

Energetika ohrevu vody

Jediné, čo potrebujeme na zníženie našej energetickej potreby a emisií skleníkových plynov, je míňať menej.

Ing. Stanislav Števo, PhD.

Autor sa venuje návrhom udržateľných stavieb a automatizácii budov.

Kúpeľ v 200-litrovej vani či sprchovanie s „úspornou“ sprchovou hlavnicou zabezpečí hygienickú čistotu nášho tela, no pri fatálne rôznej energetickej spotrebe. Výmenou starého teplovodného plynového kotla za kondenzačný ušetríme max. 15 % energie, výmenou spôsobu umývania až 95 %. Zvýšenie účinnosti a efektivity ohrevu vody je oproti zvýšeniu efektívnosti jej využívania zanedbateľné. Koľko energie skutočne míňame na ohrev vody a koľko míňať musíme?

► Množstvo energie na prípravu teplej vody (TV) môžeme, v najhrubšom priblížení, rozdeliť na dve časti – časť tvorí energia nevyhnutná na výrobu technológie na ohrev vody a časť energia, ktoré sa minie pri samotnom ohreve a distribúcii zohriatej vody. V nasledujúcej časti opíšeme energetiku základných spôsobov ohrevu vody z pohľadu energetického nosiča.

Energia vložená do technológie na prípravu teplej vody

Slniečny (solárny) ohrev vody

Ohrev vody pomocou slnka predstavuje najprirodzenejší, najstarší, najjednoduchší a najlacnejší spôsob ohrevu vody.

V krajinách teplého pásma stačí vodu naliať do čiernej nádoby či nádrže a slnko ju zohreje. Čím viac sa posúvame do studenších, severnejších oblastí, tým musí byť systém solárneho ohrevu „zložitejší“. Spravidla sa diferencuje na časť na ohrev vody (kolektor), na zbernú akumuláciu nádobu (zásobník), rozvodné potrubia a pohon (obehové čerpadlo ap.) – t. j. pribúda potreba energie, spravidla elektrickej, ktorú musíme dodať, aby sme mohli slnečnú tepelnú energiu využiť. Pribúdajú tak prvky technológie na ohrev vody, ktoré treba vyrobiť a ďalej udržiavať. Je zrejmé, že čím je systém solárneho ohrevu zložitejší, tým viac energie sa minie na jeho výrobu, čím v konečnom dôsledku drasticky klesá efektívnosť ohrevu vody (pomer medzi vloženou a získanou energiou, tzv. EROEI [1]). V prípade ohrevu vody v čiernej nádobe v teplom pásme sa denná spotreba energie na ohrev vody rovná len energii výroby nádoby pripadajúcej na jeden deň v rámci jej životnosti. Plastový súdok s objemom 50 litrov váži približne 2 kg. V rámci LCA sa na výrobu 1 kg plastu minie približne 22 kWh [2, 3], čo

v konečnom dôsledku znamená, že na ohrev vody minie osoba asi 0,006 kWh/deň (počíta sa so životnosťou nádoby 25 rokov).

Solárny systém prípravy TV je v porovnaní s plastovou čiernou nádobou značne komplikovanejší. Kolektor, čerpadlová zostava (čerpadlo, teplotné snímače, elektronický regulátor, prietokomer, tlakomer, poistné ventily s uzatváracími armatúrami – kohútmi), potrubný systém, zásobník TV s dvomi výmenníkmi s možnosťou vloženia elektrickej ohrevnej vložky, expanzná nádoba, teplonosná kvapalina atď. Tento systém minie na svoju výrobu v rámci planéty približne od 23 MWh energie [4], čo pri predpokladanej životnosti 25 rokov predstavuje v prepočte na jedného človeka a jeden deň približne 0,84 kWh. Obehové čerpadlo (spravidla s výkonom približne 15 wattov) predstavuje dennú spotrebu približne 0,04 kWh.

Denná spotreba energie obehového čerpadla je tak oproti dennej energii potrebnej na výrobu solárneho systému zanedbateľná (0,04 kWh vs 0,84 kWh), no je takmer 10x väčšia ako celková energia systému ohrevu vody pomocou čiernej plastovej nádoby (0,006 kWh)!

