



# CE 51 TOGETHER

---

D.T1.2.5 National version of didactic toolbox -  
Technical part

06.2017

Czech version delivered by PP2/EAV

---



## Obsah

<b>TECHNICKÁ ČÁST .....</b>	<b>4</b>
<b>1. ENERGETICKÁ ÚČINNOST V BUDOVÁCH.....</b>	<b>5</b>
<b>2. JAK VYUŽÍVAT ENERGII EFEKTIVNĚJI (DROBNÉ TECHNICKÉ ZÁSAHY) .....</b>	<b>7</b>
<b>3. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY ÚSPOR ENERGIE.....</b>	<b>9</b>
<b>4. ENERGETICKÝ AUDIT A CERTIFIKÁT ÚČINNOSTI ENERGIE .....</b>	<b>10</b>
4.1. AUDIT S OBCHŮZKOU .....	10
4.2. ANALÝZA NÁKLADŮ NA DODÁVKU ZDROJŮ .....	11
4.3. STANDARDNÍ ENERGETICKÝ AUDIT .....	11
4.4. PODROBNÝ ENERGETICKÝ AUDIT .....	12
<b>5. VÝROBKY SPOTŘEBOVÁVAJÍCÍ ENERGII.....</b>	<b>16</b>
<b>6. ENERGETICKÁ MODERNIZACE BUDOVY (MODERNIZACE INTERNÍCH SYSTÉMŮ BUDOVY, ZMĚNA ZDROJE VYTÁPĚNÍ, NÁKUP ENERGETICKY ÚČINNÉHO ZAŘÍZENÍ) .....</b>	<b>18</b>
6.1. PLÁŠŤ BUDOVY .....	18
6.2. VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ .....	20
6.3. PRŮTOK VZDUCHU SYSTÉMEM .....	20
6.4. KONTROLA POUŽÍVÁNÍ SYSTÉMU – CENTRÁLNÍ ŘÍDICÍ SYSTÉM.....	21
6.4.1. <i>Kotelna</i> .....	21
6.4.2. <i>Cirkulace chlazené a teplé vody</i> .....	22
6.4.3. <i>Zařízení všeobecně</i> .....	23
6.4.4. <i>Teplá užitková voda</i> .....	23
6.4.5. <i>Osvětlení</i> .....	24
6.4.6. <i>Spotřebiče</i> .....	27
<b>7. INSTALACE OZE .....</b>	<b>30</b>
7.1. SOLÁRNÍ ENERGIE.....	31
7.1.1. <i>Solární energie</i> .....	32
7.1.2. <i>Fotovoltaické systémy (PV)</i> .....	33
7.1.3. <i>Solární termický systém</i> .....	35
7.1.4. <i>Solární energie ve veřejných budovách</i> .....	38
7.2. GEOTERMÁLNÍ ENERGIE.....	38
7.2.1. <i>Tepelná čerpadla</i> .....	39
7.3. BIOMASA .....	40
7.3.1. <i>Potenciál biomasy</i> .....	41
7.4. VĚTRNÁ ENERGIE .....	43
7.5. HYDROELEKTRICKÁ ENERGIE .....	44
<b>8. VOLBA NEJOPTIMÁLNĚJŠÍHO SCÉNÁŘE ZLEPŠENÍ ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI PRO KONKRÉTNÍ BUDOVU .....</b>	<b>46</b>
8.1. VĚTRÁNÍ .....	46
8.2. KLIMATIZACE.....	48
8.3. ELEKTRICKÉ ZAŘÍZENÍ .....	50



<b>9. INTEGRACE TECHNICKÝCH OPATŘENÍ NAVZÁJEM A S DALŠÍMI TYPY ŘEŠENÍ ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI.....</b>	<b>53</b>
<b>10. PŘÍPADOVÉ STUDIE A CVIČENÍ .....</b>	<b>54</b>
10.1. ENERGETICKÝ AUDIT A CERTIFIKÁT ÚČINNOSTI ENERGIE .....	54
10.1.1. Cvičení.....	54
10.2. MODERNIZACE BUDOVY PRO ZVÝŠENÍ ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI .....	55
10.2.1. Cvičení.....	55
10.3. ZMĚNA ZDROJE VYTÁPĚNÍ .....	58
10.3.1. Cvičení.....	58
10.4. INSTALACE OZE.....	58
10.4.1. Cvičení.....	58
10.5. MODERNIZACE VNITŘNÍCH SYSTÉMŮ BUDOVY VČETNĚ OSVĚTLENÍ .....	60
10.5.1. Cvičení.....	60
10.6. NÁKUP ENERGETICKY ÚČINNÉHO ZAŘÍZENÍ.....	61
10.6.1. Cvičení.....	61
10.7. VOLBA NEOPTIMÁLNĚJŠÍHO SCÉNÁŘE ZLEPŠENÍ ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI PRO KONKRÉTNÍ BUDOVU.....	62
10.7.1. Cvičení.....	62
10.8. INTEGRACE TECHNICKÝCH OPATŘENÍ NAVZÁJEM A S DALŠÍMI TYPY ŘEŠENÍ ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI.....	67
10.8.1. Cvičení.....	67
10.9. ZAPOJENÍ UŽIVATELŮ BUDOVY DO TECHNICKÝCH ZÁSAHŮ PRO ZVÝŠENÍ ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI .....	67
10.9.1. Cvičení.....	67
2.7. PRAKTICKÉ VYUŽITÍ ÚDAJŮ Z MONITOROVÁNÍ – VÝVOJ SCÉNÁŘŮ OPTIMALIZACE ENERGIE .....	166
2.8. PRAKTICKÉ VYUŽITÍ ÚDAJŮ Z MONITOROVÁNÍ: VZDĚLÁVÁNÍ A ZAPOJENÍ UŽIVATELŮ BUDOV .....	167



# TECHNICKÁ ČÁST

## 1. Energetická účinnost v budovách

Úspory energie a její efektivní využívání začíná u zvyšování povědomí o tom, že energie by se neměla považovat za samozřejmost, a že není k dispozici v neomezených množstvích. Její výroba vyžaduje relativně vysoké náklady a má velký vliv na životní prostředí. Je třeba vzít do úvahy to, že uvážlivé a plánované využívání energie ovlivňuje nejen rodinný rozpočet, ale také celé hospodářství, veřejný sektor a životní prostředí.

Většina veřejných budov, především veškerých starších, má velký potenciál k efektivnímu využívání energie. Snížení spotřeby energie o 10 % by mohlo být dosaženo bez větších investic racionálnějším využíváním energie a lepší organizací. To znamená převážně energii potřebnou pro prostorové vytápění, elektrickou energii a vodu. Další 5 % spotřeby energie by bylo možné ušetřit lepší organizací práce a většího povědomí koncových uživatelů.

Podle odhadů by příslušná technická investiční opatření mohla přinést potenciál k efektivnějšímu využívání energie až do výše 30 %.

Spotřeba energie závisí na externích faktorech, jako jsou například proměnlivé povětrnostní podmínky a kolísání teploty, cena zdrojů energie, a navíc změny počtu, struktury a mentality uživatelů. Na spotřebu energie má také velký vliv povědomí uživatelů o účinném využívání energie, obnovitelných zdrojích energie a ekologii. Velkým zlepšením je zavedení pravidelného monitorování aktuální spotřeby a nákladů na energii v budovách. Toto monitorování lze provádět pomocí kontrol a ověřování účtů za jednotlivé zdroje energie nebo prostřednictvím energetického účetnictví pomocí počítače.

Tabulka 1: Energetická účinnost: převod směrnice pro energetickou účinnost budov, směrnice (2010/31/EU ze dne 19. května 2010), datum převodu: 9. července 2012

Member State	Energy performance of buildings directive*		
	Transposition	NZEB** report	Cost-optimal calculations
Austria			
Belgium			
Bulgaria			
Cyprus			
Czech Republic			
Denmark			
Estonia			
Finland			
France			
Germany			
Greece			
Hungary			
Ireland			
Italy			
Latvia			
Lithuania			
Luxembourg			
Malta			
Netherlands			
Poland			
Portugal			
Romania			
Slovakia			
Slovenia			
Spain			
Sweden			
United Kingdom			

Stav převodu je založen na převodu deklarovaném členskými státy

Zelená: plný rozsah;

oranžová: částečně;

červená: vůbec



- Komise provádí jasné kontroly shody s požadavky pro ty členské státy, které informovaly o přechodových opatřeních.
- V případě zpráv NZEB (budovy s téměř nulovou spotřebou energie) a výpočtů optimálních nákladů je stav založen na tom, zda zprávy byly nebo nebyly obdrženy, a nikoliv na úplnosti zpráv. Komise provádí analýzu obdržených zpráv.

#### KONTROLNÍ SEZNAM:

- Co je nejlevnějším opatřením ke snížení spotřeby energie?  
(Racionálnější využívání energie a lepší organizace)
- Závisí spotřeba energie na povětrnostních podmínkách? (Ano)
- Ovlivňuje spotřebu energie v budově chování uživatelů?

## 2. Jak využívat energii efektivněji (drobné technické zásahy)

Organizace práce: (možné úspory až 10 %)

- pomocí opatření zaměřených na nepřetržité monitorování a spotřebu
- pomocí energetického účetnictví
- prostřednictvím zvyšujícího se povědomí uživatelů
- pomocí dalších organizačních opatření (zvažováním nižších tarifů, časové koordinace činností)

Vytápění:

- pomocí vhodné a účinné izolace (možné úspory 15 až 25 %, velké a dlouhodobé investice)
- pomocí izolace podkroví, která přináší snížení přechodových ztrát (úspory až 50 kWh/m2, střední a střednědobé investice)
- pomocí vysoce kvalitních oken a dveří (možné úspory 10 až 60 %),
- pomocí utěsnění oken, které umožňuje nižší ztráty větráním (úspory až 15 %),
- pomocí vhodného uspořádání vytápěcích jednotek a vytápění sekundárním vytápěcím okruhem a prostřednictvím využívání termostatických radiátorových ventilů (úspory až 10 %, nízké nebo střední a krátkodobé investice)
- pomocí hydraulického vyrovnavání vytápěcích potrubí (úspory až 8 %, nízké nebo střední a krátkodobé investice)
- pomocí zavedení automatické regulace teploty podle venkovní teploty (úspory až 7 %, střední a krátkodobé investice),
- pomocí vhodné a racionální organizace práce
- pomocí zavádění obnovitelných zdrojů energie

Spotřeba elektřiny:

- pomocí využívání moderních, energeticky úsporných spotřebičů/zařízení
- pomocí využívání moderního osvětlení, energeticky úsporných žárovek a využívání denního světla (úspory 20 až 40 %, střední a krátkodobé investice),
- pomocí kompenzace reaktivní energie, monitorování a regulace špičkové spotřeby elektrické energie (úspory až 10 %, střední a krátkodobé investice)
- pomocí pravidelné údržby

Spotřeba vody:

- pomocí šetrného využívání teplé a studené vody (úspory až 20 %, nízké a krátkodobé investice),
- pomocí pravidelné údržby a kontrol zařízení
- pomocí využívání energeticky úsporných praček a myček nádobí



KONTROLNÍ SEZNAM:

- V kterých oblastech můžeme pracovat na snižování spotřeby?
- Uveďte alespoň pět drobných zásahů pro snížení spotřeby energie na vytápění!





### 3. Základní charakteristiky úspor energie

Existují různé formy energie. Její parametry jsou měřitelné podle jejího výkonu, spotřeby, izolačních vlastností materiálů, účinnosti atd.

#### Úspory energie v domácnostech

Otázkou je, zda tyto úspory lze realizovat, protože potřebujeme pohodlné prostředí pro obyvatele, teplou vodu, podmínky pro přípravu potravin atd. Zdá se, že organizace moderních domácností nedovoluje účinné využívání energie. Ale špatně utěsněná okna a dveře, špatně izolované stěny, prosakující teplá voda, světla zapnutá tehdy, když to není nutné, toto vše představuje možnosti úspor energie v domácnostech.

#### Vytápění a účinné využívání energie

Teplo vyžadované pro prostorové vytápění pochází z různých druhů energie: dřeva, uhlí, topného oleje, plynu, elektrické energie, dálkového vytápění. Prostorové vytápění je kompenzací tepelných ztrát, které činí 70 % celkové spotřeby energie domácnosti. Tepelné ztráty jsou úzce spojeny s různými faktory, které lze omezit (avšak nikoliv v nich zabránit) pomocí některých jednoduchých technických řešení, která přinášejí úspory energie a snížení nákladů na vytápění.

#### Voda

Rozhodující je uvědomování si toho, že čistá, nekontaminovaná voda je neocenitelná. Šetření vodou představuje úkol nejen z hlediska spotřeby energie, ale je také ekologickou nutností. Při používání teplé vody je třeba mít na paměti využívání energie. Domácnosti v průměru spotřebovávají 10 až 20 % celkového množství energie na přípravu teplé vody. Na spotřebu energie na přípravu teplé užitkové vody mají silný vliv různé zvyky a různé typy ohříváčů vody.

#### Osvětlení

Dost značné množství elektrické energie se používá pro vnitřní a uliční osvětlení. Náklady na elektrickou energii jsou často vysoké kvůli nevhodnému a nedbalému používání světel. Osvětlená prázdná místnost nebo energeticky úsporná žárovka ve zřídka používané místnosti není správnou volbou.

#### Nové trendy v oblasti účinného využívání energie

- V budoucnu budou podniknuta opatření v následujících oblastech:
- energeticky účinné zasklení a okna
- kogenerace tepla a elektřiny
- systémy pro regulaci tepla v obytných budovách a větších veřejných budovách
- monitorování cíle v účinném využívání energie v průmyslu a veřejném sektoru pomocí centrálních monitorovacích systémů/informačního systému účetnictví energie
- dřevěná biomasa jako nevyužívaný domácí zdroj energie
- plynná paliva a vytápěcí zařízení

#### KONTROLNÍ SEZNAM:

- Krátce popište charakteristiky úspor energie, pokud se týká vytápění.
- Název a špatný příklad, pokud se týká osvětlení.

## 4. Energetický audit a certifikát účinnosti energie

Výraz „energetický audit“ se široce používá a může mít různé významy podle společnosti zabývající se dodávkou energie. Energetické audity budov mohou sahát od krátké obchůzky po budově až po podrobnou analýzu s hodinovou simulací pomocí počítače. Všeobecně se rozlišuje mezi čtyřmi typy energetických auditů:

- Audit s obchůzkou
- Analýza nákladů na dodávku zdrojů
- Standardní energetický audit
- Podrobný energetický audit

### 4.1. Audit s obchůzkou

Tento audit představuje krátkou návštěvu budovy za účelem identifikace oblastí, ve kterých mohou jednoduchá a levná opatření zajistit okamžité využití energie nebo úspory provozních nákladů. Někteří technici označují tyto typy opatření jako opatření spojená s provozem a údržbou (O&M). Mezi příklady opatření O&M patří snížení nastavených teplot vytápění, výměna rozbitých oken, izolace neizolovaných potrubí teplé vody nebo páry a seřízení poměru paliva a vzduchu pro kotel.

Zpráva z auditu s obchůzkou

Audit s obchůzkou může být samostatným úkolem nebo jednou částí standardního energetického auditu. Tento typ auditu je obvykle dostatečný pro malé budovy s jednoduchými energetickými systémy včetně obytných budov a nízkých komerčních budov. Mezi základní úkoly, které je třeba provádět při auditu s obchůzkou, patří:

- Popsání základních energetických systémů budovy včetně pláště budovy, mechanických systémů a elektrických systémů. Pro popsání charakteristik budovy mohou být využita pozorování zaznamenaná při obchůzce i specifikace z architektonických, strojírenských a elektrických výkresů.
- Provedení základních testů a měření za účelem vyhodnocení účinnosti různých energetických systémů. Tato měření mohou záviset na typu budovy a jejích systémů i na době, kterou má auditor k dispozici. V případě obytných budov se silně doporučuje provést testy tlakování nebo odtlakování pomocí sady pro testování dveří s výtlačným ventilátorem. Ve všech typech budov je provádění bodových měření, a pokud je to možné, monitorování vnitřní teploty vzduchu a relativní vlhkosti v prostoru alespoň po jeden den užitečné pro odhadnutí nastavení vnitřní teploty nebo kontrolu jakýchkoliv problémů týkajících se komfortu.
- Zorganizování schůzky s obyvateli nebo provozovateli budovy, aby bylo možné zjistit jakékoliv případné problémy s pohodlím a zdroje plýtvání energií v budově. Tento úkol je často užitečný pro stanovení potenciálních opatření spojených s provozem a údržbou i opatření k úsporám energie.
- Identifikace některých potenciálních opatření spojených s provozem a údržbou (ECM) i opatření týkajících se úspor energie (ECM) i jakýchkoliv opatření požadovaných pro řešení problémů s komfortem. Poskytnutí podrobných informací týkajících se realizace a nákladů na realizaci (snažte se získat přímé cenové nabídky od místních dodavatelů/obchodů).
- Vyhodnocení úspor energie (nebo požadavků, jestliže jsou ke zvýšení komfortu nezbytná určitá opatření) pomocí metod zjednodušené analýzy popsanych v tomto dokumentu. Porovnání výsledků mezi dvěma přístupy a komentář k přesnosti obou přístupů.



- Provedení analýz nákladů na základě jednoduché metody doby návratnosti nákladů pro stanovení nákladové efektivity opatření O&M a ECM. Měli byste vypracovat příslušné předpoklady a v případě potřeby odhadnout úspory nákladů. Poskytnutí doporučení na základě ekonomických analýz. Data týkající se nákladů je třeba převzít ze skutečných odhadů od dodavatelů. Tato data týkající se nákladů budou poskytnuta.

## 4.2. Analýza nákladů na dodávku zdrojů

Hlavním účelem tohoto typu auditu je pečlivě analyzovat provozní náklady budovy. Údaje o zdrojích se obvykle vyhodnocují za několik let, aby bylo možné určit vzorce využívání energie, špičkovou spotřebu, povětrnostní vlivy a potenciál k úsporám energie. Při provádění této analýzy se doporučuje, aby energetický auditor provedl průzkum prostřednictvím obchůzky, aby se seznámil s budovou a jejími energetickými systémy.

Z několika důvodů, ke kterým patří níže uvedené, je důležité, aby energetický auditor jasně chápal strukturu sazeb za energie, která se vztahuje na budovu:

- Kontrola poplatků za energie a ujištění se o tom, že při výpočtu nedošlo k žádným chybám v měsíční vyúčtování. Struktury sazeb za energie pro komerční a průmyslové budovy mohou být ve skutečnosti dost složité s odstupňovanými cenami a znevýhodněními podle výkonového koeficientu.
- Určení nevýznamnějších poplatků ve vyúčtování za energie. Značnou část vyúčtování za energie mohou představovat například poplatky za špičkovou spotřebu, obzvláště tehdy, když se používají odstupňované sazby. Potom lze doporučit opatření ke snížení špiček, aby se tyto poplatky za spotřebu snížily.
- Stanovení, zda budova může mít prospěch z použití jiné struktury spotřeby energií, aby bylo možné kupovat levnější palivo a snížit její provozní náklady. Tato analýza dokáže zajistit značné snížení účtů za energie, obzvláště v případě realizace elektrické deregulace a nástupu struktur sazeb v cenách v reálném čase (RTP).

Energetický auditor navíc může prostřednictvím analýzy dat energií určit, zda budova je kandidátem na uskutečnění projektů modernizace z hlediska energií. Využívání energie budovou lze ve skutečnosti normalizovat a porovnávat pomocí ukazatelů (například spotřeba energie na jednotku podlahové plochy - pro komerční budovy - nebo na jednotku výroby - pro průmyslové provozy).

## 4.3. Standardní energetický audit

Standardní audit poskytuje komplexní analýzu energie pro energetické systémy budovy. Navíc k činnostem popsaným v auditu s obchůzkou a u analýzy nákladů na energie popsané výše obsahuje standardní energetický audit přípravu základní čáry pro spotřebu energie budovou a vyhodnocení úspor energie a nákladovou účinnost příslušným způsobem zvolených opatření k úsporám energie. Přístup krok za krokem standardního energetického auditu je podobný přístupu podrobného energetického auditu popsaného níže v následující části.

