

Kína: világelső a villamos energetikában is?!

Előadás a BME Energetikai Szakkollégiumában

Kimpián Aladár

A TriódArt Bt. Ügyvezetője

2012. szeptember 13.

Mottó: „Repetitio et internet sunt mater studiorum - Ismétlés és az internet a tudás anyja.”

Kína ... Mi jut eszünkbe róla? A Nagy Fal, a 6000 agyagkatona (mindegyik egyéni arckifejezéssel), hernyóselyem, puskapor, egymilliárd háromszázmillió lakos, Mao Ce-tung, a Tienanmen tér, a pekingi olimpia, évi 5 billió dolláros nemzeti jövedelem, a világpiac letarolása ... **És a villamos energetikában?**

Kezdjük a nyelvtannal

Kínai írásrendszer: a kínai nyelv szavainak lejegyzésére szolgáló, alapvetően szójelekkel (írásjegyekkel) dolgozó, képi eredetű írásrendszer. 40 000 db szótári írásjegy, ebből 10 000 db a törzsanyag, ebből legalább 2000 db-ot kell ismerni a funkcionális írni-olvasni tudáshoz.

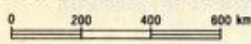
A mai kínai köznyelv 401 szótagot használ, ezek önállóan vagy összetételben alkotják a szavakat.

Pinyin átírás: a kínai nemzeti nyelv alapjául szolgáló pekingi dialektus szerinti kiejtés latin betűs átírása. Pl. Beijing (Pejtying), Mao Zedong (Mao Cötung).

Népszerű átírás: a Magyar Tudományos Akadémia 1952. évi átírási szabályzata szerinti írásmód. Pl. Peking, Mao Ce-tung.

Az előadásban – ahol lehet – a népszerű átírást használjuk.

KÍNA DOMBORZATA ÉS VIZEI



JELMAGYARÁZAT

MAGASSÁGOK



- Országhatár
- - - Vitatott országhatár
- · - · - Fegyverszüneti határ
- Fontosabb település
- M Gleccser; hágó
- ~ Tó; sótó
- ~ Mocsár; sós mocsár
- ~ Sivatag; tengeri homokpad
- * Vulkan; korallszirt

KÍNA KÖZIGAZGATÁSA

0 200 400 600 km



Kína 22 tartománya, 5 autonóm régiója, 4 külön önkormányzatú egysége és 2 speciális igazgatású területe

Kína közigazgatása



• Tartományi fővárosok

Autonóm régiók (5)

Tartományok (22)

Külön önkormányzat (4)

▪ Speciális igazgatású területek (Hong Kong és Macao)

A 22 tartomány (elől pinyin átírással, utána zárójelben az MTA átírási szabályzata szerinti írásmód):

1. Anhui (Anhuj), 2. Fujian (Fucsien), 3. Gansu (Kanszu), 4. Guangdong (Kuangtung), 5. Guizhou (Kujcsou), 6. Hainan (Hajnan), 7. Hebei (Hopej), 8. Heilongjiang (Hejlungcsiang), 9. Henan (Honan), 10. Hubei (Hupej), 11. Hunan (Hunan), 12. Jiangsu (Csiangszu), 13. Jiangxi (Csianghszi), 14. Jilin (Csilin), 15. Liaoning (Liaoning), 16. Qinghai (Csinghaj), 17. Shaanxi (Senhszi), 18. Shandong (Santung), 19. Shanxi (Sanhszi), 20. Sichuan (Szecsuan), 21. Yunnan (Jünnan), 22. Zhejiang (Csöcsiang)

Az 5 autonóm régió (terület):

1. Guangxi (Kuanghszi), 2. Nei Menggu (Belső-Mongólia), 3. Ningxia (Ninghszia), 4. Xinjiang-Uygur (Hszincsiang-Ujgur), 5. Xizang (Hszicang-Tibet)

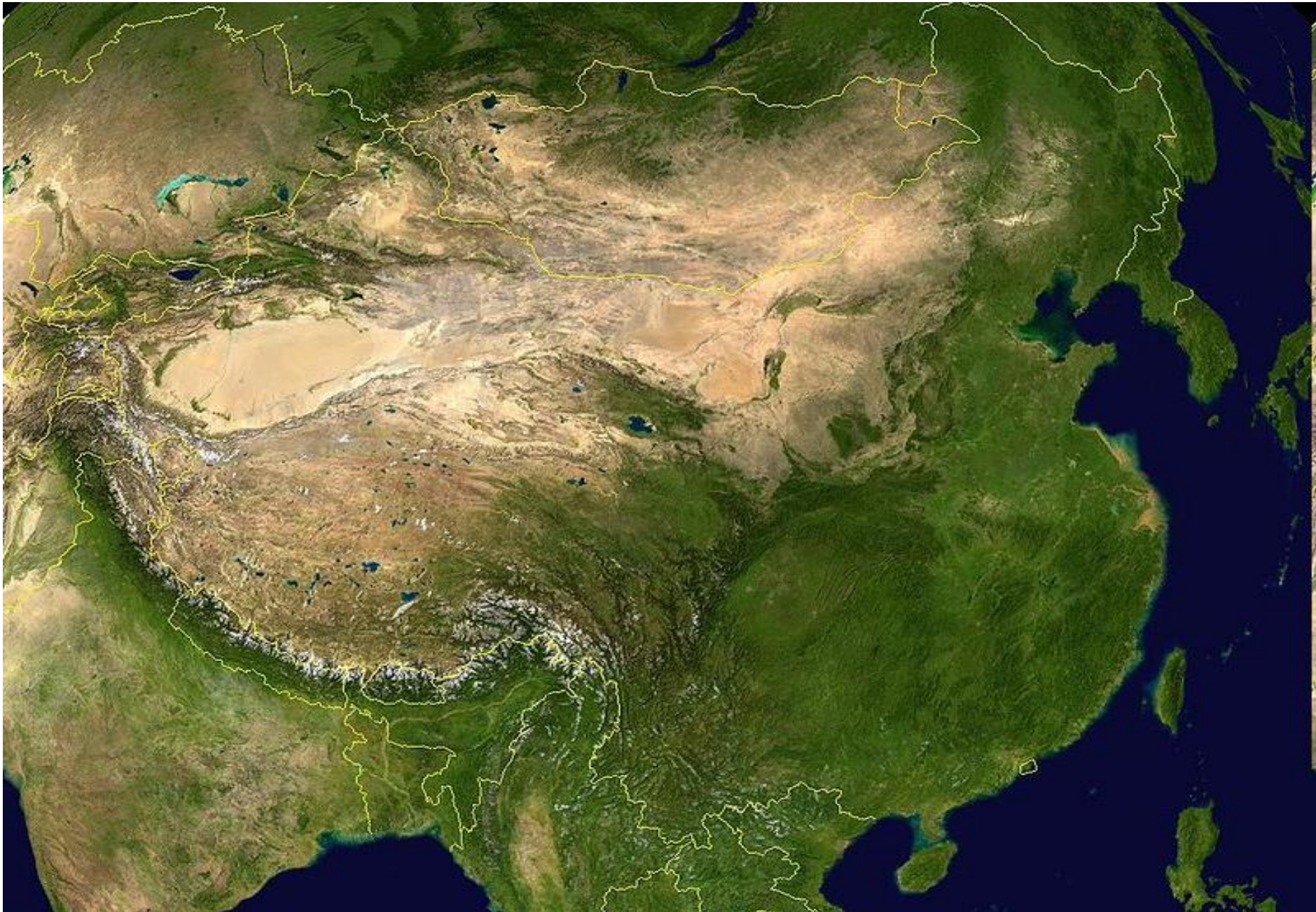
A 4 külön önkormányzat:

1. Beijing (Peicsing-Peking), 2. Chongqing (Csungking), 3. Shanghai (Sanghaj), 4. Tianjin (Tiencsin)

A 2 speciális igazgatású terület:

1. Aomen (Makao), 2. Xianggang (Hsziangkang-Hongkong)

Kína az űrből



Földrajz

Hivatalos neve: Kínai Népköztársaság, pinyin átírással Zhong-hua Renmin Gongheguo (Dzsung-hua Zsenmin Kunghökuo)

Terület: 9 575 000 km², a Föld 3. legnagyobb területű országa (1. Oroszország, 17 075 400 km², 2. Kanada, 9 970 610 km²)

Kiterjedés: É-D: ~4000 km, K-Ny: 5000 km

Szárazföldi határhossz: kb. 20 000 km

Tengeri határhossz: kb. 14 000 km

Legmagasabb pont: Csomolungma (Mount Everest), 8848 m

Évi csapadék: kb. 6200 km³, ebből lefolyás: kb. 2700 km³, 44%

Legnagyobb folyó: Jangce, 6400 km, vízhozam: 15 000 – 100 000 m³/s

Megművelt terület: kb. 1 millió km², ~10%

Népesség: kb. 1,3 milliárd fő, ebből kb. 400 millió 15 év alatti

GDP 2009-ben: ~3850 USD/fő.év, ~**5 billió** USD/év

Többek között ilyen, rekeszzománcnak kinéző teraszos helyen termelik meg az 5 billió USD/év nemzeti jövedelmet



A hosszú történelem rövid összefoglalója

Kr. e. 460 000 – 230 000: Homo erectus pekinensis, a pekingi felegyenesedett ember

Kr. e. V-III. évezred: Neolitikumi kultúrák (korongolt kerámiák, fa- és csonteszközök, jade-tárgyak, bronzművesség)

Kr. e. XVI-XI. század: Shang-dinasztia az első (név szerint ismert) történeti dinasztia; innen számítódik az ország írásos történelme

Kr. e. 221-Kr. u. 1911: Soros és párhuzamos császári dinasztiák

Kr. e. 221-210: Csin Si Huang-ti császár: Kína első egyesítője, a 6000 km hosszú Nagy Fal építésének megkezdése, agyaghadserg

Kr. u. 1908-1911: Pu Ji, az utolsó (gyermek-) császár

1911: Polgári demokratikus forradalom Szun Jat-szen és pártja, a Kuomintang vezetésével: megdöntik a császárságot; köztársaság

1921: Megalakul a Kínai Kommunista Párt (KKP)

1934-35: A 10 000 km-es „hosszú menetelés”-sel a kommunista Vörös Hadsereg elkerüli a Kuomintang általi legyőzetést

A Nagy Fal részlete

1100



Csin Si Huang-ti császár 6000 fős terrakotta hadserege, mindegyik egyéni arcvonásokkal



1931: Japán megszállja Mandzsúriát (ÉK-Kínát) és Mandzsu-kuo néven bábállamot hoz létre (császára Pu Ji), majd

1937-ben háborút indít Kína ellen

1945-49: a japán kapituláció után kiújul a Kuomintang-KKP ellentét, újra kitör a polgárháború, és Csang Tajvanra menekül

1949. október 1.: Pekingben, a Tienanmen (Mennyei Béke) téren Mao Ce-tung kikiáltja a Kínai Népköztársaságot

1950-52: Nagy volumenű szovjet és népi demokratikus segítség; kezd kialakulni Mao személyi kultusza

1956-57: Az SZKP XX. kongresszusán elhangzott desztalinizációs Hruscsov-beszéd után elhidegülnek a szovjet-kínai kapcsolatok; Hruscsov elzárkózik a szovjet atomtitok átadása előtt

1958: Mao meghirdeti a „Nagy Ugrás” politikáját (népi kohók)

1962: A „Nagy Ugrás” csődjé, 25%-os ipari termelés-visszaesés, éhínség

1964: Kína felrobbantja első atombombáját

1966-76: Mao előre menekül: meghirdeti és Lin Piao hadügy-miniszterrel együtt kiteljesíti az egalitárius jellegű „nagy proletár kulturális forradalmat”, azaz leszámol ellenfeleivel

1971: Az „elhajló” Lin Piao a Szovjetunióba szökésekor állítólag légi balesetet szenved; Csou En-laj tárgyal Henry Kissingerrel

1973: A súlyos agyvérzést kapott Mao visszahívja a hatalomba a kegyvesztett Teng Hsziao-pinget, aki kidolgozza a „négy modernizálás” (a mezőgazdaság, az ipar, a tudomány és technika és a honvédelem korszerűsítése) alapelveit

1977. szeptember: Meghal Mao, 1 hónap múlva letartóztatják a „négyek bandáját”, élükön Csiang Csinggel, Mao feleségével

1978: Éles politikai és gazdasági fordulat: Kína kilép a világpiacra, a déli tengerparton különleges (félkapitalista) gazdasági övezeteket hoznak létre; a tényleges vezető Teng

1989: Politikai feszültségek: sortűz a Tienanmen téren tüntető diákokra; szankciók, amelyeket hamar visszavonnak

1990-től: A kommunista párt vezetésével példátlan ütemű, minden oldalú államkapitalista gazdasági fejlődés, a világpiac letarolása

1997: Hongkong békés visszacsatolása

A „négy modernizálást” konkretizáló **tízéves terv** előírányozta az ipari termelés **évi 10%-os**, a mezőgazdasági termelés **évi 4,5%-os** növelését. Mindez szükségessé tette a villamos energetika viharos fejlesztését is.

Kína villamos energetikája

Hasonlítsuk össze a világ valaha volt legnagyobb villamosenergia-rendszerének, az Egyesült Államokénak 2005. és 2010. évi elméleti beépített teljesítőképességét (GW) és éves villamosenergia-termelését (TWh) a kínai rendszerével:

Elméleti beépített teljesítőképesség, GW

Ország	Év	Fosszilis	Víz	Atom	Megújuló szél, nap, bio	Σ	Növekedés %
USA	2005	758	99	100	21	978	6,24
	2010	783	101	101	54	1039	
Kína	2005	329	105	7	3	444	116,7
	2010	707	213	11	31	962	

Éves villamosenergia-termelés, TWh

Ország	Év	Fosszilis	Víz	Atom	Megújuló szél, nap, bio	Σ	Növekedés %
USA	2005	2910	263	782	100	4055	1,73
	2010	2883	255	810	180	4125	
Kína	2005	1950	360	50	10	2370	75,9
	2010	3486	590	70	24	4170	

A fenti adatok indokolják az előadás címében szereplő kérdőjelet.

És miért a felkiáltójel? Mert a Nemzetközi Energia Ügynökség (International Energy Agency – IEA) becslése szerint Kína 2011-ben mind az erőművi EBT-ben (**~1150 GW**), mind az éves villamosenergia-termelésben (**~4500 TWh**) felülmúlta az USA megfelelő jellemzőit!

(A 2011. évi tényadatok az előadás készítésekor még nem voltak hozzáférhetők.)

Kína távlati villamos energetikai tervei hűen tükrözik a gazdaság általános fejlődésének ütemét:

Év	2010	2015	2020	2030
Elméleti beépített teljesítőképesség, GW	962	1260	1650	2300
Éves villamosenergia-termelés, TWh	4170	5690	7430	10450

Fosszilis tüzelőanyagú erőművek

A világ ma ismert szénkészletei és öt legnagyobb széntermelője:

Ország	Készletek milliárd t	Termelés milliárd t/év	Változatlan kitermelés mellett elegendő ... évre
USA	260	1,1	250
Oroszország	173	0,36	480
Kína	126	3,5	36
Ausztrália	84	0,46	183
India	67	0,62	108

Kína villamosenergia-termelő kapacitásának 3/4 részét a főleg a keleti országrészben lévő, mintegy 1000 db széntüzelésű erőmű alkotja. (A következő ábrán a legkisebb kör 0-100 MW, a legnagyobb 2001-5834 MW EBT-t jelent.) Az olaj- és földgáz-tüzelésű erőművek a fosszilis kapacitásnak csupán a töredékét teszik ki.



Mivel a szénkészletek és a szénbányák zöme az északi és az északnyugati országrészben, Belső Mongólia és Hszincsiang-Ujgur tartományokban található, óriási vasúti és vízi szállítási feladat a kitermelt milliárd tonna/év nagyságrendű szénmennyiség eljuttatása az erőművekbe és más felhasználókhoz.

