

# Využití tepla z chemických výrobních procesů

---

**Zdeněk Jonát**



# Úvod a obsah

- Využití tepla je základní disciplína chemického inženýrství
- Náklady na tepelnou energii jsou typicky **2. nejvýznamnější OPEX !**
  
- Každý proces má jiný tepelný profil
- Běžné využití tepla z procesů
- Komplikace při sdílení tepla
- Teplo kapalin a přehřevy
- Sdílení chladu
- Design

# Analýza tepelného profilu procesu



## Vysoké teploty:

Možnost instalace HRSG (výměník/kotel) nebo HEX (pata/nástřík).  
Standardní řešení: **Obvykle je využíváno.**



## Střední teploty:

Častou využíváno pouze interními výměníky tepla.  
Málokdy cíl optimalizace: **Často přehlíženo**



## Nízké teploty:

Nutno chladit vodou / chladničkou.  
Častý cíl pro optimalizaci: **Není možná !**

# Využití tepla z procesů

- Předehřev reakčního média.
- Předehřev destilačních kolon.
- Výroba páry v HRSG pro další jednotky.
- Předehřev napájecí vody.
- Předehřev spalovacího vzduchu.
- **Dodávka tepla do dálkové distribuce.**
- **Předehřev zástřiků.**
- **Zpětný ohřev tlakového kondenzátu.**



*HRSG při výrobě syngasu*

# Časté problémy

- Výroba nízkotlaké páry, pro kterou není využití.
- Doprava syté páry na dlouhé vzdálenosti.
- Nezohledněna nestabilita primárního procesu.
- Instalace výměníků na nečisté médium často vede k ucpání výměníku.
- **A co netěsnosti ?**



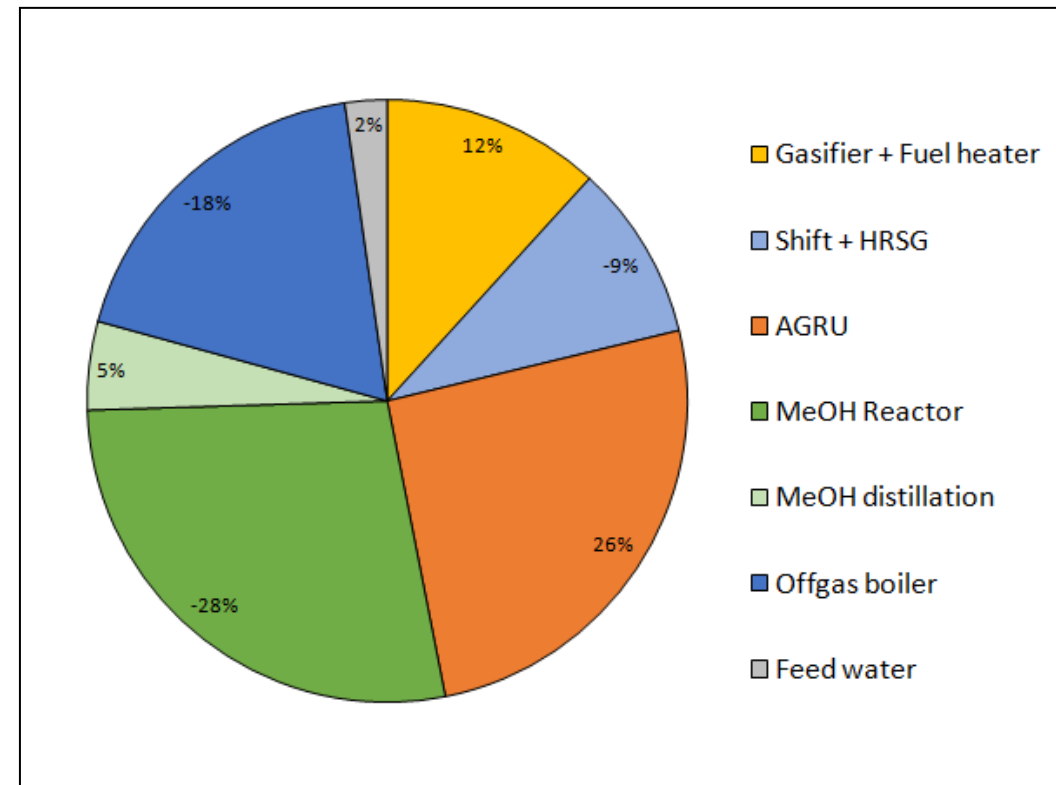
# Netěsnost ?