Při standardním energetickém auditu se pro sestavení základních energetických modelů a předpovídání úspor energie díky energetickým sporným opatřením obvykle používají zjednodušené nástroje. Mezi tyto nástroje patří metody stupňů-dní a lineární regresní modely (Fels, 1986). Navíc se všeobecně provádí jednoduchá analýza návratnosti, aby bylo možné určit nákladovou účinnost opatření k úsporám energie. *Příklady standardních auditů jsou uvedeny v kapitole 17.*

Zpráva ze standardního auditu



Zpráva ze standardního auditu je obsáhlejší než zpráva z auditu s občůzkou popsaného výše. Standardní audit definovaný v kapitole 1 ve skutečnosti zahrnuje další úkoly a jeho provedení vyžaduje větší úsilí a více času. Tento typ auditu je obvykle vhodný pro velké budovy, například ty, které mají složité energetické systémy. Účty za energie ve velkých budovách, jako jsou například komerční budovy a budovy institucí, jsou značně vyšší a mohou opravňovat k úrovni detailů vyžadované standardním auditem. Navíc k úkolům popsaným pro audit s občůzkou mohou být jako součást standardního auditu prováděny následující úkoly:

- Provedení podrobného průzkumu osvětlovacího a elektrického zařízení. Hlavním cílem tohoto úkolu je odhadnout hustotu osvětlení a výkonu zařízení v různých prostorách budovy.
- Identifikace systémů vytápění, větrání a klimatizace (HVAC) a jejich provozních harmonogramů. Tento úkol je často rozhodující, protože energie spotřebovávaná systémy HVAC představuje značnou část celkové energie spotřebovávané ve velkých budovách.
- Určení hlavních problémů týkajících se komfortu a zjištění stížností obyvatel prostřednictvím dobře sestaveného dotazníku. Průzkum mezi obyvateli velmi často poskytne cenné informace o účinnosti budov a jejich energetických systémů v průběhu roku.
- Shromáždění a analýza dat o energiích za poslední tři roky. Data o energiích pouze za jeden rok jsou často pro odhad historické energetické účinnosti budovy nedostatečná. V některých případech mohou zkreslení spotřeby energie v budově způsobit určité podmínky, jako například speciální akce nebo extrémní povětrnostní podmínky.
- Provedení jakýchkoliv příslušných měření, jako například úrovní osvětlení, pořízení infračervených snímků, měření vnitřních teplot, rychlostí průtoku vzduchu zajišťovaných jednotkami pro úpravu vzduchu a koncových spotřeb elektrické energie i ukazatelů kvality dodávky elektrické energie.
- Modelování stávající budovy pomocí nástroje pro podrobnou simulaci energie. Dbejte na to, aby tento simulační model byl dobře zkalibrován pomocí dat týkajících se energie. Aby se zvýšila úroveň důvěry předpovědi modulu pro simulaci energie budovy, je obvykle vyžadována měsíční kalibrace v rozsahu do 10 procent.
- Provedení výpočtů pro odhad úspor energie díky potenciálním opatřením pro šetření energií pomocí jak kalibrovaného modelu pro simulaci energie, tak zjednodušených postupů výpočtu popsaných v tomto dokumentu.
- Provedení ekonomické analýzy pomocí jednoduché metody výpočtu návratnosti, čisté aktuální ceny nebo analýzy nákladů na cyklus životnosti (LCC). Každé opatření by mělo být doplněno o informace k realizaci a její nákladnosti.
- Volba opatření k šetření energií, která budou doporučena k realizaci. Navíc stanovení doplňkových přínosů každého opatření (například zlepšení tepelného nebo vizuálního komfortu), nákladů na realizaci a poskytnutí jakýchkoliv informací, které zákazníkovi pomohou tato opatření realizovat.

Zpráva ze standardního energetického auditu by měla shrnovat výsledky všech provedených úkolů. Doporučený přehled ke zprávě ze standardního energetického auditu je uveden níže. Je třeba pamatovat na to, že stejný přehled lze použít pro hlášení zjištění z podrobného energetického auditu.

#### **4.4. Podrobný energetický audit**

Tento audit je nejkomplexnějším, ale také časově nejnáročnějším typem energetického auditu. Podrobný energetický audit konkrétně zahrnuje používání přístrojů pro měření spotřeby energie za celou budovu nebo za některé energetické systémy uvnitř budovy (například podle koncové spotřeby:



osvětlovací systémy, kancelářské zařízení, ventilátory, chladicí systémy atd.). Navíc se u podrobných energetických auditů obvykle zvažuje použití složitých počítačových simulačních programů pro provedení hodnocení a získání doporučených opatření k modernizaci budovy.

Techniky, které jsou k dispozici pro provádění měření pro energetický audit, jsou rozmanité. Během návštěvy na místě lze pro stanovení odchylky některých parametrů budovy, jako je například vnitřní teplota vzduchu, úroveň osvětlení a spotřeba elektrické energie, používat ruční nebo upínací přístroje. Jestliže jsou vyžadována dlouhodobá měření, obvykle se používají snímače, které se připojují k systému pro získávání dat tak, aby údaje bylo možno ukládat a získávat k nim dálkový přístup. V poslední době byly navrženy nerušivé techniky monitorování zatížení (NILM) (Shaw a kol., 2005). Technika NILM dokáže určovat spotřebu energie v reálném čase pro významná elektrická zatížení v budově pomocí pouze jediné sestavy snímačů na vstupu dodávky do budovy. Minimální úsilí spojené s používáním techniky NILM ve srovnání s tradičním přístupem podružného měření (který vyžaduje samostatnou sestavu snímačů pro monitorování spotřeby energie pro každou koncovou spotřebu) znamená, že technika NILM je velmi přitažlivou a levnou technikou monitorování zatížení pro společnosti dodávající energie a majitele budov.

Počítačové simulační programy používané při podrobném energetickém auditu dokážou obvykle poskytovat distribuci spotřeby energie podle typu zatížení (to znamená energii pro osvětlení, ventilátory, chladicí systémy, kotle atd.). Často jsou založeny na dynamické tepelné účinnosti energetických systémů budovy a obvykle vyžadují vysokou úroveň odborných technických zkušeností a školení. Tyto simulační programy sahají od těch, které jsou založeny na metodě koše (Knebel, 1983) až po ty, které poskytují hodinová tepelná a elektrická zatížení budovy, jako například DOE-2 (LBL, 1980).

Při podrobném energetickém auditu se všeobecně provádí přesnější ekonomické hodnocení opatření k úsporám energie. Konkrétně může být stanovena nákladová účinnost modernizace za účelem úspory energie na základě analýzy nákladů na cyklus životnosti (LCC) namísto jednoduché analýzy doby návratnosti. Analýza nákladů na cyklus životnosti bere do úvahy řadu ekonomických parametrů, jako je úrok, inflace a daňové sazby. Některé ze základních analytických nástrojů, které se často používají pro hodnocení projektů z hlediska energetické účinnosti, popisuje kapitola 3.

#### Všeobecný postup podrobného energetického auditu

Při provádění energetického auditu se obvykle provádí několik úkolů podle typu auditu a velikosti a funkce kontrolované budovy. Některé z těchto úkolů se mohou opakovat, může být omezen jejich rozsah nebo mohou být dokonce na základě zjištění jiných úkolů vynechány. Proto provádění energetického auditu často není lineárním procesem a je spíše iterační. Avšak lze načrtnout všeobecný postup pro většinu budov.

#### Krok 1: Analýza dat budovy a energií

Hlavním účelem tohoto kroku je vyhodnotit charakteristiky energetických systémů a vzorce spotřeby energie pro budovu. Charakteristiky budovy lze zjistit ze stavebních/strojírenských/elektrických výkresů nebo z diskusí s provozovateli budovy. Vzorce spotřeby energie lze získat ze sestavy vyúčtování za energie za několik let. Analýza historických odchylek v účtech za energie umožňuje energetickému auditorovi určit, zda existují jakékoliv sezónní a povětrnostní účinky na spotřebu energie budovy. Některé z úkolů, které mohou být prováděny v tomto kroku, jsou popsány níže a jsou uvedeny klíčové výsledky očekávané od každého úkolu:

- Zachycení dat o energiích alespoň za tři roky (za účelem sestavení vzorce historické spotřeby energie).
- Identifikace používaných typů paliv (elektrina, zemní plyn, olej atd., aby bylo možné stanovit palivo, které představuje nejvyšší spotřebu energie).



- Určení vzorců spotřeby paliva podle typu paliva (za účelem identifikace špičkové poptávky po spotřebě paliva podle typu paliva).
- Pochopení struktury sazeb za energie (sazby za energii a za spotřebu, aby bylo možné vyhodnotit, zda budova je penalizována za špičkovou spotřebu, a zda nelze nakupovat levnější palivo).
- Analýza účinku počasí na spotřebu paliva (aby se určily jakékoliv odchylky ve spotřebě energie v souvislosti s extrémními povětrnostními podmínkami).
- Provedení analýzy spotřeby energie podle typu a velikosti budovy (lze stanovit charakteristiku budovy včetně spotřeby energie na jednotkovou plochu: pro srovnání s obvyklými ukazateli).

## **Krok 2: Průzkum s obchůzkou**

Při tomto kroku je třeba identifikovat potenciální opatření k úsporám energie. Výsledky tohoto kroku jsou důležité, protože určují, zda budova zasluhuje jakékoliv další práce spojené s auditem energie. Mezi některé z úkolů zahrnutých do tohoto kroku patří:

- Identifikace problémů a potřeb zákazníka.
- Kontrola aktuálních postupů provozu a údržby.
- Stanovení stávajících provozních podmínek hlavních zařízení spotřebovávajících energii (osvětlení, systémy HVAC, motory atd.).
- Odhad obsazenosti, zařízení a osvětlení (hustota spotřeby energie a počet hodin provozu).

## **Krok 3: Základní čára pro spotřebu energie budovou**

Hlavním účelem tohoto kroku je sestavit model základního případu, který bude představovat stávající spotřebu energie a provozní podmínky pro budovu. Tento model se používá jako porovnání pro odhad úspor energie dosažených příslušným způsobem zvolených opatření k šetření energií. Hlavní úkoly, které je třeba provádět během tohoto kroku, jsou následující:

- Získání a kontrola stavebních, strojírenských, elektrických a kontrolních výkresů.
- Kontrola, testování a hodnocení zařízení budovy z hlediska účinnosti, výkonu a spolehlivosti.
- Získání všech harmonogramů obsazenosti a provozu pro zařízení (včetně osvětlení a systému HVAC).
- Sestavení základního modelu spotřeby energie budovy.
- Kalibrace základního modelu pomocí dat o energiích nebo naměřených dat.

## **Krok 4: Hodnocení opatření k úsporám energie**

V tomto kroku se sestaví seznam nákladově účinných opatření k šetření energií pomocí jak úspor energie, tak ekonomické analýzy. Aby bylo možné dosáhnout tohoto cíle, doporučuje se provést následující úkoly:

- Příprava souhrnného seznamu opatření k šetření energií (pomocí informací získaných během průzkumu s obchůzkou).
- Stanovení úspor energie díky různým opatřením k šetření energií příslušných pro budovu pomocí základního modelu spotřeby energie sestaveného v kroku 3.
- Odhad počátečních nákladů požadovaných pro realizaci opatření k šetření energií.
- Vyhodnocení nákladové účinnosti každého opatření k šetření energie pomocí metody ekonomické analýzy (jednoduchá analýza návratnosti nebo analýza nákladů na cyklus životnosti).



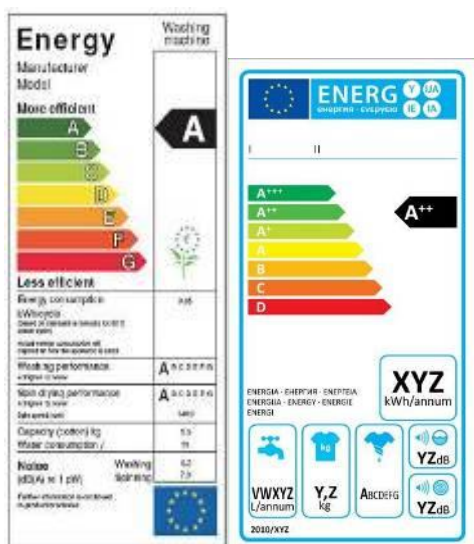
KONTROLNÍ SEZNAM:

- Co je prvním krokem při energetickém auditu?
- Krátce popište kroky všeobecného postupu podrobného energetického auditu.



## 5. Výrobky spotřebovávající energii

Výrobky spotřebovávající energii, jako například elektrická a elektronická zařízení nebo vytápěcí systémy, se podílejí na velké části spotřeby přírodních zdrojů a energie a mají také značné dopady na životní prostředí. V této souvislosti EU vydala směrnici 2005/32/ES pro stanovení požadavků na ekologické provedení výrobků spotřebovávajících energii.



Obrázek 1: Starý (vlevo) a nový (vpravo) štítek udávající energetickou třídu pračky

Nový energetický štítek obsahuje:

- informace o energetické účinnosti výrobku (barevný kód pro sedm tříd),
- údaje o spotřebě energie a vody,
- údaje o výkonu (objem, náplň, úroveň akustického výkonu).

Ekologické provedení je preventivní přístup určený k optimalizaci výkonnosti výrobků z hlediska ochrany životního prostředí a současnému zachování jejich funkčních vlastností. Tato směrnice nezavádí přímo závazné požadavky pro konkrétní výrobky, ale definuje podmínky a kritéria pro nastavení požadavků týkajících se charakteristik výrobků důležitých z hlediska životního prostředí a umožňuje jejich rychlé a účinné zlepšování prostřednictvím následných realizačních opatření. Tato směrnice především podporuje zlepšování energetické účinnosti výrobků.

Výrobky spotřebovávající energii a obzvláště spotřebiče pro domácnost (takzvané bílé spotřebiče) již mají označení štítkem a standardní informace o výrobku týkající se spotřeby energie. Toto bylo podpořeno směrnicí 92/75/EHS. Cílem energetických štítků je informovat a přesvědčit kupující, aby prováděli ekologičtější a energeticky účinnější rozhodnutí, pokud se týká spotřebičů pro domácnost. Energetické štítky poskytují informace o ekonomickém dopadu investičního rozhodnutí tím, že ukazují, že vyšší počáteční náklady se v průběhu životnosti spotřebiče vrátí nižšími náklady na energii.

Při nákupu nového zařízení se doporučuje zvolit účinnější namísto méně účinných. Účinkují lépe a spotřebovávají méně energie. Také se doporučuje výměna starého zařízení za nové a účinnější, ale v tomto případě může být poskytnuta technickoekonomická analýza, aby se tato investice řádně vyhodnotila.

Energetická účinnost v EU se hodnotí pomocí úrovně spotřeby energie od A++ (energeticky nejúčinnější) po G (nejméně účinné). Kromě klasifikace pomocí barevného kódu jsou na energetickém štítku k





dispozici také další informace, jako například spotřeba energie, spotřeba vody nebo vytváření hluku. Podobné označování štítkem se podle směrnice pro energetickou účinnost budov (EPBD - 2003/30/ES) předpokládá pro celou budovu. Také na internetu byla vytvořena řada nástrojů k tomu, aby spotřebitelům pomáhaly volit energeticky účinnější spotřebiče, jako například Top ten ([www.topten.info](http://www.topten.info)). Jedná se o vyhledávací nástroj online orientovaný na spotřebitele, který představuje nejlepší spotřebiče v různých kategoriích výrobků. Ve veřejných institucích platí navíc ke štítkům energetické účinnosti také směrnice pro zelené nákupy (2004/17/ES a 2004/18/ES). Tyto směrnice zahrnují do článků týkajících se kritérií pro výběr a přidělování a plnění kontraktů při veřejných zakázkách aspekty týkající se životního prostředí. Následující tabulka ukazuje další štítky energetické účinnosti a ochrany životního prostředí, které se také používají v EU i po celém světě.

Velmi důležitým aspektem výrobků spotřebovávajících energii, obzvláště elektronického zařízení, je to, že kvůli určitým elektrickým částem, kterými jsou vybaveny, pokračují ve spotřebovávání energie, i když jsou v pohotovostním režimu nebo vypnuté. V jakémkoliv domě může být kvůli pohotovostnímu režimu nebo i při vypnutí spotřebována řada watthodin ročně. Výrobci zařízení zlepšují a snaží se tuto spotřebu snižovat, takže při koupi nového zařízení je třeba analyzovat jeho technické charakteristiky, aby bylo možné vybrat to zařízení, které má v pohotovostním stavu nejnižší

spotřebu (obvyklé hodnoty společně se spotřebou zařízení v zapnutém stavu jsou uvedeny v tabulce v příloze 1).

#### KONTROLNÍ SEZNAM:

- Jak jsou označovány energeticky účinné výrobky? (Které písmeno)?
- V kterých jednotkách se měří spotřeba elektrické energie?

## 6. Energetická modernizace budovy (modernizace interních systémů budovy, změna zdroje vytápění, nákup energeticky účinného zařízení)

### 6.1. Plášť budovy

Plášť budovy, známý také jako opláštění budovy, se skládá ze střechy, stěn, podlah, oken a dveří budovy. Každá řádně zkonstruovaná a dobře udržovaná budova bude ztrácet těmito částmi pláště teplo v rozsahu, který může dosahovat 10-15 % jejího celkového účtu za palivo, jak je znázorněno na obrázku.

#### WHERE DOES THE HEAT GO?



Obrázek 2: Tepelné ztráty budovy

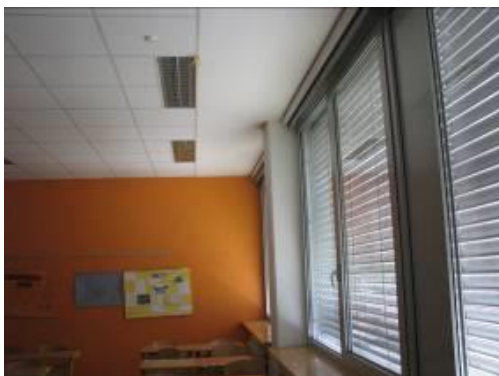
Některé z běžně doporučovaných opatření ECM ke zlepšení tepelné účinnosti pláště budovy jsou následující:

- **Izolace střechy** snižuje potřebu vytápění v zimě a chlazení v létě a činí z budovy příjemnější místo pro přebývání. Sálavé teplo z neizolované střechy vyvolává pocit nepohodlí pro obyvatele, kteří spustí klimatizaci o nižší teplotě, aby tento problém vyřešili. Jestliže budova není vůbec izolovaná, izolace střechy je všeobecně nákladově účinnější než izolace podlahy nebo stěn.



Obrázek 3: Tepelná izolace pro zabránění v tepelných mostech

- Mnoho budov je postaveno na neizolované, zavěšené desce. Ve studených podnebích toto bude pravděpodobně způsobovat, že obyvatelé budou trpět pocitem chladu na nohy. **Izolace desky** zvýší komfort obyvatel, ale je všeobecně méně nákladově účinná než izolace střechy.
- **Izolace stěn** také sníží potřebu vytápění a chlazení ve vaší budově. Nákladová účinnost izolace stěn závisí na venkovní ploše stěn, poměru mezi plochou stěny a oken a druhu zvolené izolace. Izolace stěn je všeobecně méně nákladově účinná než izolace podlahy.
- **Zvýšení zastínění oken:** Jako možnosti stínění jsou k dispozici jak vnitřní, tak venkovní žaluzie a rolety. Vnitřní žaluzie jsou při udržování tepla mimo budovu méně účinné než venkovní žaluzie. Vnitřní žaluzie poskytují obyvatelům určitou kontrolu nad světlem a teplotou jejich prostředí. Na východní a západní straně mohou být vertikální žaluzie účinnější než horizontální, které jsou účinnější na severní a jižní straně.



Obrázek 4: Verze zastínění oken pomocí žaluzií

- **Zvýšení izolace zasklení:** Vzduchová vrstva zachycená mezi tabulemi skla působí jako izolace. Tímto způsobem vrstva zasklení navíc snižuje potřeby vytápění, když je venku chladno, a potřeby chlazení za teplého počasí. Avšak modernizace zasklení je drahá, a nemusí být nákladově účinná jako opatření k šetření energií.
- **Zlepšení izolace rámu:** Teplo může být přenášeno do (nebo ven z) budovy prostřednictvím samotného okenního rámu. Tepelně přerušené hliníkové rámy obsahují mezi vnitřní a vnější vrstvou hliníku izolační vrstvu a vedou méně tepla než standardní hliníkové rámy. Dřevo je méně vodivé než hliník. Ačkoliv výměna oken je drahá, při instalaci nových oken nebo volbě nových prostor je důležité zvážit materiál rámu.
- **Instalace římsy odrážející světlo:** Toto je horizontální římsa ve výšce přibližně dvou třetin okna. Tato římsa slouží ke dvojímu účelu: stíní obyvatele v blízkosti oken před oslňováním a

distribuuje denní světlo pro obyvatele sedící daleko od oken. Světlo se odráží od římsy, na strop a hluboko do kanceláře.

- Instalace římsy pro odrážení světla zahrnuje drahou úpravu pláště a poskytuje významné úspory pouze tehdy, když jsou k dispozici automatické ovladače umělého světla podle intenzity denního světla.
- **Změna barvy střechy:** Střechy o tmavší barvě budou absorbovat více tepla ze slunce, zatímco střechy se světlejší barvou budou odrážet více tepla, takže budova bude chladnější. Udržování tepla je obzvláště důležité u kancelářských budov.
- **Změna barvy stěn:** Světle zbarvené venkovní stěny budou odrážet více slunečního světla než tmavé, a mohou omezovat teplo absorbované do budovy. Světlejší vnitřní stěny budou také zjasňovat pracovní prostory odráženým světlem.

## 6.2. Vytápění a chlazení

Ačkoliv budova může být vytápěna a/nebo ochlazována na příjemnou úroveň, neznamená to, že je vytápěna a/nebo ochlazována efektivně. V budovách lze používat několik typů systémů vytápění, větrání a klimatizace (HVAC). Kotle, uzavřené vytápěcí jednotky, jednotlivá prostorová topná tělesa, pece nebo systémy dálkového vytápění jsou pouze některé příklady vytápěcí části systémů HVAC. V souladu s tím lze pro zlepšení energetické účinnosti jak primárních, tak sekundárních systémů HVAC zvážit velkou řadu opatření, z nichž některá jsou uvedena níže.



Obrázek 5: Některé příklady zařízení pro vytápění a chlazení

## 6.3. Průtok vzduchu systémem

Mřížky mohou být umístěny nebo nastaveny tak, že není dosahováno účinného rozvodu vzduchu obývaným prostorem. Změna nastavení nebo změna polohy mřížky pro přívod vzduchu pro řešení tohoto problému může být jednoduchá.

