

doc. Ing. Tomáš MATUŠKA, Ph.D.  
ČVUT v Praze, Univerzitní  
centrum energeticky efektivních  
budov

# Budovy s nízkou energetickou náročností – co to vlastně znamená?

## Buildings with Low Energy Demands – What Does It Actually Mean?

Recenzent  
prof. Ing. Jan Tywoniak, CSc.

*Příspěvek ukazuje různé přístupy k hodnocení budov s velice nízkou energetickou náročností a požadavky na ně. Věnuje se energeticky pasivním domům, téměř nulovým budovám, budovám nulovým a plusovým. Zároveň ukazuje na některé problémy s hodnocením spojené.*

**Klíčová slova:** energetická náročnost budov, téměř nulové budovy, plusové budovy, pasivní domy

*The paper shows different approaches towards benchmarking of buildings with very low energy demands. It is focused on energy passive houses, nearly zero energy buildings, zero and plus energy buildings. At the same time, it points out some issues related to the benchmarking.*

**Keywords:** energy demands of buildings, nearly zero energy buildings, energy plus buildings, passive houses

## ÚVOD

Odborná veřejnost se v současnosti stále více setkává s pojmy označujícími budovy jako energeticky efektivní, energeticky soběstačné, energeticky pasivní, téměř nulové, nulové, nebo dokonce plusové. Obecně se jedná o budovy, u kterých takové označení znamená snahu snížit jejich energetickou náročnost, a to nejen úrovní energetické kvality konstrukcí, ale i vysokou účinností technických systémů a integrací obnovitelných zdrojů energie do energetického hospodářství budovy. Nejedná se pouze o obytné budovy, ale také o budovy veřejné sféry, či dokonce průmyslové. Vzhledem k tomu, že jádro zmatení se týká především budov obytných, zaměřuje se tento článek na vysvětlení pojmů, ale také stavu legislativy a finanční podpory právě v této oblasti. Cílem je objasnit termíny, které se v odborných i méně odborných textech objevují, a co vlastně znamenají z pohledu číselného vyjádření základních energetických charakteristik budovy. S tím souvisí i způsob hodnocení takových budov, který pak v řadě případů může vést k zavádějícím výsledkům výpočtu a mylným představám investora nebo uživatele budovy.

## SOUČASNÝ STAV HODNOCENÍ BUDOV V ČR

V roce 2013 bylo v souvislosti s novelou evropské směrnice o energetické náročnosti budov [1] upraveno hodnocení budov. Každá nově postavená budova má dnes energetický štítek, který se skládá ze tří „podštitků“ vyjadřujících, jak si budova stojí ve třech hlavních hodnocených energetických ukazatelích [2]:

- průměrný součinitel prostupu tepla budovy  $[W/m^2K]$  – vyjadřuje tepelně-technickou kvalitu stavebních konstrukcí tvořících obálku budovy,
- dodaná energie  $[kWh/rok]$  – vyjadřuje nárok budovy na energii potřebnou pro technické systémy budovy,
- neobnovitelná primární energie  $[kWh/rok]$  – ve snížení tohoto ukazatele se projeví využití obnovitelných zdrojů energie.

V každém podštitku musí být budova zařazena v kategorii C a lepší (B, A), jinak nemůže být zkolaudována. Musí tedy výpočtově splnit určitou úroveň energetických ukazatelů, a to všech, nelze například jeden nesplnit a vykompenzovat ho lepšími ostatními ukazateli. Pro úřední hodnocení potřeb energií se používají postupy v souladu s evropskými normami. Okrajové podmínky výpočtů jsou definovány v technické normalizační informaci TNI 73 0331 [4], která je v současnosti transformována v českou normu. Do výpočtových bilancí se nezahrnuje potřeba užíva-

telské elektrické energie (domácí spotřebiče), vyjma elektrické energie na osvětlení.

Jako problematická se od počátku jeví skutečnost, že do energie dodané do budovy se počítá i místně produkovaná obnovitelná energie z okolního prostředí dodaná do budovy. Do dodané energie jsou tak započítány např. tepelné přínosy ze solárního systému pro ohřev vody, teplo z okolního prostředí přečerpané tepelným čerpadlem pro vytápění nebo produkce fotovoltaického systému pokrývající potřebu elektrické energie v budově. Výsledkem je, že se laik nakonec z úředně požadovaného hodnocení dodané energie nemusí vůbec dozvědět ani rámcově spotřebu nakupované energie pro dům. Pokud se pro stejný dům bude zákazník rozhodovat o zdroji tepla, zda přímotop nebo tepelné čerpadlo, dodaná energie v případě elektrického přímotopu bude výpočtově dokonce nižší než u tepelného čerpadla, přestože reálná dodávka elektrické energie ze sítě bude v případě tepelného čerpadla oproti přímotopu třetinová. Skutečnost, že se do dodané energie započítává i místně využitá obnovitelná energie, vyplývá z rozhodnutí na úrovni ČR. Zastřešující norma EN 15603 umožňuje členským státům jak tuto možnost, tak i daleko logičtější a realitu odrážející možnost, že místně využitá obnovitelná energie prostředí se do dodané energie nezahrne, a naopak se odečítá. Dodanou energii je proto možné snižovat pouze zvětšením tloušťek izolace, zvýšením účinnosti rozvodu (omezením tepelných ztrát) či zvýšením účinnosti sdílení energie v budově technickými systémy (zlepšení regulační flexibility dodávky tepla a chladu).

