

MAGYAR VILLAMOS MŰVEK Zrt.

**A PAKSI ATOMERŐMŰ Zrt.
területén létesítendő új blokkok hűtési lehetőségeinek vizsgálata,**

***Döntés előkészítő tanulmány
I. kötet***

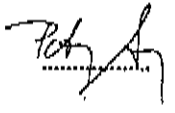
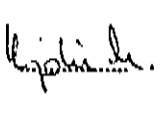
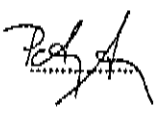
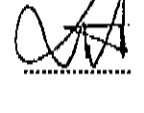
Rev.0

Megrendelő:	MVM Zrt.
Végfelhasználó:	PAKSI ATOMERŐMŰ Zrt.
Léval Projekt azonosító (DAR):	530400A00222 EGA
Generálazonosító (ERBE):	000000A00200 EGA
Tervazonosító (EGI):	PA 00 0 JNG XS 0001
Készítette:	GEA EGI Energiagazdálkodási Zrt.
Munkaszám:	6/6335
Dátum:	Budapest, 2011. máj. 4.

A PAKSI ATOMERŐMŰ Zrt.
területén létesítendő új blokkok hűtési lehetőségeinek vizsgálata,

Döntés előkészítő tanulmány
Főlap

MÓDOSÍTÁSOK NYILVÁNTARTÁSA

Név	Petrás András	Hajdú Mihály	Petrás András	Luzsa György		
Dátum	2011. máj. 4.	2011. máj. 4.	2011. máj. 4.	2011. máj. 4.		
Aláírás					0	Új kiadás, 2011.04.20.-i zsűri módosításokkal
	Készítette	Ellenőrizte	Vezető tervező	Létesítmény felelős	Rev.	Módosított dok./oldalak

TERVEZŐI NYILATKOZAT

A tanulmánykötet készítői az atomerőművek létesítésénél kötelező hatósági előírásokat, amelyeket a magyar szabványok, rendeletek és hatósági előírások, szabályzatok rögzítenek, maradéktalanul betartották. Figyelembe vették az NBSZ előírásait, 89/2005. (V. 5.) Kormány Rendelet, valamint az OAH NBI által kiadott műszaki irányelvekben megfogalmazott követelményeket. Az alkalmazott előírások:

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

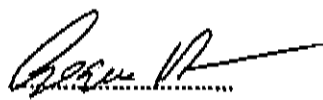
TKO 303 Műszaki változás előkészítése, tervezése, megvalósítása, lezárása

TKO 303 M05 V01 Minőségügyi terv követelményei

Az MVM ERBE Zrt. által készített 000097G00044 EBA számú „Tervdokumentációk tartalmi és formai követelményel, Gépészet”

Budapest, 2011. máj. 4.

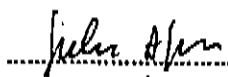
Hűtőrendszer:


Grégász Attila

Hűtőrendszer:


Tóth Verona

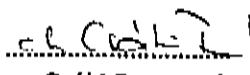
Vízelőkészítés:


Szeles Ágnes

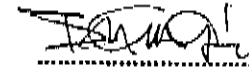
Gépész szakértő:


Turda Elek

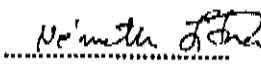
Környezetvédelem:


Csáki Ferencné

Költségvizsgálatok:


Bakoss Géza

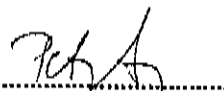
Nukleáris biztonság:


Németh István

Ellenőr:


Hajdú Mihály

Vezető tervező:


Petrás András

Létesítmény felelős:


Luzsa György

**A PAKSI ATOMERŐMŰ Zrt.
területén létesítendő új blokkok hűtési lehetőségeinek vizsgálata,**

***Döntés előkészítő tanulmány
I. kötet***

A DOKUMENTÁCIÓ KÖTETEINEK JEGYZÉKE

Kötet száma	Címe	Készítette	GEA EGI Zrt. tervazonosító	Generálazonosító
I.	Döntés előkészítő tanulmány I. kötet (Tanulmány főkötet)	GEA EGI Zrt.	PA 00 0 JNG XS 0001	000000A00200 EGA
II.	Döntés előkészítő tanulmány II. kötet (Frissvíz hűtés)	MÉLYEPTERV KOMPLEX Zrt.	PA 00 0 JNG XS 0002	000000A00200 EGA
III.	Döntés előkészítő tanulmány III. kötet (Környezetvédelem)	PÖYRY ERŐTERV Zrt.	PA 00 0 JNG XS 0003	000000A00200 EGA
IV.	1. kivonat, Összehasonlító elemzés a felsővezetői döntés előkészítéséhez	GEA EGI Zrt.	PA 00 0 JNG XS 0004	000000A00200 EGA
V.	2. kivonat, Összefoglaló a Lévai Projekt 1. munkacsoport számára, a finanszírozáshoz	GEA EGI Zrt.	PA 00 0 JNG XS 0005	000000A00200 EGA
VI.	3. kivonat, Összefoglaló a Lévai Projekt 2. munkacsoport számára, a műszaki feltételekről	GEA EGI Zrt.	PA 00 0 JNG XS 0006	000000A00200 EGA
VII.	4. kivonat, Összefoglaló a Lévai Projekt 4. munkacsoport számára, a környezeti hatásokról	PÖYRY ERŐTERV Zrt.	PA 00 0 JNG XS 0007	000000A00200 EGA

**A PAKSI ATOMERŐMŰ Zrt.
területén létesítendő új blokkok hűtési lehetőségeinek vizsgálata,**

***Döntés előkészítő tanulmány
I. kötet***

Tanulmány főkötet

A KÖTET FEJEZETEINEK JEGYZÉKE

Fejezet száma	Címe	Készítette	Tervazonosító	Generálazonosító
1.	A tanulmány összefoglalása	Petrás A.	PA 00 0 JNG XS 0001	000000A00200 EGA
2.	Előzmények, kiinduló adatok és feltételek	Petrás A.	PA 00 0 JNG XS 0001	000000A00200 EGA
3.	A meglévő környezet ismertetése	Petrás A.	PA 00 0 JNG XS 0001	000000A00200 EGA
4.	Előkészítő vizsgálatok, változatok kiválasztása	Petrás A. Bakoss G. Grégász A.	PA 00 0 JNG XS 0001	000000A00200 EGA
5.	A tervezett technológia bemutatása	Grégász A.	PA 00 0 JNG XS 0001	000000A00200 EGA
6.	Környezeti kapcsolódás, környezetvédelem	Csákiné	PA 00 0 JNG XS 0001	000000A00200 EGA
7.	Üzemeltetési stratégia	Grégász A.	PA 00 0 JNG XS 0001	000000A00200 EGA
8.	Megvalósítási ütemterv	Grégász A.	PA 00 0 JNG XS 0001	000000A00200 EGA
9.	Beruházási és üzemeltetési költségek	Grégász A.	PA 00 0 JNG XS 0001	000000A00200 EGA
10.	Frissvíz és tornyos hűtés összehasonlító gazdaságossági vizsgálata	Bakoss G.	PA 00 0 JNG XS 0001	000000A00200 EGA
11.	Blokk típusok adaptációja	Grégász A.	PA 00 0 JNG XS 0001	000000A00200 EGA
12.	Lehetséges szállítók, hazai beszállítás	Grégász A.	PA 00 0 JNG XS 0001	000000A00200 EGA
13.	Építmények engedélyezési folyamata	Turda E.	PA 00 0 JNG XS 0001	000000A00200 EGA
14.	Minőségbiztosítási terv	Hajdú M.	PA 00 0 JNG XS 0001	000000A00200 EGA

TARTALOMJEGYZÉK

1	A TANULMÁNY ÖSSZEFOGLALÁSA	10
2	ELŐZMÉNYEK, KIINDULÓ ADATOK ÉS FELTÉTELEK.....	16
2.1	ELŐZMÉNYEK ÉS FELADAT MEGHATÁROZÁS	16
2.2	A LÉTESÍTENDŐ ÚJ BLOKKOK TELJESÍTMÉNY ALAPADATAI	17
2.3	KIINDULÓ FELTÉTELEK	20
2.3.1	PAE adatszolgáltatása.....	20
2.3.2	A tanulmánykészítés menete	20
2.3.3	Hatósági előírások alkalmazása.....	21
3	A MEGLÉVŐ KÖRNYEZET ISMERTETÉSE	25
3.1	A FEJLESZTÉSRE RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ TERÜLET	25
3.2	A FELHASZNÁLHATÓ DUNA VÍZ ADATAI.....	27
3.3	LÉGKÖRI KLIMATIKUS ADATOK	31
3.4	ÁLTALÁNOS TELEPHELYI JELLEMZŐK	36
3.4.1	A telephely geológiai viszonyai	37
3.4.2	A telephely szeizmológiai viszonyai.....	38
3.4.3	A telephely hidrológiai viszonyai	39
3.4.4	A telephely meteorológiai viszonyai.....	41
4	ELŐKÉSZÍTŐ VIZSGÁLATOK, VÁLTOZATOK KIVÁLASZTÁSA	42
4.1	FRISSVÍZ HŰTÉSES VÁLTOZATOK	42
4.1.1	Változatok életciklus költség vizsgálata.....	52
4.1.2	Megoldási javaslat a két blokk nagyságához tartozóan.....	60
4.2	TORNYOS HŰTÉSES VÁLTOZATOK.....	69
4.2.1	A figyelembe vehető és a megvizsgált változatok áttekintése.....	69
4.2.2	Nedves hűtésű változatok	72
4.2.3	Vízakárékos környezetbarát hűtésű változatok.....	82
4.2.4	A 'tornyos' hűtési változatok összehasonlítható hatása az erőmű teljesítményére, energiatermelésre, vízfogyasztásra, a környezetre és a biztonságra.....	100
4.2.5	A 'tornyos' hűtőrendszerek hatása az atomerőmű gazdaságosságára	115
4.2.6	Megállapítások, következtetések.....	125
4.3	VÍZELŐKÉSZÍTÉS ÉS PÓTVÍZ ELLÁTÁS	126
4.3.1	Pótvíz ellátás, hulladékvíz elvezetés.....	126
4.3.2	Vízminőségi jellemzők	126
4.3.3	Vízelőkészítés.....	128
4.3.4	Kiegészítő értékelés a vízkezelési technológiához	136
4.4	MEGBÍZÓ ÁLTAL A TOVÁBBI VIZSGÁLATOKHOZ KIVÁLASZTOTT MEGOLDÁSOK	138
4.4.1	Az összehasonlító mátrix.....	138
4.4.2	A mátrix sorainak tartalma	139
4.4.3	Az elkészített mátrix adatai.....	142
5	A TERVEZETT TECHNOLÓGIA BEMUTATÁSA	143
5.1	FRISSVÍZ HŰTÉS BEMUTATÁSA (A II. KÖTETBEN SZEREPEL)	143
5.2	TORNYOS HŰTÉS BEMUTATÁSA	143
5.2.1	Természetes huzatú nedves hűtőrendszer (fő hűtőkör)	144
5.2.2	Mesterséges huzatú nedves hűtőrendszer (segéd hűtőkör).....	160
5.3	VÍZELŐKÉSZÍTÉS ÉS PÓTVÍZ ELLÁTÁS	166
5.3.1	Frissvíz hűtőrendszer vízüzeme	166
5.3.2	Tornyos hűtőrendszer vízüzeme	167
5.4	TORNYOS UTÓHŰTŐ FRISSVÍZ HŰTÉSHEZ.....	173
6	KÖRNYEZETI KAPCSOLÓDÁS, KÖRNYEZETVÉDELEM (III. KÖTETBEN SZEREPEL)	181

7	ÜZEMELTETÉSI STRATÉGIA	182
7.1	FŐ HŰTŐRENDSZER	182
7.1.1	Tervezett élettartam, karbantartás	182
7.1.2	Ellátás biztonság, üzemviteli jellemzők	183
7.1.3	Anyag és energia felhasználási adatok	189
7.1.4	A blokkok által megtermelhető villamos energia	191
7.2	SEGÉD HŰTŐRENDSZER	193
7.2.1	Tervezett élettartam, karbantartás	193
7.2.2	Ellátás biztonság, üzemviteli jellemzők	193
7.2.3	Anyag és energia felhasználási adatok	195
7.3	A KLÍMAVÁLTOZÁS ÉS AZ EXTRÉM HŐMÉRSÉKLETEK HATÁSA A HŰTŐRENDSZERRE	196
7.3.1	Fő hűtőrendszer	196
7.3.2	Segéd hűtőrendszer	202
7.4	MEGLÉVŐ ERŐMŰVEL VALÓ KÖZÖS ÜZEM, MŰSZ KORLÁTOK BÉLTARTÁSA	203
8	MEGVALÓSÍTÁSI ÜTEMTERV	205
8.1	FŐ HŰTŐRENDSZER	205
8.2	SEGÉD HŰTŐRENDSZER	205
9	BERUHÁZÁSI ÉS ÜZEMELTETÉSI KÖLTSÉGEK	210
9.1	BERUHÁZÁSI KÖLTSÉGEK	210
9.1.1	Fő hűtőrendszer	210
9.1.2	Segéd hűtőrendszer	211
9.2	ÜZEMELTETÉSI KÖLTSÉGEK	212
9.2.1	Fő hűtőrendszer éves üzemeltetési és karbantartási költség	212
9.2.2	Segédhűtő rendszer éves üzemeltetési és karbantartási költségei	213
9.3	ÜZEMIDŐ ALATT (60 EV) SZÜKSÉGES PÓTLÓ BERUHÁZÁSOK	214
9.3.1	Fő hűtőrendszer	214
9.3.2	Segéd hűtőrendszer	214
10	A FRISSVÍZ ÉS TORNYS HŰTÉS ÖSSZEHASONLÍTÓ GAZDASÁGOSSÁGI VIZSGÁLATA	215
10.1	BERUHÁZÁSI KÖLTSÉGEK	215
10.1.1	Frissvíz hűtés, kétlépcsős Dunai vízkivétel, utóhűtővel és VITUKI vízbevezetéssel	215
10.1.2	Tornys hűtés, természetes huzatú nedves rendszer	216
10.1.3	Beruházási költségek összefoglalása	216
10.2	ÜZEMELTETÉSI KÖLTSÉGEK	217
10.3	ÜZEMIDŐ ALATT SZÜKSÉGES PÓTLÓ BERUHÁZÁSOK	219
10.4	ÉLETCIKLUS KÖLTSÉGEK MEGHATÁROZÁSA	219
10.5	ÉRZÉKENYSÉG VIZSGÁLATOK	221
10.6	GAZDASÁGOSSÁGI SZÁMÍTÁSOK EREDMÉNYEI	221
11	BLOKKTÍPUSOK ADAPTÁCIÓJA	226
12	LEHETSÉGES SZÁLLÍTÓK, HAZAI BESZÁLLÍTÁS MÉRTÉKE	228
13	AZ ÉPÍTMÉNYEK ENGEDÉLYEZÉSI FOLYAMATÁNAK BEMUTATÁSA	230
13.1	JOGSZABÁLYI HÁTTÉR	230
13.2	ATOMERŐMŰ ENGEDÉLYEZÉSE	230
13.2.1	Magyar Energia Hivatal engedélyel	231
13.2.2	Országos Atomenergia Hivatal engedélyel	231
13.2.3	Területileg illetékes Kormányhivatal Mérésügyi és Műszaki Biztonsági Hatóság engedélyei	231
13.2.4	Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség engedélyel	232
13.2.5	KÖFE által kiadott vízjogi engedélyek	232
13.3	PAE LÉTESÍTENDŐ BLOKKJAI HŰTÉSÉVEL KAPCSOLATOS LÉTESÍTMÉNYEK ENGEDÉLYEZTETÉSE	232
14	MINŐSÉGBIZTOSÍTÁSI TERV	233

Mellékletek:

[2.3.1-1.] melléklet,	PAE által kiadott állásfoglalások
[2.3.3-1.] melléklet,	DD KTVF konzultáció emlékeztetője
[4.1.1-1.] melléklet,	Frissvíz hűtéses változatok életciklus költség számítási adatlapjai
[4.4.3-1.] melléklet,	Frissvíz hűtéses összehasonlító mátrix adatlapjai
[4.4.3-2.] melléklet,	Tornyos hűtések összehasonlító mátrix adatlapjai
[5.2.1.3-1.] melléklet,	Természetes huzatú nedves hűtőtornyok GEA ajánlata
[10.4-1.] melléklet,	Frissvíz és tornyos hűtés összehasonlító életciklus költség számításai
[10.4-2.] melléklet,	Frissvíz és tornyos hűtés összehasonlító mátrix adatlapjai

Rajzok (tornyos hűtés):

6335-CT-911,	2x1200MW - Természetes huzatú nedves hűtőrendszer elrendezési vázlata
6335-CT-912,	2x1600MW - Természetes huzatú nedves hűtőrendszer elrendezési vázlata
6335-CT-913,	2x1200MW - Mesterséges huzatú nedves hűtőrendszer elrendezési vázlata
6335-CT-914,	2x1200MW - Mesterséges huzatú nedves hűtőrendszer elrendezési vázlata
6335-CT-915,	2x1200MW - Száraz permetezett hűtőrendszer elrendezési vázlata
6335-CT-916,	2x1600MW - Száraz permetezett hűtőrendszer elrendezési vázlata
6335-CT-917,	2x1200MW - Száraz-nedves hűtőrendszer elrendezési vázlata
6335-CT-918,	2x1200MW - Száraz-nedves hűtőrendszer elrendezési vázlata
6335-CS-111,	2x1200MW - Tornyos hűtőrendszer, főhűtő kapcsolási vázlat
6335-CS-112,	2x1600MW - Tornyos hűtőrendszer, főhűtő kapcsolási vázlat
6335-CS-121,	2x1200MW - Tornyos hűtőrendszer, segédhűtő kapcsolási vázlat
6335-CS-122,	2x1600MW - Tornyos hűtőrendszer, segédhűtő kapcsolási vázlat
6335-CS-201,	2x1200MW - Tornyos hűtőrendszer, főhűtő elrendezési vázlat
6335-CS-202,	2x1600MW - Tornyos hűtőrendszer, főhűtő elrendezési vázlat
6335-CS-310,	2x1200MW és 2x1600MW - Tornyos hűtőrendszer, főhűtő körvonalrajz
6335-CS-320,	2x1200MW és 2x1600MW - Tornyos hűtőrendszer, segédhűtő körvonalrajz
6335-CS-330,	2x1200MW és 2x1600MW - Frissvíz hűtőrendszer, utóhűtő körvonalrajz
6335-CS-410,	2x1200MW és 2x1600MW - Tornyos hűtőrend., főhűtő villamos irányítástechnika
6335-CS-420,	2x1200MW és 2x1600MW - Tornyos hűtőrend., segédhűtő villamos irányítástechnika
36-06-1536-04,	2x1200MW Tornyos hűtés, főhűtő rendszer teljesítmény karakterisztika
36-06-1538-04,	2x1600MW Tornyos hűtés, főhűtő rendszer teljesítmény karakterisztika
4638-S01,	2x1200MW Tornyos hűtés, segédhűtő rendszer teljesítmény karakterisztika
4638-S11,	2x1600MW Tornyos hűtés, segédhűtő rendszer teljesítmény karakterisztika
6335-DOA-01,	2x1200MW Vízelvezető berendezés, kapcsolás és P&I diagram
6335-DOA-02,	2x1600MW Vízelvezető berendezés, kapcsolás és P&I diagram
6335-DOA-03,	2x1200MW Vízelvezető berendezés, telepítés és elrendezési vázlat
6335-DOA-04,	2x1600MW Vízelvezető berendezés, telepítés és elrendezési vázlat
Ütemterv,	2x1200MW blokk nedves tornyos hűtőrendszerhez
Ütemterv,	2x1600MW blokk nedves tornyos hűtőrendszerhez
Ütemterv,	2x1200MW blokk segédhűtéshez
Ütemterv,	2x1600MW blokk segédhűtéshez