Folyami szénszállítás:



Évtizedünkben a legtöbb szenes erőművet 600 MW-os típus blokkokkal építik, és ezekből **hetente** átlagosan 4 db-ot helyeznek üzembe.



Kína egyik legnagyobb szenes erőműve, a Santung tartomány-beli 4540 MW-os Zouxian erőmű, 4×335, 2×600 és 2×1000 MW-os blokkokkal. Az 1000 MW-os blokkok (a képen leghátul) ultra-szuperkritikus, 254 bar, 604°C kezdő gőzparaméterű kazánjait a Babcock Hitachi cég licence alapján a kínai Dongfang Boiler Company gyártotta. Hazai a gőzturbina is. Egy blokk építés-szerelése mindössze 22,6 hónapig, üzembe helyezése csupán 23 napig tartott. Tervezik a 8 db 1 GW-os ultra-szuperkritikus blokkból álló szenes erőművet is.



Az új szenes erőművek ilyen tempójú létesítése mellett nagy ütemben folyik a régi, rossz hatásfokú, különösen környezetszennyező erőművek leállítása, illetve rekonstrukciója. Pl. 2008-ban 14 000 MW kapacitást állítottak le, részben azért, hogy az olimpia idején elfogadható értékre szorítsák le Peking légszennyezését.

2006-ban a kínai kormány beindította a „Kicsi helyett nagy” („Large Substitute for Small” – LSS) programot. Ennek során a 11. ötéves tervben, 2006-2010 között 50 GW-nyi elavult, rossz hatásfokú szénművi kapacitás leállítását tervezték a következő kategóriákban:

- 50 MW-nál kisebb teljesítményű, hagyományos hőerőművi gépek,
- 100 MW-nál kisebb teljesítményű, 20 évesnél idősebb hagyományos gépek,
- 200 MW-nál kisebb teljesítményű hagyományos gépek, amelyek tervezett élettartamuk végére értek,
- hagyományos gépek, amelyeknek a fajlagos szénfogyasztása 10%-kal több, mint a tartományi átlag, vagy 15%-kal több, mint az országos átlag,
- minden gépegység, amely nem teljesíti a környezetvédelmi, törvényi és szabályzati előírásokat.

A leállítottak helyett nagyobb teljesítményű és hatásfokú gépegységeket létesítenek.

A programot túl is teljesítették: 2010. júliusáig 71,4 GW kapacitást állítottak le és helyettesítették újjal.

Coal bike: háztartások ellátása brikettel:



A szanálást és a rekonstrukciót a szénbányákra is ki kell terjeszteni, többek között a tragikus baleseti helyzet miatt:

2003-ban 1 millió t szénre vonatkoztatva 130-szor több halálos baleset történt, mint az USA-ban, 250-szer több, mint Ausztrália (főleg külfejtéses)bányáiban és 10-szer több, mint az orosz mélyművelésű bányákban. A kínai bányabalesetek helyzete:

Év	Széntermelés millió t/év	Halálos baleset/év	Halálos baleset/ millió t/év
2000	1000	5798	5,8
2009	3500	2631	0,75

A megtett hathatós biztonságtechnikai és technológiafejlesztési intézkedések nyomán azonban a halálos bányabalesetek fajlagos száma 10 év alatt az 1/8-ára csökkent.

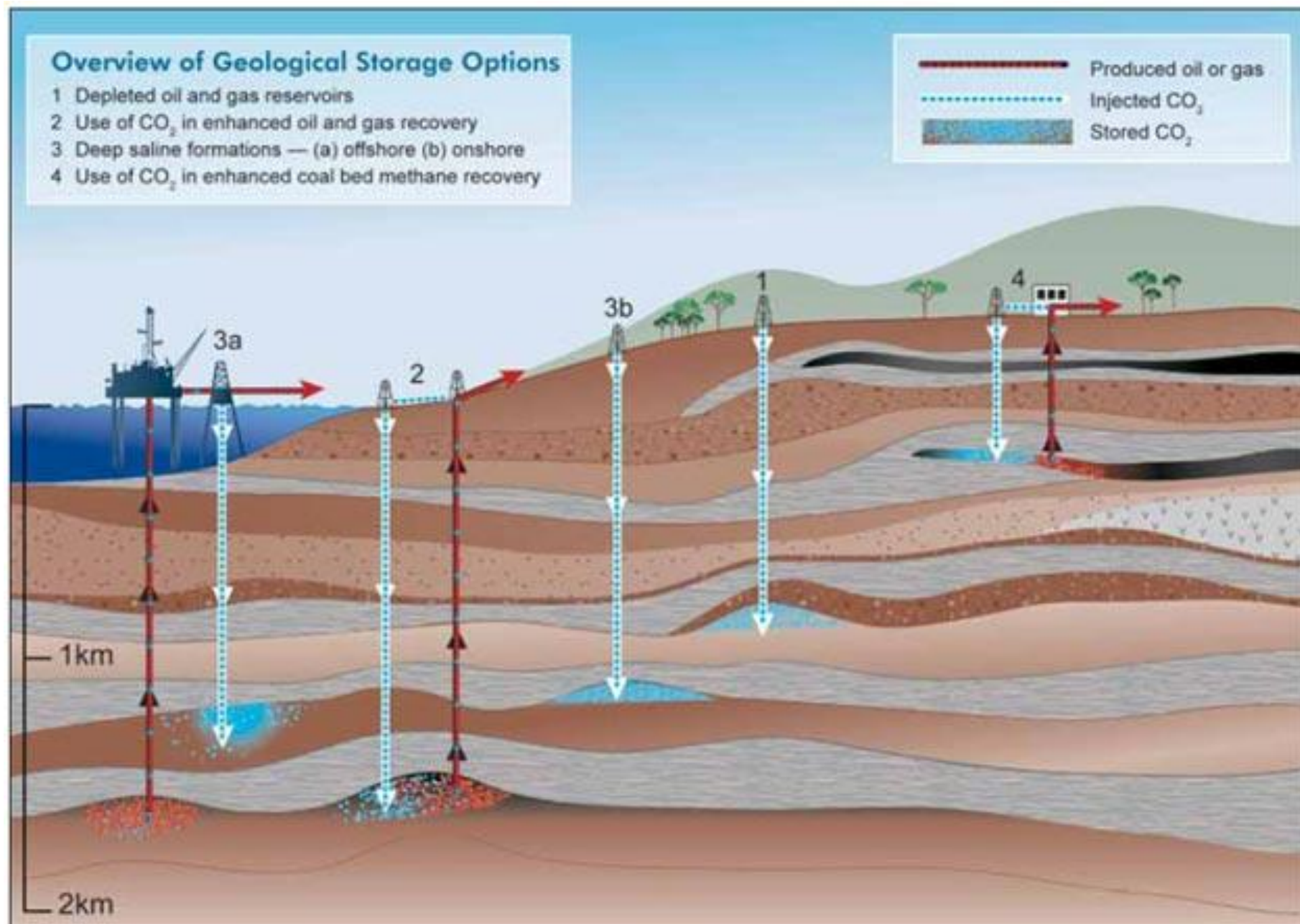
Mindazonáltal véletlen és szándékos bányatüzekben évente kb. 200 millió tonna szén ég el, kb. 360 millió tonna, a hivatalos statisztikában nem szereplő CO₂-t termelve.

A széntermelés világelsőségével együtt jár a széndioxid-kibocsátás világelsősége is. A világ legnagyobb CO₂ kibocsátói:

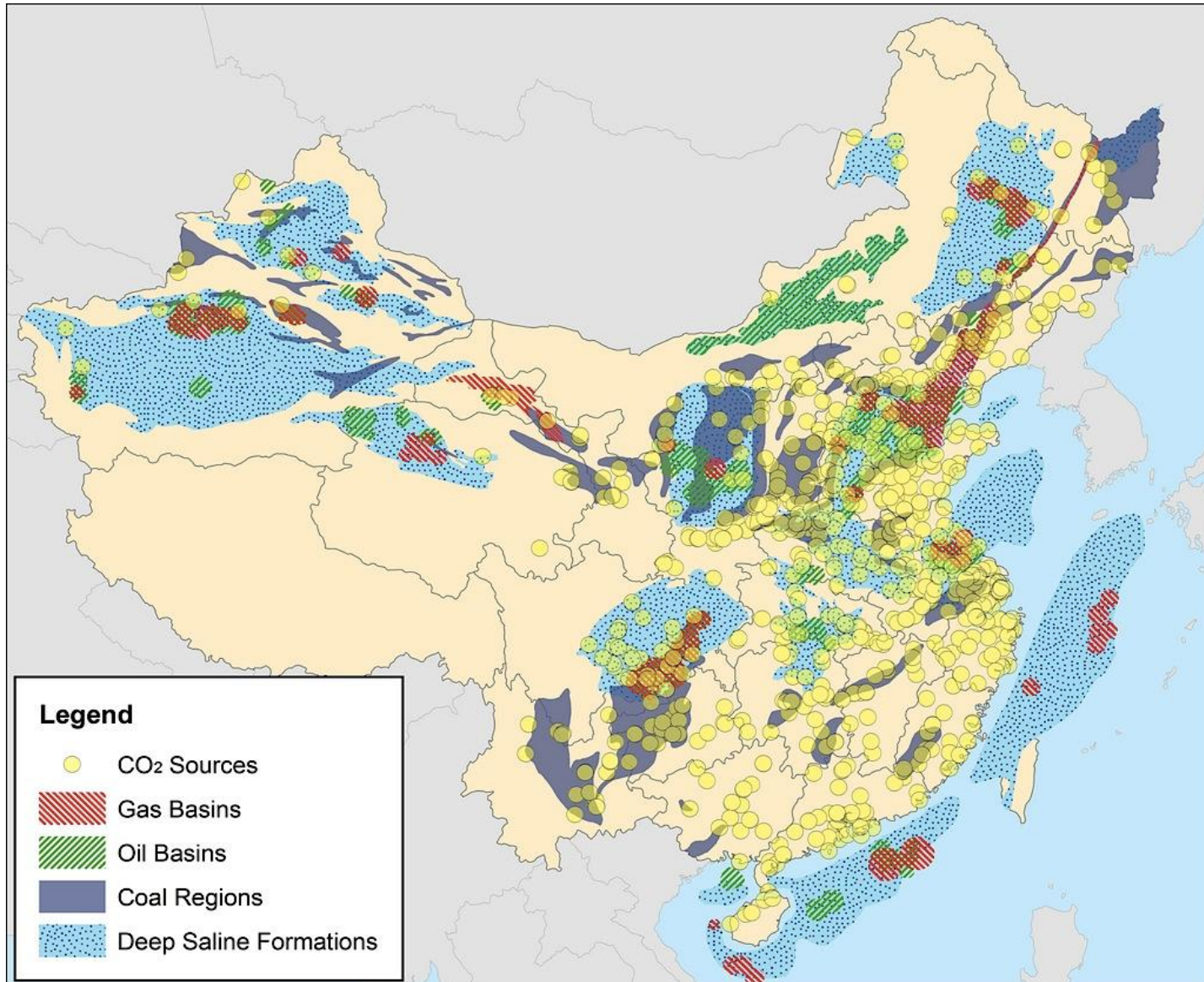
Sor- rend	Ország	2008 millió t	2009			Változás % 2009/2008
			millió t	%	t/fő	
	Világ Σ	30 493	30 398	100,0	4,49	-0,3
1	Kína	6 804	7 710	25,4	5,83	+13,3
2	USA	5833	5 425	17,8	17,67	-7,0
3	India	1474	1 602	5,3	1,38	+8,7
4	Oroszország	1698	1 572	5,2	11,23	-7,4
61	Magyarország	56	50	0,16	5,00	-10,7

Az egyre növekvő mennyiségű CO₂-t nem lehet büntetlenül rászabadítani a földi légkörre; megoldást jelenthet a CCS (carbon dioxide capture and storage – széndioxid leválasztás és tárolás) technológia: a füstgázból vegyi úton leválasztott CO₂ gázt cseppfolyósítják, elszállítják a tárolás helyére, ahol föld alatti üregekbe, pl. felhagyott bányajáratokba, kimerült kőolaj- és földgázmezőkbe, illetve egyéb geológiai tárolókba sajtolják.

A CO₂ geológiai tárolási lehetőségei



Kína fő CO₂ forrásai (sárga körök: az erőművek és a nagyobb gyárak) és tárolásra szolgáló lehetőségei (kimerült gáz-, olaj- és szénmezők, valamint mélységi sós alakzatok):



A föld alatti széndioxid-tárolás kockázatai:

- Nem egyszerű a tároló szivárgásmentességét biztosítani 100 vagy 1000 évre.
- Ha egy adott országnak nincs elegendő tárolókapacitása, akkor szóba jöhet a bértárolás a maga nemzetközi jogi bonyodalmaival.
- Nem ismert, hogy miként hat a tömény CO₂ a talajvízre és az élővilágra.
- A meglévő és működő erőműpark CO₂-mentesítése bizonyára óriási költségekkel jár.

Úgy számítják, hogy 2050-re a kínai kibocsátás 20-40%-a tárolható.

Ígéretes a „coal gasification” (szén-elgázosítási) technológia, mellyel a szén kémiai úton szintetikus földgázzá alakítják, kéntelenítik és tisztítják.

A Siemens Energy által gyártott 500 MW teljesítményű, 18 m hosszú, 3 m átmérőjű, 200 t tömegű reaktor naponta 2000 t szén dolgoz fel. A Hszincsiang-Ujgur tartománybeli Yili város „földgázgyárában” 8 db ilyen reaktor működik, évi kapacitásuk 2 milliárd m³ gáz.



Vízerőművek

Dr. Kozák Miklós ny. egyetemi tanár adatai [7] szerint Kína vízerő-készletei a következők:

- elméleti 5920 TWh/év,
- műszaki 1920 TWh/év,
- gazdaságosan kiaknázzható 1270 TWh/év.

Ez utóbbi a 2010. évi 4170 TWh össztermelés 30%-a, az ugyanezen évi 590 TWh vízerőművi termelésnek valamivel több mint kétszerese. Azaz gazdaságosan a 2010. évi 213 GW vízerőművi EBT-nek kb. a duplája – mintegy 400-450 GW – építhető; ez a 2010. évi 707 GW fosszilis EBT-nek kb. a 60%-a. Látszik tehát, hogy a kínai vízerő-potenciál – bár óriási – de a „tisztá energiára” törekvés jegyében csak egy részét tudná kiváltani a szénerőművi termelésnek.

