

Elektrotechnika a životní prostředí

Elektrotechnika a životní prostředí

© Jak se podílí elektrotechnika na poškození životního prostředí.

Tři oblasti:

- Získávání elektrické energie.
- Elektrotechnická výroba.
- Elektrotechnické výrobky.

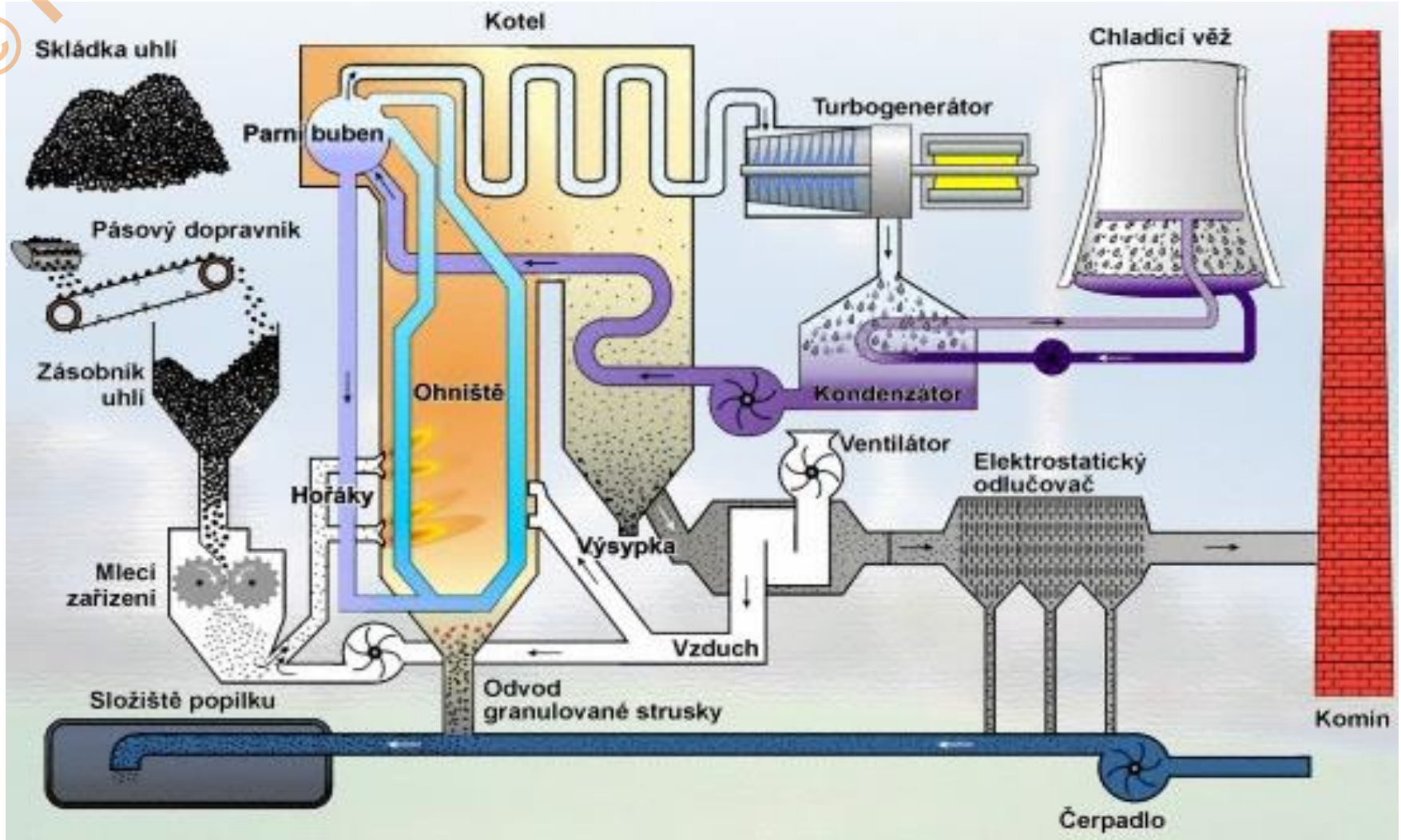
Výroba a rozvod el. energie

- Rozvoj průmyslu, zemědělství a dopravy je spojen s elektrotechnikou (zejména s elektrickou energií).
- Spotřeba elektrické energie se stala ukazatelem životní úrovně.
- Rostoucí spotřeba elektrické energie byla kryta budováním nových zdrojů. Životní prostředí bylo čisté a jeho schopnost rozptylovat škodliviny byla velká.
- Jednotkový výkon elektráren byl malý a spalované černé uhlí bylo kvalitní.

Výroba a rozvod el. energie

- Začaly se budovat elektrárny větších výkonů (bloky 500 MVA).
- Elektrárenské jednotky se koncentrovaly do lokálních území.
- Začalo se spalovat méně kvalitní uhlí. To vedlo ke vzniku průmyslových oblastí se silně znečištěným prostředím.

Uhelné elektrárny



Uhelné elektrárny



Uhelné elektrárny

© Těžba (hlubinná, povrchová):

- Zemědělství, lesnictví.
- Vesnice, dopravní stavby (rekultivace 4 % nákladů).
- Znečištění ovzduší (doprava, skladování).
- Znečištění vod (vymývání síry).

Úprava uhlí:

- Doprava (prašnost 10%).
- Samovznícení.
- Kapalný odpad (černá voda).

Uhelné elektrárny

© Spalování uhlí:

- Tuhé látky (popel, škvára a popílek - obsah popela je 26 až 32%),

Při předpokládané měrné spotřebě uhlí 1 kg.kWh^{-1} , vzniká u 1000 MW elektrárny za 1000 hodin (cca 41dne) při popelnatosti 30 % cca 300 000 tun tuhých odpadů.

- Chemické škodliviny

Emise SO_2 a NO_x lze obecně snižovat před spalováním, při spalování a po spalování uhlí.

Před spalováním se obsah síry v palivu (uhlí) snižuje úpravnickým způsobem, tj. tříděním a rozdružováním.

