



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Ekonomika v energetice

## Využití druhotných energetických zdrojů

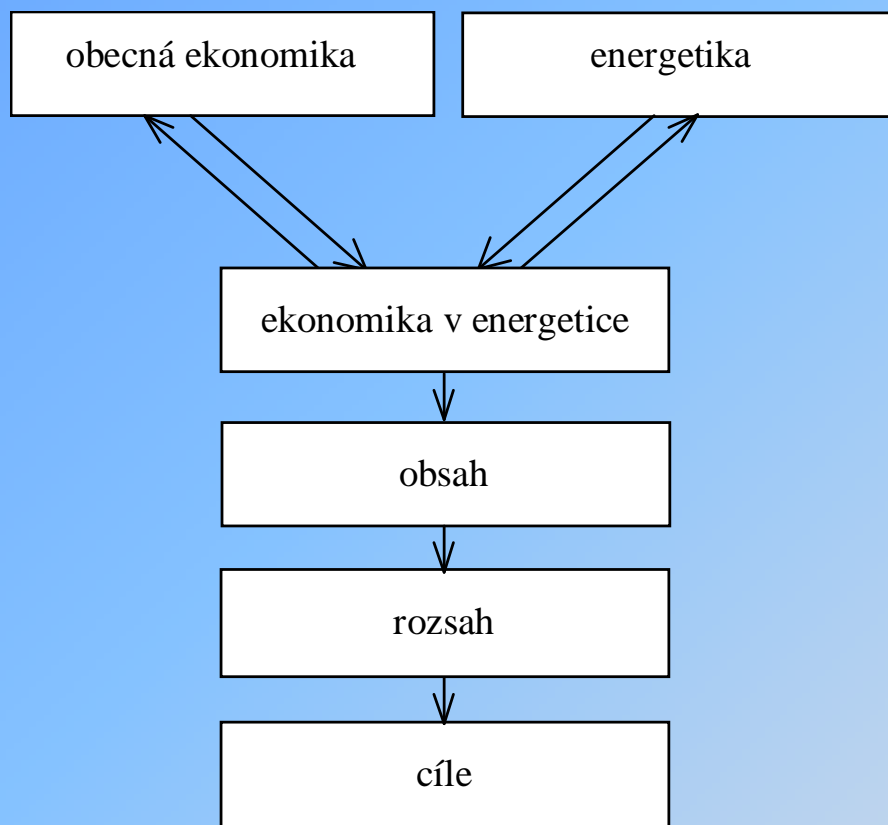
Zpracoval: Doc .Ing. Ladislav Kysela, CSc  
Katedra energetiky VŠB – TU Ostrava

Říjen 2011

# Ekonomika v energetice obecně

## Vymezení pojmů a definicí - obsah předmětu

- **Obecně:** Ekonomika vychází z pojmu ekonomie (z řeckého slova „hospodárnost, úspornost“). Znamená úsporné hospodaření s hmotnými a finančními prostředky.
- **Ekonomika:**
  - Jedná se o souhrn konkrétních hospodářských činností lidí v jejich vnitřních vzájemných souvislostech, rozvíjejících se uvnitř státu či oblasti, ale také v mezinárodních vztazích.
  - Jde o vědecko-technický obor, zkoumající tuto činnost obecně (obecná ekonomika), nebo uvnitř určitého odvětví nebo ve specifické činnosti (tzv. odvětvové ekonomiky).
- **Obecná ekonomika** obsahuje např. národohospodářské plánování, financování, ekonomickou statistiku, účetní evidenci, zkoumá problematiku řízení atp.
- **Odvětvová ekonomika** zkoumá tyto souvislosti uvnitř určitého odvětví, ( např. ekonomika průmyslu, zemědělství, stavebnictví, obchodu atd. ), nebo v úseku, který je společný těmto odvětvím, ale studuje jevy a zákonitosti určité specifické činnosti která je i vlastní pro celé národní hospodářství (např. ekonomika práce, financí atp.)
- **Ekonomika energetiky** studuje tyto souvislosti a jevy uvnitř odvětví a zabývá se zajištěním a využíváním energie pro všechny obory lidské činnosti. Ve svém zkoumání se opírá o poznatky obecné energetiky, ale také o technické vědy, zejména v oblasti energetiky.
- Naopak zase **technická věda – energetika** přejímá poznatky ekonomiky energetiky. Tyto dvě vědní disciplíny tedy na sebe vzájemně působí a doplňují se.



***Obr. 1 Schéma vzájemného působení oborů***

# Podstata energie

- Podle fyzikálních zákonů je energie nějaké soustavy její schopnost konat práci. Množství vykonané práce se rovná úbytku energie soustavy, naopak množství dodané energie soustavě zvyšuje její schopnost konat práci.
- Z toho plynou známé **zákony o zachování energie** ( o její nezničitelnosti), tj.:
- **1. zákon termodynamiky** - který zkoumá kvantitativně možnost vzájemné přeměny jednotlivých forem energie mezi sebou,
- **2. zákon termodynamiky**, který stanoví, že tyto změny samovolně probíhají jen ve směru zvyšování entropie (tj. entropie jako míra degradace, znehodnocování schopnosti konat práci).

# Množství a kvalita energie

- U každého druhu energie je možno rozlišovat **kvantitativní hodnotu, vyjádřenou extenzivní veličinou  $E_e$  a kvalitativní úroveň energie, vyjádřenou intenzivní veličinou  $E_i$ .**
- **Množství energie** je součinem obou veličin, tedy

$$Q = E_e + E_i$$

- Energie sama o sobě je veličinou kvantitativní, avšak její velikost má smysl jen při srovnávání s určitým stavem okolí.
- Všechny druhy energie můžeme přepočítávat na stejné fyzikální jednotky.

**Energie** vždy vázána na nositele energie, kterým je vždy hmota.

**Nositelem energie může být:**

Pevná, kapalná a plynná látka, nebo tok atomů.

# Základní jednotky používané v energetice

- **Hlavní jednotky pro množství energie (Q):**
- j (joule) a jeho násobky:
- kJ =  $10^3$ J, (kilojoule),
- MJ =  $10^6$ J, (megajoule),
- GJ =  $10^9$ J, (gigajoule),
- TJ =  $10^{12}$ J, (terajoule),
- PJ =  $10^{15}$ J (petajoule)
  
- **Jednotky pro množství nositele energie ( $E_e$ ):**
- Kilogram – kg, tuna – t, u pevných a kapalných nositelů energie
- Krychlový metr - m<sup>3</sup>, u plyných nositelů energie,
- Ampér – A, u elektrické energie.
  
