

Budapesti Erőművek

A magyarországi erőművek villamos berendezései

BME Villamos Energetika Tanszék
Nagyszültségű Technika és Berendezések Csoport

Kimpián Aladár
tiszteleti oktató

Budapest, 2008. 10. 22.

Helyünk a világban:

A világ villamos erőműveinek beépített teljesítőképessége
(installed capacity) 2005. 01. 01-én (forrás: Energy Information Adm.):

Földrész, régió	GW	Ország	GW
Európa	803	Németország	120
		Magyarország	8,6
Ázsia, Ausztrália, Óceánia	1150	Kína	442
Volt Szovjetunió	345	Oroszország	217
Közép-Kelet	123	Irán	43
Afrika	107	Dél-Afrikai Közt.	40
Észak-Amerika	1129	USA	957
Közép- és Dél-Amerika	215	Brazília	91
Világ összesen	3872		

Az erőmű erősáramú villamos berendezései:

1. A (váltakozó áramú) villamos energiát előállító berendezés
 - generátor
 - gerjesztő berendezés
2. Az erőmű működéséhez szükséges villamos berendezések (háziüzem, segédüzem)
3. Az előállított villamos energiát a hálózatra juttató berendezések
 - blokktranszformátor
 - szabad- vagy belsőtéri kapcsolóberendezés (alállomás)

2. Az erőmű háziüzemi berendezései:

2.1. A termodinamikai körfolyamathoz szükséges közegszállító (-áramoltató) berendezések

- Tüzelőanyag-szállítás
 - ❖ Fosszilis: szén (fekete, barna, lignit)
biomassza (faapríték, szalma, energiafű stb.)
olaj
földgáz
- Frisslevegő- (égésilevegő-) szállítás
- Égéstermék-szállítás
 - ❖ Füstgáz
 - ❖ Pernye (vízzel keverve: zagy)
- Vízszállítás
 - ❖ Kazántápvíz
 - ❖ Kondenzátor-hűtővíz (frissvíz, hűtőtoronyban keringetett víz)

2.2. A közegáramlás útvonalát kijelölő, paramétereit szabályozó eszközök villamos hajtásai

- Szelepek
- Tolózárak
- Egyéb beavatkozó szervek

2.3. Egyéb gépészeti és vegyészeti berendezések villamos erőátviteli táplálása, pl.

- Emelőberendezések
- Szellőzés
- Vízelőkészítés

2.4. Egyenáramú segédüzem

- Akkumulátortöltők, szünetmentes tápforrások

2.5. Villamos installáció

- Világítás (belső- és szabadtéri)
- Őrzésvédelmi rendszer

2.6. Irányítástechnika és hírközlés

Blokk-kapcsolású erőműveknél a háziüzemi villamos berendezéseket általában a generátor és a blokktranszformátor közötti generátor-feszültségű, nagyáramú összeköttetésről (sínhíd-ról) leágazó, többnyire 6 (ritkábban 3) kV szekunder feszültségű háziüzemi (segédüzemi) transzformátorral látják el.

A háziüzemi transzformátor(ok) 6 kV-os blokk-főelosztót(-kat) táplálnak, erről (ezekről) ágaznak le a nagyteljesítményű, több MW-os, több száz kW-os motorok, valamint a kisebb teljesítményű fogyasztókat ellátó 0,4 kV-os elosztók többnyire 1-1,6 MVA-es, 6/0,4 kV-os transzformátorai.

Blokk-kapcsolású erőműnél általában minden blokknak megvannak a saját 6 kV-os blokk-főelosztója (-főelosztói) és az erről (ezekről) táplált 0,4 kV-os blokkelosztói.

Ezen kívül szokás létesíteni egy 6 kV-os általános főelosztót, amely a minden blokkot kiszolgáló közös létesítményeket (pl. széntér, olajállomás, vízelőkészítő mű) látja el. Ezt az általános 6 kV-os főelosztót üzemszerűen a kijelölt 6 kV-os blokk-főelosztó(k)ról táplálják, de lehetőség van a szabad- vagy belsőtéri nagyfeszültségű kapcsolóberendezéstől (alállomástól) visszatápláló, többnyire 120/6 kV-os, ún. indító-transzformátoros betáplálás(ok) fogadására is.

