

Civilizačné vymoženosti nemusia byť zdrojom globálnych problémov
Komfort sa dá udržať aj pri nižšej potrebe primárnej energie

František Šimančík

frantisek.simancik@savba.sk

Ústav materiálov a mechaniky strojov SAV v.v.i.
Dúbravská cesta 9/ 6319, 845 13 Bratislava, SK



ústav materiálov a mechaniky strojov
slovenská akadémia vied

**Klimatická neutralita a moderná
elektroenergetika**
FEI STU Bratislava, 10. 10. 2025

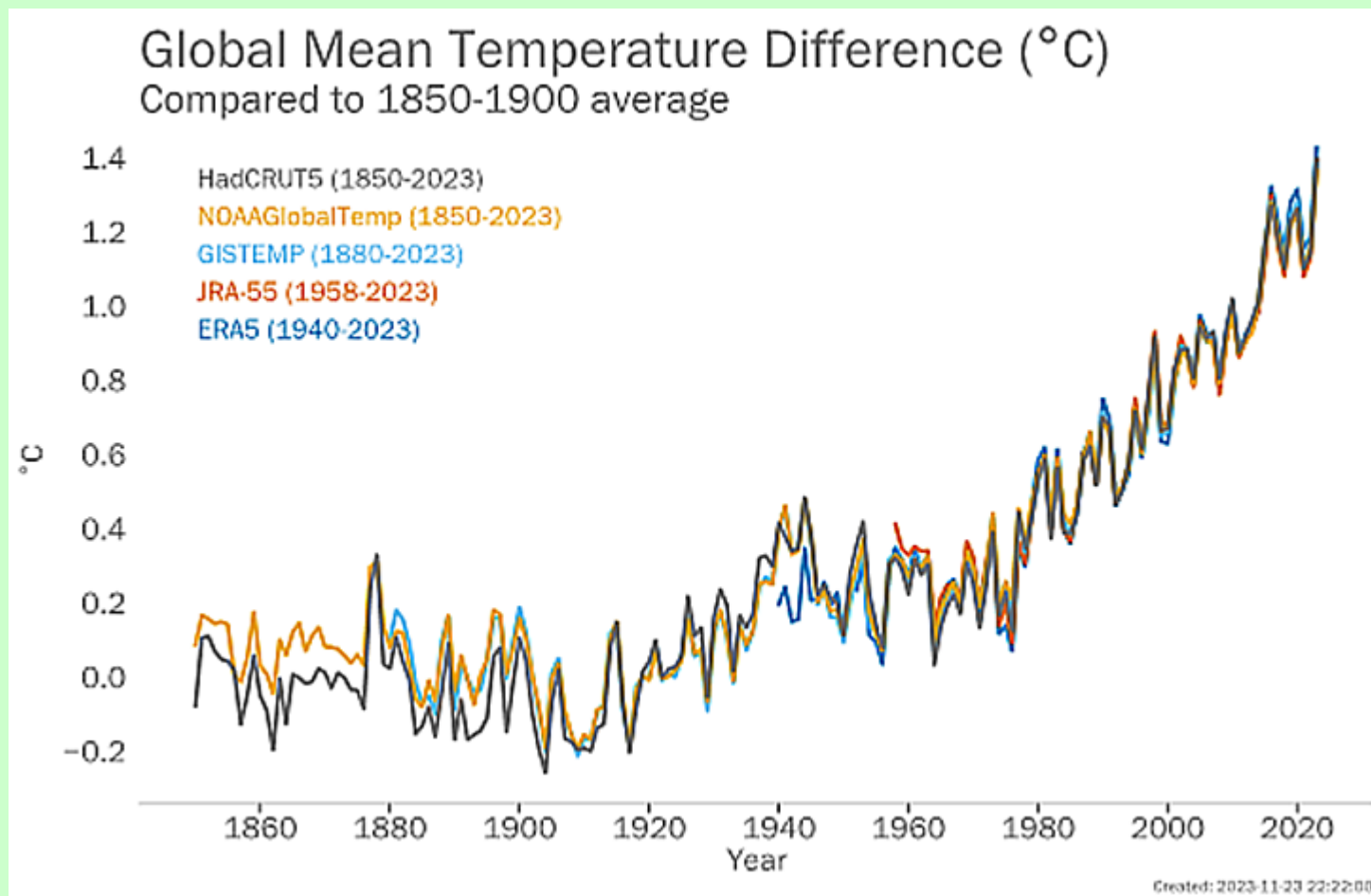
Deje sa niečo?

V poslednej dobe určite dochádza ku globálnemu otepľovaniu.....



a nielen to.....

Deje sa niečo?



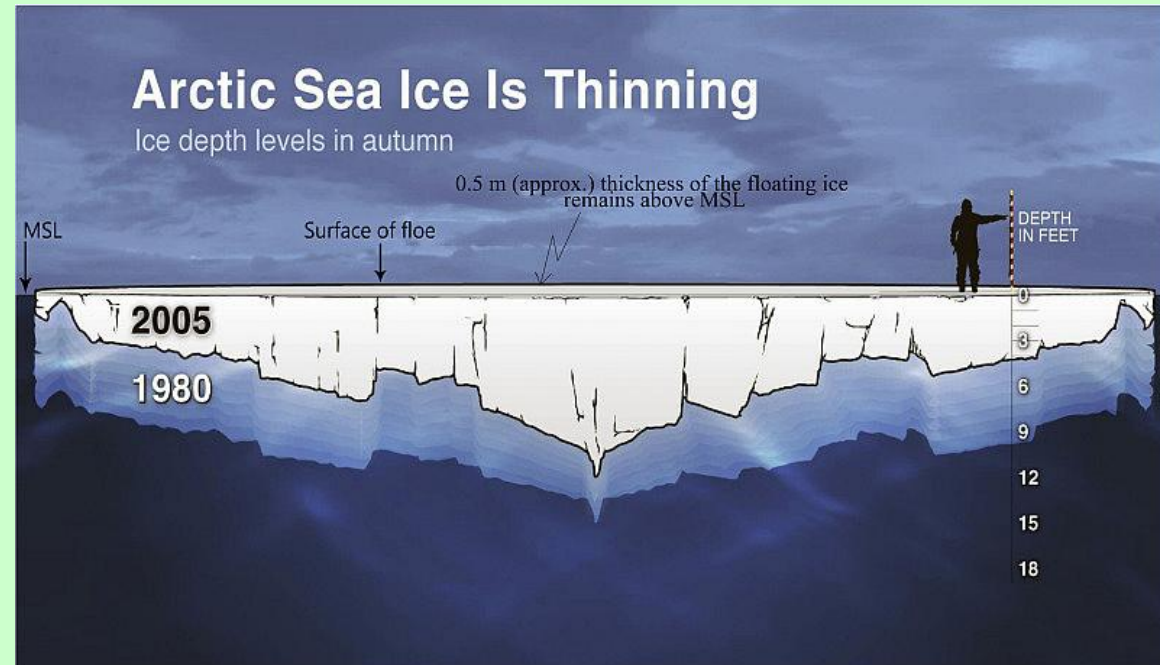
- priemerná globálna teplota pri povrchu zeme bola v roku 2023 (do októbra) o približne 1,40 °C ($\pm 0,12$ °C) nad priemerom z rokov 1850 – 1900.
- rok 2023 bude najteplejším rokom v 174-ročnom rade meraní, čím prekoná predchádzajúce najteplejšie roky, rok 2016 o 1,29 °C ($\pm 0,12$ °C) a rok 2020 o 1,27 °C ($\pm 0,13$ °C).
- Mesiace jún až október 2023 výrazne prekonali predchádzajúce rekordy pre príslušný mesiac vo všetkých údajových súboroch, ktoré WMO použila v správe o stave klímy.

Deje sa niečo?

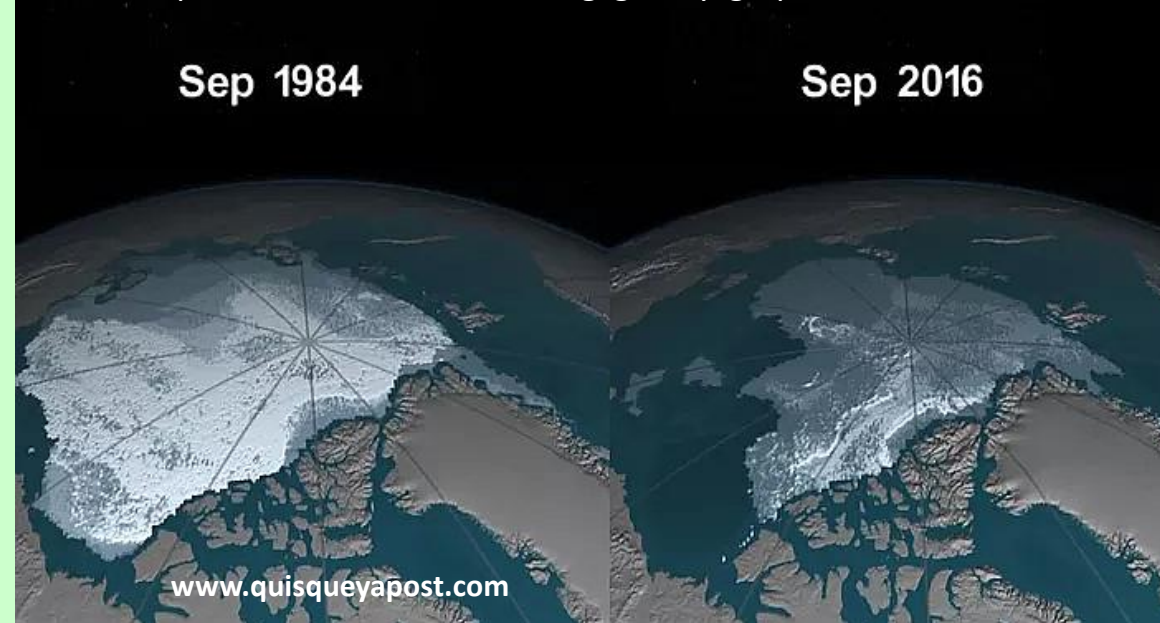
- Rozsah antarktického plávajúceho morského ľadu dosiahol vo februári 2023 absolútne minimum od začiatku satelitných meraní v roku 1979.
- Ročné maximum dosiahnuté v septembri predstavovalo 16,96 miliónov km², čo je zhruba 1,5 milióna km² pod priemerom z rokov 1991 – 2020 a 1 milión km² pod predchádzajúcim rekordne nízkym maximom z roku 1986.
- Ľadovce v západnej Severnej Amerike a európskych Alpách zažili v roku 2023 obdobie extrémneho topenia. Vo Švajčiarsku stratili ľadovce za posledné dva roky približne 10 % svojho zostávajúceho objemu.

Pozn.:

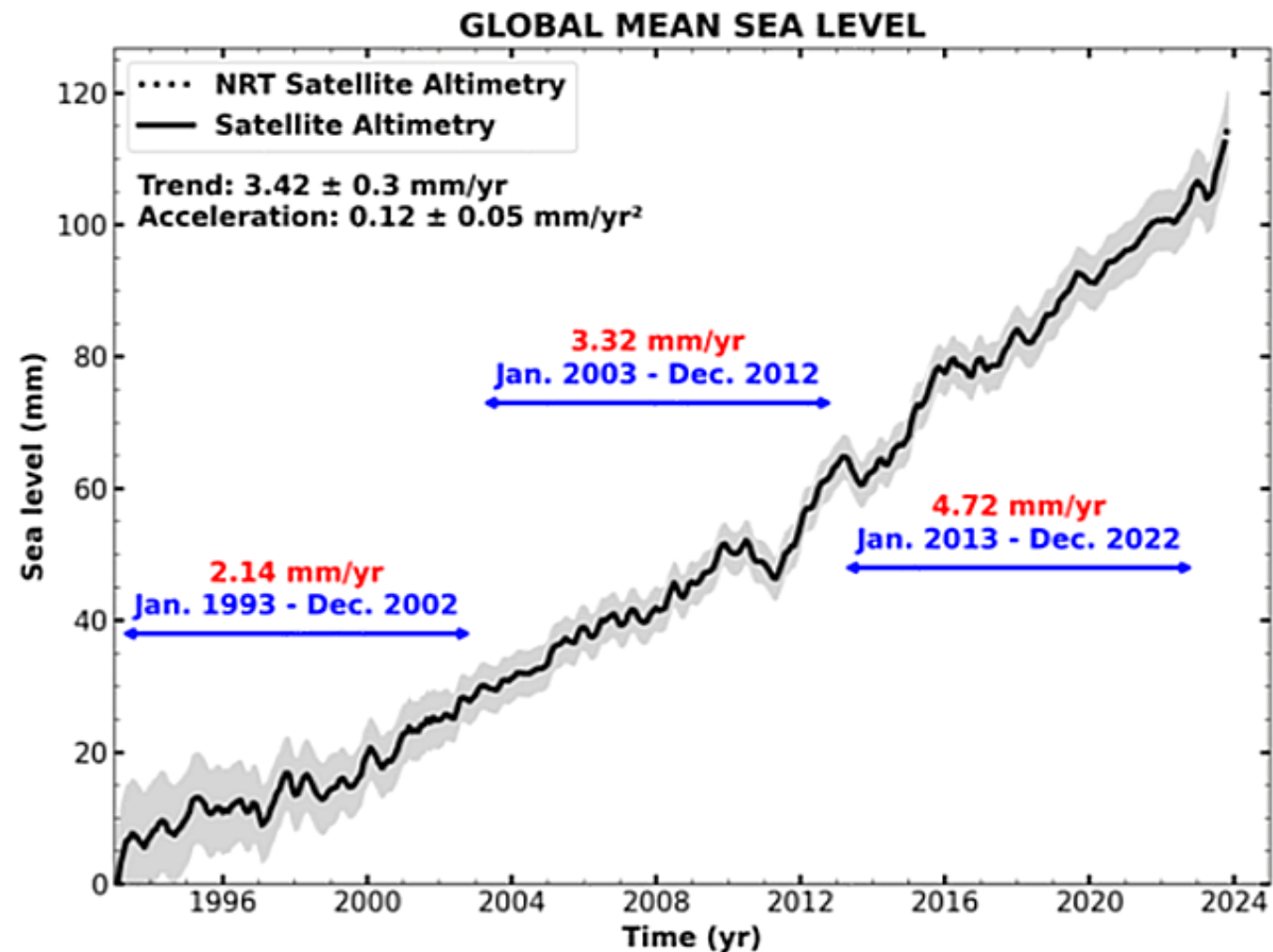
pri topení ľadu sa veľa tepla spotrebováva na fázovú zmenu a preto nedochádza k extrémnemu zvyšovaniu okolitej teploty. Keď sa však všetok ľad rozpustí prebytočné teplo sa už nepremení na chemickú energiu viazanú vo fázovej zmene ale spôsobí výraznejšie zvýšenie okolitej teploty



<http://www.climatecentral.org/gallery/graphics>



Deje sa niečo?



- Priemerná výška hladiny svetového oceánu dosiahla v roku 2023 najvyššiu hodnotu od začiatku satelitných meraní v roku 1993
- Miera globálneho nárastu výšky priemernej hladiny za posledných desať rokov (2013 – 2022) bola viac ako dvojnásobná v porovnaní s prvou dekadou satelitných záznamov (1993 – 2002).
- Tepelný obsah oceánov dosiahol v roku 2022 najvyššiu zaznamenanú úroveň v 65-ročnom zázname meraní.

Deje sa niečo?

- V Kanade prekonala tohtoročná sezóna lesných požiarov všetky predchádzajúce rekordné záznamy. Celková zasiahnutá plocha tu k 15. októbru dosiahla hodnotu 18,5 milióna hektárov, čo je viac ako šesťnásobok 10-ročného priemeru (2013 – 2022).
- Najhorší lesný požiar roka, z hľadiska strát na ľudských životoch, bol hlásený zo štátu Havaj (USA), kde bolo pri požiari usmrtených najmenej 99 osôb, čo je najsmrteľnejší požiar v USA za posledných viac ako 100 rokov.



Deje sa niečo? Extrémne prejavy počasia a klímy

- Na všetkých obývaných kontinentoch boli zaznamenané **extrémne prejavy počasia a klímy**, ako veľké záplavy, tropické cyklóny, extrémne horúčavy a suchá a s nimi súvisiace lesné požiare.
- Záplavy spojené s extrémnymi zrážkami zasiahli v septembri Grécko, Bulharsko, Turecko a Líbyu (Derna).
- Tropický cyklón **Freddy** v Indickom oceáne, bol jedným z najdlhšie trvajúcich tropických cyklónov (05. 02. 2023 – 14. 03. 2023). Veľké škody spôsobil predovšetkým na Madagaskare, v Mozambiku a v Malawi.
- Tropický cyklón **Mocha** (09. 05. 2023 – 15. 05. 2023) bol jedným z najintenzívnejších cyklónov, aké boli kedy v máji pozorované v Bengálskom zálive.
- Extrémne horúčavy zasiahli mnohé časti sveta. Maximálna teplota vzduchu v Taliansku dosiahla hodnotu 48,2 °C, pričom rekordne vysoké teploty boli hlásené aj z Tunisu (Tunisko) 49,0 °C, Agadiru (Maroko) 50,4 °C a Alžíru (Alžírsko) 49,2 °C.



Tornádo na Morave jún 2021

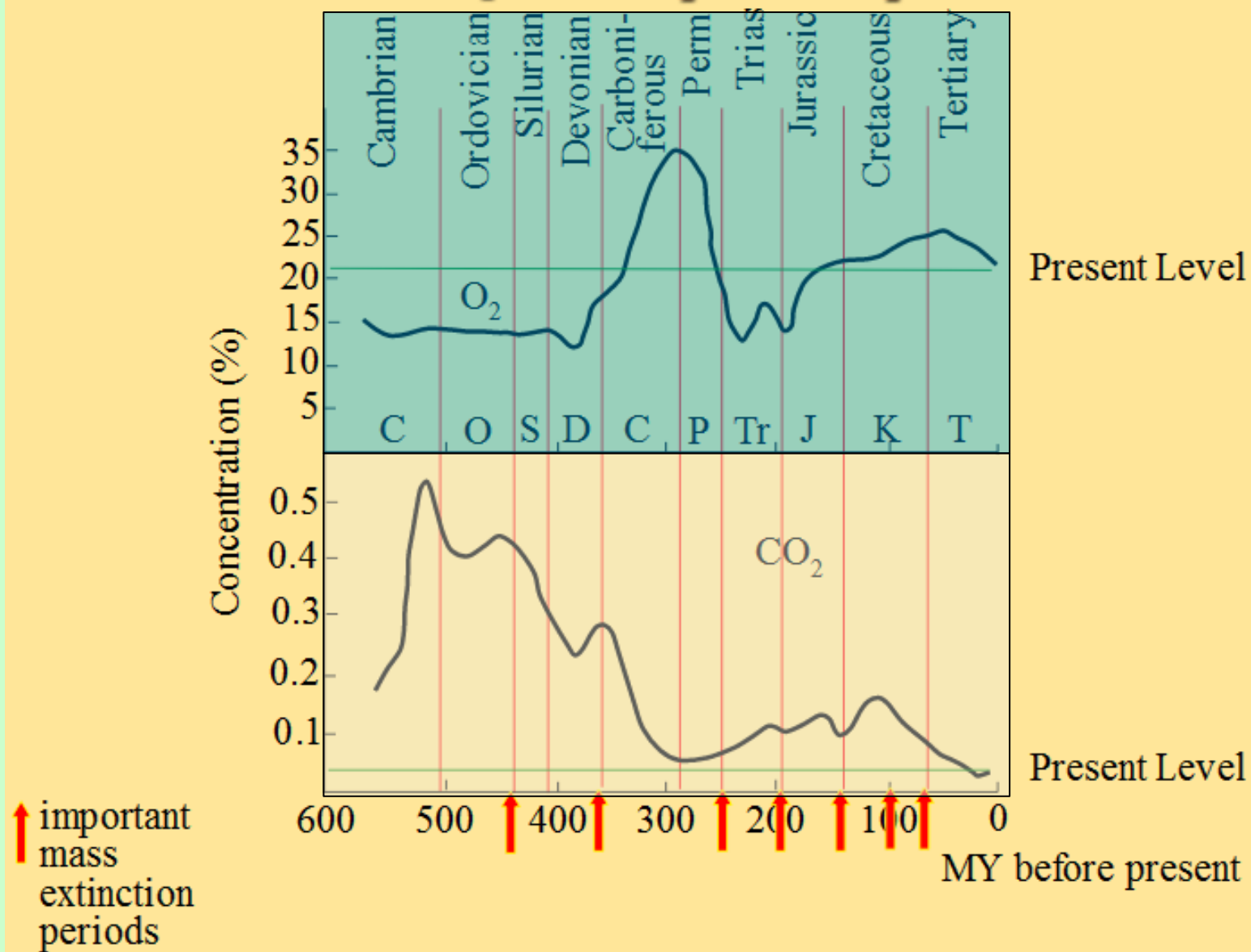
Naozaj sa otepľuje. A nielen to.....

S veľkou pravdepodobnosťou čelíme klimatickej zmene.

Pri klimatickej zmene dochádza k narušeniu dlhoročnej energetickej rovnováhy

Môže mať na to človek nejaký vplyv?

Observations: Atmospheric O₂ and CO₂ levels in earth history



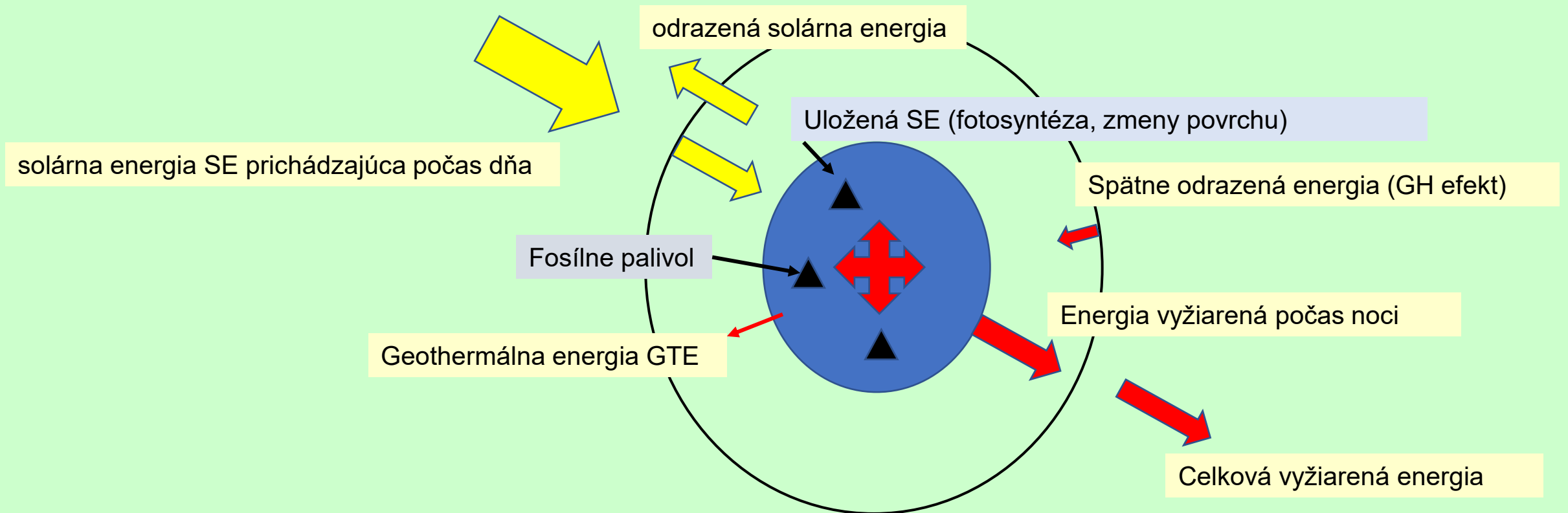
after Ruben 1995, 1996, Dudley, 1998

Zmena obsahu CO₂ bola často spojená s druhovou výmenou

Naozaj je úloha človeka pri zmene klímy bezvýznamná?

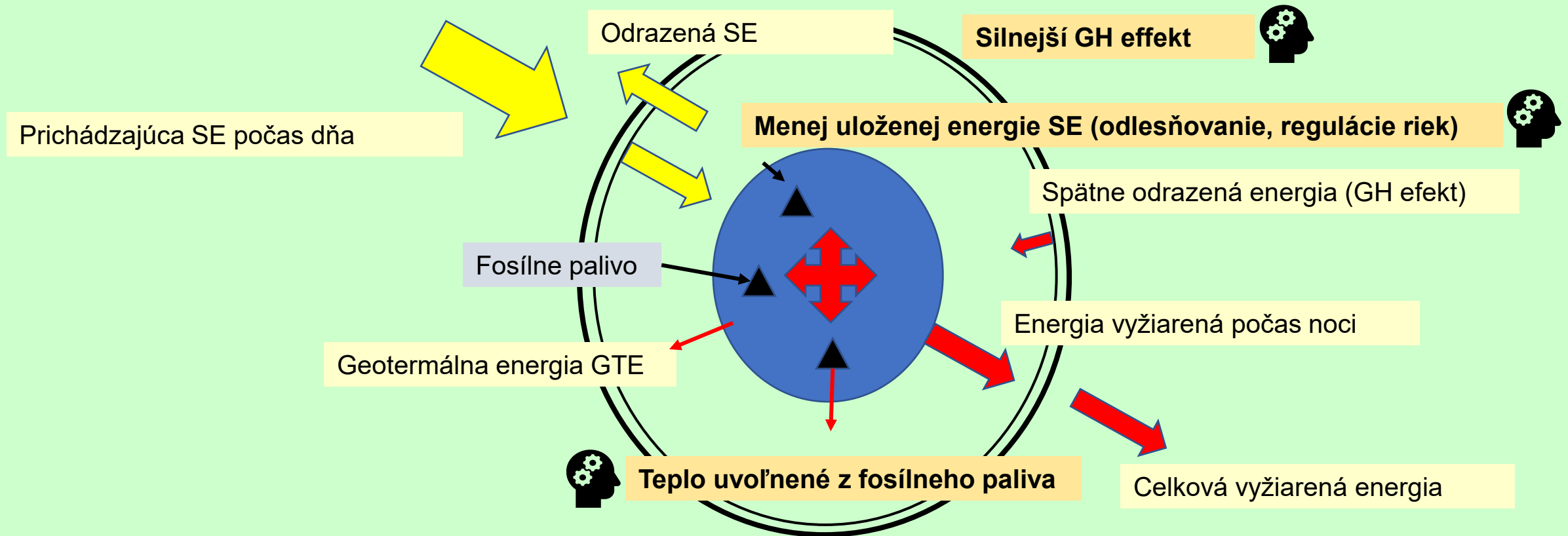
Energetická bilancia bez ľudskej civilizácie

$$(SE_{inc.} - SE_{refl.} + GTE_{gen.}) \quad \text{vs.} \quad (GE_{radiated} - GE_{refl. \text{ back by GHE}} + E_{stored})$$



Energetická bilancia s ľudskou civilizáciou

$$(SE_{\text{inc.}} - SE_{\text{refl.}} + GTE_{\text{gen.}} + \text{Teplo}_{\text{gen.}}) \quad \text{vs.} \quad (GE_{\text{radiated}} - GE_{\text{refl. back by GHE}} + E_{\text{stored}})$$



Porovnanie energetickej bilancie

Bez civilizácie

$$(SE_{\text{inc.}} - SE_{\text{refl.}} + GTE_{\text{gen.}}) = (GE_{\text{radiated}} - GE_{\text{refl. back by GHE}} + E_{\text{stored}})$$

Stabilná globálna teplota počas dlhého obdobia

s ľudskou civilizáciou

$$(SE_{\text{inc.}} - SE_{\text{refl.}} + GTE_{\text{gen.}} + \text{Heat}_{\text{gen.}}) > (GE_{\text{radiated}} - GE_{\text{refl. back by GHE}} + E_{\text{stored}})$$

~ 1500 EJ

~ 600 EJ

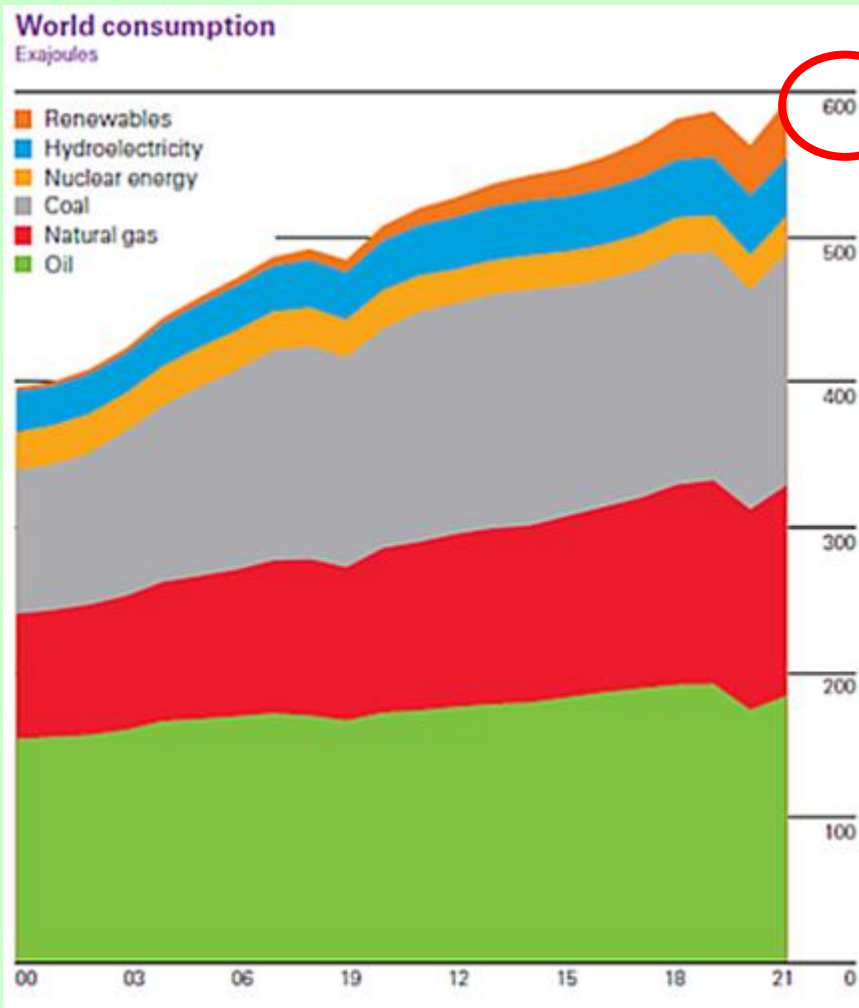
Viac spätnej energie

~ menej uloženej energie

Energia potrebná pre náš komfort zvyšuje globálnu teplotu

skvalitňujeme skleník a okrem toho v ňom ešte aj kúrime

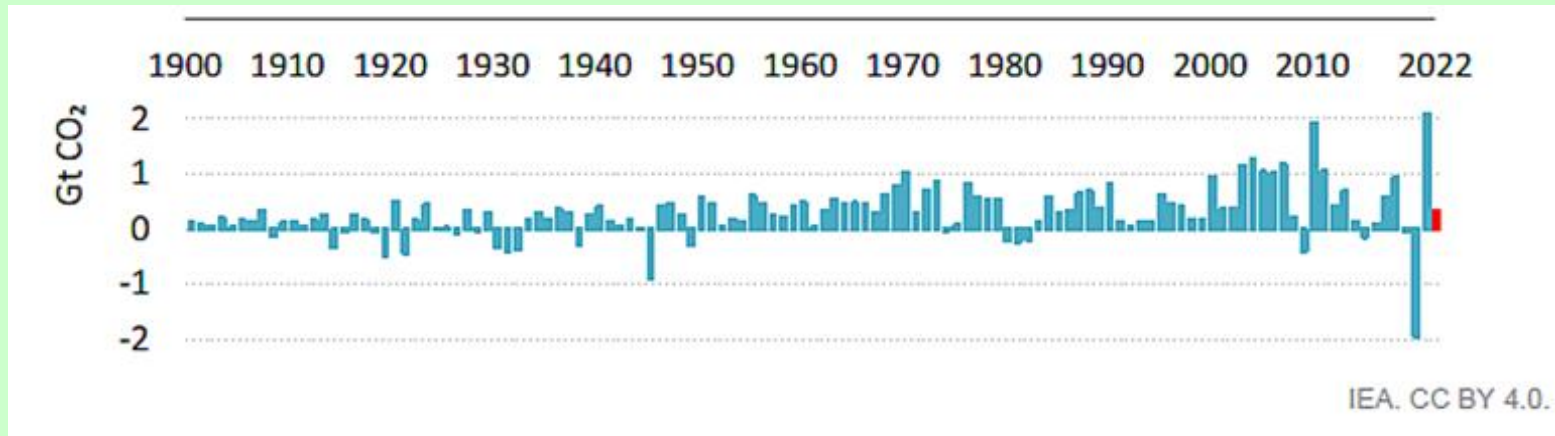
1 problém: neustále zvyšujeme našu potrebu primárnej energie PE (ročná produkcia tepla stále rastie)



Prakticky všetka PE sa nakoniec transformuje na teplo, ktoré by sa bez ľudskej činnosti neuvoľnilo

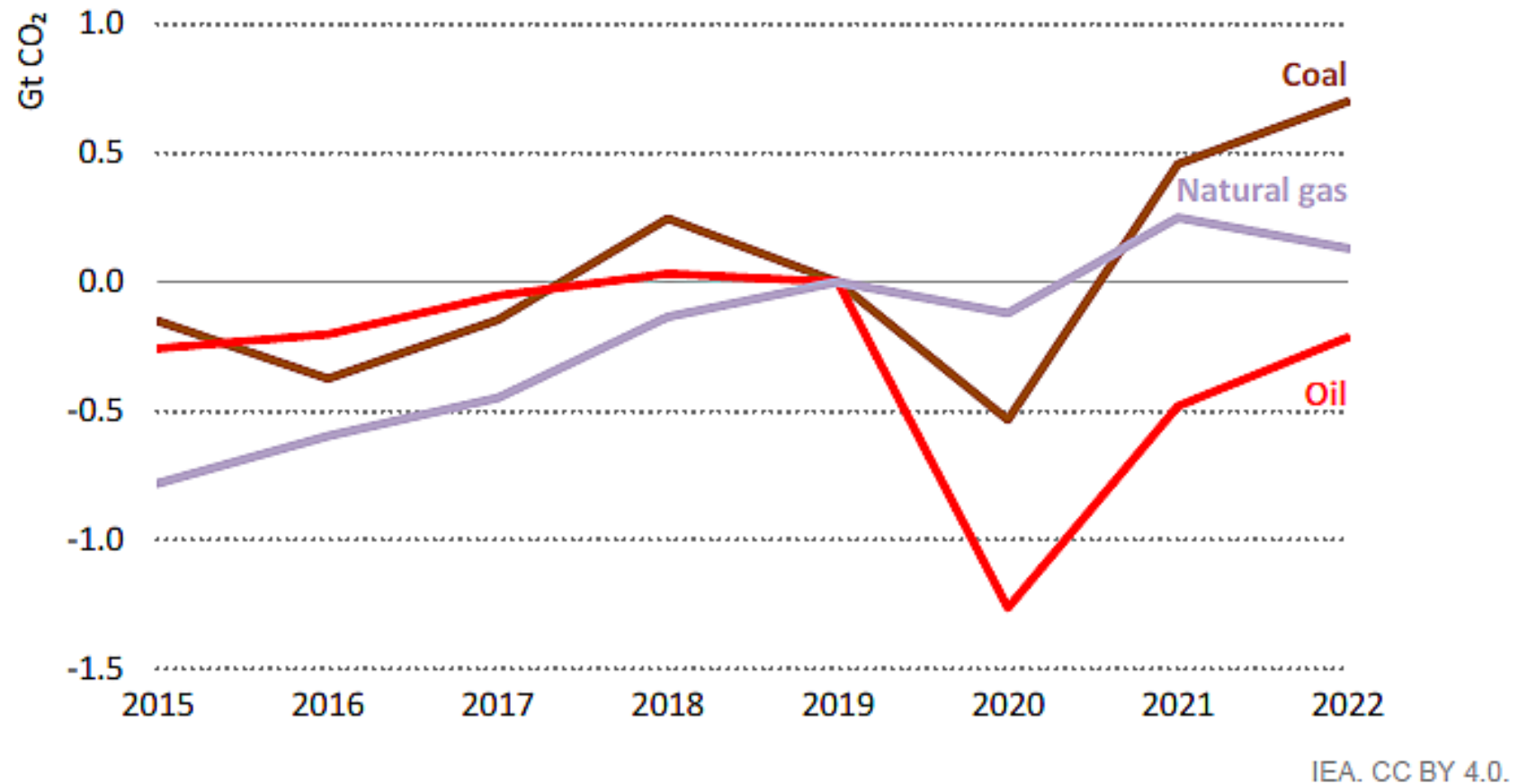
„Vďaka“ pandémie sa v roku 2020 dosiahla najväčšia redukcia emisií CO₂ od roku 1945

Dosiahnutá úroveň však zodpovedala len emisiám roku 2011, napriek 80% zníženiu leteckej prepravy a výraznej priemyselnej recesii



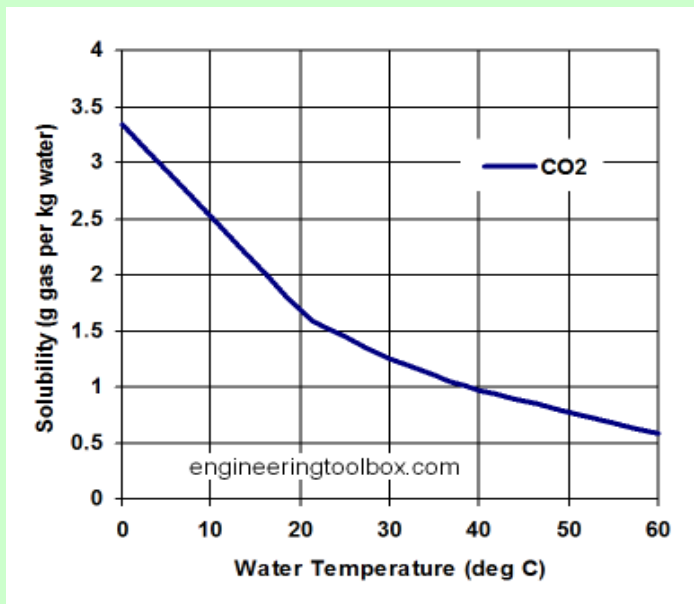
Ako sa nám znižovať emisie?

Figure 4: Change in global CO₂ emissions by fuel, relative to 2019 levels, 2015-2022

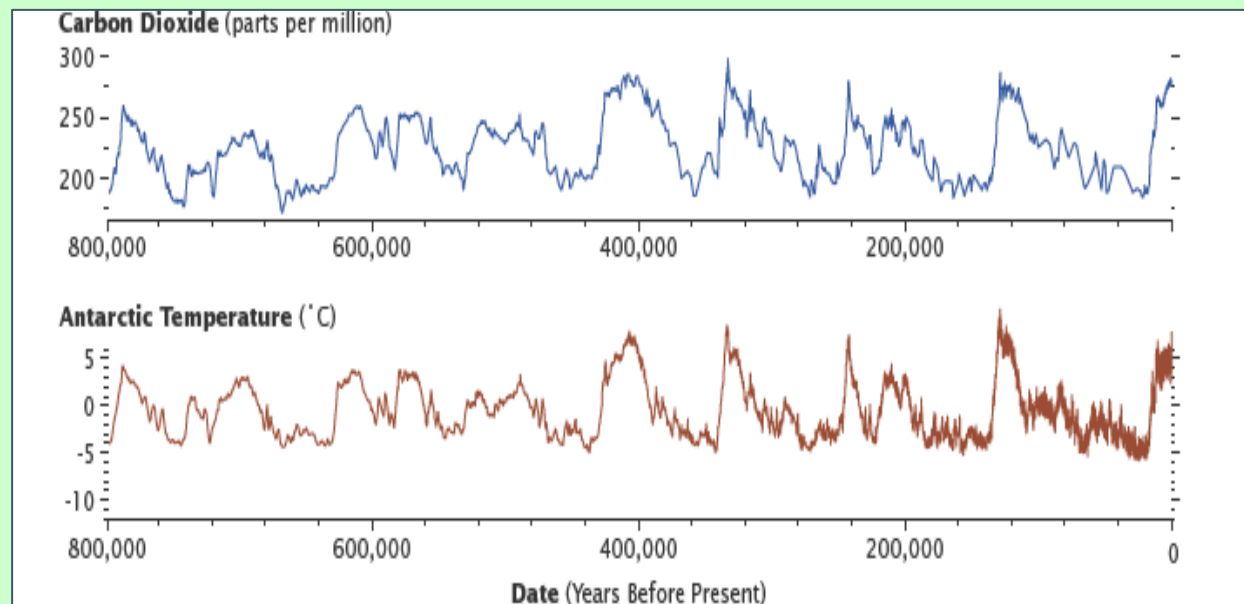


Zníženie spotreby ropy a zemného plynu bolo v roku 2022 a stále je viac ako rovnocenne kompenzované nárastom spotreby uhlia

2 problém: teplejšia Zem uvoľňuje viac prirodzených emisií CO₂



Source: www.engineeringtoolbox.com/gases-solubility-water-d_1148.html



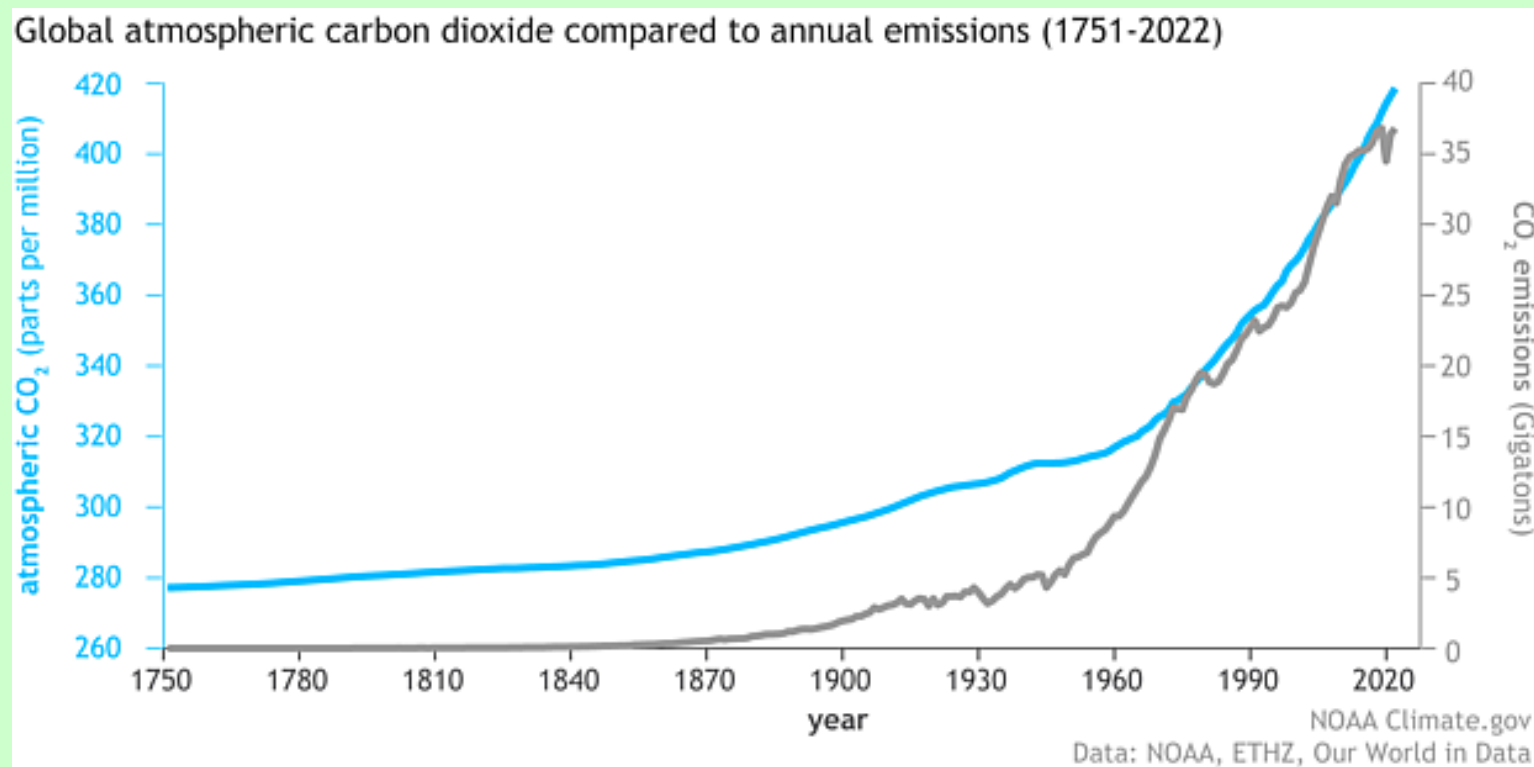
Graphs by Robert Simmon, using data from Lüthi et al., 2008, and Jouzel et al., 2007.

Existuje jasná korelácia medzi prirodzenými CO₂ emisiami a teplotou :

- **Zvyšujúca teplota povrchu Zeme zvyšuje množstvo emisií prírodného CO₂ (a tiež metánu ako silného skleníkového plynu)**
- **Vyššie CO₂ emisie spôsobujú skleníkový efekt, a tým zvyšujú teplotu zemského povrchu**

Proklamovaná príčina otepľovania je súčasne jeho dôsledkom!!!

Dôsledky: Obsah CO₂ (ppm) v atmosfére neustále rastie



Znižovanie antropogénnych emisií CO₂ nestačí, treba znížiť aj objem produkovaneého tepla
Zníženie globálnej potreby primárnej energie a tým aj produkovaneého tepla automaticky
zníži aj produkovaneé emisie. Naopak to nefunguje!!!

Nadmerná konverzia primárnej energie je najväčším prispievateľom ľudstva ku klimatickej zmene

- Ľudská populácia (8 miliárd) potrebuje **~24.1 EJ/ročne** energie v potrave aby prežila (2000 kcal/deň, 8.4 MJ/deň, 365 dní za rok)
- Na zabezpečenie civilizačného komfortu konvergujeme však primárnu energiu na úrovni približne **600 EJ/ročne**, väčšinou z uloženého fosílného paliva (~80%)
- Väčšina tejto energie skončí vo forme tepla
- Z konvergovanej primárnej energie využijeme efektívne asi len jednu tretinu (väčšinu bezúčelne vyhodíme ako odpadové teplo)
- Nielen CO₂ aj vyprodukované teplo je problém
- Teplo uvoľnené ľuďmi je na úrovni ~40% tepla uvoľňovaného ročne z geotermálnej energie povrchu Zeme (~1500 EJ, $47 \pm 2 \text{ TW}^1$)

¹Source: J. H. Davies and D. R. Davies. Earth's surface heat flux. Solid Earth, 1, 5–24, 2010. www.solid-earth.net/1/5/2010/

**Žiadny iný živý tvor na Zemi nespôsobuje takéto plytvanie energiou.
Z tohto pohľadu je človek extrémne neprispôbený existujúcim zdrojom.**



Čo teda robiť?

Radikálne znížiť spotrebu **primárnej energie** (konverzie) :

- Zastavením energeticky náročných aktivít, ktoré v princípe vôbec nepotrebujeme
- Zvýšiť účinnosť konverzných procesov, produkovať pritom minimálne odpadové teplo
- Ak sa to nedá zachytávať, uskladňovať a transportovať odpadové teplo aby sa dalo použiť tam kde je teplo potrebné, namiesto výroby ďalšieho tepla (napr. na kúrenie)
- Snažiť sa prebytočnú nevyužívanú energiu vložiť do naspäť do syntetického paliva

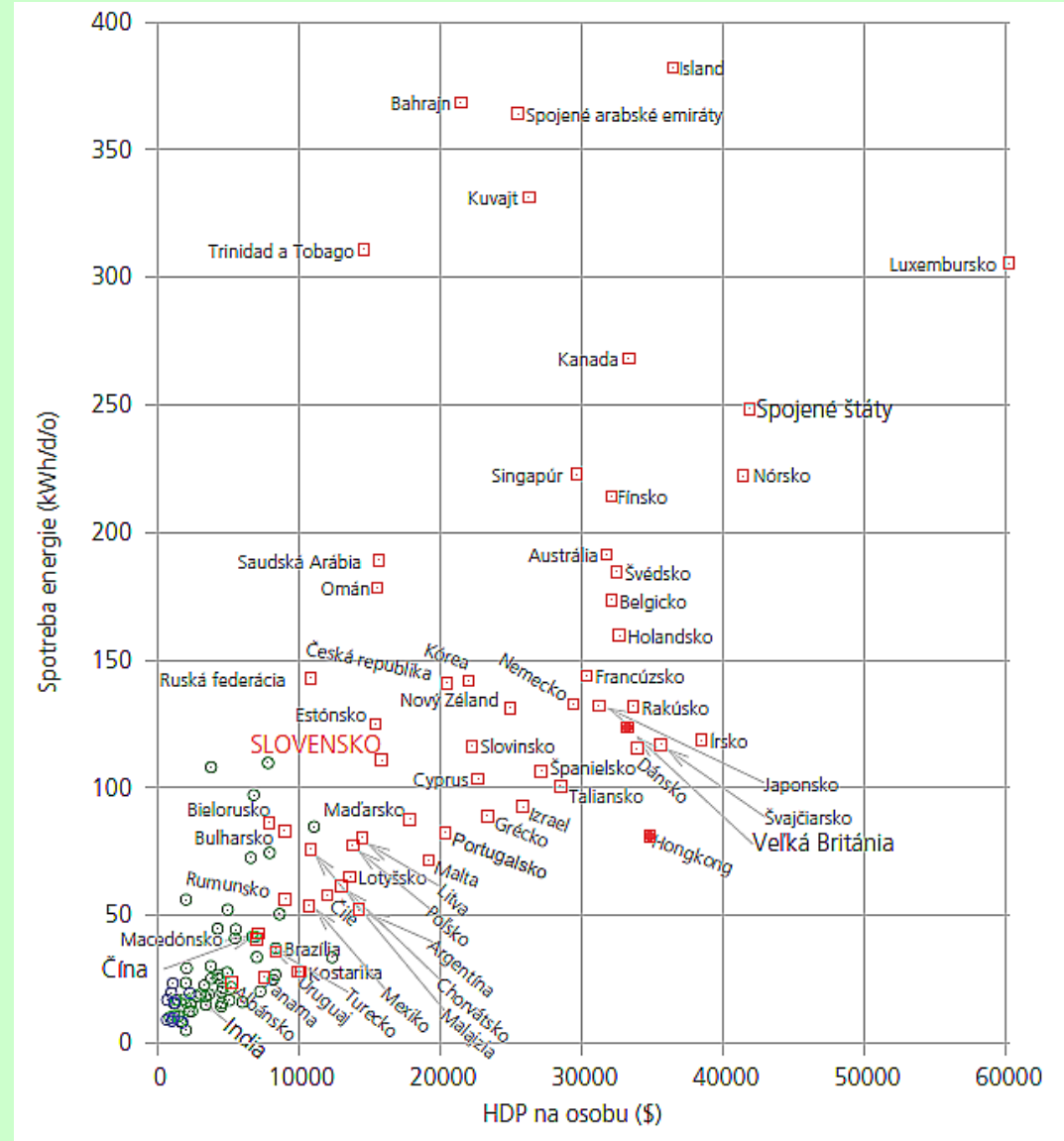


Načo je nám toľko energie?

Objektívne dôvody:

- Zabezpečenie vhodnej potravy (varenie, pestovanie plodín)
- Zabezpečenie životného priestoru (budovy, kúrenie)
- Ochrana pred predátormi (vrátane chorôb)

+ potrebný resp. nepotrebný
civilizačný komfort



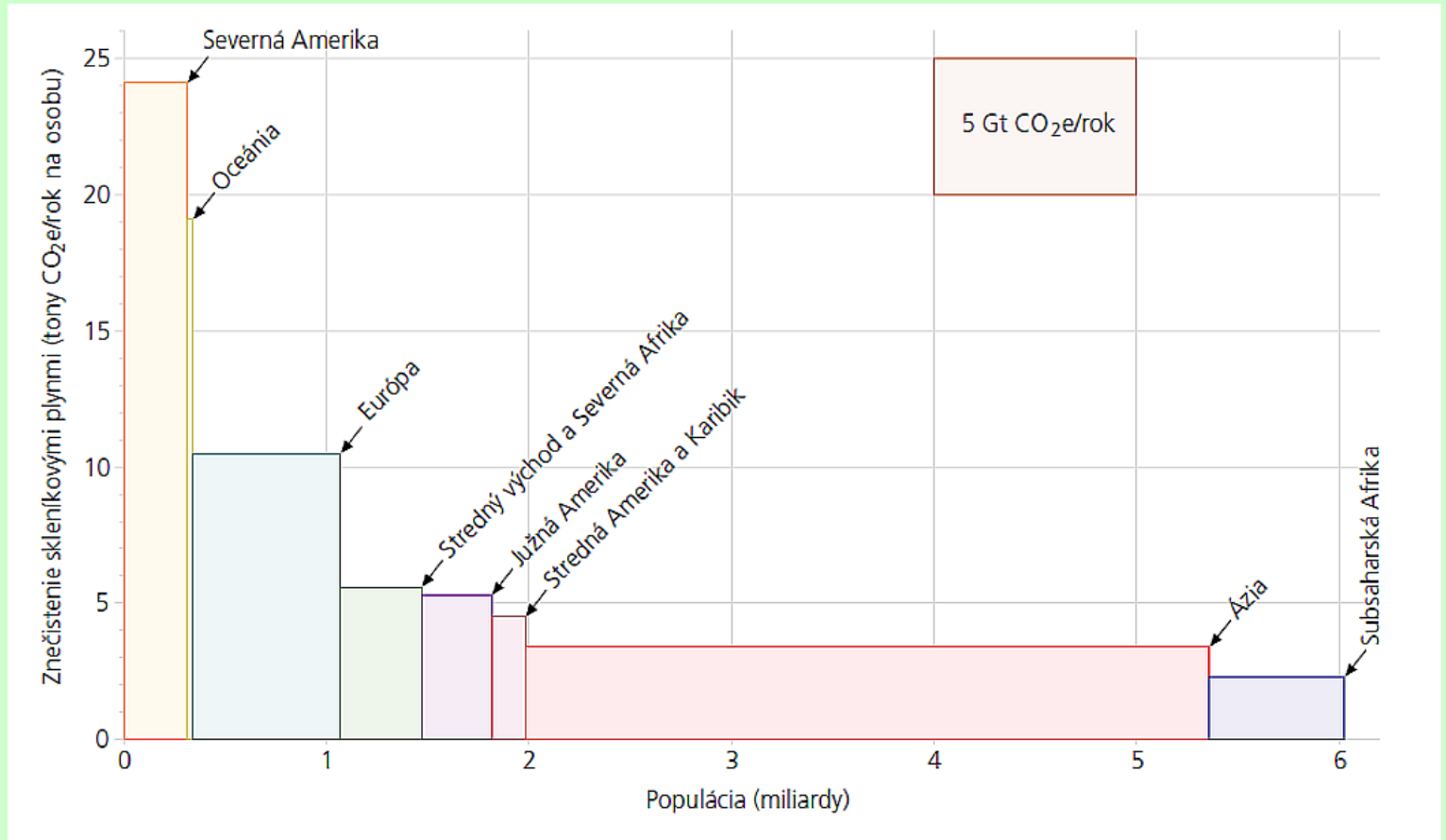


Načo je nám toľko energie?

Objektívne dôvody:

- Zabezpečenie vhodnej potravy (varenie, pestovanie plodín)
- Zabezpečenie životného priestoru (budovy, kúrenie)
- Ochrana pred predátormi (vrátane chorôb)

+ potrebný resp. nepotrebný
civilizačný komfort





Čo určite nerobiť?



Nevyužívať energiu na nepotrebné veci, napr. na pestovanie turfovej trávy (príklad USA):

- 160 tis.km²
- 23% mestskej zástavby
- 10x viac pesticídov a hnojív ako potravinárske plodiny
- 30-60% pitnej vody na zalievanie
- priemerne sa kosí 22 x ročne
- minimálna biodiverzita, zánik priestoru pre dôležitý hmyz
- vyliate palivo 64 mil. litrov ročne
- pomer CO₂ spotrebovaného a celkovo vylúčeného 1:4
- **Celkový biznis 60 mld. USD-ročne**
- **Účel: je to vraj pekné**

by Lenore Hitchler

Ako je to s využívaním primárnej energie za rok na Slovensku (220TWh)

- Výroba elektriny: 28,9 TWh, z toho 24,4 TWh z tepla s účinnosťou ~ 30%:
Zostatkové vyhodnené teplo ~ 50 TWh
- Doprava: ~ 30 TWh tekutých palív, spaľovacie motory s účinnosťou ~ 30%:
Zostatkové vyhodnené teplo ~ 20 TWh
- Priemysel: teplo z plynu a elektriny (elektrické taviace pece) ~ 40 TWh:
Zostatkové teplo (nevyužitú) ~ 30 TWh
- Bez akéhokoľvek úžitku sa vyhodí ~ 100 TWh**
- K tomu na vykurovanie domácností spotrebujeme ~ 20,8 TWh**
z toho teplo vyrobené spálením tuhého paliva ~ 4,8 TWh

Shape your vision: Kúrme nevyužívaným teplom

- Na kúrenie všetkých domácností na Slovensku stačí 20% vyhadzovaného tepla z priemyslu, dopravy resp. výroby elektrickej energie
- Ak by sme na kúrenie teplo nevyrábali ale využívali zostatkové teplo ušetrilo by sa približne **4,8 megaton emisií CO₂**, čo je viac ako vyprodukuje celá osobná doprava (~ 2,5 Mt CO₂) a takmer 2/3 celej dopravy (cca 7,5 Mt CO₂)
- Okrem toho by sa neuvoľnilo ~ **20 TWh** tepla ale ostalo uložené v nespálenom palive.
- Keby sme dnešné zostatkové teplo nevyhadzovali priamo ale cez budovy **nemuseli by sme ich ani zatepľovať**



Ako na to?

- zber odpadového tepla do tepelnej batérie(prenosnej)
- Transport batérie (autom alebo vlakom)
- Dlhodobé (sezónne) uskladnenie v tepelne izolovaných skladoch (podľa nominálnej teploty batérie)
- Transport batérie (autom alebo vlakom) k distribútorom tepla
- Distribúcia tepla do domácností (možno využiť existujúcu infraštruktúru)
- Transport batérie (autom alebo vlakom) naspäť k zdroju odpadového tepla (swapping)



Ako na to?

Teplo sa dá ľahko ukladať do tepelných batérií a vozíť nákladným autom resp. vlakom.

Nie je potrebné budovať drahé potrubie s veľkými energetickými stratami.

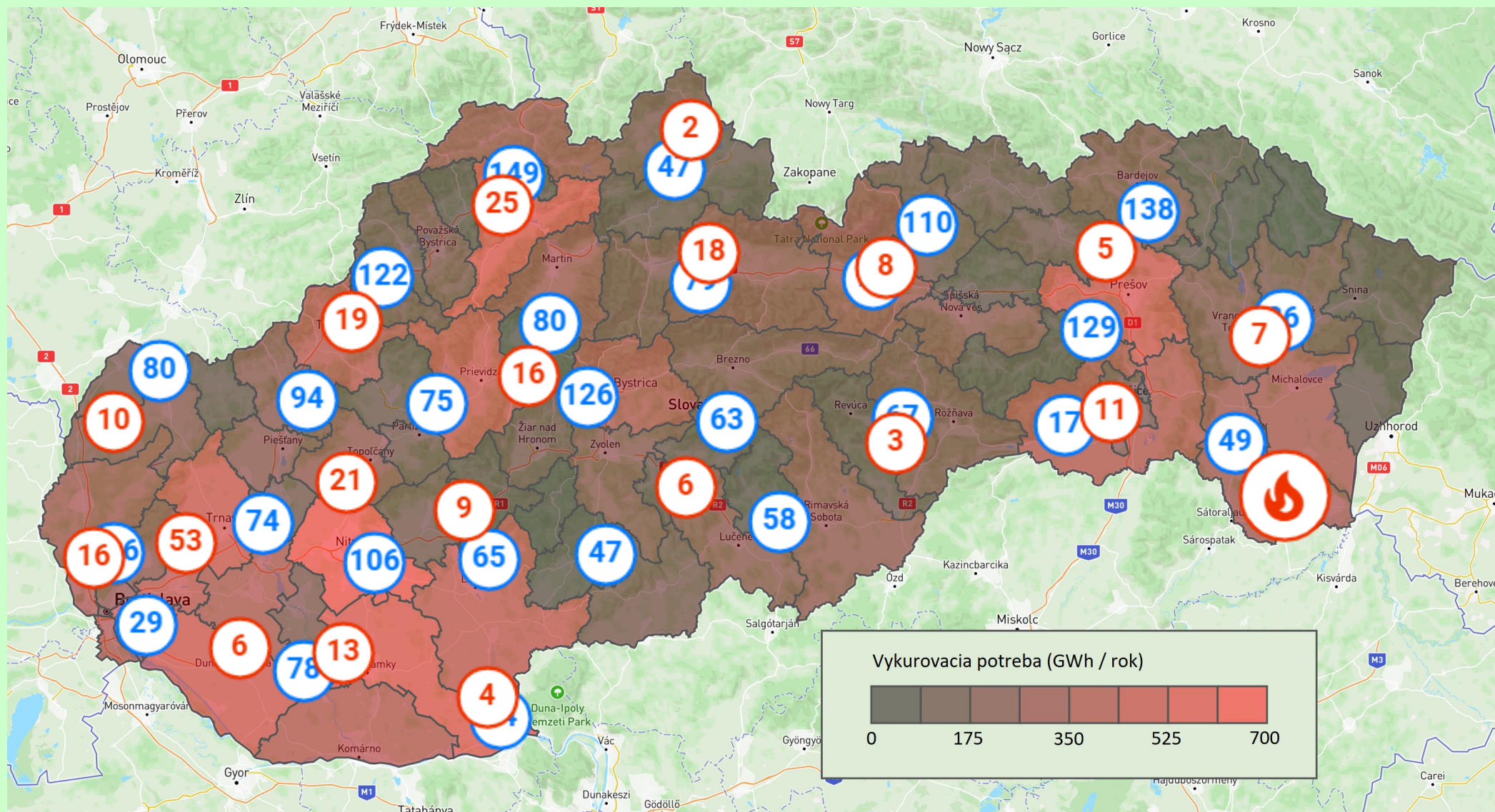
Nákladný cisternový vlak s 20 vagónmi každý s objemom 60 m^3 odvezie v teplej vode 120 MWh tepla. Na 100 km pritom spotrebuje menej ako 10 MWh elektrickej energie.

Nákladná cisterna s objemom 10 m^3 horúcej vody (95°C) odvezie naraz 1MWh tepla, pri celkovej hmotnosti cca 16 ton.

