

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Ing. Vladimír Žďára, CSc.

Integrovaný návrh nízkoenergetických a pasivních budov

Integrated design of low-energy and passive buildings

Summary

Low-energy and passive buildings are generally viewed as buildings which were designed with emphases on environmental values. They will be buildings with a minimal use of all energies necessary for their functioning.

Under demarcation for low-energy and passive buildings, we understand buildings fulfilling a wider group of requirements, concerning a higher degree of sustainable living environment, the quality of interior environment and of affordability. Integrated design of buildings is design considering environmental, social and economic aspects.

For complex appraisal of buildings it is necessary to well organize and mutually value the used criteria. Design of progressive buildings has to be based on the complex system of criteria.

At the present time, buildings are complex systems and subsystems dedicated to fulfill partial functions. Design requires coordinated and aimed cooperation of architects, designers and specialists. Team cooperation of all participants is a fundamental requirement of the well-integrated design of buildings.

Souhrn

Nízkoenergetické a pasivní budovy lze obecně chápat jako budovy, při jejichž návrhu je kladen důraz na enviromentální hlediska. Jedná se o budovy s velmi nízkou spotřebou všech energií potřebných pro svůj provoz.

Pod pojmem „nízkoenergetické“ a zejména „pasivní“ budovy často rozumíme také budovy splňující širší skupinu požadavků, týkajících se vyšších nároků na šetrnost vůči životnímu prostředí, kvality vnitřního prostředí i ekonomické dostupnosti. Integrovaný návrh budov chápeme jako návrh zohledňující enviromentální, sociální i ekonomická hlediska.

Pro ohodnocení komplexní kvality je nezbytné uspořádat a vzájemně zvážit jednotlivá kritéria hodnocení. Návrh progresivních budov vychází ze systémů hodnocení komplexní kvality.

Současná budova je složitý a komplexní systém s řadou dílčích subsystémů orientovaných na naplnění dílčích funkcí. Návrh proto vyžaduje koordinovanou a cílenou spolupráci architektů, projektantů i specialistů. Týmová spolupráce všech zúčastněných subjektů je proto druhým základním rysem integrovaného návrhu.

Klíčová slova: nízkoenergetické budovy, pasivní budovy, hodnocení komplexní kvality budov, integrovaný návrh, optimalizace budov,

Keywords: Low-Energy buildings, Passive-Energy Buildings, Complex-Quality assesment, Integrated design, Building optimization

Obsah

SOUHRN	3
OBSAH	5
1 INTEGROVANÝ NÁVRH	6
1.1 ENVIROMENTÁLNĚ ŠETRNÉ BUDOVY	6
1.2 FUNKČNÍ A KOMPLEXNÍ SLOŽITOST	6
1.3 INTEGROVANÝ NÁVRH	7
1.4 OPTIMALIZACE	8
2 HODNOCENÍ KOMPLEXNÍ KVALITY	8
2.1 KRITÉRIA HODNOCENÍ	8
2.2 KOMPLEXNÍ KVALITA	9
2.3 KOMPLEXNÍ CENA	9
2.4 VÁHY KRITÉRIÍ	10
3 INTEGROVANÝ NÁVRH A OPTIMALIZACE	10
3.1 ORGANIZACE PROJEKTOVÉHO PROCESU	10
3.2 HODNOCENÍ KOMPLEXNÍ KVALITY BUDOVY V PRŮBĚHU NÁVRHU	12
3.3 ČASOVÝ FAKTOR HODNOCENÍ	13
4 ZÁVĚR	14
LITERATURA	15
CURRICULUM VITAE	16

1 Integrovaný návrh

Návrh budov je komplexní a složitý problém zahrnující množství protikladných kritérií. Budova plní řadu komplexních funkcí a ovlivňuje široké systémové okolí. Proto i kritéria, jimiž posuzujeme její kvalitu, jsou velmi různorodá a často i protikladná.