A 6 kV-os általános főelosztó másik feladata: rajta keresztül az indítótranszformátor(ok) felől feszültséget lehet adni a 6 kV-os blokk-főelosztó(k) gyűjtő-síjére, amivel a blokk elindítható. A felfutás és a hálózattal való párhuzamos kapcsolás után a blokk saját háziüzemi transzformátora átveszi a blokk fogyasztóinak ellátását.

A 6 és 0,4 kV-os főelosztókat és a 6/0,4 kV-os transzformátorokat általában az erőmű főépületében helyezik el, kábeleik tűzvédelemmel ellátott kábel-folyosókban és -csatornáknak futnak.

3. Az előállított villamos energiát a hálózatra juttató berendezések

Általában 50 MW-os gépnagyságtól fölfelé általános a blokk-kapcsolás, melynek fő villamos elemei:

generátor – tokozott áramvezető sín (erről ágazik le a blokk háziüzemi transzformátora) – blokk-főtranszformátor – alállomás

3.1. Blokk-főtranszformátor

Névleges teljesítménye valamivel nagyobb, mint a generátoré.

Pl. a Dunamenti Erőmű 215 MW-os generátorainak névleges teljesítménye 259 MVA, a blokk-főtranszformátoré 270 MVA.

Nagyerőművi generátorok névleges feszültsége általában

- 100 MW-ig 10 kV,
- 100 MW fölött 15 kV.

Így a blokk-főtranszformátorok áttétele általában

- 10/120 kV,
- 15/220, 15/400 kV.

A blokk-főtranszformátorok általában szabályozó nélküliek, de a rendszerirányító újabban igényli terhelés alatti szabályozhatóságukat.

Hűtési rendszerük többnyire OFAF (oil – forced, air – forced): kényszer-olajkeringetés, ventilátoros levegőhűtés.

Elhelyezésük: szabadtéren, a gépház hosszanti fala melletti transzformátorszállító iparvágánynak a gépházzal ellentétes oldalán.

Tömegük: 100-250 tonna

A Dunamenti Erőmű légi fényképe



3.2. Szabad- vagy belsőtéri kapcsolóberendezés (a továbbiakban alállomás)

Feladata: a generátor által termelt, a blokk-főtranszformátor által nagyfeszültségre feltranszformált villamos teljesítmény szétosztása az alállomásba mint csomópontba becsatlakozó távvezetékek (szabadvezetékek és kábelek) mint ágak között.

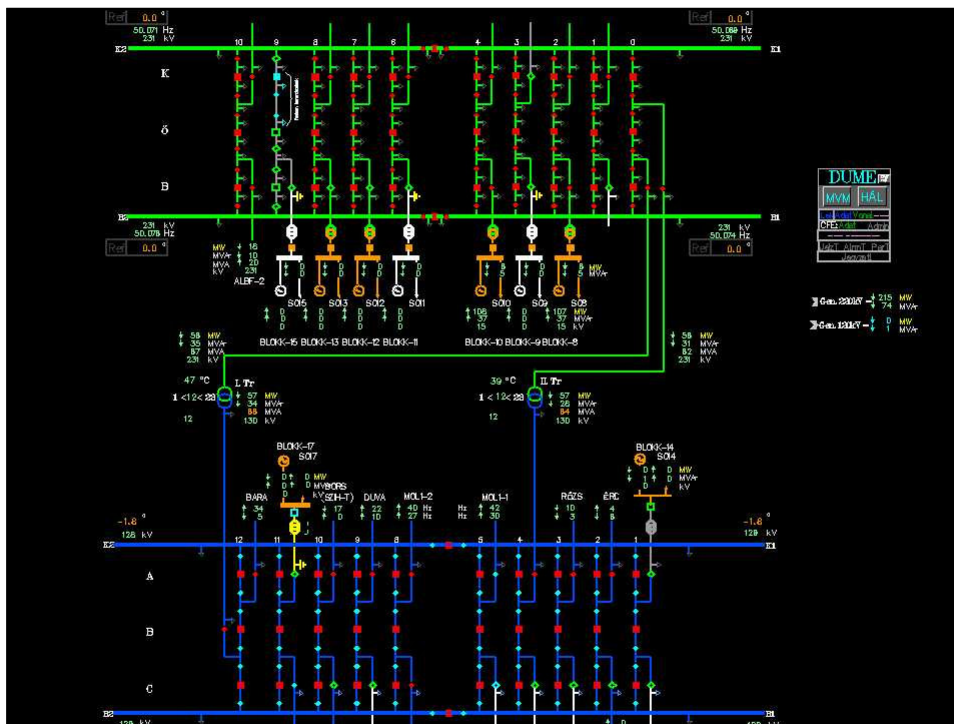
Elhelyezése:

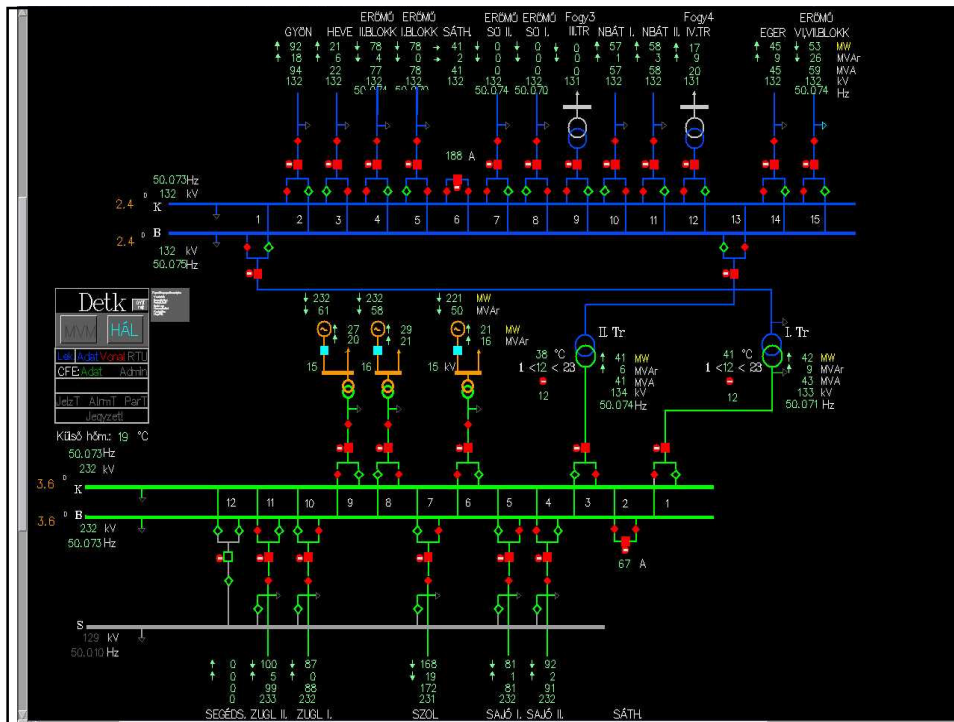
- Az erőmű területén (kerítésén belül) lévő, szabadtéri kapcsolóberendezés: Ajka, Borsod, Dunamenti, Lőrinci GT, Oroszlány, Paks, Pécs, Tiszapalkonya, Tiszalök
- Nem az erőmű területén, hanem távolabbi alállomáson lévő szabadtéri kapcsolóberendezés: Csepel GT(-Soroksár 120 kV), Kispest GT(-Kőbánya 120 kV), Mátra(-Detk 120 és 220 kV), Tisza II.(-Sajószöged 220 és 400 kV), Újpest GT(-Angyal-föld 120 kV)

A magyarországi nagyerőművi alállomások elvi kapcsolása:

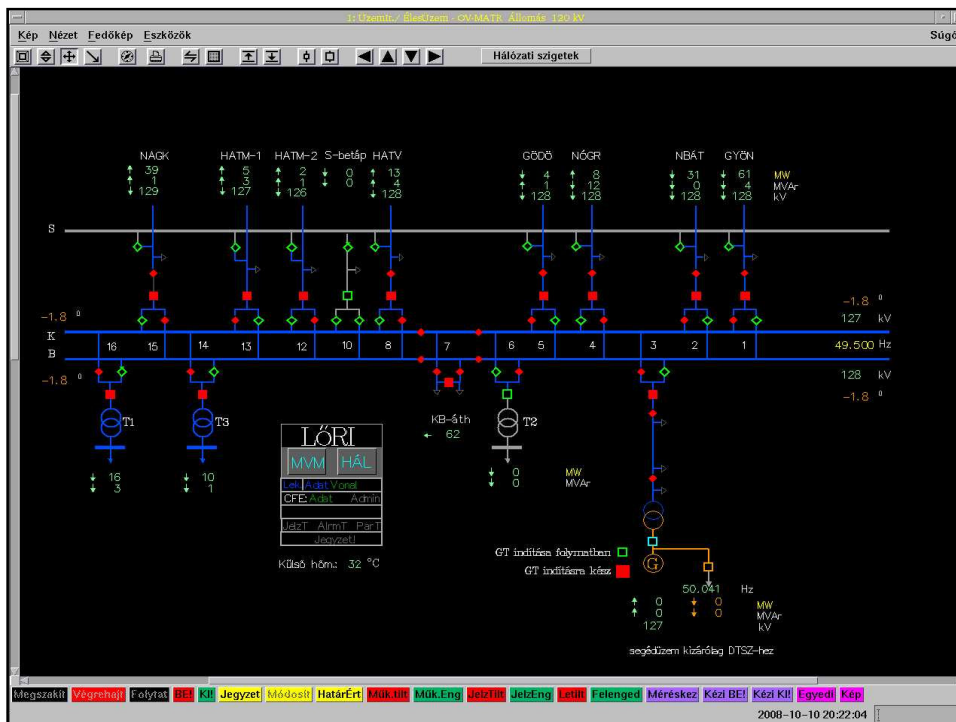
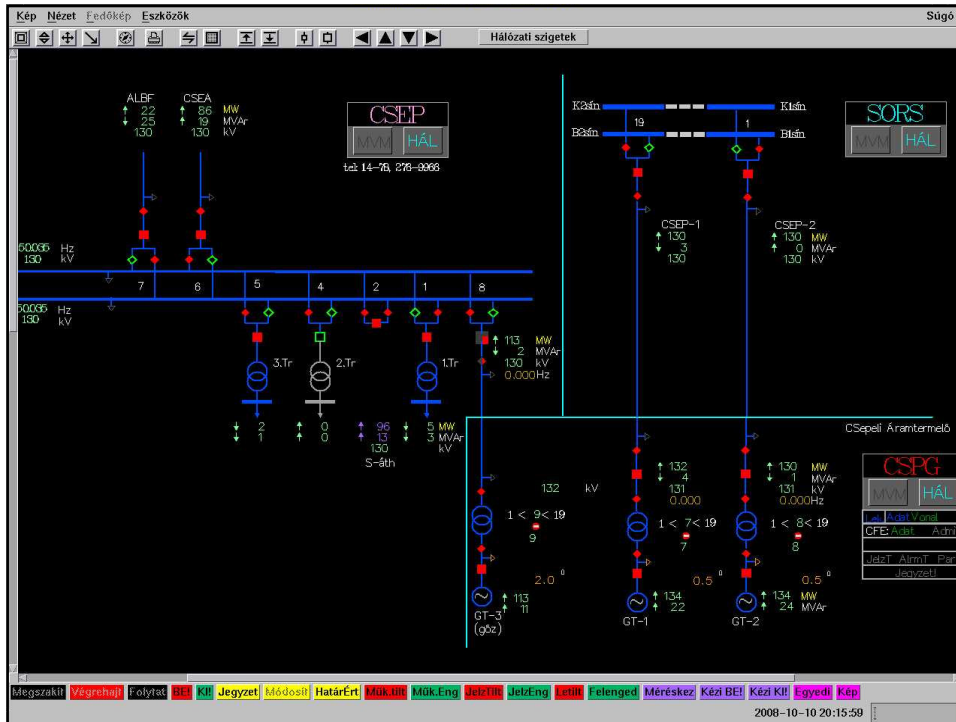
- 400 kV-on: másfélmegszakítós (Paks, Tisza II. 3.-4. blokk-Sajószöged),

