



Zpráva firmy  
**ECOFYS**  
pro  
**EURIMA & EuroACE**

# Snížení množství CO<sub>2</sub> ze stavebního fondu

nad rámec Směrnice EU o energetické náročnosti budov



Carsten Petersdorff  
Thomas Boermans  
Ole Stobbe  
Suzanne Joosen  
Wina Graus  
Erwin Mikkers  
Jochen Harnisch

DM 797

ECOFYS GmbH  
Eupener Straße 59  
D-50933 Kolín nad Rýnem, Německo  
Tel.: + 49 221 510907-0  
E-mail: [info@ecofys.de](mailto:info@ecofys.de)

Překlad:  
Ing. Pavel Janoušek – SACHETS Languages / Ing. Jiří Šála, CSc. - MODI  
Praha 2004/2005

This document was produced by Ecofys for Eurima and EuroAce in English.  
None of the afore mentioned organisations, are responsible for any discrepancies  
between the original English version and this Czech translation.

Vydáno nákladem EuroACE CZ.

## PŘEDMLUVA

Evropská směrnice o energetické náročnosti budov, která začala platit 16. prosince 2002, bude zavedena do právních řádů členských států do 4. ledna 2006. Kromě cíle snížit celkovou energetickou náročnost nových budov se směrnice zaměřuje na snížení energetické náročnosti velkých stávajících budov, které projdou větší renovací.

Stavební fond představuje přibližně 40 % celkové primární spotřeby energie v zemích EU, a proto je tato Směrnice důležitým krokem pro Evropskou unii, pokud má dosáhnout úrovně úspor požadovaných v Kjótském protokolu. V něm se EU zavázala, že oproti úrovni z roku 1990 sníží emise CO<sub>2</sub> o 8 procent do roku 2010.

Jaký ale bude dopad nové Směrnice a jak velký dopad by mohlo mít rozšíření závazných požadavků na energetickou náročnost i na menší budovy? Může zlepšení izolace vyrovnat nebo snížit rostoucí spotřebu energie z lavinovitě se šířících instalací klimatizačních systémů?

Evropské sdružení výrobců izolací EURIMA a Evropský svaz společností pro energetickou hospodárnost budov EuroACE požádaly firmu ECOFYS, aby na tyto otázky našla odpovědi. Základem provedených analýz je energetický model firmy ECOFYS pro evropský stavební fond, který byl původně vytvořen pro účely zkoumání celkového přínosu tepelné izolace k úsporám energie a ochranu klimatu v Evropě.

<b>1</b>	SHRNUTÍ	<b>5</b>
<b>2</b>	ÚVOD	<b>8</b>
<b>2.1</b>	Nová směrnice EU	<b>8</b>
<b>2.2</b>	Otázky týkající se tepelného izolování vyvolaného Směrnicí	<b>9</b>
<b>3</b>	MODELOVÁNÍ VLIVU SMĚRNICE VE STÁVAJÍCÍ PODOBĚ	<b>10</b>
<b>3.1</b>	Evropský stavební fond	<b>10</b>
<b>3.2</b>	Připravované národní normy pro tepelnou izolaci	<b>11</b>
<b>3.3</b>	Dopady Směrnice EPBD	<b>12</b>
<b>4</b>	MODELOVÁNÍ VLIVU ROZŠÍŘENÍ SMĚRNICE NA MENŠÍ BUDOVY	<b>16</b>
<b>4.1</b>	Alternativní třídy budov	<b>16</b>
<b>4.2</b>	Vliv rozšíření Směrnice EPBD	<b>16</b>
<b>5</b>	VLIVY IZOLACE NA POTŘEBU CHLAZENÍ	<b>20</b>
<b>5.1</b>	Strategie ke snížení potřeby chlazení	<b>20</b>
<b>5.2</b>	Simulace vstupních veličin pro potřeby chlazení	<b>21</b>
<b>5.3</b>	Výsledky simulace potřeby chlazení	<b>23</b>
<b>6</b>	ZÁVĚRY	<b>28</b>
<b>7</b>	LITERATURA	<b>29</b>
	PŘÍLOHA Č. 1: POPIS MODELU	<b>31</b>
	PŘÍLOHA Č. 2: PŘEDPOKLADY PRO VÝPOČET POTŘEBY CHLAZENÍ	<b>34</b>
	PŘÍLOHA Č. 3: POTŘEBA CHLAZENÍ V ŘADOVÉM DOMĚ V MADRIDU	<b>36</b>

## 1] SHRUTÍ

**EVROPSKÁ SMĚRNICE O ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI BUDOV**

Stavební sektor se na konečné spotřebě energie v EU podílí zhruba 40 %. Cílem evropské směrnice o energetické náročnosti budov (2002/91/ES) je proto podpořit společný závazek členských států Kjótského protokolu snížit emise skleníkových plynů o 8 % do roku 2010. Toto snížení bude umožněno snížením energetické náročnosti nově stavěných budov a stávajících budov s celkovou užžitnou podlahovou plochou větší než 1 000 m<sup>2</sup>, na které se Směrnice vztahuje pokud projdou větší renovací.

Cílem naší analýzy je určit:

- > dopad Směrnice na emise CO<sub>2</sub>;
- > dopad rozšíření Směrnice i na renovaci menších budov;
- > zda tendenci rostoucí spotřeby energie na chlazení může vyrovnat nebo snížit zvýšená úroveň izolace.

Odpovědi na tyto otázky jsme hledali pomocí ECOFYS modelu pro evropský stavební fond.

**DOPAD EVROPSKÉ SMĚRNICE O ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI A JEJÍHO PŘÍPADNÉHO ROZŠÍŘENÍ**

V tabulce 1 je shrnut technický potenciál, pokud by všechna renovační opatření na snížení energetické náročnosti, požadovaná Směrnici, byla uskutečněna u celého stavebního fondu všech zemí Evropské unie (EU 15, před rozšířením) najednou v roce 2002:

- > Celkové snížení emisí související s vytápěním evropského stavebního fondu by činilo 82 Mt ročně (Směrnice EPBD ve stávající podobě).
- > Toto snížení emisí by mohlo být zvýšeno o dalších 69 Mt ročně, pokud by byla Směrnice rozšířena i na renovaci všech obytných budov a všech nebytových domů (Směrnice EPBD rozšířená i na domy s užžitnou podlahovou plochou větší než 200 m<sup>2</sup>).
- > Rozšířením Směrnice na celý stavební fond v Evropě, včetně rodinných domů, by bylo možné snížit emise ve srovnání se stávající Směrnici o dalších 316 Mt ročně (Směrnice EPBD rozšířená na celý stavební fond).

**Tabulka 1:** Technický potenciál snížení emisí CO<sub>2</sub> podle stávající Směrnice a v případě jejího rozšíření

Snížení emisí CO <sub>2</sub> (v Mt)	Studené pásmo	Mírné pásmo	Teplé pásmo	EU 15
<b>Technický potenciál</b>				
Stávající Směrnice EPBD	2	68	12	82
Rozšíření EPBD > 200 m <sup>2</sup>	5	118	29	151
Rozšíření EPBD na všechny budovy	14	319	65	398
<b>Dodatečné snížení emisí oproti stávající Směrnici EPBD (technický potenciál)</b>				
Rozšíření > 200 m <sup>2</sup>	3	50	17	69
Rozšíření EPBD na všechny budovy	12	251	53	316

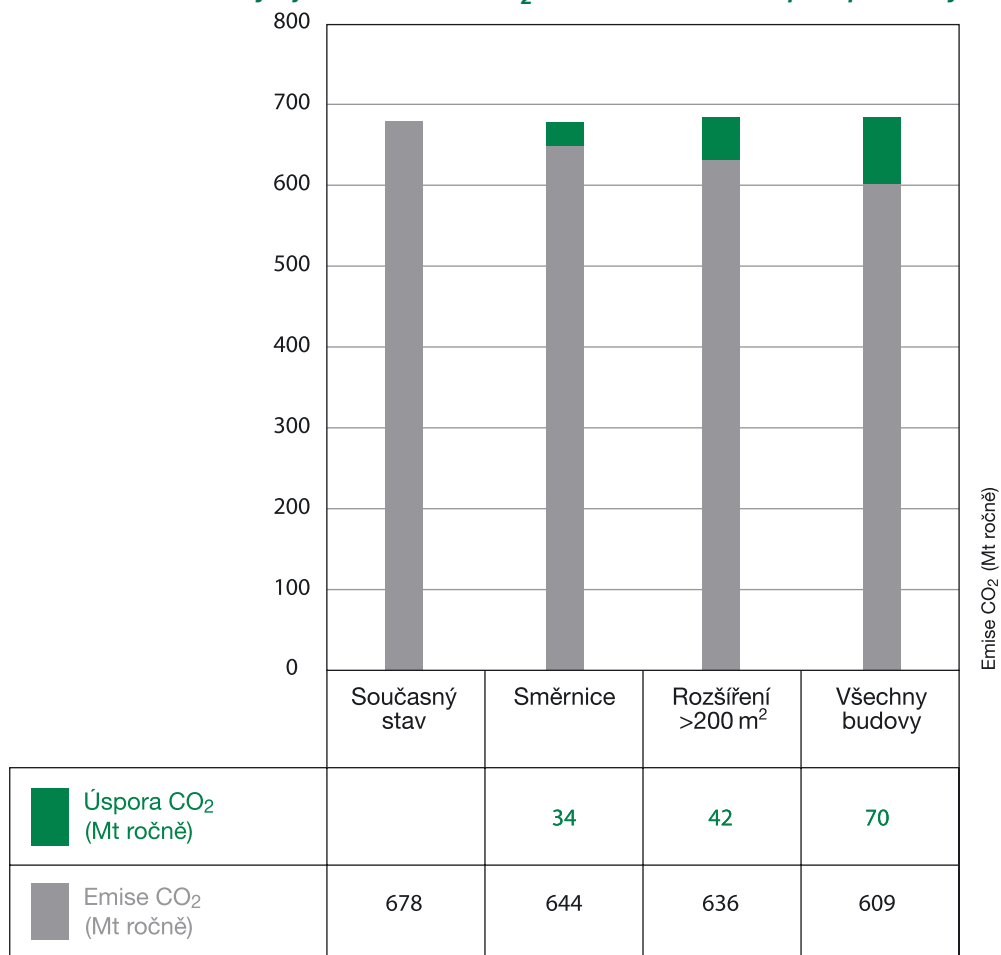
Vezmeme-li v úvahu skutečnost, že stávající stavební fond nelze renovovat najednou, jakož i skutečnost, že stavební fond neovlivňují pouze renovace, nýbrž i demolice a nová výstavba, pak obrázek 1 a tabulka 2 znázorňují, jak by vypadalo snížení emisí CO<sub>2</sub> z evropského stavebního fondu (EU 15, před rozšířením) v roce 2010 podle různých scénářů vývoje.

- > Oproti stávající situaci, kdy jsou uplatňována běžná opatření ke snížení energetické náročnosti u nových a celkově renovovaných budov, povede stávající Směrnice EPBD ke snížení emisí CO<sub>2</sub> o 34 Mt ročně.
- > Rozšířením rozsahu platnosti Směrnice EPBD na všechny obytné a nebytové budovy bude možné snížit emise oproti stávající Směrnici EPBD o 8 Mt ročně (rozšíření Směrnice EPBD na domy s užitnou podlahovou plochou větší než 200 m<sup>2</sup>).
- > Budeme-li předpokládat pozdější rozšíření platnosti Směrnice EPBD na celý stavební fond, pak další potenciální snížení emisí činí 36 Mt ročně (rozšíření Směrnice EPBD na všechny domy).

Velký rozdíl dosažitelného snížení emisí mezi druhým scénářem (rozšíření Směrnice EPBD na domy s užitnou podlahovou plochou větší než 200 m<sup>2</sup>) a třetím scénářem (rozšíření EPBD na všechny domy) je způsoben následujícími vlastnostmi malých obydlí:

- > rodinné domy mají dominantní podíl na stavebním fondu z hlediska obytné plochy
- > a nepříznivý poměr mezi obvodovým pláštěm a podlahovou plochou vede k vysoké měrné spotřebě energie na vytápění.

**Obr. č. 1: Vývoj snižování emisí CO<sub>2</sub> z budov v zemích evropské patnáctky**



**Tabulka 2:** Vývoj snižování emisí CO<sub>2</sub> do roku 2010 podle stávající Směrnice EPBD a v případě jejího rozšíření

Snížení emisí CO <sub>2</sub> (v Mt)	Chladné pásmo	Mírné pásmo	Teplé pásmo	EU-15
<b>Snížení emisí do roku 2010 při zachování současného stavu</b>				
Stávající Směrnice EPBD	1	26	7	<b>34</b>
Rozšíření EPBD > 200 m <sup>2</sup>	1	31	9	<b>42</b>
Rozšíření EPBD na všechny budovy	3	52	15	<b>70</b>
<b>Další snížení emisí do roku 2010 v případě rozšíření platnosti Směrnice EPBD</b>				
Rozšíření EPBD > 200 m <sup>2</sup>	0	5	2	<b>8</b>
Rozšíření EPBD na všechny budovy	1	26	8	<b>36</b>
<b>Pro srovnání: rozdíl oproti požadavku pro EU 15 podle Kjótského protokolu</b>				<b>190</b>

## POŽADAVKY NA CHLAZENÍ

Zejména v jihoevropských zemích ovlivňují požadavky na chlazení stále významněji celkovou spotřebu energie v budovách v důsledku vyšších nároků na tepelnou pohodu. Směrnice reaguje na tento trend zaváděním pravidelné údržby klimatizačních systémů, aby byl zajištěn alespoň minimální standard energetické účinnosti.

Výsledky naší studie ukazují, že požadavky na chlazení lze v teplých klimatických pásmech drasticky omezit kombinací snižování vnitřní tepelné zátěže se zlepšením izolace. Při omezení tepelné zátěže na mírnou úroveň požadavků na chlazení vhodným zlepšením izolační úrovně, například terasového domu v Madridu, by mohly být redukovány nároky na ochlazování vzduchu o dalších 85 %.

Kromě terasového domu byla provedena i analýza spotřeby energie na chlazení typické kancelářské budovy. V tomto případě lze spotřebu energie na chlazení snížit o 24 % zlepšením izolace i přes vyšší tepelnou zátěž uvnitř budovy. Největší vliv na snížení energetické náročnosti pak má izolace střechy.

