

Moderní energetické technologie pro využití biomasy

P. Kolat: Modern Energetic Technologies for the Use of Biomass. Život. Prostr., Vol. 29, No. 6, 289–293, 1995.

Biomass in a form of offal timber and cultivated energetic plants represents in our power engineering the resource of primary power sources. In coming future we can consider an essential extension of participation in power supply. The simplest and still the most general way of its utilization is simple burning in boilers producing warm or hot water or, as the case may be, steam. However, this way is not perfect enough from the point of power view because is it not open to full utilization of raw material power potential. Transformation of combustible substances in primary material to gas with the next utilization in the cogeneration plant can provide a better chance. Cogeneration brings reduction of the total primary power sources consumption, and more, biomass utilization substitutes the burning of energetic brown coal (lignite) with its negative influence on living environment.

Celosvětový růst spotřeby energie ve spojení s omezenými zásobami tradičních fosilních paliv způsobuje celosvětové využití obnovitelných zdrojů energie. Obrat nastal až v 70. letech, v období energetické krize, kdy došlo k prudkým změnám cenových relací paliv. V ČR nemůžeme uvažovat s velkým využitím větrné a sluneční energie, což je dáno našimi klimatickými a povětrnostními podmínkami, je žádoucí rozvíjet a aplikovat moderní energetické technologie pro využití rostlinné hmoty – biomasy.

Při spalování biomasy se do ovzduší uvolňuje jenom takové množství CO_2 , jaké bylo do hmoty rostlin akumulováno fotosyntézou v období jejich růstu. Spalování biomasy má tedy „nulovou bilanci CO_2 “. Jednotlivé státy i mezinárodní organizace proto podporují rozsáhlé programy na energetické využití biomasy, od pěstování „energetických trav“, přes využívání dřevních odpadů, až po pěstování „energetických lesů“. Jedná se o potenciální zdroj energie využitelný v chemickém průmyslu, při výrobě tekutých paliv, elektrické energie a při kogeneraci v teplárenství.

Zdroje biomasy

Největší význam má biomasa, kterou může produkovat lesní hospodářství. Získává se buď důsledným využitím zbytků po lesní těžbě, anebo pěstováním speciál-

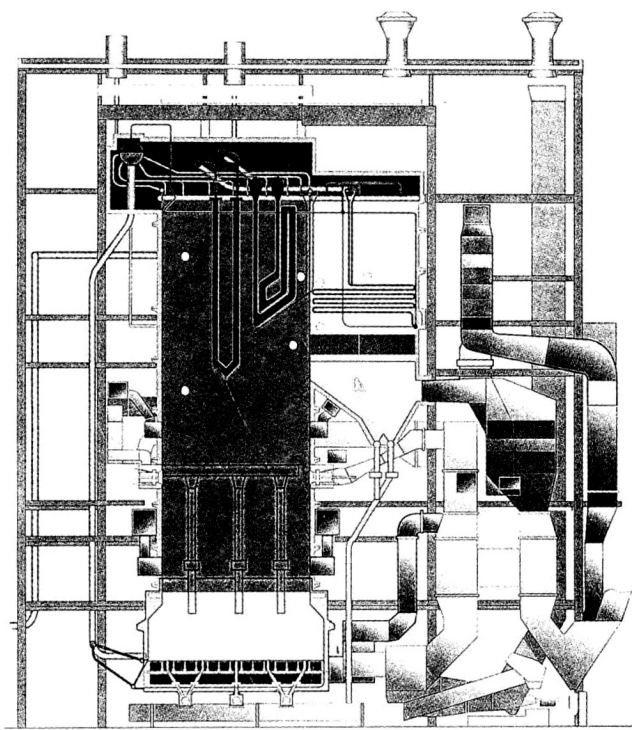
ních rychle rostoucích dřevin. Optimálním způsobem je kombinace obou principů, neboť umožňuje využití ploch uvolněných zemědělstvím a zpracování průmyslově nevyužitelné biomasy. Trvalým zdrojem nevytěžených zbytků v lesích jsou pěstební zásahy povinné ze zákona, jako je výchovná a očištná těžba v lese.

