

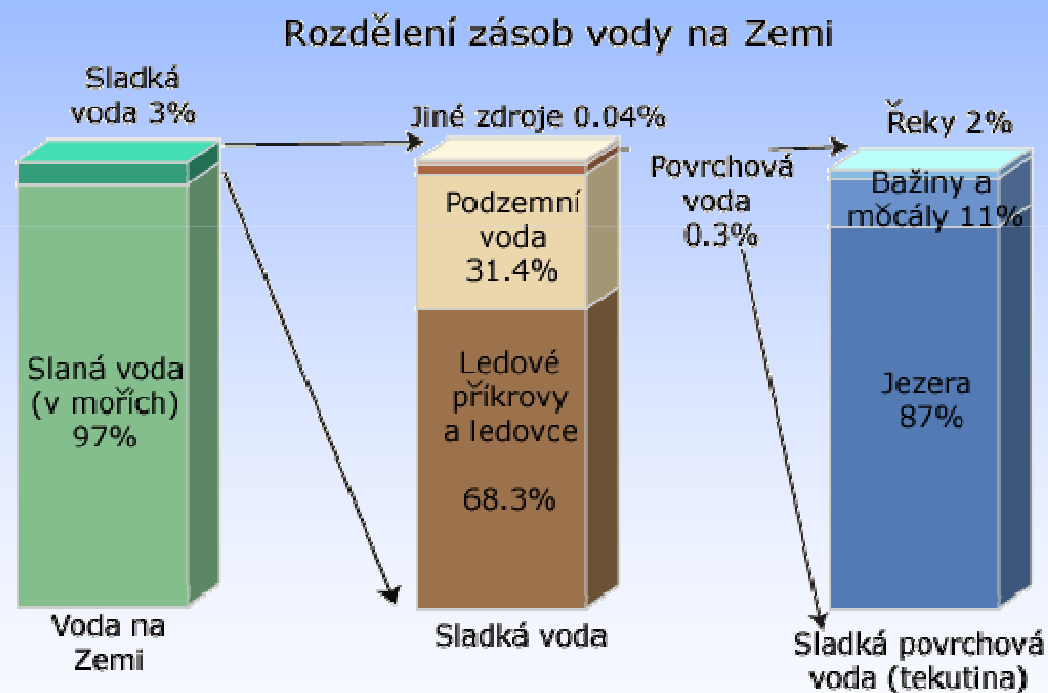
VODA

- Úvod
- Koloběh vody
- Historie využití vodní energie
- Energie moře
- Energie vodních toků



VODA

- Zaujímá 71% povrchu Země

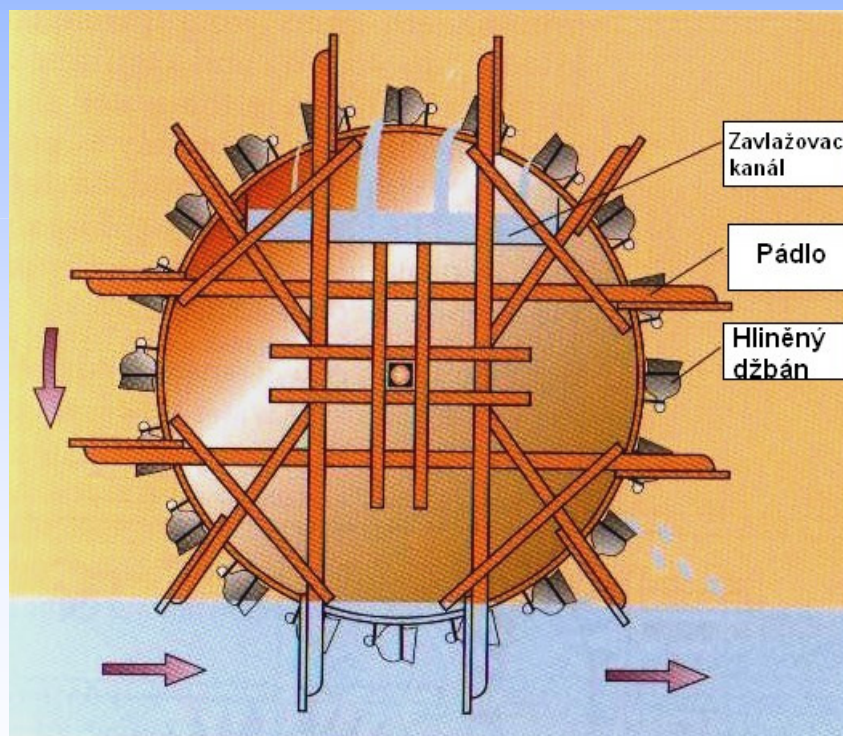


KOLOBĚH VODY



HISTORIE

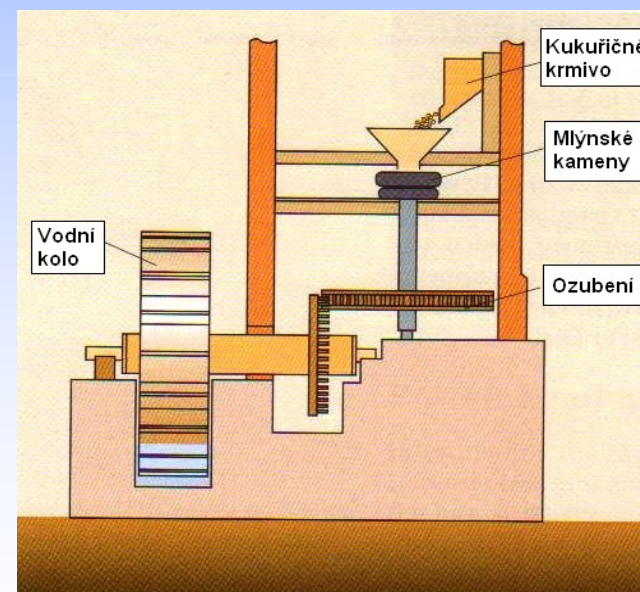
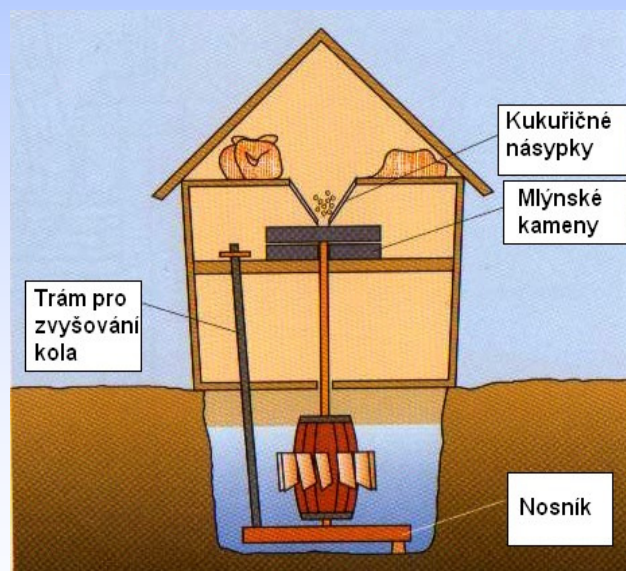
- Asi před 5000 lety zavlažovací systémy
- Kolo *Noria*



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

HISTORIE

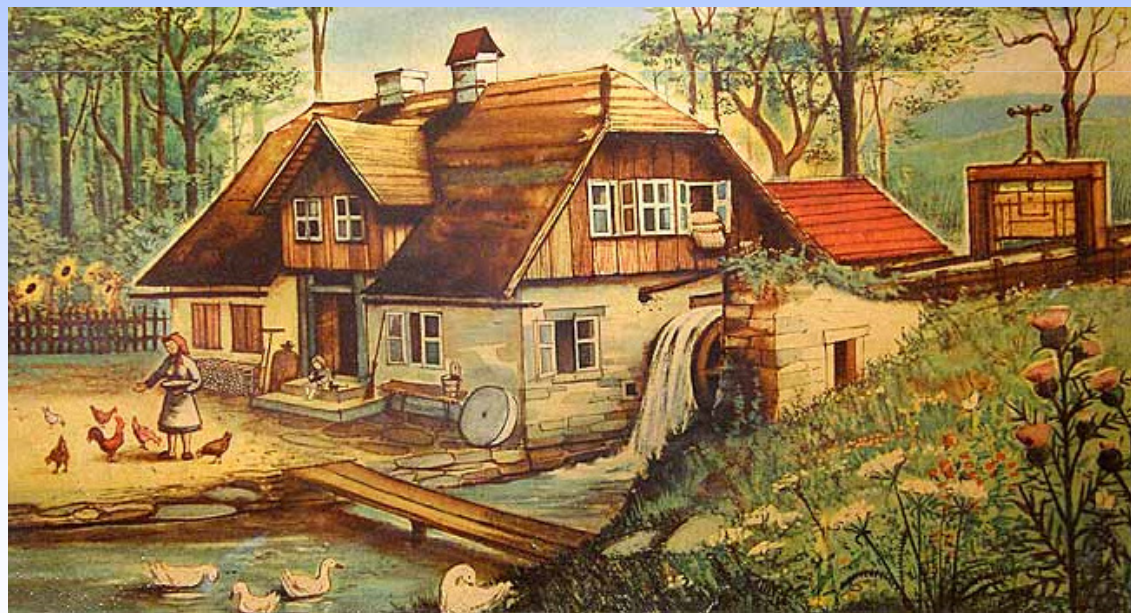
- Norské a řecké mlýny na obilí
- 1. a 2. století př. n. l.



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

HISTORIE

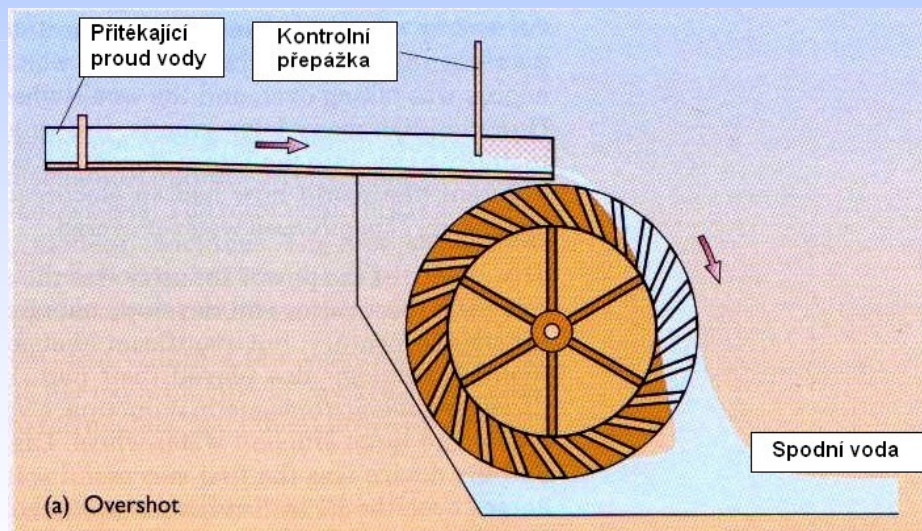
- Kolem roku 500 n. l. se vývoj se zpomalil
- V dalších staletích mlýny pro usnadnění práce (mletí obilí, zpracování dřeva)



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

HISTORIE

- 14. století – korečníky
– až 2x větší výkon

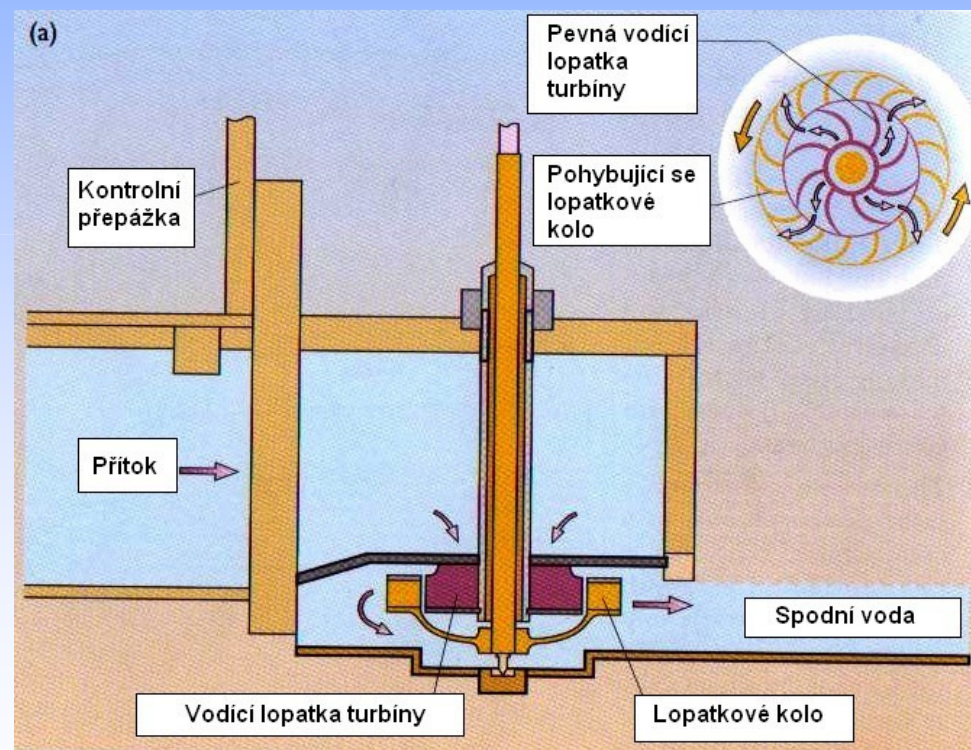


HISTORIE

- Konec 18. století – vyvrcholení vývoje vodního kola
- V dalších letech vynálezy vedoucí ke zlepšení účinnosti
- r. 1832 - *Benoit Fourneyron* - **VODNÍ TURBÍNA**

HISTORIE

- Fourneyronova turbína



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie



evropský
sociální
fond v ČR



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



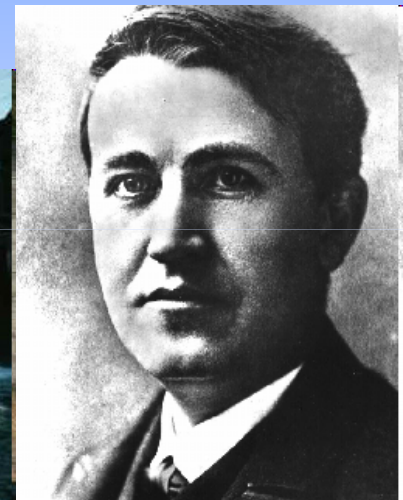
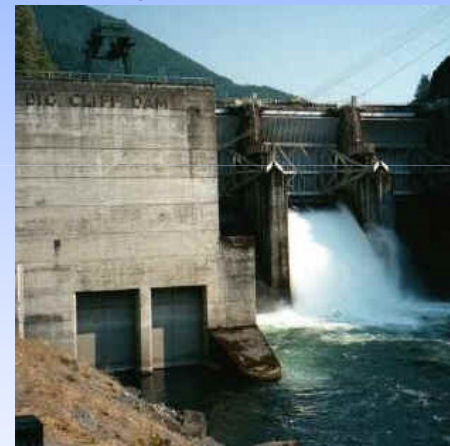
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



ENERGETICKÁ AGENTURA
ZLÍNSKÉHO KRAJE, o.p.s.

HISTORIE

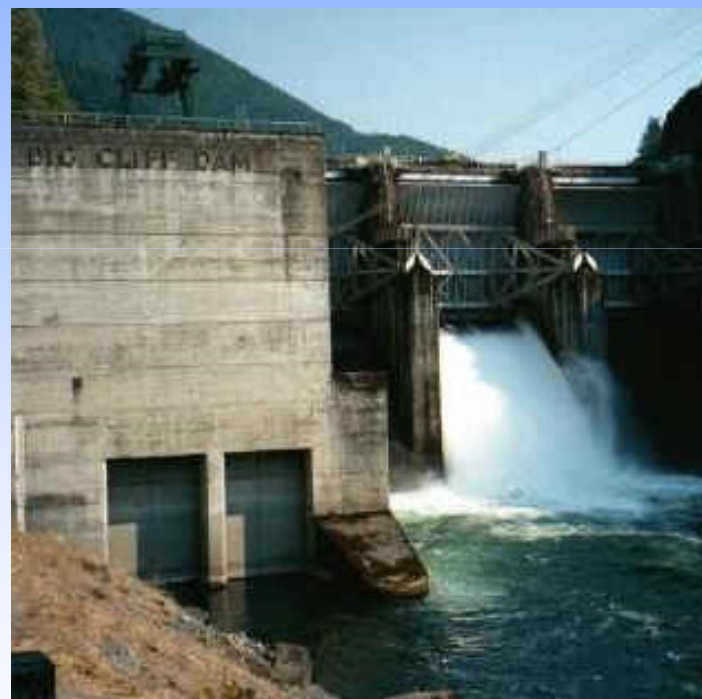
- Druhá polovina 19. století – Anglie, USA
 - první malé vodní elektrárny
 - T. A. Edison
 - Elektrárna v Appletonu



- Výstavba vodních elektráren ve stále větší míře

SOUČASNOST

- výstavba velkých vodních elektráren
- výstavba malých vodních elektráren
- výstavba mikrozdrojů



HISTORIE - OCEÁNY

- Kratší tradice
- 13. století – přílivové mlýny ve Francii a Itálii
- Ničivé mořské bouře → vývoj se omezil
- 20. století – severní Atlantik
 - výstavba prvních přílivových elektráren

ENERGIE OCEÁNŮ

- Energie mořských proudů
- Energie přílivu a odlivu vlnění
- Tepelný gradient
- Energie vlnění
- Salinita



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Energie mořských proudů

- Vodní masa v mořích a oceánech neustále cirkuluje, je periodická a uchovává si svůj směr a rychlost ➡ **mořské proudy**
 - důležité pro podnebí, pro přenos tepelné energie
- Nejznámější mořské proudy
 - teplé – Golfský, Severní rovníkový, Brazilský
 - studené – Labradorský, Kanárský, Humboldtův

