

A Paksi Atomerőmű melegvizes csatornáján telepítendő rekuperációs erőmű telepíthetőségének vizsgálata



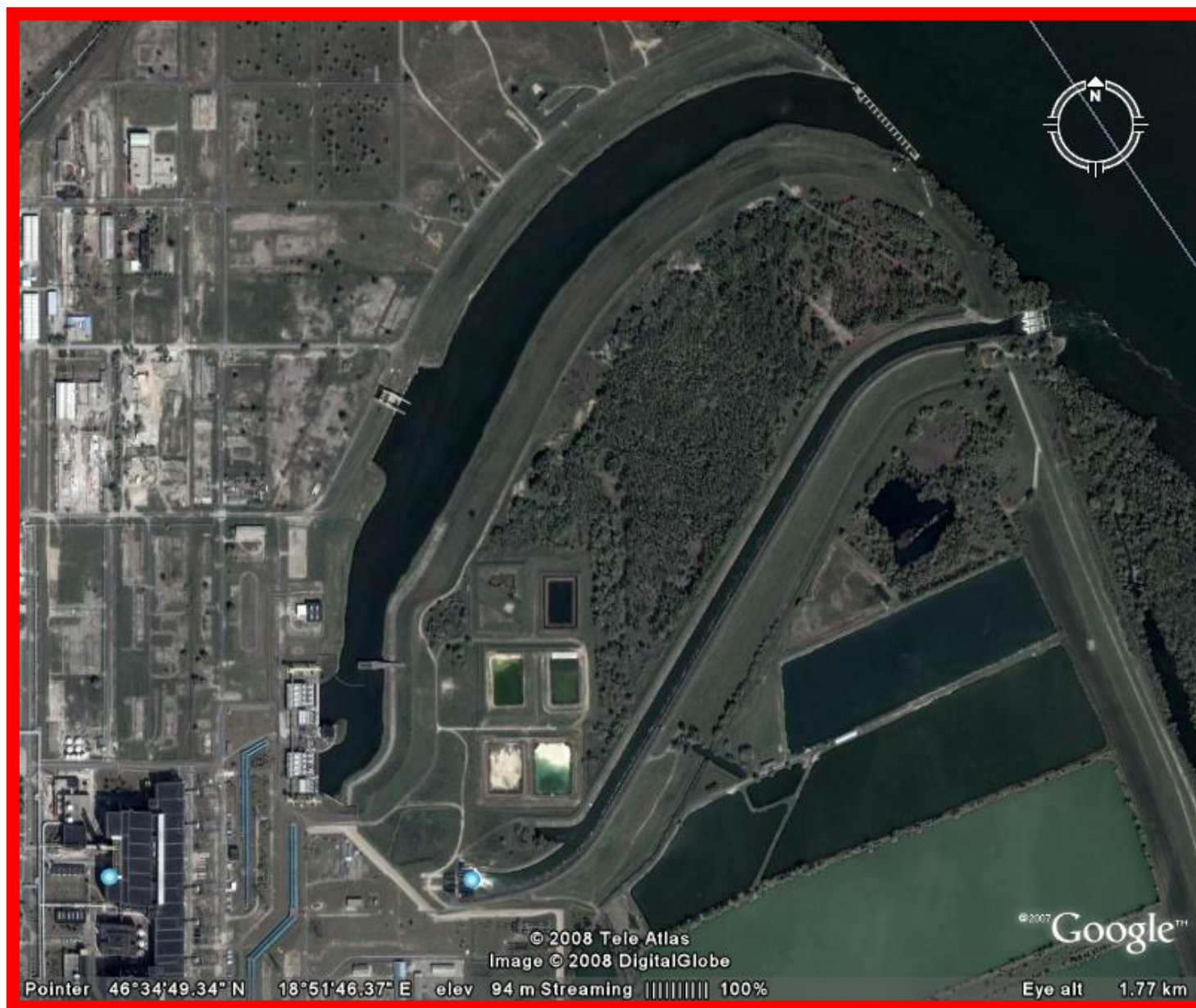
**Energetikai
Szakkollégium
Budapest**

Budapest, 2012. október 04.

- A Paksi Atomerőmű műszaki lehetőségei egy rekuperációs erőmű megvalósíthatóságára
- A Paksi Atomerőmű eddigi, a rekuperációs erőmű előkészítésével kapcsolatos tevékenységeinek ismertetése
- A rekuperációs erőmű tervezett műszaki megoldásai
- A rekuperációs erőmű előkészítése során tervezett engedélyeztetési folyamat ismertetése
- A rekuperációs erőmű megvalósításához szükséges további mérföldkövek

Hűtővízkör függőleges működési séma













Paksi Atomerőmű hűtővíz ellátó rendszerének főbb elemei: Hidegvízellátó rendszer

Elem megnevezése	Főbb műszaki paraméter	Funkció
Duna meder	Duna ~ 1526-1527 fkm közötti szelvénye LNV: 95,31 mBf /jeges/ LNV: 93,75 mBf LKV: 84,42 mBf A legkisebb és legnagyobb vízszint közti magasságkülönbség: ~11 m!	• Frissvíz biztosítása • Használt /meleg/ víz befogadója Hatósági korlátok!/
Hidegvízcsatorna	Földmedrű trapézszelvény Eredetileg 2*1760 MW teljesítményű vízigényre méretezett /~200 m ³ /s/, jelenleg ~114 m³/s kondenzátor hűtővíz 107,8 m³/s, biztonsági hűtővíz 5,1 m³/s, technológiai hűtővíz 1,25 elején: uszadékfogó műtárgy végén: 2 db vízkivételi mű	• Duna és vízkivételi mű közötti összeköttetés biztosítása • öblözeti és torkolati melegvíz visszakeverés befogadója • nehézkiparkoló helye
Vízkivételi mű	2x4 db MJO2200 GANZ MÁVAG függőleges tengelyű félaxiális örvényszivattyú $H_{nyomó} = 8-22 \text{ m,}$ $P_{villamos.} = 2-3,5 \text{ MW}$ $Q_{víz} = 9-19 \text{ m}^3/\text{s}$ Szűrtvíz medence vízszintje: 104,20 mBf	• A mindenkori hidegvízcsatorna vízszintjéről a hűtővíz felemelése a szűrtvíz medence szintjére

