

ANALÝZA

Bratislava 26. 7. 2023

Poklad, ktorým mrháme. Nevyužitie teplo môže znížiť závislosť na fosílnych palivách.

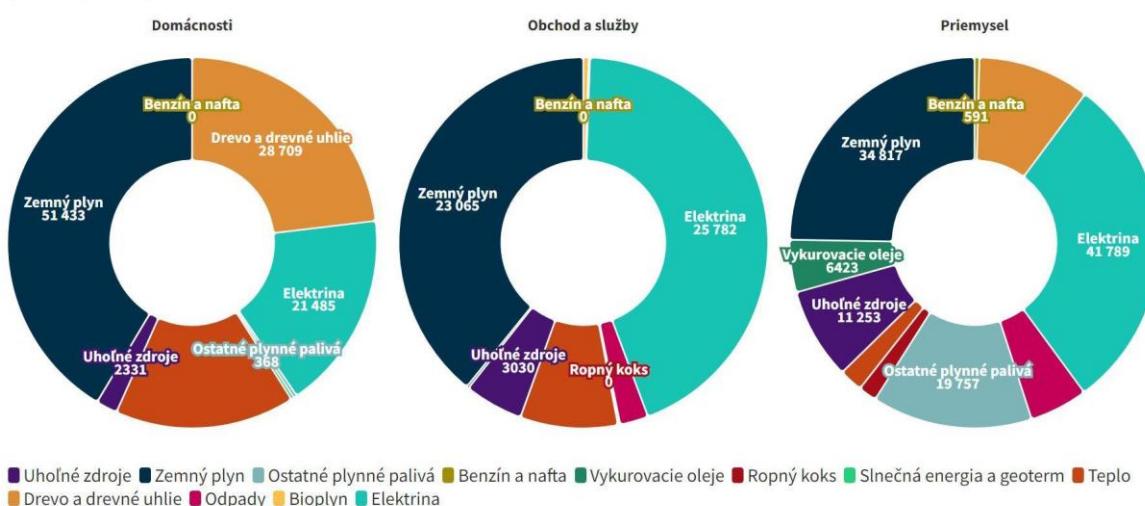
Energetická kríza zasiahla prakticky všetky krajiny sveta, Slovensko nevynímajúc. Problém so zdražovaním energií a nestabilnými dodávkami palív môže vyriešiť využitie tzv. zvyškového tepla, ktoré je dostupné vo veľkých množstvách. Reč je o tepelnej energii, ktorá je za bežných podmienok považovaná za odpad. Nachádza sa všade okolo nás. Skrýva ju nielen ohriaty vzduch z komínov priemyselných podnikov, ale aj z bežných klimatizácií, administratívnych budov, nákupných centier, supermarketov a datacentier. Teplo vieme získať aj z vody v čistiarniach odpadových vôd.

Slovenské domácnosti v roku 2021 spotrebovali podľa Štatistického úradu SR¹ 124 miliónov GJ energie v podobe tepla a elektrickej energie. **Najväčší podiel, vyše 40 %, mala energia vo forme zemného plynu** (51,4 mil. GJ). Druhé najpoužívanejšie palivo bolo drevo a drevné uhlie (28,7 mil. GJ). V prípade obchodu a služieb, ako aj priemyslu hrala prím elektrina, zemný plyn bol druhou najčastejšie používanou komoditou.

Najznečistujúcejšie² zdroje energie na báze uhlia (čierné a hnedé uhlie, uhoľné brikety, uhoľný koks) mali v energetickej spotrebe **domácností podiel 1,9 %, obchodu a služieb 5,1 % a v prípade priemyslu až 8 %**. Uhlie, ako aj iné fosílné palivá, vznikali pod zemou milióny rokov a zo svojej podstaty patria k neobnoviteľným zdrojom energie. Pri spálení uvoľňujú do ovzdušia nadmerné množstvá skleníkových plynov, ktoré sú **dominantne zodpovedné za globálne otepľovanie**.

Konečná energetická spotreba palív, elektriny a tepla
(v tisícoch GJ)

GreenTalk



Zdroj: Energetika 2021, Štatistický úrad SR

Graf na nahliadnutie/vloženie na web: <https://public.flourish.studio/visualisation/14326553/>.

Údaje sú výsledkom analýzy konečnej energetickej spotreby, t.j. priamej spotreby palív, elektriny a tepla, z ktorej sú vyňaté neenergetická spotreba (napríklad zemný plyn spotrebovaný v priemysle na výrobu chemikálií) a spotreba za účelom transformácie na elektrickú energiu a iné palivá.