RÖVIDÍTÉSEK

MVM	Magyar Villamos Művek Zrt.	Rev.	Tervmódosítás
PAE, PA	Paksi Atomerőmű Zrt	old.	oldal
EGI	Energiagazdálkodási Zrt.	db.	darab
OAH	Országos Atomenergia Hivatal	Ill.	illetve
NBI	Nukleáris Biztonsági Igazgatóság	stb.	satöbbi
NAÜ	Nemzetközi Atomenergia Ügynökség	ld.	lásd
NPP	Atomerőmű	s.sz.	sorszám
NBSZ	Nukleáris Biztonsági Szabályzatok	bl.	blokk
MÜSZ	Műszaki Üzemeltetési Szabályzat	vill.	villamos
VBJ	Végleges Biztonsági Jelentés	hull.	hulladék
OMSZ	Országos Meteorológiai Szolgálat	felh.	felhasználás
MEH	Magyar Energia Hivatal	csökk.	csökkenés
EVD	Előzetes Vizsgálati Dokumentáció	kieg.	kiegészítő
VGT	Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv	mech.	mesterséges
VKI	Víz Keretirányelv	torm.	természetes
MSZ	Magyar Szabványjel	névl.	névleges
EN	Európai szabványjel	gen.	generátor
IEC	Nemzetközi villamos előírásjel	term.	termelés
ISO	Nemzetközi szabványjel	össz.	összes
GPS	Globális helymeghatározó rendszer	max.	maximális
OEM	Eredeti berendezés gyártó	min.	minimális
MCC	Villamos ellátó rendszer	átl.	átlagos
DCS	Folyamatirányító rendszer	appr., cca.	közelítőleg
PLC	Programozható vezérlő egység	dt, Δt	hőmérséklet különbség
PP	Polipropilén	tmax	hőmérséklet maximum
PVC	Polivinilklorid	RH	relatív páratartalom
RO	Fordított ozmózis	DBT	száraz léghőmérséklet
UF	Ultra szűrő	WBT, t_wet	nedves léghőmérséklet
ALARM	Hibajelzés	tlev.nedv.	nedves léghőmérséklet
SRAM	Védelmi működtetés	x_wet	levegő nedvesség tartalom
Var WN	Természetes huzatú nedves változat	t_kond	kondenzátor hőmérséklet
Var WM	Mesterséges huzatú nedves változat	Q_hűt	hűtéssel elvonandó hő
Var D/SN	Száraz, kiegészítő permetezés	Pgen	generátor teljesítmény
Var SCD/W	Szeparált, száraz/nedves hűtőkör	Pnévl	névleges teljesítmény
ITD	Belépő közegek hőfokkülönbsége	MWe	villamos MW
MHUF, mFt	millió Forint	r	díszkont tényező
Mrd Ft	milliárd Forint	IK	interkaláris tényező
EUR	Euró	ÉcK	életciklus költség
ÁFA	Általános forgalmi adó	B	beruházási költség
mBf	Balti tengerszint feletti magasság	C	éves működési költség
fkm	folyam-kilométer	i	évszám index
DD KTVF	Dél-dunántúli Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség		
TK MMBH	Területileg illetékes Kormányhivatal Mérésügyi és Műszaki Biztonsági Hatóság		
KÖFE	Területileg illetékes Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség		

1 A tanulmány összefoglalása

Jelen döntés előkészítő tanulmányban a Paksi Atomerőmű Zrt. telephelyén létesítendő új blokkok hűtési megoldásai kerültek műszaki, környezetvédelmi és gazdasági szempontok alapján megvizsgálásra. A tanulmányban fő megoldási típusként, részletesen kidolgozásra és bemutatásra kerültek a meglévő 1-4. blokkok hűtésével azonos elvű, Duna vízfelhasználással történő FRISSVÍZ HŰTÉSES, illetve a Dunától érdemben független, léghűtéses módú TORNYES HŰTÉSI megoldási lehetőségek. A hűtési alternatívák vizsgálata minden esetben a létesítendő új atomerőművi egységek 2x1200 MW és 2x1600 MW blokk típusához kerültek kidolgozásra.

A tanulmány a tervezett új atomerőművi blokkok szekunder körü (turbina gépházi) hűtési feladatának ellátására szolgáló hűtőrendszer vizsgálatára vonatkozik és nem tárgya a nukleáris biztonsággal összefüggő hűtési feladatokat ellátó, biztonsági hűtőrendszer kiválasztása vagy vizsgálata.

A tanulmány célja, egy abban történő döntés megalapozó alátámasztása, hogy az új blokkok hűtőrendszerének frissvíz vagy léghűtéses módon történő kialakítása között van-e olyan meghatározó különbség, amely alapján egyértelműen valamelyik hűtési megoldás alkalmazása a javasolható, avagy lényegében egyenértékű megoldásokat képviselnek. Továbbá, nem egyenértékű megoldások esetében, a tanulmány döntés előkészítési feladata a kimutatható előnyök alapján a javasolható hűtési megoldás kiválasztása.

A tanulmány részei

- A tanulmány jelen, I. főkötete a tornyes hűtési megoldások vizsgálatát tartalmazza, továbbá a frissvíz és tornyes változatok gazdaságossági kiértékeléseit.
- A frissvíz hűtéses megoldások műszaki vizsgálatát GEA EGI Zrt. alvállalkozójaként a MÉLYÉPTERV KOMPLEX Zrt. készítette el. Az ezzel foglalkozó tanulmányi fejezeteket a tanulmány II. kötete tartalmazza, különállóan.
- Mindkét vizsgált fő megoldáshoz tartozóan a környezetvédelmi tervfejezet kidolgozását GEA EGI Zrt. alvállalkozójaként az PÖRY ERŐTERV Zrt. készítette el, amely a tanulmány különálló III. kötetében található.
- A tanulmány további, IV.-től VII.-ig terjedő kiegészítő kötetekkel is rendelkezik, melyekben a tanulmány kivonatos összefoglaló dokumentumai találhatóak.

A környezetvédelmi előírások teljesítése mellett, műszaki szempontból mind a két fő megoldási elv alkalmas a tervezett új blokkok hűtésének megoldására, sőt mindkét fő hűtési elven belül több megoldási lehetőség is alkalmazható. Ennek alapján a döntési javaslatához a változatok összehasonlítására a gazdaságosság és kockázati szempontokra kell a figyelmet összpontosítani.

[Redacted signature block]

██████████ Az életciklus költség mellett további gazdasági értékelő szempont még a beruházások forrásigénye, illetve annak hazai beszállítási lehetőségi hányada.

A kockázati szempontokat az összehasonlító értékelésben, elsődlegesen a vizsgált és bemutatott műszaki megoldások révén teljesített környezeti és hatósági elvárások megváltozásából adódó költség kihatások jelentik, amelyek eltérőek az egyes változatokra vonatkozóan.

A környezeti változások sorában például a globális felmelegedésből adódó méretezési víz- és léghőmérsékleti értékek esetleges távlati megváltozása említhető, illetve annak költség kihatása a tervezett hűtőrendszerre vonatkozóan. A hatósági elvárások esetén, ezen szempont az előírások jövőben lehetséges szigorodásával összefüggésben jelentkező, műszaki beavatkozási kényszerek kockázataként, illetve a hűtési megoldások költségének ebből adódó megnövekedéseként értelmezhető.

Mint ahogy a fő hűtési lehetőségeken belül, mind a frissvíz mind a tornyos léghűtés alkalmazása többféle megoldási módon is elképzelhető volt, a tanulmány két fázisra osztva került kidolgozásra. A tanulmány előkészítő I. fázisa során, a fő hűtőrendszerre (kondenzátorok hűtése) elképzelhető számos frissvíz és tornyos hűtési lehetőség előzetes műszaki, környezeti és gazdasági értékelése alapján, mindkét fő megoldási típusból egy-egy kiválasztása történt meg, a vizsgálatok további II. fázisú részében való részletes kidolgozás számára.

Az I. fázisban a FRISSVÍZ hűtőrendszeri megoldások technológiai és környezetvédelmi elemelt az alábbi kialakítások képezték (II. kötet, Mélyépterv kidolgozás):

- Öblözeti vízkivétel, egylépcsős szivattyúzással
- Dunai vízkivétel kétlépcsős szivattyúzással
- Szalagszűrővel illetve Dobszűrővel történő víztisztítás
- Többlet víz hozzákeveréssel történő visszahűtés
- Tornyos utóhűtővel történő visszahűtés
- A bevezetett hűtővíz elkeveredését javító intézkedések

Az I. fázisban vizsgált és összevetett TORNYOS léghűtő rendszeri megoldások:

- Természetes huzatú, nedves léghűtő rendszer
- Mesterséges huzatú, nedves léghűtő rendszer
- Szóraz HELLER léghűtő rendszer, kiegészítő permetezéssel
- Szeparált hűtőkörös száraz/nedves HELLER léghűtő rendszer

Az előkészítő fázisban a frissvíz hűtőes változatok és a tornyos hűtőes változatok, azonos alapelveken készített, de egymástól függetlenül végzett összehasonlítóssal kerültek gazdaságossági kiértékelésre. A vizsgált alváltozatok számát jelentősen növelte, hogy a tanulmány készítése során a frissvízes változatoknál felmerülő kockázati tényezők kezelésére, a szóba jöhető eltérések esetel külön-külön gazdasági kiértékelésre kerültek, úgynevezett „érzékenység vizsgálat jelleggel”. Ennek eredményeként a költségvizsgálatokban a 2x1200 MW és 2x1600 MW blokk teljesítményhez tartozóan összesen 12-12 db alváltozat összehasonlító költség elemel kerültek meghatározásra.

A frissvíz hűtési megoldási lehetőségek összehasonlítási feltételeit, számítási eredményeit, kockázat elemzését és megoldási javaslatának kialakítását a [REDACTED] részletesen ismerteti. Az ebben EGI és MÉLYÉPTERV által együttes konszenzusban javasolt hűtési megoldást Megbízó elfogadta és a további vizsgálatok számára jóváhagyta csakúgy, mint a tornyos hűtésekre vonatkozó [REDACTED] alapján tett, tornyos hűtési javaslatot.

A II. fázisban további, részletes vizsgálatok számára kiválasztott hűtési megoldások:

- Frissvíz hűtés esetén, a kétlépcsős frissvízhűtés (utóhűtővel, elkeverő műtárgyakkal, többpontos bevezetéssel), valamint a frissvíz hűtés vizsgálatát $dT=11^{\circ}\text{C}$ és $dT=8^{\circ}\text{C}$ -os vízfelmelegedés esetére is kidolgozni,
- Tornyos hűtés esetén, a természetes huzatú nedves léghűtő rendszer.

Kiemelendő, hogy igen pozitív módon, a frissvíz hűtés esetén kiválasztott megoldás, a lehetséges kockázati tényezők kizárása érdekében, az előkészítő vizsgálatokban még két különálló változat összevonásával jött létre, megszüntetve a frissvízes változatok vizsgálataiban nyitva hagyott bármilyen környezetvédelmi megfelelés bizonytalanságát vagy esetleges vitathatóságát. Emellett lehetővé teszi az előírások szigorodásából fennmaradó egyetlen gazdasági kockázatú tényezőnek a műszaki vizsgálatát és gazdasági elemzését.

A költség vizsgálat végső adatainak és eredményeinek rövid bemutatása érdekében, elsőként az alábbi 1-1. táblázatban áttekinthetjük, ezen megoldások hűtőrendszeri forrásigényét a kondenzátorok költsége nélkül, de a II. fázis vizsgálataiban már szereplő segédhűtéssel kiegészítve (a 10.1.3. fejezet adatai alapján).

Választott megoldások beruházási költsége (kondenzátorok költsége nélkül)	2 x 1200 MW	2 x 1600 MW
Frissvíz hűtés, $dT=11^{\circ}\text{C}$ vízfelmelegedésnél kétlépcsős vízkivétellel, utóhűtővel és elkeveredést javító intézkedésekkel (Utóhűtő és elkeveredést javító intézkedések nélkül)	[REDACTED] MHUF [REDACTED] MHUF)	[REDACTED] MHUF [REDACTED] MHUF)
Frissvíz hűtés, $dT=8^{\circ}\text{C}$ vízfelmelegedésnél kétlépcsős vízkivétellel, utóhűtővel és elkeveredést javító intézkedésekkel (Utóhűtő és elkeveredést javító intézkedések nélkül)	[REDACTED] MHUF [REDACTED] MHUF)	[REDACTED] MHUF [REDACTED] MHUF)
Tornyos hűtés, ($dT=14^{\circ}\text{C}$ vízfelmelegedéssel) természetes huzatú nedves léghűtő rendszerrel	[REDACTED] MHUF	[REDACTED] MHUF

1-1. táblázat

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED] Ezt, a frissvíz hűtés esetén még megemeli a
környezetvédelmi elvárások teljesítésére tett kiegészítő intézkedések többlet beruházási
költsége. Forrásigény szempontjából tehát, [REDACTED]
[REDACTED]

A beruházási költségeket tekintve látható még, hogy a frissvíz hűtőes megoldások közül a kisebb $dt=8^{\circ}\text{C}$ -os vízfelmelegedést megengedő megoldás [REDACTED]

A beruházási költségek összevetésénél lényegesebb a kiválasztott hűtési megoldások tényleges gazdaságossági megítéléséhez, a költségeknek az üzemeltetés időszakában felmerülő további ráfordításokkal együttes figyelembe vétele, amely az életciklus költség meghatározása révén lehetséges. Minél alacsonyabb az ugyanazon feladat ellátására szolgáló megoldás életciklus költsége, az annál gazdaságosabb, azaz olcsóbb villamos energia előállítását teszi lehetővé.

A kiválasztott hűtési változatok életciklus költségeinek vizsgálata a tanulmány II. fázisú kidolgozásában készített [REDACTED] Az alábbi 1-2. táblázatban ezen eredmények ismételt bemutatása szerepel, a kapott életciklus költségek összevetéséhez.

[REDACTED]	2x1200 MW	2x1600 MW
Frissvíz hűtés, $dt=11^{\circ}\text{C}$ vízfelmelegedéssel [REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
Frissvíz hűtés, $dt=8^{\circ}\text{C}$ vízfelmelegedéssel [REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
Tornyos hűtés, ($dt=14^{\circ}\text{C}$ vízfelmelegedéssel) [REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

1-2. táblázat

Az életciklus költség eredményeket tekintve, [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED] A jelen döntés előkészítő tanulmányban, koncepciótervi szinten meghatározott gazdasági eredmények változása a későbbi, részletes műszaki vizsgálatok alapján természetesnek mondható. De ennek tűrési tartománya nagyságrendileg kisebb annál, mint ami az életciklus költségben mutatkozó különbséget képes lenne megfordítani. Tehát az elvégzett vizsgálatok részletességének esetleges finomítása már nem tekinthető a döntést befolyásolóknak.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Az összefoglalás elején került említésre, hogy az új blokkok hűtési feladatainak ellátására a tanulmányban vizsgált mindkét fő hűtési megoldási elv, egyaránt alkalmas a műszaki feladatok illetve a környezetvédelmi előírások teljesítésére. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a környezet - jelen esetben hővel való – terhelése tekintetében egyenértékűnek tekinthetők. Ugyanis, a frissvíz hűtési megoldások a környezet hővel való terhelését egy élővíz, a Duna folyó tartós és jelentős mértékű, hővel történő közvetlen terheléseként valósítják meg, miközben a tornyos léghűtés felszíni vízi élő környezetet hővel nem terhel. Bár ez az eltérés nem nyújt számszerű, költség összehasonlítási alapot a megoldások összevetésére, lényegtelennek mégsem tekinthető.

Nem számszerűsített, további különbségként említhető, hogy a frissvíz hűtés Dunára vonatkozó vizsgálatait jelen tanulmánnyal sem lettek véglegesen lezárhatók, sőt a II. kötetben jelzeten a Duna további vízminőségi és hidrobiológiai vizsgálata szükségesnek látszik még az új blokkok üzemeltetési időszakában is a frissvíz hűtés esetén, az erőművi teljesítmény növelés fokozott biológiai hatása miatt. [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Értékelés

A tanulmányban elvégzett vizsgálatok eredményei alapján kijelenthető, hogy a tanulmány megvalósította a tőle elvárt célkitűzést, mivel egyértelműen megállapítható, [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Nyitott kérdések és várható kockázatok

A kidolgozott frissvíz hűtéses változatok nyitott kérdéssel és várható kockázatát a II. kötet 2.1 fejezetének elemzése tartalmazza. A fejezet záró megállapítása szerint, az ott „felsorolt esetleges szükséges korlátozásokon túlmenően egyéb, biztonságot, ill. biztonságos üzemeltetést befolyásoló kockázat valószínűsége nulla. Extrém időjárási viszonyok, földrengés, folyami medermélyülés eseteire, esetleges egyidejűségekre a méretezési, és tervezési módszerek, technikák kellő biztosítékot nyújtanak.”

A tornyos hűtési megoldás tekintetében a tanulmány előzőekben értékelését módosító kockázat nem várható. A még pontosítható, nyitott kérdések:

1. A műszaki terv készítése során a preferált erőmű szállítóktól be kell kérni:
 - az alkalmazott kondenzátor műszaki és költség adatait
 - az alkalmazott turbina karakterisztikát
2. Rendelkezésre állt a Dunából hűtésre kivett és felmelegítve visszavezetett víz díja, de a tornyok párolgási veszteségének pótlására kivett és vissza nem adott víz ára nem volt ismert, azt (főként külföldi) tapasztalatok alapján felvett értékkel vettük figyelembe.
3. A műszaki terv készítése során a részletes talajmechanikai szakvélemény ismeretében lehet a hűtőtorny alapozási módot meghatározni. A tanulmány készítése során síkalapozás lett kalkulálva.
4. A tanulmány azzal a feltételezéssel készült, hogy zajvédelmi intézkedéseket nem kell hozni. Amennyiben a műszaki terv készítése során felmerül, hogy a hűtőtorny környezetében zajterhelés szempontjából védett terület van, akkor megvizsgálandó milyen intézkedéseket (zajvédelmi fal, úszó zajcsillapító paplan, zaj elnyelő kullissza stb.) kell tenni az elvárt értékek betartásához.

2 Előzmények, kiinduló adatok és feltételek

2.1 Előzmények és feladat meghatározás

Teller és Lévai projekt

Az MVM Csoport vezetése 2007 nyarán munkacsoportot alapított azzal a céllal, hogy tekintse át azokat a teendőket, amelyek elősegítik az Atomtörvény 7. § (2) szerint végzett kormányzati munkát annak érdekében, hogy az országgyűlés előzetes elvi hozzájárulását adja új atomerőművi blokk, blokkok létesítéséhez. A létrehozott munkacsoport feladatai közé tartozott a megvalósítás lehetőségeinek vizsgálata, előzetes környezeti értékelés készítése, a kiógett fűtőelemek és radioaktív hulladékok elhelyezésének vizsgálata, valamint a kommunikációra való felkészülés.

A Teller munkacsoport a tulajdonossal egyeztetve a paksi atomerőmű bővítésére vonatkozó országgyűlési döntést megalapozó szakértői vizsgálatokat végzett műszaki, gazdasági, kereskedelmi, jogi és társadalmi szempontok elemzésével. A Teller Projekt eredményes lezárásaként, az Országgyűlés 25/2009. (IV.2.) OGY határozatában hozzájárult az új blokk, blokkok létesítésének előkészítését szolgáló tevékenység megkezdéséhez.

2009 júliusában az atomerőmű a tulajdonos MVM Zrt.-vel létrehozta a Lévai Projektet, melynek célja elvégezni azokat a feladatokat, amelyek révén az országgyűlési határozatban foglaltaknak megfelelően eljuthatunk a paksi atomerőmű bővítésének megkezdéséhez. A projekt 8 munkacsoportra tagolódik:

1. Finanszírozási háttér és a társasági forma (projekttársaság) előkészítése
2. Szállítói tender előkészítése
3. Műszaki, elemzési feladatok
4. Engedélyezési feladatok
5. Jogi feladatok
6. Társadalmi elfogadás, lakossági kommunikáció feladatai
7. Társadalmi-gazdasági kapcsolatrendszer
8. Előterjesztések előkészítése az előző feladatok szintéziseként

A jelen döntés-előkészítő tanulmány elkészítése, a műszaki és elemzési feladatokat végző 3. munkacsoport tevékenységi körében került meghatározásra.

Feladat meghatározás

A döntés-előkészítő tanulmánynak a szerződésben meghatározott célja, hogy feltárja a Paksi Atomerőmű területén létesítendő új blokkoknál alkalmazandó hűtési lehetőségeket annak érdekében, hogy az adott körülmények, környezeti feltételek között a lehető legjobb műszaki megoldással, legjobb hatásfokkal, legkedvezőbb költséggel megvalósítható/üzemeltethető, a környezetvédelmi szempontokat és a törvényi/hatósági előírásokat a tervezett üzemidő során betartó hűtési mód kerüljön kidolgozásra.

A döntés előkészítő tanulmány a frissvizes illetve a hűtőtornyos hűtési módok elemzésével készül, a létesítendő új erőmű egységek 2x1200 MW, illetve 2x1600 MW blokk típusaira vonatkozóan.

