

# ENERGETICKÁ CERTIFIKÁCIA BUDOV S PODPOROU VÝPOČTOVEJ TECHNIKY

## *DAS ENERGETISCHE ZERTIFIKAT DER GEBÄUDE MIT DER UNTERSTÜTZUNG DER EDV*

Martin Kováč<sup>1</sup>

### Zusammenfassung

Die Arbeit beschäftigt sich mit der Bewertung der Energieeffizienz und mit der Verarbeitung des energetisches Zertifikat im Sinne des Gesetzes n. 555/2005. Zu diesem Ziel wurde die Software in der Computerprogramme Microsoft Access geschafft. Macht es möglich, in der kurzen Zeit die energetische Klasse zu stellen und im Bedarfsfall kann man Massnahmen zur Verbesserung entwerfen.

### Schlüsselwörter

die Enegie, die Energieanalyse, das Gebäude, das Heizsystem, das Warmwassersystem, die Energiezertifikation

## 1 ÚVOD

Predmetom práce bolo na základe teoretického štúdia a spracovanie problematiky energetickej hospodárnosti a certifikácie budov vytvoriť výpočtový program. Softvér, ktorý by umožňoval stanoviť energetickú triedu budovy a jej systémov, t.j. systém vykurovania, systém prípravy teplej vody, systém chladenia a vetrania, a systém zabudovaného osvetlenia. Nakoľko problematika a rozsah procesu energetickej hospodárnosti a certifikácie budov sú rozsiahle, obmedzil som svoju prácu na vytvorenie programu, ktorý je určený pre kategóriu budov na bývanie, t.j. rodinné a bytové domy.

## 2 TEORETICKÝ VÝKLAD ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI A CERTIFIKÁCIE BUDOV

Slovenská republika, potom ako sa stala právoplatným členom Európskej únie zapracováva jednotlivé nariadenie európskeho parlamentu do svojej legislatívy. Jedným z týchto nariadení je smernica č. 2002/91/ES Energy Performance of Building Directive.

Základným cieľom smernice, ktorá bola implementovaná do slovenského zákona č. 555/2005, je snaha o zlepšenie energetickej hospodárnosti nových i existujúcich budov, zníženie emisií oxidu uhličitého z prevádzky budov.

Ciele, ktoré vyplývajú z prijatej smernice, sa majú zabezpečiť piatimi základnými opatreniami.:

- Určením jednotnej metodiky výpočtu energetickej hospodárnosti budov
- Určením minimálnych požiadaviek na energetickú hospodárnosť nových budov
- Určením minimálnych požiadaviek na energetickú hospodárnosť tzv. existujúcich budov v rámci ich významnej obnovy
- Zavedením povinnej energetickej certifikácie
- Zavedením pravidelnej kontroly prevádzky kotlov a klimatizačných systémov v budovách

Pod pojmom energetická hospodárnosť sa rozumie množstvo energie potrebnej na splnenie všetkých energetických potrieb, ktoré súvisia s normalizovaným užívaním budovy. Jedná sa o množstvo energie pre jednotlivé systémy a to menovite:

- Systém vykurovania
- Systém prípravy teplej vody
- Systém chladenia a vetrania
- Systém zabudovaného osvetlenia

<sup>1</sup> Martin Kováč, Ing., Technická univerzita v Košiciach, Stavebná fakulta, Katedra teórie a techniky prostredia budov/Ústav budov a prostredia, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice, [martin.kovac@tuke.sk](mailto:martin.kovac@tuke.sk)

Pre účely výpočtu sa budovy delia do nasledujúcich kategórii:

- Rodinné domy
- Bytové domy
- Administratívne budovy
- Budovy škôl a školských zariadení
- Budovy nemocníc
- Budovy hotelov a reštaurácií
- Športové haly a iné budovy určené a šport
- Budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby
- Ostatné nevýrobné budovy spotrebujúce energiu

Ak sa jedná o novú veľkú budovu, pod pojmom veľká budova sa rozumie budova, ktorej úžitková plocha je väčšia ako 1000 m<sup>2</sup>, je potrebné, aby sa vo fáze prípravy stavby prehodnotila technická, ekonomická a environmentálna využiteľnosť alternatívnych energetických systémov.

Napríklad možnosť využitia elektriny a tepla zo systémov kombinovanej výroby energie a tepla t.j. kogeneračné jednotky, alebo možnosť zásobovania energiou z lokálnych systémov využívajúcich obnoviteľné zdroje energie t.j. tepelné čerpadlá.

Postupy a opatrenia na zlepšenie energetickej hospodárnosti budov sa nevzťahujú na všetky budovy. Z procesu energetickej hospodárnosti a energetickej certifikácie sú vyňaté nasledovné stavby:

- Budovy a pamätníky chránené z dôvodu historickej alebo architektonickej hodnoty
- Kostoly a iné budovy určené ako miesta na bohoslužby
- Budovy, ktoré sú dočasnými stavbami, s plánovanou dobou užívania menej ako dva roky
- Priemyselné stavby a dielne
- Bytové budovy, ktoré sú určené na užívanie menej ako štyri mesiace v roku
- Samostatne stojace budovy, ktorých úžitková plocha je menšia ako 50 m<sup>2</sup>
- A iné v zmysle zákona č. 555/2005 Z.z.

Pod pojmom energetická certifikácia sa rozumie proces zatriedovania budovy do príslušnej energetickej triedy. Prvotným krokom je stanovenie energetickej náročnosti budovy a následne jej kategorizácia. Proces energetickej certifikácie budovy je povinný:

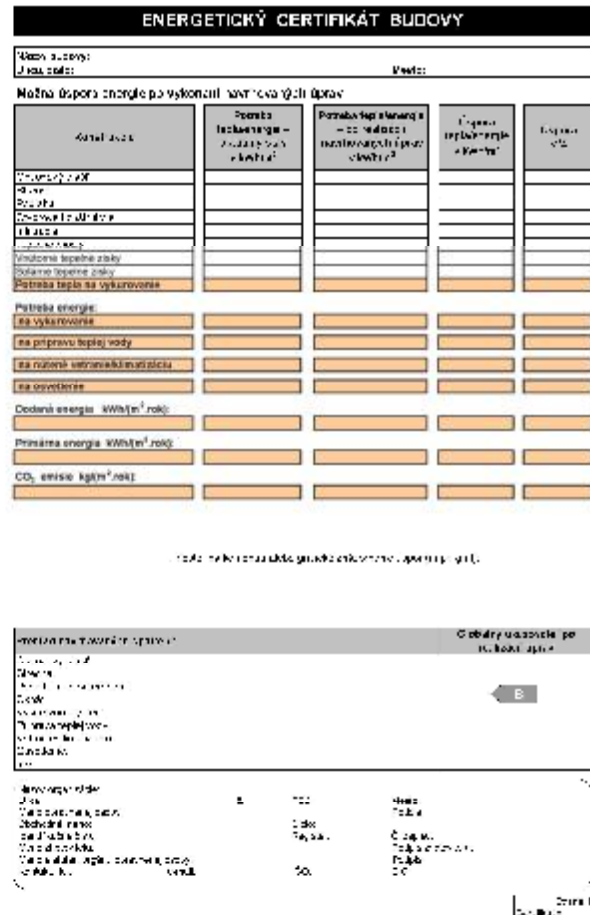
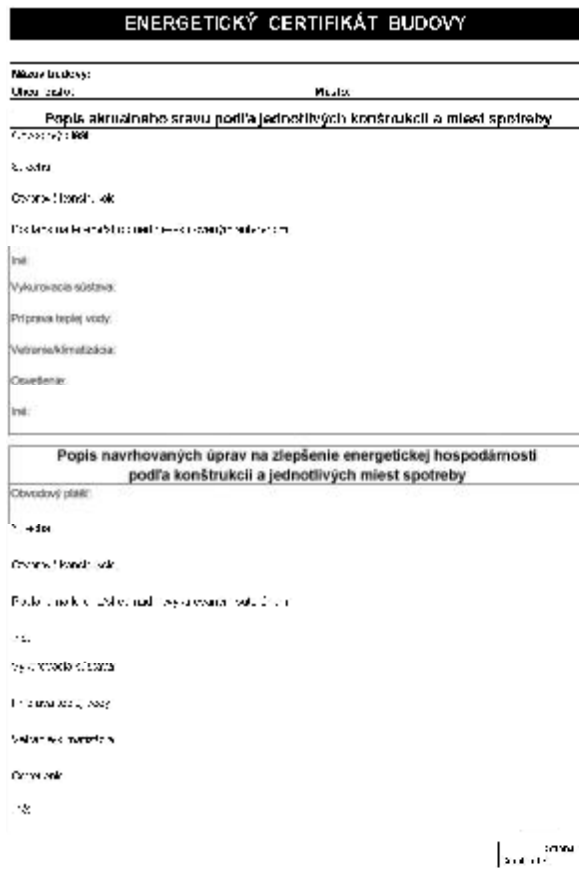
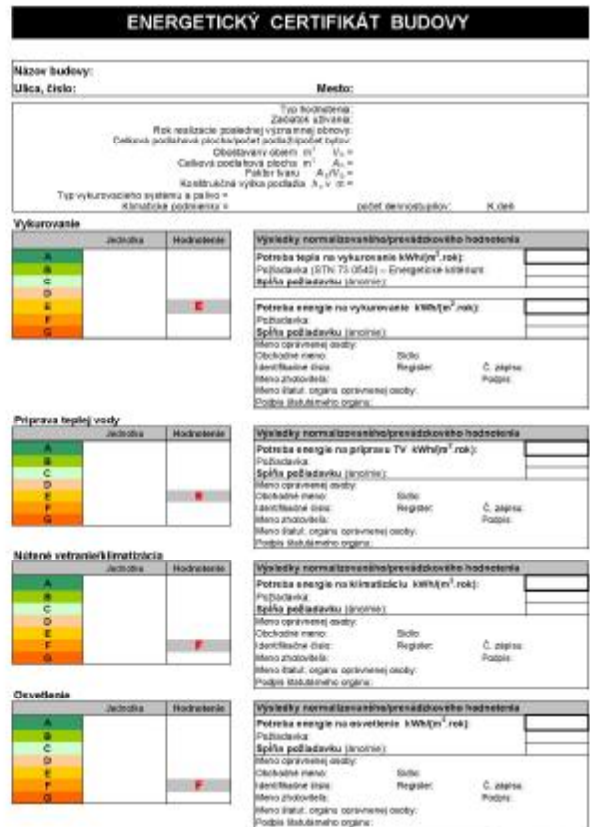
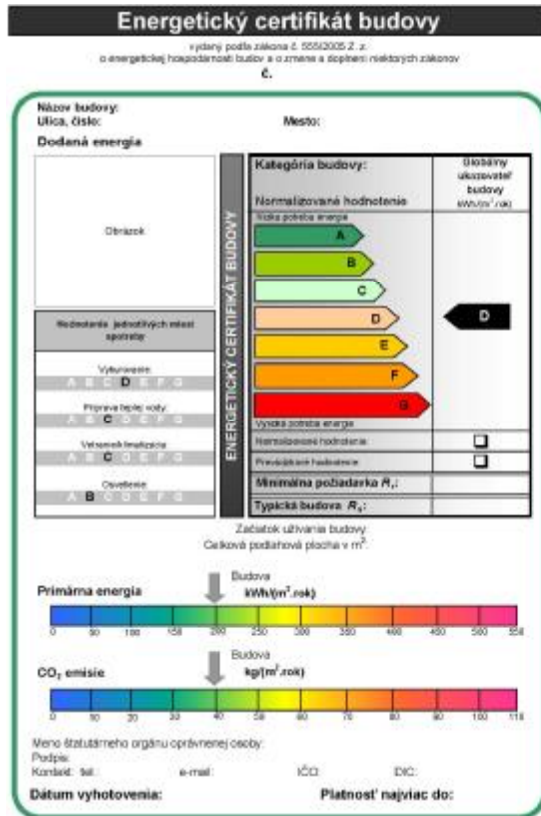
- Pri dokončení novej budovy
- Pri dokončení existujúcej budovy v rámci jej významnej obnovy
- Pri predaji budovy
- Pri prenájme budovy
- Inak je certifikácia dobrovoľná

Platnosť energetického certifikátu je zo zákona max. 10 rokov. K skráteniu doby platnosti certifikátu môže dojsť v dôsledku vykonania stavebných úprav, ktorými sa zmení energetická hospodárnosť budovy.

Primárnym cieľom energetickej certifikácie je hodnotenie a zlepšenie energetickej hospodárnosti budovy.

Okrem toho, že je snahou znížiť množstvo celkovej dodanej energie budove a množstvo vyprodukovaného skleníkového plynu CO<sub>2</sub>, je potrebné si uvedomiť, že sa ovplyvní aj trh s nehnuteľnosťami.

Cena budovy už nebude závisieť len od lokality, od vzdialenosti budovy od centra miest, ale aj od energetickej náročnosti systémov budovy a budovy ako celku.



Obr. 1 Časti energetického certifikátu

### 3 VÝPOČET ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI

#### 3.1 Spôsob hodnotenia

Zákon č. 555/2005 o energetickej hospodárnosti stanovuje štyri spôsoby hodnotenia energetickej náročnosti budov a to nasledovne:

- Projektové hodnotenie
- Normalizované hodnotenie
- Upravené hodnotenie
- Prevádzkové hodnotenie

**Projektové hodnotenie:** kde sa výpočtom určuje potreba energie na vykurovanie, prípravu teplej vody, na chladenie a vetranie, a zabudované osvetlenie v budove na základe projektovej dokumentácie, s použitím vstupných údajov o vonkajších klimatických podmienkach, o vnútornom prostredí budovy a o spôsobe užívania budovy. Uskutočňuje sa vo fáze navrhovania a projektovania novej budovy alebo významnej obnovy existujúcej budovy. Projektové hodnotenie sa robí pre účely stavebného povolenia.

**Normalizované hodnotenie:** určovanie potreby energie pre účely totožné s predchádzajúcim hodnotením, s použitím normalizovaných vstupných údajov o vonkajších klimatických podmienkach, o vnútornom prostredí budovy, o spôsobe užívania budovy a vstupných údajov o skutočnom vyhotovení stavebných konštrukcií a systémov technického zariadenia budovy. Normalizované hodnotenie sa používa v procese udeľovania kolaudačného rozhodnutia a jeho výsledkom je energetický certifikát.

**Upravené hodnotenie:** sa robí z dôvodu optimalizácie potreby energie na vykurovanie, prípravu teplej vody, chladenia a vetrania, a zabudovaného osvetlenia. A to výpočtom podľa skutočných údajov o vonkajších klimatických podmienkach, o vnútornom prostredí budov a spôsobe užívania budovy. Používa sa v prípadoch zlepšenia energetickej náročnosti budovy.

**Prevádzkové hodnotenie:** pod týmto pojmom sa rozumie určovanie skutočnej spotreby energie na vykurovanie, prípravu teplej vody, chladenie a vetranie, a zabudované osvetlenie v budove meraním. Používa sa v energetickej certifikácii.