Energie mořských proudů

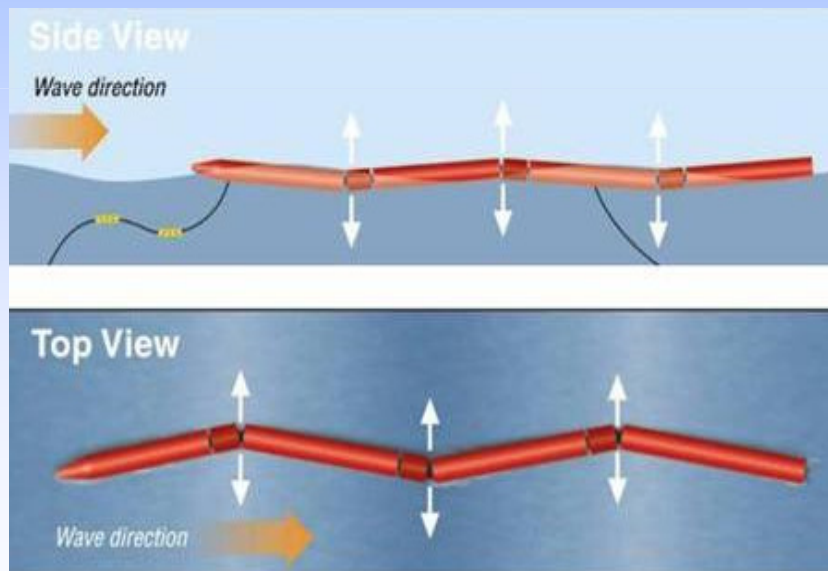
- Energetické využití zatím ve stádiu úvah a studií
- návrh na energetické využití části Golfského proudu mezi mysem Heterras a Floridou v USA
 - riziko zpomalení Golfského proudu a možné katastrofické důsledky

Síla vln

- vlny uvolní při nárazu na strmý břeh výkon 15-30 kW na každý metr pobřeží
- Budoucnost – **2000 TW/rok**
- břehy Velké Británie, Španělska, Portugalska, Norska

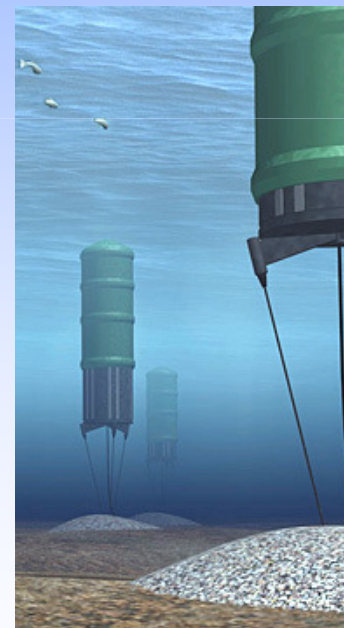
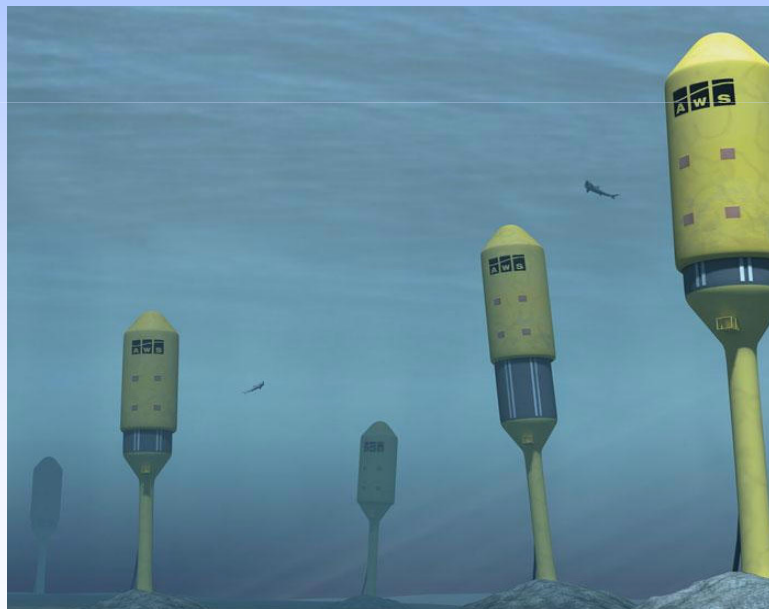
Pelamis – Červený mořský had

- Poprvé instalován 5 km od portugalského pobřeží
- Výkon 750 kW



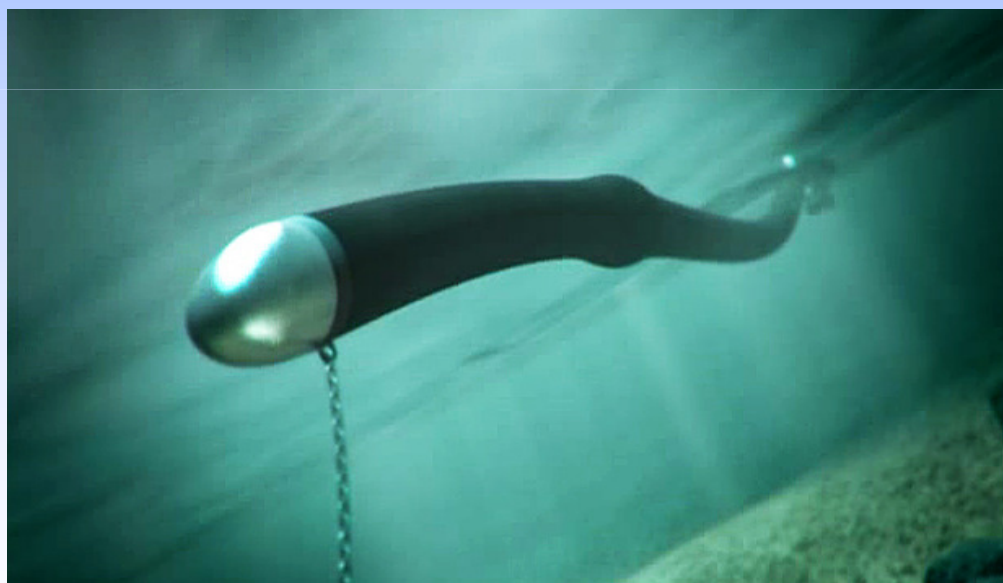
Archimedes Wave Swing

- Poprvé v r. 1993 u pobřeží Portugalska
- Od r. 2007 ve Skotsku



Anakonda

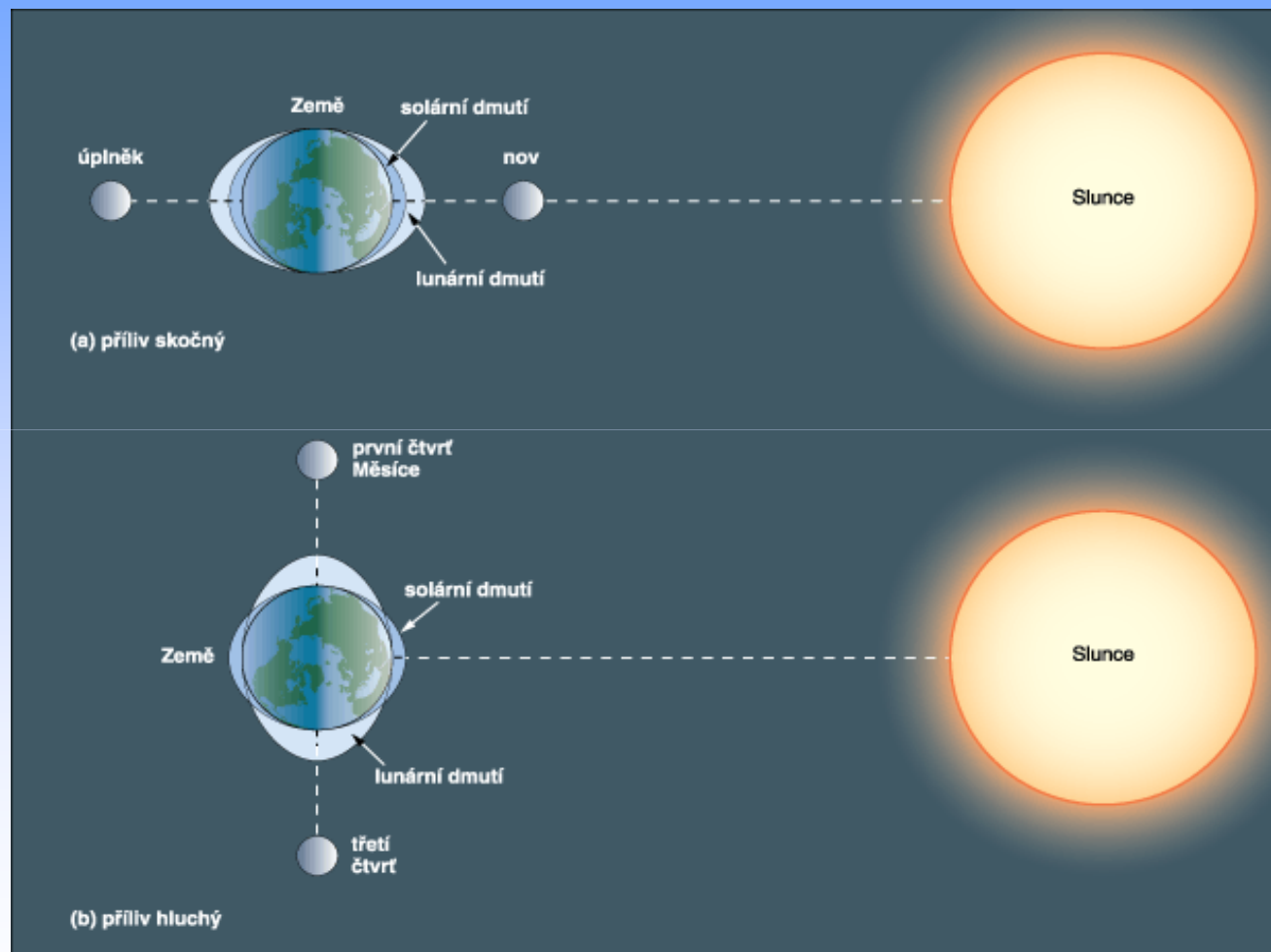
- Gumová trubka plovoucí na hladině
- Fáze testování, velmi dobré výsledky



Příliv a odliv

- Energie přílivu a odlivu (= **slapové jevy**) vzniká z gravitačních sil Slunce a Měsíce, jejichž přitažlivost způsobuje zvedání a klesání mořské vody – příliv a odliv
- Rozdíl hladin různý – 0,5-19 metrů
– minimum pro získávání energie je 6 metrů

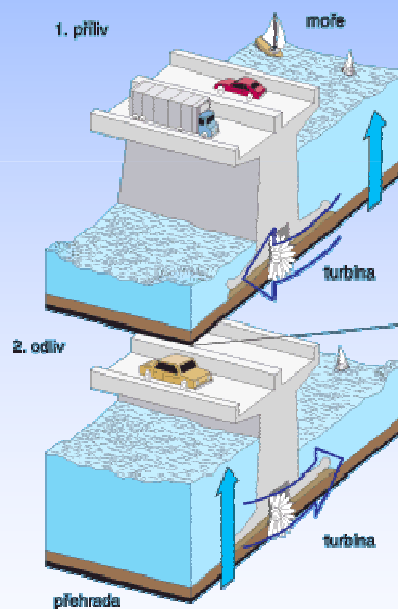
Jak vznikají slapové jevy?



Příliv a odliv

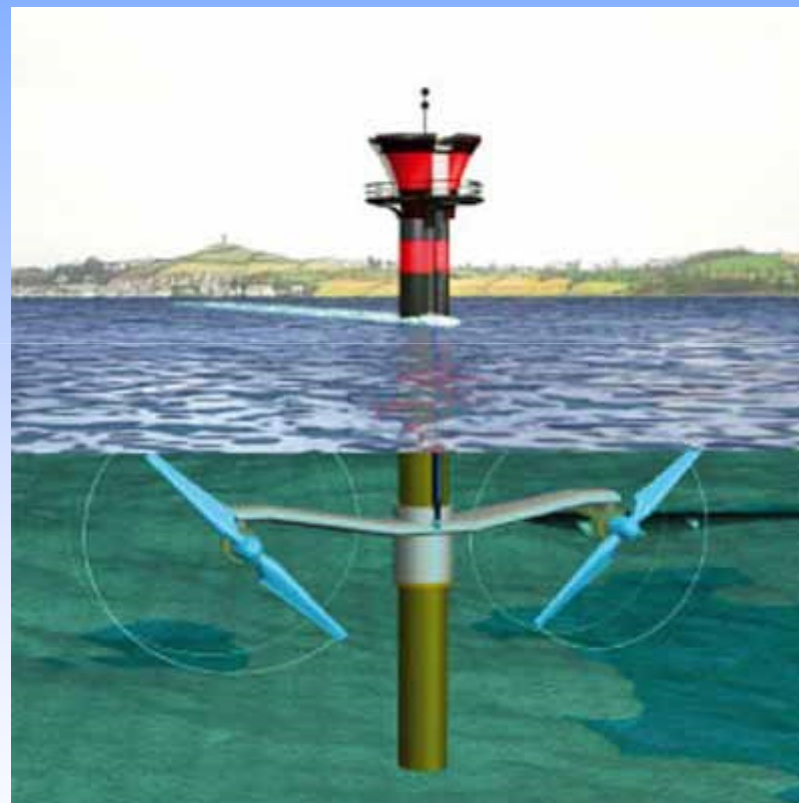
- Stavba elektráren v zálivech
- Francie
 - řeka La Rance
- Negativa
 - hromadění odpadků
 - přerušení tahu ryb

jeden cyklus = 12 hodin 25 minut



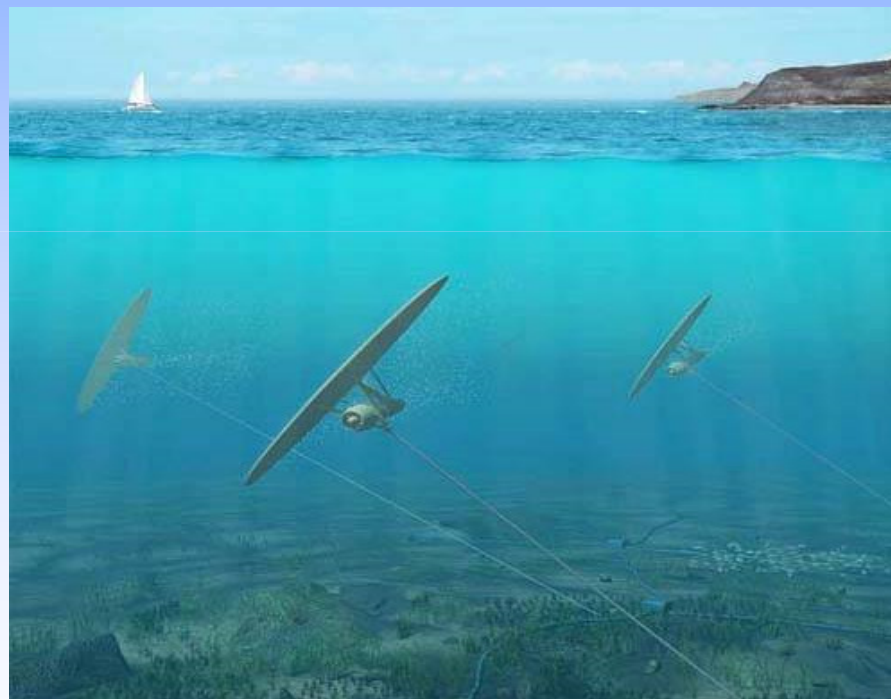
SeaGen

- Podmořská elektrárna
- Irsko, 2008
- Využívá mořských proudů vzniklých kolísáním hladiny při přílivu a odlivu



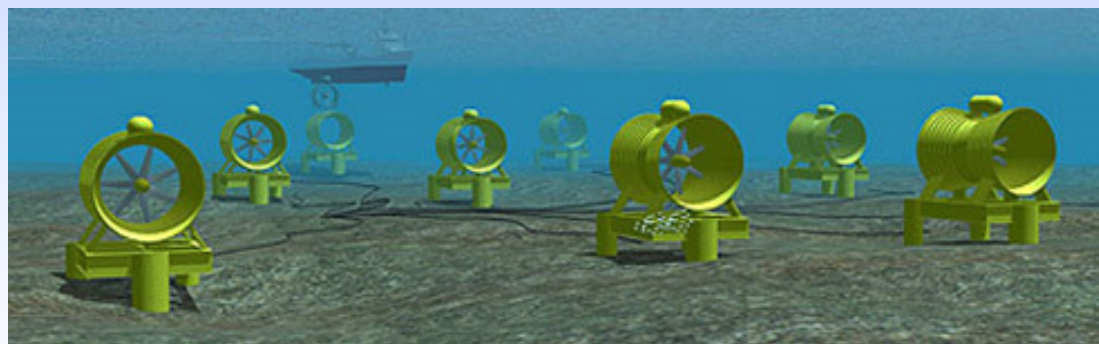
„Mořští draci“

- Spuštění v roce 2011 v Severním Irsku



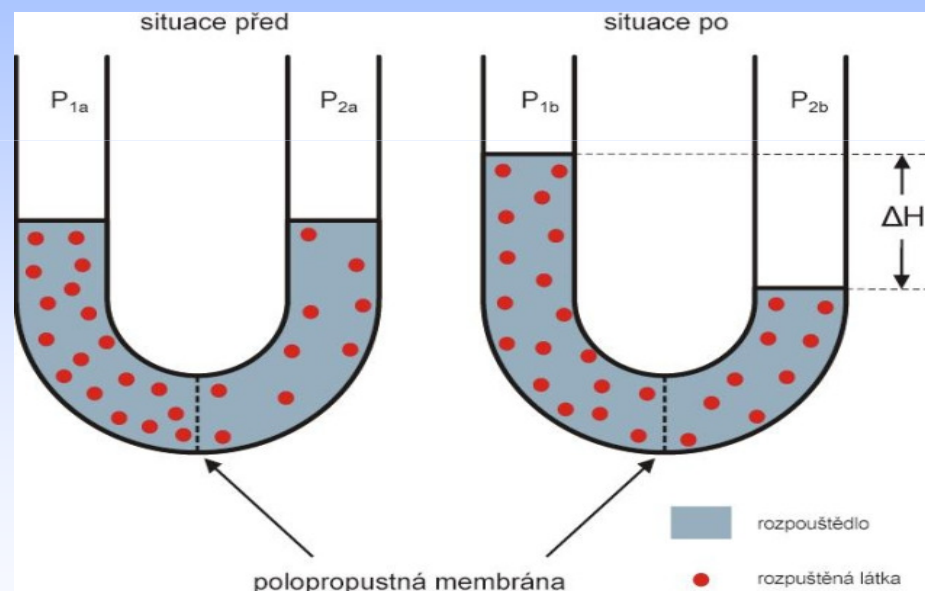
Plánovaná přílivová elektrárna nového typu

- Největší přílivová elektrárna na světě
- Plánované spuštění do roku 2015 u pořeží jižní Koreje
- Napájení 200 000 domácností