Ohrev vody pomocou biomasy

Predstavuje svetovo druhý najrozšírenejší spôsob ohrevu vody. Uvoľnené teplo pri spaľovaní dreva, trusu či inej biomasy zohrieva vodu v nádobe či výmenníku. Účinnosť premeny tepla je veľmi rôznorodá v závislosti od použitej technológie.

Ohrev vody beduínmi pomocou ťavieho trusu či spaľovanie dreva v splyňovacom kotle ohreje vodu „rovnako“, len s rôznou účinnosťou premeny paliva na zohriatu vodu. A priori to však neznamená, že technológia s lepšou účinnosťou premeny paliva na teplú vodu je aj ekologickejšia.

Liatinové, liatinovo-šamotové či kombinované kotly na biomasu (v našich podmienkach je to najčastejšie drewná hmota) sú spravidla konštrukčne jednoduché a majú vysokú životnosť. Výroba liatinového kotla na ohrev vody „stojí“ planétu Zem približne 3,8 MWh energie [3, 5], čo predstavuje dennú spotrebu približne 0,05 kWh/osobu.

Kombinované kotly na biomasu (slúžiace na prípravu TV aj vykurovanie) majú približne o tretinu vyššiu bilanciu množstva energie uloženej pri výrobe technológie na prípravu TV. Pyrolitické kotly majú túto bilanciu až niekoľkonásobne vyššiu.

Ohrev vody pomocou zemného plynu

Ohrev vody pomocou zemného plynu je v našich oblastiach veľmi rozšírený. V zásade existujú dva základné spôsoby prípravy TV pomocou tohto neobnoviteľného energetického nosiča – prietokový a zásobníkový ohrev. Prietokové ohrievače majú nižšiu účinnosť prípravy TV ako akumulácia nádoby, pričom výroba prietokového plynového ohrievača má spravidla mierne vyššiu energetickú náročnosť (8,3 MWh, t. j. 0,37 kWh/osobu/deň) [4] ako zásobníkového ohrievača (6,5 MWh, t. j. 0,29 kWh/osobu/deň) [4].

Energetický zdroj (zemný plyn) si vyžaduje nesmierne množstvo energie, ktoré je potrebné na dodanie (distribúciu) plynu k miestu spotreby – ku kotlu (stavba závodu na výrobu plynovodov, samotná výroba oceľových rúr, stavba kompresorovni atď.). Podobne ako elektrizačná sieť, aj plynová distribučná sieť sa budovala desaťročia a je v nej uložené fatálne množstvo energie (takmer bez výnimky z fosílnych palív). Koľko energie sme minuli na výrobu a distribúciu 1 kWh elektrickej energie či koľko energie sme minuli, kým získame 1 kWh energie z plynu v domácnosti,

Tab. 1 Hodnotenie energetiky ohrevu vody podľa technológie, zdroja a typu spotrebiteľa

