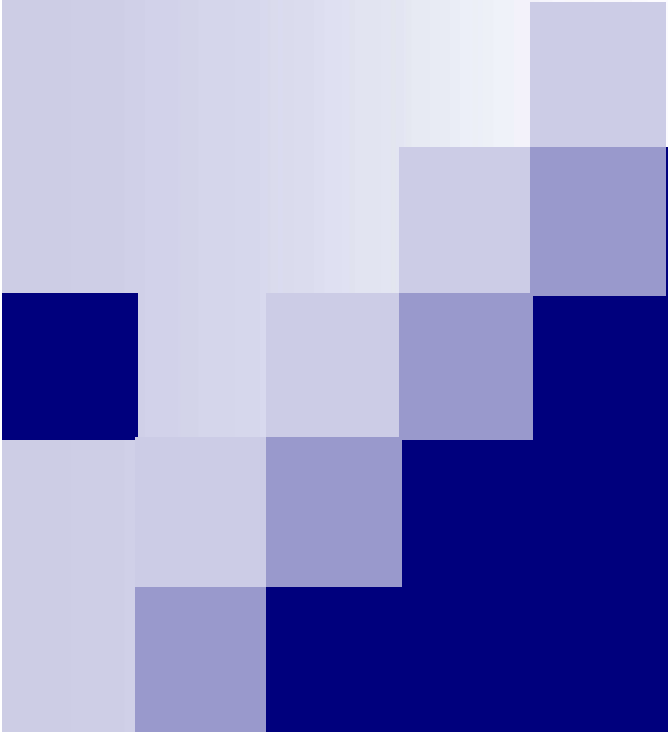




Energetika věda nebo/a hospodářské odvětví?

Ekonomika energetiky
Rostislav Krejcar

Představení

■ Rostislav Krejcar

□ <https://ekonom.fel.cvut.cz/cs/katedra/lide/xkrejca1/index>

□ <https://www.linkedin.com/in/rostislav-krejcar/>

Obsah přednášky

- **Energetické systémy a jejich provázanost se sektorem národního hospodářství**
 - Základní principy fungování energetických systémů
 - Ekonomická role energetiky v národním hospodářství
 - Vliv energetiky na další sektory (průmysl, doprava, domácnosti)
- **Struktura současného energetického trhu v ČR a jeho hlavní účastníci**
 - Přehled současné struktury energetického trhu v České republice
 - Hlavní hráči na trhu: výrobci energie, distributoři, regulátoři, spotřebitelé
 - Role státních institucí a legislativa ovlivňující energetický trh



Energetika

- Vědní disciplína

- zkoumá a formuje cíle a zákony chování energetických systémů

- Hospodářské odvětví

- Souhrn systémů určených k zásobování společnostmi všemi formami energie

Energetika jako vědní disciplína

- Energetika z pohledu vědy se zaměřuje na výzkum a analýzu procesů souvisejících s výrobou, přeměnou, distribucí a využitím energie.
- Z pohledu vědní disciplíny energetika zahrnuje:
 - **Studium energetických zákonitostí:** To zahrnuje fyzikální a technické zákony, jako jsou zákony termodynamiky, zákon zachování energie a přeměna různých forem energie.
 - **Inovace a technologie:** Vědecký výzkum energetiky se zaměřuje na vývoj nových technologií (např. **obnovitelných zdrojů energie, jaderné energetiky**) a efektivní využívání zdrojů.
 - **Optimalizace procesů:** Zkoumá způsoby, jak optimalizovat spotřebu a minimalizovat energetické ztráty, což má přímý dopad na ekonomickou a ekologickou udržitelnost.

Energetika jako vědní disciplína

- Klíčové aspekty vědecké energetiky zahrnují:
 - **Termodynamické modely:** Popisují procesy přeměny energie v uzavřených a otevřených systémech.
 - **Energetická účinnost a úspory:** Zvyšování účinnosti a snižování spotřeby energie, což je zvláště důležité v kontextu snižování emisí skleníkových plynů.
 - **Dlouhodobá udržitelnost:** Hledání metod, jak využívat energetické zdroje trvale udržitelným způsobem, což zahrnuje například obnovitelné zdroje energie.