Odstranění zablokování z cesty průchodu vzduchu: Ve vedení vzduchu může kvůli hromadění nečistot a prachu nebo překážce způsobené tuhým předmětem vzniknout částečné nebo úplné zablokování (obyvatelé někdy musí umístit kus kartonu nebo látky tak, aby distribuci vzduchu změnili podle svého přání).

Výsledkem je to, že systém nefunguje tak, jak by měl, včetně případného snížení energetické účinnosti.

Čištění filtrů: Vzduchové filtry se používají pro odstraňování částic prachu a znečišťujících látek vstupujících do budovy nebo šířených budovou. Musí se pravidelně čistit, protože nadměrné

nahromadění částic zachycených na vzduchovém filtru sníží průtok vzduchu a vyvolá sníženou účinnost ventilátorů.

## 6.4. Kontrola používání systému - centrální řídicí systém

**Instalace optimalizovaných ovládacích prvků**, které budou zapínat a vypínat systém HVAC tak, aby budova při obsazenosti byla používána při nastavené teplotě. Tento řídicí systém zaznamenává vnější a vnitřní teplotu vzduchu a určuje, jak dlouho bude trvat, než se budova zahřeje nebo ochladí, a bude v příslušnou dobu zapínat a vypínat klimatizaci.

**Omezení plánovaných hodin provozu:** Toto je jednoduše resetování hodin času tak, aby omezovaly počet hodin provozu systému HVAC. Jestliže lehký vzestup nebo pokles teploty na konci období obsazenosti nepředstavuje problém, energetická výhoda takového malého seřízení, obzvláště ve špičkových obdobích, může být značná.

**Omezení účinků používání mimo pracovní dobu:** Snížením nastavené teploty vytápění a zvýšením nastavené teploty chlazení pro provoz mimo pracovní dobu dojde ke značnému snížení spotřeby energie systémem HVAC. **Zmenšení prostoru obsluhovaného při spotřebě mimo pracovní dobu:** Provoz systému HVAC mimo pracovní dobu může být vyžadován pouze pro malou část budovy. Možná proto bude moci být část systému izolována tak, aby byla obsluhována během provozu mimo pracovní dobu samotná.

Chladicí zařízení

Značné úspory energie mohou být k dispozici **náhradou stávajícího chladicího zařízení** vhodnější nebo modernizovanou jednotkou.

**Zvýšený soulad s profilem zatížení:** Různé typy chladicích zařízení fungují efektivněji při různých zatíženích, což znamená, že profil zatížení systému je třeba sesouhlasit s nejvhodnějším typem chladicího zařízení, aby se optimalizovala energetická účinnost.

Pro účinný provoz systému je důležité **správné seřízení postupu regulace ovládacích prvků chladicího zařízení**, obzvláště tam, kde je k dispozici více chladicích zařízení.

**Ventilátory chladicích věží** mohou být regulovány s proměnlivou rychlostí, aby se snížila spotřeba napájení.

**Vodu z kondenzátoru** lze využívat pro regeneraci tepla pro ohřev teplé užitkové vody nebo pro prostorové vytápění.

**Kompresor chladicího zařízení:** Nejúčinnější typ kompresoru, který má být použit, se určí podle velikosti a typu systému.

**Výměna chladicích věží:** Stávající chladicí věže mohou být neefektivní, pokud se týká jejich provozu, což umožní dosažení úspor energie jejich výměnou za nové jednotky.

**Nastavené body systému regulace chlazené vody a kondenzátorové vody** lze nastavit tak, aby lépe odpovídaly požadavku zatížení, čímž se dosáhne zvýšené účinnosti energie.

### 6.4.1. Kotelna

Značné úspory energie mohou být k dispozici **náhradou stávajícího kotle** vhodnějším nebo modernizovaným typem.

**Zvýšený soulad s profilem zatížení:** Energetickou účinnost lze optimalizovat sladěním velikosti a počtu kotlů pracujících při daném zatížení.

Účinnost mohou zlepšit drobnější seřízení nastavení kotlů a kalibrace.

Pro efektivní provoz systému vytápění bude důležité správné nastavení ovládacích prvků průběhu funkce kotlů podle odchylek v zatížení při vytápění.

Seřízení nastavených bodů pro teplou vodu: Nastavené body systému regulace vytápění lze nastavit tak, aby lépe odpovídaly požadavku zatížení, čímž se dosáhne vyšší celkové účinnosti energie.

Regulace snímače komína: Automatické ovládací prvky kotle dokážou měnit rychlost ventilátoru nuceného odvodu podle přebytkového vzduchu detekovaného ve spalínách z kotle. Tím se dosahuje zvýšené účinnosti kotle.

#### 6.4.2. Cirkulace chlazené a teplé vody

- **Decentralizace přípravy chlazené/teplé vody:** Centralizované systémy chladicího zařízení a kotlů mohou obsahovat rozsáhlé potrubní systémy, které způsobují vysoké ztráty v potrubí. Vyšší
- energetické účinnosti lze dosáhnout použitím řady menších chladicích zařízení/kotlů umístěných blíže k zatížením.
- **Centralizovaná příprava chlazené vody a/nebo ohřev:** Když je k dispozici řada menších chladicích jednotek/kotlů, které jsou relativně blízko k zatížení, a jsou závislé na profilu zatížení,
- jsou možné úspory energie pomocí jediné centralizované jednotky chladicího zařízení nebo kotle. Také se dosáhne snížení nákladů na údržbu.



Obrázek 6: Moderní rozvodný ventil teplé vody

- **Pohony motorů s proměnnou rychlostí:** Použití pohonů motorů s proměnnou rychlostí pro sestavy cirkulačních čerpadel chlazené/teplé vody může značně zvýšit energetickou účinnost systému.
- **Snížený cirkulační objem:** Je možné, že po budově cirkuluje vyšší množství chlazené/teplé vody, než je nezbytné, aby bylo možné splnit požadavky špičkového zatížení. Úprava vyvážení systému umožní snížení průtoku.





- **Snížením kapacity čerpadla** tak, aby odpovídala zatížení, lze dosáhnout úspor energie a delší životnosti čerpadla.
- **Modulace teplot cirkulace** tak, aby odpovídaly požadavku: Může být možné snížení provozních teplot s následnými úsporami tepelných ztrát v rozvodném potrubí.
- **Zkrácení doby cirkulace:** Mnoho systémů pracuje déle, než je vyžadováno. Zkrácením provozní doby čerpadla se také sníží spotřeba energie.
- **Zlepšení izolace potrubí:** Jestliže izolace potrubí je ve špatném stavu nebo nemá dostatečnou tloušťku, přinese prospěch náhrada izolace novou, čímž se omezí vyplývaná energie.
- **Zlepšení izolace ventilů:** Stav izolace kolem ventilů se v průběhu doby zhorší. Její náhradou flexibilnějším typem se omezí ztráty z ventilů.
- **Zkrácení délky potrubí:** Kapacita čerpadla i energetické ztráty potrubí jsou spojeny s délkou potrubí. Možná lze přeměřovat potrubí tak, aby se zkrátila jeho délka.

#### 6.4.3. Zařízení všeobecně

- **Výměna čerpadla/motoru čerpadla/pohonu:** Zařízení, jehož provozní životnost se blíží ke konci, pravděpodobně nebude pracovat efektivně. Výměnou zařízení se zvýší celková účinnost zařízení a dosáhne se úspor energie a snížení nákladů na údržbu.
- **Sladění se zatížením:** Při instalaci jakékoliv části zařízení je důležité, aby byla dimenzována v souladu s požadavky. Snížením kapacity zařízení tak, aby odpovídala zatížení, se zvýší účinnost jednotky, což umožní úspory a delší životnost zařízení.
- **Instalace hospodárného cyklu:** Hospodárny cyklus umožňuje recirkulaci vzduchu během doby, kdy není vyžadován čerstvý vzduch. Výsledkem bude omezení zbytečného ohřevu nebo chlazení venkovního vzduchu a následné úspory energie.
- Tam, kde vzduch nelze recirkulovat, umožní přenos tepla mezi přiváděným a odváděným proudem vzduchu zařízení **pro regeneraci tepla vzduch-vzduch**. Výsledkem bude omezení zbytečného ohřevu/chlazení a následné úspory energie.
- **Instalace jednotky pro regeneraci tepla z chladicího zařízení:** Tato jednotka využívá teplo z chladicího zařízení, které se normálně vypouští do atmosféry, pro předběžný ohřev vody pro prostorové vytápění nebo teplé užitkové vody. Celkovým výsledkem jsou úspory energie.

#### 6.4.4. Teplá užitková voda

Teplá užitková voda (TUV) se může připravovat pomocí kotlů, systémů RES nebo dálkového vytápění. Volba mezi nimi závisí na dostupnosti zdrojů energie, požadavcích na spotřebu, bezpečnosti a ekonomických aspektech. Existují čtyři základní způsoby ke snížení výdajů na ohřev vody: používat méně teplé vody, nastavit termostat na ohřívači vody na nižší teplotu, izolovat ohřívač vody nebo zakoupit nový, účinnější model.

Mezi jednoduchá opatření, která mohou pomoci zajišťovat teplou vodu pomocí méně energie, patří následující:

- **Snížení teploty zásobní vody:** Jestliže teplota teplé vody v zásobníku je vyšší, než je nezbytné, snížení této teploty sníží také tepelné ztráty a vyplývanou energii. Avšak teplotu nelze snížit pod hodnotu 60 °C, protože je možné, že pod tímto limitem bude docházet k množení bakterií *Legionella* (způsobujících legionářskou nemoc).

- **Snížení teploty cirkulace TUV:** Jestliže teplota teplé vody v rozvodném systému je vyšší, než je nezbytné, snížení teploty v rozvodech sníží také tepelné ztráty v rozvodném potrubí. Avšak teplota v rozvodném systému by neměla být nižší než 55 °C.
- **Snížení průtoku kohoutků:** Instalací zařízení pro omezování průtoku před kohoutek lze značně snížit spotřebu teplé vody, aniž by to mělo dopad na uživatele.



Obrázek 7: Kombinace zásobní nádrže na teplou a studenou vodu, kotle a vratného tepelného čerpadla při tepelné substituci

- **Snížení průtoku sprch:** Instalací zařízení pro omezování průtoku před sprchovou růžicí nebo náhradou samotné sprchové růžice lze značně snížit spotřebu teplé vody, aniž by to mělo dopad na uživatele. **Decentralizace přípravy TUV:** Centralizované systémy přípravy teplé vody mohou obsahovat rozsáhlé potrubní sítě, které způsobují vysoké ztráty v potrubí. Vyšší energetické účinnosti lze dosáhnout pomocí řady menších jednotek na přípravu teplé vody umístěných v blízkosti bodů spotřeby teplé vody.
- **Centralizovaná příprava TUV:** Tam, kde je řada menších jednotek pro přípravu teplé vody, které jsou relativně blízko, a podle profilu zatížení odběrem teplé vody, je možné dosáhnout vyšší energetické účinnosti pomocí centralizované přípravy teplé vody.
- **Koordinace přípravy TUV/provozní teplé vody:** Teplá voda může být v budově používána pro řadu účelů. Koordinací spotřeby teplé vody pro různé účely a v různých dobách lze dosáhnout snížení požadavků na skladování teplé vody nebo maximální současné požadované spotřeby. To by mohlo znamenat zmenšení velikosti zařízení na přípravu TUV s následným snížením celkových nákladů na energii.

#### 6.4.5. Osvětlení

Osvětlení budov vyžaduje energii a náklady, nejen kvůli spotřebě elektřiny, ale také kvůli údržbě osvětlovacího systému. Úspory energie mohou být výsledkem kombinace různých typů světelných zdrojů s jejich příslušným podpurným hardwarem (jako jsou například svítidla a předřadníky) a



způsobu, jakým jsou systémy osvětlení každodenně využívány. Účinnost osvětlení lze zvýšit provedením opatření popsanych níže.

#### Návrh osvětlení

- Reflexní povrchy svítidel se musí udržovat v čistotě. Čištění svítidel samo o sobě energii neušetří, ale čím čistší budou svítidla, tím lepší úroveň osvětlení bude možné udržet při stejné spotřebě energie.
- Náhrada světelných zdrojů jednotkami s vyšší účinností: Standardní mono-fosforové zářivky o průměru 26 mm jsou o 10 % účinnější než jejich předchůdci o průměru 38 mm. Zdroje CFL jsou přibližně čtyřikrát účinnější než ekvivalentní žhavicí světelné zdroje.



Obrázek 8: Moderní zářivkové osvětlení s ovládáním DALI

- Tam, kde úroveň světla neplní normy nebo jsou špatně přizpůsobeny potřebám uživatele (viz příloha 2), je možné ušetřit energii odstraněním zbytečných světelných zdrojů a označením objímek po odstraněných žárovkách příslušným způsobem.
- Selektivní náhrada zářivek, to znamená výměna mono-fosforových zářivek s nižším světelným výkonem za tri-fosforové zářivky s vyšším světelným výkonem. Úspory energie z tohoto opatření vznikají prostřednictvím „selektivního“ dílu, protože je vyžadováno méně zářivek pro dosažení stejných celkových úrovní osvětlení.
- Instalace automatických transformátorů nabízí alternativní metodu snížení spotřeby energie a světelného výkonu systému. Automatické transformátory pracují na základě snížení napětí v obvodech osvětlení, čímž se sníží světelný výkon a spotřeba energie.
- Výměna difuzérů může zvýšit účinnost, pokud je doprovázena odstraněním zářivek.
- Snížení počtu svítidel může snížit problémy spojené s nadměrným osvětlením, čímž se zvýší komfort obyvatel a energetická účinnost. Přemístění svítidel vzhledem k pracovištím uživatelů může snížit počet požadovaných svítidel, omezit problémy s oslňováním a zvýšit úroveň osvětlení.



- Určitých úspor energie lze dosáhnout výměnou předřadníků zářivkových svítidel.
- V některých případech je nákladově účinnější modernizace starých svítidel než jejich výměna. Jejich výměna může být nákladově efektivnější v závislosti na typu vyměňovaného svítidla.

### Regulace osvětlení

- Zlepšené zhasínání světel obyvateli: Nejúčinnějším způsobem zajištění toho, že světla se budou vypínat, je přidělení jedné osobě na každém pracovišti zodpovědnosti za kontrolu toho, že světla se na konci dne zhasnou.
- Zlepšené zhasínání světel pracovníky úklidu a bezpečnostní služby: Pracovníci úklidu jsou známi svým sklonem rozsvítit celou budovu a potom postupně při čištění každého prostoru světla zhasínat. Musí rozsvěcovat budovu pouze postupně po jednom podlaží.
- Zlepšené rozdělení zhasínání na zóny:
  - o Sladění uspořádání používání: Uspořádání s pouhým jediným vypínačem pro ovládání světel na celém podlaží je velmi neefektivní, obzvláště v době, kdy v budově pravděpodobně je pouze jedna nebo dvě osoby. Uspořádání vypínání podle jednotlivých zón používání v budově je mnohem efektivnější.
  - o Sladění podle dostupnosti denního světla: Sladění skupin vypínání podle dostupnosti denního světla znamená, že světla, která nejsou během doby s denním světlem vyžadována, lze vypnout a současně ponechat zapnutá světla v těch částech budovy, které nejsou přirozeně osvětlené.
  - o Zlepšení dostupnosti: Přemístění a označení vypínačů tak, aby byly přístupnější, povede v konečném důsledku k úsporám energie.
- Zlepšená údržba ovládacích prvků: Automatické ovládací prvky osvětlení jsou užitečné pouze tehdy, když správně fungují. Zkušenosti ukazují, že pravděpodobnost zásahu obyvatel do automatických ovládacích prvků osvětlení je také dost vysoká. Důležité je tyto ovládací prvky pravidelně kontrolovat a dbát na to, aby účinným způsobem fungovaly.
- Automatizované systémy pro kontrolu přítomnosti využívají čidla pohybu pro určování toho, zda se světla mají zapnout. Zavedení automatizované kontroly přítomnosti může někdy vést k úsporám energie prostřednictvím zkrácené doby provozu. Je vyžadována péče o zajištění toho, aby ovládací prvky fungovaly podle potřeb přítomných osob namísto proti nim.
- Prvky pro ovládání podle denního světla mohou šetřit energii zkrácením doby provozu osvětlení. Automatické ovládací systémy obsahují světelná čidla, která tlumí některá ze světel v prostoru, kde úroveň světla jsou dostatečně vysoké. Jestliže světla jsou vybavena stmívacími elektronickými předřadníky, lze světlo také tlumit podle podmínek prostředí. Pro nastavování úrovně světla se upřednostňuje používání plynule proměnného systému namísto systému přepínání, protože přítomné osoby mají sklon k podráždění rozsvěcováním a zhasínáním světla.



Obrázek 9: Snímač přítomnosti a osvětlení; skříňka pro ovládání osvětlení s 4 scénáři

### 6.4.6. Spotřebiče

#### Domácí spotřebiče

- Ledničky a mrazničky využívají elektřinu k vytváření chladu. Dosáhnout značných úspor energie může pomoci několik jednoduchých opatření:
- Zařízení odebírá teplo z vnitřku systému a uvolňuje jej ven. Čím je vzduch kolem zařízení teplejší, tím méně účinné zařízení bude. Proto účinnost zařízení do značné míry závisí na jeho správném umístění.
- Zkontrolujte zařízení, abyste ověřili, zda nechladí více, než jsou doporučené teploty: zvýšení teploty ochlazovaného prostoru o pouhý 1 °C by mohlo snížit spotřebu energie o 2 % (doporučené teploty provozu ledniček: 3 až 5 °C, a pro mrazničky: -15 °C).
- Zkontrolujte, zda dveře nezůstávají otevřené po delší dobu, než je nutné: vkládání a vykládání provádějte co nejrychleji.
- Zvažte chlazení namísto zmražení: některé produkty zůstanou čerstvé s velmi lehkým ochlazením namísto aktivního zmražení.
- Pravidelně sledujte nastavení ovládání, abyste zajistili, že zůstanou na optimálních úrovních.
- Udržujte venkovní kondenzátory v čistotě a dbejte na to, aby nedošlo k jejich zablokování.
- Pravidelně odmrazujte výparníky.
- V případě potřeby zajistěte řádnou izolaci výměnou izolačních materiálů.
- Je třeba dodržovat pokyny výrobce k údržbě.
- Uchovávejte potraviny v uzavřených prostorách: při výměně vody mezi potravinami a vzduchem se spotřebovává energie.
- Vyvarujte se vkládání potravin o teplotě vyšší než 35-40 °C (doporučuje se nejprve provést ochlazení venku a jejich rozmrazení v ledničce, aby se chlad uvolnil zde).
- Když ledničky nejsou zapotřebí, vypínejte je, obzvláště v období dovolených.
- Nenaplňujte ledničky nadměrně, abyste umožnili cirkulaci vzduchu.



- Potraviny je třeba uspořádat do skupin podle jejich potřeb chlazení (nejstudenějším místem v lednici je její prostor nejvíce vespodu).

**Trouby a sporáky** využívají energii k vytváření tepla pro vaření jídla. Toto teplo může být vytvářeno elektrickými odpory, spalováním plynu nebo zářením (mikrovlny).

Mezi některé typy, které mohou pomoci dosáhnout úspor energie, patří:

- předehřátí trouby při pečení za kratší dobu, než je doporučováno;
- používání světla a časového spínače pro kontrolu vaření, abyste se vyhnuli otevírání trouby;
- podpora lepší cirkulace tepla a rychlejšího pečení prostřednictvím používání ventilátoru;
- vypnutí trouby 15 minut před dokončením pečení; dojde k využití zbývajících tepla;
- používání skleněného nebo keramického nádobí, protože zadržuje více tepla;
- používání mikrovln v maximálním možném rozsahu;
- pravidelné čištění trouby a sporáků.

V každém případě je důležité vybírat zařízení s ohledem na jeho energetickou účinnost (to znamená to, které má nejlepší klasifikaci na energetickém štítku), což se týká jakéhokoliv typu domácího spotřebiče. Trh v současné době nabízí nesčetné typy domácích spotřebičů, které mají vynikající hodnocení, pokud se týká energetické účinnosti. Navíc je třeba vždy zvolit správnou kapacitu odpovídající potřebám.

#### Kancelářské zařízení

Do kancelářského zařízení se všeobecně zahrnují následující přístroje: počítače, monitory, faxy, fotokopírky, tiskárny, telefony, mobilní telefony, modemy atd. Ačkoliv lze v této oblasti dosáhnout dlouhodobých úspor nákladů na energii nákupem energeticky účinného zařízení, mezi některé vhodné typy k úsporám energie patří následující:

- **Vypínání zařízení v noci:** Vypínání kancelářského zařízení na noc je jednoduchým opatřením, kterým lze dosáhnout značných úspor energie. Například osobní počítače spotřebovávají 100-150 W a kancelářské budovy a školy jich mají uvnitř stovky. Přidejte příslušným osobám zodpovědnost za vypínání zařízení a veďte nepřetržitou kampaň zaměřenou na vypínání přístrojů.
- **Vypínání zařízení, když se nepoužívá:** Vyzývejte pracovníky k tomu, aby na svých pracovištích před odchodem na oběd nebo na jednání vypínali své přístroje. Jestliže fotokopírky nebo faxy mají dlouhé doby zahřívání, používejte tlačítko pohotovostního režimu. Jestliže se vám nechce čekat na aktivaci počítače, pouhé vypnutí obrazovky může snížit spotřebu energie o více než o polovinu.
- **Aktivace úsporných funkcí programu Energy Star:** Nejmodernější kancelářské zařízení má v rámci programu Energy Star (energetická hvězda) zabudované funkce pro úsporu energie, ale tyto funkce není normálně třeba aktivovat.



