

Ing. Tímea Szabóová, PhD., doc. Ing. Štefan Pogran, CSc.,  
doc. Ing. Jana Lendelová, PhD., doc. Ing. Ingrid Karandušovská, PhD.,  
Ing. Milada Balková, PhD.

# **ENERGETICKÝ AUDIT NÁVODY NA CVIČENIA**

**Časť I. Budovy**

Nitra 2020

Vydala Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
vo Vydavateľstve SPU

Autori: Ing. Tímea Szabóová, PhD. (2,36 AH)  
Katedra zariadení stavieb a bezpečnosti techniky  
TF, SPU v Nitre

doc. Ing. Štefan Pogran, CSc. (1,13 AH)  
Katedra zariadení stavieb a bezpečnosti techniky  
TF, SPU v Nitre

doc. Ing. Jana Lendelová, PhD. (1,71 AH)  
Katedra zariadení stavieb a bezpečnosti techniky  
TF, SPU v Nitre

doc. Ing. Ingrid Karandušovská, PhD. (2,35 AH)  
Katedra zariadení stavieb a bezpečnosti techniky  
TF, SPU v Nitre

Ing. Milada Balková, PhD. (1,65 AH)  
Katedra zariadení stavieb a bezpečnosti techniky  
TF, SPU v Nitre

Recenzenti: doc. Ing. Silvia Vilčeková, PhD.  
Ing. Dušan Páleš, CSc.

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 25. 9. 2020  
ako skriptá pre študentov SPU.

© T. Szabóová, Š. Pogran, J. Lendelová, I. Karandušovská, M. Balková, Nitra 2020

ISBN 978-80-552-2217-2

## PREDSLOV

Energetický audit možno definovať ako dodržiavanie systematického postupu k získavaniu dostatočných informácií o aktuálnom stave a charakteristike spotreby energie potrebných na identifikáciu a návrh nákladovo efektívnych možností úspor energie v budove, v skupine budov, v priemyselnej prevádzke, v obchodnej prevádzke alebo v zariadení na poskytovanie služieb. Energetický audit je založený na technickom, environmentálnom a ekonomickom hodnotení, zohľadňujúcom životný cyklus budov a prevádzok.

Predkladané skriptá sa zaoberajú prvou časťou tejto širokej problematiky a sú venované tepelno-technickým vlastnostiam obalových konštrukcií budov vo vzťahu k stanoveným podmienkam vnútorného prostredia budov a miestnym klimatickým podmienkam.

V rámci zberu údajov potrebných k vypracovaniu energetického auditu audítor berie do úvahy aspekty každého prvku obalových konštrukcií budovy akými sú: hodnota súčiniteľa prechodu tepla  $U$ , tepelná zotrvačnosť, orientácia k svetovým stranám a tienenie budovy, tepelné mosty, tepelné straty prechodom cez stavebnú konštrukciu, tepelné straty vetraním, tepelné zisky, insoláciu vnútorných priestorov a pod.

Energetický audítor potrebuje k svojmu výkonu zhromaždiť a overiť množstvo dokumentov a údajov. Veľmi významnou je najmä projektová dokumentácia. Z tohto dôvodu je do obsahu skript zaradená aj kapitola pojednávajúca o základoch čítania a kreslenia stavebných výkresov.

Aby audítor pracoval s aktuálnymi informáciami, musí všetky získané podstatné informácie overiť počas prehliadky na danom mieste. Posudzuje stupeň opotrebenia, degradácie a predpokladanej zostatkovej životnosti obalového plášťa budovy. Do úvahy berie fyzický stav prvkov dlhodobej životnosti (napr. nosný konštrukčný systém), ako aj prvkov krátkodobej životnosti (napr. transparentné prvky). K zisťovaniu diagnostikovaných porúch je vhodné používať a ovládať prácu s termovíznymi zariadeniami.

V rámci zamerania týchto skript je venovaná jedna kapitola prístrojovému vybaveniu. V rámci nej sú uvedené postupy k získavaniu údajov o kvalite vnútorného prostredia budov prostredníctvom snímačov (teplota, relatívna vlhkosť, rýchlosť prúdenia vzduchu). Do záverečnej časti je zaradená kapitola venovaná environmentálnemu hodnoteniu vnútorného prostredia a interakcii škodlivín k tvorbe emisií.