Energetika jako hospodářské odvětví

- Z hlediska ekonomiky se energetika soustředí na systém výroby, přenosu, distribuce a spotřeby energie v rámci společnosti.
- Tento pohled zahrnuje:
 - **Produkci energie:** Suroviny jako ropa, zemní plyn, uhlí a obnovitelné zdroje, které jsou základem pro výrobu energie.
 - **Infrastrukturu a distribuci:** Energetické podniky (elektrárny, rafinerie, plynovody) a přenosové sítě, které zajišťují fyzický tok energie.
 - **Trh s energií:** Zahrnuje obchod s elektřinou, plynem a dalšími formami energie, včetně cenotvorby, regulace a liberalizace trhů.
 - **Hospodářská a politická role:** Energetika tvoří klíčovou část národního hospodářství, je ovlivněna regulacemi a legislativními opatřeními, což se odráží ve státních strategiích energetické bezpečnosti a samostatnost

Energetika jako hospodářské odvětví

- Klíčové aspekty hospodářské energetiky zahrnují tyto body:
 - **Energetická infrastruktura:** Souhrn zařízení a služeb, které slouží k výrobě a distribuci energie, včetně elektráren, rozvodných sítí, plynovodů a zásobníků.
 - **Energetická bezpečnost:** Zajištění spolehlivých a stabilních dodávek energie, s minimalizací rizik spojených s výpadky nebo geopolitickými krizemi.
 - **Ekonomické ukazatele:** Například energetická náročnost výroby HDP, která hodnotí, kolik energie je třeba k dosažení určité úrovně ekonomického výkonu.

Energetika synergie obou přístupů

- **Synergie obou přístupů:** I když jsou vědecká a ekonomická definice energetiky odlišné, vzájemně se doplňují.
 - Zlepšení technologií a inovací v energetice přímo ovlivňuje hospodářské procesy a naopak, ekonomické potřeby a trendy motivují vědecký výzkum.
- **Příklad synergie vědeckého a hospodářského pohledu na energetiku**
 - Výzvou pro energetiku je přechod na obnovitelné zdroje, což vyžaduje jak vědecké pokroky (solárních panelů, větrných turbín), tak i změny v ekonomickém modelu (podpora investic, tržní mechanismy pro obchod s uhlíkem).
 - Další příklady?

Energetika synergie obou přístupů

■ Shrnutí

- **Energetika je komplexní obor**, který nelze zúžit pouze na vědu nebo ekonomiku.
- Je to interdisciplinární oblast, kde se **vědecký výzkum a technologické inovace prolínají s ekonomickými zájmy a politickými rozhodnutími.**
- Porozumění oběma těmito perspektivám je klíčové pro řešení současných i budoucích výzev, jako jsou změny klimatu, energetická bezpečnost a udržitelný rozvoj.

Energetika synergie obou přístupů

■ Diskuse

- ☐ Jaké jsou **největší překážky pro integraci obnovitelných zdrojů energie** z ekonomického a technického hlediska?
- ☐ Jak mohou nové technologie v energetice ovlivnit geopolitickou situaci ve světě?
- ☐ Jakou roli hraje legislativa a regulace v podpoře nebo brzdění inovací v energetice?

Energetické systémy, definice pojmů

■ **Systém**

- účelově definovaná **množina prvků** a **množina vazeb** mezi nimi
- např. ekonomický systém, systém národního hospodářství, elektrizační soustava, apod.

■ **Vazba v systému**

- je způsob spojení mezi prvky systému resp. mezi prvkem systému a prvkem jeho okolí

Ekonomický systém

- Ekonomický systém chápeme jako otevřený dynamický komplexní systém s cílovým chováním, směřující k dosažení daného ekonomického cíle
- Rovněž jako podsystem určitého společenského systému
- Klasickým příkladem ekonomického systému je **systém národního hospodářství**
 - Prvky:
 - Vazby:

System národního hospodářství

- Je souhrn vzájemně spjatých institucí a jejich činností v oblasti materiální výroby, rozdělování, změny a spotřeby v rámci relativně výrobně uzavřeného celku, vázaného na určité území
- Tento systém je však integrální součástí (podsystemem) světové ekonomické soustavy, nebo jejích dílčích celků
- Systém lze též rozložit (dekomponovat) na podsystemy, např. podle čtyř fází společenského reprodukčního procesu, probíhajícího v daném ekonomickém systému:
 - Výroba
 - Rozdělování
 - Změna
 - Spotřeba

