



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

FOSSIL FUELS: OIL AND NATURAL GAS (+ UNCONVENTIONAL SOURCES)

Filip Černoch

ESS411 – Environmental aspects of energy

Exploration and production of oil

□ Onshore

- Limited impacts – considerable experience, physically limited possibility of spillage
- Impacts similar to mining operations in non-energy industry – land use, water and air pollution, dust, noise, transportation damages of habitats.
- Long history of regulation in the EU and USA

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Exploration and production of oil

Offshore

- Complicated technology increases the risk of accidents and consequent damages due to the hostile environmental conditions
- Worse impacts of oil spillages (1m³ = spillage up to 1km²)
- Increase in a number of off-shore installations accompanied by more stringent regulation (2010 Gulf of Mexico - Directive 2013/30/EU on safety of offshore oil and gas operations)

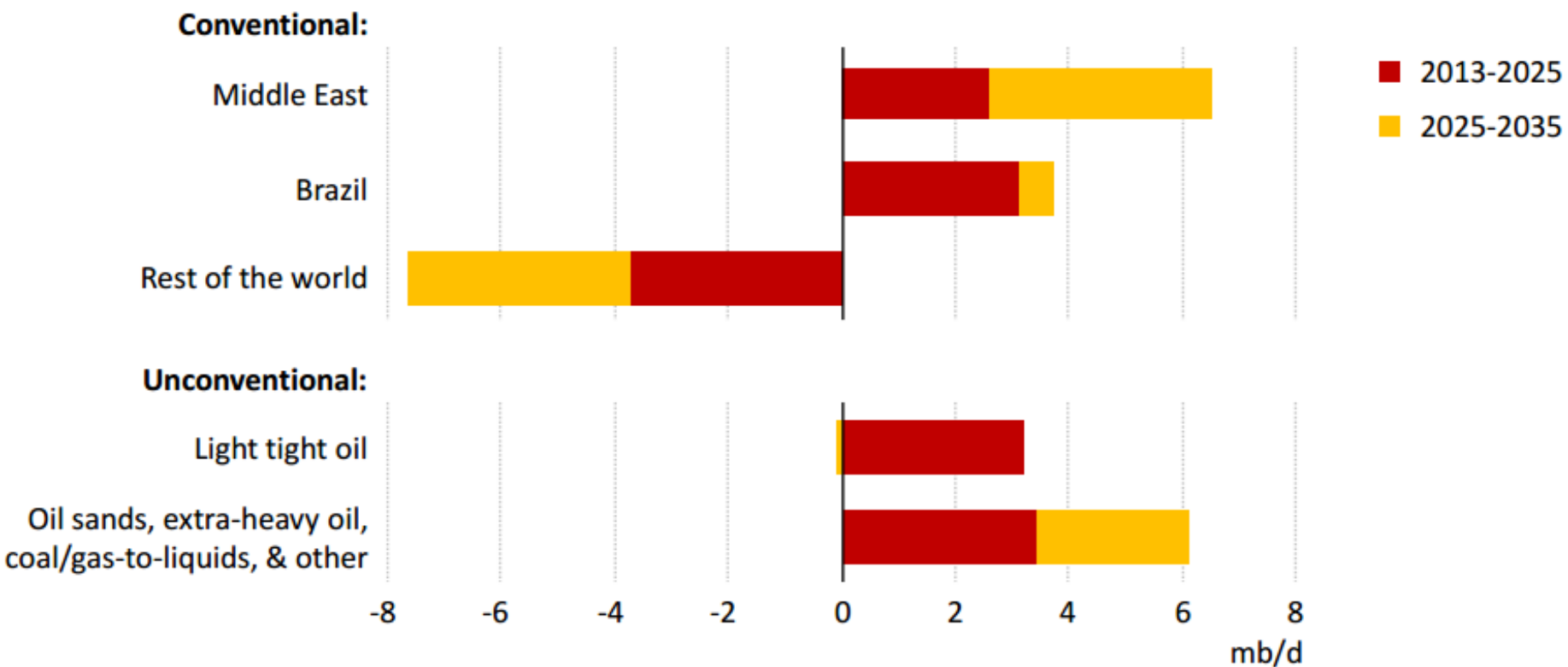


Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Contributions to global oil production growth



Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Unconventional oil

- = produced or extracted using techniques other than the conventional (oil well) methods.
- **Conventional crude**: mineral oil consisting of a mixture of hydrocarbons of natural origin, exists in liquid form under normal surface temperatures and pressure, **unconventional oil**: to be extracted non-conventional technology is needed, in natural state (without heating or diluting) couldn't be extracted.
- Oil sands
- Tight oil
- Oil shale
- Oil produced from coal
- ...