Obecně platí, že vliv izolace na spotřebu energie na chlazení je vyšší v teplejších klimatických pásmech a budovách s nižší tepelnou zátěží.

## VÝHLED DO BUDOUCNA

Studie demonstruje, že Směrnice EU o energetické náročnosti budov bude mít významný dopad na množství emisí CO<sub>2</sub> z evropského stavebního fondu. Jak bylo ukázáno v několika dalších studiích (např. Caleb 99 a ECOFYS 02), hlavní potenciál úspor spočívá v izolaci stávajícího stavebního fondu. Kromě toho lze však množství emisí CO<sub>2</sub> významně snížit i tak, že bude rozsah platnosti Směrnice rozšířen i na menší budovy.

Na toto snížení bychom se měli dívat v souvislosti se zbývajícím rozdílem 190 Mt CO<sub>2</sub> ročně mezi současnou úrovní emisí v zemích evropské patnáctky a cílem pro rok 2010 podle Kjótského protokolu (EEA, 2002). Energetický a průmyslový sektor se na tomto snížení budou pravděpodobně podílet pouze nepatrně prostřednictvím nově vytvořeného systému pro obchodování s emisemi v EU a souvisejících projektů v rámci tzv. flexibilních mechanismů. Navíc dopravní sektor bude pravděpodobně nadále růst a tím tento rozdíl ještě prohlubovat. Proto bude nejspíš vyvíjen značný tlak na stavebnictví EU, aby přispělo ke klimatickým cílům EU nad rámec toho, co lze dosáhnout prostřednictvím Směrnice EPBD ve stávající podobě. Zákodárcům EU a na národní úrovni je proto doporučováno, aby přijali urychleně takové kroky, které by umožnily využít velmi významný potenciál ke snížení emisí CO<sub>2</sub> ve stavebním fondu EU.

## 2] ÚVOD

### 2.1 NOVÁ SMĚRNICE EU

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES o energetické náročnosti budov vstoupila v platnost 16. prosince 2002. Původních patnáct členských států EU je povinno zajistit soulad své legislativy (právních a správních předpisů) s touto směrnicí s účinností od 4. ledna 2006. Cíl snížit celkovou energetickou náročnost budov se kromě novostaveb bude týkat i stávajících velkých budov s celkovou užžitnou podlahovou plochou větší než 1 000 m<sup>2</sup>, které projdou větší renovací. Požadavky, které musejí být začleněny do národních právních ráďů, jsou definovány čtyřmi hlavními prvky:

- > Zákonné ustavení výpočtové metody celkové energetické náročnosti budov;
- > Definování minimálních požadavků na energetickou náročnost vycházející z této metodiky;
- > Certifikáty energetické náročnosti u nových i stávajících budov;
- > Pravidelné inspekce otopných a klimatizačních systémů.

Směrnice se vztahuje na stávající budovy, pokud je jejich celková užžitná podlahová plocha větší než 1 000 m<sup>2</sup> a pokud investice do jejich renovace jsou vyšší než 25 % hodnoty budovy (bez hodnoty zastavěného pozemku) nebo se renovuje více než 25 % obvodového pláště budovy.

Obecný rámeček pro výpočtovou metodu energetické náročnosti je uveden v Příloze ke Směrnici a definuje součásti, která je třeba zahrnout, zdroje energie a různé druhy budov.

Při výstavbě, změně vlastnictví nebo pronájmu budov jsou vyžadovány tzv. certifikáty energetické náročnosti budov. Platnost těchto certifikátů nesmí překročit 10 let. Certifikáty energetické náročnosti budov musí obsahovat doporučení na snížení energetické náročnosti a také porovnání s normami nebo srovnávacími testy (např. právní požadavky a kritéria). V budovách užívaných státními orgány a institucemi musí být certifikát umístěn na veřejně přístupném místě.

U otopných a klimatizačních systémů musí být prováděny inspekce kvalifikovanými pracovníky – u kotlů s jmenovitým výkonem od 20 do 100 kW pravidelně, u kotlů s jmenovitým výkonem nad 100 kW každé dva roky (u plynových kotlů až jednou za čtyři roky). U kotlů s jmenovitým výkonem větším než 20 kW a starších než 15 let musí být ověřen celý otopný systém z hlediska účinnosti a dimenzování, aby se umožnily návrhy na výměnu nebo vylepšení.

Klimatizační systémy s jmenovitým výkonem větším než 12 kW musí být podrobeny pravidelné inspekci z hlediska účinnosti a správného dimenzování. Stejně jako u kotlů musí návrhy zahrnovat snížení energetické náročnosti, nebo alternativní řešení.

## 2.2 OTÁZKY TÝKAJÍCÍ SE TEPELNÉHO IZOLOVÁNÍ VYVOLANÉHO SMĚRNICÍ

Směrnice 2002/91/ES nedefinuje požadavky na úroveň tepelného izolování budov.

- > Jakým způsobem ovlivňuje Směrnice požadavky na úroveň izolování v jednotlivých členských státech a regionech?

Hlavním cíle Směrnice jsou celkové snížení energetické náročnosti včetně lepší izolace, zlepšené účinnosti otopných a klimatizačních systémů a systémů pro výrobu energie.

- > Jaký bude dopad Směrnice na množství emisí CO<sub>2</sub> z evropského stavebního fondu?

Definice mezní celkové užité podlahové plochy (1 000 m<sup>2</sup>) pro renovaci stávajících budov vylučuje ohromný počet budov a pravděpodobně i významnou část potenciálu úspor energie.

- > O kolik by se mohly úspory zvýšit, pokud by se povinnost zajistit nízkou energetickou náročnost při renovaci budov vztahovala i na menší budovy?

V reakci na rostoucí počet instalovaných klimatizačních systémů vyžaduje Směrnice pravidelnou inspekci těchto systémů.

- > Jak může zvýšená izolace obvodových plášťů budov přispět k dalšímu snížení požadavku na chlazení?

### 3] MODELOVÁNÍ VLIVU SMĚRNICE VE STÁVAJÍCÍ PODOBĚ

Vliv Směrnice o energetické účinnosti budov na množství emisí související se spotřebou energie na vytápění pro celkový stavební fond v patnácti členských státech EU byl zkoumán pomocí modelového výpočtu.

Vstupní data modelového výpočtu pocházela z databáze obsahující stavební fond rozdělený podle klimatických oblastí, typu a velikosti budov, stáří budov, úrovně izolace, dodávky energie, dodavatele energie a faktorů emisí. Tato data pak byla vložena do nástroje pro vytváření scénářů, který byl použit pro výpočet časového vývoje stavebního fondu jako funkce rozsahu demolice, nové stavební aktivity, renovací a opatření na snížení energetické náročnosti při renovacích.

Velmi složitou strukturu stavebního fondu bylo třeba zjednodušit, a tak jsme zkoumali pět standardních budov s osmi izolačními standardy. Tyto budovy pak byly rozděleny do skupin podle svého stáří a stavu renovace (viz Příloha 1, tabulka 16). Pro účely výpočtu potřeby tepla na vytápění jsme dále rozlišovali tři klimatické zóny. Získali jsme tak 210 základních typů budov, u nichž jsme potřebu tepla na vytápění a množství emisí CO<sub>2</sub> z vytápění vypočítali podle principů evropské normy EN 832.

Podrobně je tento model popsán v Příloze 1 této zprávy.

#### 3.1 EVROPSKÝ STAVEBNÍ FOND

Pro odhad dopadu Směrnice jsme rozlišovali tři různá klimatická pásma – studené, mírné a teplé.

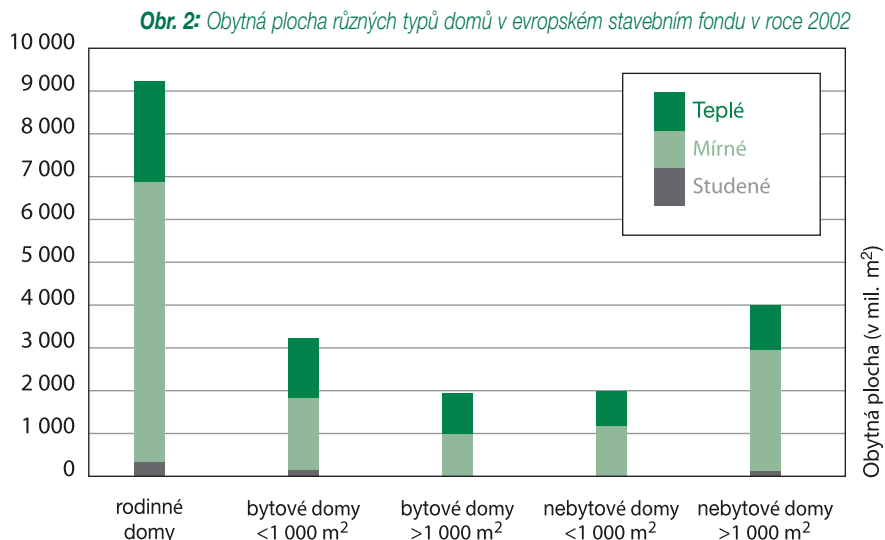
Rozdělení stavebního fondu členských států do těchto tří klimatických pásem je uvedeno v následující tabulce.

**Tabulka 3:** Rozdělení členských států do klimatických pásem

Studené	Mírné	Teplé
Finsko	Belgie	Itálie
Švédsko	Německo	Portugalsko
	Dánsko	Španělsko
	Nizozemsko	Řecko
	Francie	
	Rakousko	
	Irsko	
	Velká Británie	
	Lucembursko	

*Poznámka překladatele – ČR by v tomto rozdělení patřila mezi země s mírným klimatickým pásmem (viz tabulka 14 v příloze 1).*

Vliv nové Směrnice na stávající stavební fond je znázorněn na obrázku 2. Budovy s celkovou užitnou podlahovou plochou větší než 1 000 m<sup>2</sup>, na něž se Směrnice vztahuje, představují jen asi 28 % celkové plochy stavebního fondu. Největší podíl na celkovém stavebním fondu mají rodinné domy (45 %). Bytové domy představují 26 % celkového stavebního fondu, nebytové domy pak 29 %. Podrobné rozdělení evropského stavebního fondu je uvedeno v tabulce 15 v Příloze 1.



### 3.2 PŘIPRAVOVANÉ NÁRODNÍ NORMY PRO TEPELNOU IZOLACI

Vzhledem k tomu, že Směrnice nestanovuje žádné minimální úrovně energetické náročnosti ani tepelné izolace, museli jsme dopad Směrnice na tepelnou izolaci odhadnout na základě dotazování stavebních úřadů a odborníků z celé Evropy. Toto dotazování bylo součástí projektu. Ukázalo, že stavební předpisy na energetickou náročnost se v současné době připravují v mnoha regionech a členských státech se stejným cílem jako Směrnice. Tyto předpisy jsou nyní upravovány tak, aby zohledňovaly požadavky Směrnice.

Na základě dotazování jsme sestavili odhady (předpovědi) úrovně tepelné izolace ve všech třech klimatických pásmech v době, kdy bude Směrnice implementována do národních právních rámců (viz tabulka 4).

**Tabulka 4:** Odhadované hodnoty součinitele prostupu tepla po implementaci Směrnice v různých klimatických pásmech

Směrnice o energetické účinnosti budov	Součinitel prostupu tepla k [W/m²K]
<b>Chladné klimatické pásmo</b>	
Střecha	0,13
Vnější stěna	0,17
Podlaha	0,17
Okna	1,33
<b>Mírné klimatické pásmo</b>	
Střecha	0,23
Vnější stěna	0,38
Podlaha	0,41
Okna	1,68
<b>Teplé klimatické pásmo</b>	
Střecha	0,43
Vnější stěna	0,48
Podlaha	0,48
Okna	2,71

Poznámka překladatele – V ČR se podle Změny Z1:2005 k ČSN 73 0540-2:2002 požadují součinitele prostupu tepla pro střechy 0,24 W/(m².K), pro vnější stěny těžké 0,38 W/(m².K), pro vnější stěny lehké 0,30 W/(m².K), pro podlahy na terénu 0,60 W/(m².K), přičemž do 1 m od venkovního vzduchu je požadavek jako pro vnější stěny, tedy 0,38 / 0,30 W/(m².K), nová okna 1,70 W/(m².K), šikmá okna 1,50 W/(m².K). Doporučené hodnoty jsou v úrovni 2/3 požadovaných hodnot. Pro nízkoenergetické a pasivní domy se doporučuje uplatnit hodnoty nižší než je polovina požadovaných hodnot. České normové požadavky tedy velmi dobře souhlasí s touto studií.

Podle našeho vlastního šetření jsou hodnoty součinitele prostupu tepla při renovacích téměř ve všech případech (plánovaných) národních předpisů shodné s požadavky pro nové budovy.