Uhelné elektrárny

© Množství emisí SO_2 , NO_x a CO_2 v tunách připadajících na 1 TWh provozu 1000 MW bloku za 1000 hodin při spalování uhlí

Emise	Množství škodlivin (t.TWh^{-1})
SO_2	2600
NO_x	2800
CO_2	$1200 \cdot 10^3$

Uhelné elektrárny



– Radioaktivní a toxické látky:

- Nepatrné koncentrace uranu, thoria a jejich rozpadových produktů, obsažených původně spolu s uhlím v zemské kůře (^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , radioaktivní draslík ^{60}K).
- Vzhledem k velké spotřebě uhlí může být koncentrace emisí podstatně vyšší, než v okolí jaderné elektrárny.
- Pro zdraví obyvatelstva a pro ekosystém jsou potenciálním nebezpečím stopové prvky, které se dostávají do ovzduší z komína elektrárny (rtuť, kadmium a olovo, arzén, fluor a chlor).

Uhelné elektrárny



– Odpadní teplo

Účinnost přeměny energie paliva na elektrickou se u běžných elektráren pohybuje kolem 30 až 40 %.

- 5 % tepelné ztráty způsobené disipací energie,
- 10 % energie odnášejí spaliny vypouštěné komínem (komínová ztráta),
- 45 % energie se odvádí v kondenzátoru při přeměně expandované páry na kapalný kondenzát.

Největší část odpadního tepla se uvolňuje ve formě teplé vody při poměrně nízké teplotě (nízkopotenciální teplo).

Možnosti využití odpadního tepla jsou značně omezené.

Uhelné elektrárny

Převážná část odpadního tepla je rozptýlena do okolí elektrárny nejčastěji mokkými chladicími věžemi s přirozeným tahem. Chladicí systém bývá napojen na vodní tok v blízkosti elektrárny:

- zvýšená spotřeba vody,
- znečištění povrchových vod (solí, minerály).

Celkově uhelné elektrárny:

- Deformují ráz krajiny (komíny, chladicí věže).
- Jsou zdrojem škodlivin (kyselá dešť).
- Kouřové vlečky a oblaka vodní páry z chladicích věží snižují celkovou dobu slunečního svitu (nižší zemědělské výnosy).

Uhelné elektrárny

© **Zachycování a ukládání uhlíku** - technologie CCS (Carbon Capture & Storage)

Základní technologie, jak se zbavit nežádoucího CO₂:

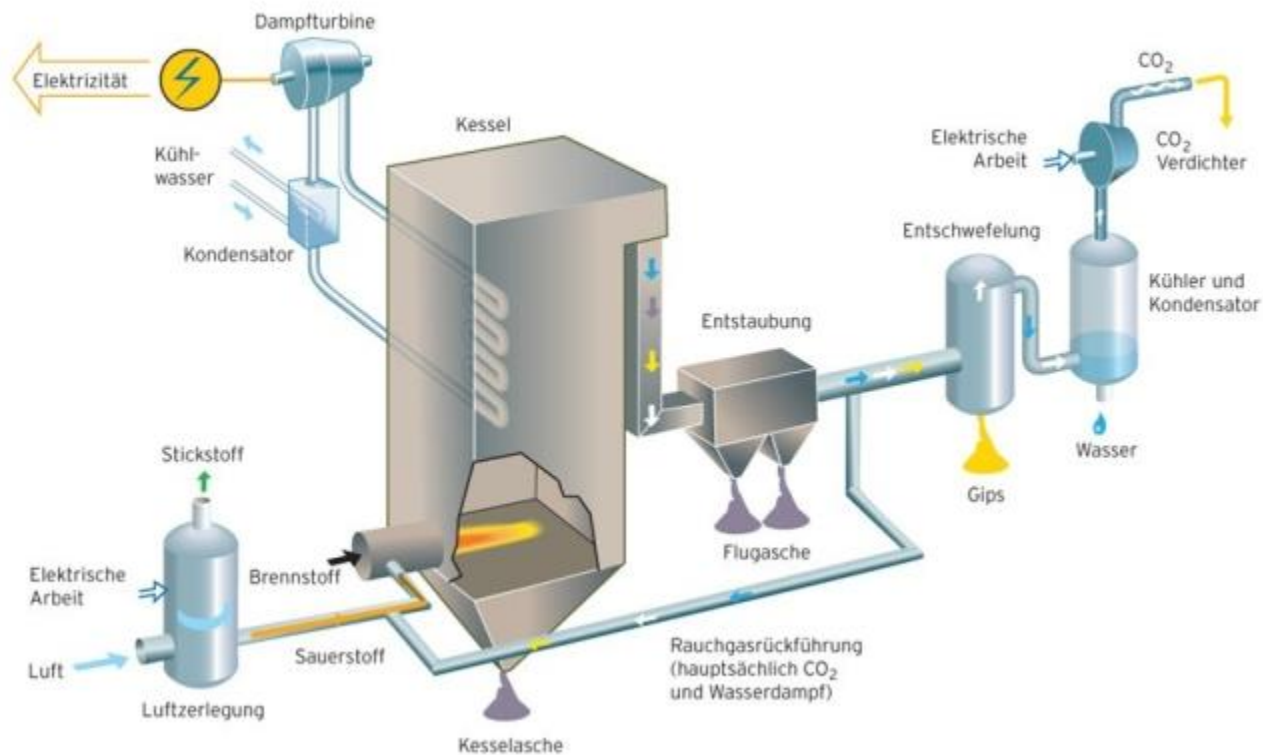
- spalování paliva se vzduchem a následná separace CO₂ ze spalin (post combustion capture),
- spalování paliva s čistým kyslíkem a následná separace CO₂ ze spalin (Oxy-Fuel technology),
- zplynování paliva před spálením, konverze CO z plynu na CO₂, separace CO₂ a vodíku a následné spalování čistého vodíku (pre combustion capture, IGCC - Integrated Gasification Combined Cycle).

Uhelné elektrárny

© ivkud

Německý energetický koncern Vattenfall (dubnu 2007). Testovací jednotka o výkonu 0,5 MW. V r. 2008 do provozu pilotní CCS elektrárna Schwarze Pumpe (Lausitz) o výkonu 30 MW.

Oxyfuel-Prozess (O_2/CO_2 Recycle)



Uhelné elektrárny



Kde a jak se ukládá CO₂:

Pro ukládání CO₂ jsou potenciálně vhodné geologické formace:

- „červená jalovina“ v hloubce cca 3500 m pod zemským povrchem,
 - podzemní vodní jezera (tzv. Aquifery),
 - vytěžená ložiska ropy a zemního plynu,
- produkční ložiska ropy a zemního plynu (injektáž tlakového CO₂ má zároveň umožnit lepší dotěžení ropy a zemního plynu)

Uhelné elektrárny

© ivkud Bilance technologie CCS:

- Energetická bilance - zvýšení vlastní spotřeby (čisté účinnosti elektrárny o 6 -14%, navýšení spotřeby paliva o 20 - 40%.
- Bezpečnostní rizika - únik CO₂ podél geologických zlomů.
- Kapacita budoucí potenciálních úložišť. Zhruba 70 násobek celosvětové roční produkce CO₂
- CO₂ přestává být ve vyšších koncentracích neškodným sodovkovým plynem, objemová koncentrace CO₂ okolo 8 % zabíjí člověka do 30-60 minut

Elektrárny na topný olej

© ivkud Ve srovnání s uhlím představuje energetické využití ropy podstatně menší zdravotní rizika než uhlí.