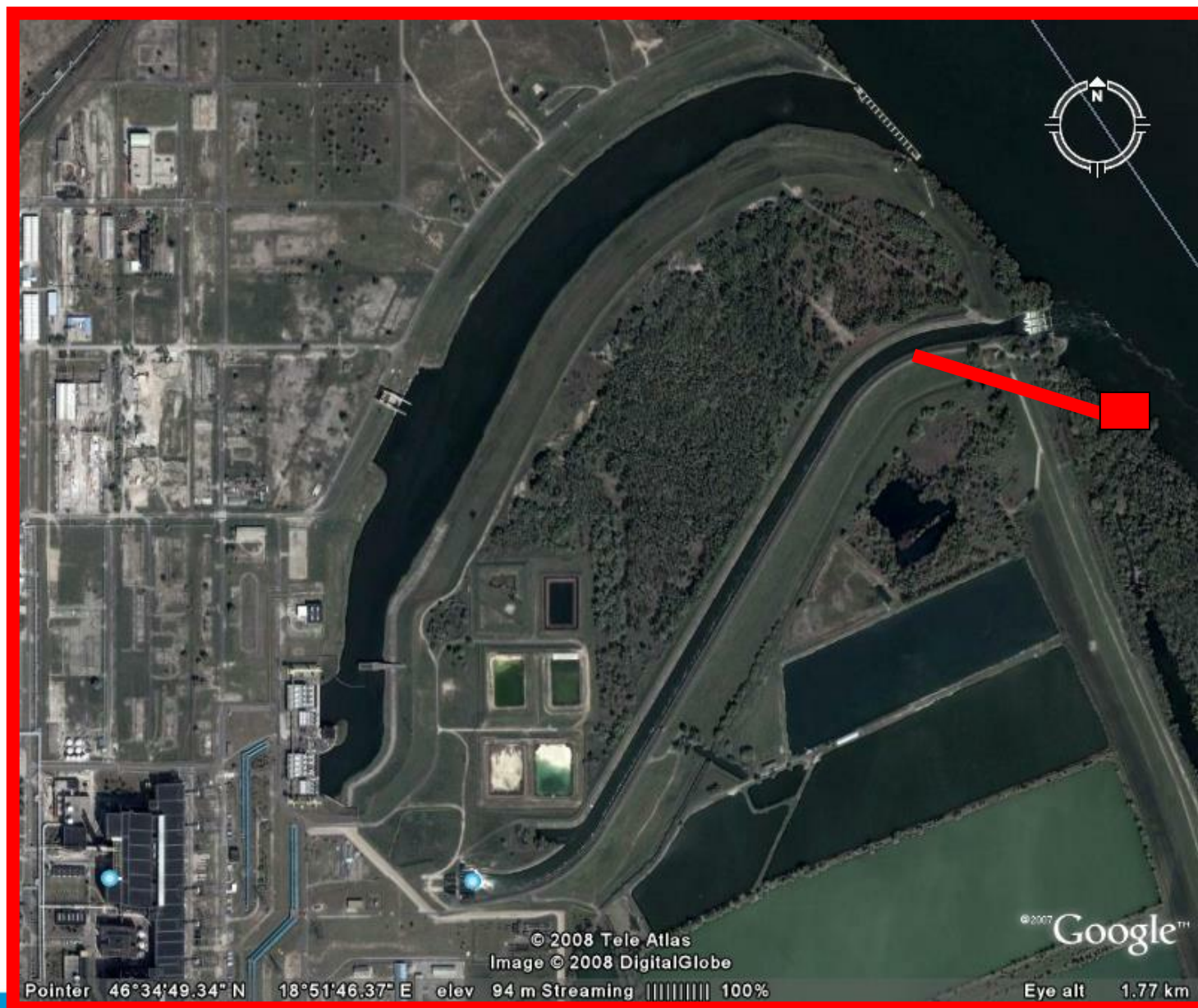
Melegvízelvezető rendszer

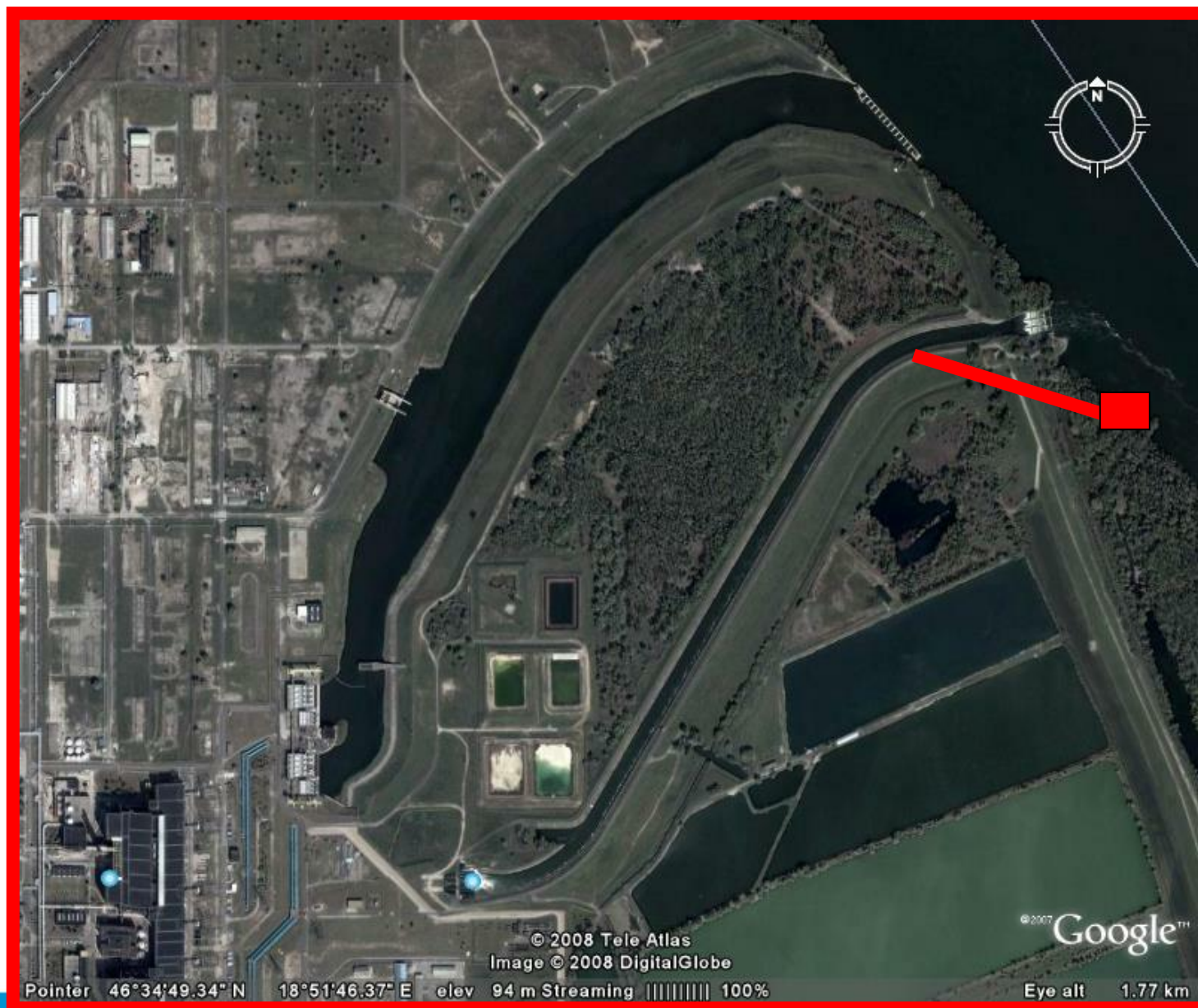
Elem megnevezése	Főbb műszaki paraméter	Funkció
Zárt csapadécsatorna	Kiépítésként 1-1 db zárt négyszögszelvényű csatorna	Melegvíz elvezetése a turbina-csarnoktól a melegvízcsatornáig
Szinttartó bukó	Vasbeton műtárgy blokkonként 3 db, a maximális vízátbukást /bukóél hosszúságot/ biztosító vályú kialakításával Rézsűhajlás 1:2 A szinttartó bukó éle : 95,40 mBf	- Állandó vízszint /nyomás/ biztosítása a kondenzátoroknál - Öblözeti víz visszavezetés biztosítása
Melegvízcsatorna	Burkolt trapézszelvényű meder Rézsűhajlás 1:2, 1:5, fenékszélesség: 20 m Csatorna fenékszint: 90,75 – 90,20 mBf Árvédelmi töltés magassága: 96,60 -97,0 mBf	- Melegvízelvezetés biztosítása - Déli övcsatorna befogadója - Zagytároló medencék csurgalékvíz befogadója - Torkolati melegvíz visszakeverés biztosítása
Energiatörő műtárgy	Szűkítő szakasz, nagyesésű, surrantó rész /változó keresztmetszetű/ Építés szerint 2 db szekrényszüllyesztéssel készült vasbeton műtárgy, hosszirányban 3 részre osztva /43,10 m x 38,50 m alapterületű, 1,0 m –es vasbeton falakkal, felső sík: 89,50 mBf, vágóél: 76,50 mBf, felvízi szekrény 81,12 mBf, alvízi szekrény 82,12 mBf/	- Melegvízcsatorna és Duna szintkülönbségét kiegyenlítő műtárgy - a melegvíz kártételek nélküli Dunába vezetése - hajózás feltételeinek biztosítása - hőelkeveredés biztosítása /korlátok/

Időpont	Megnevezés	Készítő	Dokumentáció típusa	Megjegyzés
1986. február	Paksi Atomerőmű Hűtővízrendszeri rekuperáció	MÉLYÉPTERV Tervező Vállalat	Tanulmányterv	176 m ³ /s; 9,1 MW 72 GWh/év
1986. március	Paksi Atomerőmű Hűtővízrendszeri rekuperáció	MÉLYÉPTERV Tervező Vállalat	Feljegyzés	176 m ³ /s; 9,1 MW 72 GWh/év
1986. szeptember	Paksi Atomerőmű Hűtővízrendszeri rekuperációs turbinatelep	MÉLYÉPTERV Tervező Vállalat	Műszaki-gazdasági tanulmányterv	176 m ³ /s; 9,1 MW 72 GWh/év
1991. augusztus	Előzetes ajánlat a Paksi Atomerőmű melegvízcsatornájának energia-hasznosítására	AWE Alternatív Víz- Energia Mérnökszolgáltató Kft.	Előzetes ajánlat	4*1,9 MW 49-54.03 GWh/év
1993. június	Energia hasznosítás a Paksi Atomerőmű hűtővíz ellátó rendszerén	STATKRAFT SF. Paksi Atomerőmű Rt.	Megvalósíthatósági tanulmány	4*2,2 MW 51 GWh/év visszakeveréssel
1993. június	Tanulmány a Paksi Atomerőmű hűtővíz-hasznosító létesítményeinek elvi engedélyezéséhez	AWE Consultig Ltd.	Tanulmány	4*2,2 MW 55,489 GW6h
1995. december	Előzetes környezeti hatástanulmány	Mélyépterv Kultúrmérnöki Kft	Környezeti hatás-tanulmány	4*2,2 MW 55,6 GWh/év
1996. május	Hűtővíz hasznosító vízerőmű	Mélyépterv Kultúrmérnöki Kft.	Műszaki terv	4*2,2 MW 42-43 GWh/év visszakeveréssel
1996. június	Az atomerőmű üzemének biztonsága a vízerőmű létesítése kapcsán	Mélyépterv Kultúrmérnöki Kft.	Biztonságtechnikai leírás	
1996. október	Elvi építési engedélyezési terv	Mélyépterv Kultúrmérnöki Kft.	Elvi építési engedélyezési terv	1997. 04.22 –én 20.581/1997 számú KDT VIZIG elvi vízjogi engedély

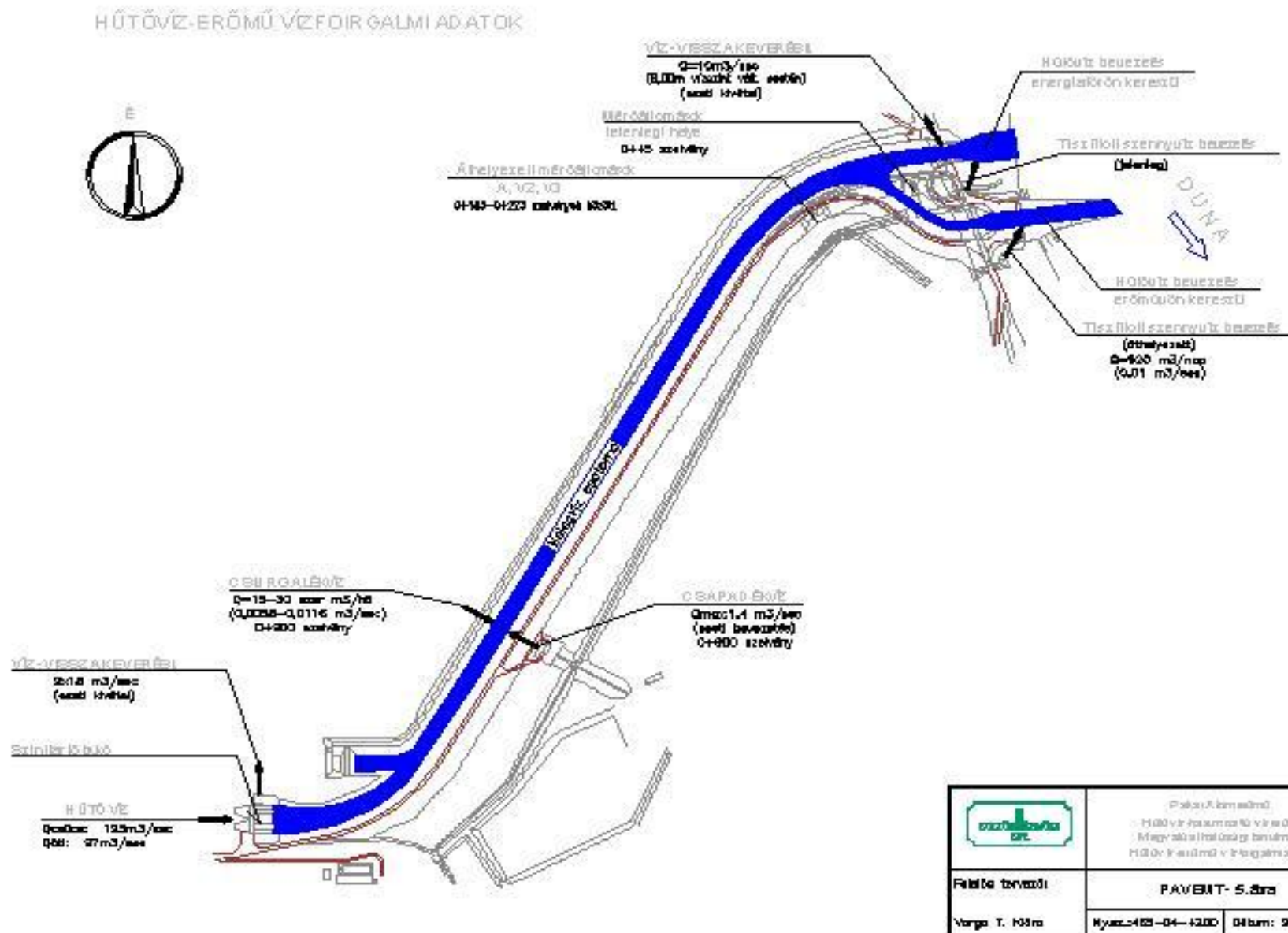
A rekuperációs erőmű 1996 –os terv- változatának ismertetése

