

Kvantifikácia potenciálu termického využitia slnačnej energie

Metodický postup
pre tvorbu regionálnych
nízkouhlíkových stratégií

2019



Tento metodický materiál vznikol v rámci projektu „Od energetickej závislosti k sebestačnosti: tvorba udržateľnej energetickej politiky vo vidieckych regiónoch“ (kód ITMS2014+ 314011Q453). Je určený pre centrá udržateľnej energetiky, ktoré v troch okresoch – Kežmarok, Rimavská Sobota a Rožňava – pripravujú pilotné regionálne nízkouhlíkové stratégie. Spolu s ďalšími metodickými a analytickými materiálmi tvorí komplexnú podpornú dokumentáciu pre tvorbu novej disciplíny vo verejnej politike na Slovensku: udržateľnej regionálnej energetickej politiky.

Priatelia Zeme-CEPA privítajú všetky konštruktívne odborné podnety a pripomienky k metodike na kvantifikáciu potenciálu termického využitia slnečnej energie. Zároveň ponúkajú pomoc pri jej využívaní v rámci energetického plánovania všetkým regiónom, ktoré chcú budovať vlastné koordinačné kapacity pre rozvoj sebestačnej nízkouhlíkovej energetiky a dopravy.

Kontaktná adresa: energia@priateliazeme.sk

2019 Priatelia Zeme-CEPA

Autor: Ján Tomčiak

Spolupracoval: Juraj Zamkovský

Foto: Ján Tomčiak

Grafická úprava: Richard Watzka

Projekt je podporený z Európskeho sociálneho fondu.

Obsah

Úvod	1
Kategorizácia budov	2
Všeobecné podmienky platné pre všetky kategórie budov	3
Špecifické podmienky	4
Budovy nemocníc	4
Bytové domy	4
Hotely a reštaurácie	5
Objekty priemyslu a poľnohospodárskej prvovýroby	5
Rodinné domy	6
Školy a školské zariadenia	6
Administratívne budovy	7
CZT/DZT	7
Postupy pre kvantifikáciu ročného energetického potenciálu termického využitia slnečnej energie	8

Úvod

V tomto dokumente je aktualizovaný postup pri kvantifikácii potenciálu termického využitia slnečnej energie, ktorý v roku 2014 použili Priatelia Zeme-CEPA pri príprave energetickej analýzy v 4 mikroregiónoch v okolí Chránenej krajinej oblasti Poľana.

Táto metodika je primárne určená centráram udržateľnej energetiky, ktoré v rokoch 2019 a 2020 v okresoch Kežmarok, Rimavská Sobota a Rožňava pripravujú nízkouhlíkové stratégie. Nie je však viazaná iba na tieto tri okresy, je využiteľná plošne na celom území Slovenska. Metodika sa sústreďuje na stanovenie potenciálu termických solárnych zariadení najmä na prípravu teplej vody formou strešných inštalácií na rôznych typoch budov, ale stanovuje aj podmienky využívania solárnych zariadení na podporu vykurovania alebo v rámci systémov centrálného zásobovania teplom.

Aj keď pripravované nízkouhlíkové stratégie zatiaľ zahŕňajú v rámci sektora budov iba rodinné domy, bytové domy, administratívne budovy, školy a školské zariadenia a zdravotnícke zariadenia, táto metodika reaguje aj na možnosti využitia termických solárnych zariadení v iných kategóriách budov. Bude tak využiteľná aj pri aktualizáciách nízkouhlíkových stratégií a prípadnom rozšírení spektra hodnotených kategórií budov v budúcnosti.