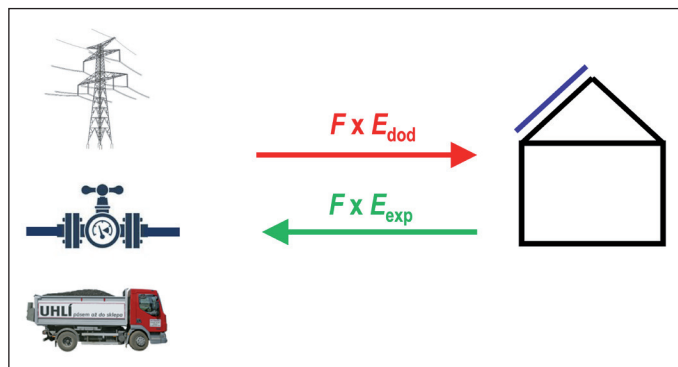
Kromě hodnocení energie dodané do budovy v součtu jednotlivých energonositelů (= nosičů energie, např. zemní plyn, elektrická energie, obnovitelná energie z okolí, teplo z centralizovaného zásobování teplem apod.), se všechny nově stavěné budovy hodnotí také z pohledu tzv. neobnovitelné primární energie. Neobnovitelná primární energie je energie z neobnovitelných zdrojů (fosilní paliva, jaderná energie), které neprošly žádnou přeměnou (transformací, konverzí), a vyjadřuje více či méně zjednodušeně vliv daného energonositele na životní prostředí a vyčerpávání zdrojů [3]. Energií dodanou do budovy  $E_{del}$  a zároveň energii vydanou, tzn. exportovanou energii z budovy  $E_{exp}$  v různých energonositelích lze potom přepočítat na neobnovitelnou primární energii jako společného jednočíslného parametru pomocí konverzních faktorů  $F$   $[kWh/kWh]$ , viz schematicky obr. 1. Konverzní faktory, nebo správněji *faktory neobnovitelné primární energie*, vycházejí nejen z energetických statistik (např. GEMIS [22]), ale také z politických motivací a procházejí v čase určitou proměnou s rozvojem využití obnovitelných zdrojů energie v sítích elektrické energie, plynu či v soustavách cent-

realizovaného zásobování teplem. Pro ČR jsou v současnosti úředně definovány ve vyhlášce č. 78/2013 Sb [2]. Konverzní faktory vyjadřují náročnost energonositele na neobnovitelnou primární energii a jsou vždy poměrem potřeby neobnovitelné primární energie k využitelné energii daného energonositele dodávaného na vstupu do budovy. Obnovitelné zdroje jako energie prostředí (sluneční záření, energie ze vzduchu, ze země) mají nulový konverzní faktor. Biomasa má hodnotu konverzního faktoru větší než nula, protože určitá neobnovitelná energie je vždy potřeba na těžbu, dopravu, případně na zpracování a výrobu standardizovaného paliva, jako jsou například dřevěné pelety. Konverzní faktor pro elektřinu má v ČR velmi vysokou hodnotu 3,0, protože se elektřina průměrně vyrábí v elektrárnách s účinností okolo 35 % [23] a část elektřiny se ještě v elektrické síti přemění na Jouleovo teplo. Podíl obnovitelných zdrojů elektřiny v síti je zatím nízký, na úrovni okolo 10 %. Například situace v sousedním Německu je výrazně odlišná. Z původní hodnoty 3,0 byl konverzní faktor pro elektřinu postupně snížen na hodnotu 2,6 a naposledy (2016) dokonce na hodnotu 1,8. Důvodem je rostoucí podíl produkce obnovitelných zdrojů energie (okolo 30 % v roce 2016, 33 % v roce 2017) s nulovou potřebou neobnovitelné primární energie a současně výrazné snížení produkce elektrické energie z jaderných elektráren (na úroveň 12 %) s nižší účinností přeměny primárního paliva na elektřinu oproti fosilním zdrojům [24]. Neméně důležitým důvodem nižších hodnot konverzního faktoru je ovšem dlouhodobý koncepční přístup, pravidelná aktualizace údajů a uvažování hodnoty konverzního faktoru jako predikce na roky dopředu, nikoli jako aktuálně platné hodnoty.

Praktickým důsledkem nastavení vysoké hodnoty konverzního faktoru pro elektrickou energii v České republice je tak situace, kdy pro běžnou novostavbu rodinného domu dnes nelze zvolit vytápění elektrickou energií. Energetický ukazatel neobnovitelné primární energie by totiž vyšel v kategorii energetického štítku horší než C, a tudíž by dům nemohl být zkolaudován. Elektrickou energií lze vytápět pouze rodinné domy, které mají významně snížené tepelné ztráty na úrovni hodnot doporučených pro pasivní domy.

## PASIVNÍ DOMY PODLE PHI

Dávno před zmíněnou novelou evropské směrnice byl W. Feistem, zakladatelem Passivhaus Institut (PHI), definován pasivní dům: „Pasivní dům je budova, pro kterou může být tepelný komfort dosažen pouze dohřevem nebo dochlazením čerstvého vzduchu, který je potřeba pro zajištění dostatečné kvality vnitřního vzduchu – bez potřeby dodatečné recirkulace vzduchu.“ Byla stanovena kritéria, která pasivní dům musí splňovat. Pasivní dům byl vyjádřením snahy stavět budovy s minimalizovaným vlivem na životní prostředí. Hlavní kritéria pro certifikaci pasivního domu podle Mezinárodní asociace pasivních domů iPHA [5] jsou uvedena v tab. 1.



Obr. 1 Roční balance neobnovitelné primární energie budovy

Fig. 1 Annual balance of non-renewable primary building energy

Pasivní domy se navrhují a hodnotí v souladu s metodikou PHI a s využitím nástroje PHPP (Passivhaus-Projektierungspaket = Návrhový nástroj pro pasivní domy). Jedná se o výpočetní nástroj pro optimalizaci návrhu a hodnocení energetické bilance pasivních domů. Tuto metodiku v podmínkách ČR prosazuje například Centrum pasivního domu (CPD). PHPP má garantovat shodnou výslednou kvalitu budovy při reálném provozu se zohledněním lokálních klimatických podmínek v místě stavby. Projektční výpočty a hodnocení budov v rámci PHPP sice často vychází z výpočtu v souladu s evropskými normami, nicméně výpočet je v některých parametrech upraven, metodika používá vlastní okrajové podmínky (klimatické, hodnoty účinností zdrojů a technických systémů, údaje o vnitřních ziscích apod.). Do výpočtu neobnovitelné primární energie se zahrnuje i potřeba užitelské elektrické energie (domácí spotřebiče). Projektční odlišností například je, že tepelná ztráta domu (viz parametr v tab. 1) se nestanovuje v souladu s evropskou normou. Důvodem je vysoká časová konstanta výrazně zatepleného domu, zohlednění části vnitřních zisků jako trvalých apod.