Z čoho sme vychádzali

Pri analýze sme pracovali s dátovými zdrojmi **dvoch celoeurópskych štúdií** o množstve nevyužívaného tepla z priemyslu, domácností a komerčných budov a zhodnotili sme **potenciál Slovenska nahradiť fosilné palivá zvyškovým teplom**.

Prvou z nich je štúdia využiteľnosti mestského odpadového tepla v krajinách únie pod hlavičkou projektu **ReUseHeat³**. Druhou je analýza zvyškového tepla z priemyselných areálov v Európe vypracovaná v rámci projektu **sEEnergies⁴**.

1. Mestá ako tepelný zdroj (ReUseHeat³)

Mestské zvyškové teplo pochádza od **siedmich hlavných skupín producentov**. Patria sem datacentrá, stanice metra, potravinárske podniky, supermarkety, administratívne budovy, rezidenčné budovy a čistiarne odpadových vôd. Teplo je dostupné ako ohriaty vzduch z chladiacich jednotiek a odpadová teplá úžitková voda. Ich teplota sa pohybuje od 10 až po vyše 70 °C.

Celkový tepelný potenciál mestského odpadového tepla na Slovensku je 9,9 miliónov GJ. Autori štúdie analyzovali 924 zdrojov odpadového tepla na území Slovenska, z čoho 645 sa nachádzalo v blízkosti mestských vykurovacích sietí. Viac ako polovicu dostupného tepla (56 %) **predstavujú čistiarne odpadových vôd**. Zo zvyšných zdrojov mali najväčšie zastúpenie datacentrá (20 %) a supermarkety (17 %). Ak by sa brali do úvahy len zdroje v blízkosti vykurovacích sietí, energetický potenciál je na úrovni 8,5 mil. GJ.

2. Teplo ako vedľajší produkt priemyslu (sEEnergies⁴)

V energeticky náročných priemyselných sektoroch, napríklad pri výrobe ocele, cementu, skla, papiera alebo chemikálií, nevyhnutne vznikajú spaliny. Je to **koncentrovaný odpadový prúd horúcich plynov**, ktorý je vďaka vysokej teplote a nepretržitej dostupnosti atraktívnym zdrojom tepla. Vo väčšine priemyselných tovární sa spaliny vypúšťajú do okolia pri teplotách najmenej 120 °C. V prípade horšieho technického stavu a absencie účinnej rekuperácie tepla môže teplota spalín presiahnuť až 300 °C.

Na Slovensku bolo posudzovaných 18 najväčších podnikov, napríklad U. S. Steel Košice, Duslo, Slovnaft, Mondi SCP alebo Považská cementáreň. **Maximálny energetický potenciál slovenského priemyslu na využitie zvyškového tepla je 13,2 miliónov GJ**. Ten vychádza z predpokladu nepoužívanej rekuperácie tepla priamo v podniku a maximálneho využitia tepelného obsahu spalín ochladením až na 25 °C. V prípade už existujúcej a prevádzkovej rekuperácie tepla a získania tepelného obsahu spalín len ochladením na 95 °C, t.j. len ich čiastočného využitia, je dostupné zvyškové teplo na úrovni 3,5 mil. GJ.

Ako využiť zvyškové teplo?

Najvýhodnejšie je využiť identifikované zvyškové teplo priamo pri zdroji, čím sa redukujú zbytočné straty tepla do okolia pri jeho transporte. Pri "vrátení" tepla do výrobného procesu dôjde k zvýšeniu energetickej účinnosti procesu. Zvyškové teplo možno využiť napríklad aj na **vykurovanie ostatných priestorov**, napríklad skladov alebo kancelárií. Druhou alternatívou je vykurovanie príľahlých budov.

V prípade vykurovania musíme teplo rozdeliť podľa jeho teploty. Teplo dostupné pri teplote viac ako 55 °C je ešte možné využiť priamo. Pokiaľ je jeho teplota nižšia, na jeho efektívne využitie je potrebné ho „zušľachtiť“, t.j. **zvýšiť jeho teplotu**. Jednou z možností je **využiť tepelné čerpadlá**. V takomto prípade je nutné zahrnúť do výpočtov aj elektrickú energiu potrebnú na chod čerpadla.

Dobrou správou je, že väčšina elektrickej spotreby sa premení na teplo, čím ešte vzrastie potenciál dodaného tepla. Doplnkom je **kombinácia tepelného čerpadla s kondenzáciou spalín**. Kým tento proces nie je žiaduci pri vypúšťaní spalín cez komín do okolia, v prípade cieľeného využitia tepla zo spalín sa kondenzácia využíva

bežne (kondenzačné kotle).