System národního hospodářství

- **Cílem národního hospodářství je uspokojování potřeb společnosti**
- Potřeby společnosti neustále rostou
- Proto se musí část vytvořených užitných hodnot zabezpečovat rozšířenou reprodukcí všech prvků v národním hospodářství, a to včetně energetických systémů společnosti
- **Základní národohospodářskou veličinou**, která umožňuje mezinárodní srovnávání, je v celém světě používaný ukazatel **hrubý domácí produkt (HDP)**.
- **HDP** - je tržní hodnota finálních statků (výrobků a služeb) vyrobených v zemi za dané časové období
- V energetice se používají odvozené veličiny (ukazatele) např.
 - Energetická náročnost výroby HDP apod. (viz. další přednášky)

Struktura národního hospodářství

- Strukturou rozumíme jeho členění podle různých hledisek.
- Shrnutím podniků s podobnými výrobky nebo činnostmi vznikají hospodářská odvětví (strojírenství, chemický, automobilový, energetický průmysl, apod.)
- Hospodářská odvětví se seskupují na základě podobných znaků do tzv. hospodářských sektorů.
- Rozlišujeme tři hospodářské sektory:
 - **Primární sektor** – (prvovýroba): získávání surovin z přírody- zemědělství, těžební průmysl, lesnictví, rybolov
 - **Sekundární sektor** – zpracování surovin (potravinářský, oděvní, strojírenský průmysl, stavebnictví), **výroba a rozvod elektřiny a plynu**, zásobování vodou.
 - **Terciální sektor** – doprava, vzdělávání, hotely a restaurace, obchody, bankovníctví a pojišťovnictví, kultura. Obecně zahrnuje všechny služby pro výrobu i obyvatelstvo

Výrobní systém

- Je otevřený dynamický komplexní systém s cílovým chováním určený k výrobě užitečných hodnot
- Jedním z podsystémů národního hospodářství
- Účelem je **výroba užitečných hodnot postupnou přeměnou výchozích materiálů**, surovin nebo polotovarů na výrobky sloužící výrobní i nevýrobní spotřebě v daném ekonomickém systému

Energetický systém (obecně)

- Energetika ve smyslu hospodářského odvětví je souhrnem systémů určených k zásobování společnosti všemi formami energie
- Prvky těchto systémů jsou:
 - Energetická zařízení, v nichž se uskutečňují energetické procesy
 - Lidé
- Skutečnost, že **energetika** zasahuje podstatným způsobem do všech oblastí života společnosti potvrzuje, že **má univerzální meziodvětvový charakter**

Meziodvětvový charakter energetiky (1)

- Ve složité formální struktuře národního hospodářství existují vedle odvětvových a oborových systémů i velké meziodvětvové systémy, z nichž největší a nejvýznamnější je právě energetika, tvořená souhrnem energetických soustav, které buď tvoří samostatná odvětví jako např.
- Dobývání energetických surovin (těžba a úprava uhlí, plynu, ropy a uranové rudy aj.)
- Výroba a rozvod elektřiny, plynu a vody,
- Koksování, rafinérské zpracování ropy,

Meziodvětvový charakter energetiky (2)

- nebo jsou organickou součástí jiných odvětví či oborů, např. energetické hospodářství:
 - Produkčních odvětví, tj. průmyslu, stavebnictví, zemědělství, služeb ale také
 - bytového hospodářství, zdravotnictví, školství atd.
- Energetické procesy (výroba, přeměna, distribuce energie) jsou přítomny ve všech hlavních sektorech ekonomiky, včetně průmyslu, dopravy, zemědělství a služeb.
- **Energetika má univerzální meziodvětvový charakter**

Meziodvětvový charakter energetiky (2)

- Například **průmyslová výroba** je závislá na stabilních dodávkách elektřiny a tepelné energie. Růst ceny energie má přímý dopad na konkurenceschopnost průmyslových podniků.
- V **dopravním sektoru** je energie (ve formě paliv či elektřiny) nutnou podmínkou pro provoz logistických sítí, a tedy přímo ovlivňuje efektivitu a náklady na dopravu zboží a osob.
- **Zemědělství** také využívá energii, například pro zavlažovací systémy, skladování potravin nebo mechanizaci prací

Energetický systém

(užší pojetí)

