



# Ako prispôsobiť správanie budovy s OZE správaniu ľudí, či naopak?

10.10.2025 FEI STU



ústav materiálov  
a mechaniky strojov  
slovenská akadémia vied

Ing. Jaroslav Longauer, PhD.  
Ing. János Kurcz

# Ciele alebo určenie, čo chceme dosiahnuť a prečo?

Funkcia budovy (účelu, konštrukcie, energ. štandardu a vlastníctva) -> zabezpečenie potrieb:

- Budovy delíme:
  - Bytové (jednobytové, viacbytové, iné) - hlavný účel bývanie
  - Nebytové (budovy pre administratívu, obchody a služby, hotely a ubytovne, dopravu a telekomunikáciu, priemysel a skladovanie, kultúru, zábavu, vzdelávanie, zdravotníctvo a iné)

Zabezpečenie fungovania:

- Zabezpečenie komfortu užívateľov
- Zabezpečenie chodu technológie (spotrebiče tepla, elektriny, chladu, chemických materiálov a iných energonosičov)

Ako?

- Najviac ekonomicky s najnižšou spotrebou
- S najnižšou produkciou emisií (priamych aj nepriamych)



# Energie a budovy / energetická náročnosť budov

**Budovy** globálne v celosvetovom meradle spotrebujú [/IEA/](#):

- **30 % celosvetovej konečnej spotreby energie**
- **26 %** globálnych **emisií** súvisiacich s energiou
  - **8 %** tvoria priame emisie v budovách a
  - **18 %** nepriame emisie z výroby elektriny a tepla používaného v budovách).
- Na priestorové chladenie sa spotrebuje v Číne 15%, v USA 18% , globálne 8% elektriny



**Slovensko** “gap in the renovation of public buildings”, “lack of a centralised collecting data”

- Budovy (rezidenčné + verejné / komerčné) **spotrebujú ~ 39 %** z celkovej konečnej spotreby energií SR\*. Pomer rezidenčné/verejné budovy ≈ **67% / 33%**
  - Rakúsko: Budovy (rezidenčné + terciárny sektor) tvoria ≈ **27-30 %**
  - Česko: **29 %** konečnej spotreby energie (**71% / 29%**) /zdroj:Odyssee-Mure.

(Prognostický ústav / SAV) ukazuje, že štatistiky pre služobné/komerčné budovy majú medzery a vyžadujú korekcie, keďže nedostatok zberu údajov z verejnej správy!

# Energetické reálie Slovenska

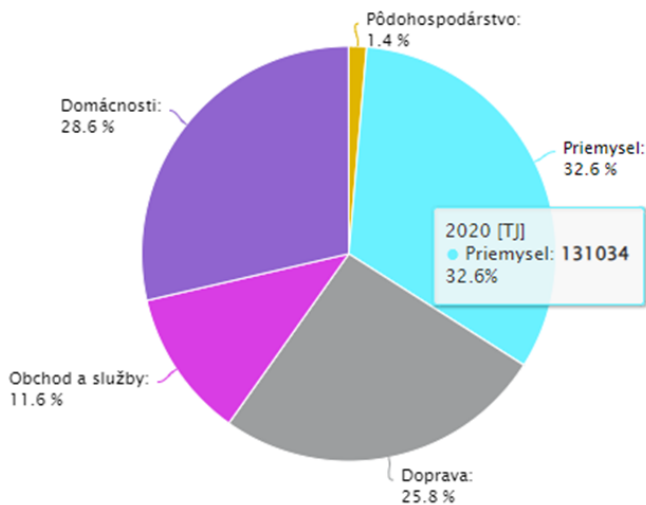
**Primárna energetická spotreba (PES):**

- 193 TWh -> 35,53 MWh/obyv.

**Konečná energetická spotreba (KES):**

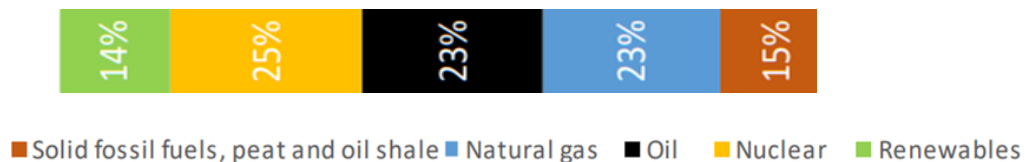
- 115 TWh -> 21,17 MWh/obyv.

Podiel jednotlivých sektorov na KES v roku 2020



| Krajina          | Primárna spotreba (TWh) | Konečná spotreba (TWh) | Pomer final / primárna (Efektivita využitia Pr. energie) |
|------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Slovensko</b> | <b>193</b>              | <b>115</b>             | <b>0,598</b>                                             |
| Česká republika  | 487                     | 281                    | 0,577                                                    |
| Rakúsko          | 396                     | 307                    | 0,774                                                    |
| Maďarsko         | 300                     | 209                    | 0,698                                                    |
| Francúzsko       | 2 558                   | 1 546                  | 0,604                                                    |
| Veľká Británia   | 1 512                   | 1 047                  | 0,692                                                    |
| Nemecko          | 3 279                   | 2 211                  | 0,674                                                    |
| Švédsko          | 531                     | 363                    | 0,683                                                    |

Podiel zdrojov na primárnej energetickej spotrebe:

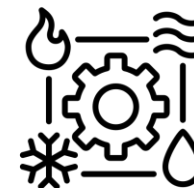


Zdroje: <https://www.enviroportal.sk/indicator/tags/Energetika>  
<https://energy.at-site.be/eurostat-2024/EU/>