Životní prostředí ale poškozují:

- Průzkum ložisek ropy a samotná těžba.
- Mořská doprava (havárie velkých nákladních lodí, čistící operace tankerů).
- Zpracování ropy produkuje plynné a kapalné odpady.
- Zápach v okolí rafinérie.
- Lepší najít lepší využití ropy.

Elektrárny na zemní plyn

© Nejčistším fosilním palivem je zemní plyn:

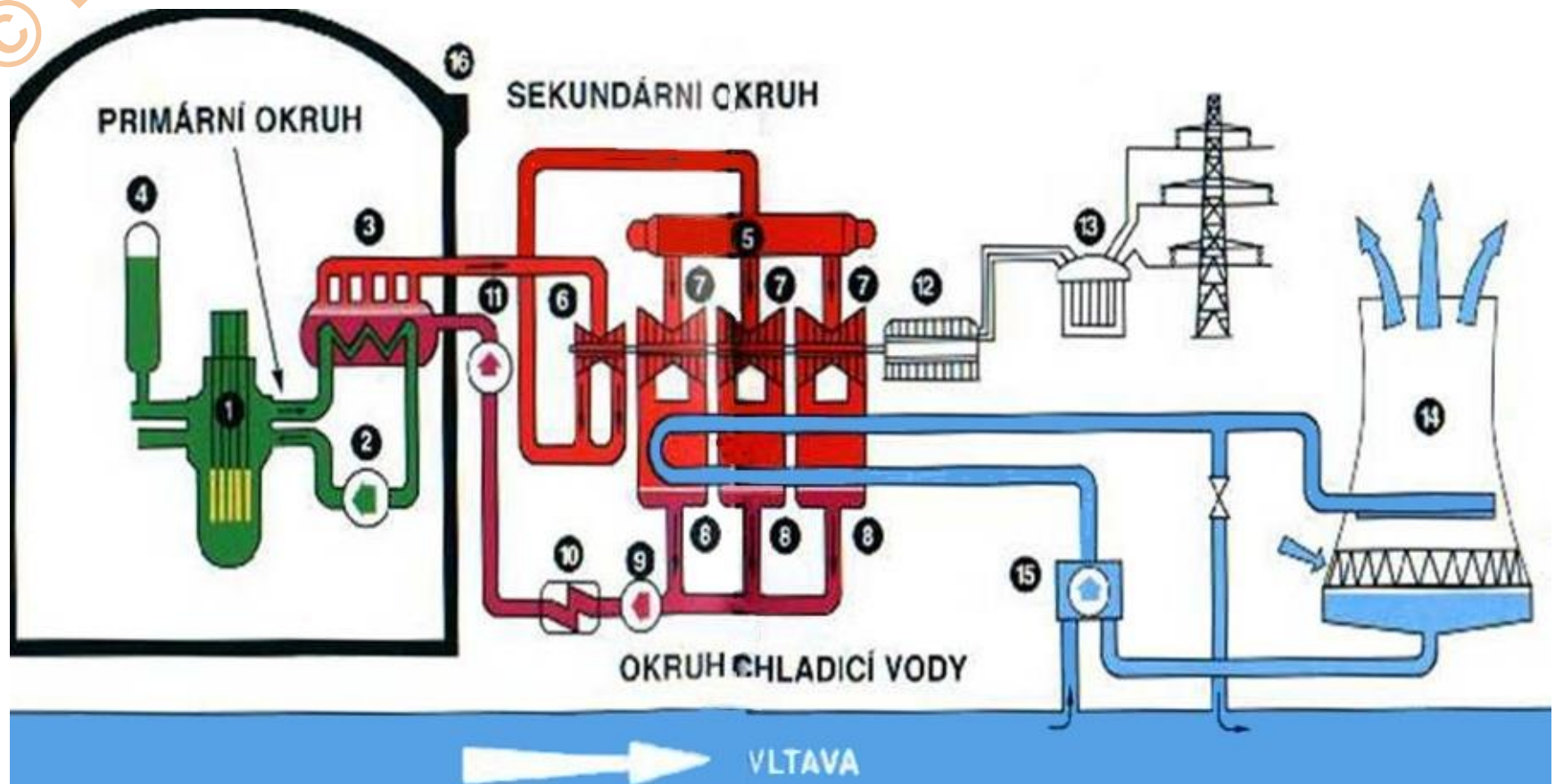
Emise	Uhlí	Ropa	Plyn
SO ₂	400	300	1
NO _x	2	1,3	1
CO ₂	3	1,6	1

Elektrárny na zemní plyn

Ekologická rizika stejná jako u ropy:

- Odsiřování.
- Metan (možnost exploze a požáru, ozónová vrstva).

Jaderné elektrárny



JE Dukovany

- V Československu Jaslovské Bohunice (dokončeny v 1972, V1 v 1977 odstaven)
- Rok 1974 – započata výstavba.
- Rok 1985 – 1. blok v provozu.
- Rok 1987 – 4. (poslední) blok v provozu.
- Roční dodávka energie do sítě – 13 TWh
- Dva dvojbloky: 4 tlakovodní reaktory typu VVER 440 – 440 MW (el.výkon).
- Instalovaný el. výkon: 1760 MW.
- Od roku 2003 → pětiletý palivový cyklus.

JE Temelín

- Rok 1987 – započata výstavba (investiční záměr 1979).
- Rok 2000 – spuštěn 1. blok (2002 uveden do provozu - oba bloky).
- Dva bloky: 2 tlakovodní reaktory typu VVER 1000 – 1000 MW (el.výkon) (další dva nedostavěny).
- Instalovaný el.výkon: 2000 MW.
- Čtyřletý palivový cyklus.

Jaderné elektrárny

© ivkud

- JE mají významný podíl ve výrobě elektrické energie.
- Samotná výroba elektrické energie v JE má malé negativní účinky:
 - Únik radioaktivity ~~100%~~,
 - Velký nevratný odběr vody (JE Temelín až $4,8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$).
- Těžba a zpracování uranové rudy:
 - hlubinná (kontaminace vody, radon),
 - chemická (znečištění podzemních vod).