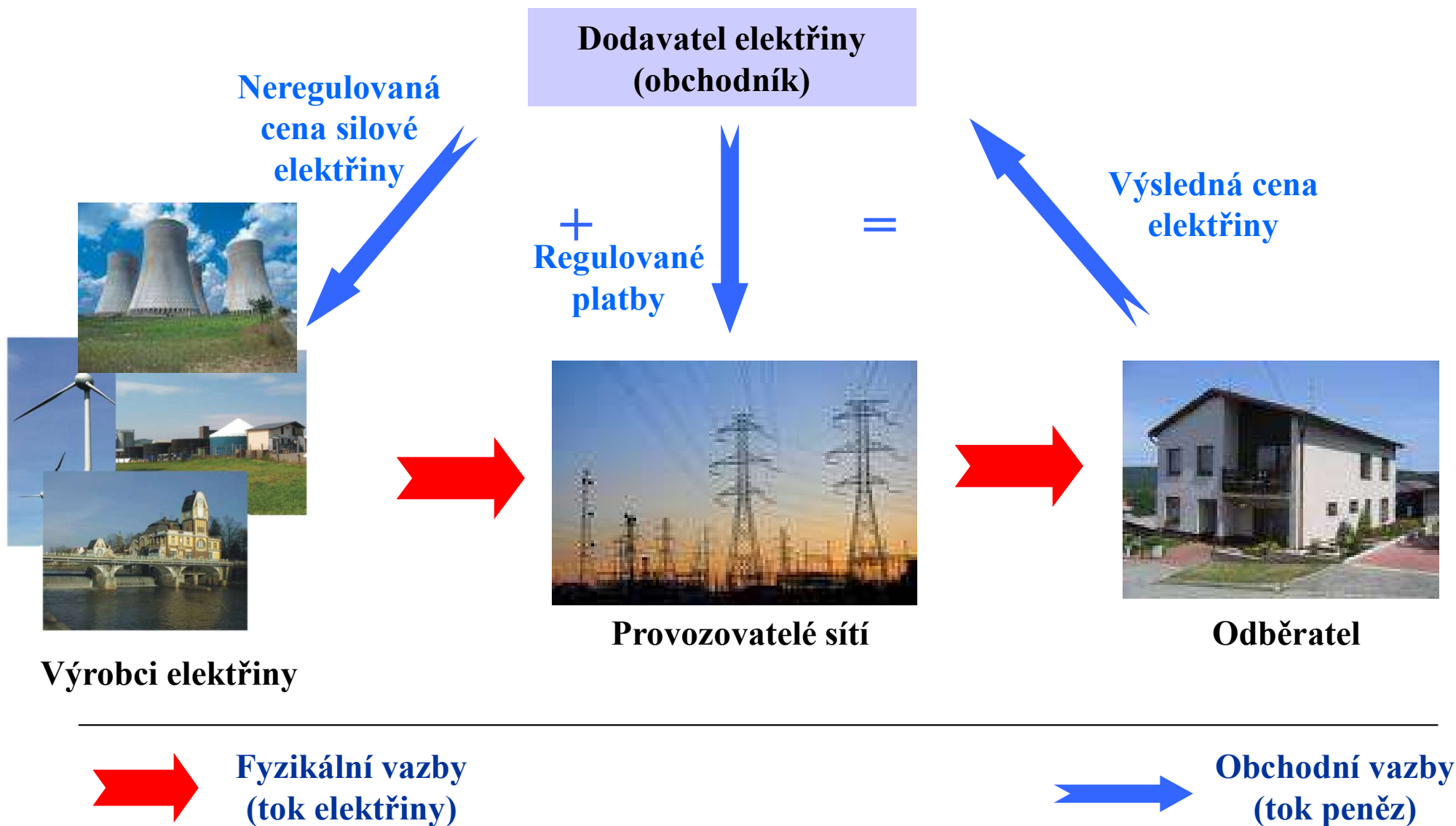
- Energetický systém je možné definovat jako technický systém, tj. technickou část energetického systému
- Je určený k zásobování danou formou energie
- Je tvořen souborem energetických zařízení
- Energetické zařízení slouží k uskutečňování energetických procesů
 - Navzájem propojených
 - Vzájemně se ovlivňujících
- **Energetický systém je centrálně řízený z hlediska zajištění jeho chodu**
 - Kvantitativní a
 - Kvalitativní zabezpečení požadavků společnosti v daném období

Elektrizační soustava

(1. příklad energetického systému)

- Určená k zásobování elektřinou
- Prvky systému :
 - Elektrárny
 - Elektrické sítě různých napěťových hladin
 - Spotřebiče elektrické energie
- Vazby systému (vzájemné + okolí)
 - Zdroje paliva (voda, suroviny, apod.)
 - Možnosti umístění elektráren a spotřebičů (lokalizace zdrojů a spotřeby)
 - Dopady na životní prostředí
 - Fyzikální vazby (tok elektřiny)
 - Obchodní vazby (tok peněz)

Základní vazby na trhu s elektřinou (elektrizační soustava + obchodní vazby)