Pěstování rychlerostoucích dřevin, tzv. pařezin, je perspektivní cestou k zajištění biomasy do budoucna. Tyto dřeviny (např. vrba, topol) dosahují výnosu v sušině $15 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ za rok a nejkvalitnější odrůdy až $20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Tomeček, 1994). Pro energetické využití je nejlépe dodávat „štěpky“, což jsou částice předepsaných rozměrů.

Odhad ročního využitelného množství biomasy v ČR uvádí tab. 1.

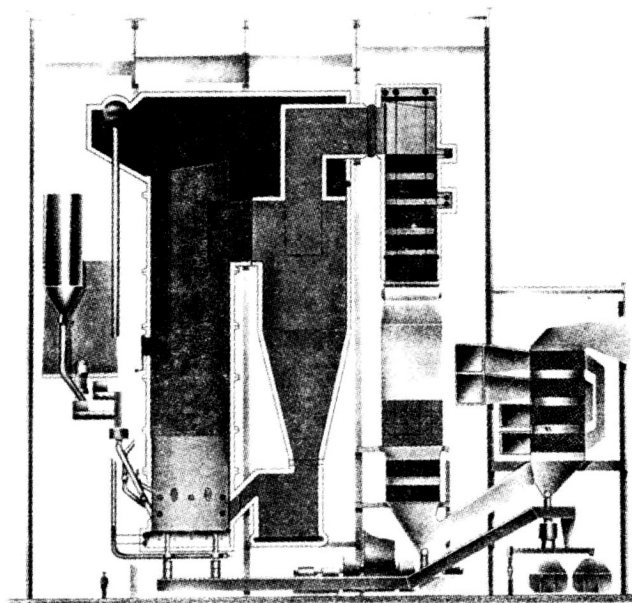
Energetické využití biomasy ve světě

Spalování fosilních paliv uvolňuje CO_2 do atmosféry a způsobuje skleníkový efekt, který zapříčiňuje globální oteplování zemské atmosféry. Energetické využití biomasy tyto vlivy eliminuje. Nejdále ve světovém vývoji moderních energetických technologií na zpracování biomasy jsou skandinávské země. Významnou roli tam hraje absolutní nedostatek fosilních paliv, ale i snaha o strategickou energetickou nezávislost na dovozu ropy, snižování pře-



1. Koncepte největšího světového kotle BFB na biomasu v teplárně Rauhalahti ve Finsku

2. Koncepte kotle CFB na biomasu v teplárně Händelöverket ve Švédsku



Tab.1. Roční využitelné množství biomasy v ČR

Zdroj	Zelená biomasa [tis.m ³]	Biomasa v sušině [mil.t]
Výchovná těžba	3 872	1,16
Prořezávky	669	0,2
Obnovená těžba	2 178	0,65
Pařeziny	15 300	12,24
Celkem	22 019	14,25

pravní náročnosti paliv a významná je i možnost vícenásobného využití dřeva. Současný podíl biomasy na celkové výrobě energie tam dosáhl 18 %. Technologie vyvíjené ve světě a komerčně uváděné do provozu je možné rozdělit do pěti kategorií:

- fluidní spalování biomasy,
- paroplýnové oběhy s využitím biomasy,
- zplyňování biomasy v kombinaci s paroplýnovým oběhem – IGCC (Integrated Gasification Combined Cycle),
- výroba kapalných paliv z biomasy,
- aerobní rozklad biomasy.

