

Brazília: élenjáró a villamos energetikában is? – avagy egy óriás energiaéhsége

Előadás az Energetikai Szakkollégiumban

Kimpián Aladár ny. főmérnök, a BME VIK tiszteleti oktatója

Budapest, 2015. április 16.

A politikusok imádják a betűszavakat. Így a gazdasági potenciál szempontjából az Egyesült Államok után következő, többnyire kontinensnyi országokat manapság a **BRIC(S)** betűszóval illetik: **B**razil – Brazília, **R**ussia – Oroszország, **I**ndia, **C**hina – Kína (és újabban **S**outh Africa – Dél-Afrika). Ezen országok gazdaságának nemcsak a mérete, hanem fejlődésük üteme is meghaladja a világátlagot.

Hol helyezkedik el Brazília villamos energetikája – ezt tekinti át a következő előadás.

*Politicians adore acronyms. Therefore those large countries whose economic potential is next behind the US's one are called **BRIC(S)** countries: **B**razil, **R**ussia, **I**ndia, **C**hina (and recently **S**outh Africa). Not only the measure of these countries' economy but the rate of its growth exceeds the world's average.*

Where does the electrical energetics of Brazil find its place, this is the issue of the following presentation.

Brazília

Földrajz [1]

Hivatalos neve: República Federativa do Brasil (Brazíliai Szövetségi Köztársaság)

Államszervezet: 26 szövetségi állam + 1 szövetségi kerület (a főváros, Brasília)

Terület: 8 511 965 km², a Föld 5. legnagyobb területű országa (1. Oroszország, 17 075 400 km², 2. Kanada, 9 970 610 km², 3. Kína, 9 575 000 km², 4. Amerikai Egyesült Államok, 9 529 063 km²)

Kiterjedés: É-D: 4318 km, K-Ny: 4326 km

Szárazföldi határhossz: kb. 16 000 km

Tengeri határhossz: kb. 7 400 km

Legmagasabb pont: Pico da Neblina (a brazil-venezuelai határon), 3014 m

Legnagyobb folyó: Amazonas, hossza 6400 km, vízgyűjtő területe 5,8 millió km² (ebből Brazíliában 3,9 millió km², amit jórészt esőerdő borít), mellékfolyóinak száma kb. 1000, átlagos vízhozama: 219 000 m³/s, vízszint-ingadozása 15 m

Népesség: 204 162 000 (2015. 04. 14-én, a népesedési világóra szerint)

Nemzeti jövedelem: 2190 milliárd USD/év (CIA World Factbook, 2013); a világon a 7. (Magyarország az 59. 130,6 milliárd USD/év-rel.)

Brazília közigazgatása



Brazília 26 szövetségi államának áttekintő térképe



Source: Wikipedia

Brazília domborzata és vizei



Brazília domborzata és vizei (műholdkép alapján szerkesztve)



Történelem

A ma elfogadott elmélet szerint kb. 20 000 évvel ezelőtt, az utolsó eljegesedés (glaciális) csúcsidőszakában a világtenger szintje 50-80 m-rel mélyebben volt a mostaninál, így a jelenleg 30-50 m mély, a Csukcs-félszigeti Gyezsnyev-fok és az alaszkaei Prince of Wales-fok közötti, mindössze 85 km széles Bering-szoros szárazra került, lehetővé téve az átjárást Ázsia és Amerika között. Kb. 12 000 évvel ezelőtt az időjárás annyira fölmelegedett, hogy az észak-amerikai kontinensen jégmentes folyosó nyílt Dél felé, melyen át az Ázsiából indult törzsek benépesíthették mindkét amerikai kontinenst. Ezt genom-vizsgálatok igazolják.

Balra a Gyezsnyev-fok (Csukcs-félsziget, Oroszország)



Jobbra a Prince of Wales-fok (Alaszka, USA)

Brazília „felfedezése”

A mai Brazíliát Európa számára dokumentálhatóan Pedro Álvares **Cabral** portugál tengerész fedezte fel 1500. április 22-én, amikor Indiába tartó 1500 fős flottája a passzát szél következtében a mostani Bahía államban lévő Porto Seguro városnál kötött ki.

Gyarmatosítás

A portugálok 1530-ban kezdték gyarmatosítani a hatalmas területet. Az Atlanti Óceán partközeli sávjában cukornád-, kávé-, gyapotültetvényeket telepítettek, és főleg Afrikából behurcolt néger rabszolgákkal műveltették. A XVII. sz. második felében végre Minas Gerais államban aranyat és drágaköveket találtak. 1763-ban alapították Rio de Janeirót.

Császárság

1807-ben VI. János portugál király és családja, valamint kíséretük (összesen kb. 15 000 ember) Napóleon elől Brazíliába menekült. 1815-ben Portugáliát és Brazíliát egyesült királysággá alakították, ezzel Brazília gyarmati státusza megszűnt. 1821-ben VI. János visszatért az anyaországba, hátrahagyott fiát I. Péter néven 1822-ben Brazília császárává koronázták. Apja halála után, 1831-ben I. Péter is hazatért, hogy Brazília császárából Portugália királya legyen. Utóda 5 éves fia, II. Péter lett, akit 10 év múlva, 1840-ben koronáztak császárrá.

Politikai konszolidáció, majd gazdasági fellendülés következett be, az export 60%-át a kávé tette ki. 1888-ban törvényt hoztak a rabszolgaság megszüntetéséről, és 1889-ben kikiáltották a köztársaságot. (Ekkor 13,5 millió lakosa volt Brazíliának.)

Köztársaság

Az 1889-2010 közötti 121 év alatt 35 köztársasági elnök vezette az országot, hol diktatórikusan, hol demokratikusan (1988 után). Juscelino Kubitschek elnöksége alatt 1956-ban kezdődött az új főváros, Brasília építése Lúcio Costa várostervező, Oscar Niemeyer építész és Roberto Burle Marx tájtervező tervei alapján.

A jelenlegi, 36. elnök a 67 éves Dilma Rousseff (édesapja bolgár emigráns volt). Éveket töltött a baloldali gerillamozgalomban, be is börtönözték. 2002-től erőskezű, sikeres energiaügyi miniszter, 2011. 01. 01-től köztársasági elnök; 2014-ben újraválasztották (az első nő; fent civilben, lent államfői díszben).



Gazdaság

Brazília gazdasági teljesítményének értékeléséhez tekintsük a világ országainak és régióinak GDP-sorrendjét 2013-ban, a CIA World Factbook alapján (adatok milliárd USD-ben).

Sorrend	Ország, régió	GDP	Sorrend	Ország, régió	GDP
	Világ	73 870	6	Egyesült Királyság	2 490
	EU	16 950	7	Brazília	2 190
1	USA	16 720	8	Oroszország	2 113
2	Kína	9 330	9	Olaszország	2 068
3	Japán	5 007	10	Kanada	1 825
4	Németország	3 593	11	India	1 670
5	Franciaország	2 739	59	Magyarország	131

Nagy hajtóereje volt a gazdaságnak a 2014-es labdarúgó világbajnokság és lesz a 2016-os Rio de Janeiró-i olimpia!

A dinamikus és sokszínű gazdaság produktumának 40%-át az ipar, 10%-át a mezőgazdaság, 50%-át a szolgáltatások adják. A brazil gazdaság adja a teljes latin-amerikai termelés kerekén 40%-át.

Brazília alapító tagja az 1991-ben létrehozott Dél-Amerikai Közös Piacnak (a Mercosur-nak), melynek tagja még Argentína, Paraguay és Uruguay, társult tagja Bolívia és Chile.

Az ország a világ legnagyobb kávé-, cukornád-, narancs- és banántermelője, és második a szója-, kakaó- és marhahús-termelésben.

Nagybirtokrendszer: a termőföld 80%-a a lakosság 5%-ának kezében van. (A képen: gyapotszedő kombájn a végeláthatatlan gyapotföldön.)

Brazília fő ásványkincsei: vas-, króm-, mangán-, ón-, cink- és uránérc, bauxit, foszfát, kőszén, kősó, arany, gyémánt.

Az utóbbi évtizedek legdinamikusabban fejlődő iparágai a jármű-, a petrokémiai és a hadiipar. Brazília a világ legnagyobb fegyvergyártóinak és -kereskedőinek egyike. A legfontosabb ipari és kereskedelmi központ São Paulo.



Brazília gyors ütemben honosítja meg a modern technológiákat, pl. az űrkutatásban.

Ezzel a Proton-M orosz hordozórakétával lőtték föl a brazil gyártmányú „Amazonas” távközlési műholdat.



A brazil villamosítás kezdete

Elsőként az Amazonas és a Rio Negro összefolyásánál épült **Manaust** villamosították az amazóniai esőerdőkben tomboló nagy gumifa-konjunktúra idején, az 1880-as évek elején. Ez összefüggött **Charles Goodyear** egyesült államokbeli feltaláló és nagyiparos esetével, aki 1839-ben kénnel kevert kaucsukmasszát ejtett a kályha forró lapjára, amivel feltalálta a gumi vulkanizálását.

Az akkoriban születő járműipar robbanásszerű keresletet támasztott a rugalmas és teherbíró gumi iránt, amelynek termelési monopóliumát a brazil állam szigorúan őrizte. Ez mesésen gazdaggá tette a „gumibárókat”, akiknek arra is telt, hogy felépítsék Manausban a világ egyik legszebb operaházát, a **Teatro Amazonast**.



Azonban 1876-ban Henry **Wickham** angol ültetvényes-kalandor 72 000 gumifa-termést csempészett ki Angliába, amelyből 2800 megeredt. Ezeket Ceylonban, Borneóban és másutt eltelepítve hatalmas és olcsó konkurenciát teremtettek a brazil guminak. Manaus gyorsuló ütemben tönkrement: még a villamos generátorokat is leállították, mert drágállották üzemben tartásukat ; a város sötétbe borult. (Mára persze kétmilliós világvárossá fejlődött.)

A brazil energiaipar

Brazília a világ 10. legnagyobb energiafelhasználója, fontos földgáz- és kőolajtermelő és a 2. legnagyobb etanolüzemanyag-termelő.

Irányító hatóság: Bányászati és Energiaügyi Minisztérium

Kormányügynökségek: Nemzeti Energiapolitikai Tanács, Kőolaj, Földgáz és Bioüzemanyag Nemzeti Ügynökség, Villamosenergetikai Nemzeti Ügynökség (National Agency of Electricity)

Többségi állami tulajdonú óriásvállalatok: Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras), Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobras)

Az ezredfordulón liberalizálták az energiaszektor: létrehozták a fenti kormányügynökségeket, piacosították a kőolaj-termelést, ösztönözték a földgáz-felhasználást és az energiapiaci versenyt, csökkentették a szubvenciókat, ugyanakkor a Petrobras és az Eletrobras révén fenntartották a cső- és villamostávvezeték-hálózat feletti állami ellenőrzést és bizonyos energetikai termékek árának állami kontrollját.

Az Eletrobras tulajdonában van az erőművi kapacitás 40%-a (főleg víz-erőművek) és az átviteli hálózat 70%-a.

Brazília feltárt, illetve becsült energiahordozó-tartalékai:

Víz: a becsült vízenenergia-potenciál 3000 TWh/év, a gazdaságosan kihasználható 800 TWh/év, a 2011. évi termelés kb. 400 TWh

Kőolaj: 5-8 milliárd hordó (0,8-1,3 milliárd m³), főleg off-shore

Földgáz: a feltárt tartalék kb. 300 milliárd m³, a becsült ennek 15-szöröse

Szén: kb. 30 milliárd t **Uránérc:** 160 000 t, a kitermelés 1500-2000 t/év



Brazília villamosenergia-ipara

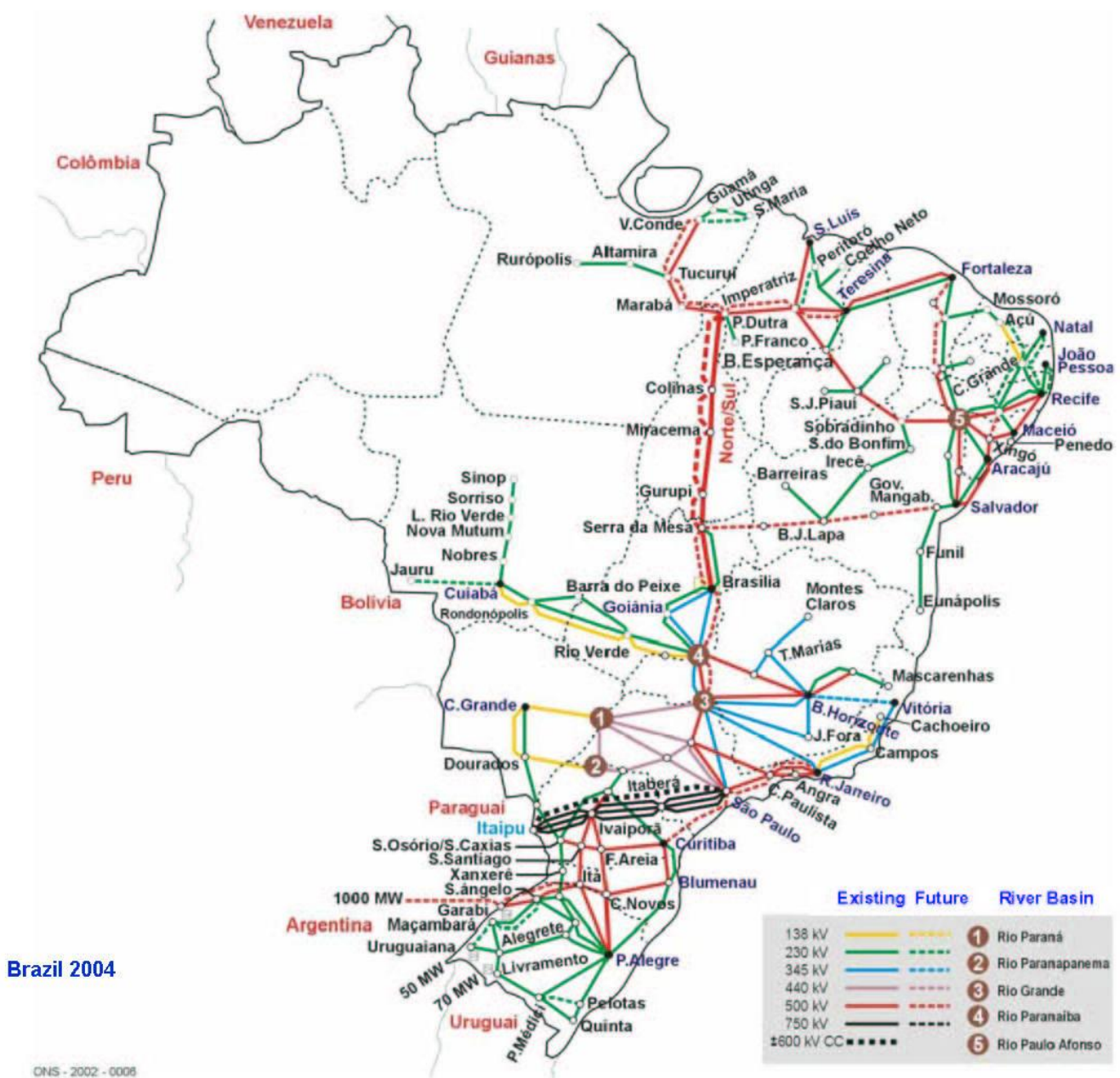
A brazil villamosenergia-rendszer EBT-je és éves termelése:

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
EBT [GW]	97	100	104	106	113	115
Termelés [TWh/év]	413	438	455	459	507	510

A 2011. évi 115 GW-os EBT forrásmegoszlása:

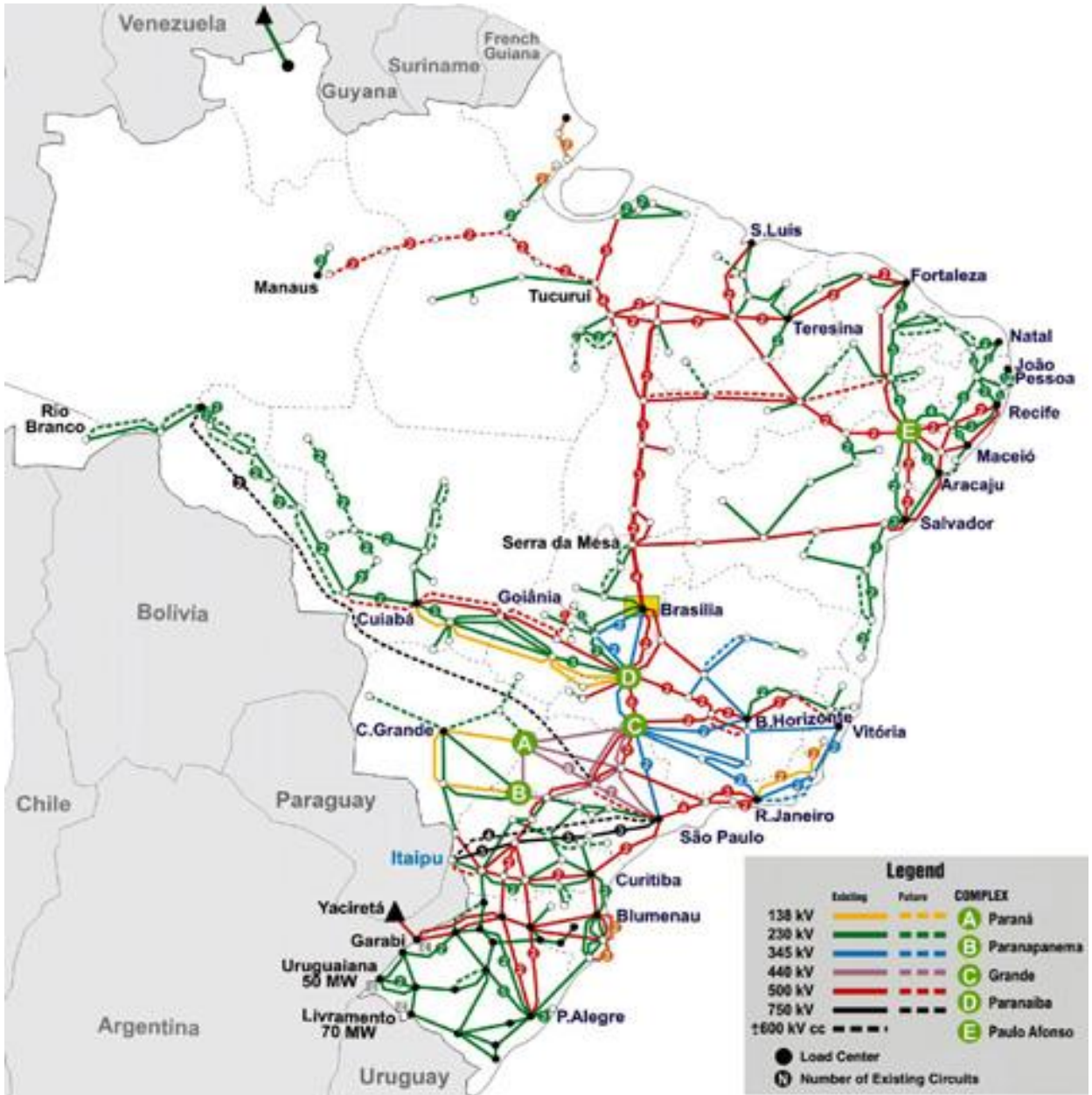
	Víz	Gáz	Biomassza	Szén	Atom	Szél
MW	81 430	13 110	8 395	8050	1980	2035
%	70,81	11,4	7,3	7,0	1,72	1,77

Brazília nagy- és igen nagy feszültségű átviteli hálózata



Brazil 2004

Az átviteli hálózat 2010-ben



Az Eletrobras nagy- és igen nagy feszültségű átviteli hálózata:

Az $U \geq 230$ kV-os alállomások száma 247 (a MAVIR-é 30).

Az $U \geq 230$ kV-os távvezetékek nyomvonalhossza:

Névleges feszültség, kV	Hossz, km
750	2 698
500	15 860
345	6 220
230	25 375
±600 DC	1 625
Összesen	51 778

Az ország legiparosodtabb régiójának, São Paulónak és környékének ellátása szempontjából kiemelkedő szerepe van a 3 db egyrendszerű, kb. 900 km nyomvonal-hosszúságú Itaipu Brazil-Ivaiporã-Itaberá-Tijuco Preto (São Paulo) 750 kV-os távvezetéknek, valamint a 2 db egyrendszerű, 818 és 807 km nyomvonal-hosszúságú Itaipu Brazil-Ibiúna (São Paulo) ±600 kV-os egyenáramú távvezetéknek.

A villamos energia több mint 2/3-át vízerőművek termelik. Ezek közül is kiemelkedik a világ második legnagyobb kapacitású erőműve, a Brazília és Paraguay által a bővizű Paraná folyón közösen létesített és üzemeltetett 14 000 MW-os **Itaipu Binacional**.