Az 1996 -os műszaki terv elrendezési sémája

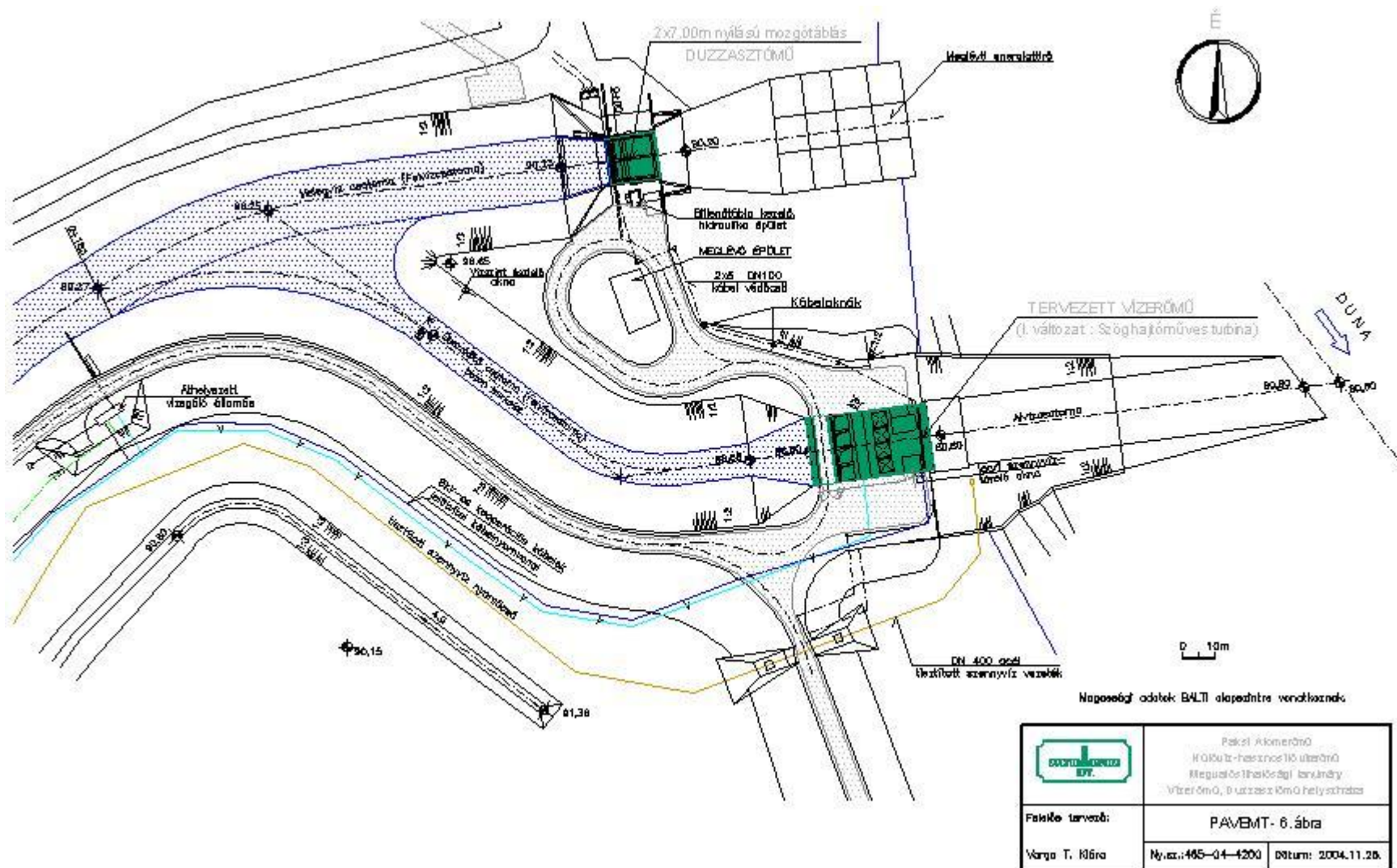




Az 1996 -os műszaki terv vízforgalmi adatai



Az 1996 -os műszaki terv helyszínrajza

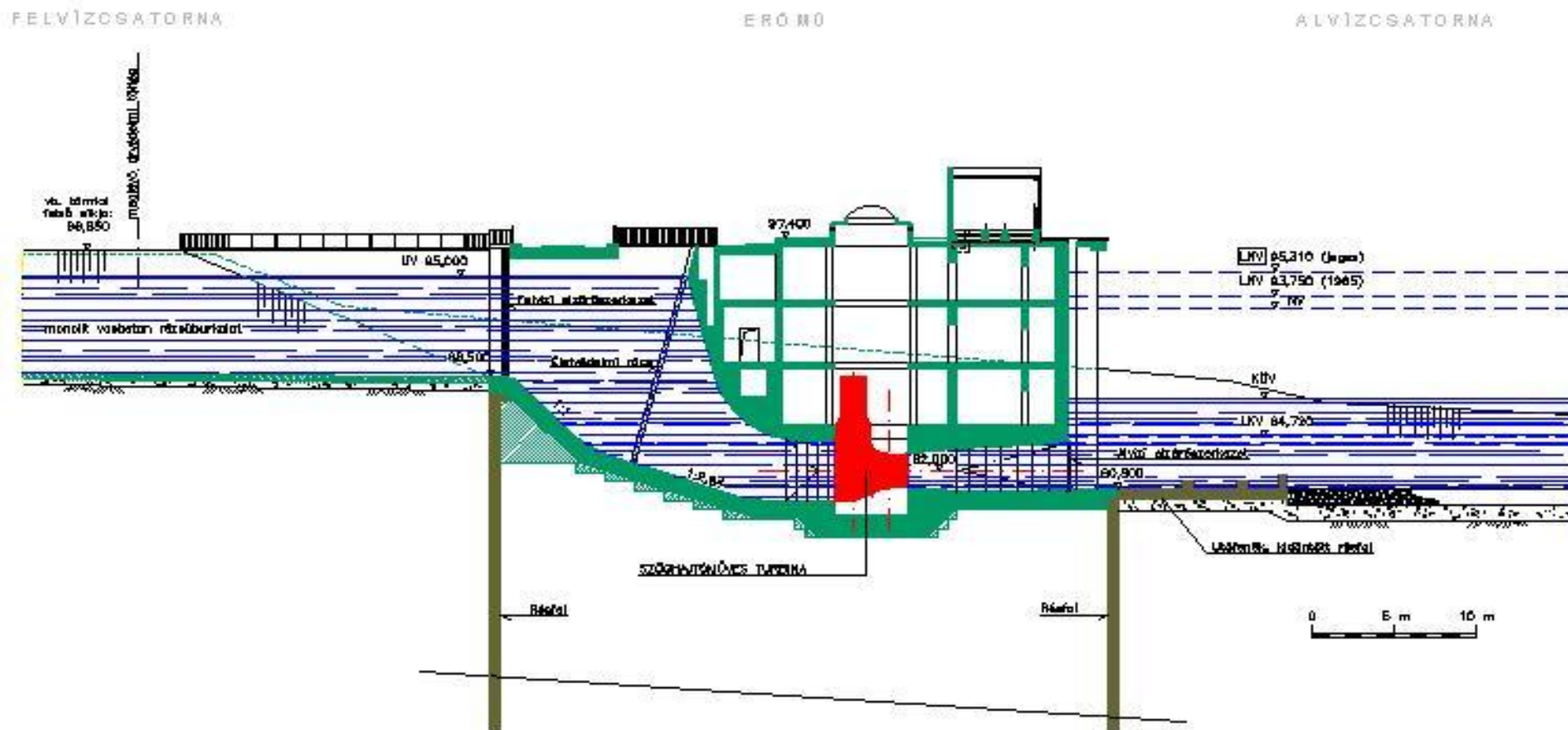




- **-Felvízcsatorna**
- **-Erőmű**
- **-Alvízcsatorna**
- **-Duzzasztó műtárgy**



ÁLTALÁNOS HOSSZMET SZET



Megjegyzés: az adatok BÉRTI állapotokra vonatkoznak.

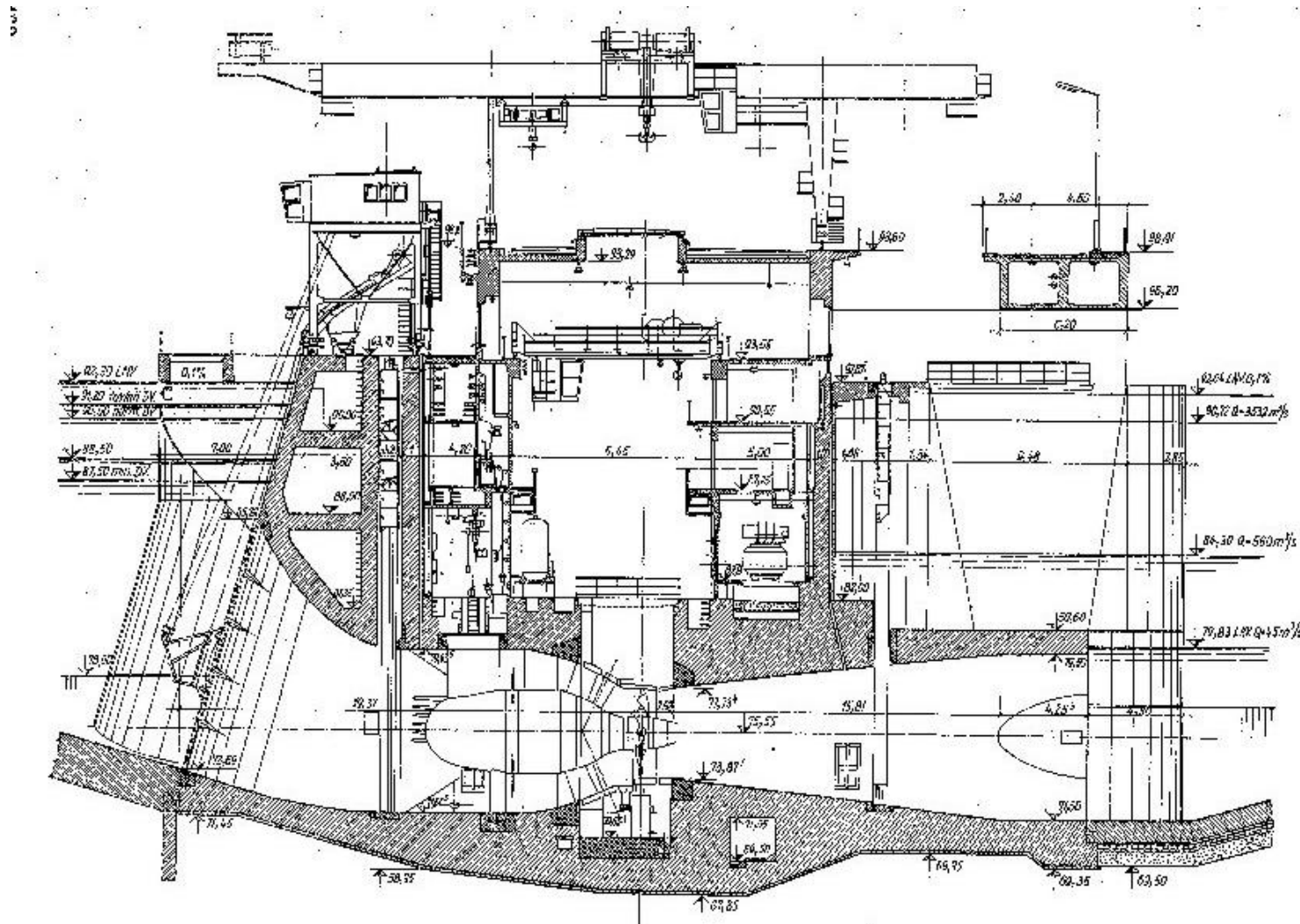
	Paks Atomerőmű Hőerő- és vízenergia előállítására Készítve a 1996-os műszaki terv alapján V. üzemeltető: MVM Zrt. (Lásd a 1. táblázatban a 1. táblázatban)	
Feltétel: tervezés	PAVENT-8. 3b/a	
Varga T. Károl	Ny.sz.: 445-04-4200 Dátum: 2004.11.25.	