Kategorizácia budov

Slnečné kolektory je jednoznačne ekonomicky výhodné inštalovať v objektoch s trvalou, rovnomernou (a čo najvyššou) spotrebou tepla a teplej vody, pretože vtedy sa dosahujú najlepšie prevádzkové výsledky. Z hľadiska vhodnosti inštalácie slnečných termických systémov je možné zoradiť kategórie budov do nasledovného poradia:

- Domovy sociálnej starostlivosti a domovy dôchodcov
- Nemocnice, ozdravovne a iné celoročne využívané zdravotnícke zariadenia
- Väznice
- Aquaparky a veľké športové komplexy
- Bytové domy
- Budovy priemyslu a poľnohospodárskej prvovýroby
- Hotely, ubytovne, reštaurácie
- Rodinné domy
- Školy, školské a predškolské zariadenia
- Administratívne budovy
- Objekty veľkoobchodu a maloobchodu

Keďže tento materiál je súčasťou metodického balíčka na prípravu nízkouhlíkových stratégií, je dôležité rešpektovať v ňom jednotnú kategorizáciu budov, ktorá vychádza z platných stavebných tepelno-technických noriem.¹

Rodinné domy sú jednoznačne najvýznamnejšou kategóriou budov z hľadiska spotreby energie. Domovy sociálnej starostlivosti a domovy dôchodcov sú v podstate budovami na bývanie, takže sa pre účely tejto metodiky dajú zaradiť buď k bytovým domom, prípadne do kategórie budovy nemocníc, s ktorými majú podobné množstvá a režimy odberu tepla a teplej vody.

Otázne je zaradenie objektov priemyslu a poľnohospodárskej prvovýroby: spotreba v budovách tejto kategórie je veľmi individuálna a okrem toho, keďže ide najmä o súkromný sektor, bude komplikované získať dostatočne presné údaje/odhady ich energetickej spotreby (až potom má význam uvažovať o nahradení konkrétneho primárneho energetického zdroja v tomto type budov slnečnou energiou). Medzi spotrebou energie napríklad pivovaru alebo konzervárňami a výrobou drevených hračiek môže byť totiž obrovský rozdiel. Avšak ak by sme aj z uvedených dôvodov v takýchto budovách neuvažovali o spotrebe energie na technologické účely, stále je treba počítať so spotrebou tepla na vykurovanie (tá sa dá odhadnúť napr. z priemernej potreby na základe obostavaného priestoru) a na prípravu teplej vody pre ich pracovníkov.

Poradie budov z hľadiska spotreby energie a výhodnosti uplatnenia termických solárnych systémov v rámci jednotnej kategorizácie budov je teda nasledovné:

- Budovy nemocníc (vrátane domovov sociálnej starostlivosti a domovov dôchodcov)
- Bytové domy
- Budovy hotelov a reštaurácií
- Rodinné domy
- Budovy škôl a školských zariadení (s podmienkou, že sú celoročne využívané)
- Administratívne budovy
- Budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby

Priemyselné objekty a objekty poľnohospodárskej prvovýroby je treba posúdiť individuálne.

¹ Podľa STN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov sa budovy členia na nasledovné kategórie: rodinné domy, bytové domy, administratívne budovy, budovy škôl a školských zariadení, budovy nemocníc, budovy hotelov a reštaurácií, športové haly a iné budovy určené na šport a budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby.