#### 3.2 Metodika výpočtu energetickej hospodárnosti

Postupnosť krokov určenia energetickej hospodárnosti budov pre jednotlivé spôsoby hodnotenia, t.j. projektové, normalizované, upravené a prevádzkové hodnotenie, určuje príslušná technická normy prEN 15217 Energetická hospodárnosť budov. Výpočtový postup z hľadiska matematického nie je zložitý, je iba pomerne rozsiahly. Do výpočtu vstupujú viaceré faktory, ako charakteristika stavebnej konštrukcie budovy a to predovšetkým tepelnotechnické vlastnosti obvodového plášťa, strešného plášťa i otvorových konštrukcií. Ďalej je to poloha objektu a jeho orientácia, vplyv vonkajších klimatických podmienok, vplyv teploty vzduchu a slnečného žiarenia. Ďalej energetická vybavenosť, prirodzené vetranie a miestne pomery, napr. vplyv susedných budov.

Vyhláška č. 625/2006 uvádza vo svojom obsahu všetky systémy budovy, ktoré podliehajú procesu energetickej certifikácie, a ktoré je teda nutné podrobiť procesu stanovenia energetickej náročnosti. Ku príkladu, napr. bytové a rodinné domy, pre túto kategóriu budov je povinnosťou posudzovať energetickú náročnosť systému vykurovania a systému prípravy teplej vody.

Podľa energetickej náročnosti, ktorá je vyjadrená hodnotou celkovej dodanej energie, sa jednotlivé systémy a samozrejme aj budova zatriedujú na základe hodnotiacej škály do jednotlivých energetických tried v rozsahu A až G.

Z dodanej energie sa podľa jednotlivých miest spotreby energie a energetických médií upravených konverznými faktormi v zmysle prílohy vyhlášky č. 625/2006 stanoví hodnota primárnej energie.

Emisie oxidu uhličitého sa stanovujú z celkovej dodanej energie podľa jednotlivých energetických médií, s využitím príslušných prepočítavacích faktorov podľa prílohy spomínanej vyhlášky.

##### 3.2.1 Charakteristika systémov budovy a jej podsystémov

Pre stanovenie celkovej dodanej energie budove a následne primárnej energie je potrebné určiť množstvo potreby energie pre jej jednotlivé systémy:

- Systém vykurovania
- Systém prípravy teplej vody
- Systém chladenia a vetrania
- Systém zabudovaného osvetlenia

Ďalej budeme hovoriť len o systémoch vykurovania a prípravy teplej vody, ktoré sú predmetom hodnotenia energetickej hospodárnosti budov na bývanie, t.j. rodinné a bytové domy.

**Systém vykurovania:** potreba energie na vykurovanie je súčtom potreby tepla na vykurovanie a celkových tepelných strát systému vykurovania, pričom celkové tepelné straty systému sú súčtom tepelných strát jednotlivých podsystémov.



Obr. 2 Schéma systému vykurovania a jeho podsystémov

Podsystém emisie (odovzdávania) tepla - zohľadňuje typ vykurovacieho systému, polohu vykurovacích telies a teplotný gradient po výške miestnosti.

Podsystém distribúcie tepla – venuje pozornosť tepelným stratám z rozvodov, ktoré môžu byť vedené v priestoroch vykurovaných i nevykurovaných. Potrubné rozvody môžu byť s alebo bez dodatočnej tepelnej izolácie alebo vedené v stavebnej konštrukcii (podlaha, stena).

Podsystém akumulácie - ktorý zohľadňuje tepelné straty zo zásobníkov vykurovacieho média.

Podsystém zdroja tepla – kde sa hodnotia tri stavy prevádzkového režimu a to 100%, 30%, a tzv. STAND-BY režim. Zohľadňuje sa pritom typ kotla a jeho situovanie v budove. Stanovuje sa prídavná energia pre pohon obehového čerpadla.

Pri každom systéme je potrebné podľa uváženia rátať aj s možnosťou navrátenia tepelných strát do priestoru a tým znížiť hodnotu celkovej energetickej bilancie (náročnosti) systému na vykurovanie. Pred konečným určením dodanej energie systému vykurovania je potrebné analyzovať systém prípravy teplej vody, ktorý môže ovplyvniť celkovú energetickú bilanciu systému vykurovania.

**Systém prípravy teplej vody:** potreba energie na prípravu teplej vody je súčtom potreby tepla na ohrev teplej vody a celkových tepelných strát systému prípravy teplej vody. Kde celková tepelná strata systému prípravy teplej vody je súčtom tepelných strát jednotlivých podsystémov.



Obr. 3 Schéma systému prípravy teplej vody a jeho podsystémov

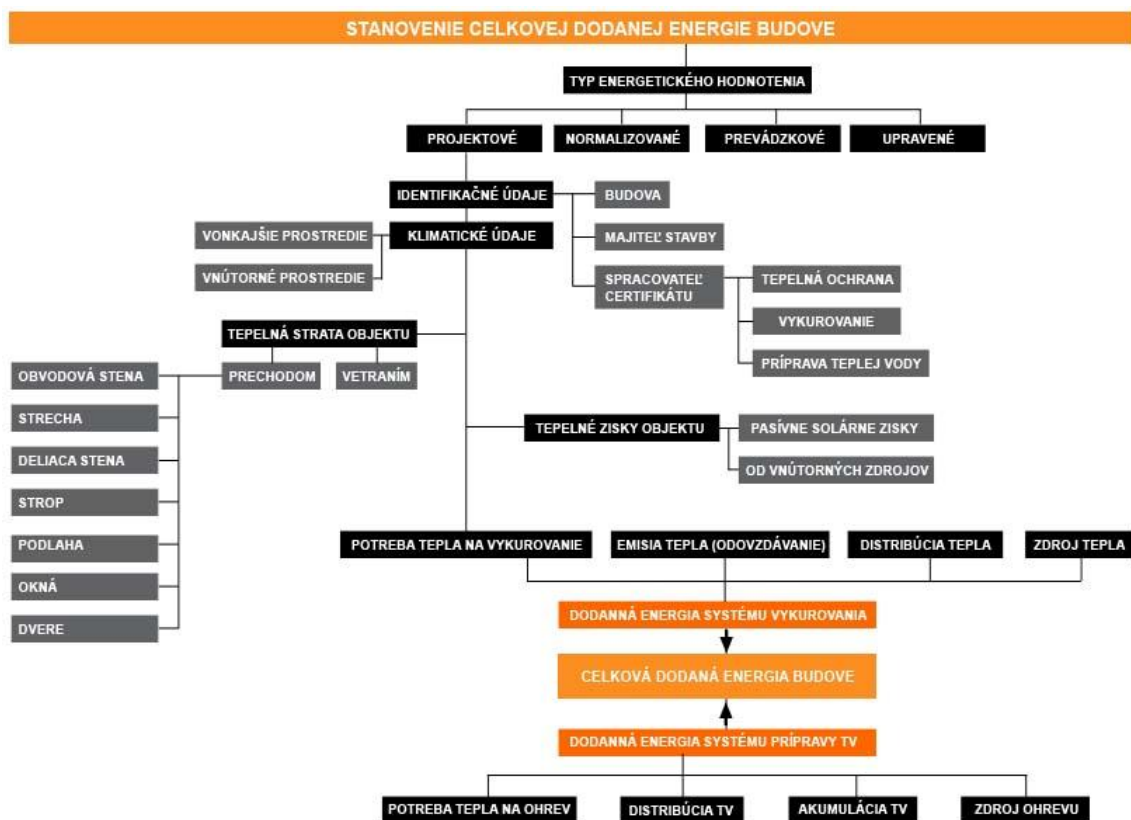
Podsystém distribúcie teplej vody – vyčíslenie tepelných strát z distribučných rozvodov prípravy teplej vody k jednotlivým miestam spotreby. Rozvody podobne ako pri systéme vykurovania môžu byť vedené vo vykurovaných i nevykurovaných priestoroch, môžu byť s alebo bez dodatočnej tepelnej izolácie, resp. vedené v stavebnej konštrukcii (podlaha). V prípade distribúcie s cirkulačným okruhom sa započíta ja pomocná energia na prevádzku cirkulačného čerpadla.