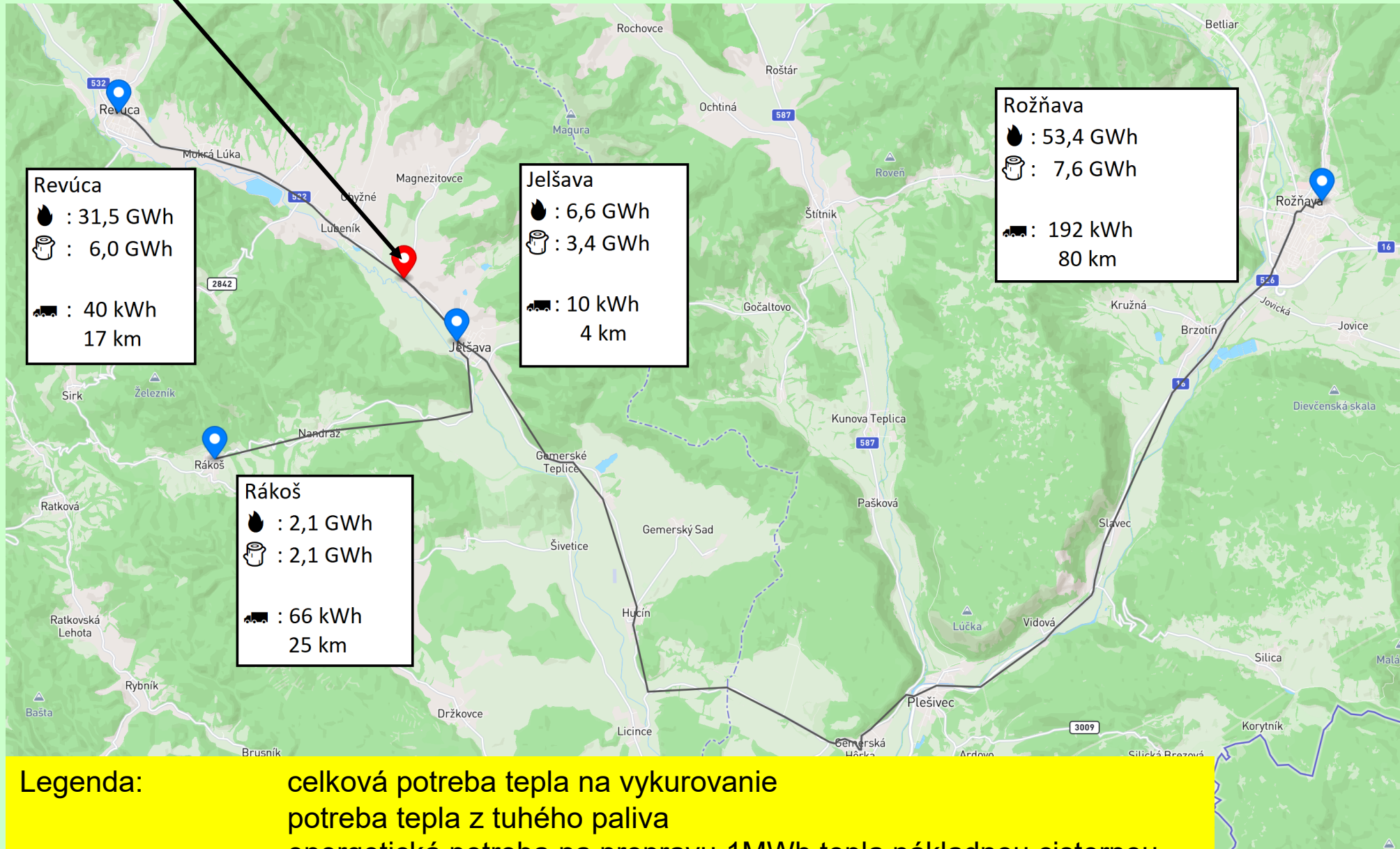
Dobre zaizolovaná cisterna pritom vychladne za 24 h o menej ako 3°C .



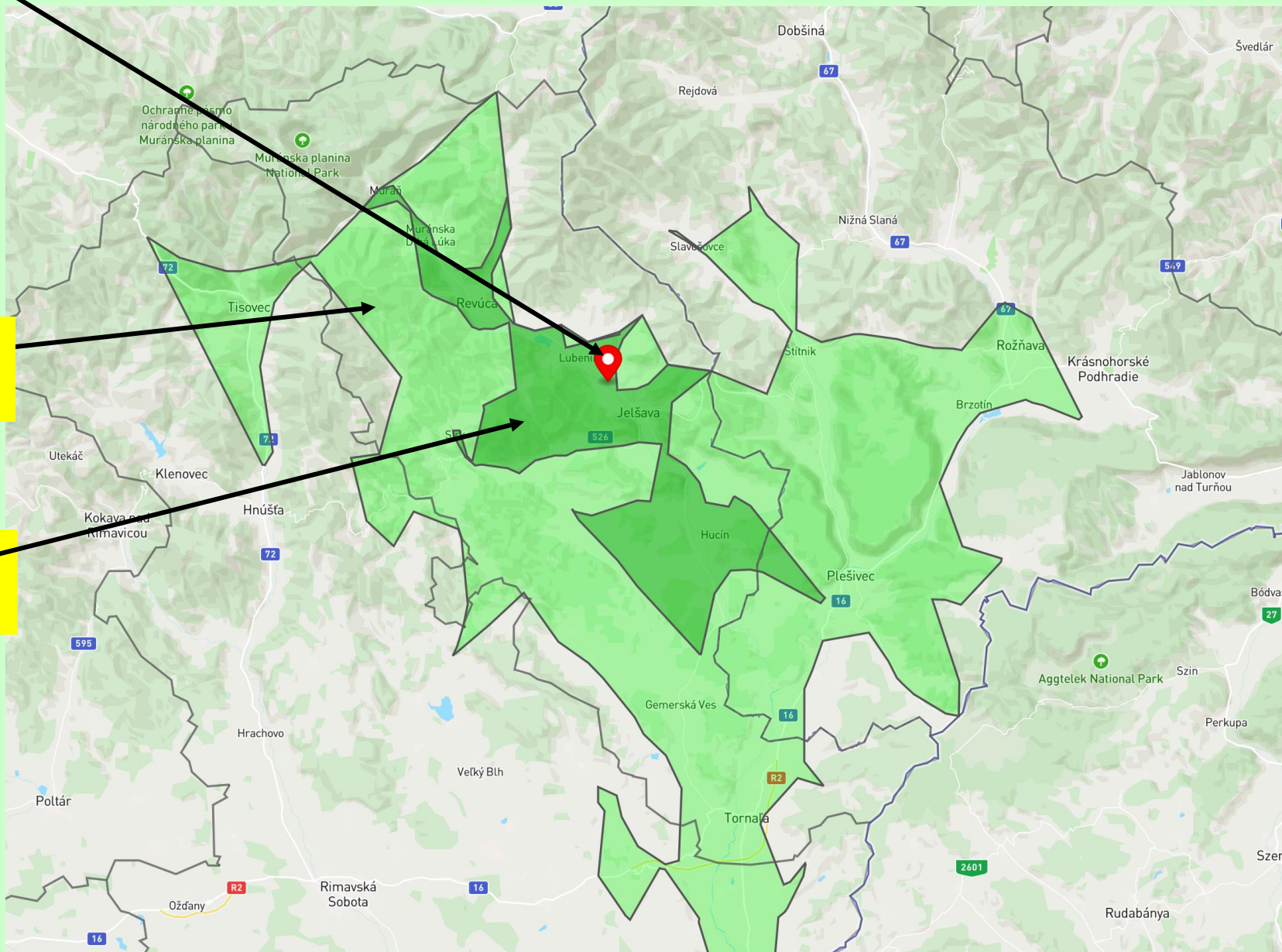
Mapa producentov a spotrebiteľov tepla



Príklad SMZ Jelšava: ročná produkcia nevyužívaného tepla cca 200-250 GWh



Príklad SMZ Jelšava: ročná produkcia nevyužívaného tepla cca 200-250 GWh



Doprava 1MWh
pri spotrebe 200 kWh

Doprava 1MWh
pri spotrebe 100 kWh

**Berme teplo priamo z nákladných áut, ktoré
prechádzajú okolo nás**

Berme teplo priamo z nákladných áut, ktoré prechádzajú okolo

Motivačný príklad

Pri spotrebe nafty 30 l/100km a tepelnej účinnosti motora 40% vyprodukuje nákladné vozidlo na trase 100 km okolo 180 kWh odpadového tepla.

Do 1 m³ nádrže (1 tona) dokážeme zachytiť 50% tohto odpadového tepla pričom sa studená voda (15°C) ohreje na 93°C.

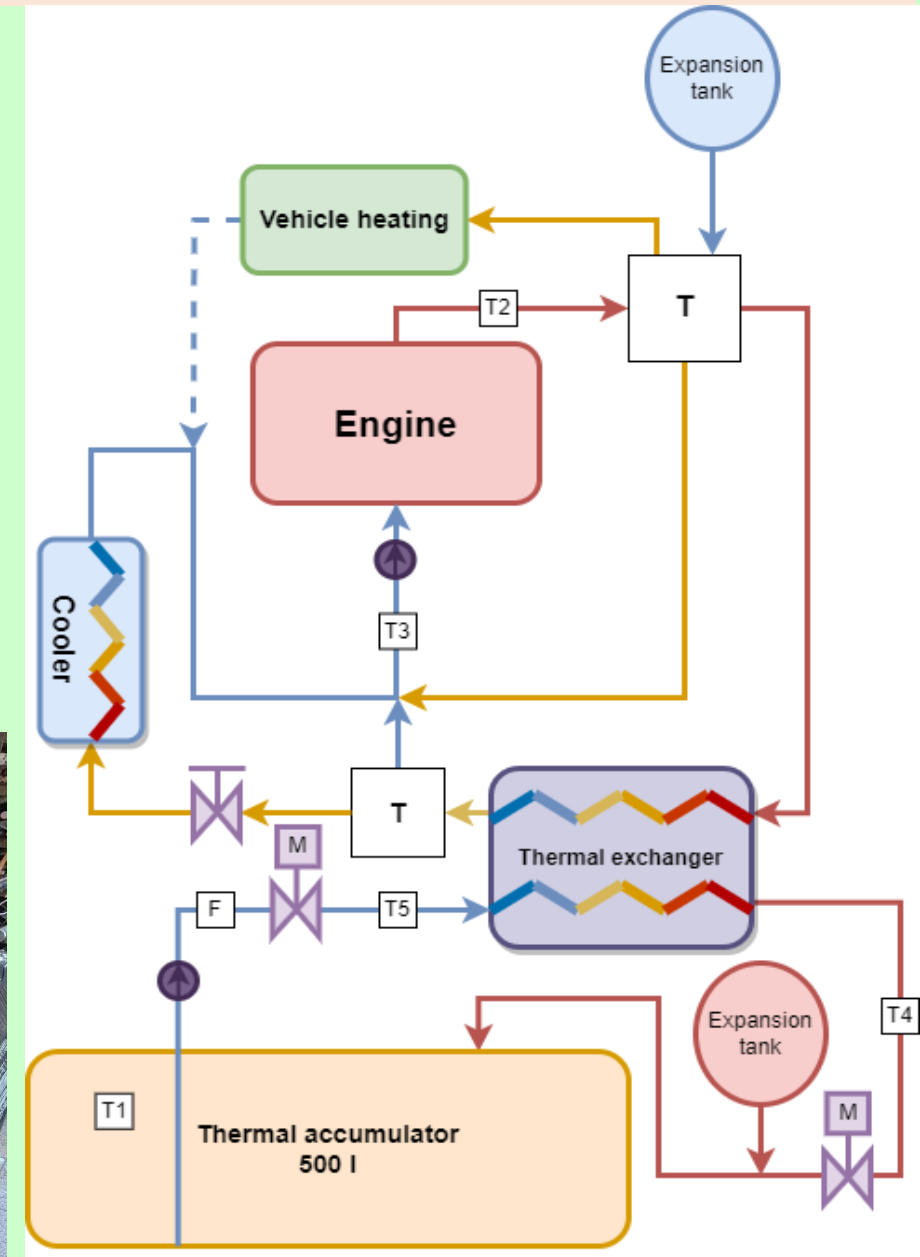
1 tona vody navyše k bežnému nákladu zvýši spotrebu na trase 100 km o 4,3 kWh primárnej energie.

Získaných 90 kWh tepla je v porovnaní so zvýšenou spotrebou 20-násobný energetický zisk.

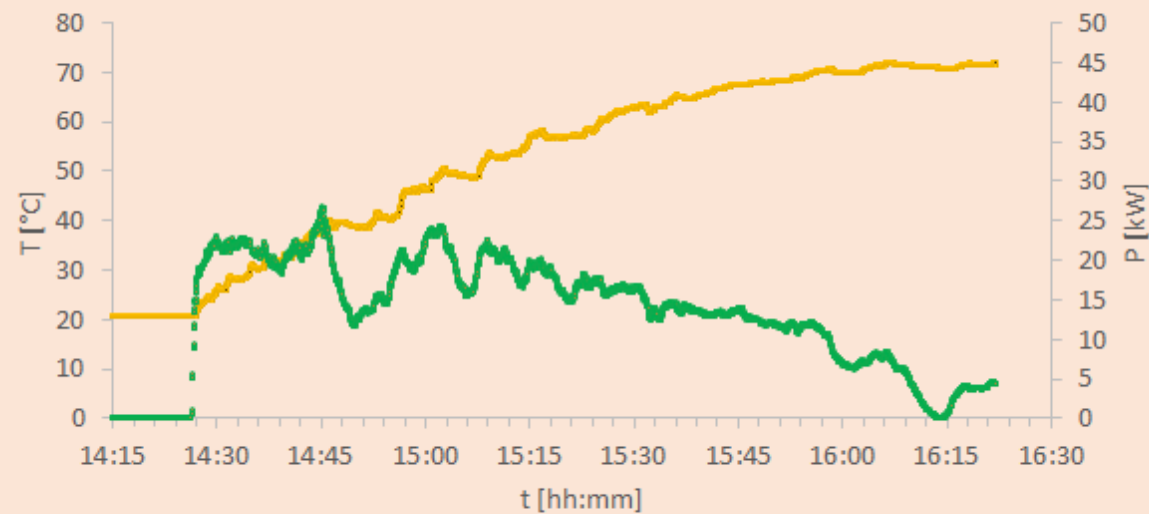
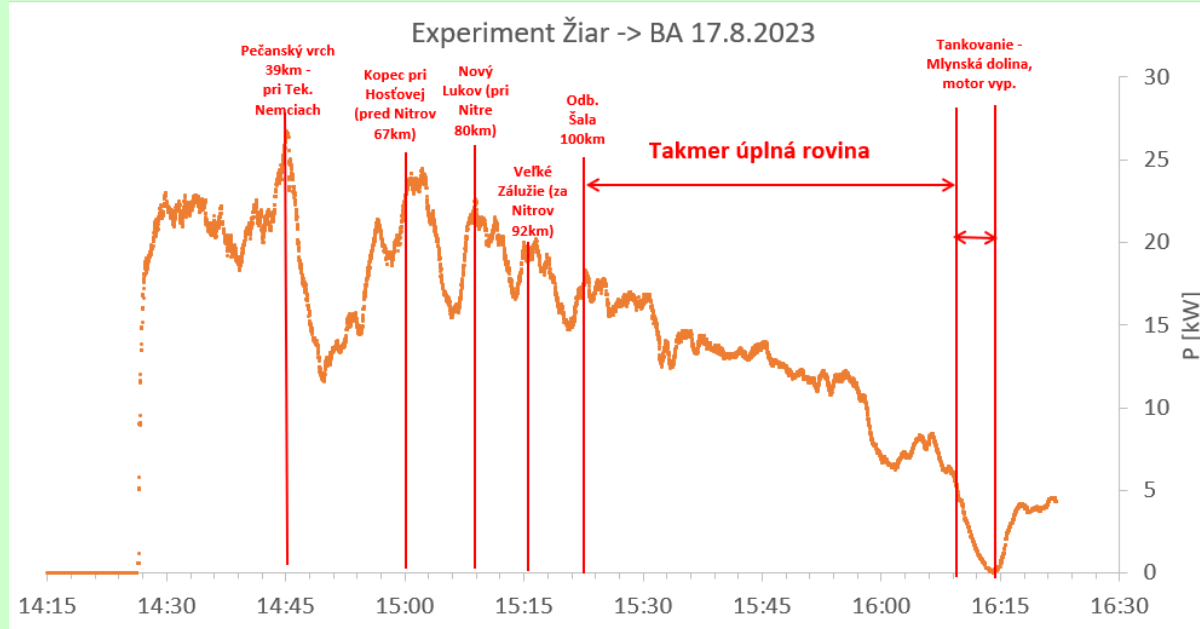
Berme teplo priamo z nákladných áut keď prechádzajú okolo



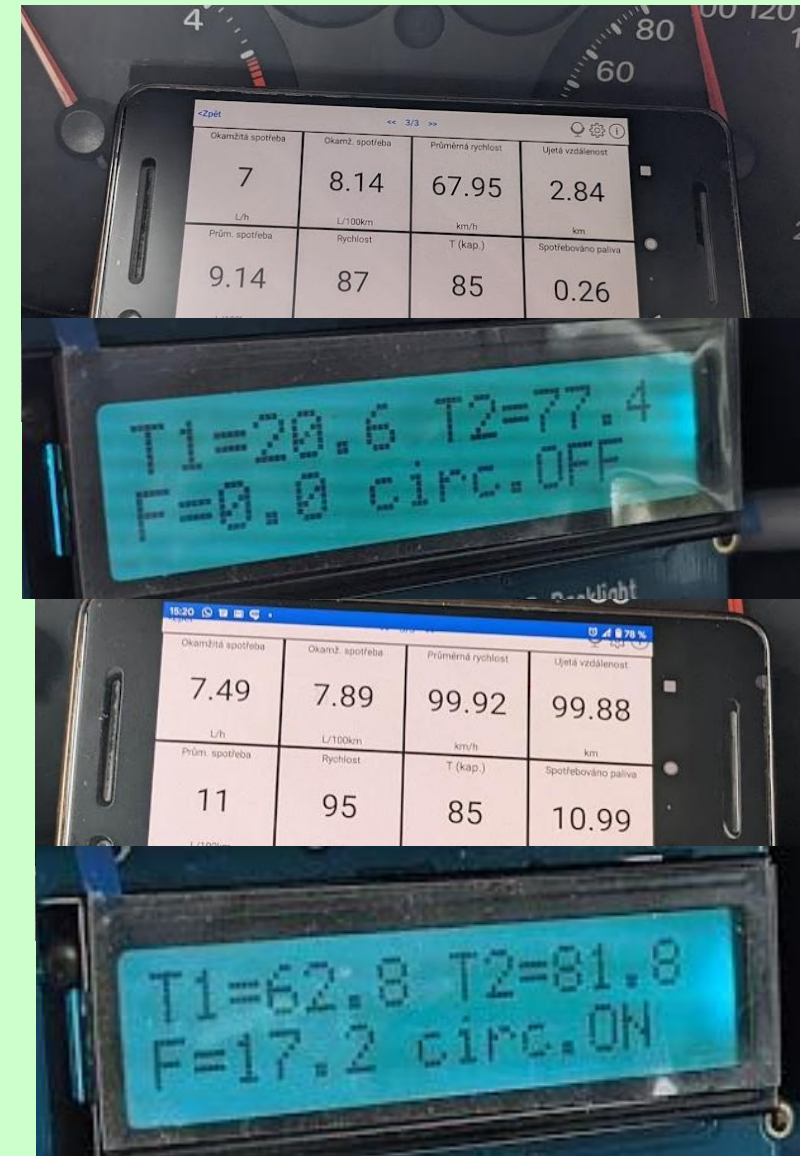
Nádrž na vodu 500 litrov



Berme teplo priamo z nákladných áut: cesta ZH – BA

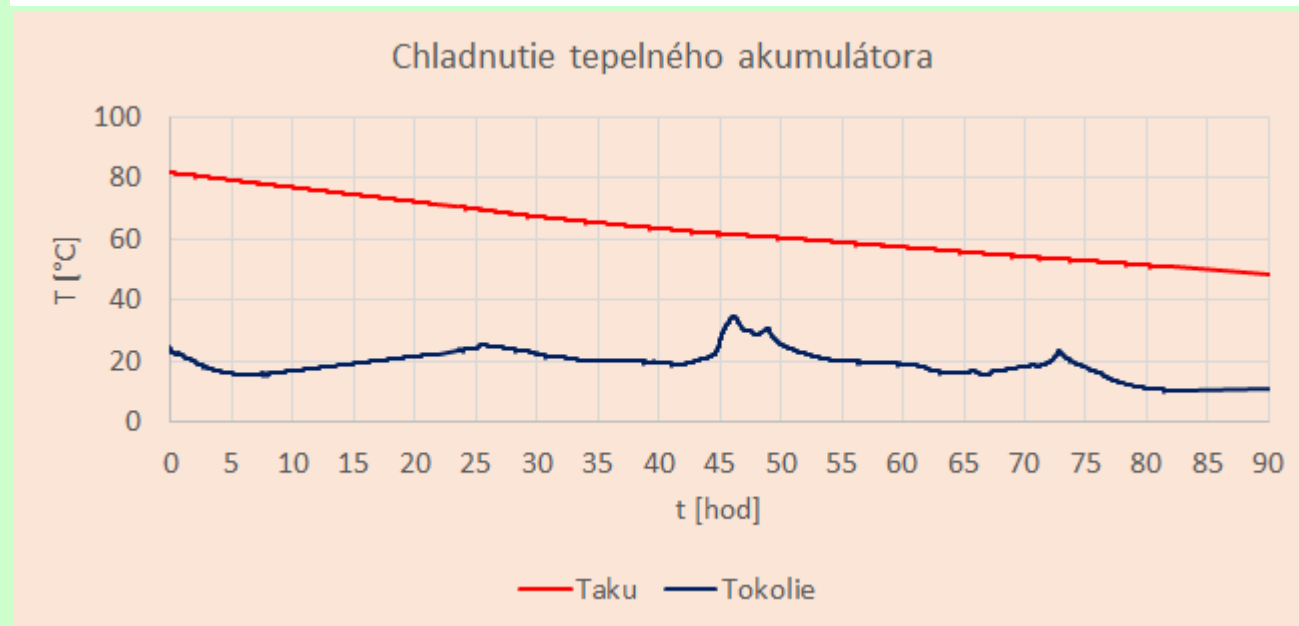
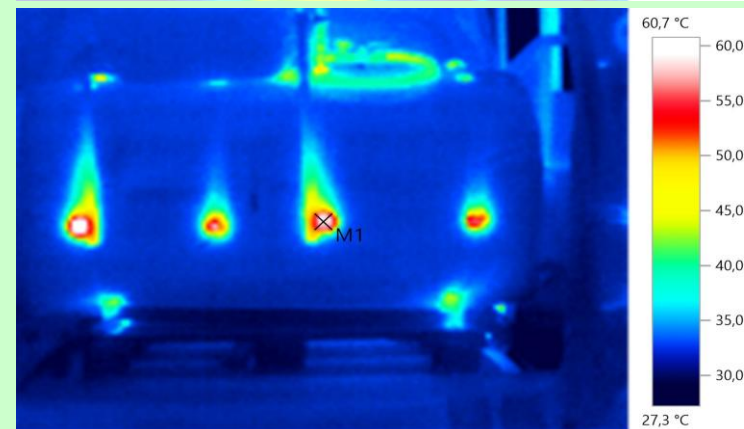
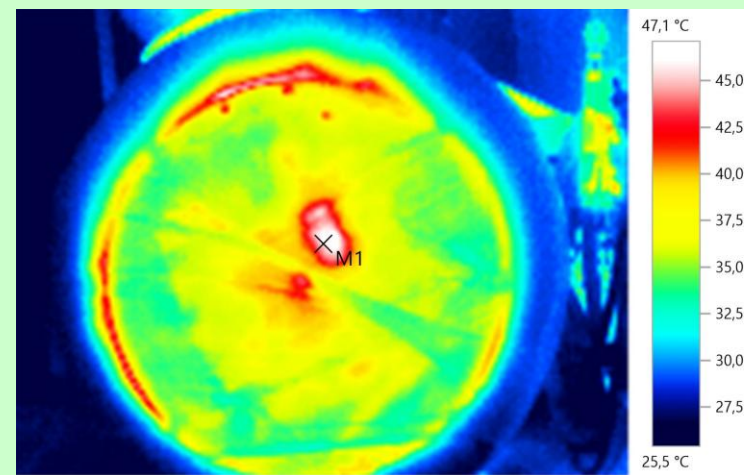
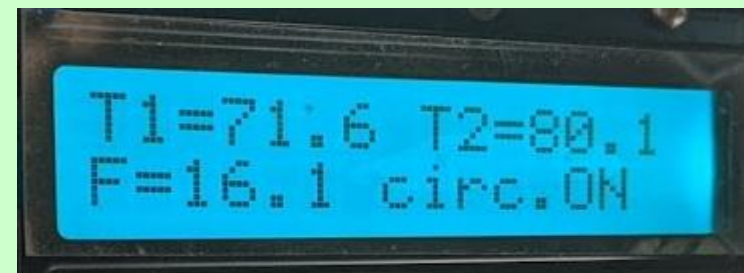
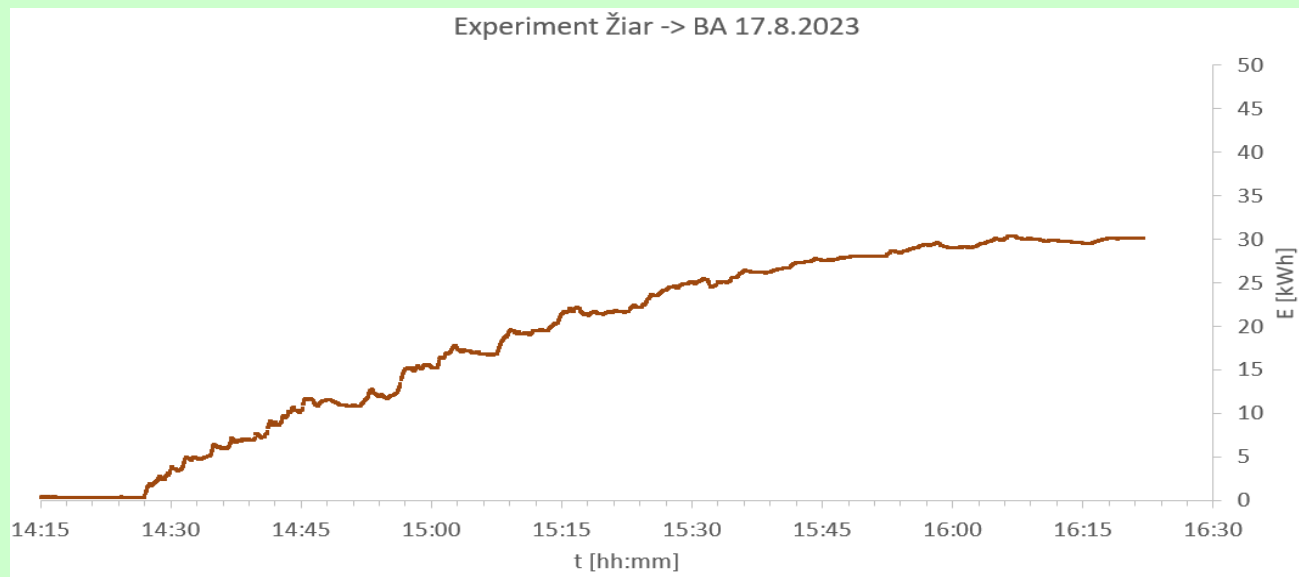


• Tacu [°C] • Psek [kW]



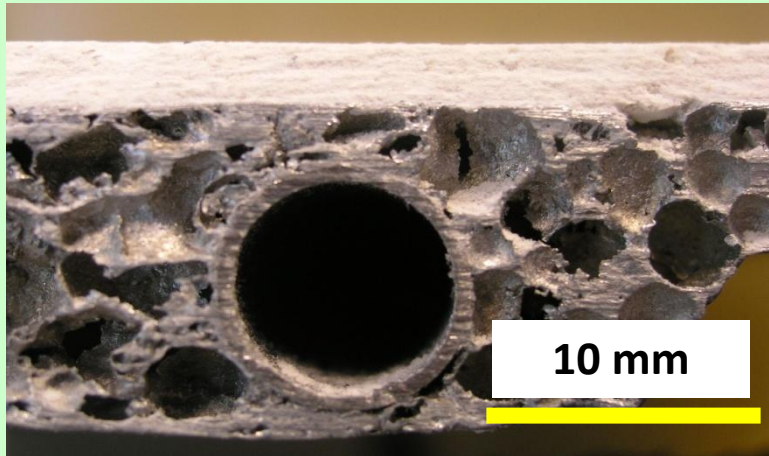
Teplo priamo z nákladného auta: cesta ZH – BA

500 l vody - 71,6°C, získané teplo - 30 kWh (25% celkovej energie)

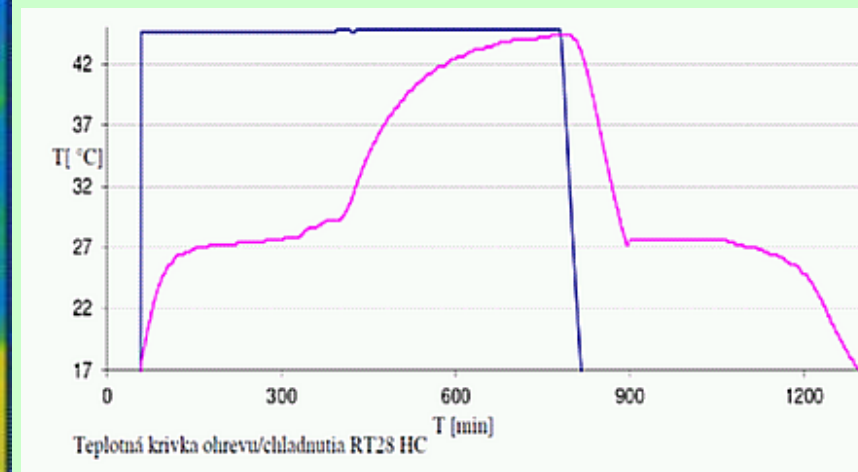
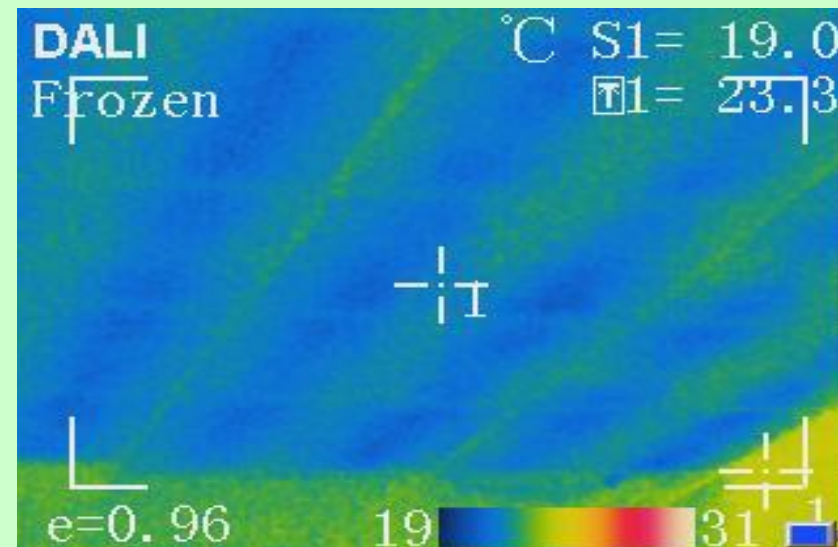
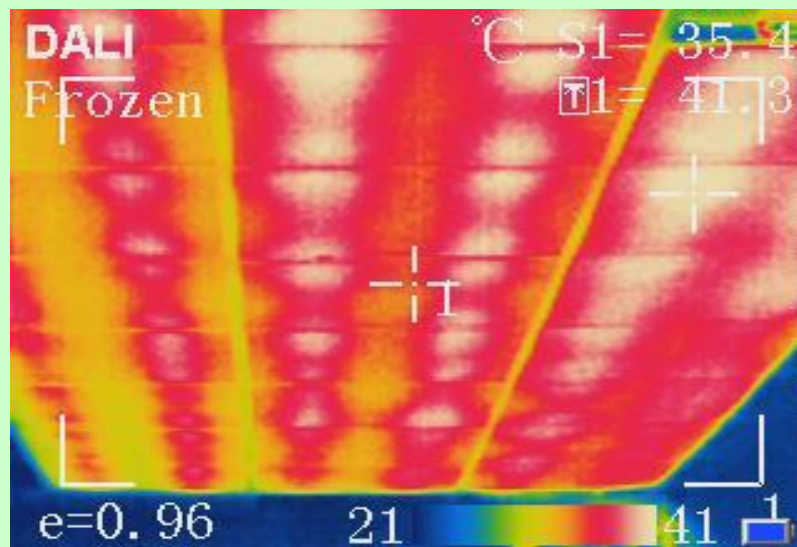


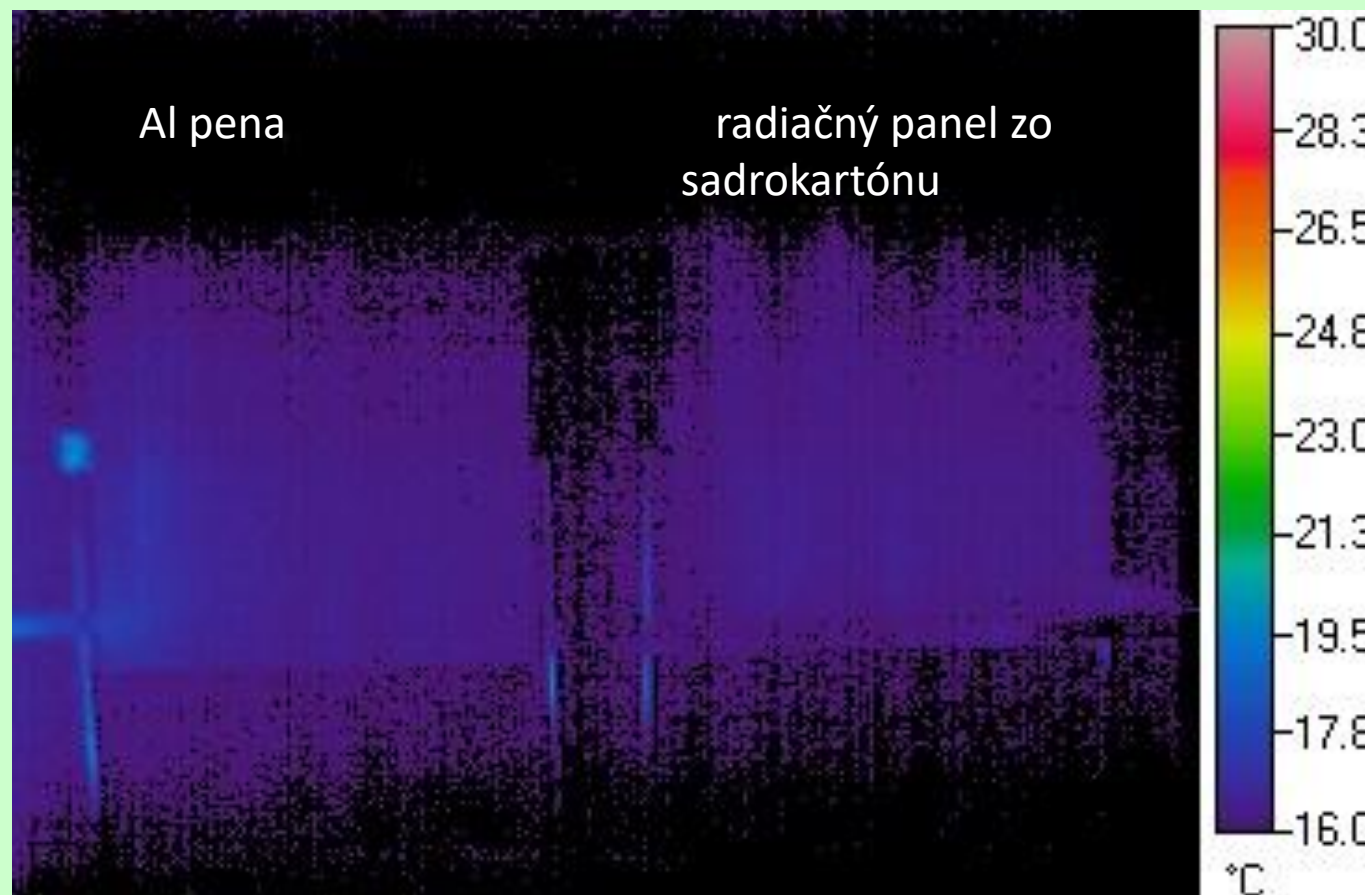
Aj teplo s nízkou teplotou sa dá výhodne použiť

Naša inovácia – radiačné stropné panely na vykurovanie a chladenie z hliníkovej peny s PCM



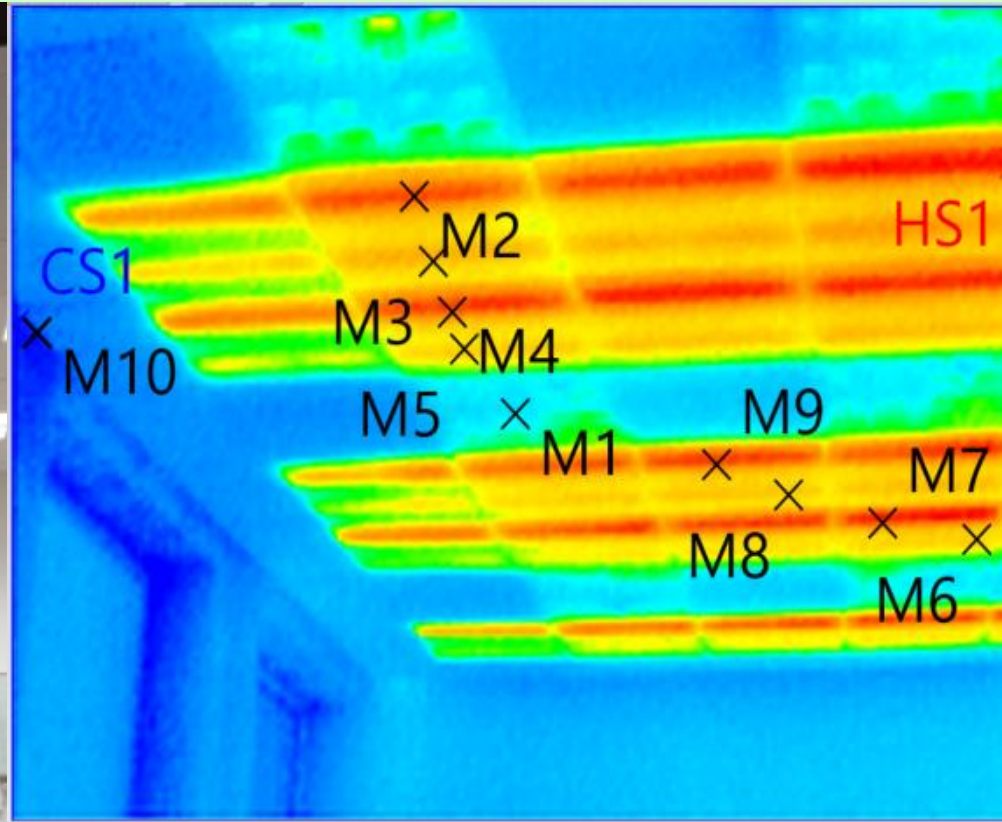
- na kúrenie stačí 30°C teplo
- Na chladenie stačí 20°C chlad
- 100 m² dokáže akumulovať 50 kWh tepla resp. chladu pri konštantnej teplote





Teplo priamo z nákladného auta: cesta ZH – BA

500 l vody - 71,6°C, získané teplo - 30 kWh (25% celkovej energie)

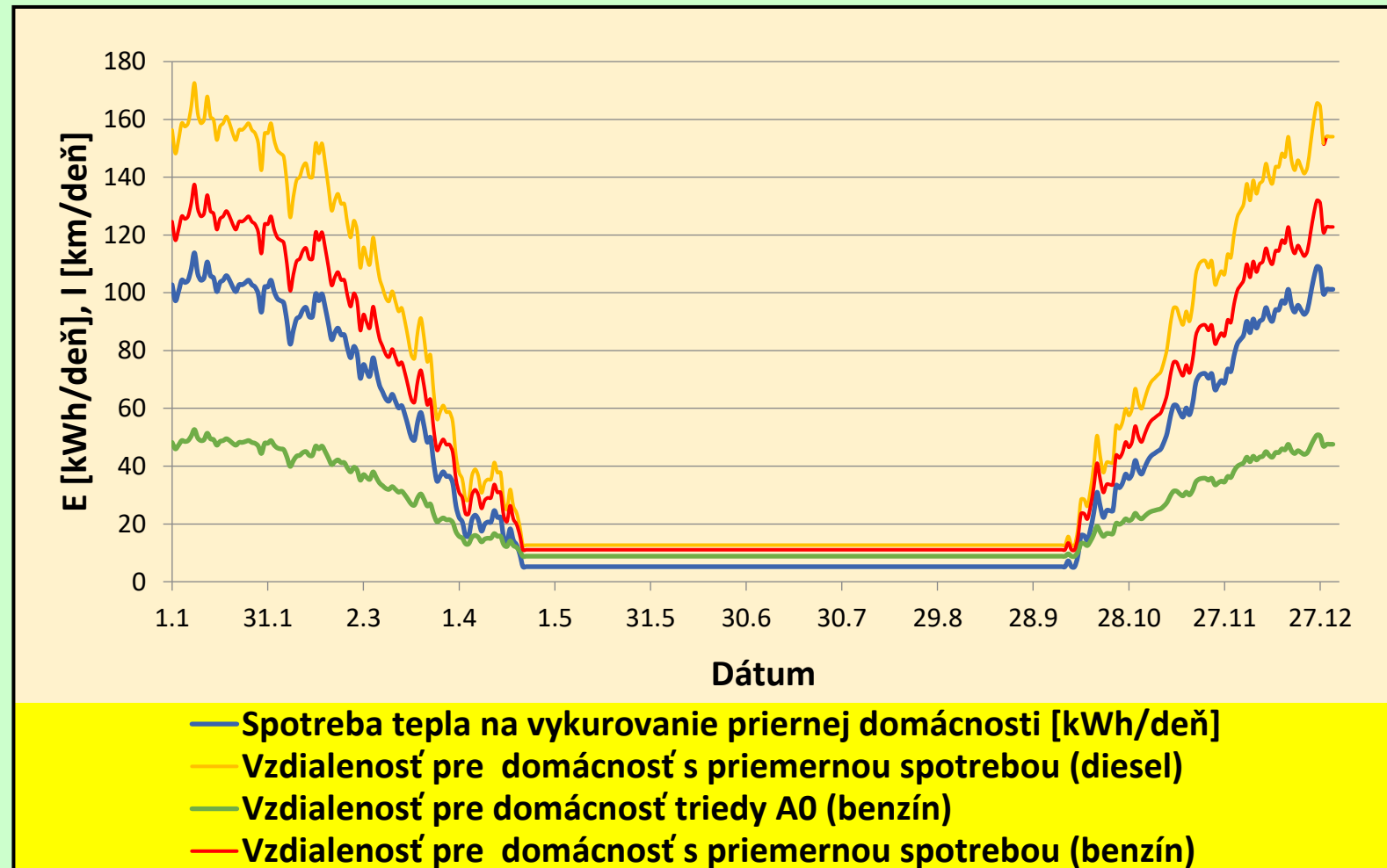


No	Temp. [°C]
M1	25,1
M2	32,1
M3	30,1
M4	31,8
M5	29,6
M6	29,6
M7	31,9
M8	29,7
M9	32,0
M10	21,6
CS1	20,2
HS1	33,9

Vykurované priestory so stropnými panelmi-Showroom, teplotné polia pri vonkajšej teplote 8-10°C

