

Villamos energia tárolása, Szivattyús Energia Tározós Vízierőmű

Energy storage, Pumped-storage hydroelectric power plants

WÉBER Zoltán Árpád
okleveles mérnök

Energobit S.A., 400221 Cluj-Napoca, Cluj County, Romania, Nikola Tesla Street 6, Industrial Park Tetarom I
E-mail: zoltan.weber@energobit.com

Abstract

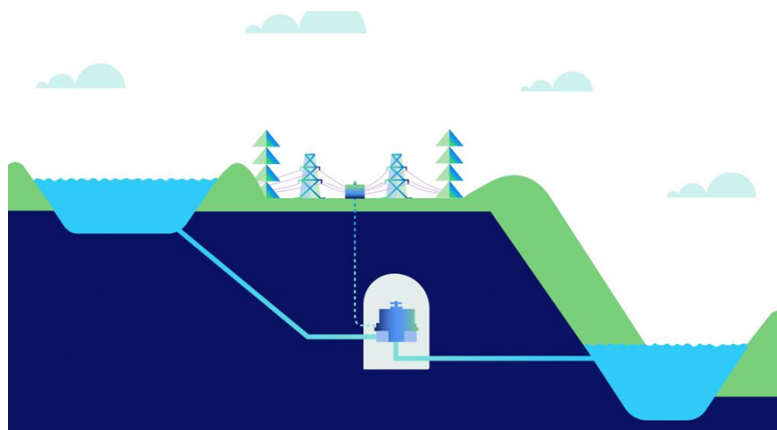
Maintaining system balance is becoming an increasingly difficult challenge due to the rise of weather-dependent renewable energy, as these sources generate power not when consumers need it, but rather when the sun shines or the wind blows. It is an interesting question what options exist for managing periods of high photovoltaic generation accompanied by negative prices. The recent blackout in Spain – though the exact root causes remain unknown – provides a timely context for examining this issue. The article presents an example of a potential solution implemented in Romania.

Kivonat

Az időjárásfüggő megújuló energia térnyerése miatt a rendszer egyensúlyának a megtartása egyre nagyobb kihívás, hiszen az „időjárásfüggők” nem akkor termelnek, amikor a fogyasztóknak szükségük van a villamos energiára, hanem amikor süt a nap vagy fúj a szél. Érdekes kérdés, hogy milyen lehetőségünk van az időszakosan negatív árú, magas fotovoltaiikus termelések kezelésére. Aproptó adhat ennek a kérdésnek a vizsgálatára a legutóbbi spanyolországi blackout, bár a pontos kiváltó okok nem ismertek. Ennek a kérdésnek egy lehetséges megoldására mutat példát a cikk Romániában.

1. BEVEZETÉS

A Szivattyús EnergiaTározós Vízierőműveket (a cikkben továbbiakban **SZETVE**) a villamos energia fogyasztási csúcsok folyamán használják villamos energia termelésre, úgy, hogy két különböző szintmagaságú víztározó között a magasabban fekvőből az alacsonyabban fekvőbe engedik át/le a vizet egy vízturbinán keresztül.



1. ábra: Szivattyús EnergiaTározós Vízierőmű

Amikor alacsony a villamos energia-fogyasztás, de többlet jelenik meg a villamos energia termelésben, a vizet az alsó víztározóból visszaszivattyúzzák a felső víztározóba, a generátort villanymotorként, a turbinát pedig szivattyúként használva.

A rendszer összenergia mérlege önmagában természetesen veszteséges, de a kereskedelmi haszon abból származik, hogy csúcsüzemben a hálózatnak eladott villamos energia ára többszöröse a csúcsidőn kívüli villamos energia árának, ami a többlet termelés miatt akár negatív árú.

2. TARNIȚA 1, DUZZASZTÓS VÍZIERŐMŰ

Romániában a Tarnița-i tó a Meleg Szamoson elhelyezett gyűjtőtó, területe 200 ha, maga a gát ív alakú vasbetonból készült, amelynek magassága 97 m és a korona hossza 232 m. A tárolt víz fő célja a villamos áram termelés. A gátat 1970 és 1974 között építették.