Fluidní spalování biomasy

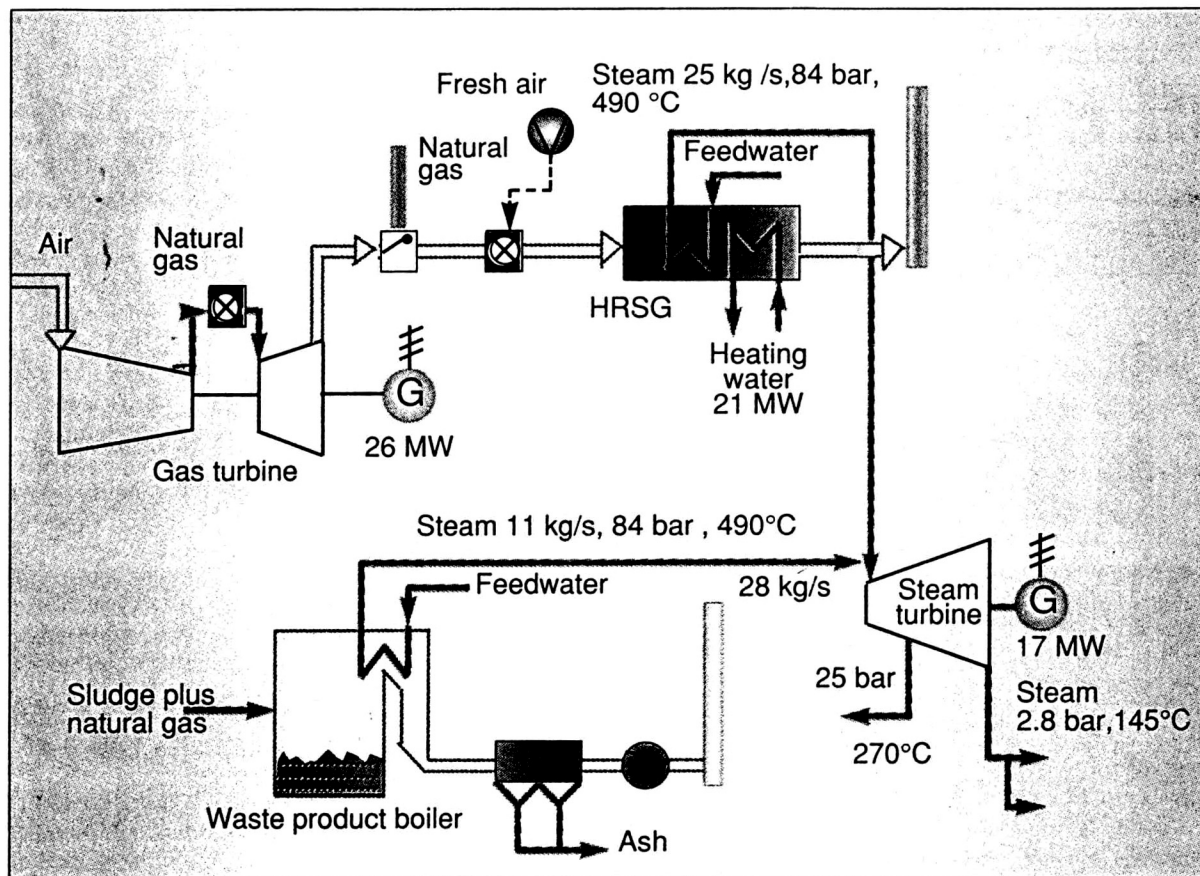
Největší fluidní kotel z tzv. *bublinovou fluidní vrstvou* (bubbling fluidized bed – BFB) vyrobila finská firma Tampella Power, působící v celé Skandinávii a byl postaven v teplárně Rauhalahti ve Finsku (obr. 1). Má instalovaný tepelný výkon 295 MW_t a zásobuje teplem město Juvaskylä a papírenský závod v Kangase (Andersson, 1994).

Nový kotel má plochu fluidního roštu 122 m² a stupňovité spalování s II. a III. vzduchem zajišťujícím snížení emisí NO_x na 140 mg.MJ⁻¹. Pro snížení emisí SO₂ pod předepsané limity se bude v budoucnu uvažovat s dávkováním vápence do fluidní vrstvy. Rovněž byl vyvinut proces na sušení rašeliny zaručující bezpečnost a spolehlivost provozu. Provozní náklady kotle BFB jsou nižší oproti jiným systémům a je nenáročný na obsluhu.

Firma Tampella Power rovněž instalovala první švédsky kotel na biomasu s *circulující fluidní vrstvou* – CFB (circulated fluidized bed) v teplárně Händelöverket u Norrköpingu – obr. 2. Nový kotel má tepelný výkon 125 MW_t, a 700 GWh tepla ročně zásobuje město. Je v provozu 8000 hod. ročně a spotřebuje při tom ca 1 mil. m³ dřeva. Má dvě základní výhody: nízké emise a maximální využitelnost domácích paliv.

Švédsko má extrémně nízké emisní limity. Např. pro SO₂ a NO_x u těchto typů kotlů je to 50 mg.MJ⁻¹. Předpisy rovněž vyžadují minimalizovat dosud nesledované emise N₂O podílející se rovněž na „skleníkovém efektu“.

