vizsgálata
Döntés előkészítő tanulmány

6/6335



Ütemlelerv 2x1200 MW blokk nedves tornyos hűtőrendszerhez

DAR: 530400A00222 EGA

PAEUBH_1kötet_rev0_zsűrizett.doc

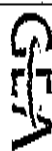
Módosítás: Rev.0, Dátum: 2011. máj. 4.

206. old.

GEA EGI Energiaüzemeltetési Zrt.

Budapest

www.egi.hu



Gépiertér 2x1600 MW blokk nedves tornyos hűtőrendszerhez

DAR: 530400A00222 EGA

207. old.

GEA EGI Energiagazdálkodási Zrt.

PAEUBH_1kötet_rev0_zsűrizett.doc

Budapest

Módosítás: Rev.0, Dátum: 2011. máj. 4.,

www.egi.hu



Ütemterv a 2x1200 MW blokk segédhűtéséhez

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

DAR: 530400A00222 EGA

208. old.

GEA EGI Energiagazdálkodási Zrt.

PAEUBH_1kötet_rev0_zsűrizett.doc

Módosítás: Rev.0, Dátum: 2011. máj. 4,

Budapest

www.egi.hu



Ütemtény a Zs1500 HNY blok k segédhűtéséhez

[illegible]

DAR: 530400A00222 EGA

209. old.

PAEUBH_1kōtei_revD_zsűrizett.doc

Módosítás: Rev.0, Dátum: 2011. máj. 4.,

GEA EGI Energiaüzemeltető Zrt.

Budapest
www.eg.hu

9 Beruházási és üzemeltetési költségek

9.1 Beruházási költségek

9.1.1 Fő hűtőrendszer

A hűtőrendszer beruházási költségeinek részletezése az alábbi táblázatban található. Feltüntetett árak NETTÓ árak, nem tartalmazzák az ÁFA-t.

Beruházási költségelem, mFt	2 x 1200MW	2 x 1600MW	Megjegyzés
Gépészeti tervezés	██████	██████	Hűtőtorony technológiai rész, szivattyúk, szelepek, csövezés, villamos részek tervezése
Építészeti tervezés	██████	██████	Hűtőtorony betonszerkezet, medence, szivattyú akna, és egyéb építészeti rész
Hűtőtorony építészeti	██████████	██████████	Hűtőtorony, hűtővíz medence, szivattyúk szívó aknája, egyéb építészeti részek
Hűtőtorony technológiai rész	██████████	██████████	Hűtőbetét, vízelosztó rendszer, csepletválasztó, fűvókák, zsílipek, stb.
Hűtővíz keringető szivattyúk, szelepekkel	██████████	██████████	4x25%-os hűtővíz keringető szivattyúk, szelepekkel
Villamos berendezések, műszerek	██████	██████	Kábelek, kábeltálcák, műszerek (a hűtőrendszer szabályozása az erőmű saját DCS-vel történik)
Fővezeték a hűtőtorony és kondenzátor között	██████████	██████████	Fő keringető vezeték és telepítése
Szerelés és üzembe helyezés	██████████	██████████	Hűtőrendszer szerelése és üzembe helyezése
Hűtőtorony összesen:	██████████████	██████████████	
Felületi kondenzátor és szelepek	██████████	██████████	Nem tartozik a hűtőrendszer szállító szállítási terjedelmében Ide tartozik a Tapproge tisztító rendszer is.
Teljes beruházás:	██████████████	██████████████	

9.1.2 Segéd hűtőrendszer

A hűtőrendszer beruházási költségeinek részletezése az alábbi táblázatban található. Feltüntetett árak NETTÓ árak, nem tartalmazzák az ÁFA-t.

Beruházási költségelem, mFt	2 x 1200MW	2 x 1600MW	Megjegyzés
Gépészeti tervezés	■	■	Hűtőtorony technológiai rész, szivattyúk, szelepek, csövezés, villamos részek tervezése
Építészeti tervezés	■	■	Hűtőtorony betonszerkezet, medence, szivattyú akna, villamos és vegyszeradagoló épület
Építészet	■	■	Hűtőtorony, hűtővíz medence, szivattyúk szívó aknája, villamos és vegyszeradagoló épület
Hűtőtorony technológiai rész	■	■	Hűtőbetét, vízelosztó rendszer, cseppleválasztó, fűvókák, zsilipek, vegyszeradagoló, részáramszűrő stb.
Hűtővíz keringető szivattyúk, szelepekkel	■	■	3x50%-os hűtővíz keringető szivattyúk, szelepekkel
Villamos berendezések, műszerek	■	■	Kábelek, kábeltálcák, műszerek (a hűtőrendszer szabályozása az erőmű saját DCS-vel történik)
Fővezeték a hűtőtorony és turbinaház között	■	■	Fő keringető vezeték és telepítése
Szerelés és üzembe helyezés	■	■	Hűtőrendszer szerelése és üzembe helyezése
Teljes beruházás:	■	■	

9.2 Üzemeltetési költségek

9.2.1 Fő hűtőrendszer éves üzemeltetési és karbantartási költségei

A természetes huzatú nedves hűtőrendszer üzemeltetési költségei az energia, víz-és vegyszerfogyasztásból valamint az éves karbantartási munkálatokból áll. Az alábbi táblázatokban megtalálható a részletes üzemeltetési és karbantartási költségelemek.

9.2.1.1 Éves üzemeltetési költségek

Üzemeltetési költségelem (mFt / év)	2 x 1200MW	2 x 1600MW	Megjegyzés
Villamos energia csökkenés	██████████	██████████	██████████ h értékkel számolva
Hűtőrendszer villamos önfogyasztása	██████████	██████████	██████████ h értékkel számolva
Hűtőrendszer vízkészlet használata	█	█	Nincs ilyen tétel.
Hűtőrendszer pótvíz felhasználás vízdíja	██████████	██████████	Duna víz felhasználás, ██████████ m ³ áron elszámolva
Kondicionáló vegyszeradagolás	██████████	██████████	A hűtőrendszer hidegvíz medencéjébe közvetlenül adagolt vegyszerköltség.
Vízelőkészítés, vegyszer és hulladék költsége	██████████	██████████	A vízelőkészítőben felhasznált vegyszer és hulladék elhelyezés költsége

9.2.1.2 Éves karbantartási költségek

Karbantartási költségelem (mFt / év)	2 x 1200MW	2 x 1600MW	Megjegyzés
Hűtőrendszer éves karbantartása	██████████	██████████	
Kondenzátorok éves karbantartása	██████████	██████████	
Vízklvétel mű éves karbantartása	██████████	██████████	
Vízelőkészítő éves karbantartása	██████████	██████████	

9.2.2 Segédhűtő rendszer éves üzemeltetési és karban tartási költségei

A mesterséges huzatú nedves hűtőrendszer üzemeltetési költsége az energia, víz-és vegyszerfogyasztásból valamint az éves karbantartási munkálatokból áll. Az alábbi táblázatokban megtalálható a részletes üzemeltetési és karbantartási költségelemek. A segédhűtő hűtőtornyának pótvízellátása a főhűtővel közös vízelőkészítőből történik.

9.2.2.1 Éves üzemeltetési költségek

Üzemeltetési költségelem (mFt / év)	2 x 1200MW	2 x 1600MW	Megjegyzés
Segéd hűtőrendszer villamos önfogyasztása	██████	██████	██████ ártókkal számolva
Segéd hűtőrendszer vízkészlet használata	██	██	Nincs ilyen tétel.
Segéd hűtőrendszer pótvíz felhasználás vízdíja	██████	██████	Duna víz felhasználás, ██████ áron elszámolva
Segéd hűtővízkör kondicionáló vegyszeradagolás	██████	██████	A hűtőrendszer hidegvíz medencéjébe közvetlenül adagolt vegyszerköltség.
Segéd hűtőrendszer vízelőkészítés, vegyszer és hulladék költsége	██████	██████	A vízelőkészítőben felhasznált vegyszer és hulladék elhelyezés költsége

9.2.2.2 Éves karbantartási költségek

Karbantartási költségelem (mFt / év)	2 x 1200MW	2 x 1600MW	Megjegyzés
Segéd hűtőrendszer éves karbantartása	██████	██████	