1.1 Enviromentálně šetrné budovy

Nízkoenergetické a pasivní budovy jsou budovy s malou až velmi malou spotřebou energie. Jejich vývoj je motivován snahou o snížení celkového množství energie potřebné pro provoz budov. Jedná se zejména o energie potřebné pro udržení požadované kvality vnitřního prostředí (vytápění, větrání a chlazení budovy apod.). V širším smyslu se jedná o snížení potřeby všech druhů energií potřebných pro výstavbu, provoz i demolici budov v celém životním cyklu.

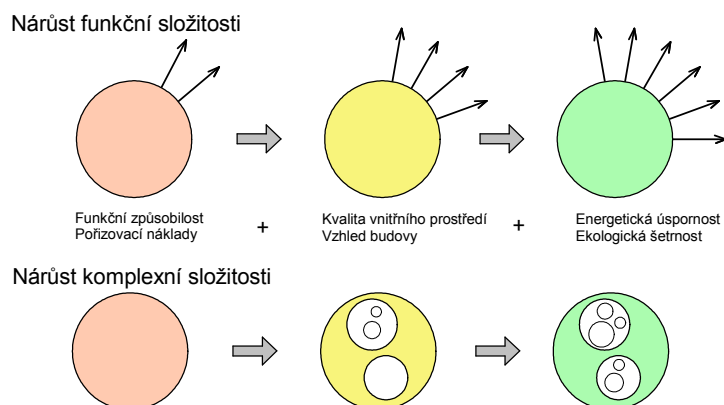
Nízkoenergetické a zejména pasivní budovy patří do širší skupiny enviromentálně šetrných budov, při jejichž návrhu je kladen důraz na celý souhrn enviromentálních kritérií. Kromě minimalizace spotřeby energie je u těchto budov optimalizován vliv na životní prostředí, spotřeba neobnovitelných zdrojů a další důležité parametry.

Pojmy „nízkoenergetické“ a „pasivní“ budovy vznikly v potřebě zdůraznit jedno z mnoha hledisek návrhu a lze předpokládat, že jakmile se požadavky na nízkou spotřebu energie se stanou samozřejmou součástí návrhu, zanikne potřeba zdůrazňovat tyto vlastnosti. Stejně jako v současnosti je samozřejmá statická bezpečnost staveních konstrukcí, bude v budoucnu samozřejmou vlastností budov i velmi nízká spotřeba energie a návrh šetrný k životnímu prostředí.

1.2 Funkční a komplexní složitost

Vývoj v navrhování budov lze obecně charakterizovat trvalým zvyšováním požadavků a s tím souvisejícím nárůstem komplexní složitosti. V minulosti navrhované budovy byly optimalizovány s ohledem na funkční způsobilost a pořizovací náklady. Později se přidaly požadavky na kvalitu vnitřního prostředí a požadavky estetické. U současných budov stále více požadujeme energetickou úspornost a enviromentální šetrnost.

Nárůst požadavků obecně vede k nárůstu složitosti budov. Budova, která musí plnit více funkcí se vnitřně specializuje. Vznikají vzájemně kooperující subsystémy, navrhované za účelem splnění dílčích požadavků. Toto platí rekurzivně i na nižších úrovních a důsledkem je celkový nárůst komplexní složitosti budov.



Obr. 1: Vztah funkční a komplexní složitosti

Protikladné návrhové požadavky vedou k potřebě přijímání kompromisů a hodnocení variantních řešení.

1.3 Integrovaný návrh

S rostoucí složitostí budov klesá naše schopnost chápat jejich chování. Potřebná specializace, nutná pro návrh dílčích subsystémů je často v rozporu s potřebou celostního chápání budovy.

Integrovaný návrh budov chápeme jako „cíl i cestu“. Je to návrh integrující všechna důležitá environmentální, sociální i ekonomická hlediska a zároveň metoda navrhování, integrující potřebné specializace a celostní přístup.

Rozdíl mezi tradičním přístupem a integrovaným navrhováním je zejména v komplexnějším hodnocení kvality, zahrnujícím i environmentální požadavky a v komplexnějším a systémovém přístupu k procesu vlastního navrhování

1.4 Optimalizace

Budova plní řadu komplexních funkcí a proto i kritéria, na jejichž základě posuzujeme její komplexní kvalitu, jsou velmi různorodá a často i protikladná.