Tab. 1 Požadované hlavní parametry pasivního domu podle iPHA [5]

Tab. 1 Main required parameters for passive house according to iPHA [5]

| Sledovaný parametr                                                 | Hodnota                                                               |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Měrná roční potřeba tepla na vytápění nebo<br>Měrná tepelná ztráta | $\leq 15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{rok}$<br>$\leq 10 \text{ W/m}^2$ |
| Měrná neobnovitelná primární energie                               | $\leq 120 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{rok}$                           |
| Průvzdušnost obálky budovy po dokončení stavby, ověřeno měřením    | $\leq 0,6 \text{ l/h}$                                                |
| Tepelná pohoda, procento ročních hodin překročení teploty 25 °C    | $\leq 10 \%$                                                          |

Nastavení kritérií pasivního domu v tehdejší době bylo přelomové a dlouho bylo pojetí pasivního domu bráno jako na desetiletí dopředu neměnné. Nebylo uvažováno, že by se mohlo stát standardem něco lepšího. Postupně se stavební firmy učily, jak pasivní domy stavět. Citlivost konceptu pasivního domu na provedení detailů je totiž značná. V roce 2015 však Passivhaus Institut přišel s novým konceptem hodnocení na další desítky let do budoucnosti. Jsou nastavena kritéria pro dobu, kdy veškerá energie ze sítě bude z obnovitelných zdrojů [5]. Elektřina bude produkována ze sluneční energie, z energie větru, v omezené míře pak z vodní energie a energie biomasy. Paliva budou na bázi biomasy a syntetických plynů (vodík, metan). Protože i využívání obnovitelných zdrojů energie má své ztráty, jsou zavedeny konverzní faktory obnovitelné energie. Elektřina z fotovoltaického systému má například konverzní faktor 1,0; zatímco elektřina ze syntetického plynu 1,75. Nový koncept hodnocení přitom i nadále klade důraz na efektivní využívání energie v budově, a tedy nízkou potřebu primární energie ze sítě, vztáženou na vytápěnou podlahovou plochu budovy. Kromě třídy Pasivní dům Classic jsou zavedeny ještě třída Pasivní dům Plus a Pasivní dům Premium s kritérii podle tab. 2. U tříd Plus a Premium se navíc požaduje a hodnotí měrná produkce obnovitelné energie budovou, vztážená

Tab. 2 Nové třídy hodnocení pasivních domů podle PHI [5]

Tab. 2 New classes of passive houses evaluation according to PHI [5]

| Třída pasivního domu | Potřeba primární obnovitelné energie [kWh/m <sup>2</sup> ·rok] | Produkce obnovitelné energie budovou [kWh/m <sup>2</sup> ·rok] |
|----------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Pasivní dům Classic  | < 60                                                           | -                                                              |
| Pasivní dům Plus     | < 45                                                           | > 60                                                           |
| Pasivní dům Premium  | < 30                                                           | > 120                                                          |

na půdorysnou plochu zastavěnou budovou. Toto oddělení potřeby a produkce se mimo jiné vyhybá často problematickému bilančnímu krytí zimní spotřeby letní produkcí, které zakrývá reálné chování budovy.

## PASIVNÍ DOMY (ČESKÝ PŘÍSTUP)

S rozvojem konceptu pasivních domů v ČR byla zavedena metodika hodnocení pasivního domu přizpůsobená pro podmínky ČR. Proti zavedenému konceptu pasivního domu podle Passivhaus Institut existují totiž některé výhrady:

- ❑ Je velice obtížné realizovat pasivní dům s vytápěním navázaným pouze na větrací systém, jak se podle některých definic PHI může zdát – návrhová teplota přívodního vzduchu i u domu s měrnou tepelnou ztrátou 10 W/m<sup>2</sup> pak musí být okolo 50 °C, což může znamenat v řadě případů diskomfort.
- ❑ V podmínkách ČR lze splnit kritérium měrné potřeby tepla na vytápění 15 kWh/m<sup>2</sup>.rok v souladu s legislativou předepsanými normami pro malý rodinný dům s výhodným poměrem plochy ochlazených konstrukcí k objemu domu pouze s detailně optimalizovaným návrhem anebo konstrukcemi, které jsou za hranici smysluplnosti použité tloušťky izolace budovy, což v českém prostředí může vést ke spekulativnímu výpočtu (nahodnocováním izolační schopnosti materiálů, nahodnocováním účinnosti zpětného získávání tepla, počtem osob v budově, nahodnocením solárních tepelných zisků okny atd.). Předmětem kritiky bývá také nadměrné ovlivnění vizuální kvality rodinného domu, jako by architektonické řešení mělo být bez zbytku podřízeno energetickému cíli.
- ❑ Zahnutí uživatelské energie do hodnocení ve fázi návrhu stavby, kdy se ještě neví, jaký uživatel bude dům obývat, jaké spotřebiče bude používat, zvláště když dům bude provozován v příštích desítkách let, je velice nejistou veličinou a zároveň výrazně ovlivňuje konečný výsledek.

