

Posudek disertační práce

Uchazeč Ing. arch. Rahaf Kherbhek

Název disertační práce Plánování udržitelné obnovy historických bytových domů z 19. století

Studijní program Architektura a stavitelství

Školitel doc. Ing. Klára Kroftová, Ph.D.

Oponent doc. Dr. Ing. Zbyněk Svoboda

e-mail svobodaz@fsv.cvut.cz

Aktuálnost tématu disertační práce

komentář:

Snižování energetické náročnosti historických obytných budov a s ním spojené problémy at' už z pohledu památkové ochrany, stavební fyziky, ekonomiky či praktické realizace jsou značně diskutované a aktuální už dnes. S postupnou implementací v březnu 2024 schválené evropské směrnice o energetické náročnosti budov EPBD IV do praxe se poptávka po funkčních řešeních vedoucích ke snížení spotřeby energie v historických obytných budovách ještě významně zvýší.

Členské státy EU budou muset zajistit, aby už do roku 2030 došlo ke snížení spotřeby primární energie v obytných budovách o 16 %, což je přitom jen první krok, protože celkovým cílem směrnice je dosáhnout do roku 2050 klimatické neutrality budov. Bude v kompetenci každého státu, jakým způsobem dosáhne cílů směrnice, na které budovy se zaměří a na které naopak tuto povinnost nevztáhne (např. památkově chráněné). Lze jistě očekávat, že nejvíce opatření bude mířit na panelové bytové domy, ale těžko budou zcela pominuty bytové domy z 19. století, kterých se týká hodnocená disertační práce.

Zaměření disertační práce lze tedy považovat za velmi aktuální, a to i s výhledem do budoucnosti.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Splnění cílů disertační práce

komentář:

Cíle disertační práce jsou uvedeny v kap. 2. Shrnout lze do následujících bodů:

- výběr vhodných úprav obálky historické budovy pro snížení energetické náročnosti
- vyhodnocení jejich dopadů na kulturní hodnotu budovy a na stavebně fyzikální chování budovy
- zhodnocení úprav z pohledu investora (počáteční investice, doba návratnosti) a uživatele (minimalizace dopadů při současném užívání budovy).

Cíle, takto v práci definované, byly splněny. Konstatovat lze nicméně, že úroveň přesnosti některých analýz by mohla a měla být v práci na úrovni disertace vyšší.

U stavebně fyzikálních analýz postrádám některé nezbytné výsledky (chybí např. posouzení hodnocených skladeb z hlediska požadavků ČSN 730540-2 na šíření vodní páry), pro žádnou a hodnocených variant opatření nebyl ani orientačně zpracován průkaz energetické náročnosti budovy, který by přitom byl u takto velké změny povinný a musel by splňovat požadavky vyhl. č. 264/2020 Sb., analýza efektu instalace fotovoltaiky je jen velmi zběžná, až symbolická,

ekonomická analýza návratnosti investice nepracuje s reálnou/diskontovanou dobou návratnosti, ale jen s prostou dobou návratnosti atd.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Metody a postupy řešení

komentář:

Metoda řešení disertační práce vychází z EN 16883 z roku 2017.

K přehlednému "vývojovému diagramu" metody práce uvedenému na Obr. 1 a popsanému dále v kap. 2 nemám připomínek. Jde o logické uspořádání jednotlivých kroků, které na sebe smysluplně navazují a vedou k závěrečnému doporučení.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Výsledky disertace - konkrétní přínosy disertanta

komentář:

Autorka popsala typologii bytových činžovních domů a zpracovala přehled obvyklých materiálových a konstrukčních řešení jejich konstrukcí včetně jejich některých vlastností (např. součinitele prostupu tepla). Vycházela přitom především z odborné literatury, kterou pečlivě citovala. Podobně řešeršní charakter mají i další části práce zabývající se současnými možnostmi zlepšování tepelně izolačních vlastností obalových konstrukcí historických budov. Ačkoli zde nejde o vysloveně vlastní přínos autorky, je cenné mít tyto informace pohromadě.

V hlavní části práce se autorka soustředila na výpočetní analýzu dopadů různých způsobů úprav oken a dodatečného zateplení obvodových stěn, střechy či podlahy v 1.NP na energetickou náročnost budovy. Zpracovala poměrně značné množství výpočtů v programu Energie, ale bohužel jen z pohledu dopadů na průměrný součinitel prostupu tepla budovy a potřebu tepla na vytápění. Má to svůj význam, ale hlavním kritériem při hodnocení energetické náročnosti budov je dnes primární energie z neobnovitelných zdrojů, která se v práci neuvádí.