A kínai vízerőművek árvízvédelmi és folyamszabályozási szerepe

Az ország évezredek óta szenvedett az árvizektől (pl. csak 1644-1911 között 214 nagyobb gátszakadást jegyeztek fel). A XX. század öt nagy árvize (1931, 1954, 1991, 1996, 1998)

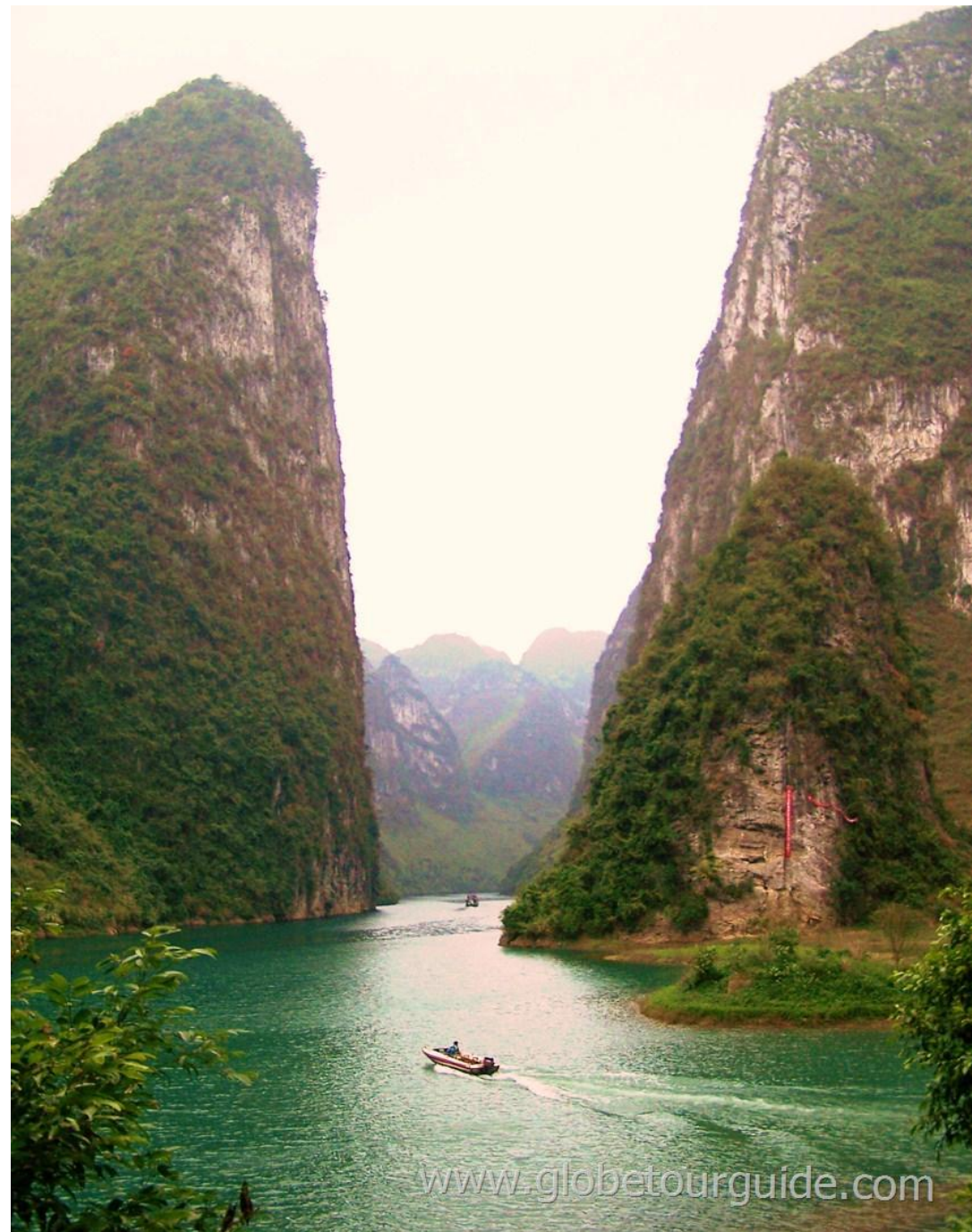
- 20-200 millió főnyi népességet érintett,
- 30 000-150 000 km² megművelt terület elöntésével járt,
- 2-7 millió ház sérült meg vagy dőlt össze,
- 3-20 milliárd USD kár keletkezett,
- a halálos áldozatok száma 3000 és 150 000 között volt.

Árvízi szempontból a nyárvégi-koraőszi időszak a legveszélyesebb, mert ilyenkor az ország középső részén, a két legnagyobb folyó, a Jangce (kínaiul Csang Csiang – Hosszú Folyam) és a Huang-ho (Sárga-folyó) középső vízgyűjtő területén lezúduló monszunesők 10-15 m-rel megemelik a folyók szintjét.

Jellemző táj a Jangce középső folyásánál

Különösen fontos az
árvízvédelem és a
folyamszabályozás a Jangce
középső folyásának
Csunking és Jicsang közötti
600 km-es szakaszán. Itt az
árvíz nélküli max. átfolyási
képeség $60\,000\text{ m}^3/\text{s}$, a
max. vízhozam azonban
 $90\,000\text{ m}^3/\text{s}$!

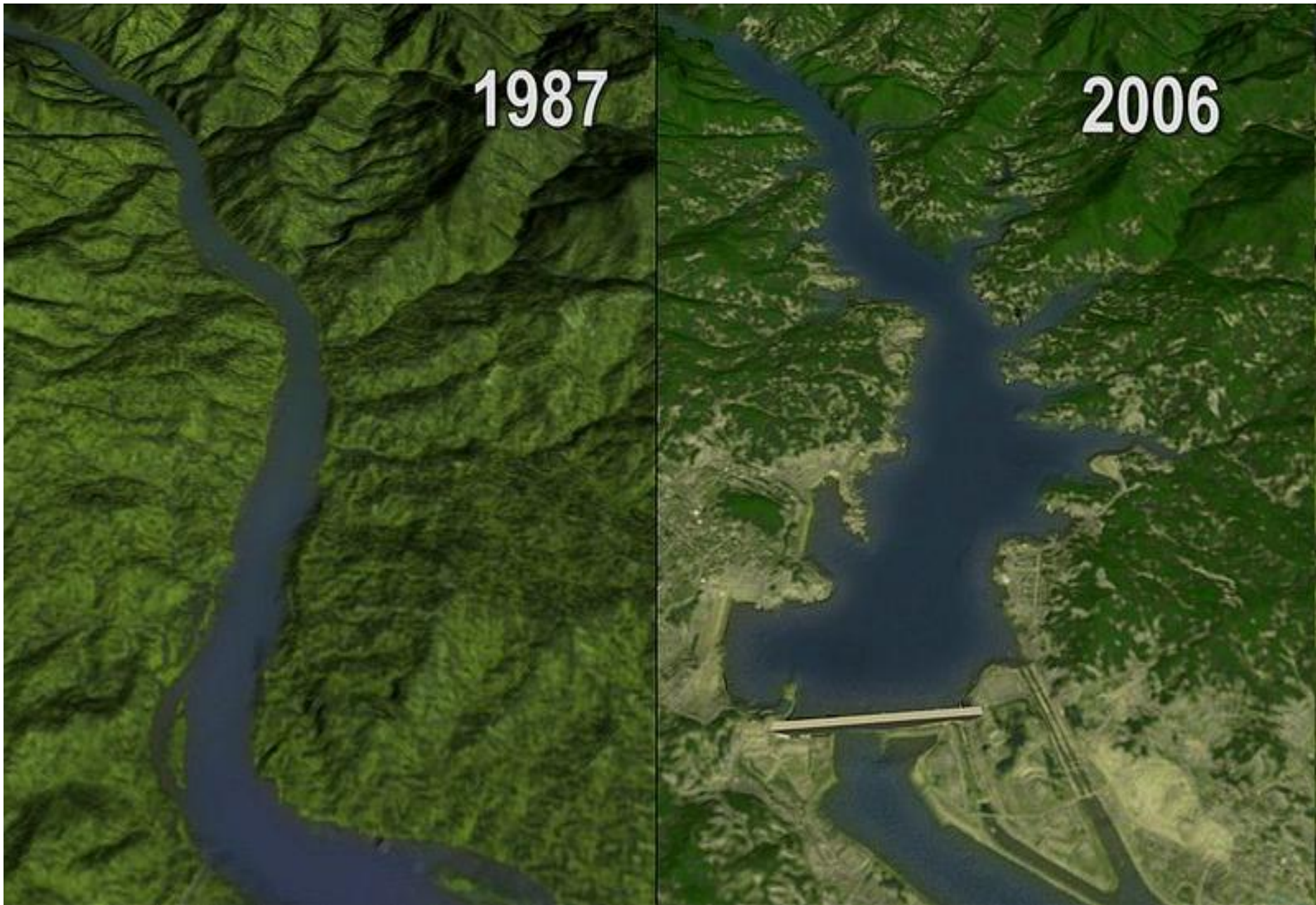
Ezért épült itt a **Három
Szoros (Szurdok) Vízerőmű
(Three Gorges Power Plant-
TGPP)**.



A projekt időrendi története:

- Elsőként Szun Jat-szen, Kína első köztársasági elnöke vetette föl 1919-ben, hogy a Jangce folyón, a Három Szurdok környékén mintegy 30 millió lóerő (22 GW) teljesítményű vízerőművet lehetne építeni, amely árvízvédelmi szerepet is játszana.
- 1932-ben a Csang Kaj-sek-kormány megkezdte az előkészítést.
- Miután 1937-ben Japán elfoglalta Kína jelentős részét, így a Három Szurdok környékét is, komplett tervet dolgozott ki a gát és az erőmű megépítésére, arra az esetre, ha Kínában tartósan berendezkedhet.
- 1944-ben John L. Savage, számos amerikai gát és vízerőmű vezető mérnöke javaslatot készített a projektre, azonban a megvalósítás a bonyolult belső viszonyok következtében 50 évet késett.
- A kínai Országos Népi Gyűlés 1992-ben 2/3-os többséggel hozott határozata alapján 1994. december 14-én megkezdődött a kivitelezés.
- Az első 700 MW-os gépet 2003. 07. 10-én helyezték üzembe, az utolsó, 32. gép 2012. májusában fog üzembe lépni.
- A hajóemelő 2014-re készül el.

A helyszín a tervezés idején (1987) és építkezés közben (2006)



A gát, az erőmű és a kapcsolódó létesítmények (hajóemelő, kétutas, ötkamrás hajózsilip, alvízi híd) – madártávlatból



A létesítmény műtárgyai és fő jellemzőik:

- Háromrészes, 2310 m hosszú, 185 m koronamagasságú, **tömör vasbeton súlygát**, a jobb- és balparti, összesen 1228 m hosszú erőművi gépcsarnokkal és a középső, 1082 m hosszú vízátbocsátó (árapasztó) szakasszal, amely 483 m hosszú bukóhoz csatlakozva, 22 db felső mozgatható gáton és 23 db mélyfenéki nyíláson keresztül engedi le a fölös vizet, illetve a hordalékot.
- Balparti 120×18 m-es **hajóemelő**.
- Balparti, iker-rendszerű, ötlépcsős, kamránként 280×34 m-es **hajózsilip-rendszer**, amelyen keresztül 10 000 tonnás hajók is át tudnak kelni, egyidejűleg folyásirányban és folyással ellentétes irányban („vízi autópálya”).
- Az alvízi oldalon a két partot összekötő **kötélhíd** (a gát tetején nincs közút, csak darupálya).

A Jangce e szakaszán a korábbi 10 millió t/év áruszállítás a TGPP megépítése után 50 millió t/év-re emelkedhet; ennek tekintélyes része szén a keleti országrész hőerőműveinek.

A gát az alvíz felől nézve, 2006. 05. 14-én; a balparti erőműrész és az árapasztó már kész, a jobbparti erőműrész munkagödre még szárazon van. A gát mögött Ziguí város.



A melléklétesítmények a látogatóközpont makettjén: előtérben a bal- és jobbpartot összekötő közforgalmú kötélhíd, középen az iker-rendszerű (kétirányú) ötlépcsős hajósilip, tőle balra a hajóemelő



A létesítmény fő műszaki és gazdasági jellemzői:

- Elméleti beépített teljesítőképesség: $32 \times 700 = 22\,400$ MW.
- Van még 2 db 50 MW-os háziüzemi hidrogenerátor, azaz Σ EBT = **22 500 MW , világcsúcs!**
- A 2010. évi villamosenergia-termelés: 84,37 TWh.
- A kínai kormány által becsült beruházási költség 180 milliárd jüan (kb. 6,2 billió forint), ebből 45-45% az építési költség, illetve a duzzasztás által érintett lakosság (kb. 1,5 millió ember) áttelepítésének költsége és 10% a finanszírozási költség.
- Számított megtérülés: 10 év teljes kapacitású üzem után.

Jellemző anyag- és munkamennyiségek:

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| • Föld- és sziklakiemelés | 102 millió m ³ |
| • Föld- és sziklabeépítés | 30 millió m ³ |
| • Beton | 27 millió m ³ |
| • Betonacél | 355 000 t |
| • Betonozási csúcsteljesítmény | 500 000 m ³ /hónap |

A gépi berendezések gyártása, szerelése:

Az első 14 gépegységet a General Electric Canada Inc. által vezetett nemzetközi konzorcium (ABB, GEC Alsthom, GE, Hydro-Norway, Voith Hydro GmbH, Siemens) szállította, kínai partnereik (Harbin Electric Machine Company, Dangfang Electric Machine Company) gyártási és szerelési közreműködésével. A többi 18 gépegység már kínai gyártmány.

A 700 MW-os Francis-turbina

- A hasznos esés tartománya a vízhozamtól függően 61 és 113 m között változik.
- Mivel a víz lebegtetett hordaléktartalma nagy ($1,2 \text{ kg/m}^3$), a lapátozás kemény, martenzites rozsdamentes (13% Cr, 4% Ni, 0,5% Mo) acélból készül, a lapátot öntött darabokból hegesztik össze, a varratokat rétegenként röntgenezik.
- A járókerék tömege 450 t, átmérője 10 m, tengelyének átmérője 4 m, a beömlő cső $\varnothing 9,4 \text{ m}$, a kiömlő cső $\varnothing 16 \text{ m}$.
- A turbina össztömege 3300 t.

A turbinaházak szerelése a jobbparti gépcsarnokban



A 700 MW-os Francis-turbinák összeszerelt csigaházai



A 700 MW-os Francis-turbina kínai gyártmányú 450 tonnás járókereke



A 840 MVA-es generátor:

- Az állórész belső átmérője: 18,5 m
- A forgórész külső átmérője: 18,436 m, azaz a légrés 32 mm
- A forgórész hossza: 3,3 m
- Fordulatszám: 75/min (a póluspárok száma: $p = 60f/n = 40$)
- Hűtés: állórész: víz, forgórész: levegő
- Össztömeg: 5800 t

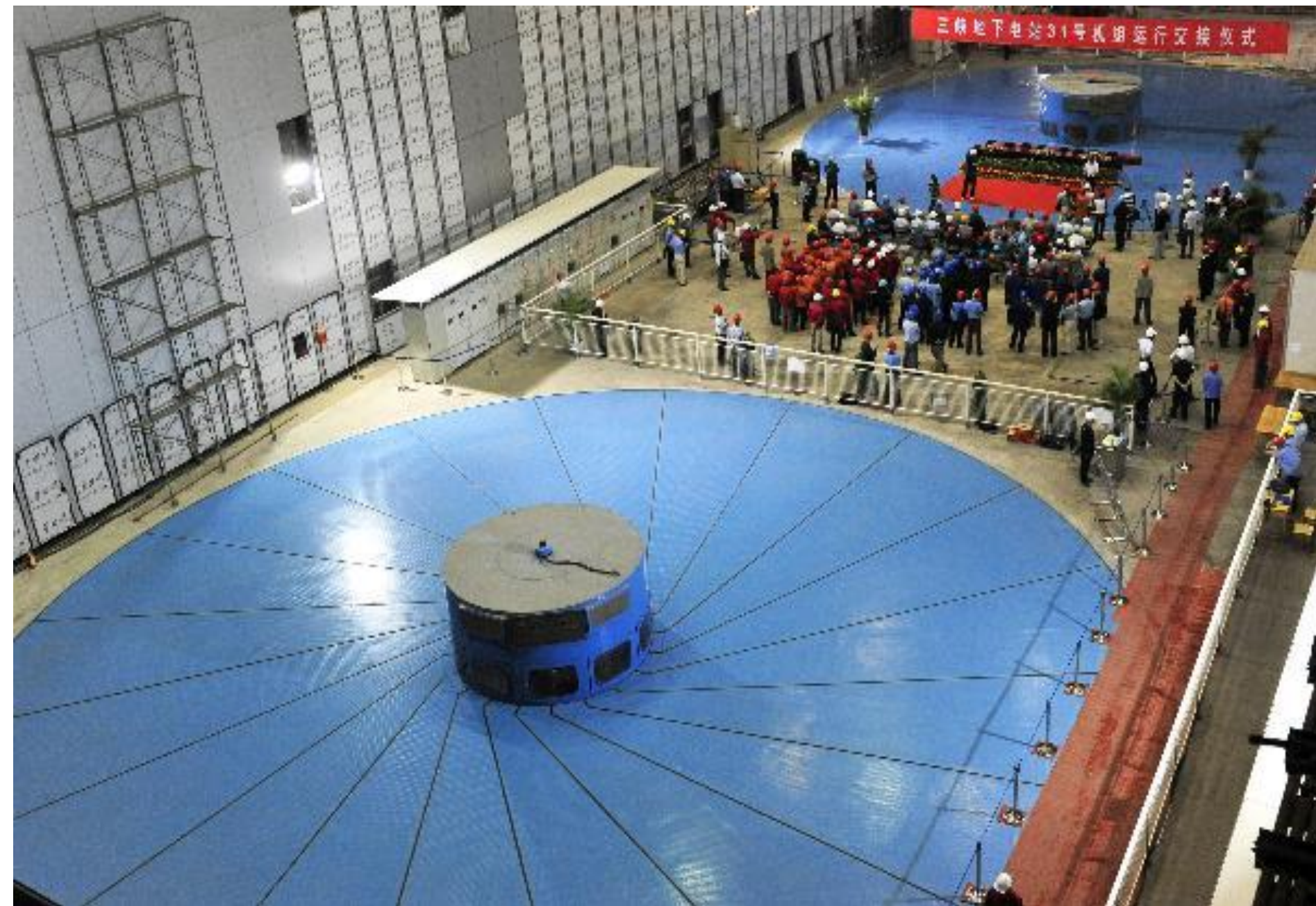
A 840 MVA-es generátor forgórésze az állórészbe való beemelés előtt



A 31. számú (az utolsó előtti) 700 MW-os hidrogenerátor



A 32 db 700 MW-os generátor egyikének ünnepélyes üzembe helyezése



Az erőmű elkészült balparti része, működő árapasztója és a még épülő jobbparti rész – nappal ...



