

ENERGETICKÁ náročnost

Lenka Hudcová a kol.

BUDOV



Energetická náročnost budov

základní pojmy a platná legislativa

Autoři: Lenka Hudcová, Monika Kašparová, Gabriela Krajcarová,
David Lukavec, František Macholda, Karel Srdečný



Energetická náročnost budov

základní pojmy a platná legislativa

Autoři: Lenka Hudcová, Monika Kašparová, Gabriela Krajcarová,
David Lukavec, František Macholda, Karel Srdečný

Fotografie na obálce: Rodinný dům v pasivním standardu (Koberovy). Foto: Atrea; Panelový dům po komplexní rekonstrukci (Liberec). Foto: Petr Kotek, EkoWATT; Bytový dům po rekonstrukci do pasivního standardu (Rakousko). Foto: Zdeněk Ročárek, EkoWATT.
Grafika: Klára Hiczová, **VLHA**design © 2009



Vydal:

EkoWATT, centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie
www.ekowatt.cz
www.energetika.cz
www.prukazybudov.cz
Místo a rok vydání: Praha, 2009
ISBN: 978-80-87333-03-7

Praha:

Švábky 2, 180 00 Praha 8
tel: 266 710 247
e-mail: paha@ekowatt.cz

České Budějovice:

Žižkova 1, 370 01 České Budějovice
tel: 389 608 211, e-mail: cb@ekowatt.cz

Liberec:

Rumunská 655/9, 460 01 Liberec
tel: 486 123 478, e-mail: liberec@ekowatt.cz



Publikace byla zpracována za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2009 – část A – Program EFEKT

OBSAH

ÚVOD	4
POUŽITÉ POJMY	5
SOUVISEJÍCÍ LEGISLATIVA	7
PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY (PENB)	9
ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY (EŠOB)	16
ENERGETICKÝ AUDIT (EA)	23
OPTIMALIZAČNÍ STUDIE (OPT)	28
POSOUZENÍ BUDOV S VELMI NÍZKOU POTŘEBOU TEPLA NA VYTÁPĚNÍ	33
VÝPOČET TEPELNÉ ZTRÁTY BUDOVY A POTŘEBY TEPLA	38
TERMOVIZNÍ MĚŘENÍ	40

Seznam použitých zkratk

BD – bytový dům
CZT – centrální zásobování teplem
ENB – energetická náročnost budov
ESOB – energetický štítek obálky budovy
OZE – obnovitelné zdroje energie
PENB – průkaz energetické náročnosti budovy
RD – rodinný dům
TV – teplá voda
TZ – tepelná ztráta
ÚT – ústřední vytápění
VZT – vzduchotechnika
ZZT – zpětné získávání tepla (rekuperace)

Přehled právních předpisů a legislativy

Zákon č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon)

Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií

Vyhláška č. 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov

Vyhláška č. 213/2001 Sb., o náležitostech energetického auditu, novelizovaná vyhláškou č. 425/2004 Sb

Vyhláška č. 425/2004 Sb.

Vyhláška č. 291/2001 Sb., o podrobnosti užití energie při spotřebě tepla (platnost ukončena)
ČSN 730540-2:2007 (hodnocení prostupu tepla obálkou budovy)

ČSN EN 13790 (výpočet měrné spotřeby tepla budovy)

Vláštní předpisy TNI 730329, TNI 730330

Úvod

Energetická náročnost budov se v poslední době stává stále častěji skloňovaným pojmem nejen mezi odborníky, ale i mezi laickou veřejností. Co si však konkrétně pod tímto označením představit?

Spotřeba energií spojená s budovami se podílí na celkové spotřebě primárních energetických zdrojů více než třetinou. Podobný dopad má na množství produkovanych emisí skleníkových plynů. Proto je zcela zásadní posoudit u nově připravovaných budov, vedle uživatelského komfortu a architektonické výjimečnosti, i budoucí spotřebu energie na vytápění, chlazení atd. Nemalý potenciál možných úspor je ve fondu stávajících budov, které byly postaveny v době, kdy jejich energetická náročnost investora ani uživatele příliš nezajímala. Proto je při rekonstrukci třeba zvážit a provést opatření, která pomohou k úsporám energií a mnohdy také současně prodlouží životnost celé stavby.

Z uvedených důvodů byla přijata nová vyhláška č. 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov, která stanovuje požadavky a způsob hodnocení budov z hlediska spotřeby energií během jejich provozu. Vyhláška se vztahuje na všechny nové stavby, u kterých je vyžadováno stavební povolení i na rozsáhlejší rekonstrukce větších budov.

Energetickou náročnost budovy charakterizuje u již existujících staveb množství energie skutečně spotřebované zejména na vytápění, přípravu teplé vody, chlazení, úpravu vnitřního prostředí větráním nebo klimatizačním systémem a na osvětlení. U projektů nových staveb se množství energie stanovuje výpočtem podle požadavků na standardizované užívání budovy.

Publikace, která se Vám dostává do ruky, přehledným a srozumitelným způsobem objasňuje pojmy a stávající předpisy související s požadavky na energetickou náročnost budov. Vysvětluje obsah jednotlivých nástrojů na hodnocení energetiky budov (průkaz energetické náročnosti budovy, energetický štítek obálky budovy, energetický audit, výpočet tepelných ztrát budovy, vyhodnocení termovizního měření či výpočet energetické náročnosti pro program Zelená úsporám) a rozdílů mezi nimi. Některé z nich je nutné zpracovat podle zákonné povinnosti jako součást projektové dokumentace stavby, jiné mohou být v praxi vhodnějším, a také levnějším nástrojem pro efektivní snížení spotřeby energie.

Publikace Energetická náročnost budov je určena především pracovníkům stavebních úřadů i všem dalším pracovníkům státní správy, kteří se s touto problematikou ve své praxi setkávají. Zároveň chce pomoci drobným stavebníkům a soukromým investorům, kteří připravují projekt nové stavby či rekonstrukce domu.

Použité pojmy

Energetická náročnost budovy (ENB): Energetickou náročnost budovy charakterizuje u již existujících staveb množství energie skutečně spotřebované zejména na vytápění, přípravu teplé vody, chlazení, úpravu vnitřního prostředí větráním nebo klimatizačním systémem a na osvětlení. U projektů nových staveb se množství energie stanovuje výpočtem podle požadavků na standardizované užívání budovy.

Energetický audit (EA): je soubor činností, jejichž výsledkem je studie vyhodnocující způsoby a úroveň využívání energie v budovách a dalších energetických systémech. Dále navrhuje a posuzuje opatření, která je třeba realizovat pro dosažení energetických úspor. Energetický audit byl definován již v původním znění Zákona o hospodaření energií č. 406/2000 Sb. a podrobně jej upravuje prováděcí vyhláška č. 213/2001 Sb., která byla změněna vyhláškou č. 425/2004 Sb. Povinnost zpracovat energetický audit ze zákona vzniká od určité výše celkové roční spotřeby energie v objektu.

Energetický štítek obálky budovy (EŠOB): vyhodnocuje tepelně-technické vlastnosti stavební konstrukce domu. Definován je revidovanou technickou normou ČSN 730540-2:2007, podle které se provádí hodnocení prostupu tepla obálkou budovy pomocí průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} . EŠOB rozděluje budovy do sedmi tříd A–G od velmi úsporných (A) až po mimořádně nehošpárné (G). Požadován bývá v rámci stavebního řízení jako součást stavební dokumentace pro nové budovy, stavební úpravy a změny dokončených budov.

Měrná potřeba tepla na vytápění: je charakteristická hodnota budovy, která vyjadřuje množství tepla (v kWh/rok) vztažené na jednotku plochy nebo objemu vytápěné části budovy. Výpočet nezahrnuje účinnost otopné soustavy a zdroje tepla, charakterizuje tedy pouze tepelně-technické vlastnosti budovy. Dříve se používal přepočten na objem vytápěné části (kWh/(m³.rok)), dnes se používá spíše přepočten na celkovou podlahovou plochu vytápěné části (kWh/(m².rok)). Díky tomu můžeme srovnávat tepelnou náročnost různých velkých budov. Výpočet se doporučuje dělat podle ČSN EN 13790. Pokud je měrná potřeba tepla na vytápění stanovena podle zvláštního předpisu (TNI 730329 nebo TNI 730330) je možné vyhodnotit budovu jako nízkoenergetickou či pasivní.

Nízkoenergetické domy (NERD): Nízkoenergetické domy jsou budovy s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění. Nízkoenergetický dům má několik základních znaků: kompaktní tvar bez zbytečných výčnělků, prosklené plochy jsou orientovány na jih, nadstandardní tepelné izolace, regulace vytápění využívající tepelné zisky, strojní větrání s účinnou rekuperací tepla, měrná potřeba tepla na vytápění je max. 50 kWh/(m².rok) (stanovuje se podle předepsaných okrajových podmínek podle zvláštního předpisu TNI 730329 nebo TNI 730330). Kromě toho je důležité, aby jednotlivé komponenty domu byly vyvážené a vzájemně spolupracovaly.

Optimalizační studie (OPT): jedná o studie, které hledají potenciál úspor energie a nákladů a navrhují možná opatření, a na základě vícekritériálního hodnocení podle předem stanovených kritérií vyhodnocují optimální variantu řešení. Pod pojmem optimalizační studie shrnujeme všechny možné typy posouzení, které bývají označeny jako tzv. *Retrofit studie*, *Studie proveditelnosti*, *Optimalizace* či *Posouzení*. Výhodou je možnost přizpůsobení zadání zájmomu zadavatele a možnost práce s reálnými daty, díky čemuž lze zpracovat velmi kvalitní podklad pro konečné rozhodnutí zadavatele.

Pasivní domy (PARD): Pasivní dům spotřebovává ve srovnání s běžnou stavbou zhruba desetkrát méně tepla na vytápění – méně než 20 kWh/(m².rok). Díky tomu se pasivní dům obejde

bez klasické topné soustavy – po většinu roku si vystačí s tepelnými zisky od osob, spotřebičů, z dopadajícího slunečního záření, s teplem z odpadního vzduchu apod. Pasivní dům má několik základních znaků: dobrý architektonický návrh, kompaktní tvar bez zbytečných výčnělků, prosklené plochy jsou orientovány na jih, špičkové zasklení, nadstandardní tepelné izolace a vzduchotěsnost domu, důsledné řešení tepelných mostů, regulace vytápění využívající tepelné zisky, strojní větrání s rekuperací tepla, klasický topný systém může zcela chybět, měrná potřeba tepla na vytápění je max. 20 kWh/(m².rok) (stanovuje se podle předepsaných okrajových podmínek podle zvláštního předpisu TNI 730329 nebo TNI 730330).

Potřeba tepla na vytápění: Potřeba tepla na vytápění vychází z energetické bilance sestavené pro určité období. Do energetické bilance vstupují na jedné straně tepelné ztráty budovy, na straně druhé vnitřní a solární zisky. Dříve se používala zjednodušená dennostupňová metoda, která vycházela z délky topného období a průměrné venkovní teploty. Dnes se pro stanovení této hodnoty používají podrobnější výpočetní metody s kratším časovým krokem měsíc, den či hodina.

Průkaz energetické náročnosti (PENB): Průkaz energetické náročnosti budovy slouží k vyhodnocení energetické náročnosti budovy podle vyhlášky č. 148/2007 Sb., účinné od 1. 7. 2007. Povinnost splnění požadavků na energetickou náročnost budovy je stanovena zákonem č. 406/2006 Sb. o hospodaření energií, a je doložena zpracováním průkazu. PENB řeší veškeré energie v budově, včetně energetické náročnosti systému ústředního vytápění, přípravy teplé vody, chlazení, klimatizování, osvětlení a příp. využití obnovitelných zdrojů energie. Energetická náročnost budovy je vyjádřena množstvím dodané energie.

Rekuperace tepla: je zpětné využití tepla odváděného z budovy prostřednictvím odpadního vzduchu při větrání, popřípadě z odváděné teplé odpadní vody. V praxi se nejčastěji využívá systém nuceného větrání s rekuperací tepla pomocí rekuperačního výměníku, ve kterém odváděný znečištěný vzduch předává teplo přiváděnému čerstvému vzduchu. Stejnou funkci může zastat také tepelné čerpadlo, které odebírá teplo z odpadního vzduchu a ohřívá přiváděný vzduch, případně vodu pro vytápěcí systém.

Spotřeba tepla na vytápění: je skutečná spotřeba tepla, kterou nám dodavatel tepla či energie bude fakturovat. Vypočítat ji pro budovu, která se teprve bude stavět, není úplně jednoduché, neboť na spotřebu má vedle kvality budovy, účinnosti zdroje tepla, rozvodů či regulace, vliv také způsob provozu objektu či efektivita využití tepelných zisků.

Tepelná ztráta budovy (TZ): je charakteristické číslo budovy, které definuje potřebný výkon zdroje tepla tak, aby byl dostatečný i po období nejnižších venkovních teplot. Velikost tepelné ztráty je závislá na dvou složkách a to, na tepelné ztrátě prostupem (konstrukcemi) a na tepelné ztrátě infilrací (větráním).

Termovize: Termovize pracuje na principu zjišťování tepla vydaného sáláním. Teplo (infračervené záření) je bez použití přístrojů pro lidské oko neviditelné. Proto používáme termokameru, která toto záření umí zachytit a přiřadí naměřeným teplotám barevnou škálu. Výstupem je obrázek se spektrem barev odpovídajících povrchovým teplotám zachycené konstrukce či předmětu (termogram). Nejčastěji se využívá při měření budov, ke zjišťování úniků tepla konstrukcemi.

Související legislativa

Nejpodstatnějším zákonem, který s problematikou energetické náročnosti budov souvisí, je **zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií**. Níže jsou vybrány některé citace ze zákona pro objasnění základních pojmů a souvislostí.

Tento zákon zapracovává příslušné předpisy Evropských společenství a stanovuje některá opatření pro zvyšování hospodárnosti užití energie a povinnosti fyzických a právnických osob při nakládání s energií, pravidla pro tvorbu Státní energetické koncepce, Územní energetické koncepce a Národního programu hospodárného nakládání s energií a využívání jejich obnovitelných a druhotných zdrojů.

§ 3 Státní energetická koncepce je strategickým dokumentem s výhledem na 30 let vyjadřujícím cíle státu v energetickém hospodářství v souladu s potřebami hospodářského a společenského rozvoje, včetně ochrany životního prostředí, sloužícím i pro vypracování územních energetických koncepcí. Naplňování státní energetické koncepce vyhodnocuje ministerstvo nejméně jedenkrát za 5 let.

§ 4 Územní energetická koncepce vychází ze státní energetické koncepce a obsahuje cíle a principy řešení energetického hospodářství na úrovni kraje, statutárního města a hlavního města Prahy. Vytváří podmínky pro hospodárné nakládání s energií v souladu s potřebami hospodářského a společenského rozvoje včetně ochrany životního prostředí a šetrného nakládání s přírodními zdroji energie.

Obec má právo pro svůj územní obvod nebo jeho část pořídit v přenesené působnosti územní energetickou koncepcí v souladu se státní energetickou koncepcí. Územní energetická koncepce se zpracovává na období 20 let a v případě potřeby se doplňuje a upravuje. Územní energetická koncepce obsahuje: rozbor trendů vývoje poptávky po energii, rozbor možných zdrojů a způsobů nakládání s energií, hodnocení využitelnosti obnovitelných a druhotných energetických zdrojů a kombinované výroby elektřiny a tepla, hodnocení využitelnosti energetického potenciálu komunálních odpadů, hodnocení technicky a ekonomicky dosažitelných úspor z hospodárnějšího využití energie, řešení energetického hospodářství území včetně zdůvodnění a návrh opatření uplatnitelných pořizovatelem koncepce.