Optimalizace budov probíhala po staletí evolucí. V dlouhodobě stabilním prostředí se silnými zpětnými vazbami evoluce poskytovala vhodná řešení odpovídající aktuálním potřebám a možnostem společnosti.

Současnost lze však spíše charakterizovat náhlými změnami požadavků i možností. Požadavky na snižování energetické náročnosti budov spolu s požadavky na snižování spotřeby neobnovitelných zdrojů vedou k potřebě hledání úplně nových řešení. Rychle se mění i funkční požadavky kladené na řešení. Vedle požadavků se objevuje i řada možností uplatnění nových materiálů a technologií.

Tradičně působící zpětné vazby, které v minulosti vedly k uchování nejlepších a potlačení špatných řešení, založené na relativně stabilním prostředí podnikatelských subjektů a zaměstnanců jsou slabé.

Důsledkem těchto procesů je potlačení potenciálu přirozené evoluce. Špatná řešení se opakují a dobrá se ztrácejí.

Dílním řešením uvedeného problému je „umělá evoluce“ – využití modelování a optimalizačních metod pro optimalizaci budov ve virtuálním prostředí.

2 Hodnocení komplexní kvality

2.1 Kritéria hodnocení

Základem metod používaných pro hodnocení komplexní kvality budov jsou kritéria. Existenční kritéria vymezují oblast možných řešení a vylučují řešení, která by byla například v rozporu s požadavky na bezpečnost apod. Optimalizační kritéria se používají jako základ multikriteriálního hodnocení komplexní kvality.

Kritéria používaná pro hodnocení a optimalizaci budov jsou různorodá a je jich velmi mnoho. Přesnost a relevantnost hodnocení se zde dostávají do rozporu. Tradiční přístup k hodnocení budov proto vyžaduje redukci počtu kritérií a zaměření pozornosti na aktuálně podstatná kritéria návrhu.

Moderní způsoby navrhování využívající komplexního hodnocení kvality budovy umožňují pracovat s větším počtem kritérií a poskytují proto přesnější informace o vlastnostech navrhovaného systému.

Velmi důležitý je způsob organizace kritérií. Kritéria jsou obvykle uspořádána ve stromové struktuře umožňující snazší nastavení vzájemných vah a jednoduché zobrazení. Výběr optimální struktury zobrazení je však závislý na účelu aktuálně prováděné analýzy a není trvale optimální. Z tohoto důvodu je někdy výhodné „ad hoc“ uspořádání stromové struktury vyvinuté v rámci metodiky SB^{Shell}. Pro základní členění je vhodné rozlišovat, zda kritéria slouží pro hodnocení komplexní kvality nebo komplexní ceny.

2.2 Komplexní kvalita

Tato větev obsahuje kritéria hodnotící kvalitativní vlastnosti navrženého řešení – kvalitu funkčního řešení, kvalitu vnitřního prostředí a jeho vliv na bezpečnost uživatelů apod. Tato kritéria odpovídají na otázky, jak návrh odpovídá účelu.

Kromě kvalitativních kritérií jsou zde zařazena i kritéria popisující vlastnosti týkající se životnosti a spolehlivosti, tj. vlastnosti vyjadřující, jak dlouho a s jakou spolehlivostí bude účelu dosahováno.

Pro hodnocení komplexní kvality nízkoenergetických a pasivních budov jsou specifické zejména tyto skupiny kritérií:

- Kvalita funkčního řešení (přiměřenost prostor)
- Kvalita vnitřního prostředí (tepelná pohoda, proudění vzduchu, kvalita vzduchu, kvalita osvětlení)
- Životnost a spolehlivost (životnost stavebních konstrukcí a technických zařízení)

2.3 Komplexní cena

Kritéria obsažená v této větvi odpovídají na otázku, za jakou cenu bylo dosaženo požadovaného účelu.

Větev zahrnuje skupiny kritérií hodnotící negativní dopady navrženého řešení. Základní členění vychází z obvyklého dělení vlivů na sociální, ekonomické a environmentální. Oproti tomuto členění jsou ale samostatně sledovány skupiny dopadů týkající se energie a zdrojů, které mají silné ekonomické i environmentální aspekty.