# Aký prístup zvoliť pri znížení spotreby a zlepšení využívania primárnych energií v budovách?



- zmena správania užívateľov a úroveň využívania budov prevádzkovateľom
- zmena nárokov užívateľov na komfort
- vzdelávania - formovanie proaktívnej uvedomelosti alebo priamej **participácie**/účasť na optimalizácii prevádzky a tým znižovaní spotreby
- technická úroveň prevádzky (zabezpečenie minimálneho štandardu vs komfort a nadštandard závisí od zvládnutia riadenia existujúcich zariadení)
- **údržba** a životnosť
- **technologická** úroveň zariadení zaradených do prevádzky budovy



## Náročnosť nasadenia opatrení:



- **časovo nenáročné** riešenia, (Sociálne aktivity - prispôsobenie na strane užívateľa)
- **krátke časovo náročnejšie** technické riešenia (úpravy, optimalizácia prevádzky na exist. zariadeniach ~ merania a zisťovanie nedostatkov)
- **systemové, časovo aj finančne náročné** riešenia (nové zariadenia a inteligentné systémy)



# Opatrenia na zabezpečenie potrieb budov minimálnou spotrebou primárnych palív a nízkymi emisiami



|    | Opatrenie                                                                                                                                                                    | Aktér a fokus na životné fázy cyklu   | Driver, na ktorom stojí opatrenie           | časový trend uplatnenia  |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------|
| A. | <b>konštrukčné vyhotovenie</b> (orientácia budovy a jeho otvorov, žalúzia, stmievateľné okná, prevetrávaná fasáda, zelené strechy a fasády, prispôsobená architektúra a iné) | príprava a výstavba                   | vzdelanosť a predvídavosť investora         | včera                    |
| B  | <b>zefektívnenie spotreby energií</b> (výmena neefektívnych zariadení, preizolovanie potrubí,...)                                                                            | úprava budovy                         | správca + lokálna závislosť                 | včera a dnes             |
| C  | <b>zvýšenie využitia</b> dostupných, primárne obnoviteľných <b>zdrojov</b>                                                                                                   | zabezpečenie energetických zdrojov    | ekonomické a globálne závislosti            | včera a dnes             |
| D  | motivovanie k uvedomelému, alebo proaktívnemu správaniu užívateľov                                                                                                           | užívateľ a správca (prevádzkovateľ)   | ľudská inteligencia vyššia forma uvedomenia | dnes a zajtra            |
| E  | synergické a inteligentné adaptívne prediktívne riadenie a správa /                                                                                                          | stroj a správca, stroj a užívateľ     | automat, strojová inteligencia              | dnes a zajtra            |
| F  | širší pohľad - zdieľanie dostupných prebytočných energií medzi objektami                                                                                                     | hľadanie rezerv a nových príležitostí | Out of box myslenie                         | zajtra, blízka budúcnosť |

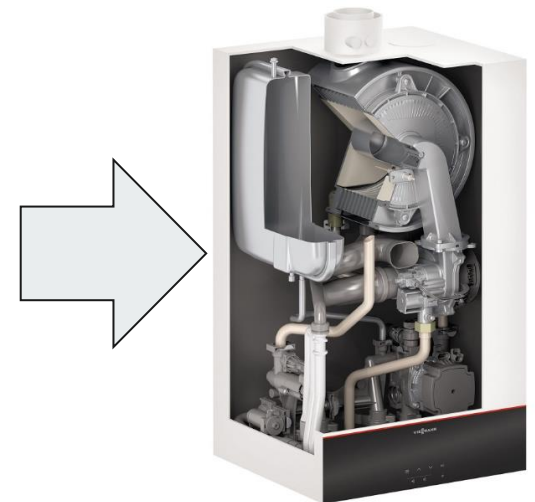
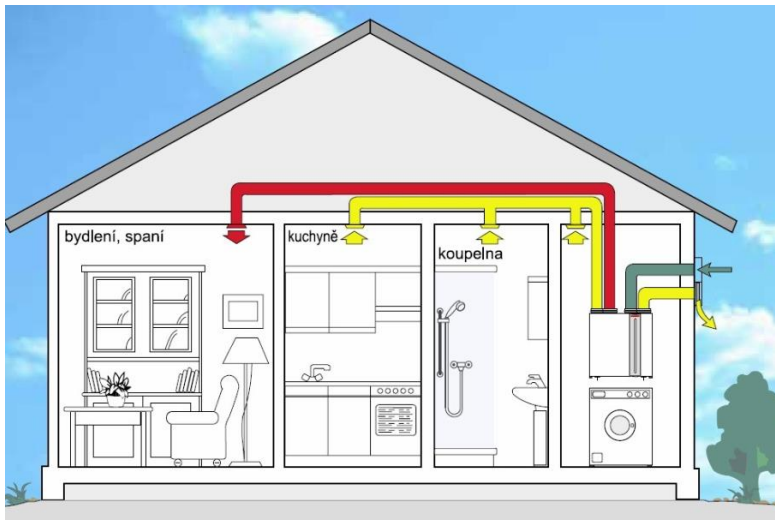
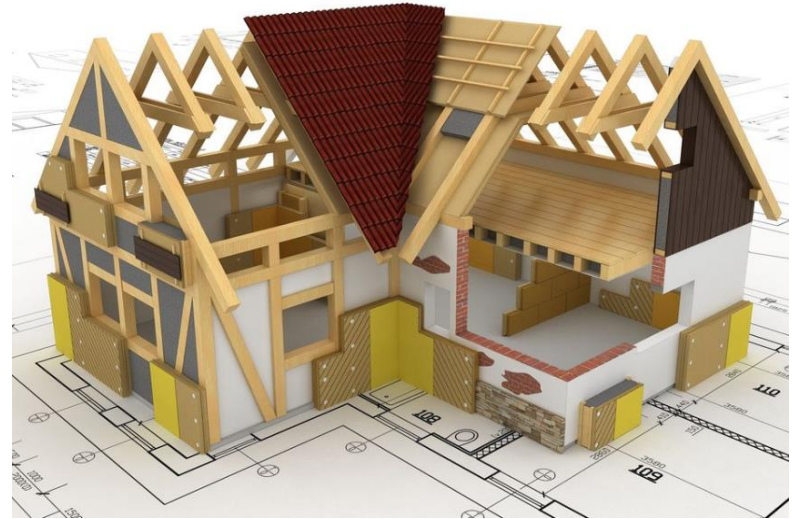
## B. Možnosti zefektívnenia využívania energií technológiami