Tab. 3 Přehled požadavků pro pasivní rodinný a bytový dům dle TNI 73 0329 [6], resp. TNI 73 0330 [7]

Tab. 3 Overview of requirements for passive family and apartment buildings according to TNI 73 0329 [6] and TNI 73 0330 [7]

| Sledovaný parametr                                                                                                             | Požadavek pro rodinné domy dle TNI 73 0329                                                          | Požadavek pro bytové domy dle TNI 73 0330                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici                                                         | 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 |
| Průměrný součinitel prostupu tepla                                                                                             | ≤ 0,22 W/m <sup>2</sup> .K                                                                          | ≤ 0,30 W/m <sup>2</sup> .K                                                                          |
| Přívod čerstvého vzduchu do všech pobytových místností                                                                         | zajištěn                                                                                            | zajištěn                                                                                            |
| Účinnost zpětného získávání tepla z odváděného vzduchu                                                                         | ≥ 75 %                                                                                              | ≥ 70 %                                                                                              |
| Neprůvzdušnost obálky budovy ve fázi přípravy stavby a kontrolním měřením po dokončení stavby                                  | ≤ 0,6 1/h                                                                                           | ≤ 0,6 1/h                                                                                           |
| Nejvyšší teplota vzduchu v pobytové místnosti                                                                                  | ≤ 27 °C                                                                                             | ≤ 27 °C                                                                                             |
| Měrná potřeba tepla na vytápění                                                                                                | ≤ 20 kWh/m <sup>2</sup> .rok                                                                        | ≤ 15 kWh/m <sup>2</sup> .rok                                                                        |
| Potřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů na vytápění, přípravu teplé vody a technické systémy budovy (např. chlazení) | ≤ 60 kWh/m <sup>2</sup> .rok                                                                        | ≤ 60 kWh/m <sup>2</sup> .rok                                                                        |

- ❑ Metodika návrhu a hodnocení pasivních domů podle Passivhaus Institut není vázána na evropské normy, které jsou povinně používány při úředním hodnocení v ČR.

Pro prostředí ČR byla zavedena kritéria hodnocení pasivních domů odlišná od kritérií Passivhaus Institut. V roce 2009 byla vydána technická normalizační informace TNI 730329 pro rodinné domy [6] a v roce 2010 další TNI 730330 pro bytové domy [7]. Jako energeticky pasivní dům se podle technických normalizačních informací označuje dům, který splňuje požadavky uvedené v tab. 3. Požadavek na neobnovitelnou primární energii zahrnuje vytápění, přípravu teplé vody a pomocnou energii (oběhová čerpadla, ventilátory apod.). Potřeba uživatelské elektrické energie se nezapočítává, proto je tato hodnota kritéria poloviční oproti požadavku podle PHI. Chlazení se v českém pasivním domě nepředpokládá.

Podle zmíněných technických normalizačních informací byly nastaveny podmínky podpory výstavby pasivních domů v rámci programu podpory Zelená úsporám (2009 až 2012). Hodnocení pasivních domů zohledňuje především stavebně-technologickou kvalitu budovy a technických systémů bez ohledu na konkrétní lokalitu, tj. příjemce podpory neměl být znevýhodněn např. horšími klimatickými podmínkami v místě stavby.

V roce 2011 v rámci revize ČSN 73 0540-2 byly definovány hodnoty součinitele prostupu tepla konstrukcí doporučené pro pasivní budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v intervalu 18 °C až 22 °C [8]. Hodnoty pro jednotlivé konstrukce jsou uváděny s určitým (značným) rozptylem (viz tab. 4), neboť požadavky na kvalitu obálky budovy pro pasivní dům nelze generalizovat: jsou vždy výsledkem optimalizačního procesu s ohledem na konkrétní okrajové podmínky výpočtu. Pro návrh pasivního domu je třeba vždy zohlednit pro konkrétní projekt velikost, tvar a kompaktnost budovy, orientaci ke světovým stranám, polohu, velikost a kvalitu výplní okenních otvorů, systém větrání atd. Vhodně optimalizovaný dispoziční a konstrukční návrh může i při hodnotách součinitelů prostupu tepla na horní hranici rozsahu splnit požadavek na měrnou potřebu tepla na vytápění. Obecně lze doporučit hodnoty na spodním okraji rozsahu pro malé a tvarově méně kompaktní budovy, hodnoty na horním okraji rozsahu mohou být dostatečné pro velké a kompaktní budovy.

Zároveň jsou v uvedené normě zmíněny např. doporučené hodnoty lineárního a bodového činitele prostupu tepla tepelných vazeb mezi konstrukcemi pro vybrané typy lineárních a bodových tepelných vazeb. Současně jsou uvedeny také doporučené maximální hodnoty celkové intenzity výměny vzduchu  $n_{50}$  v budovách se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění (pasivní budovy) při nuceném větrání se zpětným získáváním tepla. V informativní příloze normy jsou shrnuty základní požadavky na pasivní budovy, viz tab. 5.

Tab. 4 Hodnoty součinitele prostupu tepla vybraných konstrukcí doporučené pro pasivní domy podle ČSN 73 0540-2 [8]

Tab. 4 Values of the heat transfer coefficient of selected constructions recommended for passive houses according to ČSN 73 0540-2 [8]

| Popis konstrukce                                                                                        | Doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla konstrukcí pro pasivní budovy $U_{\text{pas},20}$ [W/m <sup>2</sup> .K] |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Stěna vnější                                                                                            | 0,18 až 0,12                                                                                                          |
| Střecha strmá se sklonem nad 45°                                                                        | 0,18 až 0,12                                                                                                          |
| Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně                                                         | 0,15 až 0,10                                                                                                          |
| Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině                                                   | 0,22 až 0,15                                                                                                          |
| Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří | 0,80 až 0,60                                                                                                          |

Tab. 5 Základní požadavky na pasivní budovy – obytné budovy [8]

Tab. 5 Basic requirements for passive buildings – residential buildings [8]

| Budova      | Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{\text{em}}$ [W/m <sup>2</sup> K] | Měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/m <sup>2</sup> .rok] | Měrná potřeba energie na chlazení [kWh/m <sup>2</sup> .rok] | Měrná potřeba primární energie [kWh/m <sup>2</sup> .rok] |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Rodinný dům | ≤ 0,25                                                                  | ≤ 20 požadováno<br>≤ 15 doporučeno                        | 0                                                           | ≤ 60                                                     |
| Bytový dům  | ≤ 0,35                                                                  | ≤ 15                                                      | 0                                                           | ≤ 60                                                     |