Všeobecné podmienky platné pre všetky kategórie budov

- Ekonomicky je jednoznačne výhodné inštalovať slnečné kolektory v objektoch s trvalou, rovnomernou (a čo najvyššou) spotrebou teplej vody a tepla.
- Priemerné množstvo slnečnej energie dopadajúcej na 1 m² na Slovensku: 1 100 – 1 300 kWh/rok.
- Energetický zisk z priemerného slnečného kolektora (panelu): 750 – 900 kWh/rok.
- Priemerná účinnosť solárneho systému: 30 – 40 %.
- Plocha priemerného (plochého) slnečného kolektora: 2 m².
- Na 1 priemerný slnečný kolektor treba pri inštalácii na plochej streche alebo na teréne počítať s plochou asi 4 m².
- V prípade inštalácie na šikmej ploche so sklonom v rozpätí 25° – 60° je potrebná plocha rovná ploche slnečného kolektora.
- Na jeden priemerný plochý slnečný kolektor pripadá 50 – 100 litrov objemu zásobníka.
- Pre využívanie slnečných kolektorov na podporu vykurovania platí podmienka, že slnečné kolektory sa dajú využívať v objektoch s nízkokoteplotnými vykurovacími systémami a nízkou mernou tepelnou stratou: merná spotreba tepla na vykurovanie musí byť menšia ako 50 kWh/m²/rok a požadovaná teplota vykurovacej vody nepresahuje 45 °C. Keďže v starej zástavbe prevažujú objekty, ktoré tejto požiadavke nevyhovujú, minimálne 50 % budov sa považuje iba za podmiennečne vhodné. To znamená, že až po znížení tepelných strát v takýchto budovách a úprave ich vykurovacieho systému sa dá začať riešiť solárna podpora vykurovania.

Špecifické podmienky

Budovy nemocníc

- Ročný potenciál solárneho tepla treba stanoviť na základe počtu lôžok a priemernej obsadenosti zdravotníckeho zariadenia.
- V objektoch nemocníc a domovoch sociálnej starostlivosti denná spotreba teplej vody na 1 osobu obvykle presahuje 100 litrov, v objektoch s prevažne imobilnými pacientami/klientmi môže spotreba dosiahnuť až 150 litrov.
- Priemerné straty tepla v rozvodoch teplej vody prekračujú 60 %, preto sa uvažuje so spotrebou 100 kWh/m³ teplej vody.
- Ekonomicky zmysuplné je zabezpečiť do 50 % potrebnej tepelnej energie na prípravu teplej vody zo slnka.
- Objekty musia poskytovať dostatočnú vhodnú plochu pre umiestnenie kolektorov. Tie budú najčastejšie inštalované na strechách budov, ale môžu tiež tvoriť prekrytia parkovísk, zatieniť chodníky a podobne. Keďže ide všeobecne o objekty s veľkou spotrebou teplej vody, budú potrebné zásobníky veľkých objemov a na ich umiestnenie bude tiež potrebný priestor. Z uvedených všeobecných podmienok vyplýva potreba 50 – 100 litrov objemu zásobníka na jeden kolektor, resp. 50 – 100 litrov objemu zásobníka na 1 kW tepelného výkonu solárneho zariadenia.

Bytové domy

- Kategóriu bytových domov treba rozdeliť na dve podskupiny: do 6 obytných podlaží a nad 6 podlaží (v prípade budov s viac ako 6 obytnými podlažiami už štatisticky nie je dostatočne veľká disponibilná plocha na streche na inštalovanie dostatočného počtu kolektorov).
- Do 6 obytných podlaží je technicky možné zo slnečných kolektorov zabezpečiť až 50-percentné pokrytie ročnej potreby tepla na ohrev teplej vody. Pri vyšších budovách je to maximálne 30 – 35 %.
- Prax a merania ukazujú, že najmä v starších bytových domoch sú príliš vysoké straty tepla v rozvodoch teplej vody – straty sú obvykle na úrovni 60 % a viac. Preto uvažujeme s priemernou spotrebou tepla 100 kWh na ohrev 1 m³ teplej vody (oproti 60 kWh/m³ teplej vody v rodinných domoch). V prípade nedostatočne izolovaných rozvodov teplej vody v bytových domoch uvažujeme s hodnotou 160 kWh/m³ a v prípade dobre izolovaných rozvodov s riadenou cirkuláciou uvažujeme s hodnotou 80 kWh/m³.
- Slnečné kolektory budú najčastejšie inštalované na strechách budov (plochých alebo sedlových), ale môžu tiež tvoriť prekrytia parkovísk, zatieniť chodníky, byť upevnené na zábradliach budov alebo byť súčasťou fasády. Keďže ide všeobecne o objekty s veľkou spotrebou teplej vody, budú potrebné zásobníky veľkých objemov a tie si vyžadujú primeraný priestor (pozri všeobecné podmienky).
- S využitím solárnych systémov na podporu vykurovania bytových domov sa neuvažuje. Obvykle v nich nie je žiadna vhodná plocha pre dostatočný počet kolektorov a vo veľkej väčšine prípadov by takéto riešenie nebolo ekonomicky zmysuplné.
- Osobitne treba posúdiť prípady objektov občianskej vybavenosti, ktoré by sa mohli v budove nachádzať. Tie majú obvykle výrazne odlišné požiadavky na spotrebu teplej vody a režim jej odberu a okrem toho môžu byť