Obrázek 10: Tiskárna, reproduktor ...

#### KONTROLNÍ SEZNAM

- Jmenujte alespoň 3 opatření ke zlepšení pláště budovy.
- Jmenujte alespoň jedno opatření, pokud se týká vody (například v oblasti cirkulace vody).
- Které oblasti můžeme změnit, pokud se týká osvětlení?

## 7. Instalace OZE

Toto by mělo být požadováno pro naši planetu. Aby Slovinsko alespoň ušetřilo své současné přírodní podmínky, začalo realizovat energeticky účinná opatření a používat obnovitelné zdroje energie. Aby bylo možné využívat obnovitelné zdroje, je k dispozici několik technologií.

K dispozici je mnoho možností používání obnovitelných typů energie v budovách, od solárním ohřevem napájených venkovních světel po nákup obnovitelné energie od místního dodavatele, aby bylo možné dokonce vyrábět elektřinu doma pomocí fotovoltaických článků (PV).

### Tipy na obnovitelnou energii

- Nová budova poskytuje nejlepší příležitost k jejímu navržení a orientaci tak, aby mohla využívat slunečních paprsků. Správně orientovaná budova umožňuje v zimě přístup slunečních paprsků pod nízkým úhlem, aby se snížily náklady na vytápění, a brání v přístupu slunečních paprsků nad hlavou v létě, aby se snížily náklady na chlazení.
- Mnoho spotřebitelů v celé EU nakupuje elektřinu vyráběnou ze zdrojů RES (obnovitelné zdroje), jako je například slunce, vítr, voda, biomasa a vnitřní teplo země. Tato energie se někdy nazývá „zelená energie“.
- Nákup zelené energie ze sítě je jedním z nejsnadnějších způsobů využívání obnovitelné energie, aniž by bylo třeba investovat do zařízení nebo provádět jakoukoliv údržbu navíc.



Obrázek 11: Portál Wikipedie Obnovitelná energie

Hlavním způsobem využívání solární energie je ohřev vody. Solární systémy pro ohřev vody jsou ekologické (jeden solární ohřivač vody dokáže během období 20 let zabránit ve vzniku více než 50 tun emisí CO<sub>2</sub>), a lze je nyní nainstalovat na jakoukoliv střechu tak, aby zapadly do architektury budovy. Jestliže navíc je k dispozici bazén nebo nádrž s teplou vodou, lze solární energii využívat pro snižování nákladů na ohřev bazénu. Většina solárních systémů pro ohřev bazénů je nákladově konkurenceschopná s konvenčními systémy.

Viz: IRENA- Our - World Runs on Energy (Náš - svět běží na energii) <http://www.youtube.com/watch?v=hwVJoVW4MM>



## Tipy k dlouhodobým úsporám

Jestliže budova byla postavena jako energeticky co nejúčinnější a účty za elektřinu jsou velmi vysoké, a přitom je na místě k dispozici dobrý solární zdroj, potom může stát za to zvážit možnost výroby vlastní elektřiny pomocí fotovoltaických (PV) článků. K dispozici jsou nové výrobky, které integrují PV články do střechy, což znamená, že jsou méně viditelné než starší systémy. Avšak jestliže se provádí rozhodnutí o investování do PV systému, je vyžadován další výzkum.

Existují další systémy, které využívají místní potenciál RES, jako například systémy biomasy pro vytápění budov (spalování dřevěných polen, štěpky nebo pelet), tepelná čerpadla s pozemními zdroji, která se používají jak pro ohřev budovy v zimě, tak pro její ochlazování během léta atd. Rozhodnutí o tom, zda nainstalovat takový systém či nikoliv, musí být založeno na příslušné analýze proveditelnosti.

Přírodní zdroje se nakonec stanou příliš nákladnými na těžbu a lidstvo bude muset hledat jiné zdroje energie. Šetření přírodními zdroji je základním problémem.

Mezi nejdůležitější obnovitelné zdroje energie patří, pokud se týká budov, solární energie, geotermální energie a biomasa.

## 7.1. Solární energie

Solární energie představuje převod slunečního světla na elektřinu. Sluneční světlo lze převádět na elektřinu přímo pomocí fotovoltaiky (PV) nebo nepřímo pomocí koncentrování sluneční energie (CSP), která se normálně zaměřuje na sluneční energii pro uvedení vody do varu, která se potom používá pro poskytování energie, a pomocí dalších technologií, jako jsou například misky Sterlingova motoru, které využívají Sterlingův cyklický motor pro pohon generátoru.

Fotovoltaika se zpočátku využívala pro napájení malých a středně velkých aplikací, od kalkulačky napájené jedním solárním článkem až po domy mimo síť napájené sestavou fotovoltaických panelů. Jediným významným problémem spojeným se solární energií jsou náklady na instalaci. Ale solární energii lze kombinovat s dalšími zdroji energie, aby se zajistilo nepřetržité napájení.



Obrázek 12: Mapa potenciálu solární elektřiny v Evropě

Zdroj: Mapa slunečního záření pro Evropu: Globální mapa horizontálního záření pro Evropu, Solar GIS 2011

### 7.1.1. Solární energie

Solární energie může mezi obnovitelnými zdroji energie rozhodně zaujmout první místo. Slunce vydává elektromagnetické záření, jehož část dopadá na zemi. Země se ohřívá slunečním zářením, které se převádí na jiné formy energie - na kinetickou energii větru, a protože pohání také koloběh vody, převádí se na potenciální a kinetickou energii vodních toků. Bez slunečního záření by neexistovala žádná fotosyntéza a následně žádná biomasa (Medved a Arkar, 2009).

K měření solární energie se používají dvě veličiny:

- sluneční záření - výkon na jednotku plochy vyzářený povrchem v  $[W/m^2]$
- solární ozáření - energie přijatá v dané ploše povrchu a zaznamenaná během dané doby v  $[Wh/m^2]$ .

Solární ozáření představuje největší tok energie na povrchu země a v její atmosféře. Hustota toku na povrchu atmosféry je v průměru  $1\,367\,W/m^2$  (solární konstanta). Energii slunečního ozáření lze měřit různými způsoby: globálně nebo pouze její difúzní nebo přímé záření. Globální solární ozáření je definováno jako celkový součet slunečního záření dopadajícího na horizontální povrch. Je ovlivňováno pěti faktory:

- astronomický faktor: obíhání země kolem slunce,
- sluneční aktivita,
- meteorologický faktor: mraky, vlhkost,
- propustnost atmosféry a
- reliéf: nadmořská výška, tvar povrchu.



Obrázek 13: Různé technologie využívání solární energie

Difúzní ozáření je přímé a odražené sluneční světlo, které je rozptýleno molekulami a částicemi v atmosféře. Za jasného počasí je rozptýlené a odražené záření nižší než přímé, ale stává se důležitým v případě oblačnosti, kdy není žádné přímé záření.

Energie slunečního záření se měří pomocí radiometrů. Ty měří rozdíl v teplotě mezi izolovaným černým a bílým tělesem a vypočítávají přijatý tok energie. Přesnost snímačů je přibližně 5-10 %. Pro měření globálního a rozptýleného záření používáme pyranometry nebo solarimetry, a pro měření přímého záření používáme pyrhelimetry. Snímač pro rozptýlené záření je stejný jako snímač pro měření globálního záření, pouze má stínový prstenec. V případě měření částí spektra (záření UVB,

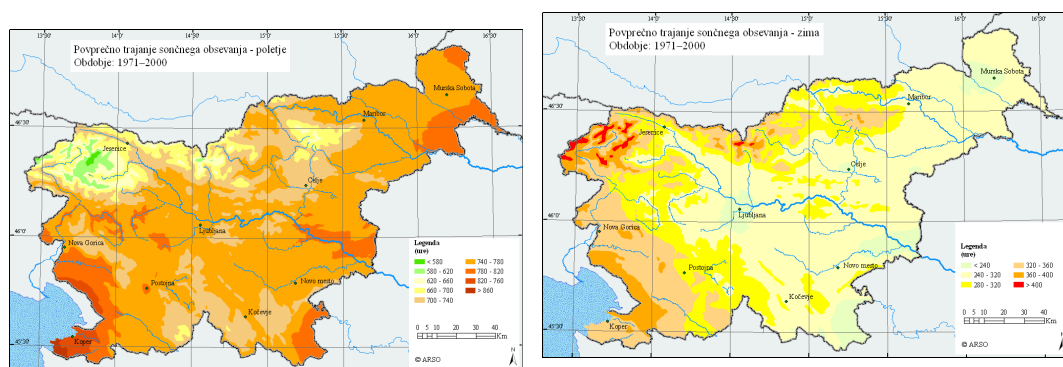


infračervené záření) musí být sluneční paprsky filtrovány (Meteorologická měření: Měření slunečního záření, 2005).

Množství tepla a elektřiny vyrobené solárními systémy za rok závisí na účinnosti systému a ročním množství solárního ozáření v určitém místě. Při plánování instalace jakéhokoliv systému je nezbytné vzít do úvahy doporučení pro volbu částí systému a údaje týkající se slunečního svitu. Nakonec je třeba zajistit kvalitní instalaci.

Z obrázků znázorňujících roční průměrné sluneční záření v době 1971-2000 lze vidět, jak se sluneční záření mění v průběhu různých období. Oblast Primorska přijímá nejvíce slunečních paprsků. Podrobnější mapy jsou k dispozici na internetových stránkách Agentury pro ochranu životního prostředí a Úřadu pro vyměřování a mapy Slovenské republiky.

Data z těchto map lze interpretovat jako potenciál pro využívání solární energie ve Slovinsku. Protože množství přijímaného slunečního světla se mění, musíme být při analyzování a porovnávání dat opatrní. Abychom získali informativní představu o trvání slunečního záření a potenciálu k jeho využívání, jsou vhodná data o průměrných hodnotách za delší období.



Obrázek 14: Průměrná doba trvání slunečního záření během léta a zimy 1971-2000  
(Zdroj: ARSO, <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/maps>, 10. 6. 2011)

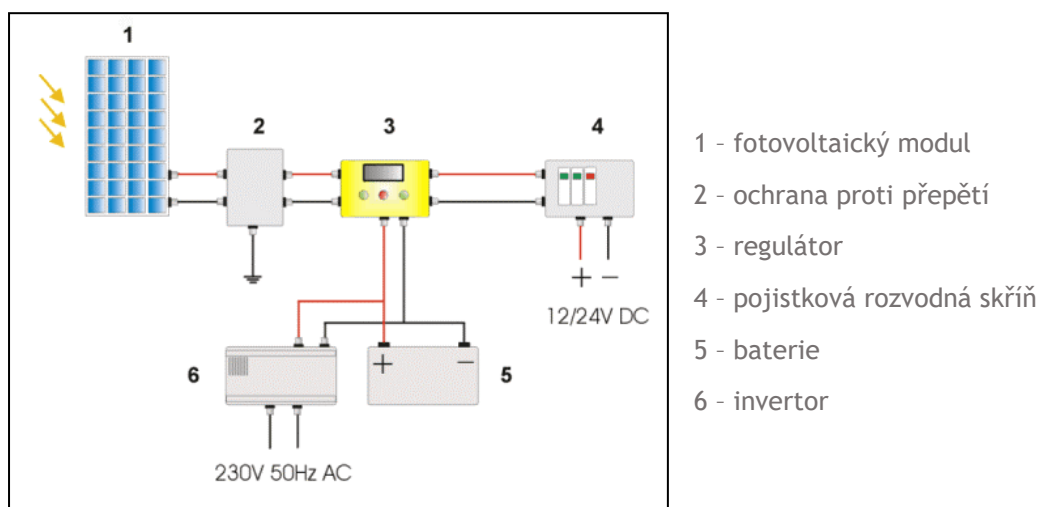
### 7.1.2. Fotovoltaické systémy (PV)

Slunce je nosičem energie ve formě slunečního světla pro solární moduly. Ty převádějí světlo přímo na elektřinu. Výkon zařízení pro přímé převádění elektromagnetických vln na elektřinu závisí na požadavcích systému na energii a na dostupném slunečním světle. Moduly se vyrábějí ze solárních článků z různých materiálů (monokrystalických nebo polykrystalických článků z křemíku, arsenidu galia, amorfního křemíku atd.)



Obrázek 15: European Photovoltaic Industry Association (Evropské sdružení fotovoltaického průmyslu), <http://www.epia.org>

V samostatném systému nebo v systému nepřipojeném k rozvodné síti ukládá baterie v systému energii vyráběnou solárními panely na dobu, kdy sluneční zařízení nebude dostačující. Solární regulátor je určen pro spojení solárního modulu, baterie a uživatele dohromady. Současně chrání baterii před nadměrným nabitím a/nebo vybitím. Spotřebiči jsou elektrická zařízení provozovaná v systému. Přímé spotřebiče musí být vysoce účinné a vyžadují široký vstupní rozsah. Invertory jsou určeny pro převádění stejnosměrného proudu z baterie na střídavý. Díky invertorům lze používat běžná elektrická zařízení, která pracují pomocí napětí/proudu ze sítě. Síťové invertory se používají se solárními systémy pracujícími paralelně s veřejnou elektrickou sítí pro převádění stejnosměrného proudu solárního generátoru na střídavý proud sítě a pro synchronizaci. Pomocný generátor v samostatných systémech má někdy úlohu pomocného zdroje elektrické energie. Společně s nabíječkami baterií se používá pro doplňování baterií v případě vyšší spotřeby. ([http://lab.fs.uni-lj.si/opet/knjiznica/pv\\_v\\_stavbah.pdf](http://lab.fs.uni-lj.si/opet/knjiznica/pv_v_stavbah.pdf), 28. 5. 2011)

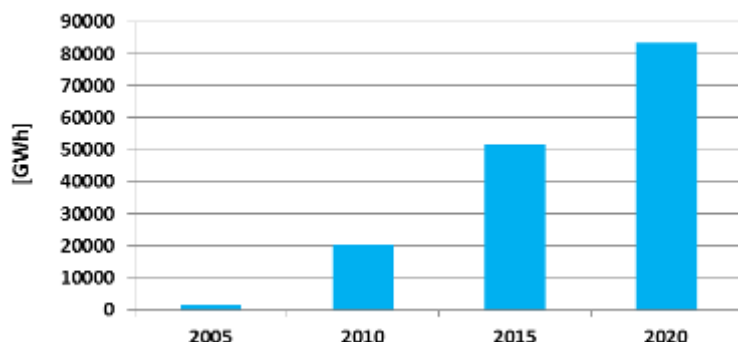


Obrázek 16: Schéma fotovoltaického systému

(Zdroj: [http://lab.fs.uni-lj.si/opet/knjiznica/pv\\_v\\_stavbah.pdf](http://lab.fs.uni-lj.si/opet/knjiznica/pv_v_stavbah.pdf), 28. 5. 2011)

**Sít'ové fotovoltaické systémy:** Solární moduly se připojují k veřejné elektrické síti prostřednictvím sít'ového invertoru. Přebytky energie se odesílají do veřejné elektrické rozvodné sítě.

**Samostatné fotovoltaické systémy na střídavý proud:** Elektřina ze solárních modulů se ukládá do baterií na dobu, kdy sluneční záření bude pro provoz systému příliš slabé (v noci, v případě špatného počasí). Solární regulátor chrání baterii před nadměrným nabitím a/nebo vybitím. Spotřebiče pracují při napětí 230 V, které bylo převedeno ze stejnosměrného proudu z baterie pomocí invertoru.



Obrázek 17: Předpovědi výroby PV elektřiny v Evropě na období 2005-2020 [ECN 2011]

Po objevu fotovoltaického účinku v roce 1839 v průběhu let množství způsobů využití fotovoltaické elektřiny rostlo, přičemž rozmach systémů ve velkém měřítku přišel na začátku 21. století. Podle státních akčních plánů pro obnovitelnou energii evropských členských států se množství elektřiny vyráběné z PV zdrojů v Evropě zvýší z 1 470 GWh v roce 2005 na 83 375 GWh v roce 2020 (obrázek 7.7).

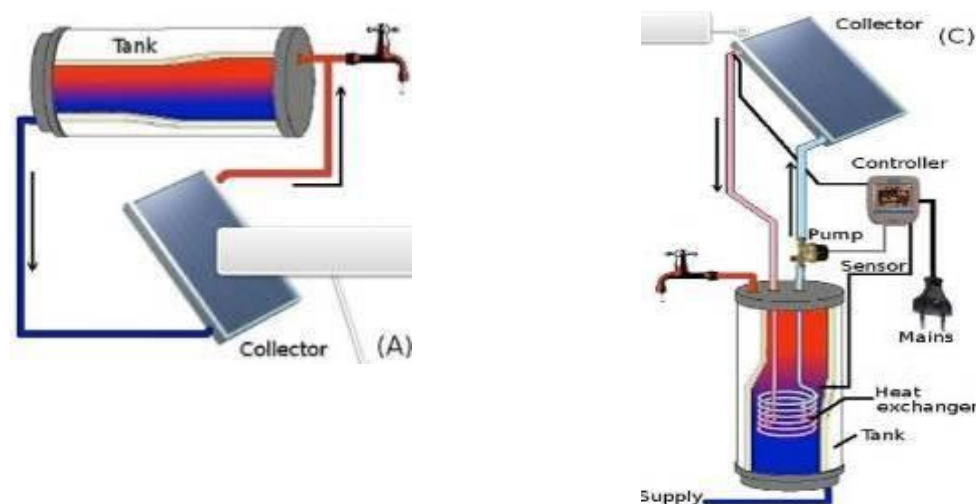
### 7.1.3. Solární termický systém

Solární termický systém nabízí další způsob, jak těžit z nejbohatšího zdroje energie, slunce. Pracovní princip solárního tepelného systému je celkem jednoduchý: solární energie je zachytávána absorberem kolektoru umístěného na střeše budovy. Absorbér převádí sluneční záření na teplo, které se potom vede do média pro převod tepla - například kapaliny nebo vzduchu. V solárních tepelných systémech je zabudován zásobník vody, který je vyžadován pro ukládání solární zahřáté vody na noc a na dobu, kdy ozáření bude nízké.

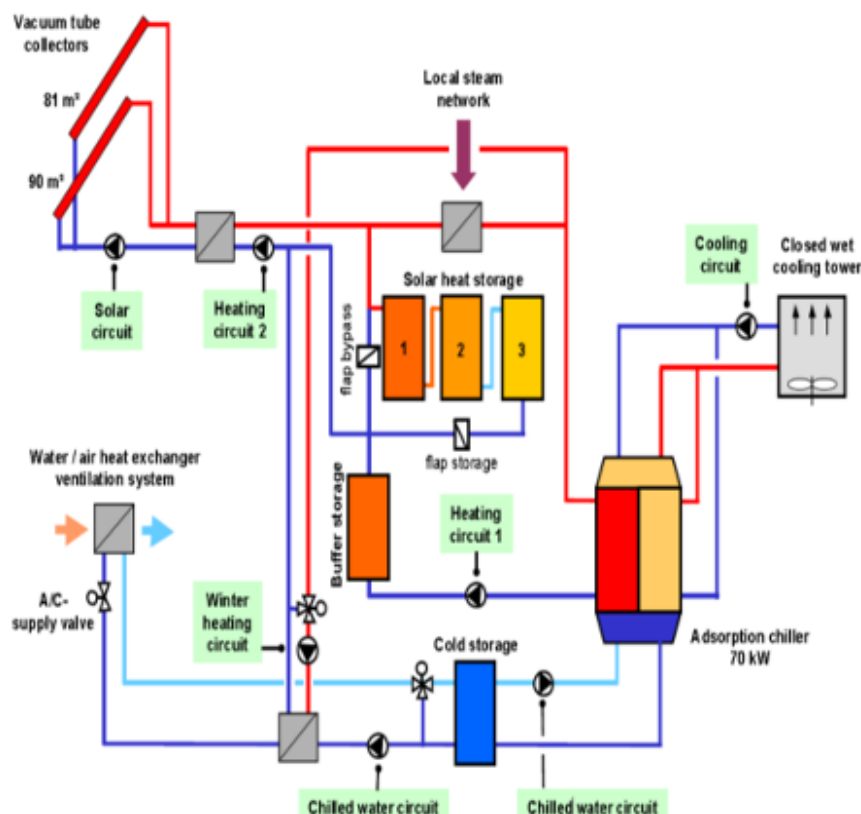


Obrázek 18: Internetové stránky tepelné solární energie: <http://solarprofessional.com/>

Solární tepelný systém lze nainstalovat pro širokou řadu požadavků tepla, jako malé systémy nebo velké tepelné systémy. Podle určeného způsobu využívání se solární energie často používá pro přípravu teplé pitné vody (TPV) nebo pro pomocné vytápění. Vzhledem k proměnlivosti slunečního záření během dne a roku se solární tepelné systémy budují jako bivalentní vytápěcí systémy. To znamená, že současně se zásobníkem solární energie je v technologii systému vždy obsažen další tepelný zdroj, jako například kondenzační kotel. Některé různé typy využití tepelné solární energie jsou znázorněny níže.