Konštrukčné zmeny:

- Zateplenie objektu a výmena okien a dverí

Obnova technického zariadenia budovy

- Inštalácia rekuperácie a riadenia výmeny vzduchu
- Modernizácia osvetlenia
- Výmena neefektívnych zariadení (kotle, výmenníky, zásobníky, čerpadlá, vykurovacie telesá a iné)
- Pravidelná a predvídava údržba zariadení





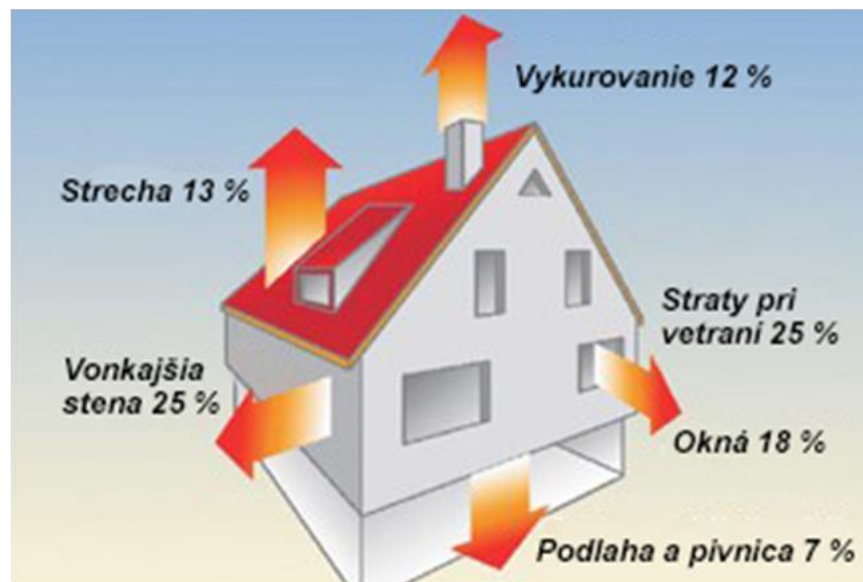
## B. Tepelná izolácia budovy = minimalizácia spotreby energií zredukovaním strát

Energetické triedy ako hodnotiace kritérium pre zníženie tepelných strát cez jednotlivé konštrukcie budovy

Energetické triedy v energetických certifikátoch pre obytné domy od mája 2014

| Energetická trieda | Dopyt po koncovej energii alebo spotreba koncovej energie* | Približné ročné náklady na energiu na meter štvorcový obytnej plochy** |
|--------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| A+                 | menej ako 30 kWh/(m²a)                                     | menej ako 2 EUR                                                        |
| A                  | 30 až 50 kWh/(m²a)                                         | 3 EUR                                                                  |
| B                  | 50 až 75 kWh/(m²a)                                         | 5 EUR                                                                  |
| C                  | 75 až 100 kWh/(m²a)                                        | 7 EUR                                                                  |
| D                  | 100 až 130 kWh/(m²a)                                       | 9 EUR                                                                  |
| E                  | 130 až 160 kWh/(m²a)                                       | 12 EUR                                                                 |
| F                  | 160 až 200 kWh/(m²a)                                       | 15 EUR                                                                 |
| G                  | 200 až 250 kWh/(m²a)                                       | 18 EUR                                                                 |
| H                  | viac ako 250 kWh/(m²a)                                     | 20 EUR a viac                                                          |

**Poznámky:** \* Ak energetický certifikát vystavený pred 1. májom 2014 neobsahuje spotrebu teplej vody, musí sa hodnota spotreby energie uvedená v certifikáte zvýšiť o paušál vo výške 20,0 kWh/(m²a). \*\* Vypočítané náklady na energiu sú priemerné hodnoty, ktoré sa od polohy bytu a individuálnej spotreby môžu výrazne líšiť. Predpokladané náklady: 8 ct za kilowatthodinu paliva, čo zodpovedá cca. 80 centom za liter vykurovacieho oleja. **Zdroj:** spotrebiteľské centrum NRW





# C. Dostupné možnosti výroby OZE v budovách

Druhy energií potrebných pre budovy: Teplo, Svetlo, Elektriny, Chlad, Mechanický pohyb a iné

## Komerčné zdroje energií pre budovy:

- Fosílna palivá a elektrická energia z verejnej distribučnej siete

## Obnoviteľné zdroje energií pre budovy:

- Solárne termické kolektory a fotovoltaické panely - BAPV, BIPV
- Malé veterné turbíny
- Geotermálna energia
  - Tepelné čerpadlá zem–voda / voda–voda
  - Priame geotermálne systémy - hlbinné
- Mikrohydro elektrárne
- Kotly, kozuby a kachle na drevnú štiepku, pelety
- Tepelné čerpadlá (vzduch–voda, vzduch–vzduch)
- Spaľovanie odpadu
- Palivové články - vodík
- Vnútorne tepelné zisky

Malé modulárne reaktory?