Podsystém akumulácie - stanovenie tepelnej straty zo zariadenia určeného na akumuláciu teplej vody.

Podsystém zdroja tepla – stanovenie energie na krytie prevádzkového režimu samostatného zdroja tepla na prípravu teplej vody, alebo započítanie množstva tepla na ohrev teplej vody do podsystému zdroja tepla systému vykurovania.

### 3.3 Energetická hospodárnosť a certifikácia s podporou výpočtovej techniky

Na základe teoretického štúdia a spracovania problematiky energetickej hospodárnosti budov bol vytvorený ako pomocný nástroj výpočtový program. Tento softvér pracuje v prostredí programu Microsoft Access, v ktorom bol aj zostavený. Pozostáva z niekoľkých vzájomne previazaných formulárov, do ktorých užívateľ vkladá všetky informácie a vstupné hodnoty potrebné pre určenie energetickej náročnosti budovy. Nakoľko je táto problematika klasifikovania budov, ktorá vychádza z hodnotenia jej systémov rozsiahla, obmedzil sa výpočtový program na hodnotenie budov na bývanie, t.j. rodinné a bytové domy. Pre túto kategóriu budov ukladá zákon č. 555/2005 ako predmet hodnotenia systém vykurovania a systém prípravy teplej vody. Súčasne zákon hovorí o štyroch typoch energetickeho hodnotenia, a to projektové, normalizované, upravené a prevádzkové hodnotenie. Program je zostavený pre účely projektové hodnotenia. Nasledujúci obrázok obr. 4 zobrazuje postupnosť krokov pri stanovovaní celkovej dodanej energie budove a teda energetickej hospodárnosti. Jednotlivé kroky sú v nasledujúcich podkapitolách podrobnejšie rozpracované.



Obr. 4 Diagram zobrazujúci postupnosť krokov stanovenia celkovej dodanej energie budove

### 3.3.1 Prvotné spustenie programu

Pre samotné spustenie programu je potrebné nainštalovať program Microsoft Access. Po spustení štartovacieho súboru sa otvorí výpočtový program pre účely energetického hodnotenia budovy a energetickej certifikácie. Automaticky sa načítava a otvára úvodné okno, úvodný formulár obr. 5, v ktorom je možné si zvoliť jedno zo štyroch typov energetického hodnotenia. Formulár obsahuje aj pomocnú nápovedu, v ktorej sa užívateľ oboznámi s jednotlivými typmi hodnotenia a pre aké účely sa používajú. Ako už bolo spomenuté v predchádzajúcich vetách, problematika energetickej hospodárnosti a certifikácie je rozsiahla, a preto je program spracovaný len pre účel projektového hodnotenia a teda pre proces získania stavebného povolenia.



Obr. 5 Úvodný formulár s možnosťou výberu energetického hodnotenia

### 3.3.2 Identifikačné údaje

Na obr. 6 je zobrazený formulár pre zadanie identifikačných údajov o objekte, o majiteľovi objektu a o spracovateľoch energetického certifikátu. Pod pojmom identifikačné údaje sa myslia údaje o lokalite, o type hodnotenej budovy, osobné údaje a kontakt na majiteľa a spracovateľa energetického certifikátu. Hlavným spracovateľom certifikátu je osoba vykonávajúca hodnotenie tepelnej ochrany stavby. Ďalej sa volí spôsob použitia energetického certifikátu, t.z. pri dokončení novej budovy alebo existujúcej budovy v rámci jej významnej obnovy, ďalej pri prenájme alebo predaji nehnuteľnosti (budovy).

Obr. 6 Formulár s identifikačnými údajmi

### 3.3.3 Klimatické údaje

V nasledujúcom formulári definujeme údaje o vonkajších klimatických podmienkach. Špecifikuje sa lokalita, v ktorej sa bude navrhovaná budova realizovať a určíme jej nadmorskú výšku. Podľa mapy teplotných oblastí Slovenska v zimnom období sa vyberie jedna z piatich teplotných oblastí a program stanoví hodnotu vonkajšej výpočtovej teploty.

Obr. 7 Formulár s klimatickými údajmi

### 3.4 Výpočet dodanej energie pre systém vykurovania

#### 3.4.1 Stanovenie tepelných strát budovy

Pod pojmom tepelné straty budovy sa myslia tepelné straty prechodom (transmisiou) a vetraním. K tepelným stratám prechodom dochádza cez obalovú konštrukciu stavby, cez všetky stavebné konštrukcie, či už transparentné resp. netransparentné, ktoré tvoria teplovýmenný obal budovy.

Keďže je snahou energetickej hospodárnosti minimalizovať potrebu energie, napr. potrebu energie pre systém vykurovania, je potrebné vytvárať také stavebné konštrukcie, ktoré zabránia nadmernému úniku tepla z budovy s ohľadom na dodržanie kvalitatívnych parametrov vnútorného prostredia budov.

Výpočet tepelných strát budovy je založený na podkladoch technickej normy STN 73 0540. Na obr. 8 je zobrazený formulár pre stanovenie tepelnej straty prechodom cez obvodovú konštrukciu. Používateľ môže zadať tri od seba líšiace sa typy konštrukcií obvodového plášťa. Pre stanovenie hodnoty tepelnej straty je potrebné vložiť do programu nasledujúce údaje. Súčiniteľ prechodu tepla, ktorý je možné vypočítať aj priamo v programe a to na základe zadefinovania skladby obvodovej konštrukcie, t.j. hrúbka a tepelnotechnické vlastnosti (súčiniteľ tepelnej vodivosti) materiálu príslušné okrajové podmienky.

Ďalej veľkosť teplovýmennej plochy, vypočítanú z vonkajších rozmerov, hodnotu redukčného faktora, ktorým sa redukujú tepelné straty medzi vnútorným priestorom budovy a vonkajším prostredím, napr. redukčný faktor zohľadňujúci zníženie tepelných strát z interiéru do exteriéru cez priľahlý nevykurovaný priestor. Vplyv tepelných mostov sa započítava cez koeficienty, ktoré zohľadňujú fakt, či budova má alebo nemá na vonkajšom povrchu vytvorenú spojitú tepelnú izoláciu.