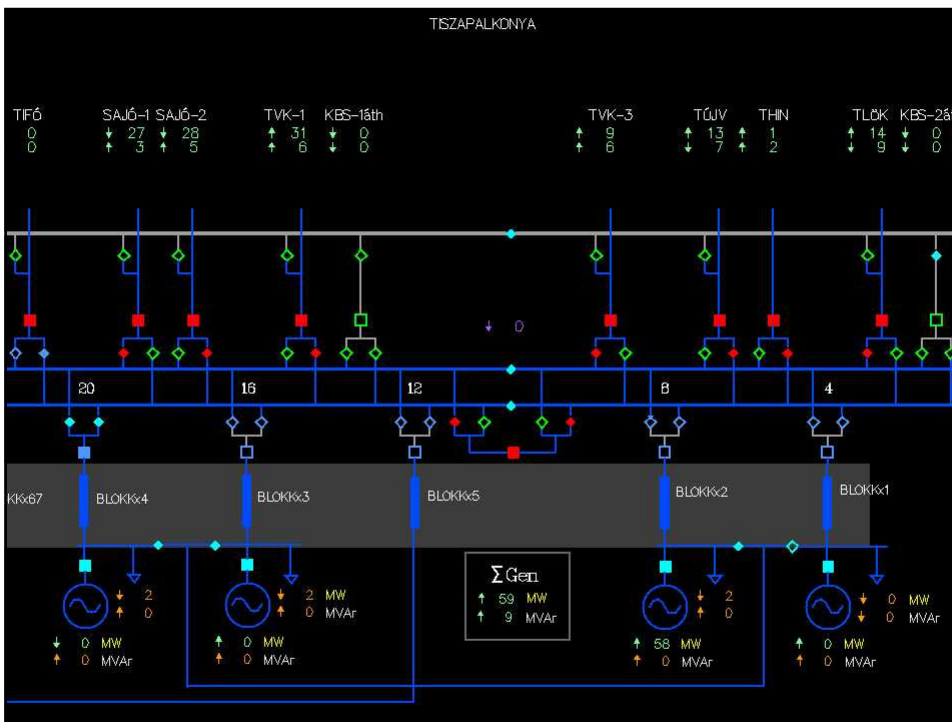
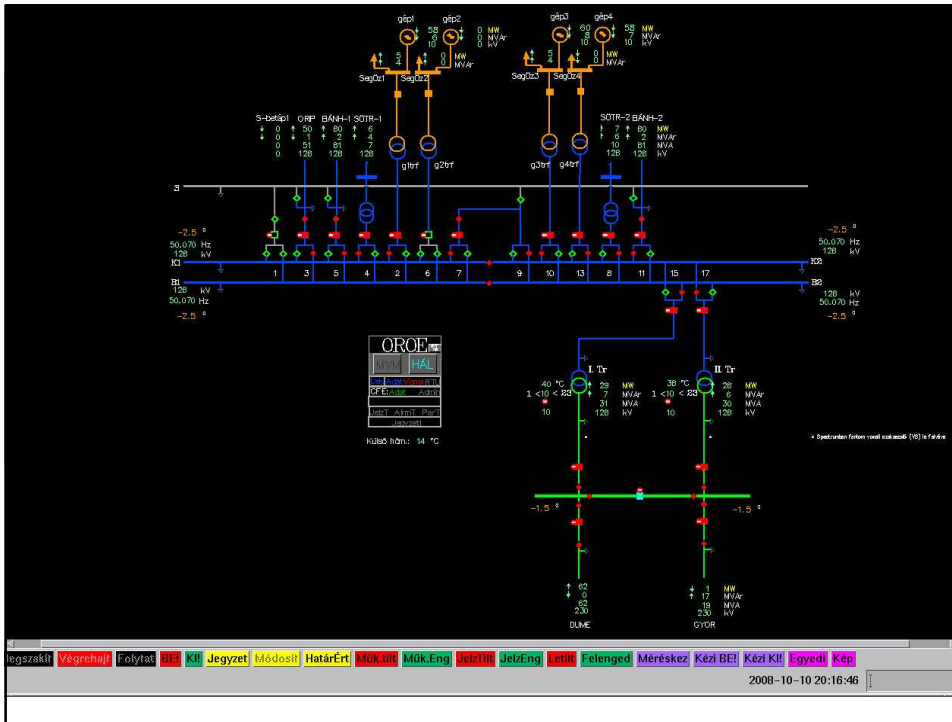
- 220 kV-on: másfélmegszakítós (Dunamenti nagyblokkok),
vagy kettős gyűjtősínes + segédsínes (Mátra 3.-5. blokk-Detk,
Tisza II. 1.-2. blokk-Sajószöged),