2.2 A létesítendő új blokkok teljesítmény alapadatai

A Paks Atomerőmű területén létesítendő új blokkok lehetséges beszállítói 2009. június 3-4. között Siófokon, az ETE által megrendezett konferencia keretében, egyéb hazai előadások mellett tartottak bemutató előadást. Az előadások tájékoztató anyagai PAE honlapján, az <http://www.npp.hu/eloadasok> címen nyilvánosan elérhetőek. A négy lehetséges egység:

Blokk típus	Szállító	Blokk teljesítmény
AES-2006	Atomstroyexport (Orosz)	1160 MW _e
AP1000	Westinghouse (USA)	1117 MW _e
ATMEA1	AREVA & Mitsubishi (Francia-Japán)	1150 MW _e
EPR	AREVA (Francia)	1600 MW _e

Ezen ismertetések első sorban a blokk típusok primerköri kialakítását célozzák meg és részletezik. A szekunder körbe tartozó gőzturbina Paksra telepíthető változata gyakorlatilag egyetlen blokk típus esetén sem került kiválasztásra, esetenként még nincs 1500-as fordulatszámú vagy 50 Hz-es változata. Ebből adódóan a hűtőrendszer teljesítményét legnagyobb mértéken meghatározó adatok hiányosak voltak.

Ennek áthidalására, a tanulmány készítésének időszakában folyamatosan gyűjtöttük és frissítettük a blokkokról rendelkezésre álló adatokat. Ebben az időközben megszervezett nukleáris konferenciák illetve a korábbi évek más országokban végzett hasonló nukleáris létesítési vizsgálataira is támaszkodtunk. A Francia Atomenergia Nap alkalmával, 2010. áprilisban, mind az AREVA mind az ATMEA képviselőitől kértünk adatszolgáltatást, amelyre még a tanulmány elkészülése előtt választ kaptunk. További fontos információkkal szolgáltak a PAE által szervezett Tengeri Előadás sorozatok, pl. az AP 1000 és az itt nem vizsgált Koreai APR1400 típusú egységek teljesítmény adataival kapcsolatosan.

A blokkok azonos feltételekre, 85 mbar turbina ellennyomás mellett vonatkozó (biztonsági hűtés nélküli) hűtési igényére vonatkozó adatok az alábbiak szerint foglalhatók össze:

	AES-2006	AP1000	ATMEA1	EPR
Kondenzátor hűtés, MW	■	■	■	■
Segéd hűtőrendszer, MW	■	■	■	■
Együttes hűtési igény, MW	■	■	■	■

■
■
■
■
■
■

A következő 2.2-1. táblázat az egyes blokk típusokról a tanulmány készítési időszakában összegyűjtött főbb teljesítmény adatokat foglalja össze, a 2.2-2 táblázat pedig a blokk típusoknak a tanulmányi vizsgálatokban alapul vett hűtési teljesítmény igényét.

Teller projektben kiválasztott blokk típusok hűtési igényekkel összefüggő műszaki alapadatok,
(2010.09.13. ATMEA1 és 2010.11.29. EPR AREVA adatbázissal pontosított)

Blokk típus neve (típuslevegő)	SWER-1000/AES-2006 Atomtűréseket	API 600 Westinghouse	ATMEA1 AREVA & Mitsubishi	EPR AREVA
Reaktor hőteljesítménye				
Üzemeltetési ciklusidő				
Reaktor töltési állás				
Primerkör hurok száma				
Primer belépő vízmennyiség				
Primer kilépő vízmennyiség				
Primer belépő vízhőmérséklet				
Primer kilépő vízhőmérséklet				
Primer kilépő víz nyomása				
Primer belépő víz nyomása				
Bruttó villamos teljesítmény				
Nettó villamos teljesítmény				
Gőzteljesítmény				
Frissgőz nyomás				
Frissgőz nedvesség				
Gőzfejlesztő belépő tápvíz hőmérséklet				
Gőzturbína típusa				
Előmelegítők száma				
Turbína ellennyomás				
Turbína hűtőrendszer				
Kondenzátorban elvonott hőteljesítmény				
Kondenzátor belépő hűtővíz hőmérséklet				
Kondenzátor belépő hűtővíz mennyiség				
Segédhűtő elvonandó hőteljesítménye				
Segédhűtő hűtővíz mennyisége				
Segédhűtő megengedett vízhőmérséklete				
Együttes elvonandó hőteljesítmény				
Biztonsági hűtőrendszer kapacitás kiépítése				
Biztonsági hűtés hűtővíz mennyisége				
Biztonsági megengedett vízhőmérséklete				

2.2-1. táblázat

DAR: 530400A00222 EGA

PAEUBH_1kötet_rev0_2sűritzett.doc

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

18. old.

GEA EGI Energiagazdálkodási Zrt.
Budapest
www.egi.hu

2.3 Kiinduló feltételek

2.3.1 PAE adatszolgáltatása

A Paksi Atomerőmű 2010. 07. 12.-i végleges adatszolgáltatásban adta meg a tanulmány készítéséhez alapul vevendő kiinduló tervezési adatokat, melyeket a tanulmány készítésében résztvevő felek áttekintettek és 2010. 07. 22.-i adatkonzultáción egyeztettek. Az egyeztetés során jelzett kiegészítéseket PAE 2010. 07. 30.-ig megadta, amellyel az adatok egyeztetése lezárásra került. A felhasznált kiinduló adatokat a vonatkozó fejezetek ismertetik részletesen. A főbb adatok áttekintő összefoglalása a 3. fejezetben található.

A tanulmány készítése során felmerült további kérdések tekintetében EGI állásfoglalás kérésrel fordult Megbízóhoz. A PAE által kiadott állásfoglalásokat a [2.3.1-1.] számú melléklet tartalmazza.

2.3.2 A tanulmánykészítés menete

A tanulmány az új blokkok hűtési lehetőségeit, egymástól függetlenül a frissvízhűtéses és a tornyos hűtési megoldások eseteire vonatkozóan vizsgálja, két egymásra épülő fázisban, két blokk teljesítményhez (2x1200MW és 2x1600MW) tartozóan. Az első fázisban az új blokkok fő hűtőrendszerének (kondenzátorok) ellátására szolgáló, a szükséges műszaki és hatósági feltételeket teljesítő lehetséges megoldások kerülnek alváltozatokként kidolgozásra, mind a frissvízhűtéses, mind a tornyos hűtési megoldásokra, az ezeken belül optimális megoldás kiválasztása céljából. Az első fázis során a lehetséges nagyszámú alváltozat kidolgozása, az egymással való megfelelő összehasonlításra alkalmas kidolgozottsággal történik, a rendelkezésre álló műszaki tapasztalatok és előzetes fajlagos mutatókon alapuló költségbecslések alapján.

Ebben az összevetésben a frissvíz hűtéses változatok csak a frissvíz hűtésesekkel, a tornyos hűtési megoldások pedig csak a tornyos hűtési lehetőségekkel „versenyeznek”. A változatok egyes részelemeinek kidolgozása során lehetnek egyszerűsítések, amelyek az egymás közötti megítélést ezen a vizsgálati szinten nem zavarják, annak érdekében, hogy a változatok nagyszámú kidolgozása a rendelkezésre álló rövid idő ellenére is, magas színvonalúan értékelhető kidolgozásban megtörténhessen.

Az első fázis eredményeként, mind a két blokk teljesítményhez tartozóan, egy frissvíz és egy tornyos hűtési megoldási javaslat kerül meghatározásra, melynek alapján a további vizsgálatok számára történő kiválasztás Megbízó jóváhagyásával kerül véglegesítésre, külön a frissvízes és külön a tornyos hűtési megoldásra. A véglegesített megoldások a tanulmány második fázisában kerülnek - továbbra is külön a frissvízes és külön a tornyos hűtésre - részletes műszaki, környezeti és gazdasági vizsgálatban kidolgozásra, a 2x1200MW és 2x1600MW blokk teljesítményhez tartozóan.

2.3.3 Hatósági előírások alkalmazása

A tanulmány készítésének kiinduló feltételei közül, a frissvíz hűtés tervezése során figyelembe veendő jogszabályok és hatósági előírások, tisztázása volt a tanulmány készítése során mindvégig a legtöbb vita tárgya. Ennek okát maga a tanulmány készítését meghatározó szerződés szolgáltatta, melynek az elvégzendő feladat célját megfogalmazó első pontja a feladatot úgy határozta meg, amely a következő:

„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 lehető legjobb műszaki megoldással, legjobb hatásfokkal, legkedvezőbb költséggel megvalósítható/üzemeltethető, a környezetvédelmi szempontokat és a törvényi/hatósági előírásokat a tervezett üzemidő során betartó hűtési mód kerüljön kidolgozásra.”

Az új blokkok tervezett üzembe lépése 2025-re jelzett, az elvárt üzemidő 60 év, tehát az új blokkok tervezett üzemideje 2025-től 2085-ig terjed.

A tornyos hűtési megoldások esetén nem alakult ki probléma, a léghűtő rendszerek alkalmazási feltételeinek előírásai stabil tervezési feltételeket szolgáltatnak. A tornyos hűtés általánosan elterjedt, megszokott kialakítású alkalmazásának nincs az előírásokból fakadó technológiai korlátja. A környezetet terhelő zaj, víz és hőkibocsátás megfelelően uralható, szintén tartható.

A frissvíz hűtés esetén azonban, a környezetvédelmi feltételek jelentős változás alatt állnak, egyrészt az EU-hoz való csatlakozásból adódó Magyarországra vonatkozó jogi háttér aktuális és közeljövőben végrehajtandó változásai révén, másrészt a nemzetközi előírások általános szigorodása miatt. Ezek a szigorodások döntő részben a frissvíz hűtés során felmelegített hűtővíz Dunába való visszavezethetőségét érintik.

A következőkben kivonatossan összefoglaljuk a tanulmány egyes fejezetekben az frissvíz hűtéssel kapcsolatosan említésre kerülő hatósági, törvényi vagy egyéb jogi hátteret képező anyagokat.

A frissvíz hűtés visszavezetési korlátainak jogi áttekintése**15/2001. (VI. 6.) KÖM rendelet az atomenergia alkalmazása során a levegőbe és vízbe történő radioaktív kibocsátásokról és azok ellenőrzéséről**

10. § (1) Kiemelt létesítmény esetén a felszíni vizek és víztartó képződmények hőszennyezés elleni védelme érdekében

- a) a kibocsátásra kerülő és a befogadó víz hőmérséklete közötti különbség $11\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál, illetve $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti befogadó víz hőmérséklet esetén $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ -nál nem lehet nagyobb;
- b) a kibocsátási ponttól folyásirányban számított 500 m-en lévő szelvény bármely pontján a befogadó víz hőmérséklete nem haladhatja meg a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot.

(2) A hőterhelésre vonatkozó egyéb, vízminőség-védelmi érdekből szükséges korlátozásokat a felügyelőség a környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény 66. §-ának (1) bekezdése alapján a környezethasználat engedélyezése során állapítja meg.

Amely a jelenleg érvényben lévő, az atomerőmű hűtővíz visszavezetésére vonatkozó korlátozásokat megfogalmazó előírás,

1127/2010. (V. 21.) Korm. határozat Magyarország vízgyűjtő-gazdálkodási tervéről (VGT)**8-3. melléklet, PT3: Hűtővíz közvetlen bevezetésének módosítása (kiemelendő részletek)**

... a kifolyó melegvíz hőmérséklete ($T_{\max}$),
a hőmérséklet különbség a hidegvízi és a melegvízi oldal között a erőműben ($\Delta T_{\max}$),
a hőmérséklet különbség az elkeveredés után (ΔT), ...

A hűtővíz kivétel nem haladhatja meg a folyó kisvízi hozamának felét. Amennyiben ennél több hűtővízre volna szükség, az áramtermelést korlátozni kell (pl. teljesítménycsökkentés, blokkok leállítása). A $T_{\max}$ nem haladhatja meg a $31\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot a síkvidéki lassú folyású folyók esetében (pl. Tisza), és a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot a dombvidéki, és a síkvidéki gyorsabb folyású folyók esetében (pl. Duna). A $\Delta T_{\max}$ értéke $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti hidegvíz esetében $10\text{--}12\text{ }^{\circ}\text{C}$ lehet a lassabb és a gyorsabb folyású folyók esetében. $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ feletti hidegvíz esetében ugyanezek az értékek $5\text{--}8\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra módosulnak mindkét típusú folyón. A ΔT értéke $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ lehet.

A bevezetett hűtővíz minél gyorsabb elkeveredését műszaki intézkedésekkel javítani kell. Ezek közé tartozik a sodorvonali bevezetés, az alsó bevezetés, a terelő műtárgyak alkalmazása, illetve ezek kombinációja.

VGT bevezető (kiemelendő részletek)

A VGT végleges terv, amely a társadalmi véleményezés eredményeként már tartalmazza az észrevételek alapján beillesztett módosításokat és kiegészítéseket is, az intézkedések és a finanszírozás ütemezésével együtt.

A VKI célkitűzései új keretet adnak a vízügyi hatósági tevékenységeknek is. A VGT-ben megfogalmazott és 2012-ig hatályba léptetendő új, vagy módosított jogszabályokon keresztül a hatósági intézkedéseknek is a tervben kitűzött környezeti célok teljesítését kell segíteniük.

... a határidők a VKI által felkínált mentességek megalapozott indoklásával 2021-re, illetve 2027-re kitölthetők.

A VGT egyértelműen fogalmaz a Dunába visszavezethető víz hőmérséklete és annak betartási helyének vonatkozásában, miszerint maximum 30°C lehet az erőműből kifolyó melegvíz hőmérséklete, tehát már nem a folyásirányban 500 m-rel későbbi szelvényben.

A VGT nem élő jogszabály. A jogszabályi bevezetés ideje azonban meghatározott, legalábbis abból a szempontból, hogy az indokolt mentességek révén elérhető időbeli kitolás mellett is, az új atomerőművi blokkok tervezett üzemelési időszakának kezdetére, a VGT rendelkezései hatályba léptetendők.

2006/44/EK (IX. 6.) AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS IRÁNYELVE a halak életének megóvása érdekében védelmet vagy javítást igénylő édesvizek minőségéről

2. cikk

A tagállamok által kijelölt vizekre vonatkozó fizikai és kémiai paramétereket az I. melléklet tartalmazza. Az említett paraméterek alkalmazásában a vizek lazacos vizekre és pontyos vizekre oszlanak.

Az I. melléklet táblázata szerint, az 1. hőmérsékleti paraméter (°C) értéke, pontyos vizek esetén, a hőkibocsátás eredményeként a hőkibocsátási ponttól az áramlás irányában (a keveredési zóna szélén) nem lépheti túl a 28°C értéket. A hőmérsékleti korlátokat azonban az idő 2 %-ában túl lehet lépni.

6/2002. (XI. 5.) KvVM rendelet az ivóvízkivételre használt vagy ivóvízbázisnak kijelölt felszíni víz, valamint a halak életfeltételeinek biztosítására kijelölt felszíni vizek szennyezettségi határértékeiről és azok ellenőrzéséről

7. számú melléklet a 6/2002. (XI. 5.) KvVM rendelethez

A halas vizek

Halas vízként kijelölt felszíni víz	Határoló szelvényazonosító (fk-m)	Határoló megnevezése	Az R. 2. § b) szerinti kategória	Az R. 5. számú melléklete szerinti kategória	Környezetvédelmi Felügyelőség
Galla-patak	0+000-11+100	Iltókegyérségi területen teljes hosszában	Pisztrángos víz	KV3	Észak-dunántúli KÖFÉ
Rába	0+000-10+330	Mosoni-Duna torkolat és Marcal torkolat között	Dévényes víz	KV3	Észak-dunántúli KÖFÉ
Tapolca-patak	4+500-8+600	Hegymagas vízterét és Tapolca vízterét között	Dévényes víz	KV3	Közép-dunántúli KÖFÉ
Tisza	627+800-569+000	zálhonyi vízterét és a Lónyay torkolat között	Mátrás és dévényes vizek közötti átmenet	KV2	Felső-Tisza-völgyi KÖFÉ
Színva-patak	20+500-14+482	közüti bál és a papírgyári durvasztó má földmű szelvény között	Pisztrángos víz	KV3	Észak-magyarországi KÖFÉ
Keleti-Écsatorna	0+000-98+136	torkolat és a bakonyi régió között	Dévényes víz	KV3	Tiszántúli KÖFÉ
Három-Körös	42+000-90+270	Iltókegyérségi területen teljes hosszában	Dévényes víz	KV3	Körös-völgyi KÖFÉ

A táblázatból láthatóan, melyben a Duna, a halak életfeltételeinek biztosítása érdekében védendő felszíni vizek között nem szerepel, azaz a Duna nem halas víz.

DD KTVF - Lévai Projekt konzultáció

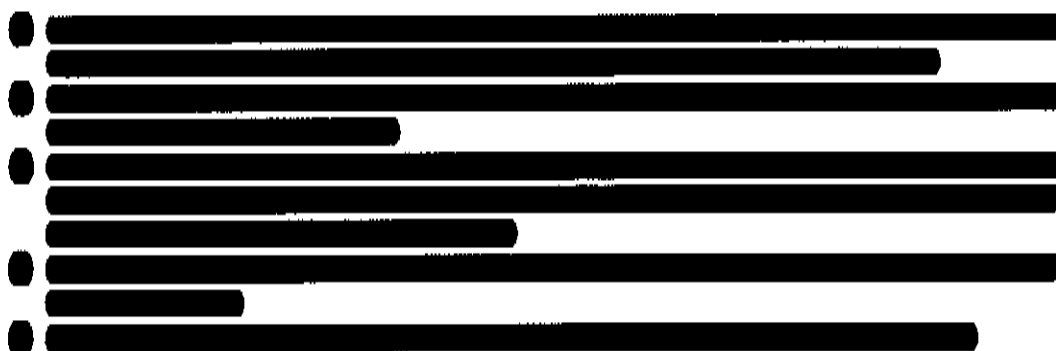
Az előzőekben ismertetett jogszabályok ismeretén túlmenően, EGI konzultációt kezdeményezett a Dél-Dunántúli Környezetvédelmi Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség valamint a Lévai Projekt között azzal a céllal, hogy az új blokk(ok) hűtési alternatíváinak műszaki-gazdasági elemzésénél figyelembe veendő alapvető környezetvédelmi követelményeket tisztázza. A konzultációra 2010. nov. 12.-én DDKTVF hivatalos helységében került sor. A konzultációról készült emlékeztetőt a [2.3.3-1.] számú melléklet tartalmazza. Ebből, az előzőekben ismertetett jogi háttér kiegészítéseként a következőket tartjuk még fontosnak kiemelni:

2. A Hatóság a környezetvédelmi engedélyezési eljárás során természetesen a hatályos jogszabályokat veszi figyelembe. Ennek megfelelően a hőterhelés vonatkozásában jelenleg a 15/2001 KÖM rendeletet venné alapul.
3. Kérdésre válaszolva a Hatóság képviselői elmondták, hogy egy környezetvédelmi engedélyezésnél az eljárás megindításakor hatályos jogszabályok alapján kell eljárnia a Felügyelőségnek. A későbbi jogszabály módosításnak visszamenőleges hatálya nincs, de szigorúbb környezetvédelmi szabályozás hatályba lépése esetén a Hatóság – megfelelő felkészülési időt hagyva – általában előírja az új követelmények teljesítését.