- **Jednotky kvality energie ( $E_i$ ):**
- kJ/kg, kJ/m<sup>3</sup>, případně násobky GJ/kg, GJ/m<sup>3</sup>
-

# Odvozené jednotky:

- odvozené jednotky pro množství energie (Q):
- 1 kWh = 3600 kJ (kilowatthodina),
- 1 t<sub>oe</sub> = 41870kJ (jedna tuna ropného ekvivalentu)
  
- jednotky pro výkon:
- 1 J/s = 1W a násobky ( kilo, mega, gigo)
  
- kvalitativní úroveň energie, vyjádřená intenzivní veličinou E<sub>i</sub>:
- Je různá podle druhu nositele energie:
- 1) U chemicky vázané energie v palivu - je dána výhřevností nebo spalným teplem,
- 2) U citelného tepla pevných, kapalných a plynných nositelů energie je určena teplotou a tepelnými vlastnostmi látky – (měrnou tepelnou kapacitou)
- 3) U potenciální energie tlakem (energie stlačeného plynu) nebo výškovým rozdílem – spádem, u vodní energie.

# Energetika České republiky

- Primární energii získáváme jednak z vlastních přírodních zdrojů, jednak dovozem ze zahraničí (hlavně ropa a zemní plyn).
- 
- **Energetická bilance státu:**
- Pozůstává z těchto položek:
- **Primární energetické zdroje - PEZ** a jejich přímé užití nebo užití k další transformaci,
- Ztráty v procesech transformace a zušlechťování, při dopravě, přenosu a rozvodu.
- **Konečné užití energie - UE** (nepřesně tzv. spotřeba energie) pro technologické procesy ve výrobě a pro potřebu obyvatelstva (nevýrobní sféra).
- Dodávky energie mimo území státu (např. elektrická energie).



	[PJ]	[%]
<b>Spotřeba celkem</b>	<b>1861</b>	<b>100</b>
<b>Struktura spotřeby</b>		
<b>Tuhá paliva celkem</b>		<b>39,4</b>
<b>Z toho: Hnědé uhlí</b>		<b>27,0</b>
<b>Černé uhlí</b>		<b>11,8</b>
<b>Plynná paliva</b>		<b>19,9</b>
<b>Kapalná paliva</b>		<b>14,4</b>
<b>Jaderné palivo</b>		<b>16,1</b>
<b>Obnovitelné zdroje</b>		<b>10,5</b>

### **Spotřeba primárních energetických zdrojů (PEZ) v roce 2010:**

Energie z primárních zdrojů se buď nejprve zpracovávají na ušlechtlejší druh energie, nebo se dopravuje přímo k místu užití.

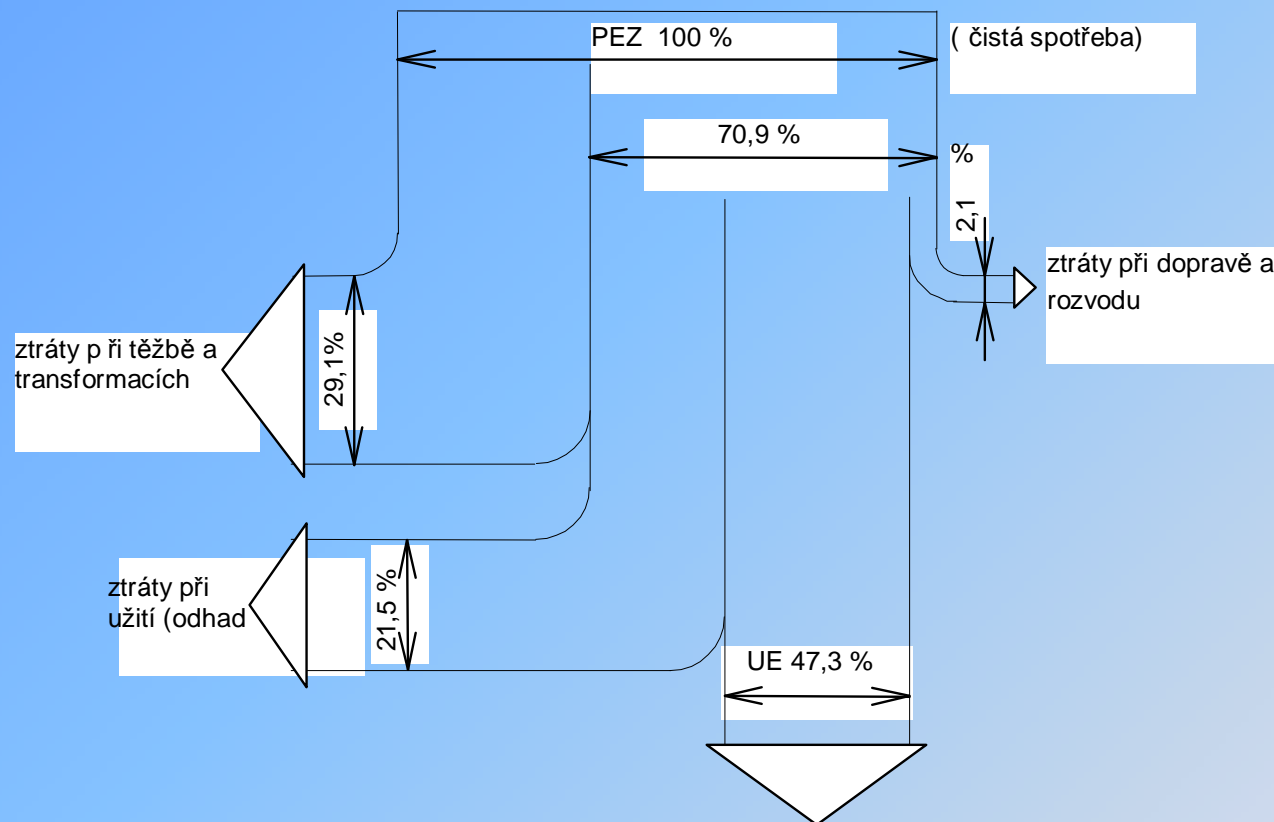
Pozn.: Spotřeba celkem v přepočtu je cca 44,5 mil.t rop. ekviv.