Slaná versus sladká

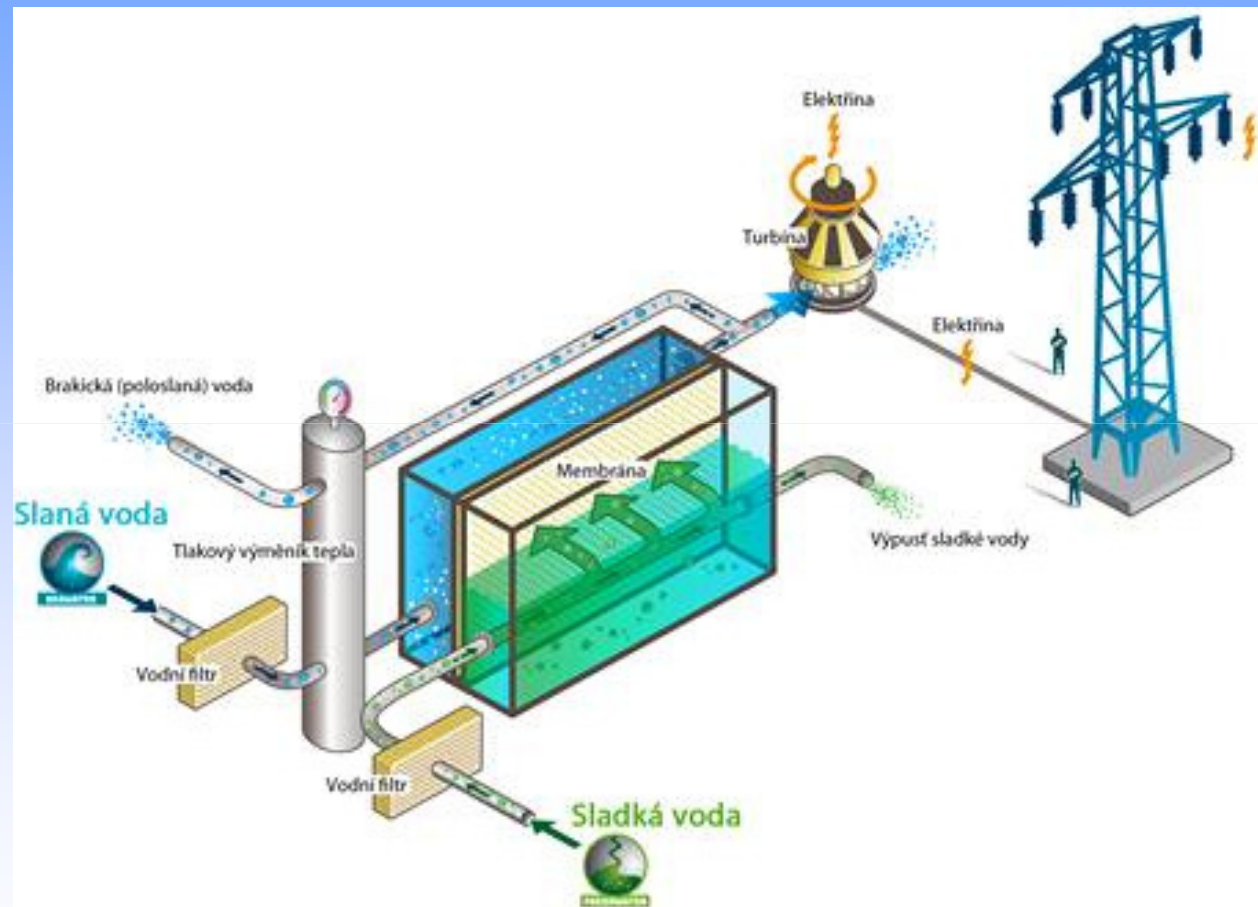
- Získávání energie z rozdílu salinity vod na principu osmózy
- Co je osmóza?



Osmotická elektrárna

- Poprvé v Norsku v r. 2009
- Velká budoucnost díky nezávislosti na vnějších podmínkách
- Stavěny u ústí řek do moře
- Principem je mísení slané vody z moře a sladké vody z řeky

Osmotická elektrárna



Tepelný motor oceánu

- využití teplotního rozdílu mezi teplou vodou při hladině a chladnou vodou mořských hlubin
- **MINI OTEC**
 - pokusná malá elektrárna
 - Havajské ostrovy
- **OTEC – 2**
 - ve výstavbě
 - výkon 1 MW



Energie vodních toků

- Energii z vody je možno získat:

Využitím jejího proudění

- Kinetická energie

Využitím jejího tlaku

- Potenciální energie

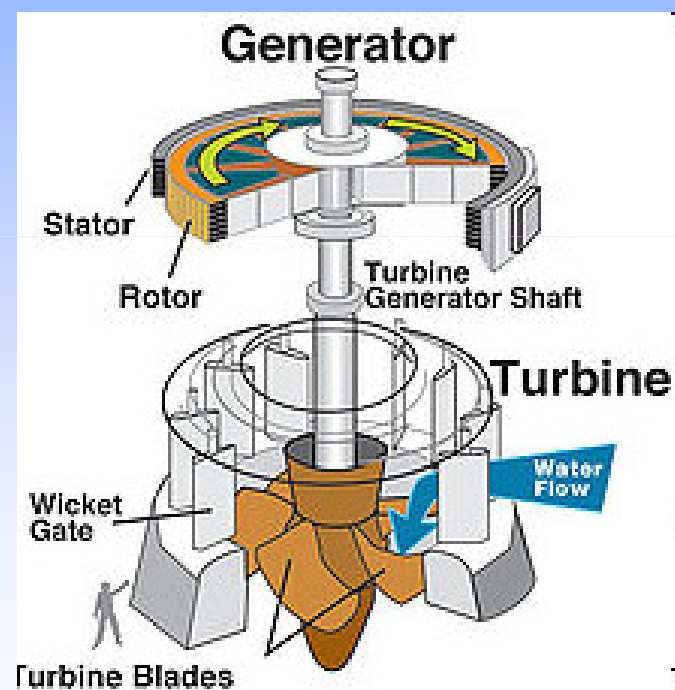
Využitím obou energií současně

Energie vodních toků

- *Kinetická energie*
 - je dána rychlostí proudění vody
 - rychlost je závislá na spádu toku
- *Potenciální energie*
 - vzniká v důsledku gravitace
 - závisí na výškovém rozdílu hladin
 - Voda proudí z hladiny o větší výšce do míst s nižší hladinou

Energie vodních toků

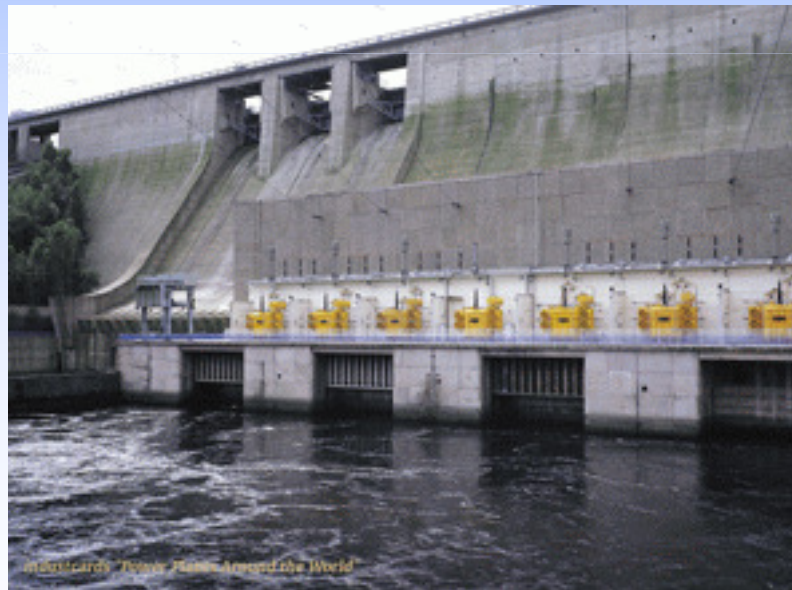
- Přitékající voda roztáčí oběžné kolo turbíny
- turbogenerátor



Vodní elektrárny

- **Akumulační**
 - vybudované na hrázích
 - slouží v případě nedostatku energie

Orlík



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Vodní elektrárny

- **Průtočné**
 - menší nádrž
 - malý spád
 - stálý průtok
 - v provozu celý den

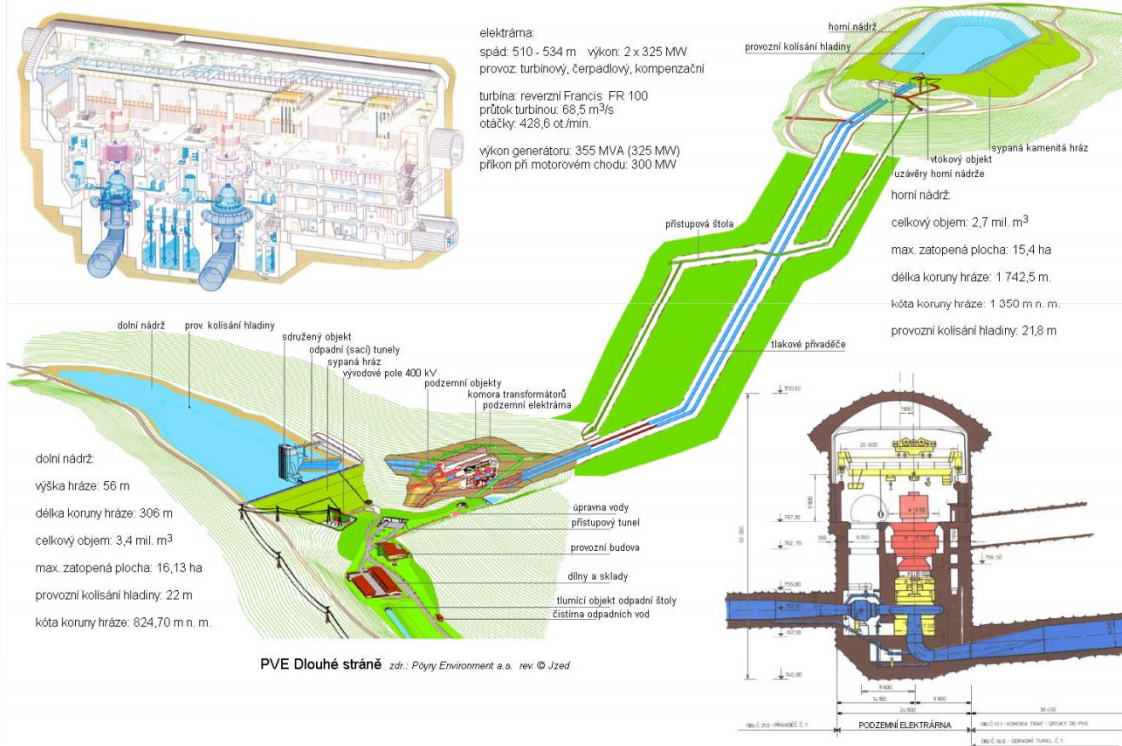
Lipno



Vodní elektrárny

- **Přečerpávací**
 - minimálně 2 nádrže (horní a dolní)
 - *čerpadlový režim*
 - V době přebytku el. energie
 - *turbínový režim*
 - V době poptávky elektřiny

Dlouhé Stráně



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Vodní elektrárny

- *Malé vodní elektrárny*
 - výkon do 10 MW
- *Střední vodní elektrárny*
 - do 200 MW
- *Velké vodní elektrárny*
 - nad 200 MW

Vodní elektrárny

Podle účasti na pokrývání zatížení elektrizační soustavy se vodní elektrárny dělí na:

- 1. Základní** - pracují převážně v pásnu základního zatížení denního diagramu zatížení elektrizační soustavy (např. průtočné VE, které dodávají elektrickou energii nepřetržitě) - většina MVE.
- 2. Pološpičkové** - pracují převážně v pásnu pološpičkového zatížení denního diagramu zatížení elektrizační soustavy. Jsou to vesměs vodní elektrárny s denním řízením odtoku.
- 3. Špičkové** - pracují převážně v pásnu špičkového zatížení denního diagramu zatížení elektrizační soustavy (jsou to např. akumulární VE s krátkodobou regulací nebo přečerpávací VE, které dodávají elektrickou energii krátkodobě několik hodin denně).
- 4. Samostatné** - nespolupracují s elektrizační soustavou.

Výhody x nevýhody

- Cenová náročnost
- Výrazný vliv na životní prostředí
 - přehradní hráze, změna vodního režimu
- Pružným pokrýváním spotřeby a schopností akumulace energie
- Cena elektrické energie je v průměru 3 až 4 krát nižší než u tepelných elektráren

Vodní elektrárny a ČR

- V rámci OZE nejvíce využívané
 - 54% energie
- Na celkové výrobě elektřiny se podílejí 3%
- 1400 vodních elektráren (r. 2010)
 - Celkový výkon 1,04GW

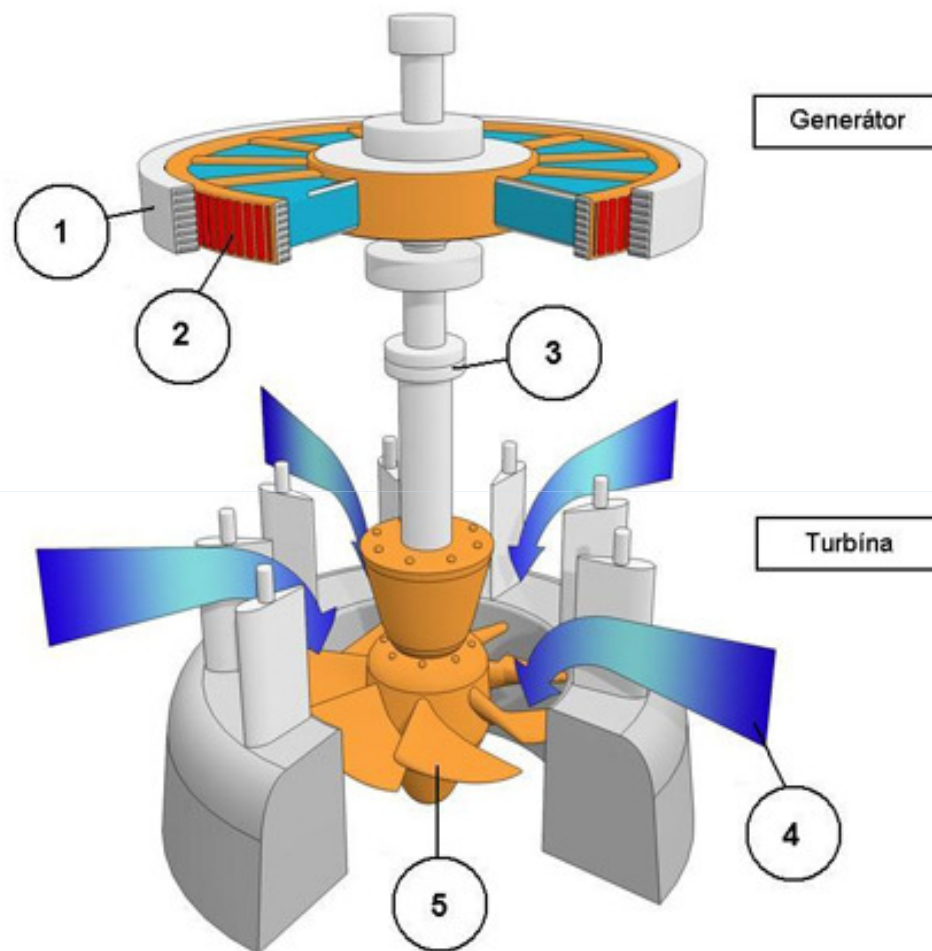
Vodní turbína

- Voda roztáčí oběžné kolo turbíny
- Turbína je na společné hřídeli s generátorem
- Mechanická energie oběžného kola se mění v generátoru na energii elektrickou

Vodní turbína

Legenda:

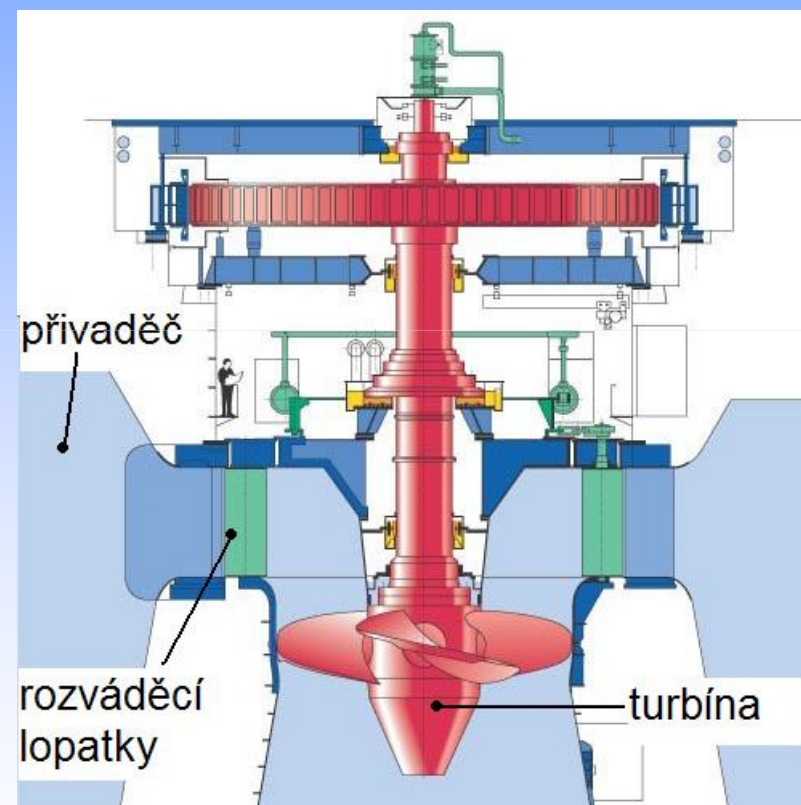
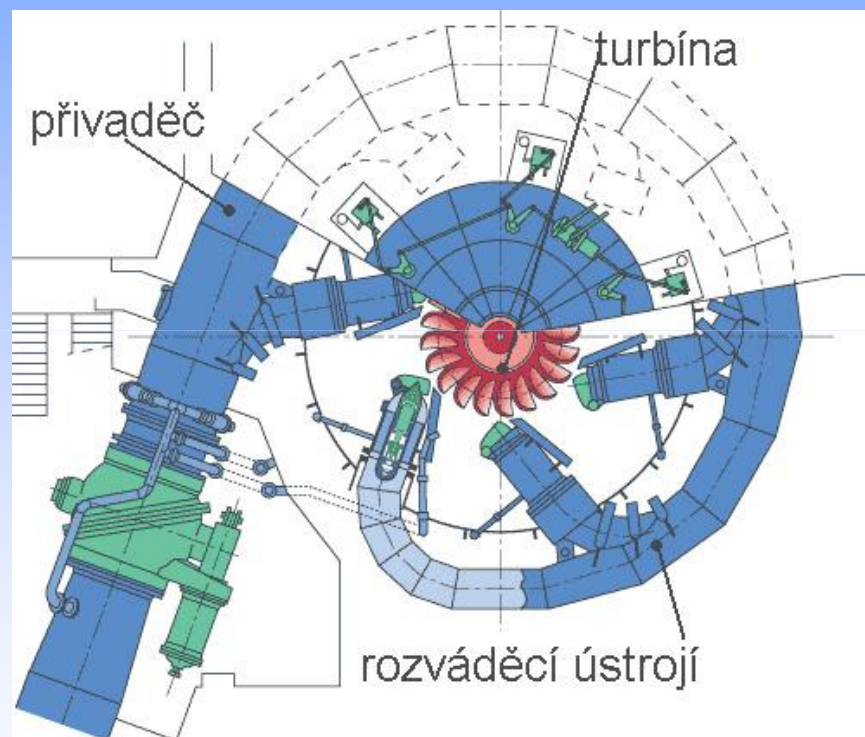
- 1 - stator
- 2 - rotor
- 3 - hřídel
- 4 - proudící voda
- 5 - lopatky turbíny