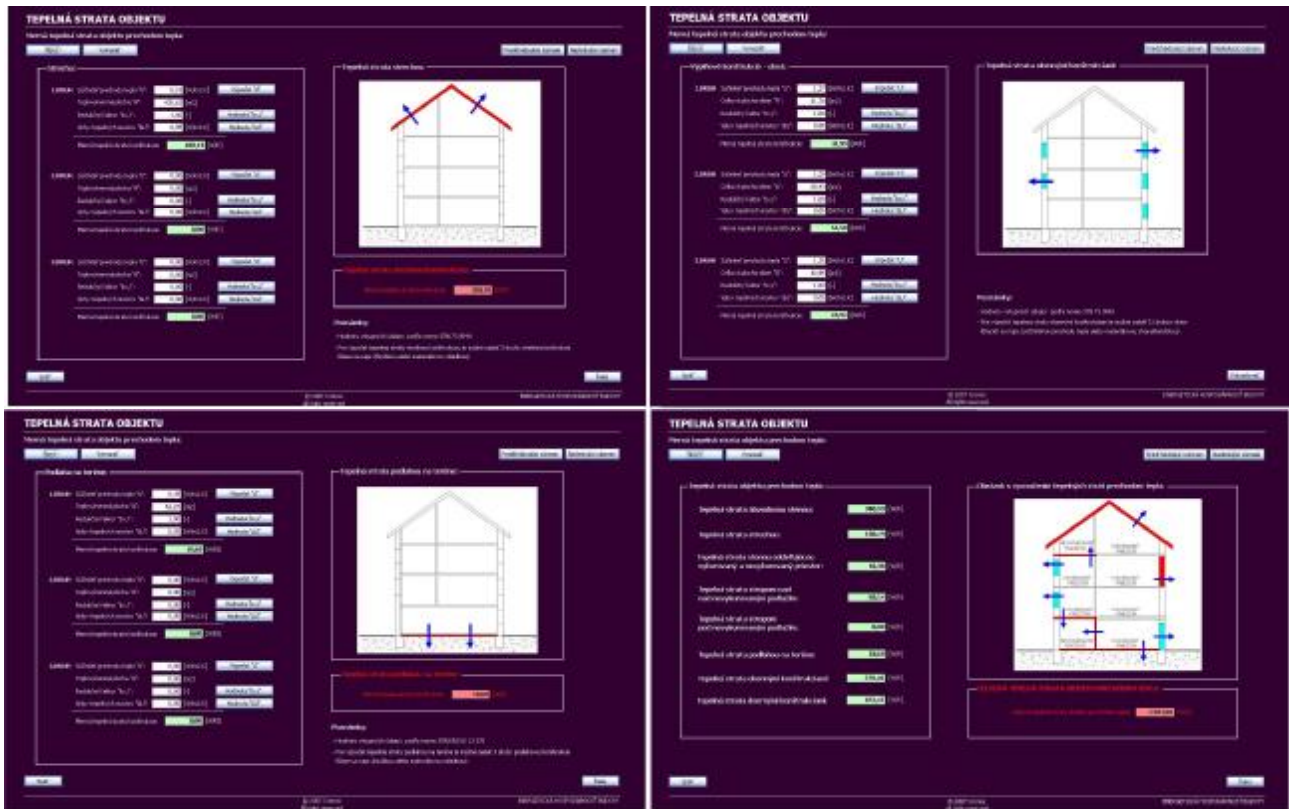
The image displays a software interface for calculating heat loss through external walls. The main window, titled 'TEPELNÁ STRATA OBJEKTU', contains three sections for different wall types (L0000, Z0000, S0000). Each section has input fields for thermal conductivity (k), area (A), transmission coefficient (U), and a 'Hodnota U' field. A 'Hodnota k' field is also present. To the right, a diagram shows a house cross-section with red arrows indicating heat loss through the walls. Below this, a 'Hodnota k' field is set to 0.00. A 'Poznámky' section contains text about the software's compliance with STN 73 0540. A separate window on the left, 'TEPELNOTECHNICKÉ VLASTNOSTI STAVEBNÝCH MATERIÁLOV', shows a table for material properties. Another window at the bottom, 'Dielňa šírok tepla', shows a diagram of a wall cross-section with 'k' and 'd' labels.

Obr. 8 Formulár pre stanovenie tepelných strát prechodom cez obvodovú konštrukciu

Okrem obvodovej steny tvoria teplovýmenný obal stavby aj ďalšie konštrukcie a to: strecha, podlaha, deliaca stena medzi vykurovaným a nevykurovaným priestorom, strop pod resp. nad nevykurovaným priestorom. Túto skupinu predstavujú netransparentné konštrukcie, druhú skupinu tvoria transparentné konštrukcie, t.j. okná a dvere.

Pre všetky tieto konštrukcie sú v programe vytvorené príslušné formuláre, ktoré sú zobrazené na obr. 9. V prípade podlahovej konštrukcie sa uvažuje s podlahou na teréne, a výpočtový postup vychádza z technickej normy STN EN ISO 13370. pri transparentných konštrukciách sa určuje súčiniteľ prechodu tepla s ohľadom na tepelnotechnické vlastnosti sklennej výplne a rámu konštrukcie.

Na záver tejto podkapitoly program vypočíta celkovú tepelnú stratu prechodom cez obalovú konštrukciu stavby a zobrazí dielčie hodnoty tepelných strát cez jednotlivé konštrukcie.



Obr. 9 Formuláre pre stanovenie tepelnej straty prechodom cez obalové konštrukcie budovy

Druhú skupinu tepelných strát tvoria straty vetraním, t.j. únik tepla cez škáry a netesnosti v konštrukcii, spôsobený prirodzeným procesom na základe rozdielu teplôt a tlaku. Vychádza sa z obostavaného objemu budovy, ktorý sa počíta zo systému vonkajších rozmerov a z konštrukčnej výšky podlažia. Do úvahy sa berie hygienické kritérium tepelnotechnickej normy STN 73 0540 na minimálnu výmenu vzduchu za hodinu v miestnosti, t.j. pre obytné domy hodnota rovná 0,5 1/h.

V súčasnej dobe a pri súčasnom technologickom vývoji stavebných konštrukcií, najmä výplňových (okná), ktoré sa navrhujú s maximálnou tesnosťou, je ťažké zabezpečiť prirodzenú výmenu vzduchu infiltráciou a vetraním do takej miery ako požaduje hygienické kritérium, čím môže dochádzať k narušeniu kvality vnútorného prostredia budov, napr. vznikom plesní. Z toho dôvodu je potrebné zabezpečiť pravidelné vetranie priestorov, alebo inštalovať vetracie mriežky do okenných konštrukcií, resp. navrhnuť v budove systém mechanického vetrania s rekuperáciou odpadového vzduchu.