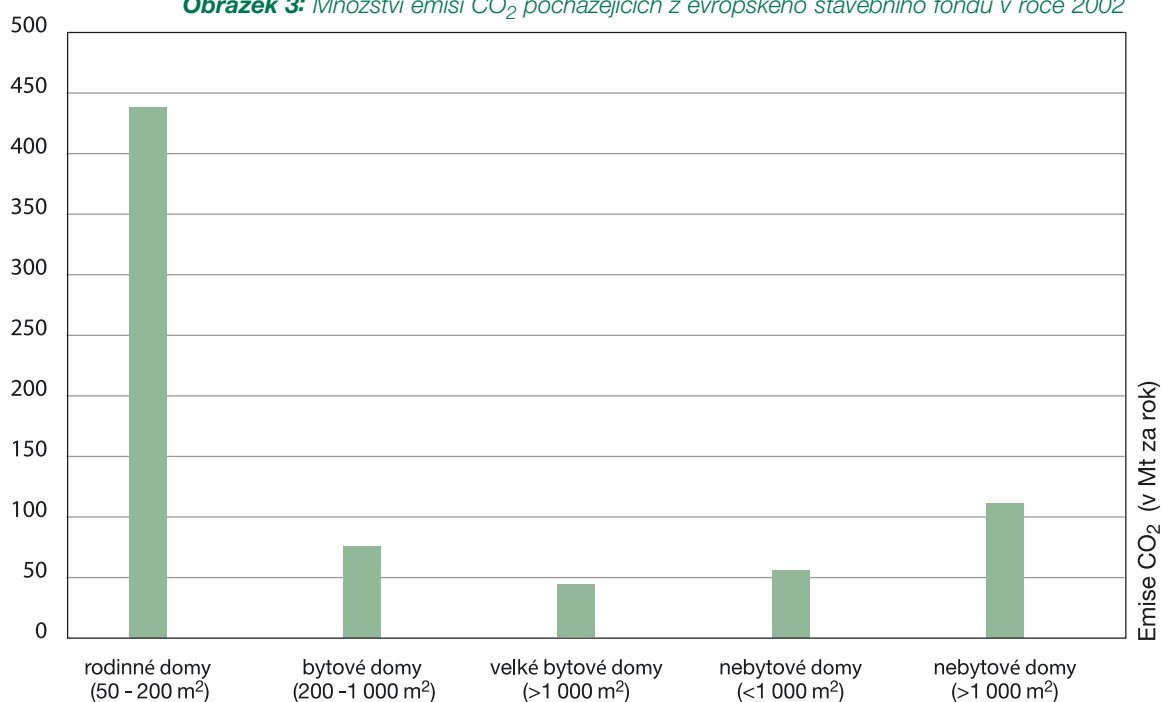
### 3.3 DOPADY SMĚRNICE EPBD

Jak bylo prokázáno v několika studiích (Caleb 98, Caleb 99, IWU 94, ECOFYS 02), hlavní potenciál úspor energie spočívá ve stávajícím stavebním fondu. Novostavby jsou už zpravidla stavěny v souladu s národními předpisy o energetické náročnosti, a tak nabízejí pouze velmi malý potenciál pro další snížení emisí CO<sub>2</sub>. Rozsah demolic stávajícího stavebního fondu lze odhadnout na 0,5 až 1 % (Kleemann 00). Novostavby jsou odhadovány na 1 % z celkové obytné plochy ročně, což způsobuje, že celkový stavební fond se mírně narůstá.

Tepelněizolační normy, uvedené v předchozím oddílu, byly použity jako základ pro určení účinku Směrnice oproti současnému stavu (rok 2002). Množství emisí CO<sub>2</sub> (současný stav) bylo vypočítáno pomocí ECOFYS modelu pro stávající stavební fond (podrobně je ECOFYS model popsán v Příloze 1).

Jak je vidět na obrázku 3, množství emisí pocházejících z rodinných domů je dokonce mnohem vyšší, než bychom podle jejich podílu na celkové obytné ploše očekávali (viz obrázek 2). Je to dáno tím, že vnější plochy těchto budov jsou v poměru k obytné ploše větší než u kompaktních velkých bytových domů. To pak vede k větší měrné spotřebě energie na vytápění.

**Obrázek 3:** Množství emisí CO<sub>2</sub> pocházejících z evropského stavebního fondu v roce 2002



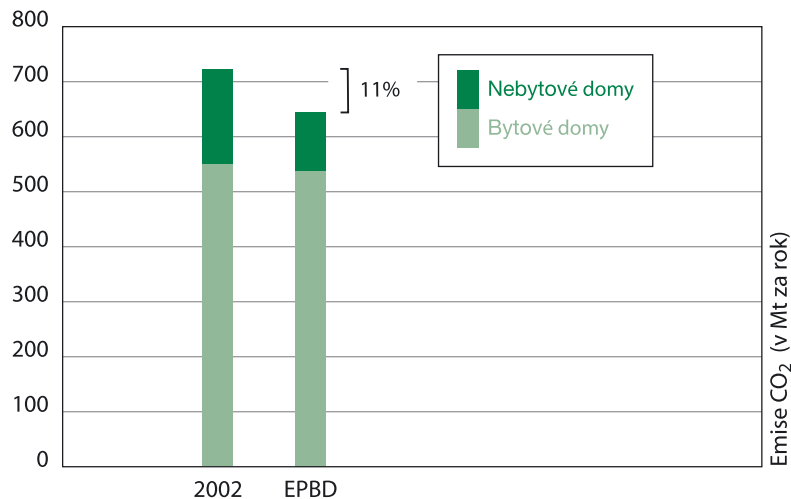
### 3.3.1 Technický potenciál Směrnice EPBD

Abychom mohli stanovit technický potenciál Směrnice EPBD, vycházeli jsme z teoretického předpokladu, že všechny budovy, na které se Směrnice vztahuje, budou nyní renovovány v souladu s tepelně-izolačními normami, které vstoupí v platnost po implementaci Směrnice (viz tabulka 4).

Poznámka: Aby bylo možné jasně rozlišovat mezi jednotlivými opatřeními, nebyly do výpočtu zahrnuty novostavby, ani demolice stávajících budov nebo certifikace energetické náročnosti budov.

Obrázek 4 a tabulka 5 znázorňují roční potenciál úspor podle Směrnice ve výši zhruba 82 mil. tun emisí CO<sub>2</sub>, což je 11 % oproti současnému množství emisí.

**Obrázek 4:** Technický potenciál Směrnice o energetické náročnosti budov



### 3.3.2 Citlivostní analýza technického potenciálu Směrnice EPBD

Statistické přehledy stavebního fondu nerozlišují budovy podle obytného prostoru, nýbrž podle podlaží nebo počtu bytů. Rozdělení bytových domů na domy s menší a větší celkovou užitnou podlahovou plochou než 1 000 m<sup>2</sup> je tak obtížné, a proto bylo třeba provést citlivostní analýzu. Bylo zjištěno, že celkovou užitnou podlahovou plochou větší než 1 000 m<sup>2</sup> má 35 % bytových domů. Pro jistotu jsme proto provedli dva výpočty, které vycházely z rozsahu 25 % a 45 % domů s celkovou užitnou podlahovou plochou větší než 1 000 m<sup>2</sup>.

Citlivostní analýza (viz tabulka 5) ukazuje, že výsledek všech výpočtů není příliš ovlivněn změnou ve vstupních datech.

**Tabulka 5:** Technický potenciál Směrnice EPBD a citlivostní analýza

Emise CO <sub>2</sub> v důsledku vytápění (v Mt za rok)	Stavební fond 2002	Směrnice	Citlivostní analýza 1 (25 %)	Citlivostní analýza 2 (45 %)
Vytápění v bytovém sektoru	555	532	526	539
Vytápění v nebytovém sektoru	170	111	111	111
Celkem	725	643	637	650

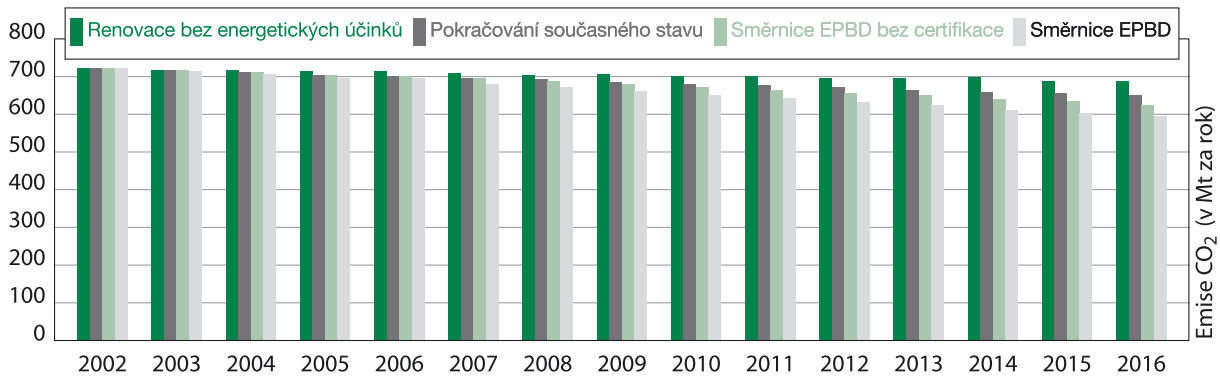
### 3.3.3 Scénáře

Alternativně k technickému potenciálu berou scénáře v úvahu skutečnost, že stávající stavební fond nebude renovován najednou a že nebude ovlivněn pouze renovacemi, ale také demolicemi a novou výstavbou. Tyto scénáře byly vytvořeny proto, abychom mohli určit dopad různých opatření v časovém rozpětí od roku 2002 do 2020.

Tyto scénáře obsahují novou výstavbu (1 % stavebního fondu [IWU 94, Kleemann 02, Eurostat, naše vlastní šetření]), demolice (0,5 % stavebního fondu [IWU 94, Kleemann 02, Eurostat, naše vlastní šetření]), a renovaci (1,8 % [IWU 94, Kleemann 02, Eurostat, naše vlastní šetření]) jako faktory pro výpočty množství emisí CO<sub>2</sub>. Analyzovali jsme tyto scénáře:

- > Scénář 1 („Renovace bez energetických účinků“) předpokládá renovace bez opatření na snížení energetické náročnosti, nová výstavba a demolice jsou stejné jako v ostatních scénářích. Nové budovy se staví v souladu s platnými stavebními předpisy a nahradí starší budovy s horším standardem energetické náročnosti.
- > Scénář 2 („Pokračování současného stavu“) představuje renovace zaměřené na snížení energetické náročnosti podle stávající praxe. Podle studie Kleemann 00 a našich vlastních šetření se dá předpokládat, že 20 % renovačních opatření je spojeno s významnými opatřeními ke snížení energetické náročnosti. Hodnoty součinitele prostupu tepla pro tento scénář jsou uvedeny v Příloze 2 této zprávy.
- > Scénář 3 („Směrnice EPBD bez certifikace“) pokrývá stejný cyklus stavebních renovací jako oba předchozí scénáře. U budov, na které se vztahuje Směrnice, se předpokládá renovace v souladu se standardy nastavenými podle Směrnice. Ostatní budovy pak budou renovovány podle standardů, které se předpokládají ve scénáři „Pokračování současného stavu“. Vliv certifikace je v tomto scénáři vyloučen.
- > Scénář 4 („Směrnice EPBD“) je stejný jako scénář „Směrnice EPBD bez certifikace“, avšak vychází z předpokladu, že certifikace povede ke zvýšení podílu energetických renovací na 40 %.

**Obrázek 5:** Časový vývoj účinků různých scénářů implementace Směrnice v patnácti členských státech EU na množství emisí



Z diagramu lze vypočítat toto:

Odpor stavebního fondu vůči změnám, je převážně způsoben nízkým rozsahem renovací, demolic a novostaveb. Energetické renovace jsou zpravidla zapojeny do standardních cyklů renovací budov, což vede k pomalým změnám celkového vlivu na charakter spotřeby energie a množství emisí CO<sub>2</sub>.

Scénář 1 „Renovace bez energetických účinků“ ukazuje, že ke snížení emisí CO<sub>2</sub> by došlo tak jako tak i přes trvalé zvětšování celkového stavebního fondu, neboť demolované budovy budou nahrazovány novými s nižší energetickou náročností.

Scénář 2 „Pokračování současného stavu“ přesněji odráží současný trend ve vývoji energetické náročnosti stavebního fondu. Vyšší potenciál pro snížení emisí CO<sub>2</sub> souvisí s již platnými standardy energetické náročnosti.

Vliv certifikace podle EPBD lze pozorovat v odlišných trendech u scénáře „Směrnice EPBD bez certifikace“ a scénáře „Směrnice EPBD“.

V porovnání s potenciálním snížením emisí bez certifikace je dodatečný přínos certifikace vysoký. Důvodem může být skutečnost, že certifikace platí pro všechny typy budov včetně velké skupiny malých bytových domů, což iniciuje uplatnění opatření na snížení energetické náročnosti i u těchto budov.

Scénář „Směrnice EPBD bez certifikace“ na rozdíl od toho nijak nesnižuje energetickou náročnost malých bytových domů nad rámec běžných renovací.

Celkově pak realizace všech opatření podle Směrnice EPBD povede ke snížení emisí CO<sub>2</sub> o 34 Mt v roce 2010 oproti scénáři s pokračováním současného stavu. Do roku 2015 by toto snížení činilo 55 Mt ročně.

## 4] MODELOVÁNÍ VLIVŮ ROZŠÍŘENÍ SMĚRNICE NA MENŠÍ BUDOVY

Směrnice EPBD požaduje, aby předpisy platily pro budovy s celkovou užžitnou podlahovou plochou větší než 1 000 m<sup>2</sup>. V tomto oddílu se proto zaměříme na určení možného dopadu na množství emisí, pokud by platnost Směrnice byla rozšířena i na menší budovy.

### 4.1 ALTERNATIVNÍ TŘÍDY BUDOV

Abychom mohli zkoumat vliv rozšíření platnosti Směrnice na menší budovy, definovali jsme další typy budov.

První skupinu tvoří velké bytové domy s celkovou užžitnou podlahovou plochou větší než 1 000 m<sup>2</sup>. Další skupinu, bytové domy s celkovou užžitnou podlahovou plochou do 1 000 m<sup>2</sup>, jsme rozdělili na podskupinu rodinných domů (< 200 m<sup>2</sup>) a malých bytových domů (200 až 1 000 m<sup>2</sup>). Nebytové domy jsme rozdělili do dvou skupin – budovy s celkovou užžitnou podlahovou plochou menší a větší než 1 000 m<sup>2</sup>.