- **Nutno vždy uvažovat s netěsností.**
- Znečistění druhého média.
- Znečistění páry a napájecí vody.
- **Přímá reakce ?!**
- **Přenos do dalších částí technologie ?**
- **Tlakové poměry !**
  
- **Např.: POX ohřívají O2**



# HRSG nemusí být hlavní člen bilance

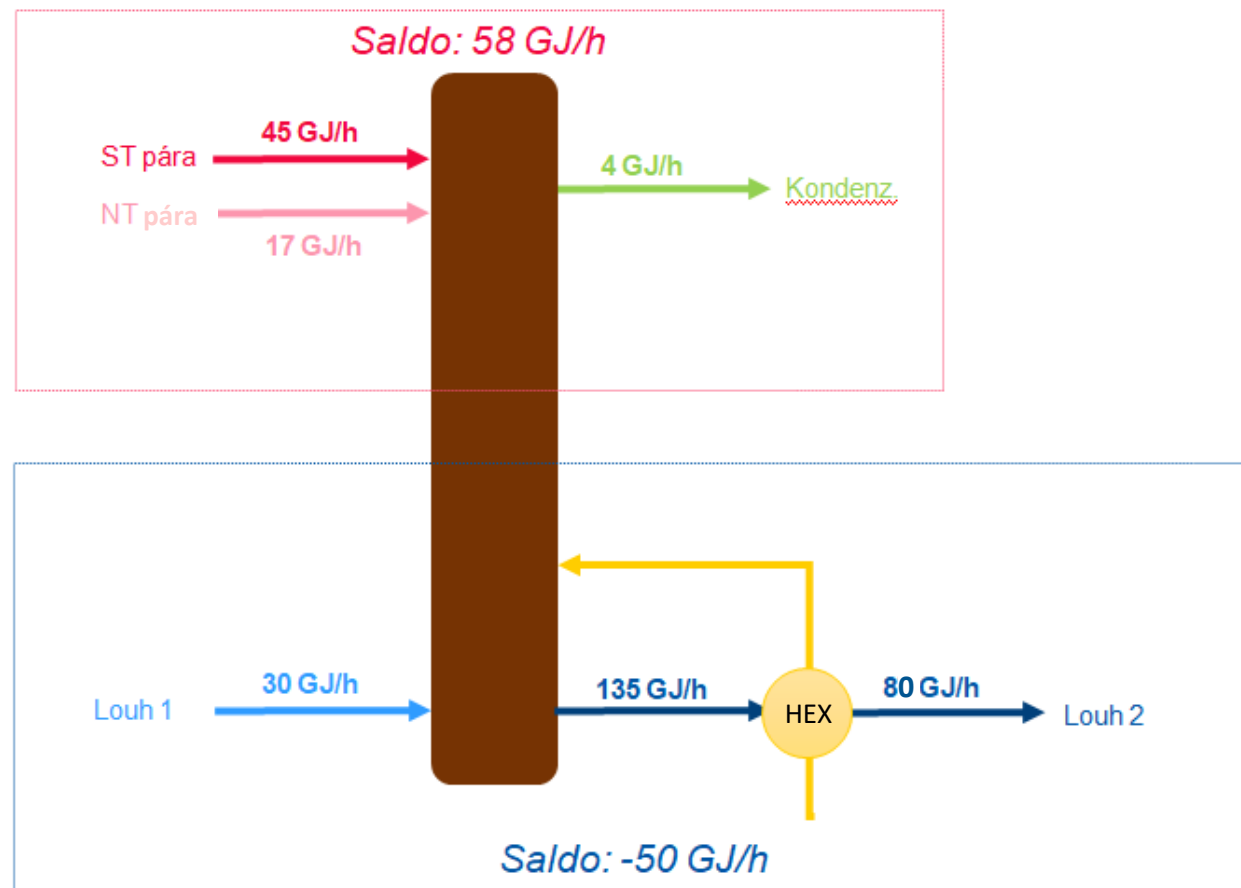
- Velký důraz na HRSG může vést k přehlížení významných členů bilance.
- Procesy nemusí pracovat při parametrech páry.
- Nutno zohlednit následné procesy (např. destilační čištění).
- Teplo může být i „chemické“ (offgas boilers).
- Nezapomenout na predehřev napájecí vody.