	[PJ]	[%]
	1134	100
<b>Struktura spotřeby</b>		
Hnědé uhlí		3,7
Černé uhlí a koks		7,4
Ostatní tuhá paliva		0,6
Plynná paliva		27,2
Kapalná paliva		22,2
Elektřina		17,8
Teplo		17,4
Obnovitelné zdroje		1,6
Úspory		2,1

**Výše konečné spotřeby energie (UE):**

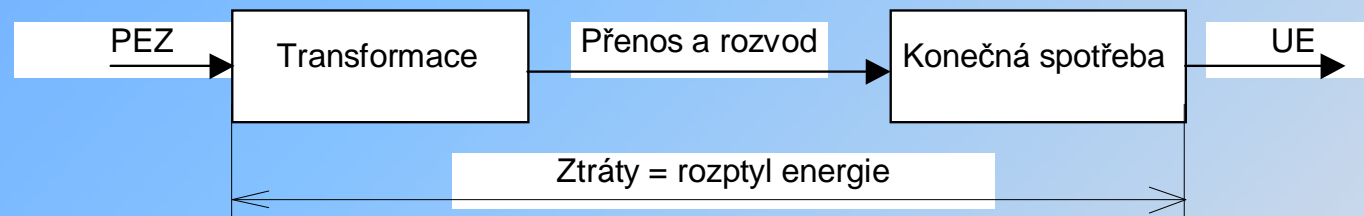
	[PJ]	[%]
<b>průmysl a stavebnictví</b>	<b>500</b>	<b>45,8</b>
<b>domácnosti</b>	<b>230</b>	<b>19,2</b>
<b>obchod a služby</b>	<b>200</b>	<b>16,7</b>
<b>doprava</b>	<b>180</b>	<b>15,0</b>
<b>zemědělství</b>	<b>40</b>	<b>3,3</b>

**Podíl užité energie podle jednotlivých odvětví  
národního hospodářství**



**Obr. 2. Diagram bilance transformace PEZ, jejich doprava a užití v místě spotřeby – Sankeyův diagram**

Z bilance je zřejmé, že v průběhu získávání PEZ , jejich transformaci, dopravy do místa spotřeby a užití dochází ke “ztrátám energie “ cca ve výši 60 % PEZ. Hovoříme o tzv.“ Druhotných zdrojích energie – DEZ“



***Obr. 3. Schéma transformace, přenosu a rozvodu energie a její užití na místě spotřeby***

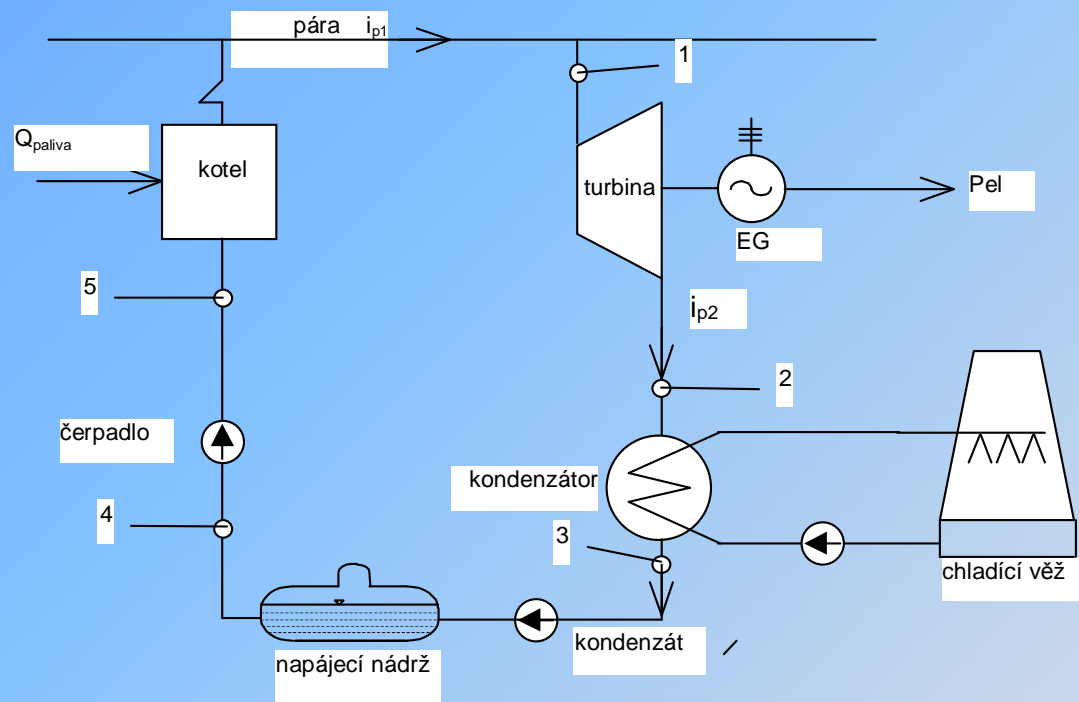
# Účinnost celkového využití PEZ

- Celková účinnost se stanoví jako poměr energie užitá v místě spotřeby ku energii v PEZ na vstupu do soustavy, tedy

- $$\eta_c = UE/PEZ \quad [-]$$

- Převrácená hodnota je tzv. měrná palivoenergetická náročnost a vyjadřuje, kolik energie v PEZ je zapotřebí dodat do místa užití na jednotku potřebné energie k procesu transformace v užitém stavu.

$$\gg e = 1/\eta_c = PEZ/UE \quad [\text{např. GJ/GJ}]$$



**Obr. 4 Schéma parní kondenzační elektrárny**

N a příkladu transformace PEZ v parní kondenzační elektrárně je zřejmé, že v tomto případě transformace energie z PEZ (např. uhlí) dochází ke značným ztrátám jednak spalováním paliva v parním kotli, jednak odvodem kondenzačního tepla páry na chladící věž.