Brazília legnagyobb folyói (+ összehasonlításul a Duna)

Név	Hossz [km]	Vízgyűjtő terület [km²]	Átlagos víz-hozam [m³/s]	Betorkollás
Amazonas	6400	6 915 000	219 000	Atlanti-óceán
Paraná	4880	~2 583 000	18 000	Atlanti-óceán
Tocantins	3650	950 000	~14 000	Atlanti-óceán
Madeira	3380	~1 485 000	~31 000	Amazonas
Purus	3211	~63 000	~8 000	Amazonas
São Francisco	3180	610 000	~3 000	Atlanti-óceán
Duna	2888	817 000	~7 000	Fekete-tenger

Az Amazonas 240 km széles delta torkolatának műholdképe. A jobb alsó sarokban a Tokantins folyó tölcsértorkolata.



A brazil vízerő-tartalékok jelentős része a 9 ország (többek között Brazília, Peru, Kolumbia), földjén tenyésző 5,5 millió km²-es, legalább 55 millió éves amazóniai esőerdő területén van. A Földön itt a legnagyobb a biodiverzitás: 2,5 millió rovarfaj, több ezer növényfaj, 2000 madár-, hal- és emlősfaj létét feltételezik. Az esőerdő azonban fogy: évente ~20 000 km²-t irtanak ki a legeltető szarvasmarha-tartás és a szójatermesztés kedvéért. Ehhez képest a tározás nélküli folyami vízerőművek kisebb erdőkárral járnak.

Az amazóniai esőerdő kiterjedése



Színpompás arapapagály-pár



Tipikus amazóniai esőerdő. A környezetvédők szerint a vízenergia-kihasználás ezek elpusztításával jár.



Jellemző kép az amazonasi esőerdő virulens növényzetéről



Az esőerdő az ember számára szinte járhatatlan



Az amazóniai esőerdő jellegzetes részlete



Az amazóniai esőerdő buja, tobzódó növényzete ...

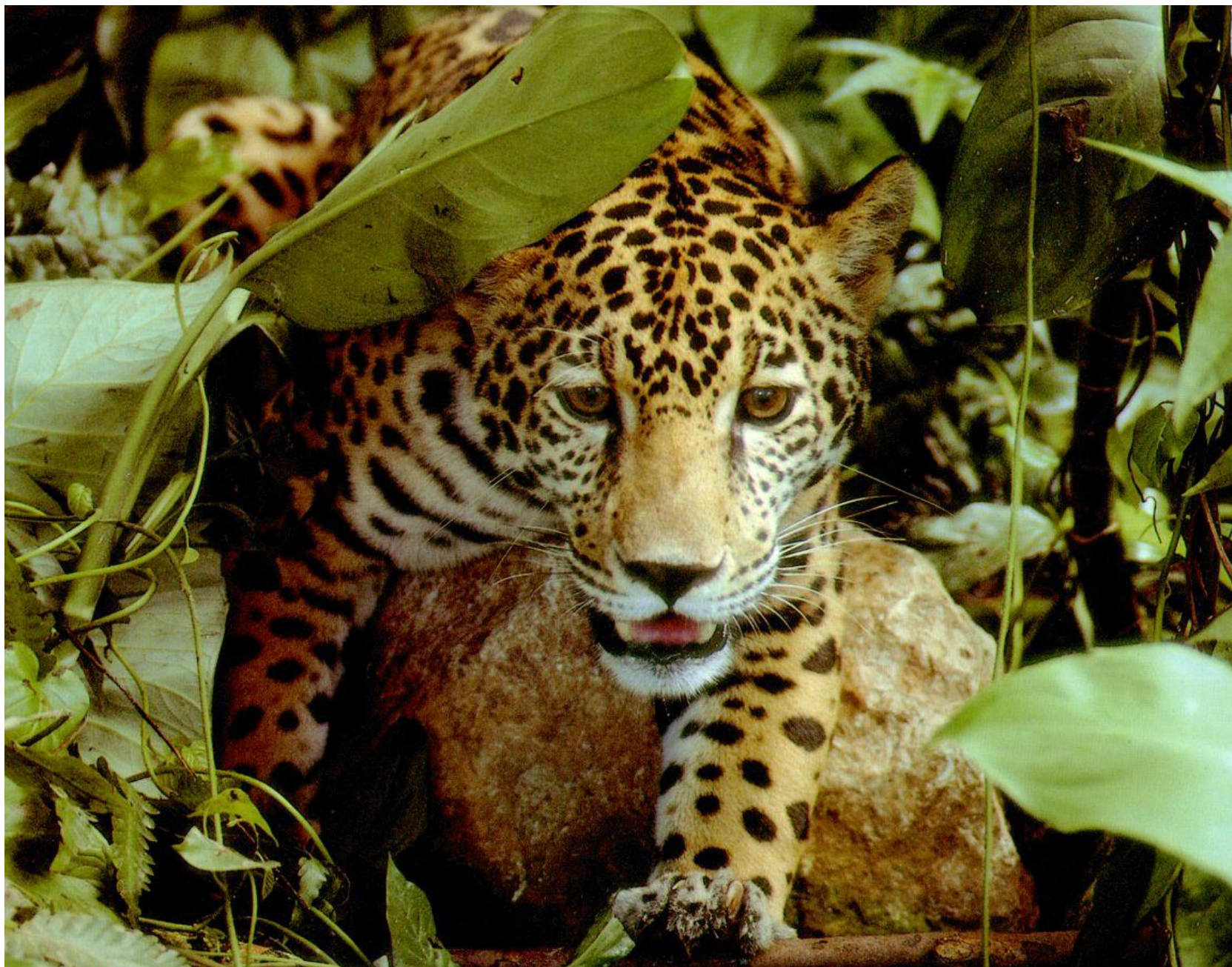


... és legnagyobb ragadozója, a jaguár (indián eredetű szó, jelentése: aki egy ugrással leterít), ...



Jaguár
Fotó: © WWF-Canon/ Y. J. Re-Millet

... és kitűnően rejtőzködik is.



Az erdőirtás + égetés „eredménye”: biodiversitás helyett rövid életű monokultúrák (legeltető szarvasmarha-tartás, szójatermesztés)



Brazília második legnagyobb folyója, a **Rio Paraná** jellegzetes folyásképe. A 14 000 MW-os Itaipu vízerőmű is erre a folyóra települt.



Az Iguazu folyón, a Paraná mellékfolyóján lévő **Cataratas do Iguazu vízesés**, a torkolatánál épült 250 000 lakosú **Foz do Iguazu város** és a Paraná folyón épült **Itaipu vízerőmű** helyszíne. (Guarani indián nyelven Itaipu = the sounding stone = a zen-gő kő.)

Jobbra: közelkép a vízesésről.



A brazil-paraguayi-argentín hármashatártól 20 km-re K-re, az Iguaçu folyón van a világ egyik legnagyobb óriásvízesése, a **Cataratas do Iguaçu**, mely 247 kisebb-nagyobb, többnyire 100 m esésű szakaszból áll.



A kimeríthetetlen bőségű természeti csoda: az **Iguaçu** vízesés-tömeg



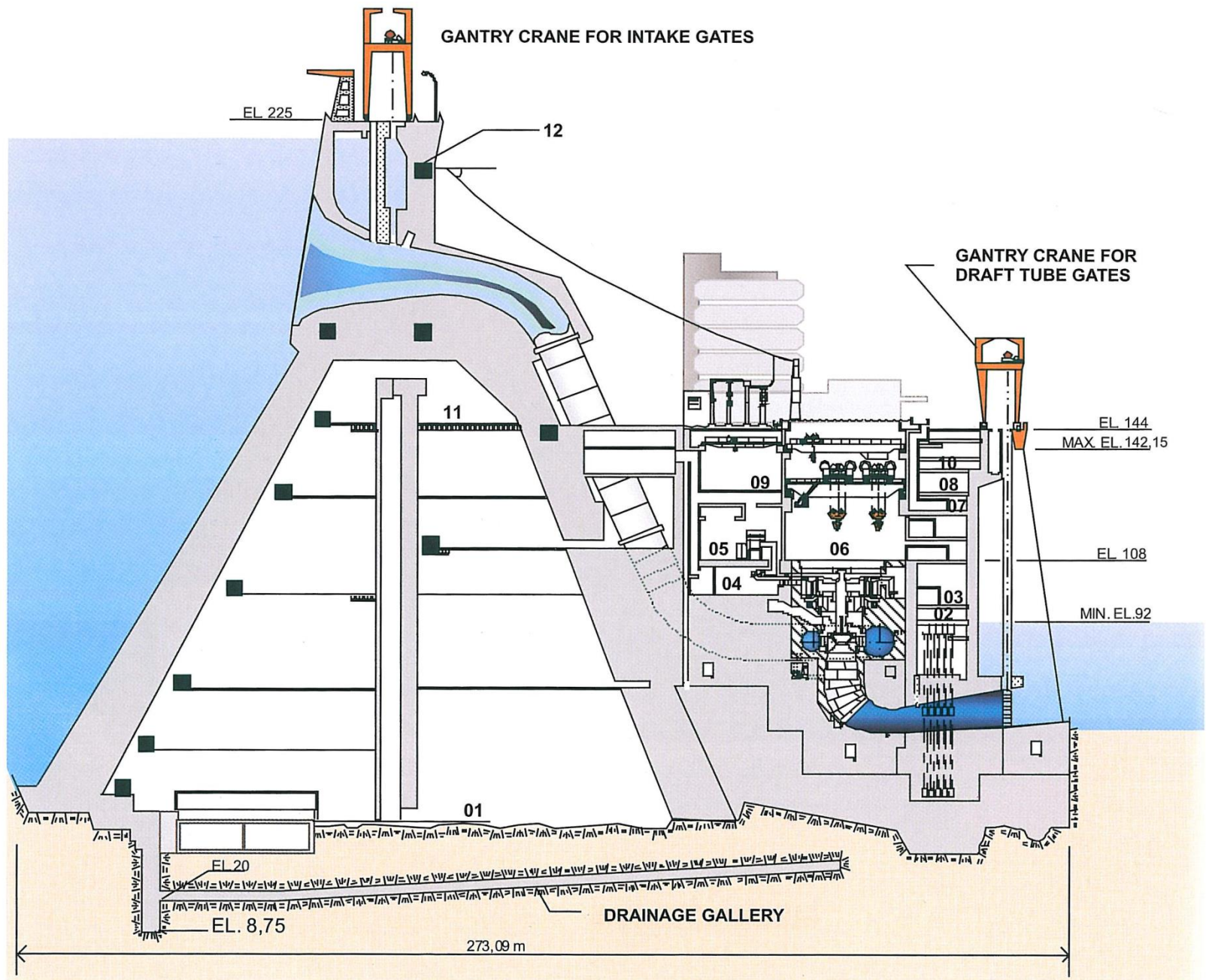
Az Itaipu gát és erőmű a felvíz felől



A brazil-paraguayi-argentín hármashatártól É-ra 20 km-re, a bővizű Paraná folyón épült az évekig világelső (most második), $2 \times 10 \times 700 = 14\,000$ MW-os **Itaipu** vízerőmű, melynek jobbparti fele 50 Hz-en Paraguay, balparti fele 60 Hz-en Brazília részére termel évente összesen kerekén 100 TWh villamos energiát. A háttérben az 1350 km²-es tározó, középen a 196 m koronamagasságú gát és az erőmű, az előtérben az impozáns, 62 200 m³/s maximális áteresztő képességű, közel 500 m hosszú, lejtős árapasztó.



Az Itaipu erőmű fő üreges súlygátjának és gépházának keresztmetszete



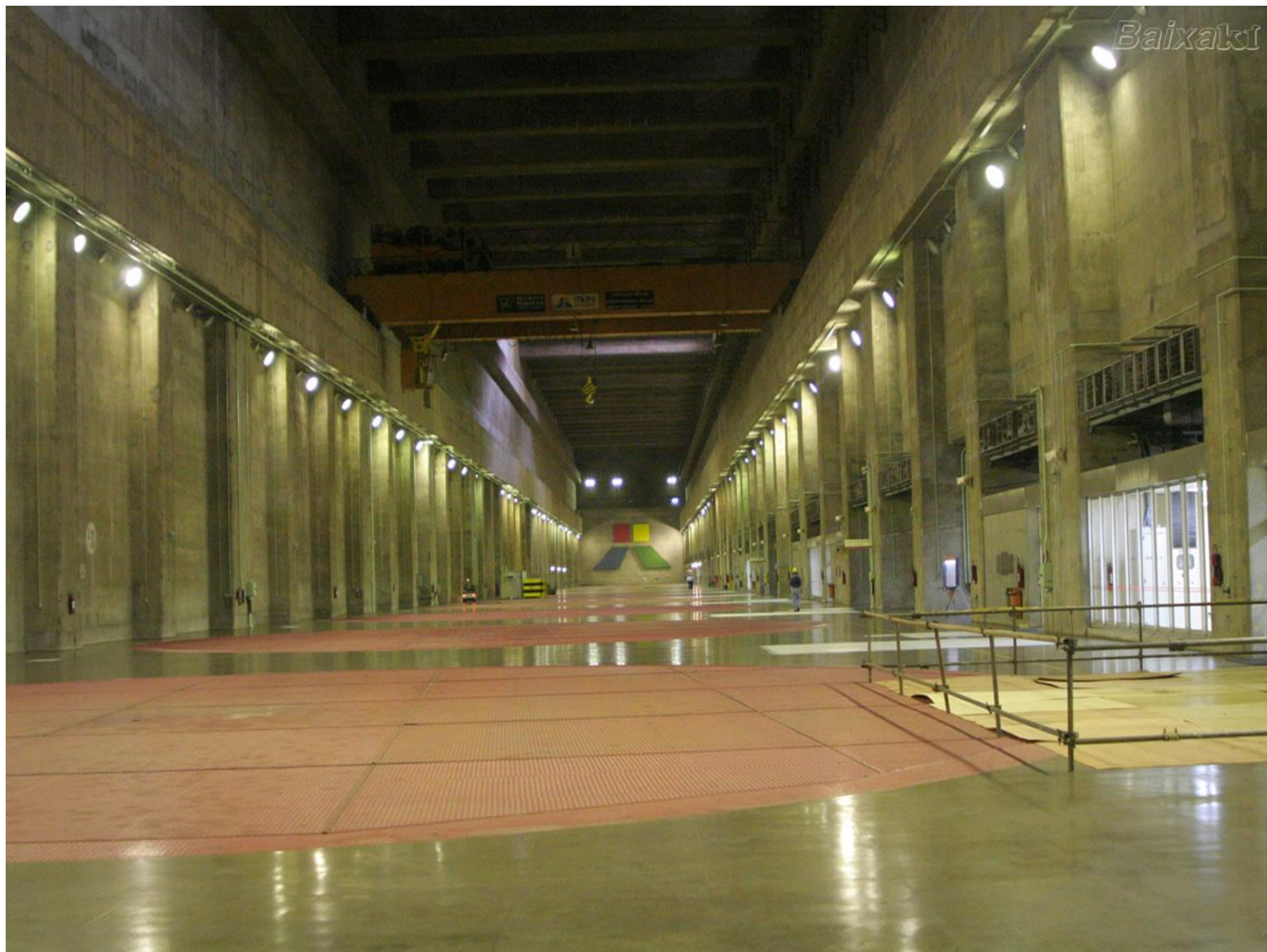
Az Itaipu vízerőmű 700 m³/s víznyelésű, 700 MW-os Francis-turbináinak ø10 m-es ejtőcsövei. A kép bal felső sarkában látszanak az 500 kV-os kivezetések sodronyai.



Emberek és méretek ...



Az Itaipu erőmű gépháza, ahol szinte semmit nem látni a gépekből.



A gépházi daru éppen egy Francis-turbina járókerekét emeli az elkerített munkaterületen belül.



Az Itaipu vízerőmű 700 MW-os Francis-turbinája és generátora közötti tengelykapcsoló.

(A kép a 10. helyszámú utolsó paraguayi gépről készült.)



Az Itaipu erőmű 18/550 kV-os blokktranszformátorainak fülkéi (balra). A folyosó végén egy tartalékfázis látható.



Az Itaipu vízerőmű 700 MW-os generátorainak blokktranszformátorai a 24 000 fős, 3 milliárd USD/év árbevételű brazil **WEG Transformadores** gyárban készültek, amelyet 1961-ben alapított **Werner Ricardo Voigt**, **Eggon** **João da Silva** és **Geraldo Werninghaus**. Telephelyei: Brazíliában 10, külföldön (pl. Indiában és Kínában) 9 db, azaz a cég egy brazil multi.

A 200 tonnás egyfázisú egység adatai a brazil (balparti) oldalon: 256 MVA, 18/550 kV, 60 Hz, a paraguayi (jobbparti) oldalon 275 MVA, 18/550 kV, 50 Hz. Mivel az 550 kV-os kapcsolóberendezések nagyon gyors tranzienseket (VFT-ket) keltő SF₆ szigetelésű tokozottak, a világon először a transzformátorokon is elvégezték a **VFT próbát**, amely szigorúbb, mint a 250/2500 µs-os kapcsolási hullámú vizsgálat.



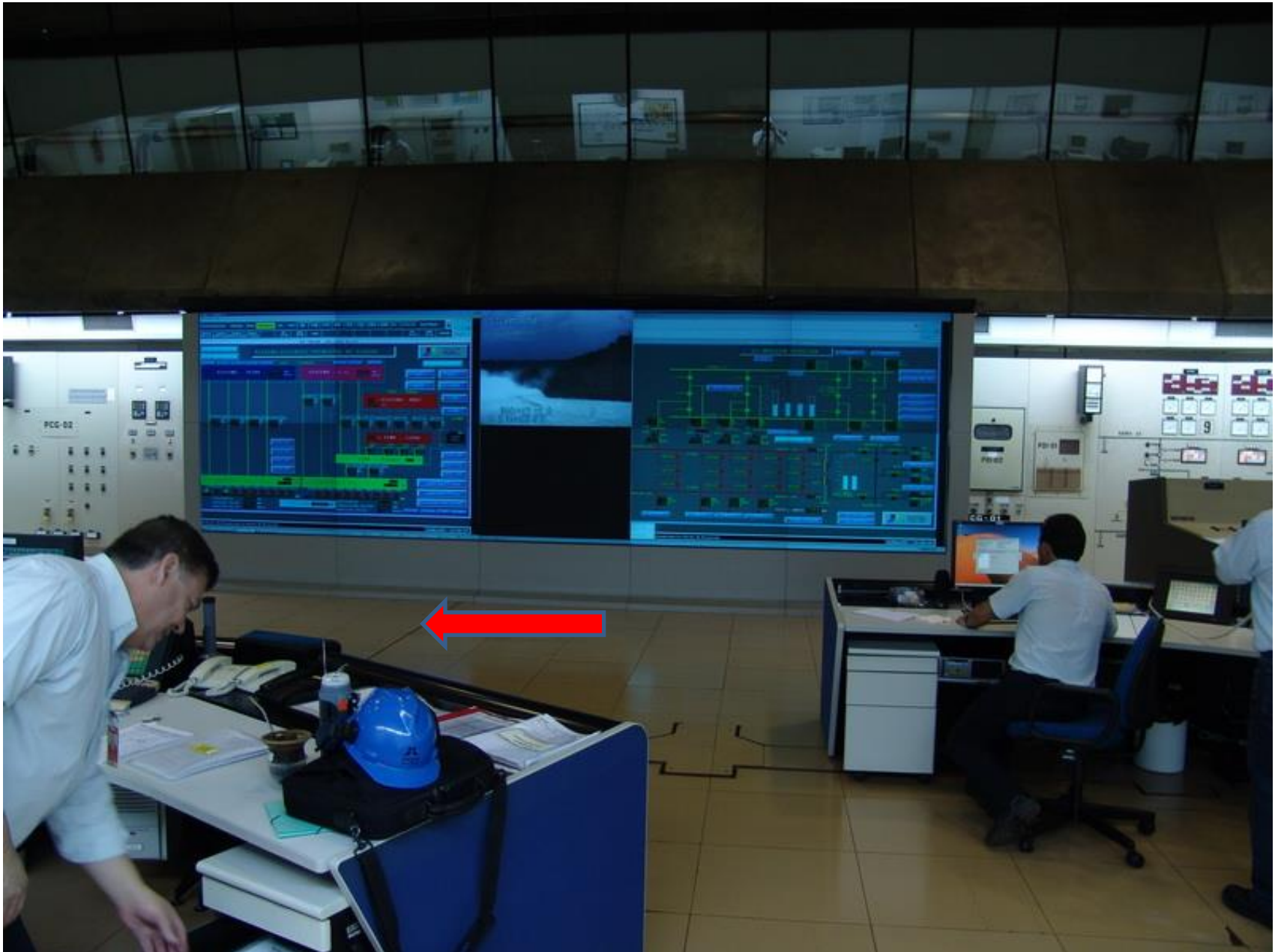
Az Itaipu erőmű 550 kV-os SF₆ szigetelésű kapcsolóberendezése.



Az Itaipu erőmű vezénnyelje a látogatói galériáról. Elöl a paraguayi, hátul a brazil rész.