§ 6a Energetická náročnost budov

(1) Stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek musí zajistit splnění požadavků na energetickou náročnost budovy a splnění porovnávacích ukazatelů, které stanoví prováděcí právní předpis, a dále splnění požadavků stanovených příslušnými harmonizovanými českými technickými normami. Prováděcí právní předpis stanoví požadavky na energetickou náročnost budov, porovnávací ukazatele, metodu výpočtu energetické náročnosti budovy a podrobnosti vztahující se ke splnění těchto požadavků. Při změnách dokončených budov jsou požadavky plněny pro celou budovu nebo pro změny systémů a prvků budovy.

(2) Splnění požadavků podle odstavce 1 dokládá stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek průkazem energetické náročnosti budovy (dále jen "průkaz"), který musí být přiložen při prokazování dodržení obecných technických požadavků na výstavbu. Průkaz nesmí být starší 10 let a je součástí dokumentace podle prováděcího právního předpisu při

a) výstavbě nových budov,

b) při větších změnách dokončených budov s celkovou podlahovou plochou nad 1000 m, které ovlivňují jejich energetickou náročnost,

c) při prodeji nebo nájmu budov nebo jejich částí v případech, kdy pro tyto budovy nastala povinnost zpracovat průkaz podle písmene a) nebo b).

§ 8 Energetické štítky – Tuzemští výrobci nebo dovozci hromadně vyráběných energetických spotřebičů, jejichž seznam stanoví vyhláška, (dále jen „energetické spotřebiče“) jsou povinni před uvedením na trh vybavit tyto spotřebiče energetickými štítky (dále jen „štítky“). Údaje na štítku musí být pravdivé a v českém jazyce.

Štítek musí obsahovat zejména údaje o měrném ukazateli spotřeby energie energetického spotřebiče, údaj o umístění energetické účinnosti spotřebiče mezi největší a nejmenší hodnotou energetické účinnosti pro daný typ spotřebičů a údaje o možných negativních vlivech provozu a likvidace spotřebiče na životní prostředí a na zdraví osob.

§ 9 Energetický audit provádí energetický auditor. Energetický audit musí být zpracován s využitím energeticky úsporných materiálů a postupů, objektivně a pravdivě. Energetický audit provedený v rozsahu stanoveném prováděcím právním předpisem je zakončen písemnou zprávou, která musí obsahovat

- a) hodnocení současné úrovně posuzovaného energetického hospodářství a budov,
- b) celkovou výši dosažitelných energetických úspor včetně použitých vstupních a výstupních údajů a metod výpočtu,
- c) návrh vybrané varianty doporučené k realizaci energetických úspor včetně ekonomického zdůvodnění.

§ 12 Přestupky definuje přestupky fyzických osob oproti tomuto zákonu. V § 12a jsou vyjmenovány Správní delikty právnických a podnikajících fyzických osob a dále Společenství vlastníků jednotek či Energetických auditorů. V (6) jsou pak vyčísleny výše pokut za správní delikty.

K zákonu č. 406/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů byly postupně vydány další prováděcí předpisy, které podrobněji rozvádějí a upřesňují hodnocení energetické náročnosti budov.

Prvním je **vyhláška č. 213/2001 Sb.**, o náležitostech energetického auditu, novelizovaná vyhláškou č. 425/2004 Sb. Najdeme zde požadavky na závazné výstupy energetického auditu a jejich strukturu, postupy pro sestavení energetických bilancí a opatření na snížení spotřeby energie v hodnoceném objektu, a také požadavky na jejich ekonomické vyhodnocení a vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí.

Dalším prováděcím předpisem zákona č. 406/2000 Sb. je **vyhláška č. 148/2007 Sb.**, o energetické náročnosti budov. Ta stanovuje požadavky na energetickou náročnost budov, porovnávací ukazatele, výpočtovou metodu stanovení energetické náročnosti budov a náležitosti a obsah tzv. průkazu energetické náročnosti budovy.

Vedle zákonů a vyhlášek se pro vyhodnocení energetické náročnosti budov používá řada technických předpisů a norem. Ty jsou mezi sebou velmi provázané a často se odkazují na další podrobnější předpisy.

Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB)

Co to je?

Průkaz energetické náročnosti budovy slouží k vyhodnocení energetické náročnosti budovy podle vyhlášky č. 148/2007 Sb., účinné od 1. 7. 2007. Povinnost splnění požadavků na energetickou náročnost budovy je stanovena zákonem č. 406/2006 Sb. o hospodaření energií, a je doložena zpracováním průkazu. PENB řeší veškeré energie v budově, včetně energetické náročnosti systému ústředního vytápění, přípravy teplé vody, chlazení, klimatizování, osvětlení a příp. využití obnovitelných zdrojů energie. Energetická náročnost budovy je vyjádřena množstvím dodané energie.

Proč vznikl?

Průkaz vychází z evropské směrnice 2002/91/ES a je zaváděn i v ostatních státech EU. Na základě jednotného postupu států EU se proto v národních legislativách zavádějí regulační nástroje. Cílem tohoto opatření je snížit spotřebu energií a emise CO₂. V minulosti jsme se setkali s podobnými postupy u domácích spotřebičů nebo automobilů. V případě budov je situace ještě naléhavější, protože životnost budovy je mnohonásobně delší než životnost jakýchkoli jiných spotřebičů energie, a jakmile je jednou postavena, nese s sebou svou spotřebu celý svůj „život“. Dodatečné úpravy to mohou změnit jen někdy a jen částečně. Proto je důležité, aby byly nové budovy navrhovány rozumně, a aby byly všechny rekonstrukce již existujících budov využity k úsporným opatřením.

Průkaz energetické náročnosti budovy by měl podávat podobnou informaci jako štítky, které známe z obchodů s domácími spotřebiči. Koupili byste si v obchodě pračku nebo ledničku, na které by bylo napsáno, že má energetickou třídu D? Asi ne. Nejspíš byste ji dnes už ani nikde nesehnali. Zavedení energetických štítků totiž ovlivnilo celý trh. Zákazníci přestali neúspěšně spotřebiče kupovat a výrobci je přestali vyrábět. Člověk, který kupuje dům nebo si v něm chce pronajmout pro bydlení či podnikání, by měl získat srozumitelnou informaci o tom, kolik bude za provoz platit. To by mělo vést i k dopadu energetické náročnosti na cenu nemovitostí. Při koupi domu nebo bytu se stane energetický průkaz jedním z prodejních argumentů a cena neúspěšných domů a bytů půjde dolů. Naopak nemovitosti s nízkou energetickou náročností budou čím dál více vyhledávány a budou zárukou dobré investice do budoucna.

Co zahrnuje pojem energetická náročnost budovy?

Obvykle chápeme tento pojem v souvislosti s vytápěním. Nyní však hodnocení budov získává mnohem širší souvislosti: kromě vytápění se sleduje také spotřeba energie na ohřev vody, na větrání, chlazení, osvětlení a také na pohon podpůrných systémů, jako jsou čerpadla, motory a ventilátory. Kromě odborníků si totiž málokdo uvědomuje, že například u moderních kancelářských budov nebo obchodních center není hlavní spotřebou energie vytápění, ale větrání a chlazení. U velmi dobře zateplených rodinných domků může být zase významným problémem spotřeba teplé vody.

Co se ovšem do spotřeby budovy nezapočítává, je spotřeba elektřiny na provoz elektrospotřebičů, jako je chladnička, myčka, pračka či počítač a desítky dalších spotřebičů. Na to je dobré myslet při kalkulaci nákladů na energii v domě.

Kdo má povinnost PENB zpracovat?

Od 1. 1. 2009 vznikla povinnost zpracovat PENB:

- při výstavbě nových budov,
- při větších změnách stávajících budov s celkovou podlahovou plochou nad 1000 m²,
- předložit při prodeji nebo nájmu budov, u kterých nastala povinnost vypracovat PENB dle předchozích dvou bodů.

Od 1. 1. 2009 musí mít průkaz **každá novostavba**, včetně například rodinného domu. Budovy s podlahovou plochou nad 1000 m², tedy každý větší bytový dům, škola nebo úřad, musí být opatřena průkazem také **při rekonstrukci**. *Větší změnou* stávající budovy se zde nemyslí drobné opravy, ale taková rekonstrukce, která má dopad na energetickou náročnost. Podle zákona se tím rozumí zásahy do více než 25 % pláště budovy nebo změna vytápění objektu.

Energetickou náročnost budovy lze významně ovlivnit pouze při její stavbě, a s určitým omezením i při její rekonstrukci. Jakmile je budova hotová, nese s sebou svou energetickou spotřebu po desítky let. Proto se tvůrci předpisu rozhodli zasáhnout právě u nových staveb a u rekonstrukcí velkých budov, kdy je možno ekologický dopad provozu budovy snížit.

Provozovatelé budov, které jsou větší než oněch 1000 m² a má do nich volný přístup veřejnost, jako jsou úřady, kina, nákupní centra, sportovní haly atd., jsou **povinni průkaz v budově viditelně vyvěsit**, pokud ho podle zákonné povinnosti zpracovali v rámci projektu stavby či rekonstrukce. Cílem těchto povinností je vytvořit veřejný tlak na snižování energetické náročnosti. Lidé se postupně naučí vnímat energetickou náročnost budov stejně jako čistotu veřejných prostranství a ekologicky zodpovědné chování firem.

Další povinností je **předložení průkazu při prodeji nebo pronájmu budovy nebo její části** (bytu, obchodu, kanceláře atd.). Cílem těchto povinností je vytvořit veřejný tlak na snižování energetické náročnosti. Lidé se postupně naučí vnímat energetickou náročnost budov stejně jako čistotu veřejných prostranství a ekologicky zodpovědné chování firem.

Kvalita budovy hodnocená z pohledu energetické náročnosti podle Průkazu energetické náročnosti budovy by se také měla stát jedním z hodnotících kritérií při posuzování projektů výstavby budov z veřejných prostředků, ať již z evropských, státních či krajských zdrojů. Některé kraje toto hledisko při rozhodování o přidělení finančních prostředků uplatňují již dnes.

Vztahuje se povinnost zpracování PENB na všechny budovy?

Od povinnosti zpracování průkazu jsou osvobozeny pouze samostatné budovy do 50 m² podlahové plochy, budovy užívané občasně, jako jsou kostely, dále nevytápěné zemědělské stavby, výrobní haly a další podobné výjimky.

Kdo je oprávněn zpracovat PENB?

PENB mohou zpracovat osoby se zvláštním oprávněním, které vydává Ministerstvo průmyslu a obchodu, jedná se o tzv. energetické experty. Energetickým expertem se mohou stát energetičtí auditori nebo autorizovaní inženýři, kteří mají víceletou praxi a jsou přezkoušeni před odbornou komisí z problematiky zpracování PENB. Seznam oprávněných odborníků je uveden na internetových stránkách MPO (<http://www.mpo-enex.cz/experti/>).

Co všechno se v rámci zpracování PENB řeší?

Posouzení obalových konstrukcí – stavební charakteristika budovy:

- Stanovení jednotlivých provozů uvnitř budovy (teplota, vlhkost), rozdělení na zóny dle požadavků na stav vnitřního prostředí. Jedná se o požadavky na vytápění, chlazení, vlhčení, odvlhčení, klimatizaci.

- Podklady pro stanovení objemů jednotlivých zón, tzn. použití aktuální stavební dokumentace.
- Skladby jednotlivých obalových konstrukcí (obvodová stěna, výplně otvorů, střecha, podlaha) a případné další konstrukce na hranici interiéru a exteriéru nebo interiéru a nevytápěných prostorů. Bude upřesněno složení jednotlivých konstrukcí nebo bude stanovena hodnota součinitele prostupu tepla jednotlivých obalových konstrukcí.
- Ze zadaných podkladů se stanoví plocha a vlastnosti obalových konstrukcí.

Sestavení bilance vnitřních zisků:

- Stanovení počtu osob v jednotlivých zónách a jejich délka pobytu. Stanovení druhu provozu v jednotlivých zónách. Stanovení produkce tepla ze spotřebičů v zóně (W/m^2). Stanovení množství a typu vybavení jednotlivých objektů (množství počítačů a jiných spotřebičů). Stanovení doby zapnutí osvětlení v zóně. Celkový instalovaný příkon osvětlení v zóně (W). Způsob ovládání osvětlovací soustavy (ruční, fotobuňka, stmívání). Stanovení dalších vnitřních zisků v dané budově dle typu provozu.

Definování způsobu vytápění:

- Stanovení počtu zdrojů tepla v zóně, stanovení druhu zdrojů v zóně (např. plynový kotel, elektrokotel, tepelné čerpadlo, kogenerační jednotka apod.), stanovení účinnosti výroby energie zdrojem (%), stanovení účinnosti regulace zdroje, distribuce a sdílení tepla (%).

Stanovení způsobu přípravy teplé vody:

- Stanovení roční potřeby TV (m^3/h), stanovení účinnosti zdroje přípravy TV (%), stanovení účinnosti distribuce TV (%), stanovení elektrické příkonu čerpadel (W), stanovení typu čerpadel a počtu otáček.

Podklady pro určení způsobu větrání zóny:

- Zda je větrání zóny přirozené či řízené (nucené), pokud je větrání zóny nucené, pomocí vzduchotechniky. Stanovení objemu přiváděného a odváděného vzduchu (m^3/h). Stanovení doby v rámci dne, po kterou je nucené větrání v provozu. Pokud je v objektu zpětné získávání tepla (ZZT) – stanovení efektivit ZZT (rekuperace). Zvlhčování nebo odvlhčování vzduchu pomocí VZT. Požadovaná relativní vlhkost vzduchu v zóně, účinnost zdroje zvlhčování, účinnost rozvodů. Stanovení příkonu ventilátorů (pokud je znám), stanovení počtu otáček ventilátorů.

Podklady pro stanovení chlazení zóny:

- Definování chlazených a nechlazených zón, stanovení vnitřní teploty v chladicím režimu, stanovení clonění oken během letního období.

Využití solárních nebo fotovoltaických systémů v zóně:

- Účinná plocha kolektoru (člásku) (m^2), účinnost (%), orientace a sklon, činitel stínění.

Jak poznám, že je budova vyhovující?

Budovy se z hlediska posuzování energetické náročnosti dělí do osmi kategorií, které se stanoví podle provozu a typu činnosti v jednotlivých budovách (RD, BD, hotel a restaurace, administrativní budova, nemocnice, vzdělávací zařízení, sportovní zařízení, obchodní budova).

Vyhláška č. 148/2007 Sb. stanovuje následující požadavek: Požadavky na energetickou náročnost budovy jsou splněny, je-li energetická náročnost hodnocené budovy nižší než energetická náročnost referenční budovy: $E_{PA} < E_{PA, ref.}$

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY (PENB)

Třída energetické náročnosti hodnocené budovy se stanoví dle následující tabulky pro vypočtenou měrnou spotřebu energie v kWh/(m².rok). Měrné spotřeby energie v kWh/(m².rok) ve třídě C jsou pro vyjmenované druhy budov hodnotami referenčními. To znamená, že aby budova splnila požadavek na energetickou náročnost a bylo jí možné hodnotit minimálně jako vyhovující, pak nesmí přesáhnout hodnoty uvedené pro třídu C.

Druh budovy	A	B	C	D	E	F	G
Rodinný dům	< 51	51 – 97	98 – 142	143 – 191	192 – 240	241 – 286	> 292
Bytový dům	< 43	43 – 82	83 – 120	121 – 162	163 – 205	206 – 245	> 251
Hotel a restaurace	< 102	102 – 200	201 – 294	295 – 389	390 – 488	489 – 590	> 590
Administrativní	< 62	62 – 123	124 – 179	180 – 236	237 – 293	294 – 345	> 345
Nemocnice	< 109	109 – 210	211 – 310	311 – 415	416 – 520	521 – 625	> 625
Vzdělávací zařízení	< 47	47 – 89	90 – 130	131 – 174	175 – 220	221 – 265	> 265
Sportovní zařízení	< 53	53 – 102	103 – 145	146 – 194	195 – 245	246 – 297	> 297
Obchodní	< 67	67 – 121	122 – 183	184 – 241	242 – 300	301 – 362	> 362

Třídy energetické náročnosti dle vyhlášky č. 148/2007 Sb., (měrná spotřeba energie v kWh/(m².rok)).