začlenené do inej kategórie. Jednou z hlavných prekážok inštalácie solárneho systému na takéto polyfunkčné objekty sú majetkovo-právne vzťahy a prípadné rozúčtovanie tepla. V niektorých prípadoch budú môcť byť jednotlivé prevádzky napojené na spoločný systém, ale inokedy budú musieť mať separátne zariadenia. Pre potreby tvorby nízkouhlíkových stratégií navrhujeme vyčleniť ich ako objekty so separátnymi solárnymi zariadeniami. Ale keďže môže ísť o veľmi rôznorodú a širokú paletu činností s veľmi rozdielnymi nárokmi na teplú vodu, odporúčame vychádzať zo štatisticky priemernej spotreby teplej vody: 1 liter na 1 m² a deň (to je napr. pri 6-dňovom pracovnom týždni a po zohľadnení sviatkov asi 300 litrov/m² za rok).

Hotely a reštaurácie

- Pre hotely a ubytovacie zariadenia sa uvažuje s dennou spotrebou teplej vody 60 l na osobu a predpokladá sa systém prípravy teplej vody porovnateľný s bytovými domami, t. j. so spotrebou tepla na úrovni 100 kWh/m³.
- Podľa štatistík prevádzkovateľov hotelov je priemerná vyťaženosť hotelov asi 60 % (tento koeficient však môže byť rôzny – podľa toho sa dosadí do výpočtového vzorca konkrétna hodnota).
- V prípade reštaurácií sa počíta so 4 l teplej vody na prípravu 1 jedla. Východiskový údaj pre stanovenie veľkosti solárneho systému je teda priemerný denný počet pripravených jedál.
- Tepelné straty v rozvodoch teplej vody bývajú v reštauráciách o niečo nižšie oproti bytovým domom, lebo teplá voda sa väčšinou pripravuje lokálne v kuchyniach, takže potreba tepla je na úrovni 80 kWh/m³.
- V prípade hotelov a reštaurácií je technicko-ekonomicky zmysluplné pokryť do 50 % celoročnej potreby energie na prípravu teplej vody solárnymi zariadeniami.
- Čo sa týka plochy potrebnej na inštaláciu kolektorov a zásobníkov v hoteloch a reštauráciách, platia rovnaké podmienky ako v prípade nemocníc.

Objekty priemyslu a poľnohospodárskej prvovýroby

- Ak vynecháme z dôvodov uvedených v časti o kategorizácii budov potrebu teplej vody na technologické účely, v prípade týchto budov je treba vždy uvažovať so spotrebou tepla na vykurovanie (priemerná spotreba sa dá určiť napr. na základe obostavaného priestoru) a na prípravu teplej vody pre pracovníkov (predpokladaná denná spotreba teplej vody je 20 l/osobu).
- Do tejto kategórie môžeme zaradiť rôzne služby s pomerne veľkou spotrebou teplej vody, napr. práčovne, čistiarne, holičstvá, kaderníctva a podobne (predpokladaná denná spotreba teplej vody v týchto prípadoch je 30 l/klienta).
- Technicko-ekonomicky je zmysluplné pokryť do 50 % celoročnej potreby energie na prípravu teplej vody solárnymi zariadeniami.
- Nároky na plochu potrebnú na inštaláciu kolektorov a zásobníkov sú podobné ako v prípade nemocníc.