9.3 Üzemidő alatt (60 év) szükséges pótló beruházások

9.3.1 Fő hűtőrendszer

A természetes huzatú nedves hűtőrendszer egyes elemeit a 60 év üzemidő alatt részben vagy teljes egészében ki kell cserélni vagy pótolni kell. Az éves karbantartás mellett az alábbi részegységeket kell a feltüntetett üzemidő után cserélni kell:

1. A torony hűtőbetét 10 évenként esedékes teljes cseréje.
2. A cseppleválasztó 10 évenként esedékes teljes cseréje.
3. A vízszórók 10 évenként esedékes cseréje.
4. A hűtéstechnológiai rész műanyag vízelosztó csöveinek szakaszos cseréje 10 évenként.
5. A szivattyú akna és a medence között található durva vízszűrők komplett cseréje 10 évenként.
6. Szivattyú forgórész csere várhatóan 10 évenként
7. Vegyszeradagoló rendszer elemeinek cseréje 10 évenként

9.3.2 Segéd hűtőrendszer

A mesterséges huzatú nedves hűtőrendszer egyes elemeit a 60 év üzemidő alatt részben vagy teljes egészében ki kell cserélni vagy pótolni kell. Az éves karbantartás mellett az alábbi részegységeket kell a feltüntetett üzemidő után cserélni kell:

1. A torony hűtőbetét 10 évenként esedékes teljes cseréje.
2. A cseppleválasztó 10 évenként esedékes teljes cseréje.
3. A vízszórók 10 évenként esedékes cseréje.
4. A hűtéstechnológiai rész műanyag vízelosztó csöveinek szakaszos cseréje 10 évenként.
5. A szivattyú akna és a medence között található durva vízszűrők komplett cseréje 10 évenként.
6. Szivattyú forgórész csere várhatóan 10 évenként
7. Ventilátor hajtómű forgórész csere várhatóan 10 évenként
8. Ventilátor motor csere várhatóan 10 évenként
9. Ventilátor tengely tengelykapcsoló (kompozit tengely) csere várhatóan 10 évenként
10. Alumínium ventilátor csere várhatóan 10 évenként
11. Vegyszeradagoló rendszer elemeinek cseréje 10 évenként

10 A frissvíz és tornyos hűtés összehasonlító gazdaságossági vizsgálata

10.1 Beruházási költségek

10.1.1 Frissvíz hűtés, kétlépcsős Dunai vízkivétellel, utóhűtővel és VITUKI vízbevezetéssel

A beruházási költségek az alábbi elemekből tevődnek össze:

- frissvíz ellátás gépészet,
- frissvíz ellátás építészeti,
- felületi kondenzátor,
- tornyos utóhűtő ellátás gépészet,
- tornyos utóhűtő ellátás építészeti,
- utóhűtő torony,
- VITUKI vízbevezetés
- segédhűtő rendszer pótvíz kivétel
- segédhűtő rendszer utóhűtő cellák,
- segédhűtő rendszer vízkezelő.

A beruházási költségeket mind a blokk nagyságra, mind a megengedett vízfelmelegedés mértékére (11 °C és 8 °C) is meghatároztuk.

A MÉLYÉPTERV Zrt. adta meg a frissvíz ellátás (építészeti és gépészeti), a tornyos utóhűtő cellák vízellátásának (építészeti és gépészeti) beruházási költségét, illetve a VITUKI megoldás vízbevezetési többletköltségeit (utóbbi blokk nagyság független). A beruházási költségek többi tételét EGI kalkulálta. A segédhűtő rendszer pótvíz kivétel és a segédhűtő rendszer vízkezelő beruházási költségét a tornyos hűtésnél (ld. a következő fejezet) kalkulált pótvízellátás és vízelőkészítés tételek beruházási költségeinek vettük fel.

A beruházási költségeket alábbi táblázatban foglaltuk össze:

	2 x 1200 MW		2 x 1600 MW	
	$\Delta t = 11^\circ\text{C}$	$\Delta t = 8^\circ\text{C}$	$\Delta t = 11^\circ\text{C}$	$\Delta t = 8^\circ\text{C}$
Frissvíz ellátás gépészet				
Frissvíz ellátás építészeti				
Felületi kondenzátor				
Tornyos utóhűtő ellátás gépészet				
Tornyos utóhűtő ellátás építészeti				
Utóhűtő torony				
VITUKI vízbevezetés				
Segédhűtő rendszer pótvíz kivétel				
Segédhűtő rendszer vízkezelő				
Segédhűtő cellák				
Összesen				

10.1.2 Tornyos hűtés, természetes huzatú nedves rendszer

A beruházási költségek az alábbi elemekből tevődnek össze:

- főhűtő rendszer, hűtőtorony
- felületi kondenzátor,
- vízelőkészítő gépészet,
- vízelőkészítő építészet,
- pótvízellátás gépészet,
- pótvízellátás építészet,
- segédhűtő rendszer

A beruházási költségeket mind két blokknagyságra meghatároztuk.

A beruházási költségeket a pótvízellátás (építészet és gépészet) kivételével EGI kalkulálta, utóbbiakat a MÉLYÉPTERV Zrt. adta meg.

A betervezett közös vízelőkészítő és a pótvíz ellátó rendszer alkalmas a főhűtő és a segéd hűtőrendszer együttes ellátására.

A beruházási költségeket alábbi táblázatban foglaltuk össze:

	M Ft	
	2 x 1200 MW	2 x 1600 MW
Nedves hűtőtorony berendezés		
Nedves hűtőtorony építészet		
Felületi kondenzátor		
Vízelőkészítő gépészet		
Vízelőkészítő építészet		
Pótvízellátás gépészet		
Pótvízellátás építészet		
Segédhűtő rendszer		
Összesen		

10.1.3 Beruházási költségek összefoglalása

Az előző két fejezetpontban bemutatott frissvíz hűtéses és tornyos hűtéses költségelemek alapján számított beruházási költségeket a három változatra és két blokknagyságra, főbb technológiai egységek szerinti bontásban a következő táblázatokban foglaltuk össze.

Döntés előkészítő tanulmány

2 x 1200 MW	Frissvíz hűtés, dunai vízkivétel, utóhűtővel, VITUKI, $\Delta t=11^{\circ}\text{C}$	Frissvíz hűtés, dunai vízkivétel, utóhűtővel, VITUKI, $\Delta t=8^{\circ}\text{C}$	Tornyos hűtés, természetes huzatú nedves rendszer
Frissvíz ellátás			
Hűtőtorny			
Felületi kondenzátor			
Utóhűtő ellátás			
VITUKI vízbevezetés			
Pótvíz ellátás			
Vízelőkészítés			
Segédhűtő rendszer			
Összesen			

2 x 1600 MW	Frissvíz hűtés, dunai vízkivétel, utóhűtővel, VITUKI, $\Delta t=11^{\circ}\text{C}$	Frissvíz hűtés, dunai vízkivétel, utóhűtővel, VITUKI, $\Delta t=8^{\circ}\text{C}$	Tornyos hűtés, természetes huzatú nedves rendszer
Frissvíz ellátás			
Hűtőtorny			
Felületi kondenzátor			
Utóhűtő ellátás			
VITUKI vízbevezetés			
Pótvíz ellátás			
Vízelőkészítés			
Segédhűtő rendszer			
Összesen			

10.2 Üzemeltetési költségek

Az üzemeltetési költségek három fő összetevője

- az anyagköltségek,
- a karbantartási költségek és
- a személyzeti költségek.

Az anyagköltségeknél a frissvízes változatok esetén

- a villamos energia, ezen belül
 - a blokk villamos energia csökkenés,
 - a főhűtő rendszer villamos energia fogyasztás,
 - a tornyos utóhűtő villamos energia fogyasztás,
 - a segédhűtő (pótvíz ellátás és vízelőkészítés) villamos energia fogyasztás,

- a vízkészlet használat,
- a pótvíz felhasználás (átfolyós rendszerről lévén szó, vízelőkészítő az utóhűtőnél nincs, így az azzal kapcsolatos költségek nem merülnek fel),
- a segédhűtő pótvíz felhasználás
- a segédhűtő vízkezelésének vegyszer és hulladék elhelyezés

költségeit vettük figyelembe.