Třída energetické náročnosti budovy	Slovní vyjádření energetické náročnosti budovy
A	Mimořádně úsporná
B	Úsporná
C	Vyhovující
D	Nevyhovující
E	Nehospodárná
F	Velmi nehospodárná
G	Mimořádně nehospodárná

Třídy energetické náročnosti dle vyhlášky č. 148/2007 Sb.

Jak tedy PENB vypadá?

Průkaz energetické náročnosti má dvě hlavní části. První je protokol, kde jsou tabulkovou formou uvedeny informace o objektu, dílčí vyhodnocení energetické náročnosti jednotlivých energetických procesů (vytápění, příprava teplé vody, mechanické větrání, chlazení, osvětlení), dále vyhodnocení celkové energetické náročnosti budovy; u nových budov nad 1000 m² se uvádí též ekonomická a ekologická proveditelnost alternativních systémů a případně doporučení na technicky a ekonomicky vhodná opatření pro snížení energetické náročnosti budovy.

Protokol má deset a více stran, proto pro ilustraci uvádíme pouze vybrané části.

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY (PENB)

(1) PROTOKOL

a) Identifikační údaje budovy

Adresa budovy (místo, ulice, číslo, PSČ):	Komerční centrum
Účel budovy:	Polyfunkční budova
Kód obce:	554782
Kód katastrálního území:	729582
Parcelní číslo:	-
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník:	Společnost AB
Adresa:	Nová ulice 1, Praha
IČ:	-
Tel./e-mail:	-
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel:	Společnost AB
Adresa:	Nová ulice 1, Praha
IČ:	-
Tel./e-mail:	-
<input checked="" type="checkbox"/> Nová budova	<input type="checkbox"/> Změna stávající budovy
<input checked="" type="checkbox"/> Umístění na veřejném místě podle § 6a, odst. 6 zákona 406/2000 Sb.	

b) typ budovy

<input type="checkbox"/> Rodinný dům	<input type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Hotel a restaurace
<input type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Nemocnice	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Sportovní zařízení	<input type="checkbox"/> Budova pro velkoobchod a maloobchod	
<input checked="" type="checkbox"/> Jiný druh budovy - připojte jaký: Polyfunkční budova		

Titulní stránka Průkazu energetické náročnosti budovy.

6. vytápění

Otopný systém budovy			
Typ zdroje (zdrojů) energie	Kondenzační kotel		
Použité palivo	Zemní plyn		
Jmenovitý tepelný výkon kotle (kotelů) [kW]	Max. 585 kW		
Průměrná roční účinnost zdroje (zdrojů) energie [%]	102	<input type="checkbox"/> Výpočet	<input type="checkbox"/> Měření <input checked="" type="checkbox"/> Odhad
Roční doba využití zdroje (zdrojů) energie [hod./rok]	735	<input type="checkbox"/> Výpočet	<input type="checkbox"/> Měření <input checked="" type="checkbox"/> Odhad
Regulace zdroje (zdrojů) energie	Ekvitermni		
Údržba zdroje (zdrojů) energie	<input checked="" type="checkbox"/> Pravidelná	<input type="checkbox"/> Pravidelná smluvní	<input type="checkbox"/> Není
Převažující typ otopné soustavy	Teplovodní s deskovými tělesy		
Převažující regulace otopné soustavy	Vnitřní prostorové čidlo		
Rozdělení otopných větví podle orientace budovy	<input type="checkbox"/> Ano		<input checked="" type="checkbox"/> Ne
Stav tepelné izolace rozvodů otopné soustavy	Dle PD vyhovující dle vyhlášky 194/2007 Sb.		

7. dílčí hodnocení energetické náročnosti vytápění

Vytápění	Bilanční
Dodaná energie na vytápění $Q_{h,el,H}$ [GJ/rok]	1 087,22
Spotřeba pomocné energie na vytápění $Q_{h,ak,H}$ [GJ/rok]	169,19
Energetická náročnost vytápění $EP_{H1} = Q_{h,el,H} + Q_{h,ak,H}$ [GJ/rok]	1 256,41
Měrná spotřeba energie na vytápění vztažená na celkovou podlahovou plochu $EP_{H,EA}$ [kWh/(m ² .rok)]	49

Příklad popisu topného systému a dílčího hodnocení ENB v průkazu.

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

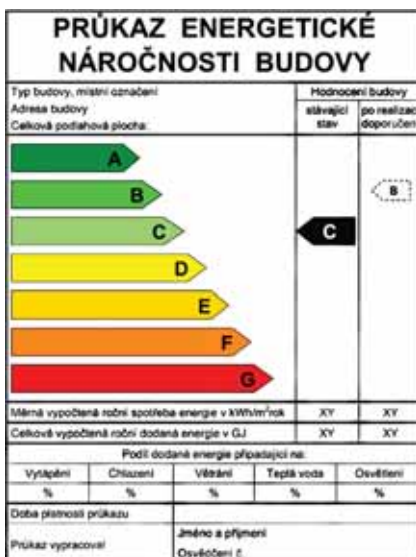
PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY (PENB)

15. ukazatel celkové energetické náročnosti budovy

Energetická náročnost budovy	Bilanční
Výroba energie v budově nezapočtená v dílčích energetických náročnostech (např. z kogenerace a fotovoltaických článků) Q_{z} [GJ/rok]	0
Energetická náročnost budovy EP [GJ/rok]	3 374,03
Měrná spotřeba energie na celkovou podlahovou plochu EP _s [kWh/(m ² .rok)]	131
Měrná spotřeba energie referenční budovy R _{ref,s} [kWh/(m ² .rok)], % energetická náročnost referenční budovy R _{ref} vztahovaná na celkovou podlahovou plochu A	182
Vyjádření ke splnění požadavků na energetickou náročnost budovy	budova splňuje požadavky
Třída energetické náročnosti hodnocené budovy	C - vyhovující

Příklad celkového vyhodnocení ENB v průkazu.

Druhou podstatnou částí je grafické znázornění průkazu energetické náročnosti budovy. Ten byl inspirován již zmiňovanými štítky elektrospotřebičů. Zjistíte z něj, o jakou budovu se jedná, jaké třídy energetické náročnosti budova dosáhla, jaká je měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/(m².rok) (hodnotící parametr), celková vypočtená roční dodaná energie v GJ, jaký podíl připadá na jednotlivé energetické procesy, dále dobu platnosti průkazu a kdo průkaz zpracoval.



Příklad grafického znázornění PENB.

Lze z energetického průkazu poznat, jaké budou náklady na provoz budovy?

Jen do jisté míry. Úsporná budova bude mít vždy nižší náklady než budova neúsporná, za předpokladu, že obě spotřebovávají stejný typ energie. Pokud ale budeme porovnávat rodinný domek, který budeme vytápět plynem, s domkem vytápěným elektrinou, zjistíme významný rozdíl v nákladech, i když budou mít oba stejné energetické hodnocení. Průkaz totiž zajímají pouze energie, ale nikoliv to, kde a za kolik je nakupujeme.

Dalším problémem je, že výsledné kritérium spotřeby energie na m² sčítá energie s různou cenou – teplo na vytápění bývá levnější než elektřina pro osvětlení či pohon čerpadel a ventilátorů. Abyste zjistili, kolik kWh elektřiny, m³ plynu nebo metrů uhlí dům spotřebuje, musíte zapátrat hlouběji v celém několikastránkovém protokolu k průkazu.

Průkaz vyjadřuje stav budovy – navrhuje také zlepšení?

Ano, průkaz má část, která navrhuje konkrétní opatření pro dosažení úspornějšího stavu a vyčísluje i návratnost investic vynaložených na tato opatření. Ovšem pokud navrhovaná opatření nejsou více rozvedena ve zprávě, která předchází vlastnímu protokolu PENB, pak je nutno je brát pouze jako orientační.

U nových budov s podlahovou plochou nad 1000 m² musí být povinně zvážena možnost využití alternativních systémů dodávek energie.

Technická a ekologická proveditelnost se posuzuje zejména z těchto hledisek:

- Dostupnost centrálního zásobování teplem či blokové výtopny a vzdálenost od sítí/zdroje CZT či blokové výtopny.
- Možnost instalace a využití kombinované výroby elektřiny a tepla (zda je v budově či v okolí zajištěn odpovídající odběr elektřiny a tepla).
- Možnost dodávek z již existujícího zdroje kombinované výroby elektřiny a tepla, který by odpovídal potřebám hodnocené budovy co do potřebných dodávek tepla a elektřiny.
- Zabezpečení dodávek biomasy či výroby bioplynu pro výrobu tepla (a elektřiny) po dobu životnosti instalovaných spalovacích zařízení, vhodnost jejich využití v dané lokalitě a budově.
- Dostupnost zdrojů geotermální energie, možnost pro instalaci plášťových či střešních solárních kolektorů či fotovoltaických článků.
- Možnost akumulace tepla, dostupnost zdroje energie (voda, zem) pro tepelná čerpadla.

Tato část je na průkazu z hlediska zpracování to nejnáročnější, zejména u složitých budov. Každá budova je jiná a dobré řešení může někdy najít pouze zkušený tým odborníků specializovaných na různé obory. Proto tato část klade velmi vysoké požadavky na kvalitu a kvalifikaci zpracovatele průkazu. Mnohem vhodnějším nástrojem pro hledání úspor a jejich ekonomické efektivity je však *Energetický audit*.

Je platnost průkazu omezena?

Průkaz energetické náročnosti nemá neomezenou platnost. Naopak zákon č. 406/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů, ji omezuje na dobu 10 let. Důvodem je předpoklad, že během této doby dojde u dané budovy ke změnám, které budou mít dopad na její energetickou náročnost. Takovou změnou může být např. provedení zateplení fasády, či instalace účinnějšího zdroje vytápění nebo např. solárního systému. Pokud k takové změně nedojde, může se během aktualizace průkazu doporučit úsporná opatření, která vyplnou ze zkušeností s provozem objektu.

S čím je možné si PENB splést?

Velmi podobný název, ovšem odlišnou formu i výpočetní metodiku měl tzv. Energetický průkaz (EP). To byl dokument, zpracovaný podle vyhlášky č. 291/2001 Sb., která stanovila podrobnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách. Platnost této vyhlášky byla ukončena ke dni 1. 7. 2007, a to výše uvedenou vyhláškou č. 148/2007 Sb., která ji plně nahradila. *Energetický průkaz* se zpracovával pro všechny nové budovy a pro změny dokončených budov.

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY (PENB)

Energetická náročnost budov, stanovená dle vyhlášky č. 291/2001 Sb., sloužila k hodnocení budov za vzájemně srovnatelných podmínek, tedy za jednotných, předpisem určených, klimatických a provozních podmínek. Tím se zásadně lišila od ostatních výpočtů (energetické bilance, spotřeby tepla na vytápění stanovené energetickým auditem), ve kterém se musí při výpočtu zohlednit místní klimatické a skutečné provozní podmínky.

Často je také průkaz energetické náročnosti budovy zaměřován s tzv. *Energetickým štítkem obálky budovy (EŠOB)*. Důvodem je velmi podobné provedení grafické části, které si laik může zaměnit. Energetický štítek obálky budovy zpracováváný podle normy ČSN 73 0540-2 z roku 2007 popisuje stav obalových konstrukcí a budovy jako stavebního celku. Vzhledem k tomu, že tento dokument je často požadovanou součástí stavební dokumentace, budeme se mu více věnovat v další samostatné kapitole.

Máme energetický audit, lze na jeho základě vystavit průkaz?

Podle vyhlášky č. 148/2007 Sb. se ke stanovení energetické náročnosti budovy a zpracování protokolu mohou využít údaje ze zpracovaných energetických auditů, zejména: plochy stavebních konstrukcí a jejich orientace, součinitele prostupu tepla jednotlivých stavebních konstrukcí, technická data energetických systémů budov, jako je jejich dimenze a účinnost, podmínky vnějšího a vnitřního prostředí.

Je ovšem otázkou zda je možné tyto informace ze zprávy o energetickém auditu vyčíst v takové podobě, která je potřebná pro zpracování průkazu. I když to bylo přáním tvůrců legislativy a v legislativě je dokonce uvedeno, že k vystavení průkazu lze použít jako podklad energetický audit, v praxi to většinou nejde. Energetický audit je zaměřen na něco jiného a řadu informací potřebných pro zpracování průkazu vůbec neobsahuje.

Jiná je situace, pokud auditor, který zpracovával energetický audit, zpracovává následně i průkaz energetické náročnosti budovy. Zde je většinou možné převzít řadu informací z výpočetního modelu, který byl použit pro energetický audit. I když i tehdy je nutné některé vstupní parametry dodatečně zjistit. Důvodem je odlišná metodika pro zpracování obou dokumentů.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY (EŠOB)

Energetický štítek obálky budovy (EŠOB)

Co to je?

Energetický štítek obálky budovy vyhodnocuje tepelně-technické vlastnosti stavební konstrukce domu. Revidovaná technická norma ČSN 730540-2:2007 (platná od 1. 5. 2007) oproti původnímu znění normy z roku 2002 zjednodušuje hodnocení stavebně energetických vlastností budovy na hodnocení prostupu tepla obálkou budovy prostřednictvím průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} . *Energetický štítek budovy* (původní označení) se mění na *Energetický štítek obálky budovy* a klasifikace se upravuje podle metodiky platné pro energetickou náročnost budovy. EŠOB rozděluje budovy do sedmi tříd A–G od velmi úsporných (A) až po mimořádně neohospodárné (G).

Kdo má povinnost nechat EŠOB zpracovat?

Technické normy a jejich požadavky nejsou závazné, ale mají pouze doporučující charakter.

Mohlo by se tedy zdát, že zpracování štítku je zbytečné. Některé části norem jsou ovšem zezáväzňeny zákonem a vyhláškami, tím vzniká povinnost se normou řídit.

V roce 2009 byla aktualizovaná vyhláška o technických požadavcích na stavby (č. 268/2009 Sb.), která se ve své třetí části zabývá požadavky na bezpečnost a vlastnosti staveb.

§ 16 Úspora energie a tepelná ochrana

- (1) *Budovy musí být navrženy a provedeny tak, aby spotřeba energie na jejich vytápění, větrání, umělé osvětlení, popřípadě klimatizaci byla co nejnižší. Energetickou náročnost je třeba ovlivnit tvarem budovy, jejím dispozičním řešením, orientací a velikostí výplní otvorů, použitými materiály a výrobky a systémy technického zařízení budov. Při návrhu stavby se musí respektovat klimatické podmínky lokality.*
- (2) *Budovy s požadovaným stavem vnitřního prostředí musí být navrženy a provedeny tak, aby byly dlouhodobě po dobu jejich užívání zaručeny požadavky na jejich tepelnou ochranu splňující teplotu pohodu uživatelů, požadované tepelné technické vlastnosti konstrukcí a budov, tepelně vlhkostní podmínky technologií podle různých účelů budov, nízkou energetickou náročnost budov.*
- (3) *Požadavky na tepelné technické vlastnosti konstrukcí a budov jsou dány normovými hodnotami.*

Energetický štítek obálky budovy proto bývá požadován v rámci stavebního řízení jako součást stavební dokumentace pro nové budovy, stavební úpravy a změny dokončených budov.

Vztahuje se povinnost zpracování EŠOB na všechny budovy?

Povinnost zpracovat EŠOB se netýká budov převážně velkoplošně otevřených, nafukovacích hal, stanů, mobilních buněk, stájových objektů, chladíren či mrazíren a staveb, kde není požadován stav vnitřního prostředí.