### 4.2 VLIV ROZŠÍŘENÍ SMĚRNICE EPBD

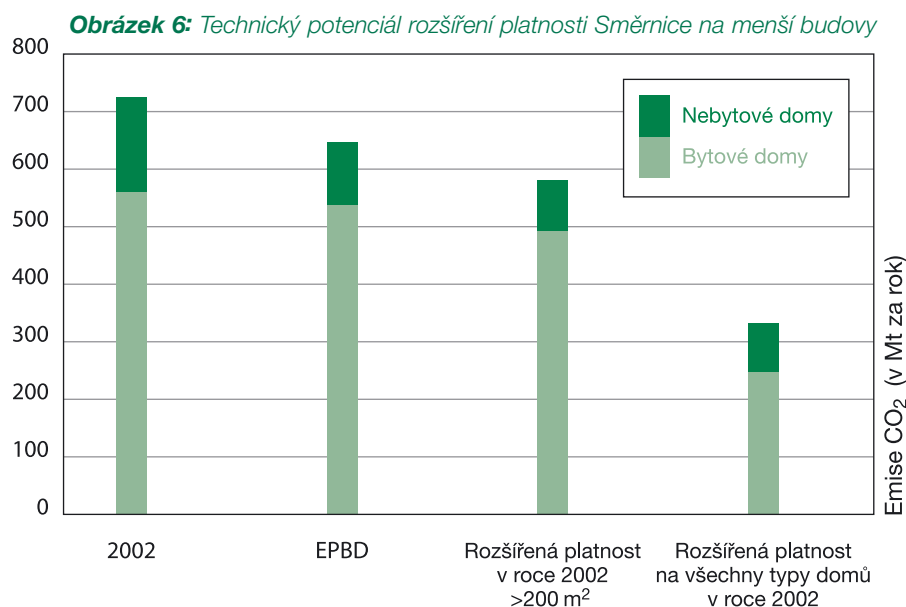
K určení možného dopadu rozšíření platnosti Směrnice EPBD na menší budovy jsme použili tutéž metodu, která je popisována v kapitole 3, kde byl odhadnut vliv Směrnice v její stávající podobě.

V prvním kroku jsme vypočetli technický potenciál snížení emisí CO<sub>2</sub> (4.2.1). Vycházeli jsme při tom z předpokladu, že požadavky Směrnice budou splněny najednou u celého stavebního fondu zemí patnáctky.

V druhém kroku (4.2.2) je popisován časový vývoj množství emisí CO<sub>2</sub> ze stavebního fondu zemí patnáctky, přičemž jsme vycházeli z různých předpokladů ohledně rozšíření platnosti Směrnice na menší budovy.

#### 4.2.1 Technický potenciál rozšíření platnosti Směrnice EPBD

Na obrázku 6 je znázorněn technický potenciál Směrnice a popisované rozšíření její platnosti na menší budovy podle současného stavu stavebního fondu (rok 2002) a za předpokladu, že veškerá renovační opatření budou provedena najednou.



Z tabulky 6 lze vyvodit tyto závěry:

Jak bylo popsáno v oddílu 3.3.1, implementace Směrnice EPBD s omezením pro budovy s celkovou užžitnou podlahovou plochou nad 1 000 m<sup>2</sup> povede k technickému potenciálu snížení emisí až o 82 Mt ročně.

V případě rozšíření platnosti Směrnice na veškeré nebytové domy a rodinné domy (tj. rozšíření platnosti Směrnice EPBD na všechny budovy s celkovou užžitnou podlahovou plochou větší než 200 m<sup>2</sup>) vznikne technický potenciál snížení emisí o 151 Mt ročně.

Pokud by se Směrnice vztahovala na celkový stavební fond v Evropě (tj. rozšíření platnosti Směrnice na všechny budovy), pak by se tento potenciál zvýšil až na 398 Mt za rok.

Z toho vyplývá, že oproti stávající Směrnici by případné rozšíření i na rodinné domy vedlo k dalšímu snížení emisí o 69 Mt ročně a v případě rozšíření na celý stavební fond o 316 Mt ročně.

Je tedy zřejmé, že rozšíření platnosti Směrnice na budovy s celkovou užžitnou podlahovou plochou větší než 200 m<sup>2</sup> a na všechny nebytové domy by mělo pouze malý účinek ve srovnání s rozšířením její platnosti na všechny budovy s celkovou užžitnou podlahovou plochou menší než 200 m<sup>2</sup>. Lze to vysvětlit velkým podílem rodinných domů v sektoru bydlení.

Lví podíl na potenciálu snižování emisí CO<sub>2</sub> má doplňování tepelné izolace u stávajícího stavebního fondu. To koresponduje s dřívějšími studiemi - např. studie ECOFYS 02 odhaduje možné snížení celkového množství emisí CO<sub>2</sub> díky tepelnému izolování stávajících budov v zemích EURIMA (evropská patnáctka, Norsko, Švýcarsko a Turecko) každoročním snížením emisí CO<sub>2</sub> o 353 Mt ročně.

**Tabulka 6:** Vliv rozšíření platnosti Směrnice na menší budovy na množství emisí CO<sub>2</sub> (stavební fond v patnácti členských státech)

Emise CO <sub>2</sub> z vytápění (v Mt za rok)	Stavební fond 2002	Směrnice EPBD	Rozšíření Směrnice EPBD > 200 m <sup>2</sup>	Rozšířená Směrnice EPBD na všechny budovy
Vytápění v bytovém sektoru	555 (↓ 23=4 %)	532 (↓ 64=12 %)	491 (↓ 311=56 %)	244
Vytápění v nebytovém sektoru	170	111 (↓ 59=35 %)	83 (↓ 87=51 %)	83 (↓ 87=51 %)
Celkem	725	643 (↓ 82=11 %)	574 (↓ 151=21 %)	327 (↓ 398=55 %)
Další snížení oproti Směrnici	-	0	<b>69</b>	<b>316</b>

## 4.2.2 Scénáře

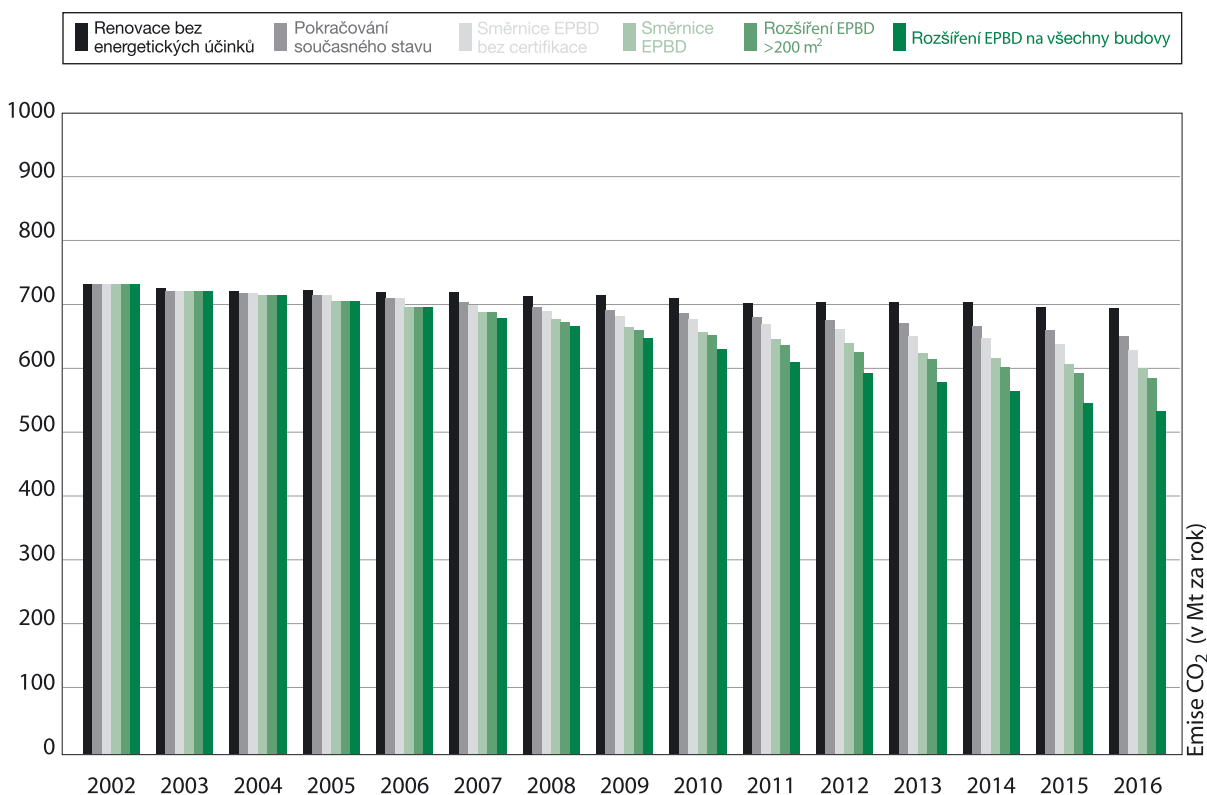
Účelem scénářů byla kromě odhadu technického potenciálu také analýza časového vlivu renovací, demolice a nové výstavby (viz oddíl 3.3.3).

Provedli jsme analýzu vlivu rozšíření platnosti Směrnice i na menší budovy v časovém rozpětí let 2002 až 2020 se dvěma novými scénáři doplňujícími čtyři scénáře popisované v kapitole 3.

Scénář 5 („Rozšíření EPBD nad 200 m<sup>2</sup>“) byl vytvořen na základě Scénáře „Směrnice EPBD“, rozšířeného navíc na všechny nebytové domy a bytové domy s celkovou užžitnou podlahovou plochou větší než 200 m<sup>2</sup>.

Do scénáře 6 („Rozšíření EPBD na všechny budovy“) byly zahrnuty i rodinné domy. Tímto rozšířením na menší budovy se ještě více zvyšuje potenciál snížení emisí nad závazné standardy, které by bylo třeba dodržet při jakémkoliv renovačním opatření, prováděných namísto dobrovolné renovace v případech, kdy se vlastník rozhodne o zlepšení energetické náročnosti pod vlivem ekonomických možností uvedených v certifikátech.

**Obrázek 7:** Časový vývoj vlivu různých scénářů na množství emisí po implementaci rozšířené Směrnice v patnácti členských státech EU



**Tabulka 7: Přehled množství emisí CO<sub>2</sub> z evropského stavebního fondu pro všechny scénáře popisované v kapitole 3 a 4**

Emise CO <sub>2</sub> (v Mt za rok)	2002	2010	2015
<b>Renovace bez energetických účinků</b>			
Bytový sektor	555	537	527
Nebytový sektor	170	165	163
Celkem	725	703	690
<b>Pokračování stavu (referenční hodnoty)</b>			
Bytový sektor	555	518	497
Nebytový sektor	170	160	154
Celkem	725	678	651
<b>Směrnice EPBD bez certifikace</b>			
Bytový sektor	555	515	491
Nebytový sektor	170	151	137
Celkem	725	666	628
<b>Směrnice EPBD s certifikací</b>			
Bytový sektor	555	497	463
Nebytový sektor	170	148	133
Celkem	725	644	596
Snížení oproti referenčním hodnotám	-	34	55
<b>Rozšíření EPBD nad 200 m<sup>2</sup></b>			
Bytový sektor	555	492	455
Nebytový sektor	170	144	127
Celkem	725	636	582
Další snížení oproti Směrnici	-	8 (24 %)	14 (24 %)
<b>Rozšíření Směr. EPBD na všechny budovy</b>			
Bytový sektor	555	464	406
Nebytový sektor	170	144	127
Celkem	725	609	533
Další snížení oproti Směrnici	-	36 (104 %)	63 (113 %)

Z obrázku 7 a tabulky 7 lze vyvodit tyto závěry:

- Jak bylo uvedeno v oddílu 3.3.3, dopad Směrnice na snížení emisí je odhadován na 34 Mt za rok do roku 2010, resp. 55 Mt za rok do roku 2015.
- Rozšíření platnosti Směrnice na bytové domy s celkovou užžitnou podlahovou plochou větší než 200 m<sup>2</sup> a všechny nebytové domy by vedlo k dalšímu snížení emisí o 42 Mt za rok do roku 2010, resp. 69 Mt z rok do roku 2015.
- Další rozšíření platnosti Směrnice na všechny stávající budovy stavebního fondu by přineslo snížení emisí o 69 Mt za rok do roku 2010, resp. 118 Mt za rok do roku 2015. Je to dáno především tím, že malé bytové domy mají značný podíl na celkové spotřebě energie v rámci stavebního fondu evropské patnáctky. To odpovídá dalšímu snížení emisí oproti Směrnici o 36 Mt za rok do roku 2010, resp. 63 Mt za rok do roku 2015.

## 5] VLIVY IZOLACE NA POTŘEBU CHLAZENÍ

Rostoucí požadavky týkající se tepelné pohody vedly ke stále se zvyšujícímu počtu instalací klimatizačních systémů v různých částech Evropy, čili k růstu spotřeby energie na chlazení. Nová evropská Směrnice reaguje na tento trend požadováním pravidelné inspekce klimatizačních systémů, aby byl zajištěn minimální standard energetické náročnosti. Navíc vyvstává otázka, jakým způsobem může tepelná izolace pomoci snížit nebo zcela vyloučit potřebu chlazení. Abychom mohli na tuto otázku odpovědět, musíme nejprve popsat různé vlivy izolace na vnitřní ovzduší v teplých oblastech a strategie, jak snížit potřebu chlazení.

### 5.1 STRATEGIE KE SNÍŽENÍ POTŘEBY CHLAZENÍ

#### Příklady z minulosti

V mnoha budovách stavěných v minulých stoletích v horkých klimatických pásmech bylo k udržení chladného vzduchu uvnitř budovy používáno několik důmyslných řešení. Takový historický pohled přináší studie BDAA 03, která dokládá jednoduchou, ale účinnou strategii:

- > Podzemní obydlí si začali budovat homíci v Coober Pedy v centrální Austrálii, protože z hlediska tepelné pohody se cítili lépe v dolech než ve svých obytných nadzemních sídlech. Tato obydlí se vyznačují vysokou tepelnou akumulací a spážením se zemí;
- > Dávnověká obydlí ve skalních stěnách budovaná americkými indiány v oblasti Mesa Verde využívala převisů skalních stěn k plné pasivní regulaci působení slunce, a to nejen na okna a dveře, ale na celé vesnice. Přirozené stoupání teplého vzduchu poskytovalo vynikající větrání;
- > Indonéské domorodé stavby používaly rákos jako izolaci proti tepelným ziskům v tropickém klimatu. Otevřené štíty umožnily příčné odvětrání přehřátého vzduchu, který by se jinak akumuloval v podstřešním prostoru. Velkokorysý přesah střechy stíní stavbu a dále snižuje tepelné zisky.

Všechna tato řešení vycházejí ze tří základních principů, jejichž uplatněním lze i dnes snížit požadavky na chlazení:

#### 1. PRINCIP: MINIMALIZACE SLUNEČNÍHO OZÁŘENÍ

Zatímco sluneční zisky jsou v zimě užitečné ke snižování potřeby tepla na vytápění, v létě mohou naopak způsobovat značné výkyvy v potřebě chlazení. V závislosti na klimatu může být sluneční záření největším tepelným zatížením v budovách. Proto je vhodný nějaký způsob zastínění, a to zejména na jižně, západně a východně orientovaných fasádách.