A tornyos változatok esetén az *anyagköltségeknél*

- a villamos energia,
 - a blokki villamos energia csökkenés,
 - a tornyos főhűtő rendszer villamos energia fogyasztás,
 - a vízelőkészítő pótvíz ellátás villamos energia fogyasztás,
 - a vízelőkészítés villamos fogyasztás
 - a segédhűtő (pótvíz ellátás és vízelőkészítés) villamos energia fogyasztás,
- a főhűtő rendszer
 - pótvíz felhasználás,
 - vízkezelés vegyszer és hulladék elhelyezés
- a segédhűtő rendszer
 - pótvíz fogyasztás,
 - vízkezelés vegyszer és hulladék elhelyezés

költségeit vettük figyelembe.

A blokki villamos energia csökkenés a változó kondenzátor hőmérsékletből eredő villamos energia veszteség, az eltérő blokk rendelkezésre állás miatt jelentkező többletköltség, [REDACTED] nem kell számolni. A többi villamos energia költség egyrészt a villamos berendezések (szivattyúk, ventilátorok stb.) működtetéséhez szükséges költség. A mennyiségek változatokként más eltérések, a villamos energia ára egységesen [REDACTED]

A vízkészlet használat a Dunából kivett és oda visszaengedett vízmennyiség után fizetendő, ára [REDACTED]. Ez a költség csak a frissvizes megoldás esetében jelentkezik.

A pótvíz az tornyos rendszerek (frissvízhűtés esetén az utóhűtő, tornyos hűtés esetén a főhűtő) és a segédhűtő rendszerek párolgási és leiszapolási veszteségeinek pótlásához szükséges vízmennyiség, ára [REDACTED]

A tornyos megoldások esetén, illetve a segédhűtők esetén minden esetben a vízelőkészítés vegyszerköltséggel valamint a hűtőtorony vízkörében keringtetett víz kondicionálására adagolt vegyszerek és a hulladék elhelyezésének költségei is felmerülnek. Ezeket [REDACTED] költséggel vettük figyelembe. A fajlagosítás alapja minden esetben az egyes rendszerek pótvízigénye.

A *karbantartási költségek* meghatározásához az alábbi adatokat, fajlagosokat használtuk:

Frissvízhűtés

A frissvíz ellátás és az utóhűtő ellátás karbantartási költségeit [REDACTED] adta meg, az adatokat az alábbi táblázatban foglaltuk össze:

M Ft/év

	2 x 1200 MW		2 x 1600 MW	
	$\Delta t = 11^\circ\text{C}$	$\Delta t = 8^\circ\text{C}$	$\Delta t = 11^\circ\text{C}$	$\Delta t = 8^\circ\text{C}$
Frissvíz ellátás karbantartás				
Tornyos utóhűtő ellátás karbantartás				

Az utóhűtő tornyos cellák karbantartási költsége a rövid nyári üzemidőre való tekintettel a megszokottnál kisebb, egységesen a vonatkozó beruházási költségek [REDACTED]

A kondenzátor karbantartási költsége egységesen a vonatkozó beruházási költségek [REDACTED]

A VITUKI vízbevezetés karbantartási költsége egységesen a vonatkozó beruházási költségek [REDACTED]

Segédhűtő rendszer esetén a hűtőcelláknál a beruházási költség [REDACTED] a pótvízellátásnál a beruházási költség [REDACTED] a vízkezelőnél a beruházási költség [REDACTED] vettük figyelembe a karbantartási költségeknél.

Tornyos hűtés

A tornyos hűtésnél használt fajlagos karbantartási költségeket a beruházási költségek százalékában az alábbi táblázatban foglaltuk össze:

Főhűtő rendszer	[REDACTED]
Felületi kondenzátor	[REDACTED]
Vízelőkészítő rendszer	[REDACTED]
Pótvízellátás	[REDACTED]
Segédhűtő rendszer	[REDACTED]

A személyzeti költségeknél valamennyi változatnál [REDACTED] étszám igénnyel számoltunk. Egy fő éves személyzeti költsége (bruttó bér + járulékok) [REDACTED]

10.3 Üzemidő alatt szükséges pótló beruházások

Az életciklus költségeket [REDACTED] időtartamra határoztuk meg (economic life-span), így pótló beruházásokkal nem kalkuláltunk. A [REDACTED] becsült valós élettartam alatt a pótló beruházások és nagyjavítások összege megközelítőleg az eredeti beruházási költségekkel megegyezik, így ezzel a megoldással tudtuk modellezni a pótló beruházások hatását.

10.4 Életciklus költségek meghatározása

Az életciklus költségek a beruházási költségek és az évente jelentkező működési költségek diszkontált összegei. A berendezések műszaki élettartamából kiindulva a vizsgált időhorizontot [REDACTED] határoztuk meg, azaz a működési költségek a [REDACTED] jelentkezőnek. A beruházás minden esetben két év alatt valósul meg. Frissvíz hűtés esetén a [REDACTED] egységesen a beruházási költségek [REDACTED] a beruházási költségek [REDACTED] kerül elköltésre. Tornyos hűtés esetén a 2 x 1200 MW-os változatnál [REDACTED] a beruházási költségek [REDACTED] a 2 x 1600 MW-os változatnál a [REDACTED]

■ a beruházási költségek ■ a beruházási költségek ■ kerül
elköltségre.

A diszkonttényező ■ Ezzel a beruházási költségekre értelmezett interkaláris tényező (IK)
frissvíz hűtés esetén ■ tornyos hűtés esetén a 2 x 1200 MW-os változatnál ■ a
2 x 1600 MW-os változatnál ■

Az életciklus költség az alábbi összefüggéssel számítható

$$= \sum_{t=0}^{T-1} \frac{C_t}{(1+i)^t} = \sum_{t=0}^{T-1} \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

Az egyes változatok fentiek alapján meghatározott életciklus költségeit az alábbi
táblázatokban foglaltuk össze:

2 x 1200 MW	Frissvíz hűtés, dunai vízkivétel, utóhűtővel, VITUKI, dt=11°C	Frissvíz hűtés, dunai vízkivétel, utóhűtővel, VITUKI, dt=8°C	Tornyos hűtés, természetes huzatú nedves rendszer
Beruházási költségek	■	■	■
Karbantartás és munkabér költségek	■	■	■
Villamos energia költségek	■	■	■
Víz költségek	■	■	■
Összesen	■	■	■

2 x 1600 MW	Frissvíz hűtés, dunai vízkivétel, utóhűtővel, VITUKI, dt=11°C	Frissvíz hűtés, dunai vízkivétel, utóhűtővel, VITUKI, dt=8°C	Tornyos hűtés, természetes huzatú nedves rendszer
Beruházási költségek	■	■	■
Karbantartás és munkabér költségek	■	■	■
Villamos energia költségek	■	■	■
Víz költségek	■	■	■
Összesen	■	■	■

A táblázatokban az életciklus költségeket a főbb, lényegi összetevők alapján is megbontottuk.
A részletes számításokat a [10.4-1] melléklet tartalmazza.

A [10.4-2.] mellékletben pedig aktualizáltuk az 1-fázisú, előkészítő vizsgálatok során
elkészített összehasonlító mátrix adatlapokat a 2-fázisú vizsgálatokban szereplő két frissvízes
és egy tornyos megoldás adataira, a 2 x 1200 MW és 2 x 1600 MW blokk teljesítmények
esetére.

10.5 Érzékenység vizsgálatok

Kétfajta érzékenységvizsgálatot végeztünk: egyrészt a villamos energia, másrészt a vízköltségek (vízkészlet használat, pótvíz, hulladék elhelyezés és vegyszerköltség) [REDACTED] [REDACTED] hatását vizsgáltuk meg az életciklus költségeknél. Az érzékenységvizsgálatok eredményeit az alábbi táblázatokban foglaltuk össze:

2 x 1200 MW	Frissvíz hűtés, dunai vízkivétel, utóhűtővel, VITUKI, dt=11°C		Frissvíz hűtés, dunai vízkivétel, utóhűtővel, VITUKI, dt=8°C		Tornyos hűtés, természetes huzatú nedves rendszer	
	2015	2020	2015	2020	2015	2020
Alapeset	100	100	100	100	100	100
50% villamos energia költség növekedés	100	100	100	100	100	100
50% vízköltség növekedés	100	100	100	100	100	100

2 x 1600 MW	Frissvíz hűtés, dunai vízkivétel, utóhűtővel, VITUKI, dt=11°C		Frissvíz hűtés, dunai vízkivétel, utóhűtővel, VITUKI, dt=8°C		Tornyos hűtés, természetes huzatú nedves rendszer	
	1	2	3	4	5	6
Alapeset						
50% villamos energia költség növekedés						
50% vízköltség növekedés						