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Oil sands, tight oil, oil shale...

- Consistency – extremely dense and viscous, almost solid.
- High level of sulphur and metals (nickel, vanadium).
- Venezuela – Orinoco Belt (1200 bn. barrels = approximately equal the world's reserves of lighter oil, 200 billion barrels technically recoverable)
- Alberta, Canada – reserves of 1700 -250 bn. barrels (11 % of world oil reserves, 3rd on the world), 99 % oil sands. Export around 2 mil. barrels/day.

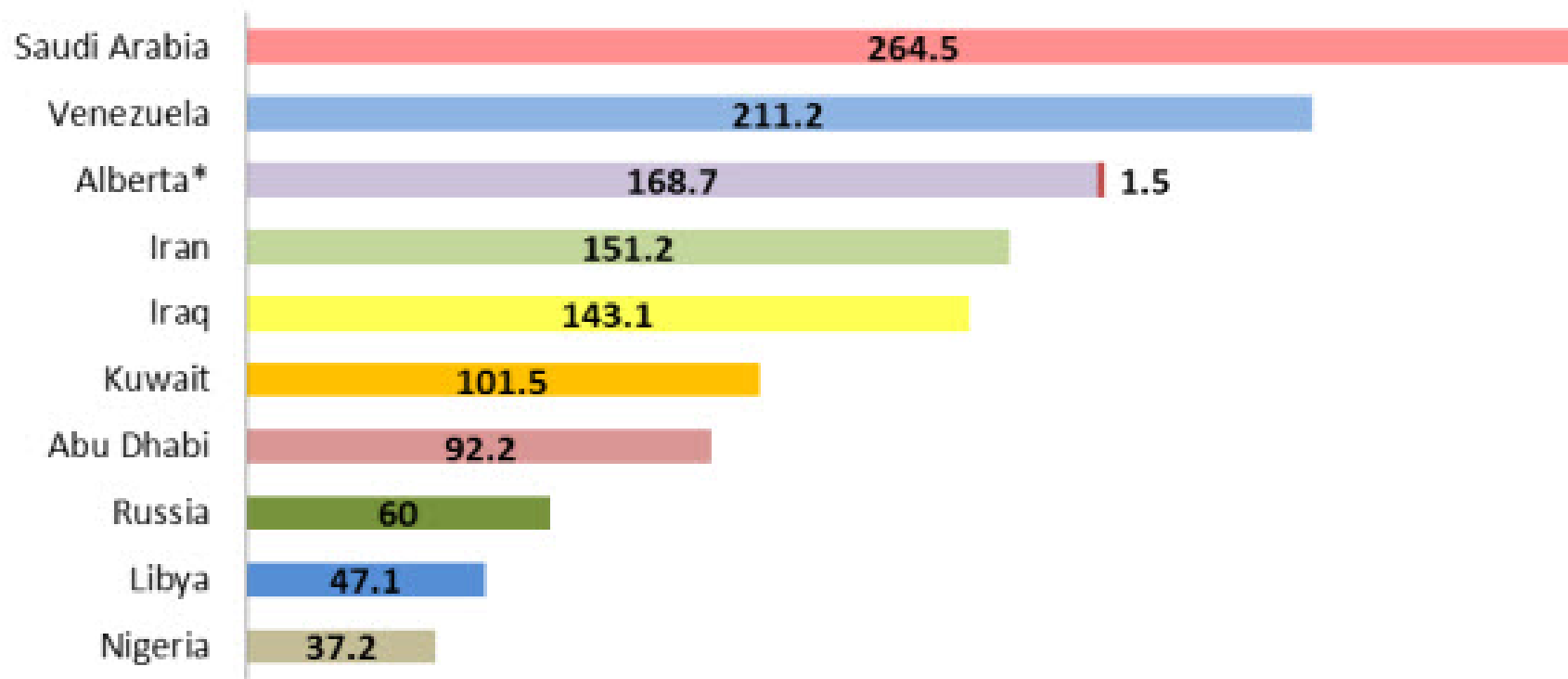


Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

World's Largest Oil Reserves in 2011 (Billion Barrels)



*Alberta's total oil reserves were 170.2 billion barrels, of which crude bitumen reserves accounted for 168.7 billion barrels and conventional crude oil reserves for 1.5 billion barrels.