Elektrárenská soustava

(podsystem elektrizační soustavy)

- Soubor **paralelně spolupracujících elektráren** řízených centrálně dispečerskou službou
- Elektrárny mají **společnou zálohu výkonu**, kterou lze použít kdykoliv a téměř na libovolném místě soustavy
- V elektrárenské soustavě pracují obvykle i **teplárny**, které zde uvažujeme **pouze z hlediska účinků dodávky elektřiny**

Teplofikační soustava

(2. příklad energetického systému)

- Někdy také hovoříme o soustavě centralizovaného zásobování teplem - SCZT
- Teplofikační soustava se skládá z:
 - **Teplárenské soustavy**
 - Soubor spolupracujících a navzájem propojených tepláren a kotelen, resp. výtopen, které jsou řízeny centrálně dispečerskou službou
 - Tepelných sítí včetně výměníkových stanic
 - Zařízení pro použití dodávaného tepla u spotřebitelů

Plynofikační soustava

(3. příklad energetického systému)

- Plynofikační soustava se skládá z
- **Plynárenské soustavy (podsystem plynofikační)**
 - Soubor spolupracujících a navzájem propojených zdrojů plynu, tj.bud'
 - Plynáren, generátorových stanic a štěpících stanic nebo
 - Tranzitních plynovodů (jako zdrojů dodávaného ze zahraničí včetně kompresních stanic)
- Akumulátorů plynu tj. povrchových plynojemů, nebo podzemních zásobníků plynu
- Plynovodů (páteřních a distribučních)
- Redukčních stanic
- Zařízení pro užití dodávaného plynu spotřebitelům

Plynofikační soustava (podzemní zásobníky plynu)

RWE Gas Storage (CZ)

- > Na trhu od května 2007
- > 2 700 mil. m³ provozního objemu
- > 20+ zákazníků (>5 zemí), 6 provozů, 350 sond
- > 428 GWh těžební kapacita, 314 GWh vtláčecí kapacita
- > www.rwe-gasstorage.cz

Praha



Háje



Dolní
Dunajovice

Lobodice

Tvrdonice

Třanovice
Štramberk



<https://eru.gov.cz/lonska-spotreba-plynu-byla-nejnizsi-od-roku-1992>

Czech Republic:

- Roční spotřeba 8-9 mld m³
- 98% import

Plynofikační soustava (podzemní zásobníky plynu)