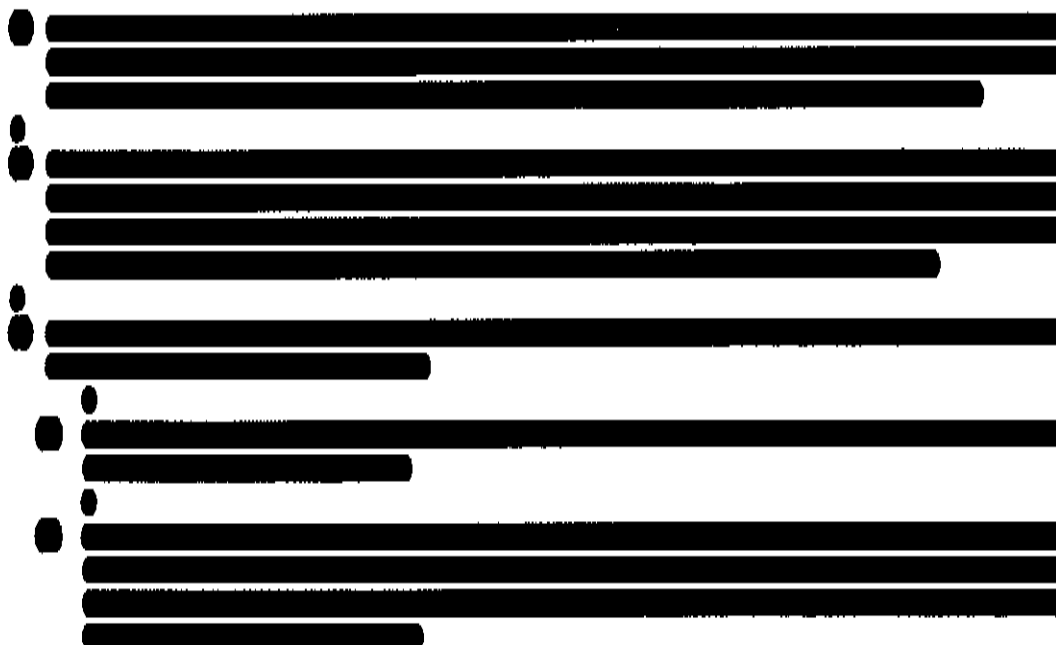
3 A meglévő környezet ismertetése

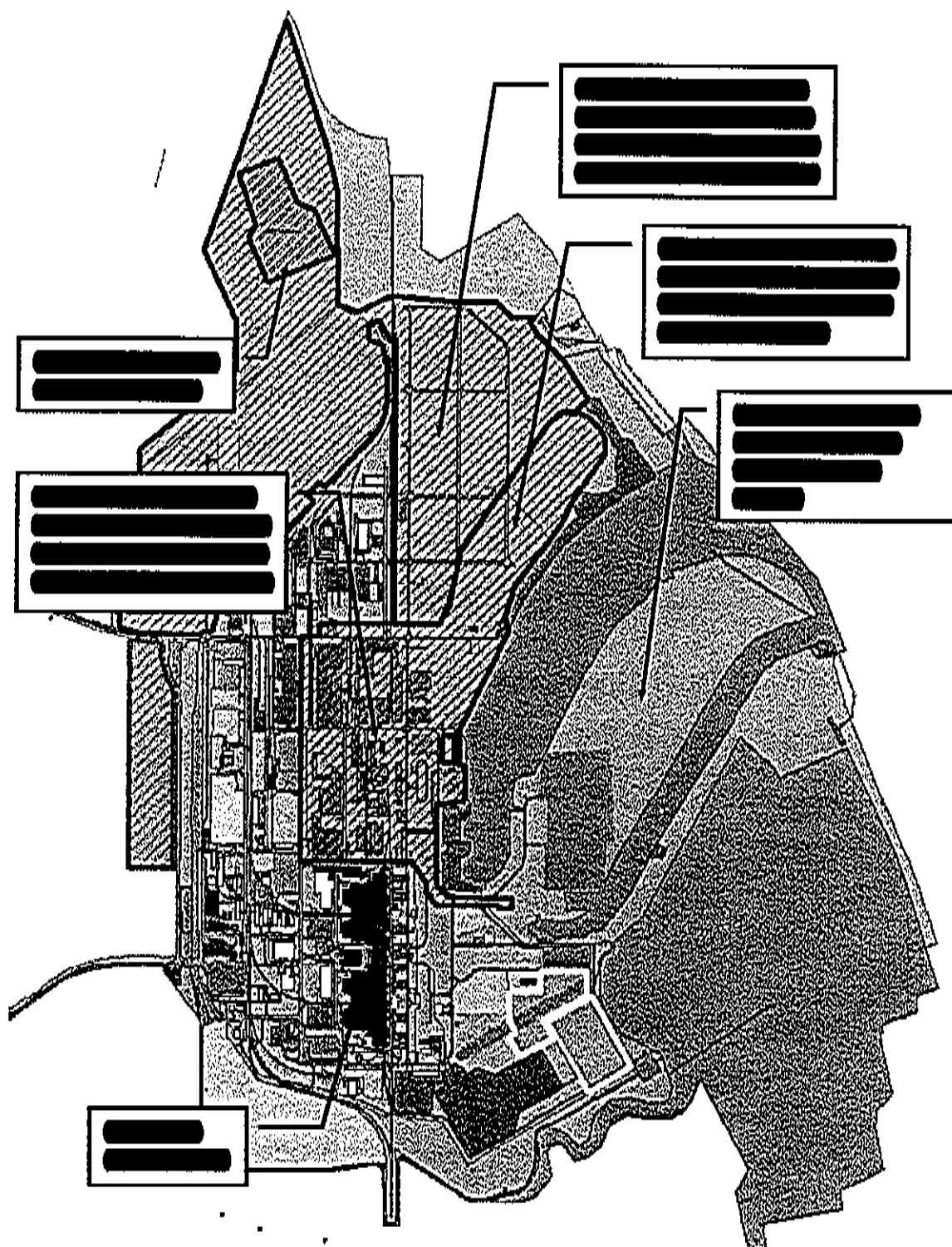
3.1 A fejlesztésre rendelkezésre álló terület

PAE Indító adatszolgáltatásában, a PA Zrt. ÉPO Geodéziai Csoporttal történt egyeztetés alapján a Paksi Atomerőmű bővítéséhez potenciálisan számításba vehető területet - a 2010. 04. 20-i információk alapján - a 3.1-1. ábrán látható elrendezési rajzon jelölte ki az alábbiak szerint:



PAE további, 2010.08.04.-i álláspontja a bővítés helyigényének előzetes meghatározásához:





3.1-1. ábra, elrendezési rajz

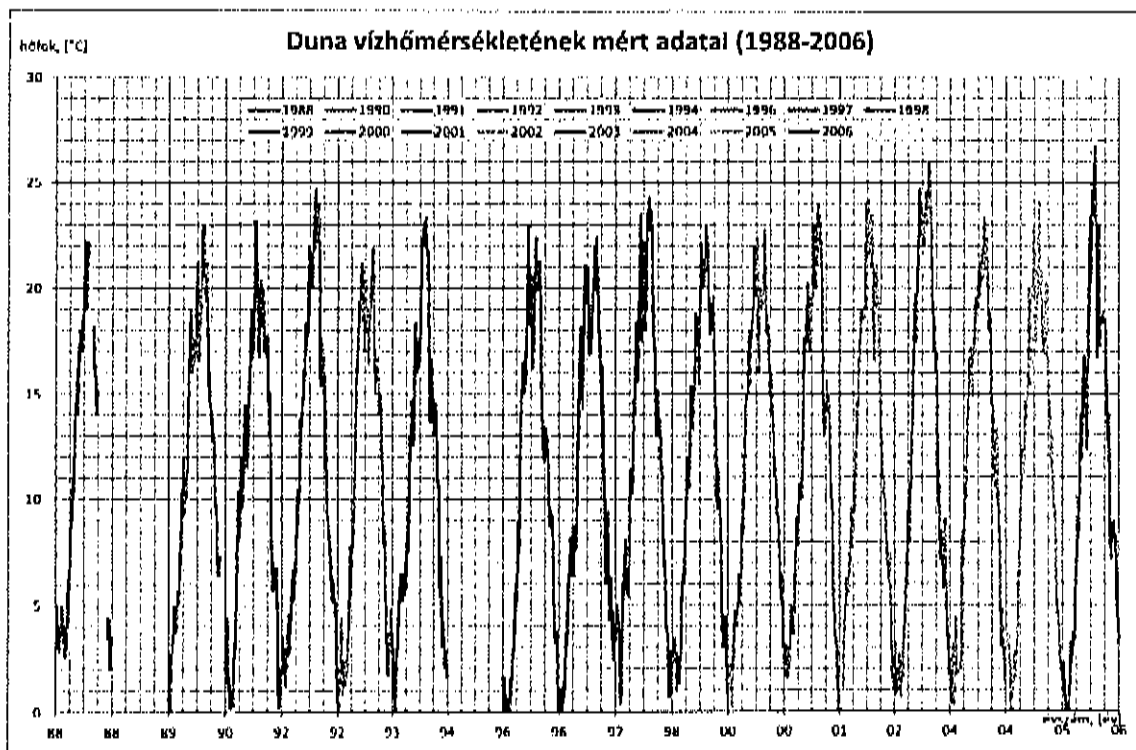
3.2 A felhasználható Duna víz adatai

PAE adatszolgáltatásában megadta a Dunavízre vonatkozó tervezési alapadatokat. Ezek közül, mint korlátozó feltételek az alábbiak emelhetők ki:

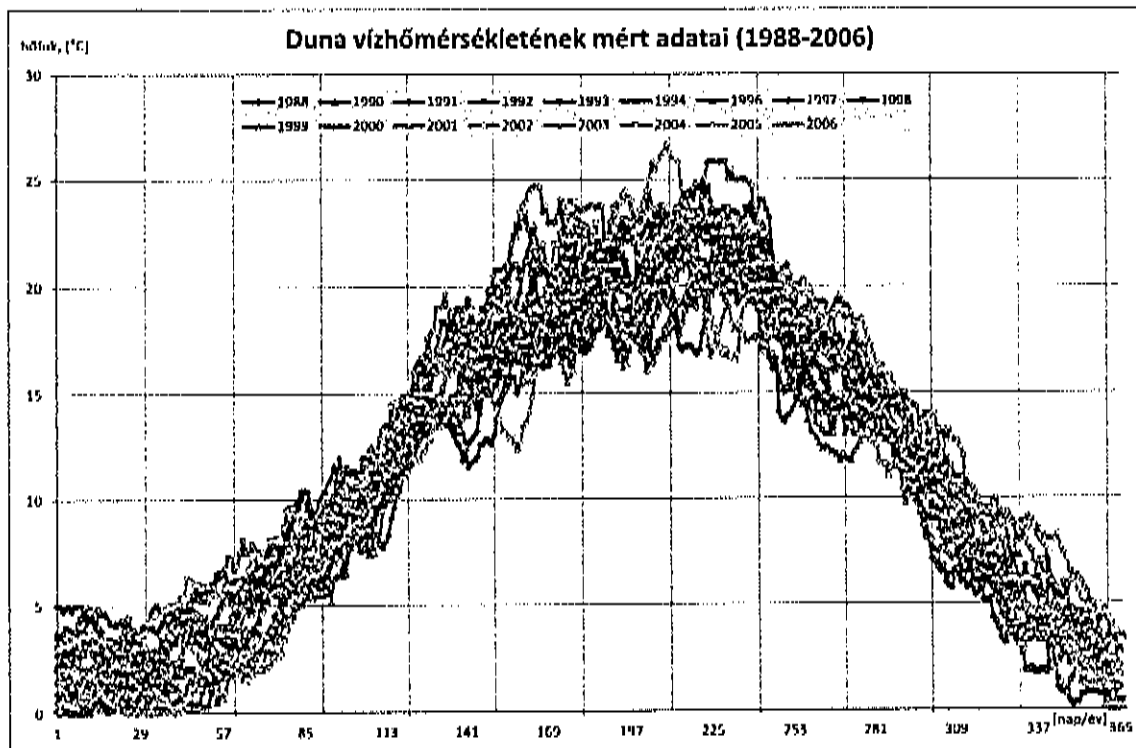
- A Duna minimális vízhozama $700 \text{ m}^3/\text{s}$.
- A meglévő hideg- és melegvíz csatorna maximális kapacitása $220 \text{ m}^3/\text{s}$.
- A melegvíz csatornán tervezett rekuperációs erőmű tervezett max. vízmennyisége $121 \text{ m}^3/\text{s}$.

PAE megadta továbbá a Dunára vonatkozóan 1998-2006 között Pakson mért hőmérsékleti és vízállás adatokat, amelyek közül a víz hőmérséklet adatok feldolgozását és kiértékelését a következő lapokon szereplő 3.2-1.-től 3.2-5.-ig terjedő ábrák mutatják be. A frissvízes hűtés kialakítása során alapul vett további (pl. vízhozamokra vonatkozó adatok), Duna vízre vonatkozó adatok részletes bemutatása a II. kötetben található.

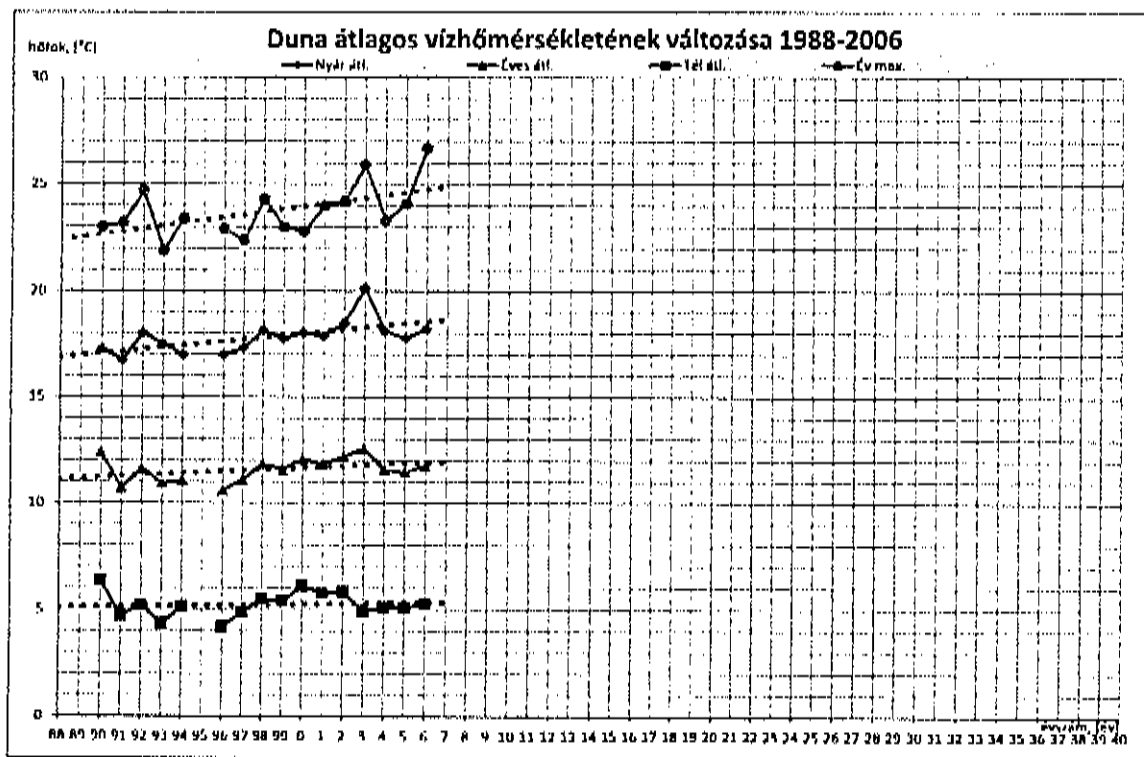
- A 3.2-1. ábra, az 1988-2006. közötti időszak Dunavíz hőmérsékletének napi mérési adatait mutatja be, folyamatos időbeli lefutás szerint.
- A 3.2-2. ábra, az 1988-2006. évek során a Dunavíz hőmérsékletének éven belüli változását mutatja. Az ábrán két kiemelkedő Duna víz hőmérsékleti csúcsérték látható, mindkettő a közelmúlt időszakában. 2006. júl. 26. és aug. 1. között, 6 napon keresztül állt fenn folyamatosan 26°C illetve annál magasabb víz hőmérséklet, $26,7^\circ\text{C}$ -os csúcsértékkel. A 2003. év során pedig augusztus 12-18. között 7 napon keresztül folyamatosan volt $25,8^\circ\text{C}$ illetve a felett a Duna víz hőmérséklete.
- A 3.2-3. ábra, az 1988-2006. évek során a Dunavíz hőmérséklet téli és nyári időszakbeli átlagos és szélső értékének változását mutatja be. Az ábra adatai szerint a Duna átlagos víz hőmérséklete 10 évenként mintegy $0,4^\circ\text{C}$ -os emelkedést mutat.
- A 3.2-4. és 3.2-5. ábrán a mérési adatok alapján, Duna 1988-2006 közötti időszakára meghatározott, éves átlagos hőfok gyakorisági és hőmérsékleti tartamdiagramja szerepel, amely a gazdasági értékeléshez szükséges éves termelési adatok meghatározási alapjául szolgál.