Kettős szabályozású szög- hajtóműves vízturbina

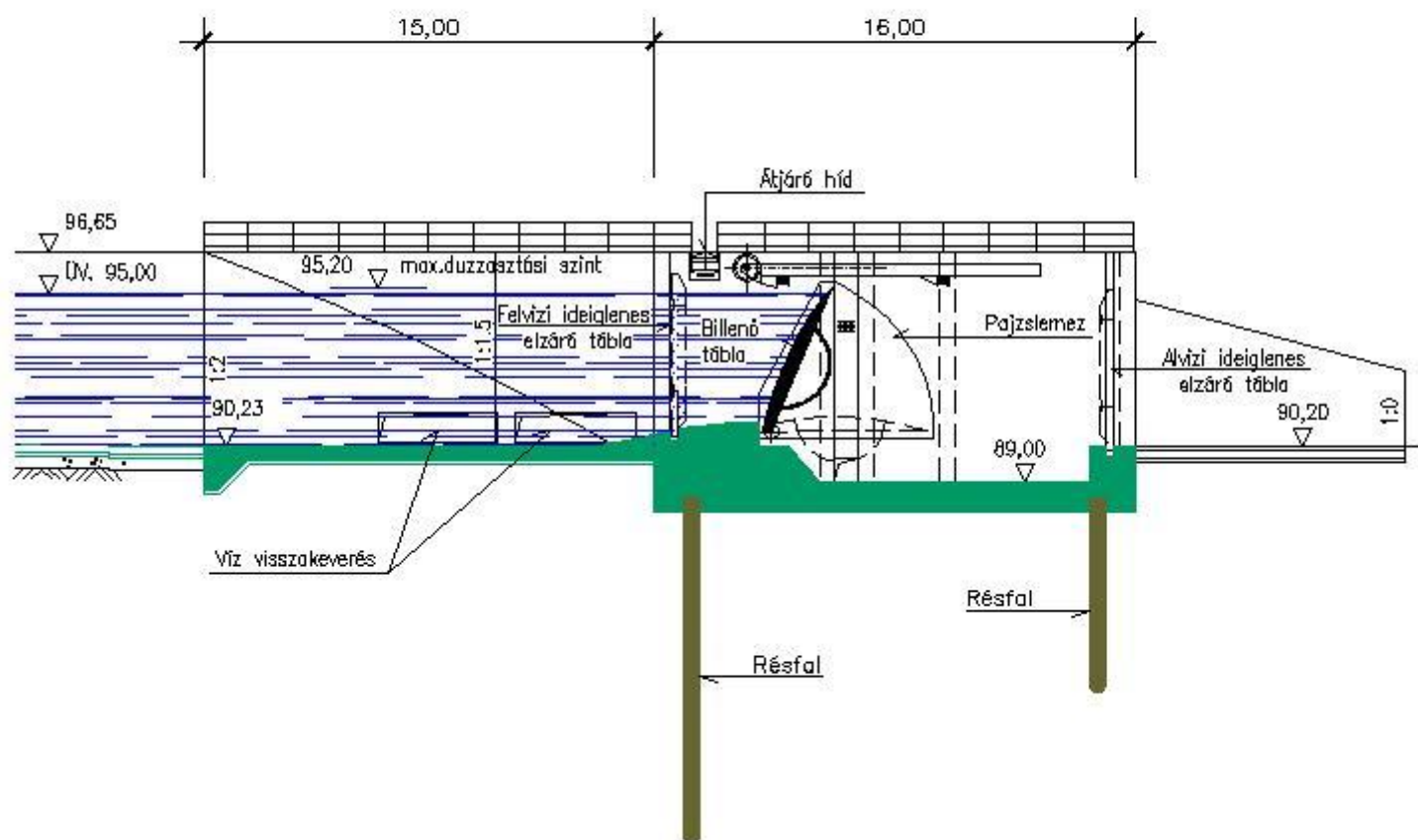


Kettős szabályozású szög- hajtóműves víturbina /általános elrendezés/

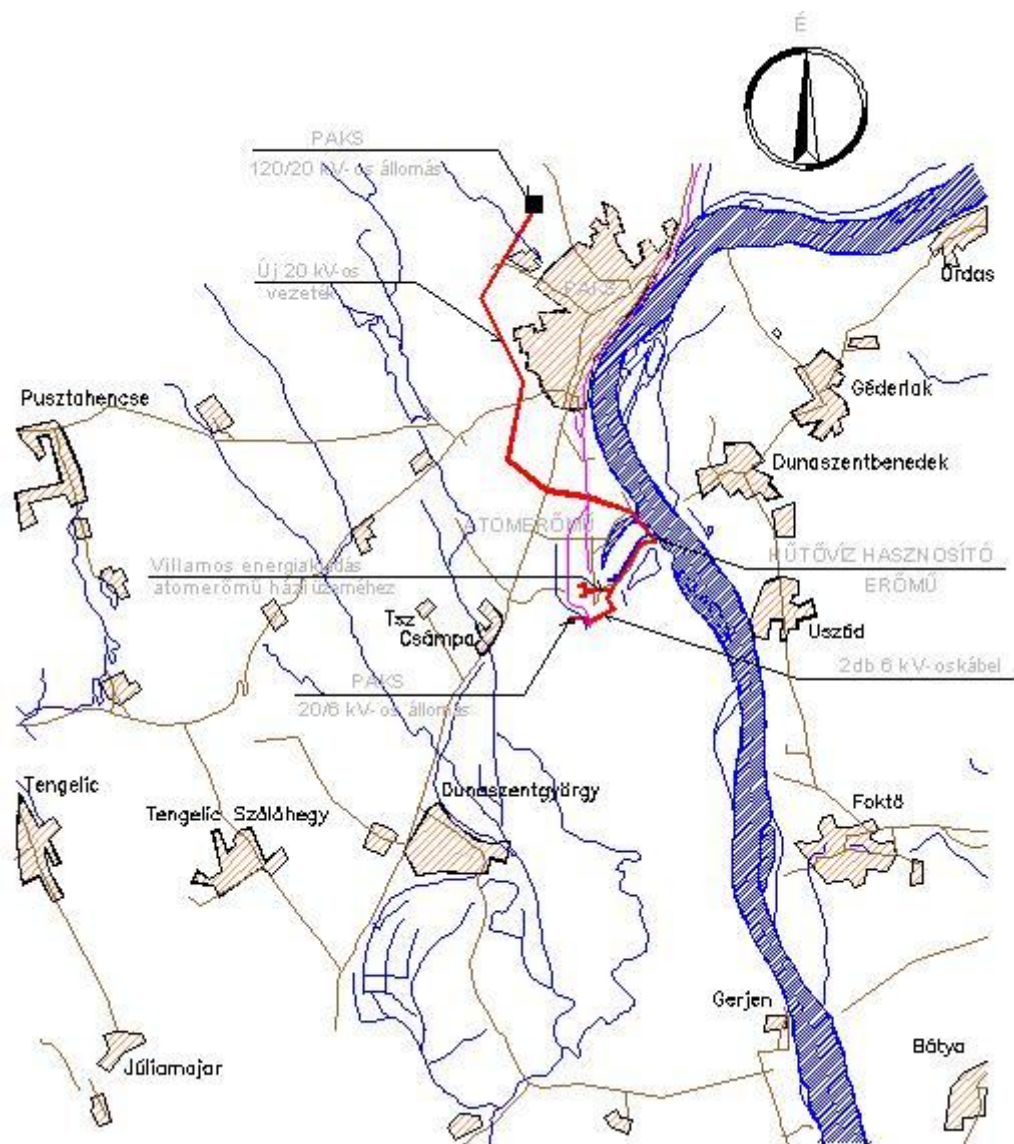


Az 1996 -os műszaki terv duzzasztómű hosszmet szete

H O S S Z M E T S Z E T

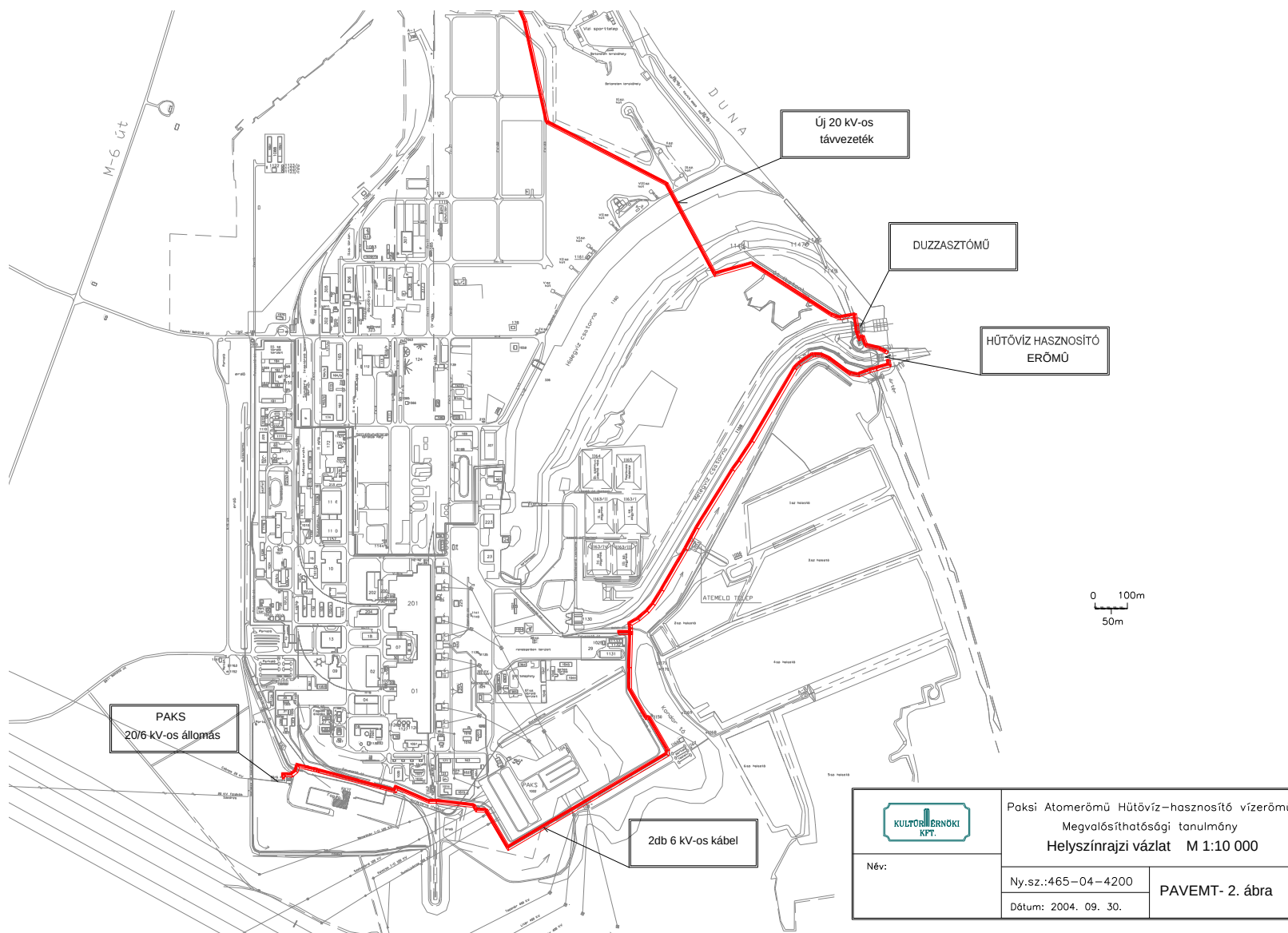


Az 1996 -os műszaki terv elektromos hálózati kapcsolata I.