# Druhotné energetické zdroje (DEZ)

- **Druhotný – sekundární zdroj energie** vzniká jako vedlejší produkt technologie výroby, nebo jiné lidské činnosti. Na rozdíl od primárních energetických zdrojů (PEZ), které se získávají z přírody, určuje jeho následné, byť i částečné využití, úroveň technologie výroby a zvyšuje celkovou efektivnost. Je proto účelné tyto druhotné energetické zdroje racionálně využívat.
- **Důležitost využití DEZ je podpořeno těmito aspekty:**
  - a) jejich využití snižuje palivoenergetickou náročnost výroby a státu,
  - b) nahrazuje spotřebu PEZ a pokud se jedná o paliva, u nichž dochází k využití energie spalováním, nezatěžuje využívání DEZ životní prostředí škodlivými emisemi,
  - c) využití DEZ často představuje i ekonomické úspory.
- Technické řešení využívání DEZ je ve většině případů v podstatě vždy možné, při praktickém řešení však jejich využití často brání **ekonomická efektivnost řešení, což je zpravidla rozhodující.**
- Druhotné energetické zdroje využívané běžnými způsoby jsou **DEZ využité.**
- Pokud v daném místě nejsou z různých důvodů využívány, hovoříme o tzv. **odpadní energii.**



# **Způsoby a možnosti využití odpadní energie**

- **1. Využití chemické energie pevných, kapalných a plynných odpadních látek technologických procesů.**
- **2. Využití citelného tepla pevných, plynných a kapalných látek.**
- **3. Využití potenciální energie kapalných a plynných látek.**

# Rozdělení DEZ podle výše potenciálu využití

- S hlediska poměru mezi kvalitativním a kvantitativním ukazatelem rozeznáváme:
- **nízkopotenciální energie**, která je charakterizována nízkým kvalitativním ukazatelem, tj. malou koncentrací energie v jednotce množství, zpravidla se jedná naopak o velká množství nositele energie – např. odpadní teplo chladicí vody technologických zařízení, chladicí vody kondenzátorů parních turbin apod.,
- **energie středního potenciálu**, např. citelné odpadní teplo spalin průmyslových pecí – teplota spalin řádově 500 – 1000°C,
- **energie s vysokým potenciálem**, např. chemicky vázané teplo odpadních plynů z technologického procesu, různé druhy pecních plynů (koksárenský, konvertorový a vysokopecní, odpadní plyny v chemické výrobě, degazační plyn při těžbě uhlí, bioplyny z čistíren odpadních vod, skládkový plyn, bioplyn při zpracování chlévské mrvy zemědělských farem, odpadní oleje apod.)

# Chemická energie pevných odpadních látek technologických procesů

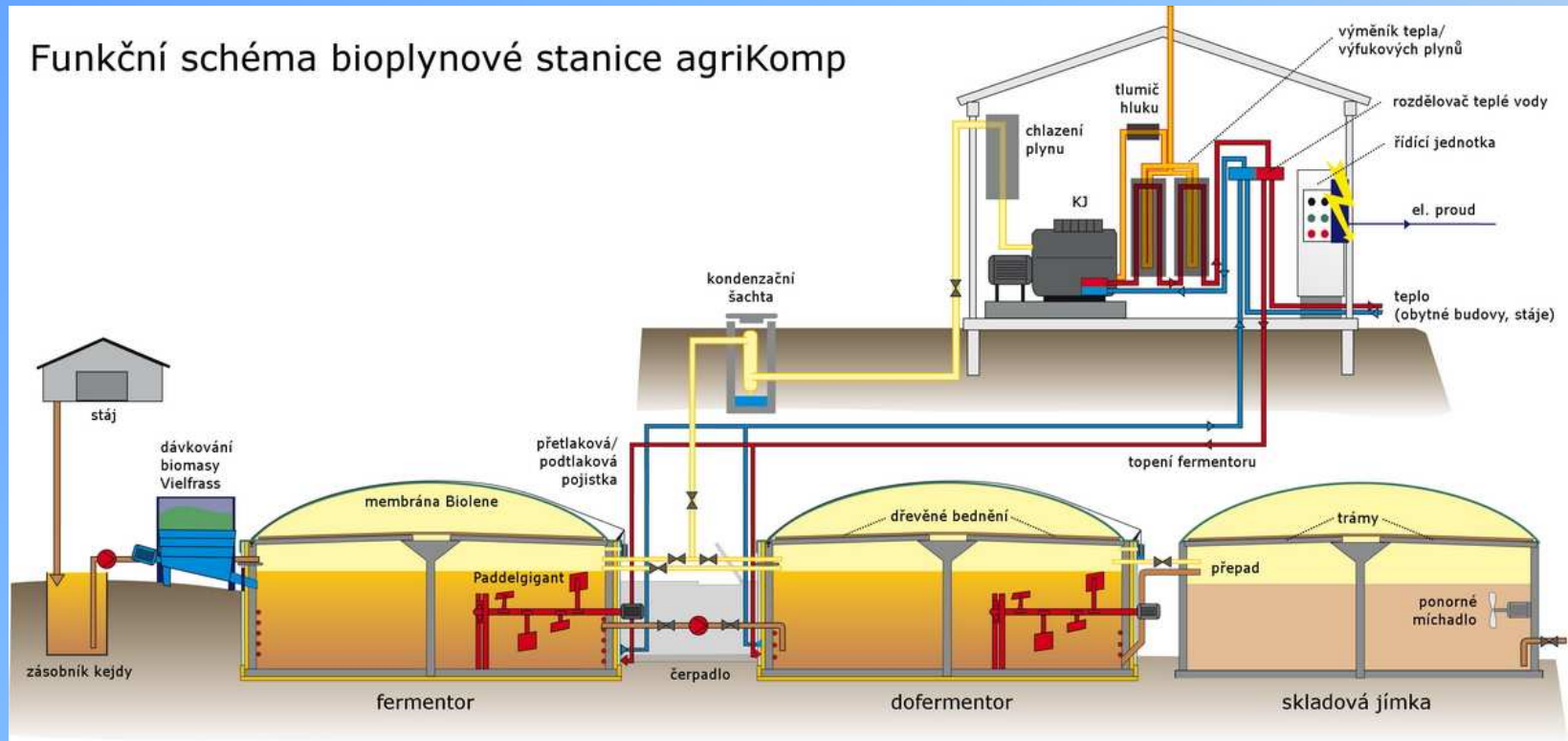
- **Pevné odpady:**
- V zásadě se jedná o dva druhy pevných odpadů:
- **1) odpady minerální,**
- **2) odpady organického původu.**
  
- **Ad 1) Minerální odpady** vznikají např. při úpravě primárních energetických zdrojů – fosilních paliv – uhlí. Jedná se o **úpravny uhlí**.
- Svým způsobem je možno za odpadní energii považovat také koks při výrobě svítiplynu (ať již v klasických plynárnách nebo při tlakovém zplyňování uhlí).
- Pozn.: Naproti tomu při výrobě koksu v koksovárnách, kde se vyrábí koks pro výrobu surového železa, je vyrobený koks možno považovat za primární produkt výroby, zatímco jako sekundární zde vzniká především koksárenský plyn a menší množství drobného koksu, který se pro hutní výrobu nehodí a používá se pro spalování ve spalovacích zařízeních (např. kotle pro ústřední vytápění nebo lokální vytápění domácností v kamnech).