*Distribuce tepla při výrobě MeOH ze Syngasu*

# Teplo kapalin

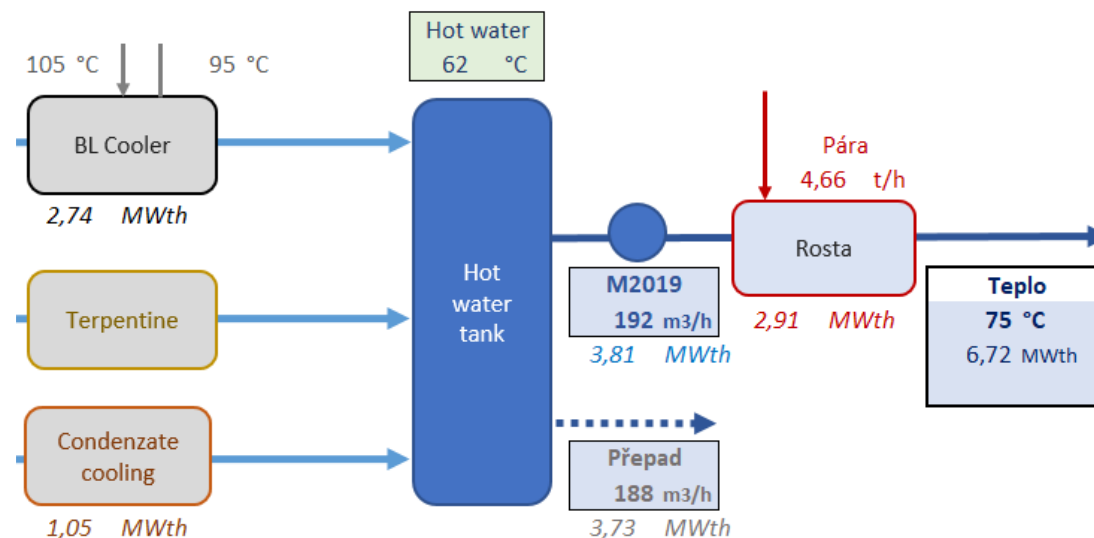
- **Proč bilancovat kapaliny ?**
  - Kapaliny nesou velké množství tepla.
  - Málokdy se ve výkazech zpracovává tepelná bilance proudů provozní bilance.
  - Nutno počítat přes entalpie !
- **Teplo kapalin mnohdy odpovídá bilanci páry.**
- **Často se bilancují jen parní kondenzáty.**