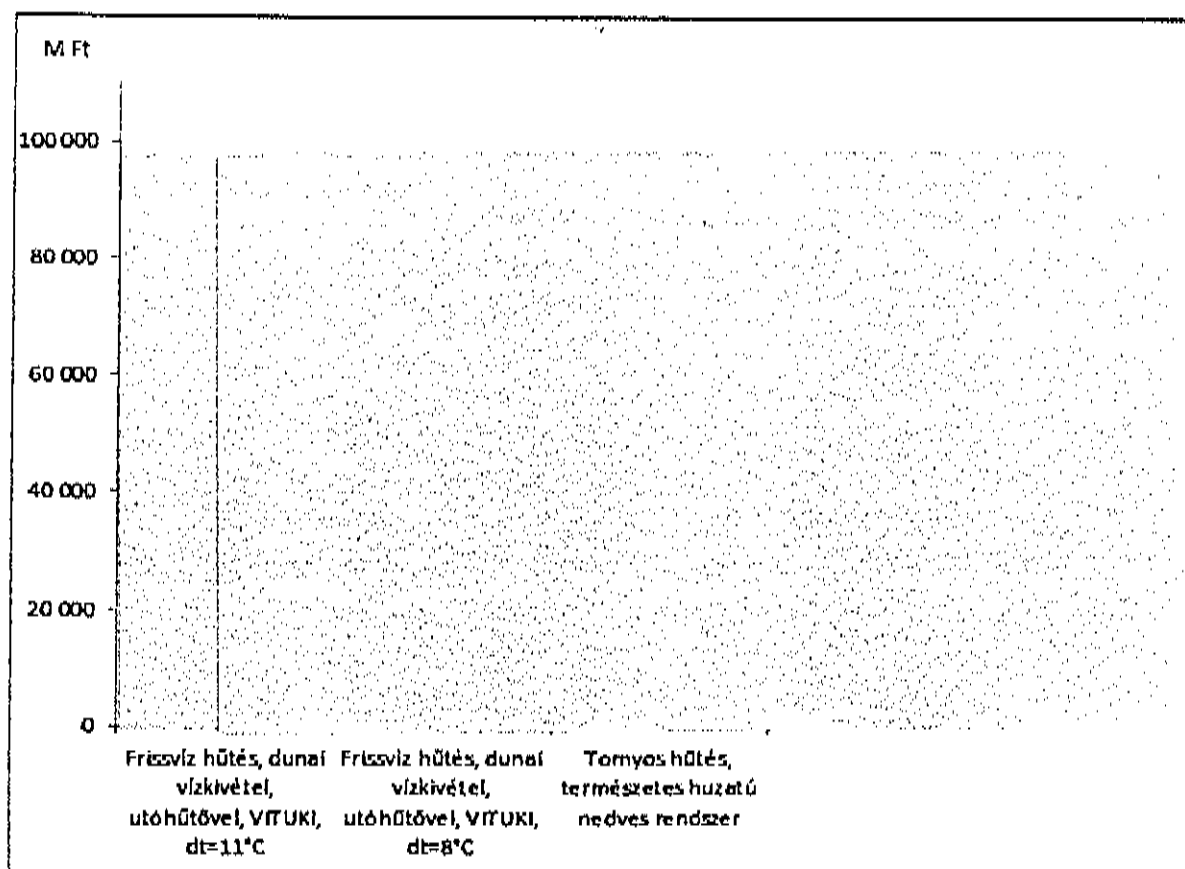
A részletes számításokat a [10.4-1]. melléklet tartalmazza.

10.6 Gazdaságossági számítások eredményei

Az életciklus költség vizsgálat értékelése

A [10.4-1] számú mellékletben szereplő részletes számítási eredményeket áttekintve az látható, hogy az eredményekben megmutatózó tendenciák a 2x1200 MW-os illetve a 2x1600 MW-os blokk típusra vonatkozóan teljesen azonosak. Ezért a kiértékelés egyszerűbb áttekinthetősége érdekében, ezen fejezetpontbeli értékelés során, mindig csak a 2x1200 MW-os blokk eredményeket fogjuk bemutatni.

A beruházási költségek változatonskénti alakulása a 10.6-1. ábra szerinti.



10.6-1. ábra, változatok beruházási költsége (2x1200 MW)

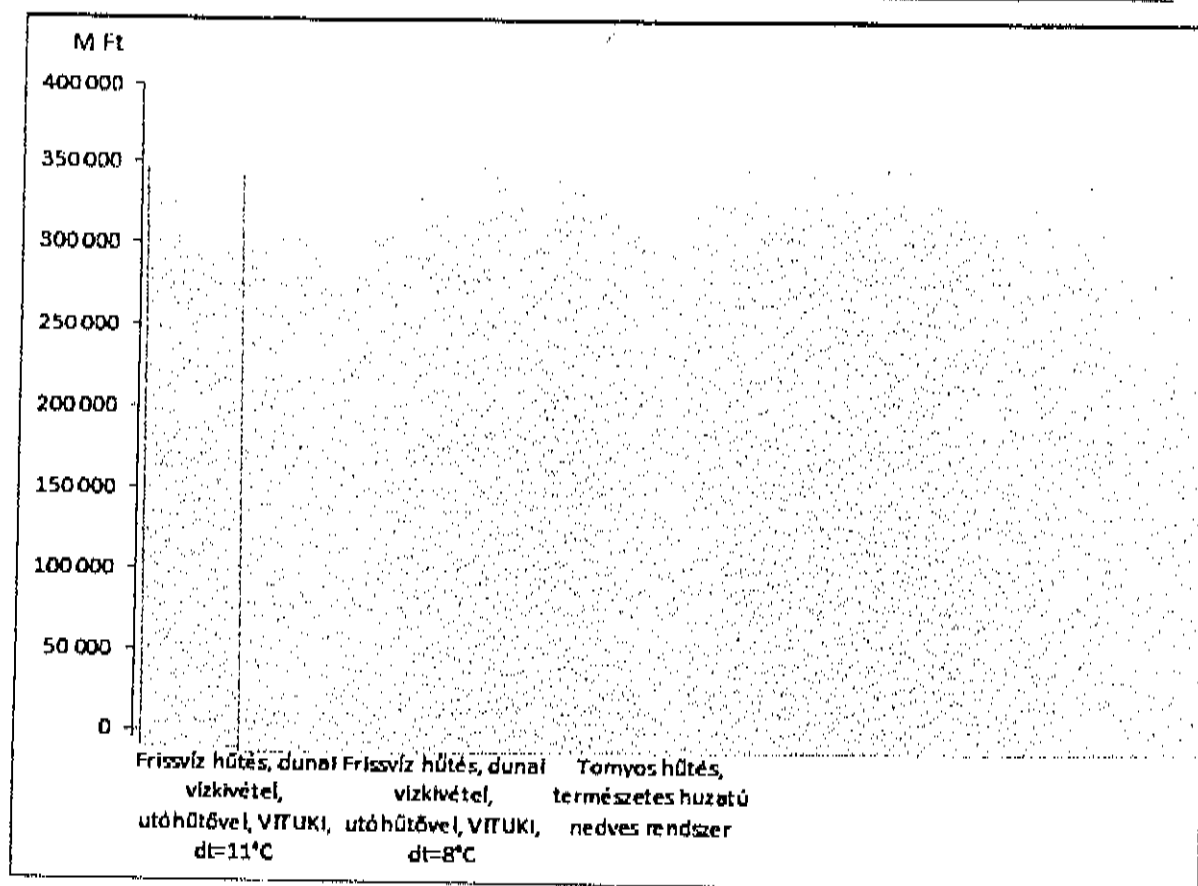
Az ábrázolt adatokból megállapítható, hogy

A segédhűtő rendszer, a pótvízellátás, a vízelőkészítés és a VITUKI vízbevezetés költségei az összeruházáshoz képest kevésbé jelentős tételek. A 8 °C vízfelmelegedési korlát elsősorban a

A következő lapon szereplő 10.6-2. ábrán, a változatok alapesetére meghatározott életciklus költsége látható.