Vodní turbína

- Skládá se ze tří částí:
 - Rozváděcí ústrojí (dýza, rozváděcí kolo)
 - Oběžné kolo
 - Zařízení pro odvod vody

Vodní turbína



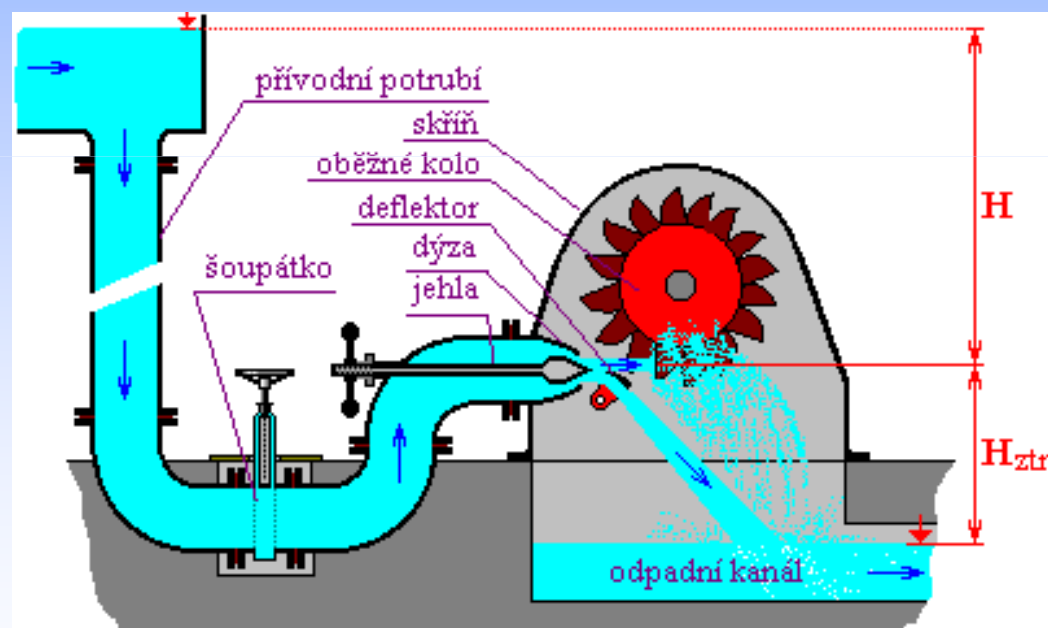
Vodní turbína

- **Účinnost** asi 95%
- **Není konstantní**
 - rozměry, spád, průtok
- Podle spádu a průtoku se sestrojují turbíny s různým počtem otáček
 - liší se tvarem oběžného kola a lopatek

Vodní turbína

- **Peltonova turbína**

- vhodná pro velmi vysoké spády (400 – 1700m)
- nízké otáčky (20/min)



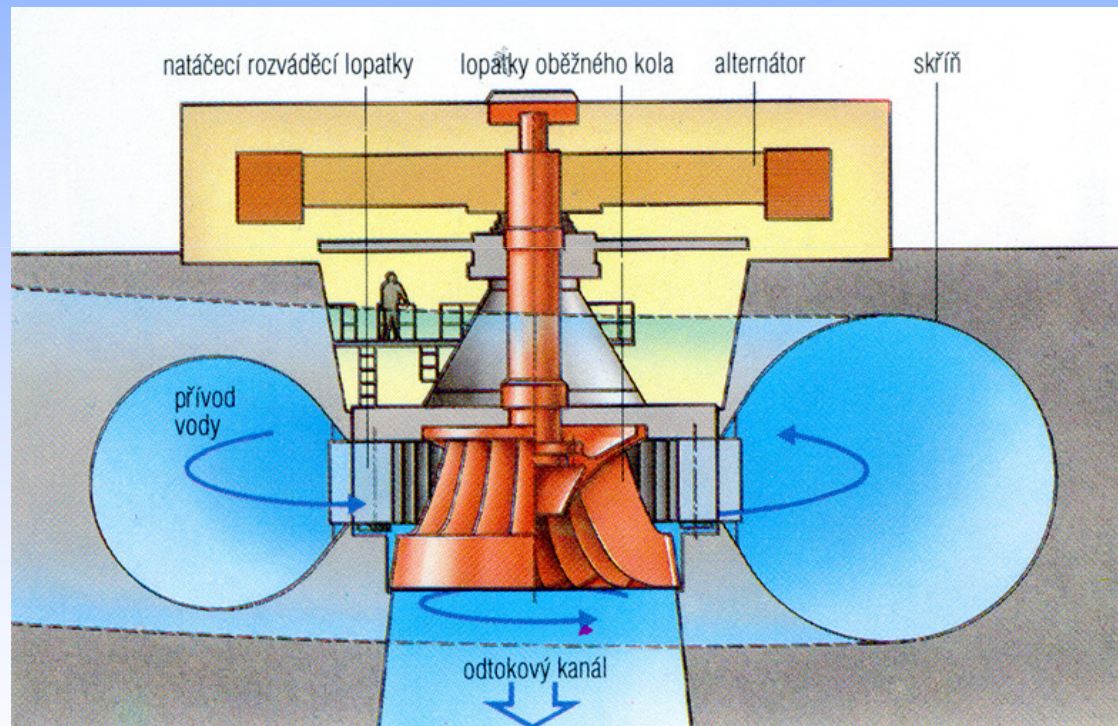
Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Vodní turbína

- **Francisova turbína**
 - 30-120 otáček/minuta
 - spád 40-500 m
 - při menších průtocích klesá její účinnost
 - u přečerpávacích elektráren

Vodní turbína

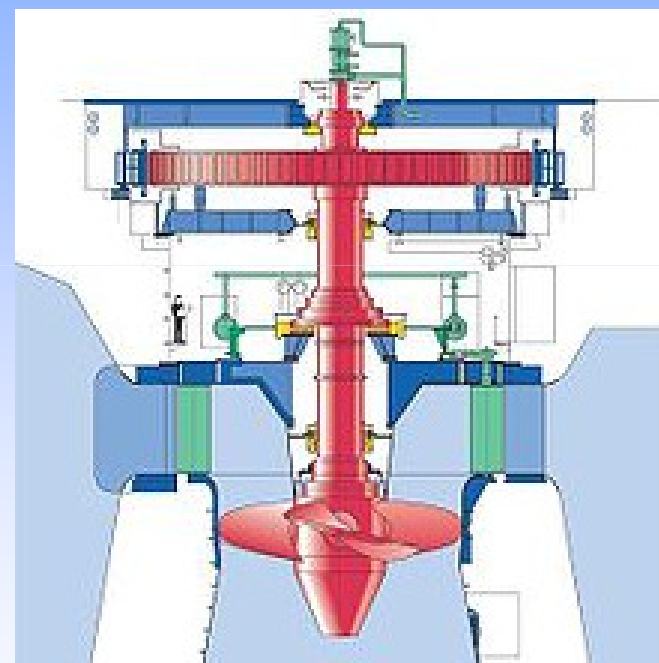
- Francisova turbína



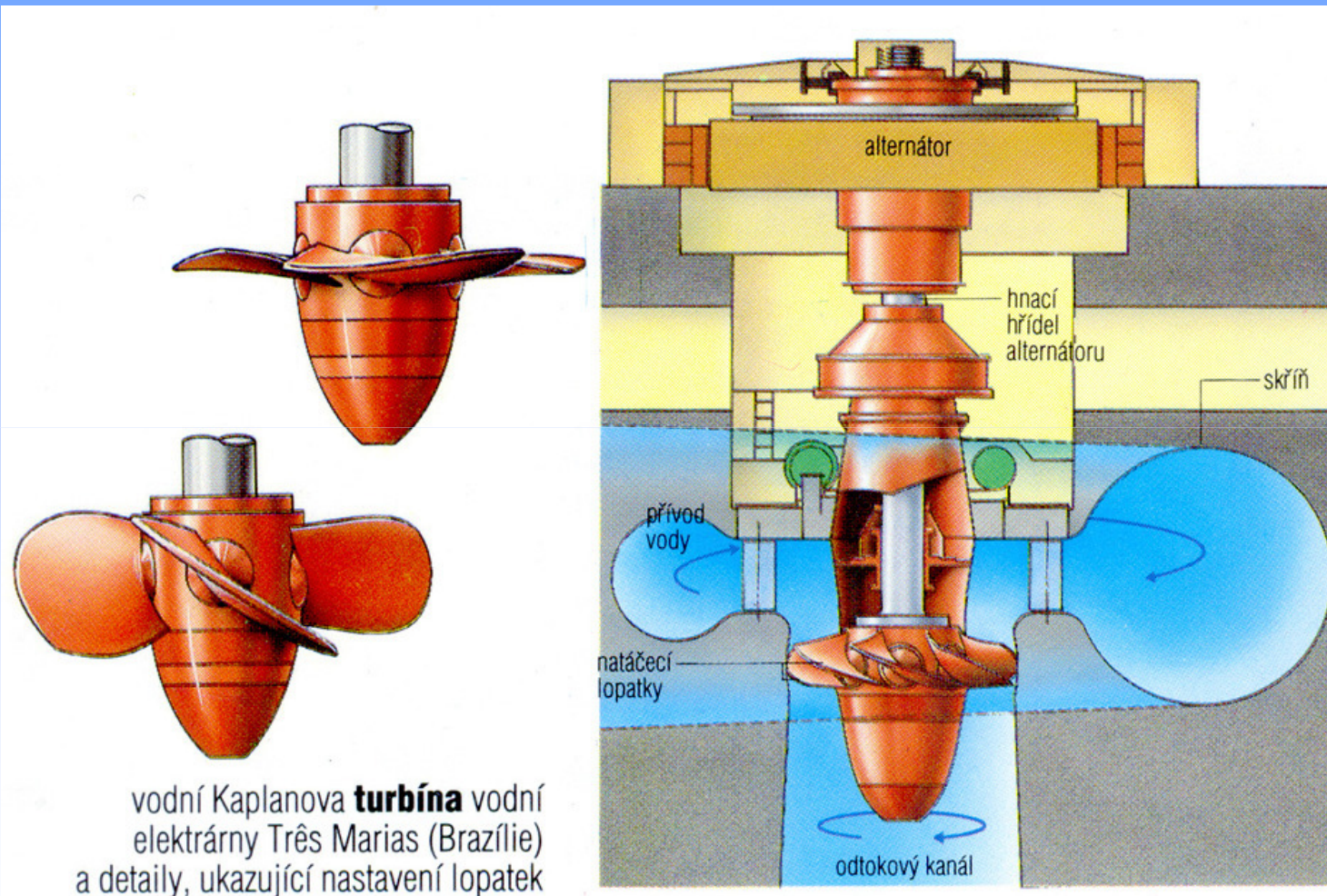
Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Vodní turbína

- **Kaplanova turbína**
 - spády 2-60 m
 - natáčivé lopatky
 - Dokáže pracovat i při proměnlivém průtoku (sezónní výkyvy)
 - Doplnuje elektrárny s Francisovou turbínou



Vodní turbína

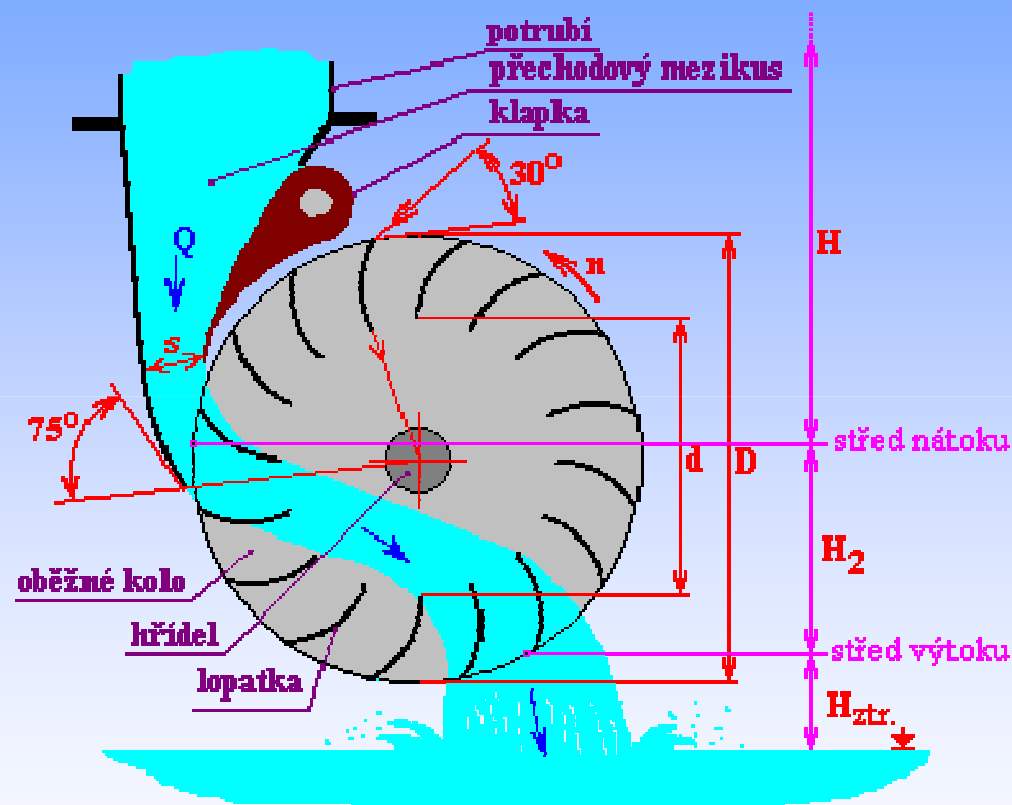


Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Vodní turbíny

Bánkiho turbína

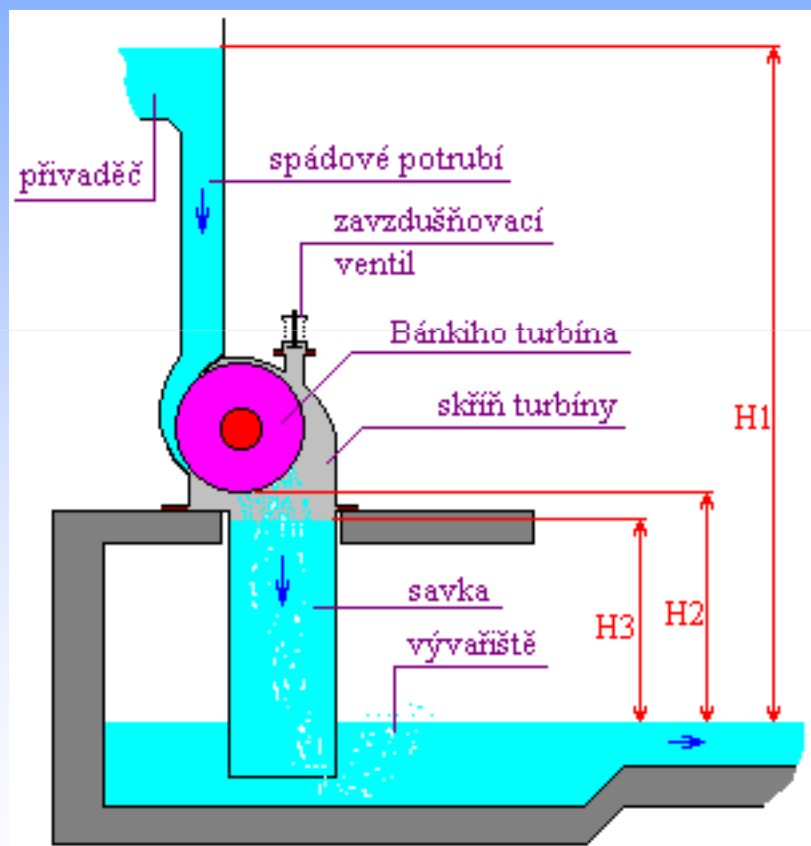
- Je vhodná pro spád 2 až 40 m a průtok 20 až 2000 l/s
- Používá na malých vodních elektrárnách a pro hydrostatický potenciál naší republiky má velký význam
- Má velmi široké využití. Vyhoví zejména na malých tocích
- Výrazně okysličuje vodu
- Je snadno a rychle regulovatelná klapkou
- Je odolná proti abrazi pískem
- Není náchylná ke kavitaci