## DOMY S VELMI NÍZKOU ENERGETICKOU NÁROČNOSTÍ

Je důležité si uvědomit, že termín pasivní dům nebo energeticky pasivní budova nemá žádnou oporu v legislativě. Termín pasivní dům vlastně zavedl soukromý subjekt – Passivhaus Institut. Proto již v Nové zelené úsporám (NZU) se neobjevuje podpora „pasivních“ domů, ale domů s velmi nízkou energetickou náročností, které mají oproti TNI 73 0329 mírně odlišná kritéria. Hodnocení budov v rámci programu Nová zelená úsporám navíc používá současnou legislativu definovanou metodiku výpočtu s využitím technické normalizační informace TNI 73 0331 [4]. Aby se zamezilo spekulativním výpočtům za účelem splnění požadavků programu, je pro účely výpočtu hodnocených kritérií řada okrajových podmínek paušálně definována bez možnosti volby podle konkrétního řešení budovy.

Obecně současný program podpory výstavby domů s velmi nízkou energetickou náročností v Nové zelené úsporám (viz tab. 6) přejímá důraz na:

- ☐ nízký součinitel prostupu tepla domu – kvalitu obálky budovy,
- ☐ nízkou potřebu tepla na vytápění – architektonickou kvalitu návrhu hmot budovy, využití pasivních solárních zisků a vnitřních zisků, využití zpětného získávání tepla z větrání,
- ☐ nízkou potřebu neobnovitelné primární energie – využití obnovitelných zdrojů energie v budově.

Program při nastavení podmínek definuje dvě úrovně požadavků na budovy s podporovanou výstavbou:

- ☐ dům s velmi nízkou energetickou náročností (kategorie B.1),
- ☐ dům s velmi nízkou energetickou náročností s důrazem na použití obnovitelných zdrojů energie (kategorie B.2).

Jako problematický se ukazuje velice přísný požadavek na splnění součinitelů prostupu tepla všech konstrukcí na úrovni hodnot nižších, než jsou

Tab. 6 Požadované parametry v oblasti podpory B v rámci Nové zelené úsporám [9]

Tab. 6 Required parameters in support area B under New Green Savings Programme [9]

| Sledovaný parametr                                                     | B.1                             | B.2                          |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Měrná roční potřeba tepla na vytápění                                  | ≤ 20 kWh/m <sup>2</sup> .rok    | ≤ 15 kWh/m <sup>2</sup> .rok |
| Měrná neobnovitelná primární energie                                   | ≤ 90 kWh/m <sup>2</sup> .rok    | ≤ 60 kWh/m <sup>2</sup> .rok |
| Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici | ≤ $U_{\text{pas},20}$           |                              |
| Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy                      | ≤ 0,22 W/m <sup>2</sup> .K      |                              |
| Průvzdušnost obálky budovy po dokončení stavby                         | ≤ 0,6 l/h                       |                              |
| Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období             | ≤ $\vartheta_{\text{ai,max,N}}$ |                              |
| Povinná instalace systému nuceného větrání se zpětným získáváním tepla | ano                             |                              |

doporučené hodnoty pro pasivní domy, a to bez ohledu na uvažované architektonické a stavební řešení. To může vést k nákladově zbytečně náročnému řešení, které na finální energetickou bilanci nemá zásadní vliv.

## TÉMĚŘ NULOVÉ BUDOVY

Evropská směrnice o energetické náročnosti budov z roku 2010 [1] naznačila jasnou vizi výstavby moderních budov po roce 2020 jako „budov s nízkou energetickou náročností, jejichž spotřeba energie je ve značném rozsahu pokryta energií z obnovitelných zdrojů, které jsou v místě či jeho okolí“. Tím byly definovány tzv. téměř nulové budovy jako budovy s minimalizovanou potřebou neobnovitelné primární energie díky kombinaci energeticky úsporného stavebního řešení (tepelná izolace, okna), účinných technických systémů (pružně reagující systémy vytápění a chlazení, úsporné systémy větrání) a použití obnovitelných zdrojů (solární systémy, tepelná čerpadla, spalování biomasy apod.) ve značném rozsahu. Definice je vize, proto jsou použita tak vágní slova, pod kterými si lze představit cokoli. Co znamená „nízká“, „značný“ a „v místě“, si členské státy EU měly definovat samy podle svých vlastních strategií rozvoje. Tab. 7 porovnává energetickou náročnost téměř nulové budovy na neobnovitelnou primární energii, jak vyplývá z definic a nastavení vybraných států EU [10], [11].

Tab. 7 Porovnání energetické náročnosti téměř nulových budov v EU [10], [11]

Tab. 7 Comparison of energy performance of nearly zero energy buildings in the EU [10], [11]

| Stát EU                | Potřeba neobnovitelné primární energie $nPE$ [kWh/m <sup>2</sup> .rok] |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Francie                | 40 až 65                                                               |
| Velká Británie         | 44                                                                     |
| Česká republika        | 75 až 80 % $nPE$ referenční budovy                                     |
| Polsko                 | 60 až 75                                                               |
| Německo                | 40 % $nPE$ referenční budovy                                           |
| Belgie (oblast Brusel) | 45                                                                     |
| Dánsko                 | 20                                                                     |
| Slovensko              | 32 až 54                                                               |
| Maďarsko               | 50 až 72                                                               |
| Irsko                  | 45                                                                     |