2. ábra: Tarnița 1, duzzasztós vízerőmű tározó, előlnézet

50 évvel ezelőtt ügyesebbek voltak az emberek, megépítették a **Tarnița 1** Duzzasztós vízerőművet Kolozs megyében, Kolozsvártól Nyugatra, a Meleg Szamos völgyében.

És sajnos azóta csak tervezik, elképzelik a **Tarnița 2**-t, most zajlik a megvalósíthatósági tanulmány előkészítése, a pályázatás közbeszerzési eljárás alapján.

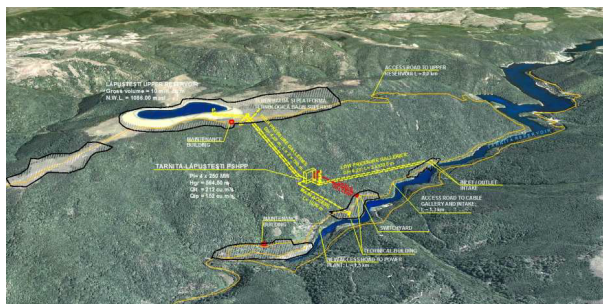


3. ábra: Tarnița 1, duzzasztós vízerőmű tározó, hátulnézet

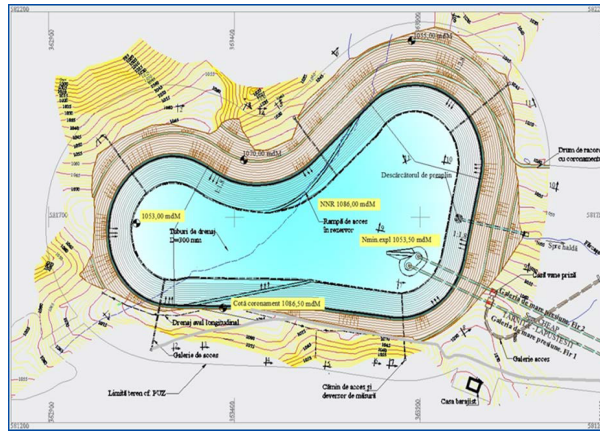
3. AZ 1.000 MW-OS TARNIȚA 2 SZETVE MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI TANULMÁNYA

Románia egy új 1000 MW-os SZETVE előkészítését kezdte el a Tarnițán. A Tarnița 2 SZETVE megvalósításához ez a környezet ideális megoldás, mert rendelkezésre áll a SZETVE alsó tározója, a Tarnița 1 gyűjtőtava.

Mivel a Tarnița 1 gátjának az építését 50 évvel ezelőtt fejezték be, szükség lesz a gát teljes körű felújítására is.



4. ábra: Tarnița 2, látványterv



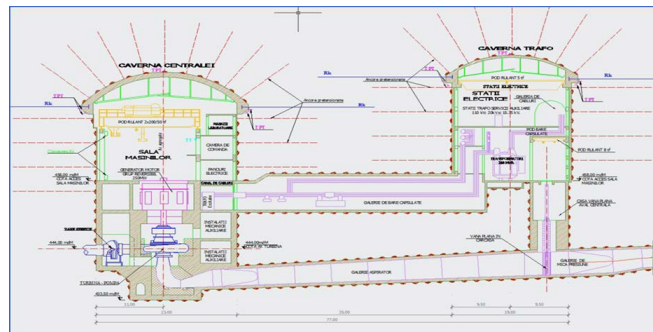
5. ábra: Tarnița 2, látványterv, Felső Tározó

A Tarnița 1 gyűjtő tározó, a jövőbeli SZETVE esetében alsó tározónak, a legfontosabb műszaki jellemzői:

- Az üzemi térfogat: 15 millió m³.
- A teljes térfogat: 74 millió m³.