Rodinné domy

- Uvažujeme s 2 veľkostnými skupinami domácností žijúcich v rodinných domoch: 4 – a viacčlenná domácnosť a 2 – 3-členná domácnosť. V prípade menších domácností bude spotreba teplej vody príliš malá na to, aby sa oplátilo inštalovať solárny systém.
- Pre obe veľkostné skupiny platí, že na 75 % rodinných domov je technicky možné inštalovať solárne systémy (v štvrtine prípadov to rôzne technické, architektonické a terénne obmedzenia neumožňujú).
- 4 – a viacčlenná domácnosť: vykryje spotrebu teplej vody 3 plochými slnečnými kolektormi; priemerná denná spotreba teplej vody (50 °C) je 40 l/osobu. Po zohľadnení tepelných strát zásobníka a rozvodov je na prípravu teplej vody potrebné približne 3 500 kWh/rok (40 litrov × 4 osoby × 365 dní × 60 kWh/1 m³). Kolektory dodajú asi 2 000 kWh, čo predstavuje okolo 55 – 60 %.
- 3-členná domácnosť: vykryje spotrebu teplej vody 2 plochými slnečnými kolektormi. Pri rovnakej priemernej dennej spotrebe teplej vody (50 °C) 40 l/osobu a po zohľadnení strát zásobníka a rozvodov je na prípravu teplej vody potrebné približne 2 630 kWh/rok (40 litrov × 3 osoby × 365 dní × 60 kWh/1 m³). Kolektory dodajú asi 1 500 kWh, čo predstavuje okolo 55 – 60 %.
- Využitie slnečných kolektorov na podporu vykurovania je ekonomicky opodstatnené iba v rodinných domoch, v ktorých je merná spotreba tepla na vykurovanie nižšia ako 50 kWh/m²/rok a z nich na 90 % sa technicky dá inštalovať solárny systém; na jeden takýto rodinný dom sa uvažuje inštalácia 20 panelov (40 m²). Prax ukazuje, že v takýchto prípadoch je možné využiť z 1 kolektora okolo 250 – 300 kWh/rok, keďže prebytočné teplo sa v letnom polroku nevyužije. Celkový energetický príspevok solárneho systému pre jeden nízkoenergetický dom bude 5 000 – 6 000 kWh/rok.

Školy a školské zariadenia

- Túto kategóriu budov všeobecne nepovažujeme za vhodnú na inštaláciu slnečných kolektorov, pretože školy v letných mesiacoch obyčajne nie sú využívané. Pri kvantifikácii potenciálu termického využívania slnečnej energie preto túto kategóriu môžeme zanedbať.
- Výnimkou budú školské objekty s celoročnou prevádzkou vrátane letných prázdnin. Môžu to byť napríklad telocvične, internáty a školské jedálne. Ak je splnená táto podmienka, potenciál pre internáty a jedálne sa vypočíta podľa pravidiel uvedených pre hotely a reštaurácie.
- V prípade denne využívaných telocviční platí, že priemerná denná spotreba teplej vody (50 °C) je 15 l/osobu a priemerná spotreba tepla na prípravu teplej vody je 100 kWh/m³, pričom je technicko-ekonomicky zmysluplné pokryť do 50 % celoročnej potreby energie na prípravu teplej vody solárnym zariadením.