## Obmedzenia

- Intermitentné zdroje závislé od
  - Poveternostných podmienok
  - Sezónne obmedzenia
- Nové technológie s určitou chybovosťou

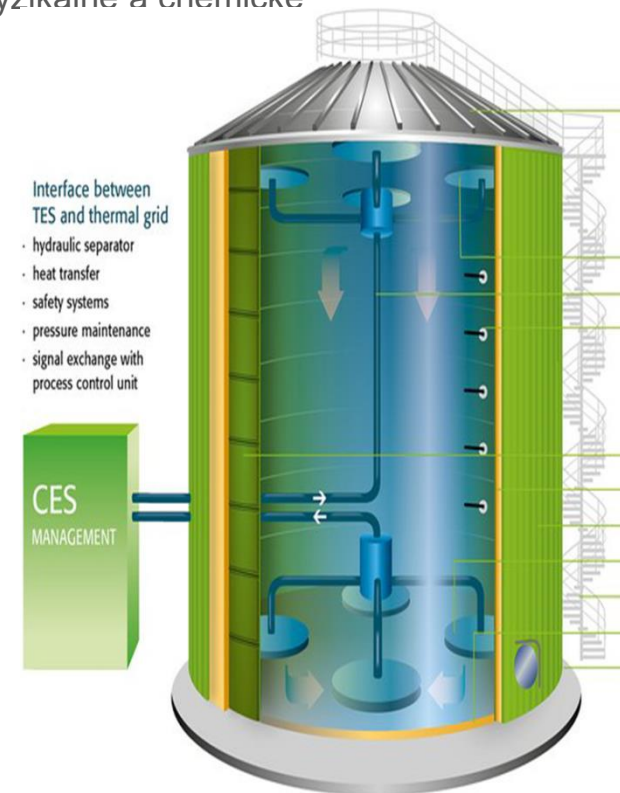
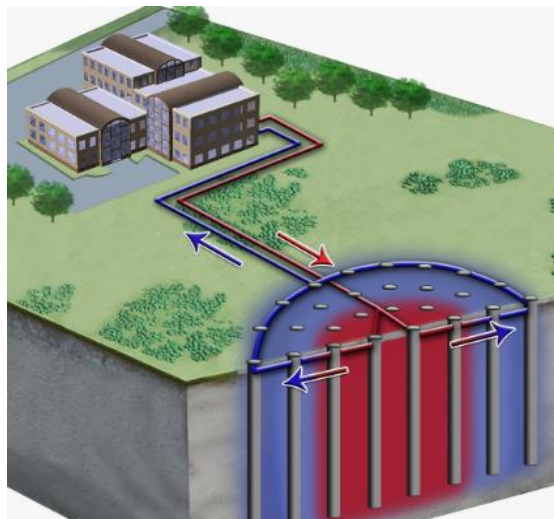
## Možnosti riešení:

- Akumulácia
  - tepla/chladu
  - elektr. energie
  - mech. energie
- Správna kombinácia
  - návrh,
  - modelovanie
  - simulácia už pri projektovaní
- Inteligentné a prediktívne riadenie tokov výkonov (a transformácii foriem energií)