Tarnița 2 fontosabb jellemzői:

- A Tarnița 2 felső tározó üzemi térfogata 10 millió m³.
- A tervezett SZETVE gépnagyság 4 x 250 MW.
- A vízvezető alagút hossza 1.096 m, nyomóvezeték átmérője pedig 2 x 4,30 m.
- Földalatti erőmű: gépakna és transzformátor akna.



6. ábra: Tarnița 2, látványterv, gépakna és transzformátor akna

A gépakna méretei:

- hossza 120 m,
- szélessége 23 m és a
- magassága 45 m.

A transzformátor akna méretei:

- hossza 117 m,
- szélessége 19 m és a
- magassága 22 m.

Az állomások általános műszaki adatai:

- 4 nagytrafó, 280 MVA, 15.75/400 kV;
- 2 trafó, 25 MVA, 110/15.75 kV; frekvenciaváltók betáp.
- 1 trafó, 10 MVA, 110/20 kV, 20 kV-os segédüzem számára.
- 400 kV-os állomás;
- 110 kV-os állomás;
- 20 és 6 kV-os állomás;

4. GOLDISTHAL – 1.060 MW-OS SZETVE

Goldisthal-nak az „ikerpárja” lesz a Tarnița 2 SZETVE.

Az 1.000 MW-os Kolozs megyei Tarnița 2 SZETVE megvalósíthatósági tanulmány előkészítése során a Németországi Pumpspeicherwerk Goldisthal 1.060 MW Kavernenkraftwerk erőmű tapasztalatait használták fel.



7. ábra: A felső tározótó, Goldisthal – 1.060 MW

Németország egyik legnagyobb SZETVE-e, teljes neve: **Pumpspeicherwerk Goldisthal 1.060 MW Kavernen-kraftwerk.**

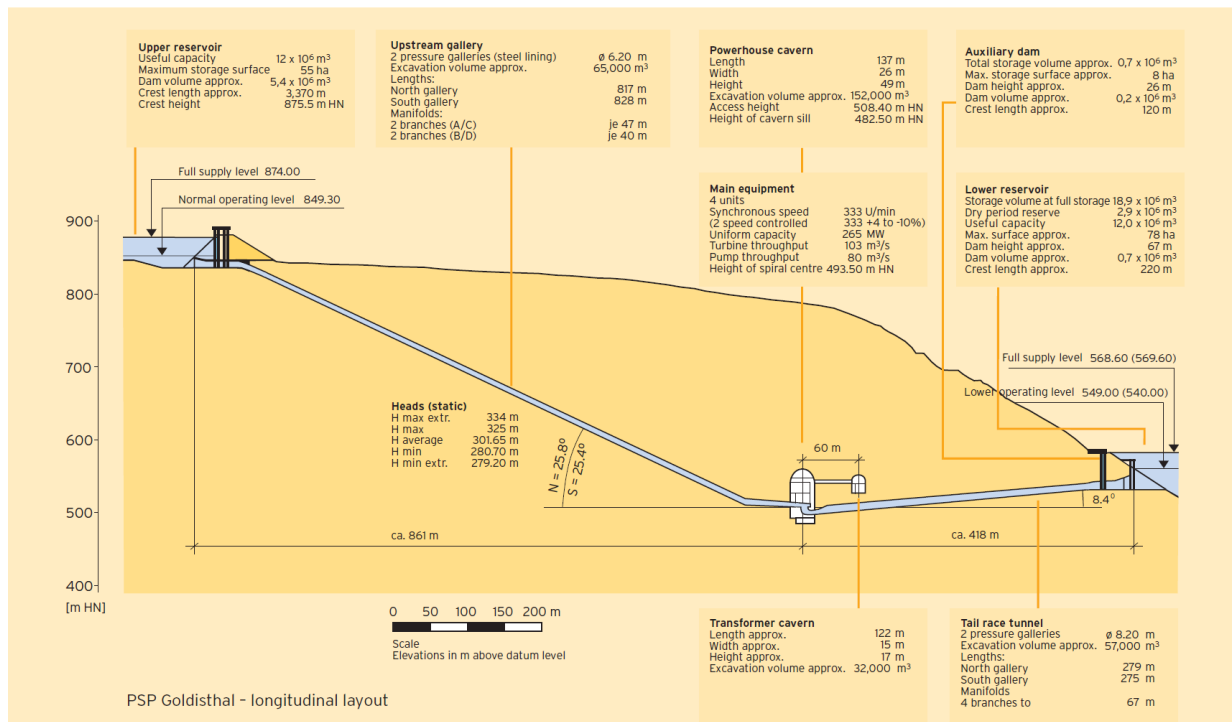
SZETVE szempontból ez egy klasszikus fejlesztés alsó és felső tározós, az alsó tározót egy völgyzáró gáttal valósították meg, amelynek térfogata: 17.6 millió m³.