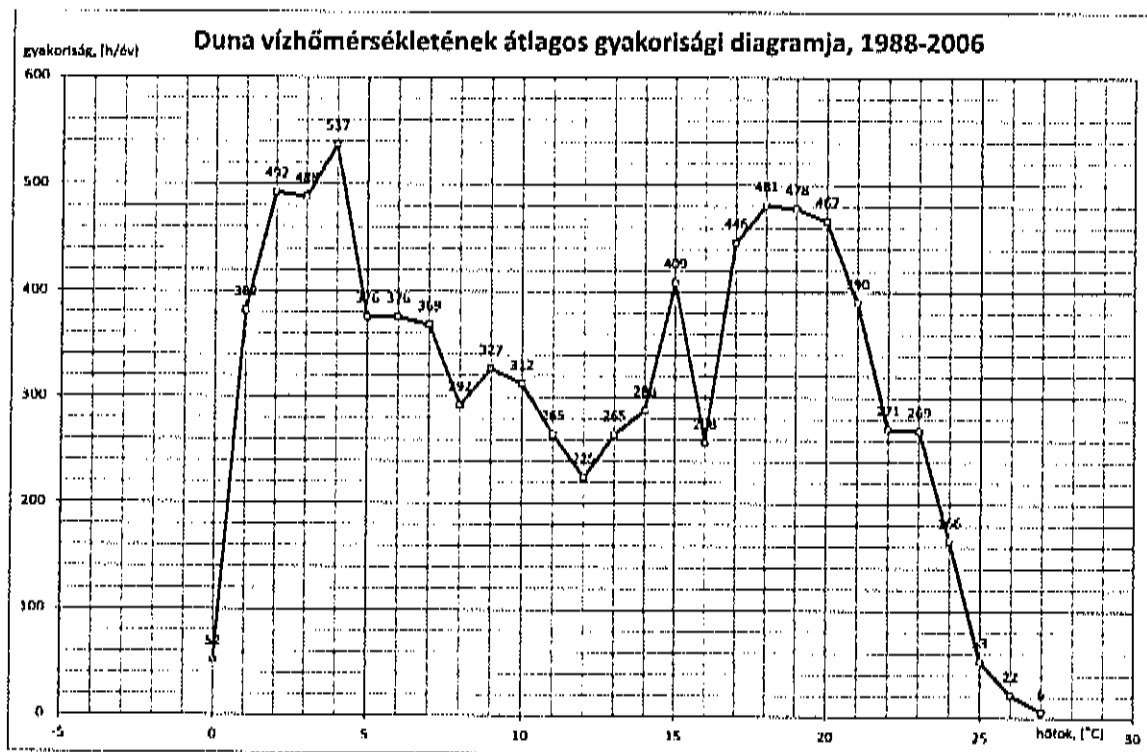
3.2-1. ábra



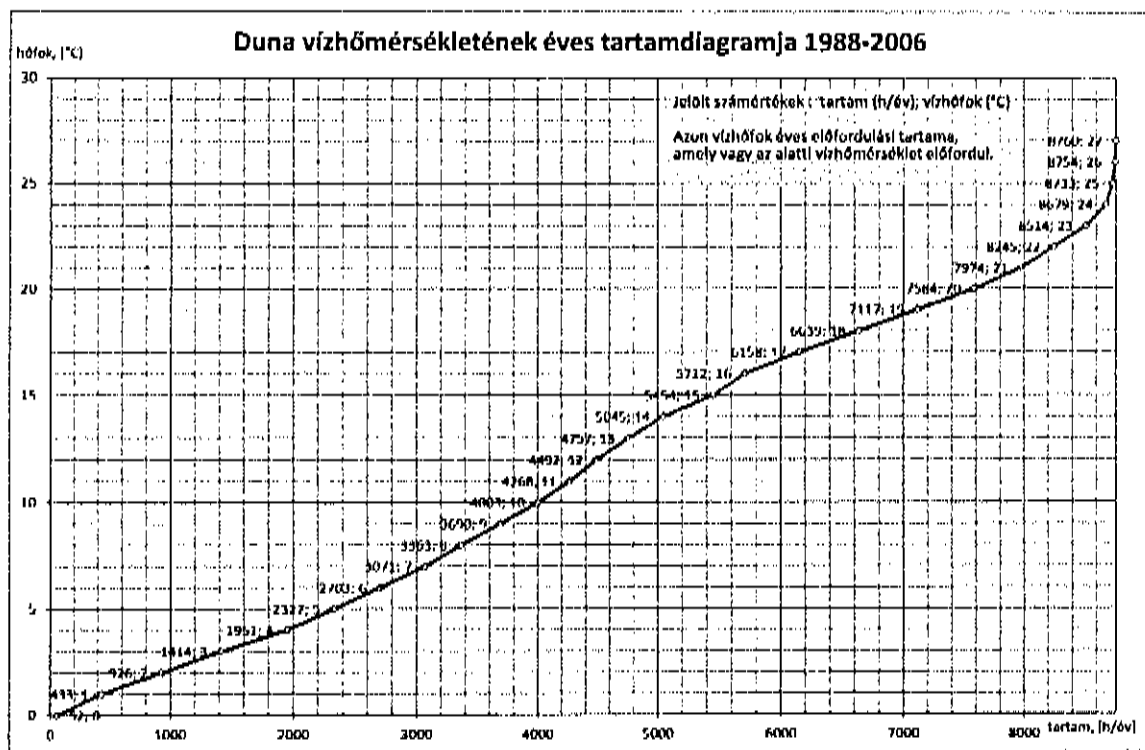
3.2-2. ábra



3.2-3. ábra



3.2-4. ábra

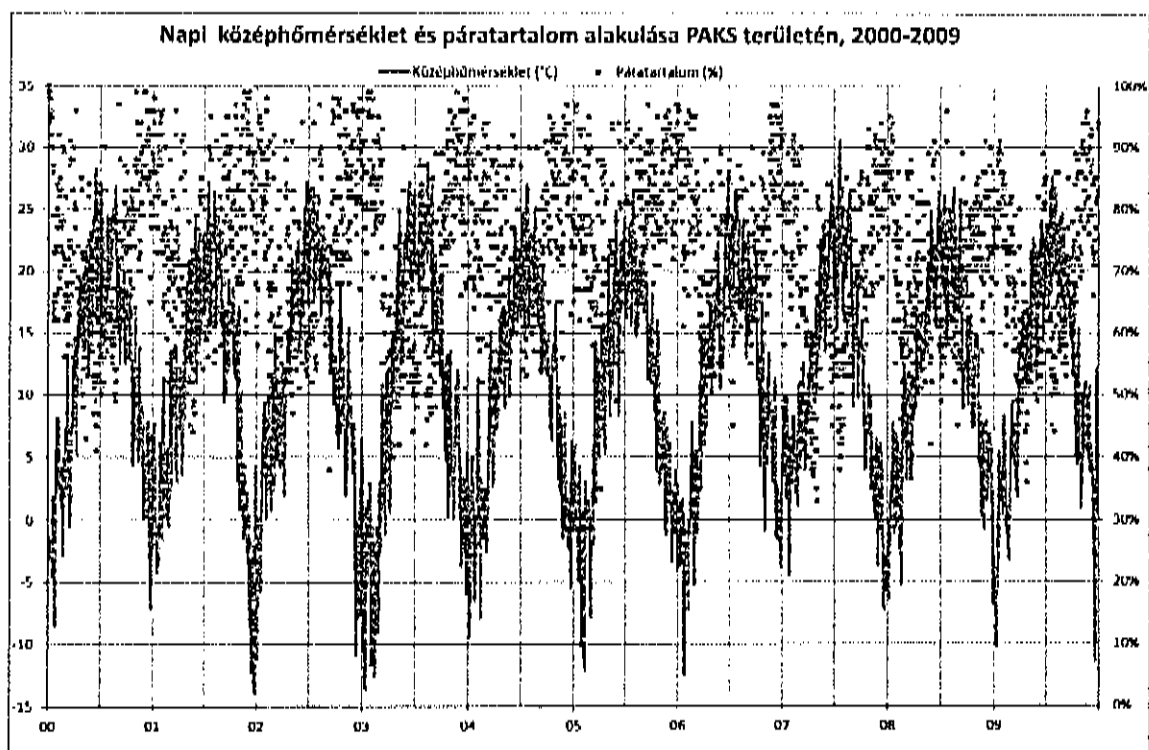


3.2-5. ábra

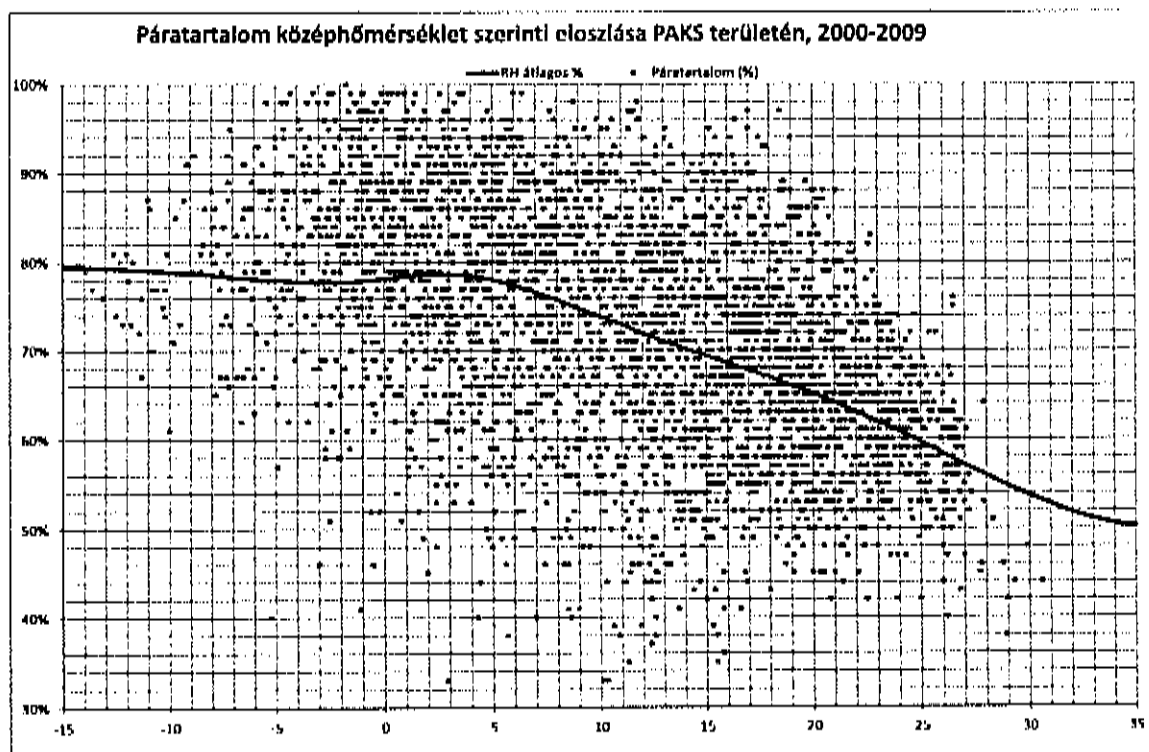
3.3 Légköri klimatikus adatok

PAE adatszolgáltatásában átadta a tanulmány készítéséhez a PAKS területére vonatkozó 2000-2009. közötti, tíz éves időszakban mért napi középhőmérsékleti és páratartalom adatokat. A légjellemzőkre vonatkozó adatok az OMSZ mérési adatbázisából kerültek kigyűjtésre.

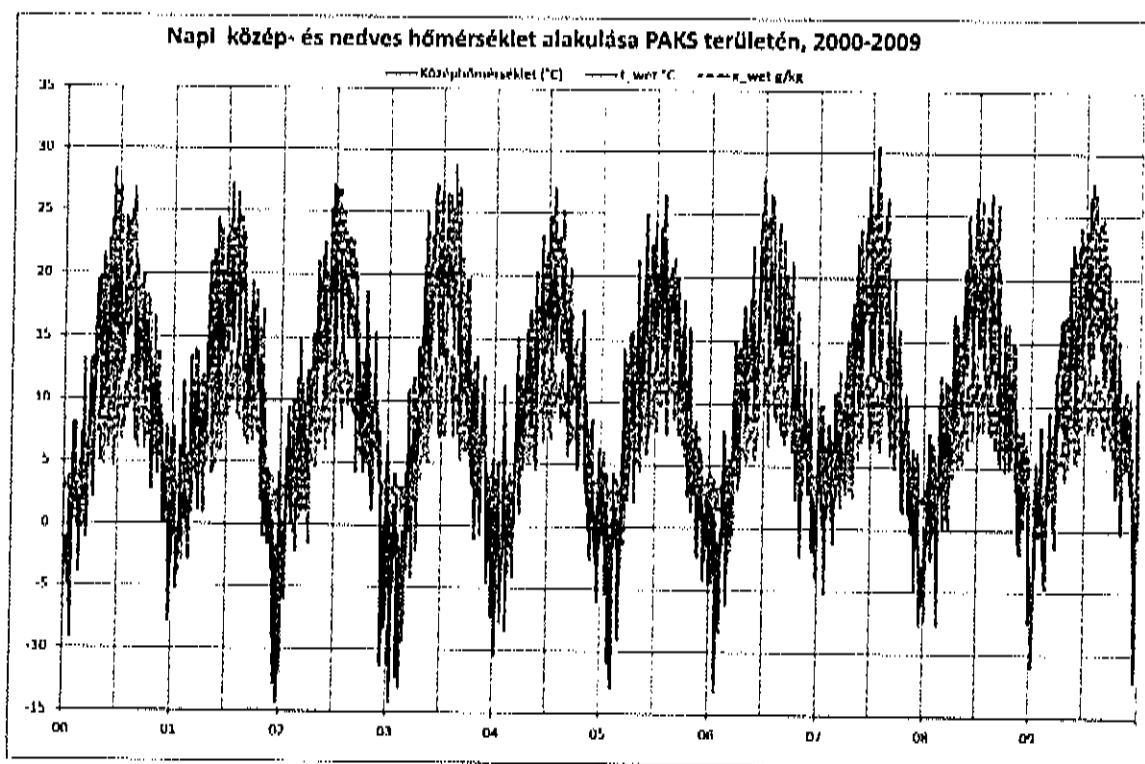
- A 3.3-1. ábra, a 10 évre vonatkozó napi középhőmérséklet és páratartalom értékek nyers adatait mutatja be, folyamatos időbeli lefutás szerint.
- A 3.3-2. ábrán a mérési adatokban szereplő levegő relatív páratartalmának a száraz léghőmérséklet szerinti eloszlása látható.
- A 3.3-3. ábra a 10 évre vonatkozóan mért száraz léghőmérséklet és relatív páratartalmakhoz tartozóan számított, nedves léghőmérséklet és abszolút légnedvesség napi értékeket tartalmazza, folyamatos időbeli lefutás szerint.
- A 3.3-4. ábra a napi középhőmérséklet átlagos és szélsőséges értékeinek változását szemlélteti az elmúlt 10 éves időszak alapján. Bár a változások nyomon követésére egy ilyen rövid vizsgálati intervallum alapján nem várhatók mély megalapozottsággal bíró megállapítások, a globális felmelegedés hatása így is tisztán észlelhető. A mért átlagos léghőmérséklet egy 10 évenkénti 0,5°C-os emelkedést reprezentál, amely a mért Duna vízhőmérséklet 10 évenkénti 0,4°C-os emelkedésével szoros egyezőséget mutat. Megállapítható tehát, hogy a globális felmelegedés észlelhető hatása szempontjából, a víz és léghőmérséklet mérési adatok egymást kölcsönösen alátámasztják.
- A 3.3-5. ábra a napi középhőmérséklet közvetlenül mért értékének éven belüli változását mutatja be, az elmúlt tíz éves időszakra évenkénti külön-külön és átlagos alakulás szerint.
- A 3.3-6. ábra a napi középhőmérséklet és páratartalom alapján képzett nedves léghőmérséklet éven belüli változását mutatja be, az elmúlt tíz éves időszakra évenkénti külön-külön és átlagos alakulás szerint.
- A 3.3-7. ábra a napi páratartalom közvetlenül mért értékének éven belüli változását mutatja be, az elmúlt tíz éves időszakra évenkénti külön-külön és átlagos alakulás szerint.
- A 3.3-8. ábra a napi középhőmérséklet és páratartalom alapján meghatározott abszolút légnedvesség értékének éven belüli változását mutatja be, az elmúlt tíz éves időszakra évenkénti külön-külön és átlagos alakulás szerint.