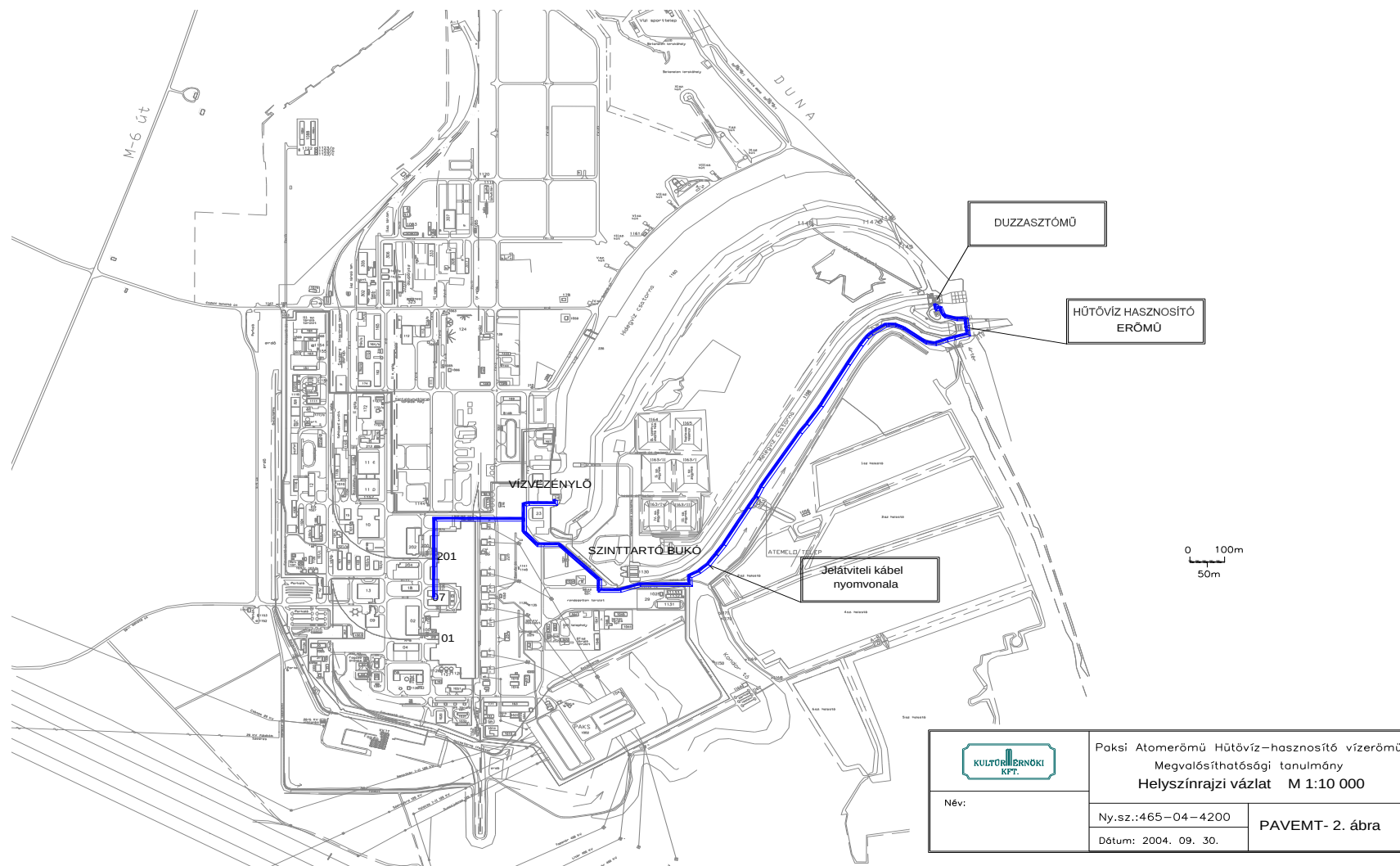




Az 1996 -os műszaki terv elektromos hálózati kapcsolata II.



Az 1996 -os műszaki terv irányítástechnikai kapcsolata



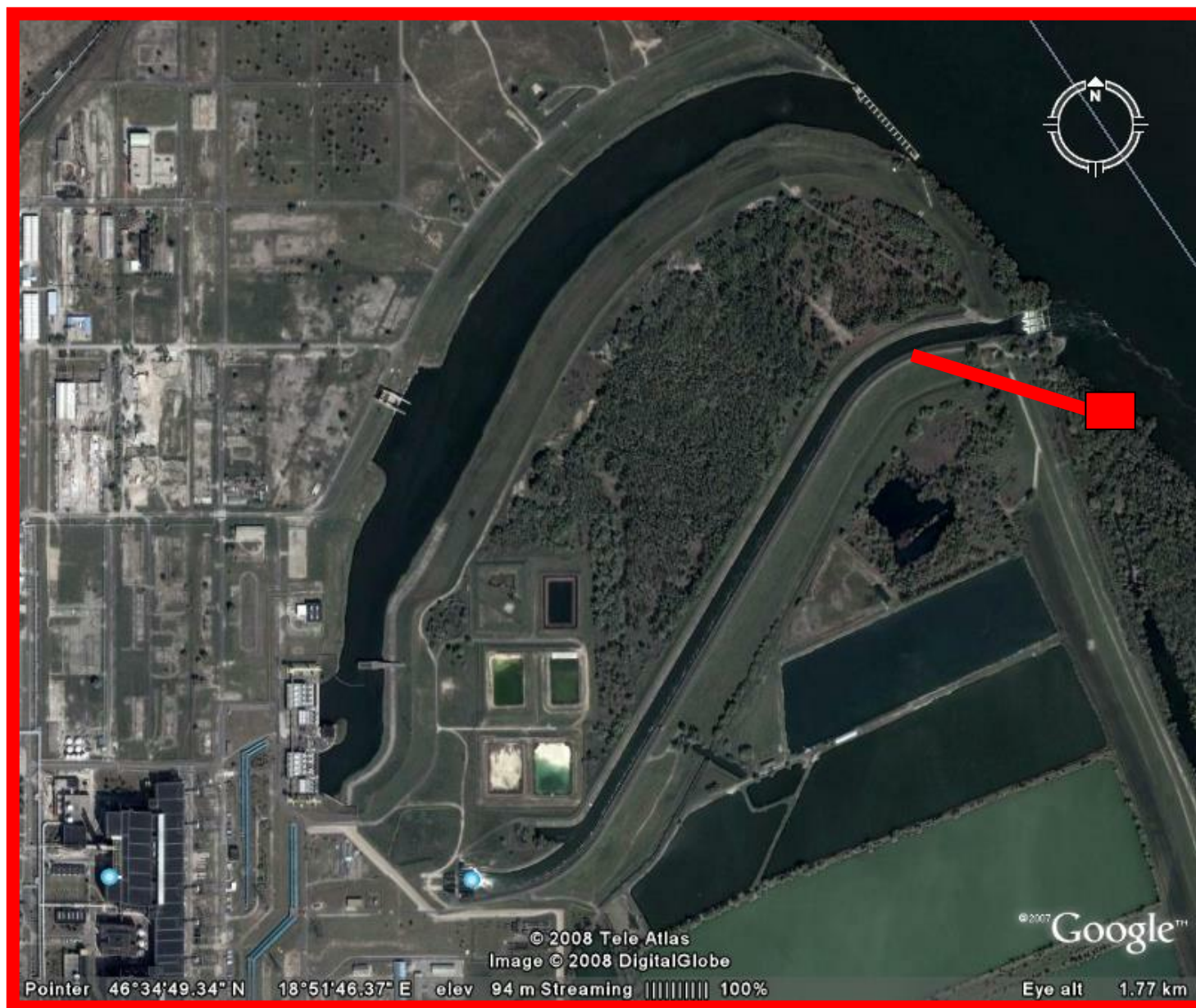
A Paksi Atomerőmű 1996 óta végzett előkészítő munkái

Időpont	Megnevezés	Készítő	Dokumentáció típusa	Megjegyzés
2004. november	Megvalósíthatósági vizsgálat	- Mélyépterv Kultúr-mérnöki Kft. - ECHO Consulting	Megvalósíthatósági tanulmány	Különböző vízturbina típusok alkalmazhatósága a Paksi Atomerőműben
2008. március	Gazdaságossági számítás	ERBE Zrt.	Elemzés	Mátrix /42,83 GWh/ és szöghajtóműves /44 GWh / turbinák összehasonlítása
2008. július	Értékelemzés	- Paksi Atomerőmű Zrt. - MicroVA Kft	Elemzés	Új javaslat a rekuperációs erőmű elhelyezésére
2009. október	Rekuperációs vízerőmű telepítése a Paksi Atom-erőmű melegvízcsatornáján Előzetes vizsgálati dokumentáció	- MVM ERBE Zrt. - Mélyépterv Komplex Zrt. - Mélyépterv Kultúr-mérnöki Kft - Konkoly és Kiss Kft. - ETV ERŐTERV Zrt.	Előzetes vizsgálati dokumentáció	A Hatóság Részletes környezeti hatástanulmány készítését nem írta elő
2010. július	Rekuperációs vízerőmű telepítése a Paksi Atom-erőmű melegvízcsatornáján Műszaki terv		Műszaki terv	Az értékelemzés eredményeinek felhasználásával
2010. november	Vízjogi létesítési engedélyezési terv		Engedélyezési terv	A dokumentáció alapján jelenleg az engedélyeztetés folyamatban van
2010. december	Építési engedélyezési terv		Engedélyezési terv	Nem került még engedélyezésre
2010. december	Nyomvonal engedélyezési terv		Engedélyezési terv	Nem került még engedélyezésre