Produkce emisí N₂O u tohoto typu kotle byla snížena zvýšením teploty spalování. Zvýšená tvorba emisí NO_x



3. Tepelné schéma paroplynového oběhu v teplárně Sachsen Papier v SRN

vyšší teplotou je proto eliminována unikátní selektivní katalytickou redukcí ve spalinovém traktu kotle. Emise SO_2 se snižují injektáží vápenného mléka do ohniště. Palivem jsou z 90 % dřevné štěpky a z 10 % černé uhlí.

Nový typ kotle SFB zvyšuje konkurenční schopnost využití biomasy oproti klasickým palivům jak v Evropě, tak i celosvětově. Ukazuje se, že spalování biomasy je ekonomicky efektivní cesta, jak redukovat závislost na uhlí, ropě a plynu. U těchto typů kotlů je rovněž perspektivní možnost využití popelovin jako hnojiva v zemědělství.

Paroplynové oběhy s využitím biomasy

Pro využití odpadních surovin z výroby papíru v závodě Sachsen Papier v Eilenburgu (SRN) instalovala společnost Tampella Power paroplynové zařízení s kotlem s bublinovou fluidní vrstvou BFB na spalování biomasy. Spalinový oběh s kotlem na odpadní teplo redukuje páru pro parní oběh (obr. 3) a elektrickou energii.

Paroplynové zařízení dává teplo v páře $129 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$ s parametry $8,4 \text{ MPa}/490 \text{ °C}$ do papírenského závodu. Elektrický výkon jednotky je $48,7 \text{ MW}_e$. Stabilizačním palivem u tohoto zařízení je zemní plyn. Fluidní kotel kromě spalování biomasy slouží pro likvidaci odpadů z výroby celulózy a papíru. S plným provozem se uvažuje od r. 1996.

Redukce emisí NO_x ve spalovací turbíně se dosahuje vstříkáním páry do spalovací komory. Emise NO_x tak nepřesahuje $100 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ a CO $80 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$. Pro snížení emisí SO_2 se uvažuje s dávkováním vápence do fluidní vrstvy.

Zplyňování biomasy v kombinaci s paroplynovým oběhem

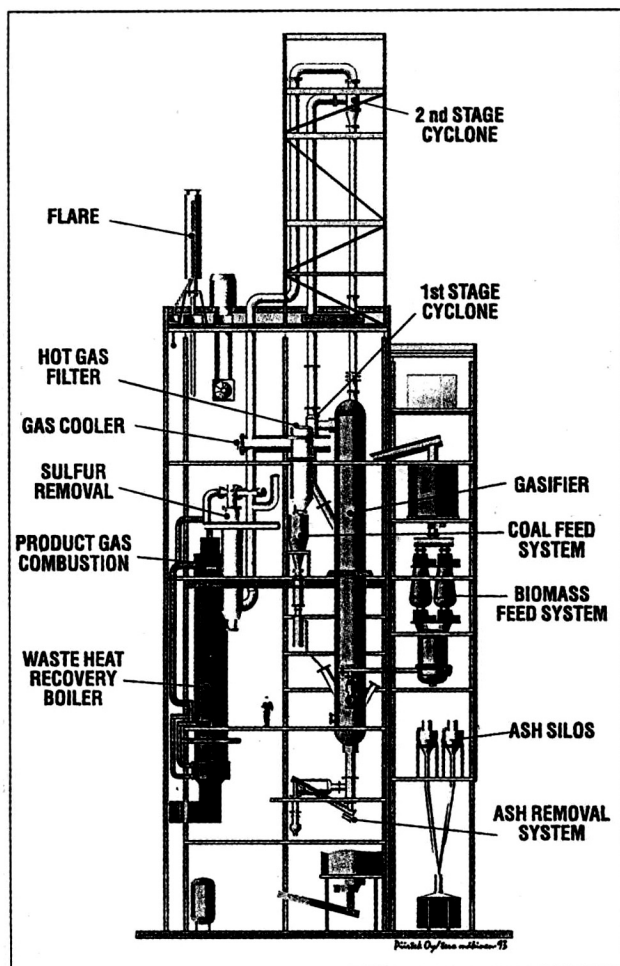
Extenzivní program zplyňování biomasy byl uskutečněn skandinávskou firmou Envipower na 15 MW_t pilotním zařízení v Tampere ve Finsku. Experiment ukázal, že biomasa se může zplyňovat v zařízeních postavených na

uhlí. Tento fakt výrazně zvyšuje její konkurenční schopnost i možnost kombinace dvou paliv – dřeva a uhlí.