Pro hodnocení komplexní ceny nízkoenergetických a pasivních budov jsou důležité skupiny kritérií:

- Ekonomické dopady (investiční a provozní náklady)

- Energie (svázané energie, provozní energie, podíl energie z neobnovitelných zdrojů)
- Zdroje a suroviny (spotřeba neobnovitelných materiálů, použití recyklovaných materiálů a konstrukcí, použití recyklovatelných materiálů)
- Životní prostředí (znečištění vzduchu a vody, emise)

2.4 Váhy kritérií

Multikriteriální analýza je založena na porovnání vzájemné důležitosti kritérií pomocí vah. Kritéria jsou vlastnosti budovy vyjádřené v přirozených jednotkách, popř. relativizované z důvodu možnosti snazšího porovnání.

Kritéria se stejnými přirozenými jednotkami mají vzájemnou váhu odpovídající vzájemnému poměru. Váhy kritérií s odlišnými přirozenými jednotkami se určují odborným posouzením podle vzájemné důležitosti.

Komplexní kvalita:	Komplexní cena:
– Kvalita funkčního řešení	– Ekonomické dopady
– Kvalita technologických služeb	– Energie
– Kvalita vnitřního prostředí	– Zdroje a suroviny
– Bezpečnost v budově	– Životní prostředí
– Životnost a spolehlivost	– Sociální vztahy

Tab. 1: Hlavní skupiny kritérií pro hodnocení nízkoenergetických a pasivních budov

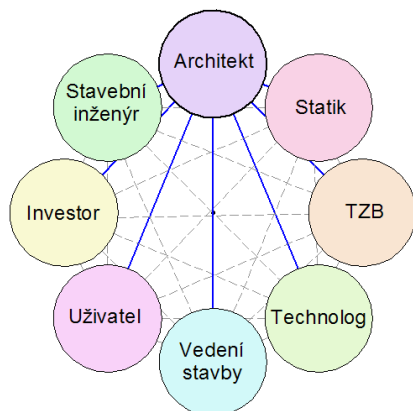
Stanovení vzájemných vah hlavních skupin kritérií (Tab. 1) je velmi problematické. Krátkodobé zájmy developerů a investorů jsou zpravidla v rozporu s dlouhodobými zájmy uživatelů a společnosti. Zatímco nastavení dílčích vah je převážně odbornou záležitostí, je nastavení vah mezi hlavními skupinami kritérií je závislé na účelu hodnocení a je „politicky“ podmíněné.

3 Integrovaný návrh a optimalizace

3.1 Organizace projektového procesu

Současná projekční praxe vychází za zažitých postupů, kdy jednotlivé specialisty koordinuje architekt a informace jsou sdíleny ve formě výkresů (papírových, elektronických). Jednotliví specialisté získávají podklady pro své analýzy z projektové dokumentace dílčích etap.

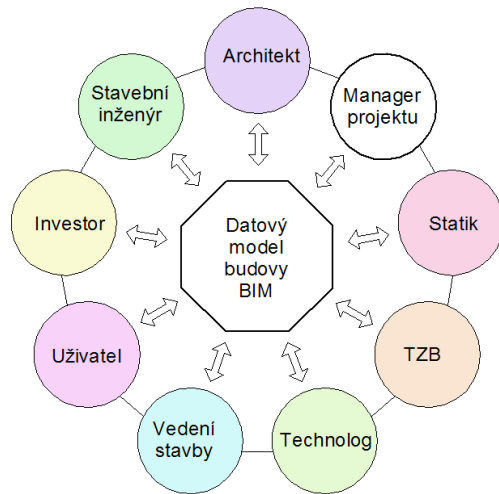
Uvedený proces je poměrně pracný a zdlouhavý, neboť každý ze specialistů musí opakovaně analyzovat dokumentaci a získat potřebné informace. Komplikovaná je i komunikace a výměna informací mezi jednotlivými subjekty v procesu návrhu budovy (Obr. 2).