Tri scenáre využitia zvyškového tepla

S využitím predchádzajúcich informácií z dvoch celoeurópskych štúdií a energetickej spotreby podľa Štatistického úradu SR sme porovnali slovenský potenciál využitia zvyškového tepla s energetickou spotrebou slovenských domácností, priemyslu a obchodov a služieb.

Vytvorili sme tri scenáre hĺbky využitia tepla. Scenár *KONZERV** (7,0 mil. GJ) predstavuje konzervatívny prístup, ktorý počíta s najmenšou mierou využitia tepla **bez tepelných čerpadiel**. Scenár *MEDIUM*** (25,3 mil. GJ) rozširuje niektoré zdroje zo scenáru KONZERV aj o tie, ktoré si **vyžadujú inštaláciu tepelných čerpadiel**. Posledný scenár *SUPER**** (29,5 mil. GJ) zahŕňa všetky dostupné tepelné zdroje tepla a pracuje s **najvýhodnejšími podmienkami** pre získavanie zvyškového tepla.

- a) **KONZERV** - Zvyškové teplo z miest a priemyslu dokáže v tomto scenári **pokryť 2,2 % súčasnej konečnej energetickej spotreby domácností, priemyslu a obchodov a služieb** (323,9 mil. GJ). Maximálnym využitím zvyškového tepla v sektore obchodu a služieb je možné nahradiť viac ako 11 % konečnej energetickej spotreby tohto sektoru (59 mil. GJ). Rozdelením tohto tepla medzi viaceré sektory by bolo možné napríklad úplne **nahradiť spotrebu fosílného uhlia v domácnostiach a v obchode a službách** (5,4 mil. GJ).



Graf na nahliadnutie/vloženie na web: <https://public.flourish.studio/visualisation/14485552/>

- b) **MEDIUM** - Pri presune do rozšíreného scenára MEDIUM je možné úplne **nahradiť uhlie v konečnej energetickej spotrebe na Slovensku** (16,6 mil. GJ). Tepelný potenciál v tomto scenári predstavuje až **7,8 % konečnej energetickej spotreby**. Ak by sa všetko teplo zužitkovalo v domácnostiach, pokrylo by približne pätinu súčasnej spotreby.

Vysvetlivky:

* Scenár KONZERV počíta s využitím mestského odpadového tepla v tesnej blízkosti zdroja bez potreby tepelného čerpadla a nezahŕňa teplo z čistiarní odpadových vôd, ktoré je prítomné pri teplotách nižších ako 20 °C. Tiež uvažuje s excelentným stavom priemyslu a využitím tepelného obsahu spalín len v oblasti vysokých teplôt.

** Scenár MEDIUM zahŕňa všetky zdroje mestského tepla v blízkosti vykurovacích sietí aj so zapojením tepelných čerpadiel. Pre priemyselné teplo uvažuje zlý stav rekuperácie tepla a maximálne využitie tepelného obsahu spalín priamo na zdroji.

*** Scenár SUPER rozširuje tepelný potenciál aj o zdroje mestského tepla, ktoré nemajú v blízkosti vykurovacie siete ani iných odberateľov tepla. V prípade spalín z priemyselných procesov je zahrnutá aj možnosť distribúcie tepla mimo samotný zdroj. Za týmto účelom sa počíta so zapojením tepelných čerpadiel pre využitie tepelného obsahu spalín v oblasti nízkych teplôt.

Potenciál využitia zvyškového tepla na Slovensku z miest a priemyslu v scenári MEDIUM




100 % predstavuje konečnú energetickú spotrebu jednotlivých odberateľov za rok 2021

Graf na nahliadnutie/vloženie na web: <https://public.flourish.studio/visualisation/14485782/>

- c) **SUPER** - Tento scenár skrýva najväčší energetický potenciál. Súčasná spotreba uhoľných zdrojov je v ňom pokrytá takmer dvojnásobne. Týmto teplom by bolo teoreticky možné nahradiť **85 % zemného plynu v priemysle** využitého na konečnú energetickú spotrebu (34,8 mil. GJ). V scenári SUPER by došlo k nahradeniu vyše **50 % energetickej spotreby obchodu a služieb**, čím by sa výrazne znížila závislosť Slovenska od fosílnych palív. Celkovo je možné pokryť vyše **9 % konečnej energetickej spotreby sledovaných odberateľov**.