Od r. 1991 Tampella Power provedla ve spolupráci s Envipower zplynění 3000 t dřevných štěpků. Úspěch těchto programů je důležitý zejména pro skandinávské země, kde je nadbytek biomasy.

Proces zplyňování biomasy je založen na kombinaci zplyňování ve fluidním loži a aglomeraci popele v jednodušném reaktoru (obr. 4). Pracuje při tlaku 3 MPa a teplotě 1100 °C. Pilotní zařízení zahrnuje všechny moduly pro zkoušky a aplikaci zplyňovacího procesu v budoucím paroplýnovém oběhu (obr. 5).

4. Hlavní komponenty pilotního zařízení na zplyňování štěpků



Ve světě existují dva způsoby výroby plynu z biomasy:

- *přímý* – štěpky a předehřátý vzduch postupují shora dolů. Z 1 t suchého dřeva se získá 1700 m³ plynu o výhřevnosti 5,7 MJ.m⁻³.
- *nepřímý* – vzduch se přivádí zesponu, vzniká 2700 m³ plynu o výhřevnosti 4,8 MJ.m⁻³. Výhřevnost plynu je možné zvýšit až na 19 MJ.m⁻³, přívodem kyslíku anebo vodní páry. Klíčovým místem v systému IGCC na biomasu je vysokoteplotní čištění spalin při teplotách 400–650 °C v keramických trubkových filtrech. Vycištěný plyn se pak spaluje v hořácích a teplo se využívá ve spalinovém kotli pro centralizované zásobování teplem a v budoucnu pro pohon parní turbíny.

Švédský program využití biomasy uvažuje v příštích 25 letech s novými energetickými teplárenskými zařízeními s ročním potenciálem 5 TWh ve veřejném a 1–2 TWh v průmyslovém sektoru. První aplikace s kapacitou 140 MW_t bude v městě Eskilsuna r. 1998. Společnost Envipower plánuje pak umístění dalších kapacit pro kogeneraci ve Finsku. Cena teplárenských zařízení např. o výkonu 100 MW_t je asi 100 mil. USD.

Ve Skandinávii se při výstavbě těchto zařízení poskytuje státní dotace do 20 % celkových investičních nákladů. Skladba investičních nákladů je následující: 70 % technologie, 20 % stavba, 3 % projekt a 7 % ostatní náklady. Roční spotřeba štěpek je průměrně 1310 m³ na 1 MW_t při časovém využití zařízení 2850 hod. ročně.