Obr. 2: Vztahy mezi profesemi v současné projekční praxi

Pro současný způsob projektování budov je charakteristický stále se zvyšující podíl specializací jednotlivých subjektů podílejících se na tomto procesu. Koordinace tohoto procesu je stále více záležitostí systémového a manažerského přístupu. Vyšší úroveň specializace vede zároveň i k vyšší potřebě systémové integrace. Proto se stále častěji hovoří o tzv. „integrovaném projektování“ a roli „projektového integrátora“.

Pro zefektivnění procesů výměny informací se začínají prosazovat standardy datových modelů (BIM) umožňující automatizované sdílení informací projektu.



Obr. 3 : Použití datových modelů pro sdílení informací

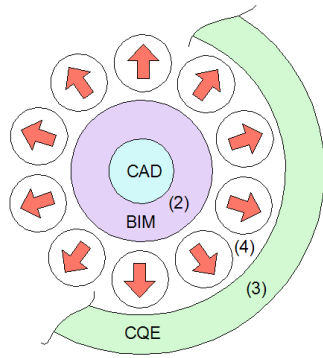
Specializace není ušetřena ani původní role architekta, která je stále více rozdělena na management procesu projektování (komunikaci a řízení projekčního týmu) a vlastní architektonickou tvorbu. Je pravděpodobné, že v budoucnu, zejména u větších a náročnějších projektů, dojde v důsledku prohlubování specializací k oddělení obou rolí.

3.2 Hodnocení komplexní kvality budovy v průběhu návrhu

Z trvale se zvyšující složitosti navrhovaných budov často vyplývá neschopnost formulovat a analyzovat významné vlastnosti navrhovaných řešení. Přitom právě nezávislé hodnocení v průběhu projektu poskytuje projekčnímu týmu potřebné zpětné vazby, umožňující včas identifikovat chybná rozhodnutí a přispívá k optimalizaci budovy.

Potřebnou zpětnou vazbou poskytující informace o kvalitě navrhovaných řešení mohou být nástroje pro hodnocení komplexní kvality budov. Jejich velkou výhodou, zároveň ale i nevýhodou je širší potřebná pro popis tak složitého systému jakým je budova.

Pro stanovení vlivu provedených rozhodnutí potřebujeme komplexní hodnotící nástroj umožňující postihnout různorodé dopady.



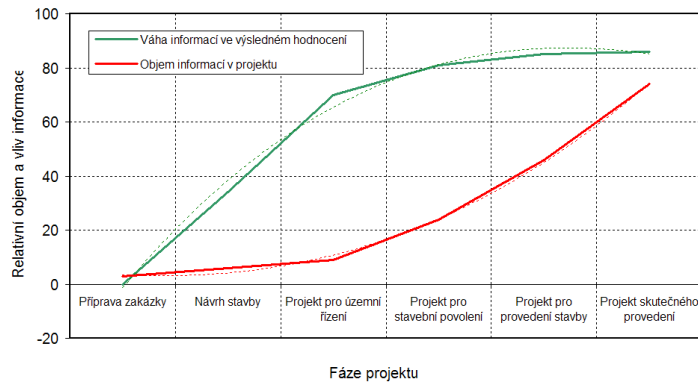
1- uživatelské rozhraní (CAD systém) , 2- datový model budovy (BIM), 3- algoritmy pro analýzu datového modelu, 4-hodnocení komplexní kvality (CQE)

Obr. 4: Integrace hodnocení komplexní kvality a datového modelu budovy

Má-li být hodnocení komplexní kvality použitelné jako zpětná vazba poskytující potřebné informace v průběhu návrhu, je třeba integrovat potřebné algoritmy pracující na základě informací obsažených v datovém modelu a vlastní hodnocení do jednoho nástroje (Obr. 4) a používat nástroj v reálném čase projektového procesu.

3.3 Časový faktor hodnocení

Efektivnost hodnocení v procesu projektování závisí na fázi projektu, ve které se hodnocení provádí. V grafu uvedeném na (Obr. 5) je uvedena závislost objemu informací obsažených v projektu a jejich vlivu na výslednou kvalitu budovy.