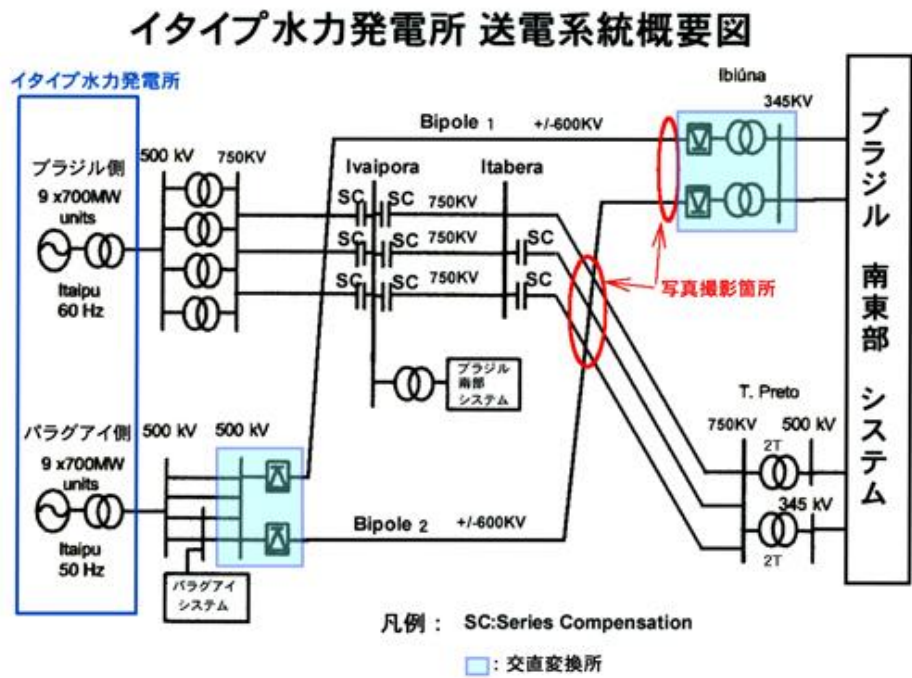
A vezénylő nagyméretű tablója. Apadlón a paraguayi-brazil **országhatár vonala**; jobbra a paraguayi (1-10.), balra a brazil oldali (11-20.) gépek.



A $(10+10) \times 700 = 14\,000$ MW-os Itaipu vízerőmű átviteli hálózati csatlakozása:
Mind a 10 db, à 700 MW-os, 50 Hz-es paraguayi, mind a 10 db, ugyancsak à 700 MW-os, 60 Hz-es brazil generátor 18/550 kV áttételű, fázisegységes blokktranszformátorokon keresztül csatlakozik a gát gépházában lévő 550 kV-os, SF₆ szigetelésű tokozott kapcsolóberendezéshez.

A paraguayi erőműrésztől induló 4 db 500 kV-os egyrendszerű távvezeték közül 2 db becsatlakozik a 2 km-re lévő Itaipu Paraguay 500/220 kV-os, 50 Hz-es alállomásba, majd tovább halad az Itaipu Brazil alállomásig, a másik két távvezeték egyenesen az Itaipu Brazil alállomásba fut be, és szállítja Brazília felé a paraguayi erőműrész teljesítményének azt a részét, amelyre a paraguayi villamosenergia-rendszernek nincs szüksége.

A brazil erőműrésztől induló 4 db 500 kV-os egyrendszerű távvezeték csatlakozik a 11 km-re lévő **Itaipu Brazil** alállomás 500/750 kV-os kapcsolóberendezéséhez, mely az **Ivaiporã** és **Itaberá** alállomásokon keresztül 3 db egyrendszerű, kb. 900 km nyomvonal-hosszúságú 750 kV-os távvezetékét indítja a São Paulo melletti **Tijuco Preto** 750/500/345 kV-os alállomáshoz.



Az Itaipu erőmű paraguayi részétől az Itaipu Paraguay állomás felé menő 4 db egyrendszerű, 500 kV-os, 50 Hz-es távvezeték, négyes kötegű fázisvezetővel, rendszerenként kb. 2000 MW termikus terhelhetőséggel.



Az Itaipu erőmű brazil részétől az Itaipu Brazil állomásba csatlakozó 4 db egyrendszerű, 500 kV-os, 60 Hz-es távvezeték, négyes kötegű fázisvezetővel, rendszerenként kb. 2000 MW termikus terhelhetőséggel.



Az Itaipu vízerőmű felülnézete műholdképen. A középben látható tört vonal a Brazília és Paraguay közötti országhatár, mely a vezénylőépület közepén halad át.

Narancssárga ellipszisben: a paraguayi erőműrész 4 db 500 kV-os, 50 Hz-es távvezetéke

Piros ellipszisben: a brazil erőműrész 4 db 500 kV-os, 60 Hz-es távvezetéke.



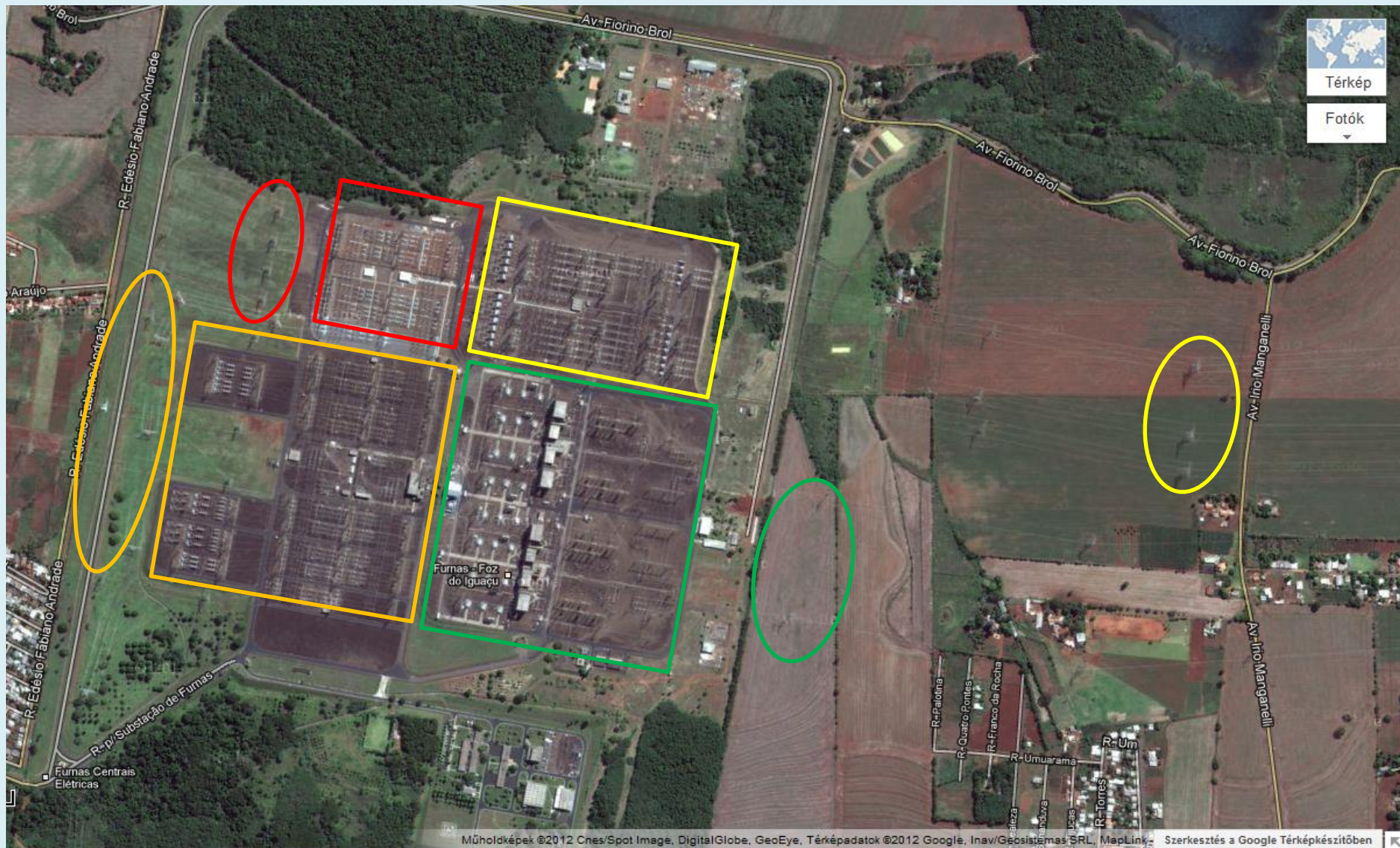
Az Itaipu Paraguay 500/220 kV-os, 50 Hz-es alállomás műholdképe.

Középső narancssárga ellipszisekben: a paraguayi erőműrésztől induló 4 db 500 kV-os, 50 Hz-es távvezeték közül az alállomásba becsatlakozó, majd továbbhaladó kettőnek a végoszlopai.

Jobb oldali narancssárga ellipszisben: az alállomást kikerülő két távvezeték oszlopai.



Az Itaipu Brazil alállomás műholdképe: **500 kV 60 Hz:** a 4 db távvezeték végszlopai és a kapcsolóberendezés; **750 kV 60 Hz:** a kapcsolóberendezés és a 3 db távvezeték oszlopai; **500 kV 50 Hz:** a 4 db távvezeték végszlopai és a kapcsolóberendezés; **±600 kV DC:** az egyenirányító berendezés és a 2 db ±600 kV DC távvezeték végszlopai



Az Itaipu-São Paulo 750 kV-os távvezetékek külső kikötésű, ún. „nabla” tartóoszlopai, négyes kötegű áramvezetővel. Ezeken a vezetékeken lépett föl a 2009. november 10-i üzemzavar.



750 kV-os távvezeték saroktartó oszlopa, a háttérben egy nabla tartóoszlop.



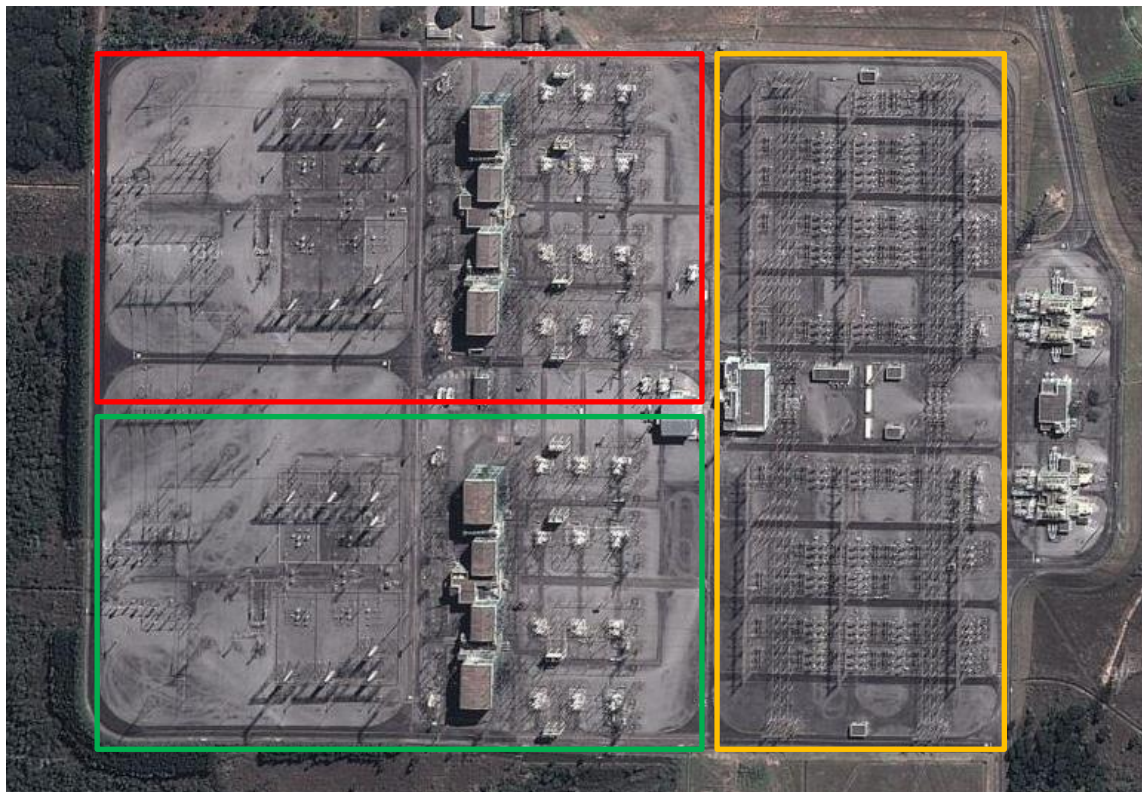
Az Itaipu vízerőmű São Paulo közötti kb. 800 km-es ± 600 kV-os egyenáramú összeköttetés vázlatos elhelyezkedése. A tényleges végpontok: a Foz do Iguaçu városától K-re fekvő **Itaipu Brazil alállomás egyenirányító része** és a São Paulótól Ny-ra lévő **Ibiúna inverter alállomás**.



Mivel az Itaipu erőmű 50 Hz-es, 7000 MW-os paraguayi része többet termel, mint amennyire Paraguay villamosenergia-rendszerének szüksége van, a többletet betáplálják a 60 Hz-es brazil rendszerbe. A **frekvencia konverziót** az Itaipu Brazil alállomás **egyenirányítója**, a 2 db Itaipu Brazil-Ibiúna ± 600 kV-os, egyenként 3150 MW-os **DC távvezeték** és az Ibiúna (São Paulótól 50 km-re Ny-ra lévő) alállomás **invertere** végzi.

Az Ibiúna inverter alállomás műholdképe.

Piros négyszögben a 818 km-es északi rendszer, **zöld négyszögben** a 807 km-es déli rendszer ± 600 kV-os DC kapcsolóberendezése, invertercsarnokai és transzformátorai, **narancs négyszögben** a 345 kV-os AC kapcsolóberendezés.



A ± 600 kV-os egyenáramú távvezeték filigrán kikötött tartóoszlopa 33 db egysapkás szigetelőből álló egyes tartóláncokkal, a két négyes kötegű áram- és a két védővezetővel. A kikötősodronyok az oszlopfej alatti, nyomvonalirányú konzolokhoz csatlakoznak.



A ± 600 kV-os egyenáramú távvezeték alállomási végfeszítő oszlopa.



A brazil villamosenergia-rendszer eddigi legnagyobb hálózati üzemzavara 2009. november 10-én történt.

1. 22:13-kor S fázisú 1FN földrövidzárlat lépett fel az Itaipu Brazil-São Paulo 750 kV-os távvezetékhármass Itaberá alállomásán, az Ivaiporã-Itaberá I. távvezetékmezőben (ez a $t_0=0$ időpont).
2. Még fennállt az I. rendszer S fázisú zárlata, amikor a $t_1 = t_0 + 13,5$ ms-ban T fázisú 1FN földrövidzárlat keletkezett az Ivaiporã-Itaberá II. távvezetéken.
3. Még fennállt mindkét előbbi zárlat, amikor a $t_2 = t_0 + 17$ ms-ban R fázisú 1FN föld-rövidzárlat lépett fel az Itaberá alállomás „A” gyűjtősinjén.
4. Azután, hogy az Itaberá alállomás gyűjtősinvédelme kikapcsolta az „A” gyűjtősinnt – amelyre az Ivaiporã-Itaberá I. és II. távvezeték csatlakozott –, az Ivaiporã-Itaberá III. rendszer Ivaiporã alállomási söntfojtójának túláramvédelme kikapcsolta a III. rendszert is, ezáltal megszűnt a 750 kV-os kapcsolat Itaipu és São Paulo között.

5. A metszékbomlás következtében a São Pauló-i körzet súlyosan deficitessé (58,3 Hz), az Itaipu-körzet súlyosan szufficitessé (63,5 Hz) vált. A fellépett teljesítménylengés miatt az Itaipu vízerőmű brazil oldalán kiesett 5 db 700 MW-os generátor ($-\Sigma 3100$ MW)
6. A hiány miatt összeomlott a São Pauló-i körzet feszültsége, ez okozta az Itaipu Brazil-Ibiúna (São Paulo) mindkét ± 600 kV-os DC távvezeték kiesését is (-5329 MW).
7. A kaszkád összeomlás okozta teljes kiesés kb. 25 000 MW volt, mintegy 60 millió lakos maradt áram nélkül.

A brazil hálózatnak ilyen viharokat kell kibírnia. A 2009. november 10-i rendszerüzemzavart is egy ilyen orkánnak tulajdonítják.



Az Amazonas mellékfolyóján, a bővizű Rio Tokantins-on épült $12 \times 350 + 11 \times 375 + 2 \times 22,5 = 8370$ MW-os **Tucuruí** vízerőmű. A kép jobb felén a kétrészes gépház, bal felén a 23 átömlőnyílásos, $110\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ áteresztésű árapasztó (spillway). A vasbeton súlygát magassága 78 m, a tározó területe 2850 km^2 .



Nem is egyszerű az esetenként több km széles folyók fölött és földnyelveiken helyet találni a nagyfeszültségű kivezetések oszlopainak.



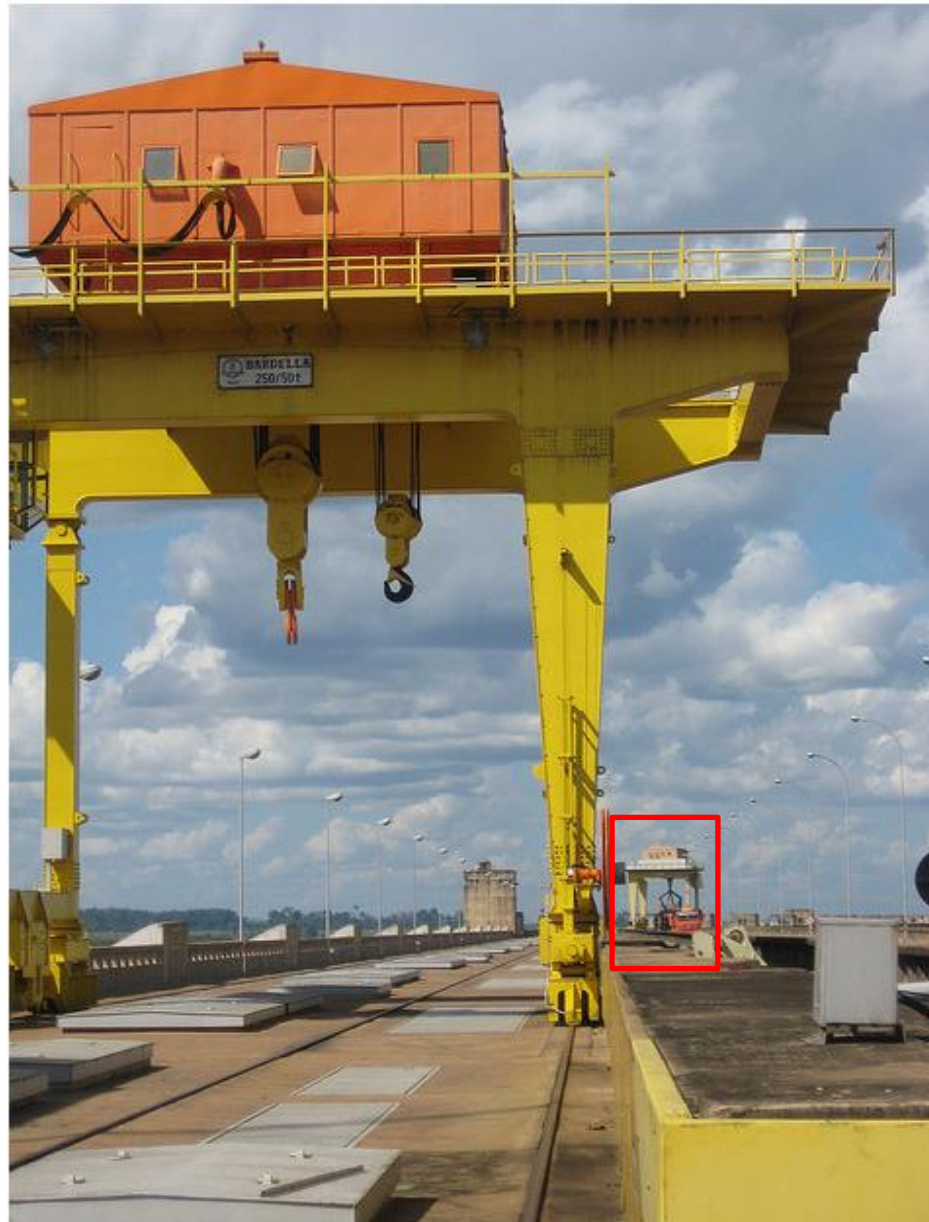
A 23 gépes, 8370 MW-os **Tucuruí** vízerőmű generátorcsarnokának fele.