Skriptum je určené pre poslucháčov Technickej fakulty Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre a je koncipované tak, že po stručnom teoretickom základe sú uvádzané vzorové riešenia príkladov. Pripravovaná Časť II. bude venovaná činnostiam a procesom vykonávaným v budovách, správaní používateľov a súvisiacemu prevádzkovému režimu budov.

## ÚVOD

Energetické audity sú primárne určené k posudzovaniu energetickej náročnosti výrobných budov s následným návrhom ekonomicky efektívnych opatrení.

Tepelná energia prechádzajúca obalovým plášťom budovy závisí od:

- miestnych klimatických podmienok,
- tepelno-technických vlastností obalových konštrukcií budovy,
- určených podmienok vnútorného prostredia so zabezpečením tepelnej pohody užívateľov, technologických činností resp. chovu hospodárskych zvierat,
- správania užívateľov a prevádzkového režimu so zameraním na zníženie jej energetickej náročnosti.

Energetický audítor (ďalej len audítor) počas energetického auditu budovy (ďalej len audit), musí analyzovať potenciál úspor energie v súlade s predmetom a cieľom auditu. V zmysle dohody môže byť cieľom auditu:

- zníženie spotreby energie a nákladov na vykurovanie,
- zníženie negatívnych environmentálnych vplyvov,
- preukázanie súladu spracovaných návrhov s právnymi predpismi alebo s dohodnutými záväzkami.

Audítor vo vzťahu k obalovým konštrukciám vykonáva analýzu, ktorá má spravidla nasledovnú postupnosť:

1. *Zber údajov.* Audítor zozbiera dostupné informácie dotýkajúce sa:
  - klimatických údajov,
  - prevádzkového režimu posudzovaných priestorov týkajúcich sa kvality vnútorného prostredia (teploty, vlhkosti, denného osvetlenia, škodlivín...),
  - účelu, obsadenosti a o významných zmenách v posledných troch rokoch,
  - existujúcu projektovú dokumentáciu a dokumentáciu údržby (projekt skutočného vyhotovenia stavby,
  - údaje o spotrebičoch a ich charakteristikách potrebných k vyčísleniu tepelných ziskov.
2. *Obhliadka budovy.* Audítor zhodnotí stav opotrebenia, degradácie a prípadne aj predpokladanej zostatkovej životnosti obalového plášťa budovy.  
Posudzované sú:
  - fyzický stav prvkov dlhodobej životnosti (nosné stavebné konštrukcie),
  - fyzický stav prvkov krátkodobej životnosti (najmä transparentné prvky, druh zasklenia a vlastnosti denného osvetlenia),
  - tepelné mosty.
3. *Hodnotenie plnenia normatívnych kritérií zameraných na stavebnú tepelnú techniku.* Audítor analyzuje:
  - súčiniteľ prechodu tepla,
  - hygienické kritérium vo vzťahu k najnižšej vnútornej povrchovej teplote konštrukcií,
  - pokles dotykovej teploty podlahy,
  - šírenie vlhkosti v konštrukcii,
  - intenzitu výmeny vzduchu v daných priestoroch,
  - tepelnú stabilitu miestností v letnom a zimnom období,
  - stavebno-energetické vlastnosti budovy.

4. *Návrhy variantných opatrení.* Audítor predloží návrhy vzťahujúce sa k:
- tepelno-technickému riešeniu obalového plášťa,
  - prevádzkovému režimu vykurovacieho systému,
  - environmentálnym dopadom.