*Tepelná bilance louhového vaření*

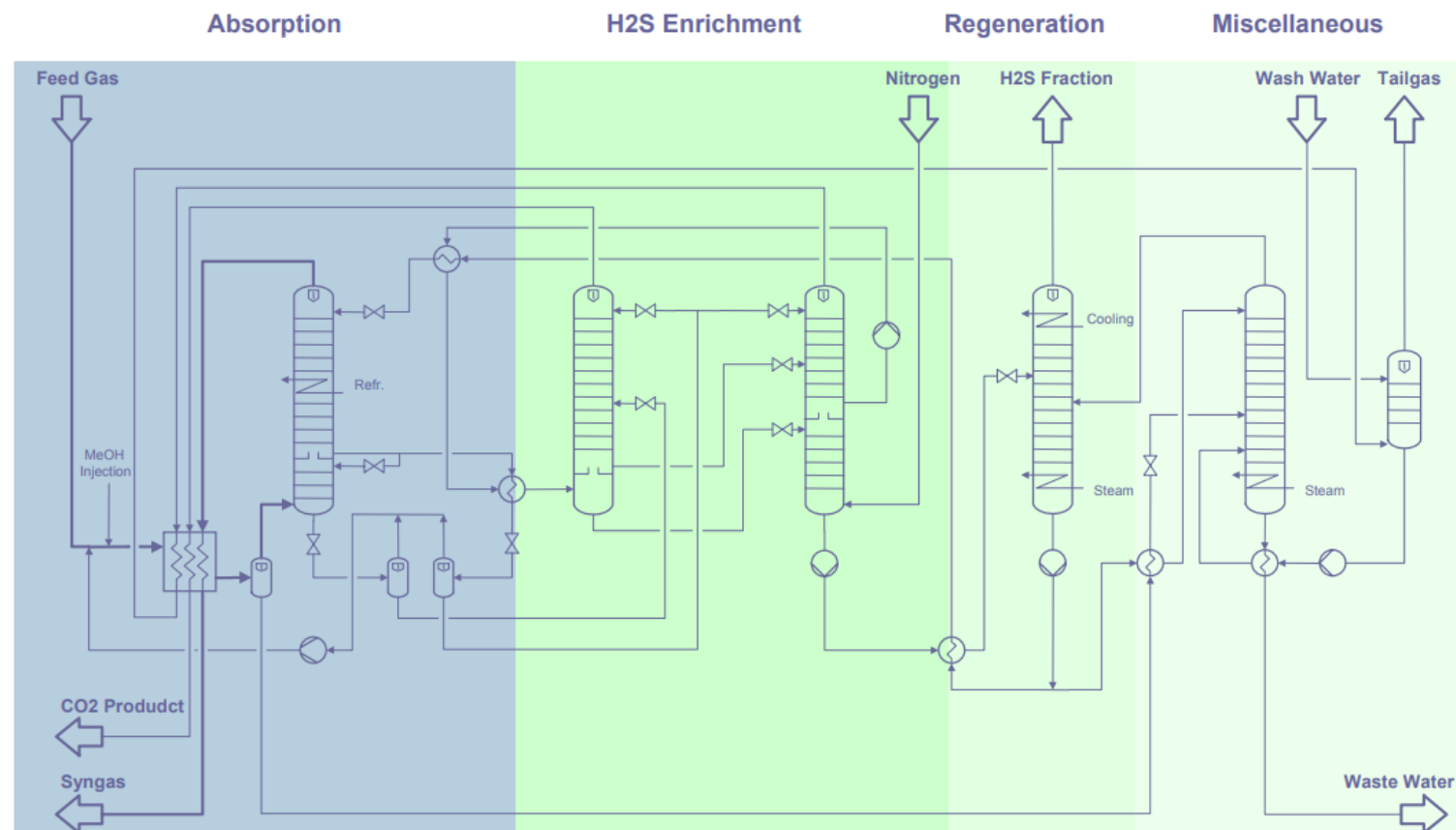
# Předehřevy: Velmi často opomíjeny

- Reálný příklad předehřevu procesní vody.
- Ohřev na nízkou teplotu (62 °C) a finální ohřev parou (75 °C).
- Předehřev „seřízen“ pro chlazení.
- Přebytek ohřáté vody jde do přepadu.
- **Problém nebylo využití tepla, ale nutnost zajistit chlazení.**



# Samostatná témata: Studené procesy

- Práce s chladem: Mnoho interních výměníků.
- Každý kW se počítá !
- ASU  
Rectisol (AGRU),  
Ethylenová jednotka  
NH<sub>3</sub> kondenzace
- Linde HEX (G/G):  
 $\Delta T = \sim 1 \text{ } ^\circ\text{C}$



*Rectisol process*

*Rectisol Wash Units: Acid Gas Removal for Polygeneration Concepts downstream Gasification  
Ulvi Kerestecioğlu, Thomas Haberle; GTC Conference, Washington DC, USA, November 3rd, 2010*

# Dodávka tepla mimo technologii

- Teplo může být využíváno i mimo vlastní technologii.
- Ohřev teplé vody v blízké budově.
- Dodávka tepla do teplovodů.
  
- Teplota v soustavě ~65 °C
- Nemusíme využívat jen procesní teplo, ale např. parní kondenzát.



# Termodynamika !

- Nikdy se nesnažit obejít termodynamiku !
- **Častou chybou je soustředění se na studený profil, protože má velký tepelný tok (chladicí věže 100+ MWt).**
- Reálný příklad:  
Nabídka na využití zbytkové páry 0,05 MPa-g v turbíně chlazení ledničkou !