	Energia vložená do technológie	Tepelné straty	Energia ohrevu vody (zo zdroja tepla)	Σ
	(kWh/liter/40 °C)	(kWh/liter/40 °C)	(kWh/liter/40 °C)	(kWh/liter/40 °C)
ST – slnko – jednoduchý ohrev v nádobe	0,006	0	0	0,006
Eco – slnko – jednoduchý ohrev v nádobe	0,002	0	0	0,002
ST – slnko – solárny systém	0,840	0	0,04	0,880
Eco – slnko – solárny systém	0,280	0	0,01	0,290
ST – biomasa – pec	0,070	0,75	3,5	4,320
Eco – biomasa – pec	0,023	0,15	0,7	0,873
ST – biomasa – kotol liatina	0,220	0,75	3,3	4,270
Eco – biomasa – kotol liatina	0,070	0,15	0,66	0,880
ST – biomasa – splyňovací kotol	0,760	0,75	2,3	3,810
Eco – biomasa – splyňovací kotol	0,250	0,15	0,46	0,860
ST – zemný plyn – prietokový ohrev	0,370	0	2,55	2,920
Eco – zemný plyn – prietokový ohrev	0,120	0	0,51	0,630
ST – zemný plyn – zásobníkový ohrev	0,290	0,75	2,4	3,440
Eco – zemný plyn – zásobníkový ohrev	0,100	0,15	0,48	0,730
ST – el. energia – prietokový ohrev	0,160	0	2,35	2,510
Eco – el. energia – prietokový ohrev	0,050	0	0,47	0,520
ST – el. energia – zásobníkový ohrev	0,380	0,75	2,35	3,480
Eco – el. energia – zásobníkový ohrev	0,130	0,15	0,47	0,750
ST – el. energia – TČ voda – voda	1,370	0,75	0,75	2,870
Eco – el. energia – TČ voda – voda	0,450	0,15	0,15	0,750
ST – el. energia – TČ vzduch – voda	0,500	0,75	1,1	2,350
Eco – el. energia – TČ vzduch – voda	0,160	0,15	0,22	0,530

sa ťažko zisťuje, no štatistiky a analýzy ukazujú, že sú to 2 až 4 % percentá všetkej energie distribuovanej systémom [7] (energetickej či plynovej siete). Pri najkonzervatívnejšom prepočte v rámci domácností to znamená, že množstvo energie pripadajúcej na vrub plynovej prípojky na osobu tak na deň predstavuje 0,11 kWh.

Prietokový vs akumulčný ohrev vody

Teplú vodu (TV) potrebujeme v rámci celého dňa štatisticky len niekoľko minút. Ak je TV v zásobníku, znamená to, že 99 % času je nevyužitá – chladne, takže strácame teplo a energiu, ktorou sme ju zohriali. V prepočte je toto množstvo „stratenej“ energie pri jednom človeku využívajúcom TV v domácnosti zo zásobníkového ohrievača približne 0,015 kWh/deň [9] na liter ohriatej vody.

Elektrický ohrev vody

Podobne ako v prípade prípravy TV pomocou zemného plynu rozlišujeme prietokové a zásobníkové elektrické ohrievače. Elektrický ohrev predstavuje „najpohodlnejší“ a najlepšie regulovateľný spôsob prípravy TV. Výroba prietokového elektrického ohrievača stojí planétu Zem približne 2,7 MWh [4] (0,16 kWh/osobu/deň) a zásobníkového elektrického ohrievača 6,4 MWh [4] (0,38 kWh/osobu/deň). Príprava TV pomocou tepelné-

ho čerpadla predstavuje v princípe nepriamy elektrický ohrev. Množstvo energie, ktoré vložíme do výroby tepelného čerpadla (TČ), závisí od konkrétneho typu voda – voda, vzduch – voda. TČ vo variante voda – voda so zemnými vrtmi má v sebe uloženej najviac energie – od 30 MWh [9, 10] (1,37 kWh kWh/osobu/deň) –, TČ vzduch – voda má v sebe uloženú energiou od 11 MWh [9, 10] (0,50 kWh/osobu/deň).

Centralizované zásobovanie teplom (CZT)

V mnohých bytoch aj domoch sa TV dodáva z CZT, kde sa pripravuje v kotolni, alebo sa využíva teplo z určitej priemyselnej činnosti. V prípade kotolní, kde sa spaľuje určitý druh paliva výlučne na účel prípravy TV pre domácnosti (či už na dodávku TV, alebo vykurovanie), je energetická bilancia v hodnotení celého životného cyklu nepriaznivejšia ako v prípade lokálneho zdroja tepla. To znamená, že plynová kotolňa minie pri prepočte na jeden byt viac energie ako byt, v ktorom je umiestnený plynový kotol na prípravu TV (dodávka TV a vykurovanie). Tento fakt spôsobujú vysoké energetické nároky na stavbu a údržbu kotolne a rozvodov TV a ich tepelné straty.