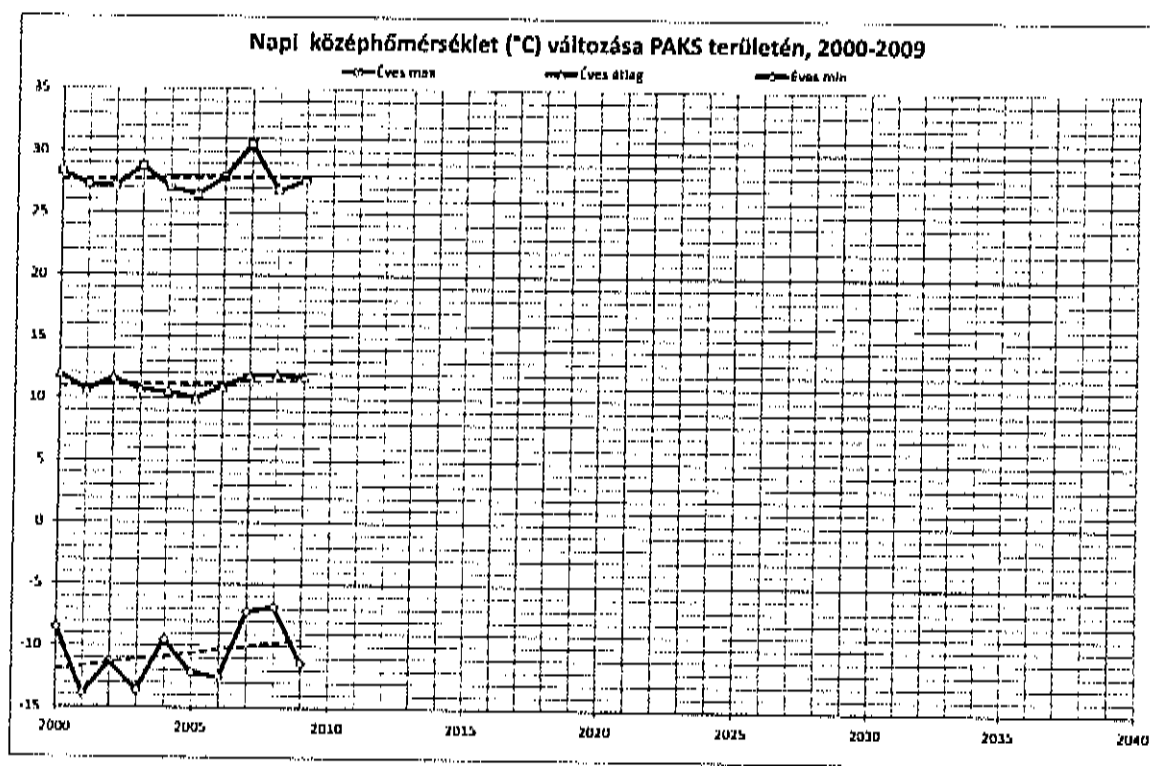
3.3-1. ábra



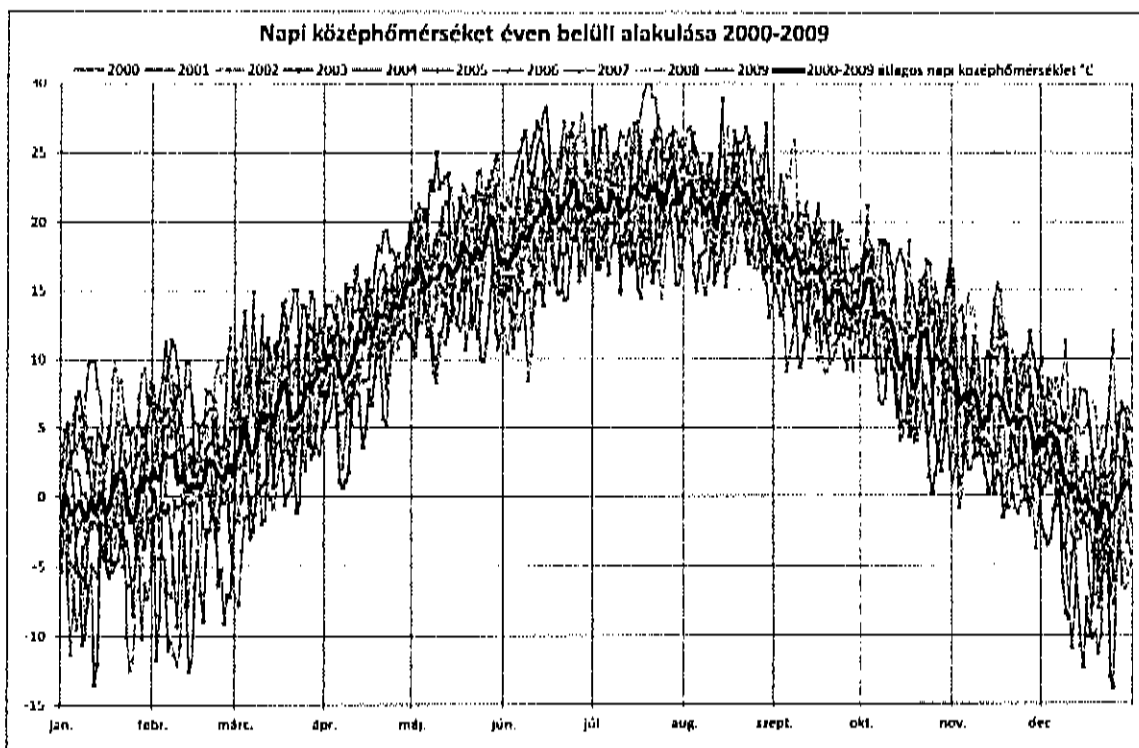
3.3-2. ábra



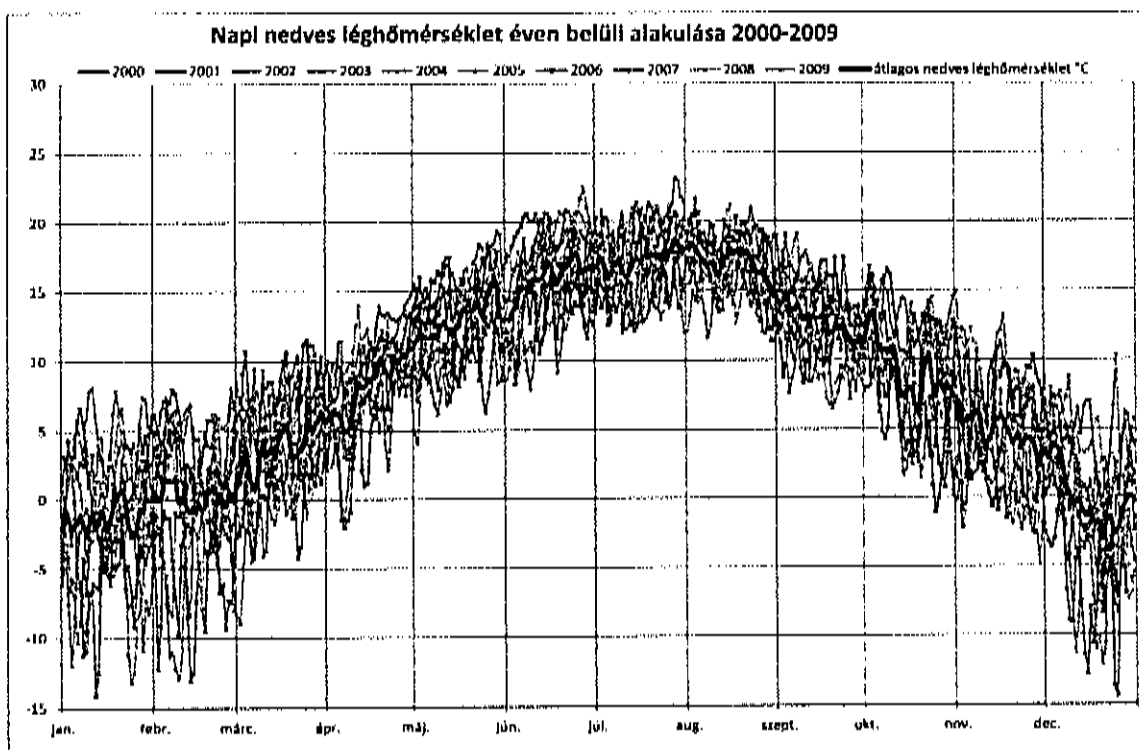
3.3-3. ábra



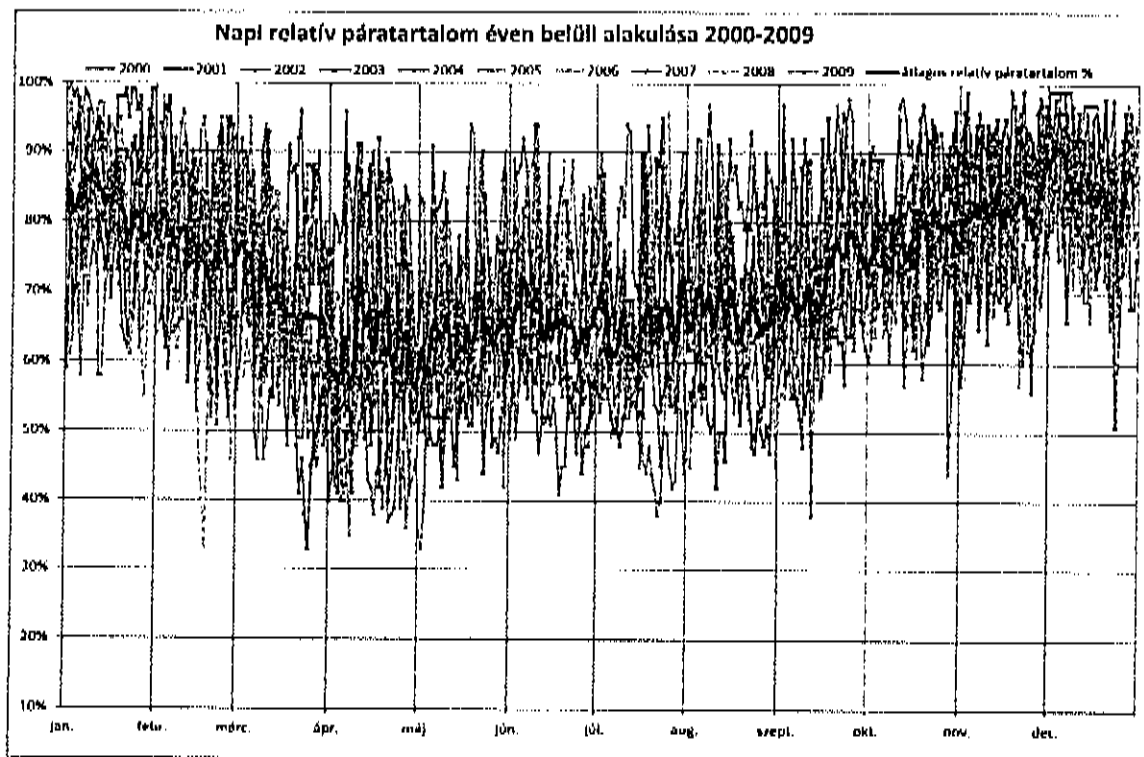
3.3-4. ábra



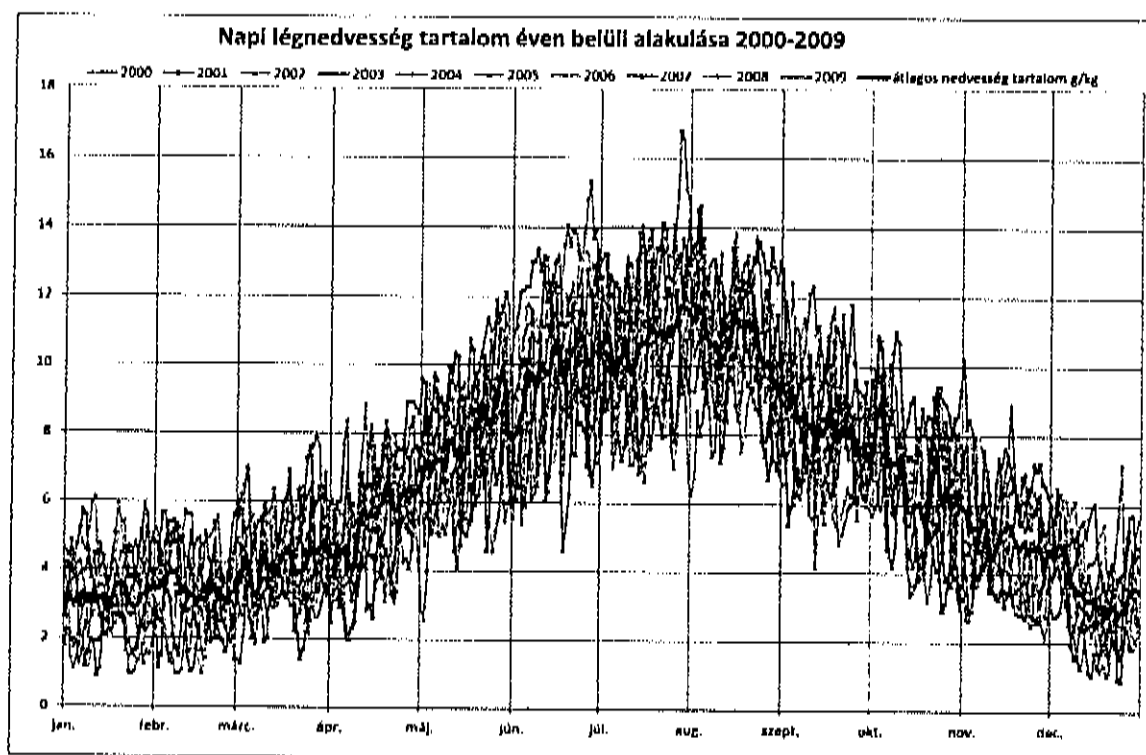
3.3-5. ábra



3.3-6. ábra



3.3-7. ábra



3.3-8. ábra

3.4 Általános telephelyi jellemzők

A Paksi Atomerőmű telephelye szolgál az új atomerőművi blokkokkal történő bővítés területéül. A telephelynek a létesítmények tervezése számára szükséges jellemzői a lehető legnagyobb részletességgel kerültek felmérésre és dokumentálásra, amelyeket a erőmű Végleges Biztonsági Jelentése (VBJ) tartalmaz. Jelen fejezet a VBJ vonatkozó fejezeteinek felhasználásával ad rövid kivonatot, a tervezés számára lényeges további, általános telephelyi jellemzőkből.

A NAÜ atomerőművi telephelyekre vonatkozó nemzetközi adatbázisához kidolgozott, biztonság szempontjából fontosnak minősíthető telephelyi jellemzők:

A létesítmény elhelyezkedése: Magyarország, Tolna megye, Paks város, A Paksi Atomerőmű területe a 6. sz. főút valamint a Duna között helyezkedik el. A telephely nem minősül határ mentinek, az országhatár D-i irányban 75 km.

■ A telephely természetes tengerszint feletti magassága 93,2-97,6 mBf. A tereprendezéssel kialakított szint 97,00 mBf, a létesítmények tervezeti alapszintje ($\pm 0,000\text{m}$) 97,15 mBf.

A telephely demográfiai környezete:

- a tágabb környezet kiterjedése: 30 km sugarú kör;
- az adatfelvétel időpontja: a 2001-es népszámlálás;
- a biztonsági övezet kiterjedése: 3 km;
- a közvetlen környezet sugara: 8 km;
- népsűrűség
 - országos átlag: 110,0 fő/km²;
 - a közvetlen környezetben: 136,2 fő/km²;
 - a tágabb környezetben: 71,6 fő/km²;
- a tágabb környezet teljes lélekszáma: 202 406 fő;
- a legközelebbi lakott helyek:
 - Paks-Csámpa, 2 km DNY-i irányban: 137 fő;
 - Uszód, 4 km K-i irányban: 1087 fő;
 - Dunaszentbenedek, 4,2 km ÉK-i irányban: 948 fő;
 - Paks, 5 km É-i irányban: 20 859 fő.
 - a legközelebbi nagyobb település
Szekszárd, 26 km DNY-i irányban: 36 233 fő;
 - a legközelebbi nagyváros
Budapest, 118 km É-i irányban: kb. 2 000 000 fő.

A régió és a telephely gazdaság, település-szerkezeti és demográfiai viszonyai és ezek fejlődése az atomerőmű biztonsága és a balesetelhárítási intézkedések végrehajtása szempontjából releváns kockázatot nem jelentenek.

3.4.1 A telephely geológiai viszonyai

Az erőmű térségében az alaphegység mélysége a geofizikai vizsgálatok szerint a felszínhez viszonyítva mintegy 1600-1700 m. A kőzetfejlődéséről rendelkezésre álló információk köre nem teljes, a mai ismeretek szerint a területen a mélymedence alját a Mecsek környéki területekről ismert, gránitosodott metamorf képződmények, valamint a Görcsönyi hátság területéről ismert muszkovit blotit gneisz alkotja. A kétféle kifejlődés kapcsolatára vonatkozó adat a területről nem került elő.

A medencekitöltő üledékek az alaphegységen jelentős vastagságú, részben törmelékes üledékekből, részben vulkanitokból álló, mintegy 1000 m vastagságú miocén képződménysor települ, amelynek egy része szárazföldi, egy része tengeri eredetű. A fő kőzettípusok a riolit, riolittufa, andezit, agyagmárga, mészmárga, homokkő, mészkő. A képződmények változó mértékben tektonizáltak, egyes esetekben 30°-os dőlés adatok is megfigyelhetők, s helyenként a miocén képződménysor hiányos, s szerkezeti vonal mentén érintkezik a fedőjével.

A pannóniai képződménycsoport alsó része (kb. 12 millió éves), az alsó pannóniai képződmények a területen viszonylag egységes kifejlődésűek. Főként kőzetlisztes agyagmárgából, agyagmárgás kőzetlisztből felépített réteg együttesük részben víz alatti elmosás okozta réteghiánnyal, részben tektonikusan következik az idősebb (első esetben szármata vagy bádeni, második esetben bádeni) képződményekre. A 100-150 m vastagságú üledék együttesben helyenként kevés vulkáni eredetű betelepülés is megfigyelhető, s a Paks környéki fúrásokban észlelt szerkezeti jelenségeken kívül más fúrásokban is megtalálhatók a tektonikus megviseltség nyomai. A pannóniai képződmények felső részének üledékei mindenütt folyamatosan fejlődnek ki a fekvő képződményekből, legtöbb esetben a homokrétegek mennyiségének ugrásszerű növekedése jelzi a megváltozott fáciesviszonyokat.

A felső-pannóniai rétegsor az egész területen átlagos kifejlődésű, különböző vastagságú homok-, agyagmárga-, márgás kőzetliszt rétegek váltakozásában áll, s felső része minden esetben csónka; eróziós diszkordanciával települnek rajta a negyedidőszaki képződmények. A felső pannóniai képződmények vastagsága a területen 500 m körüli. Településüket nyugodt, közel vízszintes dőlés adatok jellemzik, azonban egyes fúrásokban jelentős szerkezeti hatások nyomai figyelhetők meg a képződményeken. A felső pannon képződmények kora 5-6 millió év.

Az erőmű környezetének egészét negyedidőszaki, pleisztocén és holocén üledékek borítják. E képződmények részben folyóvízi, részben eolikus, részben lejtőüledékek, vagy ezek kombinációi. Maga az erőmű a Duna ártéri síkján települt, alatta és környezetében a pannóniai képződményeken mintegy 30 m vastagságú folyóvízi üledéksor települ, túlnyomórészt aprókavicsos homok és homok kifejlődésben; helyenként foszlányokban idősebb pleisztocén lösz jellegű üledékek roncsal is megtalálhatók. A C14 kormeghatározás szerint ez a felső 30 m vastag réteg kora nem több 45 000 évnél. A pleisztocén képződmények nyugodt településűek, szerkezeti hatásokra utaló nyomokat csak az erőműtől jelentős távolságra lehet a negyedkori képződményeken megfigyelni.

3.4.2 A telephely szcizmológiai viszonyai

A földrengéskockázat vizsgálatokhoz a történelmi földrengésadatokat, a neotektonikai vizsgálatok eredményeit és a mikroszeizmikus észlelőhálózat eredményeit használták fel. A történelmi adatok ugyan az V. századtól kezdve állnak rendelkezésre, de az adatsor csak a XVIII. század végétől kezdve minősíthető homogénnek. A neotektonikai feltárások eredményei viszont az elmúlt 300-400 ezer év történéseit veszik figyelembe.

A régió tektonikája komplex, amelyet az Afrikai tábla Dinári hegységgel való szubdukciója és az alpi régióban az Eurázsiai táblával való ütközése jellemez. A Pannon medence ezen folyamatok következtében keletkezett, amely egy elvékonyodó extenziós terület a Kárpátok mentén a medence alá süllyedő Eurázsiai táblával. Közel 60 millió évvel ezelőtt a medence keleti irányban kiterjedt és kb. 12 millió évvel ezelőtt elérte jelenlegi méreteit. Mára a szubdukciós zóna Vrancea térségében maradt aktív.

A Paksi Atomerőmű földrengés-veszélyeztetettségének vizsgálata az elmúlt évtized egyik legtöbbet kutatott és az atomerőmű telepítése, létesítése óta alapjaiban átgondolt, az erőmű biztonságát befolyásoló telephelyi jellemző volt. A telephely kutatása, minősítése és a mértékadó földrengés meghatározása 1986 és 1996 között a nemzetközi gyakorlatot és az akkori NAÜ szabályozást követte. A terepi és laboratóriumi mérések a NAÜ 50-SG-S8, 50-SG-S9 szabványok, az Eurocode 7 és Eurocode 8 előszabványok, a számítások az 50-SG-S1 és 50-SG-S2 NAÜ szabványok alapján készültek.

A telephely és környezetére vonatkozóan kidolgozásra került és rendelkezésre áll az atomerőmű 15 x 15 km-es környezetére kiterjedő 3D-s földtani-hidrogeológiai modellje, amely egy földtanilag konzisztens, az erőmű környezetéből származó hidrogeológiai paraméterekkel ellátott geológiai térmodell.

A szeizmicitás adatok és a GPS-es mozgásvizsgálatok eredményei alapján a jelenkori aktivitás mérsékeltnak tekintendő. A szeizmikus szelvények tanúbizonysága szerint a törések a Duna allúviumát nem harántolják. Ennek alapján megállapítható, hogy a Duna alatt az utóbbi néhány 10 ezer év során felszínig hatoló vetődés nem történt, legalábbis annak nyomai nem mutatkoznak.

A NAÜ atomerőművi telephelyekre vonatkozó nemzetközi adatbázisához kidolgozott, telephelyi szeizmikus jellemzők összefoglalása:

- A telephelyen felszínre kifutó elvetődést okozó törésvonal nincs;
- A mértékadó földrengésszintek:
A 10 000 éves maximális méretezési földrengésre a telephely szeizmicitásának és a felszínközeli talajrétegek módosító hatásának figyelembevételével 0,25 g horizontális és 0,2 g vertikális gyorsulásértékek lettek megállapítva és rögzítve az OAH NBF RE-1646 számú határozatában.
- A hatóságilag jóváhagyott szeizmikus kockázatértékelés tartalmazza a telephely-specifikus válaszspektrumokat (2.5 alfejezet 2.5 11. és 2.5 14. ábrák).
- A talajfolyósodással a 10 000 éves visszatérési idő (10^4 /év szűrési szint) bázisán nem kell számolni.

3.4.3 A telephely hidrológiai viszonyai

A telephely tágabb- és közvetlen környezetében az egyetlen jelentős felszíni folyóvíz a Duna.

A Duna Európa második legnagyobb folyója, hossza 2857 km. Vízgyűjtő területe 817 000 km². Három jellegzetes szakasza van: a bajor és osztrák medencét magába foglaló, nagyesésű Felső Duna, a Kárpátok koszorúján belül lévő Közép Duna és a Havasalföldet átszelő Alsó Duna.

Hazánkba Rajkánál, az 1850 fkm (folyam km) szelvényben lép be és Mohácstól délre, az 1433 fkm-nél hagyja el az országot. A 127 km hosszúságú Dunaföldvár-déli országhatár közötti Duna-szakaszt 32 kanyar alkotja. A kanyarok változó görbületűek, a legveszélyesebb a Sárosparti kanyar, ahol a görbületi sugár mindössze 1000 m. A folyó átlagos szélessége 400-600 m, esése Fajszig 6-8 cm/km, az alatt pedig 4-5 cm/km.

Az árvízi meder szélessége Dunafalvánál mindössze 450 m (az az ország egyik legkisebb árvízi keresztmetszete), de a Gemenci és a Béda-Karapancsai tájegység területén eléri a 3-5 km-t. A meder anyaga a Foktő feletti szakaszon durvább szemcséjű kavics és homok, az alatta húzódó szakaszon pedig finom szemcséjű homok és iszap.

A Paksi Atomerőmű (az atomerőmű szelvénye a torkolattól 1527 fkm) telephelyének környezetében a Duna enyhén alsószakasz jellegű. A Duna átlagos vízhozama Dunaújvárostól Mohácsig alig változik, mindenütt 2350 m³/s körül van.

A telephely közvetlen környezetén kívül lévő Duna-szakasz sokévi vízhozam-jellemzői

Mérőállomás	Távolság a torkolattól	Vizsgált időszak	Vízhozam-jellemzők (m ³ /s)		
	Fkm	év - év	Legkisebb napi	sokévi napi átlag	legnagyobb napi
Dunaújváros	1586,6	1960-89	784	2310	8868
Mohács	1446,9	1960-89	764	2363	8250

A telephely közvetlen környezetén kívül lévő Duna-szakasz sokévi vízhozam-tartósságai

Mérőállomás neve	Vízhozamok (m ³ /s)							
	% nap	3 11	10 37	20 73	50 183	80 292	90 329	97 354
Dunaújváros	1960-89	4240	3510	3080	2190	1470	1260	1120
Mohács	1969-89	4200	3530	3080	2230	1580	1400	1250

Vízállás

Az eddig észlelt legmagasabb jeges vízállás a paksi vízmércén mérve 95,44 mBf (1876. február 27.) volt. Az 1527 fkm szelvényre átszámított tetőzés szintje 94,95 mBf. A legmagasabb jégmentes vízállás (1965. július) ugyanazon szelvényre számítva 93,85 mBf szinten tetőzött.

Az áradás (árvíz) kezdete kb. 93,3 mBf. A hullámtér elöntése 5000 6000 m³/s nagyvízhozam esetén kezdődik el. Áradás, azaz a teljes hullámtér elöntése, 7000 8000 m³/s esetén fordul elő.

A 2002. augusztusi árvíz során a II. fokú készültségnek megfelelő bajai 943 cm es tetőzés mellett a Solt – déli országhatár közötti bal parti árvízvédelmi fővédvonalon olyan káros jelenségek jelentkezték (buzgár, szivárgás, csurgás, töltésláb fellazulás stb.), amelyek a III. fokú készültségnek megfelelő beavatkozásokat igényeltek.

A Dunán 1983. őszén extrém alacsony vízállás (-20 cm a paksi vízmércénél, 84,77 mBf az erőműnél)következett be. Ezt követően pedig 1991. novemberében 84,65 m-es szinten, az 1527 fkm szelvényre átszámítva. Az eddig észlelt legalacsonyabb vízállás 2003. augusztusában volt 84,42 mBf szinten, az 1527 fkm szelvényre átszámítva.

Felszín alatti vizek

A térségben kétféle felszín alatti víz fordul elő. Rétegvíz a pannon homokszíntekben, amely mélyen a vízjáró rétegek alatt helyezkedik el. Efölött található a pleisztocén holocén összletben lévő, összefüggő talajvíz. A talajvízig települő összlet a homokbányákból származó saját anyagból készült feltöltés, amely alatt a Duna áradásából származó újholocén öntésanyag, öntéshomok, öntésiszap települ. A Duna medrétől távolodva óholocén futóhomok összlet borítja az eredeti térszínt. Ez alatt kőzetliszt, finomhomok szemcsenagyságú folyami üledékes összlet következik. A fenti rétegeken keresztül függőlegesen szivároghat le a csapadék a talajvízig.

Vízfolyások és csatornák a telephely tágabb körzetében

A terület természetes és mesterséges állóvizelt két fő csoportra célszerű osztani:

- a felszíni kifolyással nem rendelkező állóvizekre, amelyekben radionuklid szennyeződés akkumulálódhat;
- az ún. átfolyásos állóvizekre, melyek esetében a szennyezőanyagok akkumulálódása valószínű kisebb.

Összesen 169 hidroobjektum (természetes és mesterséges tavak, holtágak, vízenyős területek) számbavétele történt meg, amelyek összfelülete 7067,65 ha.

A Dunamenti síkság a XX. század elején hazánk állóvizekben egyik leggazdagabb területe volt, amely a később lecsapolások és a lefolyást biztosító csatornahálózatok kiépítésével merőben új hidrogeográfiai karaktert kapott. Napjainkban a lecsapolás magas foka, valamint a meteorológiai viszonyok (kevés csapadék, magas párolgás) és talajadottságok (jó vízvezető talajok) következtében a Dunamenti síkság állóvizeinek területi részaránya az országos átlagnak csak mintegy egyharmada. A terület két legnagyobb tava a Szelidi tó (54 ha) és a Nagy Büdös tó (40 ha).

A Sító vízgyűjtőn 17 db, 977,5 ha összfelületű, a Duna jobb parti közvetlen vízgyűjtőjén 21 db, 1892,6 ha összfelületű állóvíz található. A természetföldrajzi tájak közül a Sárköz állóvizeinek hidrogeográfiai viszonyai erősen emlékeztetnek a bal parti Dunamenti síkságon tapasztaltakra. Kiemelésre kíváncsnak a holtágak, amelyek gyakran meglepően mély (3 5 méter) tavait folyószabályozásokkal létesítették, bár helyenként a természetes kanyarulat lefűződés következményei.

3.4.4 A telephely meteorológiai viszonyai

Magyarország területe a kontinentális klíma gyengén nedves körzetébe tartozik. Négy éghajlati főkörzete közül Paks és környéke az 1. főkörzetbe, azaz a Nagyalföld Mezőföld területébe tartozik. Kontinentális éghajlatának jellemzője az erős éves illetve napi felmelegedés és lehűlés, nagy a hőmérséklet ingadozás. A késő tavaszi és kora őszi sugárzási fagyok gyakorisága itt a legnagyobb. Az uralkodó légáramlás északias. Csapadékvízszonya bizonytalan és szűkös.