Obrázek 19: Jednoduchý přímý pasivní systém vytápění a nepřímý aktivní systém vytápění



Obrázek 20: Schéma solárního komplexního systému vytápění chlazení s absorbérem

Základní technické charakteristiky systému absorpčního vytápění a chlazení:

#### Central air-conditioning unit

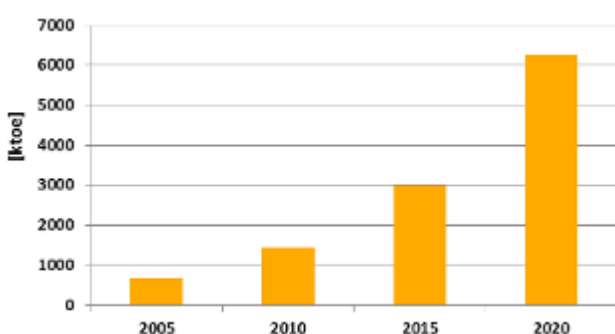
<b>Technology</b>	closed cycle
<b>Nominal capacity</b>	70 kW <sub>cold</sub>
<b>Type of closed system</b>	Adsorption
<b>Brand of chiller unit</b>	Nishiyodo NAK 20/70
<b>Chilled water application</b>	supply air cooling
<b>Dehumidification</b>	occasionally
<b>Heat rejection system</b>	closed wet cooling tower

#### Solar thermal

<b>Collector type</b>	vacuum tubes
<b>Brand of collector</b>	Seido 2-16
<b>Collector area</b>	167 m <sup>2</sup> aperture
<b>Tilt angle, orientation</b>	30° and 45°, south
<b>Collector fluid</b>	water-glycol
<b>Typical operation temperature</b>	75 °C driving temperature for chiller operation

#### Configuration

<b>Heat storage</b>	6 m <sup>3</sup> water
<b>Cold storage</b>	2 m <sup>2</sup> water
<b>Auxiliary heating support</b>	condensating steam heat exchanger, driven by the Hospital steam network
<b>Use of auxiliary heating system</b>	Auxiliary driving source for chiller, auxiliary driving source for supply air heating in winter
<b>Auxiliary chiller</b>	no



Obrázek 21: Předpovědi výroby solární tepelné energie [ktoe] v Evropě na období 2005-2020 [ECN 2011]

Vzrůst povrchové plochy kolektorů v evropských zemích a Švýcarsku podle dat sdružení European Solar Heating Industry Association (ESTIF) byl v roce 2008 ve srovnání s rokem 2007 o přibližně 60 % vyšší<sup>3</sup>. Podle státních akčních plánů pro obnovitelnou energii evropských členských států se počet solárních tepelných systémů v zemích EU bude dále zvyšovat tak, aby bylo možné splnit závazné cíle státních plánů členských států.

#### 7.1.4. Solární energie ve veřejných budovách

Jak PV systémy, tak solární tepelné systémy jsou vhodné pro instalaci do veřejných budov. Při instalaci systému na solární energii je třeba vzít do úvahy dvě věci:

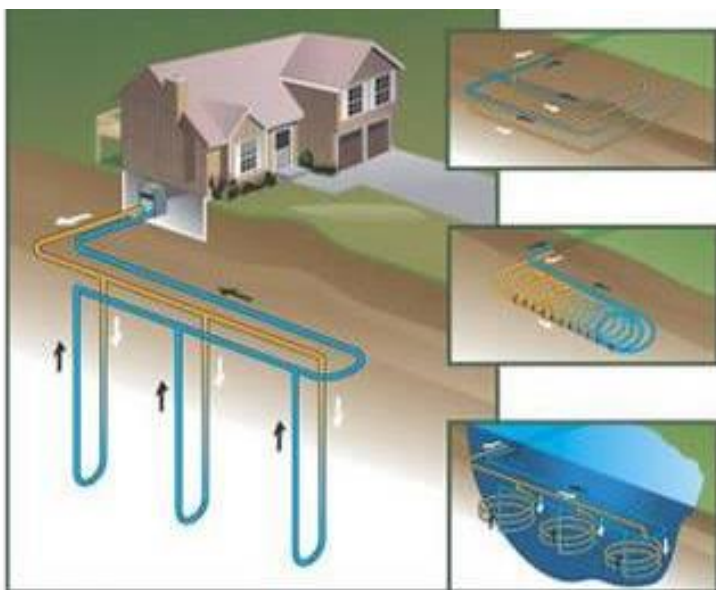
- množství slunečního záření a
- vhodnost střechy budovy.

Sluneční záření v určité oblasti lze zkontrolovat pomocí nástrojů online a měřeními. Měření jsou samozřejmě povinná, protože oblast, ve které se instalace solárního systému zvažuje, nesmí být zastíněnou oblastí. To nástroje online neukazují (místo budovy má například statisticky k dispozici spoustu slunečního záření, ale střecha zvolené budovy je ve stínu sousední, vyšší budovy).

Jestliže jsou měření slunečního záření vyhovující, je třeba zkontrolovat střechu budovy. Jeden PV modul o výkonu 250 W PV má s nosnou konstrukcí hmotnost přibližně 20 kg, takže je třeba zkontrolovat statickou konstrukci střechy, a pracovní teplota modulů je vyšší než 50 °C, takže je třeba zkontrolovat izolaci střechy. Stejně platí pro solární termální systémy.

### 7.2. Geotermální energie

Geotermální energie je obnovitelným zdrojem energie uloženým ve formě tepla pod zemí. Geotermální energie je energie získávaná čerpáním samotného tepla ze země, obvykle z hloubky několika kilometrů pod zemskou kůrou. Vybudování elektrárny je nákladné, ale provozní náklady jsou nízké, což znamená na vhodných místech nízké náklady na energii. Tato energie je vlastně odvozena od tepla v zemském jádru. Pro výrobu elektřiny z geotermální energie se používají tři typy elektráren: na suchou páru, s přeměnou vody na páru a binární. Elektrárny na suchou páru odebírají páru z prasklin v zemi a využívají ji pro přímý pohon turbíny, která otáčí generátorem. Elektrárny s přeměnou vody na páru odebírají ze země horkou vodu, obvykle o teplotě vyšší než 200 °C a ponechávají ji při stoupání k povrchu ve varu, potom se v odlučovačích páry a vody odděluje parní fáze, která prochází turbínou. V binárních elektrárnách horká voda protéká výměníky tepla a uvádí do varu organickou kapalinu, která otáčí turbínou. Kondenzovaná pára a zbývající geotermální kapalina ze všech tří typů elektráren se vstříkují zpět do horké horniny, aby bylo možné získat více tepla.

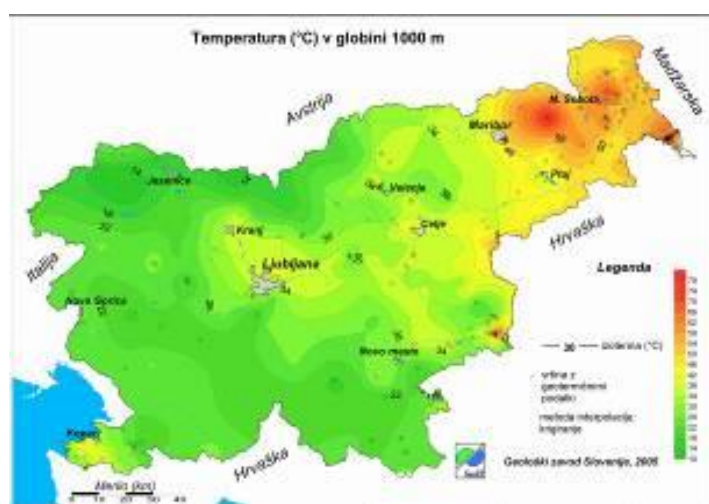


Obrázek 22: Používání geotermální energie pro vytápění obytných budov Zdroj: <http://www.geotech.si/sl/geotermalna-energija>



Příklad: V roce 2005 vyrábělo 24 zemí celkem 56 786 GWh (204 PJ) elektřiny z geotermální energie. V roce 2007 byla celková kapacita 10 GW.

Geotermální zdroje, které jsou blíže k povrchu, lze využívat pro vytápění a ochlazování budov pomocí tepelných čerpadel. Jedná se o ložiska s nízkou entalpií. Tepelná čerpadla umožňují přímé vytápění budov nebo uvolňování tepla do sítě s více zákazníky. (Barometr geotermální energie, 2007).



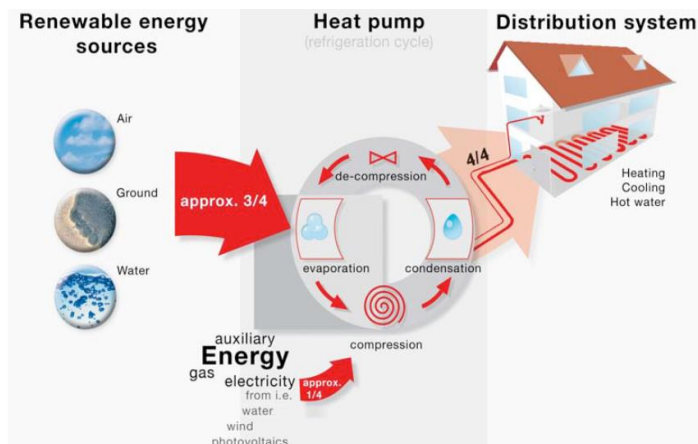
Obrázek 23: Geotermální mapa Slovinska

(Zdroj: [http://www.geo-zs.si/UserFiles/File/geoterm\\_karta.jpg](http://www.geo-zs.si/UserFiles/File/geoterm_karta.jpg), 1. 7. 2011)

K využívání geotermální energie ve Slovinsku dochází většinou ve formě tepelných čerpadel pro účely vytápění. Nedávno se přidala oblast chlazení. Obrázek 4.13 znázorňuje geotermální potenciál - teplotní podmínky v hloubce 1 000 m a předpokládá, že nejvyšší teploty (až 78 °C) jsou 1 km pod povrchem na severovýchodě země.

### 7.2.1. Tepelná čerpadla

Tepelná čerpadla jsou univerzálním řešením pro úkoly vytápění i chlazení a lze je používat pro celou řadu potřeb spojených s klimatizací v domácnostech i v komerčních prostorách. Tepelné čerpadlo je třeba odlišovat od čerpadla teplé vody. Zatímco tepelné čerpadlo se používá v první řadě pro účely vytápění (nebo ochlazování) místností, lze jej používat také pro ohřev vody.



Obrázek 24: Princip tepelného čerpadla

Zdroj: European Heat Pump Association (Evropské sdružení pro tepelná čerpadla - EHPA)/Alpha Innotec

Mnoho klasických úkolů spojených s vytápěním a chlazením lze provádět pomocí bez plamenové technologie tepelných čerpadel účinným a ekologickým způsobem. Tepelná čerpadla dokážou pomocí malého množství hnací energie (elektrina, palivo nebo odpadní teplo o vysoké teplotě) dokážou přenášet energetický potenciál z přírodních zdrojů tepla (jako je například okolní a odsávaný vzduch, půda a podzemní voda) nebo z umělých zdrojů tepla (jako je například domovní odpad) do budov (obrázek 4.14). Pomocí tepelného čerpadla je možné získávat 75 % požadované energie z prostředí, takže při 25 % elektrické energie lze vyrábět 100 % využitelné energie. Obzvláště široký rozsah využití tepelných čerpadel se otevírá jejich spojením s koncepcemi regenerace energie ze zdrojů o nízké teplotě a dalšími koncepcemi obnovitelné energie.



Obrázek 25: The European Heat Pump Association (Evropské sdružení pro tepelná čerpadla), <http://www.ehpa.org/>

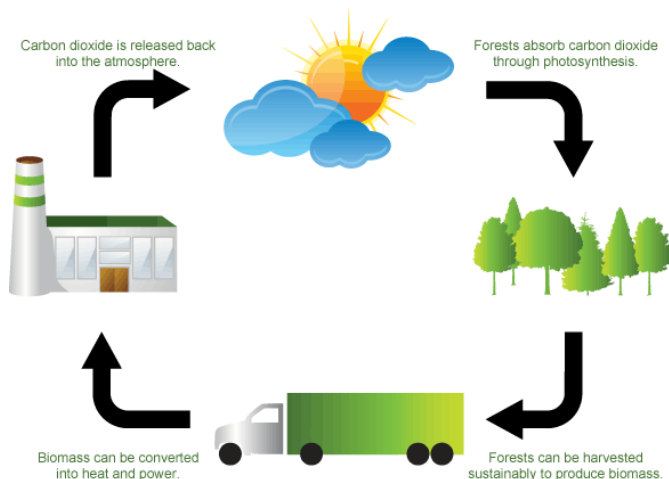
### 7.3. Biomasa

Biomasa se vytváří fotosyntézou, která převáděním solární energie a společně s CO<sub>2</sub>, vodou a výživnými látkami umožňuje růst rostlin. Termín biomasa označuje čerstvé i mrtvé rostliny. Může se používat pro přímé spalování, jehož výsledkem je tepelná energie, nebo může být přeměňována - pomocí různých technologických procesů - na kapalné nebo plynné uhlovodíky užitečné jako paliva (takzvaný bioplyn v bionaftě).

Aby se z biomasy získalo palivo, musí být řádně zpracována. K dispozici jsou různé procesy, jako například spalování, anaerobní digesce, termochemická konverze a zplynování. Správně zpracovaná biomasa představuje různé typy paliv, které se dělí do tří skupin: tuhá biomasa (dřevo, energetické a



zemědělské plodiny); kapalná paliva z biomasy (biolih, bio methanol, bionafta); plyny z biomasy (bioplyn, skládkový plyn) (Medved a Arkar, 2009).



Obrázek 26: Cykly biomasy

### 7.3.1. Potenciál biomasy

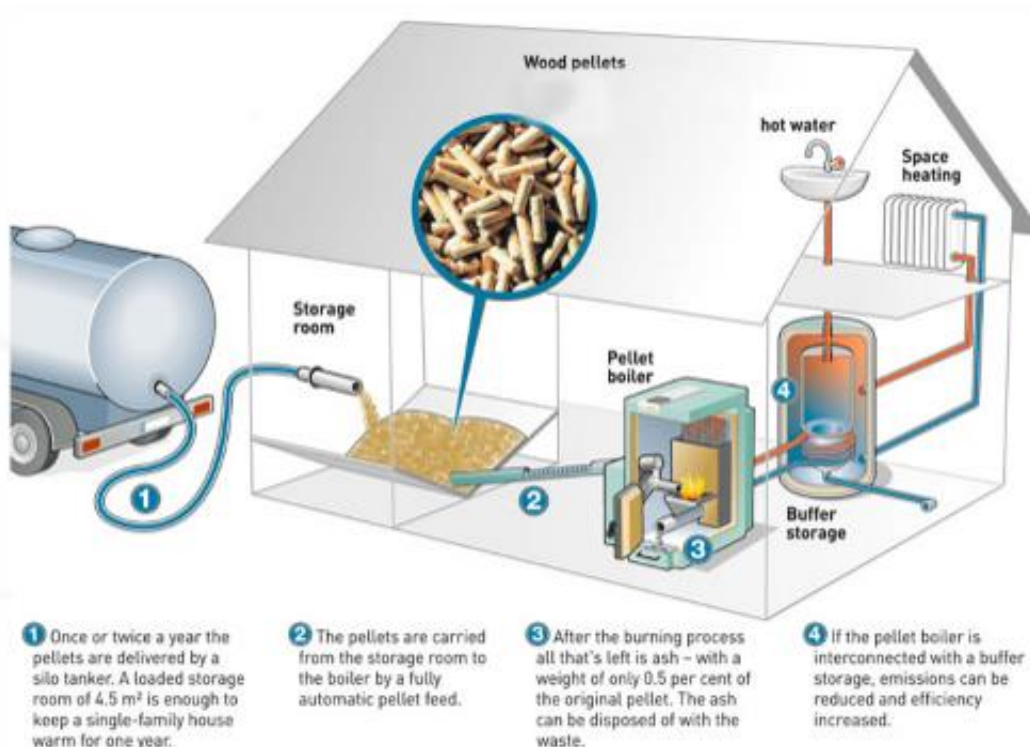
Biomasu lze definovat jako jakýkoliv organický materiál, který je považován za primární zdroj energie. Termín biomasa zahrnuje:

- dřevo a zbytky dřeva (dřevěná biomasa),
- zemědělské zbytky,
- nedřevnaté rostliny vhodné pro výrobu energie,
- výrobní zbytky z průmyslových plodin,
- domácí tříděný/separovaný odpad,
- kaly nebo sedimenty a organický podíl komunálního odpadu a odpadních vod z potravinářského průmyslu.

Při hodnocení potenciálu biomasy ve Slovinsku se nejčastěji diskutuje o dřevěné biomase. Slovinsko je totiž jednou z nejvíce zalesněných zemí v Evropě. Avšak neměly by se opomíjet i další zdroje biomasy. Při procesu získávání dat jsou data často shromažďována nevhodným způsobem a jsou neúplná. Zemědělské rostlinné zbytky jsou teoretickým zdrojem biomasy pro využívání k energetickým účelům, přesto je ve Slovinsku zavedená praxe, že zbytky jsou kompostovány nebo zaorávány, což zvyšuje podíl organických látek v půdě, nebo jsou odváženy a používány pro různé účely (skládkování). Při zvažování nebo předpovídání teoretického zdroje rostoucích energetických plodin je třeba zachovávat opatrnost, protože stále větší pozornost je věnována soběstačnosti v potravinách.

Mezi potenciální zdroje biomasy ze dřeva patří:

- dřevo z lesů,
- dřevo z ploch ve fázi růstu,
- dřevo ze zemědělských a městských ploch,
- zbytky dřeva z jeho primárního a sekundárního zpracování a
- odpadní (nekontaminované) dřevo.



Obrázek 27: Systém vytápění s kotlem na spalování pelet, <http://www.unendlich-viel-energie.de>

Za aktuální potenciální biomasu se považuje následující:

- dřevěná biomasa z pěstování lesů a ochranných prací,
- dřevěná biomasa z regenerace keřů/odvodňování
- dřevěná biomasa z nových staveb nebo z údržby infrastruktury v zalesněných oblastech (odlesňování kvůli výstavbě silnic a cest, údržbě elektrického vedení atd.)

**Bioplyn** se vytváří anaerobní digescí pomocí anaerobních bakterií nebo fermentací biologicky rozložitelných materiálů, jako je například hnůj, kaly, komunální odpad, zelený odpad, rostlinný materiál a plodiny. Jedná se především o metan (CH<sub>4</sub>) a oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>) a mohou v něm být obsažena také malá množství sirovodíku (H<sub>2</sub>S), vlhkosti a siloxanů. Více informací o bioplynu je k dispozici na internetové stránce: <http://en.wikipedia.org/wiki/Biogas>



Obrázek 28: EUBIA, European Biomass Industry Association (Evropské sdružení pro průmysl biomasy), <http://www.eubia.org/>

## 7.4. Větrná energie

Vítr je k dispozici na zemi v podstatě kdekoli, ačkoliv v síle větru existují

značné odchylky. Celkový zdroj je obrovský; odhaduje se na přibližně milión GW pro celkovou plochu země. Kdyby bylo využito pouhé 1 % této plochy, a byla ponechána rezerva na

nižší faktory zatížení větrných elektráren (15-40 % ve srovnání s 75-90 % u tepelných elektráren), stále by to odpovídalo zhruba celkové celosvětové kapacitě všech elektráren vyrábějících elektřinu, které jsou dnes v provozu. Větrná energie spočívá v převádění energie větru na užitečnou formu energie, jako je například využívání větrných turbín na výrobu elektrické energie, větrné mlýny na výrobu mechanické energie, větrná čerpadla na čerpání vody nebo odvodňování nebo plachty pro pohánění lodí. Velké větrné farmy se skládají ze stovek jednotlivých větrných turbín, které jsou připojeny k síti pro přenos elektrické energie.



Obrázek 29: Venkovní světlo s větrnou turbínou-PV a větrná farma;



Obrázek 30: Schéma ostrova větrné elektrárny; <http://www.vetrna-energija.si>

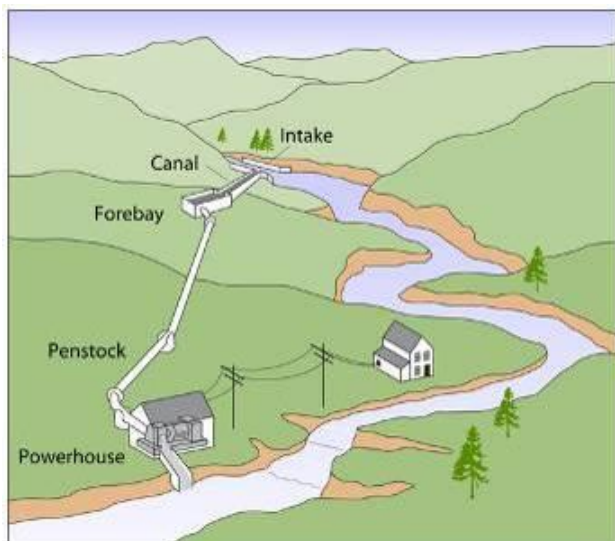
## 7.5. Hydroelektrická energie

V roce 2013 vodní elektrárny zajišťovaly významné množství energie po celém světě a existují ve více než 100 zemích a přispívají k celkové celosvětové výrobě elektřiny přibližně 15 %. Mezi 5 největších trhů s elektřinou z vodních elektráren, pokud se týká kapacity, patří Brazílie, Kanada, Čína, Rusko a Spojené státy americké. Čína významně ostatní země předstihuje, když tvoří 24 % celosvětové instalované kapacity.