Ak sa na prípravu TV využíva „odpadové“ teplo, napr. ako dôsledok výroby elektrickej ener-

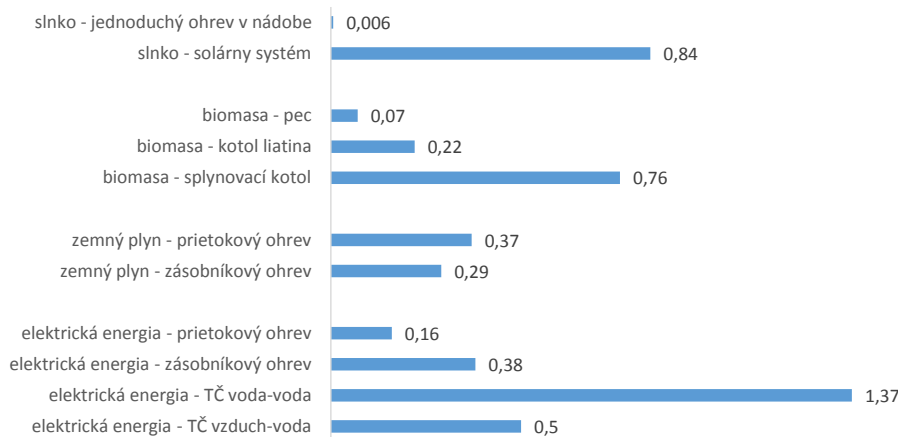


Výmena bežnej sprchovej hlavice za úspornú sprchovú hlavicu prinesie výraznú úsporu.

gie, potom má CZT v porovnaní s lokálnymi spôsobmi prípravy TV priaznivejšiu energetickú bilanciu. Táto bilancia je veľmi rôznorodá z prípadu na prípad a nedá sa paušálne určiť či odhadnúť, preto sa tejto oblasti budeme venovať v samostatnom článku.

Energia vložená do prípravy teplej vody Slnčný (solárny) ohrev vody

V tomto prípade je celková alebo majoritná potreba energie na prípravu TV uspokojená slnkom. Pri solárnych systémoch musíme dodať určité množstvo elektrickej energie



Obr. 1 Potreba energie na výrobu technológií na prípravu TV v prepočte na kWh/osobu/deň

– zmienené obehové čerpadlo (spravidla s výkonom približne 15 W) predstavuje dennú spotrebu približne 0,04 kWh/osobu/deň. Takého systémy sú zvyčajne vybavené aj doplnkovým zdrojom – elektrickou ohrevnou vložkou (plynovým ohrievačom) – pre prípady, keď už slnko nedokáže zohriať vodu na požadovanú teplotu.

Ohrev vody pomocou biomasy

Z fyzikálneho hľadiska potrebujeme na zohriatie jedného litra vody o 40 °C približne 0,046 kWh energie. V závislosti od druhu paliva a spôsobu jeho spaľovania (účinnosti premeny paliva na využiteľné teplo) tak na zohriatie rovnakého množstva vody minieme rôzne množstvo paliva.

Jednoduché pece majú spravidla účinnosť približne do 70 %, ak sa však kachľová pec vybaví elektronickou reguláciou, možno jej účinnosť zvýšiť až na neuveriteľných 85 % [11].

Ak reálne potrebujeme na zohriatie jedného litra vody o 40 °C 0,046 kWh, potom v peci s účinnosťou 70 % potrebujeme v konečnom dôsledku minimálne 0,066 kWh dodanej energie. Tomuto množstvu energie zodpovedá približne 0,016 kg bukového dreva alebo slamy (mnohých často prekvapí, že 1 kg slamy má mierne vyššiu výhrevnosť ako 1 kg bukového dreva).

Splynovací kotol má účinnosť približne 75 až

85 % [11], čomu analogicky zodpovedá 0,046 kWh/liter/40 °C.

Biomasa „vzniká“ zväčša bez priameho ľudského pričinenia, preto je energetická potreba paliva zvyčajne rovná energii potrebnej na dovoz danej suroviny k miestu spaľovania, prípadne energii vynaloženej pri výrobe paliva z biomasy.