Administratívne budovy

- Potenciál využitia solárnej termiky v administratívnych budovách je relatívne malý, keďže spotreba teplej vody v tejto kategórii budov je všeobecne malá a ťažko odhadnuteľná.
- Podľa platnej legislatívy však všetky nové verejné budovy už musia spĺňať veľmi prísne požiadavky na energetickú hospodárnosť² a túto podmienku bez inštalácie zariadení využívajúcich obnoviteľné zdroje energie nespĺnia.
- Podobne ako v predchádzajúcich prípadoch, zatiaľ nepredpokladáme využitie slnečných kolektorov na podporu vykurovania, ale iba na prípravu teplej vody. Technická norma uvažuje s potrebou tepla 6 kWh/m²/rok, čo pri zohľadnení priemerných strát v rozvodoch teplej vody predstavuje asi 10 kWh/m²/rok. Aj v tomto prípade považujeme za zmysluplné 50-percentné pokrytie energetickej potreby slnečnými kolektormi.

CZT/DZT

- Za centrálnu zásobovacieho tepla (CZT) sa považuje distribúcia tepla z domovej kotolne (napr. byty vykurované z kotla v suteréne bytovky alebo v jej bezprostrednom okolí). Za diaľkové zásobovanie tepla (DZT) sa považuje distribúcia tepla z kotolne, ktorá nie je umiestnená v bezprostrednej blízkosti vykurovanej budovy (napr. zo vzdialenejšej mestskej teplárne).
- V tomto prípade nerozlišujeme medzi CZT a DZT, aj keď by v prípade CZT boli výsledky priaznivejšie, keďže straty tepla v rozvodoch CZT sú oproti DZT nižšie.
- Zatiaľ sa neuvažuje s využitím termických solárnych kolektorov na vykurovanie v rámci CZT/DZT, ale iba s prípravou teplej vody. Na základe skúseností výrobcov solárnych systémov uvažujeme s tým, že slnečné kolektory pokrývajú iba malú časť energie potrebnej na ohrev teplej vody prostredníctvom CZT/DZT. Dôvodom je viac:
 - nedostatok vhodných disponibilných plôch na inštaláciu slnečných kolektorov,
 - veľké dĺžky rozvodov nielen sekundárnych, ale aj primárnych sietí a z toho vyplývajúce neúnosne veľké straty v pomere k množstvu solárneho tepla,
 - priestorové obmedzenia na inštaláciu dostatočne veľkých solárnych zásobníkov,
 - zhoršovanie prevádzkových podmienok konvenčných energetických zdrojov a z toho prameniaca odpor prevádzkovateľov týchto zariadení (ktorými sú často mestá a obce a tie sa rozhodujú podľa krátkodobých finančných parametrov).

Z realizovaných systémov v takýchto zariadeniach (Žilina, Bratislava-Petržalka, Dubnica nad Váhom, Lednicke Rovne) vyplýva, že slnečnou energiou je možné pokryť najviac 20 % energie potrebnej na výrobu teplej vody v rámci CZT.

2 Legislatíva upravujúca energetickú hospodárnosť budov (zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov v znení neskorších predpisov) požaduje, aby od 1. januára 2019 všetky nové budovy verejnej správy dosahovali energetickú úroveň budov s takmer nulovou potrebou energie danú hornou hranicou energetickej triedy A0. Od 1. januára 2021 bude táto požiadavka platiť pre všetky nové budovy.

Postupy pre kvantifikáciu ročného energetického potenciálu termického využitia slnečnej energie

Budovy nemocníc

$$Q = n * O * 10^{-2} * V * 10^{-3} * 365 * q * 0,5 \quad [\text{kWh}]$$

kde:

- n – celkový počet lôžok [os]
- O – obsadenosť zdravotníckeho zariadenia [%]
- V – denná spotreba teplej vody na osobu [l/os.deň]
priemer V = 100 l/os.deň
- q – spotreba tepla na prípravu teplej vody [kWh/m³]
priemer q = 100 kWh/m³
- k – koeficient ekonomickej optimálnosti [-]
k = 0,5

Po dosadení konkrétnych hodnôt: $Q = 18,25 * n * O$ [kWh]

Bytové domy

$$Q = n * V * 10^{-3} * 365 * q * k \quad [\text{kWh}]$$

kde:

- n – počet obyvateľov jedného bytu [os]
priemerná hodnota n = 2,5 os
- V – merná spotreba teplej vody na osobu [l/os.deň]
priemerná hodnota V = 30 – 35 l/os.deň
- q – spotreba tepla na prípravu teplej vody [kWh/m³]
pre bytové domy s priemernými stratami tepla v rozvodoch q = 100 kWh/m³
pre bytové domy s malými stratami tepla v rozvodoch q = 80 kWh/m³
pre bytové domy s veľkými stratami tepla v rozvodoch q = 160 kWh/m³
- k – koeficient ekonomickej optimálnosti [-]
pre bytové domy do 6 podlaží k = 0,50
pre bytové domy nad 6 podlaží k = 0,35

Po dosadení konkrétnych hodnôt:

- pre byt v bytovom dome do 6 obytných podlaží s priemernými stratami tepla v rozvodoch:
 $Q = 1\,597 \text{ kWh}$ ($2,5 * 35 * 0,001 * 365 * 100 * 0,5$ [kWh])
- pre byt v bytovom dome nad 6 obytných podlaží s priemernými stratami tepla v rozvodoch:
 $Q = 1\,118 \text{ kWh}$ ($2,5 * 35 * 0,001 * 365 * 100 * 0,35$ [kWh])
- pre byt v bytovom dome do 6 obytných podlaží s malými stratami tepla v rozvodoch:
 $Q = 1\,278 \text{ kWh}$ ($2,5 * 35 * 0,001 * 365 * 80 * 0,5$ [kWh])

- pre byt v bytovom dome nad 6 obytných podlaží s malými stratami tepla v rozvodoch:
Q = 895 kWh ($2,5 * 35 * 0,001 * 365 * 80 * 0,35$ [kWh])
- pre byt v bytovom dome do 6 obytných podlaží s veľkými stratami tepla v rozvodoch:
Q = 2 555 kWh ($2,5 * 35 * 0,001 * 365 * 160 * 0,5$ [kWh])
- pre byt v bytovom dome nad 6 obytných podlaží s malými stratami tepla v rozvodoch:
Q = 1 789 kWh ($2,5 * 35 * 0,001 * 365 * 160 * 0,35$ [kWh])

Hotely

$$Q = n * O * 10^{-2} * V * 10^{-3} * 365 * q * k \quad [\text{kWh}]$$

kde:

- n – celkový počet lôžok [os]
- O – priemerná ročná vyťaženosť hotela [%]
- V – denná spotreba teplej vody na osobu [l/os.deň]
priemer V = 60 l/os.deň
- q – spotreba tepla na prípravu teplej vody [kWh/m³]
priemer q = 100 kWh/m³
- k – koeficient ekonomickej optimálnosti [-]
k = 0,5

Po dosadení konkrétnych hodnôt: **Q = 10,95 * n * O** [kWh]

Reštaurácie

$$Q = n * P * V * 10^{-3} * q * k \quad [\text{kWh}]$$

kde:

- n – celkový priemerný počet pripravených jedál za deň [porcia]
- P – počet dní prevádzky za rok [deň]
napr. v prípade celoročnej prevádzky bez sviatkov a dovolení P = 300 dní
- V – denná spotreba teplej vody na prípravu jedného jedla [l/porcia]
priemer V = 4 l/porcia
- q – spotreba tepla na prípravu teplej vody [kWh/m³]
priemer q = 80 kWh/m³
- k – koeficient ekonomickej optimálnosti [-]
k = 0,5

Po dosadení konkrétnych hodnôt: **Q = 48 * n** [kWh]

Objekty priemyslu a poľnohospodárskej prvovýroby

$$Q = P * (n_1 * V_1 + n_2 * V_2) * 10^{-3} * q * k \quad [\text{kWh}]$$

kde:

- P – počet dní prevádzky za rok [deň]
napr. v prípade 5-dňovej prevádzky za týždeň $P = 250$ dní
- n_1 – počet pracovníkov [os]
- V_1 – denná spotreba teplej vody na osobu [l/os.deň]
priemer $V = 20$ l/os.deň
- n_2 – počet klientov prevádzky za deň [klient]
- V_2 – spotreba teplej vody na klienta [l/klient.deň]
priemer $V = 30$ l/klient.deň
- q – spotreba tepla na prípravu teplej vody [kWh/m^3]
priemer $q = 100$ kWh/m^3
- k – koeficient ekonomickej optimálnosti [-]
 $k = 0,5$

Po dosadení konkrétnych hodnôt v prípade 5-dňovej týždennej prevádzky: $Q = 250 * n_1 + 375 * n_2$ [kWh]

Rodinné domy – príprava teplej vody

$$Q = n * V * 10^{-3} * 365 * q * \eta \quad [\text{kWh}]$$

kde:

- n – priemerný počet obyvateľov jedného bytu [os]
pre 4 – a viacčlenné domácnosti $n = 4$ os
pre najviac 3-členné domácnosti $n = 3$ os
- V – merná spotreba teplej vody na osobu [l/os.deň]
priemerná hodnota $V = 40$ l/os.deň
- q – spotreba tepla na prípravu teplej vody [kWh/m^3]
pre rodinné domy $q = 60$ kWh/m^3
- η – max. podiel solárneho tepla na celoročnej spotrebe energie na prípravu teplej vody [%]
 $\eta = 55 - 60$ %

Po dosadení konkrétnych hodnôt:

- v prípade rodinného domu so 4 a viac obyvateľmi (3 kolektory): $Q = 2\ 000$ kWh
- v prípade rodinného domu s 3 obyvateľmi (2 kolektory): $Q = 1\ 500$ kWh

Rodinné domy – podpora vykurovania

$$Q = n * q \quad [\text{kWh}]$$

kde:

- n – celkový počet plochých slnečných kolektorov [kol]
- q – priemerná ročná využiteľná produkcia tepla z 1 kolektora [kWh/rok.kol]
q = 250 ÷ 300 kWh/rok.kol

Po dosadení konkrétnych hodnôt: $Q = (250 \div 300) * n$ [kWh]**Školy a školské zariadenia**

$$Q = n * P * V * 10^{-3} * q * k \quad [\text{kWh}]$$

kde:

- n – priemerný denný počet návštevníkov telocvične [os]
- P – počet dní prevádzky za rok [deň]
- V – denná spotreba teplej vody na osobu [l/os.deň]
priemer V = 15 l/os.deň
- q – spotreba tepla na prípravu teplej vody [kWh/m³]
priemer q = 100 kWh/m³
- k – koeficient ekonomickej optimálnosti [-]
k = 0,5

Po dosadení konkrétnych hodnôt v prípade prevádzky 300 dní za rok: $Q = 225 * n$ [kWh]**Administratívne budovy**

$$Q = S * q * k \quad [\text{kWh}]$$

kde:

- S – súčet zastavanej plochy všetkých podlaží vymedzených teplovýmenným obalom (t.j. ochladzovanými obvodovými stenami) bez balkónov a lodžií a vrátane hrúbky stien [m²].
Je daná vonkajšími rozmermi budovy.
- q – merná potreba energie na prípravu teplej vody po zohľadnení strát v rozvodoch a účinnosti vykurovacieho systému [kWh/m²]
priemer q = 10 kWh/m²
- k – koeficient ekonomickej optimálnosti
k = 0,5

Po dosadení konkrétnych hodnôt: $Q = 5 * S$ [kWh]

CZT/DZT

$$Q = 0,2 * q \quad [\text{kWh}]$$

kde:

q – merná potreba energie na prípravu teplej vody po zohľadnení strát v rozvodoch a účinnosti vykurovacieho systému CZT [kWh/m²]