... és éjjel



Az árapasztó a látogatói teraszról ...



... és a gát koronájáról nézve, halszemoptikán keresztül



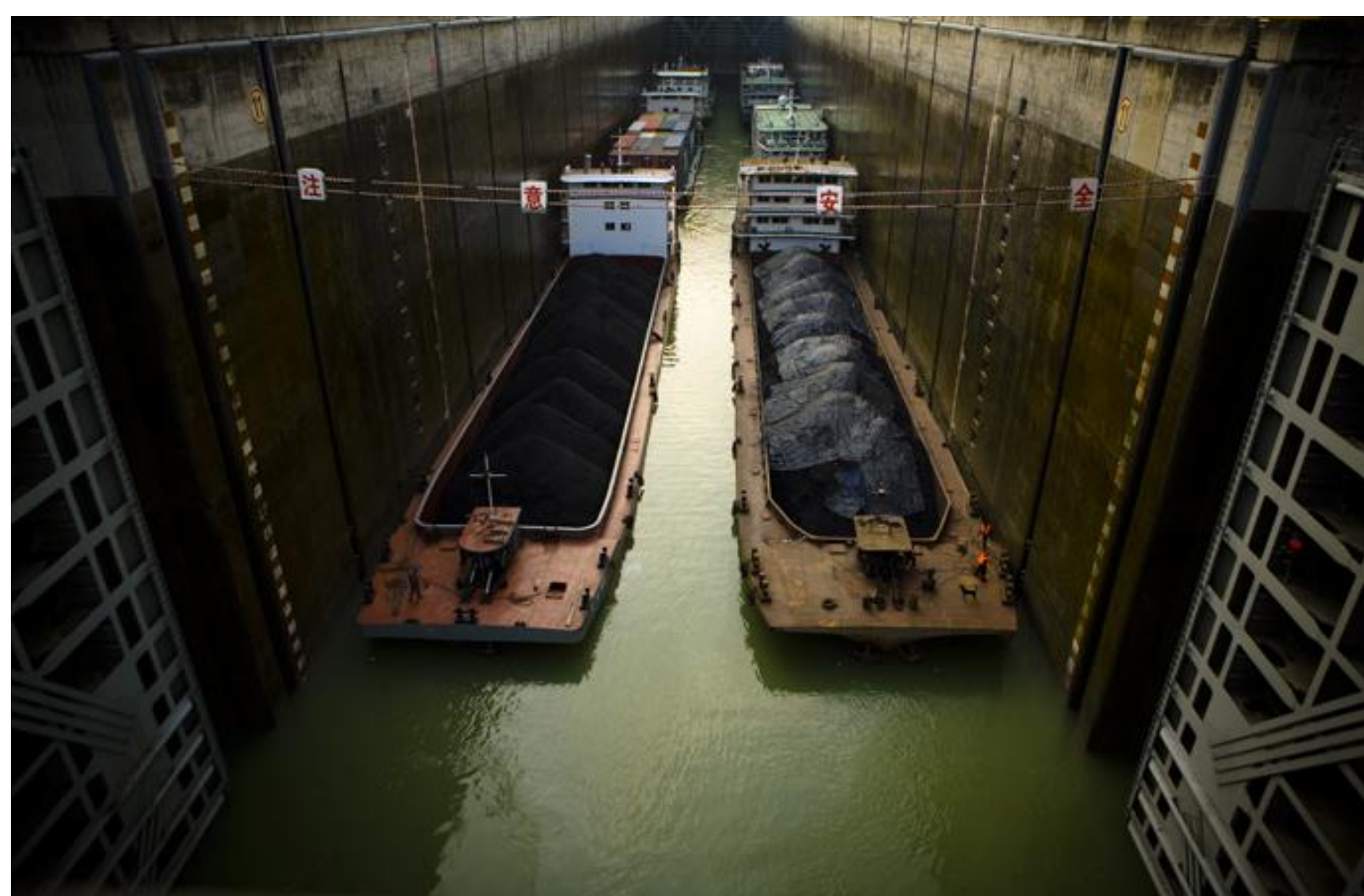
Az épülő 2×5 kamrás hajózsilip alvíz felőli kamrái a látogatói sétányról ...



... és a kész zsilip az alvízről nézve



Szénszállító uszályok a 2×5 lépcsős zsilip egyik kamrájában, útban a keleti országrész erőműveihez



A Jangce felső szakaszán, a Jinsa folyón tervezett további vízerőművek:

1. fázis: a Jinsa alsó folyásán, 2005-2015 között 4 erőmű, egyenként 7 400, 14 000, 12 600 és 6 000 MW	Σ 40 000 MW
2. fázis: a Jinsa középső folyásán 8 erőmű	Σ 21 150 MW
3. fázis: a Jinsa felső folyásán 8 erőmű	Σ 8 980 MW
A Három Szoros Erőmű	22 500 MW
Összesen	92 630 MW

De a kínai vízerőmű-építő ipar nemcsak otthon virágzik. Ügyes diplomáciával egyre nagyobb részt vállal Afrika vízerőkincseinek kiaknázásában.
Íme: hivatalos afrikai látogatása alkalmából Hu Csin-tao kínai államfő képe jövőbeli potenciális megrendelőik kezében.



A Három Szurdok Vízerőművet építő kínai konzorcium a Kongói Demokratikus Köztársaságban (a volt Belga Kongóban), a világ második legbővizűbb folyóján, a 42 000 m³/s közepes és 90 000 m³/s maximális vízhozamú, 4700 km hosszú Kongó- (Zaire-) folyón, a fővárostól, Kinshasától (a volt Leopoldville-től) 225 km-re Ny-ra a **Grand Inga Project** keretében **39 000 MW-os** vízerőművet építene. A beruházási költség 80 milliárd USD lenne.

A Kongó jellegzetes síkföldi képe. Balra az ikerfővárosok: Kinshasa, Brazzaville



A folyó – miközben kétszer is keresztezi az Egyenlítőt – a világ második legnagyobb esőerdőjén folyik keresztül. 3,7 millió km²-es vízgyűjtő területén valahol mindig van csapadék, ezért vízhozama nagy és viszonylag egyenletes.



A torkolattól kb. 150 km-re van egy zuhatagos szakasz (az Inga-, más néven Livingstone-vízesések), ahol a folyó 15 km-en 96 m-t esik.



A Livingstone-vízesések zuhatagos szakaszai ...





... és a vízesések részlete; itt átlagosan $42\,000\text{ m}^3$ víz zúdul le másodpercenként, összesen 96 m eséssel. (A Niagara „vízhozama” $2839\text{ m}^3/\text{s}$, esése 50,9 – 53,6 m.)



A zuhatagos szakaszon 1972 óta működik a $6 \times 59 = 354$ MW-os Inga 1 és 1982 óta a $8 \times 178 = 1424$ MW-os Inga 2 erőmű.

A kép közepén az Inga 1 gát és erőmű, előterében az Inga 2-höz vezető rövid üzemvízcsatorna, a háttérben pedig a sellős-zuhatagos főág.

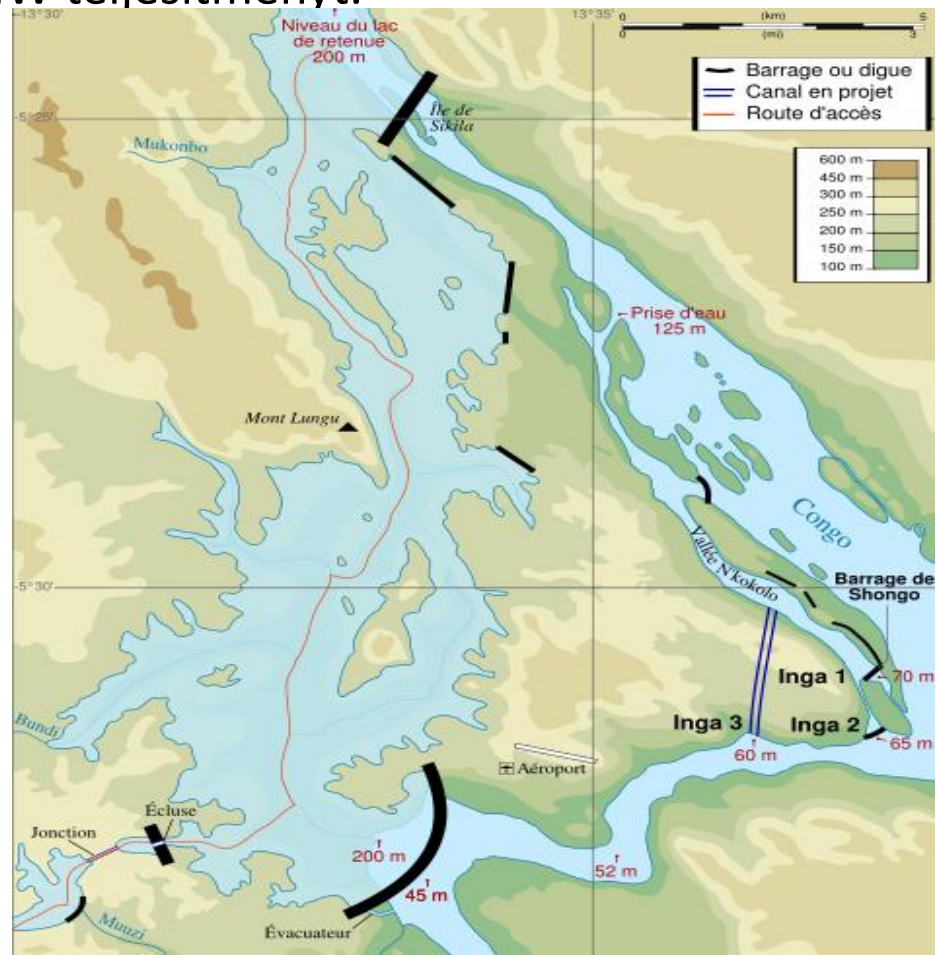
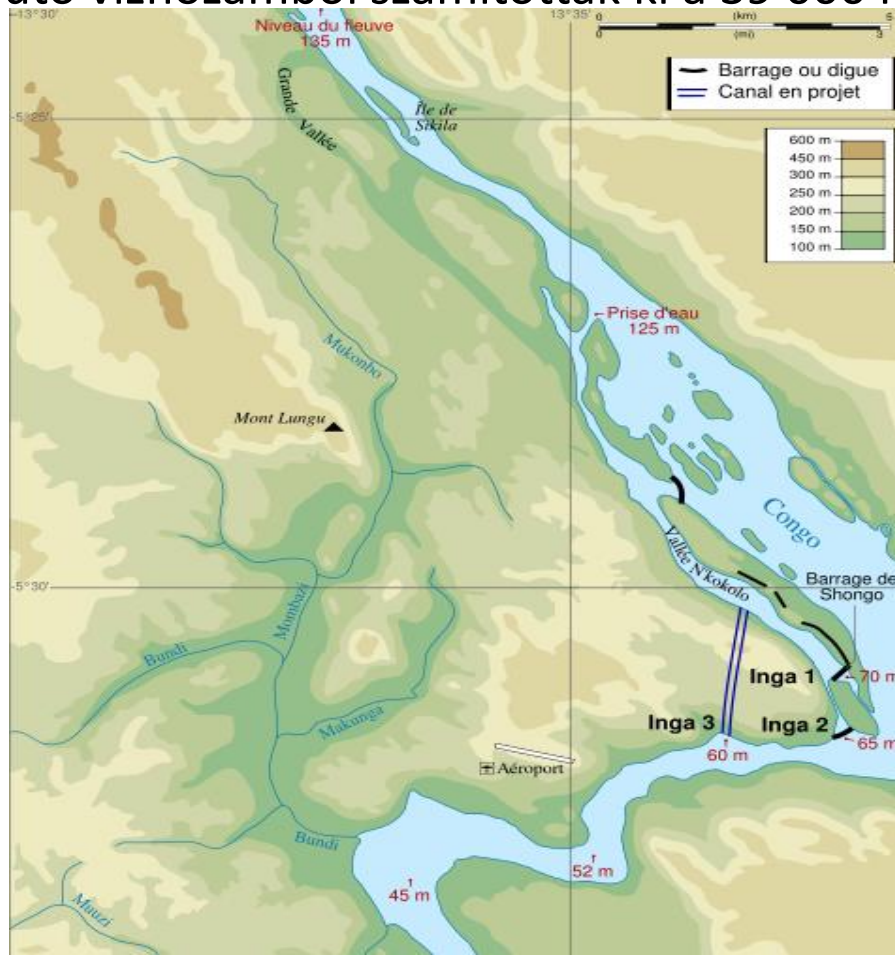


A $8 \times 178 = 1424$ MW-os Inga 2 erőmű és a hozzá vezető rövid üzemvíz-csatorna. A jobb felső sarokban az Inga 1 gát és erőmű.



Balra: a zuhatagos szakasz meglévő (Inga 1, Inga 2) és épülő (Inga 3) erőművei és jelenlegi vízszint-viszonyai; a belépő szint 135, a kilépő 45 m, a különbség 90 m, melyből a természetes N'kokolo csatorna bejárata és az Inga 2 erőmű alvize közötti kb. 8 km-es szakaszra jut $125 - 65 = 60$ m esés.