8. ábra: Goldisthal – 1.060 MW SZETVE, Alsó-Felső tározó



9. ábra: Goldisthal, Az erőmű tervrajza, felülnézet



10. ábra: Goldisthal, az erőmű tervrajza

„Ikerpár” a következő hasonlóságok alapján (csak a felső tározót elemzem):

- felső tározó relatív elhelyezkedése, az alsó völgy záró gát bal oldalán;
- beépített teljesítmény szempontjából;
- gépnagyság 4x265 MW szempontjából;
- gépakna és transzformátor akna elhelyezkedése szempontjából.

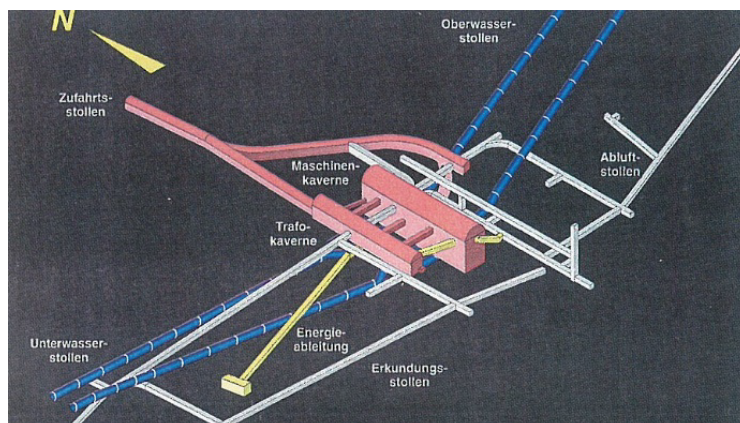
A gépakna méretei:

- hossza 137,4 m,
- szélessége 25.8 m és a
- magassága 48.5 m.

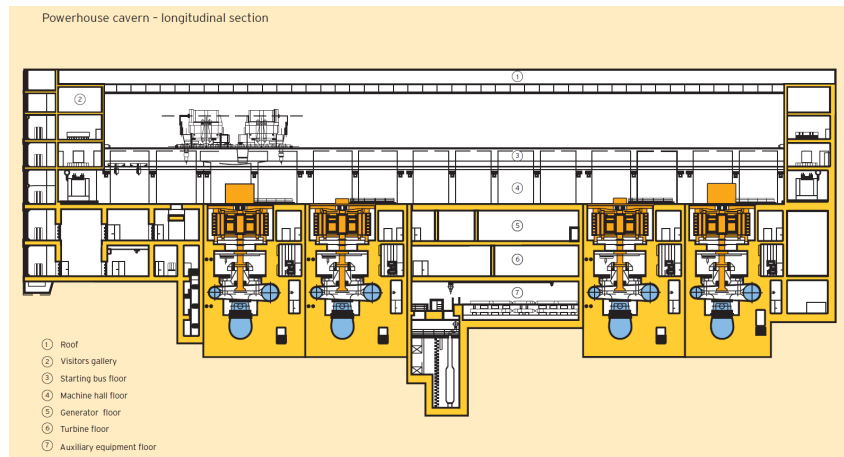
A transzformátor akna méretei:

- hossza 122.2 m,
- szélessége 17 m és a
- magassága 17 m.