Přestože zákon č. 318/2012 Sb. [12] o hospodaření energií převzal definici téměř nulové budovy do české legislativy, prováděcí vyhlášku č. 78/2013 Sb. [2] byla nastavením kritérií (viz tab. 8) za téměř nulovou obytnou budovu (rodinný dům, bytový dům) nepřímo prohlášena i dobře zateplená budova bez využití jakýchkoli obnovitelných zdrojů, vytápěná plynovým kondenzačním kotlem [13], v případě administrativní budovy dokonce budova vytápěná elektrickou energií, vysoce náročnou na vy-

Tab. 8 Kritéria pro téměř nulové budovy v ČR [2]

Tab. 8 Criteria for nearly zero energy buildings in the Czech Republic [2]

| Energetický ukazatel                          | Redukční činitel požadované základní hodnoty |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Průměrný součinitel prostupu tepla            | 0,70                                         |
| Dodaná energie                                | 1,00                                         |
| Neobnovitelná primární energie (rodinné domy) | 0,75                                         |
| Neobnovitelná primární energie (bytové domy)  | 0,80                                         |

čerpávání neobnovitelných zdrojů [14]. Takové konečné nastavení kritérií postrádá ambici na směrnicí zamýšlený posun výstavby k budovám s minimalizovaným vlivem na životní prostředí.

Energetická náročnost téměř nulových budov v ČR se tak přirozeně velmi odlišuje od pozdějšího doporučení Komise [15], které pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie stanovuje v oceánské klimatické oblasti (do které patří i ČR) rozsah 15 až 30 kWh/m<sup>2</sup>.rok neobnovitelné primární energie. Jen pro srovnání – budovy považované za téměř nulové v souladu s českou vyhláškou se pohybují na úrovni 100 až 150 kWh/m<sup>2</sup>.rok neobnovitelné primární energie.

Nastavení kritérií pro označení budov jako energeticky téměř nulových ve vyhlášce č. 78/2013 Sb. tak dnes nejen neodpovídá doporučení Evropské komise ani běžnému průměru států EU (viz tab. 7), ale nakonec ve svém důsledku ani definici téměř nulové budovy v českém zákoně. Zákon [12] definuje téměř nulovou budovu jako budovu, jejíž potřeba energie je z velké části kryta z obnovitelných zdrojů, zatímco nastavení požadavků vyhlášky vede ve většině případů k možnosti obnovitelné zdroje v téměř nulových budovách vůbec nepoužívat. Očividný rozpor v českém právním řádu, kdy vyhláška podřízená zákonu nereflexuje ustanovení zákona, měl, jak to obvykle v právně průhledném prostředí bývá, vyústit ve změnu vyhlášky. Namísto toho Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, zodpovědné za oba právní dokumenty, společně s kontrolním orgánem Státní energetickou inspekcí vydalo v roce 2017 společné stanovisko k uvedené problematice [16]. V textu stanoviska se však pouze konstatuje, že v zákoně je uvedena povinnost pro téměř nulové budovy splnit požadavky na energetickou náročnost budovy s téměř nulovou spotřebou energie a že i budovy bez využití obnovitelných zdrojů energie mohou být klasifikovány jako téměř nulové. Jádrem problému, kdy požadavky na energetickou náročnost budovy s téměř nulovou spotřebou energie jsou nastaveny tak, že definici implementovanou z evropské směrnice nesplňují, prohlášení neřeší.

Přitom už v roce 2011, tedy celé dva roky před vydáním prováděcí vyhlášky č. 78/2013 Sb., byla ve snaze naznačit v Evropě přijímaný trend budoucí výstavby v ČSN 73 0540-2 [8] obsažena informativní (tedy nepovinná) příloha k navrhování a hodnocení energeticky nulových budov a budov blízkých nule (viz tab. 9), případně domů energeticky nezávislých. Publikované nastavení podmínek pro budovy s velmi nízkou energetickou náročností odpovídalo již tehdy smyslu evropské směrnice v konceptu minimalizace neobnovitelné primární energie. Téměř nulová budova má mít poloviční potřebu neobnovitelné primární energie, než má pasivní dům, tj. jde ambiciózně za hranici úrovně pasivního domu. Úroveň hodnocení A zahrnuje i potřebu uživatelské elektrické energie, úroveň hodnocení B nikoliv, a to ani osvětlení.

## BUDOVY NULOVÉ A PLUSOVÉ

Dnešní snahy některých investorů a developerů budov jdou v určitých případech i nad rámec ambiciózního evropského doporučení. Občas se

Tab. 9 Požadavky na téměř nulové a nulové budovy [8]

Tab. 9 Requirements for nearly zero and zero energy buildings [8]

| Budova        | Průměrný součinitel prostupu tepla [W/m <sup>2</sup> K] | Měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/m <sup>2</sup> .rok] | Měrná roční bilance potřeby a produkce energie vyjádřená v hodnotách primární energie [kWh/m <sup>2</sup> .rok] |          |
|---------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|               |                                                         |                                                           | Úroveň A                                                                                                        | Úroveň B |
| Nulová        | ≤ 0,25 rodinné                                          | ≤ 20 rodinné                                              | 0                                                                                                               | 0        |
| Blízká nulové | ≤ 0,35 bytové                                           | ≤ 15 bytové                                               | ≤ 80                                                                                                            | ≤ 30     |

lze setkat s domy prohlašovanými za energeticky nulové, či dokonce plusové. Tyto termíny nejsou právně jakkoli ukotveny, nicméně vycházejí z podobného přístupu, jako je tomu u téměř nulových budov. Základní snahou je minimalizovat potřebu neobnovitelné primární energie na nulu, případně dosáhnout i záporné bilance, tj. že dům dokáže produkcí obnovitelné energie dokonce v roční bilanci nahradit více neobnovitelné energie, než sám spotřebuje (odtud termín plusový).