A **Tucuruí** gát erőművi része az alvízi balpart felől nézve. Jól kivehető a gépház tetején lévő 6+5 db géptranszformátor, a nagyfeszültségű szabadvezetékeket indító 6+5 db portál, valamint a **konzolos vezénnyelődoboz**



Az erőművi gát tetjén közlekedő 250+50 tonnás, merev + csuklós lábú portáldaru. A háttérben az árapasztó gát tetején járó **ugyanilyen daru**.



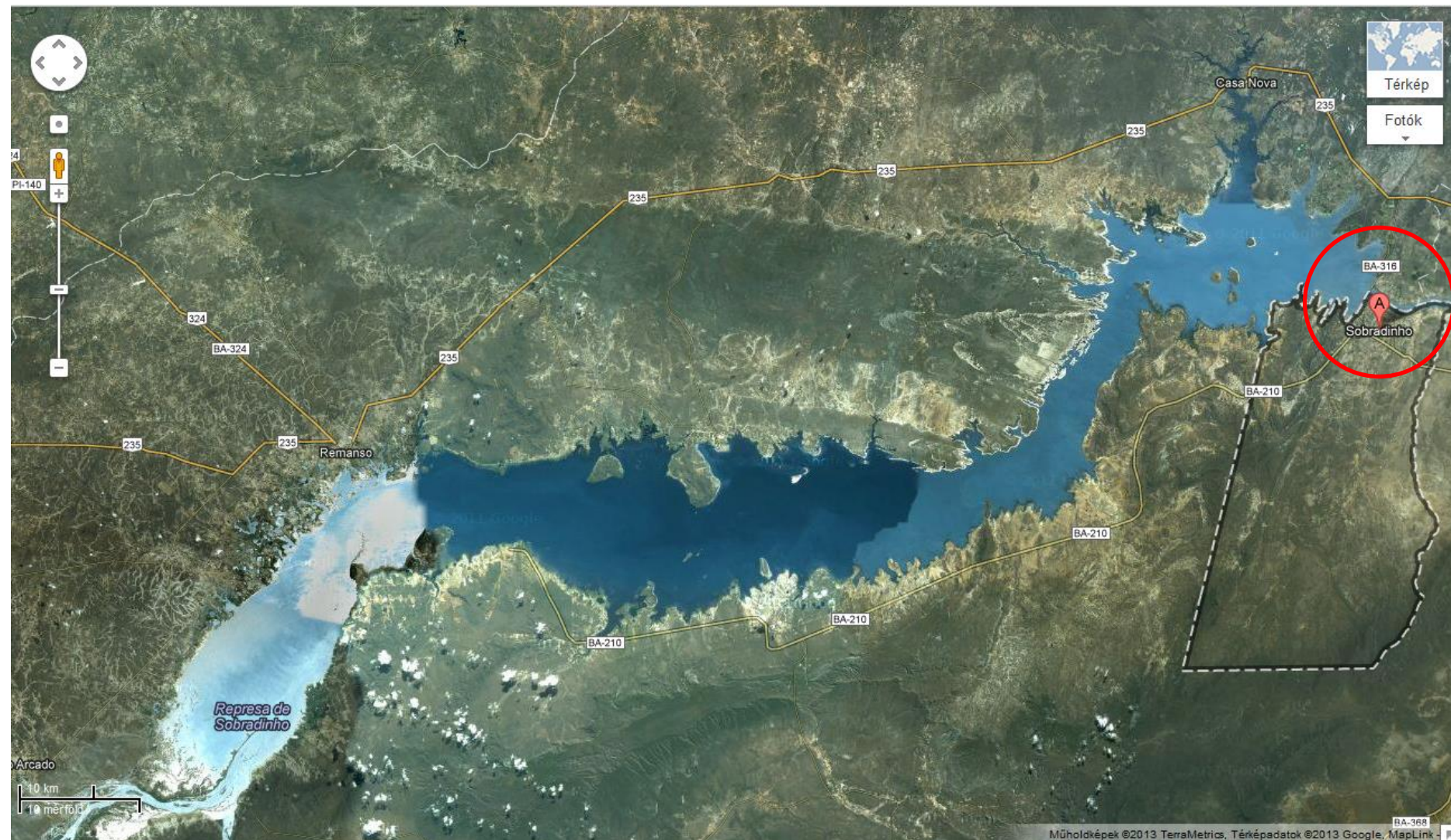
A Minas Gerais államban, az 1000 m magas Brazil Felföldön eredő és az Atlanti Óceánba Maceió és Aracaju városok között torkolló, 2914 km-es folyó a negyedik leghosszabb Dél-Amerikában. Átlagos vízhozama 3000, a maximális 12 000 m³/s. Rajta 9 db, összesen 12 475 MW EBT-jű vízerőmű üzemel. A 4214 km²-es **Sobradinho tározó** a 12. legnagyobb a világon (a Balaton 6-szorosa).



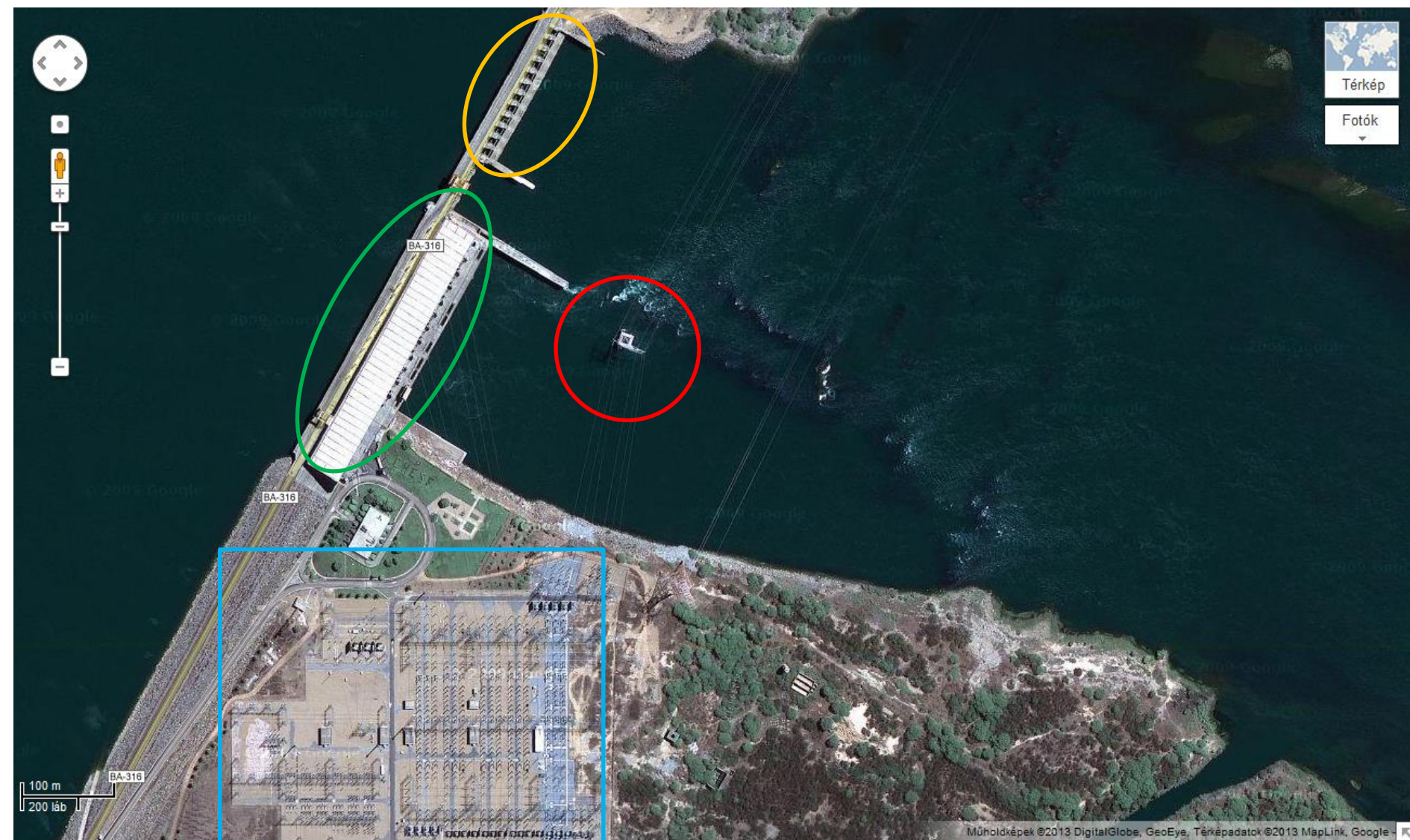
A Rio São Francisco felső szakaszának jellemző kanyonja. A folyót 1504. október 4-én, Assisi Szent Ferenc ünnepnapján fedezte föl Amerigo Vespucci, innen az elnevezés.



A Rio São Franciscon épült $6 \times 175 = 1050$ MW-os **Sobradinho** vízerőmű 4214 km²-es tározója. Az erőmű **itt** található.



A Rio São Francisco épült 1050 MW-os Sobradinho vízerőmű árapasztója, gépháza, szabadtéri kapcsolóberendezése és az alvízi mederbe épített kétrendszeres távvezetékoszlopa.



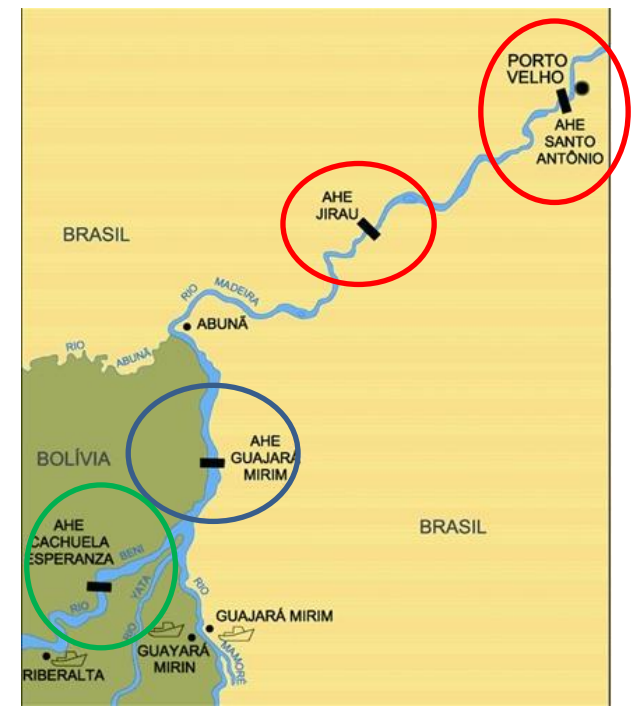
Az Amazonas-medence vízerő-potenciáljának kihasználását nem a főágon, hanem a bővizű mellékfolyókon kezdik, pl. a Madeira-projekt keretében: a brazil amazóniai esőerdős vidéken tervezik a 3750 MW-os **Jirau** és a 3150,4 MW-os **Santo Antônio** tározás nélküli folyami (run-of-the-river) erőművet.

A Madeira-projekt keretében a folyó bolíviai, illetve brazil-bolíviai közös szakaszán is épül vízerőmű: a **Cachuela Esperanza** és a **Guajará Mirim**. Ez lehetővé teszi, hogy Bolívia, amely a Chilével vívott 1884-es há-borúban elvesztette csendes-óceáni partvidékét, most az erőművekkel hajózhatóvá tett Madeirán és az Amazonason át kihajózzon az Atlanti-óceánra.

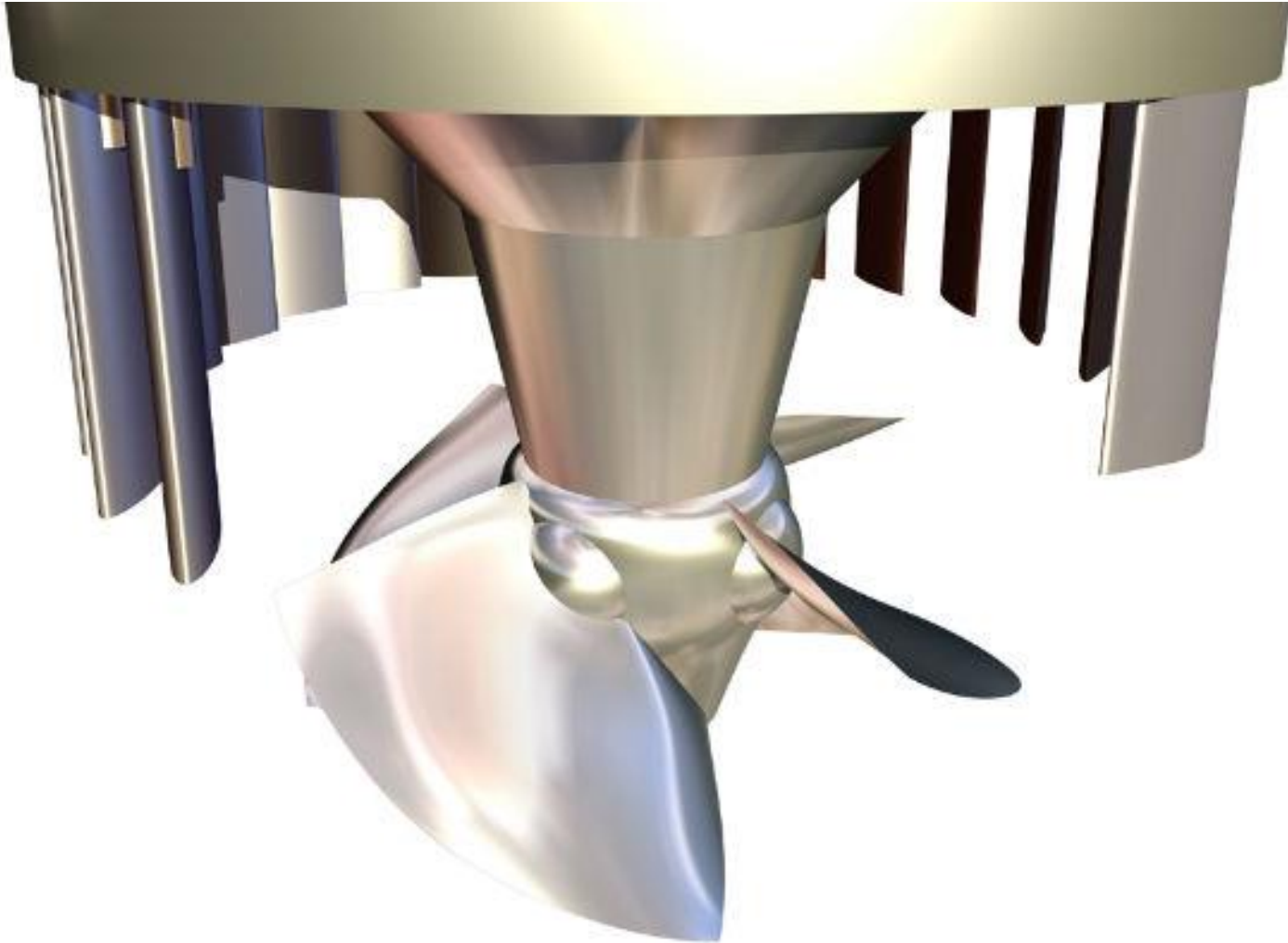


Source: Wall Street Journal, 2010

Figure 2: Hydro- Dam Projects in the Amazon



Alstom-Brazília gyártmányú Kaplan-turbina viszonylag kis – max. 60 m – esésű, de nagy víznyelésű, angol szakkifejezéssel „run-of-the-river” típusú, tározás nélküli folyami erőművekhez, pl. az Amazonasra. A turbina lehet függőleges és vízszintes tengelyű.



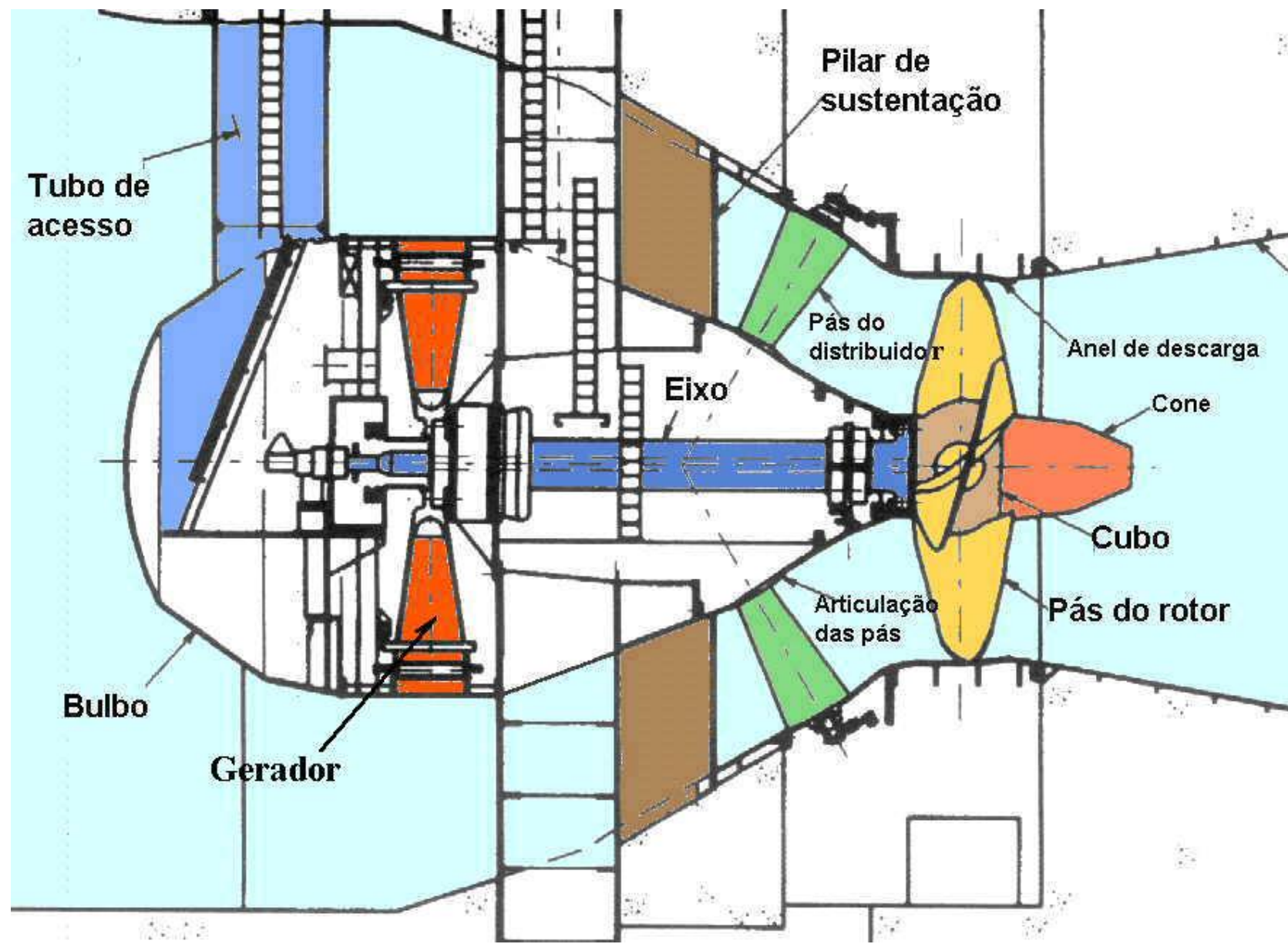
Az ÉNy-brazíliai Madeira folyón (az Amazonas mellékfolyóján), a bolíviai határhoz közel, esőerdős övezetben tervezett **3750 MW-os Jirau** run-of-the-river (tározás nélküli folyami) vízerőmű építése, 50 db 75 MW-os vízszintes tengelyű Kaplan-csőturbínával. „Tározója” mindössze kétszer akkora, mint az érintett, tározás nélküli, eredeti vízfelület.



A $44 \times 71,6 = 3150,4$ MW-os Santo Antônio tározás nélküli folyami vízerőmű építése az elterelt Madeira folyó medrében, vízszintes tengelyű Kaplan-csőturbinákkal.

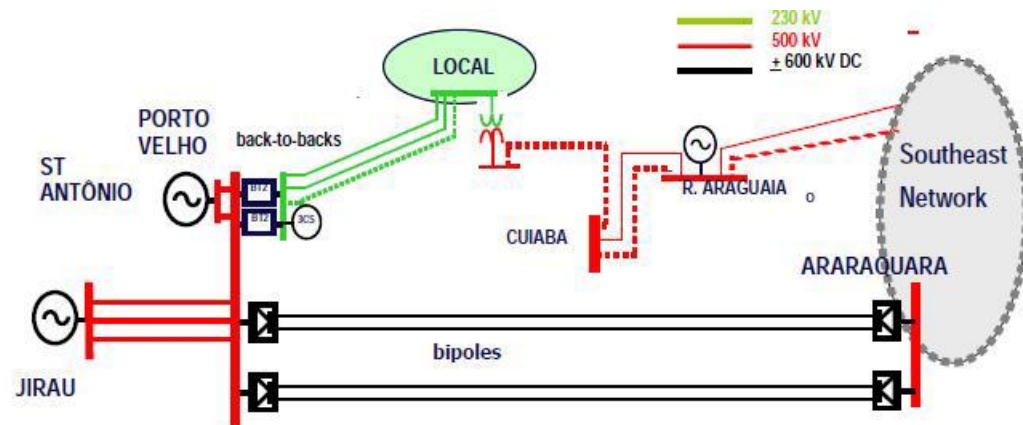


A Jirau és a Santo Antônio run-of-the-river vízerőmű vízszintes tengelyű Kaplan-csőturbínája és generátora



A világ épülő leghosszabb, 2375 km-es, ± 600 kV-os egyenáramú összeköttetése, mely a Madeira folyón épülő 3750 MW-os Jirau és a 3150,4 MW-os Santo Antonio tározás nélküli vízerőművek teljesítményét fogja a **Porto Velho** alállomástól közbenső alállomás nélkül az **Araraquara** alállomásig, a legiparosodottabb Sao Paulói körzetbe szállítani.