Sources: ERCB 2012 ST-98 Report "Alberta's Energy Reserves 2011 and Supply/Demand Outlook 2012 - 2021" and Oil & Gas Journal "Worldwide Look at Reserves and Production. Special Report",

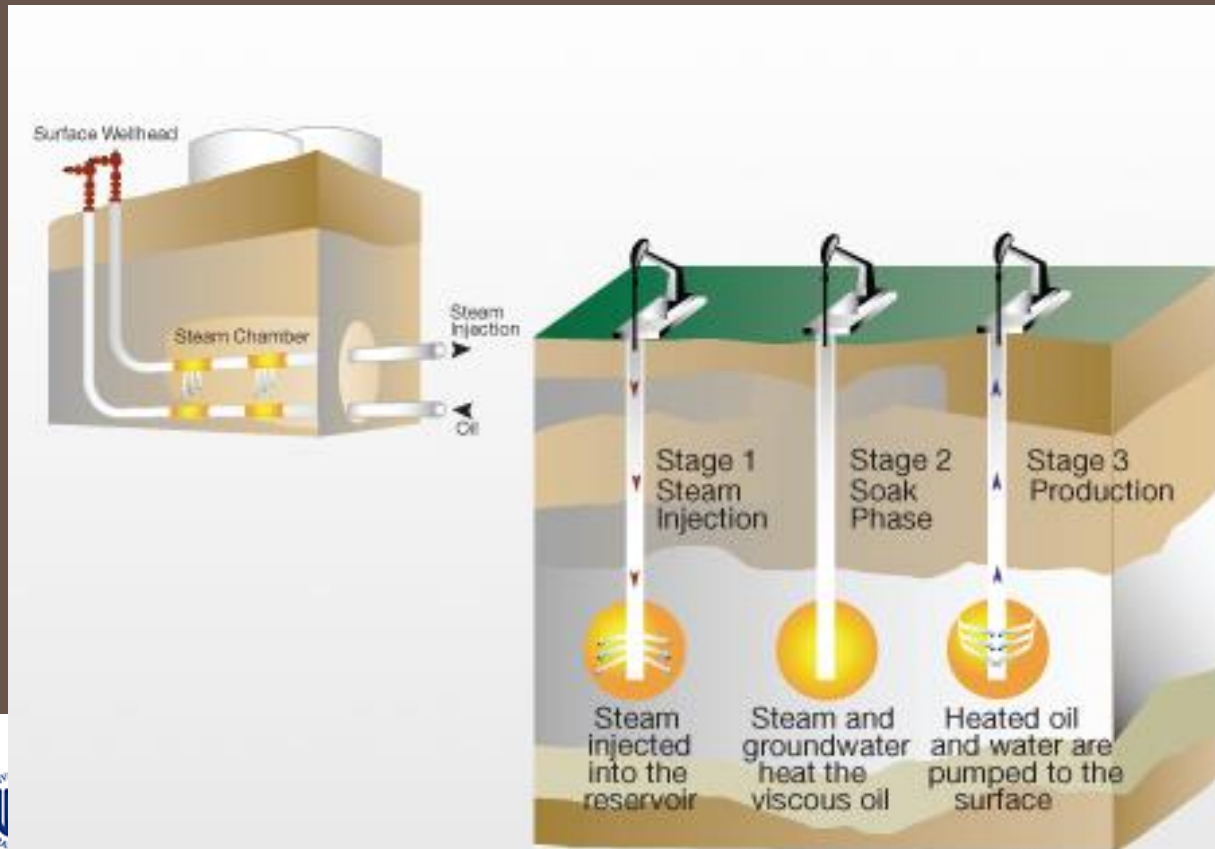
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Producing techniques

- In – situ mining (Oil shale-kerogen). Injecting hot fluids (or steam) into the rock formation, shale oil is recovered through vertical wells. Increased water and energy (natural gas) consumption. 2-4 barrels of water/1 barrel of oil, 70-90% could be recycled. Steam-Assisted Gravity Drainage (SAGD)