#### 2. PRINCIP: MINIMALIZACE VNITŘNÍCH ZÁTĚŽÍ

Energie uvolňovaná lidmi, zařízením, osvětlením a dalšími zdroji, které nejsou součástí otopné soustavy, má často významný vliv na vnitřní klima. Snaha udržet vnitřní zátěže na minimální úrovni přináší dvojnásobnou výhodu – jednak v přímých úsporách energie, jednak ve snížení zátěže klimatizačního systému.

#### 3. PRINCIP: ODVÁDĚNÍ TEPLA

Koncepce větrání je velmi důležitá pro odvádění tepla během dne, ale také k zamezení infiltrace v případě, že je venkovní teplota vyšší než vnitřní. Užitečné může být také dodatečné větrání v noci, kdy je do budovy v noci přiváděn chladnější venkovní vzduch, který ochlazuje tepelně akumulací hmotu budovy, která pak může lépe absorbovat vnitřní nebo venkovní teplo během následujícího dne. Okolní vzduch může být ochlazován v podzemních rozvodech, např. v suterénech, podzemních parkovištích nebo zahradách před přivedením do budovy.

## POCHOPENÍ VLIVU IZOLACE NA POTŘEBU CHLAZENÍ

Jak bylo uvedeno v předchozí části, potřeba chlazení závisí na několika různých vlivech. Vzhledem ke složitosti tohoto problému je třeba vliv izolace na potřebu chlazení vyšetřovat jako souhrn několika různých prvků.

Izolace omezuje prostup tepla střechami, stěnami, podlahou a okny. V závislosti na rozdílu mezi venkovní a vnitřní teplotou, proudí teplo obvodovým pláštěm budovy buď zevnitř ven, nebo zvenku dovnitř.

V chladných klimatických pásmech snižuje izolace potřebu vytápění v zimě, kdy je venkovní teplota nižší než vnitřní teplota. Ve všech oblastech, kde je venkovní teplota vyšší než přijatelná vnitřní teplota, se doporučuje používání izolace kvůli snižování potřeby chlazení (viz Tenorio 01, ABCB 02 a Home 02).

Jaký je ale vliv izolace v teplých klimatických pásmech, kde venkovní teplota je po velkou část roku vyšší než požadovaná vnitřní teplota? Může proto izolace pomoci snížit potřebu chlazení?

Může totiž dojít i k situaci, kdy je venkovní teplota nižší než vnitřní teplota. Izolace pak omezuje prostup tepla ven z budovy, což může vést ke zvyšování potřeby chlazení, pokud vnitřní tepelný zisk a tepelný zisk ze slunečního záření ohřívají budovu a teplý vzduch není odváděn ven.

K odhadu možného vlivu zvýšené izolace na potřebu chlazení v Evropě jsme vytvořili různé scénáře pro typické budovy v různých klimatických pásmech. Tyto scénáře jsme pak analyzovali simulačním softwarem firmy TRNSYS<sup>1</sup>, který slouží k dynamickým výpočtům tepelných toků v budovách.

## 5.2 SIMULACE VSTUPNÍCH VELIČIN PRO POTŘEBY CHLAZENÍ

### 5.2.1 Vzorové budovy

Vliv izolace na potřebu chlazení bude analyzován pro dva typy vzorových budov – kancelářskou a obytnou budovu.

**Tabulka 8:** Hlavní parametry analyzovaného řadového domu a kancelářské budovy

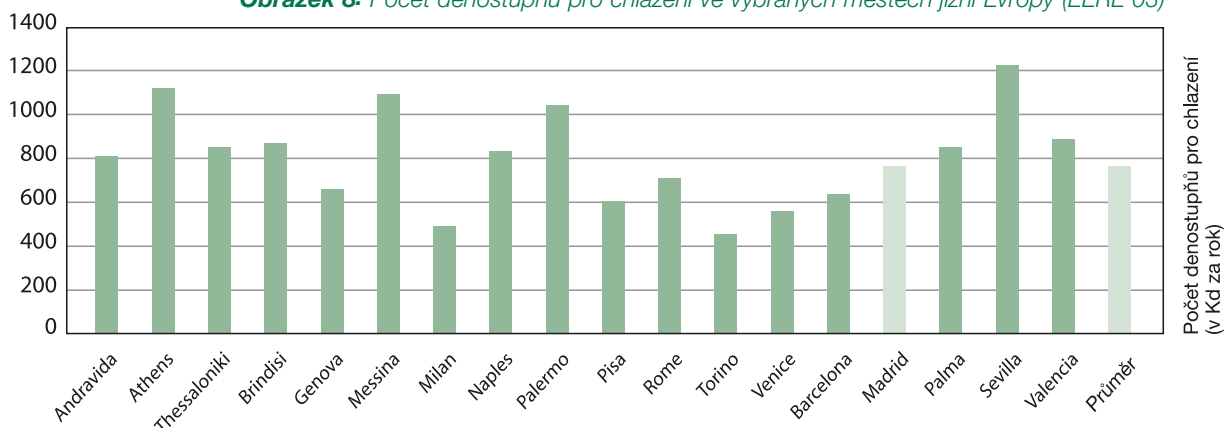
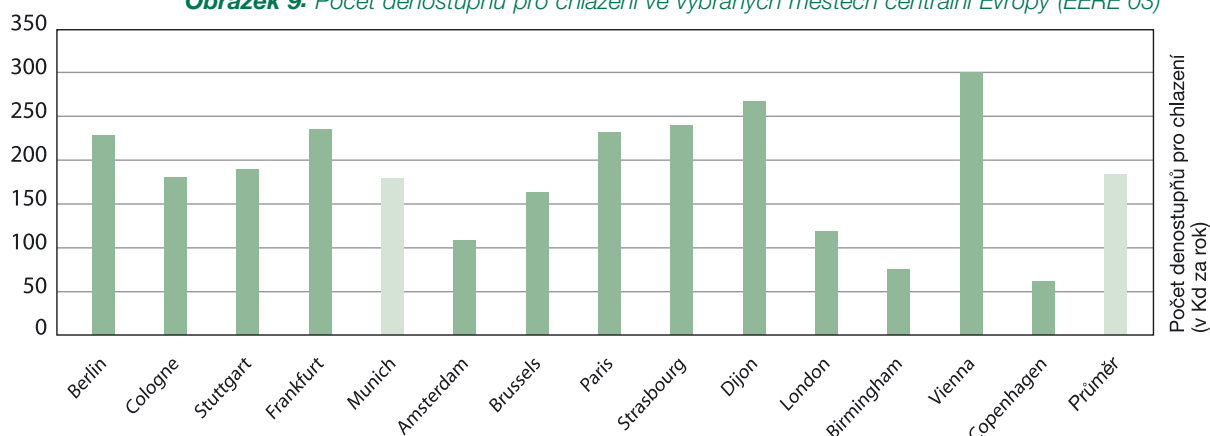
Parametr	Řadový dům	Kancelářská budova
Podlahová plocha (v m <sup>2</sup> )	120 m <sup>2</sup>	3 000 m <sup>2</sup>
Počet podlaží	2	4
Počet obyvatel (uživatelů)	3	120
Faktor tvaru <sup>2</sup>	0,64	0,34

Pro další vyšetřování jsme vybrali tyto typy domů v Madridu a v Mnichově, neboť tato města představují zástupce jižní a střední Evropy s počtem denostupňů pro chlazení<sup>3</sup> nejbližše odpovídajícím průměrné hodnotě v daném klimatickém pásmu (viz obrázky 8 a 9).

**1** Nástroj TRNSYS (Transient Energy System Simulation Tool) je komerčně dostupný od roku 1975. Je to flexibilní nástroj navržený pro simulaci dynamické účinnosti tepelných systémů ([www.trnsys.com](http://www.trnsys.com)).

**2** Faktor tvaru je poměr plochy obvodového pláště budovy k objemu budovy (AV).

**3** Počet denostupňů pro chlazení odpovídá součtu počtu dnů, kdy průměrná denní teplota překročí určitou teplotu, v našem případě 18 °C, vynásobených počtem stupňů nad touto teplotou v daný den.

**Obrázek 8:** Počet denostupňů pro chlazení ve vybraných městech jižní Evropy (EERE 03)**Obrázek 9:** Počet denostupňů pro chlazení ve vybraných městech centrální Evropy (EERE 03)

### 5.2.2 Zkoumané scénáře tepelné zátěže

Vzhledem k velkému významu tepelné zátěže v budovách na potřebu chlazení, jak je popsáno v kapitole 5.1, budeme dále vyšetřovat dva různé scénáře.

- > Ve scénáři 1 „Vysoká zátěž“ vycházíme z toho, že neúčinné vnitřní stínící zařízení vede k vysokému zisku ze slunečního záření. Staré domácí spotřebiče a kancelářské přístroje s vysokou spotřebou energie způsobují vysoké vnitřní tepelné zatížení. Kromě toho, koncepce větrání předpokládá konstantní výměnu vzduchu.
- > Příklady z celé Evropy ukazují, že tepelnou zátěž lze výrazně snížit, např. v pasivních budovách, a to jak pro kancelářské budovy, tak pro bytové domy. Nižší, avšak nikoli minimální tepelnou zátěž předpokládá vhodný a v praxi proveditelný druhý scénář „Nízká zátěž“. V něm je kombinováno účinné stínící zařízení, např. vnější zastínění, s energeticky účinnými domácími spotřebiči a kancelářskými přístroji a koncepce větrání závisí na teplotě venkovního vzduchu.

Podrobný popis obou těchto scénářů pro řadový dům a kancelářskou budovu je uveden v Příloze 2 této zprávy.

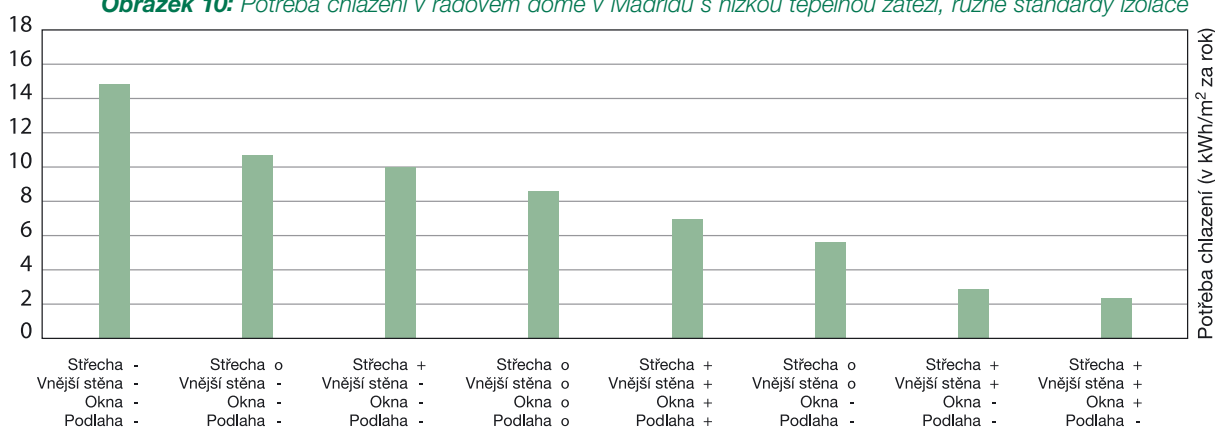
## 5.3 VÝSLEDKY SIMULACE POTŘEBY CHLAZENÍ

### 5.3.1 Bytové domy v teplém klimatickém pásmu

Obrázek 10 a tabulka 10 ukazují vliv izolace na potřebu chlazení u řadového domu s nízkou tepelnou zátěží. Zkoumali jsme přitom různé kombinace izolace střechy, vnější stěny, oken a podlahy (viz tabulka 9). Z výsledků vyplývá, že:

- > Potřebu chlazení ve zkoumaném řadovém domě lze snížit zhruba o 15 % při optimální izolační koncepci;
- > Izolace střechy je velmi účinné opatření k minimalizaci potřeby chlazení díky omezenému prostupu tepla, způsobovaného nejen vysokými venkovními teplotami, ale také slunečním zářením dopadajícím na střechu;
- > Silná izolace podlahy způsobuje zvýšení potřeby chlazení, neboť se přeruší spřažení se zemí (*Poznámka překladatele – Země přestane působit jako součást tepelněakumulačního jádra domu*).