Porto Velho és Araraquara között 2 db egyrendszerű, egyenként 3150 MW átviteli kapacitású ± 600 kV-os egyenáramú távvezeték épül ki. A tervezők ezt a konstrukciót megbízhatóbbnak tartják, mint az egyébként olcsóbban, kisebb területfelhasználással kivitelezhető kétrendszerű összeköttetést.



A Madeira-projekt keretében épülő 2 db Porto Velho-Araraquara 600 kV-os egyenáramú távvezeték egyikének feszítőoszlopai, négyes kötegű áramvezetővel és négyes, egy-sapkás üvegszigetelős feszítőláncokkal.



Az Amazonasba annak atlanti-óceáni torkolatától kb. 300 km-re beömlő **Xingu** folyón tervezik a $20 \times 560 = 11\,200$ MW-os **Belo Monte** erőművet és 550 km^2 -es tározóját (makett). Ez az építkezés váltotta ki az eddigi legnagyobb tiltakozást mind az indián őslakosság, mind a brazil és nemzetközi környezetvédők részéről.



Amazóniai indián őslakosok tiltakozó gyűlése. A transzparens felirata: „Nem akarunk Belo Montét”. A tiltakozás oka: féltik őserdei lakóhelyüket és földjeiket, halászati-vadászati lehetőségeiket, és tartanak az idegen telepések beözönlésétől, akik főleg szójatermesztésből akarnak megélni, s evégből irtanák az esőerdőt.



2012. június 15-én a Belo Monte erőmű építése ellen tiltakozók erőszakkal átvágták a Xingu folyót keresztben elzáró, a munkagödör kialakítását célzó föld- és sziklagátat.



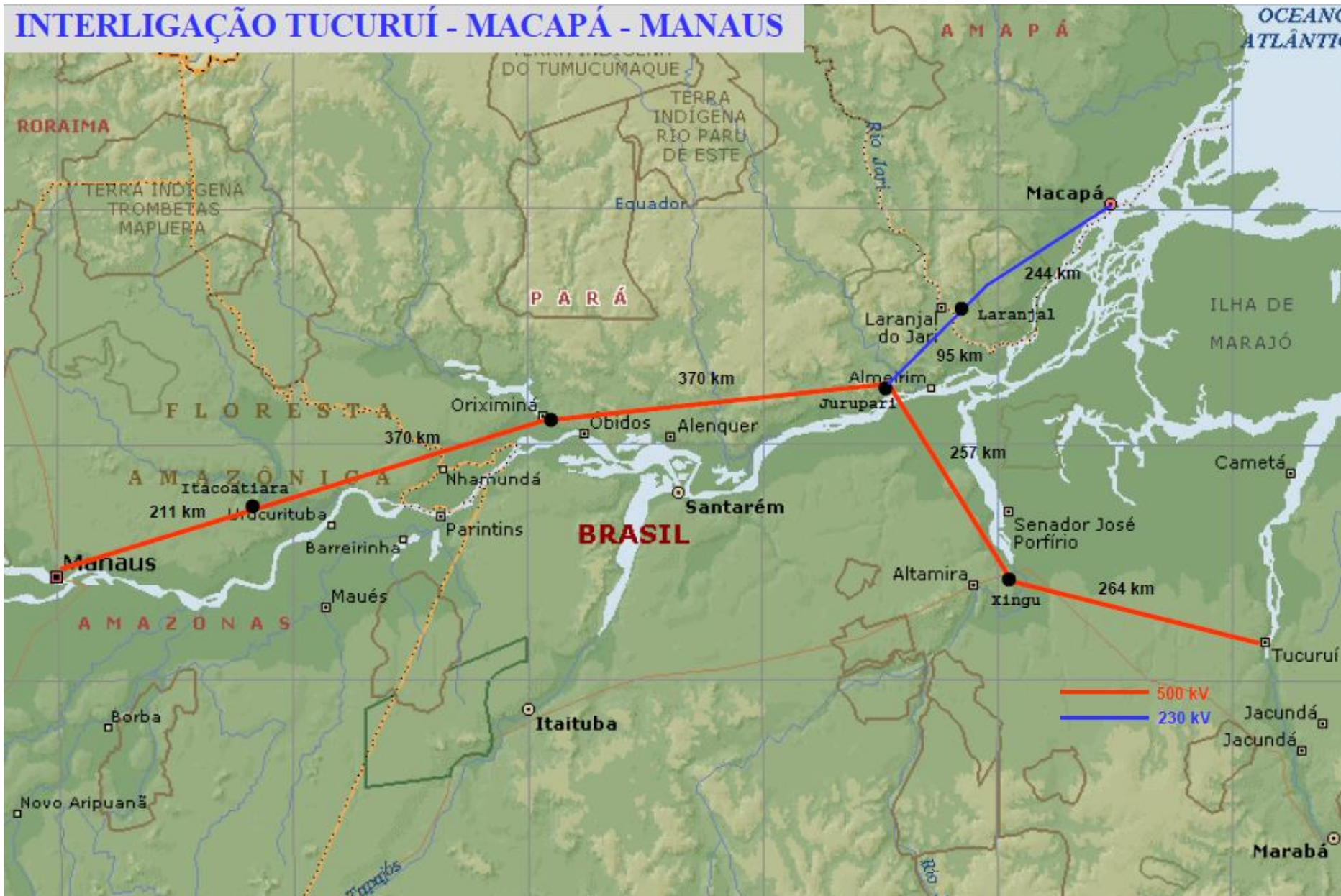
A Xingu folyó föld- és sziklagátjának erőszakos átvágása.



Az erőszakos átvágást végrehajtók és ünneplők STOP BELO MONTE jel-szót formáznak



A 8370 MW-os Tucuruí vízerőmű-Manaus 1472 km-es, 4 közbelső állomásos 500 kV-os összeköttetés, mely az Amazonas középső folyásvidékének alátámasztására szolgál.



A 2130 m széles Amazonas keresztezése a Tucuruí-Manaus kétrendszerű 500 kV-os távvezetékkel. A folyamkeresztező oszlopköz acélcső-tartóoszlopai 290 m magasak, feszítőoszlopai rendszerenként egytörzsűek. A vízszint feletti szabadmagasság 72 m.

TRAVESSIA RIO AMAZONAS

Dados Travessia Rio Amazonas

Extensão - 8,56 Km

Escavação - 1.506 m³

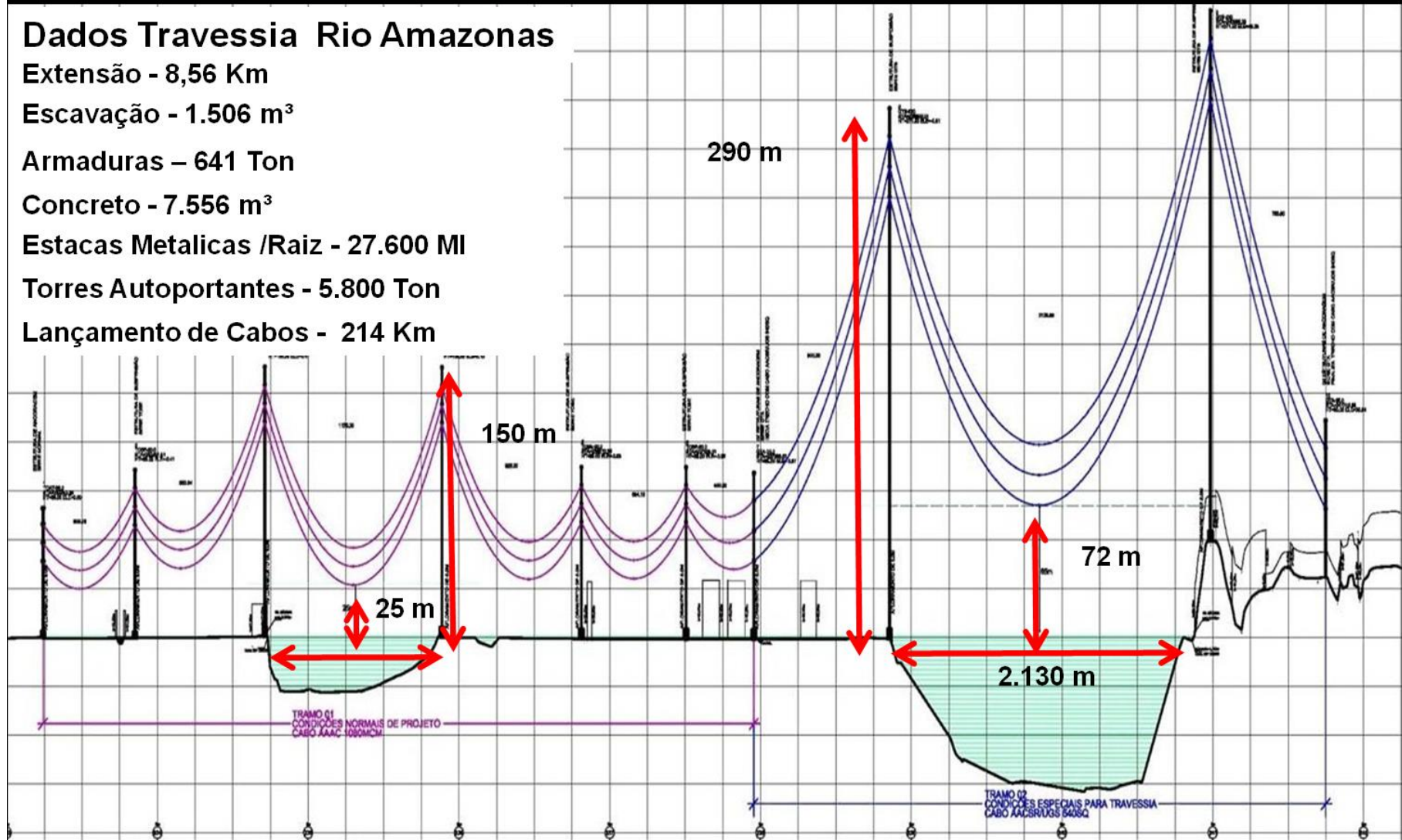
Armaduras - 641 Ton

Concreto - 7.556 m³

Estacas Metálicas /Raiz - 27.600 MI

Torres Autoportantes - 5.800 Ton

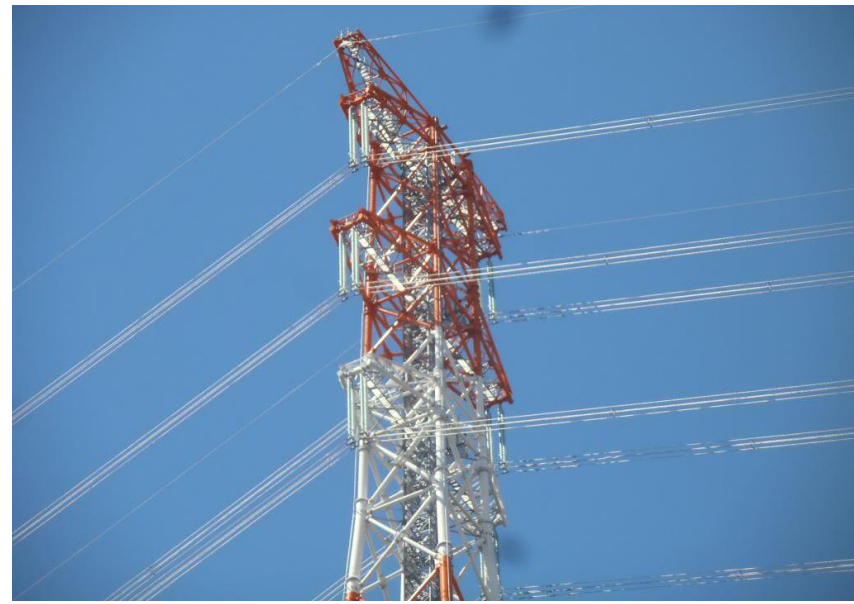
Lançamento de Cabos - 214 Km



A 2130 m-es folyamkeresztező oszlopköz.



A négyes kötegű áramvezetőt négyes szigetelőláncok tartják. A főszárak és a rácsrudak csavaros kötésű, karimás csőszakaszok. A toronyba lifttel lehet feljutni.



Pompás panoráma nyílik a 290 m-es folyamkeresztező tartóoszlop tetejéről az Amazónasra. Figyelmet érdemel a cső öv- és rácsrudak csomópontjainak kialakítása.



Foto: Divulgação

Modern 750 kV-os másfél-megszakító szabadtéri kapcsolóberendezés hibrid SF₆-os megszakítókkal és közép-forgószigetelős szakaszolókkal



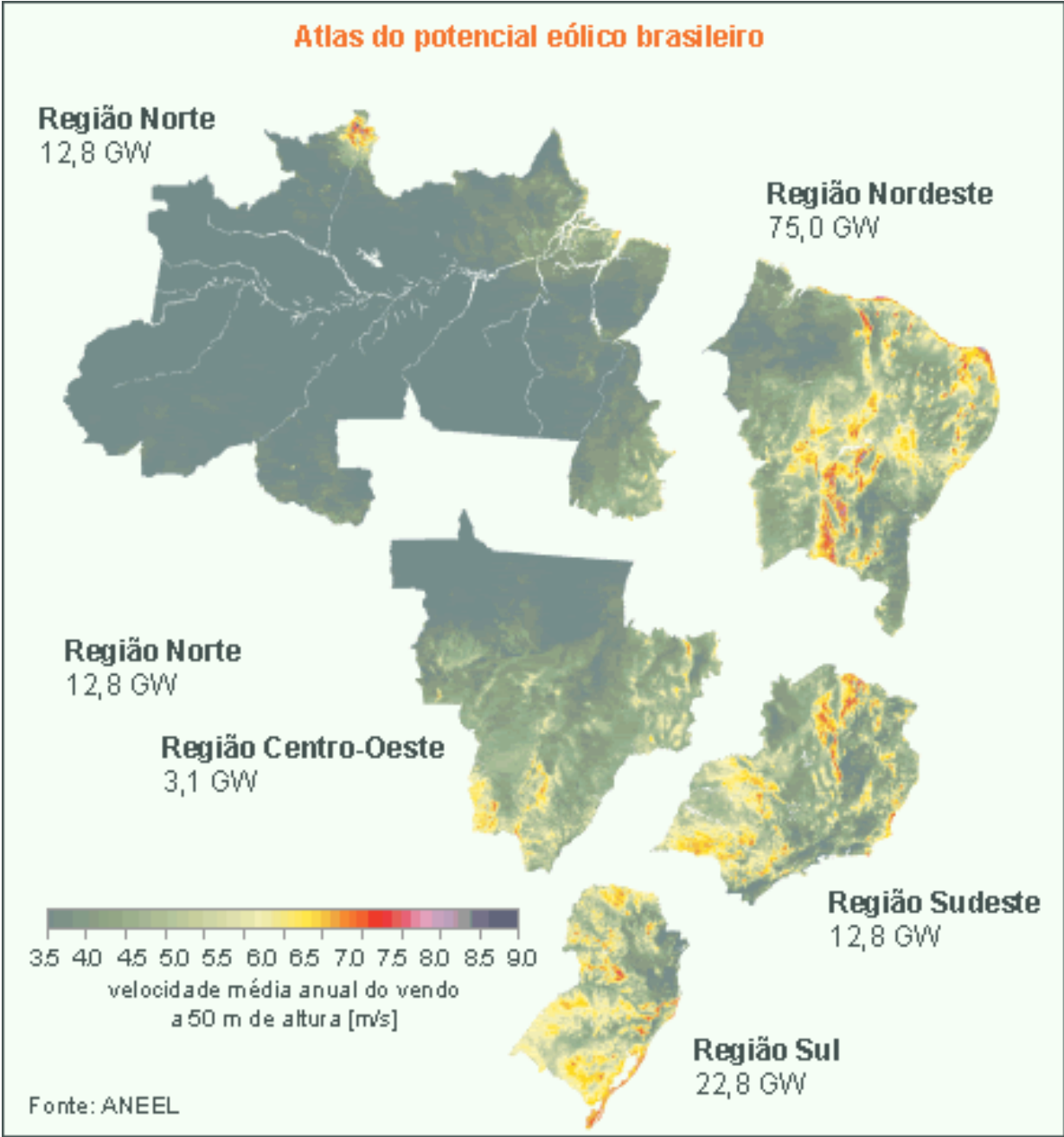
Brazília szélenergia-potenciálja és -hasznosítása

A Brazil Energiahivatal becslése szerint az ország nagy földrajzi régióinak szélenergia-potenciálja a következő (a vízszintes színskála az 50 m magasban uralkodó átlagos szélsébséget mutatja a 3,5-9,0 m/s tartományban):

Északi régió	12,8 GW
Északkeleti régió	75,0 GW
Közép-nyugati régió	3,1 GW
Délkeleti régió	12,8 GW
Déli régió	22,8 GW
Összesen	126,5 GW

Ez több, mint a 2011. évi teljes EBT (115 GW).

(Más becslés szerint 100 m-en a szélpotenciál 350 GW.)



Az Alstom brazil gyártmányú, ECO 122 típusú, 2,7 MW-os, 122 m rotor-átmérőjű szélturbinája, melyből egy 40 db-os, 108 MW-os szélfarmot építenek 2012-13-ban a legdélibb államban, Rio Grande do Sulban.



A gép méretét jól érzékelteti az alpin-technikával dolgozó két szerelő sziluettje.



A spanyol Gamesa cég a világ negyedik legnagyobb szélturbina-gyártója. Éves árbevétele ~3 milliárd EUR, 7000 főt foglalkoztat. Brazíliába több száz gépet szállított.



Ha a szélfarmot az esőerdőben telepítik, elég egy viszonylag keskeny bejáróutat nyitni, valamint a felállítás helyén valamelyes munkaterületet.



A brazil szélerőmű-kapacitás 2011-ben ~ 2 GW volt. A tervek szerint 2013-ra ezt 15 milliárd USD (~ 3300 milliárd HUF) magántőkés beruházással 5,3 GW-ra tervezik növelni, hogy csökkentsék a $\sim 70\%$ -os vízenergia-hányad miatti túlzott időjárás-függőséget. 2011 közepén a szélenergia ára 86 USD/MWh volt, míg a vízenergiáé 76 USD/MWh.



Az Alstom legújabb fejlesztésének prototípusa a belga tengerparton felállítva. **Teljesítménye 6 MW**, a 150 m átmérőjű rotor közvetlenül, közbenső áttétel nélkül hajtja az állandó mágnesű generátort, így kevesebb részegységet kell karbantartani. A rotor által súrolt felület 17 670 m². A 100 m magas torony alsó 25 m-es része nagyterpeszű rácsos acélszerkezet. A gép össztömege 1500 t. Ez a jövő szélturbinája.

Brazília a jelenlegi 2 GW-ról 2020-ra 27 GW-ra tervezi növelni a szél-EBT-t.



Közelkép az Alstom Haliade 150 típusú **6 MW** teljesítményű szélturbinájáról, melyből 2016-tól kezdve évente 100 db-ot fognak gyártani.



Csapágyhiba miatti túlmelegedés okozta tűz egy 2 MW-os szélturbinában ...

... és ami utána maradt.

Gyakori a rotort érő villámcsapás, mert bár a lapátban nincs fém, az üveg- vagy karbonszálas anyagnak nagyobb a relatív permittivitása, mint a levegőé, ezért torzítja (inhomogenizálja) a körülötte lévő villamos teret, azaz a lapát hegye ellenkísülés talppontja lehet.

Ezért nagy az igény a szélturbinák hatékony villám- és tűzvédelme iránt.



Brazília nukleáris energetikája

Az ország egyetlen működő atomerőművi telephelye a Rio de Janeirótól légvonalban 170 km-re Ny-ra fekvő Angra dos Reis városban van, az Atlanti-óceán partján. Jobbra az 1985-ben üzembe helyezett, 609 MWe teljesítményű Angra-I PWR reaktor, középen a 2000-ben üzembe lépett, 1280 MWe teljesítményű Angra-II PWR blokk.



Az Angra dos Reis telephelyen 1984-ben kezdték meg a Siemens KWU szállítású, 1405 MWe teljesítményű Angra-III reaktor építését, de a csernobili tragédia hatására 1986-ban leállították a kivitelezést, s azt csak 2010-ben folytatták. Az üzembe helyezést 2015-re tervezik. (A III. blokk a kép előterében.)