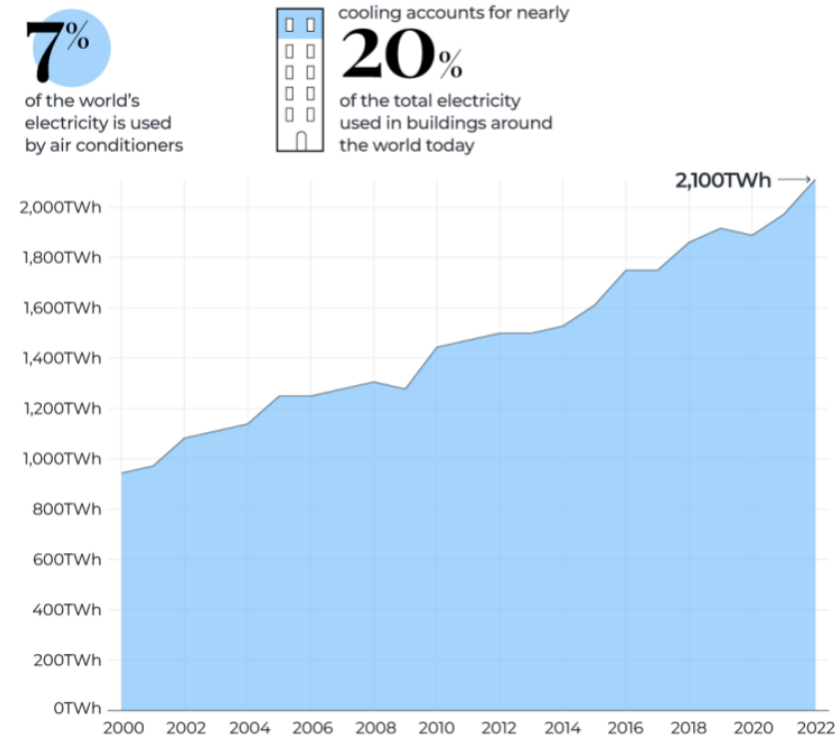
# C. Ukladanie a transformácia energie

- Ukladanie a akumulácia tepelnej energie podľa druhu úložiska
  - priamo do konštrukcie budovy (ľahká, ťažká konštrukcia)
  - Akumulačné zásobníky (voda, piesky) na báze citel'ného tepla,
  - Tepelné batérie /na báze PCM materiálov (ľad, vosky, tavené soli), fyzikálne a chemické TES
  - Podzemné horninové zásobníky BTES a UTES
- účel podľa potrieb a využitia:
  - na pokrytie cyklicky opakujúcich sa potrieb
  - na pokrytie nárazových ziskov, strát
  - pre transformáciu energie
  - pre technologické účely



## C. Ochrana budov pred prebytočnými tepelnými ziskami znižuje nároky na spotrebu energií

- V roku 2022 sa približne **2 100 TWh** elektriny globálne spotrebovalo na priestorové chladenie **≈ 7 % z celkovej globálnej spotreby elektriny**. [/IEA, grafika Al Jazzera](#)
- Ukladanie a akumulácia energie v rámci cyklov a využitia energií (či tepla, či chladu) v čase:
  - Priamo do konštrukcie stavby
  - Do akumulačných zásobníkov a TB
- Zamedzenie dodatočných ziskov-konštrukčné opatrenia
  - pasívne prvky - statické clony
  - aktívne prvky



# C. Dostupné možnosti výroby OZE v budovách

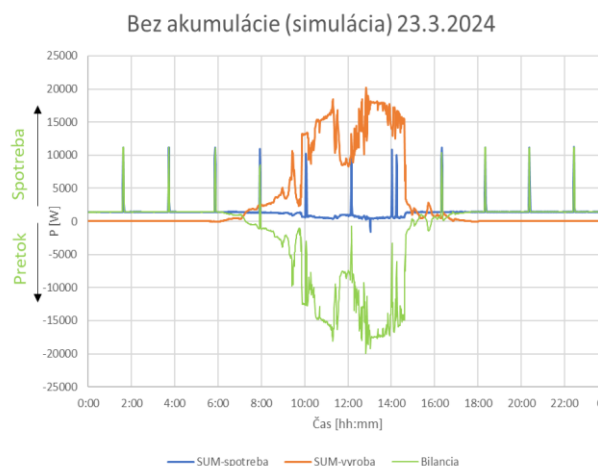
Príklad z praxe - Energo Hub ÚMMS SAS

## Prevádzka FVE 2020-2023

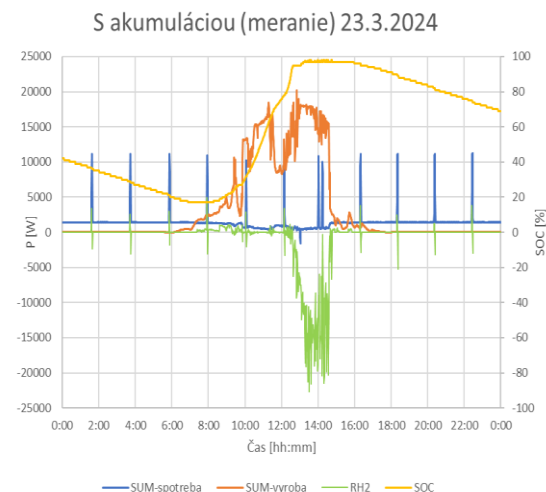
- Celkový pretok za posledných 5-6 rokov: 90,2 MWh (15,03 - 18,04 MWh ročne)
- Priemerná ročná výroba FVE: 25,43 MWh  
(využitelnosť 29,1-40,9%)

## 2024 – Inteligentné riadenie Batériového úložiska

- Pretok: 8,89 MWh  
(využitelnosť FVE 62,1%)
- Spotreba RH2 znížená z 24,33 MWh na 9,77 MWh
- Ušetrených 12,97 MWh (t.j. **3 017€**)
- Spotreba el. energie tepelného hosp.: 11,73 MWh
- Vyprodukovaná ene. tep. hosp.:
  - **Teplo: 13,91 MWh**
  - **Chlad: 9,96 MWh**



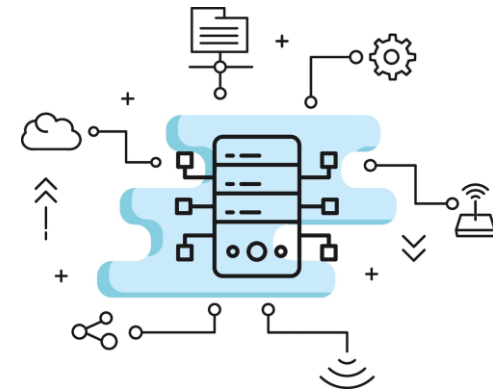
|                |       |       |
|----------------|-------|-------|
| Spotreba [kWh] | 34,66 |       |
| Výroba [kWh]   | 80,49 |       |
| Pokryté [kWh]  | 10,63 | 30,7% |
| Pretok [kWh]   | 69,86 | 86,8% |



|                |       |       |
|----------------|-------|-------|
| Spotreba [kWh] | 34,66 |       |
| Výroba [kWh]   | 80,49 |       |
| Pokryté [kWh]  | 32,60 | 94,1% |
| Pretok [kWh]   | 24,92 | 31,0% |

## D. Užívateľ budovy ako kľúčový aktér znižovania spotreby primárnych energií

- **Pasívna rola užívateľa** prechádza do aktívnej interakcie s vývojom komunikačných technológií. Interakcia rastie s nasadením:
  - IoT, Smart a Inteligentného riadenia
  - Senzorika a monitorovanie
- Na správcu/**prevádzkovateľa** technológií sú kladené **zvýšené nároky na znalosti a interakciu** (Human-building interaction for indoor environmental control)
- **Aktívna rola užívateľa** pri nastavení, prevádzke a optimalizovaní chodu budovy
- **Podporné nástroje:**
  - Zdieľanie Best practices
  - Vzdelávacie programy, podpora
  - Komunita a vývoj nástrojov na monitoring a zber údajov: Github HomeAssist, IoT

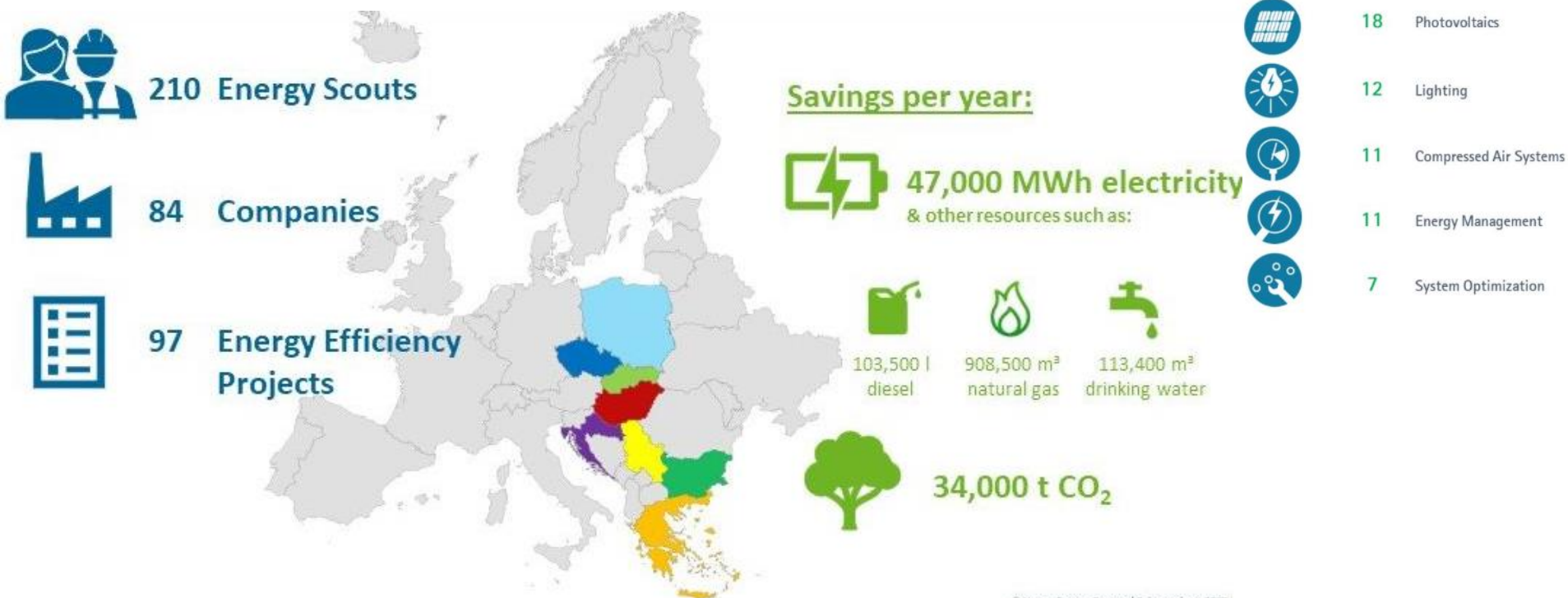


motivovanie k uvedomelému, alebo proaktívnemu správaniu užívateľov  
interakcia užívateľ - systém - (prevádzkovateľ)  
ľudská inteligencia vyššia forma uvedomenia



## D. Aktívny užívateľ a prevádzkovateľ: príklad dopadu vzdelávacieho programu “Young Energy Europe” (AHK)

- Konkrétna potreba **zníženia spotreby primárnych energií** v dôsledku geopolitických zmien ako aj šetrenia nákladov Nemecká obchodná komora organizuje vzdelávací program **Energy scouts**, do ktorého sa každoročne môžu prihlásiť nielen výrobné závody, ale aj školy!
- V roku 2022 v 8 krajinách EU zrealizovali projekty:

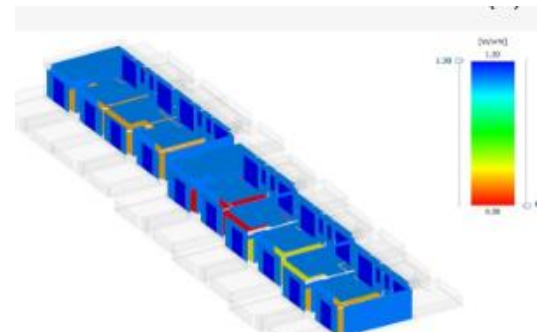




## E. Synergické a inteligentné adaptívne prediktívne riadenie a správa

1. Bez regulácie (stále zap, stále vyp počas dlhšieho obdobia)
2. Ručné riadenie (je mi teplo, troška priškrtním vzduch, je mi zima hodim ešte poleno do ohňa)
3. Jednoduché dvojstavové riadenie VYP-ZAP čidlami (termostat)
4. Pásmová (hysterézová) - regulácia medzi 2 hodnotami
5. Plynulá regulácia
6. Proporcionála regulácia
  - a. Základná (P) - Čím väčšia zmena tým väčší zásah
  - b. Integrálna (PI) - Nielen podľa odchýlky ale aj podľa jej trvania
  - c. Integračno-derivačný (PID) - Do regulácie vstupuje aj rýchlosť zmeny odchýlky
7. Adaptívna a inteligentná regulácia
  - i. predikcia vstupov a simulácia výstupov
  - ii. vysoký počet senzorov a veľký počet vstupných dát
  - iii. digitalizovanie systému do modelu ako celku (digitálne dvojča)
    - BIM a BEM projektovanie objektu
  - iv. rozhodovanie umelej inteligencie
    - prispôsobenie sa prevádzke a užívateľským návykom
    - tvorba vlastných prevádzkových režimov a ich automatické spúšťanie
  - v. predpovedanie možných porúch - včasná údržba

**Výzvy:** ekonomická náročnosť, kompatibilita jednotlivých subsystémov, výpočtový výkon, kybernetická bezpečnosť, vytýčenie mantinelov pre AI



## F. Širší pohľad na energie v blízkom a ďalekom okolí budovy

### Virtuálna batéria

- Ukladanie pretokov elektrickej energie z FVE do ViBat za poplatok pre využitie v rámci zúčtovacieho obdobia (ľubovoľne v čas)

### Zdieľanie elektrickej energie

- Zdieľanie prebytkov elektrickej energie medzi výrobcom a spotrebiteľom v rovnakej perióde v rámci jednej bilančnej skupiny

### Energetické spoločenstvo /aj na úrovni inštitúcií

### Komunita vyrábajúca energiu z OZE

### Obmedzenia

- náročná administratíva a zbytočná byrokracia
- distribučné poplatky
- nevýhodné podmienky
- obmedzenie zdieľania v rámci bilančnej skupiny dodávateľa



17.09.2025

### Ako zdieľanie elektriny pomáha obciam znížiť účty za elektrinu

Elektrinu z fotovoltiky dokáže samospráva umiestniť vo vlastných objektoch a zdieľať môžu aj domácnosti.



10.06.2025

### Obchodný reťazec vyzdieľal vlni stovky megawatt hodín elektriny

Maloobchodný predajca sa snaží zosúladiť časť spotreby s výrobou elektriny zo slnka.



ENERGETICKÉ SPOLOČENSTVO



KOMUNITA VYRÁBAJÚCA  
ENERGIU Z OZE

#### Energia

- elektrina

#### Činnosti

- výroba elektriny
- dodávka elektriny
- zdieľanie elektriny
- uskladňovanie elektriny
- agregácia flexibility
- distribúcia elektriny
- prevádzka nabíjacej stanice
- poskytovanie energetických služieb

#### Energia z OZE

- elektrina, plyn, teplo

#### Činnosti

- výroba elektriny, plynu, tepla
- dodávka elektriny alebo plynu
- zdieľanie elektriny alebo plynu
- uskladňovanie elektriny
- agregácia flexibility
- distribúcia elektriny
- prevádzka nabíjacej stanice
- poskytovanie energetických služieb

#### Prevádzka miestnej distribučnej sústavy

- výnimka zo zákazu prevádzkovať zariadenie pre akumuláciu a nabíjaciu stanicu
- môže požiadať prevádzkovateľa nadradenej distribučnej sústavy o prevádzku a správu miestnej distribučnej sústavy za primeranú odmenu

# Ako na to: Analýza stavu budov a implementácia riešení v praxi: funkčnosť, udržateľnosť, ekonomickosť

- Spracovanie **energetického auditu budovy ECB** a návrhu opatrení na zariadeniach objektoch
- Návrh a príprava uceleného projektu zameraného na energetickú efektívnosť, ktorý obsahuje najmä
  1. **analýzu** existujúceho stavu s meranými spotrebami meraniami,
  2. **návrh opatrení** a ich prínos,
  3. projektovanie a **realizáciu opatrení**, inštaláciu projektu a **skúšobnú prevádzku**,
  4. zabezpečenie a **preukazovanie dosahovania úspor** a návratností investície /bez meraní to nejde
  5. financovanie projektu /IRR, LCOE

Paralelne pre správu budov energetické nástroje-služba od špecializovaných firiem **GES -garantovanej energetickej služby**

- Smernica 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti
- Zákon č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti a novel z.č. 4/2019 Z. z.
- Konceptia rozvoja garantovaných energetických služieb vo verejnej správe Slovenskej republiky



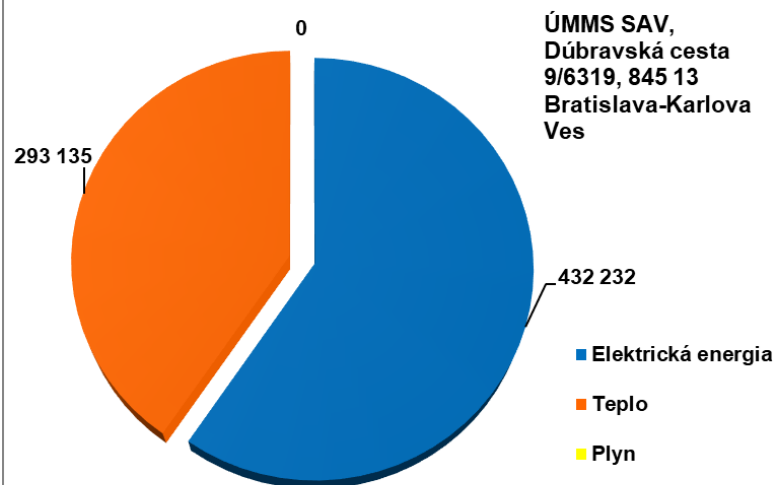
# Príklad: Moderná budova ústavu - PMV - ÚMMS SAV (2014)