Hydroelektrická energie se využívá především pro výrobu elektřiny. Široké kategorie zahrnují:

- Konvenční hydroelektrická energie týkající se hydroelektrických přehrad.
- Hydroelektrická energie z tekoucích řek, která se získává zachytáváním kinetické energie v řekách nebo tocích bez využívání přehrad.
- Malé projekty vodních elektráren o výkonu do 10 megawattů, které často nemají žádné umělé nádrže.
- Projekty mikro-vodních elektráren, které zajišťují několik kilowattů až několik stovek kilowattů pro izolované domy, vesnice nebo malé firmy.
- Projekty výroby hydroelektrické energie pomocí potrubí využívají vodu, která již byla odchýlena pro využití jinde; například v systému užitkové vody.
- Při výrobě hydroelektrické energie pomocí čerpaného zásobníku se ukládá voda čerpaná během období nízké poptávky, aby byla uvolněna pro výrobu, až poptávka bude vysoká.

**Mikro-vodní energie** je typem [hydroelektrické energie](#), ze které se obvykle vyrábí do 100 kW [elektřiny](#) pomocí přirozeného toku vody. Tyto systémy dokážou poskytovat energii pro izolované domy nebo malé komunity a jsou někdy připojeny k elektrickým rozvodným sítím. Po celém světě existuje mnoho těchto systémů, především v rozvojových zemích, protože dokážou poskytovat hospodárný zdroj energie bez nákupu paliva. Mikro-hydroelektrické systémy doplňují [fotovoltaické](#) systémy solární energie, protože v mnoha oblastech je průtok vody a tím i hydraulická energie, která je k dispozici, nejvyšší v zimě, když je solární energie na minimu. Mikro-hydroelektrické systémy jsou často spojeny s [Peltonovou turbínou](#) pro vysoký rozdíl hladin a nízký průtok přiváděné vody. Tento systém často představuje pouze malá [přehrazená](#) nádrž na vrchu vodopádu, s potrubím o délce několika stovek stop vedoucím do malé budovy generátoru.



Obrázek 31: Typ mikro-hybridní elektrárny; voda se odvádí do náhonu. Některé generátory mohou být umístěny přímo do proudu [http://en.wikipedia.org/wiki/Micro\\_hydro#mediaviewer](http://en.wikipedia.org/wiki/Micro_hydro#mediaviewer)



Obrázek 32: European Small Hydropower The EU Association (Evropské sdružení malých vodních elektráren - ESHA), <http://www.esha.be/>

## KONTROLNÍ SEZNAM

- Uved'te typy zdrojů obnovitelné energie.
- Který systém RES závisí na velikosti střechy budovy a jejím stínění?
- Jmenujte typ zařízení, které využívá geotermální energii.
- Může být větrná energie využívána pro napájení uličních svítidel?



## 8. Volba nejoptimálnějšího scénáře zlepšení energetické účinnosti pro konkrétní budovu

Je uvedeno krátké shrnutí pro volbu optimálního scénáře. Podrobný popis ke každému scénáři je k dispozici v „Katalogu scénářů optimalizace pro usnadnění rozhodování při určování programu účinného řízení energie, elektronická verze, říjen 2014“.

Pro optimalizaci je k dispozici několik kategorií:

### 8.1. Větrání

- Používání alarmu úrovně CO<sub>2</sub> pro inicializaci manuálního otevření oken
  - Aby se usnadnil pohyb vzduchu uvnitř prostoru nebo v řadě prostorů za sebou prostřednictvím otevření (manuálního nebo mechanického) venkovních rámců. V mnoha školách se čerstvý vzduch vyměňuje buď příliš často, nebo příliš málo, což vede k tepelným ztrátám nebo hromadění CO<sub>2</sub>. K úsporám energie a optimalizaci komfortu může napomoci využívání jednoduchých systémů alarmu úrovně CO<sub>2</sub> ve třídách ve spojení s jasnými pravidly chování, pokud se týká otevírání oken a dveří.
  - Tento scénář je obzvláště účinný v případě škol v horkém a vlhkém podnebí a oblastech s vysokou teplotou během letního období, protože snížením podílu vlhkosti v procentech a zvýšením rychlosti vzduchu se omezí poptávka po mechanickém větrání.
  - Je nejlépe využitelný ve velkých školních třídách, obzvláště po zvýšení vzduchotěsnosti. V tomto případě se vzduch vyměňuje příliš často, což vede k tepelným ztrátám, nebo příliš málo, což vede k hromadění CO<sub>2</sub>.

Lze provést naplánování otevírání oken/dveří v jednom týdnu, také podle instalace systému pro kontrolu přítomnosti CO<sub>2</sub>.

Krok 1: Vyhodnocení aktuálního stavu. Společně s vedoucími představiteli školy je třeba zkontrolovat, zda existuje plánované otevírání prováděné uživateli; pokud tomu tak není, zkontrolujte komfort a názor uživatelů školy, aby bylo možné předběžně vyhodnotit aktuální podmínky uživatelů.

Krok 2: Instalace systému pro kontrolu úrovně CO<sub>2</sub>. Jakmile bude systém pro kontrolu CO<sub>2</sub> vybrán, lze jej nainstalovat podle potřeby v místnostech, v nichž je vyžadována zvýšená kvalita vzduchu. Volba počtu a umístění snímačů je na rozhodnutí jak ředitele školy, tak technika.

Krok 3: Stanovení počtu předem určených otvorů pro zvolené místnosti. Ředitel školy může počet alarmů ověřit během týdne a následně může stanovit otevírání předem určených otvorů místností/dveří tak, aby se zajistil počet výměn vzduchu, který zaručí požadovanou kvalitu vzduchu.

- Zlepšení údržby stávajícího systému nuceného větrání

Stávající systém nuceného větrání není často ve školách správně udržován a tento problém vede k celkové neúčinnosti, která může silně ovlivnit spotřebu energie.

Cílem je zabránit v plýtvání energií kvůli chybné funkci, špatné údržbě a opotřebení částí. Kontrola toho, zda systémy HVAC fungují tak, jak je určeno, pomůže zabránit v jejich neefektivní spotřebě energie a také sníží riziko poruchy a vzniku nákladové spirály. Tímto způsobem dává pravidelná údržba zařízení a kontroly správný obchodní smysl.

## KROKY REALIZACE:

### Krok 1: Vyhodnocení technologie a zařízení

Musí být provedena hluboká analýza systémů HVAC, elektrického zařízení a veškerých systémů používaných ve škole kvalifikovaným technikem, aby bylo možné získat jasnou představu o systémech, které vyžadují údržbu.

### Krok 2: Naplánování údržby

Ředitel školy společně s technikem sestaví časový plán údržby podle zařízení, systémů a rozpočtu. Důležité je stanovit prioritu opatření tak, aby se zaručily nejen úspory energie, ale také komfort uživatelů školy.

- Instalace ovládání otvorů (dveří, oken) na základě úrovně tepla a úrovně CO<sub>2</sub>

Aby se zvýšila kvalita vzduchu, omezilo se narušování vzdělávacích aktivit a snížilo se plýtvání energií, pro otevírání rámu nebo větracích mřížek se použijí elektronické aktuátory. Tyto ovladače jsou připojeny k příslušným snímačům umístěným v každé třídě, aby bylo možné detekovat množství CO<sub>2</sub> přítomného ve vzduchu.

Požadovanou úroveň lze nastavit prostřednictvím programu systému řízení energie budovy (BEMS) a udržet tak optimální směs vzduchu pro každodenní aktivity ve třídě.



Obrázek 33: příklad realizace

Tento scénář je obzvláště účinný v případě škol v horkém a vlhkém podnebí a oblastech s vysokou teplotou během letního období, protože snížením podílu vlhkosti v procentech a zvýšením rychlosti vzduchu se omezí poptávka po mechanickém větrání.

Detektory měří koncentraci CO<sub>2</sub> ve vzduchu v pravidelných intervalech a zajišťují otevírání oken a větracích mřížek nebo aktivaci systému MCV (mechanicky řízené větrání).

Aktuátor je zařízení, které umožňuje otevírání a zavírání okna automaticky nebo pomocí rotační rukojeti. Je to jednotka, která se instaluje na okno a přitlačuje jej nebo vytahuje tak, aby bylo otevřené a zavřené namísto manuálního ovládání oken.

Automatizace oken se používá převážně pro účely přirozeného větrání a odvětrání kouře.

Cena automatického aktuátoru okna se pohybuje v rozsahu od 50 do 100 € podle typu okna, rámu a aktuátoru.

Je třeba vzít do úvahy několik parametrů, jako například: výška větracího otvoru, šířka větracího otvoru (body zamykání a účinnost proti povětrnostním vlivům), materiál (plast, hliník, dřevo),





uspořádání závěsů, hmotnost [síla=zdvih/výška x hmotnost/2], vzdálenost, o kterou je třeba větrací otvor pootevřít, jaká volná plocha je vyžadována?

Ve škole může být například užitečné omezit otevírání oken v rámci konkrétních časových omezení, čehož lze jednoduše dosáhnout pomocí časového spínače naprogramovaného na 7 dnů.

#### KROKY REALIZACE

Lze provést naplánování otevírání oken/dveří v jednom týdnu, také podle instalace systému pro kontrolu přítomnosti CO<sub>2</sub>.

Krok 1: Vyhodnocení aktuálního stavu

Společně s vedoucími představiteli školy je třeba zkontrolovat, zda existuje plánované otevírání prováděné uživateli; pokud tomu tak není, zkontrolujte komfort a názor uživatelů školy, aby bylo možné předběžně vyhodnotit aktuální podmínky uživatelů.

Krok 2: Instalace systému pro kontrolu úrovně CO<sub>2</sub>.

Jakmile bude systém pro kontrolu CO<sub>2</sub> vybrán, lze jej zakoupit a nainstalovat podle potřeby v místnostech, v nichž je vyžadována zvýšená kvalita vzduchu. Volba počtu a umístění snímačů je na rozhodnutí jak ředitele školy, tak technika.

Krok 3: Stanovení počtu předem určených otvorů pro zvolené místnosti

Ředitel školy může počet alarmů ověřit během týdne a následně může stanovit otevírání předem určených otvorů místností/dveří tak, aby se zajistil počet výměn vzduchu, který zaručí požadovanou kvalitu vzduchu.

## 8.2. Klimatizace

- Proved'te kontrolu, aby se zajistilo, že klapky budou řádně utěsněny.

Správce/majitel školní budovy zajistí, aby byla prováděna řádná údržba klapek, a aby byly prováděny kontroly podle požadavků stanovených místními zákony a předpisy.

Je povinné spolehnout se na odborníka s oprávněním, který je kvalifikován pro správné provádění kontrol a údržby klapek.

Vždy po 6 měsících: Proved'te test cyklu (otevření a zavření) všech motorizovaných požárních a kouřových klapek, proved'te test všech systémů určených pro kontrolu kouře.

Vždy po 12 měsících: Proved'te test všech nevyhrazených systémů pro kontrolu kouře.

Vždy po 24 měsících: Vizuálně zkontrolujte všechny požární klapky, stropní radiační klapky, kouřové klapky a kombinované požární a kouřové klapky.

Vždy po 48 měsících: Manuálně uveďte do provozu (proved'te otevření a zavření) všechny požární klapky a stropní radiační klapky ovládané tavnými pojistkami.

Spolehněte se na odborníka s oprávněním, který je kvalifikován pro správné provádění kontrol a údržby klapek.

BODY KONTROLY: Tavné pojistky (pokud se používají) je třeba odstranit, všechny klapky se musí uvést do provozu, aby se ověřilo, že se úplně zavírají. Pokud je k dispozici západka, musí se zkontrolovat, pohybující se části se namažou podle potřeby, zkontrolujte tavnou pojistku a nainstalujte ji nebo vyměňte podle potřeby.

- Zlepšení filtrace vzduchu v systému HVAC

Udržování filtrů v čistotě přináší několik výhod: lepší distribuce čistého vzduchu, nižší hlučnost, udržování zařízení pro centrální vytápění/chlazení v čistotě a účinném stavu, schopnost filtrovat vnější vzduch před tím, než se dostane do obsazeného prostoru, schopnost vyvolat v obsazeném prostoru přetlak, aby se omezilo zanesení znečišťujících látek, nižší údržba než v případě mnoha přenosných zařízení po celém provozu, nákladově účinnější než přenosná zařízení pro větší prostory.

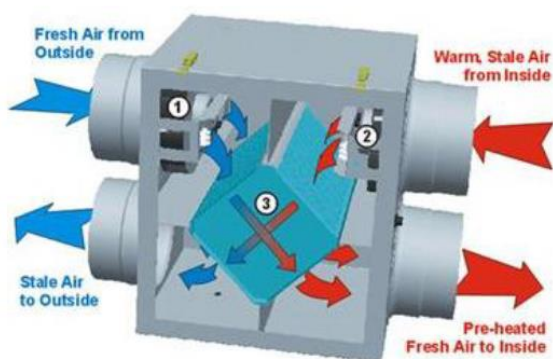
- Izolace vedení vzduchu systému větrání/HVAC

Izolace vedení vzduchu systému HVAC se používá pro minimalizaci úniku vzduchu z vedení systému HVAC, aby se zajistila maximální účinnost systému HVAC a ušetřila energie a peníze. Přítomnost míst s únikem vzduchu lze detekovat provedením zkoušky vzduchotěsnosti. Úniky vzduchu znamenají, že ohřátý nebo ochlazený vzduch procházející vedeními systému HVAC uniká z vytápěcího nebo chladičského systému a snižuje tak účinnost systému klimatizace a zvyšuje spotřebu tepelné energie a množství vzduchu potřebného k ohřevu nebo chlazení budovy. Navíc, i když bude systém vytápění a chlazení vypnutý, přítomnost netěsností ve vedení zvyšuje rozsah větrání domu a tím i potřebu tepla.

- Kontrola izolace potrubí provedené v děleném systému

Všechna potrubí na teplou vodu a pro ústřední topení, která jsou vedena mimo vytápěné prostory budovy, jsou potenciálními zdroji tepelných ztrát. Z tohoto důvodu se doporučuje provést kontrolu dobré kvality izolace, především kolem spojů a ventilů, aby se zajistila maximální účinnost celého systému vytápění a úspory energie.

- Zlepšení celkové účinnosti systému HVAC spojením ovládání pohonu s proměnnou frekvencí s několika snímači teploty
- Instalace systému pro regeneraci tepla (regenerace tepla ze vzduchu odsávaného z mechanických větracích systémů)



Obrázek 34: Výměník TČ

- Zlepšení systému ovládání HVAC pomocí snímačů pro kontrolu úrovně CO<sub>2</sub>: Zabránění ve ztrátách energie nadměrným větráním a současné zachování kvality vnitřního vzduchu. Snímače CO<sub>2</sub> jsou považovány za vyřádkou technologii a jsou nabízeny všemi předními společnostmi dodávajícími zařízení HVAC a ovládací prvky.
- Instalace ekonomizéru do systému AHU (jednotka pro úpravu vzduchu) za účelem omezení používání mechanických chladičských systémů, aby se ušetřila energie.
- Dodatečná instalace systému AHU pro zvýšení účinnosti systému



### 8.3. Elektrické zařízení

- Zavedení pravidel chování pro úspory energie (připomínání vypínání nepoužívaných zařízení, zavírání oken, když je v provozu systém HVAC atd.)
- Zvýšení účinníku
- Požádejte dodavatele o náhradu neefektivních prodejních automatů
- Zkontrolujte smlouvu, pokud se týká spotřeby energie

#### 1. Vytápění

- Používejte ventilátory pro omezování rozdělení na vrstvy o různých teplotách ve velkých místnostech
- Provádějte základní vylepšování radiátorů a svorek
- Ověřujte, zda údržba jednotek vytápění je v souladu se stávajícími zákony
- Nainstalujte nádrž kotle na teplou užitkovou vodu
- Nainstalujte kompenzátor venkovní teploty pro jednotku vytápění
- Nainstalujte na radiátory termostatické ventily
- Nainstalujte zónový systém měření tepla spojený se systémem rozdělování nákladů
- Dodatečné vybavení vytápěcí jednotky regulací hořáku
- Dodatečné vybavení vytápěcí jednotky systémem regenerace tepla ze spalin/komína
- Výměna vytápěcí jednotky

#### 2. Osvětlení

- Účinnost osvětlení
- Instalace systému regulace osvětlení na základě přítomnosti osob
- Instalace systému regulace osvětlení tlumením
- Instalace mobilního stínícího systému pro přizpůsobování jasu
- Rozdělení elektrických obvodů osvětlení

#### 3. Strategie nastavení systému

- Optimalizace nastavených bodů termostatu během dne jejich udržováním na minimální dovolené úrovni (například přepnutí 21 °C na 20 °C)
- Optimalizace nastavených bodů termostatu během přítomnosti osob ve škole (kompromis mezi udržováním na minimální úrovni nebo vypnutím systému)
- Větrání v noční době: udržování oken v otevřeném stavu, aby dovnitř mohl proudit čerstvý vzduch
- Nastavení časových spínačů tak, aby se optimalizovala doba zapnutí systému vytápění před příchodem uživatelů



- Instalace dálkového ovládání radiátorů (rozdělení místnosti na zóny) s možností naplánování podle kalendáře

#### 4. Prvky budovy

- Instalace automatického systému pro zavírání venkovních dveří nebo vestibulu
- Omezení netěsností pro vzduch v budově
- Instalace okenních fólií se solární regulací
- Výměna venkovních oken za izolovaný skleněný blok
- Použití řešení studené střechy (bílé krytinové desky, bílý plast, reflexní nátěry)
- Izolace tepelných mostů
- Výměna oken a zasklení
- Instalace venkovního pevného nebo mobilního stínění pro ochranu před sluncem
- Izolace pláště budovy školy

#### 5. Možnosti uspořádání

- Zajištění stínění prostřednictvím stromů nebo větrolamů

#### 6. Sportovní zařízení

- Bazén - instalace humidistatu pro regulaci teploty vody v bazénu
- Bazén - harmonogram zpětného proplachování
- Bazén - používání zakrytí bazénu
- Bazén - instalace systému solárního ohřevu vody
- Tělocvična - výměna halogenových světelných zdrojů
- Tělocvična - výměna starého systému vytápění

#### 7. Obnovitelné zdroje

- Instalace solárního tepelného zařízení
- Zlepšení využívání solárního tepelného zařízení
- Instalace fotovoltaického (PV) systému
- Zlepšení využívání PV systému
- Instalace kotle na biomasu
- Zlepšení využívání kotle na biomasu
- Instalace malé větrné turbíny
- Zlepšení využívání malé větrné turbíny



- Instalace systému sezónního ukládání tepelné energie (STES)
- Instalace tepelného čerpadla pro využívání podzemního zdroje (GSHP)
- Zlepšení využívání tepelného čerpadla s podzemním zdrojem

## 8. Správa-chování

- Provedení analýzy osvětlení
- Provedení analýzy systému HVAC
- Provedení analýzy využívání dalšího elektrického zařízení a spotřebičů
- Provedení obchůzek zaměřených na sledování využívání energie
- Zvyšování informovanosti pracovníků, žáků a personálu školy
- Identifikace a integrace úspor energie do učebního plánu studentů
- Zajištění zhasínání světel o přestávkách a po vyučování
- Používání energetického certifikátu (DEC)
- Umožnění studentům a pracovníkům, aby předkládali návrhy na úspory energie
- Zveřejňování rozsahu a hodnoty úspor v penězích, množství energie a CO<sub>2</sub>
- Komunikace s pracovníky
- Poskytování informací studentům
- Sledování smluv na dodávky energií včetně celkové servisní smlouvy

Zdroj: „Katalog scénářů optimalizace pro usnadnění rozhodování při určování programu účinného řízení energie“

## 9. Integrace technických opatření navzájem a s dalšími typy řešení energetické účinnosti.

Různá technická opatření lze navzájem integrovat. Existují dvě možné kombinace:

- kombinace technických opatření ke snižování spotřeby elektrické energie a
- kombinace technických opatření ke snižování spotřeby tepelné energie.

Všechna tato opatření byla popsána v předcházejících kapitolách, avšak pro vysvětlení možností kombinace jsou níže popsány dva příklady.

U obou možných kombinací je prvním krokem energetický audit s obchůzkou za účelem zjištění „slabých míst“ nebo oblasti pro optimalizaci spotřeby/účinnosti.

**Krok 1:** energetický audit s obchůzkou.

**Krok 2:** volba oblasti ke zlepšení (elektrická nebo tepelná energie)

**Krok 3:** realizace technických opatření za účelem zlepšení energetické účinnosti.

Vezměme si za příklad elektrickou energii. Náhrada starého neúčinného zařízení novým energeticky účinným zařízením (nejlevnějším opatřením je výměna žárovek) sníží spotřebu elektrické energie. Jestliže spojíme toto opatření s instalací RES (fotovoltaické zařízení), opatření ke zvýšení energetické účinnosti sníží spotřebovávanou elektrickou energii a fotovoltaické zařízení bude vyrábět elektrickou energii, abychom mohli dosáhnout přebytku elektrické energie a dostávat za ni ve skutečnosti peníze (prodej energie navíc).

Stejný princip platí i pro tepelnou energii. Existuje mnoho kombinací, které jsou ale závislé na rozpočtu k dispozici.

- Výměna kotle a dodatečná instalace izolace budovy,
- výměna ventilů a nákup účinných radiátorů,
- instalace tepelných čerpadel nebo solárních kolektorů a výměna těsnění oken,
- atd.

Všechna technická opatření lze určitým způsobem kombinovat, pokud to rozpočet (a specifika budovy) dovoluje.

V další kapitole je popsán jednoduchý příklad.