Brazília 2020-ig további 4 db 1200-1500 MW-os blokkot szándékozik megépíteni.



Kiégett fűtőelemek újrafeldolgozás előtti tárolása az erőmű területén lévő medencében (felső kép).



Radioaktív hulladékok ideiglenes hordós tárolása, amíg a Brazil Nukleáris Hatóság kijelöli a végleges hulladéktemetőt (alsó kép).



A Liebherr LR 13000 típusú, speciális lánctalpas daruja különlegesen nagy terhek (pl. több száz vagy ezer tonnás atomerőművi tartályok) emelésére. **Max. emelőképessége** a 120 m hosszú főgém 12 m-es radiális kinyúlásakor **3000 t!** A 126 m hosszú, billenthető segédgémmel a max. emelőmagasság 240 m. V8-as dízel motorja 1000 kW-os.



Napenergetika

A Földet érő napsugárzás teljesítménymérlege (petawattban)

A bejövő napsugárzás teljesítménye: 174 PW (1 PW = 10^{15} W = 1 trillió W) (sárga)

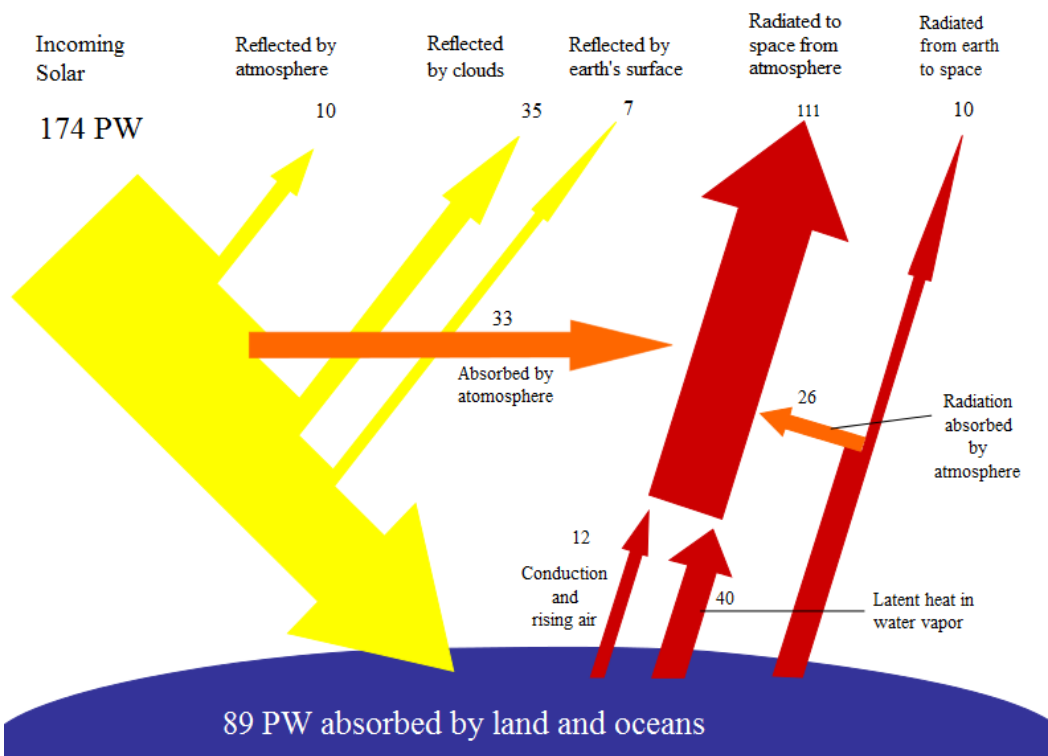
A légkör által visszavert: 10 PW (sárga); a légkör által elnyelt: 33 PW (narancs)

A felhők által visszavert: 35 PW (sárga); a földfelület által visszavert: 7 PW (sárga)

A szárazföldek és óceánok által elnyelt: 89 PW (sötétkék)

Eltávozó teljesítmény: a levegő hővezetése és felemelkedése: 12 PW (piros)

Rejtett hő a légköri vízgőzben: 40 PW (piros); a légkör által elnyelt sugárzás: 26 PW (n)



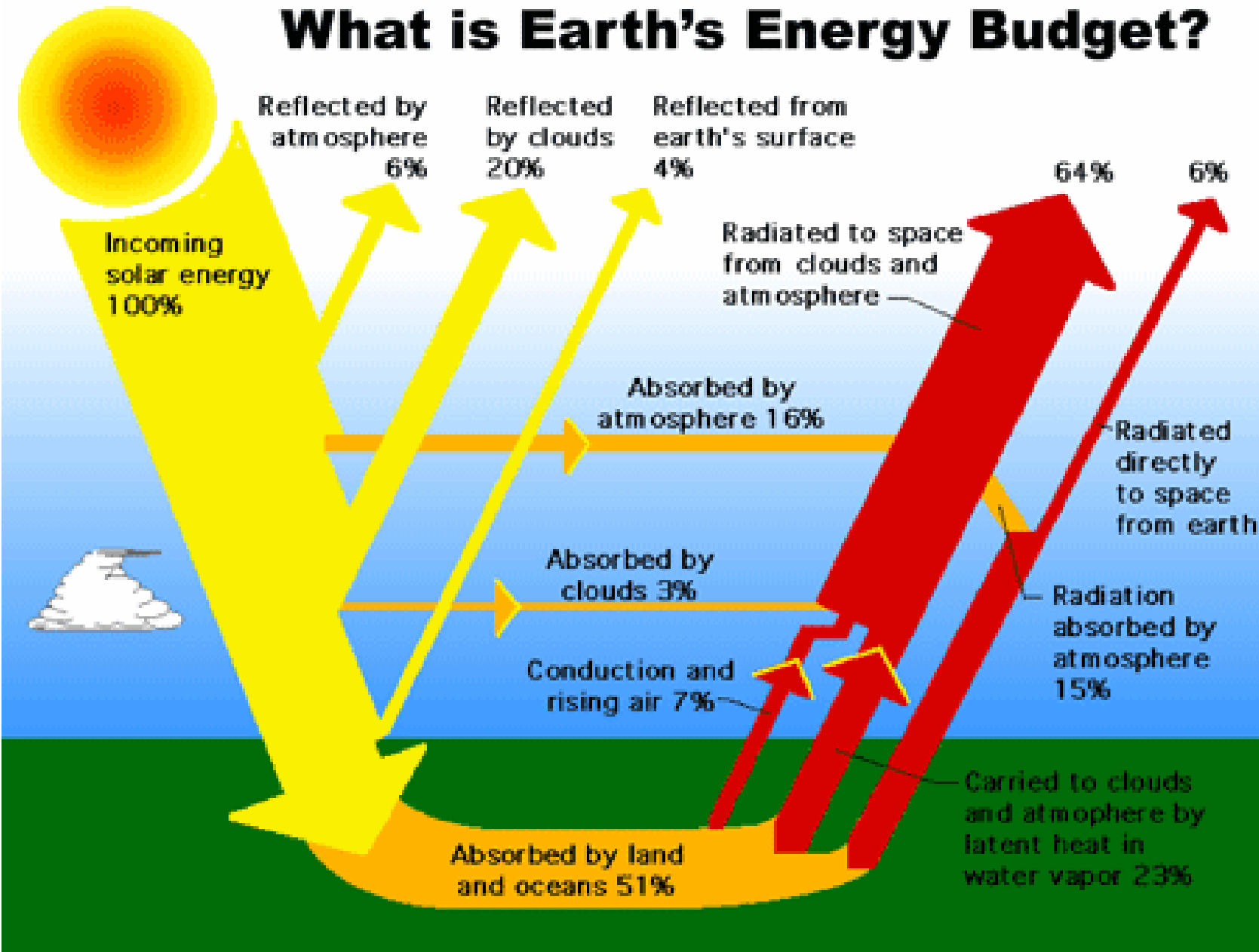
A földről az űrbe sugárzott: 10 PW (p)

A légkörből az űrbe sugárzott Σ :
 $33+26+12+40=111$ PW (piros)

Forrás: [] Wikipedia: Breakdown of the solar energy.svg

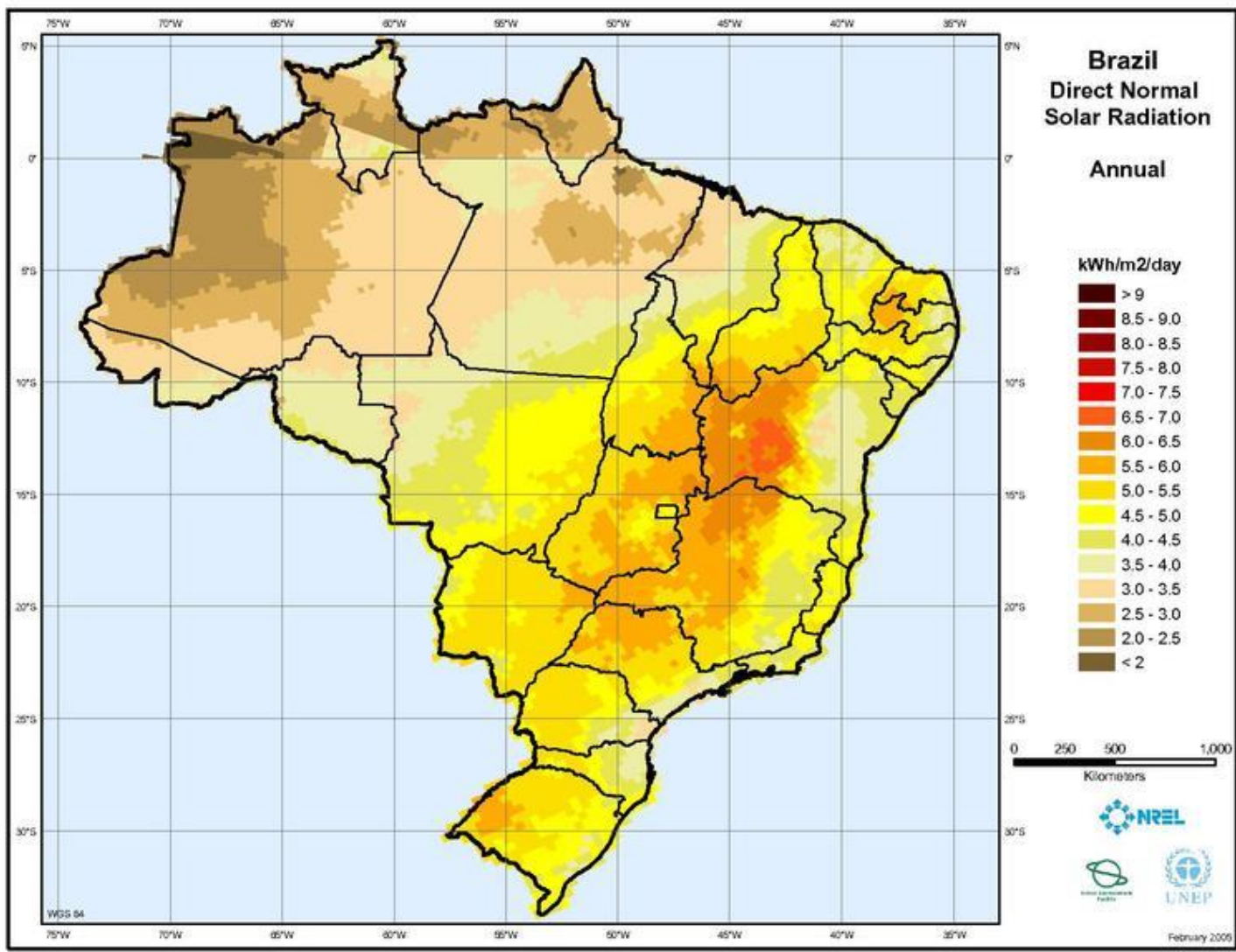
A Földet érő napsugárzás teljesítménymérlege (%-ban)

What is Earth's Energy Budget?



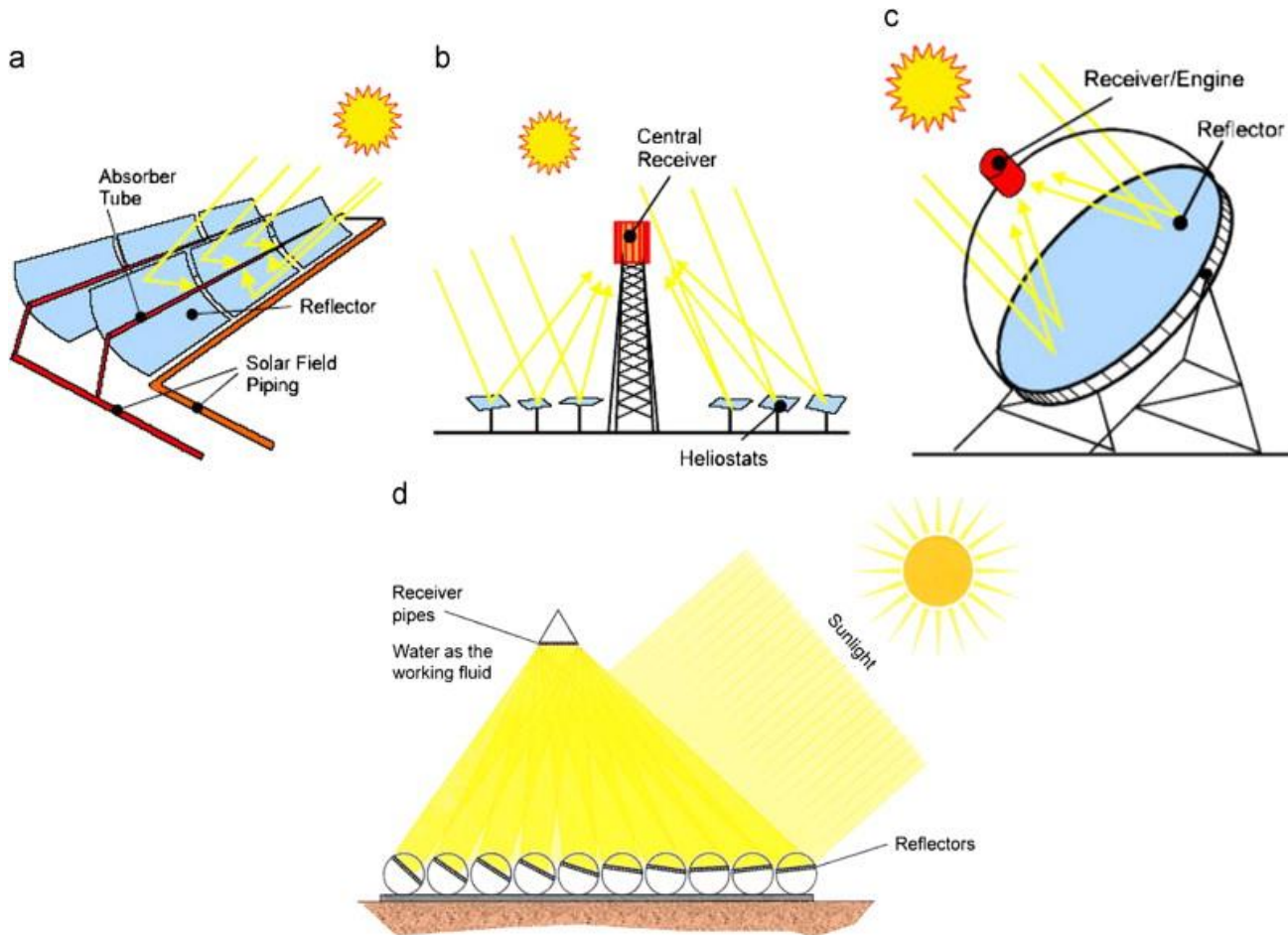
Brazília napenergetikája

Az ország napsugárzási térképe (a színskála mértékegysége: kWh/m²nap).
Szakértők szerint az ország napenergia-potenciálja 4-5-szöröse a szélénék.



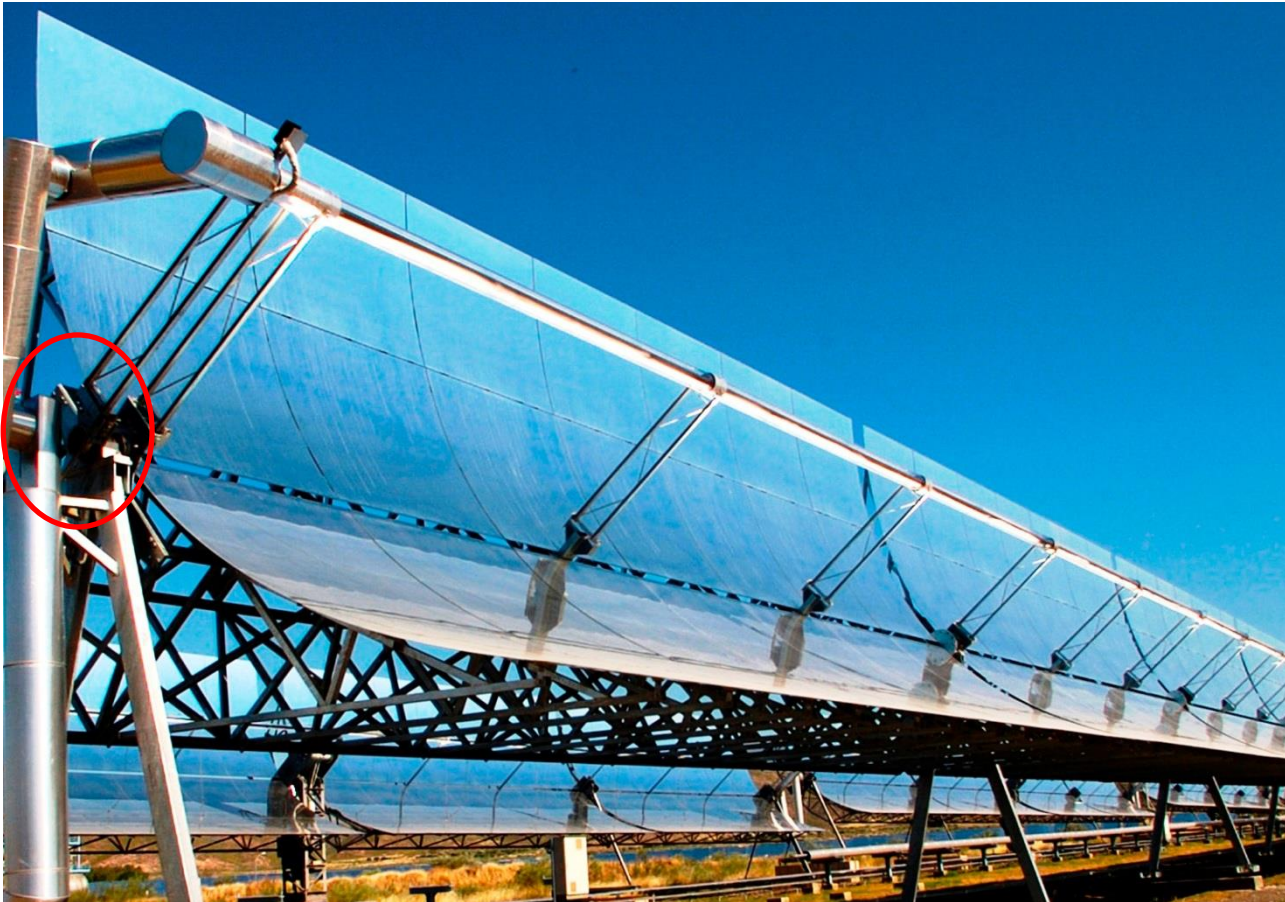
A napenergia-hasznosítás közvetett módszerei: a fókuszált napsugarak hőjével előállított nagynyomású és -hőmérsékletű vízgőz turbogenerátort hajt.