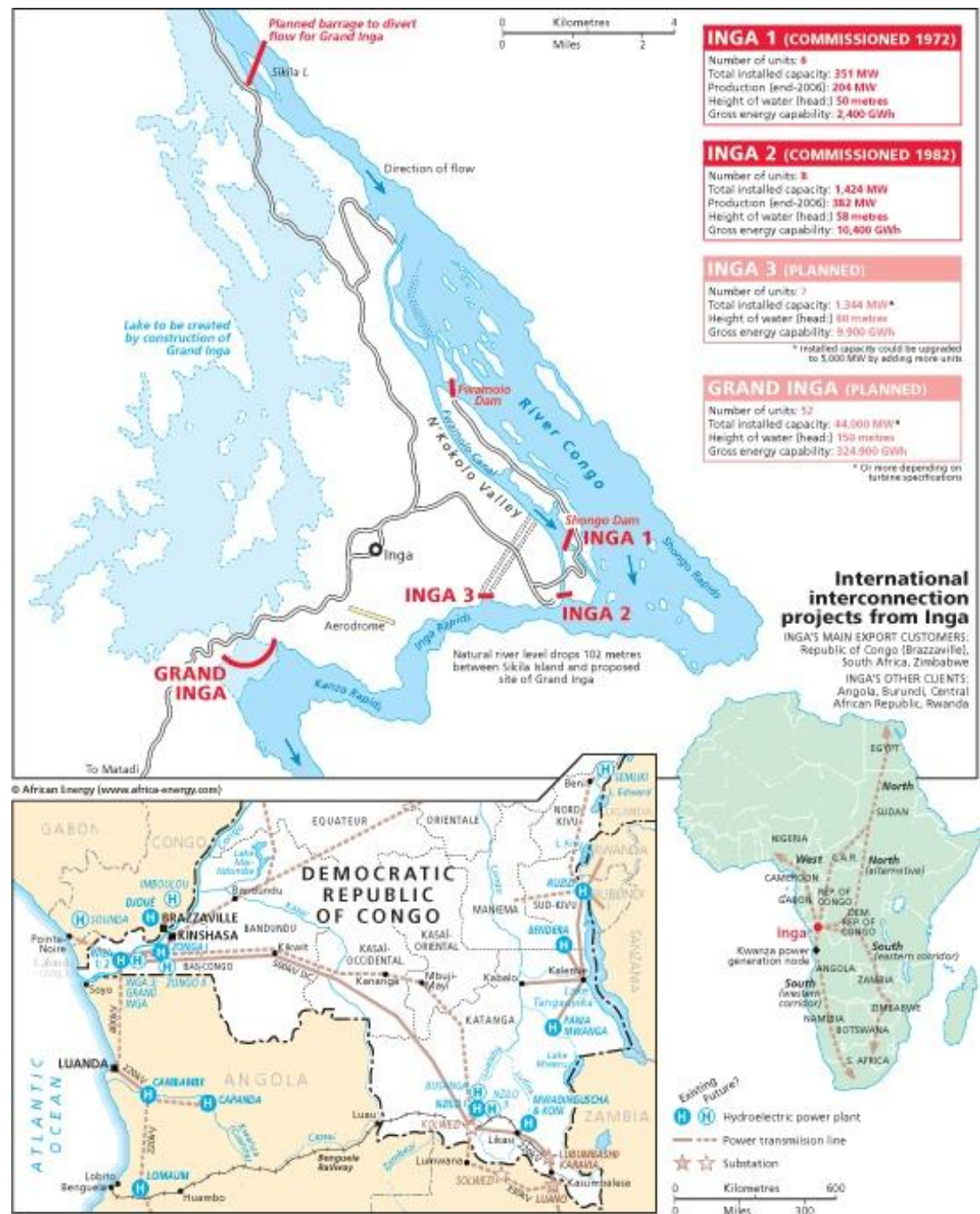
Jobbra: a Grand Inga projekt keretében a Sikila-szigetnél építendő kb. 1,5 km hosszú duzzasztógát 200 m-re emeli a kialakuló, kb. 15 km hosszú tározó vízszintjét, tehát a Grand Inga kb. 4 km-es főgátjára $200 - 45 = 155$ m elméleti esés jut. Ebből és a főgatra jutó vízhozamból számították ki a 39 000 MW teljesítményt.



A Grand Inga gigaprojekt jelenlegi tartalma:

- 52 db 750 MW-os gépegység beépítése, Σ 39 000 MW,
- a régi mederbe engedett kellő mennyiségű vízzel a korábbi Inga 1, 2, 3 erőművek üzemének fenntartása,
- minél kisebb természetkárosítás.

A ~325 TWh/év villamos energia hazai felhasználáson felüli – túlnyomó – részét 5 db, több ezer km-es, $\pm$ 1000 kV-os egyenáramú távvezetéken tervezik eljuttatni a földrész É-i, Ny-i és D-i országaiba (pl. Szudán, Egyiptom, Kongói Köztársaság, Nigéria, Angola, Zambia, Zimbabwe, Dél-Afrika).



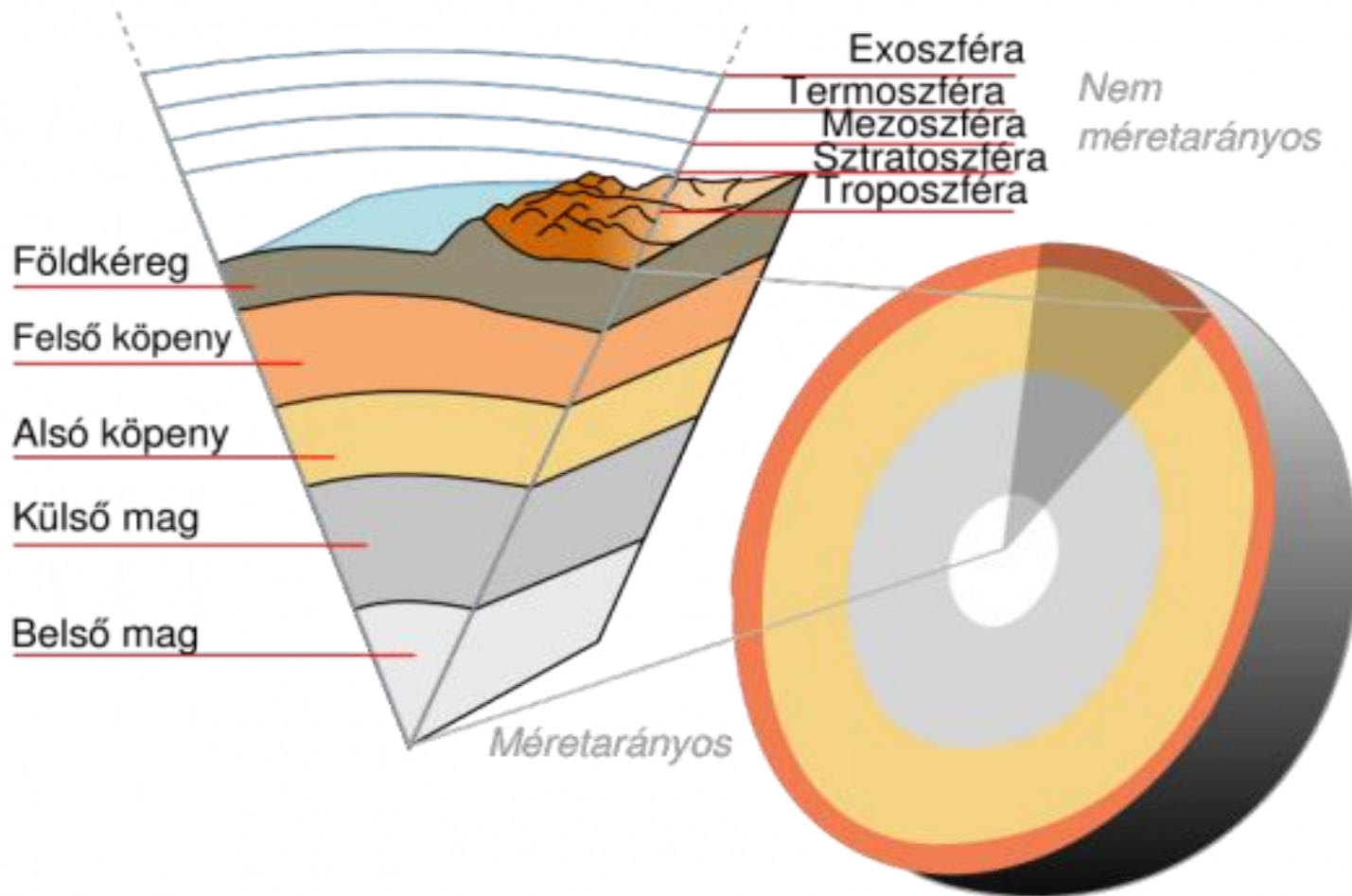
A vízerőművi fejezet végén érdemes sorrendezni a világ eddig épült legnagyobb vízerőműveit:

	Név	Ország	Folyó	EBT(MW)	Befejezés
1.	Három Szurdok	Kína	Jangce	22 500	2012
2.	Itaipu	Brazília, Paraguay	Paraná	14 000	2003
3.	Guri	Venezuela	Paragua/ Caroni	10 200	1986
4.	Tucurui	Brazília	Tocantins	8 370	1984
5.	Grand Coulee	USA	Columbia /Spokane	6 809	1942/ 1980
6.	Szajano-Susenszkaja	Orosz- ország	Jenyiszej	6 400	1989

Visszatérve Kínára, **gyakran fölmerülő kérdés:** Okozhat-e földrengésveszélyt, hogy a 660 km-es, 40 km³-es tározó 40 milliárd tonnával terheli az alatta fekvő tektonikai lemezt?

Rövid globális földtani áttekintés

A Föld felépítése:



A földkéreg és a földköpeny felső, szilárd, 80-100 km vastag része együtt: ez a **litoszféra**, mely **tektonikai lemezekre** töredezett.

A lemezek „úsznak” a földköpeny alsó, képlékeny, rendkívül viszkózus (alig folyós) részében, a 100-700 km mélységben lévő **asztenoszférában**.

A tektonikai lemezek vízszintes sebessége (kúszása) kb. 0,66-8,5 cm/év.

A geológusok 7 nagyobb, 50-100 millió km² területű és több kisebb lemezt különböztetnek meg:

A nagyobb lemezek: afrikai, antarktiszi, ausztrál, csendes-óceáni, dél-amerikai, eurázsiai, észak-amerikai

Néhány kisebb lemez: arábiai, indiai (Dekkán), Fülöp-lemez (Japán)

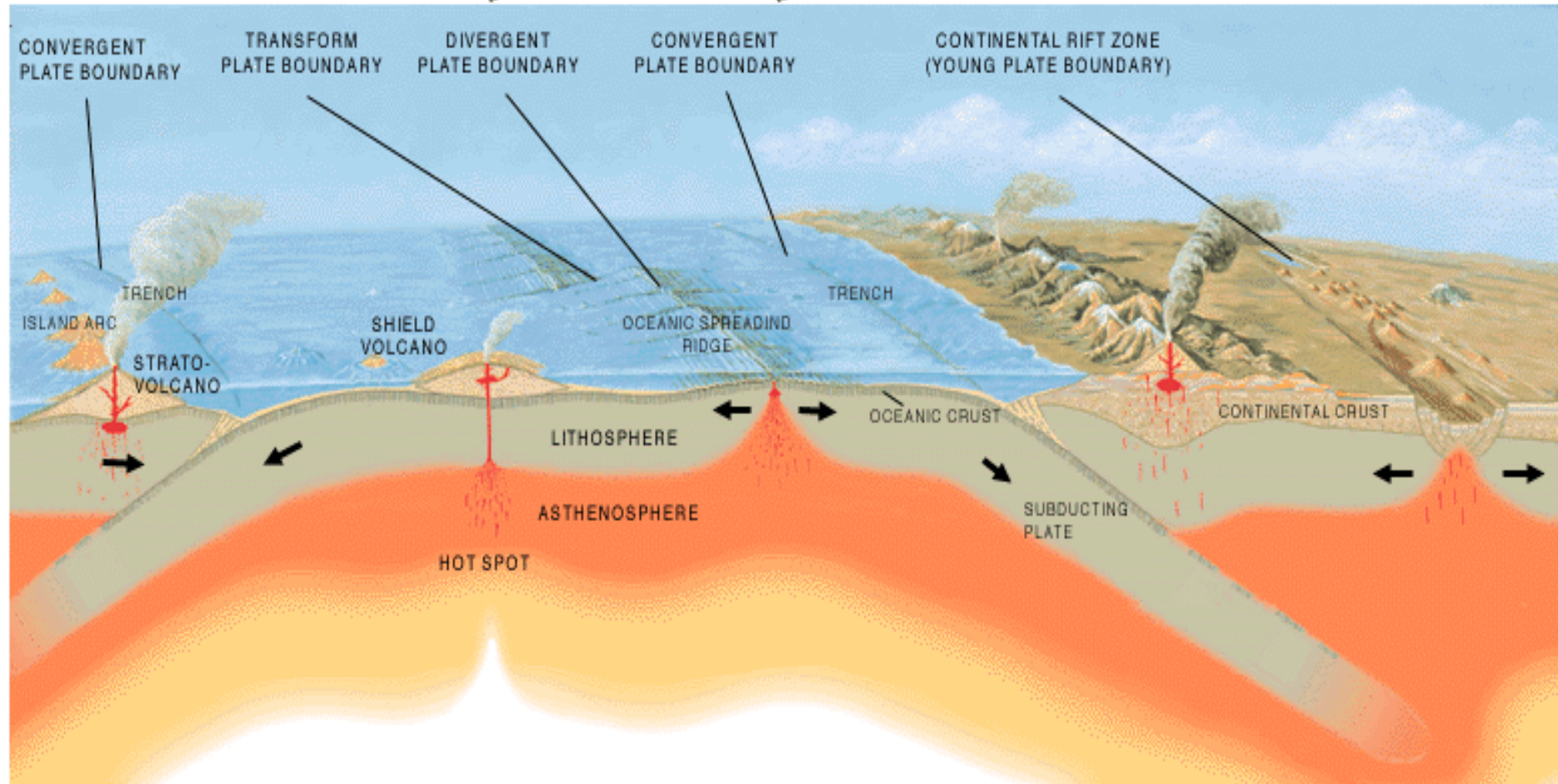
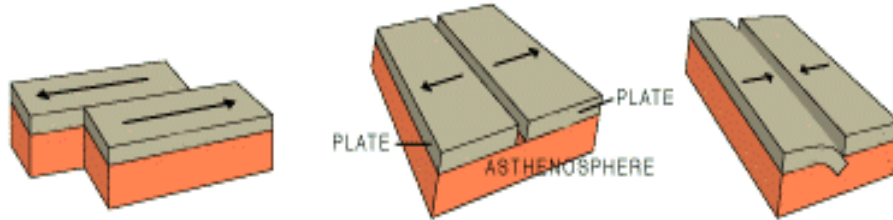
A lemezszegélyek egymáshoz képesti mozgása:

- **konvergens** (ütköző, destruktív); ha az egyik lemez a másik alá bukik: **szubdukció** (pl. Japán: a csendes-óceáni lemez az eurázsiai alá bukik 8 cm/év kúszási sebességgel)
- **divergens** (széttartó, szétváló),
- **súrlódó** (egymás mellett elcsúszó).

A nagy tektonikai lemezek elhelyezkedése és közöttük néhány kisebb.
A lemezek felszínén szárazföld és tenger (óceán) egyaránt lehet.