Jaderný odpad

- Produkce radioaktivních odpadů:
 - Nízko a středně aktivní odpady (až 99 %) technicky zvládnuté.
 - Vyhořelé palivo (uloženo ve speciálních kontejnerech v povrchových, podzemních úložištích).

Jaderný odpad

© Dva technologické postupy meziskladování – lišící se chladícím médiem:

- **Mokrý způsob** skladování – demineralizovaná voda.
- **Suchý způsob** skladování – vzduch (teplo je odváděno přirozeným prouděním).



Jaderný odpad ČR

© jvkud Dukovany:

- Zprovozněno r. 1995.
- V areálu JEDU – povrchový typ.
- Umisťování nízko a středně aktivních odpadů.
- Počítá se s uložením RAO z obou elektráren (+10 let navíc).
- Objem úložných prostor – 55 000 m³ (více než 180 000 sudů).
- Objem uložených odpadů v současnosti – 1 500 m³

Vyhořelé jaderné palivo

Dva hlavní producenti (JETE, JEDU)

- Vyprodukují 3000 až 4000 t VJP (v závislosti na době provozu).
- Bezpečné uložení VJP: záruky nese stát – zřídil v r.1997 Správu úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO).
- Náklady: původci RAO (podle atomového zákona 18/1997 Sb.).

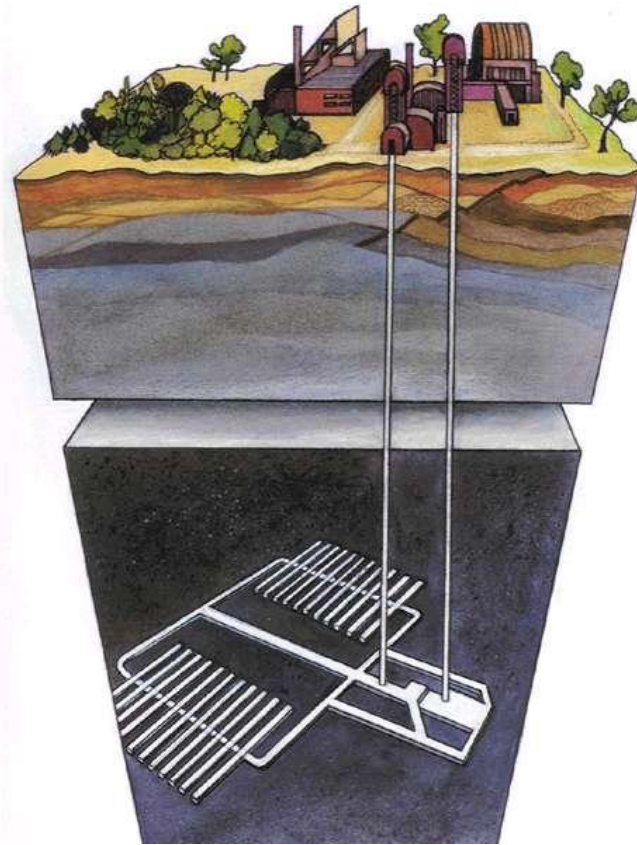
Vyhořelé jaderné palivo ≠ neobnovitelný zdroj – jen cca 5 %

Uvažované lokality pro hlubinné uložení

V současnosti 6 + 2 místa



Hlubinné uložení vyhořelého paliva



Předpokládané uspořádání hlubinného úložiště v ČR

Hlubinné uložení vyhořelého paliva

- Strategické důvody - nebezpečný odpad.
- Přepřacování – laciná ropa.
- Bude vybudováno v žulovém (granitovém) masivu, seismicky stabilní oblasti.
- Hloubka kolem 500 m pod povrchem.
- VJP uloženo v kontejnerech, obložených vrstvou bentonitu (jílovitý materiál).
- Čas a milníky:
 - Do r. 2050 – výzkumné a vývojové práce.
 - V letech 2053-2070 – realizace nadzemních a podzemních objektů.
 - V r. 2065 – zahájen provoz 1.části úložiště.

Jaderné elektrárny

© ivkud Jak dál v jaderné energetice ???



Vitrifikované (zeskelněné) radioaktivní odpady z přepracovaného vyhořelého paliva, z něhož by se vyrobila elektřina spotřebovaná během života jednoho člověka