Pro památkově chráněné budovy platí požadavky norma přiměřeně, tak aby nedocházelo k poruchám a vadám při užívání.

Kdo je oprávněn zpracovat EŠOB?

EŠOB může zpracovat autorizovaný inženýr nebo technik v oboru pozemní stavby, technika prostředí apod. Tuto autorizaci získá fyzická osoba po ověření odborné způsobilosti před zkušební komisí České komory autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT).

Co všechno se v rámci zpracování EŠOB řeší?

Předmětem hodnocení nejsou toky energií, ztráty objektu či potencionální tepelné zisky, ale vyhodnocují se tepelné-technické vlastnosti stavební konstrukce a to, jak působí jako celek. Na rozdíl od *Průkazu energetické náročnosti budovy* se štítek zabývá pouze stavebním řešením objektu.

Již zmiňovaná norma ČSN 73 0540-2:2007 uvádí požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla. Součinitel prostupu tepla je veličina, která charakterizuje tepelně-izolační schopnost konstrukce. Konstrukcí je stěna, která se může skládat z více materiálů o různých vlastnostech a funkcích. Základem stěny může být např. cihla, která plní hlavně nosnou a statickou funkci. Na ní je ze strany interiéru většinou omítka, která má spíše dekorativní charakter. Ze strany exteriéru může být instalováno např. zateplení, které přebírá funkci izolační.

Čím menší je hodnota součinitele prostupu tepla, tím lepší jsou izolační vlastnosti konstrukce. Dále je přehled požadovaných a doporučených hodnot pro některé typy konstrukcí.

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY (EŠOB)

Popis konstrukce		Součinitele prostupu tepla U_N [W/(m ² K)]	
		Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty
Stěna vnější	těžká	0,38	0,25
	lehká	0,30	0,20
Střecha plochá a šikmá		0,24	0,16
Strop pod nevytápěnou půdou		0,30	0,20
Podlaha přilehlá k		0,45	0,30
Okno, dveře a jiná výplň		1,70	1,20
Střešní okna, světlíky apod.		1,50	1,10

Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla U_N pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou 20 °C dle ČSN 73 0540-2:2007.

Jako první jsou tedy posouzeny všechny dílčí obalové konstrukce, které chrání vnitřní vytápěný prostor. Často se říká, že tvoří „systémovou hranici budovy“.

Následuje souhrnné vyhodnocení objektu pomocí tzv. průměrného součinitele prostupu tepla, který shrnuje vliv všech ochlazovaných konstrukcí.

Velký důraz je kladen na prostorové řešení objektu, který charakterizuje tzv. objemový faktor tvaru. Ten vyjadřuje poměr mezi plochou všech obalových konstrukcí a obestavěného prostoru (objemu budovy vč. stavebních konstrukcí).

Existuje totiž přímá úměra mezi tvarovou složitostí objektu a jeho energetickou náročností. Pokud máme velmi členitý dům s malým objemem (např. rodinný dům), pak by jeho obalové konstrukce měly být co nejlepší. Naopak u tvarově jednoduchého objektu (např. výrobní hala tvaru kvádrů) se podílí konstrukce na výsledné tepelné ztrátě v mnohem menší míře. Proto je u objektů s vysokým objemovým faktorem tvaru požadováno lepší provedení obalových konstrukcí.

Objemový faktor tvaru budovy A/V [m ² /m ³]	Průměrný součinitele prostupu tepla $U_{em,N}$ [W/(m ² K)]	
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty
≤ 0,2	1,05	0,79
0,3	0,80	0,60
0,4	0,68	0,51
0,5	0,60	0,45
0,6	0,55	0,41
0,7	0,51	0,39
0,8	0,49	0,37
0,9	0,47	0,35
≥ 1,0	0,45	0,34

Požadované a doporučené hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,N}$ pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou 20 °C dle ČSN 73 0540-2:2007.

Jak poznám, že je budova vyhovující?

Na rozdíl od *Průkazu energetické náročnosti budovy* zde budovy nejsou rozděleny do různých kategorií podle provozu či typu činností. Obdobný je systém tříd, které představují dosaženou kvalitu stavebního řešení.

Třídy prostupu obálkou budovy se klasifikují pomocí požadované normové hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,rq}$ a hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$. Tyto hodnoty jsou odvozené od objemového faktoru tvaru, proto se pro každou budovu stanovují samostatně.

S těmito hodnotami porovnáme námi vypočtený průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} budovu a stanovíme klasifikační ukazatel CI.

Klasifikační třída	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel CI
A	Velmi úsporná	< 0,3
B	Úsporná	< 0,6
C	Vyhovující	< 1,0
D	Nevyhovující	< 1,5
E	Nehospodárná	< 2,0
F	Velmi nehospodárná	< 2,5
G	Mimořádně nehospodárná	> 2,5

Klasifikační třídy dle ČSN 73 0540-2:2007.

Aby budova splňovala požadavek ČSN 73 0540-2, musí mít klasifikační ukazatel CI < 1. Musí tedy spadat do klasifikačních tříd A–C, přičemž klasifikační třída A odpovídá tzv. pasivním domům a třída B tzv. nízkoenergetickým domům. Klasifikační třídu C lze podrobněji rozlišit na třídu C1, kdy budova vyhovuje **doporučené** úrovni součinitele prostupu tepla, a třídu C2, kdy budova vyhovuje **požadované** úrovni součinitele prostupu tepla. Rozmezí tříd D a E odpovídá průměrnému stavu stavebního fondu ČR do roku 2006.

Jak EŠOB vypadá?

EŠOB obsahuje dvě části: protokol k energetickému štítku obálky budovy a grafické vyjádření štítku.

V první části naleznete identifikační údaje, charakteristiku budovy, charakteristiku ochlazených konstrukcí, stanovení prostupu tepla a klasifikační třídy a stanovení úrovně.

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY (EŠOB)

Protokol k energetickému štítku obálky budovy

Identifikační údaje

Druh stavby	Bytový dům
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Nová 1, 100 00 Praha 10
Katastrální území a katastrální číslo	Malešice 732451; parc. č. 111/111
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	BD Nová 1
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	BD Nová 1
Adresa	Nová 1, 100 00 Praha
Telefon / E-mail	-

Charakteristika budovy

Objem budovy V – vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	19 435,1 m ³
Celková plocha A – součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	4 555,3 m ²
Geometrická charakteristika budovy A/V	0,23 m ² /m ³
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{int}	20,0 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_{ext}	-12,0 °C

Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha A [m ²]	Součinitel prostu- pu tepla U [W/(m ² ·K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostu- pu tepla U_{req} (U_{req}) [W/(m ² ·K)]	Činitel tepelné redukce λ [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla $H_{tr} = A \cdot U \cdot \lambda$ [W/K]
QP1 – Parapety + Zateplení vnější EPS (MW) 100 mm	1288,1	0,27	0,38 (0,25)	1,00	347,8
QP2 – Štíty + Zateplení vnější EPS (MW) 100 mm	631,8	0,26	0,38 (0,25)	1,00	164,3
STP1 – Střešní plášť	479,9	0,72	0,24 (0,16)	1,00	345,5
PDL1 – Podlaha nad suterénem	479,9	2,52	0,60 (0,40)	0,32	387,0
OK1 – Okna plastová	1101,1	1,40	1,70 (1,20)	1,15	1772,8
OK2 – Vstupní portál s dveřmi	15,8	2,30	3,50 (2,30)	1,15	41,8
MIV – vyzděné meziokenní výplně	558,7	0,44	0,38 (0,25)	1,00	245,8
Tepelné vazby mezi konstrukcemi					318,9
Celkem	4 555,3				3 623,9

Původní konstrukce střešního pláště, podlahy nad suterénem a vyzděných meziokenních výplní **nesplňují požadavky** na součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540.

Rekonstruované konstrukce **splňují požadavky** na součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540.

První strana protokolu EŠOB obsahuje základní popis budovy, vč. vyhodnocení dílčích konstrukcí.

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H_{tr}	W/K	3 623,9
Přůměrný součinitel prostupu tepla $U_{tr} = H_{tr}/A$	W/(m ² ·K)	0,80
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{tr,req}$	W/(m ² ·K)	0,70
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{tr,req}$	W/(m ² ·K)	0,84
Přůměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu $U_{tr,s}$	W/(m ² ·K)	1,54

Požadavek na prostup tepla obálkou budovy je **splněn**.

Klasifikační třídy prostupu tepla obálky hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel C_i pro hranice klasifikačních tříd	U_{tr} [W/(m ² ·K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A – B	0,3	0,3 · $U_{tr,req}$	0,28
B – C	0,6	0,6 · $U_{tr,req}$	0,56
(C1 – C2)	(0,75)	(0,75 · $U_{tr,req}$)	0,70
C – D	1,0	$U_{tr,req}$	0,84
D – E	1,5	0,5 · ($U_{tr,req} + U_{tr,s}$)	1,24
E – F	2,0	$U_{tr,s} + U_{tr,req} = 0,6$	1,54
F – G	2,5	1,5 · $U_{tr,s}$	2,31

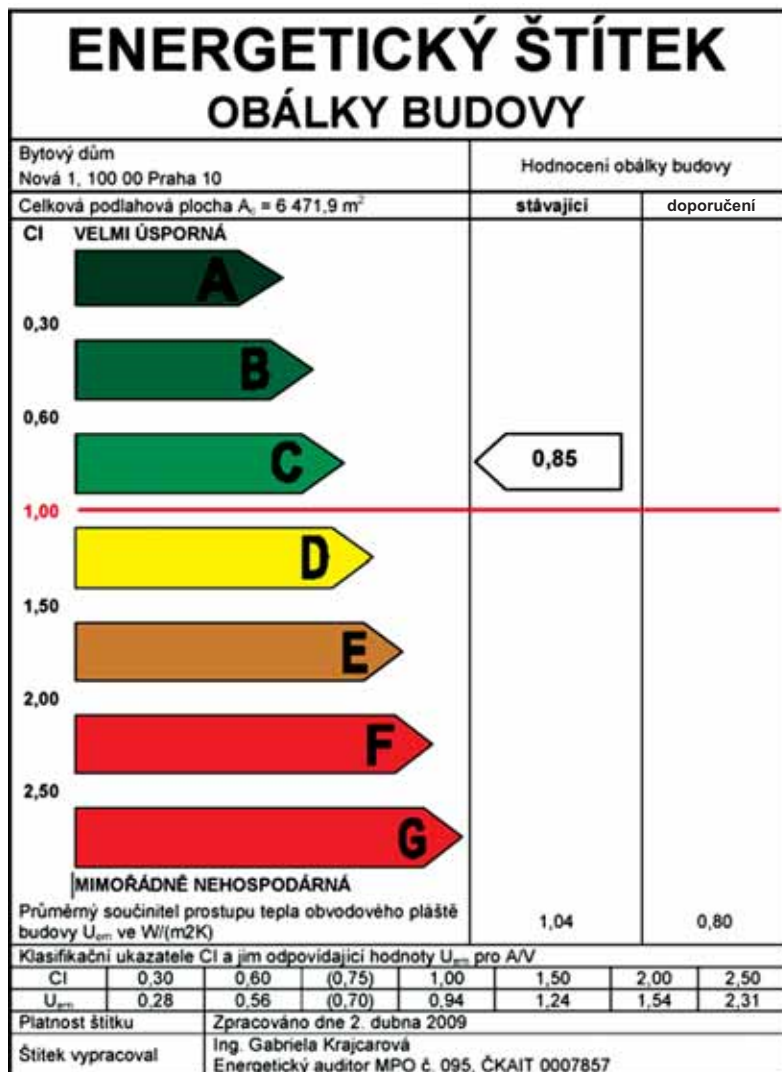
Klasifikace: **C2 – vyhovující požadované úrovni**

Na druhé straně protokolu je vyhodnocení a zařídění budovy a údaje o zpracovateli.

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY (EŠOB)

Druhou podstatnou částí je grafické znázornění energetického štítku obálky budovy. Ten je graficky velmi podobný PENB. Zjistíte z něj, o jakou budovu se jedná, jaké klasifikační třídy budova dosáhla, dále průměrný součinitel prostupu tepla, objemový faktor tvaru a hodnoty hranic klasifikačních tříd, dobu platnosti průkazu a kdo průkaz zpracoval.



Grafická podoba Energetického štítku obálky budovy.

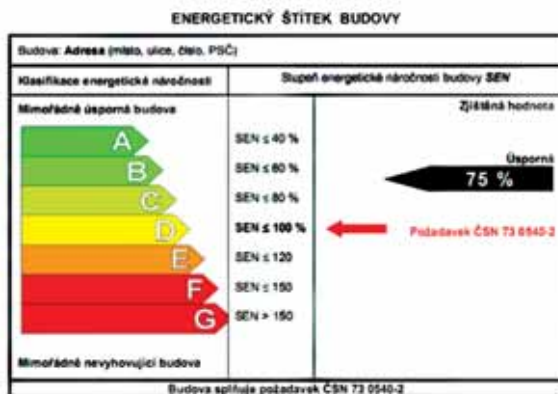
ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY (EŠOB)

S čím je možné si EŠOB splést?

Jak bylo uvedeno v kapitole o *Průkazu energetické náročnosti budovy*, v současnosti mohou být laikem zaměňovány právě tyto dva dokumenty. *Energetický štítek obálky budovy* klasifikuje kvalitu obalových konstrukcí, kdežto *Průkaz energetické náročnosti budovy* hodnotí její energetickou náročnost, tj. kolik energie budova potřebuje pro svůj provoz při standardních podmínkách.

Vzhledem k tomu, že dotčená norma byla v posledních letech často aktualizována, můžete se setkat s různými podobami štítku budovy. Současný Energetický štítek obálky budovy podle aktuální platné normy by mohl být také zaměněn s Energetickým štítkem podle dřívějšího znění normy (z roku 2002), který byl určitým předchůdcem jak současného EŠOB, tak PENB.



Energetický štítek budovy dle ČSN 73 0540-2:2002, v současnosti se již nepoužívá.

Zásadní rozdíl byl v tom, že v rámci *Energetického štítku budovy* byla vedle průměrného součinitele prostupu hodnocena potřeba tepla na vytápění. A další podstatný rozdíl byl v tom, že pokud byla budova zatříděna do kategorie D, pak byla stále vyhovující.

Na závěr ještě přehled označení, která se ve štítcích objevovala:

SEN = Stupeň energetické náročnosti (%): veličina hodnocená dle ČSN 73 0540-2:2002, která porovnávala vypočtenou potřebu tepla na vytápění (e_v) s tabulkovou měrnou potřebou tepla na vytápění (e_{vN}). V současnosti je již nahrazena jiným hodnocením.

STN = Stupeň tepelné náročnosti (%): veličina hodnocená dle změny Z1 normy ČSN 73 0540-2 z roku 2005, která porovnávala vypočtený průměrný součinitel prostupu tepla s požadovanou hodnotou průměrného součinitele prostupu tepla. V současnosti je již nahrazena jiným hodnocením.

CI = klasifikační ukazatel (-): veličina hodnocená dle nového vydání normy ČSN 73 0540-2 z roku 2007, kde se opět porovná vypočtený průměrný součinitel prostupu tepla s požadovanou hodnotou průměrného součinitele prostupu tepla. Toto hodnocení je v současnosti platné.

Energetický audit (EA)

Co to je?

Energetický audit byl definován již v původním znění Zákona o hospodaření energií č. 406/2000 Sb. a zůstává zde s určitými úpravami do současnosti. K podrobnostem zpracování energetického auditu byla vydána prováděcí vyhláška č. 213/2001 Sb., která byla změněna vyhláškou č. 425/2004 Sb.

Energetický audit slouží k vyhodnocení využívání energie v budovách a dalších energetických systémech a také pro navržení opatření, která je třeba realizovat pro dosažení energetických úspor.