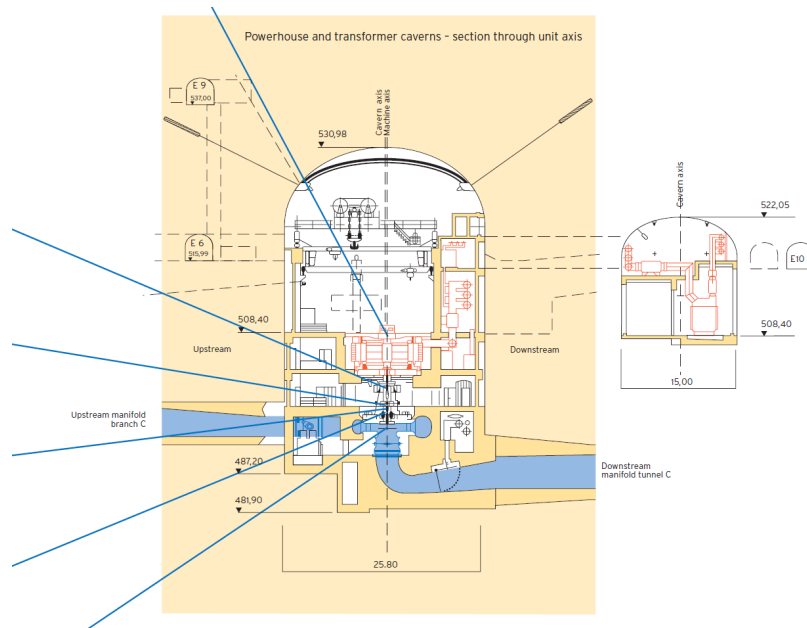
Hozzáférfési alagút átmérője 7 m.



11. ábra: Goldisthal, az erőmű tervrajza, gépakna és transzformátorakna



12. ábra: Goldisthal, az erőmű tervrajza, gépakna oldalnézet



13. ábra: Goldisthal, az erőmű tervrajza, gépakna, turbinaakna, oldalnézet

5. GOLDISTHAL – 1.060 MW-OS SZETVE ÉPÍTÉSE. A GÉPAKNA MEGVALÓSÍTÁSA

1997 és 2004 között építették, a következő általános műszaki jellemzők alapján, illetve egy színes képsorozat alapján bemutatásra kerülnek ezen munkafázisok érdekesebb munkálatai:

- Névleges teljesítmény: 1.060 MW
- Turbina teljesítmény: 1.060 MW
- Szivattyú teljesítmény: 1.160 MW
- Tároló kapacitás: 8,5 GWh (8 óra)
- Felső tározó térfogata: 12 millió m³.
- Átlagos éves kapacitás: 1.650 GWh



14. ábra: Goldisthal, gépakna megvalósítása

Miért Goldisthal – 1.060 MW SZETVE ?

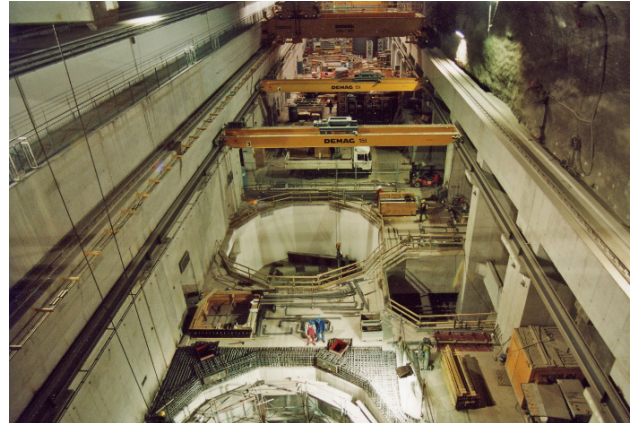
A kollégáim megkértek 2023-ban, hogy elemezzem ezt a piacot: megvalósított projektek, tervezők, kivitelezők, műszaki megoldások, lehetséges partnerek, készülve a Tarnița 2 megvalósíthatósági tanulmányának a közbeszerzésére.