Lég hőmérséklet

Paks évi középhőmérséklete 10,5 °C. A Paksi Atomerőmű meteorológiai állomásán 1980 és 2006 között a legalacsonyabb hőmérsékletet (-30,3 °C) 1987. januárban, a legmagasabb hőmérsékletet (37,5 °C) 1983. júliusban és 1992. augusztusban mérték.

PAE által a tervezési adatszolgáltatásban megadott, OMSZ napi középhőmérséklet adatok éves átlagos és szélső értékei a 2000-2009. évi adatok alapján:

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Éves max	28.3	27.2	27.2	28.8	27	26.5	27.9	30.6	26.8	27.7
Éves átlag	11.96	10.64	11.68	10.7	10.55	10.01	10.95	11.89	11.93	11.77
Éves min	-8.5	-13.9	-11.3	-13.6	-9.5	-12.2	-12.5	-7.2	-6.8	-11.4

Csapadék

Az 1951 és 2006 közötti időszakban a Paks térségében előfordult éves maximális csapadékösszeg 858 mm (1999-ben), a minimális 286 mm (1961-ben), az évi átlagos csapadékösszeg 571 mm volt. Pakson és a környező csapadékmérő állomásokon mért extrém havi csapadéktételeket tekintve, a vizsgált időszakban a legmagasabb havi csapadékösszeget (259 mm-t) 1999. júliusában Hajós térségében regisztrálták, ami évszázados rekordot is jelent. A csapadék változékonyságára utal, hogy esetenként igen nagy mennyiségű csapadékhullások alakulnak ki, gyakran szeszélyes területi és időbeli eloszlásban.

A hótakaró megjelenésének átlagos első napja a térségben december 26., eltűnésének átlagos időpontja pedig február 20. Az első havazásra általában november 20-tól lehet számítani, az utolsó havazás átlagos időpontja március 13. A maximális hótakaró átlagos vastagsága 18-20 cm. Az 1978. és 2006. közötti időszakban a legvastagabb hóréteget (53 cm) 1999. november végén mérték.

Szél

A tervezési és méretezési szélsőségek értékei és gyakorisága:

	Gyakoriság [1/év]	Szélsősebesség [m/sec]
Tervezési szélsősebesség	$2 \cdot 10^{-2}$	33,0
Maximális méretezési szélsősebesség	10^{-4}	48,8
Széllökés várható maximális értéke	10^{-4}	50,4

Paks térségében éves viszonylatban az éves átlagos szélirány-eloszlásnál az ÉNY-i áramlási irány a leggyakoribb (évi átlagban 11,8 %), ehhez közel álló (11,3 %-os gyakorisággal) másodlagos maximum az ÉÉNY-i irányra esik, majd a D-i irány következik (8,2 %).

4 Előkészítő vizsgálatok, változatok kiválasztása

4.1 Frissvíz hűtési változatok

A 2x1200MW és 2x1600MW blokk típusokhoz javasolható frissvíz hűtési megoldások részletes műszaki, gazdasági és környezeti kidolgozását a MÉLYÉPTERV Zrt. készítette el, melynek vonatkozó fejezetei a Döntés előkészítő tanulmány II. kötetében találhatók meg.

Az előkészítő vizsgálatok keretében, a főkondenzátorok hűtővíz ellátási alternatívái kerültek összehasonlításra. Dunai vízkivétel tekintetében Mélyépterv kétféle lehetőséget dolgozott ki. Az egyik, a meglévő atomerőművi blokkok hűtővíz ellátásához hasonló Öblözeti vízkivétel, melynek lényegi eleme, hogy a meglévő 1-4. blokkok kiépítésekor figyelembe vett bővítési lehetőségek felhasználására alapoz. A másik megoldás, egy a közel 30 éves üzemidő alatt szerzett hűtőrendszeri tapasztalatok felhasználásából adódó, kedvezőbb üzemviteli kialakítású kétlépcsős, Dunai vízkivétellel történő hűtővíz ellátási lehetőség kidolgozása.

A kondenzátorokban felmelegített hűtővíz Dunába való visszavezethetőségére vonatkozó környezetvédelmi előírások teljesítése többféle műszaki megoldással is lehetséges. Erre Mélyépterv végezetül három lehetőséget szerepeltetett a vizsgálatában, amelyek azon nyári meleg folyami víz hőmérsékletű időszakbeli üzemeltetésre szolgálnak, amikor a visszavezetendő hűtővíz hőmérséklete egyébként meghaladná az előírások szerinti értékét.

- Az első javaslat szerint, nem kerülne létesítésre semmilyen külön berendezés a túl magas hőmérsékletű hűtővíz manipulációjára, hanem a tervezett új blokkok villamos energia termelésének korlátozásával, azaz nyári legmelegebb időszakbeli visszatérheléssel kell megoldani az előírások teljesítését.
- A második javaslat szerint, az előírások szerinti megfelelő visszavezethetőség nedves léghűtési rendszerű utóhűtő egységek létesítésével biztosítható, amelyek a túl meleg vizet a Dunába való bevezetés előtt, a szükséges mértékben visszahűtik.

– [REDACTED]

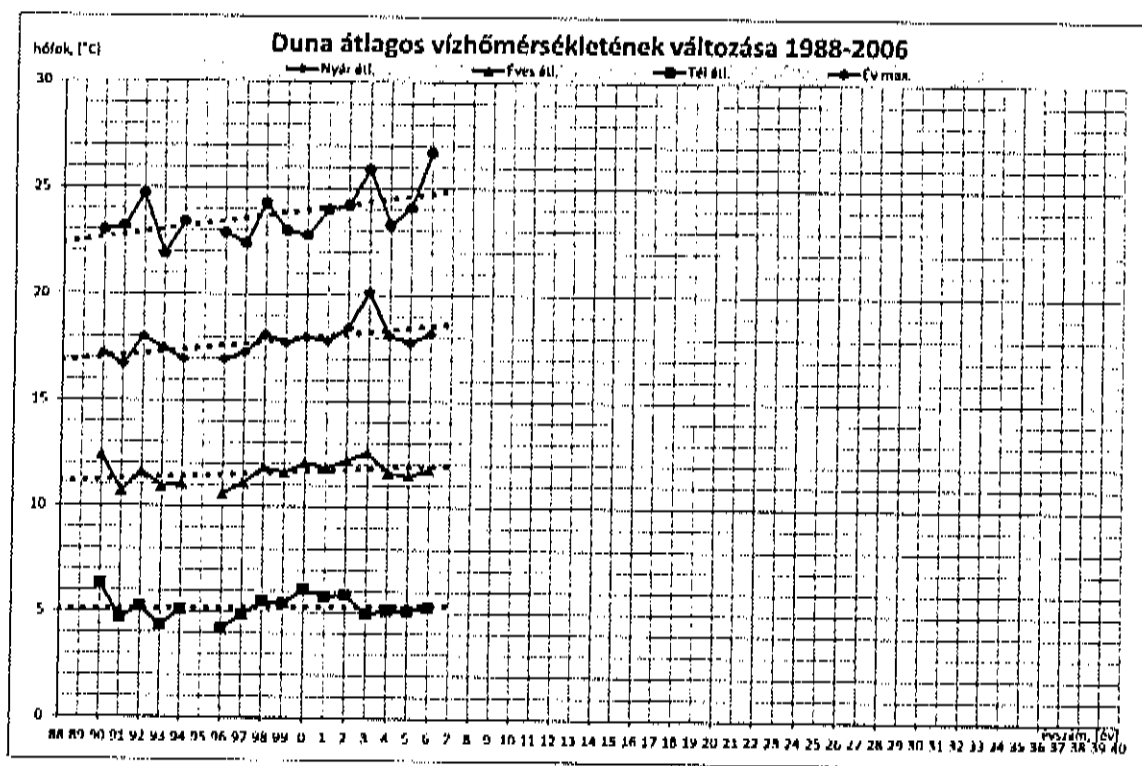
- További alap megoldási lehetőségként számba vehető lenne még, egy többlet hidegvíz kivételével és hozzákeverésével való lehűtés is [REDACTED]

A kétféle vízkivételi és a háromféle visszavezetési megoldás egymással szabadon kombinálható, melyek így összesen hat darab alváltozatot eredményeznek. Ezek műszaki és költség elemeinek kidolgozását MÉLYÉPTERV készítette el, melyeknek dokumentációja a tanulmány II. kötetében szerepel.

Környezeti feltételek, Duna víz hőmérsékletének alakulása

PAE adatszolgáltatásában megadta a Dunavíz 1998-2006 közötti Pakson mért hőmérsékleti adatait, amelyet a 3.2. fejezet részletesen bemutat és ismertet.

Ezek közül az alábbi 4.1-1. ábra szemlélteti a Duna átlagos víz hőmérsékleti jellemzőinek ezen idő intervallumban való változásának tendenciáját. Az ábrából láthatóan a globális felmelegedés folyamata mind a nyári átlag, mind a nyári csúcs víz hőmérsékletek mérési tényadatain is megmutatkozik. Nem állítható, hogy ezek távlati tendenciája az ábrán jelölt módon fog alakulni, de az emelkedés jelensége mára általánosan elfogadott, melynek elsődleges okaként az üvegházhatású gázok kibocsátása említhető. A frissvíz hűtőes alváltozatok összehasonlítására és kiválasztására a MÉLYÉPTERV által 1. fázisban elvégzett előkészítő vizsgálatok távlati víz hőmérséklet emelkedést nem vesznek figyelembe.

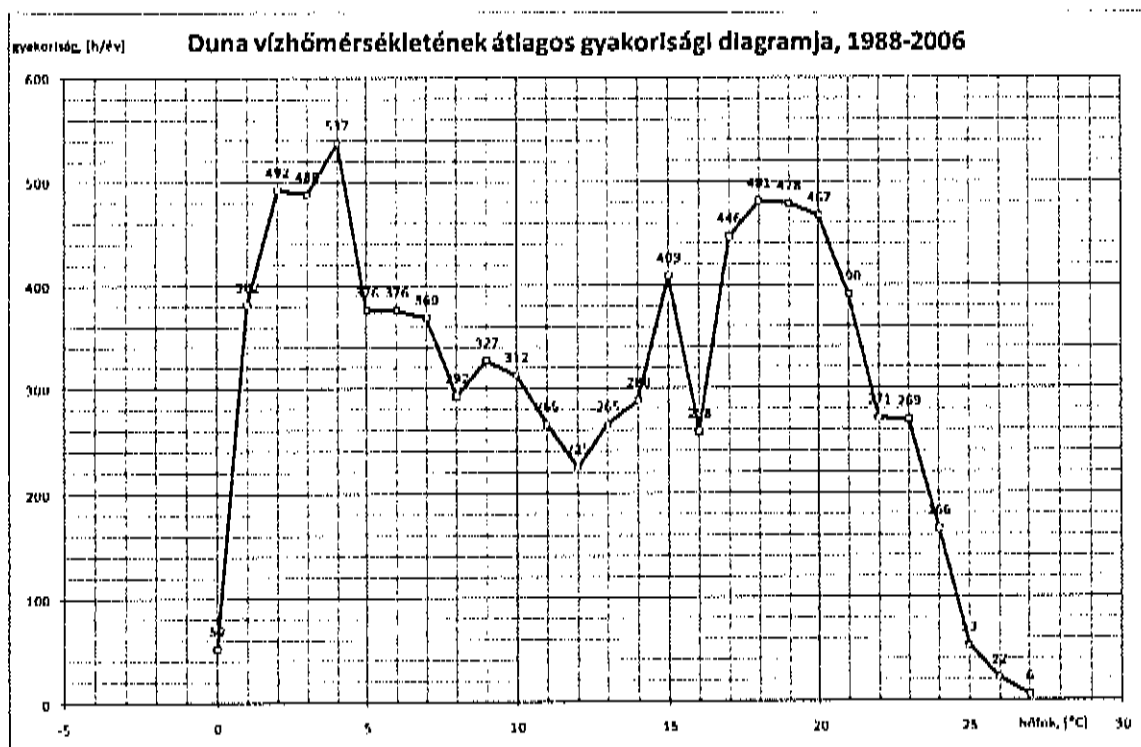


4.1-1. ábra, a Duna átlagos hőfokjellemzőinek változása

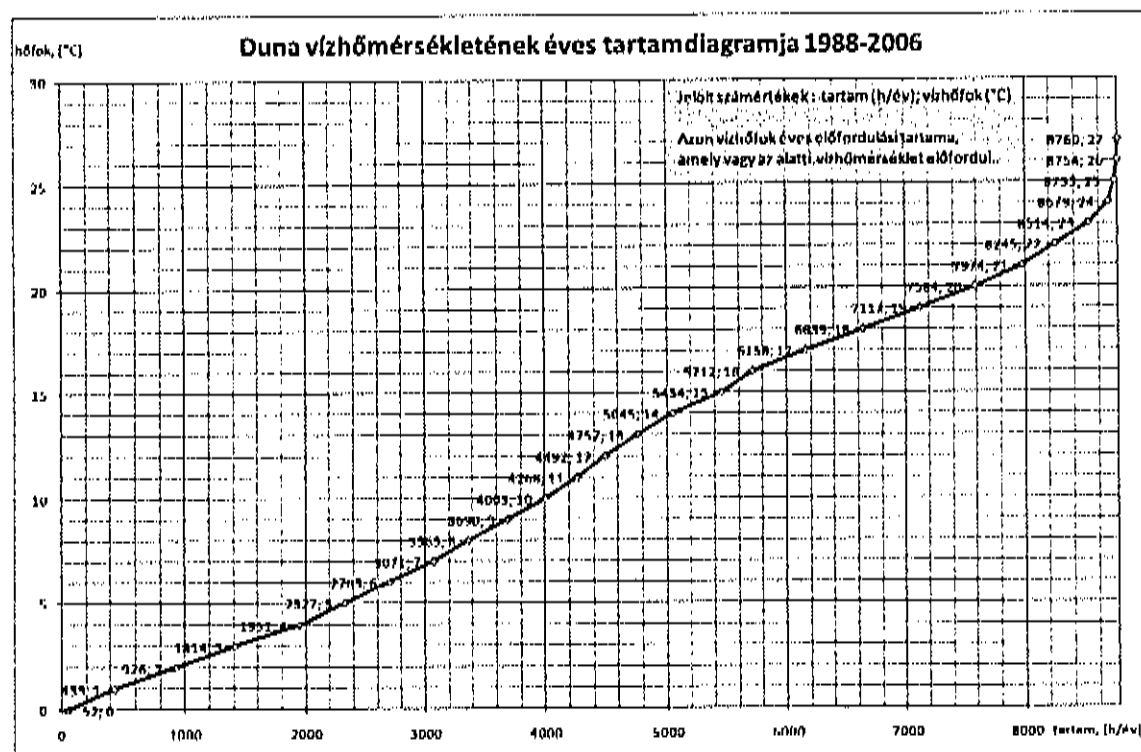
Az energetikai adatok egyes alváltozatok szerinti meghatározása a mérési adatok alapján összeállított Duna víz hőmérsékleti tartamdiagram alapján történt, a PAE I. konzultáción egyeztetett és elfogadott turbina karakterisztika figyelembe vételével.

A 4.1-2. és 4.1-3. ábrán láthatók az éves energetikai adatok meghatározásához alapul vett, mérési adatokból képzett, a víz hőmérséklet átlagos éves gyakoriságát valamint a hőmérséklet szerint rendezett éves tartamdiagramját bemutató adatok. A gőzturbina teljesítmény karakterisztikáját a kondenzátor nyomás és hőmérséklet változásának

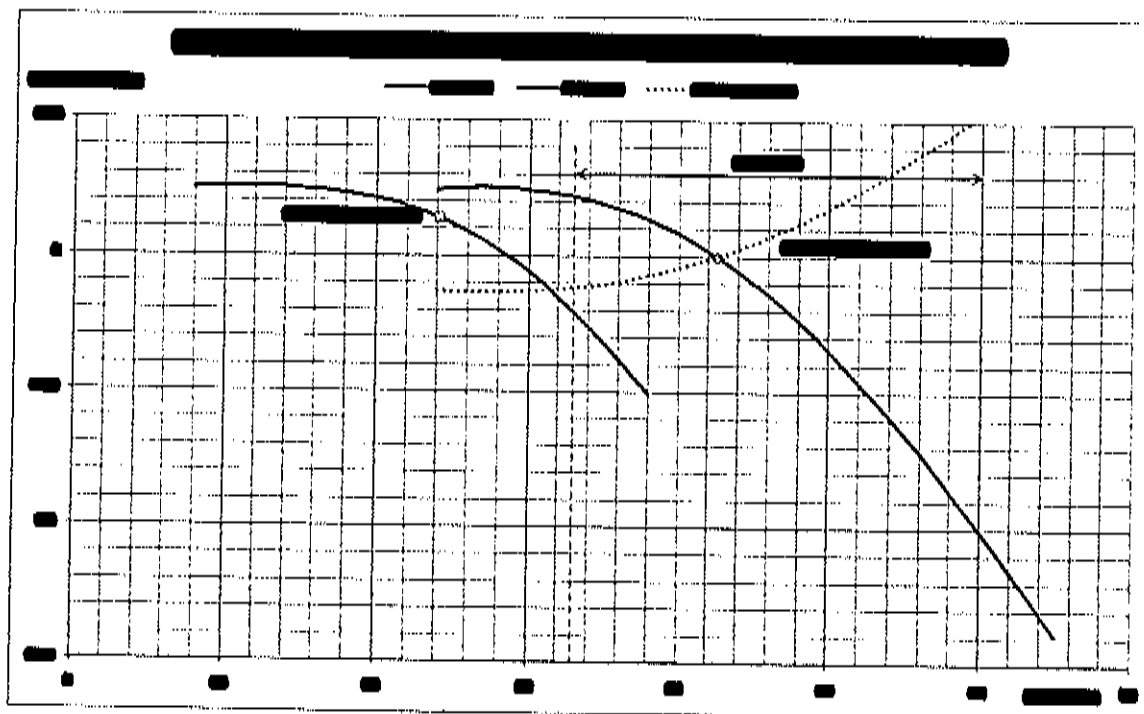
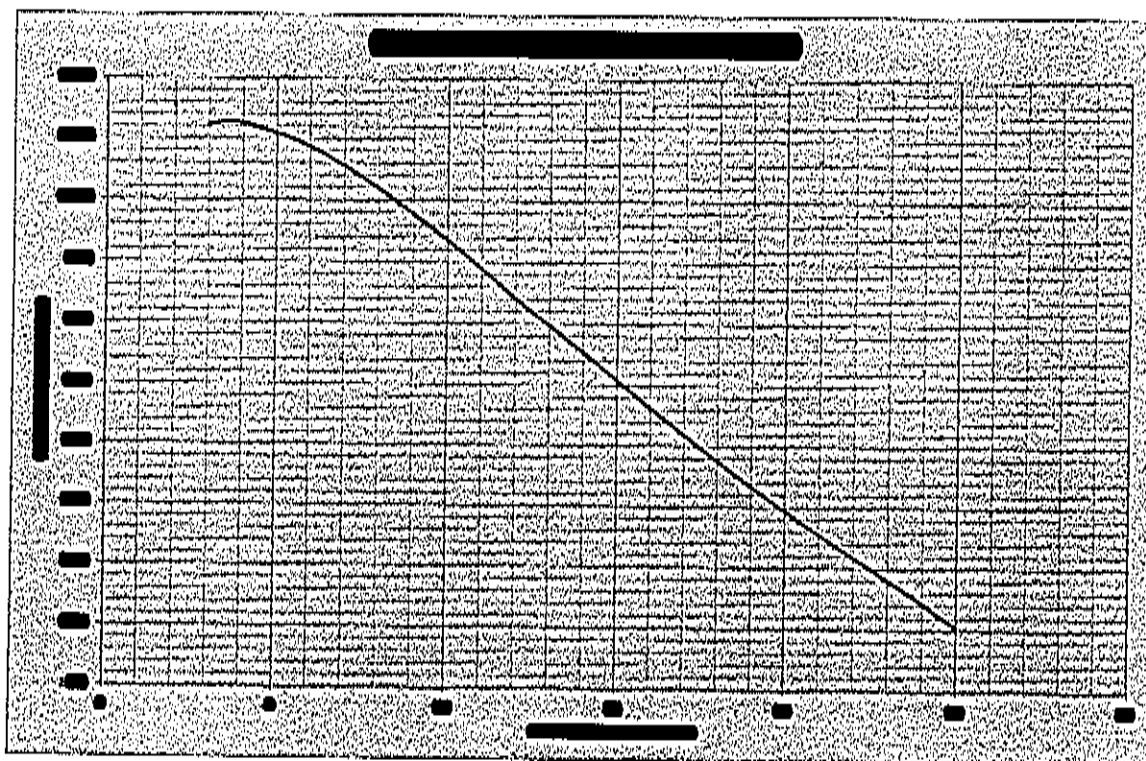
függvényében a további 4.1-4. és 4.1-5. ábrák mutatják be. Ez utóbbi ábrán összehasonlítási alapul a jelenlegi 1-4. blokkok turbína karakterisztikáját is szerepeltettük.