- 120 kV-on: másfélmegszakítós (Dunamenti kisblokkok), kettős gyűjtősínes (pl. Mátra 1.-2. blokk-Detk, Csepel GT-Soroksár), vagy kettős gyűjtősínes + segédsínes (pl. Ajka, Borsod, Lőrinci GT, Oroszlány, Tiszapalkonya).





A generátor – sínhid – blokk-főtranszformátor – alállomási mező árapálya készülékezése:

- (ma már) a legtöbb erőművi blokknak van generátorfeszültségű megszakítója,
- ha az alállomás az erőmű területén van, akkor a blokk-főtranszformátor nagyfeszültségű megszakítója (megszakítói) az alállomási mezőben vannak; a főtranszformátor és a megszakító(k) közötti, esetenként több száz méteres vezeték-szakasz a transzformátor differenciálvédelmi zónájába tartozik,
- ha az alállomás az erőműtől távolabb van, akkor a nagyfeszültségű összeköttetés
 - ❖ mindkét (erőművi és alállomási) végén lehet megszakító, pl. Tisza II. 3.-4. blokk-Sajószöged 400 kV
 - ❖ csak az alállomási végén van megszakító, pl. Tisza II. 1.-2. blokk-Sajószöged 220 kV, Mátra 1.-5. blokk-Detk 120 és 220 kV; a szinkronizálás és a hálózatra kapcsolás az alállomási megszakítóval történik.

Szekunder tartalék gázturbinák

Feladatuk: erőművi blokk kiesése esetén a kiesett teljesítmény gyors pótlása.

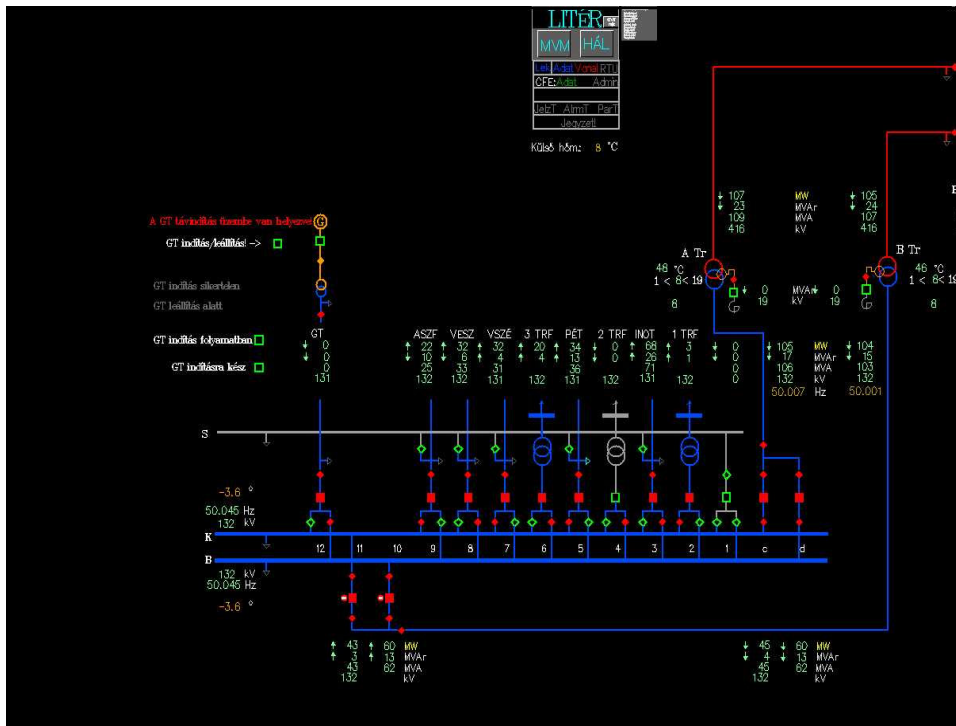
UCTE előírás: a szekunder tartalékteljesítmény a legnagyobb kieshető blokk teljesítményének felénél nagyobb legyen.