**Obrázek 10:** Potřeba chlazení v řadovém domě v Madridu s nízkou tepelnou zátěží, různé standardy izolace

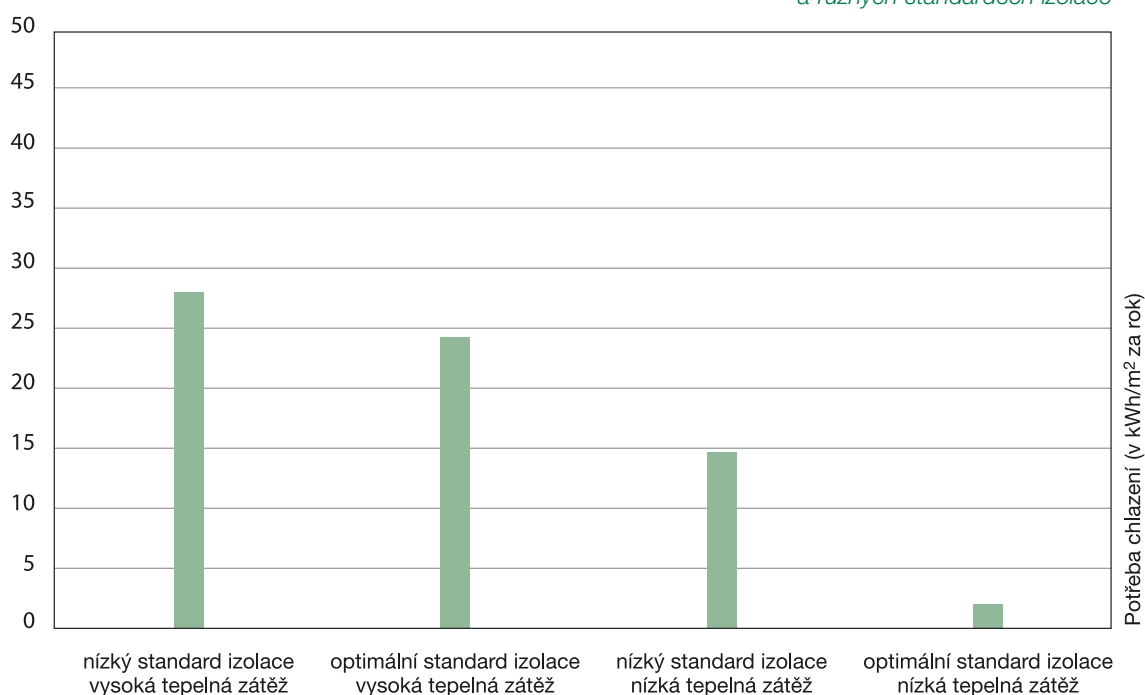


**Tabulka 9:** Hodnoty součinitele prostupu tepla U konstrukcí vzorových budov v Madridu

Povrch	Hodnota U Vyšší standard (W/m <sup>2</sup> K) +	Hodnota U Střední standard (W/m <sup>2</sup> K) o	Hodnota U Nižší standard (W/m <sup>2</sup> K) -
Střecha	0,3	1,0	3,4
Vnější stěna	0,5	1,4	2,6
Okna	2,0 (hodnota g: 0,622)	3,5 (hodnota g: 0,755)	4,2 (hodnota g: 0,755)
Podlaha v přízemí	0,4	1,0	1,7

Na obrázku 11 je vidět, že nejdůležitější je kombinovat různá opatření na snížení potřeby chlazení. Izolace řadového domu s vysokou tepelnou zátěží snižuje potřebu chlazení pouze do určité míry, avšak pokud je tepelná zátěž budovy nízká, pak je izolace vysoce účinným opatřením, kterým se téměř vyhneme potřebě chlazení. Obrázek také ukazuje, že potřeba chlazení v řadovém domě s nízkou izolací může být snížena o 53 %, pokud se sníží tepelná zátěž. To dokazuje, že pro dosažení energeticky optimalizovaného bytového domu by se měly nejprve uplatnit „historické“ principy omezování potřeby chlazení, popsané v kapitole 5.1.

**Obrázek 11:** *Potřeba chlazení v řadovém domě v Madridu při různé tepelné zátěži a různých standardech izolace*



**Tabulka 10:** *Přehled potřeby chlazení v analyzovaném řadovém domě v Madridu*

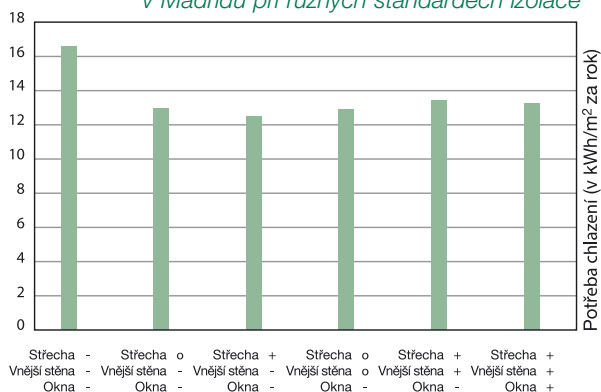
Madrid					Řadový dům		
Tepelná zátěž	Izolační standard				Potřeba chlazení (kWh/m <sup>2</sup> /rok)	Emise CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> /rok)	Počet hodin tepel. nepohody >26 °C
	Střecha	Vnější stěna	Okno	Podlaha			
Vysoká	Nízký	Nízký	Nízký	Nízký	28,2	5,53	1 675
Vysoká	Vysoký	Vysoký	Vysoký	Nízký	24,5	4,80	2 254
Nízká	Nízký	Nízký	Nízký	Nízký	14,9	2,91	1 056
Nízká	Střední	Nízký	Nízký	Nízký	10,9	2,12	952
Nízká	Vysoký	Nízký	Nízký	Nízký	10,0	1,95	926
Nízká	Střední	Střední	Střední	Střední	8,6	1,68	1 078
Nízká	Vysoký	Vysoký	Vysoký	Vysoký	7,0	1,37	1 251
Nízká	Střední	Střední	Nízký	Nízký	5,7	1,11	764
Nízká	Vysoký	Vysoký	Nízký	Nízký	3,0	0,58	599
Nízká	Vysoký	Vysoký	Vysoký	Nízký	2,3	0,45	564

### 5.3.2 Kancelářské budovy v teplém klimatickém pásmu

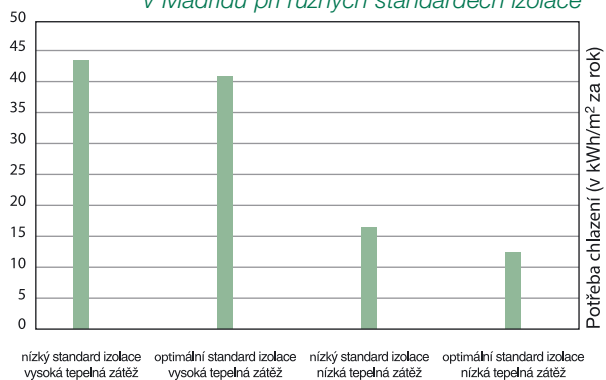
Na obrázku 12 je znázorněn vliv izolace na příkladu kancelářské budovy s nízkou tepelnou zátěží v Madridu. V tomto případě izolace střechy snižuje potřebu chlazení o 24 %.

Izolace vnější stěny nemá další pozitivní vliv, protože tepelná zátěž budovy je ve srovnání s bytovým domem stále relativně vysoká a teplo lze odvádět buď vhodným větráním nebo prostupem stěnami.

**Obrázek 12:** Potřeba chlazení v kancelářské budově v Madridu při různých standardech izolace



**Obrázek 13:** Potřeba chlazení v kancelářské budově v Madridu při různých standardech izolace



Na obrázku 13 je shrnut celkový dopad kombinace snížené tepelné zátěže a izolace střechy v případě kancelářské budovy v Madridu. Je vidět, že téměř 70 % potřeby chlazení může být sníženo díky holistickému návrhu budov s inteligentní kombinací různých opatření.

**(Poznámka překladatele – Holistický přístup zdůrazňuje celost a pokládá celek za něco vyššího než jen souhrn součástí).**

Obrázek dále ukazuje, že izolace střechy má pozitivní vliv na potřebu chlazení i v případě, že tepelná zátěž je vysoká.

Přehled všech analyzovaných scénářů pro typickou kancelářskou budovu v Madridu je uveden v tabulce 11.

**Tabulka 11:** Přehled potřeby chlazení v analyzované kancelářské budově v Madridu

Madrid				Kancelářská budova		
Tepelná zátěž	Izolační standard			Potřeba chlazení (kWh/m <sup>2</sup> /rok)	Emise CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> /rok)	Počet hodin tep. nepohody >24 °C
	Střecha	Vnější stěna	Okna			
Vysoká	Nízký	Nízký	Nízký	43,8	8,56	2 770
Vysoká	Vysoký	Nízký	Nízký	41,1	8,04	2 938
Nízká	Nízký	Nízký	Nízký	16,6	3,24	1 450
Nízká	Střední	Nízký	Nízký	13,0	2,54	1 389
Nízká	Vysoký	Nízký	Nízký	12,6	2,46	1 374
Nízká	Střední	Střední	Nízký	13,1	2,55	1 432
Nízká	Vysoký	Vysoký	Nízký	13,5	2,65	1 486
Nízká	Vysoký	Vysoký	Vysoký	13,3	2,61	1 581

### 5.3.3 SROVNÁNÍ S POTŘEBOU CHLAZENÍ V MÍRNÉM KLIMATICKÉM PÁSMU

Tabulka 12 shrnuje vyšetřované scénáře pro řadový dům a kancelářskou budovu v Mnichově. Tabulka 13 pak obsahuje přehled odhadovaných hodnot součinitele prostupnosti tepla U.

**Tabulka 12:** Potřeba chlazení v analyzovaném řadovém domě a kancelářské budově v Mnichově

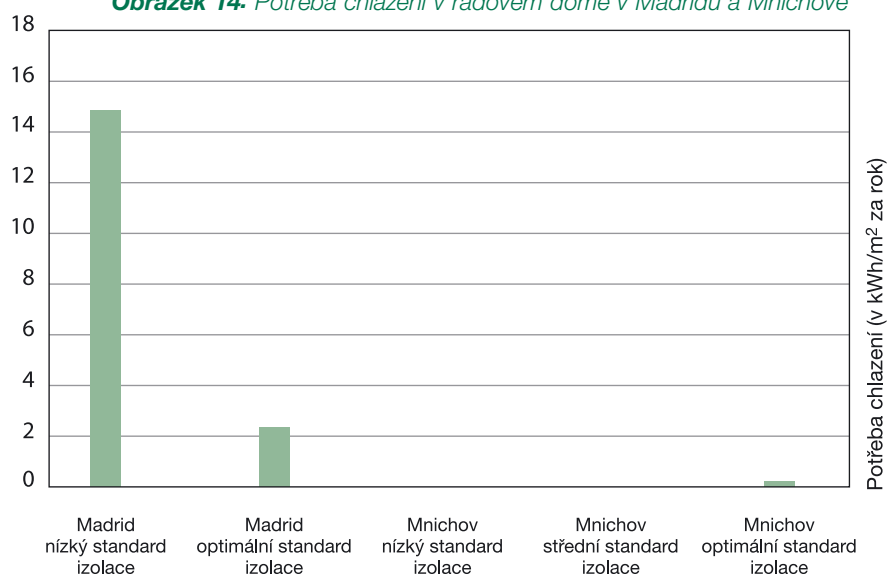
Madrid					Řadový dům		Kancelářská budova	
Tepelná zátěž	Izolační standard				Potřeba chlazení (kWh/m <sup>2</sup> /rok)	Počet hodin tep. nepohody >26 °C	Potřeba chlazení (kWh/m <sup>2</sup> /rok)	Počet hodin tep. nepohody >24 °C
	Střecha	Fasáda	Okno	Podlaha				
Nízká	Nízký	Nízký	Nízký	Nízký	0,0	13	0,2	240
Nízká	Nízký	Nízký	Nízký	Střední	neurčeno		1,3	240
Nízká	Střední	Střední	Střední	Střední	0,0	8	1,3	240
Nízká	Vysoký	Vysoký	Vysoký	Vysoký	0,2	14	1,2	253

**Tabulka 13:** Hodnoty součinitele prostupu tepla U konstrukcí vzorových budov v Mnichově

Povrch	Hodnota U Vyšší standard (W/m <sup>2</sup> K)	Hodnota U Střední standard (W/m <sup>2</sup> K)	Hodnota U Nižší standard (W/m <sup>2</sup> K)
Střecha	0,15	0,5	1,5
Fasáda	0,25	1,0	1,5
Okna	1,3 (hodnota g: 0,590)	2,0 (hodnota g: 0,622)	3,5 (hodnota g: 0,755)
Podlaha v přízemí	0,3	0,8	1,2

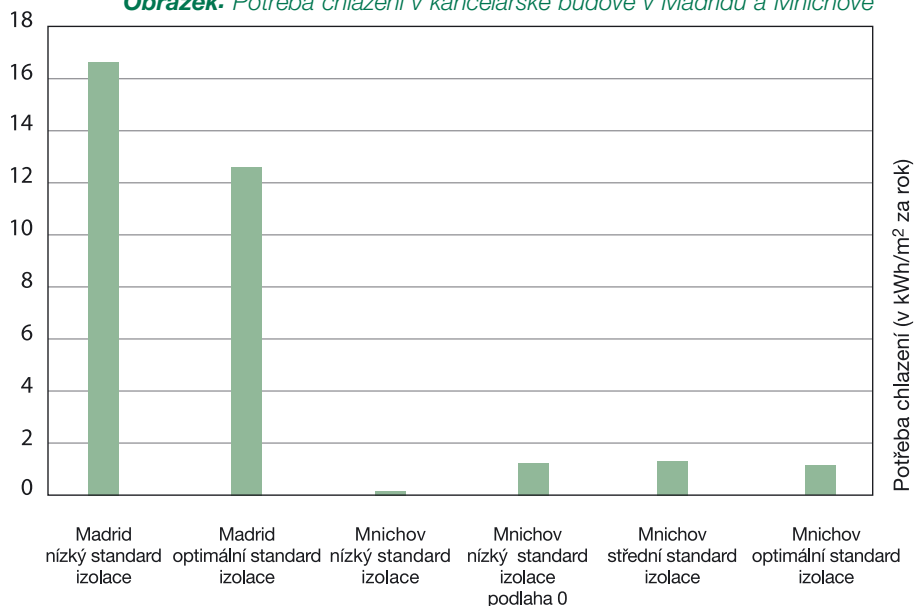
Na obrázku 14 jsou porovnány výsledky pro řadový dům v Mnichově s výsledky stejného typu domu v Madridu. Je vidět, že potřeba chlazení je v Mnichově zanedbatelná pro všechny zkoumané izolační standardy, pokud je tepelná zátěž nízká.

**Obrázek 14:** Potřeba chlazení v řadovém domě v Madridu a Mnichově



I v případě analyzované kancelářské budovy (viz obrázek 15) je vliv izolace na potřebu chlazení téměř zanedbatelný. Aktivní chlazení není třeba vůbec používat, pokud ke snížení tepelné zátěže slouží účinné stínící systémy, energeticky účinná kancelářská zařízení a vhodná koncepce větrání. Mezi izolačními opatřeními má největší vliv izolace podlahy. Bez izolace podlahy má spřažení se zemí příznivý vliv na vnitřní klima v budově v letním období. Avšak tento účinek je překonán zvýšením potřeby tepla na vytápění v zimním období. Proto se doporučuje navrhovat izolační standard v souladu s potřebou na minimální potřebu tepla na vytápění v zimě.

