

# Semestrální projekt 1: Analýza a návrh systému akumulace tepla pro rodinný dům

## Základní informace

- **Předmět:** Praktické použití fyziky a chemie
- **Typ projektu:** Teoretická studie
- **Časová dotace:** 16 týdnů (2 hodiny týdně + domácí příprava)
- **Práce v týmu:** 2-3 studenti

## Charakteristika projektu

Studenti provedou komplexní teoretickou studii možností akumulace tepelné energie pro konkrétní rodinný dům. Projekt zahrnuje analýzu různých technologií ukládání tepla, provedení tepelně-technických výpočtů a návrh optimálního řešení včetně ekonomického zhodnocení.

## Cíle projektu

### Hlavní cíl

Navrhnout optimální systém akumulace tepla pro modelový rodinný dům s důrazem na technickou proveditelnost a ekonomickou návratnost.

### Dílčí cíle

1. Pochopit principy různých způsobů akumulace tepelné energie
2. Naučit se provádět tepelně-technické výpočty
3. Osvojit si práci s odbornými zdroji a technickými katalogy
4. Rozvíjet schopnost kritického myšlení a rozhodování
5. Připravit se na psaní odborných prací

## Zadání projektu

### 1. Rešeršní část (30% hodnocení)

#### 1.1 Technologie akumulace tepla

- Popište minimálně 3 různé technologie:
  - Akumulace citelného tepla (voda, kameny, beton)
  - Akumulace latentního tepla (PCM materiály - parafíny, hydráty solí)
  - Termochemická akumulace (silikagel, zeolit)

**1.2 Srovnávací analýza** Vytvořte přehlednou tabulku porovnávající: - Tepelnou kapacitu [ $\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$  nebo  $\text{kJ/m}^3 \cdot \text{K}$ ] - Pracovní teplotní rozsah [ $^{\circ}\text{C}$ ] - Hustotu energie [ $\text{kWh/m}^3$ ] - Orientační cenu [ $\text{Kč/kWh}$  kapacity] - Životnost systému [roky] - Výhody a nevýhody

#### 1.3 Případové studie

- Najděte a popište minimálně 2 reálné příklady použití v ČR nebo EU
- Analyzujte jejich parametry a zkušenosti z provozu

### 2. Výpočetní část (40% hodnocení)

#### 2.1 Modelový dům - parametry

- Zastavěná plocha:  $100 \text{ m}^2$
- Výška místností:  $2,6 \text{ m}$
- Tepelná ztráta:  $8 \text{ kW}$  při  $-15^{\circ}\text{C}$
- Zdroj tepla: tepelné čerpadlo nebo plynový kotel
- Otopná soustava: podlahové vytápění ( $35/28^{\circ}\text{C}$ )

**2.2 Požadované výpočty A) Tepelné ztráty a spotřeba** - Vypočítejte roční potřebu tepla na vytápění [GJ/rok] - Určete maximální denní spotřebu v nejchladnějším období [kWh/den] - Stanovte průměrnou denní spotřebu v topné sezóně [kWh/den]

**B) Dimenzování akumulátoru** Pro každou zvolenou technologii vypočítejte: - Potřebnou kapacitu pro 24hodinový provoz [kWh] - Objem akumulátoru [m<sup>3</sup>] - Hmotnost akumulčního média [kg] - Tepelné ztráty akumulátoru (2% denně)

**C) Dynamika systému** - Dobu nabíjení při výkonu zdroje 12 kW [h] - Dobu vybíjení při průměrné spotřebě [h] - Účinnost cyklu nabití/vybití [%]

### 3. Návrhová část (20% hodnocení)

#### 3.1 Výběr optimální varianty

- Zdůvodněte výběr technologie na základě multikriteriální analýzy
- Použijte minimálně 5 kritérií (cena, účinnost, prostorové nároky, životnost, ekologie)

#### 3.2 Technické řešení

- Nakreslete schéma zapojení akumulátoru v otopném systému
- Specifikujte hlavní komponenty (čerpadla, ventily, regulace)
- Navrhněte umístění v domě (sklep, technická místnost)

#### 3.3 Ekonomická analýza

- Investiční náklady (akumulátor, instalace, příslušenství)
- Roční úspora při využití nízkého tarifu (D57d)
- Prostá návratnost investice [roky]
- NPV za 15 let provozu při diskontní sazbě 4%

### 4. Výstupy projektu (10% hodnocení)

**4.1 Písemná zpráva (10-15 stran) Struktura:** 1. Titulní strana 2. Abstrakt (max. 150 slov) 3. Úvod a cíle práce 4. Teoretická část (rešerše) 5. Výpočetní část 6. Návrh řešení 7. Ekonomické zhodnocení 8. Diskuze výsledků 9. Závěr 10. Seznam použité literatury (min. 10 zdrojů) 11. Přílohy (tabulky, grafy, schémata)

#### 4.2 PowerPoint prezentace

- Délka: 15 minut + 5 minut diskuze
- Obsah: 15-20 snímků
- Povinné prvky:
  - Úvodní snímek s názvem a autory
  - Motivace a cíle
  - Srovnání technologií (graf/tabulka)
  - Klíčové výpočty
  - Schéma navrženého řešení
  - Ekonomická návratnost (graf)
  - Závěry a doporučení

#### 4.3 Executive summary

- Rozsah: 1 strana A4
- Shrnutí pro “manažera” - stručně, jasně, s čísly
- Obsahuje: problém, řešení, přínosy, náklady, doporučení

### Hodnotící kritéria

**Rozdělení bodů (celkem 100 bodů)**

- Rešeršní část (30 bodů)

- Kvalita a relevance zdrojů: 10 bodů
- Úplnost zpracování technologií: 10 bodů
- Případové studie: 10 bodů
- **Výpočetní část (40 bodů)**
  - Správnost výpočtů: 20 bodů
  - Použití správných vzorců a jednotek: 10 bodů
  - Interpretace výsledků: 10 bodů
- **Návrhová část (20 bodů)**
  - Zdůvodnění výběru: 8 bodů
  - Technické zpracování: 7 bodů
  - Ekonomická analýza: 5 bodů
- **Formální zpracování (10 bodů)**
  - Struktura a úprava zprávy: 4 body
  - Kvalita prezentace: 4 body
  - Dodržení rozsahu a termínů: 2 body

### Známkování

- 90-100 bodů: výborně (1)
- 75-89 bodů: chvalitebně (2)
- 60-74 bodů: dobře (3)
- 45-59 bodů: dostatečně (4)
- 0-44 bodů: nedostatečně (5)

### Časový harmonogram

Týden	Činnost	Výstup
1-2	Vytvoření týmů, studium zadání	Registrace týmů
3-4	Úvodní rešerše, výběr technologií	Seznam literatury
5-6	Detailní rešerše technologií	Draft rešeršní části
7-8	Tepelně-technické výpočty	Výpočetní protokol
9-10	Dimenzování akumulátorů	Srovnávací tabulky
11-12	Návrh řešení, ekonomická analýza	Schémata, grafy
13-14	Psaní závěrečné zprávy	Kompletní zpráva
15	Příprava prezentace	PowerPoint
16	Prezentace projektů	Obhajoba

### Doporučené zdroje

#### Literatura

1. KAREL, M. a kol.: Tepelná čerpadla a akumulace tepla. Praha: ČVUT, 2020
2. TZB-info: Sekce Vytápění - Akumulace tepla [online]
3. Katalogy výrobců: Regulus, Dražice, Austria Email
4. ČSN EN 15316 - Tepelné soustavy v budovách
5. CENTNEROVÁ, L.: Tepelná technika budov. Praha: ČVUT, 2015

#### Online nástroje

- Kalkulačka tepelných ztrát: [www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty](http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty)
- Ceníky energií: [www.eru.cz](http://www.eru.cz)
- Klimatická data: [portal.chmi.cz](http://portal.chmi.cz)

#### Software (volitelně)

- MS Excel pro výpočty a grafy

- AutoCAD/SketchUp pro schémata (nebo ruční kreslení)

## Konzultace a podpora

### Pravidelné konzultace

- Každý týden: středa 14:00-15:00 (kabinet fyziky)
- Online konzultace: MS Teams (po domluvě)

### Kontrolní body

- **Týden 6:** Odevzdání rešeršní části (draft)
- **Týden 10:** Kontrola výpočtů
- **Týden 14:** Preview prezentace

## Poznámky pro realizaci

### Tipy pro úspěšné zpracování

1. Začněte rešerší co nejdříve
2. Výpočty průběžně kontrolujte (jednotky!)
3. Používejte reálná data (ceníky, katalogy)
4. Citujte všechny zdroje správně
5. Nechte si čas na korektury

### Častá úskalí

- Podceňování časové náročnosti
- Špatné jednotky ve výpočtech
- Nereálné parametry (příliš optimistické účinnosti)
- Chybějící ekonomické zhodnocení
- Formální nedostatky ve zprávě

### Bonusové body (max. 5 bodů navíc)

- Využití pokročilých výpočetních metod
- Simulace v specializovaném software
- Kontakt s reálnou firmou/projektem
- Výjimečná kvalita zpracování

## Kontakt

**Vyučující:** [Jméno učitele]

**Email:** [email]

**Kabinet:** [číslo místnosti]

**Konzultační hodiny:** středa 14:00-15:00