Výstupem energetického auditu je studie, která popisuje současnou úroveň energetického hospodářství budovy, identifikuje možnosti úspor energie a navrhuje opatření k jejich dosažení. Jednotlivá opatření se kombinují a sestavují do minimálně dvou variant, které se dále posoudí z hlediska energetických bilancí, vlivu na životní prostředí a z pohledu ekonomiky. Na základě toho je v závěru některá z variant doporučena k realizaci.

Proč vznikl?

Energetický audit je jedním z nástrojů, který by měl přispět ke zvyšování hospodárnosti užití energie a k ochraně životního prostředí v České republice. Cílem je přispět ke snížení spotřeby energií a produkce emisí CO₂. Důraz je přitom kladen na maximální technické, ale i ekonomické využití potenciálu úspor, skrytého v již existujících objektech.

Kdo má povinnost nechat EA zpracovat?

Povinnost podrobit energetické hospodářství a budovu energetickému auditu vzniká na základě výše celkové roční spotřeby energie (§ 9 zákona 406/2000 Sb.):

(1) *Pro organizační složky státu, organizační složky krajů a obcí a příspěvkové organizace je stanovena hodnota ve výši 1500 GJ celkové roční spotřeby energie.*

(2) *Pro fyzické a právnické osoby s výjimkou uvedených v předchozím odstavci je stanovena hodnota ve výši 35 000 GJ celkové roční spotřeby energie.*

(3) *Jsou-li splněny hodnoty podle odstavce 1 nebo 2, pak hodnota, od níž vzniká podle odstavce 1 nebo 2 povinnost zajistit zpracování energetického auditu, se u budov a areálů samostatně zásobovaných energií stanoví ve výši 700 GJ celkové roční spotřeby energie.*

(4) *Celkovou roční spotřebou energie se rozumí součet všech forem energie ve všech odběrných místech provozovaných pod jedním identifikačním číslem.*

Vedle těchto zákonem definovaných subjektů je energetický audit často požadován jako součást žádosti o dotaci z národních či evropských programů.

Kdo je oprávněn zpracovat EA?

EA může zpracovat pouze energetický auditor, zapsaný v seznamu energetických auditorů MPO (<http://www.mpo-enex.cz/experti/>).

Předpokladem pro zapsání do seznamu energetických auditorů je složení odborné zkoušky, způsobilost k právním úkonům, bezúhonnost a požadovaná odborná způsobilost, která se prokáže stupněm dosaženého vzdělání a praxí v oboru.

Lze zpracovat energetický audit pro projektovanou budovu?

Pro budovu, která prozatím nestojí, není možné zpracovat energetický audit v pravém slova

smyslu. Energetický audit a jeho náležitosti jsou definovány zákonem a prováděcí vyhláškou. Přímo v metodice auditu je povinnost zpracovatele vyhodnotit skutečné spotřeby tepla a energie za předchozí období (minimálně 3 po sobě jdoucí roky), což u projektované budovy není možné.

Nicméně někdy může nastat povinnost nechat zpracovat energetický audit pro záměr ve fázi projektu. Většinou je to v souvislosti s možností získat finance z některého dotačního programu nebo jako podmínka pro získání prostředků na vstupní investice, např. z bankovního úvěru.

Může být předmětem EA jen budova?

Předmětem EA vedle energetického hospodářství konkrétní budovy, může být i průmyslový objekt, výrobní technologie či záměr využití obnovitelných zdrojů (instalace fotovoltaické, větrné elektrárny atp.).

Podle předmětu EA se také často odlišuje charakter doporučených opatření. U budovy lze většinou podstatných úspor dosáhnout zlepšením vlastností obalových konstrukcí. U průmyslového objektu typu velkoprostorových hal je často významný potenciál v systému větrání. U výrobních technologií lze nalézt možnosti vyplývající z vlastního provozu, či individuální opatření navázaná na vlastní výrobu. U obnovitelných zdrojů se nečastěji hledá optimální technologie a velikost instalovaného výkonu pro maximální využití potenciálu na dané lokalitě.

Co všechno se v rámci zpracování EA řeší?

Základním podkladem pro návrh možných opatření je nejprve detailní rozbor výchozího stavu.

Popis výchozího stavu předmětu energetického auditu obsahuje údaje o předmětu energetického auditu, energetických vstupech a výstupech, vlastních energetických zdrojích, rozvodech energie a významných spotřebičích energie. Údaji jsou hlavně základní popis a charakteristika předmětu EA, situační plán a výčet všech energeticky významných technologií včetně výrobních.

Údaje o energetických vstupech a výstupech musí obsahovat stanovení jejich průměrné roční výše. Dle zákona se auditor musí zabývat minimálně třemi předchozími roky. Roční množství nakupovaných paliv a energie se stanovuje na základě z daňových a účetních dokladů.

Popis zdrojů tepla je definován počtem, typem, označením výrobce a rokem výroby, tepelným či elektrickým jmenovitým výkonem, druhem paliva či parametry vyráběného media atd. Dále se zpracovatel zabývá rozvody energie, údaje se zjišťují pro páteřní a hlavní rozvody. Pro rozvody se uvádí druh, jeho délka, kapacita, průměr, provedení, stáří a technický stav, tloušťka a stav tepelné izolace.

Významným, často největším, spotřebičem energie je i samotná auditovaná budova. Základní informace o budovách se zjišťují z projektové dokumentace včetně jejich změn, popřípadě ze zaměření skutečného stavu doplněného o fotografickou dokumentaci.

Pro zhodnocení výchozího stavu se sestaví roční energetická bilance na základě údajů získaných z provedených opatření.

V energetické bilanci najdeme jednotlivé spotřeby – např. potřeba tepla na vytápění, na přípravu TV, jakou část celkové spotřeby tvoří ztráty v rozvodech tepla, či jaká je spotřeba elektřiny na osvětlení či ostatní spotřebiče.

Analýzou základních technických parametrů se určí rezervy na vlastním energetickém zdroji

a vyhodnotí se úroveň energetické účinnosti.

U budov se stanoví tepelné technické vlastnosti konstrukcí, sestaví se model energetické spotřeby budovy a upřesní se potřeby energie budovy podle skutečných spotřeb energie v průběhu 3 let.

Výsledkem uvedených analýz je zhodnocení hospodárnosti nakládání s energií a vyčíslení výše dosažitelných energetických úspor a možných úspor nákladů.

Návrh opatření ke snížení spotřeby energie: energetický audit v návaznosti na zjištěnou výši dosažitelných energetických úspor obsahuje konkrétní opatření vedoucí k jejich využití. U jednotlivých opatření se stanoví výše úspory energie a provozních nákladů, výše investičních nákladů a prostá návratnost. Následně se varianty uspořádají do minimálně dvou variant pro komplexní vyhodnocení. V rámci hodnocení variant se zpracují energetické bilance, které se porovnají s bilancí původního stavu.

Při ekonomickém vyhodnocení se úspory nákladů na energii upravují zejména o změnu dalších provozních nákladů, příp. mzdy, servisní služby, opravy, provozní hmoty a tržby za prodej energie. Ve výpočtech se přínosy uvažují v cenové úrovni roku realizace projektu, to znamená, že v rámci ekonomického hodnocení není uvažováno žádné meziroční zvyšování cen energií či nákladů na údržbu apod.

Při posuzování ekonomické efektivity se používají hlavně následující parametry:

Prostá doba návratnosti (T_p) – slouží jako první orientační ukazatel efektivity. Vypočte se tak, že investici podělíme čistým výnosem (tedy tržby minus provozní náklady). Například investice ve výši 100 Kč s ročním výnosem 10 Kč má prostou návratnost 10 roků.

Reálná, diskontovaná doba návratnosti (T_{sd}) – stanovuje návratnost za skutečných ekonomických podmínek. Zejména zohledňuje způsob financování – pokud je investice hrazena z úvěru, část příjmů musí investor použít na splácení úvěru a úroků, takže návratnost bude delší, než je prostá návratnost. Současně se zohledňuje i diskont, tedy změna hodnoty peněz v čase. Koruna vydělaná za 10 let bude mít jinou hodnotu než koruna vydělaná dnes.

Vnitřní výnosové procento (IRR) – vyjadřuje výnosnost investice. Lze ho srovnat s úrokem v bance. Například drobný investor má na účtu v bance 100 tis. Kč, ročně úročených sazbou 3 %.

Čistá současná hodnota (NPV) – vyjadřuje skutečnou hodnotu investice na konci ekonomické životnosti. Jde o součet výnosů za dobu životnosti, po odečtení vstupní investice a snížení vlivem diskontu. Například investice 100 Kč s ročním výnosem 8 Kč vynesou za 20 let 160 Kč, čistá současná hodnota by tedy byla 60 Kč, při uvažovaném diskontu 3 % je však jen 23 Kč. Je-li čistá současná hodnota záporná, znamená to, že projekt je ztrátový.

Vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí: V energetickém auditu se kvantifikuje snížení zátěže životního prostředí vyplývající z variant. Vyhodnocení se zabývá pouze zdroji a spotřebou energie, které jsou předmětem auditu. V rámci hodnocení je stanoveno snížení produkce následujících znečišťujících látek: tuhé látky, SO_2 , NO_x , CO a CO_2 .

Výstupy energetického auditu jsou hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství, celková výše dosažitelných energetických úspor, návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu, včetně ekonomického hodnocení, doporučení obsahující konečné stanovisko a doporučení energetického auditora k realizaci, posouzení využití obnovitelných zdrojů energie.

Shrnutí původního stavu i navrženého energeticky úsporného projektu zadavatel nalezne v tzv. evidenčním listu energetického auditu.

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

ENERGETICKÝ AUDIT (EA)

EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU			
Předmět EA		Mateřská školka	
Adresa		Školní 1, 000 00 Obec	
Zadavatel EA		Obec	Zástupce Ing. Pavel Nový
Adresa zadavatele			
Telefon		Fax	E-mail
Charakteristika předmětu EA	<p>Objekt mateřské školy (MŠ) se skládá ze tří částí: vlastní MŠ, technického pavilonu a spojovací chodby. Hlavní průčelí MŠ je orientováno jižně směrem ke Školní ulici. Přístup do MŠ a tech. pavilonu je z východu, z ulice Újezd. Budova byla postavena v 70. letech 20. století pro 60 dětí. Pavilon MŠ má dvě nadzemní podlaží. Spojovací chodba a technický pavilon jsou jednopatrové. Všechny části jsou bez podsklepení.</p> <p>Budova má stěnový nosný systém. Dle zachované dokumentace a prohlídky objektu byl pro obvodový plášť použit systém Velox tl. 260 mm, tj. beton vyřítý do ztraceného bednění ze štěpkocementových desek.</p> <p>Stropy tvoří omítnuté železobetonové panely. Střechy jsou klasické jednoplašťové se škvárovým násypem, plynosilikátovými deskami a asfaltovou hydroizolací. Podlahy na terénu jsou betonové s nášlapnou vrstvou (dlažba, PVC) s tepelnou izolací z pěnového polystyrenu tl. 25 mm. Okna jsou původní dřevná zdvojená se dvěma skly. Dveře v objektu jsou většinou dřevěné zasklené jednoduchým sklem. Vrata a dveře do kotelny jsou plechové.</p>		
1. Výchozí stav			
Stručný popis energetického hospodářství (vč. budov)	<p>Škola má vlastní kotelnu na koks, která je umístěna v technickém pavilonu. Topným médiem je teplá voda. Hlavní a páteční rozvody topné vody jsou tvořeny původními rozvody vedenými v kanálech ústředního topení pod podlahou. Z těchto ležatých rozvodů jsou vedeny jednotlivé stoupačky. Rozvody ÚT jsou původní a jsou ve špatném technickém stavu. Automatická regulace a měření není instalována. Nastavení ventilů provádí poučená obsluha (kotelník). Na topných tělesech nejsou instalovány termostatické ventily a termostatické hlavice.</p> <p>Byt ve škole má vlastní odběr elektřiny i vlastní zdroj tepla, a proto není předmětem auditu.</p> <p>Teplá voda je připravována ve dvou zásobníkových elektrických ohřivačích o objemu 80 a 160 litrů. Zásobníky jsou umístěny v prostorech pro přípravu jídla. V umývárkách není teplá voda rozvedena.</p>		
Vlastní energetický zdroj	Instal. tep. výkon [MW]	Instal. el. výkon [MW]	
	0,335	0,034	
Typ energosoustrojí (protitlaká, odběrová, kondenzační, spalovací, vodní, větrná turbína, spalovací motor, atd.)	-		
Teplota	Výroba ve vlastním zdroji [GJ/r]	622,7	
	Nákup [GJ/r]	-	
	Prodej [GJ/r]	-	
Elektřina	Výroba ve vlastním zdroji [GJ/r]	-	
	Nákup [GJ/r]	22,0	
	Prodej [GJ/r]	0	
Spotřeba paliv a energie [GJ/r]	644,4	z toho přímá technologická spotřeba [GJ/r]	-
Spotřebič energie	Příkon (tep. ztráta) [kW]	Spotřeba energie [GJ/r]	Nositel energie
Budova školky – vytápění	85,1	367,2	Koks
Ztráty v rozvodech		255,4	Koks
Příprava TV		9,6	Elektrická energie
Elektrické spotřebiče		12,4	Elektrická energie

Evidenční list EA – první část obsahuje identifikační údaje a popis výchozího stavu auditovaného objektu.

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

ENERGETICKÝ AUDIT (EA)

2. Energeticky úsporný projekt				
Stručný popis doporučené varianty	V této variantě je uvažováno se zateplením celého obvodového pláště, zateplením střechy a s výměnou původních oken a dveří. Dále se počítá s nahrazením částí stěn ze sklobetonu (luxfery) neprůsvitnou konstrukcí a jejím následným zateplením. Zateplení obvodového pláště, střechy, výměna oken a vstupních dveří je navrženo na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla U tak, aby zároveň byla splněna požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} dle normy ČSN 73 0540:2007. Zpracovatel EA doporučuje realizaci beznákladových a nízkonákladových úsporných opatření: opatření představují zavedení a dodržování zásad energetického manažerství, výškolení obsluhy o správném provozování systému. Vyhodnocování získaných údajů poskytne cenné informace o účinnosti regulace vytápění, o případné poruše a jiných neobvyklých stavech, které se mohou vyskytnout. Nástroje energetického managementu umožní nejen lepší využití potenciálu úspor, ale zejména udržení dosažených úspor v dlouhodobém horizontu. Doporučujeme realizaci úprav na otopné soustavě, zvážit změnu velikosti hlavního jističe vzhledem k předpokládanému budoucímu využití technického pavilonu. Další doporučená opatření se týkají údržby a regenerace elektrického osvětlení, nákupu nových myček a vypínání počítačů v době mimo provoz. Do vysokonákladových opatření spadá návrh nové kotelny. Stávající zdroje jsou již za hranici své životnosti, doporučujeme jejich kompletní výměnu.			
Investiční náklady [tis. Kč]	3 948,1	z toho technologie [tis. Kč]		512,0
Konečná spotřeba paliv a energie	před realizací projektu		po realizaci projektu	
	Energie [GJ/r]	Náklady [tis. Kč/r]	Energie (GJ/r)	Náklady [tis. Kč/r]
	644,7	136,7	156,9	64,0
Potenciál energetických úspor	[GJ/r]		[MWh/r]	
	487,8		135,5	
Environmentální přínosy				
Znečišťující látka	Výchozí stav [t/ř]	Stav po realizaci [t/ř]	Rozdíl [t/ř]	
Tuhé látky	0,1488	0,0001	0,1487	
SO₂	0,2061	0,0000	0,2061	
NO_x	0,0330	0,0063	0,0267	
CO	0,9969	0,0012	0,9957	
CO₂	65,38	7,42	57,96	
Ekonomická efektivnost				
Cash - Flow projektu [tis. Kč/r]	Viz graf		Doba hodnocení [roky]	40
Prostá doba návratnosti [roky]	> Tž		Diskont [%]	5
Reálná doba návratnosti [roky]	> Tž	NPV [tis. Kč]	- 3 060,2	IRR [%]
				Není jednoznačné řešení.
Energetický auditor	Ing. Jan Truxa		Č. osvědčení	energetický auditor MPO č. 047
Podpis			Datum	30. května 2008

Evidenční list EA – popis energeticky úsporného projektu, kde najdete doporučená opatření.