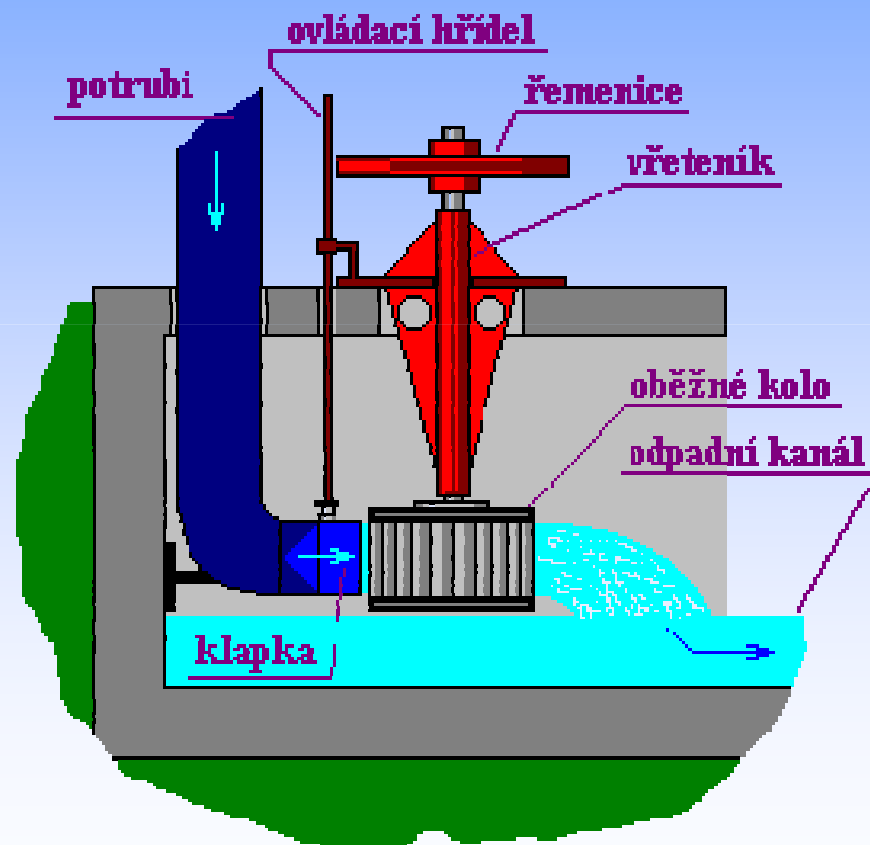
Vodní turbíny

Bánkiho turbína

a) horizontální



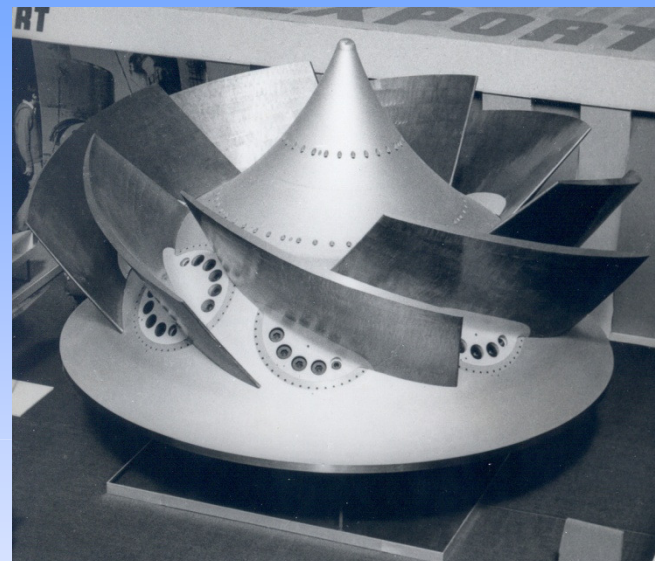
b) vertikální



Vodní turbíny

Dériazova turbína

- Je v podstatě konstrukční variantou Kaplanovy turbíny
- Je vhodná pro střední spády od 40 do 120m
- Při vyšších spádech má velmi vysokou účinnost
- Použití: hlavně v přečerpávacích elektrárnách, neboť umožňuje jak klasický turbínový chod, tak i reverzní čerpadlový chod (reverzní Dériazova turbína).



Vodní turbíny

- Podle způsobu práce a přeměny energií se dělí na:
 - *rovnotlaké*
 - *přetlakové*

Vodní turbíny

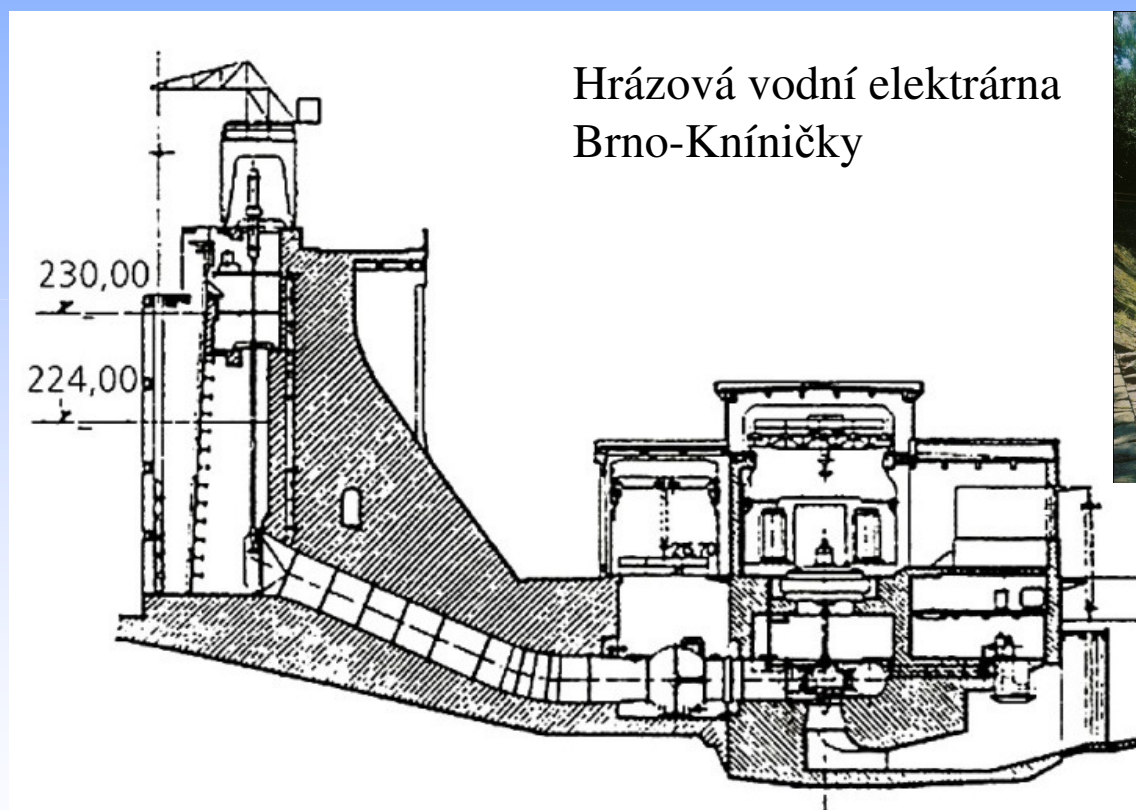
- *Rovnotlaké*
 - tlak vody zůstává stejný
 - Peltonova
- *Přetlakové*
 - voda vstupuje do oběžného kola s přetlakem, který při průtoku klesá
 - Francisovy turbíny
 - výkon 250-1000 MW



Druhy vodních elektráren a jejich klasifikace

Podle umístění strojovny lze vodní elektrárny dělit na:

- 1. Hrázové vodní elektrárny**, strojovna je umístěna přímo v tělese hráze nebo u vzdušního líce hráze (těsně pod hrází), případně v přelivných blocích hráze.



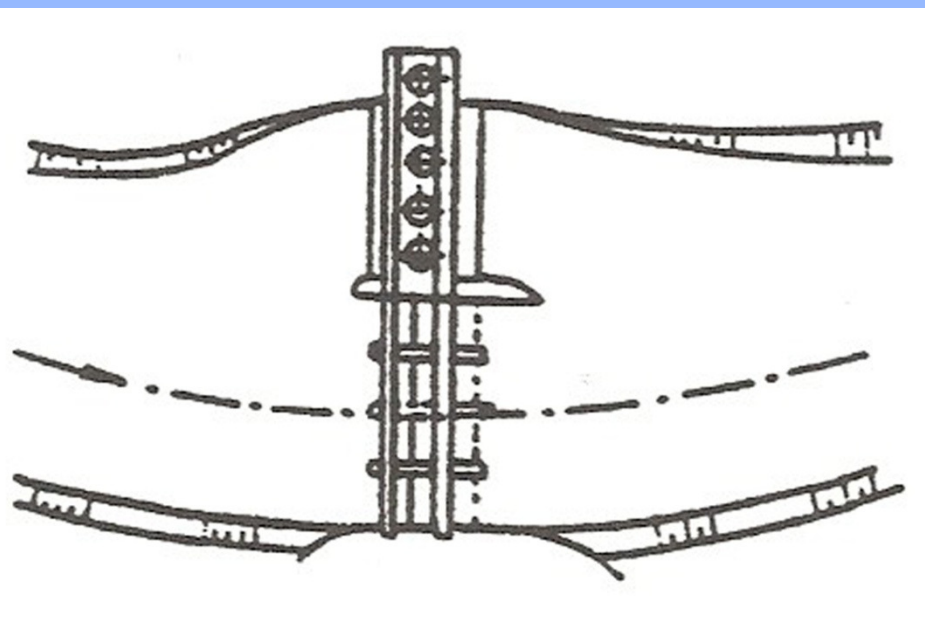
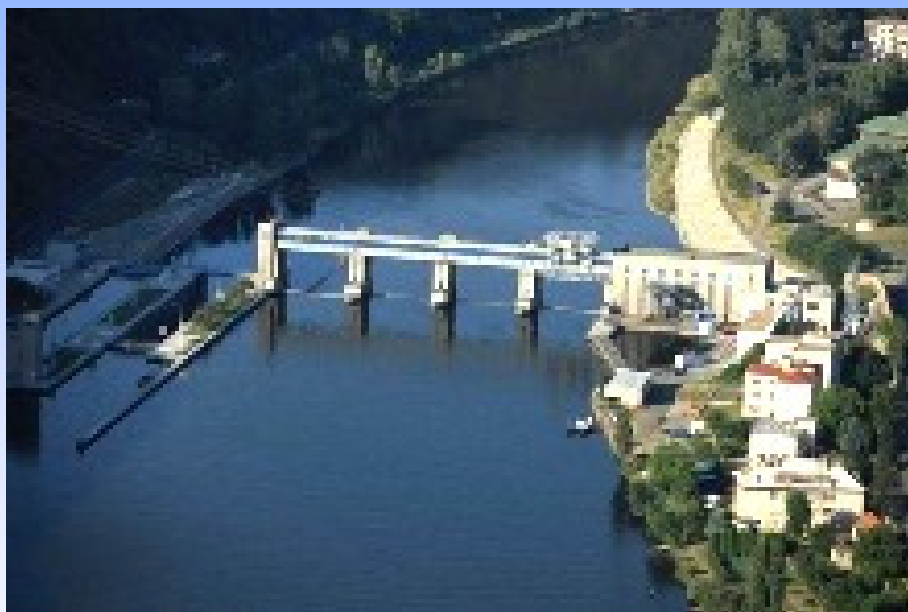
Hrázová vodní elektrárna
Brno-Kníničky



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Druhy vodních elektráren a jejich klasifikace

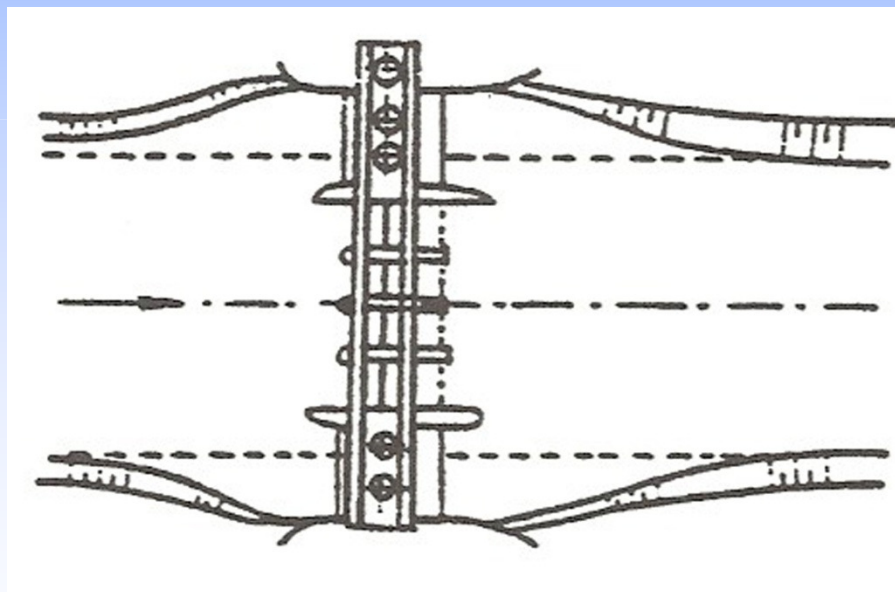
2. Jezové vodní elektrárny, jejichž strojovna je umístěny u jezu, nejčastěji v jeho břehové části (břehová VE), v jeho těsné blízkosti nebo přímo v jeho stavbě.



Druhy vodních elektráren a jejich klasifikace

3. Členěné vodní elektrárny,

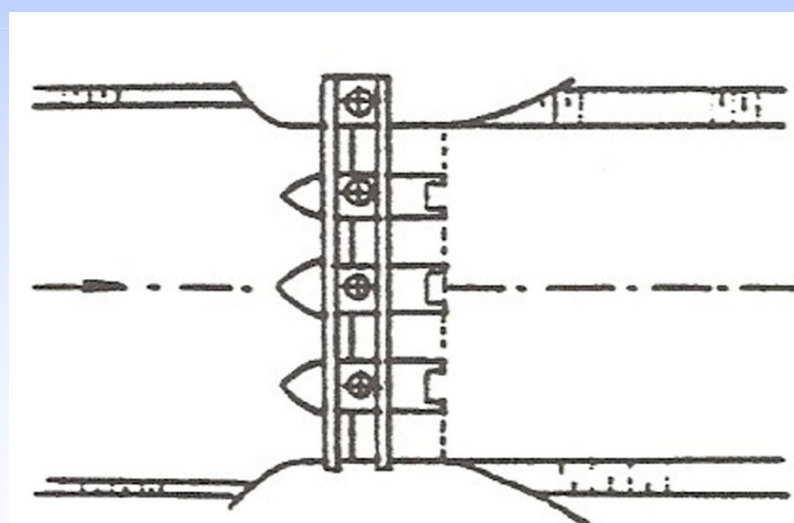
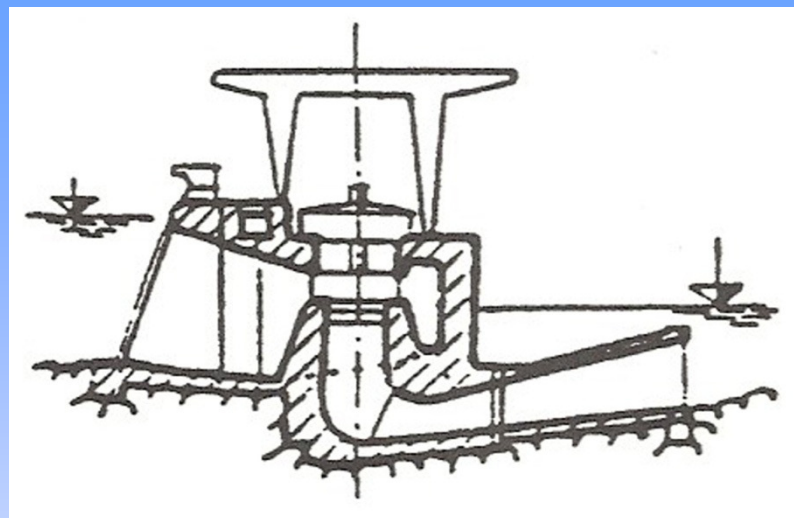
které mají strojovnu rozdělenou na dvě nebo více samostatných částí (např. na obou březích vodního toku).



Druhy vodních elektráren a jejich klasifikace

4. Pilířové vodní elektrárny,

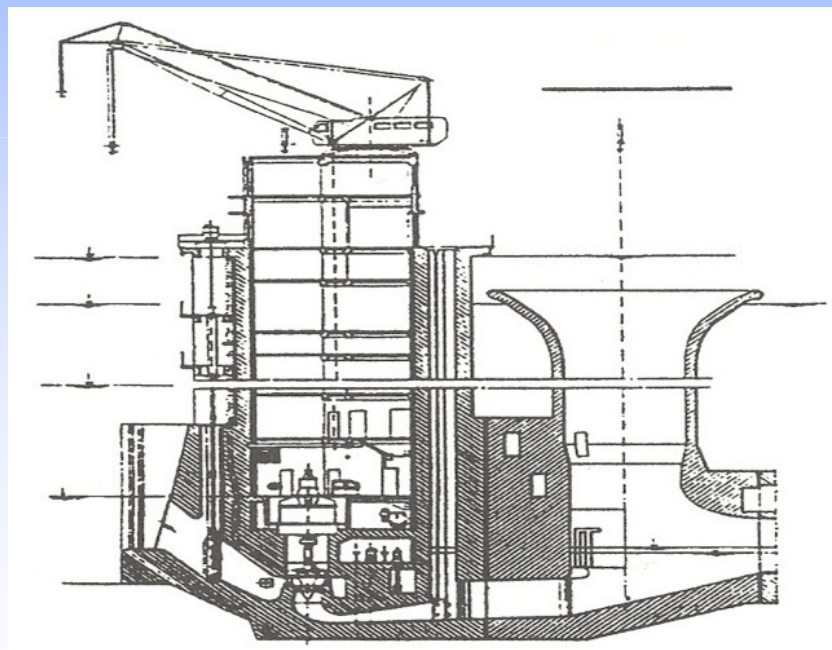
jejichž soustrojí jsou umístěna v pilířích jezu nebo přelévané hráze.