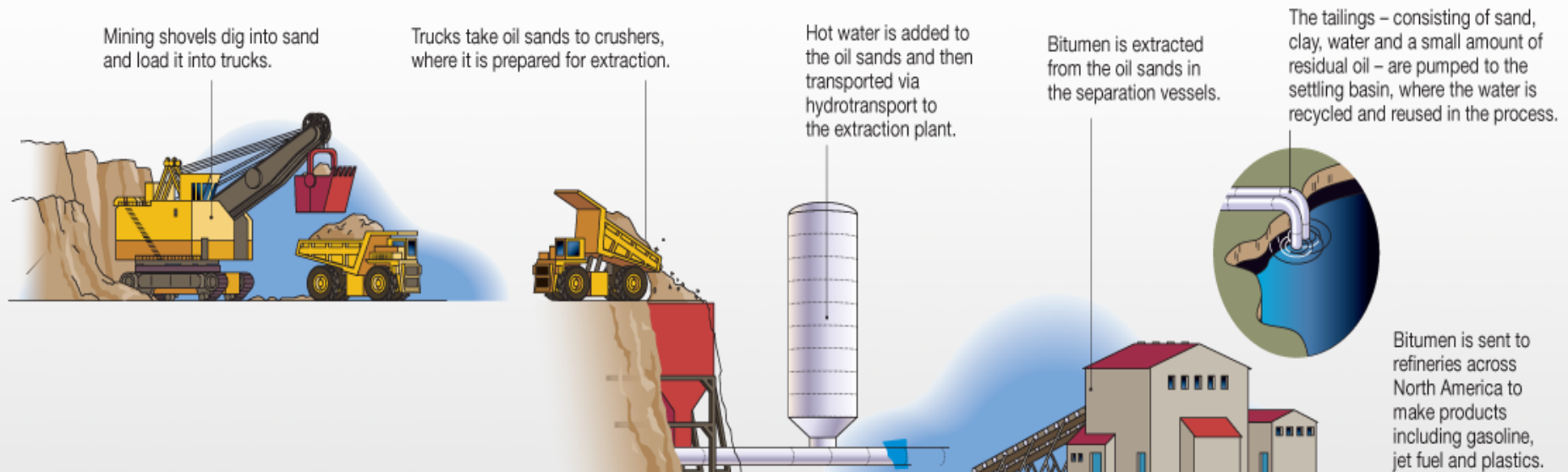
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Producing techniques

- Open pit (ex-situ) mining (max 70m) (oil sand-bitumen, also shale oil). Excavation, when sand is scooped out by power shovels, carried away, then hot water is used to separate bitumen from the sand. Then it is refined. 8-10 barrels of water/1 barrel of oil, 40 – 70% could be recycled. About 2 (but up to 4) tons of material/1 barrel of oil. 1,5x more GHG then in case of conventional crude oil.
 - EROI cca 5:1
 - <http://www.youtube.com/watch?v=YkwoRivP17A>