Napríklad výrobný proces peliet zahŕňa zvoz suroviny, jej triedenie a sušenie, peletizáciu, chladenie peliet, ich uskladnenie, balenie a dovoz. Každý z týchto procesov si vyžaduje použitie určitých zariadení a „dodanú externú energiu“ (zvoz suroviny – kamiónová doprava, sušenie suroviny – potreba asi 2 kWh na 1 kg odparenej vody, peletizácia – pohon peletovacieho lisu atď. [6]).

Ohrev vody pomocou zemného plynu

Plynové ohrievače sa vyrábajú s rôznymi energetickými účinnosťami prípravy TV. Prietokové plynové ohrievače majú spravidla účinnosť do 90 % [13], čomu zodpovedá energetická potreba 0,051 kWh/liter/40 °C.

Pri prepočte so spaľovacím teplom plynu je účinnosť kondenzačného kotla až do 95 % [14] (0,048 kWh/liter/40 °C). Priemerné spaľovacie teplo (objemové) zemného plynu je približne 10,55 kWh/m³ [15], t. j. na zohriatie jedného litra vody o 40 °C spotrebujeme približne 5 litrov zemného plynu.

Ako sme sa už zmienili, množstvo energie pripadajúcej na vrub plynovej prípojky na osobu na deň je 0,11 kWh. Štatisticky tak zhruba tretina spotreby plynu domácnosti pripadá na prípravu TV, t. j. či už sa minie voda v domácnosti s plynovým ohrevom vody, alebo nie, v rámci planéty minie každá osoba približne od 0,03 kWh.

Elektrický ohrev vody

Principiálne je účinnosť priameho elektrického ohrevu (či už prietokového, alebo akumuláčného) takmer identická, pretože v elektrickej ohrevnej vložke sa mení elektrická energia na teplo, t. j. účinnosť je až 99 %. V prípade akumuláčného ohrevu je strata akumulovaného tepla približne 0,015 kWh/deň na liter ohriatej vody, čím v konečnom dôsledku celková účinnosť prípravy TV drasticky klesá.

V prípade tepelných čerpadiel určuje koeficient COP (Coefficient of Performance), koľko elektrickej energie sa minie v porovnaní so teplom získaným TČ. Kvalitnejšie TČ voda – voda v praxi dlhodobo vykazujú COP od 3,0 do 3,5 (0,015 kWh/liter/40 °C) a pri čerpadlách typu vzduch – voda je 2,0 až 2,5 (0,022 kWh/liter/40 °C).

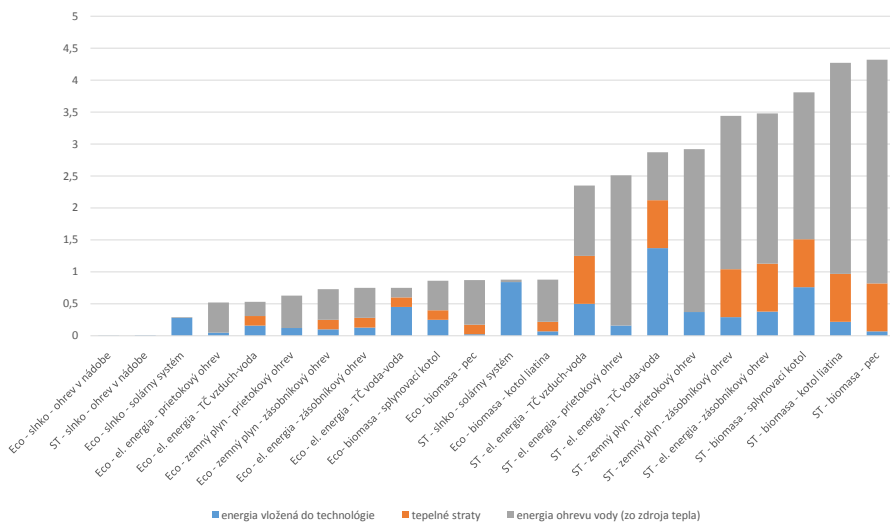
Podobne ako v predchádzajúcom prípade, aj príprava TV pomocou elektrickej energie si vyžaduje stavbu elektrární a distribučnej siete, na ktorú sa minie približne od 0,07 kWh/osobu/deň v prepočte na prípravu TV [7, 17]. Potrebu energie plynovej a elektrickej prípojky do celkovej bilancie prípravy TV nezarátavame, pretože elektrickú prípojku na pohon obehového čerpadla si vyžaduje napríklad aj solárny ohrev vody. Ilustračne však človek bývajúc v off-grid dome ušetrí denne približne 0,2 kWh oproti klasickému človeku, ktorý býva v dome s elektrickou a plynovou prípojkou.