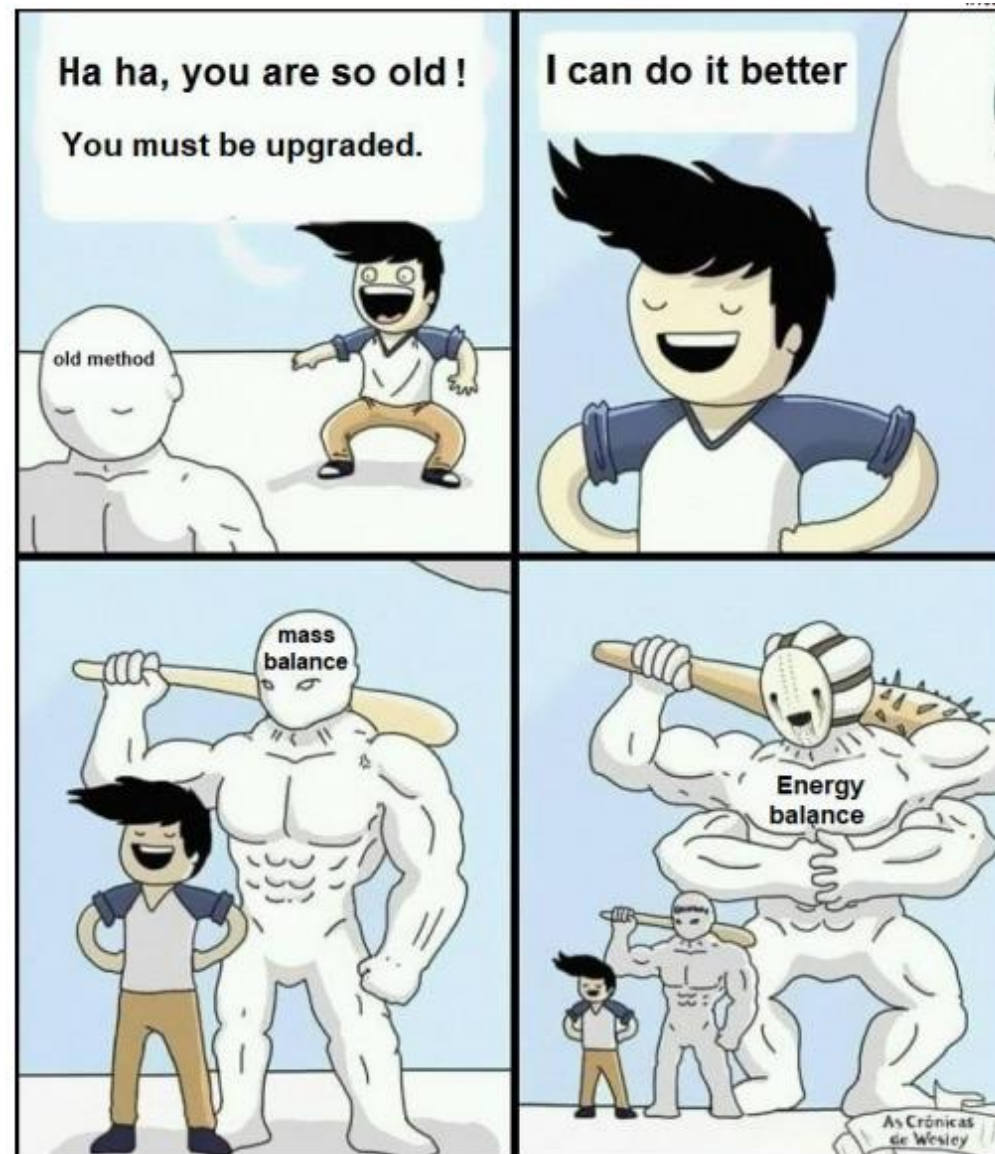


# Jak postupovat ?



# Závěr

- Velký důraz je kladen na výrobu páry (HRSG) a interní výměníky tepla (HEX).
- Poměrně malý důraz je kladen na teplo kapalin.
- Hodně se zaměřujeme na horký a studený profil, ale zapomínáme na střed.
- Při uvažování o využití tepla je nutno opravdu znát proces (stabilita, netěsnosti).





Děkuji za pozornost

Ing. Zdeněk Jonát  
jonat@suas.cz