- a. Vályús parabolatükrös gőzfejlesztő
- b. Koncentrátortornyos gőzfejlesztő
- c. Parabolatányéros koncentrátor Stirling-motoros áramfejlesztővel
- d. Lineáris Fresnel-tükrös gőzfejlesztő

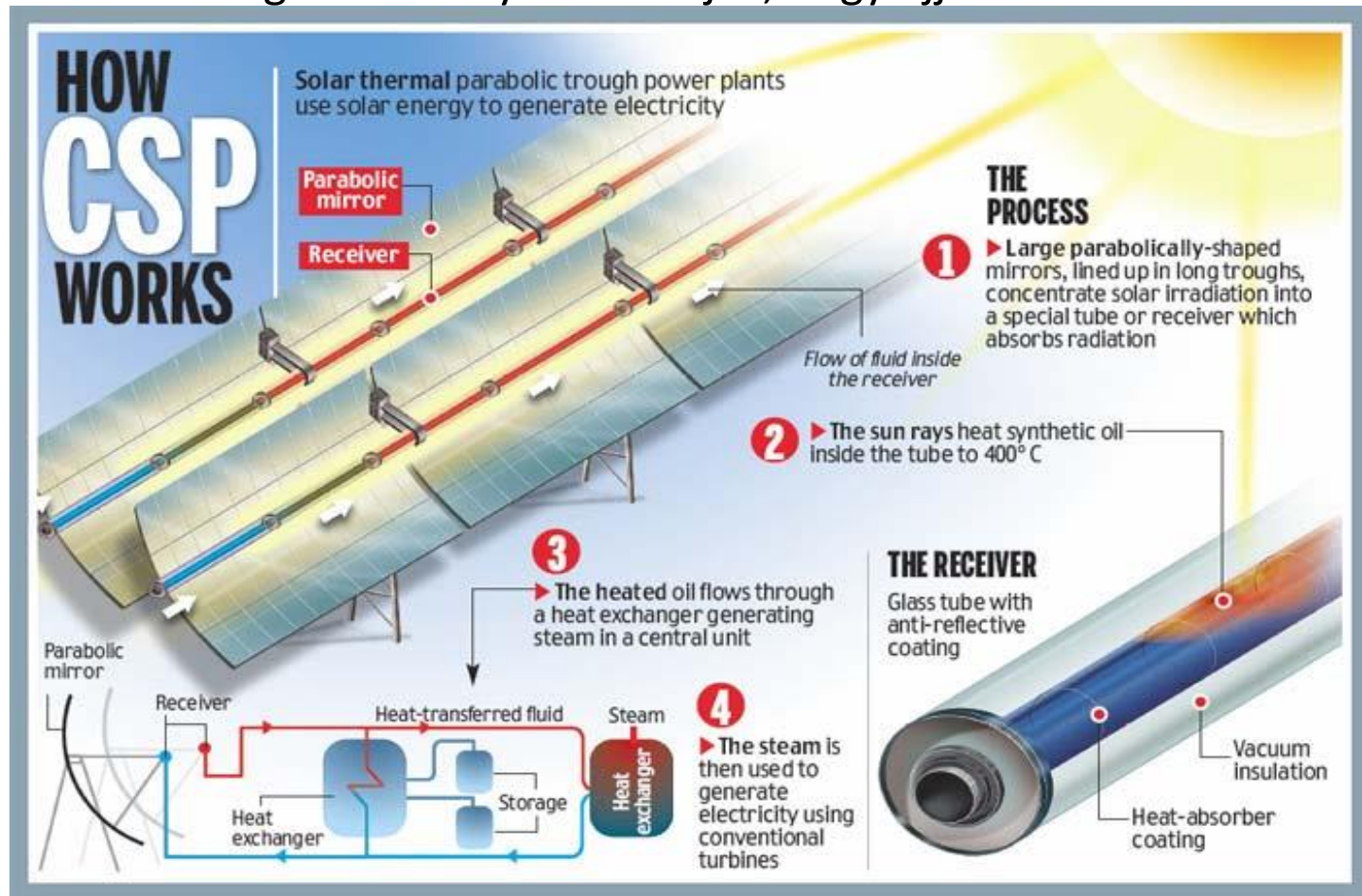


a. Vályús parabolatükrös naperómű

A vályús parabolatükrök-sorok fókuszában lévő csőben nyomás alatt olaj kering, melyet a naphő 400°C -ig hevít. A forró olaj hőcserélőben gőzt fejleszt, mely turbógenerátort hajt. A tükrrendszer számítógép-vezérlésű **szervomotorok** segítségével vízszintes tengely körül elforgatva követi a Nap horizont feletti magasságának változását úgy, hogy a parabola főtengelye mindig a napsugárzás irányának síkjába essék, így a tükrök által visszavert sugárzás a fókuszvonalban lévő csőben koncentrálódik.

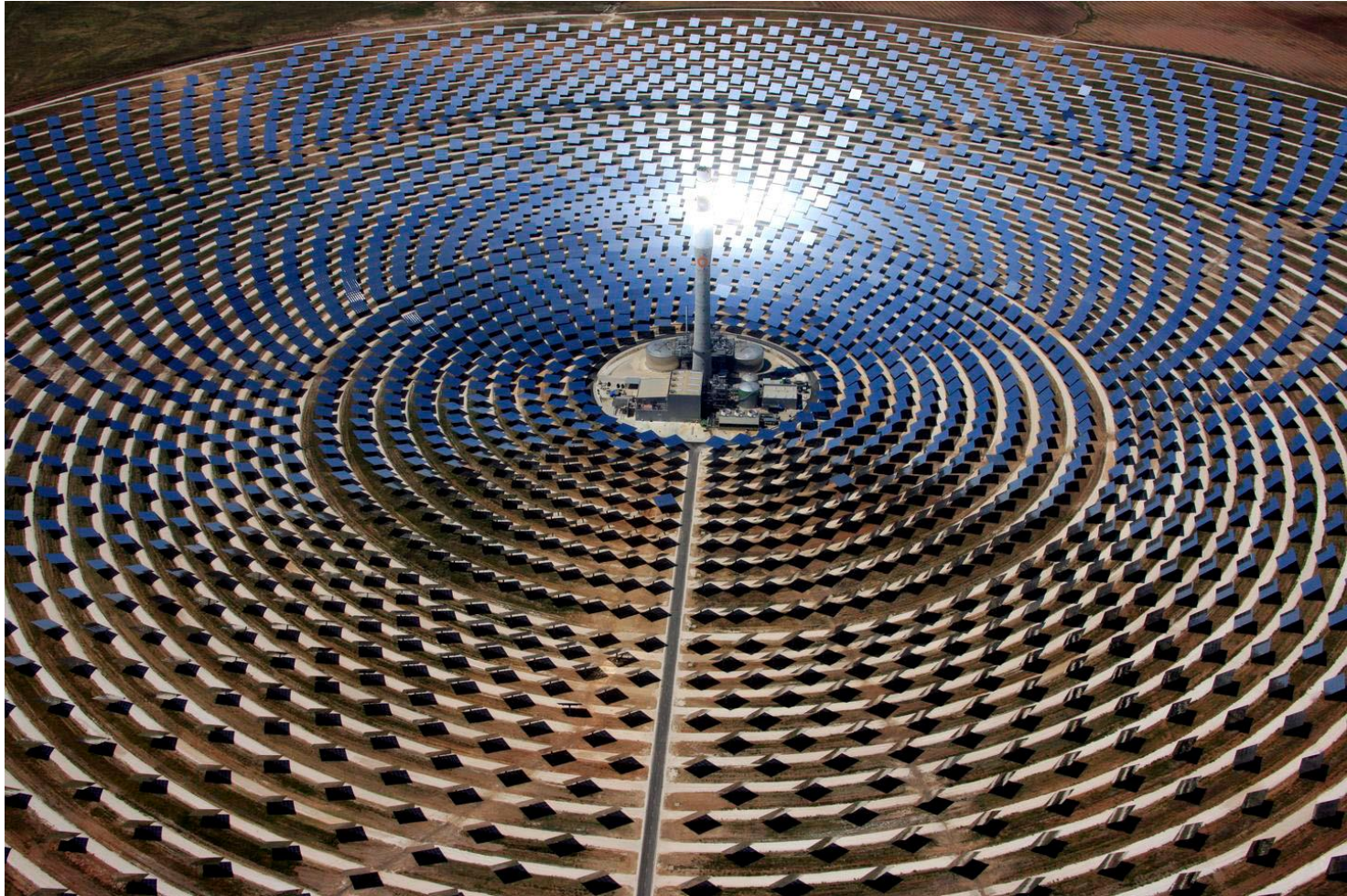


A vályús parabolatükör fókuszvonalában lévő sugárgyűjtő külső eleme kívülről fényvisszaverődést gátló bevonattal ellátott, vákuumálló üvegcső, belső eleme hőelnyelő burkolattal bevont nyomásálló rozsdamentes acélcső. A két cső között vákuum van, megakadályozva a belső csőben összegyűlt hő visszaáramlását. A szerkezet úgy van méretezve, hogy a vályú elején belépő hideg olaj hőmérséklete a végére elérje a 400°C-t. A forró olaj egyik része a hőcserélőben gőzt fejleszt, mely turbógenerátort hajt, másik részét hőszigetelt edényben tárolják, hogy éjjel is termelhessenek áramot.

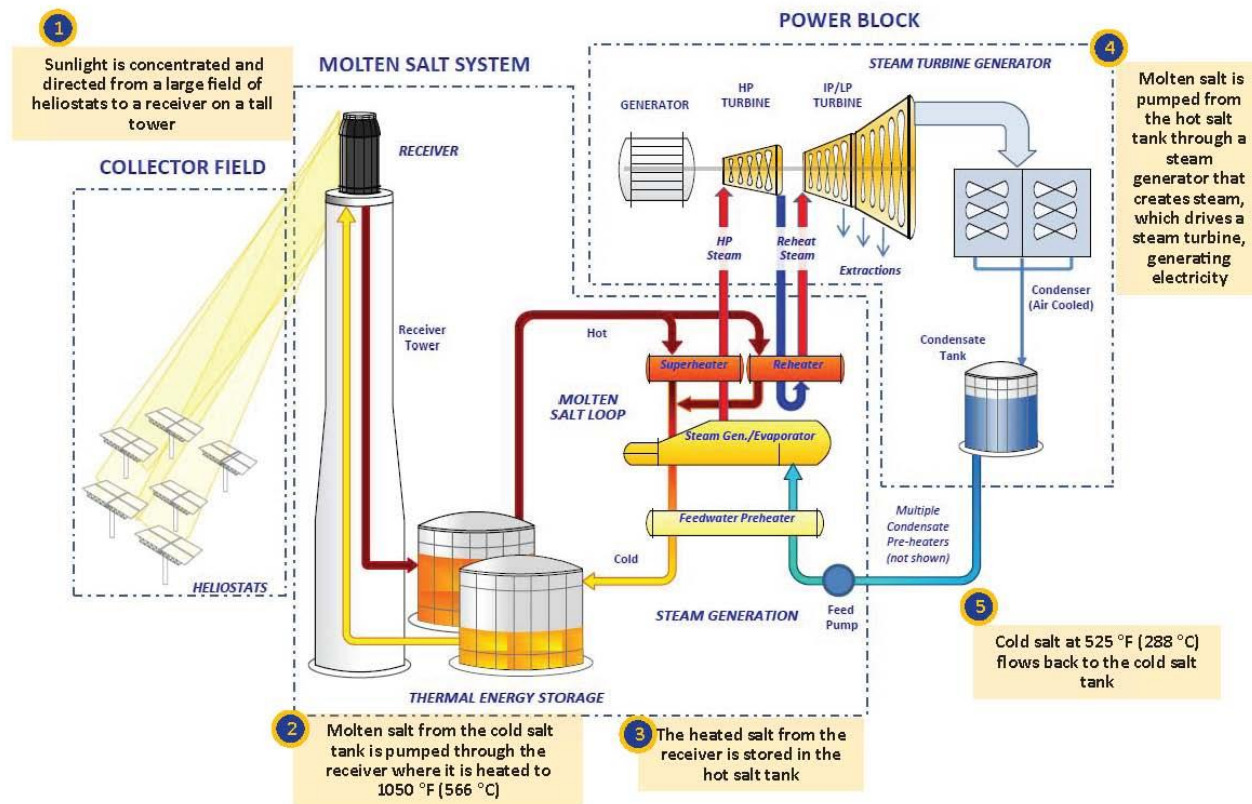


b. Koncentrátortornyos naperőmű (heliostat)

A szervomotorral két irányban állítható tükrök rendszere a torony tetején lévő gyűjtőbe (koncentrátorba, receiver-be) fókuszálja a napsugarakat. Itt a primer körű hőhordozó, a 220°C olvadáspontú salétromsó (60% nátriumnitrát + 40% káliumnitrát) 566°C -ra hevül föl. Ez hőcserélőben 545°C , 140 bar kezdő paraméterű, szekunder körű túlhevített vízgőzt állít elő.



A gőzturbina nagynyomású fokozatából távozó gőzt a primer körű forró só egy részével fűtött újrahevítőben 545°C, 38 bar paraméterekkel újrahevítik. A gőzfejlesztőből kilépő sófolyadék tápvízelőmelegítőben adja le maradék hőjét, és éri el a 288°C hideg hőmérsékletet. 2 db 180 m³-es hőszigetelt tartály tárolja a meleg és hideg sót. Mérések szerint a ~110 MWh hőkapacitású tartályban a hőfok elvétel nélkül 1 hónap alatt 540°C-ról csupán 470°C-ra csökken.



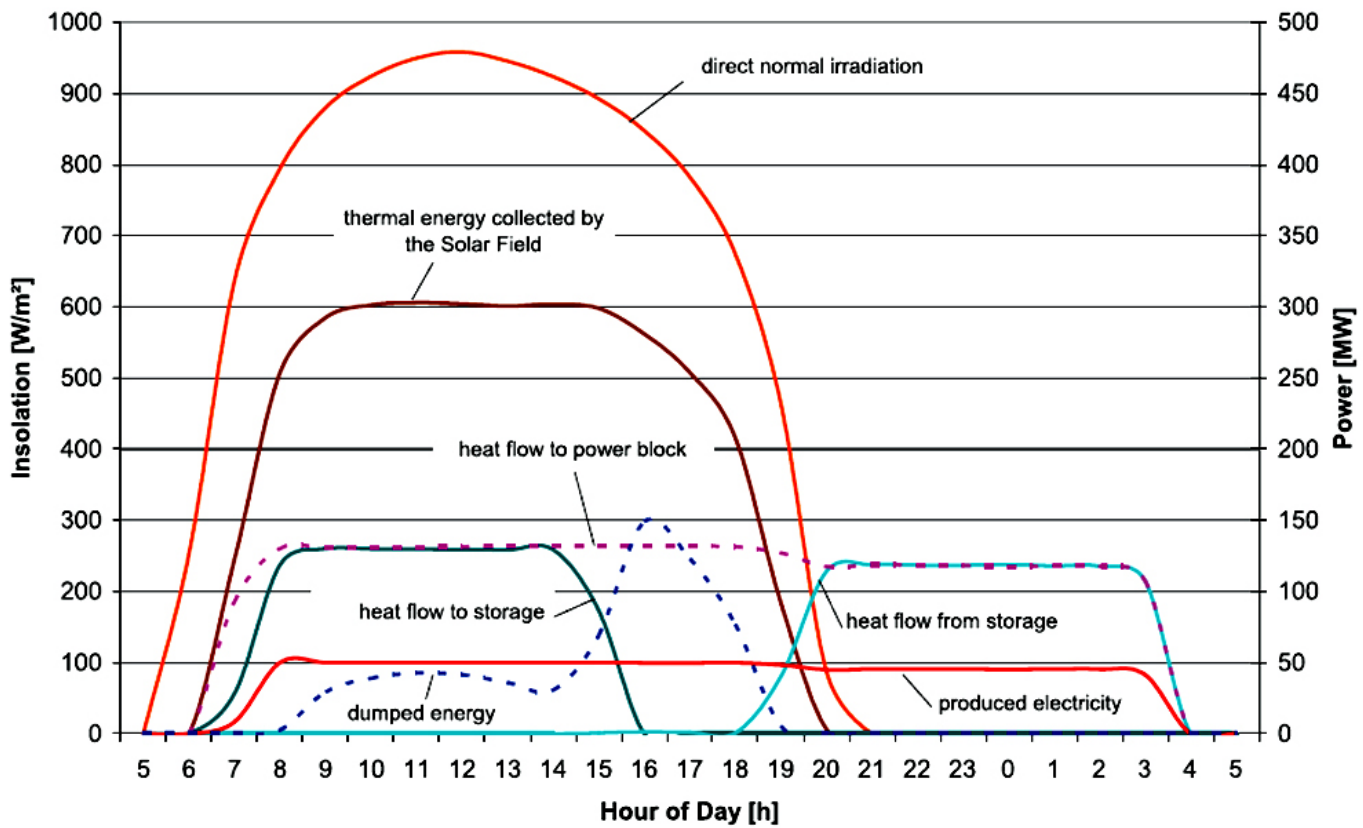
Koncentrátortornyos naperőmű tipikus hő- és villamos folyamatai egy nyári napon

Vízszintes tengely: a nap órái

Bal- és jobboldali függőleges tengely: besugárzás[W/m²], kimenő teljesítmény [MW]

Narancs: közvetlen normál besugárzás; **Bordó:** a tükrök által összegyűjtött hőenergia; **Szaggatott lila:** hőáram az erőmű-blokkba; **Zöld:** hőáram a tárolóba; **Türkiz:** hőáram a tárolóból; **Szaggatott kék:** nem tárolt és áramfejlesztésre nem használt energia; **Piros:** kimenő villamos teljesítmény

Energy flows in the Andasol 1 power plant on a typical summer day



c. Parabolatányéros koncentrátor Stirling-motoros áramfejlesztővel

A két irányban mozgatható, a Nap pályáját követő forgásparaboloid tükör fókuszában van a Stirling-motor hidrogén munkaközegét hevítő sugárkoncentrátor. A motor 25 kW-os háromfázisú váltakozó áramú kompakt generátort hajt meg, melynek teljesítménye rögtön a helyi elosztóhálózatba, vagy gyűjtve és feltranszformálva az átviteli hálózatba táplálható.



Ugyancsak forgásparaboloid tükrű, 25 kW-os Stirling motoros napsugárkoncentrátor, de ennek 82 db-ból álló tükrét könnyebb gyártani, mint az előzőét, tehát olcsóbb.

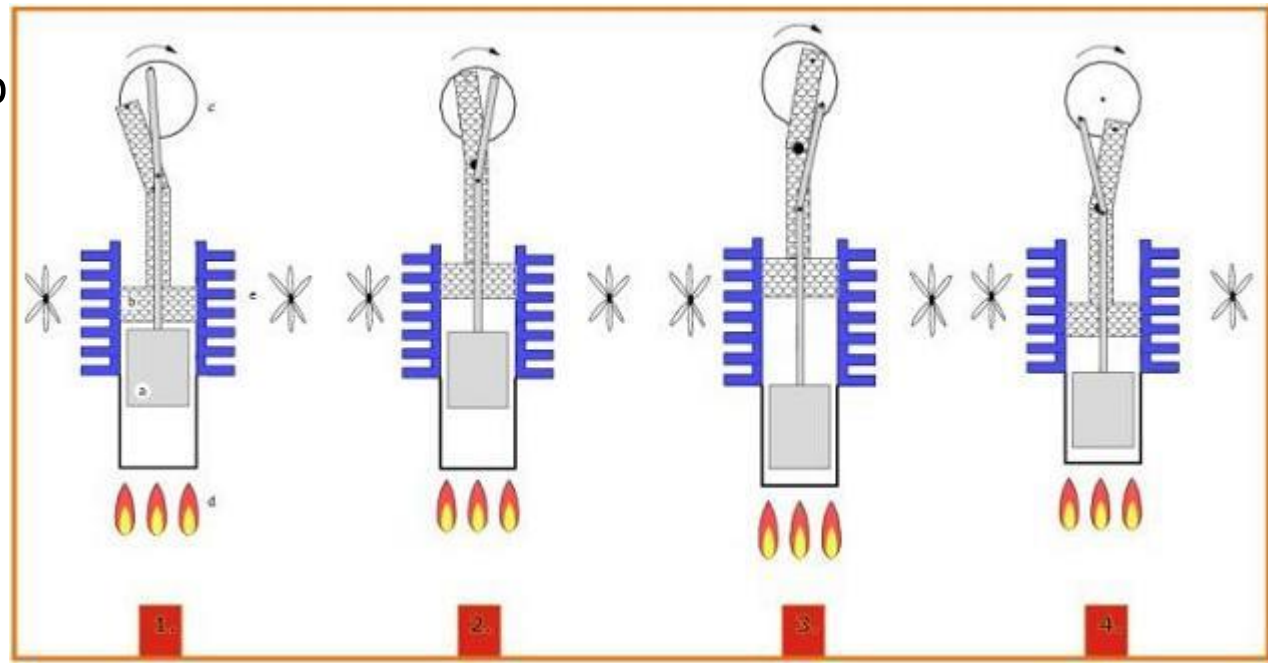


A Stirling-motor működése

A motor fő részei: Külső hőforrással (pl. naphővel) fűtött munkatér, benne a forgattyús tengelyhez csatlakozó munkadugattyúval, a munkadugattyú és a sűrítődugattyú közötti hűtött tér.

- 1. **ütem:** munkaütem: a hőforrás (pl. fókuszált napsugárzás) által felhevített gáz kiterjedve felfelé nyomja a szürke munkadugattyút.
- 2. **ütem:** a felső holtponton túljutva a munkadugattyú – lefelé haladva – saját palást-felülete mellett átnyomja a gázt a felső, hűtött térbe.
- 3. **ütem:** miután a felső holtponton a kockás sűrítődugattyú is túljutott, lefelé haladva a lehűlt gázt a munkadugattyú palást-felülete mellett átnyomja a gázt az alsó melegítő térbe.
- 4. **ütem:** kezdődik az újabb munkaütem.