Teplo z osobného auta:

Model	Palivo	P [kW]	m [kg]	s [l/100km]	μ [%]	Odpadové teplo [kWh/100km]
Golf Style 2,0 TDI 7DSG	nafta	110	1484	4,4 – 5,3	24,5-26,1	32,5-35,4
Golf Style 1,5 TSI 6G	benzín	110	1388	5,7 – 6,8	19,4-23,1	38,2-47,7
e-Golf	Elektrický	100	1615	13,5*	85	2,025

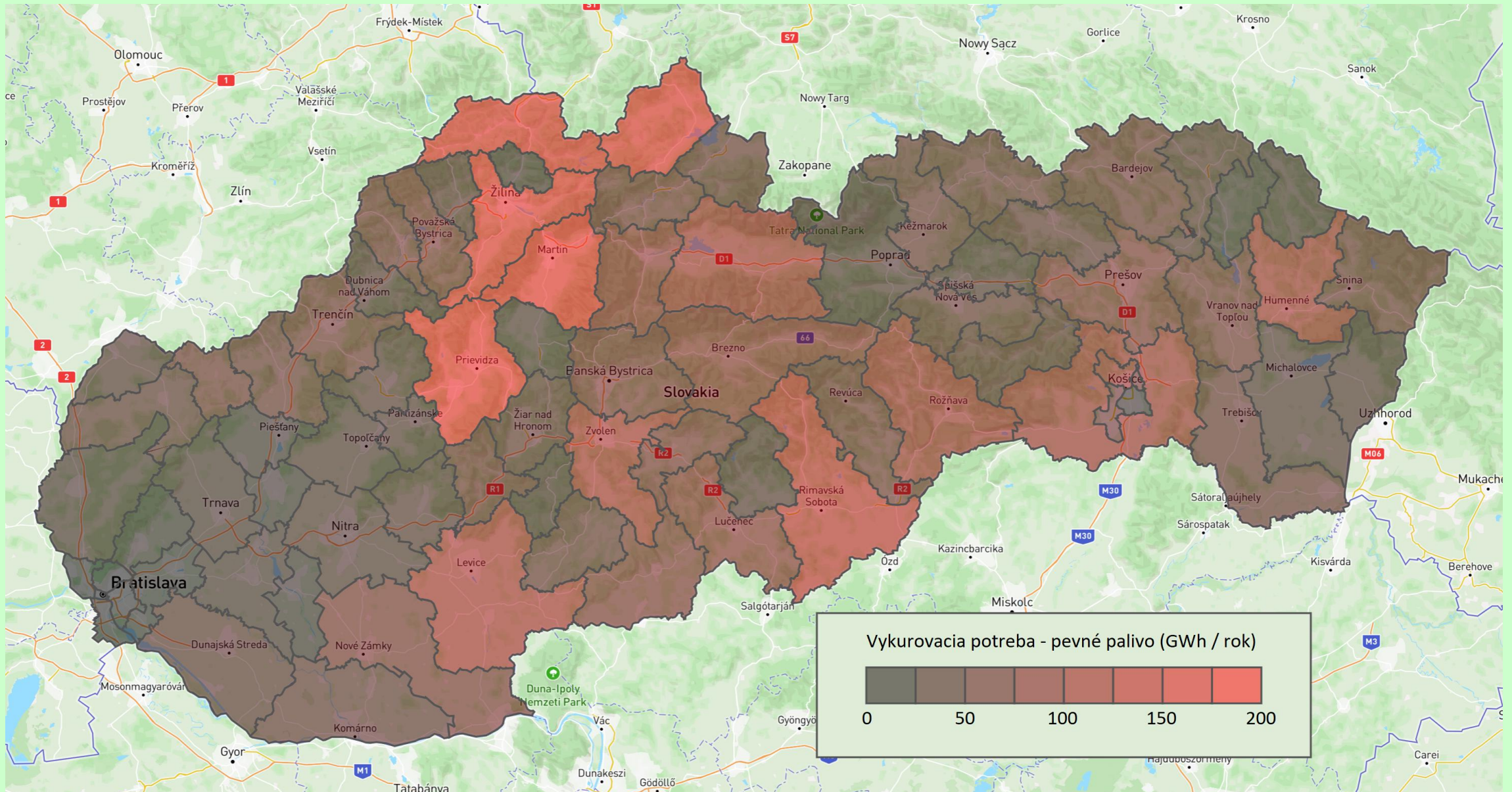


Teplo z osobného auta - ušetrená energia

Hmotnosť akumulačného médiu [kg]	Zvýšenie spotreby paliva Δs [%]	Akumulačná schopnosť akumulátora $E_{\max}$ [kWh]	Potrebná vzdialenosť pre plné nabitie - nafta $l_{\max}$ [km]	Potrebná vzdialenosť pre plné nabitie - benzín $l_{\max}$ [km]	Ušetrená energia pre priemernú domácnosť (14 MWh ročne) [kWh]	Ušetrená energia pre domácnosť triedy A0 (5,4 MWh ročne) [kWh]
100	3,75	7,55	13,61	11,28	2 349 / 270 €	1 765 / 230 €
200	7,50	15,09	49,46	40,14	3 774/ 434 €	2 967 / 369 €
300	11,25	22,64	71,69	57,71	5 109/ 588 €	3 977 / 485 €
600	22,50	45,28	138,38	110,42	8 561/ 985 €	5 400 / 621 €

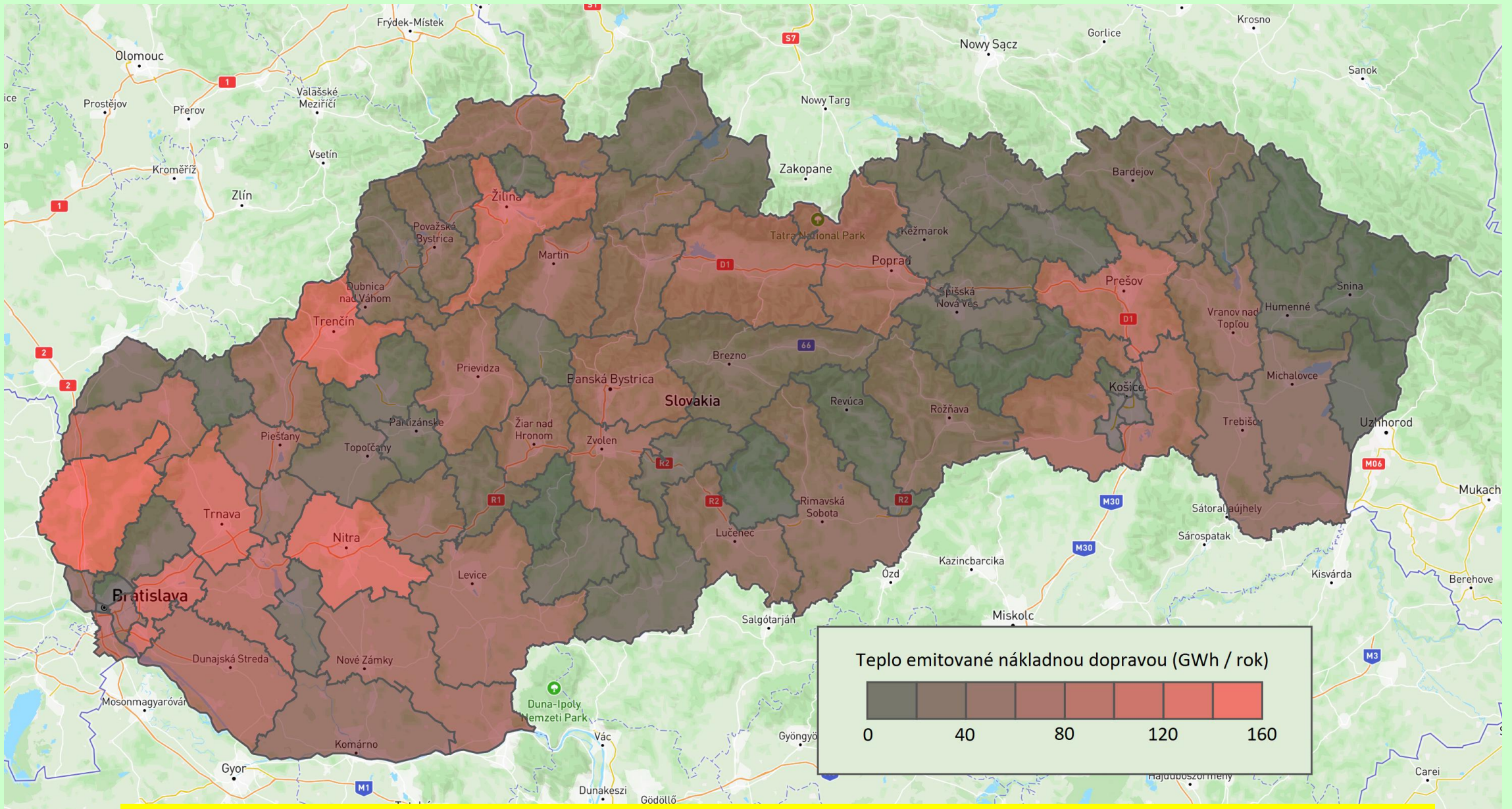
Na základe maximálnych cien pre CZT 0,115 €/kWh

Potreba tepla v jednotlivých okresoch z tuhých palív (4,8 TWh/rok)



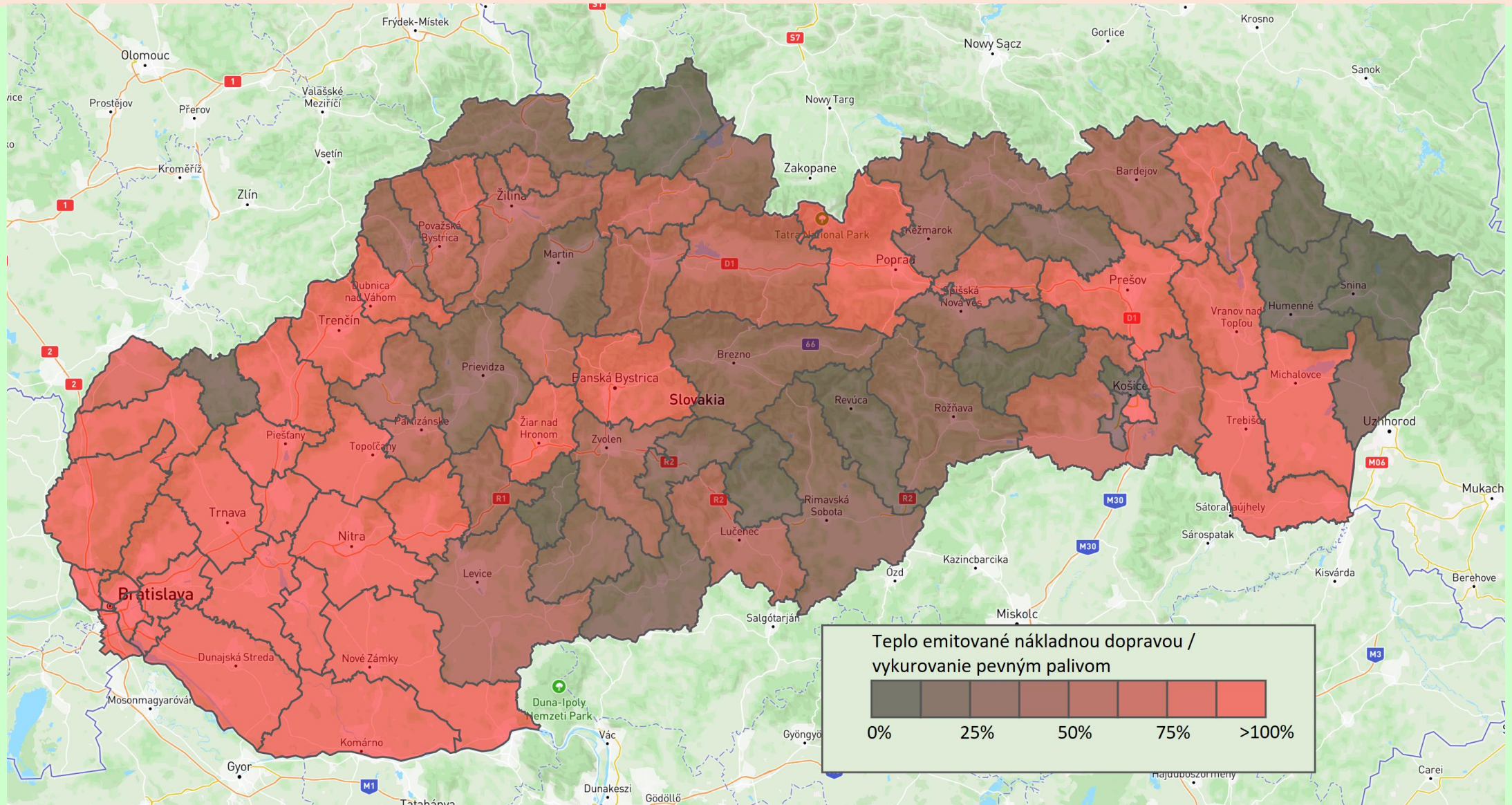
Berme teplo priamo z nákladných áut, ktoré prechádzajú okolo

Zostatkové teplo z nákladnej dopravy v jednotlivých okresoch (spolu 3,8 TWh)



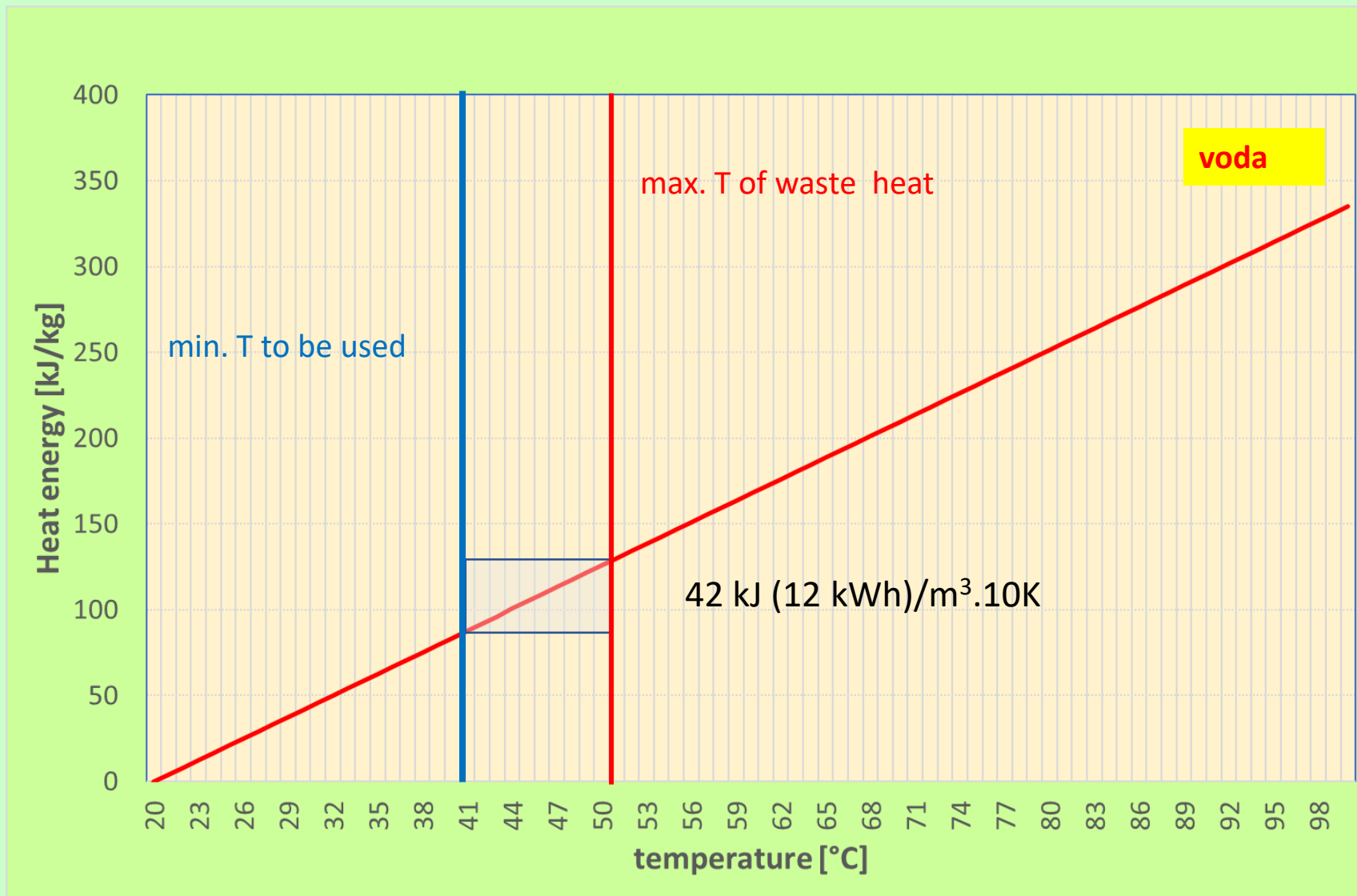
Berme teplo priamo z nákladných áut, ktoré prechádzajú okolo

Pokrytie potreby kúrenia tuhým palivom prostredníctvom zostatkového tepla z nákladnej dopravy v danom okrese



Berme teplo priamo z nákladných áut, ktoré prechádzajú okolo

Ako zhotoviť tepelnú batériu na nízkopotenciálne teplo?