Treba mať pritom na pamäti stále fakt, že príprava TV pomocou elektrickej energie sa v zásade zabezpečuje z viac ako 90 % z neobnoviteľných zdrojov energie, t. j. elektrický ohrev je veľmi podobný ohrevu vody zemným plynom či pomocou uhlia, pretože takmer polovica elektrickej energie vyrobenej v rámci EÚ-28 pochádza práve z týchto zdrojov (fosilné palivá 48 %, jadrové palivo 28 %, vodná energia 13 %, veterná energia 8 %, ostatné 3 % [18]).

Porovnanie energetiky ohrevu TV podľa technológií, zdroja a typu konzumenta

Za posledné desaťročia sa kladie veľký dôraz na energetickú spotrebu, šetrnosť a ekologickosť. Elektrónkové televízory nahradili mnohonásobne úspornejšie LED LCD televízory, staré teplovodné plynové kotly sa vymenili za kondenzačné, žiarovky v domácnostiach aj v pouličných osvetleniach sa nahradili energeticky efektívnymi LED svietidlami.

Je potom priam šokujúce, že energetická spotreba Európana za posledné desaťročia neklesá [19]. Dôvodov je niekoľko. Prvým je fakt, že ekonomiky štátov stoja na spotrebe,



Obr. 2 Porovnanie energetiky prípravy TV podľa technológií, zdroja a typu konzumenta

a nie na skutočnom šetrení. Z ekonomicky vysokej spotreby vyplýva nepriamo aj druhý dôvod, prečo naša energetická spotreba neklesá – hodnotia sa čiastkové procesy oddelené od celku.

Hodnotíme účinnosť kotla na prípravu TV, no nehodnotíme účinnosť (efektívnosť) spotreby zohriatej TV, t. j., či skutočne musíme toľko TV mýňať. Pri hodnotení celého procesu uspokojovania určitej ľudskej životnej potreby by totiž bolo zrejmé, že nešetříme, ale mýňame viac, a to aj napriek „účinnnejším“ technológiám. Smerodajné je teda hodnotenie energie jednotlivých procesov pri naplnení našich potrieb. Koľko energie minie jedna osoba na svoje hygienické nároky, vykurovanie domu atď.

Takéto hodnotenie nenájdeme v metodikách ani smerniciach EÚ, pretože rýchlo odhalí fakt, že ak v pasívnom dome býva jeden človek, tak tento človek devastuje planétu viac ako niekoľkočlenná rodina bývajúc v neefektívnom starom dome.

V nasledujúcej časti preto analyzujeme energetickú náročnosť prípravy TV na uspokojenie potrieb dvoch typov ľudí (spotrebiteľov TV).

Prvý spotrebiteľ je štatisticky štandardná (ST) priemerná osoba, mýňajúca 50 litrov TV za deň.

Druhý prípad predstavuje ekologicky citiaci spotrebiteľ (Eco), ktorý sa snaží efektívne využívať TV v rámci udržania svojho komfortu (sprchovanie s úspornou sprchovou hlavickou pred kúpeľom a pod.). Takýto Eco spotrebiteľ vykazuje štatisticky spotrebu nižšiu ako 10 litrov TV na deň [20]. Nižšia potreba TV sa premietne do technológie – Eco spotrebiteľovi stačí menší solárny systém, menší kotol atď. Porovnanie energetickej potreby oboch spotrebiteľov je v tab. 1.