A sűrítődugattyú gáztömör illeszkedésű a hengerben.
A napfűtésű Stirling-motor működése során nem keletkezik égéstermék.



d. Lineáris Fresnel-tükrös gőzfejlesztő

Elve ugyanaz, mint a vályús parabolatükrösé, de itt a fókuszvonalban lévő csőben keringetett hőhordozót (desztillált vizet) a fókuszvonalra irányított lineáris síktükrök rendszere által visszavert napsugárzás hevíti.



A lineáris síktükröket szervomotorok fókuszálják.



Villamosenergia-termelés a Nap sugárzó energiájával

Közvetlen módszer:

Fotovoltaikus eljárás: ha a napfény fotonjainak energiája nagyobb, mint a szilíciumatom elektronjának kilépési munkája, akkor a beeső fotonz elektron ki-szakad a kötésből és szabaddá válva

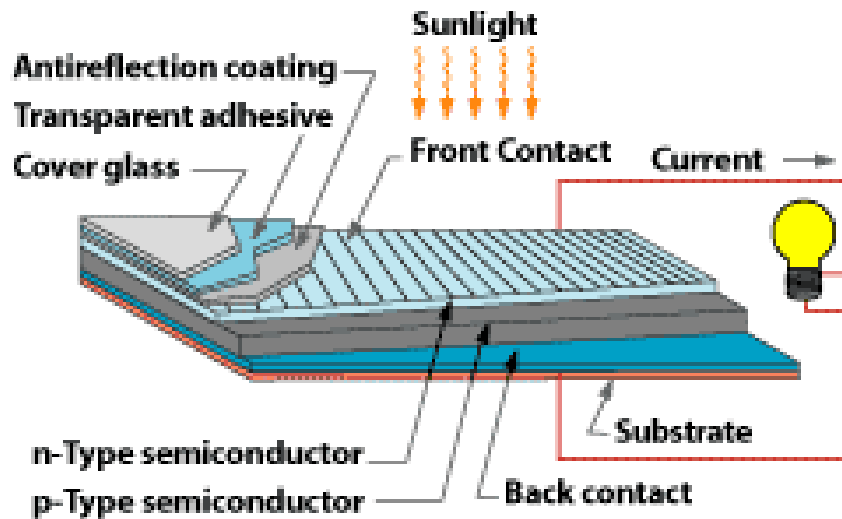
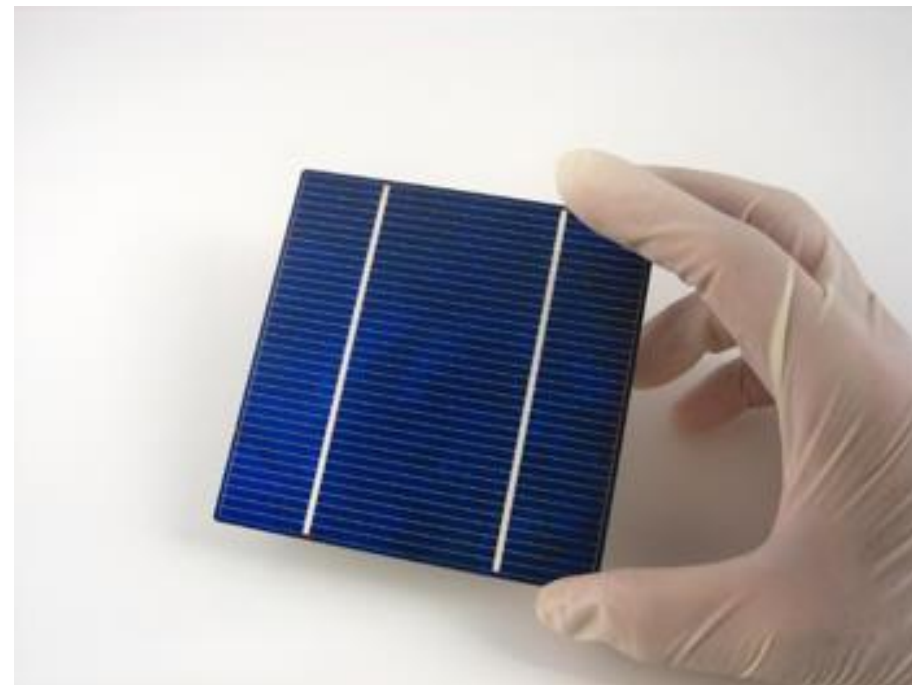
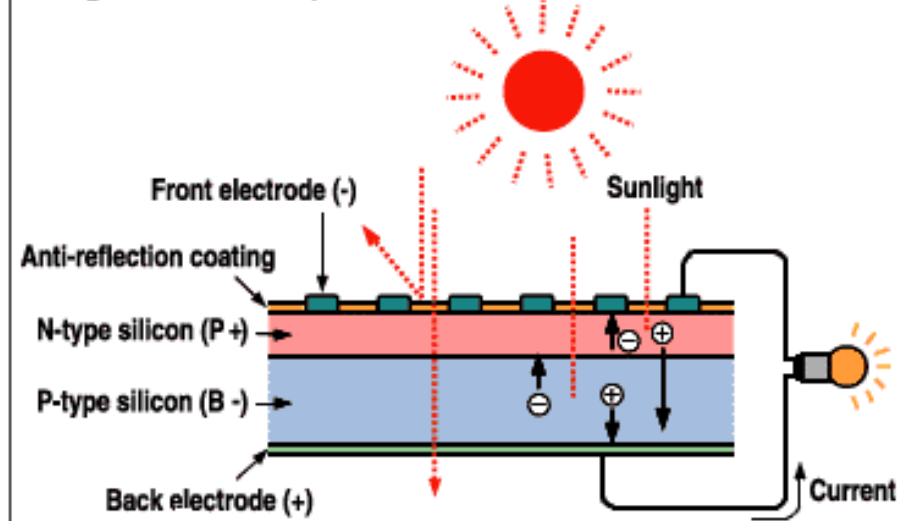


Diagram 1. The photovoltaic effect



A Bioenergy brazil cég által az ÉK-i Bahia államban létesített 152 MW-os **fotovoltaikus naperőmű** részlete. Fajlagos beruházási költsége 1/3-a az olajtüzelésű erőműének, beleértve a napelemek által termelt egyenáram konverzióját is az elosztó- és az átviteli hálózat váltakozó áramára.

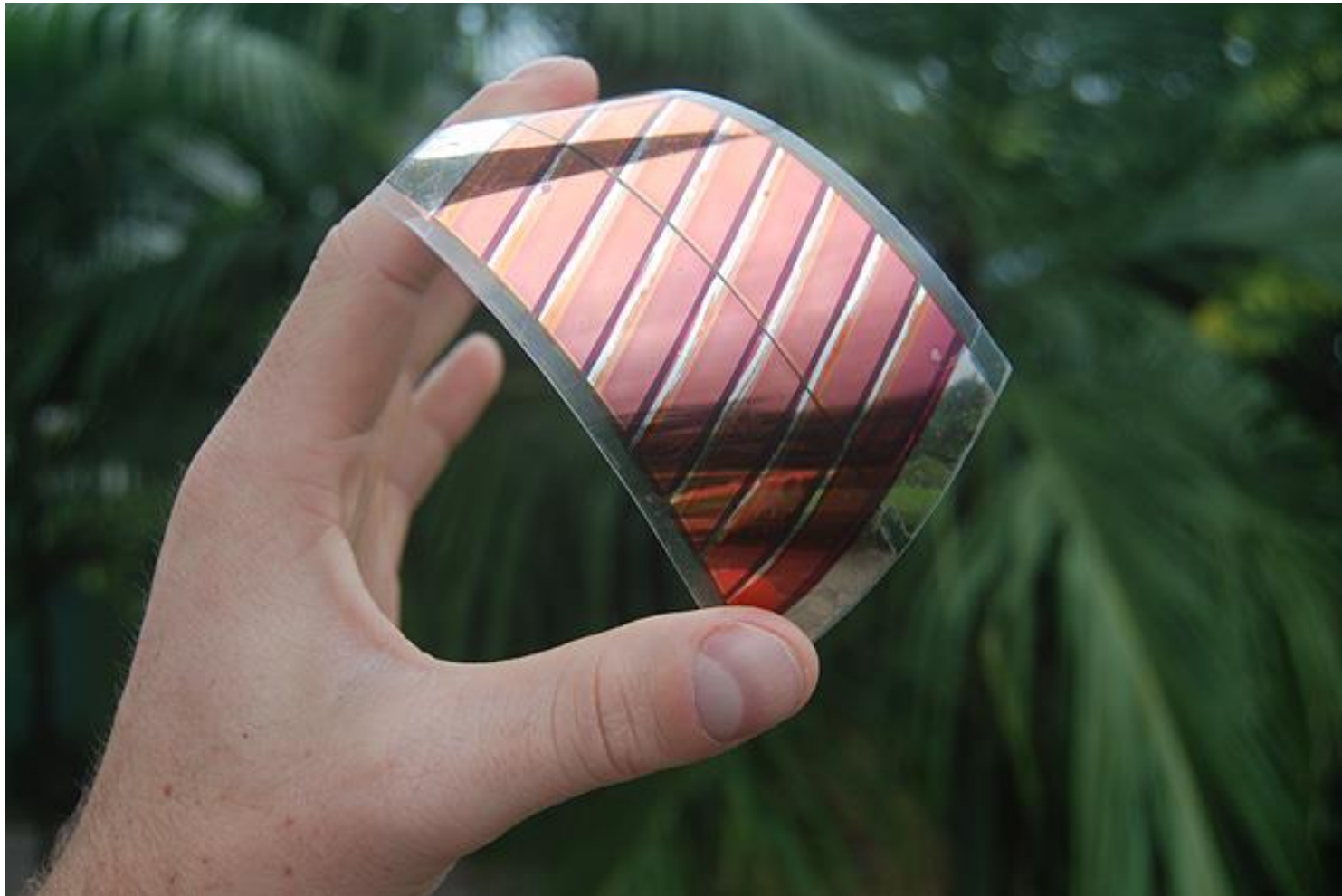


Brasília, a szövetségi főváros új futballstadionnal készül a 2014-es labdarúgó világbajnokságra. Ez lesz a világ első „nettó zéró energiájú” stadionja, azaz energiaszükségletét a tetőt borító napelem-fóliából fogja fedezni.

Az építmény vízigényét a tetőre hulló esővíz összegyűjtése és tisztítása útján elégítik ki.



A São Paulótól 520 km-re DNy-ra lévő Joinville-ben működő Flexsolar cég és a németországi Potsdam-Golmban lévő Fraunhofer Alkalmazott Polimer Kutató Intézet közös fejlesztése a hajlékony szerves napelem cella (flexible organic solar cell). A projektet a brazil kormány „Luz para todos” („Fényt mindenkinek”) programja támogatja.



Új fejlesztés: a tekercselhető napelem-fólia (a képen tetőre fektetve).



Brazíliában a napelemes villamosenergia-termelést főleg a csekély infrastruktúrájú helyeken alkalmazzák, többnyire szigetüzemben (ezért is nehéz a nap-EBT-t statisztikailag követni).

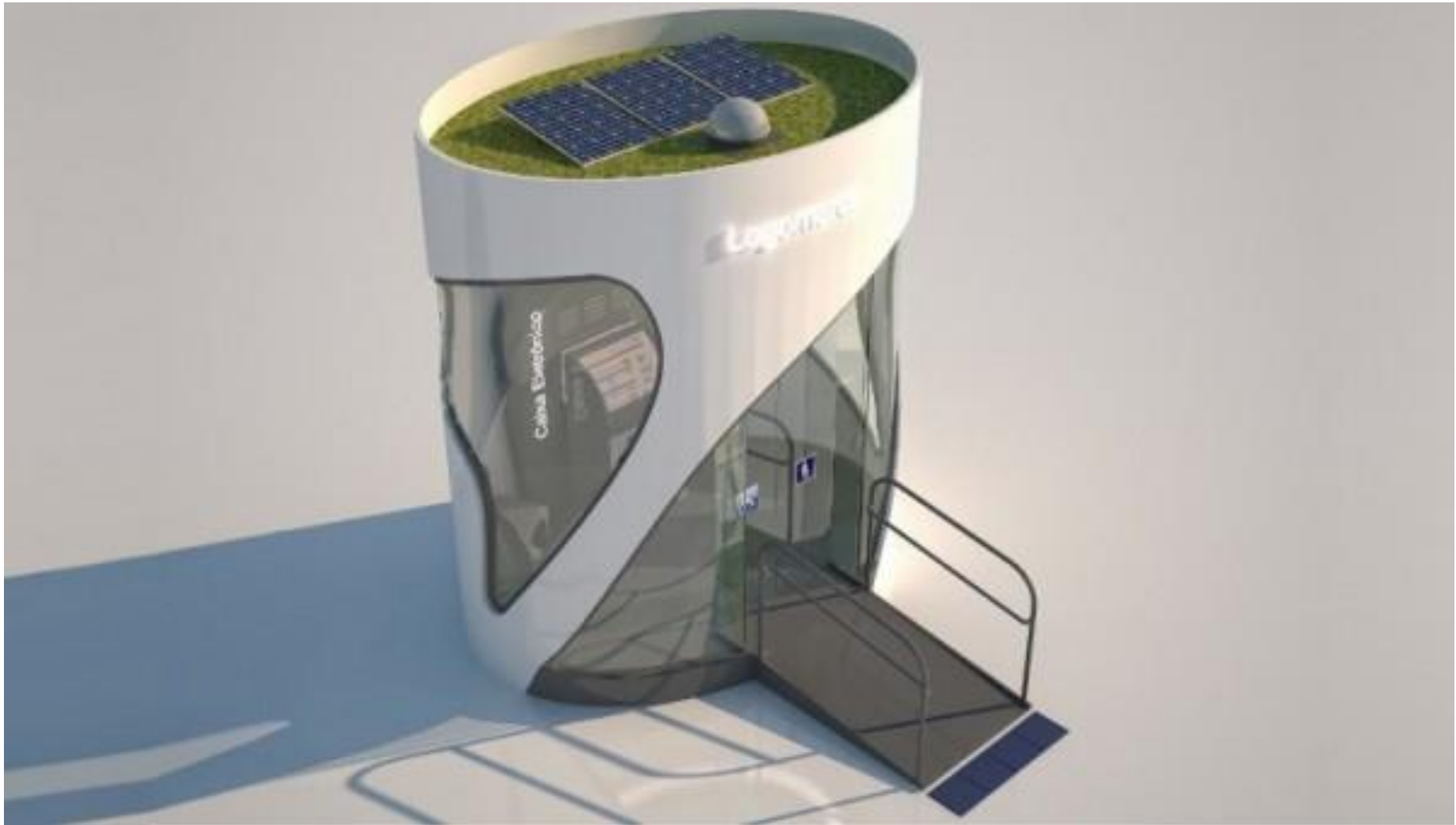
Napelemes ultrakönnyű repülőgép, mely demonstrálja a napenergia sokoldalú felhasználását.



Áttetsző napelem-fóliával borított balkonkorlát. Innen már csak egy lépés az 500 m-es felhőkarcolók oldalfelületének napelem-fóliás borítása és a termelt áram felhasználása a házban.



Brazil tervezésű ATM (automatic teller machine – készpénzkiadó és banki szolgáltatásokat nyújtó automata) napelemes áramellátással és műholdas informatikai kapcsolattal, pl. őserdei, villamos hálózat nélküli helyekre.



Brazília biomassza-energetikája

Az etilalkohol égésének reakcióegyenlete: $C_2H_5OH + 3O_2 = 2CO_2 + 3H_2O$,
Tehát az égés végterméke víz és széndioxid, amelyről a zöldek azt állítják, hogy nem növeli az üvegház-hatást, mert beépül a következő növénygenerációba.

Az etanol (etilalkohol) előállítási folyamata:

Cukornád → aprítás → gombás, enzimes erjesztéssel (fermentálással) etilalkohol → lepárlás (desztillálás) → töményítés → 99,9%-os tömény etanol → bekeverés benzinbe vagy dízelolajba

A világmásodik Brazília (2010. évi termelése 28 millió m³) és a világelső USA bioetanol-termelésének összehasonlítása:

Alapanyag: Brazília: cukornád	Alapanyag: USA: gabona (főleg kukorica)
Nádcukor → etanol	Gabona(keményítő) → cukor → etanol
5 évig csak vágják, a 6.-ban ültetik	Évente kell vetni, aratni
Átlagtermés: 90 t/ha (~11 t nádcukor/ha)	Átlagtermés: 21 t/ha (~6 t keményítő/ha)
~5300 l etanol/ha	~4000 l etanol/ha
A cukornád-etanol fajlagosan olcsóbb	A gabona-etanol fajlagosan drágább
3,6 millió ha-on termelnek e-nádcukrot	73 millió ha-on termelnek etanol-gabonát
A termőterület „korlátlanul” növelhető	A vetéster. más növény kárára növelhető

A Petrobras (a brazil MOL) 2009. 12. 31-én avatta fel a Rio de Janeirótól 180 km-re É-ra lévő, 600 000 lakosú Juiz de Fora városban épült kétblokkos, 87 MW-os erőművet, melynek General Electric gyártmányú, LM6000 típusú, 43,5 MW-os nyíltciklusú gázturbinái kizárólag bioetanollal üzemelnek. NO_x kibocsátásuk 30%-kal kisebb, mint a földgázzal üzemelő hasonló blokkoké.



A cukornád gépi és kézi betakarítása



1960. április 21-én avatták az ország új fővárosát, az óceán partjától 1000 km-re fekvő, 4 év alatt felépült Brasíliát (Brazíliavárost), melynek mára közel 3 millió lakosa van. Világszerte ismert, emblemikus épületei az Oscar Niemeyer által tervezett parlament és a katedrális.



Juscelino Kubitschek köztársasági elnök,
az új főváros alapítója.

Jobbra: Oscar Niemeyer katedrálisa, a
Nossa Senhora Aparecida.



Az 1200 m-es **Juscelino Kubitschek-híd** a Paranoá-tó fölött, nappal ...



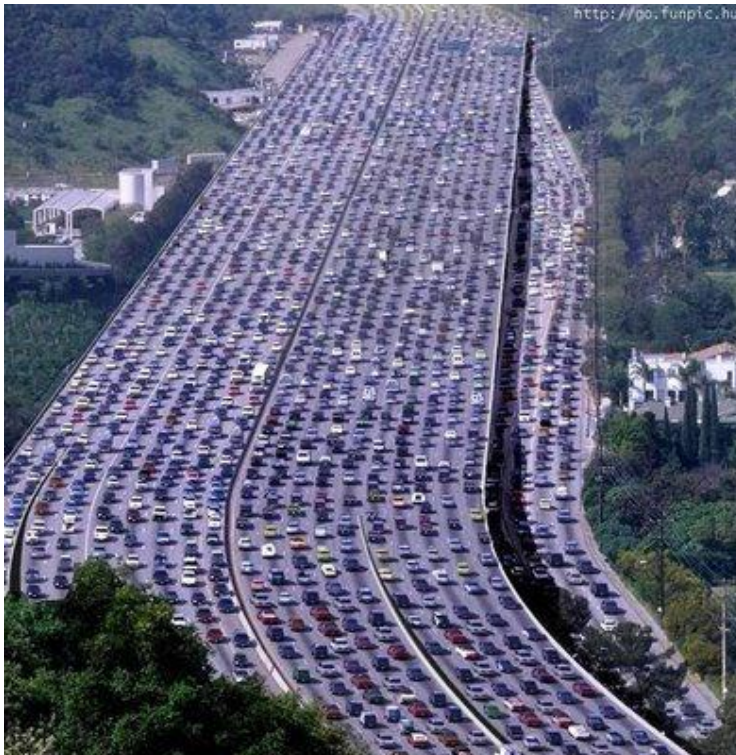
... és éjjel



És még egy Juscelino Kubitschek-híd ...



Sao Paulo a Rio Tietê (a Paraná mellékfolyója) partjain fekszik, 800 m magasan. Brazília legnagyobb városa, ipari és pénzügyi központja, 20 millió lakosa, 34 ezer ipari üzeme és 1500 bankfiókja van, tőzsdéjének napi forgalma 3,5 milliárd USD. A járművek száma 7 millió, délutánonként összesen 110 km közlekedési dugó alakul ki. A metró és az elővárosi vasút naponta 6 millió utast szállít. Jobbra: különleges autópálya-kötélhíd a Rio Tietê fölött.



Rio de Janeiro részlátképe a Megváltó Krisztusnak a város fölé magasodó 709 m-es Corcovado hegyen emelt 30 m-es szobrával és balra a páratlanul szabályos, „Cukorsüveg”-nek becézett 395 m magas sziklával.



A világhírű Copacabana Beach homokos partja és szállodasora.



A 200 000 nézőt befogadó Maracana futballstadion Rio de Janeiróban



A Riói Karnevál sok ezer felvonulójának és sok tízezer nézőjének egy csoportja, ...



... egy mókás díszlet ...



... és egy szemrevaló, nem „túlöltözött” táncosnő. Villamos energia nélkül ez a jelenet sem jöhetett volna létre ...