# Odpady organického charakteru

- **Ad 2) Odpady organického charakteru vznikají:**
- při zemědělské výrobě (sláma, kejda)
- v dřevařské výrobě (dřevěné štěpky),
- na skládkách odpadů,
- v čistírnách městských odpadních vod.
  
- **Způsoby využití:**
- **Spalování odpadů** a následné využití tepelné energie
- **Biologický rozklad bez přístupu vzduchu** (anaerobní digesce)
- **Tepelný rozklad**
  - zplyňování za částečného přístupu vzduchu,
  - pyrolýza (rozklad bez přístupu vzduchu)
-



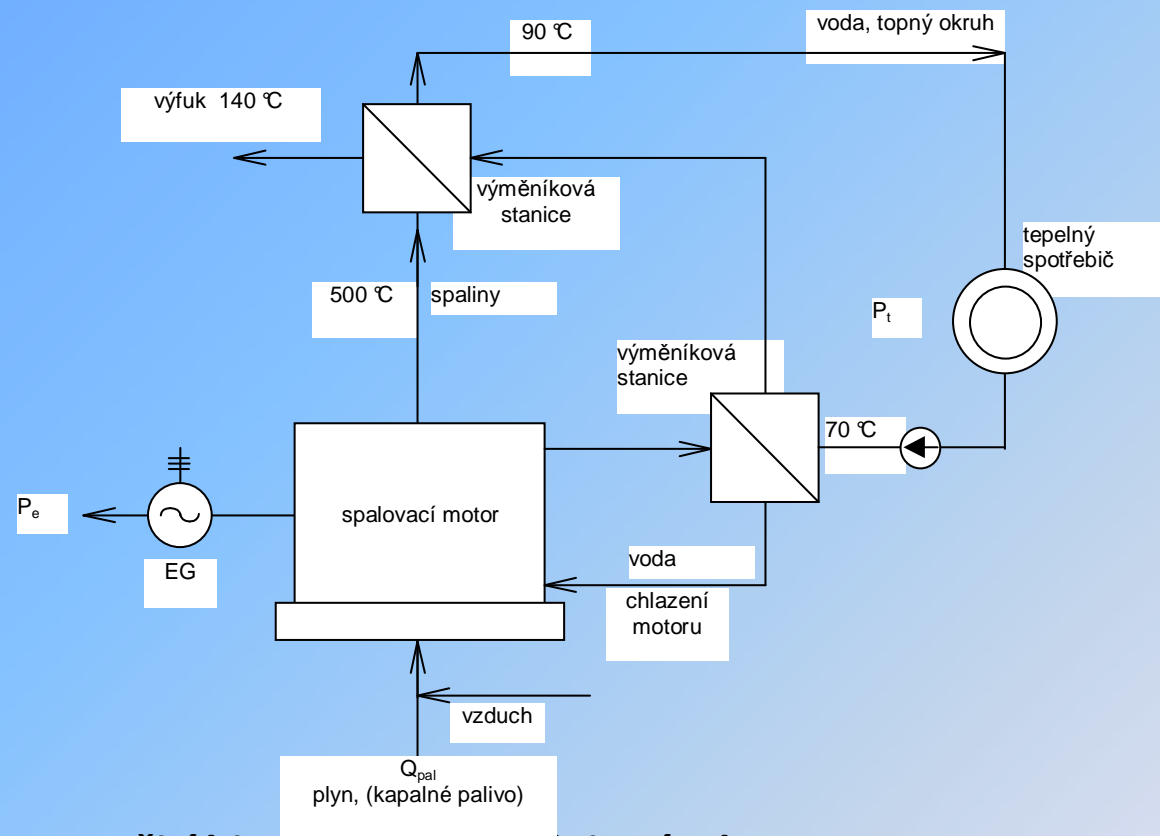
## Funkční schéma bioplynové stanice agriKomp



**Obr.6. Schéma bioplynové stanice pro zpracování odpadů zemědělské výroby**

# Biologický rozklad bez přístupu vzduchu (anaerobní digesce)

- Jedná se o kvasný proces, který probíhá dlouhodobě v přírodě bez přístupu vzduchu za přítomnosti bakterií.
- Při tom se nejprve složité organické látky rozkládají na jednodušší a nakonec vzniká směs metanu  $\text{CH}_4$  a oxidu uhličitého  $\text{CO}_2$ . **Vzniklý plyn se nazývá bioplyn.**
- 
- Anaerobní biologický rozklad se děje hlavně v čistírnách městských odpadních vod a na skládkách městských odpadů nebo odpadů ze živočišné výroby (kejda).
- Vzniklý bioplyn z tohoto procesu je možno využít přímým spalováním v kotlích nebo v poslední době se uplatňuje využití tohoto plynu prostřednictvím kogeneračních jednotek se spalovacími motory v kombinované výrobě elektrické energie a tepla (KVET) .
- **Složení bioplynu** z této technologie je následující: 35 – 70%  $\text{CH}_4$ , 25 – 5%  $\text{CO}_2$ , dále  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ , voda a stopové prvky. Výhřevnost se mění v širokém rozmezí podle obsahu metanu v bioplynu, které závisí na složení odpadů.  $Q_i = 13 - 26 \text{ MJ/m}^3_{(n)}$