Z tab. 1 a obr. 2 je zrejmych mnoho zaujímavých skutočností. Ak vodu zohrievame v jednoduchej čiernej nádobe na slnku (napr. letná sprcha), nie je podstatné, koľko vody minieme, pretože túto vodu zohrieva slnko a energia potrebná na výrobu nádoby je zanedbateľná. V našich podmienkach je však celoročná príprava TV týmto spôsobom obmedzená len na letné mesiace.

Z obr. 2 je ďalej očividné, že ekologicky citiaci spotrebiteľ TV používajúci plynový kotol alebo kotol na biomasu mýňa menej energie ako štandardný spotrebiteľ, ktorý využíva akúkoľvek špičkovú technológiu na prípravu TV (tepelné čerpadlo alebo solárny systém).

V rámci spotreby energie je tak dôležitejšie to, koľko TV mýňame, než aký spôsob jej prípravy, resp. akú technológiu na zohriatie vody použijeme.

Človek, ktorý rozumne mýňa TV (Eco), používa letnú sprchu a elektrický prietokový ohrev v rámci prípravy TV, minie 2x menej energie ako bežný človek používajúci solárny systém, 5x menej energie ako človek používajúci tepelné čerpadlo vzduch – voda či dokonca takmer 8x menej energie ako bežný človek, ktorý si ohrieva vodu pomocou biomasy.



Záhradná sprcha autora

Účinnosť, efektívnosť vs osobná spotreba energie

Vďaka ľudstvu vymierajú v prírode každý deň rôzne druhy rastlín, hmyzu či zvierat. Ak nezačneme žiť udržateľne, bude len otázkou času, kedy príde rad na nás. Hodnotiť procesy oddelene od dôležitých väzieb na celok planéty Zem je veľkou hlúposťou. Ak mám vysokou účinnosť plynového kotla na ohrev vody a každý deň sa kúpem a sused má starý neúčinný kotol na drevo, no TV využíva efektívne, mýňam planéty Zem mnohonásobne viac zdrojov ako môj sused. Spoliehať sa na marketingové označenia účinnosti a energetických tried je veľmi naivné. Výmena bežnej sprchovej hlavice za úspornú sprchovú hlavicu prinesie mnohonásobne väčšiu úsporu ako výmena starého plynového kotla za špičkové tepelné čerpadlo alebo solárny systém. Osprchujeme sa rovnako, bez straty komfortu, no s drasticky rozdielnou spotrebou vody – energie. Takmer k identickému zisteniu prideme aj v oblasti emisií skleníkových plynov. Dôležitejšie je mýňať menej TV ako zbytočne veľa aj napriek tomu, že ide o vodu zohriatu „ekologickejšie“.

Jediné, čo potrebujeme na zníženie našej energetickej potreby a zníženie emisií skleníkových plynov (či vo všeobecnosti na zníženie našej ekologickej stopy), je mýňať menej. Mýňať toľko, koľko skutočne potrebujeme. Bez straty komfortu, bez nových „eko“ technológií, so zdravým sedliackym rozumom a s novými návykmi môžeme znížiť potrebu energie na prípravu TV (ale aj energiu potrebnú na život vo všeobecnosti) jednoducho až 20-násobne (o 95 %).

Foto a obrázky: autor, isifa/Shutterstock

Literatúra

1. Mesfin M. Mekonnen, P. W. Gerbens-Leenes and Arjen Y. Hoekstra: The consumptive water footprint of electricity and heat: a global assessment, Environmental Science Water Research & Technology. Electronic Supplementary Material

(ESI) for Environmental Science: Water Research & Technology. This journal is © The Royal Society of Chemistry, 2015.