Jsou závěry auditu pro zadavatele závazné?

Energetický audit by měl zadavateli nastínit možnosti úspor v různých oblastech budovy. Nicméně je na uvážení investora zda se těmito radami bude řídit, neboť závěry auditu mají pouze doporučující charakter.

V případě, že energetický audit je součástí dokumentace pro žádost o dotace např. z národních či evropských programů, pak je pro zadavatele doporučena varianta závazná, právě proto, že odpovídá požadavkům pro udělení dotace. Energetický audit vlastně dokládá jejich splnění.

Je z energetického auditu poznat, jaké budou náklady na provoz budovy?

V zásadě ano. Vzhledem k tomu, že metodika auditu přímo vyžaduje sestavovat model budovy dle skutečných spotřeb a provozních nákladů za předchozí roky a pracuje s konkrétními vstupními parametry (lokalitou, provozem), lze poměrně přesně vyčíslit, jak nákladný bude provoz po provedení navrhovaných opatření. Na druhou stranu ne vždy realita odpovídá předpokladům. To může být způsobeno přeceněním předpokládaných přínosů navržených opatření nebo nedokonalostí jejich provedení. Často se také zapomíná na provedení souvisejících opatření. Např. po zateplení budovy musí vždy následovat vyvážení a vyregulování otopné soustavy. Pokud je odběr množství tepla či energie předem nasmlouván, pak po provedení úsporných opatření musí být provedena kontrola, zda je není potřeba snížit. Mohlo by se totiž stát, že sice potřeba tepla na vytápění klesne na polovinu, ale vzhledem k tomu, že odběratel nezměnil nasmlouvané množství tepla, jeho provozní náklady se nesníží na očekávanou hodnotu.

Je platnost EA omezena?

Ze zákona je pouze definována povinnost, kdy a pro které subjekty je nutné audit zpracovat, není však uvedeno, jaká je předpokládaná platnost EA.

Je to dáno i logikou celé metodiky pro zpracování auditu. Auditor řeší aktuální výchozí stav objektu, pro který navrhuje určité doporučení s pohledu spotřeb energií, ekonomického hodnocení či vlivu na životní prostředí. Proto také pracuje se skutečnými spotřebami tepla a energií za předchozí období.

V zásadě po jakékoli realizaci některého opatření se změní výchozí stav. Na druhou stranu, vzhledem k tomu, že závěry auditu mají pouze doporučující charakter, není nutné pokaždé audit aktualizovat.

Na druhou stranu, pokud bychom chtěli použít audit, který byl zpracován pouze kvůli zákonem definované povinnosti, např. pro žádost o dotaci, vždy musí předcházet jeho podrobná kontrola, zda odpovídá současnému stavu, a také zda navržená varianta je v souladu s požadavky pro udělení dotace. Častěji dochází k aktualizaci, případně novému zpracování auditu. O tom, který postup bude zvolen, je nejjednodušší se dohodnout se zpracovatelem původního auditu.

S čím je možné si EA splést?

Náležitosti a struktura Energetického auditu jsou pevně dány a nelze jej tedy zaměňovat s jinou energetickou studií. Žádnou ze zákonem předepsaných částí auditu není možné jen tak vynechat. Z toho vyplývá i vhodnost použití energetického auditu. Pokud objekt nepodléhá zákonné povinnosti (nebo podmínkám poskytovatele financí) zpracovat Energetický audit, pak bývá pro navržení úsporných opatření vhodnější (a mnohdy i levnější) zvolit některou z optimalizačních studií, kterým se budeme věnovat v další kapitole. Výhodou je možnost opustit některá hodnocení, která nejsou pro zadavatele důležitá, a věnovat se jiným oblastem, které jsou pro něj podstatná.

OPTIMALIZAČNÍ STUDIE (OPT)

Optimalizační studie (OPT)

Co to je?

Jedná o studie, které hledají potenciál úspor energie a nákladů a navrhují možná opatření, a na základě vícekritériálního hodnocení podle předem stanovených kritérií vyhodnocují optimální variantu řešení. Pod pojmem optimalizační studie shrnujeme všechny možné typy

těchto posouzení, které bývají označeny jako tzv. *Retrofit studie*, *Studie proveditelnosti*, *Optimalizace* či *Posouzení*.

Podstatné je, že jejich podobu ani metodiku zpracování nepředepisuje žádný zákon, vyhláška či technická norma. Pro některé (např. „Retrofit study“) se však používá ustálená struktura, což zjednodušuje orientaci zadavatele.

Výjimkou mohou být opět případy, kdy je posouzení požadováno jako potvrzení splnění požadavků pro přiznání dotace. U takových studií bývá také struktura předepsána.

Proč vznikly?

Na začátku stojí zájem najít určité optimální řešení určitého problému. V zásadě se můžeme věnovat čemukoliv od posouzení kvality stavebních konstrukcí, přes výhodnost výměny zdroje tepla, zjištění vlivu instalace vodní elektrárny, efektivitu výrobního procesu až po možnosti recyklace domovního odpadu. V této publikaci se budeme věnovat těm, které mají souvislost s energetickou náročností.

Kdo má povinnost je zpracovat?

V tomto případě není definována povinnost ke zpracování takové studie. Naopak na začátku je většinou přání zadavatele nalézt optimální řešení jeho problémů, přičemž definuje všechny okolnosti, které jsou pro něj podstatné.

Často je zadáním nalezení potenciálních úspor u stávající budovy či výrobního provozu. Další možností je snížení energetické náročnosti či provozních nákladů u projektované budovy, která ještě nestojí, a tudíž je vhodné optimalizovat její budoucí vlastnosti.

Kdo je oprávněn je zpracovat?

Optimalizační studie může zpracovat kdokoli a většinou není požadována kvalifikace či přezkoušení. Podle typu problému, který je předmětem posouzení, je třeba zvolit vhodně kvalifikovanou osobu. Ideální je volba odborníka se širším rozhledem, ne pouze s úzkou specializací, protože ten dokáže vyhodnotit i kombinace opatření z různých oblastí. Samozřejmostí by mělo být doložení referencí na zpracovatele.

Co všechno se v rámci optimalizační studie řeší?

Stejně jako u energetického auditu je základem optimalizační studie analýza výchozího stavu. Součástí by měla být specifikace oblastí, kterým se budeme ve studii věnovat a pro které budeme hledat optimální řešení. Hodnotíme-li budovu, pak nás zcela jistě bude zajímat její stavební řešení, jaká technická zařízení či jaké technologie budou či jsou její součástí. Dále je nutné definovat všechna kritéria, která budou pro naše hodnocení podstatná. Součástí může být i rešerše podobných řešení apod.

Pro investora jsou většinou zásadní tato vyhodnocení jednotlivých opatření či zvolených variant: analýza investičních nákladů, energetická bilance, analýza provozních nákladů a ekonomické vyhodnocení (návratnost vynaložených prostředků, přínosy projektů).

V poslední době se do popředí dostávají i tzv. environmentální aspekty – produkce emisí spojených s provozem objektu či technologie, environmentální dopady spojené s výrobou materiálů užitých v budově atd.

V čem je výhoda optimalizačních studií?

Podstatnou výhodou optimalizační studie je možnost jejího přizpůsobení zájmům zadavatele. Ne pro každého je nejdůležitější např. ekonomické hodnocení navržených opatření, preferována může být třeba maximální úspora energie, zajištění energetické soběstačnosti objektu nebo jiné zájmy.

Výhodou je také práce s reálnými daty i vstupními okrajovými podmínkami (klimatické, zohlednění skutečného provozu, příp. růstu cen energií atd.). Díky tomu je možné dosáhnout i velmi přesných výstupů a závěrů, které jsou podstatné pro konečné rozhodnutí zadavatele.

K čemu je vícekriteriální hodnocení?

Podstatou vícekriteriálního hodnocení je posouzení navržených řešení z více různých pohledů. Na začátku se vybere několik parametrů, které jsou pro zadavatele podstatné. Ten jim navíc může přiřadit určitou váhu, která se projeví na konečném výsledku.

Pro vysvětlení uvedeme konkrétní příklad. Zadavatel staví nový dům a pro výběr z variant zvolil následující kritéria: investiční náklady, provozní náklady a minimalizace environmentální zátěže při provozu. Jako nejdůležitější označil provozní náklady, kterým udělil váhu 50 %. Další preference byly: minimalizace environmentální zátěže (30%) a investiční náklady (20%). Z takového zadání zřejmě vyplyne, že hledá energeticky úsporný dům, který bude patrně využívat obnovitelné zdroje.

Pokud by zadání znělo stejně, ovšem všechny parametry by měly stejnou váhu, pak pravděpodobně nedostaneme jednu vítěznou variantu, ale pro konečný výběr budeme muset zvolit ještě další upřesnění, případně přikročit k upřednostnění některého kritéria.

Na výsledek má vedle zvoleného zadání samozřejmě vliv i výběr hodnocených řešení (variant). Pokud jsou hodně odlišná, pak je pravděpodobné, že i na základě jednoduchého zadání, vybereme jednoho vítěze. Pokud jsou si varianty hodně podobné, pak bude patrně třeba upřesnit naše preference.

Co všechno lze v domě optimalizovat?

Pokud máme starší budovu, pak lze významný potenciál úspor nalézt v jejím stavebním řešení. Další je pak možno hledat v technickém zařízení – např. instalovat účinnější zdroj tepla, pokusit se upravit otopnou soustavu tak, aby systém aktivně využíval tepelné zisky, tj. aby nedocházelo ke zbytečnému přehřívání prostor, dále lze zvážit instalaci řízeného větrání s rekuperací tepla atd.

Prostor pro úspory je možné najít i v provozu objektu – zařadit období útlumu vytápění, použití úsporných domácích spotřebičů, správně zvolené sazby na odběr tepla a energie atp.

Příklad optimalizace rodinného domu

Jedná se o rodinný dům se dvěma bytovými jednotkami, jehož jižní stěna je společná se sousedním objektem. Dům má jedno přízemní podlaží a dvě podlaží nadzemní. V každém nadzemním podlaží se nachází jedna bytová jednotka.



*Optimalizace projektu rekonstrukce RD pomůže najít nejhodnější variantu řešení.
Foto poskytnuto klientem.*

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

OPTIMALIZAČNÍ STUDIE (OPT)

Nejprve vyhodnotíme stavební řešení objektu. Varianta 1 vychází ze současného stavu objektu. Ve variantě 2 se zvažuje zateplení obvodového pláště kontaktním zateplovacím systémem o tl. 140 mm a dále výměna původních oken, zateplení střešního pláště a stropu nad obytnými místnostmi 2. nadzemního podlaží 160 mm minerální plsti a výměna střešních oken za nová.

Varianta		V1	V2
Faktor tvaru budovy AV	m^2/m^3	0,54	0,54
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rc}$	$W/(m^2.K)$	0,43	0,43
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,rq}$	$W/(m^2.K)$	0,58	0,58
Průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$	$W/(m^2.K)$	1,18	1,18
Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em}	$W/(m^2.K)$	1,26	0,55
Klasifikační ukazatel CI	-	2,07	0,96
Klasifikační třída EŠOB		F	C2
Slovní vyjádření klasifikační třídy		Velmi ne hospodárná	Vyhovující požadované úrovni

Vyhodnocení obálky budovy dle ČSN 73 0540:2007.

Varianta		V1	V2
Extrémní tepelná ztráta			
(Pro vnější výpočtovou teplotu $-12^{\circ}C$)	kW	23,4	12,4
Potřeba tepla na vytápění	kWh/rok	63 400	29 020
	GJ/rok	228,2	104,5
Obytná podlahová plocha	m^2	254,73	254,73
Měrná potřeba tepla na vytápění	$kWh/(m^2.rok)$	248,9	113,9

Tepelná ztráta a potřeba tepla na vytápění pro jednotlivé varianty.

Varianta		V1	V2
Investiční náklady	Kč	0	500 000
Provozní náklady	Kč/rok	113 839	78 632
Úspora oproti V1	Kč/rok	-	35 207
Prostá návratnost	-	-	14,2 let

Ekonomická bilance stavebních variant.

V původním stavu není centrální zdroj tepla. Pro vytápění se používají lokální plynová topidla („wavy“). Pro přípravu TV jsou použity u každého odběrného místa elektrické průtokové ohřivače.

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

OPTIMALIZAČNÍ STUDIE (OPT)

Varianta		V1	V2
Spotřeba tepla na vytápění*	kWh/rok	79 250	36 275
Spotřeba tepla na TV*	kWh/rok	8 259	8 259
Spotřeba domácnosti	kWh/rok	5 226	5 226
Celková potřeba energie	kWh/rok	97 735	49 760
Úspora oproti V1	kWh/rok	-	47 975

Energetická bilance stavebních variant.

*Uvedené spotřeby tepla jsou již včetně zahrnutého vlivu účinnosti zdroje, rozvodů atd. Proto se liší od vypočtených potřeb v předchozí tabulce.

Vezmeme si opět původní variantu, u které však tentokrát budeme posuzovat vhodnost změny zdroje tepla. Jako variantu A zvolíme původní stav s vytápěním lokálními plynovými topidly. TV je připravována lokálně pomocí elektrického průtokového ohřivače. Písmenem B označíme variantu s centrálními kotli na zemní plyn společně s kombinovaným zásobníkem tepla pro každý byt. Kombinované zásobníky jsou v topné sezóně ohřívány zdrojem vytápění, mimo pak pomocí elektrické patrony, která je jejich součástí.

Varianta		VA	VB
Investiční náklady	Kč	0	290 000
Provozní náklady	Kč	113 839	75 724
Úspora oproti V1	Kč	-	38 115
Prostá návratnost	-	-	7,6 let

Ekonomická bilance variant TZB.

Není úplně správné, pokud stavební opatření a opatření v oblasti TZB hodnotíme odděleně. Naopak kombinace jednotlivých variant je vhodné postavit vedle sebe. U některých opatření se jejich vliv navíc může zvětšovat, příp. zmenšovat vzájemným spolupůsobením.

Varianta		V1A	V2A	V1B	V2B
Spotřeba tepla na vytápění*	kWh/rok	79 250	36 275	64 079	29 331
Spotřeba tepla na TV*	kWh/rok	8 259	8 259	8 174	8 147
Spotřeba domácnosti	kWh/rok	5 226	5 226	5 226	5 226
Celková potřeba energie	kWh/rok	97 735	49 760	77 479	42 731
Úspora oproti V1A	kWh/rok)	-	47 975	20 256	55 004

Energetická bilance kombinací variant.

*Uvedené spotřeby tepla jsou již včetně zahrnutého vlivu účinnosti zdroje, rozvodů atd. Proto se liší od vypočtených potřeb v předchozí tabulce.

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

OPTIMALIZAČNÍ STUDIE (OPT)

Varianta		V1A	V2A	V1B	V2B
Investiční náklady	Kč	-	500 000	290 000	790 000
Provozní náklady	Kč/rok	113 839	78 632	75 724	46 938
Úspora oproti V1A	Kč/rok	-	35 207	38 115	66 901
Prostá návratnost	-	-	14,2 let	7,6 let	11,8 let

Ekonomická bilance kombinací variant.

Na základě takového hodnocení se již může investor rozhodnout, která varianta pro něho bude zajímavá. Případně, zda bude hledat ještě další možná řešení.

POSOUZENÍ BUDOV S VELMI NÍZKOU POTŘEBOU TEPLA NA VYTÁPĚNÍ

Posouzení budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění

Co to je?

Posouzení budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění vzniklo v souvislosti s ujednocením procesu hodnocení velmi úsporných budov, které se v poslední době začaly stavět. Pro tyto budovy se vžil označení **nízkoenergetické** a **pasivní domy**.

Až do letošního roku (2009) neexistovala jednotná metodika pro hodnocení takových budov platná pro Českou republiku. Proto se používalo buď zahraniční metodiky (např. Rakousko a Německo – „Hodnocení podle PHPP“) nebo hodnocení podle technické normy ČSN EN ISO 13790 *Tepelné chování budov – Výpočet potřeby tepla na vytápění*, která však pracuje s reálnými parametry a koeficienty, které byly často otázkou volby zpracovatele. Zejména u projektovaných budov, kde prozatím nebylo možné vyhodnotit reálný provoz, tyto hodnoty nešlo přesněji určit, a tudíž zde byl veliký stupeň volnosti. Díky tomu mohl téměř každý tvrdit, že staví nízkoenergetický dům. To už nyní není možné.

V současnosti jsou zpracovány národní metodiky pro posouzení rodinných (TNI 73 0329:2009) a bytových domů (TNI 73 0330:2009). Společným rysem je sjednocení podstatné většiny okrajových výpočetních podmínek. Díky tomu, je možné vzájemné porovnání kvality domů a také jejich klasifikace.

Pro hodnocení se používají klimatická data obecné lokality – tj. jednotné měsíční teploty i dotace slunečního záření. Každá konkrétní lokalita má ve skutečnosti klimatické podmínky vlastní a tedy odlišné od hodnot v tabulce. Použití jednotných dat zaručuje možnost porovnání kvality stavebního řešení. Konkrétní návrh domu má co nejlépe reagovat na místní podmínky. Díky tomu není rozdíl v hodnocení mezi budovou, která stojí u Brna, nebo která se nachází v Krušných horách. I když v realu bude spotřeba budovy na horách samozřejmě vyšší.

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

POSOUZENÍ BUDOV S VELMI NÍZKOU POTŘEBOU TEPLA NA VYTÁPĚNÍ

Měsíc	Počet dnů	Teplota vzduchu °C	Celková energie globálního slunečního záření [kWh/m ²]								
			Sever	Jih	Východ	Západ	Horizont	Severovýchod	Severozápad	Jihovýchod	Jihozápad
leden	31	-1,0	7	50	15	20	23	12	12	37	44
únor	28	1,0	13	56	26	28	40	20	20	47	51
březen	31	4,0	23	82	51	53	79	38	37	73	76
duben	30	9,0	32	95	74	72	118	51	49	92	86
květen	31	14,6	47	97	104	93	161	79	73	109	98
červen	30	17,0	52	87	115	88	186	91	73	108	88
červenec	31	18,2	47	93	100	93	162	78	75	103	97
srpen	31	18,8	38	100	88	88	143	64	63	101	100
září	30	13,8	24	95	60	64	96	38	40	82	86
říjen	31	9,4	17	75	34	48	57	21	25	51	71
listopad	30	4,0	9	36	14	18	24	10	11	25	32
prosinec	31	-0,5	6	29	11	12	17	9	9	23	26

Jednotné klimatické okrajové podmínky dle TNI 73 0329 a TNI 73 0330.

Stejně tak je sjednoceno zadání způsobu větrání či dotace vnitřních zisků. Do vnitřních tepelných zisků se započítává metabolické teplo od osob a teplo uvolňované do vytápěného prostoru provozem domácích spotřebičů a umělého osvětlení. Nezahrnuje se energie potřebná na provoz domovní techniky.

Vnitřní tepelné zisky se stanovují podle projektovaného obsazení domu osobami. Nejmenší plocha na jednu osobu se pro účely tohoto výpočtu stanovuje na 15 m², bez ohledu na možný vyšší počet osob uvedený v projektové dokumentaci. Zjednodušeně se předpokládá, že osoby jsou přítomny po 70 % doby v roce. Koeficient přítomnosti se tedy uvažuje jednotně hodnotou 0,7.

Metabolické teplo a teplo uvolňované do vytápěného prostoru provozem domácích spotřebičů a umělého osvětlení se uvažuje hodnotou 100 W na přítomnou osobu. K tomu se připočítává 100 W na každou bytovou jednotku stálé produkce tepla bez ohledu na přítomnost osob.

Výměna vzduchu v otopném období pro účely větrání se uvažuje jednotně v hodnotě 25 m³ čerstvého vzduchu na přítomnou osobu za hodinu. Koeficient přítomnosti se uvažuje opět 0,7. Celková účinnost zpětného získávání tepla se započítává hodnotou odpovídající hodnotě nominální účinnosti uváděné u použitého nebo předpokládaného výrobku snížené o 10 procentní bodů.

Celková intenzita výměny vzduchu při tlakovém spádu 50 Pa (n_{50}) se uvažuje podle projektového předpokladu nebo podle výsledku měření.

Je povinnost nechat posouzení zpracovat?

Vzhledem k tomu, že se jedná o informativní posouzení, které neporovnává výsledky s pevně danými požadavky zákonů či norem, pro stavebníka není povinnost nechat toto posouzení zpracovat. Posouzení se využívá pro klasifikaci objektů z hlediska nízké potřeby tepla. Nechat si toto posouzení zpracovat může být pro investora zajímavé, aby věděl, zda v jeho projektu neexistují nějaké rezervy, které by mohl ještě před začátkem stavby využít.

Kdo je oprávněn zpracovat posouzení?

Posouzení nejčastěji zpracovávají projektanti, kteří se podrobně seznámili s předepsanou meto-

díků, nebo energetičtí auditoři, kteří jsou také schopni pomoci s optimalizací navrženého řešení.

Co všechno se v rámci posouzení řeší?

Struktura posouzení je poměrně přesně vymezená v právě uvedených technických informacích TNI 73 0329 a TNI 73 0330 a obsahuje:

- Identifikace místa
- Identifikace stavebníka, projektanta a zpracovatele
- Informace o místních podmínkách
- Použitá projektové dokumentace
- Stavební objemové řešení objektu
- Tepelné technické vlastnosti objektu
- Zajištění přívodu čerstvého vzduchu do místnosti
- Celková účinnost zpětného získávání tepla (ZZT) z větrání
- Informace o neprůvzdušnosti obálky budovy
- Tepelná stabilita budovy v letním období
- Potřeba tepla na vytápění
- Vyhodnocení primárních energií
- Celkové zařídění domu

Jak poznám, že je budova nízkoenergetická?

Jako energeticky pasivní dům se označuje dům, který splňuje požadavky č. 1a, 1b, 2, 3, 4, 5, 6 a 7 podle následující tabulky.

Jako nízkoenergetický dům se označuje dům, který splňuje požadavky č. 2, 5 a 6 podle následující tabulky. Požadavky č. 1a, 1b, 3 a 4 jsou doporučené. Požadavek č. 7 se nehodnotí.



Rodinný dům v pasivním energetickém standardu (Erlangen, Německo).

Foto: Karel Srdečný, EkoWATT

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

POSOUZENÍ BUDOV S VELMI NÍZKOU POTŘEBOU TEPLA NA VYTÁPĚNÍ

Jev, veličina	Ozn.	Jednotka	Požadavek rodinné domy	Požadavek bytové domy	
Prostup tepla					
1a	Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici	U	W/(m ² .K)	Splnění požadavku na doporučené hodnoty podle ČSN 730540-2, pokud není výjimečně a zdůvodněně jinak	Splnění požadavku na doporučené hodnoty podle ČSN 730540-2, pokud není výjimečně a zdůvodněně jinak.
1b	Střední hodnota součinitele prostupu tepla	U _{em}	W/(m ² .K)	U _{em} ≤ 0,22 pro energeticky pasivní domy U _{em} ≤ 0,35 pro nízkoenergetické domy	U _{em} ≤ 0,30 pro energeticky pasivní bytové domy U _{em} ≤ 0,35 pro nízkoenergetické domy
Kvalita vzduchu a tepelná ztráta výměnou vzduchu					
2	Přívod čerstvého vzduchu do všech pobytových místností	–	–	Zajištěn	Zajištěn
3	Účinnost zpětného získávání tepla z odváděného vzduchu	η	%	η ≥ 75	η ≥ 70
4	Neprůvzdušnost obálky budovy A: ve fázi přípravy stavby	n ₅₀	[1/h]	n ₅₀ = 0,6 pro energeticky pasivní rodinný dům. n ₅₀ = 1,5 pro nízkoenergetický dům	n ₅₀ = 0,6 pro energeticky pasivní bytový dům n ₅₀ = 1,5 pro nízkoenergetický bytový dům
	B: po dokončení stavby	n ₅₀	[1/h]	n ₅₀ = 0,6 pro energeticky pasivní rodinný dům. n ₅₀ = 1,5 pro nízkoenergetický dům	n ₅₀ = 0,6 pro energeticky pasivní bytový dům n ₅₀ = 1,5 pro nízkoenergetický bytový dům
Zajištění pohody prostředí v letním období					
5	Nejvyšší teplota vzduchu v bytové místnosti	θ _i	°C	≤ 27	≤ 27
Potřeba tepla na vytápění					
6	Měrná potřeba tepla na vytápění	E _A	kWh/(m ² .rok)	nejvýše 20 pro energeticky pasivní dům, nejvýše 50 pro nízkoenergetický dům	≤ 15 pro energeticky pasivní bytový dům ≤ 50 pro nízkoenergetický bytový dům
Potřeba primární energie					
7	Potřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů na vytápění, přípravu teplé vody a technické systémy budovy	PE _A	kWh/(m ² .rok)	nejvýše 60 pro energeticky pasivní rodinný dům	nejvýše 60 pro energeticky pasivní bytový dům

Hodnocení domů s velmi nízkou energetickou náročností. Zdroj: TNI 73 0329:2009 a TNI 73 0330:2009.

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

POSOUZENÍ BUDOV S VELMI NÍZKOU POTŘEBOU TEPLA NA VYTÁPĚNÍ

Energeticky pasivní dům a nízkoenergetický dům splňující požadavky, se zařídí podle potřeby tepla na vytápění do odpovídající třídy.

Měrná potřeba tepla na vytápění v intervalu [kWh/(m ² .rok)]	Třída	Měrná potřeba tepla na vytápění v intervalu [kWh/(m ² .rok)]	Třída
< 10	10	>20 – ≤25	25
>10 – ≤12	12	>25 – ≤30	30
>12 – ≤14	14	>30 – ≤35	35
>14 – ≤16	16	>35 – ≤40	40
>16 – ≤18	18	>40 – ≤45	45
>18 – ≤20	20	>45 – ≤50	50

Třídy pro zařídění energeticky pasivních a nízkoenergetických domů podle měrné potřeby tepla na vytápění.

Energeticky pasivní dům se označí písmennou zkratkou RD/BD xxP, kde xx odpovídá dvoucifernému označení třídy.

Nízkoenergetický dům se označí písmennou zkratkou RD/BD xxN, kde xx odpovídá dvoucifernému označení třídy.

Pokud je alespoň 50 % ročního množství energie potřebné na přípravu teplé vody pokryto pomocí solárního systému a současně $PE_A \leq 30$ kWh/(m².rok), tedy řešení zvláště redukuje potřebu neobnovitelných energetických zdrojů, označení se doplňuje písmenem S.

Pokud je dům vybaven zařízením na výrobu energie (fotovoltaický systém), které je součástí budovy (ať už je použito pro vlastní potřebu nebo dodává proud do sítě) v takovém rozsahu, že roční bilance potřebné dodávané energie na vstupu do budovy a vyrobené energie je vyrovnaná, označuje se jako *energeticky nulový dům*. Označení se doplňuje písmenem N.

Pokud budova vytváří v ročním bilančním hodnocení přebytek výroby energie, může se označovat jako *energeticky pozitivní dům*, pokud je takový přebytek ve výši nejméně 5 % potřebné energie. Označení se doplňuje značkou N+.

POZNÁMKA: Například označení BD 14P S označuje energeticky pasivní bytový dům, který splnil požadavky, je vybaven solárním systémem zajišťujícím alespoň 50 % roční potřeby energie na přípravu teplé vody a současně množství primární energie potřebné na vytápění, přípravu teplé vody a pomocné energie nepřesahuje 30 kWh/(m².rok) (hraniční hodnota pro pasivní dům). Označení BD 14N označuje nízkoenergetický bytový dům, který splnil požadavky, měrná potřeba tepla na vytápění nepřekračuje 14 kWh/(m².rok), ale dům vzhledem ke zvolenému zdroji energie přesahuje požadovanou hodnotu primární energie na vytápění, přípravu teplé vody a pomocné energie pro pasivní dům.

Odpovídá vypočítaná potřeba tepla realitě?

V první řadě je potřeba si uvědomit, že předmětem hodnocení není skutečná spotřeba tepla, jak ji známe např. z faktury za plyn. Hlavním hodnoceným parametrem je tzv. měrná potřeba tepla na vytápění (kWh/(m².rok)), která je charakteristická pro konkrétní budovu, tj. stavební řešení, ale naprosto nezávislá na způsobu vytápění, účinnosti zdroje nebo délce rozvodů. Navíc se jedná o poměrné číslo, kdy vypočtenou potřebu tepla na vytápění (kWh) vydělíme

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

POSOUZENÍ BUDOV S VELMI NÍZKOU POTŘEBOU TEPLA NA VYTÁPĚNÍ

velikostí podlahové plochy. Díky tomu můžeme provádět srovnání dosaženého standardu malého domečku i velké mezigenerační vily. Je totiž logické, že veliký dům bude potřebovat více tepla na vytopení, na druhou stranu to neznámá, že nemůže dosáhnout pasivního standardu, pokud je vhodně navržen.

Jako celková podlahová plocha je definována podlahová plocha všech podlaží budovy vymezená mezi vnějšími stěnami, bez neobyvatelných sklepů a oddělených nevytápěných prostor. Tuto definici můžeme najít mezi základními pojmy, které uvádí zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů.

Známe-li tedy výslednou měrnou potřebu tepla na vytápění a celkovou podlahovou plochu objektu, je možné dále zahrnout účinnosti technických zařízení a získat tak standardizovanou spotřebu tepla na vytápění. Ovšem ani tak nemusí odpovídat realitě, protože metodika pracuje s klimatickými daty obecné lokality.

Pokud chceme získat přesný model, musíme pro výpočet použít konkrétní vstupní parametry (klimatická data, charakteristiku provozu), pak jeho výsledky budou odpovídat realitě. I zde je ovšem přesnost výstupů přímo úměrná míře přesnosti vstupů. Na základě takových výpočtů není však možné budovu definovat jako nízkoenergetickou či pasivní.

K čemu lze toto posouzení využít?

Cílem tohoto posouzení je možnost jednoznačně klasifikovat obytnou budovu jako nízkoenergetickou či pasivní. Aby bylo možné použít toto označení, je přesně definován seznam požadavků, které budova musí splnit.

Díky možnosti vzájemného porovnání budov různých velikostí z různých lokalit byla tato metodika zvolena pro vyhodnocení budov, které chtějí žádat o dotace v rámci programu Zelená úsporám (administruje Státní fond životního prostředí). Díky tomuto programu je možné získat dotaci pro výstavbu pasivního domu, či na provedení stavebních opatření např. zateplení fasády, střechy či výměnu oken u staršího domu. Dotace má sloužit jako bonus pro investory, kteří chtějí postavit novou úspornou budovu, či významně snížit energetickou náročnost stávající budovy.

VÝPOČET TEPELNÉ ZTRÁTY BUDOVY A POTŘEBY TEPLA

Výpočet tepelné ztráty budovy a potřeby tepla

Co to je?

Tepelná ztráta (TZ) budovy stanovená pro určité požadované klimatické podmínky (požadovanou vnitřní teplotu a předpokládanou extrémní venkovní teplotu) je charakteristické číslo budovy, které definuje potřebný výkon zdroje tepla tak, aby byl dostatečný i po období nejnižších venkovních teplot. Velikost TZ je závislá na dvou složkách a to, na tepelné ztrátě prostupem (konstrukcemi) a na tepelné ztrátě infiltrační (větráním).

Potřeba tepla na vytápění vychází z energetické bilance sestavené pro určité období. Do energetické bilance vstupují na jedné straně tepelné ztráty budovy, na straně druhé vnitřní a solární zisky.

K čemu je potřebujeme?

Výpočet tepelné ztráty budovy je nejčastěji používán pro návrh zdroje vytápění. Tepelnou ztrátu můžeme počítat pro celý dům tzv. obálkovou metodou, která ve výpočtu pracuje pouze s konstrukcemi, které oddělují vnitřní vytápěný objem od venkovního prostředí (obálka bu-

dovy). Takto stanovená tepelná ztráta je vhodná spíše pro kontrolu navrženého výkonu zdroje tepla. Většinou není dostatečně přesná pro správnou projekci otopné soustavy, tj. lokálních zdrojů tepla pro jednotlivé pokoje. Proto se počítají tepelné ztráty jednotlivých místností.

Jak je spočítáme?

Pro stanovení uvedených veličin se používají různé postupy i různě přesné metodiky. Vedle již zmíněného postupu tzv. obálkovou metodou či podrobného počítání jednotlivých místností, existuje i postup vícezónového výpočtu. Ten svým způsobem modifikuje postup obálkové metody pro budovu, kde je více různorodých prostorů, které se liší i požadavky na vnitřní mikroklima (teplotu, vlhkost atd.).

Tepelná ztráta (W), či často používané měrné tepelné ztráty (představují tepelný tok bez ohledu na požadované teploty – W/K), jsou jedním z výchozích vstupů pro výpočet *potřeby tepla na vytápění*.

Potřebu tepla na vytápění je možné vypočítat různým způsobem. Dříve se používala zjednodušená dennostupňová metoda, která vycházela z délky topného období a průměrné venkovní teploty. Dnes se pro stanovení této hodnoty používají podrobnější výpočetní metody s kratším časovým krokem měsíc, den či hodina.

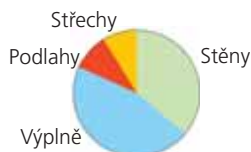
Proto je vždy nutné informovat se, jakým způsobem byla, jak tepelná ztráta, tak potřeba tepla na vytápění, vypočtena, tedy jaká byla použita výpočetní metoda, okrajové podmínky a vstupní parametry.

Kde hledat úspory?

U většiny starších budov je významnější tepelná ztráta prostupem. Bez předchozí analýzy se však nedá úplně jednoznačně říci, která konstrukce nejvíce ovlivňuje tepelnou ztrátu objektu. Na následujících obrázcích je znázorněn poměr ploch a poměr tepelných ztrát jednotlivých konstrukcí. Z nich vyplývá, že vedle ztráty stěnami, které tvoří nejvýznamnější část obalových konstrukcí, je největší potenciál ukryt ve výplních.

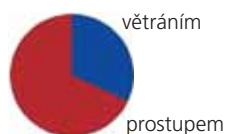


Podíl ploch jednotlivých typů konstrukcí.



Podíl jednotlivých typů konstrukcí na tepelné ztrátě prostupem.

Spolu s důrazem na větší energetickou úspornost domů klesá potenciál možných úspor a možnost zlepšení tepelně-izolačních vlastností jednotlivých konstrukcí. Zesilování tloušťky tepelné izolace s ohledem na přinášený efekt má jisté hranice. Naopak na významu nabývá možnost snížení tepelných ztrát infiltrací (větráním). Viz následující obrázky.



Celková tepelná ztráta větráním a prostupem před a po rekonstrukci obalových konstrukcí bytového domu.

Ovšem zde jdou proti sobě dvě snahy, jednak snaha o maximální snížení množství přiváděného vzduchu, který se musí ohřívat, jednak snaha o zajištění dostatečného komfortu vnitřního prostředí, tj. potřeba přivádět čerstvý vzduch, který zabrání nadměrné koncentraci škodlivin či vlhkosti.

Poznáme, jaké budou provozní náklady domu?

Tepečná ztráta je teprve prvním parametrem, který nám může nastínit, jak nákladný bude budoucí provoz domu. Dům s velkou tepelnou ztrátou bude zpravidla náročnější na provoz než dům s malou tepelnou ztrátou. Ovšem stejná analogie bude platit ohledně velikosti domu. Pro vyčíslení provozních nákladů potřebujeme vědět více.

Potřeba tepla na vytápění je hodnota, která nám může pomoci si udělat představu o budoucí spotřebě domu. Ovšem je to pouze teoretická hodnota, kterou nikde na faktuře nenajdeme, neboť dále musíme zohlednit účinnost zdroje tepla, rozvodů či regulace, také způsob provozu objektu či efektivitu využití tepelných zisků. Pokud tyto parametry zahrneme do výpočtu, pak získáme předpokládanou spotřebu tepla na vytápění.

Ovšem ani toto číslo nemusíme najít v konečném vyúčtování, protože pokud dům vytápíme např. zemním plynem, pak toto palivo často používáme i pro ohřev vody či vaření. Dodavatel většinou nerozlišuje, na co energii využijeme, proto stanovit zpětně z předložené faktury, jaká byla spotřeba tepla na vytápění, není úplně jednoduché a záleží na znalosti dalších provozních podmínek, zda se nám to povede rozklíčovat.

Na výsledné provozní náklady bude mít významný vliv volba zdroje tepla. Jiná spotřeba energií bude při použití přímotopů, jiná při využití tepelného čerpadla. Na druhou stranu pokud využíváme elektřinu na vytápění, pak nám prodejce cenově zvýhodňuje i další naše spotřeby – prodlužuje se totiž doba trvání nízkého tarifu, který platí pro celý dům, tedy třeba i pro pračku a ledničku.

TERMOVIZNÍ MĚŘENÍ

Termovizní měření

Co to je?

Termovizní měření je vžitý název pro zhotovování termogramů – termovizních nebo také infračervených snímků, chceme-li se držet běžně užívaných a rozšířených termínů.

Jak to funguje?

Termovize pracuje na principu zjišťování tepla vydaného sáláním. Teplo (infračervené záření) je za běžných podmínek bez použití přístrojů pro lidské oko neviditelné. Proto používáme termokameru, která toto záření umí zachytit, přiřadí naměřeným teplotám barevnou škálu. Uživatel pak dokáže již pouhým okem rozeznat, která místa mají odlišnou teplotu.

Výstupem je tedy obrázek se spektrem barev odpovídajících povrchovým teplotám zachycené konstrukce či předmětu (termogram). Součástí snímku je stupnice s rozložením zachycených teplot.

Aby byly rozdíly teplot co nejvýraznější, vyhodnotí se vždy nechladnější a nejteplejší místo v záběru a hodnoty mezi se rovnoměrně rozdělí do celé škály barev. Rozsah hodnot se proto u každého snímku může lišit.

Proč se termovizní snímky dělají?

Jedním z případů, kdy používáme termovizní kameru, jsou situace, kdy nemáme možnost přímého kontaktu s měřeným předmětem. Termovizní měření je totiž nekontaktní metoda – tzn., že teplotu povrchu získáme i bez přímého kontaktu.

Termovizní měření najde využití také v případech, kdy zjišťujeme, jestli je teplota povrchu měřeného objektu konstantní po celé ploše nebo ne. Bez termokamery by to znamenalo rozdělít si povrch na síť bodů a v každém z bodů by bylo potřeba dotykovým teploměrem měřit teplotu. Takovýto způsob by nebyl příliš komfortní a u větších povrchů nesmírně zdlouhavý.

Problémy při měření

Infračervené záření má některé vlastnosti podobné se světlem, také se od povrchu z části odráží, a z části je pohlceno, nebo může být přímo povrchem vyzařováno. A stejné je to i s vlastnostmi povrchů a jejich vlivem na odrážení infračerveného záření – stejně tak jako je rozdíl mezi svícením na lesklou plochu zrcadla a na černou zeď, tak i při termovizním měření musíme brát v potaz materiál měřeného předmětu.

Schopnosti materiálu vyzařovat teplo se říká emisivita a nabývá hodnoty od 0 (lesklé zrcadlo) až po 1 (černé těleso). Emisivita povrchu závisí na barvě materiálu, hladkosti povrchu, může se i měnit s teplotou, tvarem povrchu nebo měřeným pásmem spektra vlnových délek. Při měření proto často nelze zachytit přesnou hodnotu tohoto vstupního parametru. Z toho vyplývá, že výsledky mohou být tímto faktem do jisté míry zkresleny. Složitá je zejména teplotní interpretace vícebarevných povrchů s proměnlivou emisivitou po ploše vzorku.

Co vše je možné měřit?

Termokamerou je možné měřit v podstatě cokoliv, u čeho potřebujeme zjistit teplotu povrchu. Nejčastější využití nachází při měření budov, kde se s její pomocí zjišťují úniky tepla konstrukcemi.

Často se též využívá v elektropřůmyslu, kde je zvýšená teplota indikátorem přehřívání vadných spojů a také rozvody ve velkých výrobních halách se nejnáze kontrolují pomocí termovizního měření.

V neposlední řadě jsme se snad již každý setkali se zmínkou o termovizním měření při záchranných pátracích akcích, kdy se v nepřehledném terénu využívá rozdílné teploty lidského těla oproti okolnímu prostředí.

Co měřením zjistíme?

To je velmi důležitá otázka. Samotné termovizní měření totiž nedokáže nic víc, než zjistit místa, kde dochází k únikům tepla a určit rozdíl povrchových teplot mezi problémovým místem a okolní plochou.

Mnoho lidí se domnívá, že jim měření termokamerou vyčíslí konkrétní hodnoty tepelné ztráty budovy, či dokonce úspory energie v případě zateplení. To je ale velký omyl. Nic z toho, bez dalších propočtů, není možné z pouhého termovizního měření zjistit.

Předpoklady a zásady pro měření

Pro dosažení co nejrealističtějšího termogramu, ze kterého vyčteme co nejpřesněji povrchové teploty, je potřeba dodržovat určité zásady:

- Měření není možné provádět v průběhu celého roku. Zásadou je provádět měření při co největším rozdílu teplot v interiéru a exteriéru. Obecně můžeme říct, že vhodné období

TERMOVIZNÍ MĚŘENÍ

je od listopadu do dubna (v otopné sezoně). Optimální rozdíl teplot je kolem 20 °C – čím vyšší, tím signifikantnější výsledky budou. Ideální podmínky jsou, když je teplota vnějšího vzduchu nižší než - 5 °C.

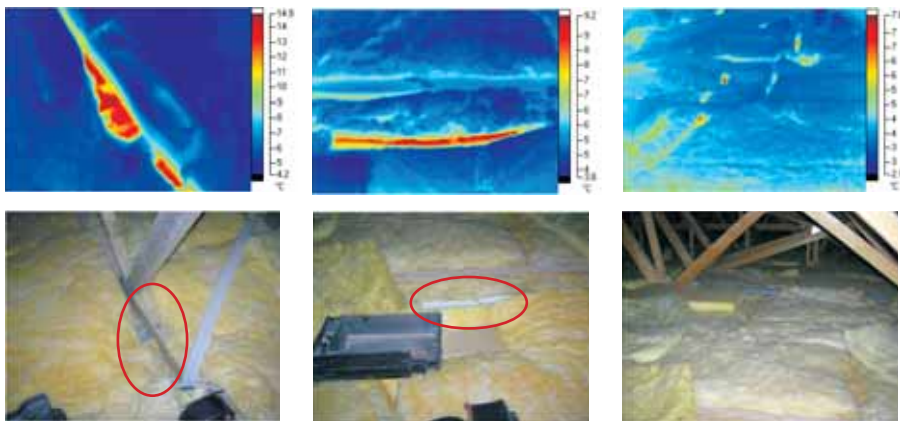
- Měření je vhodné provádět v době, když jsou ustálené teplotní toky všech konstrukcí, tedy přibližně mezi 5. a 9. hodinou ránní.
- Pro co nejpřesnější výsledky je vhodné, aby konstrukce nebyla přibližně 12 hodin před měřením vystavena slunečnímu záření.
- Měření ztrácí na přesnosti v případě, když je snímaná plocha přímo ochlazována větrem o velikosti vyšší než 3 m/s.
- Za deště, sněhu a mlhy jsou výsledky velmi nepřesné.
- Během měření je třeba minimalizovat vliv teplotních odrazů od okolních zdrojů tepla. Těmi jsou v podstatě veškeré okolní objekty, které mají odlišnou teplotu od okolního prostředí, ale také například záření jasné oblohy, či odrazy slunečního záření od okolních lesklých povrchů.
- Každý snímek pořizujeme pokud možno kolmo k měřenému povrchu.

Kdo je oprávněn termovizní měření provádět?

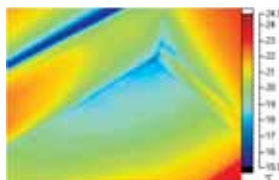
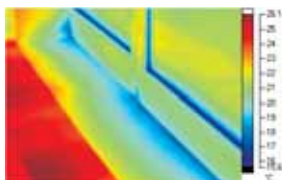
Termovizní měření není úkonem, který by byl administrativně omezen. Může jej tedy provádět každý, kdo si pořídí termokameru.

Je ale třeba mít na paměti, že ve chvíli, kdy pořizujeme termovizní snímky pro účely soudního sporu (jako důkazní materiál prokazující vadu), je potřeba, aby měření bylo provedeno člověkem, který má na takové měření oprávnění a který ručí za správnou kalibraci svých měřících přístrojů.

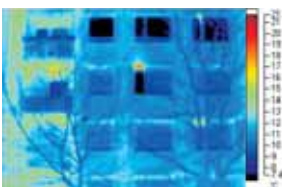
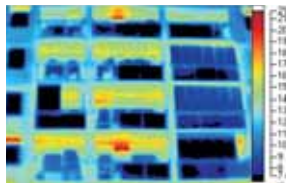
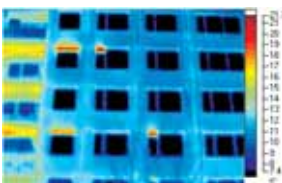
Ukázky termogramů



Ukázka častého problému – na zateplený sádkartonový strop je sice použito 140 mm minerální vaty ISOVER, ale ta je nevhodně kladena bez přesahů a na některých místech dokonce vata zcela chybí. Foto: David Lukavec, EkoWATT



Nekvalitní provedení detailu spodní hrany prosklené stěny. Foto: David Lukavec, EkoWATT



Černá místa na snímcích, jsou převážně prosklené plochy, které při jasném počasí zrcadlí teplotu oblohy. Teplota těchto ploch byla úmyslně vyjmuta ze škály, neboť pro nás nemá žádnou výpovědní hodnotu. Větší rozsah škály by také neumožnil dostatečně kontrastní zvýraznění míst s vyšším prostupem tepla.

Výrazně oranžová až červená obdélníková místa jsou otevřené větráčky oken. Žlutá, žlutooranžová až červená místa po obvodu lodžii ukazují na tepelné mosty v rozích. Jsou to místa napojení stěnových a stropních panelů, kde nebyla v době výstavby věnována dostatečná pozornost provedení detailu. Foto: David Lukavec, EkoWATT



ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV

Lenka Hudcová a kol.



Publikace byla zpracována za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2009 – část A – Program EFEKT

Vydal:



EkoWATT,
centrum pro obnovitelné
zdroje a úspory energie
Švábky 2, 180 00 Praha 8
www.ekowatt.cz
978-80-87333-03-7