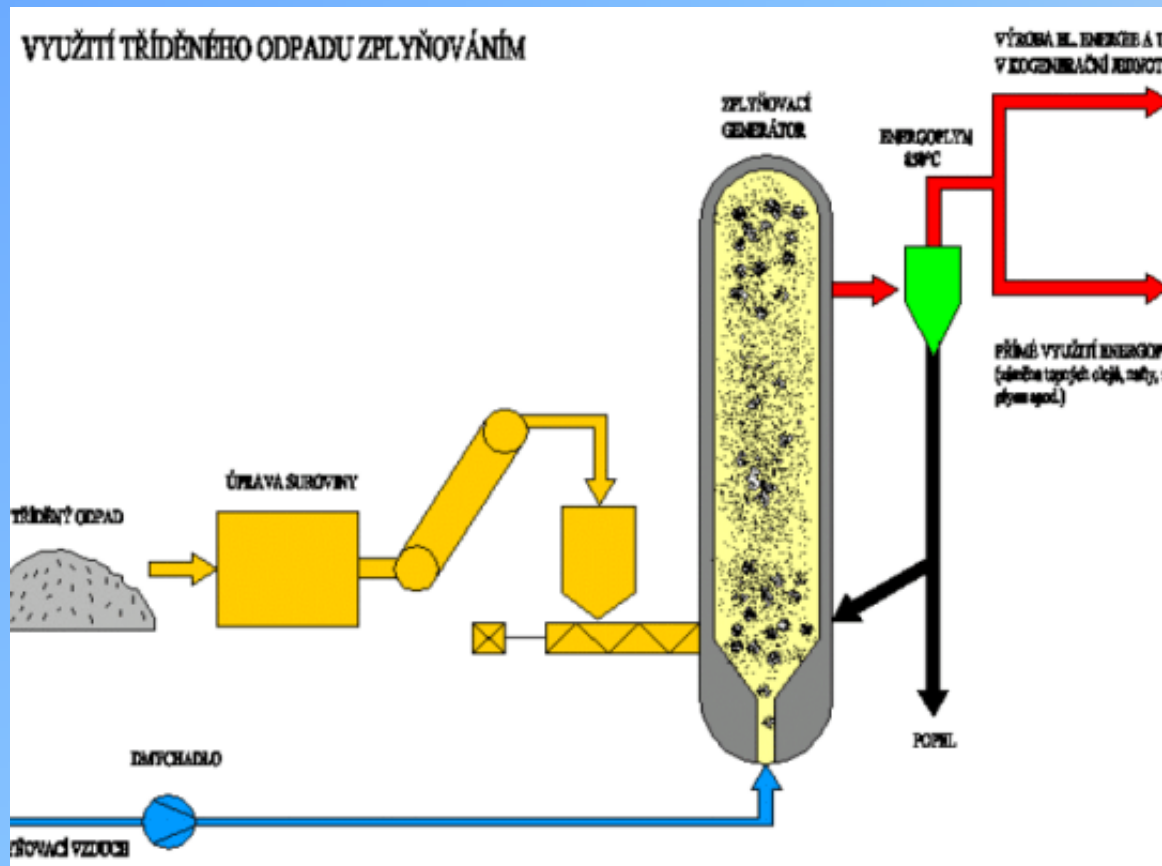
**Obr. 7. Využití bioplynu prostřednictvím kogenerace se spalovacím motorem.**



# Tepelný rozklad biomasy

## a) zplyňování biomasy

- Jedná se hlavně o odpadní dřevní hmotu, slámu a štěpky. Biomasa se zahřívá s omezeným přívodem vzduchu při teplotě asi 500 °C. Při zplyňování vzniká dehet, který je nutno z bioplynu odstranit při teplotě cca 800 až 900 °C.
- Vzniká tak tzv. dřevní plyn – obsahuje CO a H<sub>2</sub>.
- Technologie výroby dřevoplynu je známá již z minulého století. Např. ve 2. světové válce v důsledku nedostatku ropy měly nákladní automobily generátor na dřevoplyn a motor na tento plyn.
- Hlavními složkami dřevního plynu je oxid uhelnatý a vodík.



Obr. 8. Technologie výroby energoplynu firmy ATEKO

## b) pyrolýza, výroba pyrolyzního plynu

- Jedná se o zpracování odpadů tepelnou úpravou bez přístupu vzduchu. Také v tomto případě se jedná v podstatě o starý druh technologie, který se praktikoval v minulosti ve výrobě dřevního uhlí v milířích. Zahříváním dřevní hmoty biomasy při teplotě okolo 500°C bez přístupu vzduchu se odstraní prchavé látky a vzniká dřevní uhlí, které se následně používalo pro topení, resp. i technologické účely.
- Bioplyn vyrobený pyrolýzou má vyšší výhřevnost než bioplyn vyrobený zplyňováním (vyšší obsah CO a H<sub>2</sub>. Vzniká také méně nežádoucích škodlivých složek (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, a dioxiny). Oxidy těžkých kovů jsou vázány na pevný zbytek a nejsou obsaženy v plynu a tedy následně i ve spalinách.. Pyrolýzou lze zpracovat i odpady, které se spalují jen s obtížemi.
- V poslední době se z výše popsaných technologií vyvinula tzv. **rychlá pyrolýza s výrobou biooleje**.
- Touto technologií je možno zpracovávat různé druhy surovin od dřevních pilin, dřevních štěpků, kůry a slámy až po speciální plodiny pěstované pro energetické účely.

# Kapalné odpady

- Jedná se např. o odpadní oleje ze strojírenské výroby, použité mazací oleje, produkty chemického průmyslu. Využití spalováním v kotlích, rotačních pecích, v poslední době se zkoumá i možnost využití v kogeneračních jednotkách se spalovacími motory.
- V podstatě je možno do této kategorie zařadit odpadní topné oleje z rafinace ropy.
- V minulosti se topné oleje s ohledem na jejich nízkou cenu hojně využívaly při spalování v kotlích, průmyslových pecích (např. SM pecích) a jiných technologických zařízeních (např. jako přídavné palivo do vysokých pecí, hořáky rotačních cementářských pecí apod).
- Topný olej lze také použít pro kombinované spalování plyn – topný olej v hořácích na dvojí palivo.
- Pro přípravu kapalného paliva je nutné poměrně složité palivové hospodářství.

# Plynné odpady:

- Většinou se jedná o topné plyny a procesní plyny, které se zužitkují spalováním v kotlích, nebo v následných technologických procesech (např. v hutních závodech jako topné plyny).
- Právě hutní průmysl produkuje značné množství těchto plynných odpadů:
- Jedná se o tyto topné plyny:
- vysokopecní plyn – výhřevnost cca  $3,5 \text{ MJ.m}^{-3}_{(n)}$ ,
- koksárenský plyn- výhřevnost cca  $16 \text{ MJ.m}^{-3}_{(n)}$ ,
- konvertorový plyn - výhřevnost cca  $7,5$  až  $8 \text{ MJ.m}^{-3}_{(n)}$ ,
- Výskyt těchto plynů odpovídá výrobě a proto je nutno do sítě rozvodu těchto plynů instalovat plynojemy na vyrovnávání disproportioní mezi výrobou a spotřebou

# Využití citelného tepla pevných, plynných a kapalných látek

- Zařízení na využití citelného tepla pevných látek
- Klasickým příkladem využití citelného tepla pevných látek je hašení koksu v koksovnách.
- Běžný způsob je ten, že se koks zaveze pod sprchový chladič, kde se vodou prudce zchladí. Citelné teplo koksu se tak předává vodě, která se tak v převážné míře vypaří a odpadní teplo tak odchází nevyužito do atmosféry. Je to způsob sice jednoduchý, ale nevhodný. Nevýhody tohoto způsobu.:
- V moderních koksovnách se proto aplikuje tzv. suché hašení koksu.
- **zařízení na využití citelného tepla vysokopecní strusky.**
- **zařízení na využití citelného tepla výrobků (v tomto případě při výpalu šamotových tvárnic).**
- **a další.**
-