Obr. 5: Analýza objemu a váhy informací obsažených v projektu

Z rozboru grafu je zřejmé, že hodnocení projektu provedené v jeho počátečních fázích může zásadně ovlivnit výslednou kvalitu budovy, aniž by to muselo znamenat výrazné přepracování projektu.

4 Závěr

Integrované navrhování je jedním z nástrojů použitelných pro návrh enviromentálně šetrných – nízkoenergetických a pasivních budov.

Zvyšující se nároky na budovy vyžadují formulaci jednoduchých hodnotících metod zahrnujících komplexní kvalitu a náklady budov. Hodnocení budov musí být prováděno v počátečních fázích projektu, kdy lze již ovlivnit výslednou kvalitu budovy.

Pro praktické použití metod hodnocení komplexní kvality budov bude potřebná integrace datových modelů budov, algoritmů pro stanovení výsledných vlastností a modelů hodnocení komplexní kvality budov

Literatura

- [1] Hájek,P.,Lupíšek,A.,Vonka,M.,Hodková,J.: The overview of green and sustainable buildings assessment tools. SB Aliance 2008
- [2] Hájek, P. : Multikriteriální hodnocení konstrukčních prvků a budov, Simulace budov 2000, ISBN 80-02-01375-4, Praha
- [3] Alaia, A.: On a NON-LINEAR Multicriteria Analysis Metod, iiSBE Italia. 2008
- [4] Žďára,V, Vochoc,L.: Complex optimization of the internal enviroment quality with the respect for the windows orientation and shading. Příspěvek do sborníku mezinárodní konference "Computer aided building Physical modeling". Bratislava 2008
- [5] Žďára,V.: Databázový model hodnocení komplexní kvality budov SBToolCORE. Konference ". Spolehlivost konstrukcí" AV ČR, UTAM Praha 2008
- [6] Žďára,V., Vonka, M., Lupíšek, A., Hájek, P.: SBTOOL CZ – Czech assessment methodology for sustainability. Příspěvek mezinárodní konference World Sustainable Buildings Conference 08. Melbourne 2008
- [7] Žďára, V., Lupíšek, A.: SBToolCORE. Mezinárodní workshop. Praha 2008
- [8] Žďára, V., Hájek, P., Lupíšek,A., Vonka, M.:SBTOOL CZ – Česká metodika pro hodnocení budova z hlediska udržitelného rozvoje. Příspěvek do sborníku mezinárodní konference Buildings and enviroment 2008 conference. Bratislava 2008

Curriculum Vitae

OSOBNÍ ÚDAJE:	Ing. Vladimír Žďára, CSc. narozen 12. 7. 1960
VZDĚLÁNÍ:	ČVUT v Praze, Fakulta stavební, obor pozemní stavby, 1979–1984 (Ing.) ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Teorie a konstrukce pozemních staveb 1985–1989 (CSc.)
ZAMĚSTNÁNÍ:	ČVUT v Praze, Fakulta stavební, katedra konstrukci pozemních staveb, odborný asistent (od 1985)
ČLENSTVÍ V ODBORNÝCH ORGANIZACÍCH :	Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě – ČKAIT, Společnost pro udržitelnou výstavbu - CSBS The International Building Performance Simulation Association IBPSA-CZ
PEDAGOGICKÁ ČINNOST:	Výuka odborných předmětů – přednášky, cvičení, vedení projektů a seminářů, vedení diplomových prací
VĚDECKOVYZKUMNÁ ČINNOST:	Spoluřešitel řady výzkumných projektů se zaměřením na optimalizaci navrhování konstrukcí budov, integrované navrhování budov, spolehlivost a trvanlivost konstrukcí, navrhování nízkoenergetických budov
ODBORNÁ ČINNOST:	Znalecká činnost, praxe v projektování a realizaci budov Spolupráce s poradenskými firmami Oceněné projekty nízkoenergetických budov v letech 2003-2006 Analýzy energetických vlastností budov Spolupráce na řadě významných projektů
PUBLIKACE:	Spoluautor několika monografií a skript Patentová činnost (několik českých a mezinárodních patentů) Příspěvky na řadě národních a mezinárodních konferencí Lektorské a znalecké posudky