4.1-2. ábra, a Duna víz hőmérsékletének éves gyakorisági diagramja



4.1-3. ábra, a Duna víz hőmérsékletének éves tartamdiagramja



4.1-5. ábra

A kétféle (meglévő és a tervezett új blokki) turbina karakterisztikájának összevetéséből jól látható, hogy [REDACTED]

[REDACTED] A turbina ellennyomásnak a határvákuumra való lecsökkenésekor [REDACTED] a gőzsebesség a turbina kilépő keresztmetszetében eléri a hangsebességet. A kondenzátor ezen hőmérséklet alatt, már nem nyújt további energetikai előnyt. A határvákuum alatt nőnek a turbina veszteségei és az igónybevétele, a teljesítménye pedig csökken, amely nem ajánlott üzemállapot a turbina számára.

A tornyos hűtések elvártan rosszabb hatásfoka természetesen megmutatkozik a nyári meleg időszakban, azonban éves szinten a frissvíz hűtőssel szembeni hátránya gazdaságossági szempontból egyáltalán nem olyan jelentős, mint a kisebb teljesítményű kondenzációs egységek (mint pl. a meglévő 1-4. blokki, eredetileg 220 MW-os turbinák) esetén [REDACTED]

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED] Itt a frissvíz hűtés és a tornyos hűtés közötti villamos energia termelés különbsége már elenyésző.

[REDACTED]
[REDACTED] Az egyszerű választ erre, a közelmúlt technikai fejlődése adja. A gőzturbinák fejlesztése az elmúlt évtizedekben két fő irányban haladt. Az egyik, hogy a számítástechnikai eszközök fejlődésével, a tervezésben alkalmazott numerikus számítási módszerek (mint pl. a véges elemekkel történő modellezés) olyan új távlatokat teremtettek a turbinán belüli áramlási viszonyok elemzésében, amelyek révén jelentősen fejlődött az alkalmazott lapátzatok profil geometriája (elcsavarása), amely mára általánosságban jobb turbina hatásfokok elérését tette elérhetővé.

A másik fejlesztési irány, a turbinák egységteljesítményének növelése, amelyet a fajlagos költségek csökkentése motivál. Ez gyakorlatilag a technika története során mindig is folyamatos volt, és napjainkban is ugyanolyan jellemző. Ennek egy meghatározó tényezőjét, a turbina kilépő keresztmetszet növelésének korlátai határozzák meg, ezen belül is az utolsó forgó lapátsor hosszának tetszőleges növelését akadályozó, anyagszilárdsági határok. Erről elmondható, hogy napjaink legnagyobb egységteljesítményű turbináinak esetében a technika fejlődése főként mennyiségi volt. A gőzturbinákban alkalmazott turbina lapátok szilárdsági jellemzői nem változtak, nem torjadt el az acél helyett más, nagy szilárdsági jellemzőkkel bíró anyagok, mint pl. titán vagy szénszál használata. A kilépő turbina keresztmetszet növelési igényét a szilárdsági korlátok feloldása helyett, jellemzően a turbinák fordulatszám csökkentésének irányában keresték megoldani, és az alkalmazások is ebben az irányban fejlődtek [REDACTED]

[REDACTED] Véleményem szerint azonban, az ilyen nagy egységteljesítményű turbinák esetén, a frissvíz hűtésre optimalizált (és ezért fajlagosan drágább) kialakításra - a legnagyobb hűtővíz kapacitások kihasználtságának telítődése okán - a piac sem tart olyan mennyiségben igényt, amely azt a gyártók számára fejlesztési irányként, napjainkban kijelölhetné.

Kétféle frissvíz kivételi lehetőség

- Öblözeti vízkivétel, egylépcsős szivattyúzással. A meglévő atomerőművi blokkok hűtővíz ellátásához hasonló kialakítású, hidegvíz csatornából megvalósítandó vízkivétel. Hátránya, hogy a hidegvíz csatornában a blokkok üzemállapotától függően kialakuló eltérő vízsebességek lerakódásokat eredményezhetnek, amelyeket időszakos kotrással kell karbantartani annak érdekében, hogy azok kondenzátorba jutása elkerülhető legyen. [REDACTED]
- Dunai vízkivétel, kétlépcsős szivattyúzással. Új Duna parti vízkivételi művel megvalósítandó vízkivétel. Nincs változó vízsebesség a hidegvíz csatornában, az iszap lerakódás és a behordás a kondenzátorba ezáltal elkerülhető. Emellett rugalmasabb kétlépcsős szivattyú üzem valósítható meg. A szivattyúk az optimális munkapont közelében üzemelnek. [REDACTED]

A kondenzátorok számára szükséges hűtővíz feltételek

Alapesetként $dt=11^{\circ}\text{C}$ -os névleges vízfelforrósodáshoz tartozóan szükséges hűtővíz

2 x 1200 MW-os blokkpushoz, 2 blokkhoz együttesen	96,2 m ³ /s
2 x 1600 MW-os blokkpushoz, 2 blokkhoz együttesen	126 m ³ /s
A kondenzátorba vezetendő víz minimális hőmérséklete	[REDACTED]

Kiegészítő esetként $dt=8^{\circ}\text{C}$ -os névleges vízfelforrósodáshoz tartozóan szükséges hűtővíz

2 x 1200 MW-os blokkpushoz, 2 blokkhoz együttesen	132 m ³ /s
2 x 1600 MW-os blokkpushoz, 2 blokkhoz együttesen	172 m ³ /s
A kondenzátorba vezetendő víz minimális hőmérséklete	[REDACTED]

A Dunába való visszavezethetőség környezeti feltételei

Jelenlegi szabályozás: 15/2001. KöM rendelet

- megengedett vízfelforrósodás $dt_{\max}=11^{\circ}\text{C}$ (4°C felett), $dt_{\max}=14^{\circ}\text{C}$ (4°C alatt)
- megengedett visszavezetés $t_{\max}=+30^{\circ}\text{C}$ a beeresztéstől 500m-re

A jelenleg érvényes szabályozás alkalmazása szükséges PAE állásfoglalása szerint a frissvíz hűtés vizsgálatakor, az alváltozatok műszaki kidolgozása során. Emellett egyfajta érzékenység vizsgálat keretében vizsgálandók az eltérő feltételek alkalmazásának azon hatással, amelyek a várható jogszabályi változásokból adódhatnak.

Üzembeállítás időszaka (2012-től): 1127/2010. Korm. határozat (VGT)

Dunai erőművi hőterhelésére vonatkozóan

- megengedett vízfelforrósodás $dt_{\max}=8^{\circ}\text{C}$ (4°C felett), $dt_{\max}=12^{\circ}\text{C}$ (4°C alatt)
- megengedett visszavezetés $t_{\max}=+30^{\circ}\text{C}$ kifolyó víz hőmérséklet

A megengedett vízfelforrósodás szükséges beállítása a vízkivételi szivattyúktól a kondenzátorral párhuzamosan kapcsolt megkerülő ágon (by-pass) hozzávezetett ágárral történik. A szükséges vízkivételi kapacitás ebből adódóan ekkor növekszik.

Dunából kiveendő vízmennyiség

A Dunából kiveendő vízmennyiség azonos a kondenzátor számára szükséges vízárammal, amennyiben a kondenzátorban felmelegedett hűtővíz nyári meleg folyami vízhőmérsékletű időszakbeli visszavezethetőségének biztosítására nem alkalmazzuk, a többlet folyami hidegvíz kivételének és hozzákeveréssel történő lehűtésének lehetőségét.

Külön vizsgálati esetek

A Dunába visszavezethető hűtővíz hőmérsékletére és felmelegedésére figyelembe veendő feltételek PAE állásfoglalása szerinti meghatározása alapján, EGI három eset megvizsgálását végezte el az életciklus költség vizsgálatokban:

A.) alapesetként	$dt=11^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{max}}=30^{\circ}\text{C}$
B.) távlati megfeleléshez	$dt=8^{\circ}\text{C}$, ($t_{\text{max}}=30^{\circ}\text{C}$, alapeset szerint)
C.) jelen megfeleléshez	$t_{\text{max}}=32^{\circ}\text{C}$, ($dt=11^{\circ}\text{C}$, alapeset szerint)

Vizsgált változatok

A frissvíz hűtési változatok életciklus költség vizsgálatának elkészítésekor az alábbi alváltozati lehetőségek figyelembe vétele adódik:

- Vízkivétel szempontjából 2 lehetőség (Öblözeti és Dunai)
- Visszavezethetőség teljesítésére 3 lehetőség
 - blokkteljesítmény nyári meleg időszaki korlátozása
 - nedves tornyos utóhűtő (csúcsűtő) rendszer alkalmazása
 - intenzív bekeveréses visszavezetések alkalmazása (VITUKI)

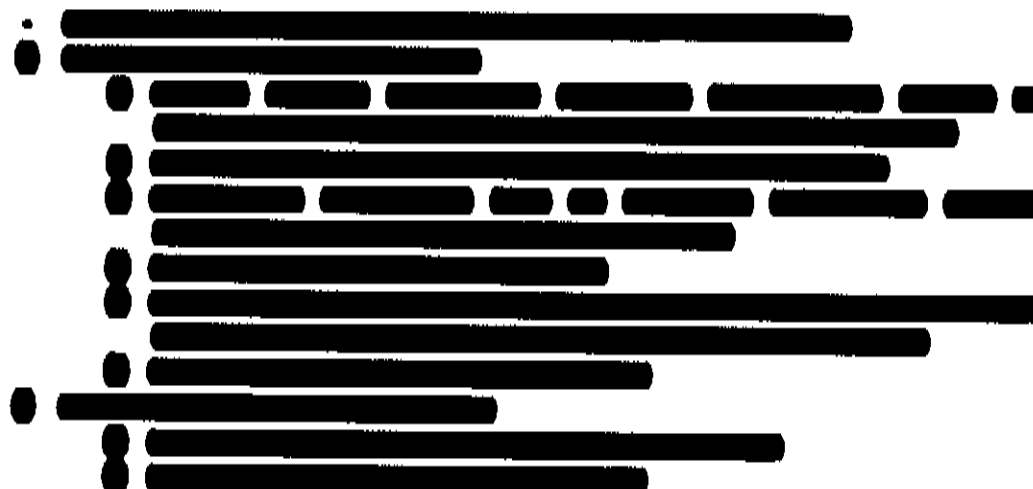
Fentiek együttes kombinációja 6 db változatot eredményez a szükséges vizsgálatok számára:

- 1.) Öblözeti vízkivétel, teljesítmény korlátozással
- 2.) Dunai vízkivétel, teljesítmény korlátozással
- 3.) Öblözeti vízkivétel, tornyos utóhűtővel
- 4.) Dunai vízkivétel, tornyos utóhűtővel
- 5.) Öblözeti vízkivétel, VITUKI visszavezetéssel
- 6.) Dunai vízkivétel, VITUKI visszavezetéssel

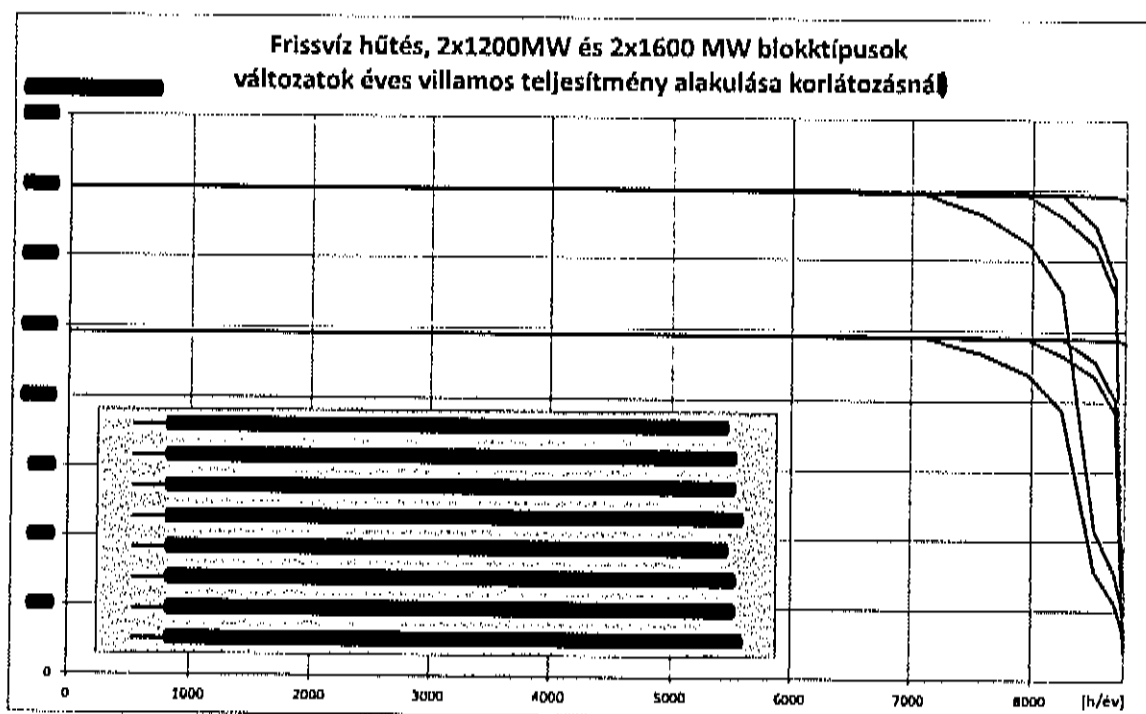
Teljesítmény és fogyasztási adatok számítási feltételei

Ezen feltételek fontos meghatározási alapelvét képezi, hogy egyaránt azonos költség elemek és feltételek vonatkozzanak, a tanulmányban vizsgált frissvíz hűtési és tornyos hűtési megoldási esetekre vonatkozóan. Ebből adódóan egyes költség elemek szerepeltetése, ezen közös megfeleltethetőség által indokolható.

A frissvíz hűtési megoldásoknál alkalmazott főbb számítási feltételek:

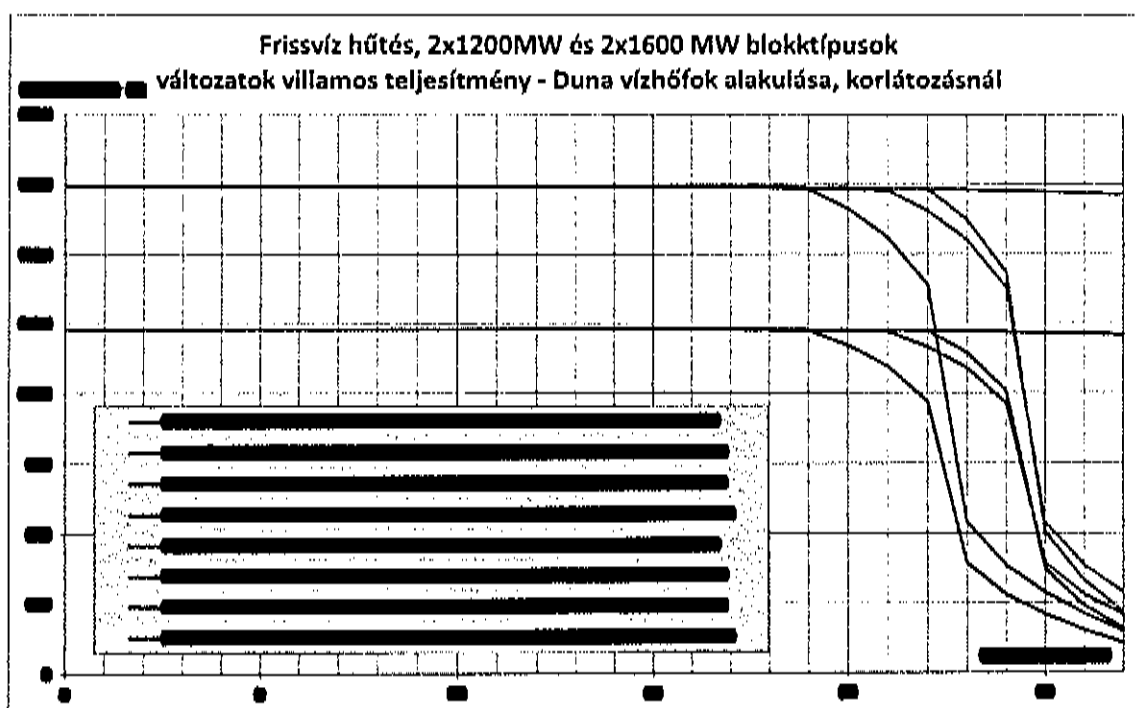


Fentiek közül kiemelve, az alábbi 4.1-6. ábra bemutatja a blokkok korlátozások megvalósítása esetén adódó villamos teljesítmény veszteség alakulását, a költség számításokban figyelembe vett visszatérheléses időtartamokat és a szükséges teljesítmény csökkentés mértékét. Összehasonlítási alapként a diagramon szerepel a blokkteljesítmény terhelés korlátozás nélküli éves alakulása is.



4.1-6. Ábra, a [REDACTED]

A következő 4.1-7. ábra ugyancsak [REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]



4.1-7. ábra, a blokkok villamos teljesítmény alakulása a Duna hőmérsékletétől függően korlátozások megoldásoknál

2x1200 MW-os blokk				2x1200 MW-os blokk				2x1600 MW-os blokk				2x1600 MW-os blokk							
Változat	10 °C	12 °C	14 °C	16 °C	Változat	10 °C	12 °C	14 °C	16 °C	Változat	10 °C	12 °C	14 °C	16 °C	Változat	10 °C	12 °C	14 °C	16 °C
1	1200	1150	1100	1050	1	1200	1150	1100	1050	1	1600	1550	1500	1450	1	1600	1550	1500	1450
2	1200	1150	1100	1050	2	1200	1150	1100	1050	2	1600	1550	1500	1450	2	1600	1550	1500	1450
3	1200	1150	1100	1050	3	1200	1150	1100	1050	3	1600	1550	1500	1450	3	1600	1550	1500	1450
4	1200	1150	1100	1050	4	1200	1150	1100	1050	4	1600	1550	1500	1450	4	1600	1550	1500	1450
5	1200	1150	1100	1050	5	1200	1150	1100	1050	5	1600	1550	1500	1450	5	1600	1550	1500	1450
6	1200	1150	1100	1050	6	1200	1150	1100	1050	6	1600	1550	1500	1450	6	1600	1550	1500	1450
7	1200	1150	1100	1050	7	1200	1150	1100	1050	7	1600	1550	1500	1450	7	1600	1550	1500	1450
8	1200	1150	1100	1050	8	1200	1150	1100	1050	8	1600	1550	1500	1450	8	1600	1550	1500	1450
9	1200	1150	1100	1050	9	1200	1150	1100	1050	9	1600	1550	1500	1450	9	1600	1550	1500	1450
10	1200	1150	1100	1050	10	1200	1150	1100	1050	10	1600	1550	1500	1450	10	1600	1550	1500	1450
11	1200	1150	1100	1050	11	1200	1150	1100	1050	11	1600	1550	1500	1450	11	1600	1550	1500	1450
12	1200	1150	1100	1050	12	1200	1150	1100	1050	12	1600	1550	1500	1450	12	1600	1550	1500	1450
13	1200	1150	1100	1050	13	1200	1150	1100	1050	13	1600	1550	1500	1450	13	1600	1550	1500	1450
14	1200	1150	1100	1050	14	1200	1150	1100	1050	14	1600	1550	1500	1450	14	1600	1550	1500	1450
15	1200	1150	1100	1050	15	1200	1150	1100	1050	15	1600	1550	1500	1450	15	1600	1550	1500	1450
16	1200	1150	1100	1050	16	1200	1150	1100	1050	16	1600	1550	1500	1450	16	1600	1550	1500	1450
17	1200	1150	1100	1050	17	1200	1150	1100	1050	17	1600	1550	1500	1450	17	1600	1550	1500	1450
18	1200	1150	1100	1050	18	1200	1150	1100	1050	18	1600	1550	1500	1450	18	1600	1550	1500	1450
19	1200	1150	1100	1050	19	1200	1150	1100	1050	19	1600	1550	1500	1450	19	1600	1550	1500	1450
20	1200	1150	1100	1050	20	1200	1150	1100	1050	20	1600	1550	1500	1450	20	1600	1550	1500	1450

4.1-8. táblázat, 2x1200 MW-os blokk változatok villamos teljesítmény számítása korlátozásnál