## OBSAH

|          |                                                                                                   |     |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|          | <b>PREDSLOV</b> .....                                                                             | 3   |
|          | <b>ÚVOD</b> .....                                                                                 | 4   |
| <b>1</b> | <b>ČÍTANIE STAVEBNÝCH VÝKRESOV</b> .....                                                          | 6   |
| 1.1      | Používanie mierok .....                                                                           | 6   |
| 1.2      | Čiary a vyplňovanie plôch .....                                                                   | 7   |
| 1.2.1    | Označovanie stavebných materiálov v reze .....                                                    | 9   |
| 1.3      | Grafické stvárnenie výkresov .....                                                                | 11  |
| 1.3.1    | Zobrazovanie pôdorysov podlaží .....                                                              | 11  |
| 1.3.2    | Zobrazovanie zvislých rezov a prierezov .....                                                     | 14  |
| 1.3.3    | Zobrazovanie pohľadov .....                                                                       | 15  |
| 1.4      | Všeobecné zásady kótovania .....                                                                  | 16  |
| <b>2</b> | <b>KLIMATICKÉ ÚDAJE SLOVENSKA</b> .....                                                           | 22  |
| 2.1      | Výpočtové teploty vonkajšieho vzduchu v zimnom období .....                                       | 22  |
| 2.2      | Výpočtové teploty vonkajšieho vzduchu v letnom období .....                                       | 26  |
| <b>3</b> | <b>ŽIVOTNOSŤ STAVIEB</b> .....                                                                    | 28  |
| 3.1      | Smejkalova bodovacia metóda .....                                                                 | 29  |
| 3.2      | Bradáčova kubická metóda .....                                                                    | 34  |
| <b>4</b> | <b>PODKLADY K ENERGETICKÉMU HODNOTENIU BUDOV<br/>Z HĽADISKA STAVEBNEJ TEPELNEJ TECHNIKY</b> ..... | 39  |
| 4.1      | Faktor tvaru budovy .....                                                                         | 39  |
| 4.2      | Kritérium priemerného súčiniteľa prechodu tepla .....                                             | 41  |
| 4.3      | Energetické kritérium .....                                                                       | 42  |
| 4.4      | Tepelné straty budov .....                                                                        | 43  |
| 4.4.1    | Tepelný odpor .....                                                                               | 43  |
| 4.4.2    | Súčiniteľ prechodu tepla .....                                                                    | 46  |
| 4.4.3    | Tepelná prijímovosť podlahovej konštrukcie .....                                                  | 48  |
| 4.4.4    | Tepelná priepustnosť podláh na teréne .....                                                       | 58  |
| 4.4.5    | Priebeh teploty v stavebných konštrukciách .....                                                  | 65  |
| 4.4.6    | Kondenzácia vodnej pary v stavebných konštrukciách .....                                          | 72  |
| 4.4.7    | Zjednodušená výpočtová metóda tepelných strát .....                                               | 83  |
| 4.5      | Tepelné zisky .....                                                                               | 97  |
| 4.5.1    | Hodnotenie insolácie budov .....                                                                  | 97  |
| 4.6      | Tepelné mosty .....                                                                               | 102 |
| 4.7      | Teplotný útlm stavebných konštrukcií .....                                                        | 107 |
| <b>5</b> | <b>ENVIRONMENTÁLNE HODNOTENIE BUDOV</b> .....                                                     | 112 |
| <b>6</b> | <b>PRÍSTROJOVÉ VYBAVENIE</b> .....                                                                | 119 |
| 6.1      | Meranie teploty vzduchu .....                                                                     | 119 |
| 6.2      | Meranie vlhkosti vzduchu .....                                                                    | 120 |
| 6.3      | Meranie parametrov prúdenia vzduchu .....                                                         | 122 |
| 6.4      | Termovízne merania .....                                                                          | 125 |
| 6.5      | Meracia technika a metódy kontinuálneho merania emisií záťažových<br>plynov .....                 | 127 |
| 6.6      | Meranie denného osvetlenia .....                                                                  | 134 |
|          | <b>POUŽITÁ LITERATÚRA</b> .....                                                                   | 143 |
|          | <b>OBSAH</b> .....                                                                                | 148 |

|                        |                                                                                                                                                                   |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autori                 | Ing. Tímea Szabóová, PhD.<br>doc. Ing. Štefan Pogran, CSc.<br>doc. Ing. Jana Lendelová, PhD.<br>doc. Ing. Ingrid Karandušovská, PhD.<br>Ing. Milada Balková, PhD. |
| Názov                  | ENERGETICKÝ AUDIT<br>Návody na cvičenia. Časť I. Budovy                                                                                                           |
| Určené                 | Pre študentov SPU                                                                                                                                                 |
| Vydavateľ              | Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre                                                                                                                     |
| Vydanie                | Prvé                                                                                                                                                              |
| Vytlačené              | Október 2020                                                                                                                                                      |
| Náklad                 | 150 kusov                                                                                                                                                         |
| Počet strán            | 148                                                                                                                                                               |
| AH-VH                  | 9,20-9,41                                                                                                                                                         |
| Tlač                   | Vydavateľstvo SPU v Nitre                                                                                                                                         |
| ISBN 978-80-552-2217-2 | Cena 5,10 €                                                                                                                                                       |

Rukopis neprešiel redakčnou úpravou vo vydavateľstve.  
Za odbornú náplň vydania zodpovedajú autori.