**Obrázek:** *Potřeba chlazení v kancelářské budově v Madridu a Mnichově*



### 5.3.4 Výhled potřeby chlazení

Výběrem vzorových domů v mírném a teplém klimatickém pásmu jsme si ukázali, že existuje významný potenciál pro snížení energetické potřeby chlazení, pokud se použije vhodná izolace v kombinaci s dalšími opatřeními. Tím vzniká potenciál pro další snížení emisí CO<sub>2</sub>. Kvantifikace těchto potenciálů však bude vyžadovat další výzkum. Na základě informací předložených ve vyšetřovaných případech nelze vědecky dostatečně odůvodnit extrapolaci dat z výsledků pro jednotlivá klimatická pásma.

## 6] ZÁVĚRY

Modelové výpočty prováděné během této studie potvrdily, že Směrnice EU o energetické náročnosti budov bude mít významný vliv na množství emisí CO<sub>2</sub> díky tomu, že se sníží energetické požadavky na vytápění budov. Na celkovém množství 725 Mt emisí CO<sub>2</sub> ročně ze stavebního fondu zemí EU v roce 2002 má hlavní podíl bytový sektor (77 %), zatímco zbývajících 23 % pochází z nebytových budov. V bytovém sektoru představují největší skupinu rodinné domy, které se na celkovém množství emisí CO<sub>2</sub> podílejí ze 60 %, což odpovídá 435 Mt ročně.

### TECHNICKÝ POTENCIÁL

Bylo zjištěno, že hlavní potenciál pro snižování množství emisí CO<sub>2</sub> spočívá ve spotřebě energie na vytápění stávajícího stavebního fondu, jak potvrzují dřívější studie (IWU 94, ECOFYS 02). Pokud by všechna renovační opatření v rozsahu podle stávající Směrnice byla realizována okamžitě u všech bytových a nebytových budov stavebního fondu, snížilo by se celkové množství emisí CO<sub>2</sub> až o 82 Mt za rok. Snížení emisí o dalších 69 Mt za rok by pak přineslo rozšíření rozsahu platnosti Směrnice na pokrytí renovačních opatření pro bytové domy (200 až 1 000 m<sup>2</sup>) a nebytové budovy s celkovou užžitnou podlahovou plochou menší než 1 000 m<sup>2</sup>. Pokud by se platnost Směrnice dále rozšířila na velkou skupinu rodinných domů, vznikl by tím potenciál pro další snížení emisí CO<sub>2</sub> o dalších 316 Mt ročně oproti stávající Směrnici.

### DOČASNÁ MOBILIZACE POTENCIÁLU

Výpočty založené na postupném vývoji stavebního fondu při zohlednění průměrného rozsahu renovací názorně ukázaly, že požadavky zaváděné touto Směrnici EPBD povedou k dalšímu snížení emisí CO<sub>2</sub> o 34 Mt ročně do roku 2010 oproti pokračování současného stavu. Pokud by se rozsah platnosti Směrnice rozšířil na všechny obytné budovy, včetně rodinných a bytových domů, potenciál snížení emisí CO<sub>2</sub> by se oproti pokračování současného stavu zdvojnásobil na 69 Mt ročně v roce 2010. Ve srovnání se stávající Směrnici by to přineslo další snížení emisí o 36 Mt za rok.

### POTŘEBA CHLAZENÍ

Naše analýza také prokázala, že v mírných klimatických pásmech nemá izolace žádný významnější vliv na potřebu chlazení, proto by jí měla být věnována pozornost jen podle požadavků na snížení potřeby energie na vytápění. Potřebu chlazení v bytových domech v mírném klimatickém pásmu lze snadno vyloučit použitím účinného stínícího systému, snížením vnitřních tepelných zisků a přizpůsobivou koncepcí větrání. V zásadě lze tento postup použít i pro kancelářské budovy, avšak tyto budovy je třeba navrhovat pečlivěji kvůli vyšším vnitřním tepelným ziskům. Výsledky pro mírné klimatické pásmo lze v plném rozsahu přenést i na studené klimatické pásmo.

V teplých klimatických pásmech lze potřebu chlazení drasticky omezit snížením tepelné zátěže v kombinaci s izolací. Pokud se tepelná zátěž ve sledovaném příkladu řadového domu v Madridu sníží na mírnou úroveň, lze potřebu chlazení dále snížit zvýšením izolace o 85 %.

Použití izolace pro sledovanou kancelářskou budovu v Madridu, zejména pak střešní izolace, vede ke snížení spotřeby energie na chlazení o 24 % i přes vysokou vnitřní tepelnou zátěž.

Ve městech jako Atény se účinek dodatečné izolace zvyšuje. Čím je klima teplejší a čím je vnitřní tepelná zátěž v budově nižší, tím větší je přínos izolace na snížení energetické náročnosti chlazení.

## 7] LITERATURA

<b>ABCB 02</b>	Energy Efficiency Measures - BCA Volume 2 (Housing Provisions), Part A, Regulatory Proposal, (Regulation Document RD 2002-1), Australian Building Codes Board, CANBERRA, March 2002
<b>Acts 97</b>	Polská vláda: Vyhláška Ministerstva o koeficientech tepelné výměny, Sbírnka zákonů, 29. 10. 1997
<b>BDAA 03</b>	Your home – design for Lifestyle and the future – technical manual, Australian Greenhouse Office, Building Designers Association of Australia (BDAA), 2003
<b>Caleb 98</b>	P. Ashford: Assessment of Potential for the Saving of Carbon Dioxide Emissions in European Building Stock, Caleb Management Services, Bristol, květen 1998
<b>Caleb 99</b>	P. Ashford: The cost implications of energy efficiency measures in the reduction of carbon dioxide emissions from European building stock, Caleb Management Services, Bristol, prosinec 1999
<b>ECOFYS 01</b>	S. Joosen, and K. Blok, ECOFYS: Economic evaluation of sectoral emission reduction objectives for climate change, Economic evaluation of carbon dioxide emission reduction in the household and services sectors in the EU, Utrecht 2001
<b>ECOFYS 02</b>	C. Petersdorff, T. Boermans, J. Hamisch, S. Joosen, F. Wouters: The contribution of Mineral Wool and other Thermal Insulation Materials to Energy Saving and Climate Protection in Europe, ECOFYS, Kolín nad Rýnem 2002
<b>EEA, 2002</b>	B. Gugele and M. Ritter: Annual European Community Greenhouse Gas Inventory 1990-2000 and Inventory Report 2002 - Submission to the UNFCCC Secretariat; Technical Report No. 75, ETC on Air and Climate Change, 15. dubna 2002
<b>EERE 03</b>	US Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy: <a href="http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weatherdata_int.cfm">http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weatherdata_int.cfm</a> , 2003
<b>Eurostat 01</b>	Eurostat: Ročenka: Statistický pohled na Evropu, data 1990-2001, vydání 2001 Změstnanost v Evropě 2001, Nové trendy a vyhlídky, červenec 2001, Evropská komise, Direktorát pro zaměstnanost a sociální záležitosti
<b>Eurostat 02</b>	Eurostat: Ceny energií, data 1990-2001, vydání 2002, Evropská komise, 8. téma: Životní prostředí a energie, Lucemburk

<b>Eurostat 99</b>	Eurostat: Spotřeba energie v domácnostech, Evropská unie a Norsko, přehled za rok 1995, země střední a východní Evropy, přehled za rok 1996, vydání 1999, Lucemburk
<b>Fin 01</b>	Finnish Ministry of the Environment, Housing statistics in the European Union 2001, Helsinki, October 2001
<b>Gemis 02</b>	Gemis ; Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme, Öko-Institut, Darmstadt 2002
<b>Home 02</b>	Home Greenhouse Audit Manual, Prepared by the Moreland Energy Foundation Ltd for Cool Communities, 2002
<b>IEA 00-1</b>	Statistika IEA, Energetická rovnováha v zemích OECD 1997-1998, vydání 2000
<b>IEA 00-2</b>	Statistika IEA, Informace o elektřině 2000, OECD / IEA
<b>IWU 94</b>	IWU (Institut Wohnen und Umwelt) : Empirische Überprüfung der Möglichkeiten und Kosten im Gebäudebestand und bei Neubauten Energie einzusparen und die Energieeffizienz zu steigern, Darmstadt 1994
<b>Kleemann 02</b>	M. Kleemann, R. Heckler, G. Kolb, M. Hille, Die Entwicklung des Energiebedarfs zur Wärmebereitstellung in Gebäuden - Szenarioanalysen mit dem IKARUS-Raumwärmemodell 2000
<b>Knissel 99</b>	J. Knissel, Energieeffiziente Büro - und Verwaltungsgebäude – Hinweise zur primärenergetischen und wirtschaftlichen Optimierung, IWU, Darmstadt 1999
<b>Minett 01</b>	Minett and Simon : The Environmental Aspects of Cogeneration in Europe, documentation of the Congress "Power Plants 2001", Brusel 2001
<b>MURE 01</b>	Eichhammer, W. & B. Schломann, MURE Database Case Study : A comparison of thermal building regulations in the European Union, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (FhG-ISI), Karlsruhe 2001
<b>STOA 98</b>	STOA 1998 ; van Velsen, A.F.M., O. Stobbe, K. Blok, A.H.M. Struiker, MTI and ECOFYS : Building regulations as a means of requiring energy saving and use of renewable energies. Scientific and technical options assessment (STOA) for European Parliament, Utrecht 1998.
<b>Tenorio 01</b>	Tenorio, R., A comparison of the thermal performance of roof and ceiling insulation for tropical houses, A study prepared for the Australian Building Code Board (ABCB) : Natural Ventilation Research Group, University of Queensland, září 2001

## PŘÍLOHA Č. 1: POPIS MODELU

Pro výzkumný projekt s názvem „Přínos minerální vlny a dalších tepelněizolačních materiálů pro úsporu energie a ochranu prostředí v Evropě“ (ECOFYS 2002) vytvořila společnost ECOFYS model zobrazující současný stav a budoucí vývoj evropského stavebního fondu, aby mohla analyzovat potenciál úspor energie působením tepelné izolace. Zjištění o úsporách energie působením tepelné izolace jsou založena na výpočtovém modelu, který člení stavební fond zjednodušeným způsobem. Toto zjednodušení musí být zohledněno při vyhodnocování přesnosti výsledků. Přesto výsledky poskytují spolehlivé indikátory pravděpodobné velikosti potenciálů úspor energie.

Vyšetřování otázek, které se objevily v souvislosti se Směrnicí EU, vyžaduje jisté úpravy a rozšíření modelu **ECOFYS** (např. zavedením dalších druhů menších budov).

### TYPY BUDOV

Pro modelování evropského stavebního fondu bylo použito 5 standardních typů budov:

- > Modelový dům 1: Dvoupodlažní řadový dům (120 m<sup>2</sup>)
- > Modelový dům 2: Malý bytový dům (menší než 1 000 m<sup>2</sup>)
- > Modelový dům 3: Velký bytový dům (větší než 1 000 m<sup>2</sup>)
- > Malá kancelářská budova (menší než 1 000 m<sup>2</sup>)
- > Velká kancelářská budova (větší než 1 000 m<sup>2</sup>)

### KLIMATICKÁ PÁSMÁ

Různé klimatické podmínky v Evropě byly shrnuty do tří klimatických pásem. Severní chladné klimatické pásmo zahrnuje Finsko a Švédsko. Do centrálního mírného klimatického pásma patří Rakousko, Belgie, Dánsko, Francie, Německo, Velká Británie, Irsko, Lucembursko a Nizozemsko, zatímco jižní teplé klimatické pásmo zahrnuje Řecko, Itálii, Portugalsko a Španělsko.

Podle zprávy STOA (STOA 1998) jsme předpokládali následující denostupně pro vytápění v různých klimatických pásmech:

**Tabulka 14:** Denostupně pro vytápění

	Počet dnů topné sezóny (Kd/rok)
Teplé klimatické pásmo	1 800
Mírné klimatické pásmo	3 500
Chladné klimatické pásmo	4 500

### SKUPINY PODLE STÁŘÍ BUDOV

Stavební fond byl rozdělen do tří skupin budov podle stáří. Tyto skupiny se podstatně liší kvůli příslušným tehdy platným národním a regionálním předpisům a tomu odpovídajícím izolačním standardům:

- > Budovy postavené před rokem 1975  
(rozdělené na budovy již energeticky renovované a budovy v původním stavu)
- > Budovy postavené v letech 1975 až 1990
- > Budovy postavené po roce 1990

## CHARAKTERISTIKA EVROPSKÉHO STAVEBNÍHO FONDU<sup>4</sup>

Tabulka 15: Charakteristika evropského stavebního fondu

	Stáří budovy	Celkem	Rodinné domy	Bytové domy do 1 000 m <sup>2</sup>	Bytové domy nad 1 000 m <sup>2</sup>	Malé nebytové budovy do 1 000 m <sup>2</sup>	Nebytové budovy nad 1 000 m <sup>2</sup>
	Rok	(Mil. m <sup>2</sup> )	(Mil. m <sup>2</sup> )	(Mil. m <sup>2</sup> )	(Mil. m <sup>2</sup> )	(Mil. m <sup>2</sup> )	(Mil. m <sup>2</sup> )
Chladné klimatické pásmo	< 1975	534	220	109	59	55	92
	1975-1990	154	63	31	17	16	27
	1991-2002	120	31	26	14	18	30
Mírné klimatické pásmo	< 1975	9 145	4 607	1 242	669	780	1 848
	1975-1990	2 551	1 290	348	187	216	511
	1991-2002	1 708	670	181	97	226	535
Teplé klimatické pásmo	< 1975	3 116	1 197	769	414	319	416
	1975-1990	1 945	748	480	259	199	259
	1991-2002	1 175	399	256	138	166	216

## HODNOTY SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA U PRO RŮZNÉ TYPY BUDOV

Podle klimatického pásma a skupiny stáří budovy jsme uplatnili odlišné izolační standardy a k nim se vztahující hodnoty součinitele prostupu tepla  $U$ :

Tabulka 16: Hodnoty součinitele prostupu tepla  $U$  podle klimatického pásma a stáří budovy

Hodnota $U$ (W/m <sup>2</sup> K)	Do roku 1975 bez renovace	Do roku 1975 po renovaci	V letech 1975 až 1990	V letech 1991 až 2002	Nové 2003 až 2006 <sup>5</sup>	Renovace 2003-2006	Nové po roce 2006	Renovace po roce 2006
<b>Chladné klimatické pásmo</b>								
Střecha	0,50	0,20	0,20	0,15	0,15	0,15	0,13	0,13
Vnější stěna	0,50	0,30	0,30	0,20	0,18	0,18	0,17	0,17
Podlaha	0,50	0,20	0,20	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17
Okna	3,00	1,60	2,00	1,60	1,42	1,42	1,33	1,33
<b>Mírné klimatické pásmo</b>								
Střecha	1,50	0,50	0,50	0,40	0,25	0,25	0,23	0,23
Vnější stěna	1,50	1,00	1,00	0,50	0,41	0,41	0,38	0,38
Podlaha	1,20	0,80	0,80	0,50	0,44	0,44	0,41	0,41
Okna	3,50	2,00	3,50	2,00	1,84	1,84	1,68	1,68
<b>Teplé klimatické pásmo</b>								
Střecha	3,40	1,00	0,80	0,50	0,50	0,50	0,43	0,43
Vnější stěna	2,60	1,40	1,20	0,60	0,60	0,60	0,48	0,48
Podlaha	3,40	1,00	0,80	0,55	0,55	0,55	0,48	0,48
Okna	4,20	3,50	4,20	3,50	3,04	3,04	2,71	2,71

Je ovšem třeba poznamenat, že použité hodnoty jsou pouze hrubě stanoveny a že některé z nich musely být odhadnuty přesto, že jsme vyšetřovali značné množství dat. K přesnému určení potenciálů úspor působením tepelné izolace by byla nutná podrobná typologie evropského stavebního fondu.