A magyar villamosenergia-rendszer esetében a legnagyobb kieshető blokk a Paksi Atomerőmű 460 MW-os reaktora, azaz a saját rendszerben biztosítandó gyorsindítású szekunder tartalék min. 230 MW.

A litéri és a sajószögedi gyorsindítású, nyíltciklusú, szekunder tartalék gázturbinák fő műszaki jellemzői:

- Névleges teljesítmény 20°C külső hőmérsékletnél: 120 MW
- Névleges fordulatszám: 3000 f/min
- Üzemanyag: könnyű kénmentes tüzelőolaj (KKTO)
- Normál indítási idő (az indítási parancs kiadásától a teljes terhelés eléréséig eltelt idő): 18 min
- Gyors indítási idő (ugyanígy értve): 10 min
(az élettartam-csökkenés szempontjából 1 gyors indítás 6 normál indítással egyenértékű)
- Kivétel: egy tengelyen van a villamos indítómotor, a gázturbina és a generátor, az indítómotor és a gázturbina között hidrokuplunggal

- Villamos csatlakozás: a Litéri és a Sajószögedi alállomás 120 kV-os gyűjtősínjére, Litéren szabadvezetékekkel, Sajószögeden kábellel. Az árampálya: generátor – gépfeszültségű megszakító – tokozott sín – blokk-főtranszformátor – 120 kV-os szabadvezeték, ill. kábel – alállomási megszakító – gyűjtősín.



A Litéri gázturbina látképe



A Litéri alállomás 120 kV-os kapcsolóberendezésének légifelvétele



- Indítási folyamat:

- Készenléti állapot: az alállomási 120 kV-os gyűjtősin felől feszültség alatt áll a blokk-főtranszformátor, és ellátja a fő segédüzemi transzformátort. Az indítási parancs kiadása-kor az erről táplált indítómotor a hidrokuplungon keresztül gyorsítja a gázturbina-generátor gépcsoportot.
- A névleges fordulatszám 60%-án begyűjt az égőtér, a gázturbina veszi át a gépcsoport gyorsítását, a hidrokuplung leválasztja az indítómotort.
- A névleges fordulatszám 96%-án megkezdődik a forgórész egyenáramú gerjesztése, a generátor kapcsain megjelenik a feszültség.
- A névleges fordulatszám 102%-ának elérése után megkezdődik a szinkronizálási folyamat, melynek során a gépcsoport a szinkron fordulatszámig lassul, majd a szinkron helyzet elérésekor bekapcsolódik a gépfeszültségű megszakító; ezzel a generátor párhuzamosan kapcsolódott a hálózattal.

- Felterhelési folyamat:

- A befecskendezett-beporlasztott-elégetett tüzelőolaj mennyiségének növelésével nő a gépegység wattos teljesítménye, gerjesztésének szabályozásával változik meddő teljesítménye.
 - A névleges teljesítmény 40%-a fölött az égéstérbe ioncserélt vizet fecskendeznek be az NO_x (nitrogénoxid)-képződés határértéken belül tartása végett.
- A gépegység indítható a gép melletti irányítástechnikai konténerből, az alállomási vezénylőből és a rendszerirányító vezénylőterméből.
- Rendszeres időközönként próbaindítás az üzemkésztség ellenőrzésére.

Ellenőrző kérdések

1. (20.) Az erőmű erősáramú villamos berendezései
2. (21.) A blokk-kapcsolás fő villamos elemei
3. (22.) A gyorsindítású szekunder tartalék gázturbina indítási folyamatának lépései