paksi atomerőmű

A 2004. évi mátrix turbinás változat



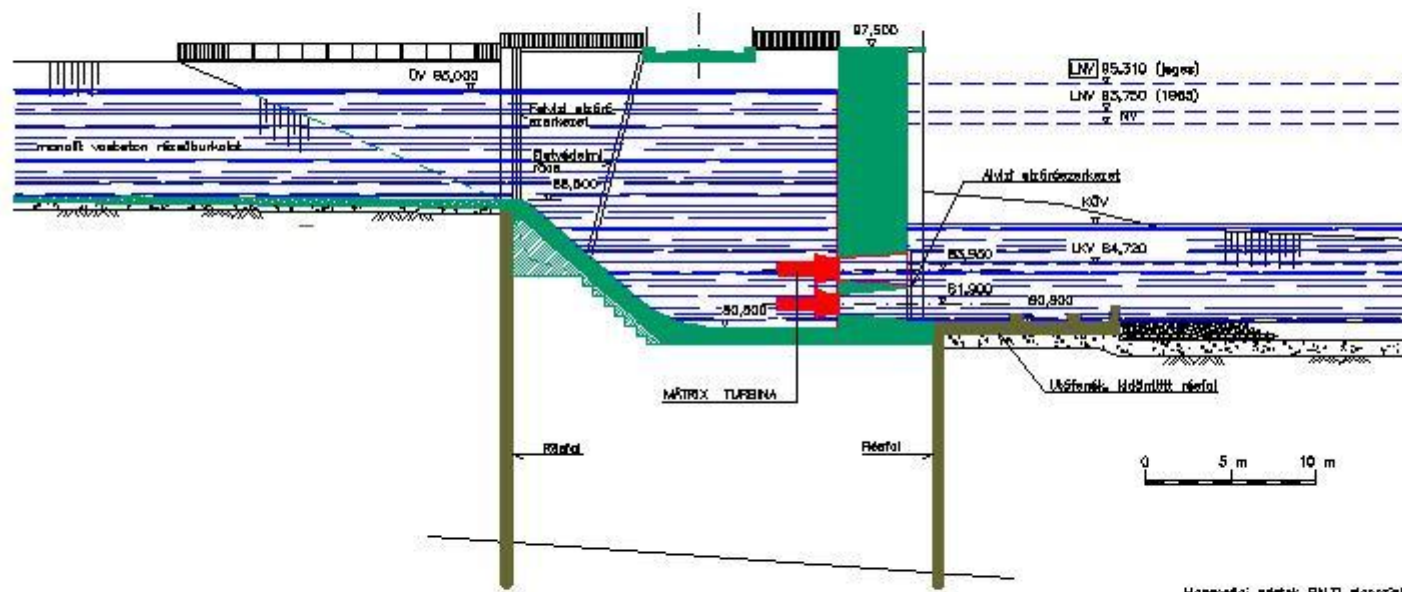
A 2004 -es terv mátrix turbinás erőmű hosszmet szete

ÁLTALÁNOS HOSSZMET SZET

FELVÍZCSATORNA

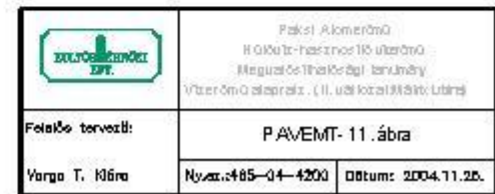
ERŐMŰ

ALVÍZCSATORNA



Hozzájárulások BALTI alaprajzra vonatkozóan

	Paks Atomerőmű Hőerő- és hasznosító üzem Megvalósítási és üzemeltetési feladatok Vízenergia felvevő (H. üzemeltetési feladat)	
Feltértelek	PAVEMT-10.3b3	
Varga T. Kőre	Ny.sz.: 465-04-4200	Dátum: 2004.11.25.



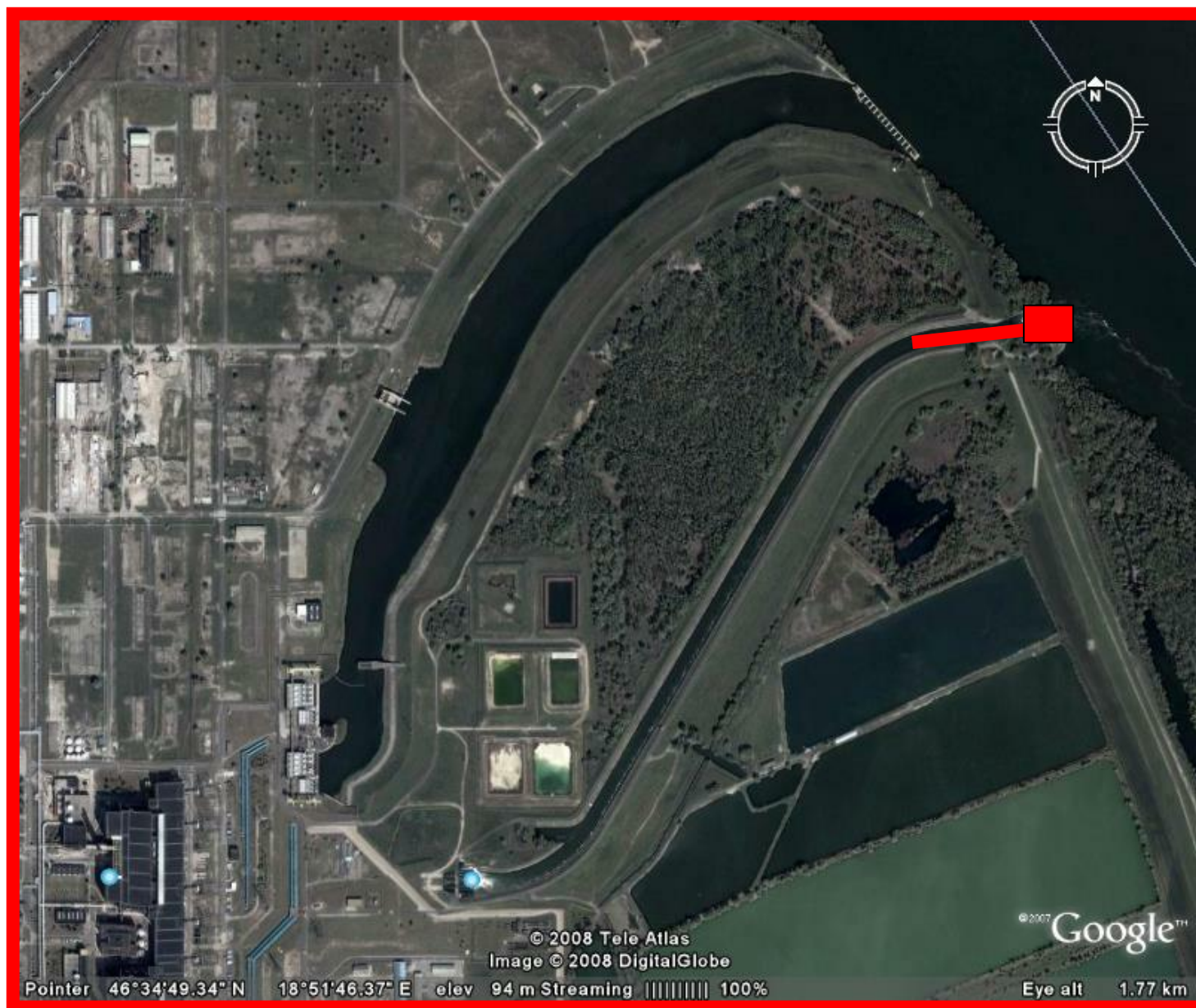


- **A létesítmény műszaki megoldásai alkalmasak a Paksi Atomerőmű 1-4 blokkjainak zavartalan üzemmenetének biztosítására**
- **A Paksi Atomerőmű Zrt., vagy egyéb befektetői kör számára elérhető hozam nem éri el az iparágban elvárható minimumot, a létesítmény gazdaságosan nem megvalósítható**

- **A létesítmény műszaki megoldásainak felülvizsgálata a legkorszerűbb vízgépészeti berendezések figyelembevételével**
- **Olyan további műszaki megoldások figyelembe vétele, melyek a Paksi Atomerőmű biztonságos üzemeltetése mellett a PA Zrt, vagy egyéb befektetői kör számára biztosítja az iparágban elérhető minimális, vagy azt meghaladó hozamot, a létesítmény gazdaságosan megvalósítható**



A 2010. évi mátrix turbinás változat



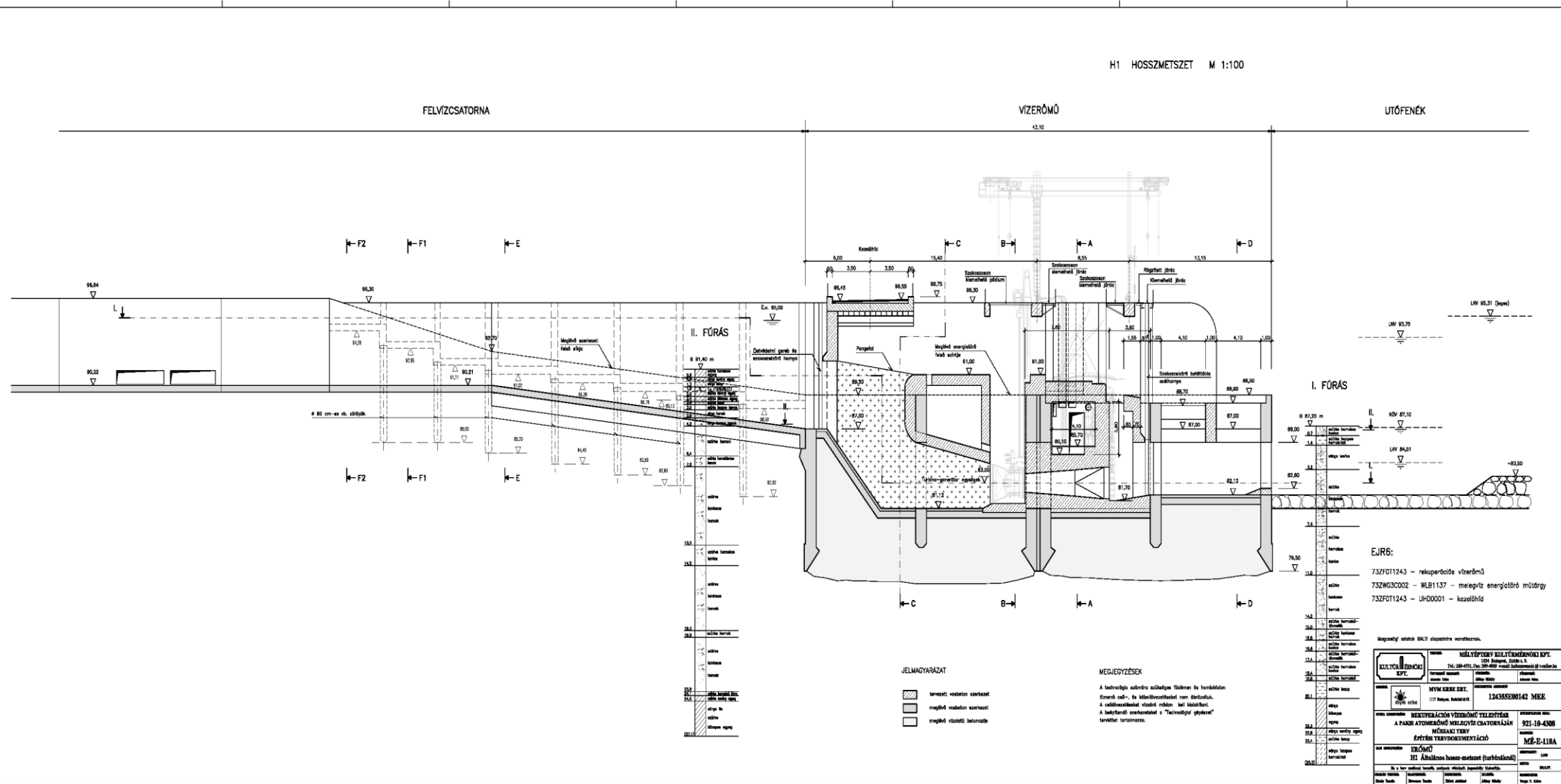
A rekuperációs erőmű megvalósíthatósága az energiatörő műtárgyra telepítve