PZP – nadzemní technologie

Filtr / Měření



Kompresor



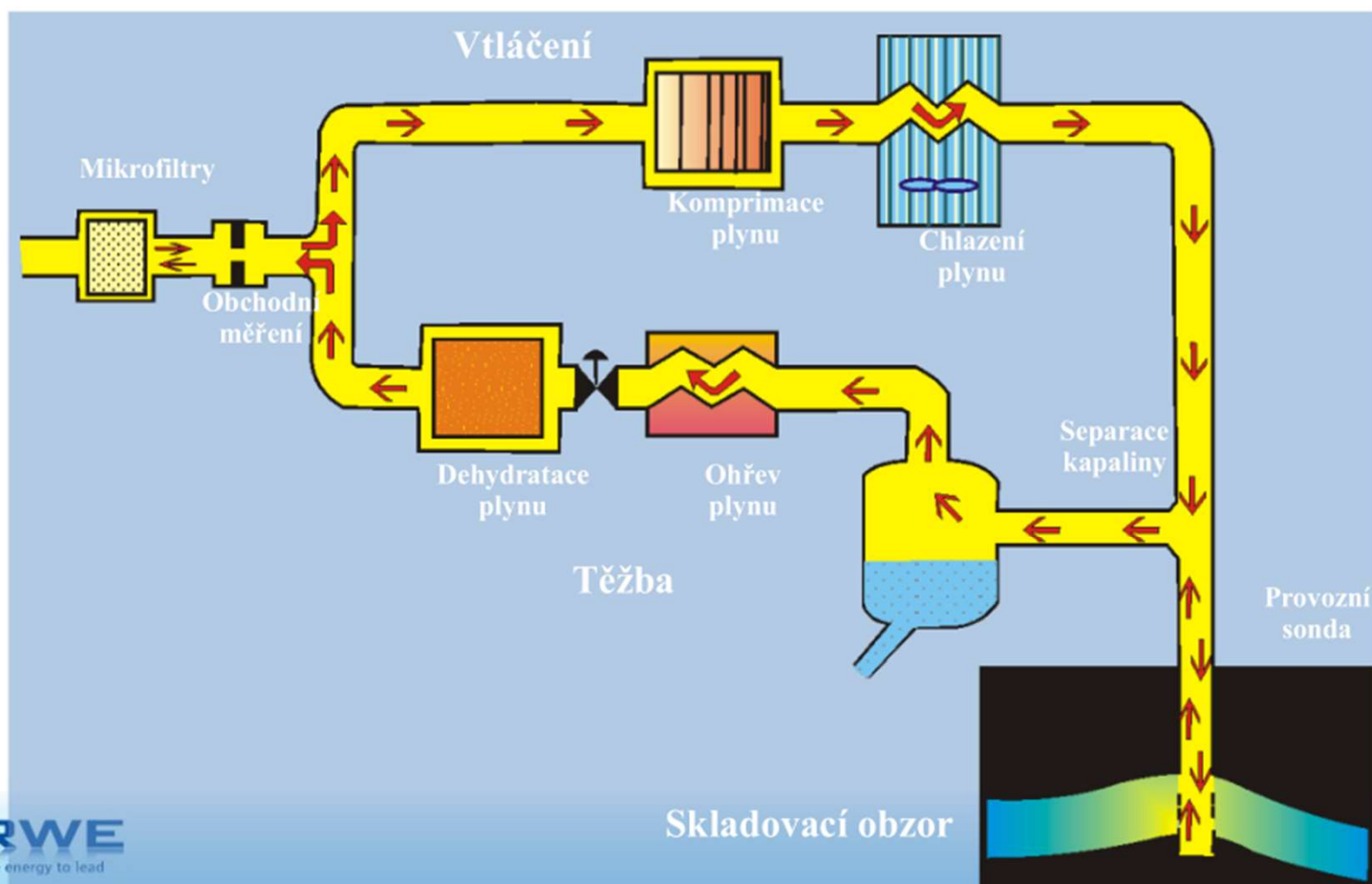
Sušení

Předehřev / Chlazení



Plynofikační soustava (podzemní zásobníky plynu)

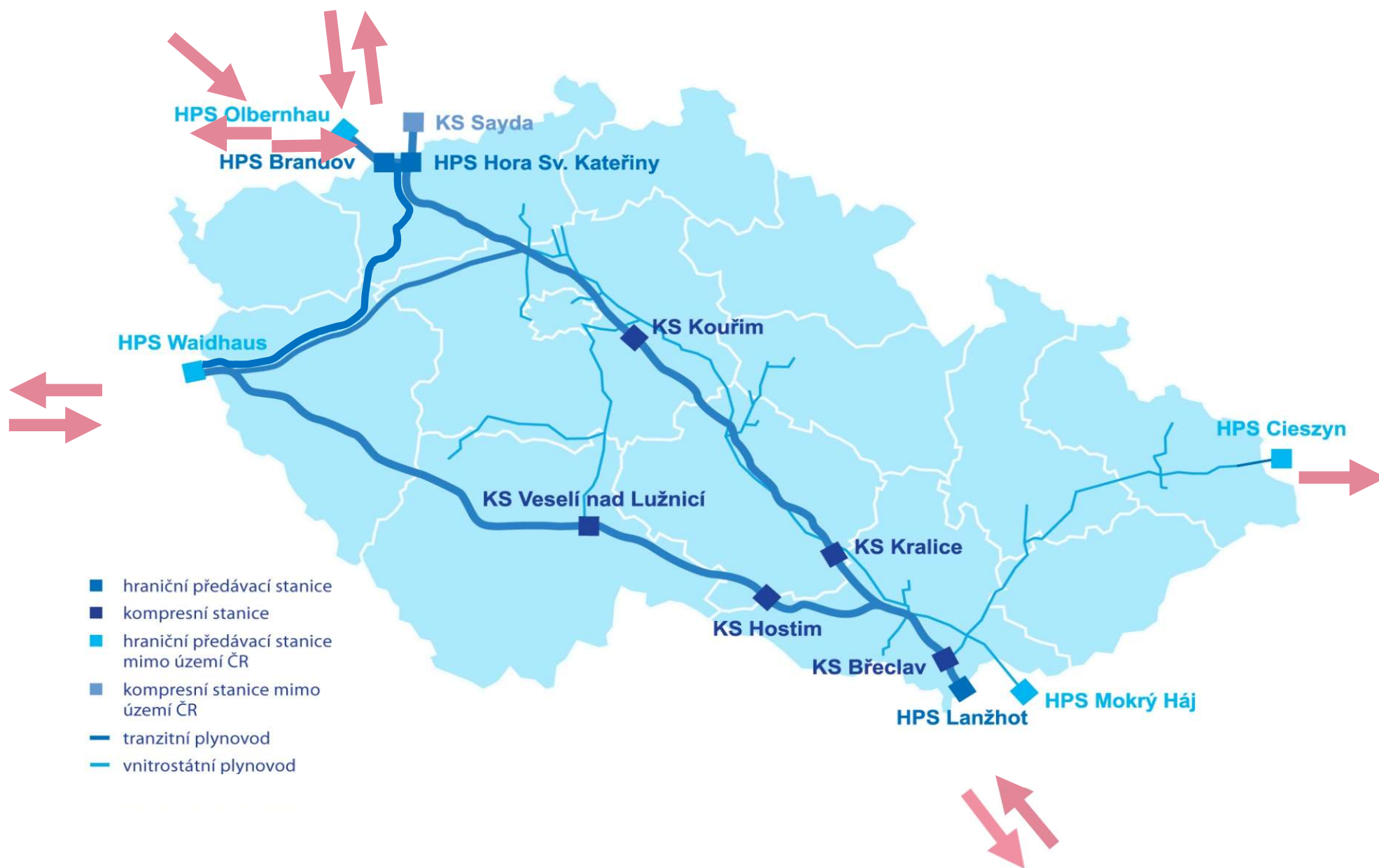
Zjednodušený proces vtláčení a těžby do zásobníku