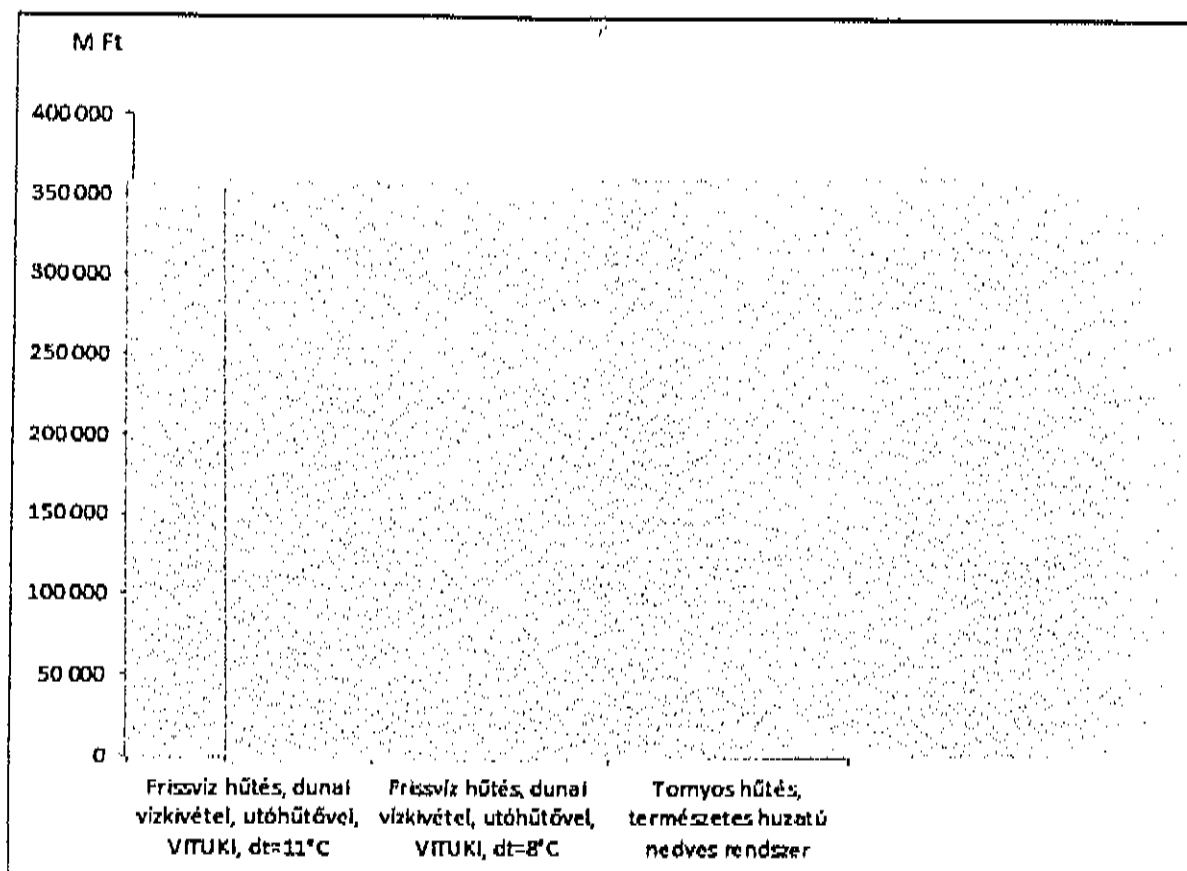
Az eredményeket tekintve tehető megállapításként az mondható, hogy az életciklus költségek esetén

A főbb költségelemek közül egyedül a villamos energia költség



10.6-2. ábra, változatok életciklus költsége (2x1200 MW)

A következő lapon a költség vizsgálatok érzékenységi vizsgálatának eredmény diagramja szerepel.



10.6-3. ábra, változatok életciklus költsége eltérő villamos energia és víz költségeknél
(2x1200 MW)

Az ábrából látható, hogy a tornyos rendszerek a [REDACTED] míg a frissvízes rendszerek a [REDACTED] a legérzékenyebbek [REDACTED] költség növekedést okoz. A 8 °C-os megengedett vízfelmelegedés a frissvízes változatoknál [REDACTED] mint az alapeset szerinti 11 °C-os megengedett felmelegedés.

Ekvivalens életciklus költség meghatározás

A beruházási költségek meghatározása a döntés előkészítésre szolgáló, jelen koncepciótervi 2. fázisban, már informatív szállítói ajánlatokon alapulnak. Az árak, jobb megalapozása a további, műszaki vizsgálatok alapján végezhető műszaki tervezés során várható, ahol a ténylegesen szükséges beruházási költségek az most meghatározottól kismértékben eltérőek lehetnek, mindkét hűtési mód esetében.

Fontos annak értékelése, hogy a tornyos és frissvízes hűtési megoldás kiválasztásához döntési alapul szolgáló gazdasági sorrend a jelen vizsgálat szintjén mennyire stabil, azaz milyen mértékű beruházási költség eltérés kockáztatná a hozandó döntés megalapozottságát.

[REDACTED]

11 Blokk típusok adaptációja

Főhűtő rendszer

A műszaki kidolgozásban bemutatott 1200MW és 1600MW osztályú blokk nagyságok lefedik a lehetséges erőmű szállítók által ajánlott a lenti táblázatban bemutatott blokk típusokat.

Mivel az első három blokk típus hűtőrendszer szempontjából mérvadó méretezési adatai (vízáram, elvonandó hőmennyiség) nagyon közel vannak egymáshoz (7%-on belül vannak) ezért kijelenthető hogy az 1200MW-os esetben bemutatott természetes huzatú nedves hűtőrendszer minimális módosításokkal alkalmazható a VVER-1000 és az ATMEA1 esetében.

A felsorolt három blokk típus esetén a hűtőrendszer berendezéseinek aktuális méretei, darabszámai, éves villamos áram termelés értéke és vízfogyasztás mértéke egy részletes adatszolgáltatáson (GEA EGI részére) alapuló számítás után adható meg.

Az 1600MW-os blokk típushoz bemutatott hűtőrendszer pedig közel azonos méretezési paraméterekkel rendelkezik, mint az EPR-AREVA blokk.

Blokk típusok hűtési alapadatai	VVER-1000 Atomstroy- export	AP1000 Westinghouse	ATMEA1 AREVA & Mitsubishi	EPR AREVA	Megjegyzés
Kondenzátor névleges vízárama, m ³ /s / blokk					Kiinduló adat
Elvonandó hőteljesítmény MW/blokk					Kiinduló adat
Minimális turbína ellennyomás, kPa					Kiinduló adat
Hűtőrendszer paraméterei	VVER-1000 Atomstroy- export	AP1000 Westinghouse	ATMEA1 AREVA & Mitsubishi	EPR AREVA	Megjegyzés
Hűtőtorony alapátmérő, m					~becsült érték
Hűtőtorony magasság, m					~becsült érték
Hűtőtorony kilépő átmérő, m					~becsült érték
Önfogyasztás, kW _a					~becsült érték
Alkalmazott szivattyúk száma, db					
Összes beruházási költség, mFt					Kondenzátor nélküli

Segédhűtő rendszer

Az 1200MW és 1600MW osztályú blokknagyságokhoz eddig bemutatott segédhűtők, amik az AP1000 és EPR AREVA blokkhoz lettek (tartalékkal és biztonsággal) méretezve, semmiben sem térnek el a VVER-1000 valamint az ATMEA1 AREVA blokkokhoz szükséges segédhűtőktől. Így azok műszaki paraméterei, beruházási és üzemeltetési költségei megegyeznek az eddig megadottakkal.

Frissvíz és tornyos változatok életciklus költsége

A Teller projektben kiválasztott blokk típusokhoz tartozó életciklus költségeket a konkrét blokk típusok és a tanulmányban vizsgált 2 x 1200, illetve 2 x 1600 MW-os blokkok hűtőteljesítményeinek arányosításával határoztuk meg. Az eredményeket az alábbi táblázat tartalmazza:

Életciklus költségek	Frissvíz hűtés, dunai vízkivétel, utóhűtővel, VITUKI, dt=11°C	Frissvíz hűtés, dunai vízkivétel, utóhűtővel, VITUKI, dt=8°C	Tornyos hűtés, természetes húzatú nedves rendszer
2 x 1200 MW			
2 x 1600 MW			
VVER-1000 Atomstroyexport			
AP1000 Westinghouse			
ATMEA1 AREVA & Mitsubishi			
EPR AREVA			

12 Lehetséges szállítók, hazai beszállítás mértéke

Főhűtő rendszer

Az alábbi táblázatban a teljesség igénye nélkül feltüntettük a lehetséges beszállítókat részegységenként, és a hazai beszállítás legfeljebb elérhető tájékoztató mértékét az adott részegységen belül.