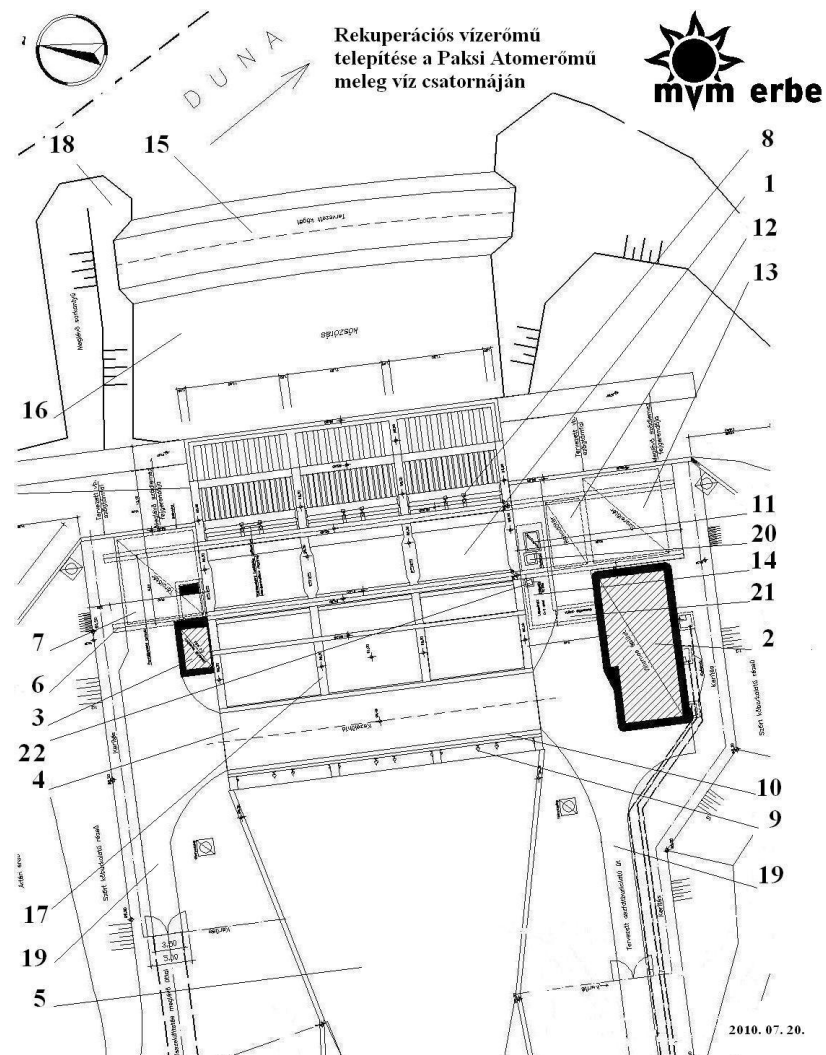


A rekuperációs erőmű megvalósíthatósága az energiatörő műtárgyra telepítve



A rekuperációs erőmű egvalósíthatósága az energiatörő műtárgyra telepítve

Telepítési helyszínrajz



A MÁTRIX TURBINÁS VÁLTOZATNÁL TELEPÍTENDŐ GÉPÉSZETI RENDSZEREK

- TURBINA-GENERÁTOR EGYSÉGEK
- SZÍVÓCSŐ ACÉLSZERKEZETEK
- VEZETŐSÍNEK
- SZÍVÓCSŐ ELZÁRÓ-SZERKEZETEK
- HIDRAULIKA RENDSZER
- SŰRÍTETT LEVEGŐ ELLÁTÓ ÉS LEFÚVATÓ RENDSZER
- BUKÓTÁBLÁK
- DOKKOLÓ EGYSÉG
- BAKDARU
- TG-EGYSÉG HIDRAULIKUS MEGFOGÓ SZERKEZET
- ÉLETVÉDELMI GEREB
- ALVÍZ- ÉS FELVÍZ OLDALI SZAKASZELZÁRÓ ZSILIKEK
- ZSOMPSZIVATTYÚ
- ÉPÜLETGÉPÉSZETI RENDSZEREK
- OLTÓ RENDSZER

Megnevezés

Érték

Turbinák típusa	Axiális átömlésű, propeller turbina
Modulenkénti turbinák száma	1 db
Turbinák elrendezése	10 db modul, egysoros konfiguráció
Lapátkerék átmérő	1,32 m
Járólapátok	5 db fix járólapát
Vezetőlapátok száma	11 db
Névleges fordulatszám	300 1/min
Szabadonfutási fordulatszám	590 1/min
Axiális erő	123 kN
TG-egység tömege	12000 kg

Megnevezés

Érték

Generátor típusa

3-fázisú állandó mágneses
szinkrongenerátor

Névleges kapocs feszültség

3300 V

Transzformátor típusa

10 MVA 18 kV/3,3 kV,
3 fázisú, száraz üzemű
szabadtéri transzformátor

Felvíz szint

95,0 mBf

Minimális alvíz szint

85,0 mBf

Maximális üzemi alvíz szint

91,0 mBf

Minimális bruttó esés

4 m

Minimális egység szállítás

5,1 m³/s

Megnevezés

Érték

Minimális erőművi teljesítmény

163,8 kW_e

Maximális bruttó esés

10 m

Maximális egység szállítás

12,3 m³/s

Maximális erőművi teljesítmény

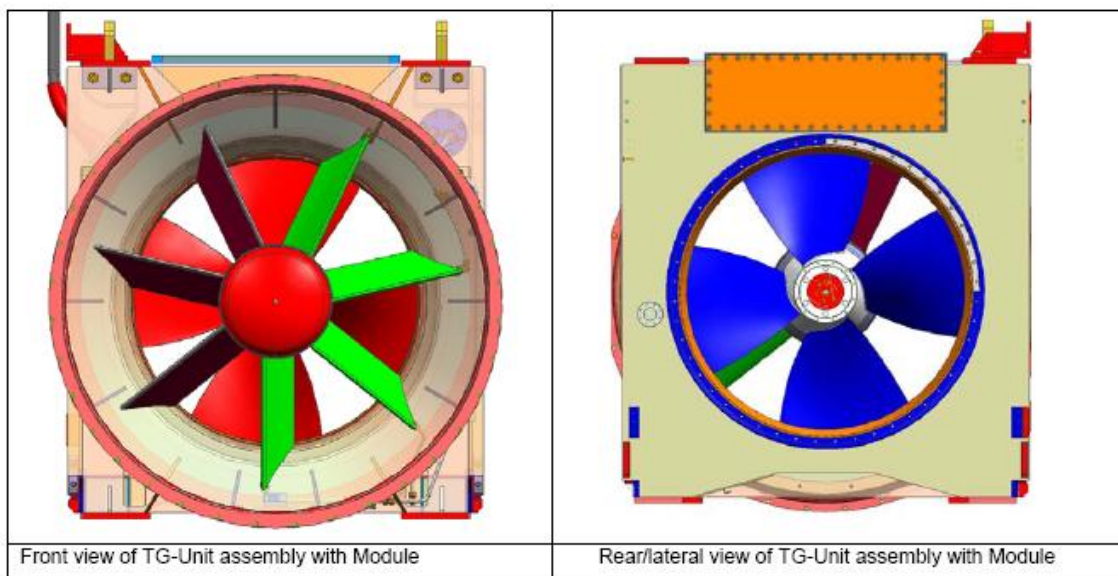
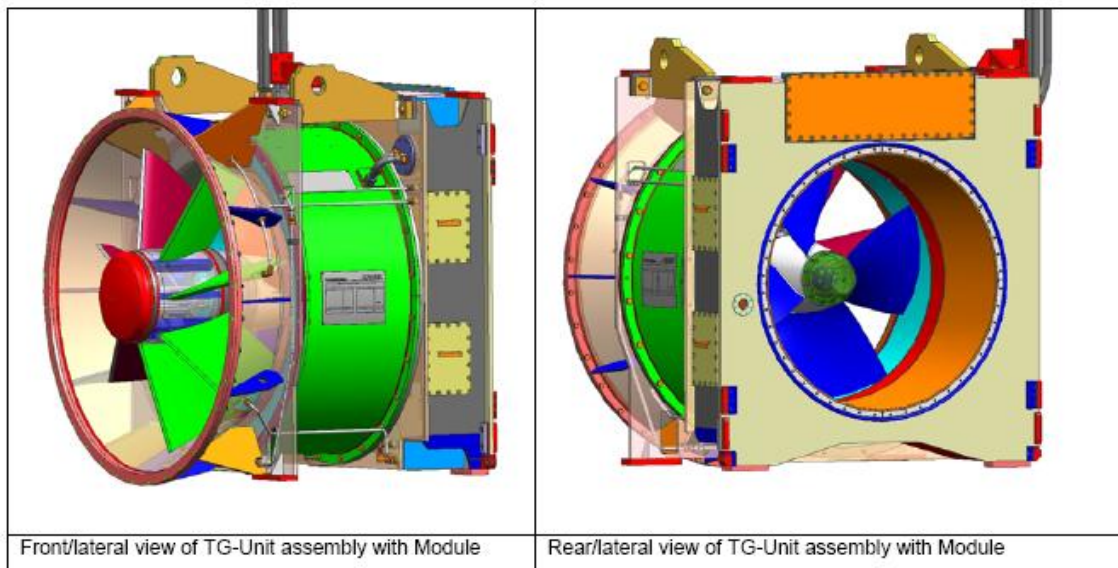
8900 kW_e

Tervezett élettartam

40 év

- **Az ANDRITZ HYDRO StrafloMatrixTM turbina főbb adatai:**
- **Típus:** Axiális átömlésű, propeller turbina
- **Modulenkénti turbinák száma:** 1
- **Turbinák elrendezése:** 10 modul, egysoros konfiguráció, modulonként
- **Járókerék átmérő:** 1320 mm
- **Járókerék tengely:** 83.16 mBf /Szöghajtóműves 82,00 mBf/
- **Járólapátok:** 4 db nem állítható járólapát
- **Névleges fordulatszám:** 300,0 fordulat/perc
- **Generátor típusa:** 3-fázisú, állandó mágneses, szinkron
- **Névleges feszültség** 3300 V
- **Hasznosított esés:** H= 4-10 m
- **Víznyelés:** Q= 11.24 m³/s
- **Villamos teljesítmény:** f(H) = 460-565 kW
- **Éves energiatermelés:** E=32,0 – 35,0 GWh/év

A rekuperációs erőmű megvalósíthatósága az energiatörő műtárgyra telepítve



TG egység normál indítási folyamata:

- Az adott TG-egység saját szívócső elzáró szerkezete addig nyit (a teljes nyitás 3-8% között), amíg a TG-egység eléri a szinkron fordulatszámot (300 1/min), ami kb. 2-3 s-ig tart.
- Ha a szinkronozási feltételek (V , f , δ) teljesülnek, akkor a szinkronozó egység kiadja a záró parancsot a TG-egységhez tartozó generátor megszakítónak és ekkor a TG-egység hálózatra csatlakozik.
- A hálózatra történő sikeres csatlakozás után a szívócső elzáró-szerkezet teljesen kinyit.