Samostatnou otázkou při hodnocení nulových či plusových budov je, co všechno do bilance započítávat. Zatímco v právních předpisech je to jasně specifikováno: vytápění, chlazení, úprava vlhkosti, příprava teplé vody, pomocné energie a osvětlení, u různých přístupů k nulovým a plusovým budovám už je to různé. Již zmíněná informativní příloha ČSN 73 0540-2 pro obytné budovy do bilance zahrnuje buď pouze vytápění, přípravu teplé vody a pomocné energie při hodnocení v úrovni B, nebo veškerou energii včetně uživatelské elektrické energie (osvětlení, spotřebiče) při hodnocení v úrovni A (viz tab. 9).

Jedním z řady pokusů o nastavení standardu energeticky plusových budov je Iniciativa Effizienzhaus Plus německého spolkového ministerstva životního prostředí a stavebnictví [17], která v posledním desetiletí podporuje výzkum v oblasti plusových domů a demonstrační projekty takových řešení. Kromě požadavku na zápornou bilanci neobnovitelné primární energie stanovuje jako druhý hlavní požadavek také zápornou bilanci dodané energie, tzn. dům exportuje do nadřazených sítí více energie v jednotlivých energonositelích (elektrina, teplo, paliva), než z nich dohromady odebere [18]. Jedním z důvodů je snaha, aby opatření na straně obálky budovy, technických systémů a využití obnovitelných zdrojů energie měla přímý vliv i na provozní náklady. Ten se při přepočítávání na neobnovitelnou primární energii přes konverzní faktory jednotlivých energonositelů poněkud stírá.

Hodnocení obytných budov v rámci Effizienzhaus Plus zahrnuje i uživatelskou energii, a to paušální hodnotou 20 kWh/m<sup>2</sup>.rok. Z požadavku na bilanci dodané energie vyplývá několik zásadních dopadů na navrhování zdrojů energie. Zatímco při požadavku na zápornou bilanci neobnovitelné primární energie může výrazně pomoci instalace zařízení spalujících biomasu s nízkým konverzním faktorem, v případě dodané energie spalovací zařízení na biomasu (například oproti plynovému kotli) vykazuje bilanci zpravidla horší kvůli nižší provozní účinnosti kotle na tuhá paliva. Podobně v bilanci dodané energie nepomůže realizace kogeneračního zařízení pro místní výrobu elektrické energie. Kogenerační zařízení nemá účinnost vyšší než 100 %, a tedy nemůže exportovat více energie, než bylo pro jeho provoz dodáno. Pro snížení bilance dodané energie proto mohou být použity pouze zdroje energie využívající slunečního záření, energie větru nebo energie okolního prostředí.

V oblasti návrhu téměř nulových budov, nulových budov či plusových budov může navíc nastat problém s aplikací bilanční metody hodnocení. Neobnovitelná primární energie a dodaná energie se stanovuje na základě roční bilance energetických toků. V praktickém výpočtu to znamená, že spotřebu různých druhů energií (energionositelů) v zimním období lze vykompenzovat letní produkcí a exportem obnovitelné energie do nadřazených sítí, nejčastěji elektrické energie z fotovoltaických systémů, bez ohledu na to, zda je taková možnost reálná technicky či ekonomicky. Tento způsob hodnocení je fiktivní, papírový, výpočtový, ale nepostihuje realitu z pohledu provozu (energetické hledisko) ani požadavků zákazníka (ekonomické hledisko). A to přináší problémy.

Začátkem roku 2014 došlo v ČR ke zrušení motivačních výkupních cen elektrické energie z nových instalací fotovoltaických systémů. Dodávka do nadřazené elektrické sítě v současnosti není ekonomicky smysluplná, protože současná výkupní cena elektrické energie dodané do sítě

z fotovoltaických systémů se pohybuje okolo 0,50 Kč/kWh. Technická řešení se proto dnes orientují především na zvýšení využití místní produkce obnovitelných zdrojů energie v budově bez přetoku do nadřazené sítě. Z toho důvodu aplikace samotné bilanční metody pro hodnocení budov již nepostihuje realitu ani ekonomicky (budova s nulovým účtem) ani energeticky (budova s nulovou dodanou energií z externí sítě).

Jiným důsledkem zrušení motivačních výkupních cen bylo, že místo energetické interakce mezi budovami, kdy část budov produkuje obnovitelnou energii, kterou jiné budovy v rámci ulice, čtvrti či města spotřebovávají na základě dohodnutých pravidel, dochází ke snaze o soběstačnost jednotlivých budov. Ta znamená daleko vyšší náklady pro produkci a využití obnovitelné energie pro krytí potřeb souboru budov a oddaluje výrazný pokles v energetické náročnosti měst.

V konečném důsledku roční bilanční způsob hodnocení nepřináší žádný prostor pro optimalizaci či přidanou hodnotu při návrhu domu. U rodinných domů je energeticky nulová budova dána jednoduše velikostí střechy, resp. fotovoltaického systému, který v létě vyrobí tolik elektrické energie, že její úspora neobnovitelné primární energie vykompenzuje spotřebu energonositelů ve zbylé části roku. To dokáže nakonec i laik a není k tomu potřeba žádný expertní přístup, žádný výzkum ani vývoj. U bytových domů je už situace složitější [19]. Zde i v případě nereálné metody bilancování je možnost dosáhnout na výpočtovou bilanční nulu nízká. Střecha bytových domů pro umístění fotovoltaického systému je prostě relativně malá vzhledem k potřebě budovy, zvláště vzhledem ke spotřebě uživatelské elektrické energie, pokud má být započítána.

## ZÁVĚR

V článku byly ukázány přístupy k hodnocení a požadavky na budovy, které jsou obecně považovány za energeticky velice úsporné. Často jsou mediálně doprovázeny řadou mýtů, stejně jako podoba výstavby v České republice po roce 2020. Bohužel se v těchto kategoriích příliš často věnujeme novostavbám, zatímco „Evropa je postavená“. Měly by nás větší měrou zajímat rekonstrukce budov, kde je významný potenciál úspor, nicméně řešení jsou konstrukčně zpravidla složitější a investičně nákladnější. Najít optimální rovnováhu mezi stupněm zateplení a realizací úspor v podobě instalace obnovitelných zdrojů energie může být v této oblasti obtížnější.