S.sz.	Megnevezés	Lehetséges szállítók	Lehetséges hazai beszállítás mértéke	Megjegyzés
1	Gépészeti tervezés	[REDACTED]	[REDACTED]	Rendszertervezés, részlettervezés, kiviteli tervek
2	Hűtőtorny építészeti tervezés	[REDACTED]	[REDACTED]	Rendszertervezés, részlettervezés, kiviteli tervek
3	Felületi kondenzátor	[REDACTED]	[REDACTED]	Felületi kondenzátor csatlakozó szelepekkel, hűtővíz csönkökkel
4	Fővezeték	[REDACTED]	[REDACTED]	Hegesztett szénacél csővezeték
5	Földmunka, tereprendezés	[REDACTED]	[REDACTED]	
6	Hűtőtorny technológiái része	[REDACTED]	[REDACTED]	Hűtőbetét, cseplevázasztó, vízelosztó rendszer, fűvókák, zsílipék, hajtások, stb.
7	Hűtővíz keringető szivattyúk	[REDACTED]	[REDACTED]	
8	Szivattyú motorok	[REDACTED]	[REDACTED]	
9	Hűtőtorny és medence építészeti kivitelezés	[REDACTED]	[REDACTED]	Az alkalmazott technológia és kivitelező külföldi, a felhasznált anyagok (betonadalekók, betonvas) lehetnek hazaiak
10	Elektromos rendszer	[REDACTED]	[REDACTED]	MCC, kábelek, kábeltálcák, csatlakozó dobozok, stb.
11	Mérőműszerek, jeladók	[REDACTED]	[REDACTED]	Hőmérők, szintmérők, nyomásmérők, stb.
12	Vegyszeradagolás	[REDACTED]	[REDACTED]	
13	Szivattyú szelepek	[REDACTED]	[REDACTED]	
14	Szelephajtások	[REDACTED]	[REDACTED]	
15	Kompenzátorok	[REDACTED]	[REDACTED]	Szivattyúk körüli kompenzátorok
16	Szerelés és üzembe helyezés	[REDACTED]	[REDACTED]	

Segédhűtő rendszer

S.sz.	Megnevezés	Lehetséges szállítók	Hazai beszállítás mértéke	Megjegyzés
1	Gépészeti tervezés			Rendszertervezés, részlettervezés, kiviteli tervek
2	Hűtőtorony építészeti tervezés			Rendszertervezés, részlettervezés, kiviteli tervek
3	Fővezeték			Hegesztett szénacél csővezeték
4	Földmunka, tereprendezés			
5	Hűtőtorony technológiai része			Hűtőbetét, cseppleválasztó, vizesztő rendszer, fűvókák, szilipek, hajtások, stb.
6	Hűtővíz keringető szivattyúk			
7	Szivattyú motorok			
8	Ventilátorok			
9	Ventilátor motorok			
10	Hajtómű			
11	Tengely			
12	Hűtőtorony és medence építészeti kivitelezés			Vasbeton kivitelezés
13	Elektromos rendszer			MCC, kábelek, kábeltálcák, csatlakozó dobozok, stb.
14	Mérőműszerek, jeladók			Hőmérők, szintmérők, nyomásmérők, stb.
15	Vegyszeradagolás			
16	Részáram szűrő			
17	Szivattyú szelepek			
18	Szelephajtások			
19	Kompenzátorok			Szivattyúk körüli kompenzátorok
20	Szerelés és üzembe helyezés			

13 Az építmények engedélyezési folyamatának bemutatása

13.1 Jogsabályi háttér

Atomerőmű engedélyeztetését meghatározó jogszabályok a következők:

- 1996. évi LIII. törvény a természet védelméről
- 1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról
 - 18/1996. (VI. 13.) KHVM rendelet a vízjogi engedélyezési eljáráshoz szükséges kérelemről és mellékleteiről
- 1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól
 - 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról
- 1997. évi LXXVIII. törvény az épített környezet alakításáról és védelméről
 - 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről
 - 37/2007. (XII. 13.) ÖTM rendelet az építésügyi hatósági eljárásokról, valamint telekalakítási és az építészeti-műszaki dokumentációk tartalmáról
 - 260/2006. (XII. 20.) Korm. rendelet a Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatalról
 - 382/2007. (XII. 23.) Korm. rendelet a villamosenergia-ipari építésügyi hatósági engedélyeztetési eljárásokról
- 1996. évi CXVI. törvény az atomenergiáról
 - 16/2000. (VI. 8.) EüM rendelet az atomenergiáról szóló 1996. évi CXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról
 - 213/1997. (XII. 1.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmény és a radioaktív hulladék tároló biztonsági övezetéről
 - 89/2005. (V. 5.) Korm. rendelet a nukleáris létesítmények nukleáris biztonsági követelményeiről és az ezzel összefüggő hatósági tevékenységekről
- 2007. évi LXXXVI. törvény a villamos energiáról
 - 273/2007. (X. 19.) Korm. rendelet a villamos energiáról szóló 2007. évi LXXXVI. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról

13.2 Atomerőmű engedélyezése

Egy atomerőmű és így a hozzá tartozó épületek, berendezések engedélyoztatásához szükséges engedélyek – a villamos csatlakozás engedélyeztetését nem érintve – az alábbiak szerint csoportosíthatók:

- Magyar Energia Hivatal (MEH) engedélyei,
- Országos Atomenergia Hivatal (OAH) engedélyei,
- Területileg illetékes Kormányhivatal Mérésügyi és Műszaki Biztonsági Hatóság (TK MMBH) engedélyei,
- Területileg illetékes Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség (KÖFE) környezetvédelmi engedélyei,
- KÖFE vízjogi engedélyek.

Az előbbiekben felsorolt hatóságoknál az engedélyeztetési eljárások három fázisa különböztethető meg:

- az előkészítés során szükséges engedélyek megszerzése,
- a beruházás megvalósítása (tervezés, építés, gyártás és szerelés, üzembe helyezés) során szükséges engedélyek megszerzése, és végül
- a kereskedelmi üzem megkezdéséhez szükséges engedélyek megszerzése.

13.2.1 Magyar Energia Hivatal engedélyei

A beruházás előkészítési fázisában a MEH-től beszerezendő engedélyek:

- elsődleges energiaforrás választási engedély,
- létesítési engedély.

A beruházás megvalósítási fázisában a MEH-től nem kell engedélyt beszerezni.

A kereskedelmi üzem megkezdéséhez szükséges

- a MEH működési engedély megléte.

13.2.2 Országos Atomenergia Hivatal engedélyei

A beruházás előkészítési fázisában az OAH-tól beszerezendő engedélyek:

- telephely engedély,
- létesítési/bővítési engedély,
- építési engedély,
- építmények felvonóinak engedélye.

A beruházás megvalósítási fázisában az OAH-tól beszerezendő engedélyek:

- beszerzési engedély a gyártandó, szállítandó berendezésekhez,
- szerelési engedély a gyártandó, szállítandó berendezésekhez,
- nukleáris létesítmény üzembe helyezési engedélye.

A kereskedelmi üzem megkezdéséhez szükséges OAH engedélyek:

- nukleáris létesítmény üzemeltetési engedélye,
- nukleáris létesítmény használatbavételi engedélye.

13.2.3 Területileg illetékes Kormányhivatal Mérésügyi és Műszaki Biztonsági Hatóság engedélyei

A beruházás előkészítési fázisában a TK MMBH -tól beszerezendő engedély:

- építési engedély, amely az Országos Rendezési Terv, valamint a helyi Részletes Rendezési Terv figyelembevételével készülő építési engedélyezési terv alapján kerül kiadásra.

A beruházás megvalósítási fázisában a TK MMBH-től nem kell engedélyt beszerezni.

A kereskedelmi üzem megkezdéséhez szükséges

- a TK MMBH által kiadandó használatbavételi engedély megléte.

13.2.4 Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség engedélyei

A beruházás előkészítési fázisában a KÖFE-től beszerezendő engedély:

- környezetvédelmi engedély, amely a jóváhagyott Előzetes Vizsgálati Dokumentáció (EVD) alapján elkészítendő Környezeti Hatásvizsgálat alapján kerül kiadásra.