- 2 centrálné klimatizačné jednotky,
- 14 fancoilových jednotiek
- Digestória v 14 laboratóriách,
- OST výmenníková stanica 280kWt, cca 5 200 m<sup>2</sup> podlahovej plochy

- V 2022 sme vypli 1 z 3 chladiacich chillerov-  
ľadovej vody = pokles spotreby elektriny o 105 MWh ročne: pokles z 11,4 na 9,6  
MWh/zamestnanca.rok

Rozdelenie celkovej spotreby energie[ kWh] - priemer 2019-2021  
725 MWh/rok



- Energetický štítok vyjadruje energetická hospodárnosť budovy:
- Celková potreba energie 99 kWh/m<sup>2</sup>.a
- Primárna energia 190 kWh/m<sup>2</sup>.a
- Emisie 28 kg/m<sup>2</sup>.a



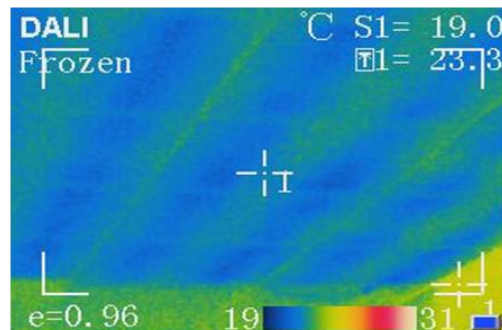
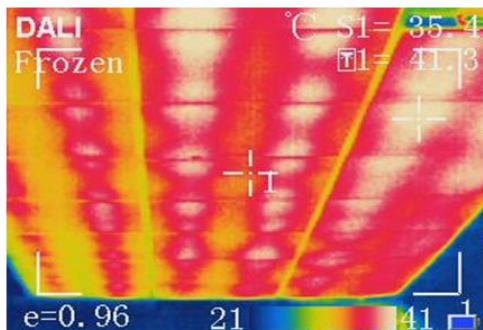
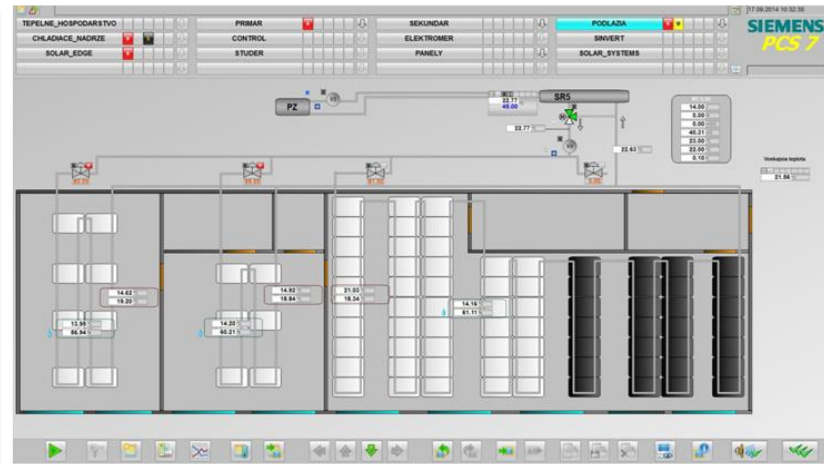
## Príklady z blízkej praxe: Inovatívne využívanie odpadového tepla automobilov

- **vozidlo Ford Transit s upraveným chladiacim okruhom** (chladiaca voda hnaná cez tepelný výmenník, teplá voda akumulovaná v prenosnom tepelnom akumulátore)
- **prenosná tepelná batéria** (500l cca 35 kWh)
- **pripojenie do vykurovacieho obvodu** (čerpadlá, výmenníky, merače tepla . . .)



# Príklady z blízkej praxe: Inovatívne nízko-teplotné vykurovacie stropy ÚMMS SAV

- Nižšia teplota priestoru pomocou vykurovacích stropov zabezpečí tepelnú pohodu.





# Rozumné aplikácie z praxe



Vysoké percento priameho využitia OZE počas prevádzky (aj bez akumulácie)

Ekonomicky s rýchlou návratnosťou

Minimalne nároky na údržbu a zákrok obsluhy

## Príklady:

FV inštalácia v kombinácii s:

- s klimatizáciou
- s chladiarenským podnikom
- s čerpacou stanicou s dobíjaním elektromobilov
- s parkovacím domom pre obchodné centrum
- s výrobným závodom s primárne dennou prevádzkou



## Iné? (Diskusia)

# Ďakujeme za pozornosť



ústav materiálov  
a mechaniky strojov  
slovenská akadémia vied

slido



#2177304



Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci programu Obnoviteľná energia pre vytvorenie vyváženého ekologického programu znižovania emisií uhlíka. Financované EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu 09I04-03-V02-00033

# Využitie odpadového tepla – zdroje odpadového tepla