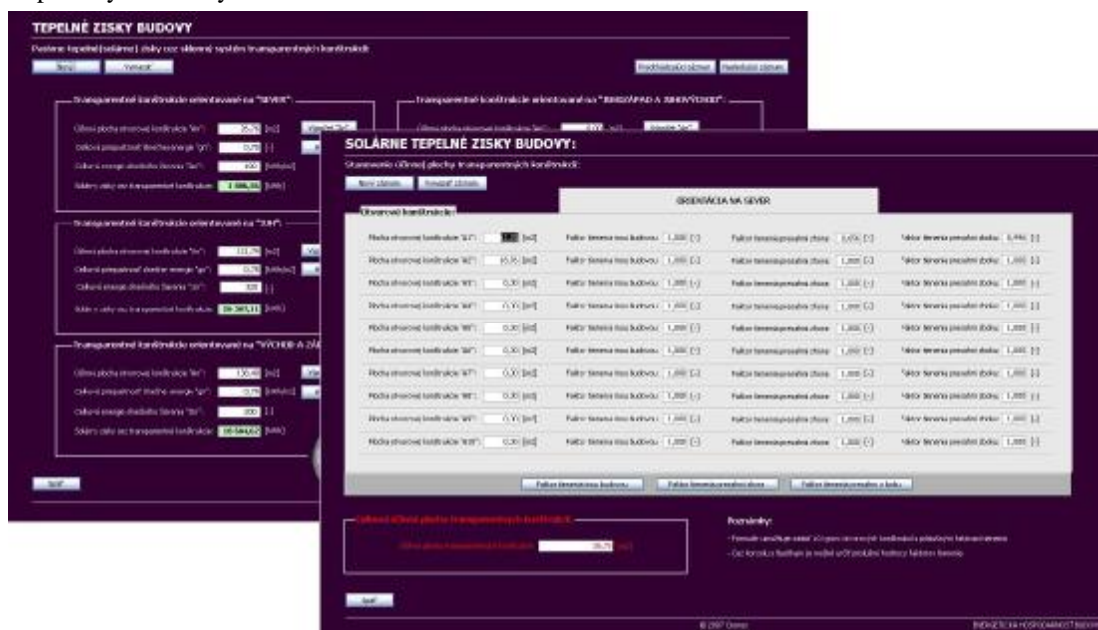


Obr. 10 Formuláre pre stanovenie tepelnej straty vetraním

### 3.4.2 Stanovenie tepelných ziskov budovy

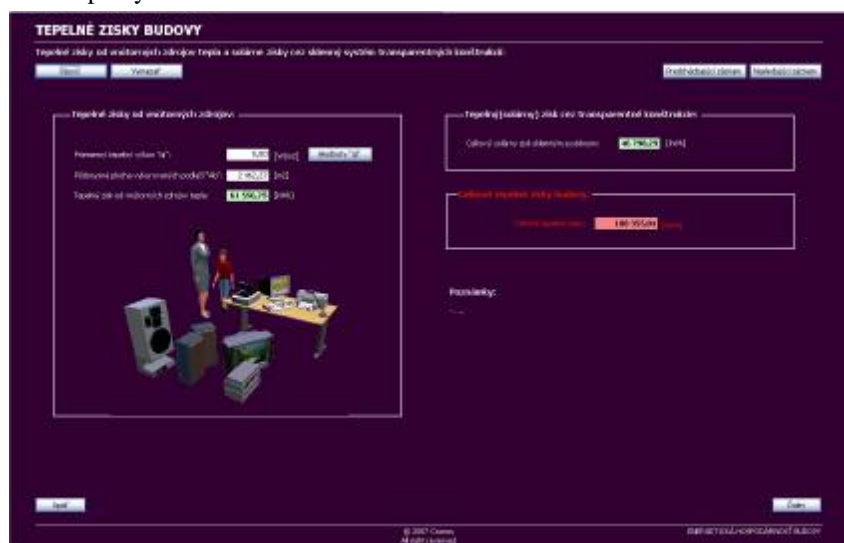
Pre účely stanovenia potreby tepla na vykurovanie je potrebné uvažovať okrem tepelných strát aj s tepelnými ziskami. Pod pojmom tepelné zisky budovy sa rozumie pasívny solárny zisk a zisky o vnútorných zdrojov tepla. Veľkosť tepelných ziskov ovplyvňuje množstvo potreby tepla na vykurovanie, t.j. na zabezpečenie požadovanej vnútornej teploty vzduchu miestnosti. Naopak v letnom období predstavujú tieto tepelnú záťaž a je potrebné ich odvieť mimo budovu. Pri ich započítavaní do energetickej bilancie priestoru treba brať do úvahy aj stupeň ich využitia. V prípade, že v budove je systém vykurovania, ktorý nie je schopný pružne reagovať na zmeny vnútornej teploty miestnosti, potom stupeň ich využitia je rovný nule.

Pasívny solárny zisk je množstvo slnečnej energie, ktoré prejde cez transparentné konštrukcie do interiéru, čím zvyšuje teplotu vnútorného vzduchu. Pri započítavaní tepelných ziskov od slnečného žiarenia, treba uvažovať aj so ziskom v priľahlých nevykurovaných priestoroch k vykurovaným a to z dôvodu, že započítaním tepelných ziskov v priľahlých nevykurovaných priestoroch sa znižuje tepelná strata vykurovaného priestoru cez priľahlý nevykurovaný do exteriéru. Pri zadávaní vstupných parametrov je potrebné stanoviť mieru slnečnej energie vzhľadom k jednotlivým svetovým stranám, veľkosť účinnej plochy transparentnej konštrukcie so zohľadnením faktorov tienenia. Formuláre pre stanovenie pasívnych solárnych ziskov sú na obr. 11.



Obr. 11 Formuláre pre stanovenie tepelných pasívnych solárnych ziskov

V prípade tepelných ziskov od vnútorných zdrojov tepla sa uvažuje s pobytom osôb a činnosťou, ktorú v priestore vykonávajú, ďalej s prístrojovým vybavením a osvetlením. Technická norma STN 73 0540 stanovuje pre jednotlivé typy budov mieru vnútorných tepelných ziskov, vyjadrenú na meter štvorcový podlahy vykurovaných priestorov. Formuláre pre stanovenie tepelných ziskov od vnútorného zariadenia sú na obr. 12.



Obr. 12 Formulár pre stanovenie tepelných ziskov od vnútorných zdrojov tepla



### 3.4.5 Podsystem distribúcie tepla

Je založený na podkladoch technickej normy prEN 15316-2-3 a v prípade tohto podsystemu sa určujú tepelné straty z rozvodov systému vykurovania, ktoré môžu byť vedené vo vykurovaných resp. nevykurovaných priestoroch budovy. Zohľadňuje sa pritom materiálová charakteristika potrubia, či je potrubie opatrené tepelnou izoláciou, resp. či je zabudovaný do inej stavebnej konštrukcie, napr. do steny alebo podlahy. Tepelné straty z rozvodov závisia aj od teploty vykurovacieho média, ktorým je vykurovacia voda a od teploty okolitého prostredia, t.j. priestoru, ktorým sú rozvody vedené. Pri vyčísľovaní tepelnej straty z distribučného systému sa uvažuje aj s možnosťou navrátenia tepelných strát, t.z., že v prípade rozvodov, ktoré sú vedené vykurovanými priestormi, je možné hodnotu ich tepelnej straty odpočítať od potreby tepla na vykurovanie, lebo predstavujú tepelný zisk miestnosti. Grafická úprava formulára je na obr.14.

Obr. 14 Formulár podsystemu distribúcie tepla

Pre zabezpečenie funkčnosti systému vykurovania je potrebné inštalovať obehové čerpadlo, nakoľko sa nejedná o gravitačné systémy, ale o systémy s núteným obehom vykurovacieho média. Z toho dôvodu je potrebné vypočítať prídavnú energiu na jeho prevádzku a to na základe normy prEN 15316-2-3. Na obr. 15 je zobrazený formulár pre výpočet energie na prevádzku obehového čerpadla. Pri jej stanovení sa zohľadňuje objemový prietok v sústave a hodnota dispozičného tlaku. Ďalej sa berú do úvahy príslušné koeficienty, ktorých hodnoty sa odčítavajú priamo z programu a môže sa jednať o vplyv hydraulickej vyváženosti, či je systém vykurovania hydraulicky vyregulovaný alebo nie je. Ďalej sa zohľadňuje typ rozvodov, rozdvajovací resp. rozdeľovací, a typ budovy, t.j. nové resp. existujúce budovy.

Obr. 15 Formulár pre stanovenie energie na prevádzku obehového čerpadla

### 3.4.6 Podsystem zdroj tepla

Analýza podsystemu zdroja tepla vychádza z technickej normy prEN 15316-4-1. v prípade tohto podsystemu sa stanovujú tepelné straty zo samotného zdroja tepla, čiže kotla, ďalej sa počíta potrebná energia pre samotnú prevádzku zdroja tepla. Podobne ako pri podsysteme distribúcie, aj v tomto prípade možno uvažovať s navrátenými tepelnými stratami, a to v prípade, že kotol sa nachádza vo vykurovaných priestoroch budovy. Započítanie navrátenej energie sa prejaví znížením potreby tepla na vykurovanie.

Pri výpočte vychádzame z výkonu vykurovacích telies, z prevádzkového času t. j. dĺžka vykurovacieho obdobia a z potreby tepla na vykurovanie a prípravu teplej vody (ak sa pripravuje v tom istom zariadení). Na základe faktora zaťaženia zdroja tepla počítame energiu potrebnú pre jeho prevádzku v troch základných režimoch, pri 100%, strednom 30% zaťažení a tzv. STAND-BY režime. Pri každom z týchto režimov zohľadňujeme účinnosť zdroja, druh paliva a faktor závisiaci na použítom druhu kotla, t. z., či máme štandardný, nízkoteplotný alebo kondenzačný kotol. Všetky potrebné vstupné parametre je možné získať priamo z programu po kliknutí na príslušné ovládacie tlačítka. Stanovujeme prídavnú energiu a celkové tepelné straty zo zdroja tepla.