A beruházás megvalósítási fázisában a KÖFE-től nem kell engedélyt beszerezni.

A kereskedelmi üzem megkezdéséhez próbaüzemi mérések és dokumentáció benyújtása szükséges.

13.2.5 KÖFE által kiadott vízjogi engedélyek

A beruházás előkészítési fázisában a beszerezendő vízjogi engedély(ek):

- (elvi vízjogi engedély),
- vízjogi létesítési engedély(ek)

A beruházás megvalósítási fázisában nem kell vízjogi engedélyt beszerezni, azzal kapcsolatos eljárást lebonyolítani.

A kereskedelmi üzem megkezdéséhez szükséges

- a vízjogi üzemeltetési engedély(ek) megléte.

13.3 PAE létesítendő blokkjai hűtésével kapcsolatos létesítmények engedélyeztetése

Természetes huzatú nedves hűtőrendszer esetében létesülő építmények:

- hűtőtorony (méretei az 5.2. fejezet szerint a blokk teljesítmény (1.200 MW/1.600 MW) függvényében),
- szivattyúház (méretei az II. kötet szerint a blokk teljesítmény (1.200 MW/1.600 MW) függvényében)

A fenti létesítmények engedélyeztetése a PAE létesítendő új blokkjainak engedélyeztetésével együtt történik, azok külön engedélyeztetésére nem kerül sor.

14 Minőségbiztosítási terv

A projekt célja

A tanulmány célja, hogy feltárja a Paksi Atomerőmű területén létesítendő új blokkoknál alkalmazandó hűtési lehetőségeket annak érdekében, hogy az adott körülmények, környezeti feltételek között a legjobb műszaki megoldással, legjobb hatásfokkal, legkedvezőbb költséggel megvalósítható, üzemeltethető, a környezetvédelmi szempontokat és a törvényi, hatósági előírásokat a tervezett üzemidő során betartó hűtési rendszer valósuljon meg.

A projekt terjedelme

A döntés előkészítő tanulmány frissvízes illetve hűtőtornyos hűtés elemzésével készül.

A tanulmány 2x1200 MW, ill. 2x1600 MW teljesítményű blokk típusokra vonatkozóan tartalmazza:

- Kiinduló adatok, ill. feltételek összeállítását a frissvízes, ill. a hűtőtornyos hűtés elemzéséhez (adatokat PA Zrt. szolgáltatja)
- A frissvízes és hűtőtornyos hűtési módok műszaki, gazdasági elemzését, a becsült beruházási munkákat és a beruházási/üzemeltetési költségek bemutatását
- Az alternatívák részletes adatait, az egyes megoldások kockázatait, az előnyöket és hátrányokat
- A hűtési változatok tervezési állapotban számolt, blokk független energetikai vizsgálatát
- A blokk nagyság hatásának bemutatását az energetikai, gazdasági és környezeti adatokra
- A hűtési megoldások üzemviteli jellemzőit (részterhelés, időjárás követés, vízkezelés)
- A hűtés irányítás technikáját, integrálását a blokk irányítástechnikai rendszerébe
- Piaci körképet a lehetséges beszállítókról
- A hazai beszállítás lehetőségét és mértékét
- A hűtéssel kapcsolatos tevékenységek összefoglalását, javaslatokat
- Az építmények engedélyezési folyamatának bemutatását
- A hűtési rendszerek segédüzem igényeinek (pótvíz igény, vegyszer igény, szűrőrendszer) bemutatását
- Annak bemutatását, hogy a frissvízhűtés esetén a már üzemelő és a leendő blokkoknak milyen hatása van a Duna vízének felfelmelegedésére, hogyan illeszthető egy új hűtővíz tömegáram a jelenleg érvényes MŰSZ korlátokhoz.

A GEA EGI minőségbiztosítási rendszere

A vezetőség felelőssége

A jelen Minőségbiztosítási terv terjedelmébe tartozó vállalkozási tevékenység a GEA EGI Zrt. vállalkozásában, az általa kiválasztott és a PA Zrt. által jóváhagyott alvállalkozók tevékenysége eredményeként valósul meg.

A vezetőség felelőssége a GEA EGI Zrt. Integrált irányítási rendszer Kézikönyve (jóváhagyva: 2003.03.15.) és az atomerőműi tervezési és fővállalkozási tevékenység végzésére vonatkozó Minősítési Dokumentációban (KM 45/2010. PA Zrt. érv.:2013. 06. 15.) foglaltak szerint valósul meg.

A minőségügyi rendszer

A minőségügyi rendszer a jóváhagyott Kézikönyv, a mellékletét képező „Eljárások” (29 db), a Minősítési Dokumentáció, valamint jelen Minőségbiztosítási Terv előírásainak megfelelően működik. A minőségügyi terv készítésénél betartjuk az NBSZ (89/2005. és az azt módosító 249/2005 Korm., rendelet 1 számú melléklet) 1-4. kötet jelen munkára vonatkozó előírásait is.

A minőségbiztosítási terv készítésénél figyelembe vettük a PA Zrt. TK0303_M05_V01 Minőségügyi Terv követelményei” végrehajtási utasítást.

Szerződések átvizsgálása

Mind a Megrendelővel, mind az Alvállalkozókkal kötött szerződések átvizsgálása a TE-EIT-001 Nukleáris project minőségirányítása eljárás előírásai (5.3 fejezet) szerint történik.

A jelen vállalkozás tárgya döntés előkészítő tanulmány készítése a PA Zrt. területén létesítendő új blokkok hűtési lehetőségeinek vizsgálatára.

A tanulmány készítésének szabályozása

A tanulmánykészítésében résztvevők kinevezése írásban, a végzendő feladat meghatározásával történik. Önálló tervezési feladatot felsőfokú végzettségű, megfelelő gyakorlattal és a megkívánt atomcrommű ismeretekkel, vizsgákkal rendelkező tervezők végzik.

GEA EGI Zrt. részéről a projektben résztvevők munkájának összehangolását végzők:



Alkalmazni kívánt alvállalkozók:

- | | |
|----------------------|--|
| - Pöryy Erőterv Zrt. | környezeti hatótényezők vizsgálata, 4. munkacsoport számára összefoglaló kivonatos anyag készítése |
| - Mélyépterv Zrt. | frissvízes hűtési mód és a vízkivétel kidolgozása |
| - Paksi Mérnöki Kft. | helyszíni mérnökszolgálati feladatok |

A munka irányítását és koordinálását a projekt menedzser végzi. Feladata a kapcsolattartás a Megrendelővel, a Hatósággal és a munkában résztvevő alvállalkozókkal.

A tanulmány azonosítása a GEA EGI Zrt. tervszámozási rendszerének megfelelően történik, de fel van tüntetve a PA Zrt. „Rajz és dokumentációk számozásának eljárásrendje (000097A00017_EBA) szerinti DAR azonosítója is (DAR: 530400A00222 EGA).

A tanulmány készítése a Megrendelő Igényelt tartalmazó szerződés, az általa készített feladatterv, megelőző felmérési dokumentumok alapján, a szerződésben rögzített irányelvek és a figyelembe veendő Generáltervezői eljárásrendek illetve az NBSZ által előírt követelményeknek megfelelően történik.

A Vállalkozó és a Megrendelő közötti kapcsolattartás eszköze az ütemterv szerinti egyeztetés és az arról készült emlékeztetők.

A tanulmány ellenőrzése az E-73-001 sz. eljárás szerint több lépcsőben történik (indító megbeszélés, kapott alapadatok ellenőrzése, közbenső ellenőrzés a megrendelő részvételével, belső ellenőrzés, megrendelői ellenőrzés, szakhatósági ellenőrzés, hatósági ellenőrzés). GEA EGI Zrt. tervellenőre és a Megrendelő képviselői a tanulmány készítése alatt folyamatos ellenőrzést végeznek. Az elkészült dokumentációk a PA Zrt.-nél tartott tervzsűri és javítás után kerülnek jóváhagyásra ill. elfogadásra. A ellenőrzések eredményelt írásban kell dokumentálni.

A tanulmány készítése során keletkező dokumentációkat a dokumentáció nyilvántartási rendszer tartalmazza, mely magában foglalja a

- szöveges dokumentumokat
- ellenőrző számításokat
- ellenőrzési és minőségbiztosítási dokumentációkat.