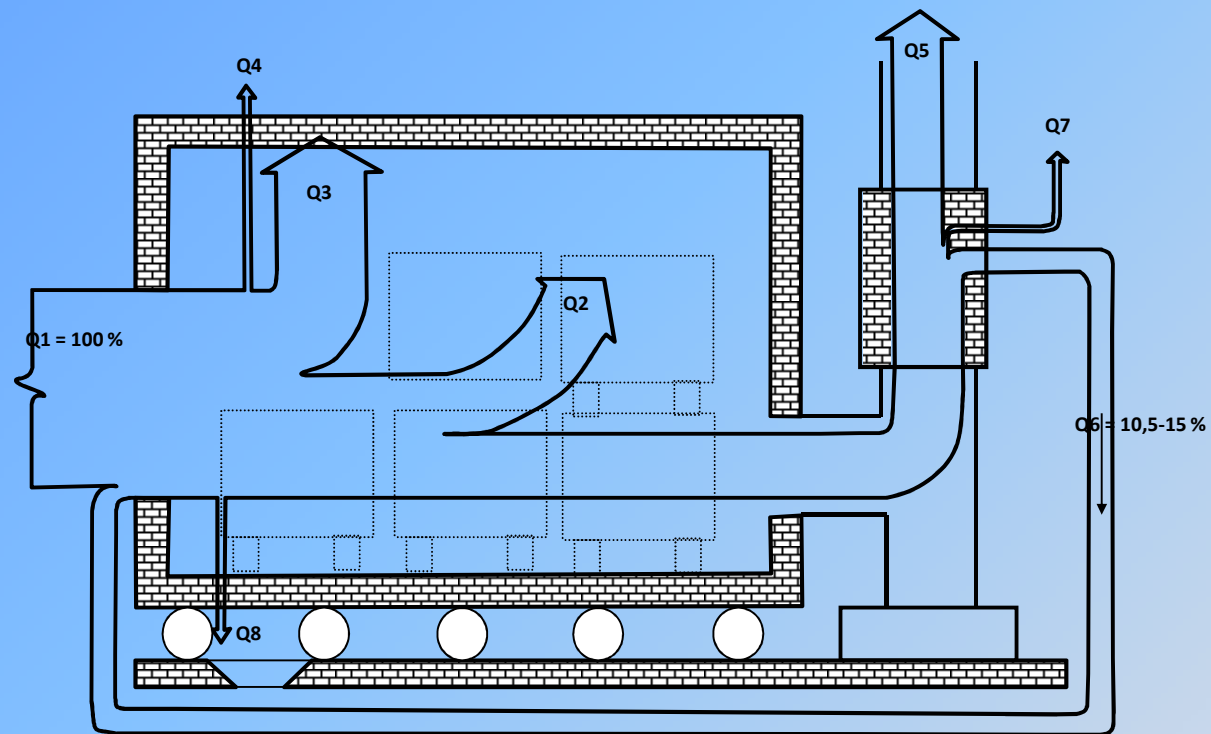
## Zařízení na využití citelného tepla plynných látek

- Jedná se především o spaliny z různých typů průmyslových pecí i technologických agregátů se spalovacím zařízením (např. rotační cementářské pece, spalovny odpadů apod.)
- V zásadě se toto teplo využívá dvěma způsoby:
- pro ohřev spalovacího vzduchu příp. i topného plynu nebo paliva v rekuperátorech a regenerátorech (tzv. rekuperace tepla),
- pro výrobu tepla k vytápění, ohřevu teplé užitkové vody (TUV) příp. i pro technologické účely v dalších navazujících zařízeních za producentem DEZ (parní a horkovodní spalinové kotle, výměníky tepla apod.)

# Zařízení na využití citelného tepla kapalných látek

- Jedná se vesměs o nízkopotenciální teplo, zejména teplo chladící vody.
- **Použití chladící vody**
- k chlazení nositelů energie v energetických zařízeních – chladící voda
  - kondenzátorů parních turbin,
  - mezichladičů turbokompresorů,
  - chlazení válců a mezichladičů pístových kompresorů..
- k chlazení tepelně namáhaných konstrukčních částí technologických zařízení.
- Jedná se např. o chlazení vyzdívky a výfučen vysokých pecí, vyzdívky ocelářských pecí a chlazení vysoce tepelně namáhaných kovových armatur těchto pecí a některých druhů ohřívacích pecí.