120 MWh energie v teplej vode



1 MWh energie v teplej vode

1 MWh v palive $\approx$ 500 km jazdy

Metfoam 25

Tokyo, 4. September 2025

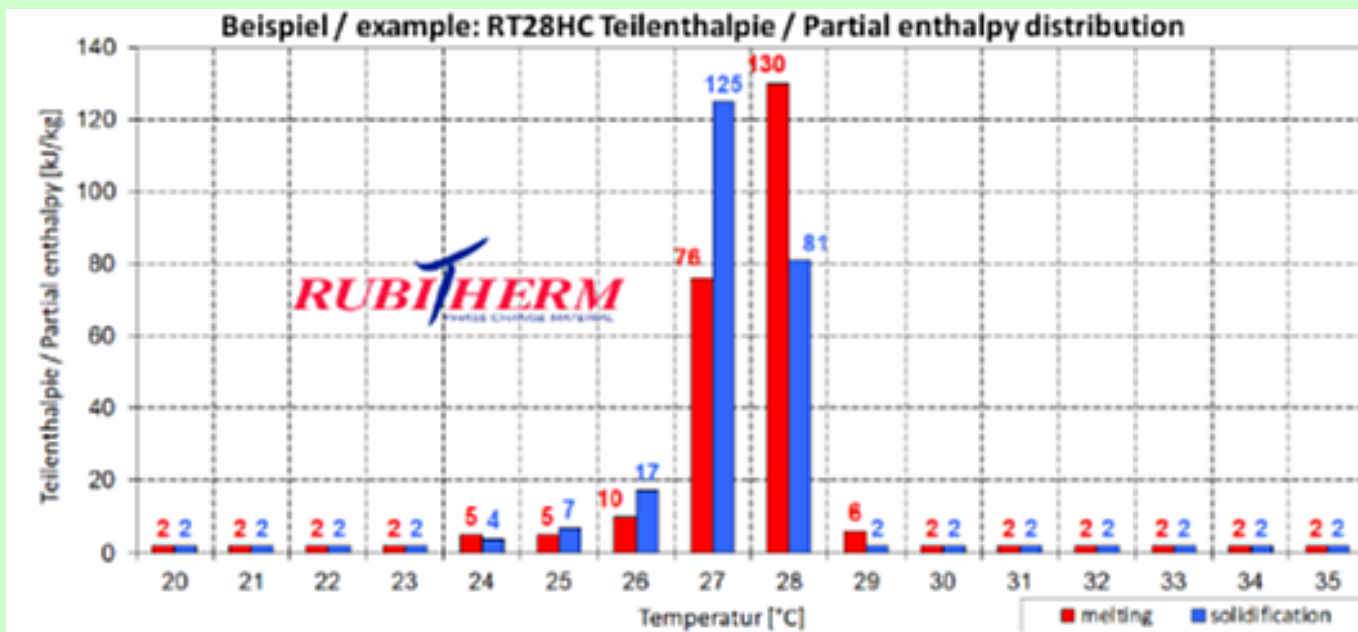
Teplo možno uložiť do fázovej zmeny



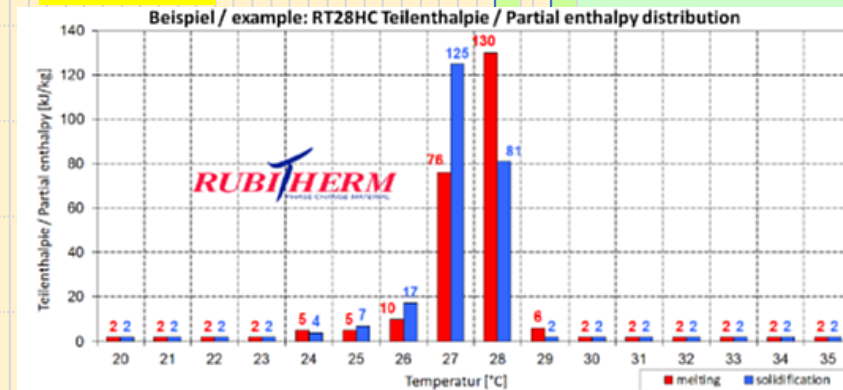
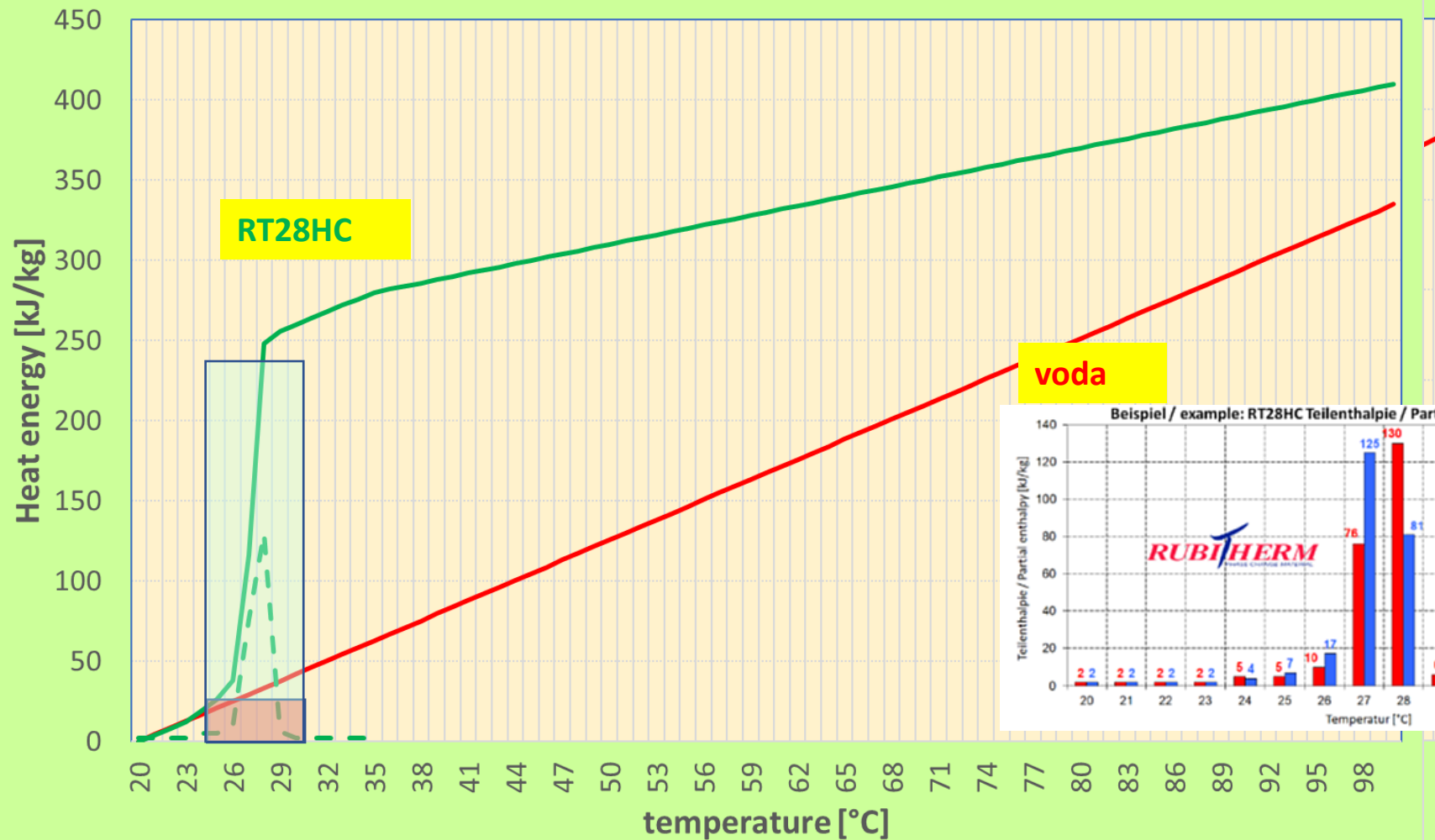
Približne **250 kJ/kg** tepla je potrebných na fázovú zmenu ako latentné teplo u typických PCM

Vlastnosti RT-línie:

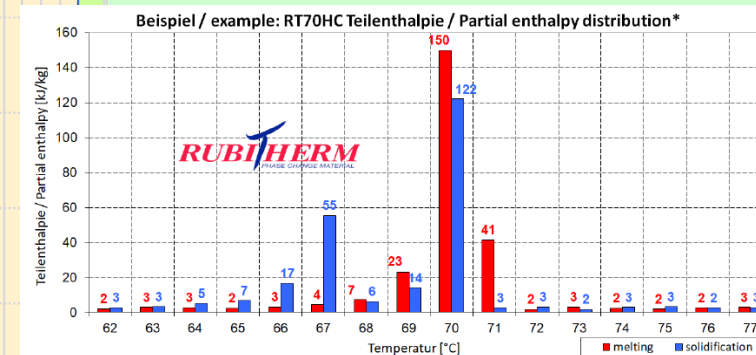
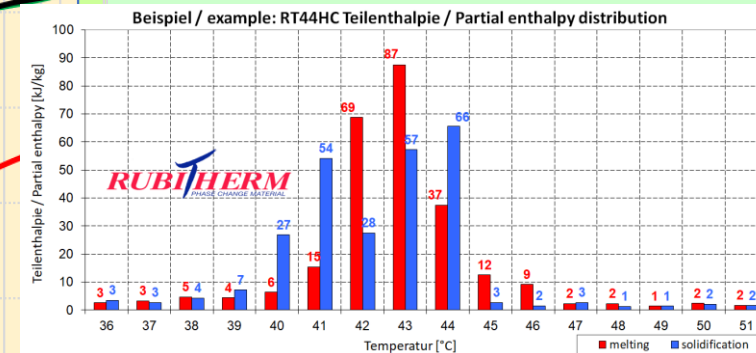
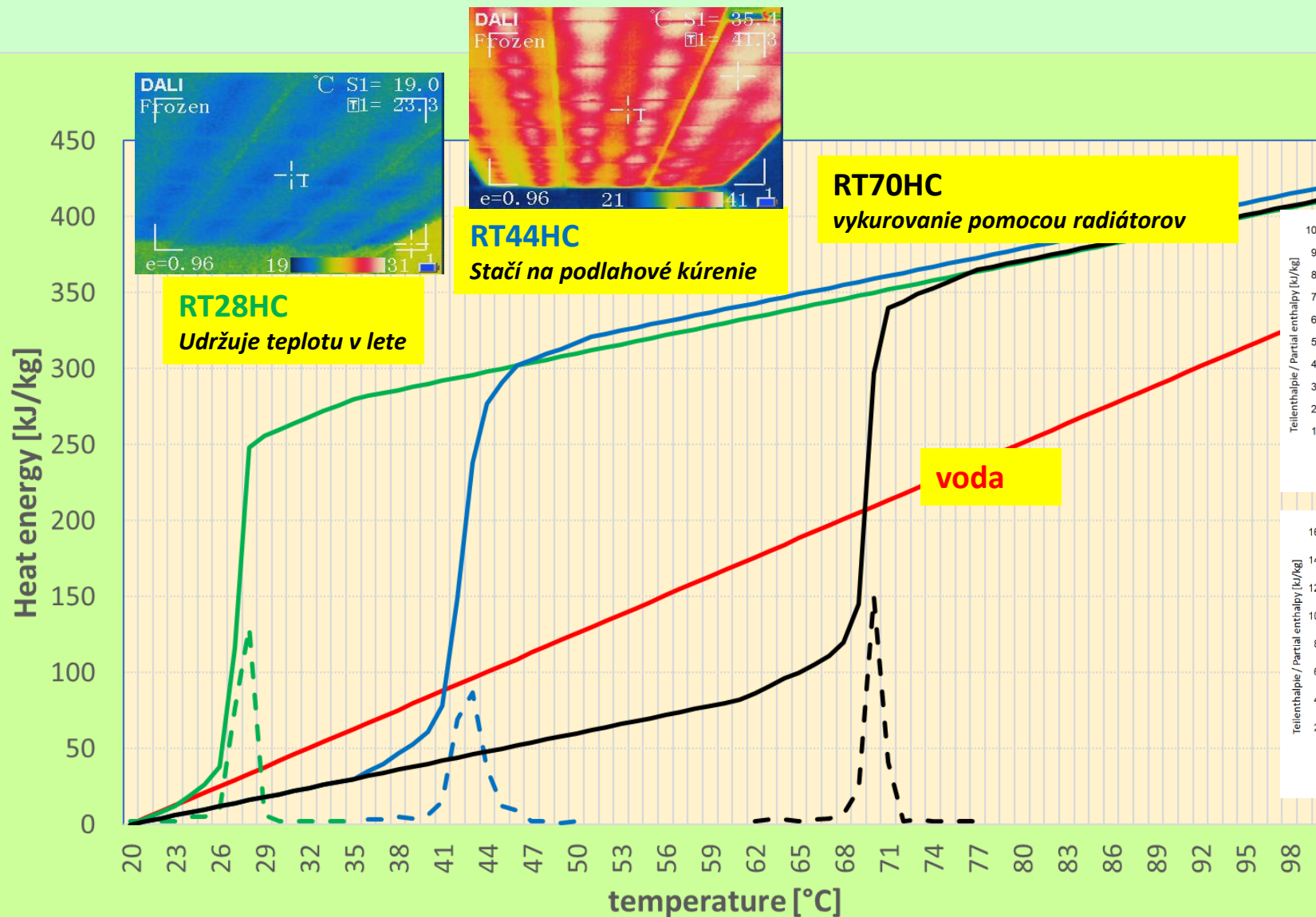
- Fázová zmena prebieha pri relatívne konštantnej teplote $\sim \pm 3^\circ\text{C}$
- Na tuhnutie nie je potrebné vysoké podchladenie
- Materiál je chemicky inertný
- Dlhá životnosť bez zmeny parametrov (fyzikálne javy)
- Dostupné teploty tavenia ($-9 \div 100^\circ\text{C}$)



Ako zhotoviť tepelnú batériu na nízkopotenciálne teplo?



Ako zhotoviť tepelnú batériu na nízkopotenciálne teplo?



Phase change materials – properties



<u>The most important data:</u>	Typical Values RT28HC	
Melting area	27-29	[°C]
	main peak: 28	
Congeeing area	29-27	[°C]
	main peak: 27	
Heat storage capacity $\pm 7,5\%$ Combination of latent and sensible heat in a temperatur range of 21°C to 36°C.	250	[kJ/kg]*
	70	[Wh/kg]*
Specific heat capacity	2	[kJ/kg·K]
Density solid at 15°C	0,88	[kg/l]
Density liquid at 40°C	0,77	[kg/l]
Heat conductivity (both phases)	0,2	[W/(m·K)]
Volume expansion	12,5	[%]
Flash point	165	[°C]
Max. operation temperature	50	[°C]



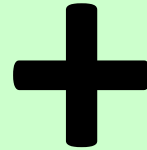
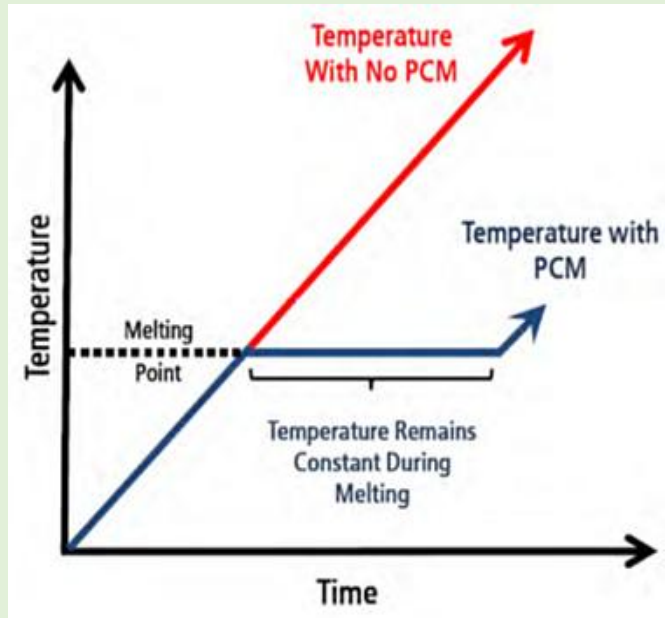
Hlavné obmedzenia :

- **nízka tepelná vodivosť**
dlhé (vy)/nabíjacie takty pri väčších objemoch, najmä pri nízkom teplotnom rozdiely
- **Veľké objemové zmeny pri fázovej premene ≈ 12 vol.%**
veľké zmeny tlaku v skrini, potreba veľkého expanzného priestoru

Smart material combination: PCM / Al-Foam

Phase-Change-Material (PCM)

- High storage capacity during melting
- Enthalpies of approx. 250 kJ/kg
- Range of melting point from -10 to 70°C
- Phase change within narrow range ($\pm 2\text{K}$)



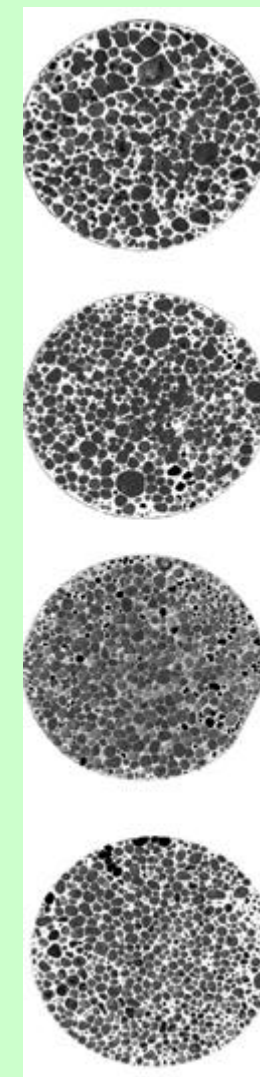
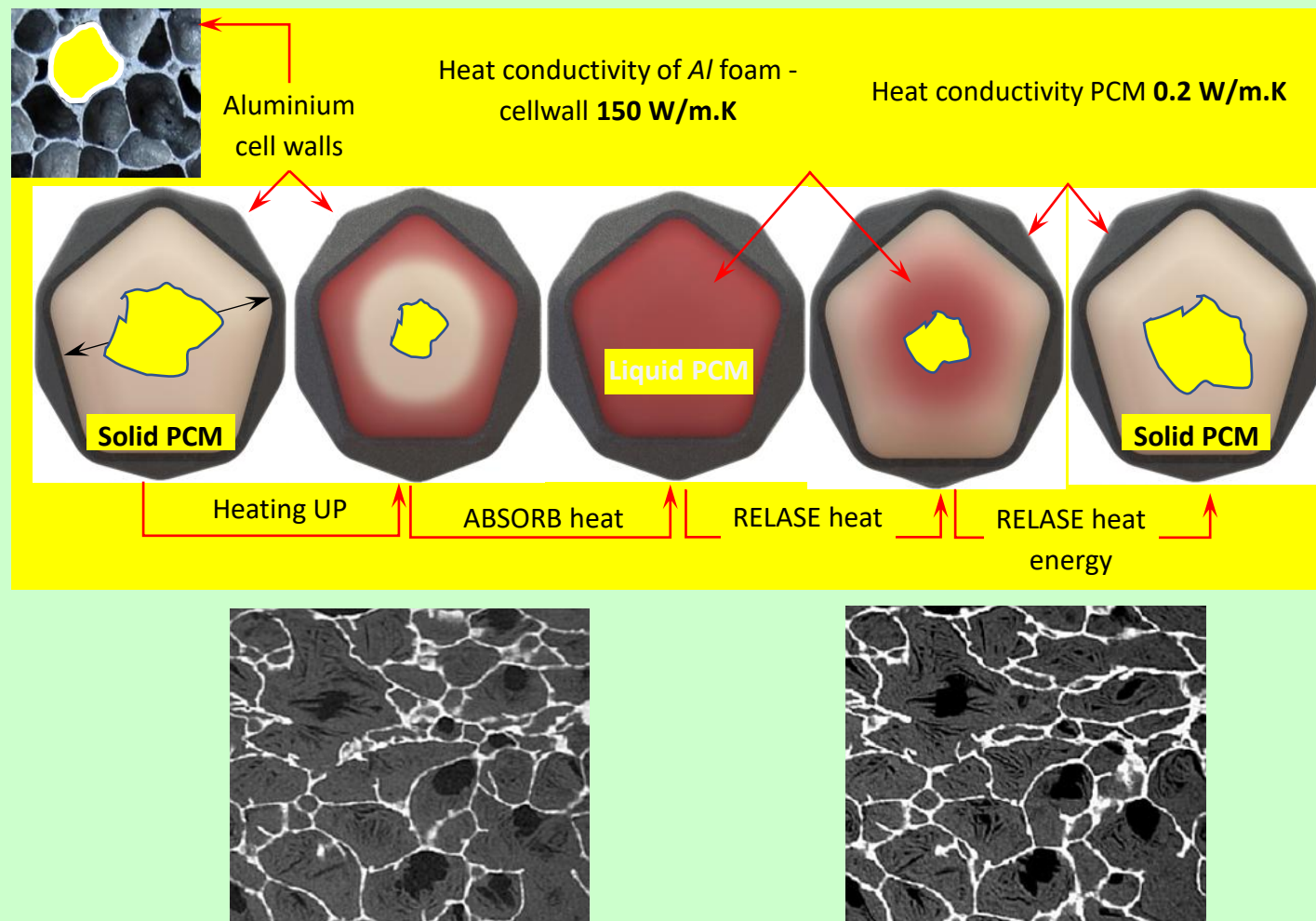
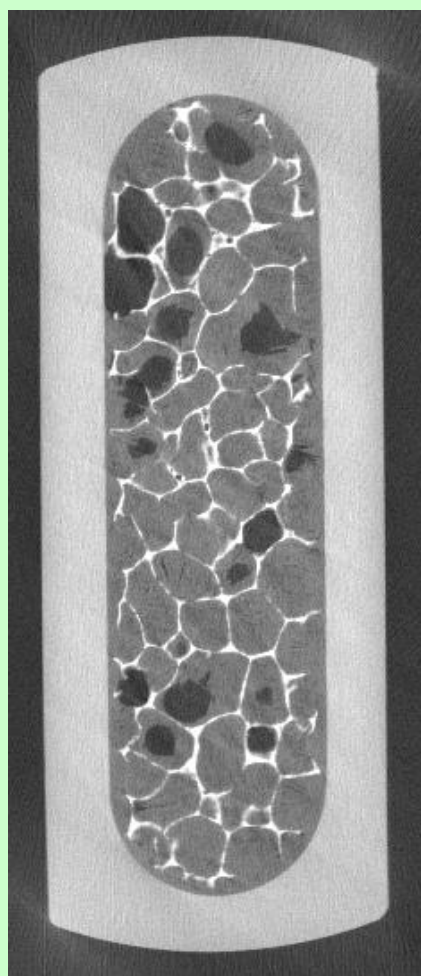
Al-

foam

- Good heat conductivity via cell walls
- Low density, high porosity 80%
- Very good stiffness to weight ratio
- Excellent isotropic crash behaviour

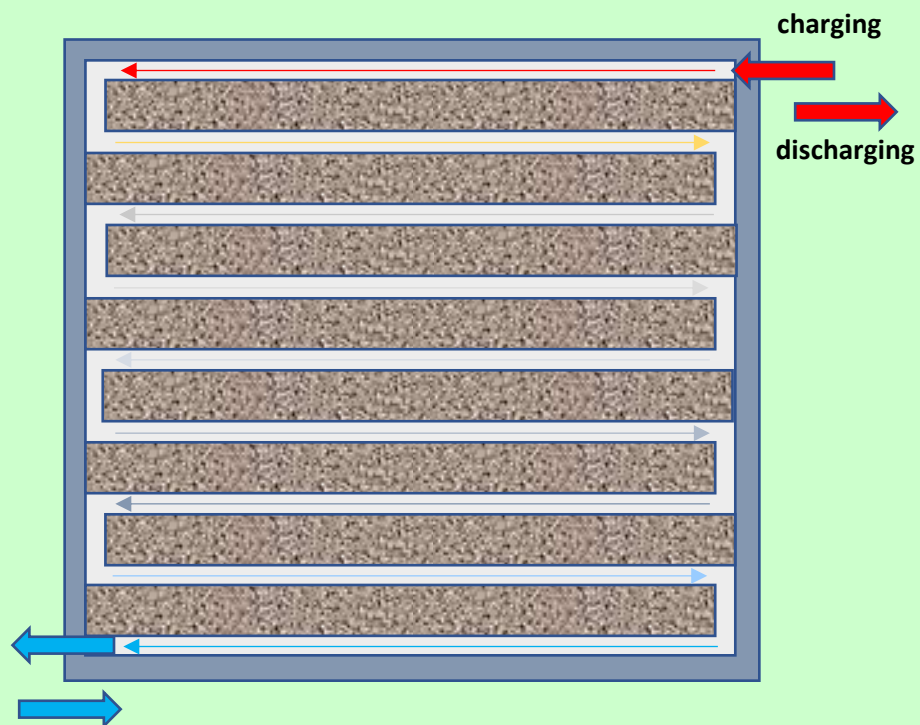


PCM v hliníkovej pene



- Malé objemy PCM sú obklopené vysoko tepelne vodivou Al stenou póru
- Al pena má 80% voľného priestoru (about 40 kWh of in 1 m³)
- Tuhá pena rieši ťažkosti so zmenami objemu PCM (neovplyvňuje vonkajšie rozmery batérie)