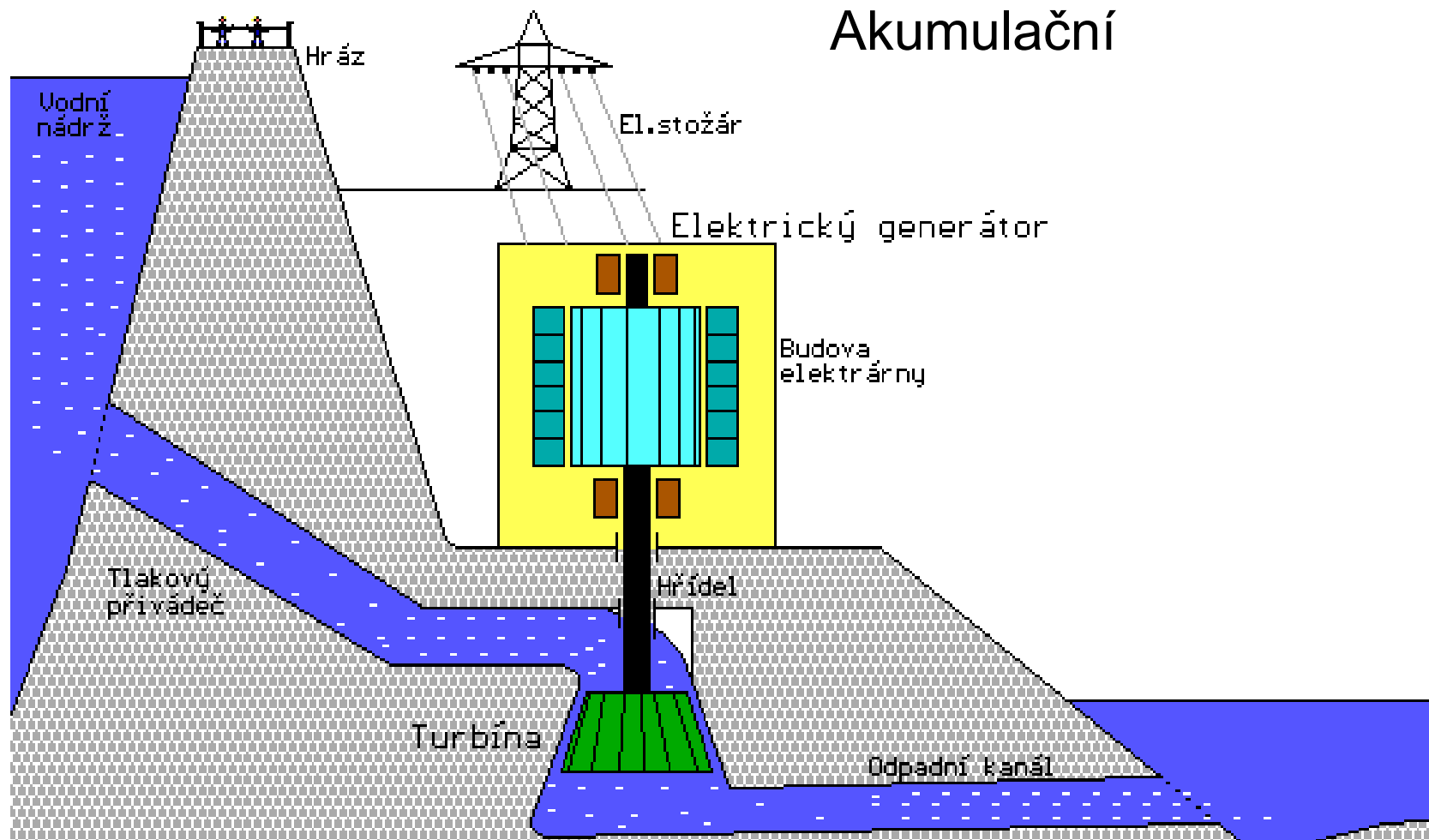
Obnovitelné zdroje

© ivkud

- Energie ze Slunce (aktuální):
 - Energie slunečního záření.
 - Bioenergie (např. přeměna uhlíku v dřevní hmotě forma tuhá, kapalná, plynná).
 - Vodní energie (koloběh vody).
 - Větrná energie (energie vzdušných mas).
 - Energie mořských vln.
- Kinetická energie Země – Měsíc.
- Energie z nitra Země (geotermální energie).

Vodní elektrárny

Akumulační



Vodní elektrárny

© Akumulační:

- Zatopená plocha = povrchový důl.
- Velká hmota zadržené vody (tlak na podloží).
- S potřeba betonu, kameniva, oceli.
- Riziko protržení hráze.
- Časové využití.
- Vltavská kaskáda (energetický význam, regulace průtoku).

Vodní elektrárny

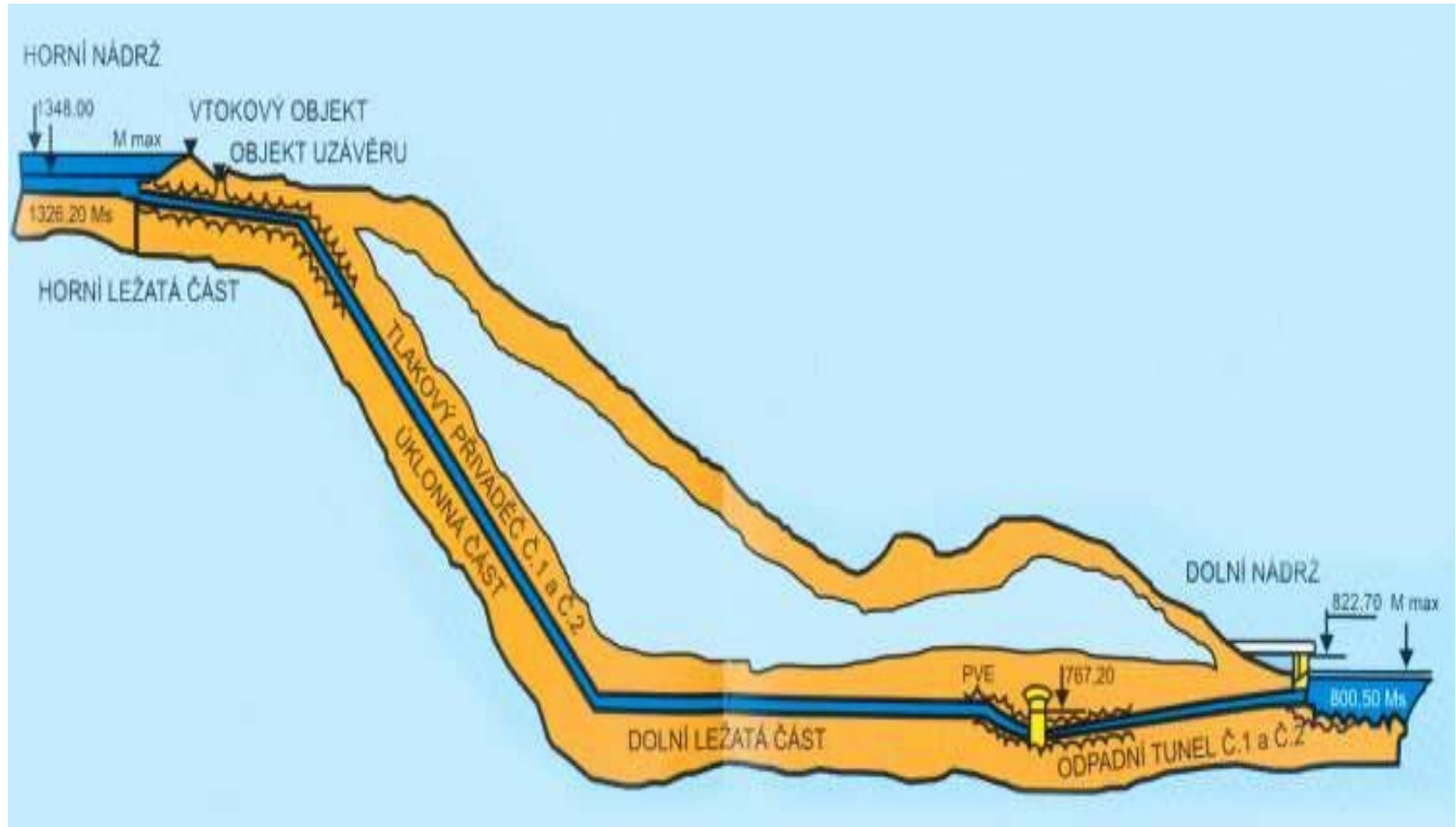
© Průtočné:

Vhodná lokalita:

- Ve 30. letech 20. stol. – existovalo v Československu 150000 lokalit.
- V polovině 40. let existovalo asi 11700 malých vodních děl.
- V 50. letech většina těchto děl byla zdevastována.
- V 80. letech následoval postupný rozmach vodních děl.
- Na území ČR se v dnešní době odhaduje 4000 lokalit .
- V provozu je asi 1500 malých vodních elektráren
- Minimální škodlivé účinky na okolí:
 - Eroze koryta řeky

Vodní elektrárny

© Přecherpávací:



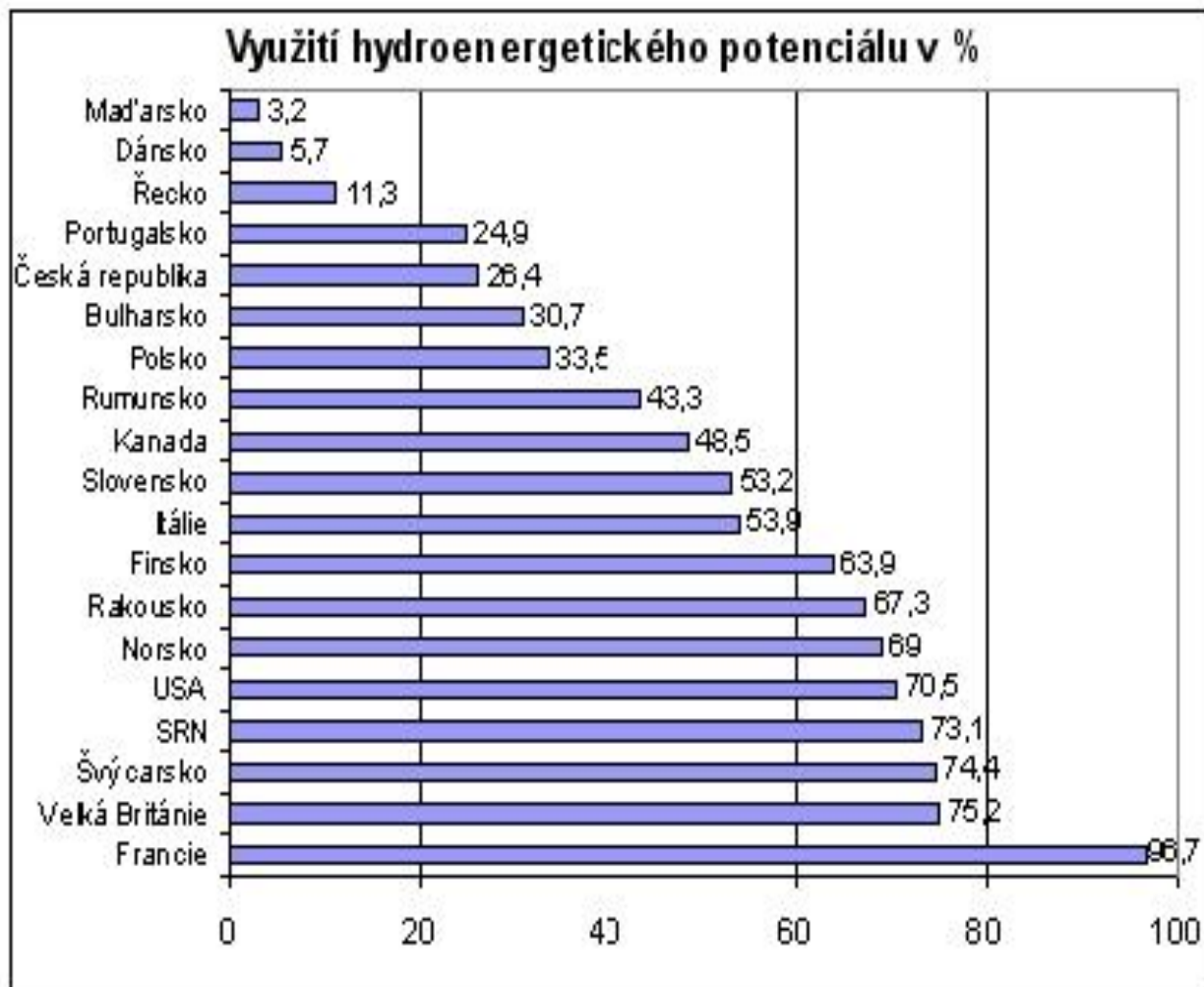
Vodní elektrárny

© ivkud Kompromis mezi velkými akumulacími a malými průtočnými elektrárnami



Vodní přečerpávací elektrárna Dlouhé Stráně

Vodní elektrárny



Větrné elektrárny

Lopatkové (1891 účinnost 20 %) **Vrtulové** (1930 účinnost přes 50%)