2. Geoff Milne: Embodied Energy, 5.2 EMBODIED ENERGY, <http://ohp.parks.ca.gov/pages/1054/files/embodied%20Energy.pdf>.
3. Embodied energy. Dostupné na internete. DOI: 8.8.2017, https://en.wikipedia.org/wiki/Embodied_energy.
4. Robert H. Crawford and Graham J. Treloar: Life-cycle energy analysis of domestic hot water systems in Melbourne, Australia. School of Architecture and Building, Deakin University, Geelong, Australia, 40th Annual Conference of the Architectural Science Association ANZASCA, http://anzasca.net/wp-content/uploads/2014/08/ANZASCA2006_Robert-H-Crawford_Graham-J-Treloar.pdf.
5. GreenSpec: Building materials impact compare. <http://www.greenspec.co.uk/building-design/rainwater-goods/>, august 2017.
6. Ladislav Židek: Drevené pelety – pohodlný zdroj energie. Výroba a využívanie. Možnosti vykurovania a lokálnej výroby elektrickej energie z biomasy. Žilina, 22. 5. 2007, http://www.biomasas-info.sk/docs/10zidek_s.pdf.
7. Union of Concerned Scientists: Uses of Natural Gas, science for a healthy planet and safer world. Dostupné na internete. DOI: August 2017 <http://www.ucsusa.org/clean-energy/coal-and-other-fossil-fuels/uses-of-natural-gas#.WYGGWhWGPUI>.
8. TASR: Spotreba plynu na Slovensku by do roku 2020 mala skôr stagnovať. Dostupné na internete. DOI: 8. augusta 2016, <http://www.teraz.sk/ekonomika/spotreba-plynu-na-slovensku-by-do-roku-2/211075-clanok.html>.
9. Technická špecifikácia produktu: Zásobník TUV Viessmann Vitocell 100-W 100 CUG, Ohrievače vody s nepriamym ohrevom. Dostupné na internete. DOI: August 2017 <https://www.domintex.sk/zasobnik-tuv-viessmann-vitocell-100-w-100-cug/>.
10. Samuel J.G. Cooper, Geoffrey P. Hammond, Marcelle C. McManus, Alfonso Ramallo-Gonzalez, John G. Rogers: Effect of operating conditions on performance of domestic heating systems with heat pumps and fuel cell micro-cogeneration. Energy and Buildings, Volume 70, February 2014, Pages 52 – 60.
11. Cristian Chiavetta, Francesco Tinti, Alessandra Bonoli: Comparative life cycle assessment of renewable energy systems for heating and cooling. 2011 International Conference on Green Buildings and Sustainable Cities, Procedia Engineering 21 (2011) 591 – 597.
12. Stavebník, komplexné stavebné informácie: Kachľové pece a ich účinnosť spaľovania. Dostupné na internete: DOI: August 2017, <https://www.stavebnik.sk/clanky/kachlove-pece-a-ich-ucinnost-spalovania.html>.
13. Canada Mortgage and Housing Corporation: Instantaneous Gas Water Heater. 2013, dostupné na internete. DOI: august 2017, https://www.cmhc-schl.gc.ca/en/inpr/su/sufep/sufep_008.cfm.
14. Centrum kúrenia B&S: Rozdiely medzi klasickým a kondenzačným kotlom. Dostupné na internete. DOI: 10.8.2017. <http://www.banik.sk/rozdily-medzi-klasickým-a-kondenzacným-kotlom/>.
15. SPP: Prepočet m3 na kWh. Dostupné na internete. DOI: 10.8.2017. <http://www.spp.sk/sk/male-podnikanie-a-organizacie/plyn/sluzby-zakaznikom/ako-platim-za-plyn/prepocet-m3-na-kwh/>.
16. 4u-therm: Jak je to s výkonem tepelného čerpadla. Dostupné na internete. DOI: 11.8.2017. <http://www.4u-therm.cz/zakladni-informace-jak-je-to-s-vykonem-TC.php?str=6>.
17. Priemerná spotreba elektriny v domácnosti, výhodná energia. Dostupné na internete. DOI: 10.8.2017. <https://www.vyhodnaenergia.sk/blog/126/elektrina/priemerna-spotreba-elektriny-v-domacnosti>.
18. Eurostat – Statistics explained: EU-27 Electricity generation by source 2014. Dostupné na internete. DOI: 10.8.2017. <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index>.