Evropa je navíc propojená sítěmi. Cílem proto není stavět a rekonstruovat budovy, aby byly plně soběstačné bez vazby na své okolí. Taková řešení jsou totiž velice drahá. Cílem je sdílení energetických toků podle nastavených pravidel v rámci celých městských čtvrtí či obcí mezi různými typy budov (obytné, veřejné, administrativní, průmyslové) s různými profily spotřeby a výroby energie. Stejně principy jsou nakonec i v centru snah Evropské unie zhmotněných právě například ve vizi téměř nulových budov. Česká republika stojí v současnosti v implementaci této vize bohužel mimo hlavní evropský proud. Přitom se společně s ostatními státy v Evropě zavazuje snížit do roku 2030 emise skleníkových plynů o 40 % oproti roku 1990, do roku 2050 pak o celých 80 % [20], zároveň nově do roku 2030 zvýšit podíl výroby energie z obnovitelných zdrojů na nejméně 35 % (národní cíl pro Českou republiku je 26 %) a také nejméně o 40 % zvýšit energetickou účinnost [21]. Správné nastavení podmínek výstavby a rekonstrukcí pak může významně usnadnit naplňovat uvedené závazky.

Kontakt na autora: tomas.matuska@fs.cvut.cz

Poděkování: Tento příspěvek vznikl za finanční podpory MŠMT v rámci programu NPU I č. L01605 – Univerzitní centrum energeticky efektivních budov – Fáze udržitelnosti.

## Použité zdroje:

- [1] Směrnice 2010/31/ES o energetické náročnosti budov. Brusel, 2010.
- [2] Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov. MPO 2013.
- [3] NOVOTNÝ, J., MATUŠKA, T., Neobnovitelná primární energie [online]. TZB-info, 2017. Dostupné z: <http://vytapieni.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vytapieni/16491-neobnovitelna-primarni-energie>.
- [4] TNI 73 0331. Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet. ÚNMZ 2013.
- [5] Passive House certification criteria [online]. Dostupné z: <https://www.passivehouse-international.org>
- [6] TNI 730329. Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Rodinné domy. ÚNMZ 2010.
- [7] TNI 730330. Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Bytové domy. ÚNMZ 2010.
- [8] ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. ÚNMZ 2011.
- [9] Podmínky oblasti podpory B – Výstavba rodinných domů s velmi nízkou energetickou náročností [online]. Dostupné z: <http://www.novazelenausporam.cz/podminky-oblasti-podpory-b>
- [10] GROEZINGER, J. a kol. *Overview of Member States information on NZEBs*. Ecofys, 2014.
- [11] D'AGOSTINO, D. a kol. *Synthesis Report on the National Plans for Nearly Zero Energy Buildings (NZEBs) – Progress of Member States towards NZEBs*. Report EUR 27804 EN. 2016. ISBN 978-92-79-57343-9.
- [12] Zákon 318/2012 Sb., o hospodaření energií. MPO 2012.
- [13] URBAN, M., KABELE, K. Vliv legislativních požadavků kladených na energetickou náročnost budov vzhledem k využití alternativních zdrojů energie. In: *Sborník konference Alternativní zdroje energie 2014*. str. 213–219, 2014.
- [14] URBAN, M., BEJČEK, M., WOLF, P., VODIČKA, A. Koncept administrativní budovy jako budovy s téměř nulovou spotřebou energie. In: *Sborník konference Alternativní zdroje energie 2016*. str. 193–200, 2016.
- [15] Doporučení Komise (EU) 2016/1318 ze dne 29. července 2016 o pokynech na podporu budov s téměř nulovou spotřebou energie a osvědčených postupů k zajištění, aby do roku 2020 byly všechny nové budovy budovami s téměř nulovou spotřebou energie. Brusel 2016.
- [16] Společné stanovisko MPO a SEI k problematice budov s téměř nulovou spotřebou energie. MPO, 2017.
- [17] Effizienzhaus Plus. Dostupné z: <https://www.forschungsinitiative.de/effizienzhaus-plus>
- [18] Strategies for Efficiency Houses Plus, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation. *Building and Nuclear Safety*. 2016.
- [19] ŤOPEK, V., MATUŠKA, T. Jaké náklady má energeticky nulový dům? [online]. Portál TZB-info. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/technicke-zarizeni-budov-v-ned-a-epd/16130-jake-naklady-ma-energeticky-nulovy-dum>
- [20] Roadmap 2050. Evropská komise (Brusel), 2012. ISBN 978-92-79-21798-2.
- [21] Tisková zpráva výboru ITRE z 28. 11. 2017. Dostupné z: <http://www.europarl.europa.eu>
- [22] Uživatelská příručka GEMIS 4.6. [online]. AF-CITYPLAN s.r.o. Praha, 2011.
- [23] Energy efficiency report 2011: Czech Republic [online]. ABB, 2013. Dostupné z: <http://new.abb.com/energy-efficiency/global-trends-in-energy-efficiency-2011/country-reports>
- [24] MORRIS, C. Germany's energy consumption in 2017 [online]. Dostupné z: <https://energytransition.org/2018/01/german-energy-consumption-2017/>

## Včasná akustická varování před poškozením potrubí

Podle studie proveditelnosti kontinuálního sledování potrubí se včasným varováním před porušením, představené institutem BAM (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung), Berlín, je řešeno nasazení metody s použitím akustické senzorky a senzorky z optických vláken k detekci škod na potrubích plynů a kapalin. Použití metody má obrovský význam v ochraně před účinky dopravovaných plynů a kapalin na životy osob a škody na životním prostředí. Senzorika vytváří zvukový obraz a dává výsledky referenčního měření pro požární ochranu, detekci úniků a prevenci explozního chování, mj. pro chlazení, klimatizaci a průmyslovou vzduchotechniku.

Pramen: CCI 07/2017, s. 4

(AB)