Az elvégzett munka után, megkaptam a választ, hogyan nézne ki Tarnița 2, ha egy Európában megvalósított projektet vennénk figyelembe.

Ezután kezdtem tanulmányozni a Goldisthal – 1.060 MW-os, 20 éve már működő SZETVE-t, felvettem a kapcsolatot a tervezőkkel, kivitelezőkkel, tulajdonossal, különböző főmérnökökkel, projektvezetőkkel és az átküldött, publikus dokumentumok alapján, műszaki leírások és képek alapján, összeállítottam ezt a cikket, hogy mindenki megismerje, hogy mit jelent egy ekkora erőmű megépítése.



15. ábra: Goldisthal, gépakna kialakítása



16. ábra: Goldisthal, gépakna építése

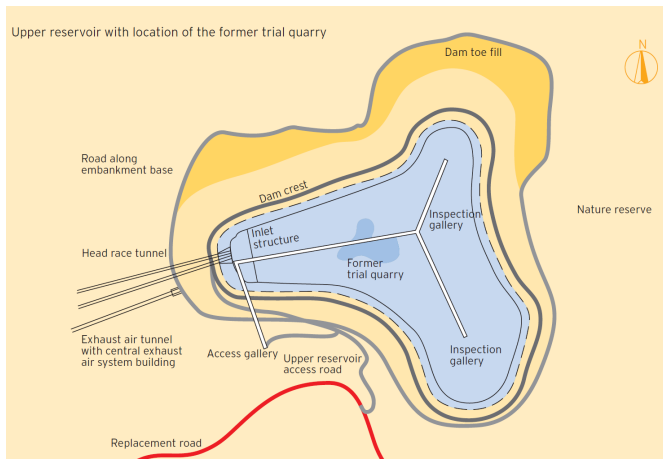


17. ábra: Goldisthal, a kész gépakna

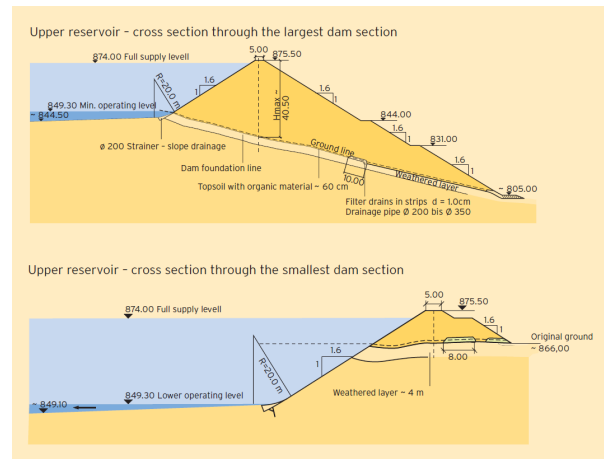
6. GOLDISTHAL – 1.060 MW-OS SZETVE ÉPÍTÉSE. A FELSŐ TÁROZÓ MEGVALÓSÍTÁSA

A Felső tározó műszaki adatai:

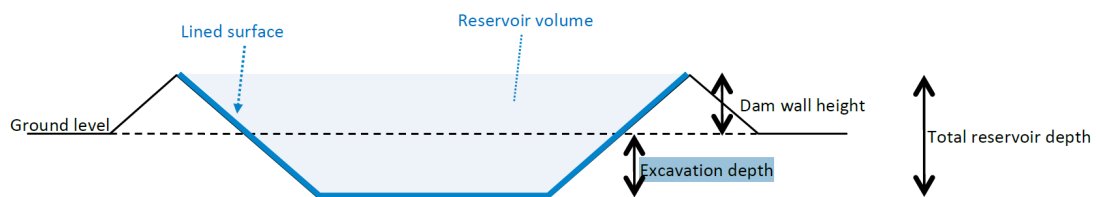
- 880 m tengerszint feletti magasságban található;
- Térfogata: 12 millió m³;
- Alapterülete 55 hektár;
- Körgát alapkerülete 3,370 m.