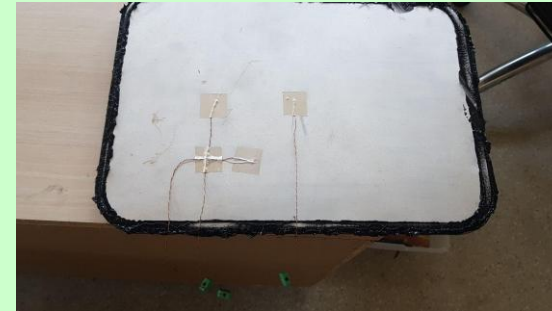
Koncept batérie



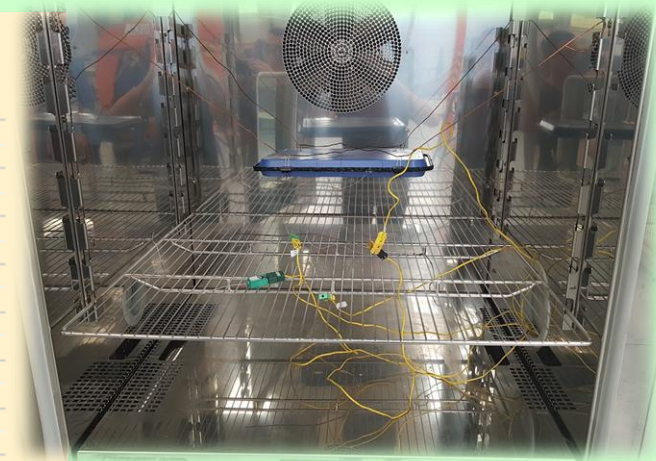
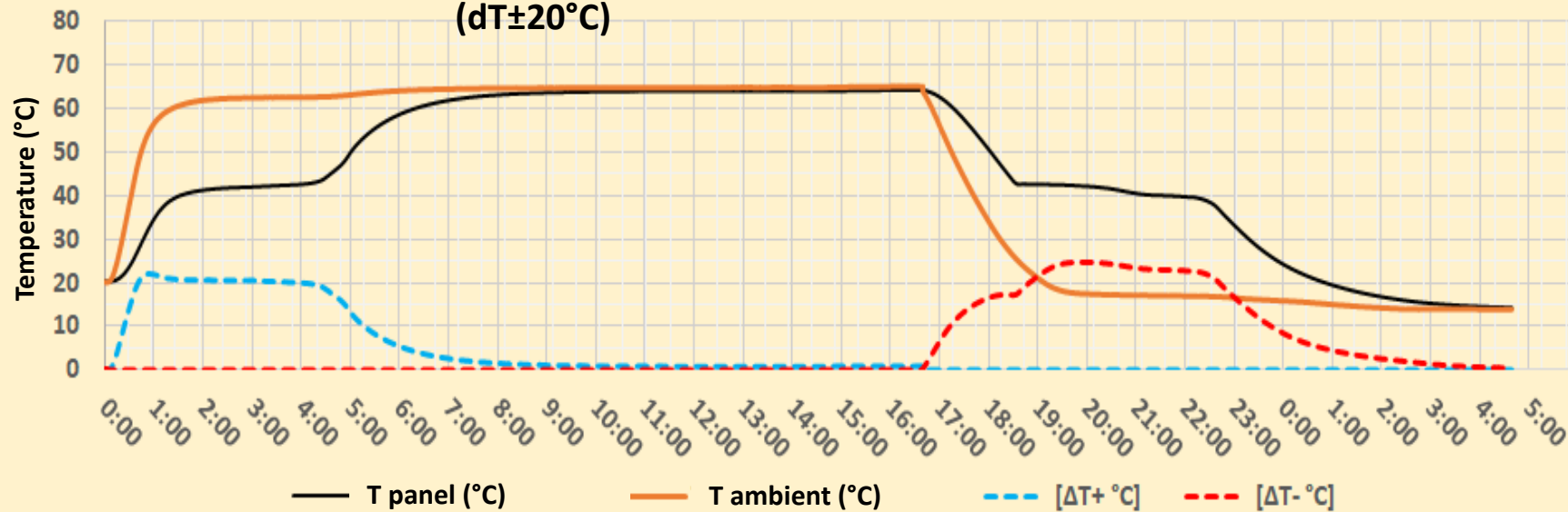
- Batériu možno efektívne nabíjať a vybíjať pri teplotnom rozdiel $\pm 5^{\circ}\text{C}$ a viac
- Nie sú potrebné žiadne kritické materiály
- Je 3-5 x lacnejšia ako elektrická batéria pri tej istej energetickej kapacite



Battery modul concept / test



Thermal battery panel PCM RT44HC
(dT±20°C)



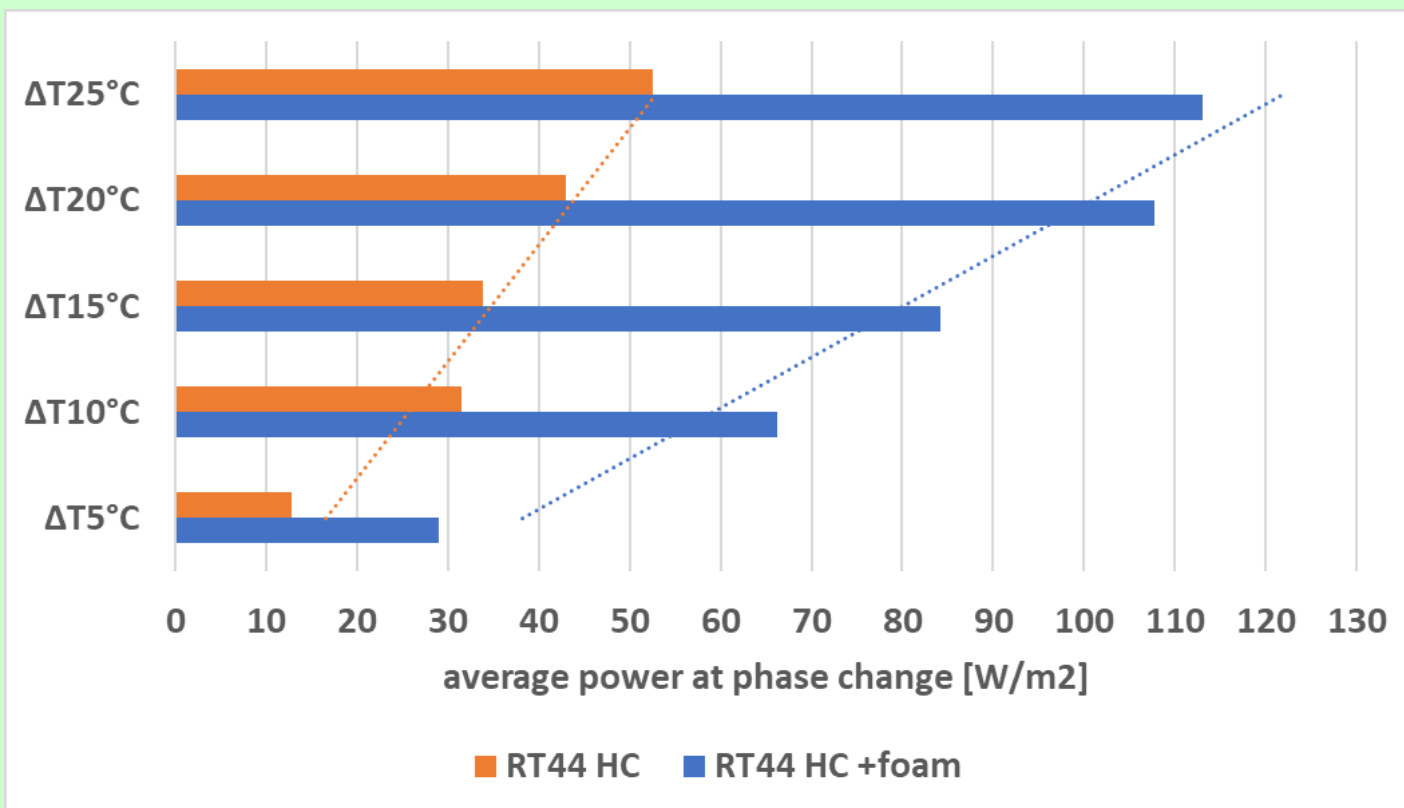


Battery modul – effect of foam

(climate chamber, forced air convection, modul size: 350x250x30 mm)

PCM modul with and without foam PCM: RT44HC weight $\approx 1250\text{g}$

	Sample	$\Delta T 5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T 10^{\circ}\text{C}$	$\Delta T 15^{\circ}\text{C}$	$\Delta T 20^{\circ}\text{C}$	$\Delta T 25^{\circ}\text{C}$
power at phase change	RT44 HC +foam	29,0	66,2	84,3	107,8	113,0
	RT44 HC	12,8	31,5	33,8	43,0	52,6
duration of phase change	RT44 HC+foam	160	70	55	43	41
	RT44 HC	370	150	140	110	90



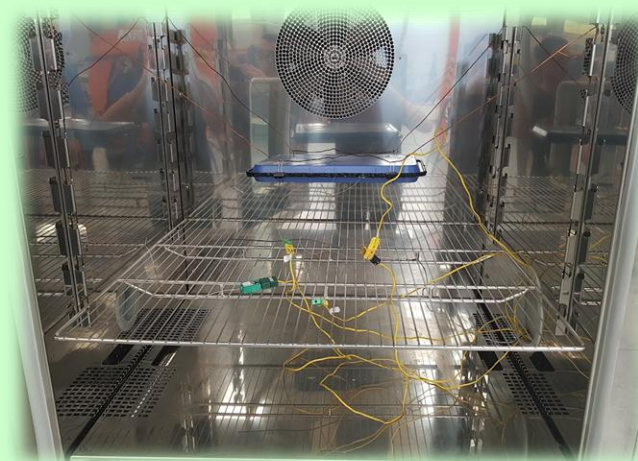
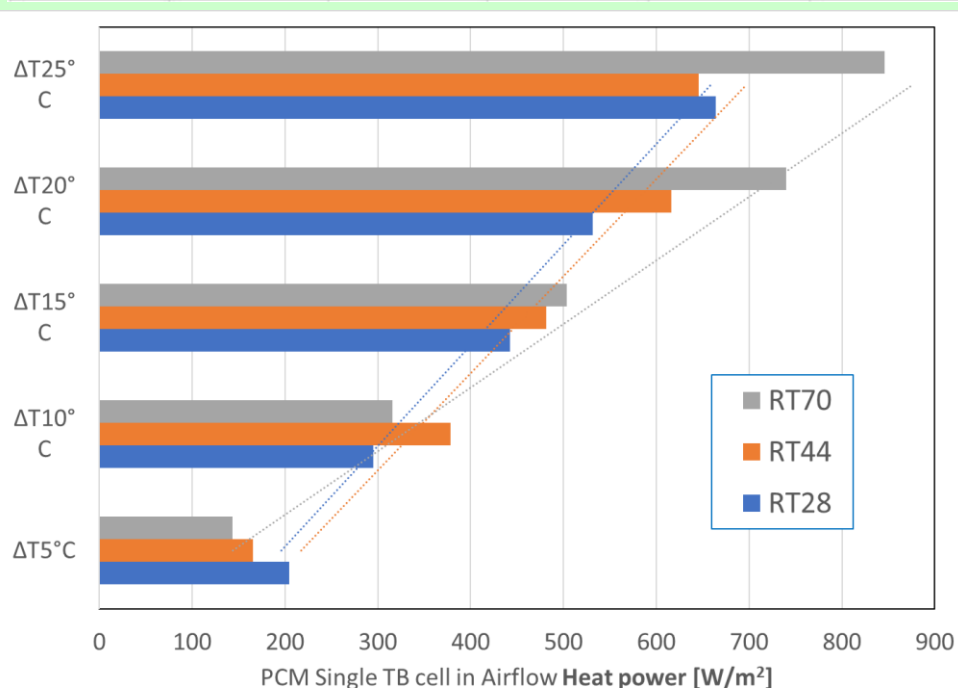
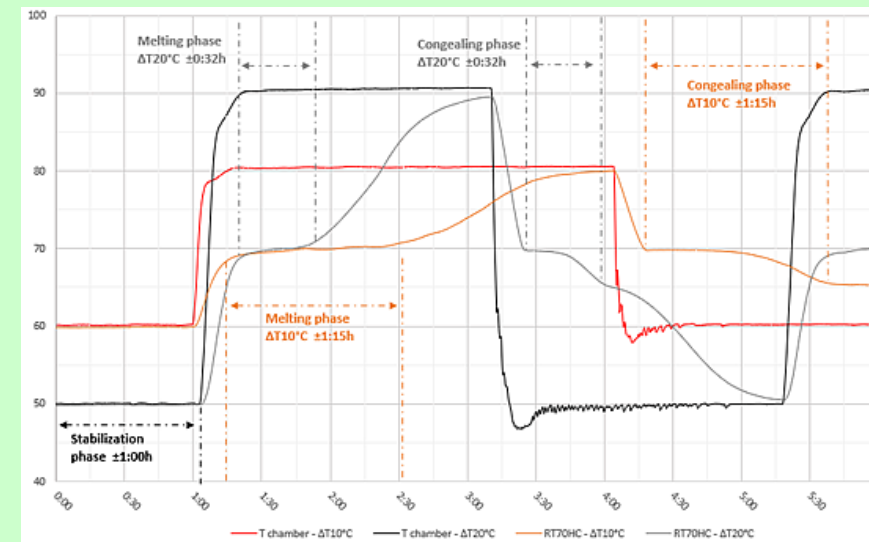


Battery modul – charging power

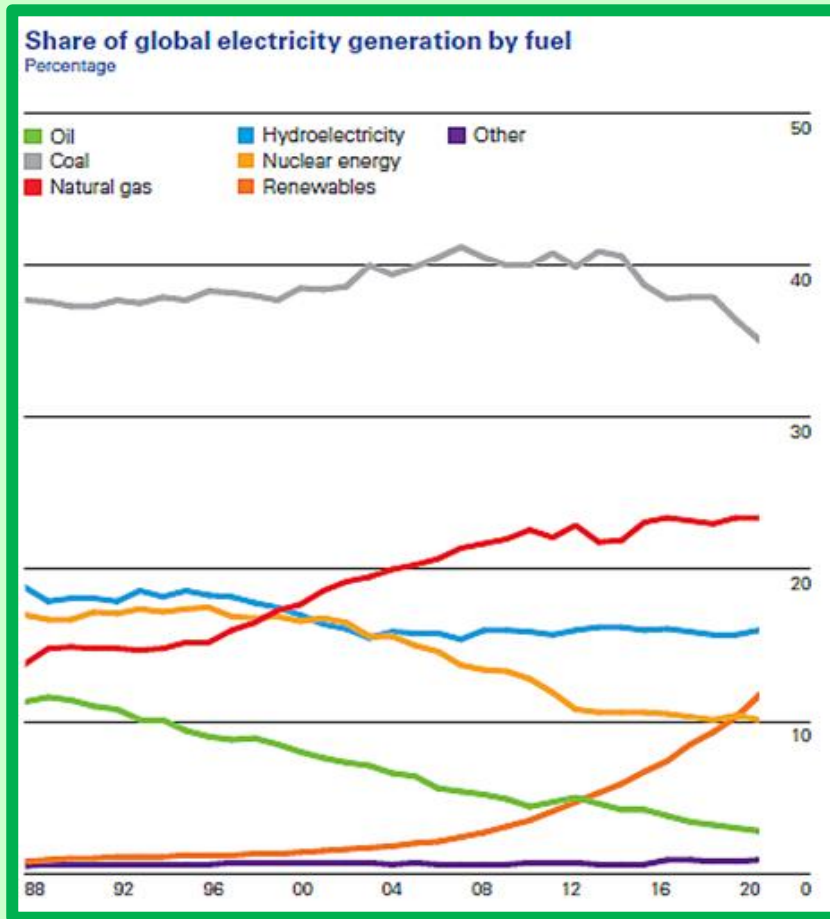
(climate chamber, forced air convection, modul size: 350x250x30 mm)

PCM: RT28HC, RT44HC, RT70HC, weight ≈1250g

PCM		$\Delta T5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T10^{\circ}\text{C}$	$\Delta T15^{\circ}\text{C}$	$\Delta T20^{\circ}\text{C}$	$\Delta T25^{\circ}\text{C}$
Thermal power of Single cell [W]	RT28	35,8	51,7	77,5	93,0	116,2
	RT44	29,0	66,2	84,3	107,8	113,0
	RT70	25,1	55,3	88,2	129,5	148,0
Time of latent phase [HH:MM]	RT28	2:10	1:30	1:00	0:50	0:40
	RT44	2:40	1:10	0:55	0:43	0:41
	RT70	2:45	1:15	0:47	0:32	0:28



Fundamentálna zmena neudržateľnej energetickej stratégie ľudstva je nevyhnutná, globálna **elektrifikácia sa zatiaľ nejaví ako prijateľné východisko** v dohládnom čase



Globálna produkcia elektriny stále vyžaduje viac ako 60% fosílnych palív (uhlie, plyn, ropa)

Znižovanie antropogénnych emisií CO₂ pomocou elektriny získavanej konverziou z OZE pri nízkej účinnosti zvýši spotrebu primárnej energie, ktorá by sa prirodzene využila iným spôsobom

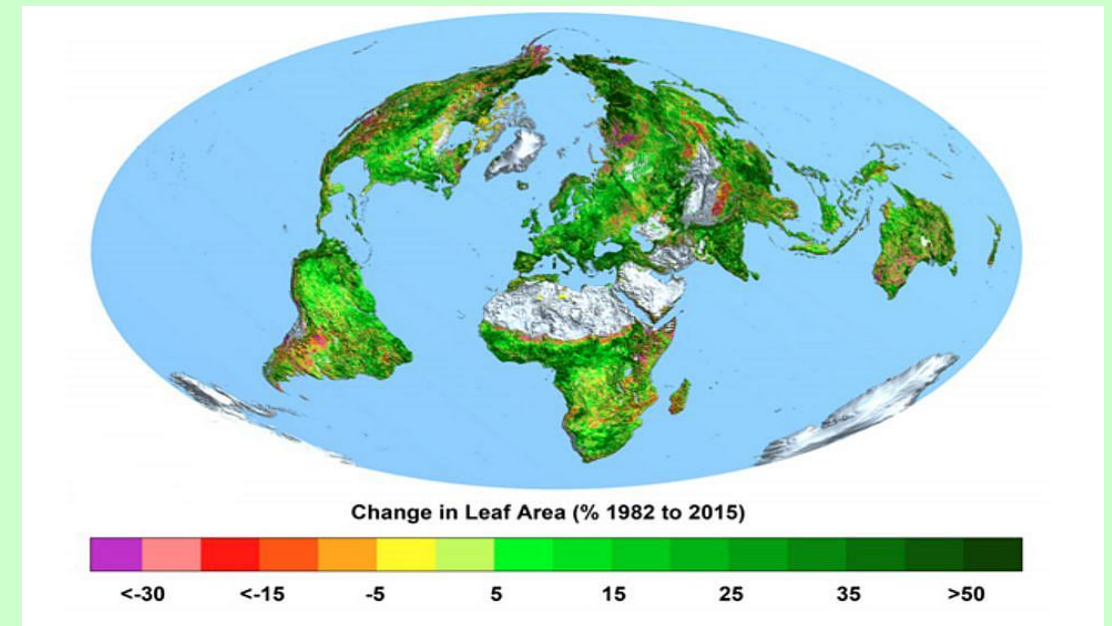
Neexistuje žiadna alternatívna primárna energia, ktorú by si ľudstvo mohlo len tak zobrať na pokrytie svojho komfortu, bez následkov na prirodzený kolobeh procesov na Zemi, ustálených dlhoročným vývojom

Zmena energetickej stratégie je nevyhnutná!!!

Zdroj: BP statistical review of world energy 2022

Hlavným cieľom musí byť zníženie celkovej potreby primárnej energie najlepšie recykláciou už raz konvergovanej energie

Takéto zníženie automaticky povedie aj k zníženiu emisií. Naopak to neplatí !!!



Globálny nárast plochy zelene na Zemi v rokoch 1982 – 2015: 4,1 %

Source: [Zhu et al., 2016](#). Greening of the Earth and its Drivers. Nature Climate Change, doi:10.1038/nclimate3004

Pod'akovanie:

na analýze možností využitia odpadového tepla pre potreby vykurovania sa podieľali:
Ján Poničan, János Kurcz, Jaroslav Longauer, František Simančík ml., Ján Španielka, Peter Oslanec, Lukáš Dragošek, Matej Štepánek

Projekt ŠF EÚ OP VaI, NFP 313 010 BWF3: „Výskum možností využitia odpadového tepla z priemyslu na kúrenie vo verejnom a komerčnom sektore na Slovensku“ bol financovaný Výskumnou agentúrou a riešený v spolupráci so spoločnosťou **Sféra sro** a **Aplik sro**.