Shale gas

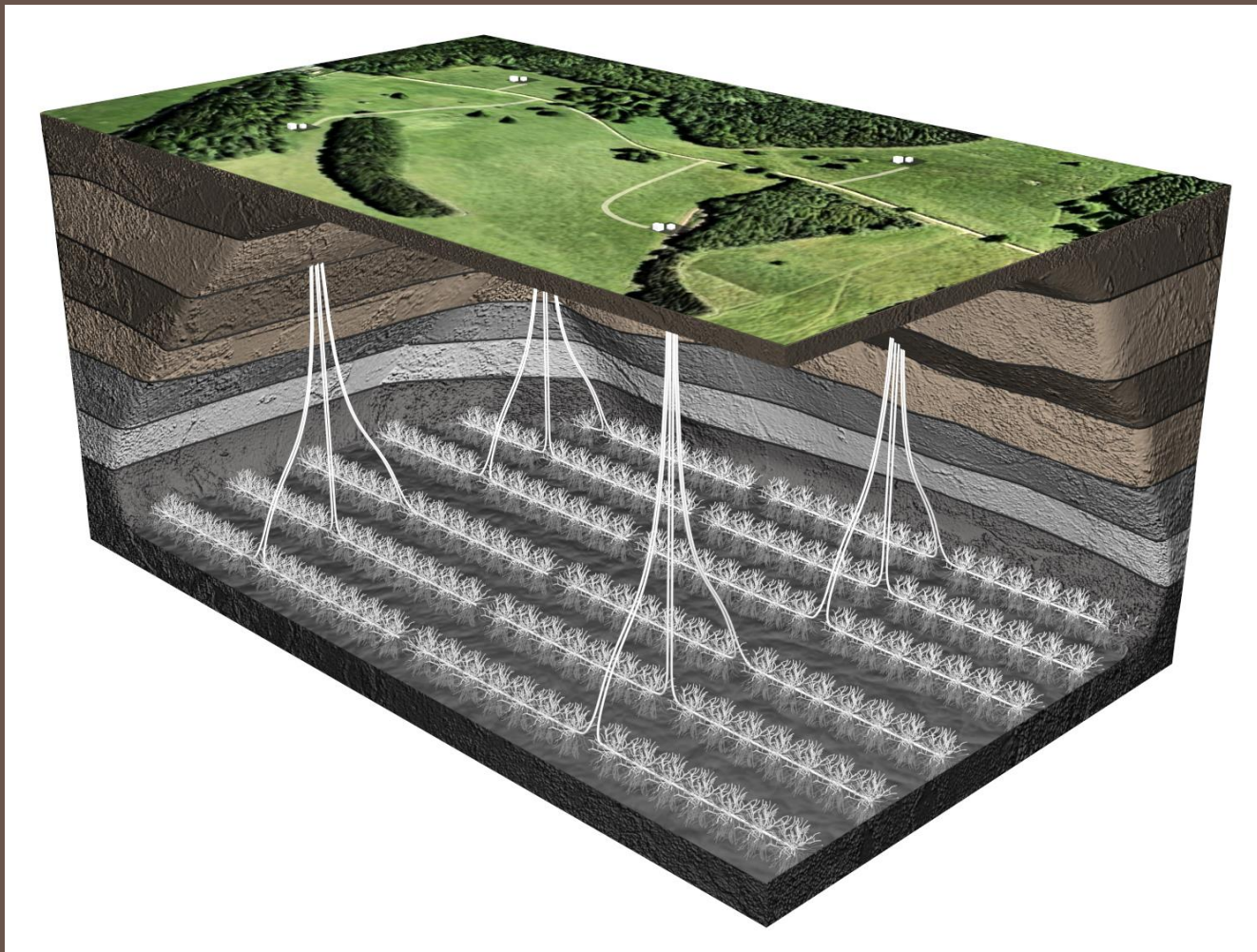
- ❑ Natural gas (= clean fuel) trapped within shale formations.
- ❑ Fracking – combination of horizontal drilling and hydraulic fracturing.
- ❑ High consumption of water, 0,5-2% of injected liquid represents added chemicals.
- ❑ One well – 280 000 hl of water.
- ❑ 2-4 hectares/1 drilling pad (= up to 30 wells), 3-6km between pads.
- ❑ Transport – one well/700-2000 trucks (during installation one car every 4 minutes)
- ❑ Methane leakages, earthquakes.
- ❑ <https://www.youtube.com/watch?v=Ag9GUogWEa0>

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Shale gas



Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

EROEI of different sources of energy

| | |
|--------------------------------------|----------|
| Oil in the beginning of oil business | 100 |
| Oil in Texas around 1930 | 60 |
| Oil in the Middle East | 30 |
| Other oil | 10-35 |
| Natural gas | 20 |
| High quality coal | 10-20 |
| Low quality coal | 4-10 |
| Water power plants | 10-40 |
| Wind power plants | 5-10 |
| Shale oil | 5 |
| PV power plants | 2-5 |
| Nuclear energy | 4-5 |
| Oil sands | max. 3 |
| Shale oil | max. 1,5 |
| Biofuels (in Europe) | 0,9 - 4 |

tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



Transport of oil

- Dominated by marine transport (2/3 of world production vs. 1/3 transported by pipelines)
- Liquid bulk carriers (tankers) – 77% of all tankers transport crude, 33 % oil and chemical products.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Transport of oil

- One of the biggest threats in ship transportation – accident and oil spill. Intentional accidents (terrorism, piracy), unintentional (accident, collision,, running ashore, failure of the ship).
- Risk is significantly higher in highly frequent areas – in 1995-2005 in Turkish Straits 269 accidents.
- To stop VLCC or ULCC tanker 14 minutes and 3km are needed.
- In 70s there were 25,2 leaks annually, in 80s 9,3 leaks, in 90s 7,8 and after 2000 3,4 leaks annually.
- But with increasing capacity of tankers the oil spills are more severe with increasing environmental impacts.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Oil accidents

- Exxon Valdez – 3/1989 at Alaska, 37 000 tons of oil leaked. Impacts still visible.
- Deep Water Horizon – 2010, at Louisiana. Oil spill almost 10 000 km².

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Cleanup and recovery

- Bioremediation – use of microorganisms or biological agents (bacterias) to break down oil
- Controlled burning – air pollution
- Dispersants – to dissipate oil slick.
- Wath and wait.
- Solidifying – changing the physical state of spilled oil from liquid to a semi-solid.
- Skimming
- = usually no more than 20% of oil is re-captured.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