Na záver pred samotným vyčíslením hodnoty dodanej energie systému vykurovania, ktorý predstavuje súčet energií pre potreby jeho jednotlivých podsystemov, treba uplatniť odpočet navrátenej tepelnej energie, pokiaľ je to možné. Súčasne treba uvažovať aj o systéme prípravy teplej vody, ktorého podsystemy môžu napomáhať zníženiu dodanej energie systému vykurovania, a môže sa jednať o podsystem distribúcie resp. zásobník teplej vody, ktorých tepelná strata predstavuje zisk pre vykurovaný priestor a prejaví sa znížením potreby tepla na vykurovanie.

**DODANÁ ENERGIA SYSTÉMU VYKUROVANIA**  
 Stanovenie dodanej energie pre celý systém vykurovania.

**VÝSTUPNÉ PARAMETRE (VÝCHOVÉ VYKUROVANIE)**

|   |            |    |   |            |    |
|---|------------|----|---|------------|----|
| Účinnosť kotla pri výkone a príprave teplej vody: | 0,85 [1]   | OK | Teplota vykurovaných miestností:              | 20 [°C]    | OK |
| Prídavný faktor:                                  | 1,00 [1]   | OK | Stredná teplota teplej vody (okrem prípravy): | 60 [°C]    | OK |
| Prídavný výkon vykurovacích telies:               | 96,37 [kW] | OK | Koeficient $\eta_{\text{vzduch}}$ :           | 1,04 [1]   | OK |
| Faktor závislosti:                                | 0,25 [1]   | OK | Teplota vnútornej vzdušnosti:                 | 41,00 [°C] | OK |
|   |            |    | Prídavná teplota vnútornej vzdušnosti:        | 23,00 [°C] | OK |
|   |            |    | Prídavná teplota teplej vody:                 | 41,50 [°C] | OK |

**TEPELNÉ STRATY ZO ZDROJA PRI 100% ZAŤAŽENÍ**

|  |            |    |
|--|------------|----|
| Prídavná tepelná strata pri 100% zaťažení: | 6,313 [kW] | OK |
| Koeficient faktor prípravy:                | 0,904 [1]  | OK |
| Koeficient faktor:                         | 3,13 [1]   | OK |
| Prídavná teplota vody (okrem prípravy):    | 77 [°C]    | OK |

**TEPELNÉ STRATY ZO ZDROJA PRI 30% ZAŤAŽENÍ**

|   |             |    |
|---|-------------|----|
| Množstvo efektívnej pri 30% zaťažení:   | 187,30 [kW] | OK |
| Koeficient faktor prípravy:             | 0,904 [1]   | OK |
| Koeficient faktor:                      | 0,20 [1]    | OK |
| Prídavná teplota vody (okrem prípravy): | 50 [°C]     | OK |

**TEPELNÉ STRATY ZO ZDROJA PRI 30% ZAŤAŽENÍ**

|                                       |            |    |
|---------------------------------------|------------|----|
| Koeficient $\eta_{\text{vzduch}}$ :   | 1,04 [1]   | OK |
| Koeficient $\eta_{\text{voda}}$ :     | 0,14 [1]   | OK |
| Limitná teplota vnútornej vzdušnosti: | 26,20 [°C] | OK |
| Teplota okolitého vzduchu:            | 20 [°C]    | OK |
| Číslo:                                | 41 [°C]    | OK |

**CELKOVÉ STRATY:** TEPELNÉ STRATY: 6,313 [kW]    TEPELNÉ STRATY: 1,810 [kW]    TEPELNÉ STRATY: 224 [kW]

AK PRATI: 0 < 0,25 < 0,3    Nie je zvolená    Ak PRATI: 0,3 < 0,25 < 1,0    Nie je zvolená

© 2007 Comu AI s.r.l. - s.n.c.    Ingegneria e Progettazione

Obr. 16 Formulár podsystemu zdroja tepla

### 3.5 Výpočet dodanej energie pre systém prípravy teplej vody

Podobne ako pri systéme vykurovania, aj v tomto prípade systém prípravy teplej vody pozostáva z niekoľkých podsystemov, ktoré sú predmetom analýzy.

Na začiatok je potrebné určiť množstvo tepla potrebného na ohrev teplej vody podľa technickej normy prEN 15316-3-1. norma pozná na určenie potrebného tepla dve metódy.

Prvá metóda vychádza z charakteristiky budovy, pre ktoré sú stanovené číselné konštanty, ktorými po dosadení do príslušných matematických vzťahov vypočítame potrebu tepla na ohrev normalizovaného objemu teplej vody pre budovu.

Druhá metóda vychádza z podlahovej plochy obytných miestností a číselnej hodnoty potreby tepla na ohrev normalizovaného objemu vody, ktorý je vyjadrený v kWh na m<sup>2</sup>. Táto hodnota je definovaná na národnej úrovni, a je stanovená pre jednotlivé kategórie budov vo vyhláske č.625/2006 Z.z.. V zmysle tejto metódy pracuje aj softvér.

#### 3.5.1 Podsystem akumulácie teplej vody

Vychádza z technickej normy prEN 15316-3-3. Norma pojednáva o tepelných stratách zo zásobníka teplej vody. Podobne ako v prípadoch zdroja tepla systému vykurovania, alebo distribučného rozvodu vo vykurovaných priestoroch,

tak aj tu je možné určité množstvo tepelných strát využiť vo forme tepelných ziskov pre systém vykurovania. To všetko za predpokladu, že zásobník je umiestnený vo vykurovanom priestore. V opačnom prípade sú tepelné straty z neho nenávratne stratené. Tepelné zisky zohľadníme znížením potreby tepla na vykurovanie.

Na obr. 17 je zobrazený formulár pre stanovenie potreby tepla na ohrev teplej vody, súčasne je tu možnosť zadať vstupné parametre pre podsystem akumulácie, teplota na vstupe, t.j. teplota privádzanej studenej vody, teplota na výstupe, t.j. teplota vody odvádzanej do rozvodného systému, teplota okolitého prostredia, t.j. priestor, v ktorom máme zásobník umiestnený. Ďalej treba na základe technických údajov o zásobníku stanoviť tzv. testovaciu teplotu, ako rozdiel medzi teplotou okolitého priestoru zásobníka pri teste a teploty vody v zásobníku. Pri tejto teplote musí byť určená spotrebovaná energia na udržanie okrajových podmienok, pričom jej hodnota je vyjadrená v kWh/24 hod..

Obr. 17 Formulár systému prípravy teplej vody

### 3.5.2 Podsystem distribúcie teplej vody

je založený na technickej norme prEN 15316-3-3. Podobne ako pri podsysteme distribúcie systému vykurovania aj v tomto prípade sa určujú tepelné straty z rozvodov systému teplej vody, ktoré môžu byť vedené vo vykurovaných resp. nevykurovaných priestoroch budovy. Zohľadňuje sa materiálová charakteristika potrubia, či je opatrené tepelnou izoláciou, alebo je rozvod zabudovaný do inej konštrukcie, napríklad do steny resp. podlahy. Tepelné straty závisia aj od teploty teplotnosného média, ktorým je v tomto prípade teplá voda a od teploty okolitého prostredia, ktorým rozvodné potrubie prechádza.