Uvažované varianty zateplení obvodových stěn byly rovněž analyzovány dynamickou simulací tepelně vlhkostního chování s pomocí programu WUFI. Tato část práce, která jinak přináší zajímavé a užitečné výsledky, by si zasloužila podrobnější komentář - ať už k vlastnostem materiálů použitých ve výpočtu, tak k počáteční podmínce. Připomínek k této části uvádím více v závěru posudku, celkově ji nicméně považuji za vydařenou. Stejně jako navazující část s podrobným hodnocením trojrozměrného šíření tepla a vodní páry v kritickém detailu zhlaví dřevěného trámu v trámovém stropě. Autorka provedla značné množství výpočtů pro různá řešení obvodové stěny a přesvědčivě ukázala, že jde o rizikové místo, které je třeba při zateplování historických budov bedlivě sledovat.

Díličí hodnocená opatření poté autorka vyhodnotila z hlediska pořizovacích nákladů a z hlediska dopadů na kulturní hodnotu budovy. Na závěr z nich sestavila tzv. balíčky stavebních úprav v několika úrovních: s nízkým, středním a vysokým vlivem na kulturní hodnotu, s nejkratší dobou návratnosti a nejvhodnější pro obydlenou budovu. Takto přehledně a i pro laika srozumitelně podaný závěr hodnotím velmi kladně. Problematické ovšem je, že mezi přijatelná opatření autorka zařazuje i taková, která jsou zcela jednoznačně vlhkostně nefunkční (podrobněji v závěru posudku).

Jako hlavní přínos práce hodnotím přehledný soupis a (částečné) výpočtové vyhodnocení možných opatření. Sestavený seznam jejich souborů (balíčků) pak může sloužit jako užitečná pomůcka při rozhodování o způsobu zlepšení izolačních vlastností obálky obytné budovy z 19. století.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Význam pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

komentář:

Disertační práce přispívá k prohloubení znalostí v oblasti snižování energetické náročnosti historických obytných budov.

Jako podstatné hodnotím hlavně podrobné simulace tepelně vlhkostního chování skladeb obvodových stěn s různě provedenou dodatečnou tepelnou izolací, analýzy teplotního a vlhkostního pole ve zhlaví trámu a vyčíslení dopadů různých opatření na energetickou náročnost hodnocené budovy.

Sestavené balíčky opatření s kvantifikací dopadů na kulturní hodnotu budovy poskytují dobrou oporu pro další použití, ať už v rámci výchozích úvah, nebo při projektování vybraného řešení.

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

komentář:

Hodnotit jazykovou úroveň disertační práce je poněkud problematické vzhledem k tomu, že autorka není rodilý mluvčí. V textu práce je proto celkem pochopitelně značné množství stylistických neobratností (např. "V následující tabulce jsou drobnější výsledky uvedeny výpočtu.", str. 26), gramatických prohřešků či dokonce nedokončených vět (např. "Většina starších oken... .. chladným vzduchem z exteriéru, což znamená.", str. 25). Příkladů podobných chyb by bylo možné uvést velmi mnoho. Osobně to ale nepovažuji v daném případě za velký nedostatek. Práce je jinak celkově srozumitelná a chyby jsou v tomto ohledu pochopitelné.

V některých případech se nicméně - zřejmě kvůli neobratnému překladu z angličtiny - dosti zamlžil význam věty (např. "To vede k vyšší úrovni vlhkosti v důsledku snížení kapacity sušení stěny," na str. 35, "Jedním ze způsobů... .. je informovat majitele o jiných měřeních, která jim nabízejí lepší investici." na str. 98).

Za největší problém považuji používání nepřesných, nejasných či chybných termínů (např. "spotřeba tepla na vytápění" místo správného "potřeba tepla na vytápění", "parní retardér" místo - zřejmě - správné "parozábrany" či "parobrzdy" (?), "dvojitě sklo" místo správného "dvojskla") a různých označení pro stejný materiál či konstrukci, aniž by bylo vysvětleno, že jde o to samé (např. křemičitan vápenatý, kalcium silikát či dokonce silikát vápenatý, dvojitá a kastlová okna).

vynikající nadprůměrný průměrný podprůměrný slabý

Vyjádření k dodržení citační etiky

Podle zaslání vyjádření prof. Jiráskova, který provedl kontrolu práce s pomocí nástroje Theses.cz, je u všech zjištěných citací a parafrází jiných textů řádně uveden zdroj.

V tomto ohledu je tedy text disertační práce v pořádku, ale přesto je nutné konstatovat, že v seznamu použité literatury (kap. 8) nejsou u všech položek uvedeny všechny potřebné údaje.

U webových odkazů je např. nutné uvádět nejen webovou adresu, ale také rok publikace a nejlépe i konkrétní datum, kdy bylo ze stránky čerpáno. Chybět by neměl ani název stránky.