Potenciál využitia zvyškového tepla na Slovensku z miest a priemyslu v scenári SUPER




100 % predstavuje konečnú energetickú spotrebu jednotlivých odberateľov za rok 2021

Graf na nahliadnutie/vloženie na web: <https://public.flourish.studio/visualisation/14485791/>

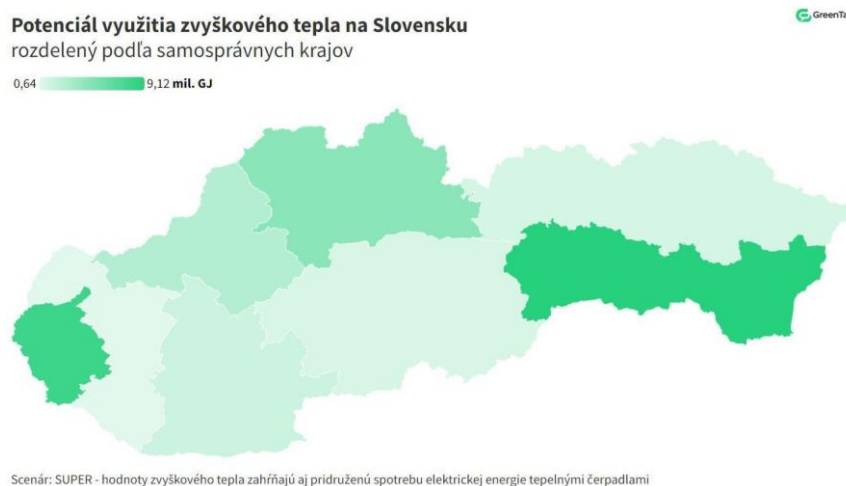
Výhody využitia zvyškového tepla

Ak zdroj zvyškového tepla (prevádzka) využije teplo priamo u seba, nedôjde len k poklesu spotreby primárneho paliva (napr. uhlia), ale aj k priamemu **nárastu celkovej energetickej účinnosti**. Oba tieto závery podporujú strategické ciele SR do najbližších rokov⁵, a to zvýšiť energetickú efektívnosť a nahradiť uhlie inými, nízko-emisnými a zdravotne menej závadnými zdrojmi energie.

Využívaním zvyškového tepla dôjde aj k **zníženiu vypúšťaných emisií skleníkových plynov**, a to vďaka nahradeniu fosílnych zdrojov energie. Prídruženou emisnou záťažou mestského a priemyselného tepla by bol spôsob ich „zušľachtenia“ pre vykurovacie účely.

Tepelné čerpadlá by mali byť poháňané **zelenou elektrinou z obnoviteľných zdrojov energie**. Najvyššiu spotrebu elektrickej energie má scenár SUPER, a to 1,8 TWh elektrickej energie, čo predstavuje približne **6 % z hrubej výroby elektriny na Slovensku¹ za rok 2021**.

Pridanou hodnotou sú aj očakávané **znížené náklady na vykurovanie**, keďže samotné zvyškové teplo je k dispozícii zadarmo. To by pomohlo až 8,2 % slovenských domácností, ktoré sú podľa najnovšej štúdie Prognostického úradu SAV⁶ **vystavené energetickej chudobe**. Týka sa to najmä východného a južného Slovenska. Vyšší index ohrozenia majú aj obce v Žilinskom kraji. Rozdelenie potenciálu zvyškového tepla v scenári SUPER po samosprávnych krajoch odhaľuje, že **najviac tepla je k dispozícii práve v Košickom kraji**. Nasleduje Bratislavský kraj a tretí najvyšší tepelný potenciál má Žilinský kraj.



Graf na nahliadnutie/vloženie na web: <https://public.flourish.studio/visualisation/14530036/>

Konečná cena bude závisieť od vzdialenosti zdroja od odberateľov a požadovanej teploty. Vo svete však existuje viacero príkladov ekonomicky rentabilných aplikácií. Najefektívnejšou možnosťou využitia analyzovaného zvyškového tepla je jeho priama spotreba čo najbližšie pri zdroji. Využiť ho je možné aj pri výrobe teplej úžitkovej vody.

Limitujúcim faktorom zvyškového tepla je **jeho teplota**. Ani najmodernejšie technológie “zušľachtovania” tepla nedokážu zabezpečiť tak vysoké teploty, aké je možné dosiahnuť priamym spaľovaním paliva v kotli. Pre pokrytie spotreby tepla pri vysokej teplote je vhodnou alternatívou zužitkovať inú surovinu bežne považovanú za ďalej nepoužiteľnú, a to nerecyklovateľný odpad v zariadeniach na energetické využitie odpadu. Pri ročnej produkcii jedného milióna ton nerecyklovateľného odpadu⁷ je možné získať v závislosti od jeho výhrevnosti dodatočne od 6,5 až po 15 mil. GJ tepelnej energie.