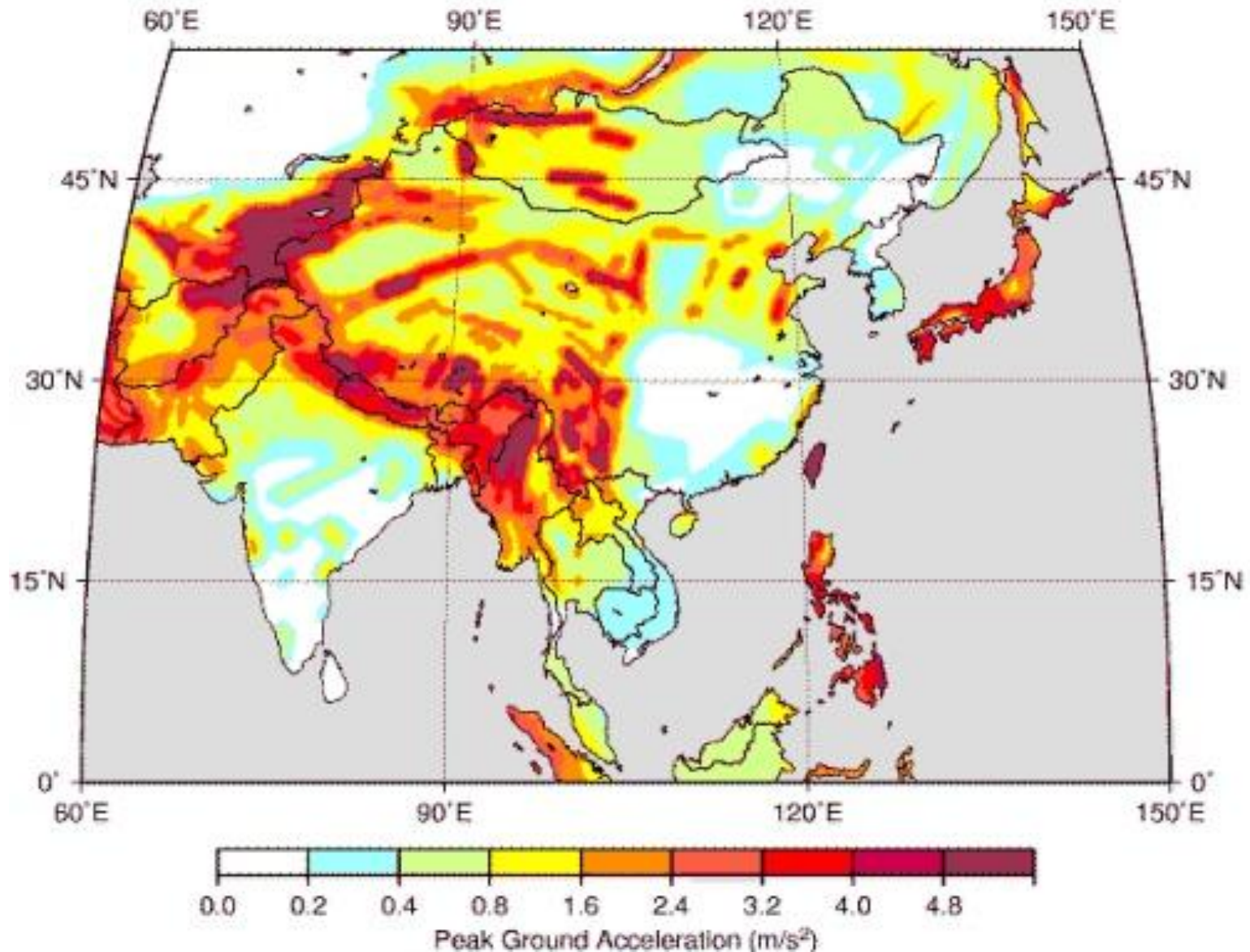
A tektonikus lemezek interplate (lemezek közötti) mozgásformái:
Az elcsúszási, szétválási, ütközési helyeken: földrengés, vulkánosság, árok-, illetve hegységképződés; szárazföldön és tengerfenéken egyaránt



A földrengéskor fellépő vízszintes gyorsulások várható csúcsértéke

Színskála: lila: 4,8-5,6 m/s^2

fehér: 0,0-0,2 m/s^2



Mi adja az energiát a tektonikai lemezek mozgásához?

Mai ismereteink szerint a Föld magjában végbemenő radioaktív bomlás által létrehozott hő.

A tektonikai lemezeken belüli (intraplate) földrengések

Kína területén – mai ismereteink szerint – nem halad nagy tektonikai lemezek közötti törésvonal. Ennek ellenére

- 1556-ban Senhszi tartományban a Richter-skála szerinti $\sim M8$ rengés, 830 000 halott; ez volt minden idők legtöbb áldozatot követelő, ismert földrengése.
- 2008-ban Szecsuán tartományban $\sim M7,9$ rengés, 67 000 halott. De sem az epicentrumtól 30 km-re lévő víztározó gátja, sem a közelben működő atomerőmű nem sérült meg.

Tározó által okozott földrengések (RIS – Reservoir-induced seismicity)

A Kínai Földrengéstani Hivatal (China Earthquake Administration) Szeizmológiai Intézetének öt kutatója 2010 szeptemberében tanulmányt írt a Három Szoros Tározó vízszintje és a tározó környezetének földrengései közötti viszonyról (A study on the relationship between water levels and seismic activity in the Three Gorges reservoir).

A tanulmány fő megállapításai a következők:

1. A tározó töltésének kezdete, 2003. júniusa és 2009. 12. 31. között – ekkorra már többször elérték a maximális vízszintet – 3429, a Richter-skála szerinti M2,9 magnitúdójúnál gyengébb, ún. „mikrorengést” regisztráltak, időarányosan 30-szor többet, mint a feltöltés előtti időszakban, de volt egy M4,1-es rengés is, amikor a tározót egy közbülső szintről túl gyorsan, 3 m/nap szintemelkedéssel töltötték a maximumig.
2. A mikrorengések száma annál nagyobb volt, minél magasabb szintre töltötték a tározót.
3. A mikrorengések száma annál nagyobb volt, minél gyorsabban töltötték vagy ürítették a tározót.

A mikrorengések feltételezett okai:

- A tározó töltésekor a víz közvetlenül befolyik, vagy közvetve, a kőzet pórusain és repedésein keresztül behatol a felhagyott bányákba és a karsztos barlangokba, amelyek beomlanak, ezzel rengést keltve.
- Töltéskor a lejtős partok vízbe merülő része a felhajtóerő következtében kisebb „súlyerőt” képvisel, így kevésbé tud ellenállni a felső partrész nyomásának, ezért földcsuszamlás (suvadás) jöhet létre, amely rengést kelthet.
- Ha a parti kőzet kevésbé átjárható (impermeábilis), akkor a tározó gyors szintcsökkenésekor a lassabban csökkenő talajvízszint többlet hidrosztatikai nyomása instabillá teszi a part anyagát, ami hegycsuszamláshoz vezethet, amely rengést kelthet.

A gyakori mikrorengések intenzív tektonikai rengéshez vezethetnek.

Kína nagy- és ultranagy feszültségű átviteli hálózata, avagy miként szállítják el a sok százezer MW teljesítményt az erőművekből?

A világ legnagyobb villamosenergia-ipari cége a 2002-ben létrehozott állami tulajdonú Kínai Állami Átviteli Hálózati Társaság (**State Grid Corporation of China – SGCC**).

Hozzá tartozik többek között

- az öt regionális átviteli hálózati társaság (Észak-, Északkelet-, Északnyugat-, Kelet- és Közép-Kínai Átviteli Hálózati Társaság),
- öt kutatóintézet,
- az átviteli hálózatot építő társaság (State Grid Construction Co),
- az átviteli hálózatot üzemeltető társaság (State Grid Operation Co),
- Az átviteli hálózatot beruházó és pénzügyeit intéző társaság (China Power Finance Co.).

2008 végén 620 000 km > 35 kV-os hálózata, 1,6 TVA transzformátor-kapacitása, 1,5 millió munkatársa és 1 milliárd fogyasztója volt.

2007-2011 között 28,6 milliárd USD-t ruháztak be a hálózaton.

Liu Zhenya, az SGCC elnöke: „Az SGCC jelszava: erős átviteli hálózattal, kitűnő eszközállománnyal, szolgáltatással és működéssel fenntartani a kínai villamosenergia-ipar egészséges növekedését Kína gazdasági fejlődése és társadalmi haladása érdekében.” **„Being strong is the basis of being smart.”**



A kínai átviteli hálózat gerincét az 500 és 750 kV-os váltakozó áramú hálózat és a ± 500 kV-os egyenáramú távvezetékek alkotják. A képen egy hatos kötegű fázisvezetőkkel szerelt kétrendszerű 750 kV-os távvezeték.



A Három Szoros Vízerőműben termelt 22 400 MW teljesítményt 500 kV-os távvezetéseken juttatják el a bal- és jobbparti csomóponti alállomásokba, ahonnan 500 kV-os váltakozó áramú, és ± 500 kV-os egyenáramú vezetékekkel szállítják tovább.

Az SGCC 2004-ben elfogadott hálózatfejlesztési stratégiája alapján 2006-ban elkezdték és 28 hónap múlva, 2009. január 6-án üzembe helyezték a **világ első** 1100 kV-ra szigetelt és **1000 kV-on üzemelő** váltakozó áramú távvezetékét. Beruházási költsége 830 millió USD volt.

A 650 km-es vezeték a Három Szoros Erőműtől K-re eső Jingmen alállomásból indul É felé. 290 km múlva eléri a Nanyang-ban lévő kapcsolóállomást, majd 360 km múlva a Jindongnan-ban lévő, ez idő szerinti végponti alállomást. 3,7 km-es keresztezéssel íveli át a Huangho-t (a Sárga-folyót) és 2,9 km-essel a Hanjiang folyót.

Az 1000 kV-os átvitel fő műszaki jellemzői:

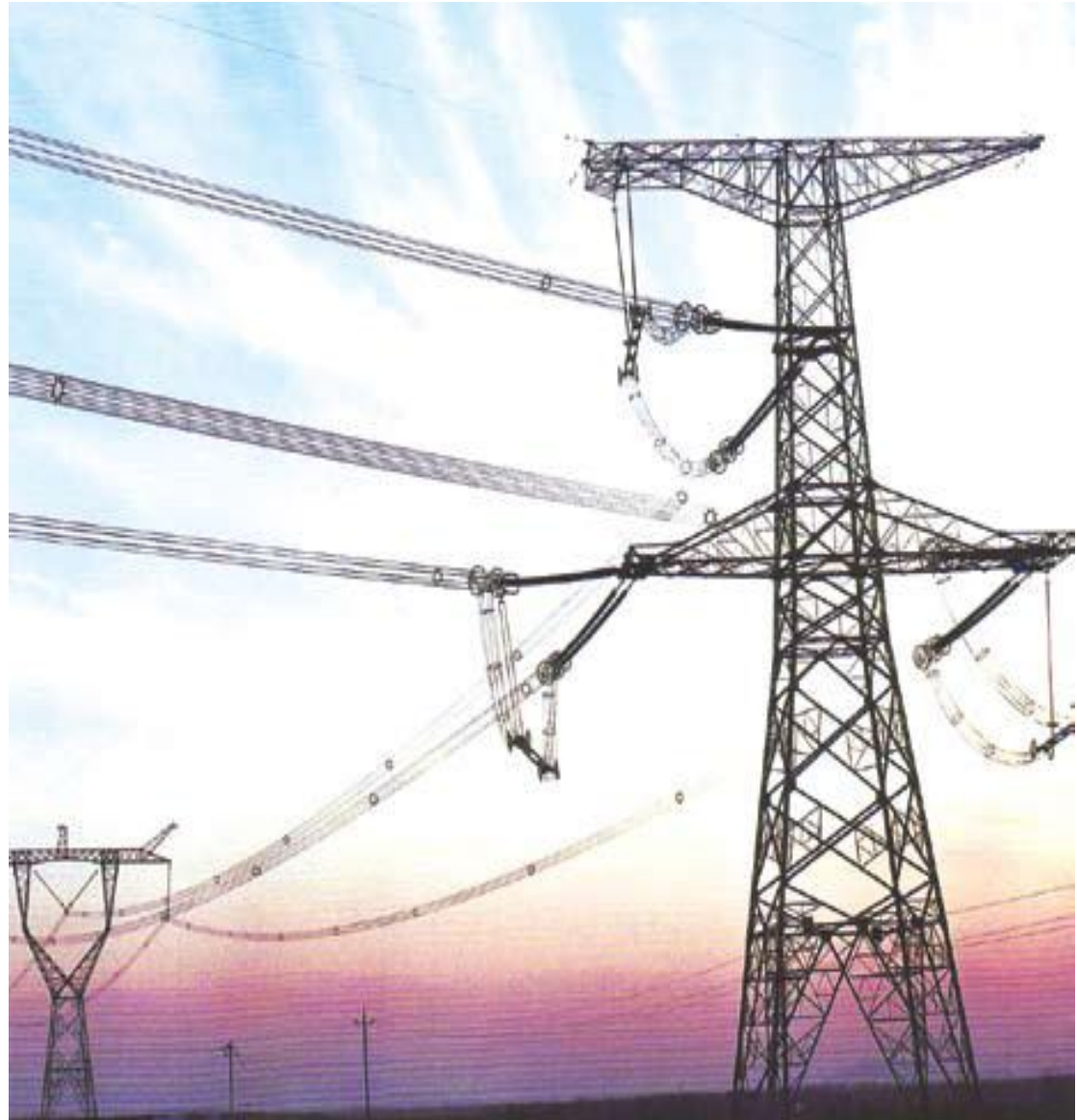
• Névleges üzemi feszültség	1000 kV
• Legnagyobb tartósan megengedett feszültség	1100 kV
• 1,2/50 μ s-os lökőpróbafezültség	2400 kV _{cs}
• 250/2500 μ s-os kapcsolási hullámú próbafez.	1800 kV _{cs}
• 1 perces ipari frekvenciás próbafezültség (fázis)	1100 kV
• Az alállomási gyűjtősin névleges árama	8000 A
• A készülékek névleges árama	4000 A
• A megszakító tranziens zárlati megszakítási árama	50 kA
• A távvezeték fázisvezetője	8×403/52 mm ² ACSR
• A köteges fázisvezető külső burkoló átmérője	1,07 m
• A távvezeték természetes teljesítménye	4080 MW
• A távvezeték kapacitív töltőteljesítménye	4,45 Mvar/km
• A 650 km-es szakasz kompenzálandó meddője	2900 Mvar

Az 1000 kV-os távvezeték nyomvonalának részlete



Az 1000 kV-os távvezeték feszítőoszlopa

A 650 km-es szakasz oszlopainak száma 1284 db,
az alaptípus magassága 77 m, tömege 70 tonna.

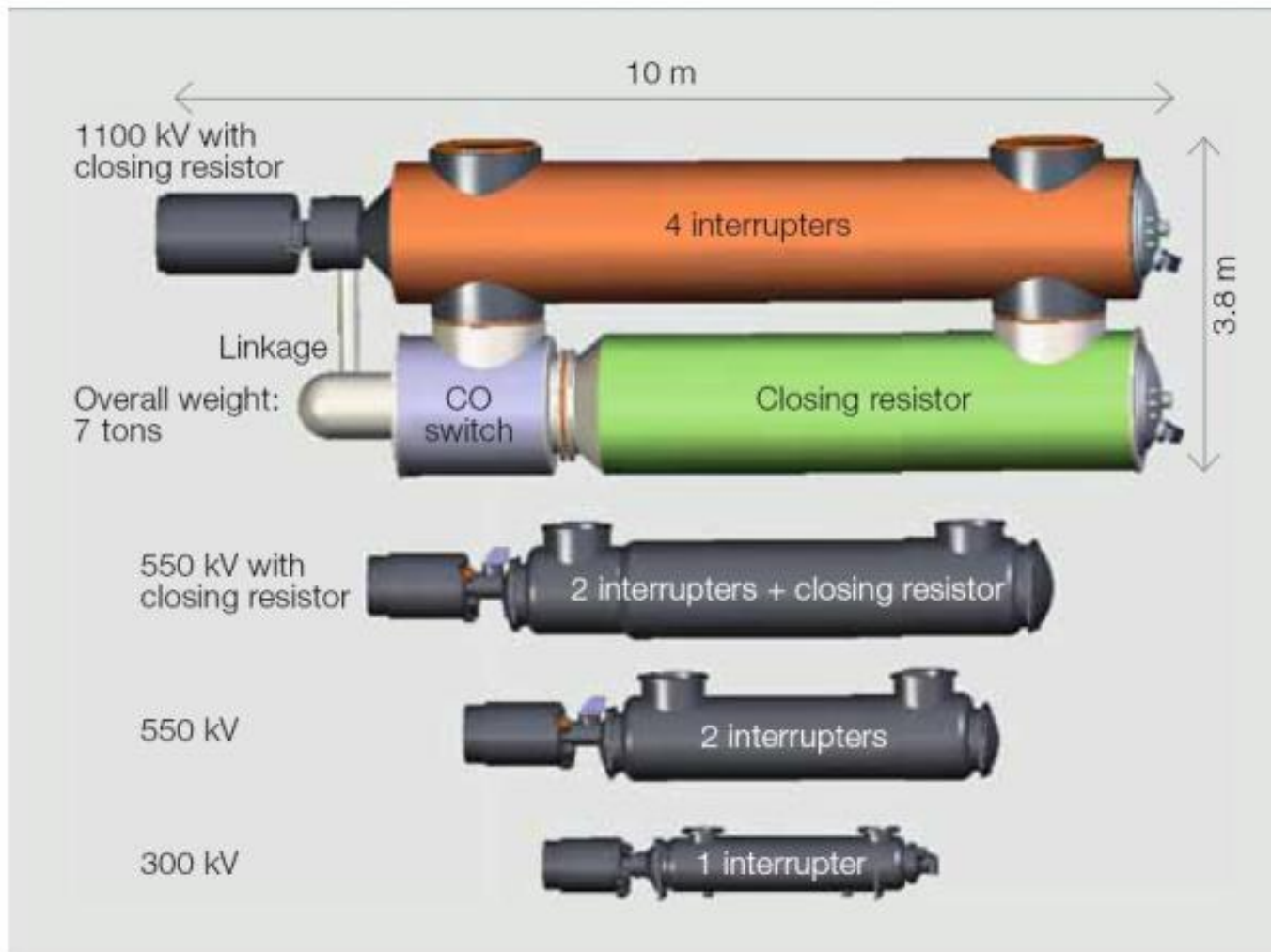


Az 1000 kV-os távvezeték ~150 m-es folyamkeresztező tartótornya (jobbra).
A nyolcas kötegű fázisvezető rugalmas betétű (rezgéscsillapító) távolságtartójának szerelése (balra).