U knih, časopisů a sborníků nesmí chybět vydavatel a jeho sídlo a nejlépe ani ISBN či ISSN. Autorka tyto informace bohužel uvádí jen sporadicky. V některých případech uvádí dokonce jen jména autorů a název jejich článku či příspěvku (např. položky 35 a 38), což je zcela nedostatečné.

Připomínky

Ke skladbám s vnitřní izolací z minerálních vláken:

Z výsledků simulační analýzy tepelně vlhkostního chování obvodové stěny s vnitřní izolací z minerálních vláken (skladba I4) vyplývá, že se v ní obsah akumulované vlhkosti trvale zvyšuje (viz např. str. 69). To je zcela jednoznačně nevyhovující výsledek a takto navržená skladba tudíž nesplňuje požadavky ČSN 730540-2 na šíření vlhkosti. Nelze ji proto v žádném případě použít.

Autorka nicméně na str. 84 klasifikuje takto zateplenou stěnu jako úpravu středního vlivu na kulturní hodnotu, ačkoli i zde současně uvádí, že se "celkový obsah vody v konstrukci ... každoročně zvyšuje". Vnitřní izolaci z minerálních vláken pak zařazuje i do balíčků se středním a vysokým vlivem na kulturní hodnotu a dokonce i do balíčku s nejkratší dobou návratnosti, po kterém by asi mnoho investorů sáhlo.

Skladba s vnitřní izolací z minerálních vláken je ale vlhkostně nefunkční a nelze ji v žádném případě doporučit k realizaci.

Proč nebyla ve výše uvedených balíčcích místo nevyhovující varianty s minerálními vlákny použita varianta s křemičitanem vápenatým (kalcium silikát), která se pro podobné aplikace všeobecně doporučuje a autorce také vyšla z numerických simulací jako vlhkostně funkční (viz kap. 5.3.2)?

K posuzovaným skladbám s parozábranou:

Na str. 30 jsou popsány problémy při instalaci parozábrany poblíž vnitřního líce konstrukce. Rizikem je skutečně mechanické porušení parozábrany např. při zavěšování obrazu. Řešením ovšem není posun parozábrany směrem do exteriéru mezi původní zdivo a vnitřní tepelnou izolaci. To je zcela neobvyklý a v praxi nepoužívaný postup, který - jak sama autorka následně ověřila - vede jen k hromadění kondenzátu v tepelné izolaci. Aby měla parozábrana výhradně pozitivní efekt, musí být umístěna na vnitřním líci tepelné izolace. Ochranu proti poškození je třeba zajistit např. instalační dutinou mezi parozábranou a vnitřním obkladem. Takové - v praxi obvyklé - řešení bohužel není v disertační práci výpočetně vyhodnoceno.

K simulacím v programu WUFI:

Vhodné by bylo doplnit grafické výstupy se změnami hmotnostní vlhkosti materiálů v hodnocených skladbách během uvažovaných 6 let. V práci prezentované grafy ukazují jen rozmezí, ve kterém se během 6 let pohybují teploty, relativní vlhkosti a hmotnostní vlhkosti. Tato rozmezí jsou ovšem do značné míry ovlivněna zvolenou počáteční podmínkou a nijak neukazují, jak se v průběhu času mění vlhkost jednotlivých materiálů (stoupá? klesá? je stabilní? jak se kolísá během roku?). Tab. 12, kde jsou určité výsledky tohoto typu uvedeny, není v tomto ohledu dostatečná a navíc v ní jsou zřejmě chybně označeny varianty. Vypadá to, že zde chybí výsledky pro variantu I1 (omítka 40 mm) a všechny ostatní varianty mají číslování posunutě o 1 (tzn. místo I2 je v tabulce uvedeno I1 atd.).

Na str. 55 se uvádí, že omítka na bázi aerogelu může vzhledem ke svým difúzním vlastnostem omezit "průtok vodní páry" a vést k poruchám. V závěru práce je varianta s touto omítkou zařazena do balíčků se středním a vysokým vlivem na kulturní hodnotu. Byla skladba s omítkou s aerogelem výpočetně hodnocena v programu WUFI? Nebo byla zařazena do balíčků bez posouzení?

K dalším nejasnostem:

Co je prosím "hygrotermální výkon obvodového pláště" zmiňovaný na str. 30?

Na Obr. 32 je uvedena skladba s parozábranou B2 Karlomix o tl. 10-15 mm. Podle zdroje [38] jde ovšem o cementový tmel, čemuž odpovídá i uvedená tloušťka, která by byla pro parozábranu velmi nestandardní.