Větrné elektrárny

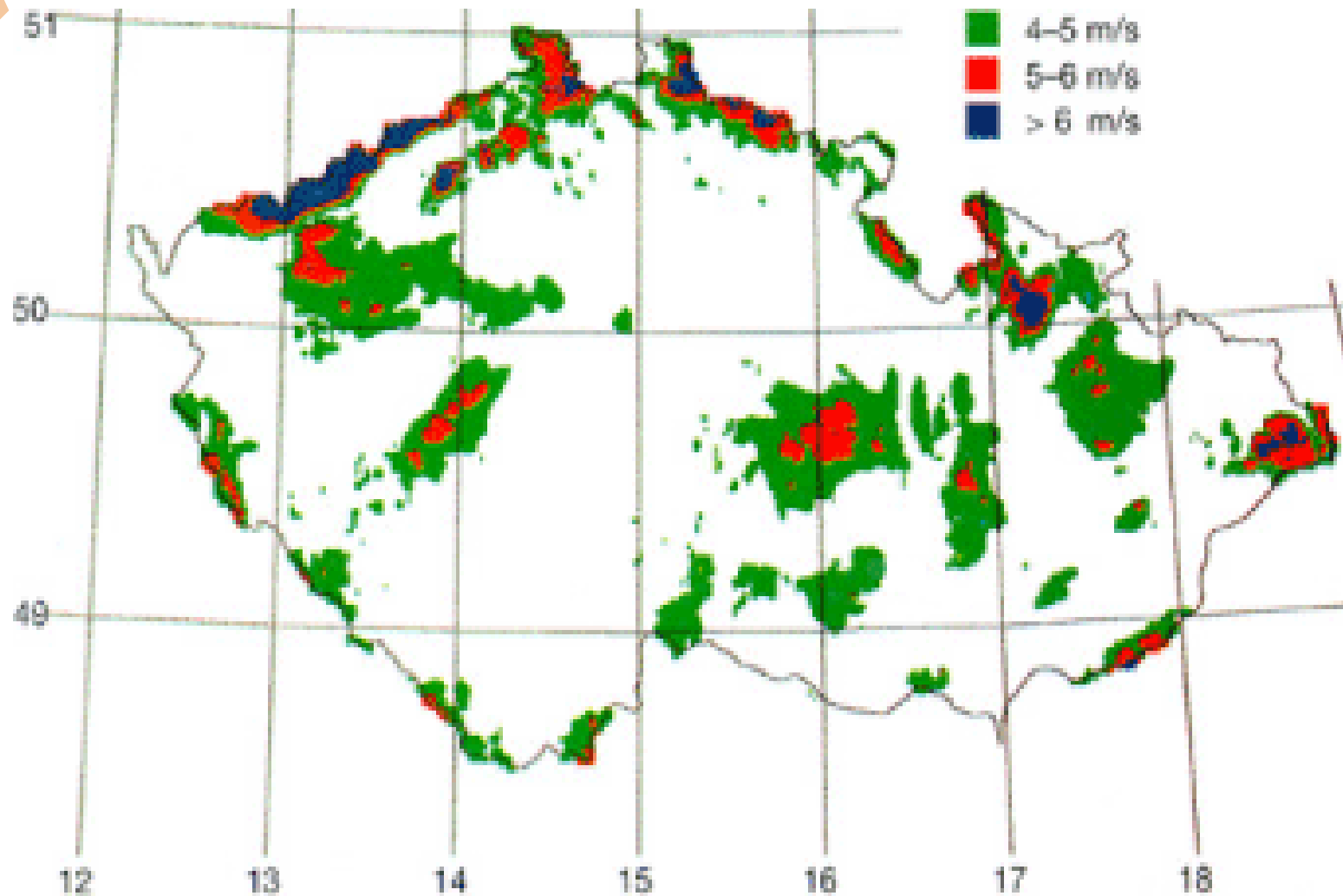
Pro:

- Obnovitelný zdroj.
- Nevytváří emise ani odpady.
- Nízké provozní náklady.
- Energetická návratnost (?).
- Poměrně vysoká účinnost.

Proti:

- Narušený vzhledu krajiny.
- Hluk.
- Ohrožení ptáků.
- Proměnlivý výkon.
- Vysoké vstupní náklady.

Větrné elektrárny ČR



Zdroj: Ústav fyziky atmosféry Akademie věd ČR

Větrné elektrárny ČR

© Dlouhá louka – Krušné hory
Jindřichovice pod Smrkem
Ostružná – Jeseníky



Zahájení: 1994

Výkon: 6 x 500 kW

Výška: 40 m

Solární energie

Sluneční elektrárny

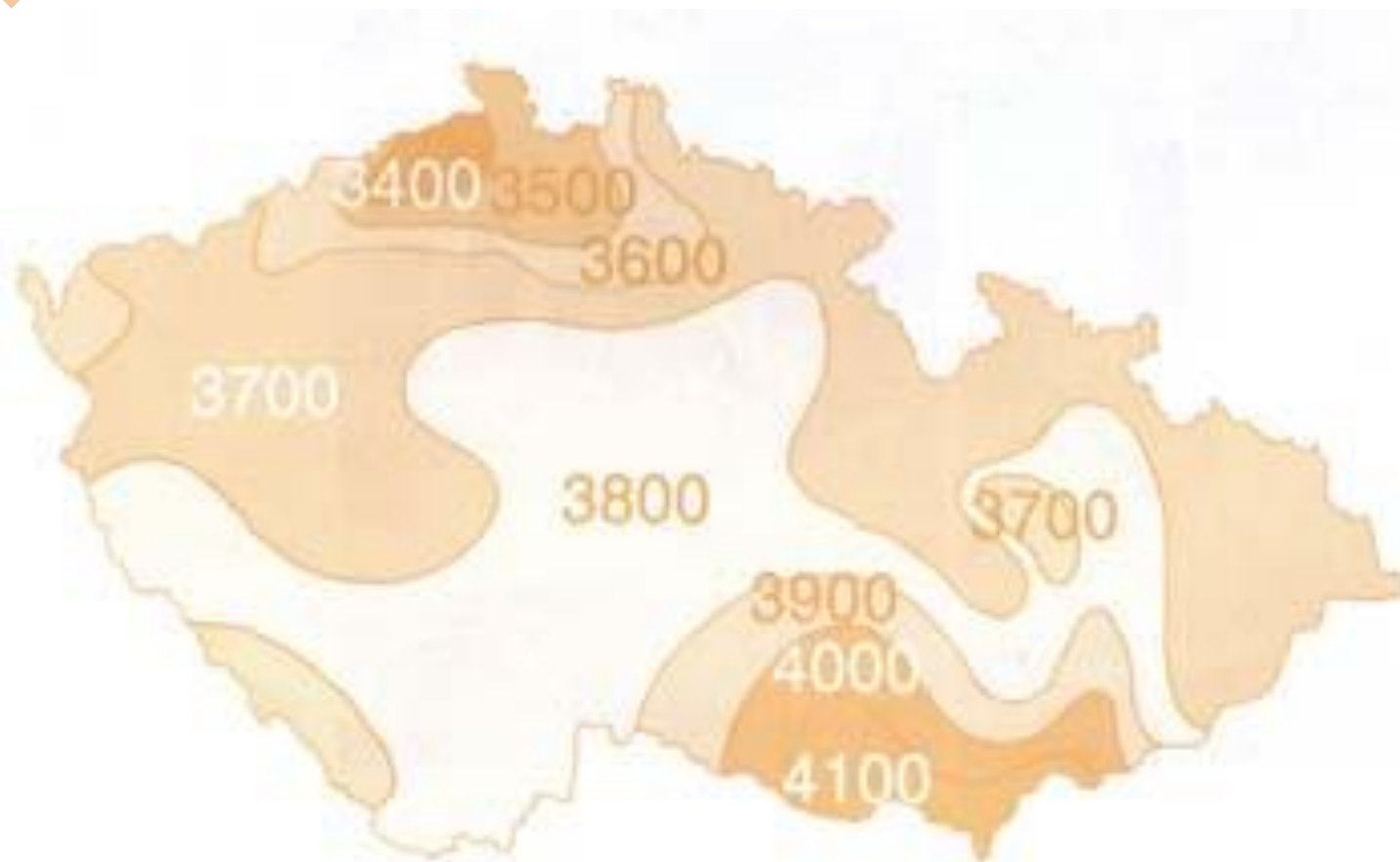


Solární energie

© Sluneční elektrárny



Solární energie



Obr. 1 – Globální sluneční záření dopadající na území ČR [MJ/m². rok]