Q1 dodané plyn    Q3 akumulace    Q5 komín    Q7 ztráta rekuperátoru

Q2 užité    Q4 prostup    Q6 spalovací vzduch    Q8 ostatní ztráty

**Obr. 9. Využití odpadního tepla spalin z ohřívací pece v rekuperátoru**

# Možnosti využití odpadního tepla chladicí vody.

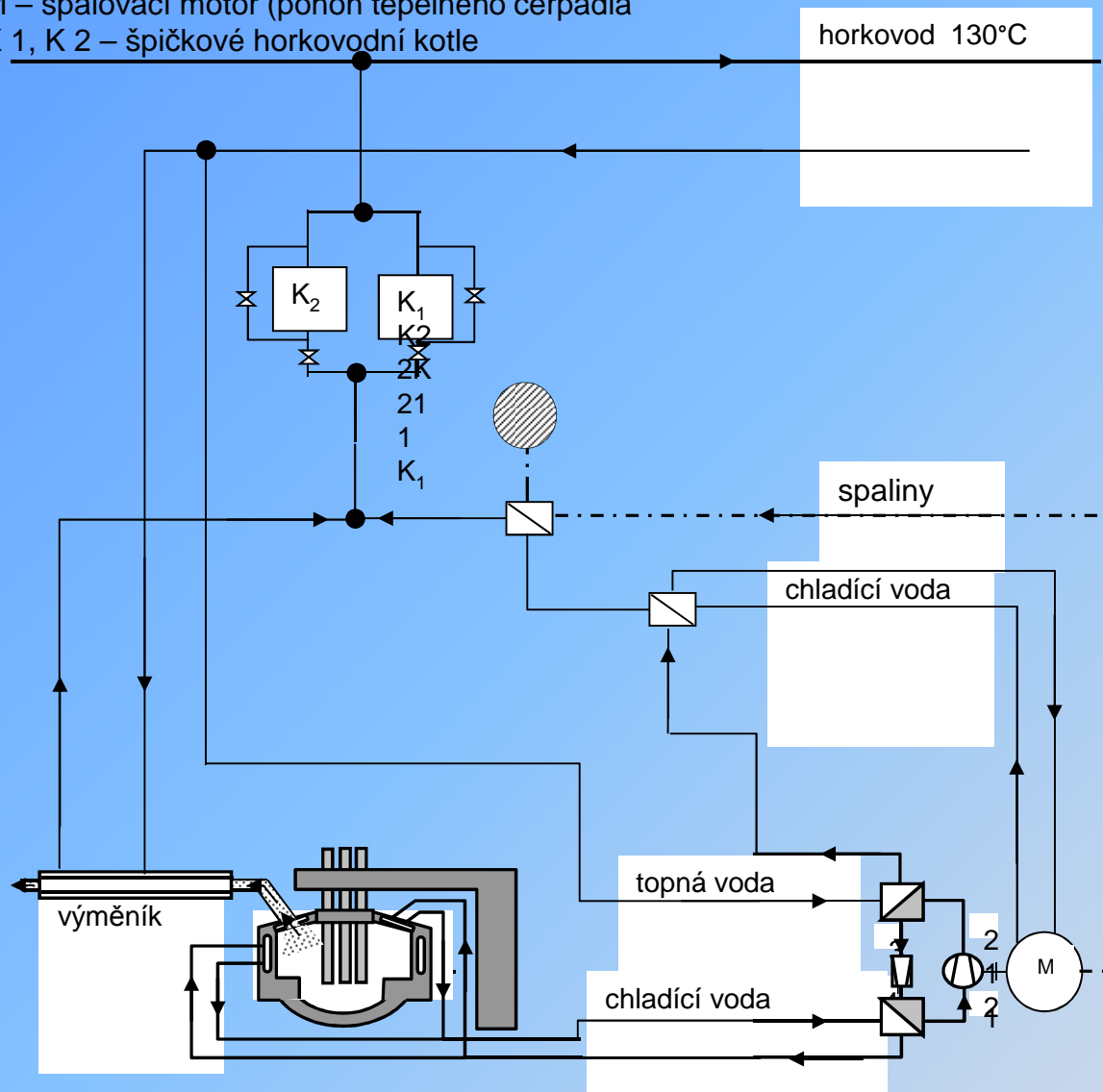
- ve výměnících tepla voda – voda,
- ve výměnících tepla voda – vzduch.
- pomocí tepelných čerpadel.
- **Ad 1) Výměníky tepla voda – voda.**
- S ohledem na poměrně nízké teploty oteplené chladicí vody je teplota vody v sekundární části výměníku tepla omezena tím, že může být max. o 5 až 10°C než teplota odpadní vody vstupující na primární straně do výměníku tepla. I tak vychází rozměry výměníku značné. Tento způsob je možno uplatnit jen pro ohřev TUV, příp. jako první stupeň ohřevu napájecí vody pro parní kotle (voda se ohřívá na teplotu 105 až 150°C).

## Ad 2) Výměníky teplá voda – vzduch.

- Možnosti využití pro tento účel jsou rovněž omezené. Hlavně se jedná o větrací a klimatizační zařízení, příp. externí částečný ohřev spalovacího vzduchu spalovacích zařízení (kotlů, průmyslových pecí apod.).
- **Ad 3) Využití citelného tepla chladicí vody pomocí tepelných čerpadel.**
- Tímto způsobem je možno dosáhnout vyšších teplot v sekundárním okruhu a využít tak odpadní teplo pro systémy vytápění, ohřev TUV, větrání a klimatizaci.
- **Na obr. 10** je schéma projektu využití odpadního tepla chladicí vody elektrické obloukové pece ocelárny prostřednictvím tepelného čerpadla a zapojení do systému zásobování teplem závodu.



M – spalovací motor (pohon tepelného čerpadla  
K 1, K 2 – špičkové horkovodní kotle



horkovod 130°C

spaliny

chladící voda

topná voda

chladící voda

výměník

M

2K  
21  
1  
K<sub>1</sub>

# Využití potenciální energie plyných látek

- V technologických procesech je v některých případech nutno pracovat s kapalným nebo plyným pracovním médiem při vyšších tlacích než atmosférickém. Na stlačení plynu, nebo zvýšení tlaku kapaliny, což se uskutečňuje v kompresorech a čerpadlech, je jak známo, nutno dodat mechanickou práci. Pohon bývá převážně elektromotorem pro menší výkony, nebo parní či spalovací turbinou pro vyšší výkony. Plynu nebo kapalině se tak dodá **potenciální (tlaková) energie**. Často se v průběhu pracovního procesu nevyužije celá část této energie a na výstupu se pak jako nepotřebná maří (transformuje na energii tepelnou) škrcením, takže vystupuje z technologického procesu jako ztrátová energie.
- V posledních letech se tato odpadní energie začíná využívat v expanzních turbinách, kde místo transformace tlakové energie škrcením na teplo se tato odpadní energie mění expanzí na mechanickou práci a elektrickém generátoru na elektrickou energii.

# Možnosti využití potenciální energie plynů a par

- **Potenciální energie vysokopecního plynu :**
- Na sazebně vysoké pece je však při tomto druhu provozu ještě přebytečný přetlak 0,1 až 0,15 MPa, který se před napojením na plynovodní síť podniku musí redukovat na nízký tlak – přetlak 5 až 10 kPa. Tento tlakový spád je možno využít v expanzní turbíně.
- **Využití tlakové energie zemního plynu v plynovodech:**
- Při předávání zemního plynu z vysokotlakého rozvodu do středotlakého se místo redukční stanice instaluje plynová expanzní turbina.
- **Využití tlakového spádu vodní páry v parních turbinách malých výkonů:**
- V teplárnách se redukční stanice páry z vysokotlakého rozvodu k turbinám místo redukční stanice instaluje expanzní parní turbina, tzv. točivá redukce.

# Závěr:

- **Využití druhotných zdrojů energie přináší tyto přínosy:**
  - 1) Snižuje se spotřeba primárních energetických zdrojů.
  - 2) V řadě případů jde o snížení nákladů na výrobu elektrické, případně tepelné energie.
  - 3) Snížením spotřeby primárních energetických zdrojů, pokud nahrazuje využití DEZ transformací spalováním paliv, snižuje se celkový obsah CO<sub>2</sub>, případně při využívání obnovitelných zdrojů (např. při zpracování organických odpadů bioplynovými stanicemi) je zvýšení obsahu CO<sub>2</sub> prakticky nulové.

- Děkuji za pozornost