Az ABB SF₆ gázszigetelésű megszakító-sorozata. Alulól felfelé:
300 kV-os, 1 megszakítási hellyel; 550 kV-os, 2 megszakítási hellyel; 550 kV-os,
2 megszakítási hellyel, bekapcsoló ellenállással egybeépítve; 1100 kV-os, 4
megszakítási hellyel, ráépített (zöld) bekapcsoló ellenállással, L=10 m

2 Dimensions of ABB circuit breakers from 300kV to 1,100kV



A fázisonként 4 megszakítási hellyel rendelkező 1100 kV-os SF₆ gázszigetelésű tokozott megszakító egy pólusa. A barna zárófedéllel lezárt nyílásokra csatlakozik az ugyancsak tokozott bekapcsoló ellenállás. Baloldalt felszerelés előtt, raklapon a nagyenergiájú, öt tányérrugópáros, rugóerőtárolós, hidraulikus közvetítő közegű hajtás.



1100 kV névleges feszültségű, váltakozó áramú, SF₆ gázszigetelésű tokozott kapcsolóberendezés 50 Hz-es és lökőhullámú próbája az ABB ludvikai (svédországi) laboratóriumában.

Baloldalt a csövezés egy szakasza, középen a szakaszoló, jobboldalt hátul a megszakító. A kép szélein 1-1 db 1100 kV-os SF₆-levegő átvezető-szigetelő.



A Három Szurdok Vízerőműtől 200 km-re K-re lévő Jingmen-i 1000/500 kV-os alállomás. Jobbra az 1000 kV-os rész, középen a transzformátorok és söntfojtók, balra az 500 kV-os rész.



A Jingmen 1000/500 kV-os alállomás az innen kiinduló 1000 kV-os távvezeték felől nézve. Ezen a képen balra van az 1000 kV-os, jobbra az 500 kV-os kapcsolóberendezés, középen az 1000/500 kV-os transzformátor.



1000/500 kV-os, 3000 MVA (1000 MVA/fázis) teljesítményű, kínai gyártmányú transzformátor



Az 1100 kV-os SF₆ gázszigetelésű megszakító



De az ultranagy-feszültség tartományában az SGCC nemcsak hálózat-képző 1000 kV-os váltakozó áramú távvezetéseket és alállomásokat épít. A 2004-es hálózatfejlesztési stratégia célul tűzte ki ± 800 kV-os sugaras egyenáramú összeköttetések létesítését, amelyek főleg az északi országrész, Belső Mongólia gigantikus szénkészleteire települt, már üzemelő és a jövőben építendő több ezer MW-os hőerőművek áramát, valamint a középső országrész vízerőműveinek teljesítményét szállítják a sűrűn lakott és iparosodott keleti országrészbe.

Jelenleg a következő nagy projektek futnak:

- Yunnan-Guangdong, 1438 km, 5000 MW,
- Xiangjiaba-Shanghai, 1907 km, 6400 MW,
- Jinping-Sunan, 2096 km, 7200 MW.

De a fejlődésben nincs megállás; már tervezik az észak-nyugati Hszincsiang-Ujgur tartomány óriási szénkészleteire telepítendő mega-erőművektől a közép-kínai Szecsuan tartomány székhelyéig, Csengtuig menő, kb. 2000 km-es, ± 1100 kV-os egyenáramú távvezetést, melynek átviteli kapacitása minden bizonnyal felül fogja múlni a 10 000 MW-ot!

Potenciálvezérlő és ívvédő szerelvények szerelése a hatos köteges áramvezetőjű, 6400 MW átviteli kapacitású Xiangjiaba-Shanghai ± 800 kV-os egyenáramú távvezeték hármas feszítő szigetelőláncán. Minden tizedik egysapkás porcelánszigetelő fehér színű, mert így könnyebb megszámolni, hogy hányadik szigetelő hibás. A szerelők ~50 m magasan vannak.



Kínai számítások szerint 10 000 MW teljesítmény 3000 km-re történő szállításához a különböző nagy- és ultranagy feszültségű és rendszerű távvezetésekből az ábrán látható darabszámú szükséges. Az átviteli veszteség a ± 1000 kV-os egyrendszerű egyenáramú távvezeték esetén a legkisebb.

„Coal by wire” – inkább áramot szállítsunk, mint szenet.

Remote power resources: Transmission alternatives 10.000 MW - 3000 km

		Line losses
	800 kV AC	20 %
	660 kV HVDC	13 %
	800 kV UHVDC	11 %
	1000 kV UHVDC	9 %

A Yunnan-Guangdong 1438 km hosszú, 5000 MW átviteli kapacitású, ± 800 kV-os egyenáramú távvezeték. Előtérben egy saroktartó oszlop.



A ± 800 kV-os, 6400 MW-os egyenáramú átvitel egyfázisú transzformátorainak egyike a próbateremben



A ± 800 kV-os konverter-alállomás egyenirányító-csarnoka, függesztett, földrengésbiztos tirisztor-csoportokkal és a táptranszformátorok átvezetőivel. Jobbra látszik a két egyenáramú kivezetés fali átvezetője.



Kína szélerenergia-hasznosítása

A Nemzetközi Energia Ügynökség (International Energy Agency, IEA) becslése szerint a Föld szárazföldi és tengerpart-közi területeinek szélerenergia-potenciálja – csak azokat a területeket véve figyelembe, ahol 80 m magasban a szélesség meghaladja a 6,9 m/s-ot (~25 km/h-t) – **72 TW !**

Angol becslés szerint ugyanilyen feltételek mellett Nagy-Britannia szélerenergia-potenciálja **2 TW** = 2000 GW, miközben a szigetország villamosenergia-rendszerének EBT-je ~80 GW.

Kína szélerenergia-potenciálja:

▪ Tengerpart közeli szárazföldi sáv (onshore)	250 GW
▪ Tengerpart közeli tengeri sáv (offshore)	750 GW
▪ A szárazföld belsejében	2200 GW
Összesen	3200 GW

Ez a 2011. évi teljes EBT (1150 GW) közel háromszorosa!

A világ első három szélhatalma a következő táblázatban látható ütemben fejlesztette kapacitásait:

Ország	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Kína	1,3	2,6	5,9	12,2	25,8	44,7	62,7
USA	9,1	11,6	16,8	25,2	35,2	40,2	46,9
Németország	18,5	20,6	22,2	23,9	25,8	27,2	29,1
Világ Σ	59,0	74,1	93,9	12,2	157,8	197,6	238,4
Kína a világ Σ %-ában	2,2	3,5	6,3	10,1	16,3	22,6	26,3

A táblázatból kitűnik, hogy Kína 2005-2009 között évente megduplázta szélerőmű-kapacitását, és 2011-re már a világ összes szélerőmű-EBT-jének több mint negyedével rendelkezett, előlépve a világ első szélhatalmává.

Ugyanakkor érdemes megnézni, hogy a világ első három szélhatalma mennyi villamos energiát állított elő az előbbi táblázatban bemutatott szélerőmű-EBT-jével. Ezt mutatja a következő táblázat. Az itt szereplő kapacitástényező az egy év alatt ténylegesen megtermelt villamos energia és az adott EBT-vel egy év alatt maximálisan megtermelhető villamos energia (EBT [GW] × 8760 óra/év) hányadosa. A kapacitástényező analóg a csúskihasználási óraszámmal. Itt az adatok 2009-ig álltak rendelkezésre.

Ország	Éves termelés [TWh]/kapacitástényező [%]				
	2005	2006	2007	2008	2009
Kína	1,9/17,2	3,7/16,2	5,6/10,6	12,8/12,0	26,9/12,2
USA	17,8/22,2	26,6/26,1	34,5/23,4	52,0/23,5	70,8/23,0
Németország	27,2/16,9	30,7/17,0	38,5/19,7	40,4/19,3	36,6/16,2
Világ Σ	99,5/19,2	124,9/19,2	173,3/21,1	260,0/24,5	340,0/16,3
Kína termelése a világ Σ %-ában	1,9	3,0	3,2	4,9	7,9

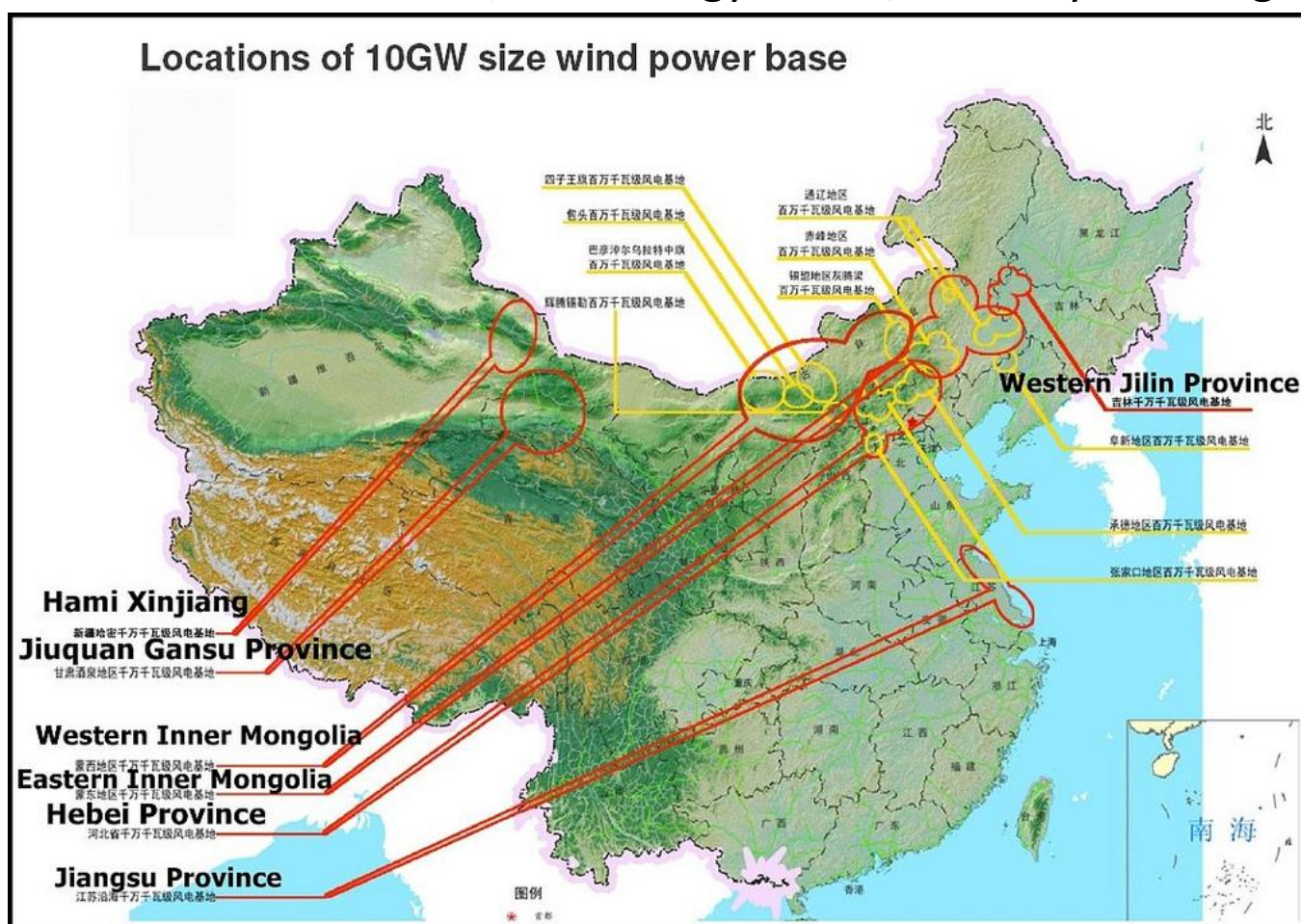
Figyelemre méltó, hogy Kína kapacitástényezője átlagosan csak mintegy a fele az Egyesült Államokénak és alig több, mint fele a világ Σ-ének. Ennek egyik oka a szélsébség-ingadozások különbözősége lehet.

Kína kiemelt, többször 10 GW potenciálú szélfarm-körzetei.

Szárazföldi régiók Ny-ról K-re haladva: Hszincsiang-Ujgur tartomány, Hami; Kanszu tartomány, Csiucsüan; Nyugati Belső-Mongólia; Keleti Belső-Mongólia; Hopej tartomány; Nyugati Csin tartomány.

Offshore (partközeli tengeri) régió: Csiangszu tartomány

Az ambíciózus távlati szélerőművi tervek szerint 2020-ban elérik a 200 GW, 2030-ra a 400 GW, 2050-re az 1000 GW EBT-t; mire elfogy a szén, lesz helyette megújuló forrás.



Kínának kitűnő természetföldrajzi adottságai vannak partközeli tengeri szélfarmok létesítésére, mert szinte az egész keleti partvidéken a Sárga-tenger, illetve a Kelet- és a Dél-kínai tenger lassan mélyül; a parttól 50 km-re a vízmélység csupán 20-40 m, a Csingtao és Sanghaj, a Jangce torkolata közötti 600 km-es szakaszon pedig csak 8-15 m. A sekély parti víz előnye: a Jangce torkolatát Sanghajnál átívelő, 32,5 km hosszú Donghai autópálya-híd, a távolban a 420 m vízszintes nyílású tengerihajó-átjáróval.



Ha már Sanghaj szóba jött, néhány kép a 22 millió lakosú megapoliszról és környékéről:
a Jangce torkolata és a város az űrből. A D-ről jövő keskeny folyó a Fucsun.



Sanghaj a Fucsun folyó felől



A 22 milliós Sanghaj szimbóluma lesz 2014-től a 632 m magas **Shanghai Tower**, amely 20 000 embernek ad munkahelyet, szállást és szórakozást, a sörnyítőnek becézett, 492 m magas, 101 emeletes World Financial Center (Pénzügyi Világközpont) - Mori Building és a hagyományos kínai épületekre hasonlító, 421 m magas, 88 emeletes Jin Mao Tower társaságában.