Solární energie

© Výhody:

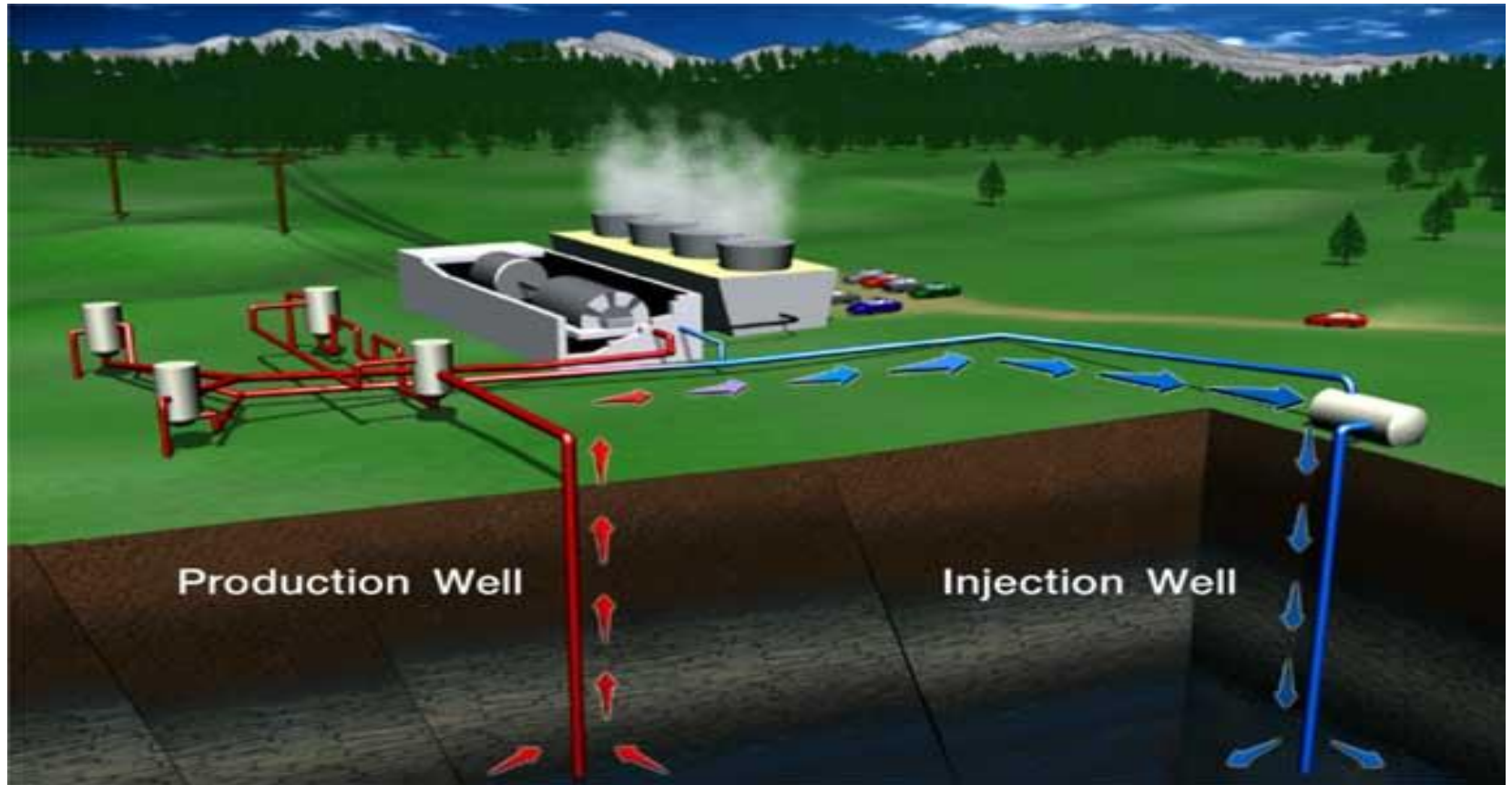
- Je čistou energií, „nepoškozuje ŽP“.
- Je jí hodně (tam kde je).

Nevýhody:

- Je příliš rozptýlená.
- Nelze ji využít v noci.
- Není možné ji akumulovat.

Geotermální elektrárny

Je geotermální energie obnovitelný zdroj energie ?



© ivkud



Geotermální elektrárny

Výhody:

- poskytuje čistou a jistou energii při použití malé zastavěné plochy,
- je „obnovitelná“,
- vytváří neustálou a spolehlivou energii,
- šetří fosilní paliva a přispívá k rozmanitosti energetických zdrojů,
- jediná emise, kterou geotermální elektrárny produkují, je **vodní pára**

Geotermální elektrárny

Nevýhody:

- je dostupná pouze na některých místech zemského povrchu,
- výstavba geotermální elektrárny je zhruba pětikrát dražší než výstavba elektrárny jaderné (vrty).

Rozvodné sítě

- Silné elektromagnetické pole zvyšuje riziko nádorových onemocnění mozku a leukémie.
- Nadzemní sítě způsobují těžkosti leteckému provozu, lesnictví a zemědělství.
- V ojedinělých případech mohou nadzemní vedení být příčinou ztráty orientace tažných ptáků.
- Transformátorové stanice jsou častým zdrojem požárů a jsou příčinou nadměrného hluku.
- Velké transformátory obsahují značné množství transformátorového oleje (PBC).

Energetická politika EU

Program „Intelligentní energie“ – Evropa hlavní nástroj EK pro technologickou podporu v oblasti energetiky:

- zvýšit energetickou účinnost,
- dosáhnout správně fungujícího jednotného vnitřního trhu pro plyn a elektrickou energii,
- podporovat obnovitelné zdroje energie 20 % do r. 2020,
- posilovat jadernou bezpečnost,
- zabezpečit dodávky energie do Evropy a dále rozvíjet mezinárodní spolupráci v energetice,
- zlepšovat vztah mezi energetickou politikou a oblastmi životního prostředí a výzkumu.