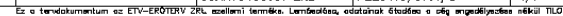
TG egység normál leállítás folyamata:

- A kezelő záró parancsot ad ki az adott szívócső elzáró szerkezetnek, ami a TG-egység minimális teljesítményéig folyamatosan zár.
- Ez után a visszteljesítmény-relé nyitja az adott generátor megszakítót, hogy motorüzem ne léphessen fel.
- A szívócső elzáró szerkezetek olyan mértékben zárnak le, hogy a TG-egységek normál fordulatszámon (300 1/min) forogjanak és egy esetleges indítási parancs után a villamos hálózathoz való visszacsatlakozás a lehető legrövidebb időn belül megtörténjen.
-

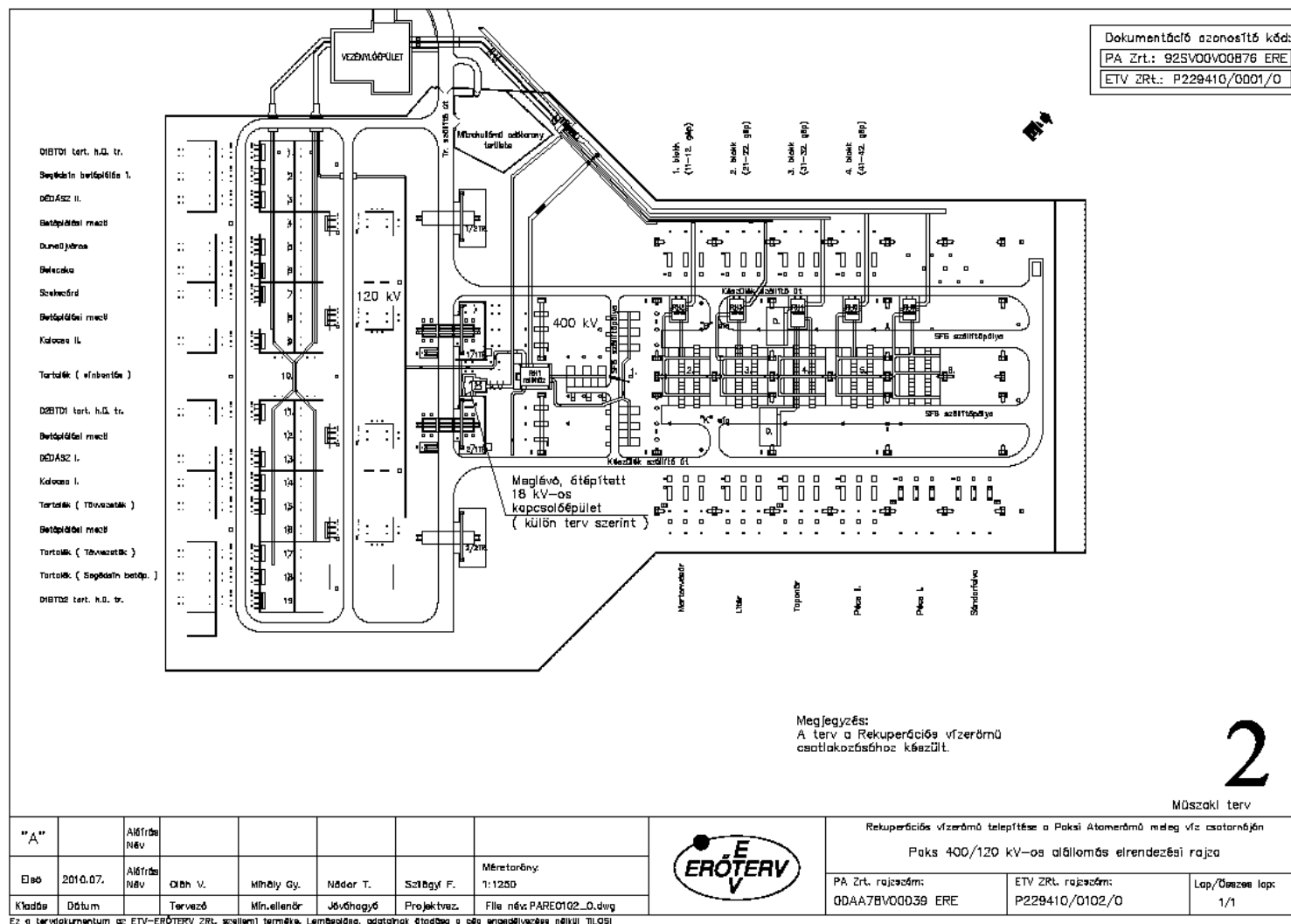
A TG-egységek vészleállás okai: villamos hálózati hiba, TG-egység védelem (villamos, mechanikus), alacsony dunai alvízszint (<85 mBf) vagy bármilyen rendellenes működés

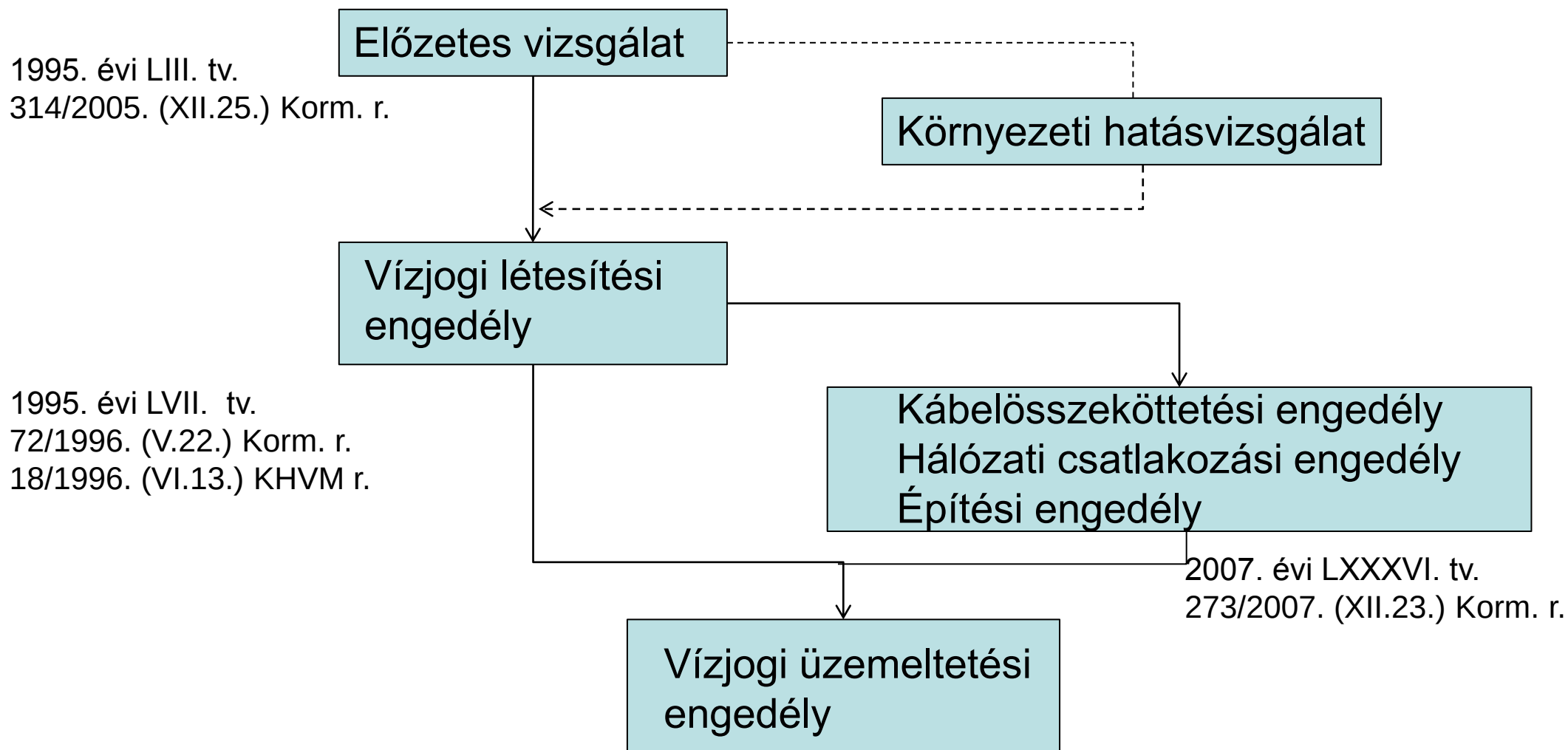
A TG egységVészleállítási folyamata a következő lépésekből áll:

- A generátor vagy a 3,3 kV-os megszakító nyit és ezzel egy időben a szívócső elzáró-szerkezet zárni kezd.
- A terhelés megszűnése következtében a TG-egység üresjáratú fordulatszámra gyorsul (a normál üzemi fordulatszám közel 2-szeresére 590 1/min).
- Villamos hálózati hiba esetén az összes TG-egység automatikusan leállításra kerül, de a szívócső elzárók csak addig zárnak, amíg a TG-egységek újra normál fordulatszámon forognak.
- A többi hibajel esetén a TG-egység védelme (villamos, mechanikai meghibásodás, kavitáció) miatt az adott TG-egység szívócső elzáró-szerkezete teljesen lezár és a TG-egység leállításra kerül.



A rekuperációs erőmű megvalósíthatósága az energiatörő műtárgyra telepítve





- Vízjogi engedély beszerzése
- Építési engedély beszerzése
- Hálózati csatlakozási engedély megszerzése
- Döntéselőkészítő anyag készítése MVM részére

A Paksi Atomerőmű melegvízcsatornáján
telepítendő rekuperációs erőmű
beruházási összege 2008 –as árszinten

BERUHÁZÁSI KÖLTSÉG éves összesítéssel (MHUF)	
	Összesen
Előkészítés tervezés	124,1
Területbiztosítás	14,0
Építési munkák	1989,5
Főberendezések	2205,2
Egyéb gépészeti berendezések	300,0
Irányítástechnikai létesítmények	120,0
Villamos berendezések	494,5
Felszerelések, berendezések	7,0
A beruházás lebonyolításának fővállalkozói költségei	650,0
Műszaki tartalék (5%)	262,7
Összes beruházás	6167,0



mvm paksi atomerőmű

Köszönöm figyelmüket!