Přeprava zemního plynu do střední a západní Evropy



Přepравní soustava NET4GAS

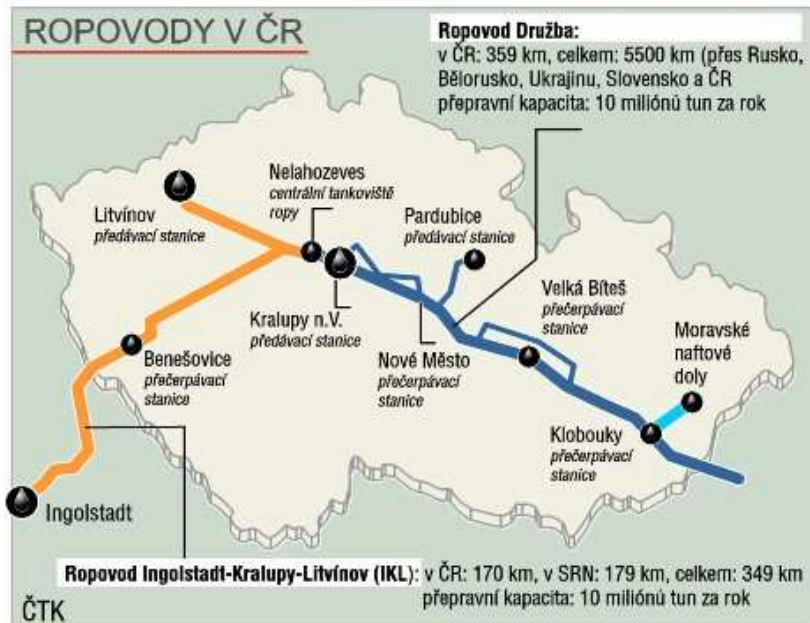


Soustava zásobování ropou

(4. příklad energetického systému)

- Soustava je tvořena (prvky soustavy):
 - ☐ Ropovody
 - ☐ Čerpacími stanicemi
 - ☐ Refineriemi
 - ☐ Zásobníky ropy
 - ☐ Zařízeními pro distribuci a použití ropných produktů

Ropovody a zásoby ropy v ČR



Kombinovaná energetická soustava

(5. příklad energetického systému)

- Zvláštní typ energetického systému (elektrizační + teplofikační soustava)
- V kombinované energetické soustavě je centralizována výroba a doprava:
 - **Elektřiny a**
 - **Tepla**
- Na rozdíl od ostatních energetických soustav je v České republice (ale i v ostatních zemích) ze strany státu provoz této soustavy přímo podporován
- V ČR mají podle energetického zákona výrobci elektřiny z kombinované výroby elektřiny a tepla (KVET) nárok na příspěvek
- Cenové rozhodnutí ERÚ:
- <https://www.eru.cz/energeticky-regulacni-vestnik-52023>