## VÝPOČET ÚSPORY ENERGIE

Východiskem pro výpočty byla současná spotřeba energie na vytápění budov v zemích Evropské unie v roce 2002. Abychom mohli zohlednit roční povětrnostní podmínky, upravili jsme hodnoty použitím příslušného počtu denostupňů pro vytápění.

Pro různé modelové budovy, které byly rozděleny do skupin podle typu a stáří budovy, izolačního standardu a povětrnostních podmínek, byly určeny odpovídající potenciály úspor energie vlivem tepelné izolace. Tyto výpočty vycházely z normy EN 832. Množství ušetřené energie působením tepelné izolace stanovené pro modelové domy pak bylo promítnuto do hodnot spotřeby energie v členských státech a přepočítáno na užžitnou podlahovou plochu. K určení množství emisí CO<sub>2</sub> byla předpokládána průměrná roční účinnost otopného systému pro každou dodávku energie podle toho, zda se jednalo o starý, nebo nový systém.

## POUŽITÉ ENERGETICKÉ ÚDAJE

Odhad spotřeby energie v budovách v roce 2002 je založen na statistických přehledech IEA za rok 1998 a zohledňuje průměrné roční procentuální změny v letech 1998 až 2005. Spotřeba energie na vytápění budov je odvozena z různých literárních pramenů (mj. Eurostat 01 a 02) a stanovena pro úroveň jednotlivé země, pokud to bylo možné.

Statistické přehledy IEA jsou v této studii rovněž použity pro údaje spotřeby energie v bytovém a terciárním sektoru (nebytové budovy a veřejné služby).

Údaje referenčních roků 1990 a 2010 se mírně liší od dat použitých v odvětvové studii. Je to dáno použitím různých zdrojů statistických údajů – odvětvová studie vycházela z databází PRIMES, zatímco studie EURIMA použila statistická data IEA.

4 Hlavní pramen pro bytový sektor: [Fin 01]. Hlavní pramen pro nebytový sektor: [Eurostat 01, 02].

5 Evropská směrnice 2002/91/ES vyžaduje, aby ji členské státy implementovaly do svých národních právních řádů do 4. ledna 2006.

## PŘÍLOHA Č. 2: PŘEDPOKLADY PRO VÝPOČET POTŘEBY CHLAZENÍ

Ve výpočtech programem TRNSYS se předpokládají dvě různé tepelné zátěže:

**Tabulka 17:** Scénáře pro tepelné zátěže a koncepce větrání

Scénář	Zatížení slunečním zářením	Zatížení vnitřními zdroji	Větrání
Vysoká zátěž	Vnitřní stínící systémy	Vysoká vnitřní zátěž	Konstantní výměna vzduchu
Nízká zátěž	Vnější stínící systémy	Nízká vnitřní zátěž	Variabilní výměna vzduchu podle venkovní teploty

### VNITŘNÍ TEPELNÁ ZÁTĚŽ

Pro účely analýzy potřeby chlazení jsme rozlišovali tři kategorie vnitřních tepelných zisků jak u bytových, tak i u kancelářských budov: vysoké, střední a nízké.

**Tabulka 18:** Kategorie vnitřních tepelných zisků v kancelářských budovách (pramen: Knissel 99)

Vnitřní tepelná zátěž (ve W/m <sup>2</sup> )	Vysoká	Střední	Nízká
Kancelářské vybavení	14,5	14,5	8,8
Osvětlení	27,1	16,3	12,5
Osoby	5,7	5,7	5,7
Osoby a kancelářské vybavení	20,2	20,2	14,5
<b>Celkem</b>	<b>47,3</b>	<b>36,4</b>	<b>26,9</b>

Osvětlení se používá hlavně v zimě. Většina kancelářského vybavení se používá během pracovní doby, a tak je třeba rozlišovat základní zátěž a zátěž v pracovní době. Kromě toho nebyly do hodnot uvedených v tabulce 18 zahrnuty přilehlé prostory (chodby, haly atd.). Pro kompenzaci tohoto faktu jsme předpokládali tyto vnitřní tepelné zisky:

**Tabulka 19:** Upravené hodnoty vnitřního tepelného zisku v kancelářských budovách

Kancelářské budovy	Základní zátěž	Zátěž v pracovní době (8.30-17.00)
Nízké vnitřní tepelné zatížení	3,5 W/m <sup>2</sup>	Dalších 11 W/m <sup>2</sup> ročně
Vysoké vnitřní tepelné zatížení	5,0 W/m <sup>2</sup>	Dalších 20 W/m <sup>2</sup> ročně

V bytových domech závisí vnitřní tepelné zisky především na elektricky používané pro provoz domácích spotřebičů a zátěže způsobené přítomností lidí (viz tabulka 20). V průměru se předpokládá, že lidé jsou přítomni ve svých domovech 14 hodin denně.

**Tabulka 20:** Klasifikace vnitřních tepelných zisků v bytových domech

Vnitřní tepelná zátěž	Vysoká	Střední	Nízká
Domácí spotřebiče (v kWh/rok)	43,8	33,3 průměrná domácnost	18,5 nízkoenergetický dům
Vnitřní tepelný zisk (ve W/m <sup>2</sup> )	5 (EN832)	3,8	2,1
Osoby (ve W na osobu)	150	150	150

Během této studie jsme si k dalšímu šetření vybrali scénáře s vysokou a nízkou vnitřní tepelnou zátěží.

## KONCEPCE VĚTRÁNÍ

Výměny vzduchu lze dosáhnout buď mechanickými prostředky (mechanickým větráním), nebo otevíráním oken (přirozeným větráním). Vzduch se také vyměňuje malými otvory, například netěsnostmi a spárami či trhlinami v obvodovém plášti budovy (tzv. infiltrace / exfiltrace).

Spíše než na způsob výměny vzduchu se analýza zaměřila na množství a dobu trvání výměny vzduchu.

Při koncepci větrání 1 je do budovy přiváděno konstantní množství čerstvého venkovního vzduchu např. nuceným mechanickým větráním. Intenzity výměny vzduchu (přívod čerstvého vzduchu v poměru k objemu místnosti) pro koncepci větrání 1 jsou shrnuty v tabulce 21.

**Tabulka 21:** Výměna vzduchu podle koncepce 1 v kancelářských budovách a bytových domech

Budova	Infiltrace	Větrání
Kancelářská budova	0,2/h	0,8/h
Bytový dům	0,1/h	0,8/h

Kromě přívodu čerstvého vzduchu je cílem koncepce větrání 2 přizpůsobovat výměnu vzduchu vůči snížené spotřebě energie, tedy:

- > minimalizovat výměnu vzduchu, pokud je venkovní teplota vyšší než vnitřní teplota,
- > odvádět přehřátý vzduch v létě, kdy je vnitřní teplota vyšší než teplota okolí.

Příslušné intenzity výměny vzduchu pro koncepci větrání 2 jsou uvedeny v tabulce 22.

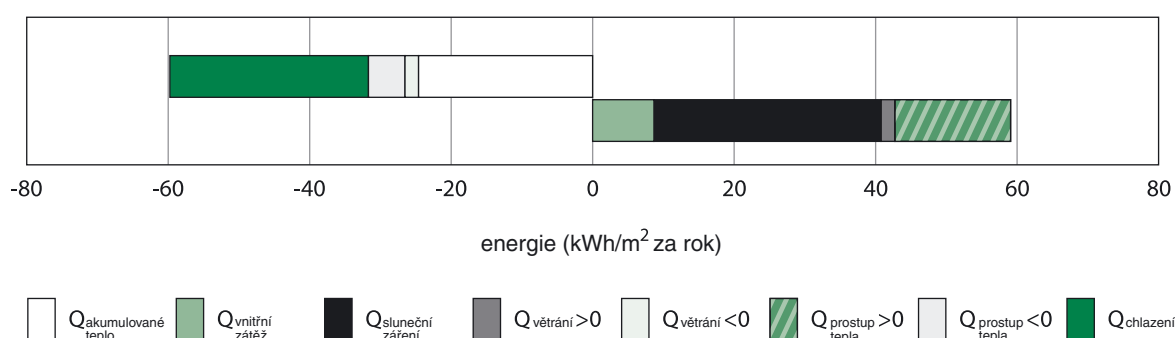
**Tabulka 22:** Výměna vzduchu podle koncepce 2 v kancelářských budovách a bytových domech

Budova	Infiltrace	Větrání
Kancelářská budova	0,2/h	$T_{\text{venkovní}} > T_{\text{vnitřní}} 0,6/h$ $T_{\text{venkovní}} < T_{\text{vnitřní}} 2,0/h$
Bytový dům	0,1/h	$T_{\text{venkovní}} > T_{\text{vnitřní}} 0,3/h$ $T_{\text{venkovní}} < T_{\text{vnitřní}} 1,0/h$

### PŘÍLOHA Č. 3: POTŘEBA CHLAZENÍ V ŘADOVÉM DOMĚ V MADRIDU

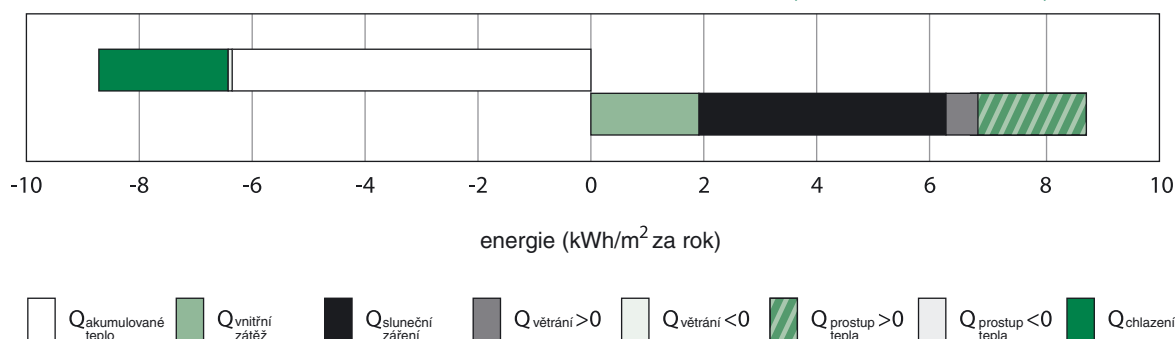
Různé vlivy prostupu tepla, slunečního záření, vnitřní tepelné zátěže, větrání a akumulace tepla v řadovém domě s nízkou izolací v Madridu jsou znázorněny na obrázku 16. Energetické toky jsou bilancovány za období, kdy je používáno chlazení k odvádění nadměrného tepla z budovy. Tím jsou zohledněny oba případy, tedy s venkovní teplotou jak nižší, tak vyšší než vnitřní teplota. Větrání a prostup tepla tak mohou způsobovat pozitivní i negativní energetické toky do budovy. Negativní energetické toky jsou takové, které odcházejí ven z budovy.

**Obrázek 16:** Rozdělení potřeby tepla na chlazení v řadovém domě v Madridu, nízká izolace, vysoká tepelná zátěž



Z obrázku je vidět, že izolace je prospěšná, neboť tepelný tok do budovy ( $Q_{\text{prostup tepla}} > 0$ ) během provozní doby chladicího zařízení, je větší než ztráty prostupem tepla z budovy ( $Q_{\text{prostup tepla}} < 0$ ) v době, kdy vnitřní teplota převyšuje venkovní teplotu. Dalším zjištěným poučením je význam tepelné akumulace v teplých klimatických pásmech. Teplo naakumulované během dne snižuje růst teploty v budově a může být uvolňováno během noci. Velký podíl sálavé energie podtrhuje důležitost účinného zastínění. Obrázek 17 znázorňuje dopad na potřebu chlazení, využijeme-li všechny možnosti, jak snížit vnitřní tepelnou zátěž a sluneční záření, spolu s optimální izolací (střecha +, vnější stěna +, okna +, podlaha). Upozorňujeme, že měřítko je jiné než na obrázku 16.

**Obrázek 17:** Rozdělení potřeby tepla na chlazení v řadovém domě v Madridu, optimální izolace, nízká tepelná zátěž



Porovnání obrázků 16 a 17 ukazuje, že potřebu chlazení lze výrazně snížit z 29 kWh/m<sup>2</sup> na 2 kWh/m<sup>2</sup>.



**EURIMA**  
EUROPEAN INSULATION MANUFACTURERS ASSOCIATION

Avenue Louise 375, Box 4  
1050 Brusel, Belgie  
Tel.: + 32 (0)2 626 2090  
Fax: + 32 (0)2 626 2099  
info@eurima.org  
www.eurima.org

**EuroACE**  
The European Alliance of Companies  
for Energy Efficiency in Buildings

Avenue Louise 375, Box 4  
1050 Brusel, Belgie  
Tel.: + 32 (0)2 639 1010  
Fax: + 32 (0)2 639 1015  
euroace@eurima.org  
www.euroace.org