Druhy vodních elektráren a jejich klasifikace

5. Věžové vodní elektrárny,

jejichž strojovna je umístěna ve zvláštním objektu situovaném v nádrži nebo zdrži, případně v jejich břehové části



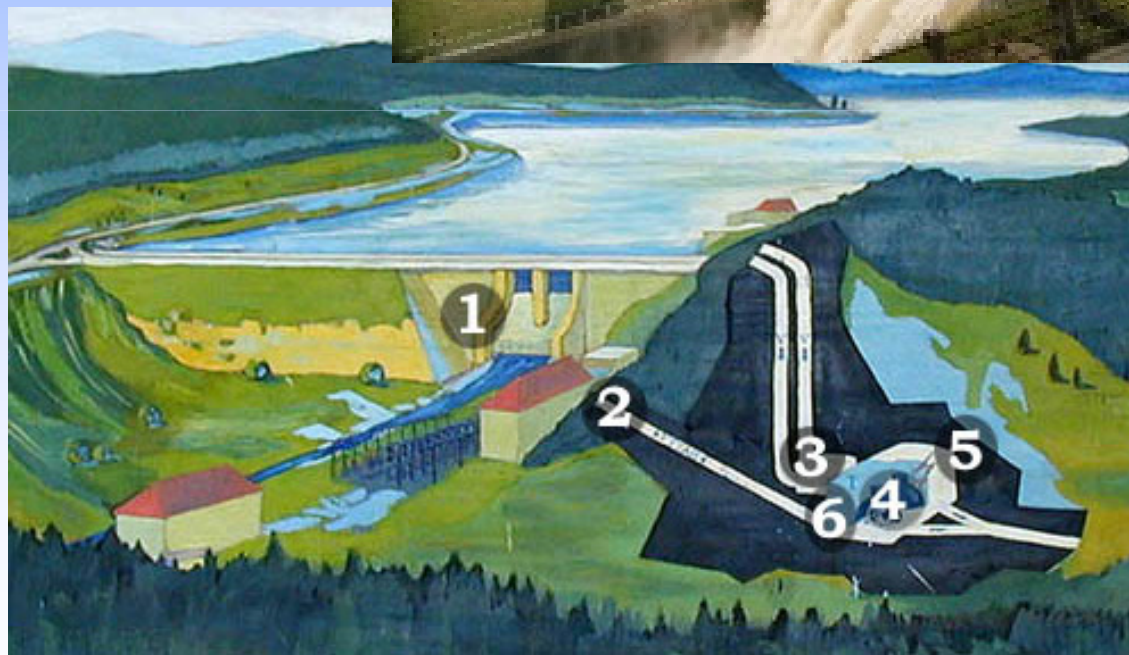
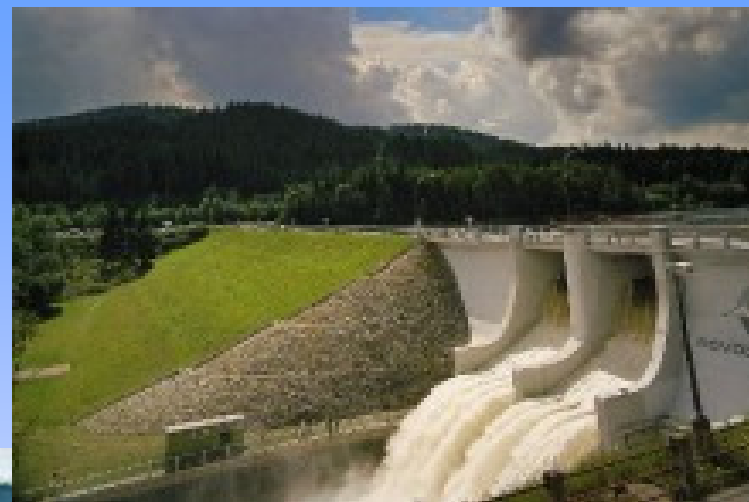
Druhy vodních elektráren a jejich klasifikace

6. Podzemní vodní elektrárny

mají strojovnu vybudovanou pod zemí

Dispoziční uspořádání VE Lipno I

- 1 - hráz Lipenské přehrady,
- 2 – tunel nákladního šikmého výtahu,
- 3 – komora kulových uzávěrů,
- 4 – Francoisova turbíny,
- 5 – čelní stěna podzemní kaverny,
- 6 – podzemní hala elektrárny, dva generátory o výkonu 2x60 MW



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie

Průtočné elektrárny

- **Průtočné vodní elektrárny** pracují s přirozeným průtokem vody a zpravidla využívají kinetickou energii vodního proudu:
- Nehrazeného toku
- Spád vzdutý jezem
- Spád vzdutý hrází
- Jezy lze dosáhnout spádů jen 10 až 20 m.
- Vodním elektrárnám konstruovaným pro tyto malé spády říkáme nízkotlaké průtočné.
- I na nejmenších jezích lze použít Kaplanovy turbíny pro velmi malé spády okolo 0,6 metrů.

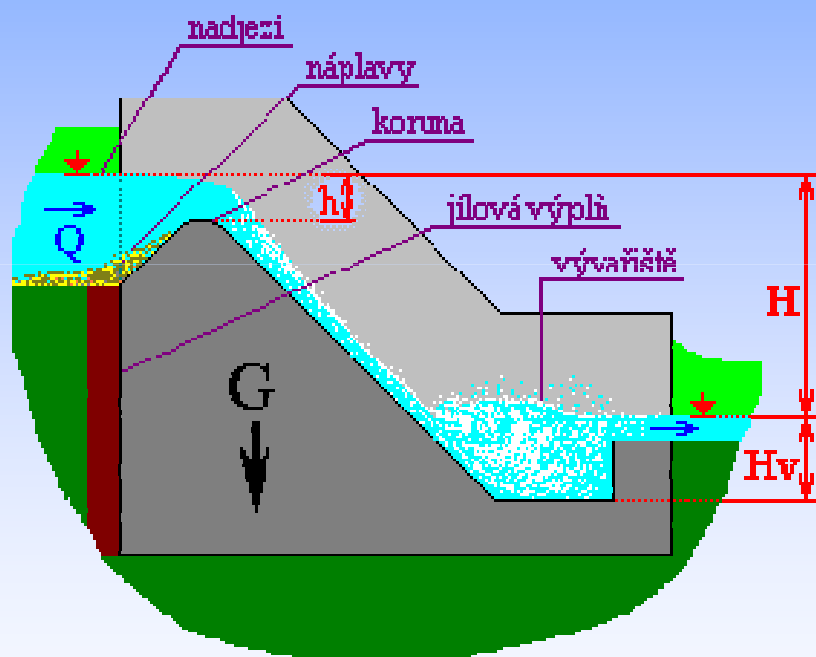
Průtočné elektrárny

Rozdělení jezů

- **Jezy pevné** s neměnnou výškou - jsou nejběžnější na malých vodních dílech
- **Jezy pohyblivé** - válcové, segmentové, hradlové – staví se tam, kde by při velké vodě hrozilo vylití z břehů nebo kde by byla znemožněna plavba lodí
- **Jezy vakové** nebo **nástavné desky** na koruně - umožňují menší změny výšky hladiny
- **Jezy tyrolské** - kombinují funkci vzdouvacího zařízení a samočisticích česlí.

Průtočné elektrárny

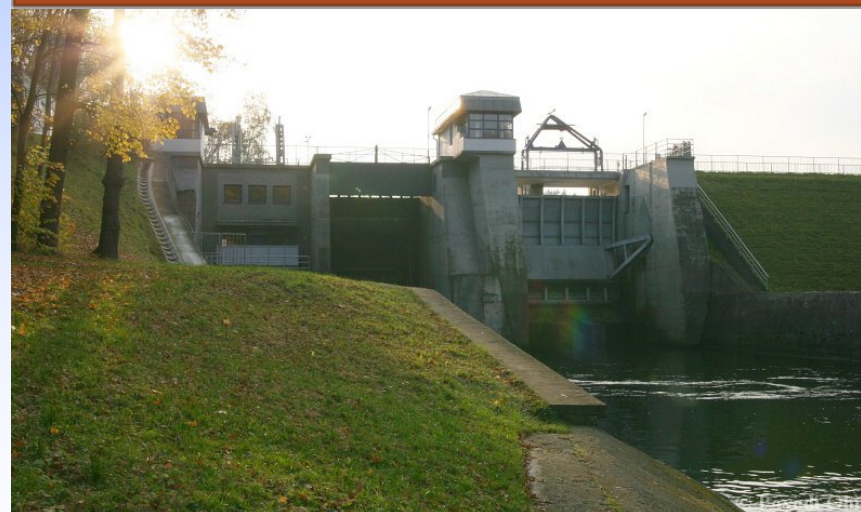
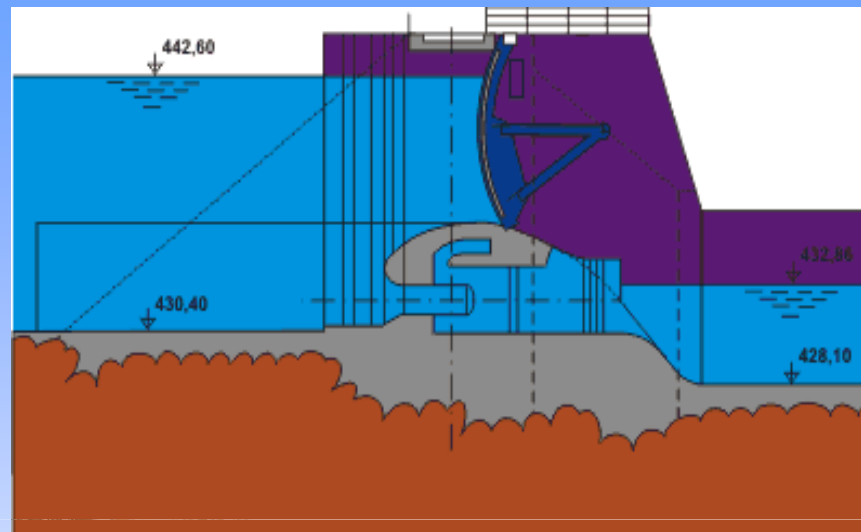
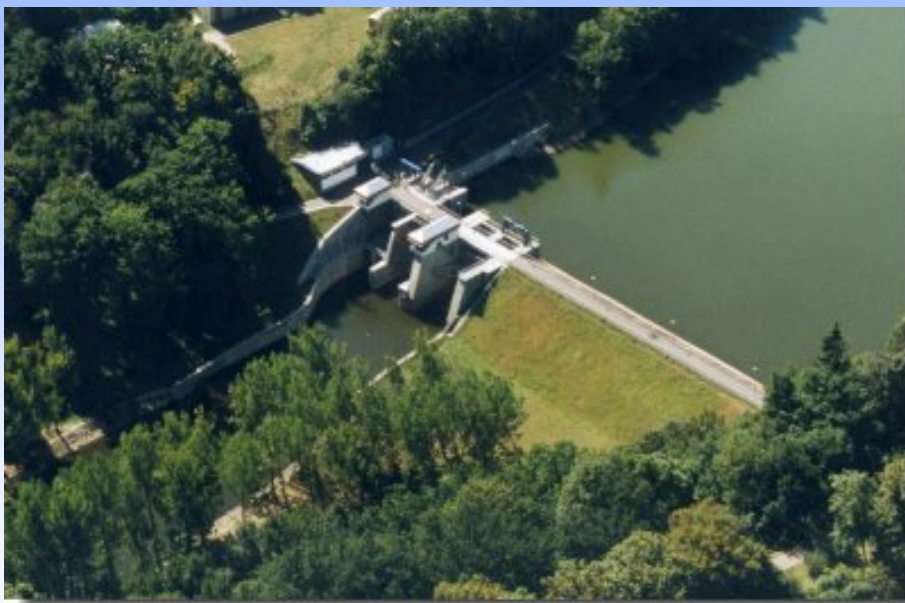
- Šikmý betonový pevný jez s prohloubeným vývařišťem



Jez průtočné elektrárny Kořensko

Průtočné elektrárny

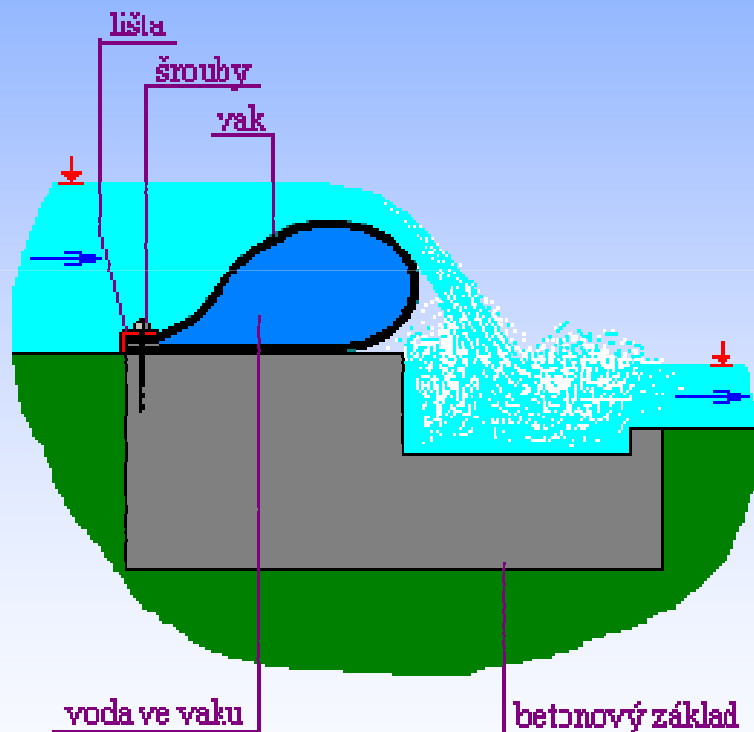
- **Pohyblivý segmentový jez**
bezpečnostního přelivu na vodním
díle Skalka u Chebu



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Průtočné elektrárny

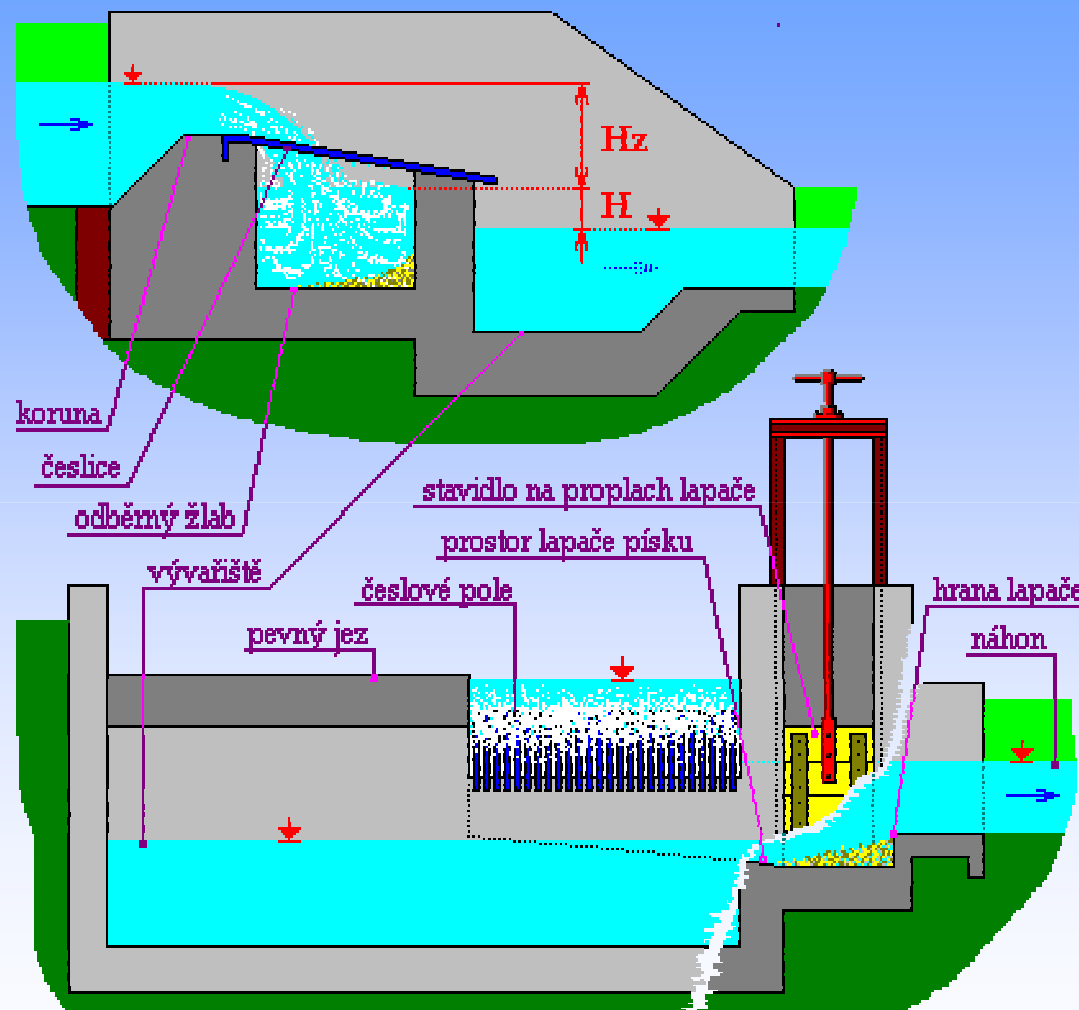
- Vakový jez na Jizeře v Turnově



Průtočné elektrárny

- Tyrolský jez

Jedna část toku je přehrazena obyčejným šikmým nebo kolmým betonovým jezem a uplatňuje se pouze při velké vodě. Druhá část je nižší, aby přes korunu o zvolené šířce protékal průtok požadovaný vodním motorem.



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



ENERGETICKÁ AGENTURA
ZLÍNSKÉHO KRAJE, o.p.s.

Průtočné elektrárny

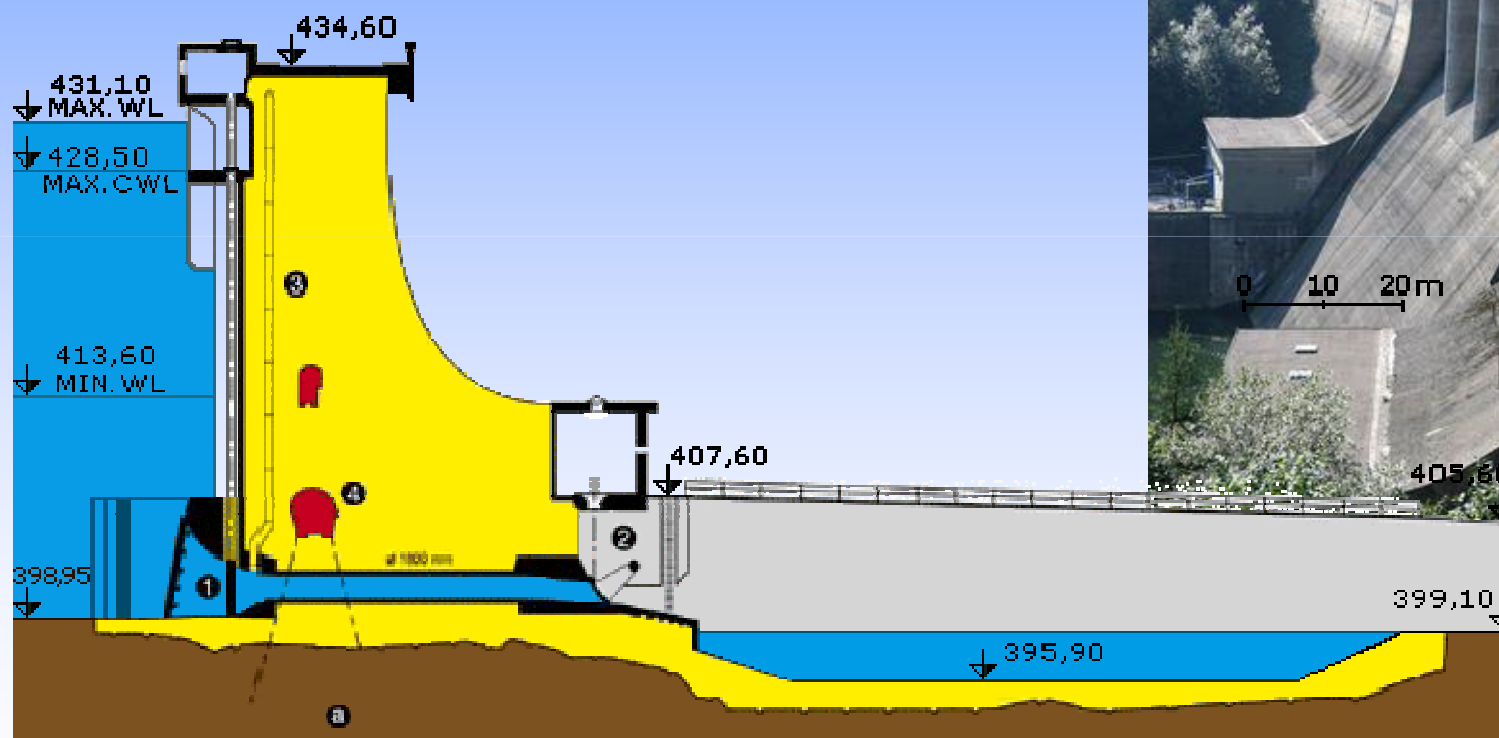
Přehradní hráze – rozdělení

- 1) **tížné (gravitační)** - proti tlaku vody se vzpírá poměrně tenká železobetonová protiproudě vyklenutá skořepina, která má základní trojúhelníkový průřez
- 2) **sypané (zemní s těsnícím jádrem)** - hráz vzdoruje tlaku svou hmotností a objemností.
 - homogenní (obvykle směs hlín, písků a štěrků)
 - nehomogenní (z několika různých zemin o různé propustnosti).