## 10. Případové studie a cvičení

### 10.1. Energetický audit a certifikát účinnosti energie

#### 10.1.1. Cvičení

##### Audit budovy s obchůzkou

Audit s obchůzkou umožňuje sběr základních informací o plášti budovy (okna, stěny a dveře) i o svítidlech, spotřebičích a zařízeních systému HVAC. Během auditu s obchůzkou by měl auditor pokládat majitelům a obyvatelům budovy otázky, aby mohl určit jakékoliv problematické oblasti budovy v souvislosti s tepelným komfortem a účinností energie. *Hlavním účelem auditu s obchůzkou je poskytnout doporučení ke zlepšení energetické účinnosti budovy zkoumáním zvolených opatření spojených s provozem a údržbou a opatření ke zvýšení energetické účinnosti (EEM) s krátkými dobami návratnosti.*

##### Zpráva z auditu s obchůzkou

Audit s obchůzkou může být samostatným úkolem nebo jednou částí standardního energetického auditu. Tento typ auditu je obvykle dostatečný pro malé budovy s jednoduchými energetickými systémy včetně obytných budov a nízkých komerčních budov. Mezi základní úkoly, které je třeba provádět při auditu s obchůzkou, patří:

**Úkol 1:** Popsání základních energetických systémů budovy včetně pláště budovy, mechanických systémů a elektrických systémů. Pro popsání charakteristik budovy mohou být využita pozorování zaznamenaná při obchůzce i specifikace z architektonických, strojírenských a elektrických výkresů.

**Úkol 2:** Provedení základních testů a měření za účelem vyhodnocení účinnosti různých energetických systémů. Tato měření mohou záviset na typu budovy a jejích systémů i na době, kterou má auditor k dispozici. V případě obytných budov se silně doporučuje provést testy tlakování nebo odtlakování pomocí sady pro testování dveří s výtlačným ventilátorem. Ve všech typech budov je provádění bodových měření, a pokud je to možné, monitorování vnitřní teploty vzduchu a relativní vlhkosti v prostoru alespoň po jeden den užitečné pro odhadnutí nastavení vnitřní teploty nebo kontrolu jakýchkoliv problémů týkajících se komfortu.

**Úkol 3:** Zorganizování schůzky s obyvateli nebo provozovateli budovy, aby bylo možné zjistit jakékoliv případné problémy s pohodlím a zdroje plýtvání energií v budově. Tento úkol je často užitečný pro stanovení potenciálních opatření spojených s provozem a údržbou i opatření k úsporám energie.

**Úkol 4:** Identifikace některých potenciálních opatření spojených s provozem a údržbou (ECM) i opatření týkajících se úspor energie (ECM) i jakýchkoliv opatření požadovaných pro řešení problémů s komfortem. Poskytnutí podrobných informací týkajících se realizace a nákladů na realizaci (snažte se získat přímé cenové nabídky od místních dodavatelů/obchodů).

**Úkol 5:** Vyhodnocení úspor energie (nebo požadavků, jestliže jsou ke zvýšení komfortu nezbytná určitá opatření) pomocí metod zjednodušené analýzy popsanych v tomto dokumentu. Porovnání výsledků mezi dvěma přístupy a komentář k přesnosti obou přístupů.

**Úkol 6:** Provedení analýz nákladů na základě jednoduché metody doby návratnosti nákladů pro stanovení nákladové efektivity opatření O&M a ECM. Měli byste vypracovat příslušné předpoklady a v



případě potřeby odhadnout úspory nákladů. Poskytnutí doporučení na základě ekonomických analýz. Data týkající se nákladů je třeba převzít ze skutečných odhadů od dodavatelů.

Zpráva z energetického auditu s obchůzkou může být stručná a měla by zahrnovat minimálně základní doporučení k nákladově účinným opatřením O&M a ECM, to znamená, výsledky úkolu 6 popsaného výše. Avšak důrazně se doporučuje sestavit podrobnější zprávu, aby byla zdokumentována zjištění a pozorování získaná z provedených úkolů. Zpráva by zejména měla popisovat základní charakteristiky prověřované budovy i jakékoliv potenciální problémové oblasti zjištěné během obchůzky. Navíc je třeba předložit výpočty pro odhad spotřeby energie a úspor nákladů pro doporučená opatření k šetření energií. Navíc je třeba uvést odkazy a specifikace pro realizaci doporučených opatření O&M a ECM. Konečná zpráva k energetickému auditu s obchůzkou může zahrnovat následující části:

1. Čitelné a úplné výkresy znázorňující půdorys a alespoň dva pohledy ve svislém řezu.
2. Stručný popis architektonických charakteristik budovy (typ konstrukce, orientace, solární systémy atd.).
3. Analýzu účtů za energie pro odhad intenzity spotřeby energie, BLC budovy, rovnovážné teploty a základních zatížení. Je užitečné tento úkol provést před návštěvou budovy.
4. Popis jakéhokoliv testování nebo opatření provedených během auditu s obchůzkou včetně teploty a netěsnosti pro vzduch. V případě testování vzduchotěsnosti uveďte všechny příslušné informace o vašem testování a analýzu výpočtu včetně jakýchkoliv předpokladů. Dbejte na to, abyste uvedli plochu netěsnosti pro vzduch i rozsahy infiltrace (v ACH) za referenčních podmínek (to znamená  $\Delta P = 4 \text{ Pa}$ ) a pro průměrné povětrnostní podmínky (roční průměr a průměr za topnou sezónu).
5. Diskuse úkolů auditu s obchůzkou a závěr. Především zdůrazněte jakékoliv obavy a stížnosti obyvatel a jakákoliv zjištěná potenciální opatření O&Ms a ECM.
6. Popište detaily výpočtu pro odhad spotřeby energie a úspor nákladů pro uvažovaná opatření O&Ms a ECM. Ve zprávě by měly být uvedeny odkazy k těmto výpočtům včetně jakýchkoliv předpokladů, které byly přijaty pro provedení odhadů.
7. Prodiskutujte výsledky ekonomické analýzy. Obzvláště uveďte celkový postup a náklady na realizaci každého opatření ECM.
8. Uveďte konkrétní doporučení pro zákazníka ke snížení nákladů na energie nebo zlepšení vnitřního prostředí v budově.
9. Pořídte fotografie, abyste zvýraznili některé z charakteristik a problémové oblasti domu.

## 10.2. Modernizace budovy pro zvýšení energetické účinnosti

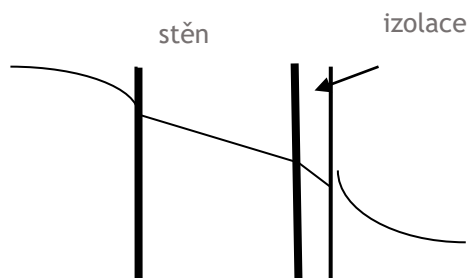
### 10.2.1. Cvičení

#### PŘENOS TEPLA

Když se teplo přenáší z jednoho média do druhého (může jím být vzduch, voda atd.) přes stěnu, která je mezi nimi, potom můžeme mluvit o přenosu tepla.

Pro rovnou střechu:

$$\dot{Q} = k \cdot A \cdot \Delta T \quad [W]$$



K přenosu tepla dochází prostřednictvím konvekce přes vnitřní stěnu, stěnu a vnější vrstvu (izolaci).

Význam symbolů:

- $\dot{Q}$  Tepelný tok [W]
- $k$  Koeficient přenosu tepla [ $W/m^2 K$ ] - známý také jako hodnota  $U$
- $A$  Plocha povrchu [ $m^2$ ]
- $q$  Hustota tepelného toku [ $W/m^2$ ]
- $\Delta T$  Rozdíl teplot (vnitřní teplota - vnější teplota) [K]
- $T$  Teplota [ $^{\circ}C$ ]

Při výpočtu koeficientu přenosu tepla „ $k$ “ vezmeme koeficient přenosu tepla vnitřní a vnější stěny. Pro médium, které umožňuje pohyb, například vzduch:  $\alpha = \alpha_k + \alpha_s$ , a pro médium, které neumožňuje pohyb, například vodu:  $\alpha = \alpha_k$ .

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_o} + \frac{\sum d_i}{\lambda_i}$$

Pro rovnou střechu:

- $\alpha_i$  Koeficient přenosu tepla vnitřní stěny
- $\alpha_o$  Koeficient přenosu tepla vnější stěny
- $d$  Tloušťka vrstvy (tloušťka jednoduchého materiálu)

Řekněme, že vnitřní stěna má konstantu  $\alpha_i = 8 \text{ W/m}^2 K$  (obvyklá hodnota) a vnější stěna  $\alpha_o = 25 \text{ W/m}^2 K$  (podle normy pro výpočty vytápění - DIN 4701).

$d_{\text{stěny}} = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$   $\lambda_{\text{cihla 1}} = 0,75 \text{ W/m K}$  (bez cementu)

Hledáme hodnotu koeficientu přenosu tepla  $k$ !

Porovnání hodnot:

$\lambda_{\text{cihla 2}} = 0,6 \text{ W/m K}$ ,  $d_2 = 0,3 \text{ m}$

$\lambda_{\text{izolace}} = 0,75 \text{ W/m K}$ ,  $d_3 = 7,3 \text{ m}$

Výpočet:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_o} + \frac{d_{\text{wall}}}{\lambda_{\text{wall}}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{25} + \frac{0,6}{0,75} = 0,965 \Rightarrow k = 1,04 \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

Tento výpočet musí být proveden pro každou stěnu. Je to jednoduchý výpočet, ale problém spočívá v tom, že se počítá s daty, která jsou zaznamenána v dokumentaci plánů budovy (projektové dokumentaci), pokud jsou tato data vůbec k dispozici. Budovy jsou někdy velmi staré a žádná data k materiálům a tloušťkám stěn nejsou k dispozici. Výpočty jsou celkem přesné, ale jsou většinou užitečné pro nové budovy nebo budovy, které mají být brzy postaveny. Pro starší budovy doporučujeme měření koeficientu přenosu tepla, jako například TESTO 635.



Obrázek 35: Testo 635

Cvičení: změřte koeficient přenosu tepla stěny pomocí TESTO 635.

1. Umístěte termočlánky na vnitřní stěnu podle obrázku níže



Obrázek 36: Testo 635

2. Na vnější stěnu umístíte bezdrátovou sondu přibližně do stejné výšky s termočládky.

Více na video ukázce: <https://www.youtube.com/watch?v=QJ0bK4HrRp4>

## 10.3. Změna zdroje vytápění

### 10.3.1. Cvičení

Změnu zdroje vytápění je nejlepší ponechat na odbornících. Existuje mnoho skutečností, které je třeba vzít před stanovením nejvhodnějšího výkonu zdroje vytápění nebo chlazení do úvahy.

Správná volba tepelného výkonu zdroje vytápění

Pokud si koupíme zdroj vytápění se stejným instalovaným výkonem jako má předcházející zdroj, bude to špatná volba. Bez projektu vytápění a tepelného výpočtu není možné určit správný výkon zdroje.

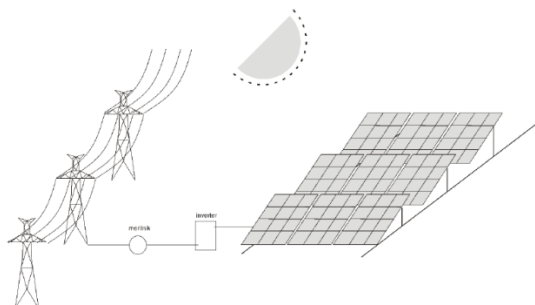
Zdroje vytápění jsou ve většině případů silně předimenzované, mají příliš vysoký instalovaný výkon a pracují s velmi nízkou účinností. Proto je třeba před zakoupením nového kotle zkontrolovat jeho výkon. Tuto práci by měl provést projektant ústředního topení.

## 10.4. Instalace OZE

### 10.4.1. Cvičení

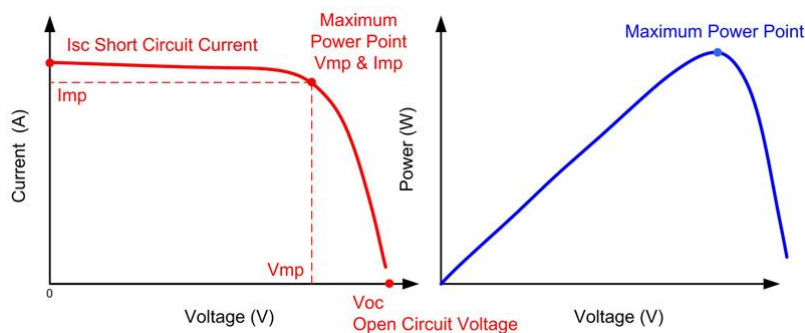
Řekněme, že střecha veřejné budovy má plochu 150 m<sup>2</sup> povrchu v hodného pro instalaci PV zařízení. Vypočítejte přibližný instalovaný výkon a roční výrobu PV zařízení, jestliže PV modul o výkonu 250 W PV má plochu 2 m<sup>2</sup>.

Solární články převádějí nepřímo solární energii na elektrickou energii. Typická sestava je znázorněna na obrázku níže. Charakteristikou solárního článku je křivka, která spojuje vztah mezi elektrickým proudem a napětím při různém odporu elektrického obvodu, který spojuje elektrody solárního článku.



Obrázek 37: Typické uspořádání PV zařízení

Pro autentičtější porovnání mezi solárními články jsou k dispozici mezinárodní normy pro testování solárních článků, které se nazývají referenční podmínky provozu. Představují intenzitu solárního záření  $1000 \text{ W/m}^2$  a teplotu prostředí  $25^\circ \text{C}$ .



Obrázek 38: Charakteristika PV článku

Maximální hodnota výkonu se nazývá špička ve watttech ( $W_p$ ). Účinnost výroby elektrické energie závisí na slunečním záření a teplotě prostředí a lze ji vypočítat následovně:

$$\eta_{PV} = \eta_r \left[ 1 - \frac{\beta_{PV}}{100} (T_{PV} - T_r) \right]$$

Kde  $\eta_{PV}$  je účinnost solárního článku,  $\eta_r$  PV účinnost článku za referenčních podmínek,  $\beta_{PV}$  teplotní koeficient ( $\%/^\circ \text{C}$ ),  $T_{PV}$  teplota solárních článků a  $T_r$  referenční teplota.

Referenční účinnost PV článku je:

$$\eta_r = \frac{W_p}{G_r A_{PV}} 100\%$$

Kde  $W_p$  je špičkový výkon solárního článku za referenčních podmínek ( $W_p$ ),  $G_r$  referenční úroveň slunečního záření ( $\text{W/m}^2$ ) a  $A_{PV}$  je plocha PV článků ( $\text{m}^2$ ).

Roční výroba PV zařízení je definována následovně:

$$Q_{el,PV} = A_{PV,cel} \eta_{PV} H_\beta$$

Kde  $Q_{el,PV}$  je výroba elektrické energie PV systémem ( $\text{W/rok}$ ),  $A_{PV}$  je celková plocha PV článků ( $\text{m}^2$ ) a  $H_\beta$  je roční sluneční záření na povrch PV systému ( $\text{kWh/m}^2 \text{ rok}$ ).

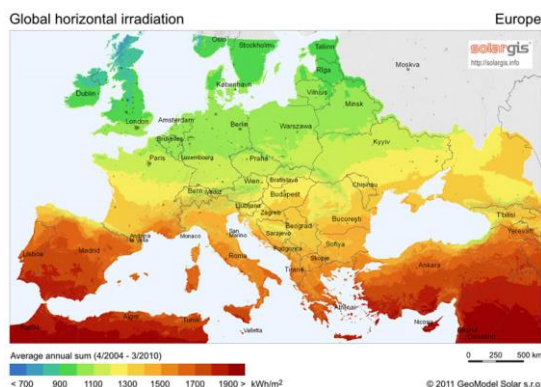
Počet PV modulů:

$$N = 150 \text{ m}^2 / 2 \text{ m}^2 = 75 \text{ PV modulů}$$

Instalovaný výkon:  $W_p = 75 \cdot 250 \text{ W} = 18\,750 \text{ W}$  nebo **18,75 kW**

$$\eta_t = \frac{W_p}{G_r A_{PV}} 100 = \frac{18750}{1000 \cdot 150} 100\% = 12,5\%$$

Aby bylo možné vypočítat roční výrobu PV zařízení, je vyžadováno roční sluneční záření na povrch PV systému. To lze odečíst pomocí řady online nástrojů nebo obrázků. Jako příklad slouží obrázek 8.3.



Obrázek 39: roční sluneční záření

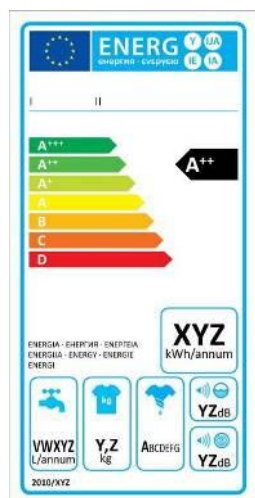
Předpokládejme, že PV zařízení je v Berlíně. Z obrázku 8.3 můžeme vidět, že barva je zelená, což znamená, že roční sluneční záření je přibližně  $1\,000 \text{ kWh/m}^2$ .

$$Q_{el,PV} = A_{PV,cel} \eta_{PV} H_{\beta} = 150 \cdot 12,5 \cdot 1000 = 1875000 \text{ W} / \text{year} \quad \text{nebo } 1\,875 \text{ kW/rok.}$$

## 10.5. Modernizace vnitřních systémů budovy včetně osvětlení

### 10.5.1. Cvičení

Internát pro studenty má 10 poschodí a na každém poschodí je 10 pokojů pro studenty. V každém pokoji jsou 2 žárovky o výkonu 100 W se svítivostí 1 600 lm. Vypočítejte úspory energie, jestliže tyto žárovky budou nahrazeny LED zdroji o výkonu 15 W se stejnou svítivostí. Předpokládejme, že světla svítí 5 hodin denně, a že cena za 1 kWh je 0,1 EUR.



Instalovaný výkon pro osvětlení v pokojích:

$$P = 10 \text{ poschodí} \cdot 10 \text{ pokojů} \cdot 2 \text{ žárovky} \cdot 100 \text{ W} = 20\,000 \text{ W}$$

Spotřeba energie za den je:

$$t = 5 \text{ h}, P = 20\,000 \text{ W}, W = P \cdot t = 20\,000 \cdot 5 = 100\,000 \text{ Wh nebo } 100 \text{ kWh}$$

Cena za energii za den:

$$C = W \cdot \text{cena} = 100 \text{ kWh} \cdot 0,1 \text{ EUR} = 10 \text{ EUR/den}$$

Stejná rovnice pro LED zdroje:

$$P = 10 \text{ poschodí} \cdot 10 \text{ pokojů} \cdot 2 \text{ žárovky} \cdot 15 \text{ W} = 3\,000 \text{ W}$$

Spotřeba energie za den je:

$$t = 5 \text{ h}, P = 3\,000 \text{ W}, W = P \cdot t = 3\,000 \cdot 5 = 15\,000 \text{ Wh nebo } 15 \text{ kWh}$$

$$\text{Cena za energii za den: } C = W \cdot \text{cena} = 15 \text{ kWh} \cdot 0,1 \text{ EUR} = 1,5 \text{ EUR/den}$$





Tabulka 2: Srovnání žárovek

Klasické žárovky	LED žárovky
t = 5 h, P = 20 000 W	t = 5 h, P = 3 000 W
W = P*t = 100 000 Wh nebo 100 kWh	W = P*t = 3 000*5 = 15 000 Wh nebo 15 kWh
C = W*cena = 100 kWh*0,1 EUR = 10 EUR/den	C = W*cena = 15 kWh*0,1 EUR = 1,5 EUR/den
	ÚSPORY 85 %

## 10.6. Nákup energeticky účinného zařízení

### 10.6.1. Cvičení

Energeticky účinné zařízení lze poznat podle jeho energetické třídy. Obrázek nám ukazuje energetickou třídu a roční spotřebu zařízení. Podle zařízení lze pomocí jednoduché rovnice vypočítat spotřebu energie jednoho nebo více zařízení.

Vzorec pro odhad spotřeby energie

Pro odhad spotřeby energie zařízení můžete použít tento vzorec:

$(\text{Výkon ve wattech} \times \text{Hodiny využívání za den} \div 1000) = \text{Každodenní spotřeba v kilowatthodinách (kWh)}$

(1 kilowatt (kW) = 1000 wattů)

Abyste získali roční spotřebu, vynásobte tento údaj počtem dnů, po které spotřebič během roku používáte. Potom můžete vypočítat roční náklady na provoz spotřebiče vynásobením údaje v kWh za rok sazbou vašeho místního dodavatele za spotřebovanou kWh.

**Příklady: Okenní ventilátor:**

$(200 \text{ wattů} \times 4 \text{ hodiny/den} \times 120 \text{ dnů/rok}) \div 1000 = 96 \text{ kWh} \times 8,5 \text{ centů/kWh} = 8,16 \text{ \$/rok}$

**Osobní počítač a monitor:**

$(120 + 150 \text{ wattů} \times 4 \text{ hodiny/den} \times 365 \text{ dnů/rok}) \div 1000 = 394 \text{ kWh} \times 8,5 \text{ centů/kWh} = 33,51 \text{ \$/rok}$



## 10.7. Volba neoptimálnějšího scénáře zlepšení energetické účinnosti pro konkrétní budovu

### 10.7.1. Cvičení

#### - Větrání

Ředitel školy zajistí plánované otevírání oken tak, aby se upřednostnil vstup venkovního vzduchu do prostředí, ve kterých se odehrávají aktivity. Aby se zvýšila rychlost vzduchu a tím i urychlila celková výměna, upřednostňuje se volba systémů větrání v křížovém uspořádání, které jsou založeny na umístění otvorů v protějších stěnách stejného prostředí (například na uzávěrách a přepážkách).

Ředitel školy a technik musí věnovat zvláštní pozornost:

- Oblastem, které jsou vystaveny podmínkám znečištění vzduchu a hluku, a to i zevnitř.
- Relativní orientaci uzávěr a slunečních clon.
- Možnému vytváření škodlivých proudů vzduchu uvnitř tříd.
- Zlepšení údržby stávajícího systému nuceného větrání

Některé příklady činností údržby jsou popsány v následujících bodech:

- Pravidelná údržba pro zajištění optimální účinnosti

Části systému HVAC se musí udržovat ve stavu bez nečistot a dalších překážek, aby mohly účinně fungovat. Je třeba nechat provést servis celého systému jednou ročně technikem údržby nebo odborným dodavatelem. Je třeba provádět pravidelně rutinní údržbu, aby bylo možné zjistit potenciální problémy již v raném stupni.

- Údržba kotlů

Nechávejte provádět pravidelně servis kotlů uznávanou firmou. Servis plynových kotlů je třeba provádět jednou ročně; u olejových kotlů se servis musí provádět dvakrát ročně. Kotel s pravidelným servisem může ušetřit až 10 % ročních nákladů na vytápění.

- Kontrola kondenzátorů

Kondenzátory jsou obvykle umístěny mimo budovy a vypouštějí teplo, které bylo odvedeno chladicím systémem zevnitř budovy. Dbejte na to, aby kondenzační a odpařovací zařízení byla čistá a dobře udržovaná. Kontrolujte, zda kondenzátory nejsou zakryté překážkami, například zařízením nebo vegetací.

- Kontrola klimatizace a chladicího zařízení pro zajišťování komfortu

Dbejte na to, aby byla prováděna pravidelná údržba chladicího zařízení, aby se zabránilo v jeho provozování při snížených úrovních účinnosti. Vyměňujte izolaci a potrubí chladiva, protože špatný stav bude ovlivňovat teplotu chladiva protékajícího systémem, který tak bude při udržování požadované teploty spotřebovávat více energie. Zvláštní pozornost věnujte potrubí umístěnému mimo budovu. Kontrolujte náplň chladiva a těsnost jeho systému. Jestliže vaše chladicí zařízení obsahuje více než 3 kg chladiva, potom předpisy pro plyný fluor stanovují, že musíte mít harmonogram pravidelných kontrol úniku plynu.

- Čistěte ventilátory, filtry a vedení vzduchu, abyste zvýšili účinnost na 60 %.

Nemá žádný smysl mít účinně běžící systém, jestliže klimatizovaný vzduch bude před dosažením pracovního prostoru zastaven pevnou stěnou. Zablokování systémů HVAC jsou běžná a zvyšují náklady na provoz, proto dbejte na to, aby filtry byly pravidelně kontrolovány. Zvažte instalaci tlakoměrů, které budou signalizovat, když bude třeba provést výměnu filtrů.



- Volba neoptimálnějšího scénáře pro určitou budovu závisí (kromě dalších věcí) na rozpočtu, který je k dispozici.

Abyste mohli zvolit optimální scénář s omezeným rozpočtem, je třeba analyzovat spotřebu budovy, což znamená, že musíme zkontrolovat účty za elektrickou a tepelnou energii (za energii pro vytápění a na přípravu teplé vody).

Několik příkladů je uvedeno v tabulkách níže:

Tabulka 3: Spotřeba energie v budově

Optimalizace spotřeby tepelné energie	
Stav pláště budovy	Stav fasády
	Izolace suterénu
	Izolace střechy
Jestliže budova není izolována, výměna kotlů a zdrojů vytápění nebude mít příliš velký účinek (ztráty jsou příliš vysoké). Jestliže to rozpočet dovoluje, proveďte izolování budovy.	
Rozpočet	
VYSOKÝ	NÍZKÝ
Pokud je to možné, vyměňte izolaci budovy.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proveďte izolaci potrubí teplé vody, vyměňte těsnění oken a použijte účinné stínění (v prostředí s vysokým slunečním svitem použijte stínění pro snížení potřeby provozu klimatizace a tam, kde je to možné, využívejte sluneční svit pro omezení používání osvětlení.</li> <li>- Na radiátorech používejte ventily s termostatem.</li> <li>- Když se používají radiátory, zavírejte okna, a když otevřete okna pro vyvětrání místnosti, zavírejte ventily radiátorů.</li> <li>- Větrejte místnosti několikrát za den po krátkou dobu (radiátor nevychladne a požadované teploty bude dosaženo pomocí nižšího množství vstupní energie).</li> </ul>
Vyměňte zdroj vytápění (kotle na biomasu, tepelná čerpadla a solární kolektory).	

Optimalizace spotřeby elektrické energie	
Stav zařízení budovy	Typ osvětlení
	Typ kancelářského zařízení
	LCD televize, plazmová televize, LED televize atd.



Rozpočet	
VYSOKÝ	NÍZKÝ
Nahrad'te zařízení budovy energeticky účinným zařízením (třída A nebo vyšší, A+ atd.).	Efektivní využívání stávajícího zařízení: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vypínejte jej, když se nepoužívá (stará zařízení mají vysokou pohotovostní spotřebu).</li> <li>- Izolujte ohřívače vody (zůstanou teplé déle a sníží se frekvence používání elektrických ohřívačů vody).</li> <li>- Nahrad'te žárovky LED světelnými zdroji.</li> <li>- Do chodeb nainstalujte detektory pohybu.</li> <li>- Do každého poschodí nainstalujte elektroměry (tím zjistíte místo nejvyšší spotřeby a budete se moci zaměřit na konkrétní poschodí a nikoliv na celou budovu).</li> </ul>
Nainstalujte fotovoltaická (PV) zařízení (čisté měření - energie vyrobená vašim PV zařízením a spotřebovaná energie v budově se na konci měsíce porovnají - bude potřeba uhradit pouze rozdíl nebo obdržíte úhradu v případě, že jste vyrobili více, než jste spotřebovali).	

Technické provedení budovy a dodávka energie - vytápění

V oblastech s vysokou hustotou budov je nejlepším a nejlevnějším řešením dálkové

**vytápění nebo sdílené ústřední vytápění obytných budov s více jednotkami**, pokud jsou tyto systémy provozovány pomocí obnovitelného zdroje energie. Důvody pro toto řešení: v jednotlivých obytných jednotkách není žádný kotel, sklad paliva ani komín.

- Ústřední vytápěcí zařízení je účinnější a představuje nižší zatížení pro
- životní prostředí než jednotlivé systémy v každé obytné jednotce.
- Systém je pohodlný, není třeba s ním nic dělat.

V případě budov v oblastech s nízkou hustotou: bio-solární (biomasa + slunce) vytápění: kombinované využívání

**solární energie a biomasy** je pro naše podnebí nejlepším řešením.

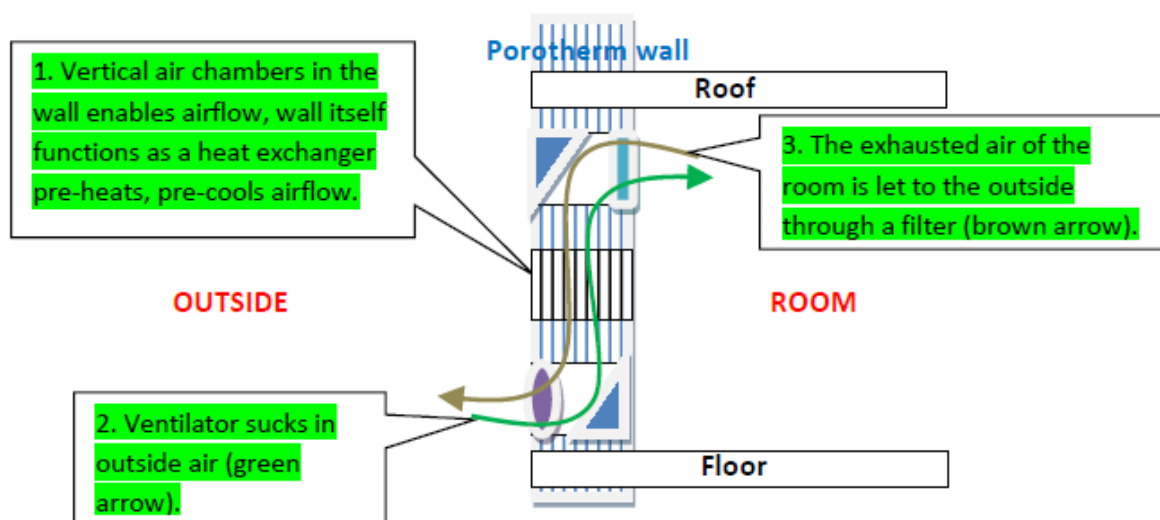
V případě geotermálního zdroje tepla jsou výhody dálkového vytápění ještě větší!

Technické provedení budovy a dodávka energie - chlazení, větrání

Změna klimatu vede ke zvyšování průměrné teploty a špičkovým hodnotám teploty v létě. Jestliže je v budově nainstalováno pouze mechanické chlazení, náklady na chlazení v létě mohou být takové, že zdaleka překročí náklady na vytápění v zimě, mohou být dokonce dvojnásobně až trojnásobně vyšší. Ale jestliže budova vyžaduje chlazení, znamená to špatný projekt a plánování. Co je třeba provést:

1. Ochranu proti slunci zastíněním
2. Pasivní chlazení - prostřednictvím větrání v noci (to znamená otevřením oken)

3. Toto je nejúčinnější, když dům je dobře izolovaný a konstrukce budovy dokáže přijímat teplo, což znamená, že tento chladicí účinek vydrží celý den.
4. Zavedení technologií pasivního větrání
5. Jedná se o moderní formy tradičních řešení větrání na základě gravitace, filtrace, objevila se nová řešení ve formě dále vylepšených verzí solárních a větrných komínů pocházejících z arabského světa. Nejdůležitějším cílem pasivního větrání je dnes dočasná nebo konečná výměna mechanického větrání, aby se snížily potřeby energie.
6. Zavedení systémů mechanického větrání
  - Tyto moderní technologické systémy jsou ve skutečnosti výměníky tepla a tepelná čerpadla. Čerstvý vzduch se odebírá prostřednictvím potrubí uloženého v zemi. Tento systém napomáhá při vytápění v zimě a může také pracovat v chladicím režimu, takže klimatizace bude v létě zbytečná.
  - Chytrou a levnou verzi systémů regenerace tepla představuje systém Fluctuvent, viz obrázek níže, který znázorňuje, jak systém pracuje:



Vývoj - technické provedení budovy a dodávka energie

Základní princip dodávky elektřiny: protože výroba elektřiny je drahá, elektrická energie by se měla používat pouze pro určený účel a její spotřeba by se měla co nejvíce minimalizovat.

**POZNÁMKA:** Aktuální špičkovou poptávku elektřiny lze snížit uvědomováním si elektřiny (například zhasínáním světel, když v místnosti nikdo není).

Nezávislá výroba elektřiny je možná následujícími způsoby:

- solární články (fotovoltaické prvky, solární buňky)
- generátor poháněný větrem nebo vodní energií
- kogenerace pomocí biopaliva (výroba tepla a elektřiny současně se nazývá kogenerace (teplo + elektřina) nebo trigenerace (teplo + elektřina + chlazení)).

Jestliže se energie vyrábí, ale není budovou vyžadována, musí se skladovat v určité formě. K dispozici jsou následující možnosti:



- Řešení chytré sítě - dodávka energie zpět do centrálního energetického systému, toto je řešením pouze tehdy, když poskytovatel energie tuto možnost poskytne.
- Místní ukládání energie lze provádět pomocí baterií, ale existují také některá inovativní řešení, jako například převod energie na gravitaci čerpáním vody do vyšších výšek a potom jejím vypouštěním v době nízké špičky přes hydrogenerátor. Toto řešení je v malém měřítku poněkud nákladné.
- Když se vezme do úvahy také další výzva v oblasti energie (to znamená mobilita), systémy vozidlo do sítě (V2G) a vozidlo do domu (V2H) umožňují spolupráci vozidla a budovy i elektrické sítě. Osobní auta všeobecně stráví 90 % ze 24 hodin během dne na parkovišti. Při těchto příležitostech jsou elektrické vozy připojeny k síti. Mohou se nabíjet ze sítě, ale také mohou zpětně dodávat elektřinu.

#### Vývoj - tvarování vnější a vnitřní části domu - stínění

Instalace zasklených konstrukcí bez řádného stínění je statečný čin. Zasklená okna jsou v zimě velmi užitečná, pomáhají při využívání sluneční energie jako lapač tepla, ale v létě mohou vyvolávat požadavek na chlazení navíc.

Při plánování stínění je v každém případě třeba si uvědomovat základní charakteristiky pohybu slunce a teorii konstrukce stínících systémů. Důležité je pamatovat na jednoduchý princip týkající se stínících systémů:

- Světlo procházející zasklením se přeměňuje na teplo a zahřívá interiér. Stínící zařízení nainstalované zvenčí poskytuje ochranu proti zahřívání s větší účinností než konstrukce nainstalované v prostoru okna nebo uvnitř.

#### Typy stínění

- Pevné stínící systémy (pevné žaluzie, markýzy, přístřešky atd.)
- Pohyblivé stínící systémy (rolety, žaluzie Reluxa, Vanish atd.)
- Stínění rostlinami - v případě menších budov je nejlepší možností osázení opadavými stromy jako stíněním. Ve vegetačním období listy stromů nebo nepravidelných rostlin zajišťují stínění, zatímco v zimě „holé“ rostliny umožňují průchod slunečních paprsků. Na rozdíl od jiných způsobů stínění se vegetace odpařuje a produkuje kyslík.

#### Vývoj - tvarování vnější a vnitřní části domu - dveře, okna

Pokud se týká energetiky, zasklené dveře a okna jsou tradičně nejslabšími konstrukcemi budovy. Avšak tyto konstrukce v posledních letech prodělaly značný vývoj a v případě správné instalace mohou fungovat jako „ohříváče“.

- První inovací bylo zavedení dvouvrstvého tepelně izolačního zasklení.
- Druhým významným krokem vpřed bylo zavedení nátěru odrážejícího teplo (LOW-E)
- Třetím krokem vpřed bylo zasklení skládající se ze tří vrstev s plynovou náplní pro koncepci pasivního domu.

#### Dveře a okna - koupit nová nebo renovovat?

Pokud se týká dveří a oken, je důležité objasnit možnosti renovace stávajících dveří a oken. Obvykle lze zvolit ze čtyř možností:



1. Renovace dveří a oken do původního stavu, obnovení původního stavu lze zdůvodnit pouze v historických budovách pod ochranou s vysokou prioritou, protože historické dveře a okna nejsou energeticky účinná, navíc je jejich renovace také nákladná!
2. Vylepšení technické kvality doplňkovými konstrukcemi, nejlevnějším řešením je zvýšení vzduchotěsnosti použitím pryžových těsnicích profilů.
3. Zlepšení technických vlastností částečnou náhradou je alternativou s nižšími náklady k úplné výměně.
4. Úplná výměna dveří a oken je nejlepší možností, pokud se týká energetických aspektů, ale je také drahá.

## **10.8. Integrace technických opatření navzájem a s dalšími typy řešení energetické účinnosti**

### **10.8.1. Cvičení**

Spojme účinky instalace RES a technického opatření pro snížení spotřeby elektrické energie. Jestliže spojíme cvičení 10.1.2, 10.4.2, 10.5.1 a 10.6.2, dostaneme:

- jednoduchý energetický audit,
- nákup účinného osvětlovacího zařízení,
- výměnu osvětlovacího zařízení.
- instalaci RES.

Pro budovu popsanou v bodě 10.5.2 a střechu v bodě 10.4.2 budou účinky následující:

- snížení spotřeby elektrické energie o 85 kWh za den a
- výroba elektrické energie **1875 kW/rok**.

Jestliže předpokládáme, že úspory za 252 pracovních dnů (jako v roce 2016) pomocí výměny osvětlovacího zařízení  $252 \cdot 85 \text{ kWh} = 21\,420 \text{ kWh}$  (úspory 85 % za pracovní den) a elektrická energie vyrobená PV zařízením je 1 875 kWh za rok, znamenalo by to, že spotřebujeme přibližně 5 % elektrické energie potřebné pro osvětlení, které jsme používali dříve před provedením opatření.

## **10.9. Zapojení uživatelů budovy do technických zásahů pro zvýšení energetické účinnosti**

### **10.9.1. Cvičení**

Střední škola má 15 profesorů a 15 osob jako podpůrných pracovníků (sekretářky, správci atd.). Každý z nich má v kanceláři počítač a pro všechny z nich jsou k dispozici 3 tiskárny.

Většina lidí bohužel na konci svého pracovního dne své zařízení nevypíná a neuvědomuje si, že jejich zařízení stále spotřebovává elektřinu. Obvyklý pohotovostní výkon pro různá zařízení je uveden v příloze 1, pohotovostní výkon pro počítače je 10 W, monitor 5 W a tiskárnu 15 W. Vypočítejte zbytečnou denní spotřebu těchto zařízení pro střední školu. Předpokládejte, že zařízení se používá 6 hodin denně a 18 hodin je v pohotovostním režimu.

Počet počítačů je 30 a počet monitorů je také 30.

Spotřeba počítačů: po pracovní době

Pohotovostní výkon pro všechny počítače je:  $P = 15 \times 10 \text{ W} = 150 \text{ W}$ , pro monitory:  $P = 15 \times 15 \text{ W} = 225 \text{ W}$   
a pro tiskárny  $P = 3 \times 15 \text{ W} = 45 \text{ W}$ .

Celkový pohotovostní výkon:  $P = 150 + 225 + 45 = 420 \text{ W}$

Vyplýtvaná energie za den:  $W = P \cdot t = 420 \text{ W} \cdot 18 = 7560 \text{ Wh}$  nebo **7,56 kWh za den**.

Cena vyplývané energie ze den (předpokládaná cena je 0,1 EUR za kWh) je:  $C = 7,56 \cdot 0,1 = 0,756 \text{ EUR}$

Tato částka se možná nezdá být velká, ale představuje pouze vyplývané množství energie a peněz za pracovní den, takže 22 dnů za měsíc. Zahrňme víkendy a vypočítejme ztrátu za měsíc.

4 víkendy za měsíc:  $4 \cdot 2 \cdot 24 = 192$  hodin

Vyplýtvaná energie během víkendů:  $W = P \cdot t = 420 \text{ W} \cdot 192 = 80\,640 \text{ Wh}$  nebo 80,64 kWh

Vyplýtvaná energie během všech pracovních dnů:  $W = 7,56 \text{ kWh} \cdot 22 \text{ dnů} = 166,32 \text{ kWh}$

Veškerá vyplýtvaná energie:  $W = 80,64 + 166,32 = 246,96 \text{ kWh}$ ;

Měsíční náklady:  $C = 246,96 \cdot 0,1 = 24,7 \text{ EUR/měsíc}$



## PŘÍLOHA 1

Pohotovostní napájení běžných elektrických/elektronických zařízení a jejich typické výkonové hodnoty (ve wattech)

Tabulka 4: Spotřeba v pohotovostním režimu

Spotřebiče	Typický pohotovostní výkon [W]	Typický výkon [W]
Mikrovltná trouba	7	800
Sporák	5	130
Televizor	5	70-120
Plazmová televize	1-18	350-700
Videorekordér	5	35
Nabíječka mobilního telefonu	6	
Bezdrátový telefon	8	
Záznamník	8	
Stereo	10	400
Digitální dekodér	15	
Pračka	2	350-500
Osobní počítač	10	120
Tiskárna	15	
Monitor počítače	5	150

Vzorec pro odhad spotřeby energie

Pro odhad spotřeby energie zařízení můžete použít tento vzorec:

$(\text{Výkon ve wattech} \times \text{Hodiny využívání za den} \div 1000 = \text{Každodenní spotřeba v kilowatthodinách (kWh)})$

(1 kilowatt (kW) = 1000 wattů)

Abyste získali roční spotřebu, vynásobte tento údaj počtem dnů, po které spotřebič během roku používáte. Potom můžete vypočítat roční náklady na provoz spotřebiče vynásobením údaje v kWh za rok sazbou vašeho místního dodavatele za spotřebovanou kWh.

**Příklady: Okenní ventilátor:**

$(200 \text{ wattů} \times 4 \text{ hodiny/den} \times 120 \text{ dnů/rok}) \div 1000 = 96 \text{ kWh} \times 8,5 \text{ centů/kWh} = 8,16 \text{ \$/rok}$

**Osobní počítač a monitor:**

$(120 + 150 \text{ wattů} \times 4 \text{ hodiny/den} \times 365 \text{ dnů/rok}) \div 1000 = 394 \text{ kWh} \times 8,5 \text{ centů/kWh} = 33,51 \text{ \$/rok}$

## PŘÍLOHA 2

Tabulka 5: Doporučené úrovně svítivosti podle prostor a způsobu používání

Prostory	Svítivost (lumen/m <sup>2</sup> =lux)
Všeobecný venkovní prostor, venkovské cesty	7-12
Zahrady, průmyslové zóny	15-25
Ulice, dálnice	30-50
Vjezdy, parkoviště	50
Vyhlídkové venkovní prostory, obchody, recepce, chodby, schodiště, umývárny, všeobecné úkoly	150
Jídelny, veřejné prostory	200
Jednací místnosti, prádelny, kanceláře, hotelové pokoje, úkoly vyžadující přesnost	300
Pracovní stanice, velké obchody, laboratoře	500
Čtení, kreslení, učebny, kuchyně, úkoly zahrnující detaily	750
Výlohy	1000-3000