Ukážky úspešnej integrácie zvyškového tepla

Jednou z možností je smart plánovanie miest. V nemeckom Frankfurtu je rozbehnutých viacero projektov na využívanie odpadného tepla z datacentier pre domácnosti a administratívne budovy. Teplo z dátových centier by mohlo do roku 2030 pokrývať **celkový dopyt domácností a kancelárií**⁸.

V podobnom duchu uzavreli minulý rok zmluvu o kooperácii fínska energetická spoločnosť Fortum a Microsoft. Teplo generované **dvomi novými dátovými centrami**, ktoré Microsoft buduje v Helsinkách, využije Fortum na vykurovanie domácností a kancelárií v susednom meste Espoo⁹.

V dánskom meste Horuphav zrekonštruovali v roku 2015 supermarket po požari tak, že zvyškové teplo z chladiaceho systému pokrýva nielen väčšinu spotreby tepla samotného obchodu, ale **časť tepla je predávaná miestnej teplárni**¹⁰.

Inštaláciu tepelných čerpadiel na využitie tepla z odpadových vôd plánujú v nemeckom Hamburgu. V roku

2025 by mohli štyri veľké tepelné čerpadlá **zásobovať teplom 39 000 domácností**¹¹.



Vizualizácia inštalácie tepelného čerpadla Johnson Controls na ČOV v Hamburgu¹¹

Aj chemický gigant BASF plánuje **zapojiť tepelné čerpadlo na využitie zvyškového tepla** v komplexe v Ludwigshafene. Na chod využijú elektrinu z obnoviteľných zdrojov¹².

Úspešnú inštaláciu tepelných čerpadiel má za sebou kogeneračná jednotka v dánskom meste Bjerringbro. Využitím kondenzácie spalín spolu s tepelnými čerpadlami v nej dokázali ochladiť spaliny až na teplotu 15 °C a **ohriať vodu pre lokálnu sieť centrálného zásobovania teplom**¹³.

Zvyškové mestské teplo možno integrovať aj netradične. Ukážkou je **farma na homáre** v blízkosti nórskeho mesta Stavanger. Miestne dátové centrum využíva ľadovú morskú vodu z neďalekých fjordov. Oteplenú vodu vypúšťa pri teplote 20 °C, ktorá je vhodná práve pre chov homárov. Kombináciou vhodného zdroja a odberateľa tak vznikol inovátny biznis model¹⁴.

Analýzu pre agentúru GreenTalk vypracoval Ing. Ján Janošovský, PhD.

V prípade záujmu o viac informácií nás neváhajte kontaktovať:

Daniel Rabina
+421 907 881 059
rabina@greentalk.sk

Zdroje:

- 1) <https://slovak.statistics.sk/wps/portal/ext/themes/multi/energy/publications/!ut/p/z1/>
- 2) https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter7.pdf#page=29
- 3) https://www.reuseheat.eu/wp-content/uploads/2021/02/D1.4-Accessible-urban-waste-heat_revised-compressed.pdf
- 4) <https://zenodo.org/record/4785411#.YnTziuhBxaQ>
- 5) https://www.minzp.sk/files/iep/publikacia_zelensie-slovensko-sj_web.pdf
- 6) <https://www.prog.sav.sk/portfolio/hlbkova-studia-energetickej-chudoby/>
- 7) <https://www.trend.sk/nazory-a-komentare/lacnym-teplom-odpadu-mozno-zasobovat-desiatky-tisic-domacnosti-preco-to-nedeje>
- 8) <https://www.cleanenergywire.org/news/data-centres-frankfurt-provide-excess-heat-district-network>
- 9) <https://www.fortum.com/media/2022/03/fortum-and-microsoft-announce-worlds-largest-collaboration-heat-homes-services-and-businesses-sustainable-waste-heat-new-data-centre-region>
- 10) <https://www.euroheat.org/resource/energy-optimization-in-a-supermarket-in-h-ruphav.html>
- 11) <https://www.johnsoncontrols.com/media-center/news/press-releases/2023/05/16/johnson-controls-to-supply-four-large-scale-heat-pumps-for-hamburg-wastewater-heat-project>
- 12) <https://balkangreenenergynews.com/basf-plans-to-build-a-heat-pump-as-big-as-soccer-field/>
- 13) <https://heatpumpingtechnologies.org/annex47/wp-content/uploads/sites/54/2018/12/annex-47sub-projetsbjerringbroflue-gas.pdf>
- 14) <https://hatcheryfm.com/news/latest-news/land-based-lobster-farming-to-use-waste-heat-from-data-center/>