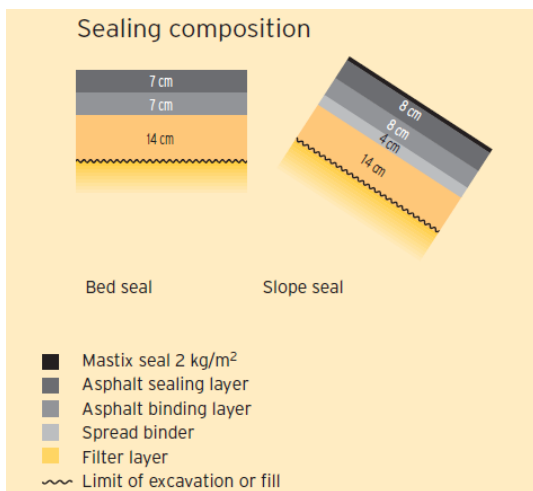
18. ábra: Goldistahl, felső tározó tervrajza, felülnézet



19. ábra: A felső tározó tervrajza, oldalnézet



20. ábra: Goldisthal, felső ásási folyamatok elméleti bemutatása



21. ábra: Goldisthal, felső tározó tervrajza, vízszigetelési rétegek



22. ábra: Goldisthal, felső tározó, vízszigetelés megvalósítása



23. ábra: Goldisthal, felső tározó, vízszigetelés megvalósítása



24. és 25. ábra: Felső tározó vasbeton egységeinek a megvalósítása



26. ábra: A vasbetonegységek a megvalósítása



27. ábra: Felső tározó vízzel feltöltve

7. MŰSZAKI INNOVÁCIÓK

Frekvencia szabályozásában, Goldisthal 1.060 MW elsőként Európában valójában az erőművet a következő képen lehet meghatározni: $2 * (2 * 265)$ MW Erőmű. Miért ?

A Goldisthal projekt egyedülálló abban az értelemben, hogy a négy függőleges Francis szivattyú-turbina egység közül kettő változtatható sebességű (aszinkron) motorgenerátorral rendelkezik.

Ez az elrendezés számos előnnyel jár a Vattenfall Europe számára, többek között: teljesítményszabályozás szivattyúzás közben, jobb hatásfok részleges terhelés mellett, valamint a leadott teljesítmény nagyfokú dinamikus szabályozása a hálózat stabilizálása érdekében.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk igyekezett bemutatni milyen folyamat szükséges egy tározós vízerőmű előkészítése és megvalósítása során. El kell fogadnunk azt, hogy a megújuló energia termelés, tárolás megvalósítása nélkül nem képzelhető el.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Hidro Tarnița, PUMPED STORAGE HYDROPOWER PLANT PROJECT PSHP TARNIȚA – LAPUSTESTI
- [2] Guvernul României, STUDIUL DE FUNDAMENTARE Centrala cu Acumulare prin Pompaj Tarnița – Lăpușești
- [3] Wolfgang Bogenrieder, Goldisthal_Design and Construction of the PowerHouse Cavern of the 1060 MW Pumped Storage Project
- [4] Wolfgang Bogenrieder, Moderne Pumpspeicherwerke im Gigawattbereich – Darstellung am Beispiel des PSW Goldisthal
- [5] Szeredi István, Szivattyús energiatározó (SZET) létesítésének kérdései
- [6] Szeredi István, Szivattyús energiatározó helyzete Magyarországon
- [7] <https://kormany.hu/hirek/tavaszi-probafurasok-keszitik-elo-a-dontest-az-első-hazai-szivattyus-energiatarozó-megépítéséről>