A jóváhagyott dokumentációk elosztása a vállalkozási szerződésben előírtaknak megfelelően történik. Az érvényes, jóváhagyott dokumentumok nem selejtezhettek, sérülésmentes tárolásukat biztosítani kell az erőmű maradék élettartama során.

A dokumentációk archiválásának felelőssége kizárólag a PA Zrt. dokumentációs tárára ruházható át.

A tanulmány készítését a GEA EGI Zrt. a TE-EIT-001 „Nukleáris project minőségirányítása” követelményeinek megfelelően a vállalkozási szerződés előírásainak betartásával végzi.

Az elkészült dokumentációk zsűrizésre való kiadása előtt belső tervellenőrzést tartunk, elsődleges cél a szakmai előírások teljesülésének ellenőrzése:

- alkalmazott méretezési eljárások ellenőrzése
- anyag kiválasztás helyességének ellenőrzése
- szerelhetőség, vizsgálhatóság, karbantarthatóság ellenőrzése
- hatósági követelmények teljesülésének ellenőrzése
- szerződéses követelmények teljesülésének ellenőrzése
- szükséges aláírások meglétének ellenőrzése.

A tanulmány megfelelőségének igazolása Megrendelői tervzsűrivel történik. A zsűri folyamán felmerült nem megfelelőségek megszüntetését –módosítás végrehajtását, felülvizsgálatát és jóváhagyását – ugyanolyan eljárásrend szerint hajtjuk végre, mint az eredeti dokumentáció készítését.

A megrendelőnek átadandó dokumentumokat, dokumentum hordozókat, példányszámokat a vállalkozási szerződés határozza meg.

A szerződés terjedelmébe tartozó munkákra vonatkozó atomerőmű folyamatszabályzások:

- | | |
|--------|---|
| - NBSZ | Nukleáris Biztonsági Szabályzat 1. – 4. sz. kötet |
| - BIZT | Biztonsági szabályzat |
| - MVSZ | Munkavédelmi szabályzat |

- TVSZ Tűzvédelmi szabályzat
- MSSZ Munkahelyi sugárvédelmi szabályzat
- KÖESZ Környezet ellenőrzési szabályzat
- FEL 005 Szállítók nukleáris biztonság szempontú minősítése
- IOP 004 Nem-megfelelőségek kezelése
- TKO 302 Műszaki változási igény elbírálása
- TKO 303 Műszaki változás előkészítése, tervezése, megvalósítása, lezárása
- TKO 303 M05 V01 Minőségügyi terv követelményei

Tanúsítványok

GEA EGI Zrt. tanúsítványai:

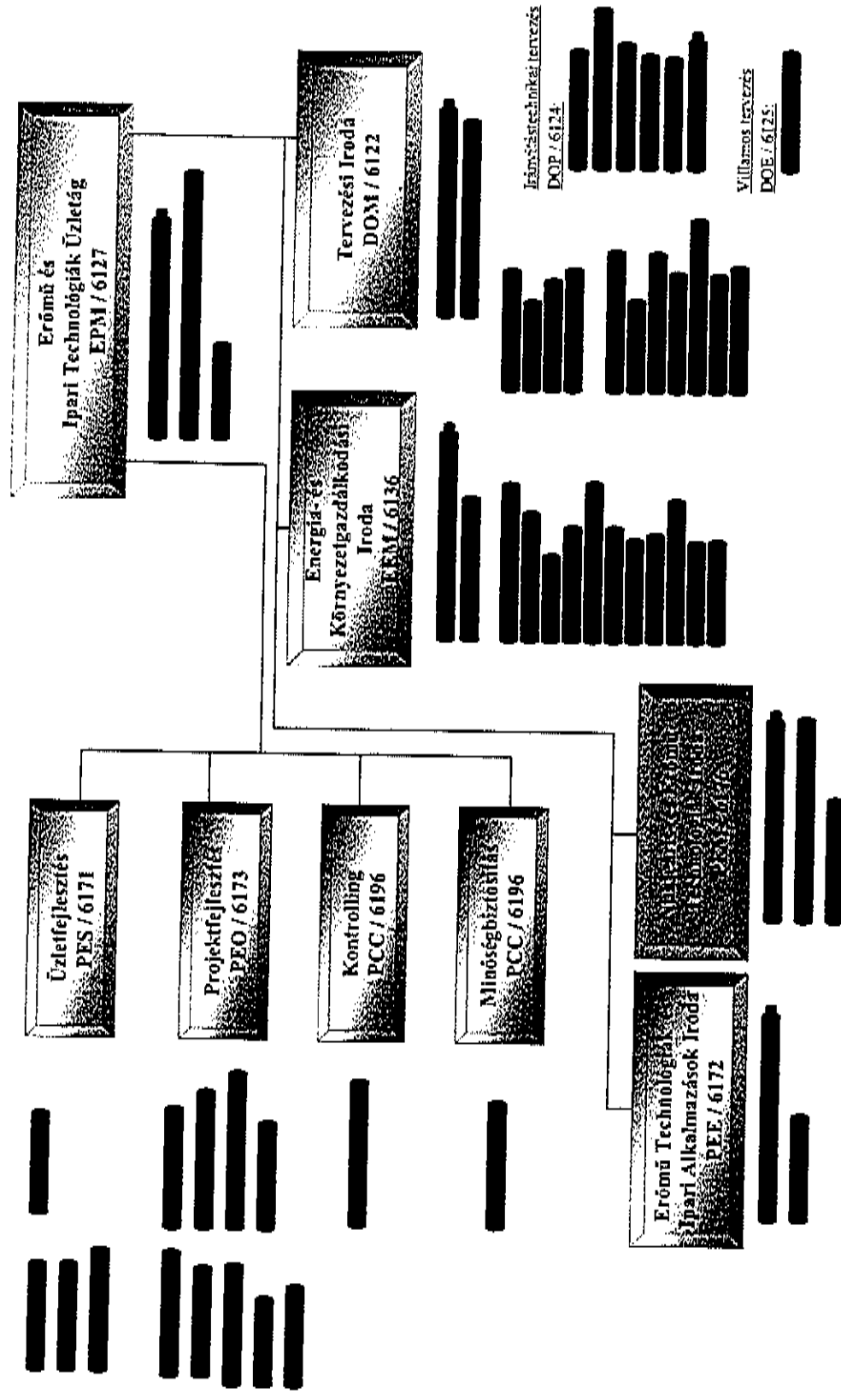
PA Zrt. minősítő lap, KM 45/2010	(2013.06.15.)
SGS tanúsítvány, EN ISO 9001, HU07/2762	(2012.12.29.)
SGS tanúsítvány, EN ISO 14001, HU09/4597	(2012.12.29.)
ÉMI nyilatkozat, N-21/2001	
ASME tanúsítvány, „U” pecsét, 33.022	(2014.01.04.)

Projekt menedzsment

GEA EGI Zrt. szakmai alkalmassága és gyakorlata

Paksi Atomerőmű Zrt. részére munkát végzők rendelkeznek a megkövetelt szakmai végzettséggel, valamint a munka végzéséhez szükséges erőmű által előírt speciális vizsgákkal és az erőmű területén munkavégzésre jogosító belépővel.

Mellékelve az Erőmű és Ipari Technológiák üzletág szervezeti sémája, jelölve a nukleáris munkákban résztvevő dolgozókat.



15	Ellenőrzés (belső)	TE-EIT-001		x				jegyzőkönyv
16	Megrendelő munka közbeni ellenőrzése, egyeztetés	Megrendelői észrevételek, javaslatok	TK0303_M05_V 01	x				jegyzőkönyv
17	Tervdokumentáció jóváhagyása	Belső zsűri	Szerződés TE-EIT-001	x				Jegyzőkönyv, tervdokumentáció
18	Tanulmány érvényesítése	Megrendelői tervzsűri	Szerződés	x				Zsűri jegyzőkönyv
19	Dokumentáció javítás		Zsűri észrevételek	x				Javított dokumentáció
20	Dokumentáció szállítás megrendelőnek	Teljeség ellenőrzése		x				Végleges dokumentáció
21	Dokumentáció fordítása angolra			x				Fordított dokumentáció
22	Végdokumentáció átadása PA Zrt.-nek			x				Dokumentáció

GY - gyártó; EGI – vállalkozó; M – megrendelő; HP – hold point; MP – megtekintési pont; x – résztvevő