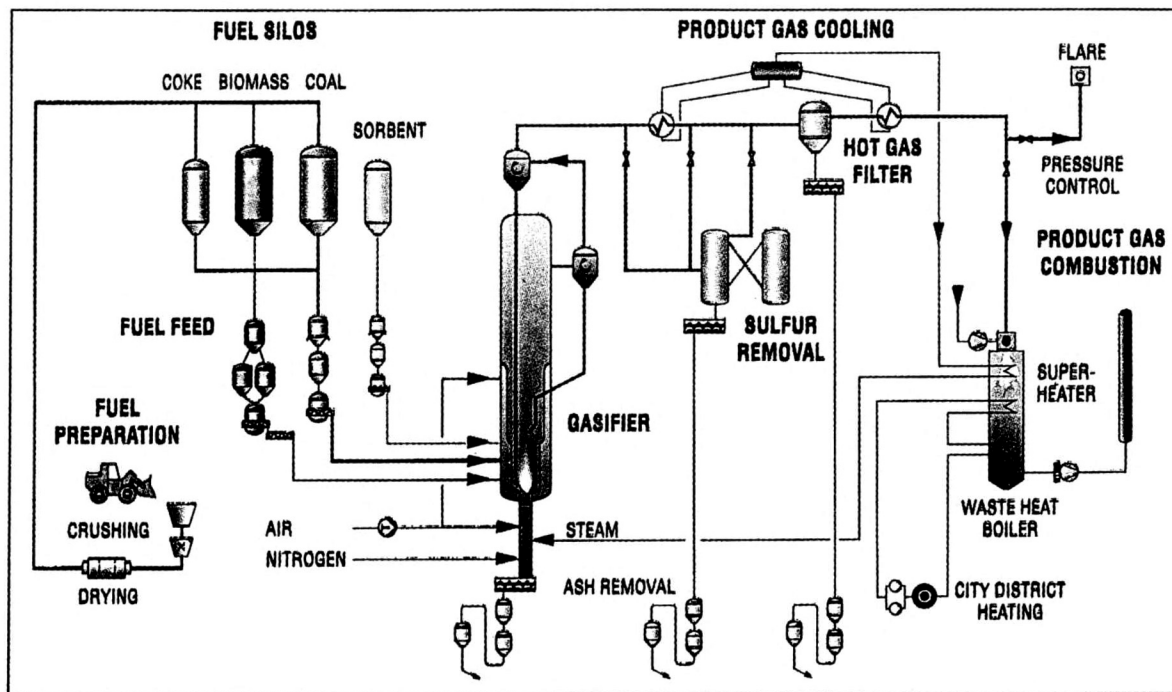
Výroba kapalných paliv z biomasy

Na kapalné palivo lze biomasu přeměnit 3 metodami:

- *Enzymatickou hydrolyzou* lignocelulozového materiálu a přeměnou cukrů. Z 1 t sušiny lze získat až 200 l etylalkoholu. (Tomeček, 1994).
- *Teplnou konverzí s fermentací* některých plodin (Bloom, 1994). Na Hebrejské univerzitě v Izraeli byl vyvinut způsob zkapalňování plodin „microalga Dunaliella parva“. Tato plodina při vzrůstu absorbuje několikanásobně více CO₂ než ostatní a lze ji pěstovat i na neúrodných lokalitách. Ze 100 ha se dá získat ročně až 2000 t plodiny a z ní 16 000 barelů kapalného paliva. Cena tohoto paliva vychází na 26 USD za barel.
- *Zplyňování dřeva* s následnou katalytickou přeměnou při teplotách až 500 °C (tento způsob byl použit v Chamesy ve Francii). Produktem této technologie je metanol (Tomeček, 1994).

Aerobní rozklad biomasy

Dřevné štěpky mohou dávat nízkopotenciální teplo aerobním rozkladem. Umístíme-li teplosměnné plochy do



5. Tepelné schéma zplyňovacího zařízení ve finském Tampere

prostoru, ve kterém jsou štěpky, můžeme získat při dvouletém provozu vodu o teplotě 60 °C. Ze štěpků se vytvoří hodnotný kompost s využitím v zemědělství.

* * *

Již nyní je energie jedním z hlavních problémů současného světa. Není daleko doba, kdy dosáhne takové cenové úrovně, kterou si skutečně zaslouží. Uvolňování tepelné energie působením lidské činnosti již na mnoha místech zeměkoule přesáhlo únosnou mez a v budoucnosti hrozí globální změna klimatu, zvláště v souvislosti se znečištěním atmosféry a stále výraznějšími projevy skleníkového efektu. Jednou z alternativ dlouhodobého řešení této situace je rozsáhlé využívání obnovitelných zdrojů energie, zejména biomasy. Lze předpokládat, že vývoj v našich krajích bude sledovat zahraniční tendence, kde vrcholem energetických technologií na biomasu jsou teplárny dálkového vytápění sídlišť i průmyslových a zemědělských provozů, většinou kombinované se spalováním komunálního odpadu. Tato výkonná zařízení budou splňovat i ty nejnáročnější environmentální požadavky.

Literatura

- Andersson, G., 1994: Sweden's largest bio fuel fired CFB up and running. Power lines, 4, p. 16–17.
 Biomass looks good for gasification process, 1994. MPS, 4, p. 61–65.
 Bloom, P., 1994: Power fuel produced from green microalgae. MPS (Modern power systems), 7, p. 32.
 Eilenburg cogeneration plant, 1994: MPS, 4, p. 51–57.
 Tomeček, J., 1994: Energetické využití biomasy v podmínkách ČR. Energetika, 11, 44, p. 356–358.

„Konaj tak, aby si vo svojej osobe i v osobe každého iného človeka používal ľudstvo vždy ako cieľ a nikdy nie len ako prostriedok.“

Immanuel Kant
(Zmysel tvojho života)