System teplej vody môže byť v objekte navrhnutý bez alebo s cirkuláciou. V prípade systému bez cirkulácie, počítame tepelné straty z potrubia pri prietoku teplej vody a tepelné straty v prípade, že sa odber vody neuskutočňuje, t. z. voda odovzdáva svoju energiu do okolitého prostredia, kým sa jej teplota nevyrovná s teplotou miestnosti. Nie všetky tepelné straty sú však úplne stratené, časť z nich je navrátiliteľná.

V prípade, že potrubie je vedené cez nevykurované priestory, tak tepelné straty z rozvodov sú celkom stratené, avšak pri vykurovaných priestoroch je časť týchto strát využiteľná pre systém vykurovania a to znížením potreby tepla na vykurovanie, pretože predstavujú tepelný zisk.

V prípade, že je v objekte navrhnutý systém teplej vody s cirkuláciou, doplníme už spomenuté tepelné straty o potrebu prídavnej energie pre pohon cirkulačného čerpadla. Podobne ako v predošlom popisovaní využiteľnosti tepelných strát, nie je tomu inak ani v rámci tejto časti. S tým rozdielom, že ďalší tepelný zisk predstavuje aj samotné čerpadlo, ktoré odovzdáva časť svojej energie do vody a časť do okolitého prostredia. Energia navrátená do podsystemu distribúcie sa prejaví znížením potreby energie pre krytie tepelných strát podsystemu distribúcie teplej vody. Energia navrátená do vzduchu sa prejaví znížením potreby tepla na vykurovanie v systéme vykurovania.

Výpočet uvažuje s nepretržitou dennou prevádzkou v dĺžke 5 hodín pre systém bez cirkulácie. Po zadaní potrubných rozvodov a ich charakteristických vlastností program generuje hodnotu celkových tepelných strát z podsystemu distribúcie teplej vody.

V prípade systému s cirkuláciou teplej vody uvažujeme s prevádzkou v dĺžke 5 - 15 hodín denne. Súčasne je potrebné inštalovať cirkulačné čerpadlo. Potrebu prídavnej energie na jeho prevádzku zahrňujeme do systému

distribúcie. Pri jej stanovení sa zohľadňujú dva základné parametre a to menovitý príkon čerpadla a jeho časová prevádzka, ktorú volíme v rozpätí 5 -15 hodín za deň.

Obr. 18 Formulár podsystemu distribúcie teplej vody

### 3.6 Energetická trieda systémov, budovy a energetická certifikácia

Výsledkom doterajších výpočtov je stanovenie príslušnej energetickej triedy pre jednotlivé systémy budovy. Vyhláška č. 625/2006 Z.z, ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov definuje pre jednotlivé kategórie budov a systémy intervalové rozpätia energetickej tried. Na základe číselného ukazovateľa sa vyberie jedna z energetickej tried v rozsahu A – G.

Keďže práca a teda aj výpočtový program je venovaný vybraným kategóriám budov, t. j. rodinné a bytové domy, predmetom záverečného stanovovania energetickej triedy sú systémy vykurovania a prípravy teplej vody. K tomuto účelu bol vytvorený záverečný formulár obr. 19, ktorý udáva informácie o hodnotených systémoch v podobe hodnoty dodanej energie systému vykurovania, systému prípravy teplej vody a celkovej dodanej energie budove. Hodnoty vyjadrené v kWh/m<sup>2</sup> sú na základe rozpätí hodnotiacej škály oznámkované písmenom energetickej triedy v rozsahu A – G.

Obr. 19 Formulár pre záverečné hodnotenie systémov budovy a budovy ako celku

**ENERGETICKÝ CERTIFIKÁT BUDOVY**  
Stavovateľská trieda energetickej hospodárnosti budovy:

Skála pre hodnotenie energetickej triedy systémov budovy

| PRÍPRAVA TEPLA A VOZU | TRIEDY ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI BUDOVY |         |         |         |         |         |      |
|-----------------------|--|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| KATEGÓRIE BUDOV       | A  | B       | C       | D       | E       | F       | G    |
| HODINOVÉ BODY         | < 13                                     | 12 - 24 | 25 - 36 | 37 - 49 | 49 - 63 | 64 - 72 | > 72 |
| BYTOVÉ BODY           | < 13                                     | 13 - 26 | 27 - 39 | 40 - 52 | 53 - 65 | 66 - 78 | > 78 |
| HODNOTENIE            |  |         | C       |         |         |         |      |

| VYKUROVANIE     | TRIEDY ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI BUDOVY |         |          |           |           |           |       |
|-----------------|--|---------|----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| KATEGÓRIE BUDOV | A  | B       | C        | D         | E         | F         | G     |
| HODINOVÉ BODY   | < 35                                     | 36 - 71 | 72 - 100 | 101 - 140 | 141 - 179 | 180 - 214 | > 214 |
| BYTOVÉ BODY     | < 25                                     | 26 - 56 | 57 - 75  | 76 - 100  | 101 - 125 | 126 - 150 | > 150 |
| HODNOTENIE      |  | B       |          |           |           |           |       |

| CELKOVÁ DODANÁ ENERGIA | TRIEDY ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI BUDOVY |         |          |           |           |           |       |
|------------------------|--|---------|----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| KATEGÓRIE BUDOV        | A  | B       | C        | D         | E         | F         | G     |
| HODINOVÉ BODY          | < 45                                     | 46 - 95 | 96 - 138 | 139 - 161 | 162 - 220 | 221 - 265 | > 265 |
| BYTOVÉ BODY            | < 38                                     | 39 - 76 | 77 - 114 | 115 - 132 | 133 - 156 | 157 - 228 | > 228 |
| HODNOTENIE             |  | B       |          |           |           |           |       |

Minimálna energetická trieda

© 2007 Quino  
All rights reserved

ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ BUDOVY

Obr. 20 Formulár definujúci škálu energetickej triedy jednotlivých systémov a budovy

## Literatura

- [1] JONES, Edward – JONES, M.Jarel. *Access 2000. Odpovedi na najčastejšie otázky*. Praha : Grada Publishing. 1999. 293 s. ISBN 80-7169-873-3.
- [2] DAHLSVEEN, Trond - PETRÁŠ, Dušan. *Energetický audit budov*. Bratislava : Jaga. 1996. 363 s. ISBN 80-967095-9-3.
- [3] STN 73 0540-1 *Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov . Terminológia*. Bratislava : Vydavateľstvo SÚTN. 2002. 28 s.
- [4] STN 73 0540-2 *Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov . Funkčné požiadavky*. Bratislava : Vydavateľstvo SÚTN. 2002. 20 s.
- [5] STN 73 0540-3 *Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov . Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov*. Bratislava : Vydavateľstvo SÚTN. 2002. 48 s.
- [6] STN 73 0540-4 *Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov . Výpočtové metódy*. Bratislava : Vydavateľstvo SÚTN. 2002. 52 s.
- [7] STN EN ISO 13790 *Tepelnotechnické vlastnosti budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie* Bratislava : Vydavateľstvo SÚTN. 2004. 60 s.
- [8] Smernica č. 2002/91/ES Európskeho parlamentu a rady zo 16. decembra 2002 o energetickej hospodárnosti budov.
- [9] Zákon č. 555/2005 Z.z. z 8. novembra 2005 o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- [10] Vyhláška č. 625/2006 Z.z. Ministerstva výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky z 22. novembra 2006, ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

## Recenzoval

Ing. Danica Košičanová, PhD., Technická univerzita v Košiciach, Stavebná fakulta, Katedra teórie a techniky prostredia budov/Ústav budov a prostredia, vedúci katedry, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice, 055/6024264, [danica.kosicanova@tuke.sk](mailto:danica.kosicanova@tuke.sk)