Přehradní hráze

1) Tížné (gravitační) hráze

Železobetonová vyklenutá hráz VD Kružberk,
maximální výška hráze 39,5m



Přehradní hráze

Tížné (gravitační) hráze

Hráz je zabezpečena proti přelití spodními výpustěmi a horními přelivovými hranami, které jsou obvykle stavitelné. Výpusti a přelivy jsou na vzdušné straně hráze ukončeny vývařištěm.

Tížná hráz průtočné VE Mohelno



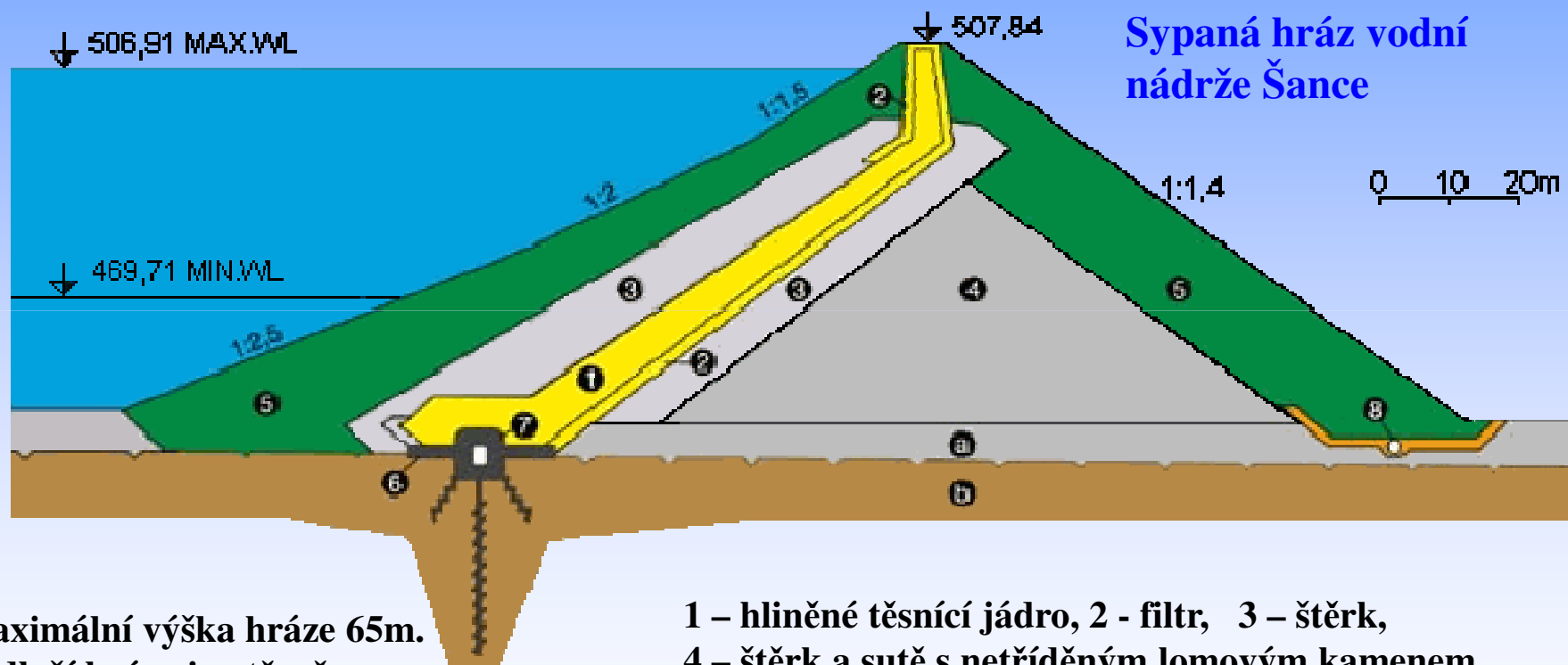
Hráz a strojovna průtočné VE Lipno II



Přehradní hráze

2. Sypané hráze

- odlišují se celou řadou konstrukčních prvků a použitých materiálů, ale všechny jsou typické svou mohutností



Maximální výška hráze 65m.
Podloží hráze je utěsněno
jednorádou injekční clonou do
hloubky až 70m.

1 – hliněné těsnící jádro, 2 - filtr, 3 – štěrk,
4 – štěrk a sutě s netříděným lomovým kamenem,
5 – drcený lomový kámen (pískovec), 6 – beton,
7 – injekční štola, 8 – drén

Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie

Přehradní hráze

Vodní dílo Šance, povodí Odry – celkový pohled



Průtočné elektrárny

Těleso hráze je dlouhé 224m, vysoké 19,5m. Hráz je tvořena částí zemní sypanou a z jedné čtvrtiny částí betonovou, tížnou, která je umístěna uprostřed hráze. Je vybavena jedinou Kaplanovou turbínou, která využívá spádu 4 až 10m, a má výkon 1,5MW při hltnosti 20m³/s. Pro převádění velkých průtoků slouží dvě přelivná pole, každé o šířce 10m.

Vodní elektrárna Lipno II



Průtočné elektrárny

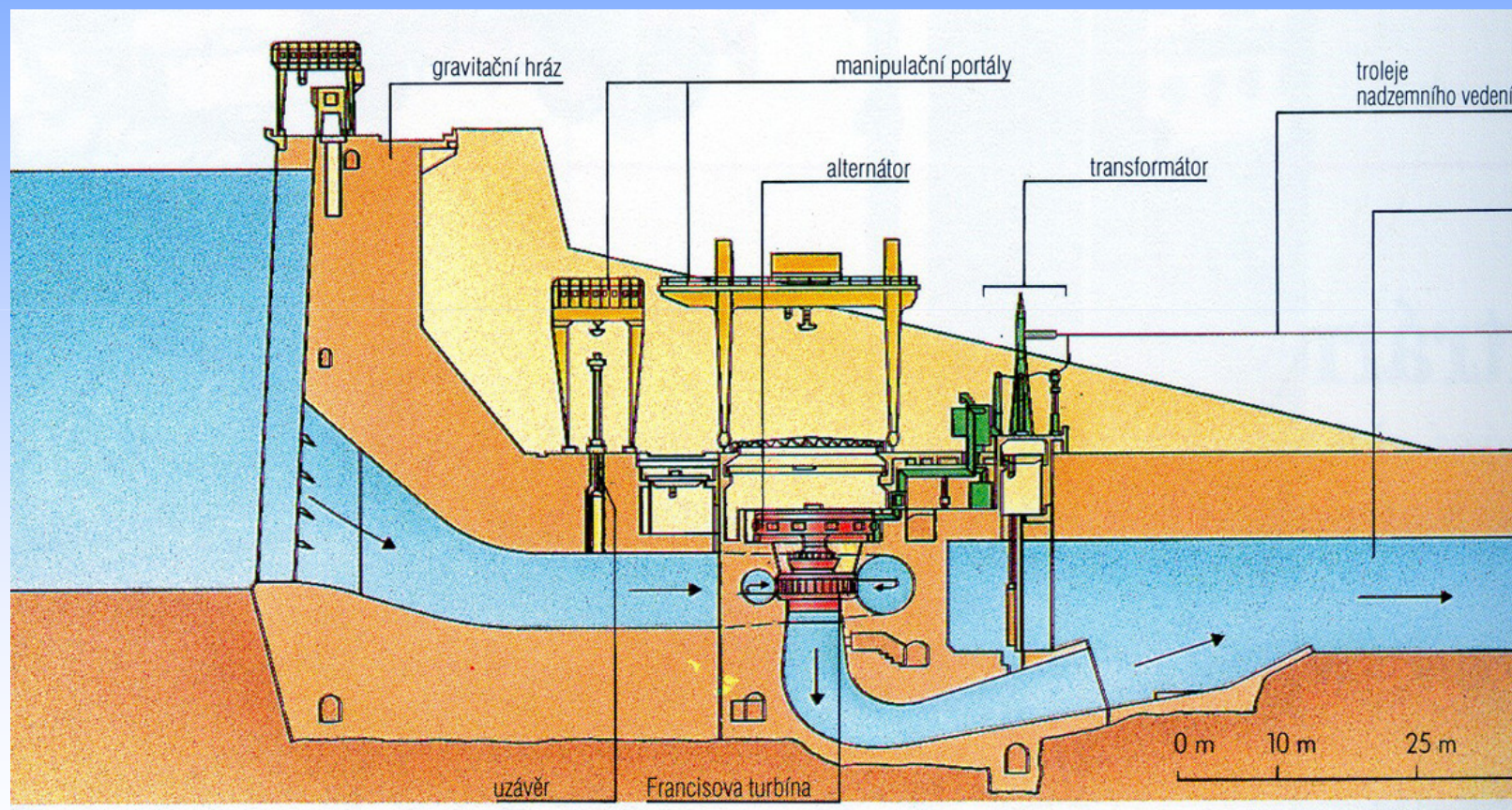
Je nedílnou součástí vodního díla Dalešice a současně rezervoárem chladící vody pro Jadernou elektrárnu Dukovany. Je osazena dvěma turbínami. Kaplanova turbína má výkon 1,2MW a Francoisova turbína 0,6MW. Přehradní hráz je gravitační betonová.

Vodní elektrárna Mohelno



Akumulační elektrárny

Jsou charakterizovány hrází a jezerem, kde je shromážděna velká zásoba vody. V našich podmínkách jsou řešeny obvykle jako středotlaká vodní díla. Využívají potenciální (tlakové) energie vody akumulované v přehradní nádrži.

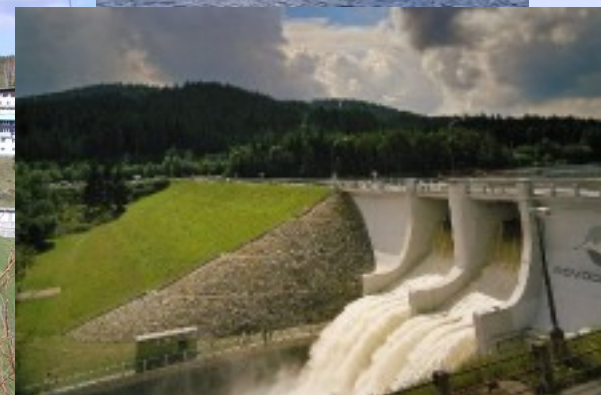


Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Akumulační elektrárny

Vodní elektrárna Lipno I

Hráz je 296m dlouhá a 25m vysoká, v patě široká 130 a v koruně 10m. Těleso hráze je ze 2/3 sypané, u levého břehu betonové, gravitační. Stavebním unikátem je podzemní hydroelektrárna (tzv. švédského typu), umístěná v umělé kaverně v hloubce 200m. Voda je přiváděna ke dvěma Francisovým turbínám. Výkon každé z turbín je 60MW. Elektrárna funguje jako špičková. Plocha nádrže je téměř 50 km².



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Přečerpávací elektrárny

Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé Stráně

Výškový rozdíl hladin obou nádrží je 535m.

Je osazena největší reverzní vodní turbínou v Evropě s výkonem 325MW, s největším spádem v ČR (510,7m), největší celkový instalovaný výkon (2 x 325MW).