Předpoklad vzájemné provázanosti energetických systémů

- Ve vyspělém národním hospodářství jednotlivé energetické soustavy na sebe stále více navazují a **vzájemně se prolínají**
- V budoucnosti lze předpokládat, že různé energetické soustavy postupně splynou v **jednotnou univerzální energetickou soustavu**
- Za její zárodek a prototyp lze pokládat již existující kombinovanou energetickou soustavu elektrizační a teplofikační

Soustava zásobování tuhými palivy (nepatří do energetických soustav)

- Není uvedena v přehledu energetických soustav, spíše ji řadíme mezi systémy zásobování společnosti určitým druhem surovin či produktů
- **Chybí ji totiž silnější vazby mezi jejími prvky**
 - doly, úpravny, doprava, spotřeba tuhých paliv
 - prvky spíše vstupují do energetického hospodářství země izolovaně a navzájem se příliš neovlivňují
- Obdobné postavení mají izolované místní výroby tepla, plynů, apod.
- Naproti tomu častá technická svázanost určitých dolů, úpraven a elektráren vede ke vzniku kombinovaných energetických soustav, např. palivového kombinátu aj.

Energie (opakování)

■ Energie izolované fyzikální soustavy

- Energie = schopnost této soustavy konat práci
- Zákony o přeměnách a zachování energie v dané izolované fyzikální soustavě (zjednodušeně)
- Množství vykonané práce se rovná úbytku energie
- Množství energie dodané soustavě zvětšuje její schopnost vykonat práci
- Energetické procesy jsou jen procesy vzájemných transformací resp. přeměn různých forem energie

Energie – výroba a spotřeba

■ Výroba a spotřeba energie

- Termíny jsou z fyzikálního hlediska nesprávné
- **Spotřebou** určité formy energie rozumíme její **přeměnu na jinou formu energie**
- **Výrobou** určité formy energie označujeme její **získávání přeměnou z jiné formy energie**
- Dochází ke změnám druhů nebo nositelů energie nebo obojího

■ Druh a nositel charakterizuje formu energie

Druhy energie

■ Chemická energie látek

- ☐ zejména paliv, kterých se užívá buď k výrobě elektrické energie nebo k její akumulaci nebo k jejichž chemickým přeměnám je třeba dodávat energie
- ☐ změny chemické energie **probíhají v elektronovém obalu atomů**

■ Tepelná energie látek

- ☐ nejčastěji vodní páry a spalin
- ☐ změny tepelné energie souvisí se **změnami kinetické energie molekul**

■ Mechanická energie látek

- ☐ Potenciální nebo
- ☐ Kinetická
- ☐ Mechanická energie vodních toků se nazývá hydraulickou energií

■ Elektrická energie

■ Jaderná energie

- ☐ Změny jaderné energie probíhají v jádře atomů



Nositelé energie

- Látky pevné
- Látky kapalné
- Látky plynné
- Pole

Nositelé energie

- Každý druh energie je vázán na nějakého nositele
- Látka bývá obvykle nositelem současně několika druhů energie
- Z hlediska energetiky nás obvykle zajímá jen určitý druh energie
 - jehož využívání je **technicky možné a ekonomicky přijatelné**

Příklad - uhlí

- z energetického hlediska má význam pouze chemický druh energie vázaný na nositele v podobě pevné látky (uhlí)
- Spalováním uhlí se chemický druh energie mění na tepelný
- Zároveň se mění nositel energie
- pevná látka (uhlí) => plynná látka (vodní pára)

Nositelé energie

- V některých případech je ovšem možné využívat i několika druhů energie přenášených jediným nositelem
- např. u par (plynů) v turbíně
 - Mechanická energie (tlak páry)
 - Tepelná energie (teplota páry)

Zušlecht'ování energie

- Energii můžeme v obecném slova smyslu členit na:
 - surovou
 - zušlechtěnou
- Energii vyskytující se v přírodě v surové formě lze zřídka přímo spotřebovat (přeměnit v jinou formu).
- V převážné většině případů se energie musí nejprve získat z přírodních zdrojů a převést na vhodnější formu, čili „zušlechtit“
- **Převedení energie na různé formy představuje i různý stupeň jejího „zušlechtění“.** Podle toho, jaká je možnost její dopravy a využitelnosti po technické i ekonomické stránce
- Pojem „ušlechtilé energie“ je tedy pojmem technickoekonomickým



Příklady zušlechtování paliv

- koksování černého uhlí
 - briketování hnědého uhlí
 - přeměny ropy v rafinériích
 - tlakové zplyňování uhlí
-
- ale také např. sušení biomasy