A Shanghai Tower sajátossága a 9 db egymásra épített szekcióból álló belső magot körülvevő, spirálisan felhasított acél-üveg köpenyfal.

Az épületeket 200 km/h sebességű tájfunra és a Richter-skála szerinti M7 magnitúdójú földrengésre méretezték.



Sanghaj üzleti negyede, benne a 632 m-es Shanghai Tower-rel és kisebb testvéreivel, a „sörnyítő” World Financial Center-rel és a hagyományos kínai épületekre hajazó Jin Mao Tower-rel, valamint a Fucsun folyó torkolat előtti utolsó kanyarulatával.



Attraktív díszkivilágítás és – az irodai
ablakok fényéből ítélve – este-éjjel is
dolgozó sok-sok kínai ember ...



Szélfarm mindenütt telepíthető, ha jó a széljárás: 20 gépből álló, 40 MW teljesítményű, partközeli tengeri szélfarm ...



... (és az építésre szolgáló úszó célgép-rendszer), ...



... kazettás művelésű tengerparti földek bejáró útjaira, ...



... nagysebességű vasút pályája mellé, ...



Copyright © EWEA. Photo: F. Malbete

... vagy 5000 m magas hegyláncok közötti keskeny, széljárta síkságra, ...



... pl. a legnyugatibb tartomány, Hszincsiang-Ujgur székvárosa, Urumcsi környékén, ahol a nehezen járható, szélfújta, magas hegyvidéken gazdaságos a helyi, szeles villamosenergia-termelés és a viszonylag kis építési igényű közép feszültségen történő ellátás.

A hajdan világvégének számító Urumcsi; háttérben a 6-7000 m-es Tien-san:



Akiket nem zavar a látvány és az infrahang ...



Azért az ördög nem alszik: a szélgenerátorokat fenyegető egyik természeti veszélyforrás a hurrikán erejű szél által okozott fordulatszám-növekedés: bravúros felvétel a skót tengerpart egyik 100 m-es gépének túlfordulat miatti kigyulladásáról.



A £2 million, 100 metre tall wind turbine catches fire in hurricane-force winds at Ardrossan, North Ayrshire, Scotland. The wind turbine was spinning so fast it caught fire. The engine of the giant turbine went up in flames and its blades were blackened by smoke. The turbine was one of 15 set up on hills overlooking the Scottish coast, built to supply green electricity to 20,000 homes.

Kína nukleáris energetikája

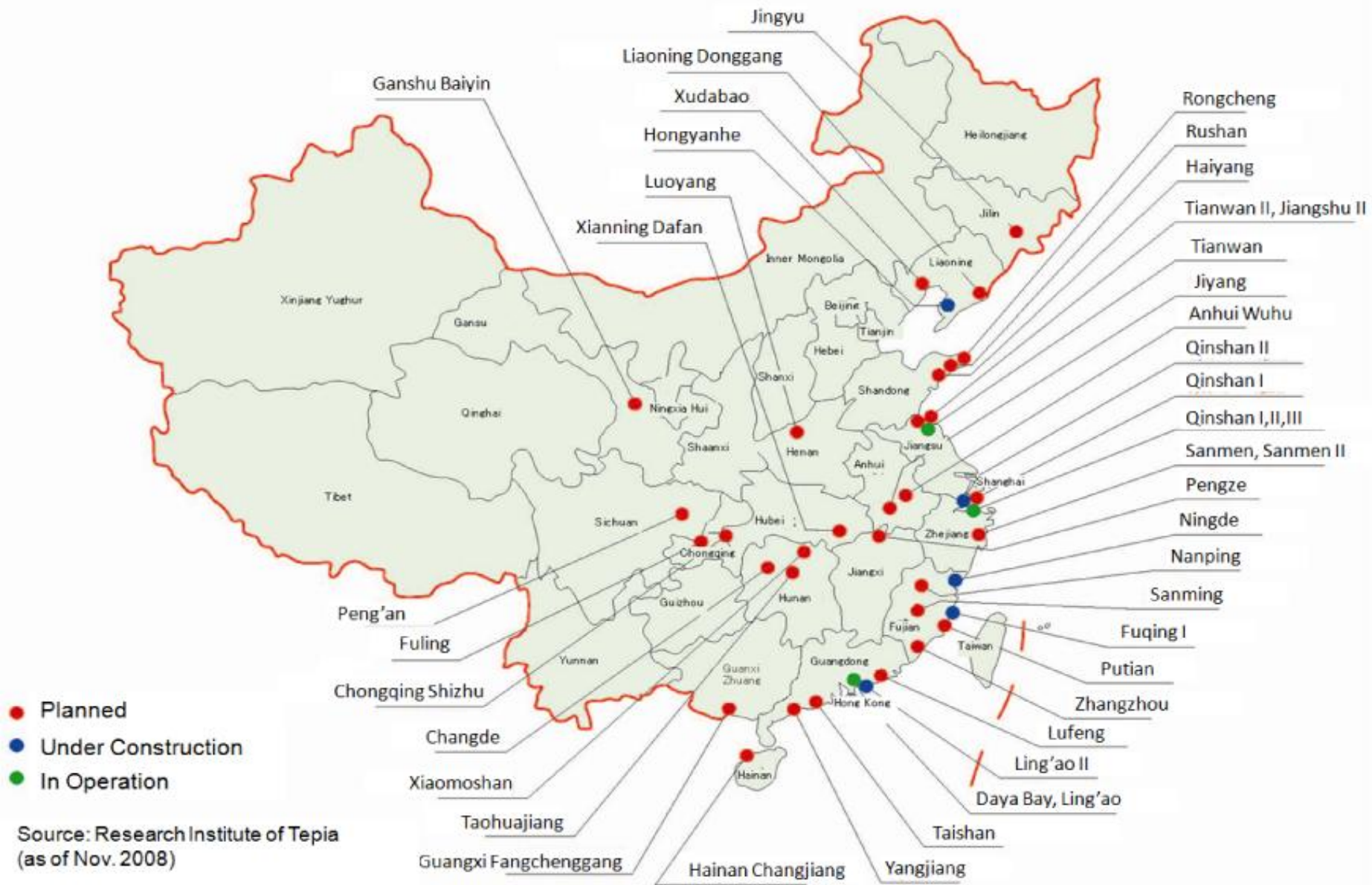
Kína első energetikai reaktorát, a Sanghajtól 100 km-re DNy-ra lévő Qinshan atomerőmű 288 MWe teljesítményű, 95%-ban hazai gyártású, nyomottvizes 1. blokkját 1991. 12. 15-én helyezték üzembe.

Az első nagyteljesítményű (944 MWe), francia gyártmányú nyomottvizes reaktor bekapcsolására 1994. 08. 31-én került sor az akkor még brit fennhatóság alatt álló Hong Kongtól kb. 30 km-re É-ra, kínai területen lévő Daya Bay erőműben, mely azóta is zavarmentesen működik.

Kínának két nagy atomerőművi társasága van: az első a jogelődökből 1988. 09. 16-án létrehozott **China National Nuclear Corporation**, amely felügyeli Kína összes polgári és katonai nukleáris programját, felelős a nukleáris üzemanyag gyártásért és ellátásért, az uránfeldolgozásért és -dúsításért, a kiégett fűtőelemek reprocesszálásáért és a nukleáris hulladékok tárolásáért, valamint tervezi, beruházza és üzemelteti az ÉK-i országrész atomerőműveit; a második társaság az 1994. szeptember hóban alapított **China Guangdong Nuclear Power Group**, mely tervezi, beruházza és üzemelteti a DK-i országrész atomerőműveit.

A működő (zöld), épülő (kék) és tervezett (piros) atomerőművek, illetve ütemeik

Sites of Nuclear Power Plants in China



Source: Research Institute of Tepia (as of Nov. 2008)

2010-ben az atomerőművi EBT **11 000 MWe** volt.

Ambiciózus tervek vannak a következő 2 évtizedre: 2020-ra **70 GWe**, 2030-ra **250 GWe** EBT-t szándékoznak elérni, főleg 1000 MW-os egységekből (AREVA CPR 1000, Westinghouse AP 1000, Atomenergoexport VVER 1200 típusokból).

A főberendezések gyártását és összeépítését hazai vállalatokkal tervezik, a fűtőelemek többségét importálnák. 60 éves élettartamot, széles szabályozási tartományt és digitális irányítástechnikát írnak elő.

A Fukushimai atomerőmű balesetének tanulságait Kínában is értékelték, de ez nem lassította érdemben az atomerőmű-építés ütemét; ma Kína a világ atomiparának legnagyobb piaca.

A Santung tartomány Sárga-tengerbe nyúló félszigetén épülő Haijang atomerőmű, 6 db Westinghouse gyártmányú, AP-1000 típusú, 1100 MW teljesítményű, nyomottvizes reaktorblokkal, 2014-es befejezéssel



A Haijang atomerőmű biztonsági védőburkolatának összeszerelése 165 t tömegű elemekből 320 t teherbírású, ikergémes, lánctalpas daruval



A Haijang atomerőmű 1100 MW-os reaktortartályának beemelése a biztonsági védőburkolatba (konténmentbe) ugyanazzal a 320 tonnás, ikergémes daruval, amely a konténmentet összerakta. A biztonsági és a szabályozó rudak hajtásmechanizmusa emeléskor nincs rajta a reaktortartályon.



A Sanmen atomerőmű AP 1000 típusú 1000 MW-os nyomottvízes reaktorjának tartálya a billentőszerkezeten. A dél-koreai Doosan Heavy Industries & Construction gyártotta a China First Heavy Industries kínai cég kovácsolt alkatrészeinek beépítésével.



A Hongkongtól 140 km-re Ny-ra lévő Tajsan atomerőmű biztonsági védőburkolata 47 m átmérőjű, 270 tonnás fedelének ráemelése a 44 m magas hengeres részre

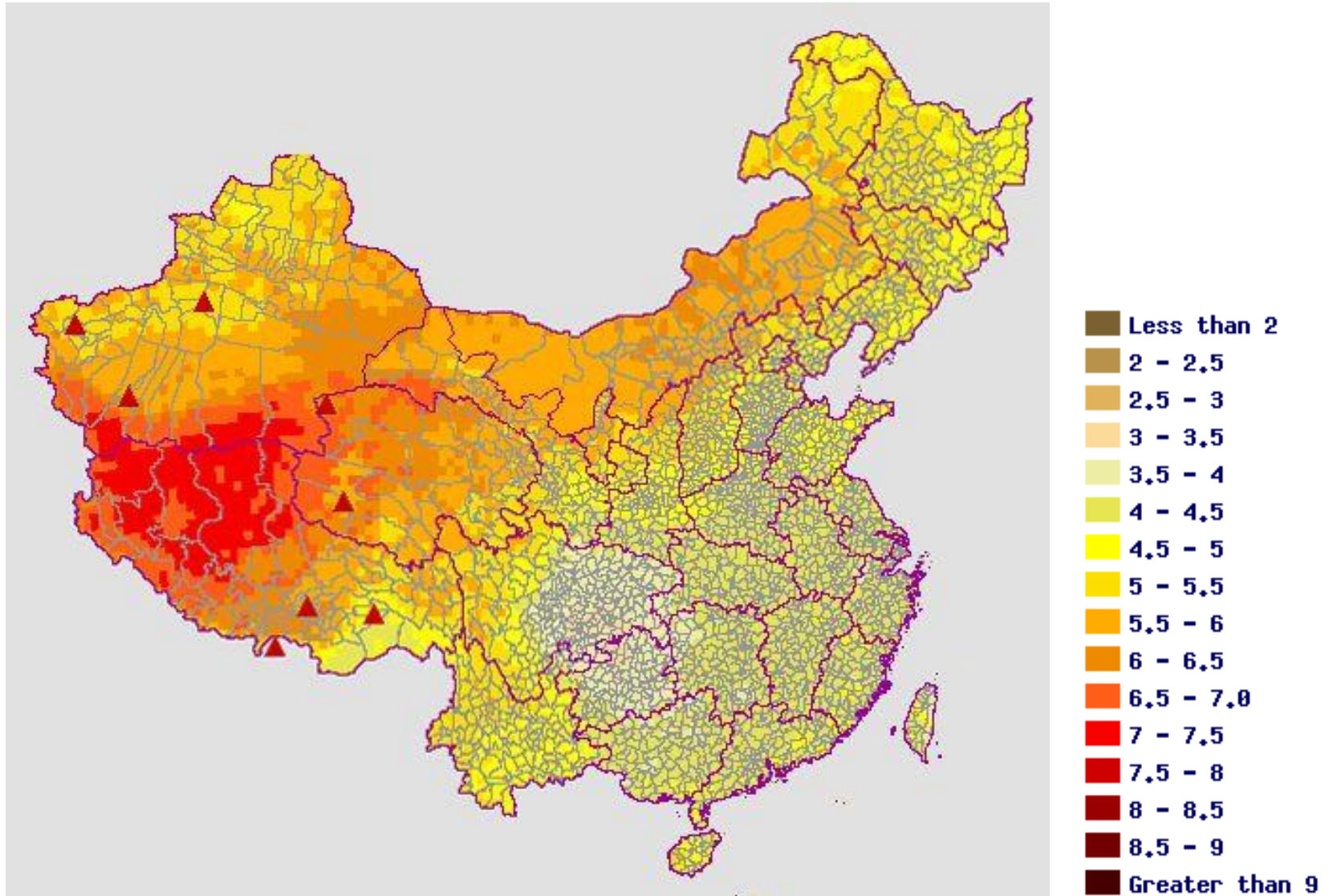


Alstom gyártmányú 1000 MW-os reaktorblokk turbinájának forgórésze



Napenergetika

Kína napenergia-eloszlási térképe (kWh/m²nap); legintenzívebb a napsugárzás Nyugat-Tibetben (piros szín, 7-7,5 kWh/m²nap)



Kellően erős a napsugárzás Belső-Mongóliában ($5850 \text{ MJ/m}^2\text{év}$), ahol a tartomány D-i részén, Ordosz város környékén 64 km^2 -en az USA-beli First Solar cég és kínai partnerei együttműködésében építik a világ eddigi legnagyobb, 2 GW-os naperőművét 4 ütemben: 1. 30 MW, 2010. június 1.; 2. 100 MW, 2014; 3. 870 MW, 2014; 4. 1000 MW, 2019.

A 2 GW-os ordoszi naperőmű 30 MW-os első ütemének részlete:



A napenergia felhasználásával kapcsolatos távlati tervek szintén óriási léptékűek.

A megújuló energiákra vonatkozó 2011-2015 közötti 12. ötéves terv első változatában azt írta elő, hogy a napenergia-EBT-t a 2010 év végi 0,7 GW-ról 2015-re 10 GW-ra, 2020-ra 20 GW-ra kell növelni. A tervet azonban a kínai Államtanács (a kormány) 2011 nyarán módosította, **50 GW-ra emelve a 2020-ra elérendő napenergia-EBT-t**, megfelelően megemelve a pénzügyi előirányzatot is. Mindehhez Kína megőrzi világelsőségét a napelem-gyártásban és az új, egyre nagyobb hatásfokú fotovoltaikus eszközök – pl. az ablaküvegszerűen átlátszó napelem-panelek – kifejlesztésében is.

Az érintett energiahordozó-fejlesztésekkel azonos léptékű feladat a rendszerirányítás fejlesztése, amelynek gondoskodnia kell arról, hogy a kontinensnyi méretű ország minden kis- és nagyfogyasztójának akkor is rendelkezésére álljon a szükséges mennyiségű és minőségű villamos energia, ha aszály van, ha nem fúj a szél és nem süt a nap.

S végül valami, amiben még
nem Kína a világelső:
az ember által alkotott leg-
magasabb építmény a dubai
828 m-es Burdzs Kalifa
(eredeti nevén Burdzs
Dubai).

De meddig?!