**Horní nádrž je
v nadmořské
výšce 1350m**

**Dolní nádrž na říčce Divoká
Desná má výšku hráze 56m a
kolísání její hladiny je 22,2m.**

Přečerpávací elektrárny

Dlouhé Stráně v Jeseníkách



**Dolní nádrž vyrovnávací
v nadmořské výšce 825m**

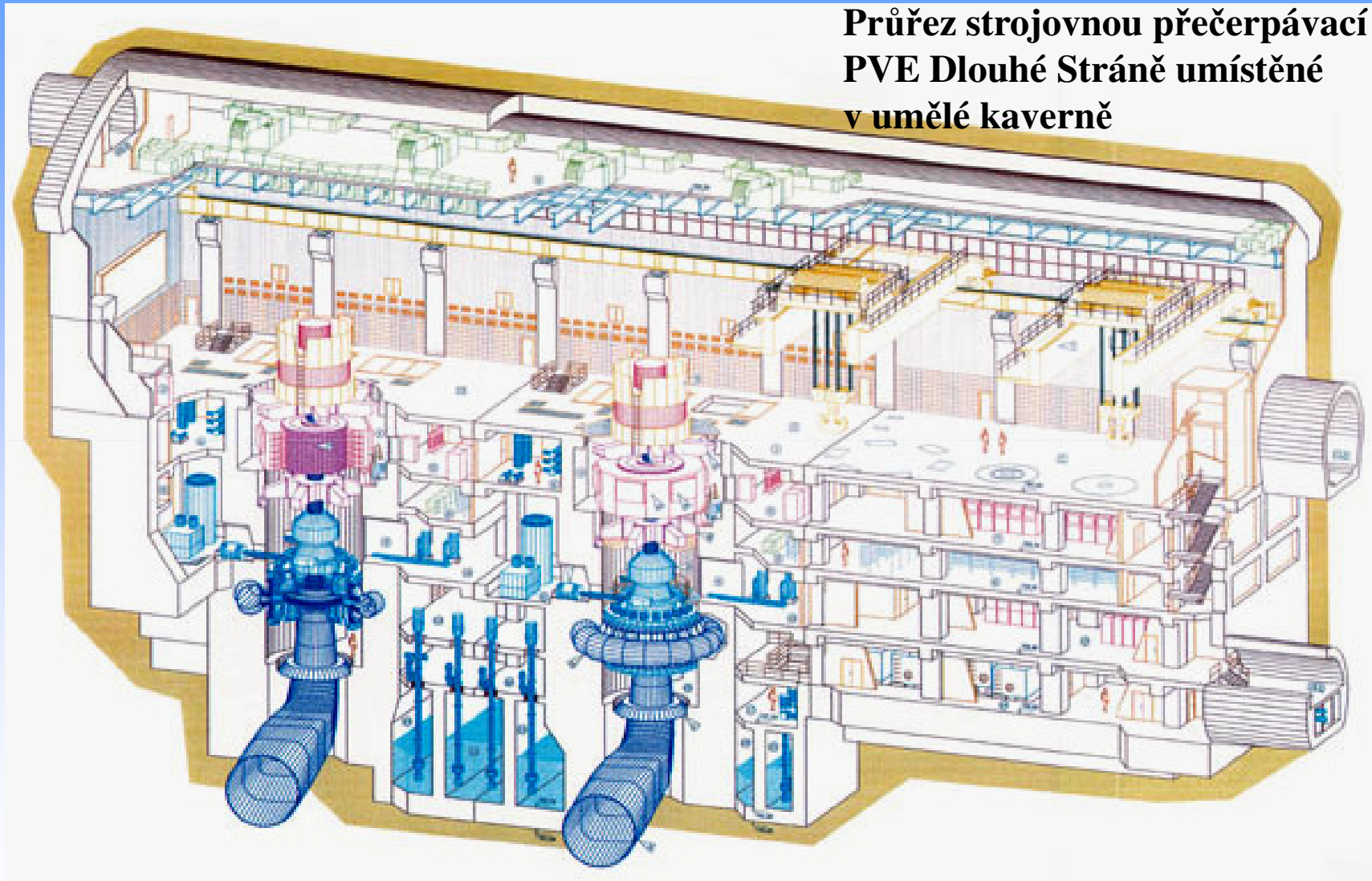


**Horní nádrž na vrcholu Dlouhé
Stráně 1350m nad mořem.**



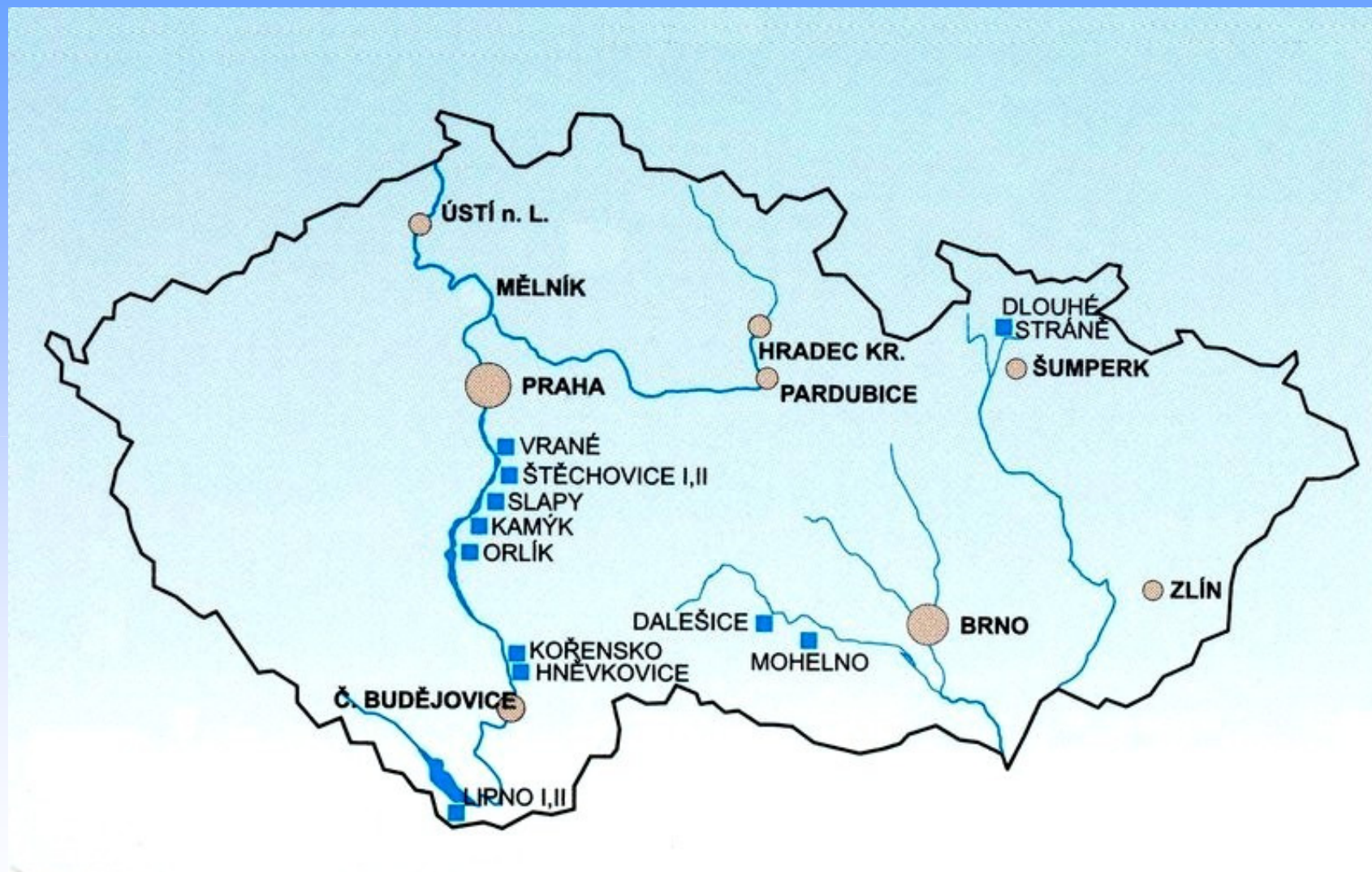
Přečerpávací elektrárny

Průřez strojovnou přečerpávací
PVE Dlouhé Stráně umístěné
v umělé kaverně



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Vodní elektrárny v ČR



Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

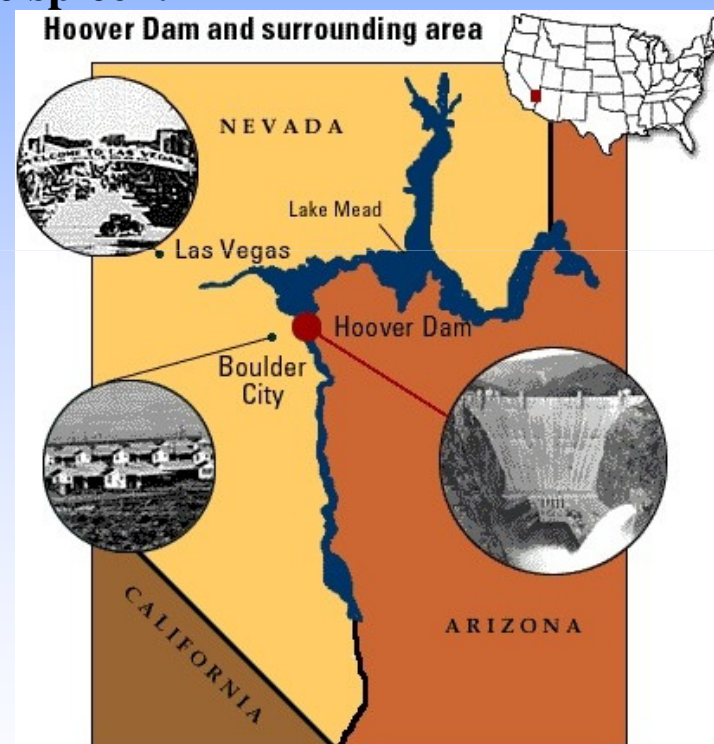


ENERGETICKÁ AGENTURA
ZLÍNSKÉHO KRAJE, o.p.s.

Slavné vodní elektrárny

Hooverova vodní elektrárna

byla vybudována v letech 1931 až 1936 v Černém kaňonu řeky Colorado mezi americkými státy Arizona a Nevada jihovýchodně od Las Vegas. . Přehrada má gravitační betonovou klenbovou hráz vysokou 220m a dlouhou 379m. 17 generátorů o maximálním výkonu 2074 MW pracuje v době špiček.



Slavné vodní elektrárny

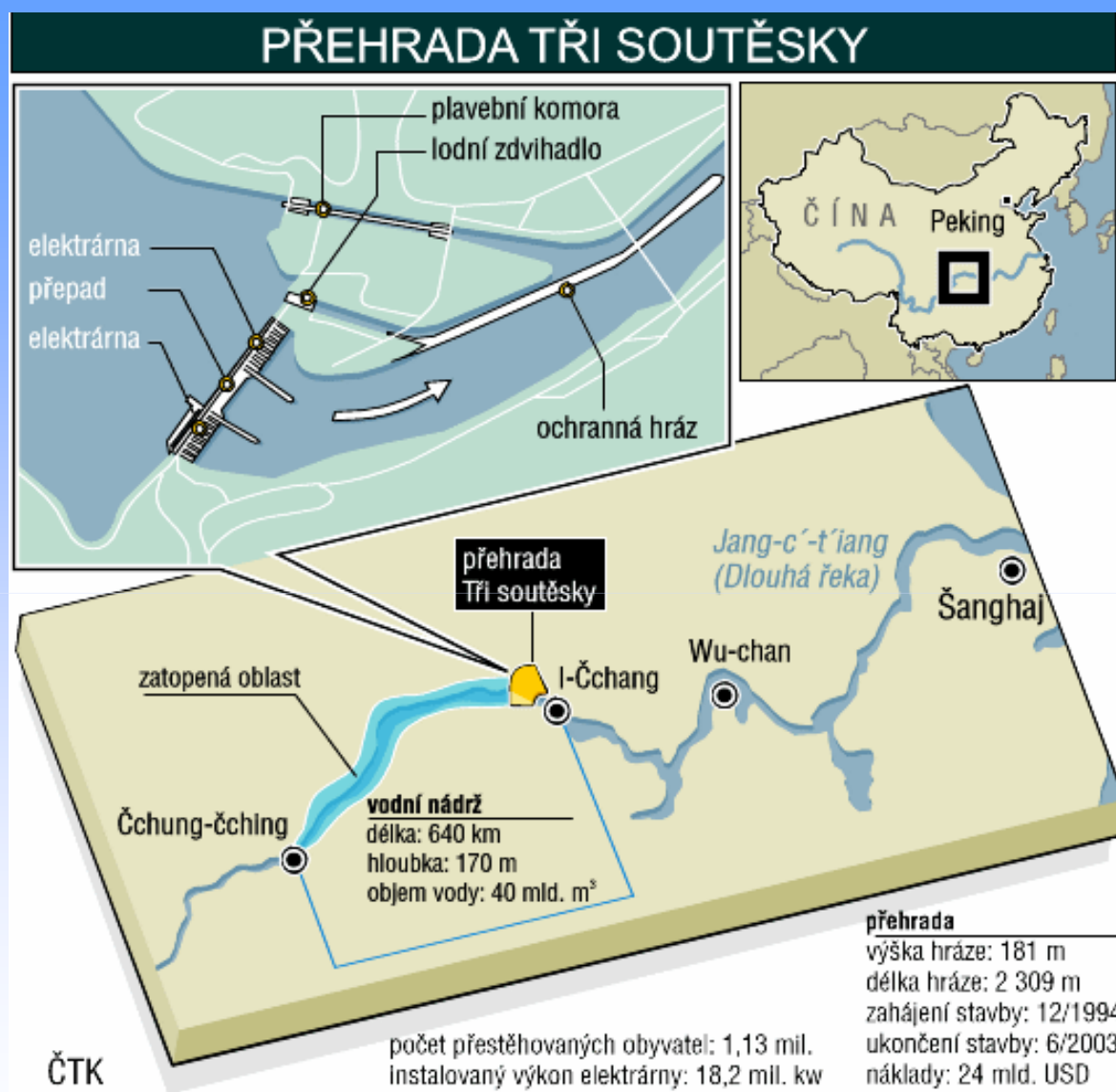
Hydroelektrárna Tři soutěsky

Celkový výkon:

nyní 18 200MW, po rozšíření
až 22 400MW

Počet turbosoustrojí: nyní 26,
po rozšíření 32, každé
s výkonem cca 700MW.

Vzniklý vodní rezervoár je
dlouhý 640 kilometrů, široký
průměrně 1,1 kilometru a
hluboký kolem 170 metrů.



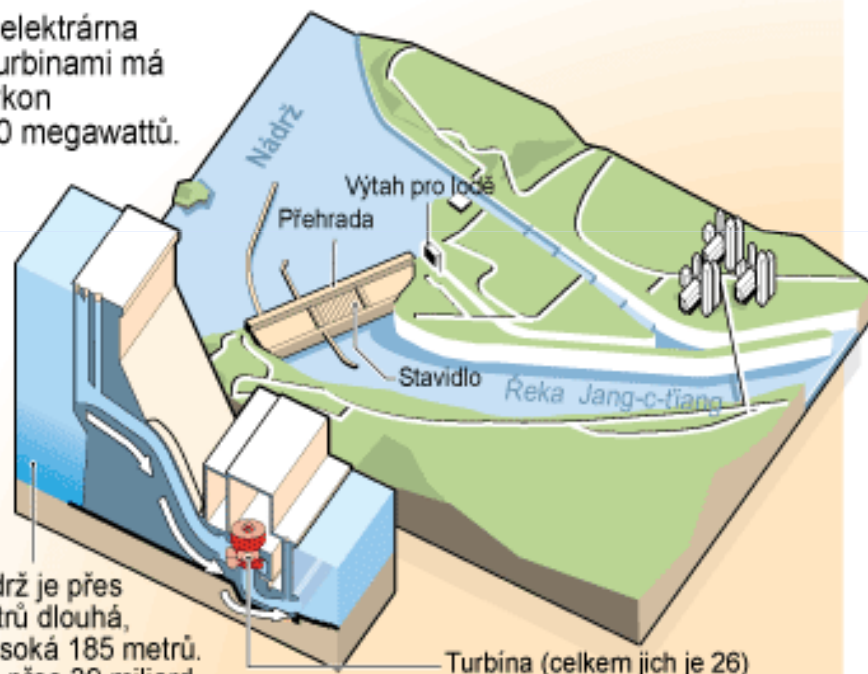
Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání
Obnovitelné zdroje energie

Tři soutěsky



Stavba stála oficiálně v přepočtu 25 miliard dolarů. Voda zatopila dvě velká města, stovky vesnic, téměř 1 600 továren a 16 archeologických nalezišť. Vystěhovat se musel ze svých domovů více než milión lidí.

Hydroelektrárna s 26 turbinami má mít výkon 18 200 megawattů.



Vodní nádrž je přes 2 300 metrů dlouhá, hráz je vysoká 185 metrů. Obsahuje přes 39 miliard krychlových metrů vody. Rozdíl mezi výškami hladin činí 113 metrů.

aktuálně.cz REUTERS



Tři soutěsky - Čína

Energetická efektivita v souvislostech
vzdělávání

Obnovitelné zdroje energie



evropský
sociální
fond v ČR



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



ENERGETICKÁ AGENTURA
ZLÍNSKÉHO KRAJE, o.p.s.

Slavné vodní elektrárny

ITAIPU – Brazílie / Paraguay

Celkový výkon: max. 14 300MW

Počet turbosoustrojí: 20, každé s výkonem 715MW



V současnosti druhá největší vodní elektrárna na světě. Přehradní hráz dosahuje výšky 196 metrů, její šíře je 99 m a délka 7,76 km, jezero za ní má hloubku až 100 metrů a rozkládá se do vzdálenosti 170km.

Malé vodní elektrárny

- zhruba 40,7 % energie je vyrobeno v **malých vodních elektrárnách** o výkonu do 10 MW,
- 44,5 % v elektrárnách o výkonu nad 10 MW
- 14,8 % v přečerpávacích vodních elektrárnách.
- Hydroenergetický potenciál je na území ČR využíván zhruba na 50%.

Malé vodní elektrárny

- **Malé vodní elektrárny** většinou pracují na menších tocích, jejichž průtok se mění v závislosti na ročním období a úhrnu srážek
- Na rozdíl od velkých vodních elektráren se obejdou bez vysokých hrází zajišťujících potřebný spád a stálou zásobu vody, jejichž výstavba je nereálná z ekonomických i ekologických důvodů
- Při vhodném umístění a konstrukčním řešení patří k neekologičtějším a neekonomičtějším energetickým zdrojům vůbec
- Neprodukují žádné emise ani odpady, obejdou se bez zásobování palivy a nemají přílišné nároky na údržbu

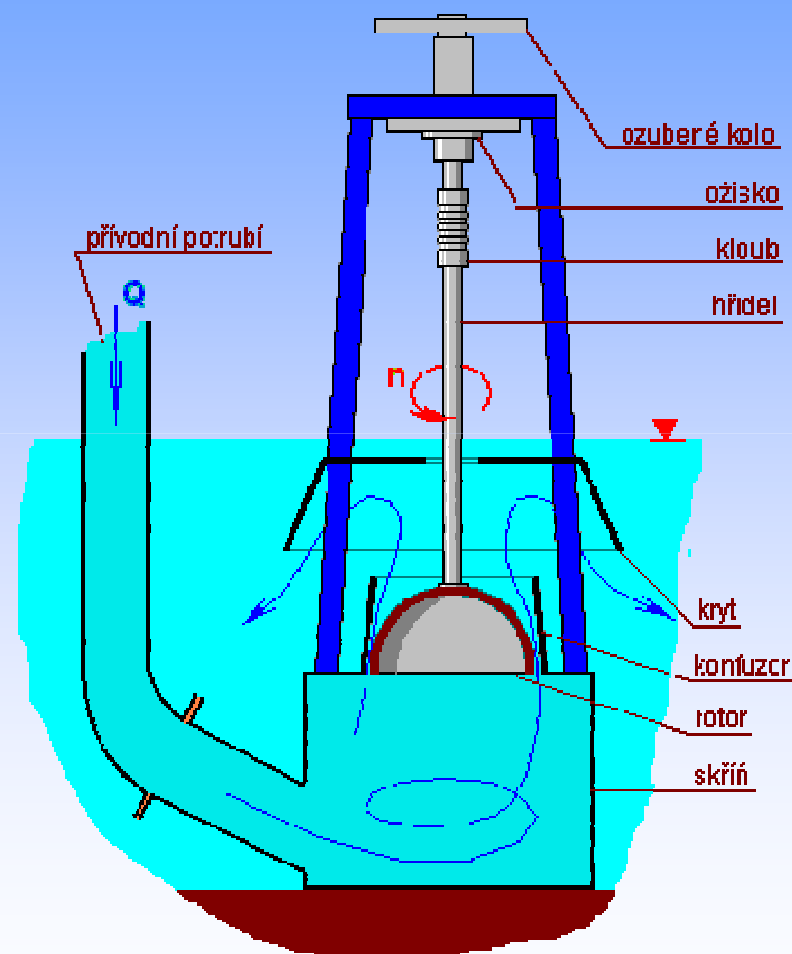
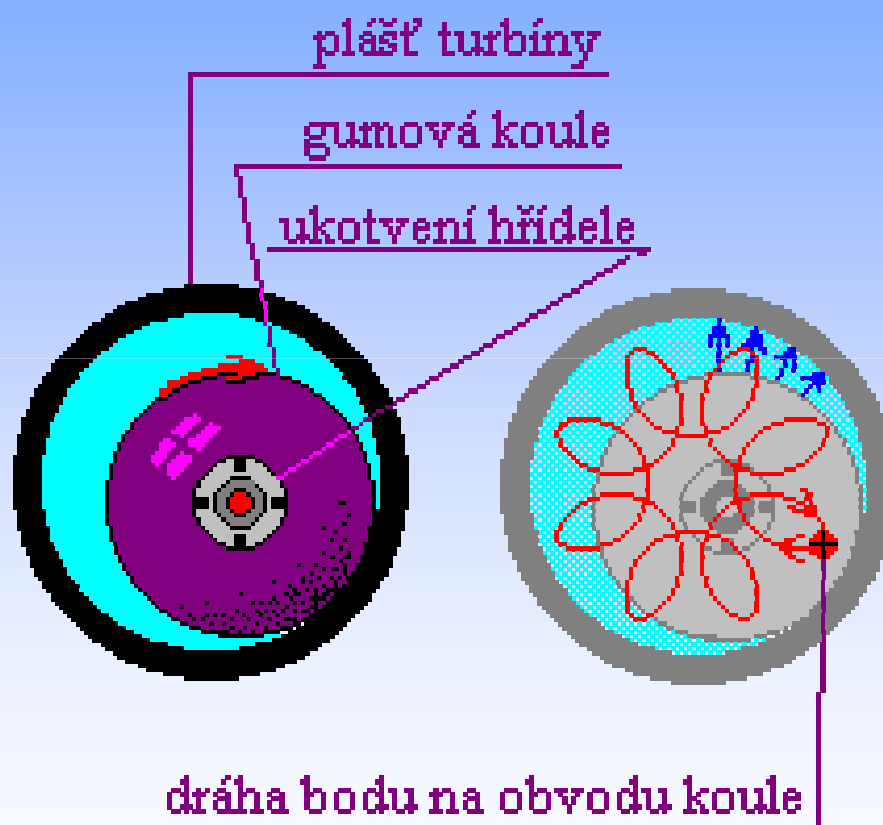
Malé vodní elektrárny

Sedláčková turbína SETUR

- Jedná se o vertikální bezlopatkový vodní motor
- Pracuje na principu odvalování rotačního tělesa ve výtokovém konfuzoru (využití principu hydrodynamického paradoxu).
- Je to jev, který způsobuje, že koule (nebo jiné zakřivené těleso) je přitahováno ke stěně tím více, čím rychleji mezi ním a stěnou proudí kapalina.
- Pro spády (podle typu) od 0,6 do 20m při průtoku 4 až 500 l/s.

Malé vodní elektrárny

- Sedláčková turbína SETUR***



Zdroje

- <http://vlastafiller.sweb.cz/v213r.html>
- <http://mve.energetika.cz/autor/navrh-korecnik-pracharna.htm>
- <http://www.lenntech.com/water-energy-faq.htm>