Inteligentním parním retardérem na str. 39 se myslí parozábrana/parobrzdá s proměnnou ekvivalentní difúzní tloušťkou?

Jak je prosím definován/popsán "index plísni" zmíněný na str. 40?

Na str. 42 jsou zmíněny výsledky publikace [29], které se ovšem podle popisu týkají svisle posuvných oken, která se u nás prakticky nepoužívají a v obytných budovách z 19. století se zřejmě vůbec nevyskytují. Jak relevantní jsou výsledky této studie pro historická dvojitá okna?

Na str. 72 je uvedeno, že po přidání parozábrany se změnily výsledky pole teplot ve zhlaví trámu. Takový výsledek je ale vysoce nepravděpodobný, protože standardní velmi tenké parozábrany nemají žádný vliv na teplotní pole. S jakou parozábranou zde bylo uvažováno a má skutečně tento vliv?

Jaký konkrétní nástroj byl použit pro výpočet produkce elektřiny fotovoltaickými panely? Používá hodinový či měsíční krok?

Předpokládaná účinnost 16 % (str. 80) je účinností ve standardních testovacích podmínkách, nebo průměrnou roční účinností panelů? Pokud tou druhou, jde skutečně o reálnou účinnost fotovoltaických tašek?

Závěrem ještě doplňuji méně závažné připomínky a poznámky:

Na str. 15 je zařazena kapitolka "Omítání stěny", která se ale týká omítání stropů (což je tam i zmíněno).

Na str. 29 je uvedeno, že při difúzi "vzduch proudí z teplé strany na studenou, protože teplý vzduch má větší koncentraci vody než studený vzduch". To je nepřesné z více důvodů. Při difúzi vodní páry nedochází k proudění vzduchu, jde jen o pohyb molekul vodní páry kapilárami materiálu. Z toho, že je vzduch teplý, také nelze automaticky vyvodit, že bude mít "větší koncentraci vody" (správně vodní páry). Většinou to tak bývá, ale příčinou není samotná teplota vzduchu.

Na str. 30 jsou jako parotěsné a tepelně izolační materiály uvedeny EPS a XPS. Ani jeden z těchto materiálů ovšem není parotěsný. Tepelná izolace, která je současně parotěsná, je pěnové sklo.

Na str. 30 a str. 61 se dává do souvislosti přítomnost parozábrany a úroveň vlhkosti vzduchu v interiéru. To je ovšem mýtus. To, jestli je či není ve skladbě stěny parozábrana (tzn. jestli konstrukce populárně řečeno "dýchá" či "nedýchá"), nemůže nijak měřitelně ovlivnit vlhkost vnitřního vzduchu, protože vliv difúze vodní páry přes konstrukce je několikařádově nižší než vliv větrání.

Na str. 61 je uvedeno, že se pro výpočet potřeby energie na vytápění budovy používá venkovní teplota -13 C. Ve skutečnosti se při měsíčním kroku výpočtu používají průměrné měsíční teploty venkovního vzduchu.

Na str. 89 by zřejmě mělo být v titulku "Balíček se středním vlivem na kulturní hodnotu" číslování (3-6) a na str. 90 v titulku "Balíček s vysokým vlivem na kulturní hodnotu" číslování (7-10).

Na str. 94 je komentován sklon spojnice hodnot v grafu na Obr. 90. Úhel mezi vodorovnou osou a spojnicí závisí ovšem na vodorovné vzdálenosti variant. Pokud by byly všechny balíčky umístěny do stejné vzdálenosti od výchozího stavu, tak bude nejstrmější spojnice u balíčku s vysokým vlivem na kulturní hodnotu, nikoli u balíčku s nízkým vlivem. Nelze také tvrdit, že balíček s velkým vlivem "nepřináší velký přínos pro úspory energie" (jeho přínos je totiž samozřejmě největší). Adekvátní komentář by byl spíše takový, že balíček s velkým vlivem už oproti balíčku s nízkým vlivem nepřináší velké zlepšení. Obdobně by bylo vhodné přeformulovat závěr na str. 101 ("Míra úspor energie...").

Na str. 98 je v první větě chybně uvedeno "Je důležité při plánování renovace s cílem zvýšit spotřebu energie..." místo správného "snížit spotřebu energie".

Závěrečné zhodnocení disertace

Přes výše uvedené připomínky a výhrady lze konstatovat, že disertační práce splnila své hlavní cíle, přináší některé nové poznatky a doporučení a přispívá tak k prohloubení znalostí v oblasti snižování energetické náročnosti historických obytných budov.

Doporučuji po úspěšné obhajobě disertační práce udělení titulu Ph.D.

ano

ne

Datum: 22.4.2024

Podpis oponenta:

