

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
STAVEBNÍ**



**DIPLOMOVÁ
PRÁCE**

2019

**JITKA
MAZURKOVÁ**


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

 Fakulta stavební
 Thakurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Bc. Mazurková	Jméno: Jitka	Osobní číslo: 409994
Zadávající katedra: K125 Technická zařízení budov		
Studijní program: Inteligentní budovy		
Studijní obor: Inteligentní budovy		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Energetické hodnocení budov	
Název diplomové práce anglicky: Energy assessment of the building	
Pokyny pro vypracování: Výpočet energetické náročnosti dvou vybraných budov. Porovnání výpočtu pomocí různých výpočetních nástrojů.	
Studie na téma Energetická certifikace budov.	
Seznam doporučené literatury: Daniels, Klaus: Technika budov - Příručka pro architekty a projektanty. Jaga 2003. ISBN 80-88905-60-5. Vrána Jakub: Technická zařízení budov v praxi. Grada 2007. ISBN 978802471588-9.	
Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.	
Datum zadání diplomové práce: 18.2.2019	Termín odevzdání diplomové práce: 19.5.2019
<i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutně uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu práce doc. Ing. Michalu Kabrhelovi, Ph.D. za jeho rady, čas a cenné konzultace, které mi věnoval při řešení této práce a dále v rámci předcházejících semestrálních projektů i předmětů v rámci magisterského studia. Děkuji.

Dále bych ráda poděkovala své rodině za podporu a důvěru v rámci celého studia.

Anotace

Diplomová práce se zabývá energetickým hodnocením 2 budov, kdy jsou porovnávány 2 základní metodiky výpočtů ve výpočetních nástrojích. Dále se práce zabývá celým základním tématem energetické certifikace budov.

Abstract

The diploma thesis deals with energy evaluation of 2 buildings, two basic methodologies of calculations are compared in computational tools. Also, the thesis deals with the whole basic theme of energy certification of buildings.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím odborné literatury, pramenů uvedené v seznamu, které jsou součástí diplomové práce a vlastních poznámek v rámci studia na vysoké škole.

Dále prohlašuji, že použitý software, pro vytvoření této práce, je legální.

V Praze dne 19. května 2019

.....
Jitka Mazurková

OBSAH

1	Úvod	8
2	Pasivní domy a nízkoenergetická výstavba	9
2.1	Minulost až dnešní nízkoenergetická výstavba.....	9
2.2	Co je to pasivní dům a co je to nízkoenergetický dům.....	9
2.3	Nulové a aktivní domy	11
2.4	Historie a pasivní domy.....	11
2.5	Pasivní dům shrnutí a ekonomika	11
3	Požadavky a legislativa v ČR	12
3.1	Zákon a energetická náročnost.....	13
3.2	Hlavní legislativní požadavky	14
4	O výpočetních nástrojích	16
4.1	Metodika PENB	16
4.2	Metodika PHPP	16
4.3	O programech	17
5	Modelové příklady.....	24
5.1	Administrativní budova Sudkov	24
5.2	Rodinný dům Marlen	27
6	Srovnání programů a výpočetních postupů	30
6.1	Úvod do výpočtů – podrobnost výpočtu.....	30
6.2	Výpočet stěn	31
6.3	Výpočet oken	33
6.4	Výpočet U obálky budovy	40
6.5	Větrání a vzduchotechnika objektu	42
6.6	Potřeba tepla na vytápění.....	44
6.7	Chlazení budovy, příprava TV v budově a rozvody	51
6.8	Výpočet neobnovitelné primární energie v budově	57
7	Závěrečné srovnání vzhledem k výsledkům budovy	59
7.1	Administrativní budova Sudkov	59
7.2	Rodinný dům Marlen	61
7.3	Závěr srovnání programů.....	63
8	Studie - certifikace budov.....	64
8.1	Certifikace LEED	65
8.2	Certifikace BREEAM	70
8.3	Certifikace SBToolCZ	74
8.4	Certifikace DGNB.....	77
8.5	Závěr certifikace.....	79
9	Závěr diplomové práce	80
10	Použité odkazy a zdroje.....	81

PŘÍLOHY

Příloha 1 – PHPP Sudkov - Přehled

Příloha 2 – Energie Sudkov - Protokol o výpočtu

Příloha 3 – PHPP RD - Přehled

Příloha 4 – Energie RD – Protokol o výpočtu

Příloha 5 – Excel certifikace LEED

Příloha 6 – Excel certifikace BREEAM

Příloha 7 – Excel certifikace SBToolCZ

Příloha 8 – Excel certifikace DGNB

Slovníček zkratk

PHPP - Passive house planning package

PENB - Průkaz energetické náročnosti budovy

LEED - Leadership in Energy and Environmental Design

n50 - intenzita výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa [l/h]

Q - teplo [kWh]

U - součinitel prostupu tepla [W/m².K]

λ - součinitel tepelné vodivosti [W/(m.K)]

A - plocha [m²]

1 Úvod

Tématem nízkoenergetické a pasivní výstavby se v dnešní době zabývá značná část knih, seminářů až po internetové prameny a diskuze.

V rámci celosvětového měřítka je každá země jedinečná nejenom svými zvyklostmi, ale i klimatem, legislativními požadavky a zákony, stejně jako požadavky na vnitřní prostředí.

Stavba budov je ale společným tématem a stejně tak myšlenky na kvalitní, udržitelné, ekonomicky a technicky proveditelné, komfortní budovy a stejně tak posouzení budovy a jejich srovnatelnost nejenom v rámci lokálního měřítka země a státu, ale také celosvětového posouzení standardních a především nadstandardních řešení, které posouvají technologický i stavební vývoj a standardy po celém světě v tématu budov a staveb.

Tyto metodiky a certifikace mají různé možnosti posouzení a různě nastavená kritéria, které zohledňují parametry budovy různými váhovými kritérii, ale také používají různé způsoby hodnocení budovy jako celku.

Mezi zájemce o nízkoenergetickou zástavbu jsou nejvíce rozšířeny metodiky PENB a PHPP. I proto se tato práce zabývá tímto tématem, kdy může způsob zadávání, dále nuance ve výpočtu a hlavně podrobnost výpočtu ovlivnit, obzvláště v rámci snahy o přiblížení se požadavkům, různé výsledky.

I proto je jeden z cílů této práce energetické hodnocení budovy z pohledu výpočetních metodik, tak aby bylo zjištěno srovnání mezi povinnou a podrobnější metodikou hodnocení v jednotlivých oblastech týkající se energetické náročnosti budovy.

Mezi další důvody ke zvolení programů Energie a PHPP a jejich porovnání a porovnání metodik patří i vědomost a zmínka o programu PHPP, který je známý mezi odbornou veřejností.

Dalším cílem je vytvoření rešerše na téma certifikace budov.

Některé názory uvedené v této práci, jsou názory z pohledu architekta. Ten musí spojit energetickou náročnost budovy jako celku a zohlednit všechny požadavky od konceptu až po realizovaný projekt. I proto v rámci této práce jsou spojeny získané znalosti, zkušenosti ze školy a názory z pohledu architekta a to s pohledem v rámci inteligentních budov zaměřených na energetickou náročnost budovy.

2 Pasivní domy a nízkoenergetická výstavba

2.1 Minulost až dnešní nízkoenergetická výstavba

2.1.1 Vývoj stavebnictví

Kdybychom srovnali výstavbu před 30-50 lety s dnešní výstavbou, tak bychom si uvědomili v tomto ohledu neuvěřitelný pokrok. Jednalo se o neúsporné budovy. Výstavba byla větrána pouze otevřením oken, stavební konstrukce byla špatně odizolována, příp. vůbec neizolována a zdroj tepla pro otopnou soustavu často produkoval nežádoucí emise. Potřeba tepla na vytápění byla v minulosti i více jak 200 kWh/m²a, což je z dnešního pohledu katastrofická hodnota, která ukazuje absolutní neúspornost dané budovy.

2.1.2 Vývoj v oblasti úsporných budov

Postupem času se začalo hledat řešení pro snížení energetické náročnosti budovy a zlepšování tepelně technických vlastností. Vývoj se rozvíjel přes nízkoenergetické budovy až k pasivním budovám, kdy tyto budovy mají zohledněny požadavky na výstavbu s nižší energetickou náročností již podle vytvořené a platné a časem zpřísnující se legislativy. Nízkoenergetické budovy spotřebují k vytápění nejvíce 50 kWh/m²a, což představuje značné úspory a v dnešní době je směr a požadavky již na pasivní domy, které mají 15 kWh/m²a, a dále až na nulové a aktivní domy, které energii navíc dodávají i do sítě.

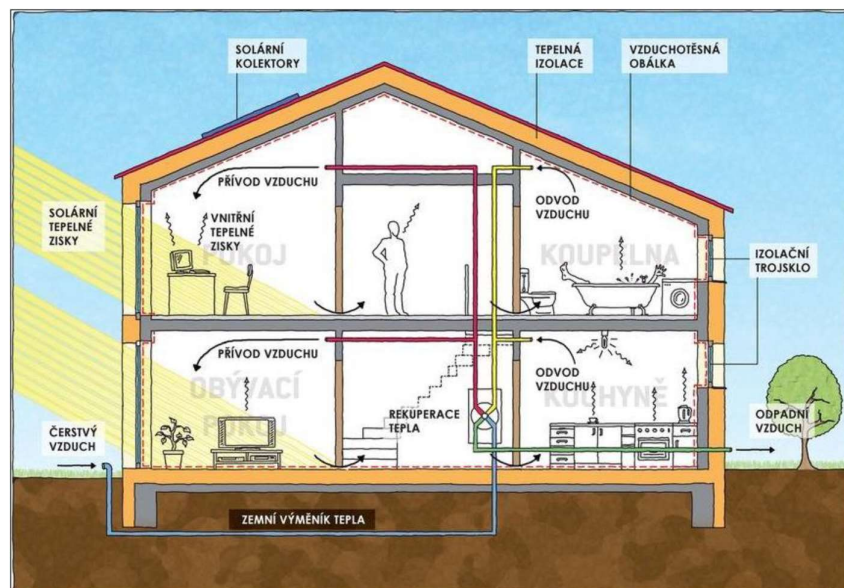
Samozřejmostí na nízkoenergetickou a lepší výstavbu je kvalitní zateplení obálky domu a s tím související tepelně izolační okna a dveře, dále izolace střechy, příp. stropního podlaží, a základů budovy. Také dnešním standardem je použití obnovitelných zdrojů energie jako hlavních zdrojů energie nebo např. požadavek na vzduchotěsnost budovy. V současné době je snaha o co největší nahrazení všech zbývajících soustav a stavebních řešení na ekologičtější, ekonomičtější řešení i s pomocí různých dotací.

2.1.3 Výpočetní programy pro hodnocení budov

V práci se budeme věnovat programu PHPP, jehož užívání je časté zejména v Německu mluvících zemích, a programu Energie pro stanovení PENB, který je nejčastěji rozšířen nejenom mezi odborníky, ale i mezi architekty. Mezi další příklady patří např. program PHPP a modul energetická náročnost budov od Protechu.

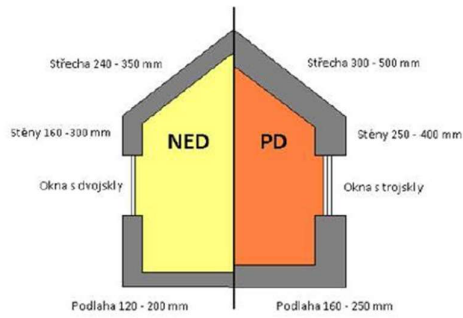
2.2 Co je to pasivní dům a co je to nízkoenergetický dům

Schéma fungování nízkoenergetického domu.



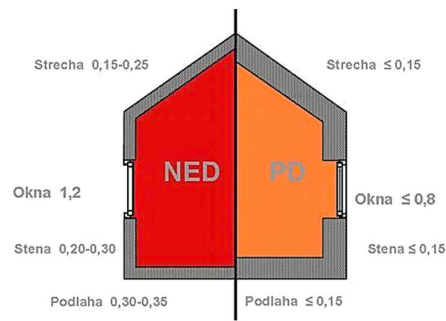
Obrázek 1 – Nízkoenergetický dům ⁽¹⁾

2.2.1 Základní rozdíl pasivní a nízkoenergetické domy



Obrázek 2

Vlevo – Rozdíl mezi pasivním (PD) a nízkoenergetickým domem (NED) ⁽²⁾
 Vpravo – Typické hodnoty U pro nízkoenergetické a pasivní domy ⁽²⁾



Obrázek 3

Z obrázků je možné vyčíst, že pasivní domy mají přísnější požadavky než nízkoenergetické domy. Dále je možné vidět minimální požadavky pro zařazení do dané kategorie stavební konstrukce. Celkově nízkoenergetické domy i jejich pod-část – pasivní domy vytváří kvalitní návrh, který slouží nejenom k projektu komfortnějšího vnitřního prostředí, ale i dlouhodobým úsporám.

Nízkoenergetický i pasivní dům lze postavit v zásadě ze stejných materiálů, ale v pasivních domech jsou nastaveny přísnější požadavky, které vyžadují např. větší tepelně izolační vrstvu a ideálně kompletní vzduchotěsnost obálky budovy.

Tím se mění i rozdíl v užívání daného domu, kdy jsou okna neotevírána z důvodu větrání a nastavených parametrů vnitřního vzduchu i možných ztrát tepla z budovy.

2.2.2 Větrání v pasivních domech

Nedílnou součástí návrhu pasivního domu je instalace nuceného větrání s rekuperací.

Měrná tepelná ztráta energie přirozeným větráním v minimálním předepsaném množství výměny vzduchu $n = 0,3 \text{ h}^{-1}$ činí přibližně 29 kWh/m^2 za rok. Z tohoto jednoduchého konstatování lze odvodit, že požadavek nepřekročení měrné potřeby tepla na vytápění 15 kWh/m^2 za rok nelze s přirozenou výměnou vzduchu dosáhnout. ¹⁾

Všechny pasivní domy tedy obsahují nucené větrání a rekuperaci tepla.

Dále se také pro zjištění vzduchotěsnosti budovy dělá tzv. blower door test, což je zkouška, která potvrzuje vzduchotěsnost obálky budovy. Při celkové výstavbě pasivního domu je potřeba dbát na jednotlivé konstrukční detaily budovy, které musí být precizně provedeny, aby bylo dosaženo hodnoty 15 kWh/m^2 pro požadavek vytápění.

2.2.3 Teplo v pasivních domech

Principem v pasivním domě je také energie slunce, které přináší tepelné zisky do interiéru skrz velké plochy oken směřující od východu, přes jih až západní slunce. Přítomnost tělesného tepla obyvatel domu je také bráno jako přínos k vnitřním ziskům v budově nebo tepla z elektrických spotřebičů.

2.2.4 Tvar domu

Důležitost při návrhu pasivního i obecně nízkoenergetického domu je návrh kompaktního tvaru budovy. Ideální by byl co nejjednodušší tvar bez členění, kdy k samotnému domu jsou teprve následně připojeny další prvky, jako je např. pergola, zimní zahrada a další. I proto je potřeba najít správnou kombinaci a rovnováhu mezi prostým tvarem a neobvyklým řešením tvaru budovy.

2.3 Nulové a aktivní domy

V zahraničí jsou nulové domy známé, jako Energie plus, což znamená, že se jedná o domy, které mají přebytek tepla v rámci roku a navíc i rozsáhlou plochu fotovoltaických panelů a obecně obnovitelných zdrojů, které zajišťují elektrickou energii, která je potřeba k činnosti jednotlivých systémů v domě (např. pro fungování rekuperace a dalších technologií).

Aktivní domy mají natolik vysoký přebytek energie, že tato energie je odevzdávána do veřejné elektrické sítě.

2.4 Historie a pasivní domy

Výraz pasivní dům vznikl v Německu ze slova Passiv Haus. Německo a Rakousko byly jako první země, které se začaly zabývat nízkoenergetickou výstavbou.

Poprvé se výraz Passiv Haus objevil už v roce 1988 a stál za ním Dr. Wolfgang Feist, který při svém vědeckém pobytu na univerzitě ve švédském Lundu prohlásil, že je třeba využít potenciál, který plyne z vylepšené techniky energetických úspor. U pasivních domů jde především o to, aby jejich tepelná ochrana byla natolik kvalitní, abychom mohli opustit konvenční způsoby vytápění, čímž snížíme investiční náklady na výstavbu.²⁾

První pasivní dům byl postaven v roce 1991 a byl opatřen a testován mnoha měřeními. Všechny údaje byly shrnuty a zpracovány v rámci výzkumného projektu, který se jmenoval „Pasivní domy“. Odtud se začal používat celosvětově výraz pasivní dům.

2.5 Pasivní dům shrnutí a ekonomika

Pěkné, estetické prostředí, pohoda vnitřního prostředí po celý rok, příjemné teploty v létě i v zimě zároveň se stále čerstvým vzduchem bez průvanu -> to všechno a víc vytváří jedny z důležitých položek při návrhu a následně užívání domu.

Rekuperace vzduchu zabrání problému s větráním a zároveň tepelným ztrátám. 15% navýšení celkové ceny při výstavbě i návrhu, ale následně až 90 % úspory po celou dobu životnosti je další bod, který ovlivňuje pořizovací cenu, ale je potřeba i pohled během celé životnosti budovy a to směřuje jednoznačně k pasivním stavbám nejenom vzhledem k ekonomičnosti ale i kvalitě a ekologii budovy.

Návratnost investice se zpravidla pohybuje okolo 12 let v pasivním domě oproti běžnému domu, který neřeší požadavky jako pasivní dům, při základních 10 až 15 % navýšení ceny pasivního domu oproti běžnému domu. Velmi závisí na použitých materiálech, celém návrhu a tím na projektantovi, architektovi a staviteli budovy a vyvážení jednotlivých kritérií, které jsou požadovány na celou budovu.

Dále se v pasivních domech nejenom ušetří na vytápění, ale také jsou vyloučeny alergie z důvodu filtrace vzduchu, která eliminuje nečistoty, prach, vlhkost, alergeny a další...

2.5.1 Výhody pasivních domů

- Malé náklady na vytápění
- Čerstvý vzduch, stabilní teplota, tepelný komfort a vyloučení průvanu
- Zdravý vzduch - odstranění potíží s alergiemi (filtrace vzduchu rekuperací)
- Ekologie - do životního prostředí není nadbytek škodlivých emisí

3 Požadavky a legislativa v ČR

Od roku 2025 podle dnešních nastavených standardů a požadavků je cíl, aby všechny novostavby již byly v pasivním nebo dokonce nulovém či aktivním standardu. To vytváří tlak na projektanty i architekty, aby se zaměřili na energetickou náročnost budovy a zohledňovali některé požadavky již při návrhu celé budovy a projektu.

Pro nízkoenergetické domy v ČR je nastavena limitní hodnota pro měrnou potřebu tepla na vytápění 50 kWh/m²a.

- Pro pasivní domy v ČR je nastavena limitní hodnota pro měrnou potřebu tepla na vytápění budovy 15 kWh/m²a.
- Provoz budovy a tím i množství primární energie zároveň nesmí být více než 120 kWh/m²a.
- A jako základ by budova měla splňovat hodnoty součinitele prostupu tepla jednotlivých stavebních konstrukcí i celkový průměrný součinitel tepla obálky budovy.

V ČR jako základ je norma ČSN 73 0540 a její další znění, která udává základní informace nejenom ohledně terminologie, ale i definici pasivního domu.

Norma ČSN 73 0540 konkrétně říká:

„Pasivní domy jsou budovy s roční měrnou potřebou tepla na vytápění nepřesahující 15 kWh/(m²a). Takto nízkou energetickou potřebu budovy lze krýt bez použití obvyklé otopné soustavy, pouze se systémem nuceného větrání obsahujícím účinné zpětné získávání tepla z odváděného vzduchu (rekuperací) a malé zařízení pro dohřev vzduchu v období velmi nízkých venkovních teplot. Navíc musí být dosaženo návrhových teplot vnitřního vzduchu po provozní přestávce v přiměřené (a v projektové dokumentaci uvedené) době. Současně nemá u těchto budov celkové množství primární energie spojené s provozem budovy (vytápění, ohřev TUV a elektrická energie pro spotřebiče) překračovat hodnotu 120 kWh/(m²a).“

Obecně pro nízkoenergetické a pasivní domy platí:

1. Doporučené normové hodnoty součinitele prostupu tepla U – normové hodnoty pro nízkoenergetické budovy jsou o 1/3 tvrdší oproti základním hodnotám a pro pasivní domy jsou tvrdší ještě o cca 1/3
2. Umístění na pozemku - co nejvíce na sever příp. východ parcely a ideální je mírný jižní svah – je potřeba dbát na umístění, tak aby bylo možno získat co nejvíce slunečního světla skrz okna a i proto je nutné vnímat sklon a směr terénu
3. Jednotný kompaktní tvar – aby povrch pláště k obestavěnému prostoru byl co nejmenší, ideální je dvoupodlažní kvádr s delší stranou orientovanou k jihu
4. Dispozice domu podle zónování budovy – tepelné zónování vůči světovým stranám a slunci (např. vstup a technické zázemí na neosluněnou stranu domu oproti obytné části domu na osluněných stranách), pozor na garáž pokud je v rámci stavby, je potřeba ji tepelně odizolovat
5. Tepelná izolace a obálka domu – dostatečná vnější tepelná izolace je nezbytná včetně důkladného řešení všech tepelných mostů v budově, např. ideální pro zdvo jsou vápenopískové tvárnice
6. Konstrukční detaily – všechny detaily by měly být vyřešeny min. v měřítku 1/10 a dodrženy
7. Okna a dveře – 40 % tepelných ztrát je skrz otvorové konstrukce, je potřeba tedy optimalizovat velikosti oken a jejich otevíraných částí
8. Vzduchotěsnost – tepelné ztráty skrz ventilační průduchy (i digestoř, krb, spíš, garáž) a netěsnosti je potřeba důkladně vyřešit a dodržet i při výstavbě -> vhodné použít zkoušku blower door testem
9. Větrání s rekuperací – po vzduchotěsnosti je potřeba dodržet hygienickou výměnu vzduchu pomocí větrání a pro úsporu s rekuperací

10. Důsledný autorský a technický dozor – pro kvalitu i při realizaci budovy

Každopádně při celkovém návrhu je nutné dbát i na další požadavky, limity i příležitosti a hodnoty nejenom pozemku a okolí. Posílením vlastností domu mohou být kompenzovány architektonické a další požadavky vložené do návrhu (např. při návrhu mohou být i okna na sever, výhledy, apod.... pokud jsou dobře vyřešeny i vzhledem k energetické náročnosti).

3.1 Zákon a energetická náročnost

Podle směrnice EU o energetické náročnosti budov 2010/31/EU (EPBD) mají být od roku 2018 veřejné budovy stavěny a upravovány již pouze ve standardu domu s téměř nulovou spotřebou energie.

Podle zákona 406/2000 Sb. §. 7- Snižování energetické náročnosti budov § 7

(1) V případě výstavby nové budovy je stavebník povinen plnit požadavky na energetickou náročnost budovy podle prováděcího právního předpisu a při podání žádosti o stavební povolení, žádosti o společné povolení, kterým se stavba umísťuje a povoluje, žádosti o změnu stavby před jejím dokončením s dopadem na její energetickou náročnost nebo ohlášení stavby to doložit průkazem energetické náročnosti budovy, který obsahuje hodnocení splnění požadavků na energetickou náročnost budovy minimálně na optimální úrovni

c) splnění požadavků na energetickou náročnost budovy s téměř nulovou spotřebou energie, a to v případě

- budovy s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 1500 m² - od 1. ledna 2018
- budovy s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než 350 m² - od 1. ledna 2019
- budovy s celkovou energeticky vztažnou plochou menší než 350 m² od 1. ledna 2020.
=> **2020 již všechny budovy**
- posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti místního systému dodávky energie využívajícího energii z obnovitelných zdrojů, kombinované výroby elektřiny a tepla, soustavy zásobování tepelnou energií a tepelného čerpadla
- budovy, jejímž vlastníkem a uživatelem bude orgán veřejné moci nebo subjekt zřízený orgánem veřejné moci - viz odst. 2 písm. b)

Pro větší změny dokončené budovy - energetické posouzení budovy na nákladově optimální úrovni V případě jiné než větší změny dokončené budovy, a která je provedena do 10 let od vyhotovení průkazu energetické náročnosti této budovy => doložení kopií dokladů, které se vztahují k měněným stavebním prvkům obálky budovy nebo měněným technickým systémům a které jsou povinni uchovávat 5 let.

(5) Požadavky na energetickou náročnost budovy nemusí být splněny u:

a) u budov s celkovou energeticky vztažnou plochou menší než 50 m²,

b) u budov, které jsou kulturní památkou, anebo nejsou kulturní památkou, ale nacházejí se v památkové rezervaci nebo památkové zóně, pokud by s ohledem na zájmy státní památkové péče splnění některých požadavků na energetickou náročnost těchto budov výrazně změnilo jejich charakter nebo vzhled; tuto skutečnost stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek doloží závazným stanoviskem orgánu státní památkové péče,

d) u staveb pro rodinnou rekreaci, které jsou užívány jen část roku a jejichž odhadovaná spotřeba energie je nižší než 25 % spotřeby energie, k níž by došlo při celoročním užívání,

f) při větší změně dokončené budovy v případě, že stavebník, vlastník budovy nebo společenství vlastníků jednotek prokáže energetickým auditem, že to není technicky nebo ekonomicky vhodné s ohledem na životnost budovy a její provozní účely,

Z tohoto vyplývá, že od roku 2020 již všechny budovy budou muset splnit požadavky na budovy s téměř nulovou spotřebou energie. To vytváří tlak na projektanty a architekty i celé stavební odvětví, které se neobejde bez podrobných znalostí a změny přístupu od návrhu až po finalizaci projektů.

3.2 Hlavní legislativní požadavky

V Tabulce 1 a 2 je možnost vidět shrnutí základních hlavních požadavků pro pasivní budovy. Pro administrativní objekt se jedná o neobytnou budovu s převažující teplotou 18-22 °C. Pro rodinný dům se jedná o obytnou budovu, pro kterou jsou ideální nižší než doporučené hodnoty.

Tabulka 1

Základní charakteristiky pasivních budov		Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/(m ² K)]	Měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/(m ² a)]	Měrná potřeba energie na chlazení [kWh/(m ² a)]	Měrná potřeba primární energie [kWh/(m ² a)]
Obytná budova	Rodinný dům	<= 0,25	<=0,20	0 ⁽²⁾	<= 60
		požadováno	požadováno		
		<=0,20	<=15		
		doporučeno	doporučeno		
	Bytový dům	<=0,35	<=15	0 ⁽²⁾	<= 60
		požadováno			
		<=0,30			
		doporučeno			
Neobytná budova s převažující teplotou 18°C-22°C		<=0,35 ⁽¹⁾	<=15	<=15	<= 120
Ostatní budovy		Požadavky stanoveny individuálně s využitím aktuálních poznatků odborné literatury			<= 120
1) Uvedená hodnota je doporučena, nejvýše však musí být rovna odpovídající hodnotě $U_{em,rec}$ podle 5.3.2 [2].					
2) Stavební řešení musí být takové, aby strojní chlazení nebylo potřebné. Pokud by výjimečně bylo dodatečně použito, musí být odpovídajícím způsobem zahrnuto do hodnocení primární energie, a to i kdyby se jednalo o individuální jednotky považované za elektrické spotřebiče.					

Tabulka 2

Zástupci nové generace energeticky úsporných budov (klasifikace) v porovnání s pasivní budovou				
Typ budovy	Základní popis	Základní kritéria		
		Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy W/(m ² K)	Měrná potřeba tepla na vytápění (kWh/m ² a)	Měrná spotřeba primární energie (kWh/m ² a)
Pasivní budova	Standardní řešení - jako referenční	Podle ČSN 73 0540-2 (2011)	<= 15 <= 20 pro rodinné domy	<= 60 pro obytné budovy <= 120 pro neobytné budovy
Energeticky nulová budova	Individuální řešení	Požadavek pro pasivní budovu		<= 0 pro všechny budovy
Budova blízka budově energeticky nulové				<= 30 pro obytné budovy <= 90 pro neobytné budovy

V Tabulce 3 je výpis základních požadovaných a doporučených hodnot pro budovy, které musí být splněny.

Tabulka 3

Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)]		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině ^{4), 6)}	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině ⁶⁾	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami ³⁾	1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,7	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5 ²⁾	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4 ⁷⁾	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,6	1,7	1,4
Lehký obvodový plášť (LOP), hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s poměrnou plochou průsvitné výplně otvoru $f_w = A_w / A$, v m ² /m ² , kde A je celková plocha lehkého obvodového pláště (LOP), v m ² ; A _w plocha průsvitné výplně otvoru sloužící převážně k osvětlení interiéru včetně příslušných částí rámu v LOP, v m ² .	$f_w \leq 0,5$ 0,3 + 1,4 · f _w	0,2 + f _w	0,15 + 0,85 · f _w
	$f_w > 0,5$ 0,7 + 0,6 · f _w		
Kovový rám výplně otvoru	-	1,8	1,0
Nekovový rám výplně otvoru ⁵⁾	-	1,3	0,9-0,7
Rám lehkého obvodového pláště	-	1,8	1,2

4 O výpočetních nástrojích

Výpočetních nástrojů v dnešní době pro hodnocení energetické náročnosti budov je celá řada. Každý z nich má různou přesnost výpočtu a definované okrajové podmínky.

Mezi odborníky přes nízkoenergetickou výstavbu, ale i nejrozšířenější mezi architekty, jsou používány 2 základní metodiky hodnocení:

Tabulka 4

Parametr	Popis a využití	Metodika
PENB	Průkaz energetické náročnosti budovy je u nás nejčastěji používaným hodnocením. Stanovuje třídy A-G energetické náročnosti a je povinnou přílohou projektové dokumentace ke stavebnímu povolení budovy.	Jedná se o hodnotící a srovnávací nástroj, který hodnotí celkovou spotřebu energie na vytápění, chlazení, přípravu teplé vody, větrání a osvětlení a spotřebu neobnovitelné primární energie.
PHPP	Metodika byla vyvinuta v Pasivehaus Institutu k návrhu a hodnocení energeticky pasivních domů.	Jedná se o celosvětově uznávaný nástroj pro nízkoenergetické a pasivní budovy, který vyhodnocuje měrnou potřebu tepla na vytápění a primární spotřebu energie objektu.

Dále tyto metodiky jsou použity v různých výpočetních nástrojích, jako je např. software Energie, NKN, PHPP a další...

Pro tuto práci byl použit software PHPP a Energie jako hlavní srovnání metodik a výpočetních nástrojů.

4.1 Metodika PENB

Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB) udává, kolik energie spotřebuje budova při běžném provozu. Následně je budova zařazena do kategorie od A (nejúspornější) až kategorie G (nejméně úsporná a nejnáročnější). Průkaz je v dnešní době nutné doložit téměř pro všechny případy týkající se budov (např. není nutné pro malé stavby do 50m²,...). Hodnocení a metodika je založena na energetickém hodnocení objektu formou srovnání návrhu s referenční budovou – tedy srovnání 2 budov - kdy referenční budova je budova, která je téhož druhu, tvaru a velikosti prosklených ploch, orientace ke světovým stranám, stínění, vnitřním uspořádání a typického účelu užívání.

Touto metodikou se řídí software a program Energie nebo např. NKN.

4.2 Metodika PHPP

Certifikace a metodika PHPP byla vyvinuta v Německu v roce 1991 za účelem posouzení, hodnocení a srovnání pasivních rodinných a bytových domů. Hodnocení je zaměřeno především na energetické hodnocení objektu a kvalitu vnitřního prostředí. Nezohledňuje vztahy budovy a okolí. Výsledkem je certifikát PHI (Passive House Institute), kterým se v České Republice zabývá Centrum pasivního domu a je možnost získat certifikaci na pasivní dům a nízkoenergetický dům.

Touto metodikou se řídí software a program PHPP.

4.3 O programech

V této kapitole se nachází pouze uvedení do použitých softwarů použitých v diplomové práci, základní seznámení s programy, jejich obsahem a princip uživatelského a pracovního prostředí, které se vzájemně mezi programy Energie a PHPP odlišuje.

4.3.1 Energie

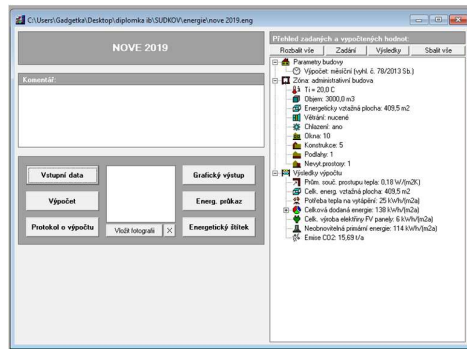
Pro energetické posouzení budovy jako jeden z programů na trhu slouží program ze Svoboda software konkrétně software Energie. Ten slouží k hodnocení energetické náročnosti budovy a k vypracování průkazu energetické náročnosti.

V této práci byla použita verze pro studenty Energie 2016 EDU.

4.3.1.1 Úvod do programu

Energie je velmi intuitivní program, který je doplněn o řadu pomocných výpočtů a nápověd, které vedou ke správným výsledkům a hodnotám.

Po spuštění programu je potřeba vytvořit novou úlohu případně otevřít stávající úlohu a následně vytvořit všechny vstupní data budovy. Následně z hlavního menu se vytvoří výstupy a protokoly po výpočtu.

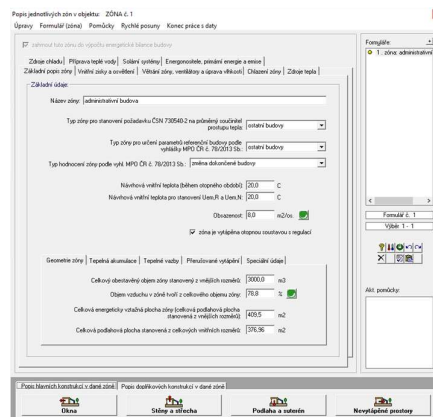


Obrázek 4

4.3.1.2 Popis objektu a klimatických podmínek a popis jednotlivých zón

V této části se zadávají základní údaje o objektu. Důležité je zvolit správný typ výpočtu (zadáva se měsíční pro komplexní hodnocení energetické náročnosti budov) a klimatické podmínky podle umístění budovy. V programu Energie jsou v různých částech pomocné informace a doplnění hodnot, pokud se projekt bude posuzovat na Novou zelenou úsporám, což je úžasná pomoc.

Pro další specifikace objektu slouží celá část popis jednotlivých zón. Zde se nacházejí jednotlivé karty, které popisují následující kapitoly a v nižší části karty pro specifikace konstrukcí v dané zóně.



Obrázek 5

4.3.1.3 Základní popis zóny

V této části je potřeba nastavit základní údaje, jako je funkce, teploty a důležitá geometrie celé zóny, a další parametry, které mají pro celý výpočet zásadní vliv.

Geometrie zóny jsou rozměry zóny na základě obestavěného objemu zóny a podlahové plochy.

4.3.1.4 Karta Vnitřní zisky a osvětlení

Na této kartě se definují vnitřní zisky podle osob, spotřebičů a osvětlení.

4.3.1.5 Karta Větrání zóny, ventilátory a úprava vlhkosti

Zde je potřeba jednoduše nastavit způsob větrání v budově – přirozené / nucené / kombinace a pomocí jednotlivých parametrů doplnit základní údaje o budově (kolik vzduchu potřebujeme) i větrné situaci v okolí budovy. Výbornou pomůckou je pomocný výpočet, který umožňuje zjistit objem větraného vzduchu pomocí osob a podle intenzity větrání.

4.3.1.6 Karta Chlazení zóny

V této kartě není potřeba zadání skoro žádných hodnot, pouze základní informace v letních měsících konceptu chlazení – zda je zóna chlazená.

4.3.1.7 Karta Zdroje tepla

Tato karta je jednou z nejdůležitějších. V této části se zadávají zdroje tepla nacházející se v budově a jejich základní specifikace jako je účinnost sdílení a distribuce tepla a definování akumulací nádrže a další. Také pokud se v budově nachází teplovzdušné vytápění, tak je to zde nutno zadat.

4.3.1.8 Karta Zdroje chladu

Zdroje chladu je karta, která je obdobná jako zdroje tepla. Zadání zdroje a technických údajů.

4.3.1.9 Karta Příprava teplé vody

V části teplé vody je potřeba nastavit data podle známých hodnot, přičemž Energie pomáhá ve smyslu známých dat, je-li známa: měrná potřeba tepla na přípravu teplé vody / průměrná roční potřeba teplé vody / denní potřeba teplé vody na osobu. Dále definování objemu zásobníku vody, ztráty a nakonec rozvody teplé vody.

V této části se také zadává zdroj tepla, u kterého je možné nastavit, že je totožný stejně jako u vytápění.

4.3.1.10 Karta Solární systémy

Pokud se v objektu nachází foto-voltaický a nebo termický systém, v této části se nastaví zkráceně jejich plocha, orientace, účinnost a dále je počítáno podle zjednodušeného výpočtu, což je možné nastavit.

4.3.1.11 Karta Energonositel, primární energie a emise

Jako další důležitý bod v programu je správné vyplnění hodnot % podílů energie jednotlivých energonositelů. Tedy rozdíl oproti PHPP je takový, že v PHPP se zadává zdroj tepla, u kterého se určuje jeho % podíl na přípravě teplé vody a vody na vytápění. V Energii je vybrán energonositel (např. elektřina, plyn) u kterého je zvoleno z kolika % se podílí na dané části v budově -> vytápění, chlazení, úprava vlhkosti, příprava teplé vody, osvětlení, pomocné energie (ventilátory, čerpadla).

Popis jednotlivých zón v objemu ZÓNÁ č. 1

Úpravy Formulář (zóna) Pomůcky Příklad pomůcky Konec práce a daty

Základní popis zóny | Vnitřní zisky a osvětlení | Větrání zóny, ventilátory a úprava vlhkosti | Chlazení zóny | Zdroje tepla | Zdroje chladu | Příprava teplé vody | Solární systémy | Energonositel, primární energie a emise

Vypočítat primární energii a emise CO2

Spotřeba energie (vytápění, chlazení, ...) | Váha energie (solární systémy a kogenerace) | Reflektivita budova

Energonositel: **elektrická energie** | [obecný energonositel] | [obecný energonositel] | [energotyp]

V tabulce níže nastavte podíl jednotlivých energonositelů na celkové spotřebě energie. Podíl musí být 100%.

Faktor neobnovitelné primární energie	0,0	0,0	0,0	0,0
Faktor obnovitelné primární energie	0,0	0,0	0,0	0,0
Spotřeba emisí CO2 v kg/kWh	0,0	0,0	0,0	0,0

Podíl z dalších podílů energie přizpůsobit na jednotkové energonositele v %:

Vytápění	100,0 %	100,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Chlazení	100,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Úprava vlhkosti	100,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Příprava teplé vody	0,0 %	100,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Osvětlení	0,0 %	0,0 %	100,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Pomocné energie (ventilátory, čerpadla, ...)	100,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

Vypočítat primární energii a emise CO2 je podporováno jen pro následující typ budov:

Obrázek 6

4.3.1.12 Okna

Ve spodní části je potřeba definovat hlavní konstrukce, které se nachází v dané zóně a blíže je specifikovat.

Jako první je část - okna. Obecně jsou to všechny otvorové konstrukce nacházející se na obálce budovy. Definují se jejich rozměry, součinitele prostupu tepla, orientace, ... až po vzdálenosti od jakýchkoliv pevných překážek. Další možností je zadat korekční činitele rovnou. Pro přesnější výpočet je lepší ale vzdálenosti od pevných překážek zadávat a výpočet korekcí je již v rámci programu a výpočtu.

Následně v části stěn je nutné tyto rozměry oken odečíst k čemu slouží pomocný výpočet u stěn.

Obrázek 7

4.3.1.13 Stěny a střecha

V dalším podokně Stěny a střecha je nutné zadat jednotlivé obalové konstrukce – v této části pouze stěny a střechu – tedy konstrukce přiléhající k venkovnímu prostředí a odečíst okna. Následně zadat součinitele prostupu tepla, kdy je výborné propojení s programem Svoboda software – Teplo, a zadat požadované hodnoty součinitele prostupu tepla na zadané konstrukci podle typu konstrukce.

Ohledně tepelných vazeb, tak mohou být zadávány ručně, příp. v části Základní popis zóny -> tepelné vazby je možnost zvolit hodnotu přibližně od 0,01 až 0,1 W/m²K v závislosti na kvalitě řešení detailů.

Č.	Označení konstrukce	Zařadí v tabulkách do kategorie	Plocha konstrukce (m ²)	Odečíst okna	Součinitel prostupu tepla (W/m ² K)	U.N.20 (W/m ² K)	Čísel b (1)
1	S2 obvodová stěna	Obvodová stěna	178,97	Odečíst okna	0,129	0,30	1,00
2	L2 obvodová stěna	Obvodová stěna	98,52	Odečíst okna	0,129	0,30	1,00
3	JV obvodová stěna	Obvodová stěna	192,41	Odečíst okna	0,129	0,30	1,00
4	SV obvodová stěna	Obvodová stěna	98,34	Odečíst okna	0,129	0,30	1,00
5		Obvodová stěna	0,00	Odečíst okna	0,888	0,00	1,00
6	střecha	Střecha	409,62	Odečíst okna	0,124	0,24	1,00
7		Obvodová stěna	0,00	Odečíst okna	0,000	0,00	1,00
8		Obvodová stěna	0,00	Odečíst okna	0,000	0,00	1,00
9		Obvodová stěna	0,00	Odečíst okna	0,000	0,00	1,00
10		Obvodová stěna	0,00	Odečíst okna	0,000	0,00	1,00

Obrázek 8

4.3.1.14 Podlaha a suterén

V posledním podokně je nutné definovat konstrukci přiléhající k zemině a její typ (podlaha na zemině/zvýšená podlaha/vytápěný suterén nebo dílčí konstrukce / částečně či zcela nevytápěný suterén). Dále obecné údaje týkající se zeminy a spodní vody a na závěr okrajovou izolaci podlahy.

4.3.2 PHPP

Pasivní domy a jejich historie i ve smyslu výpočetních nástrojů začala od 90.let 20.století. Německý Passivhaus Institut přišel s programem PHPP (Passive House Planning Package), což je návrhový nástroj v prostředí editoru MS Excel, který prochází neustálým rozvojem.

V současné době je na trhu verze 8.5 až 9.0 a centrum pasivního domu nabízí odborné lekce a kurzy. Od základních kurzů pro každého až po specializované kurzy pro projektanty a specialisty.

Na základě tohoto programu je následně udělována certifikace pasivního domu.

V této práci je pro všechny výpočty a posouzení používána verze PHPP 8.5 v české verzi.

4.3.2.1 Úvod do programu

Po spuštění programu se objeví značné množství listů. Mezi hlavní listy patří list Hodnocení a Přehled, které obsahují základní informace o projektu a shrnutí výsledků, které jsou průběžně vypočítány, a podle kterých je dáno závěrečné zhodnocení budovy, zda splňuje pasivní standard.

Podrobnější informace o jednotlivých listech z hlediska srovnání programů je v kapitole 7.

4.3.2.2 List Hodnocení

Zde se zadávají základní údaje, popis objektu – umístění, architekt, stavebník,... a dále vnitřní teplota, počet obyvatel v dané budově a nacházející funkce. A dále výsledný souhrn výsledků v budově a zhodnocení zda, daná budova splňuje požadavky na pasivní standard.

4.3.2.3 List Přehled

V tomto listu se nachází podrobnější přehled specifických údajů pro danou budovu od základních údajů až po koncepci od stavební části až po technické řešení objektu.

4.3.2.4 List Klima

Na tomto listu je možnost vybrat konkrétní klimatickou oblast, ve které se budova nachází nebo navrhuje, nebo je možnost zadání vlastních klimatických dat pro danou oblast nebo místo. Tyto hodnoty jsou jedny z klíčových pro budovu.

4.3.2.5 List U-hodnoty

Základní výpočty součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí je možnost vypočítat a následně je na ně odkazováno v dalším listu Plochy.

4.3.2.6 List Plochy

Zadání ploch jednotlivých stavebních konstrukcí, které vytváří obálku budovy včetně jejich měrné plochy z celé obálky. Dále se na tomto listu nachází zadání tepelných mostů a výpočty až k závěrečnému výpočtu průměrného součinitele tepla obálky budovy.

V PHPP jsou definovány zóny:

A – styk s venkovním vzduchem

B – styk se zeminou nebo nevytápěným suterénem

P – tepelný most v oblasti perimetru (na obvodu objektu)

X – zvláštní plocha s individuálně vypočteným činitelem teplotní redukce (např. nevytápěné schodiště)

Při návrhu a realizaci pasivních domů se uvažuje princip bez tepelných mostů, tzn. že tepelné toky jsou tak nízké skrz mosty, že jsou zanedbatelné. Pokud je ale hodnota lineárního činitele prostupu tepla větší než 0,01 W/mK, tak je potřeba tok zohlednit. Obecně se zohledňují rohy budovy, základy obvodové stěny a napojení střechy a stěn.

Tento list je jedním z klíčových, protože definuje obálku budovy.

4.3.2.7 List Zemina

Pro výpočet tepelných ztrát skrz konstrukci přilehlou k zemině je nutné zadat způsob kontaktu se zeminou (podlaha na zemině / vytápěný/nevytápěný suterén / zvýšená deska) a vlastnosti dané zeminy.

4.3.2.8 List Prvky

Na tomto listě se nachází předdefinované prvky pro pasivní domy, příp. je možnost vytvořit vlastní – od zasklení a rámu až po jednotku vzduchotechniky.

4.3.2.9 List Okna

Zde se zadávají údaje o otvorech nacházející se na obálce budovy. Zadává se orientace, geometrie, součinitele a osazení. Výsledné hodnoty ukazují výsledné součinitele prostupu tepla na jednotlivé světové strany a následné redukční faktory, které jsou zjištěny podle následujícího listu Zastínění nebo dále sluneční záření skrz otvorové konstrukce a tím i tepelné zisky, které ovlivňují energetickou bilanci objektu. I proto je tento list klíčový.

4.3.2.10 List Zastínění

Každá budova má prvky na fasádě ale i v jejím okolí. Vlivy, které snižují přísun slunečního záření v budově. Podle toho jsou následně při zadání geometrie a parametrů vypočítány faktory zastínění jednotlivých oken, se kterými je následně počítáno v předchozím listu. Mezi příklady patří balkon, sousední budova i ostění jednotlivých oken.

4.3.2.11 List Větrání

Zadání základních údajů a následně výpočty ohledně větrání probíhají na tomto listu. Stanovuje se výměna vzduchu infiltrací do objektu podle větrné expozice a především standardní zadání pro vzduchotechnickou jednotku.

Podle počtu osob a množství potřebných hodnot odvodu vzduchu z místností s odtahem vzduchu (koupelny, toalety, kuchyně) je zjištěna potřebná hodnota průměrné hodnoty výměny vzduchu v budově.

4.3.2.12 List Větrání další

Tento list nabízí další podrobnější možnost specifikace jednotlivých prostorů a podrobnější výpočet. Pokud je ale uvažován standardní výpočet, tak ten probíhá na základním listu Větrání.

4.3.2.13 List VytSezonní

Na tomto listu není potřeba nic zadávat. Všechny potřebné hodnoty k výpočtu již byly zadány a zde se nachází výpočet pomocí sezónní metody v rámci celého roku ohledně potřeby tepla na vytápění budovy.

Výsledkem je potřeba tepla na vytápění v budově za rok a musí splňovat požadavek pro pasivní budovy 15 kWh/m²a.

4.3.2.14 List Vytápění

Tento list je téměř shodný jako předchozí. Stejně vstupní parametry, ale výpočet potřeby tepla na vytápění v budově je vypočítán podle měsíční metody.

4.3.2.15 List Tepelný výkon

Zde se zjišťuje a vypočítává tepelný výkon budovy a pro porovnání i zjišťuje, zda by se dalo vytápět přiváděným vzduchem.

4.3.2.16 List Větrání-L

Stanovení letního větrání se nachází na tomto listu. Větrání v případě chlazení objektu a odhad objemových toků vzduchu při přirozeném větrání v létě okny.

4.3.2.17 List Léto

Léto a odhad letního klimatu navazuje na předchozí list a následující listy týkající se chlazení budovy. Vypočítávají se nadměrné teploty v letním období.

4.3.2.18 List Chlazení

Na tomto listu se nachází výpočet měsíční metodou roční potřeby energie na chlazení budovy. Mezní hodnota je stanovena na 15 kWh/m²a.

4.3.2.19 List Chladící jednotky

Zde se určuje volba způsobu chlazení (chlazení přiváděným vzduchem / cirkulační chlazení / dodatečné odvlhčování / plošné chlazení) a vypočítává se energetická náročnost odvlhčování v budově.

4.3.2.20 List Chladící výkon

V tomto listu je vypočítán potřebný chladící výkon v budově. Tedy obdobně jako bylo v listech vytápění a tepelný výkon.

4.3.2.21 List TV+rozvody

Tento a další listy se zabývají už řešením budovy z pohledu obsahu v budově a konceptu technických zařízení a jednotek v budově.

Tady je definován rozvod tepla v budově a teplé vody. Zadávají se konkrétní délky rozvodů, pokud není projekt v podrobné fázi, tak je potřeba odborný odhad, a následně parametry rozvodů i zásobníku. Výsledkem je např. zjištění potřeby tepla na přípravu teplé vody v budově.

4.3.2.22 List TV-solár

Je-li použit termický solární systém, tak data a informace jsou zadávány na tomto listě. Od parametrů pro kolektory až po solární zásobník a podíl solárního systému na pokrytí potřeby teplé vody a vytápění.

4.3.2.23 List Fotovoltaika

Pokud se v objektu nachází fotovoltaický systém, tak jsou parametry zadávány v této části.

4.3.2.24 List Elektřina

Na tomto listu je výpočet elektřiny v budově. Podle jednotlivých aplikací v budově (od mytí nádobí až po osvětlení), tedy činností a spotřebičů, které se nacházejí v budově a vyžadují elektrickou energii, je vypočítána potřeba elektřiny.

Je potřeba specifikovat, zda se nacházejí uvnitř obálky budovy nebo vně, jejich náročnost a četnost program PHPP většinu hodnot má přednastavenou na standardní hodnoty.

Od spotřeby energie se odvíjí primární energie, která patří mezi základní parametry k posouzení v budově, i proto elektřina v budově je dalším klíčovým bodem v celém výpočtu.

4.3.2.25 List Užití Nebyt

Pro nebytové objekty je možnost zadat profily užívání v dané budově, ať už zadáním nebo volbou profilu užívání, na tomto listu.

4.3.2.26 List Elektřina Nebyt

Následně také pro nebytové objekty je dopočítáváno pro nebytové objekty potřeba elektřiny.

4.3.2.27 List Elektřina pom

Na tomto listu je výpočet potřeby elektřiny pro všechny pomocné spotřebiče, které se nacházejí v budově. Většina hodnot je přednastavená, je pouze potřeba zadat množství daných zařízení nacházející se v budově.

4.3.2.28 List Zisky

Tento list obsahuje souhrn vnitřních tepelných zisků nacházející se v budově. Tím je zjištěno teplo z vnitřních zdrojů.

4.3.2.29 List Zisky Nebyt

Pro nebytové objekty jsou navíc doplněny hodnoty na tomto listu (např. množství osob v administrativní budově) tedy na základě obsazenosti osobami a na základě listu Elektřina Nebyt.

4.3.2.30 List PrimárníE

List Primární Energie je další klíčový list a bod ve výpočtu. Na tomto listu se vypočítává primární energie v budově. Toto je další zásadní kritérium při návrhu budovy. Podle PHPP tato hodnota nesmí přesáhnout 120 kWh/m².

Primární energie obecně v sobě zahrnuje energii potřebnou na vytápění, přípravu teplé vody, pomocné energie a elektrickou energii pro domácnost. Zohledňuje jak energetický obsah suroviny, tak také energii nutnou na její přepravu a zpracování.

PHPP umožňuje vytvářet kombinace mezi různými zdroji dodávky energie do budovy. Na tomto listu se tedy nachází sekce jednotlivých zdrojů, u kterých se zadává jejich procentuální podíl na krytí potřeby tepla na vytápění a procentuální podíl na potřebu teplé vody.

V dalších listech se nachází zadání zdrojů, které se v budově nacházejí.

4.3.2.31 *List Kompakt*

Na tomto listu se nachází zadání kompaktní jednotky s TČ na odpadní vzduch. Tedy kombinované jednotky na výrobu tepla pro vytápění i teplou vodu, s elektrickým tepelným čerpadlem.

4.3.2.32 *List TČ*

Zde se zadávají parametry tepelného čerpadla vzduch/voda, země/voda, voda/voda.

4.3.2.33 *List TČ země*

Na tomto listu je výpočet a zadání parametrů pro tepelné čerpadlo země skrz zemní vrty, zemní kolektory.

4.3.2.34 *List Kotel*

Tento list obsahuje zadání pro výpočet v případě kotlů na plyn, olej, dřevo včetně účinností.

4.3.2.35 *List CZT*

Předávací stanice centrálního zásobování teplem vyžaduje, pokud je přítomna, zadat pouze energetickou účinnost předávací stanice.

4.3.2.36 *List Data*

Tento list je pouze pro vnitřní účely programu, kdy jsou zde přednastavené hodnoty, koeficienty a názvy.

4.3.2.37 *List CPD_databáze*

Tento list slouží pro import do databáze domů -> <http://www.pasivnidomy.cz/domy>.

5 Modelové příklady

Podkladem pro diplomovou práci jsou 2 objekty. První se jedná o malou administrativní budovu, již realizovanou, a druhý projekt rodinného domu.

5.1 Administrativní budova Sudkov

V současné době je tato budova součástí výrobního areálu Moravolen Trade

Obec Sudkov, Česká Republika (blízko Šumperku, na S od Olomouce)

- zastavěná plocha: 409,5 m²
- užitná plocha: 723,39 m²
- obestavěný prostor 2997,76 m³

Jedná se o 2 podlažní administrativní objekt, který byl původně využíván také jako ostatní budovy v okolí pro výrobní a pomocné procesy.



Na tuto budovu byl vytvořen projekt na zlepšení tepelně-technických vlastností budovy, který byl podkladem pro semestrální práci v před-diplomním projektu, kde byla posuzována energetická náročnost budovy stávajícího i nového řešení a zároveň navržena optimalizace objektu.

Bylo zjištěno, že daný projekt na zlepšení tepelně-technických vlastností budovy doopravdy zlepšuje oproti stávajícímu stavu charakteristické vlastnosti budovy stavebního charakteru o 30%. Přesto jeden ze závěrů před-diplomní práce bylo, že toto zlepšení tepelně-technických vlastností by za pomoci nepatrných změn v rámci použití kvalitnějších materiálů a trojskel mohl přinést větší a rychlejší ekonomickou návratnost.

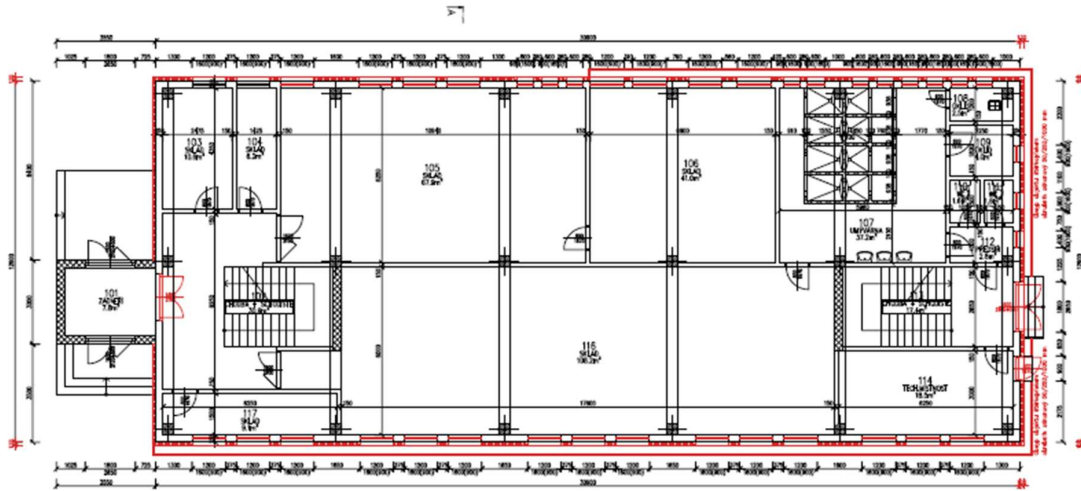
Podklady pro tento projekt byly získány z veřejné soutěže publikované z veřejně dostupných informací a projektů na internetu.



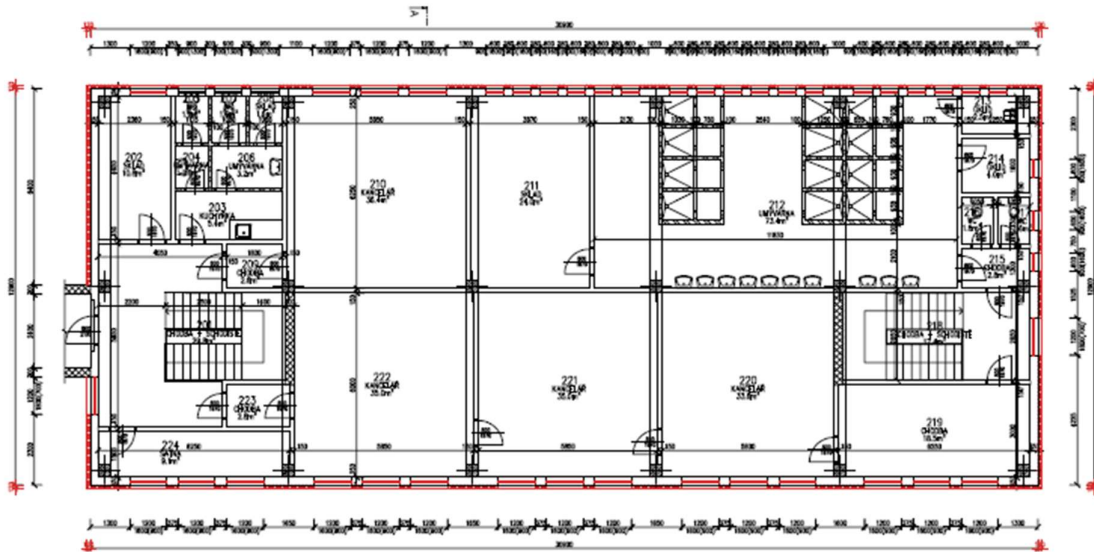
Obrázek 10 – Situace objektu

5.1.1 Vstupní podklady

Ve všech vstupních podkladech je červenou barvou naznačeno řešení tepelně-technických úprav stávajícího objektu, kdy podkladem pro před-diplomní projekt bylo toto nové řešení – tedy posouzení včetně plánovaných úprav.

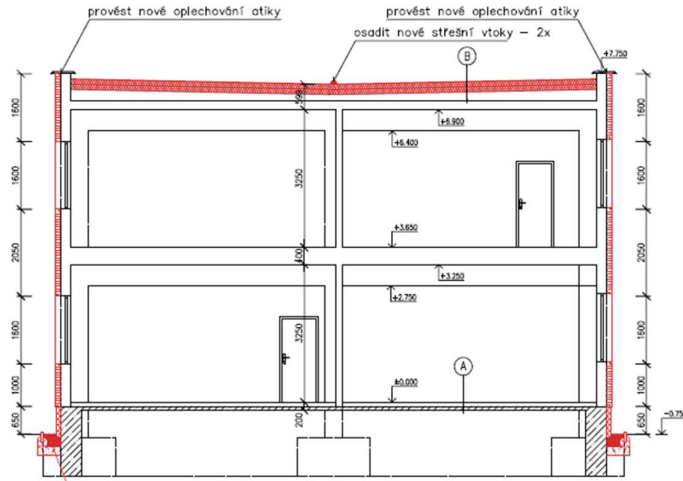


Obrázek 11 – Půdorys 1.NP



Obrázek 12 – Půdorys 2.NP












Obrázek 13 - Řez

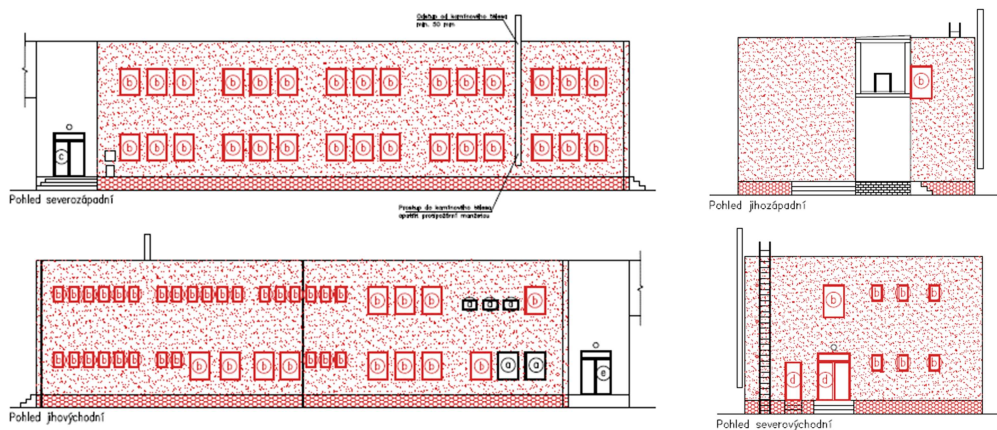
Úpravy tepelně technických vlastností v zadávacím projektu

LEGENDA MATERIÁLŮ KZS

-  -TEPELNÁ IZOLACE KZS EPS 70 ŠEDÝ tl.120mm (OSTĚNÍ+NADPRAŽÍ tl.30 mm)
- VNĚJŠÍ OMÍTKA SILIKON. TENKOVSTVÁ PROBARVENÁ ZATŘENÁ (ROZÍTRANÁ) tl.2mm
-  -TEPELNÁ IZOLACE SOKLU XPS tl. 100mm
- VNĚJŠÍ OMÍTKA STĚN MOZAIKOVÁ STŘEDNÍ ZRNITOST
- OSEKAT PŮVODNÍ KERAM. OBKLAD + VYROVNÁNÍ

LEGENDA VÝPLNÍ OTVORŮ:

-  a) okno plastové dvojsklo $U=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
-  b) okno plastové bílé dvojsklo $U=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ —nové
-  c) dveře vstupní plastové dvojsklo
-  d) dveře vstupní plastové dvojsklo $U=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ —nové
-  e) dveře vstupní kovové $U=5,65 \text{ W/m}^2\text{K}$



Obrázek 14 - Pohledy

5.2 Rodinný dům Marlen

Lokalita:

Nad Hřištěm, parcelní číslo 690/99, Horní Planá,

katastrální území Horní Planá, kraj Jihočeský, okres Český Krumlov

Pozemek má pravoúhlý obdélníkový tvar o rozměrech 45,0 x 19,4 m, delší stranou ve směru východ-západ a je svažitý se sklonem na jihozápad. Ze západní strany jej lemuje ulice Nad Hřištěm.

Zastavěná plocha: 122,78 m²

Obestavěný prostor: 750 m³

Užitná plocha: 162,31 m²

Počet uživatelů domu: 4

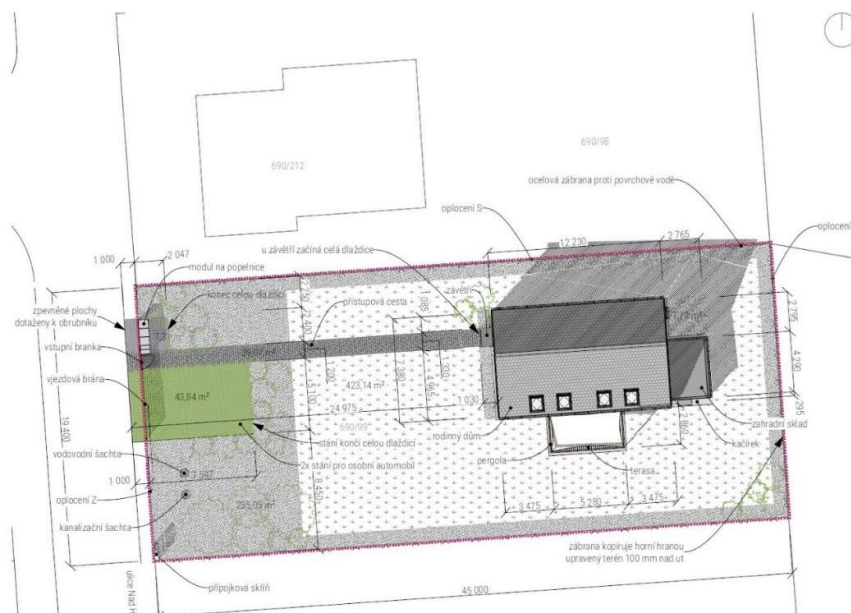
Jedná se o projekt malého dvoupodlažního rodinného domu pro 4 osoby. Vzhledem k velikosti a funkcím v celém rodinném domě byl zvolen 1 zónový model kromě zahradního skladu, který je nevytápěným prostorem.

Kategorie vnitřního prostředí – II - Běžná úroveň očekávání (vhodné využití pro nové budovy a rekonstrukce),

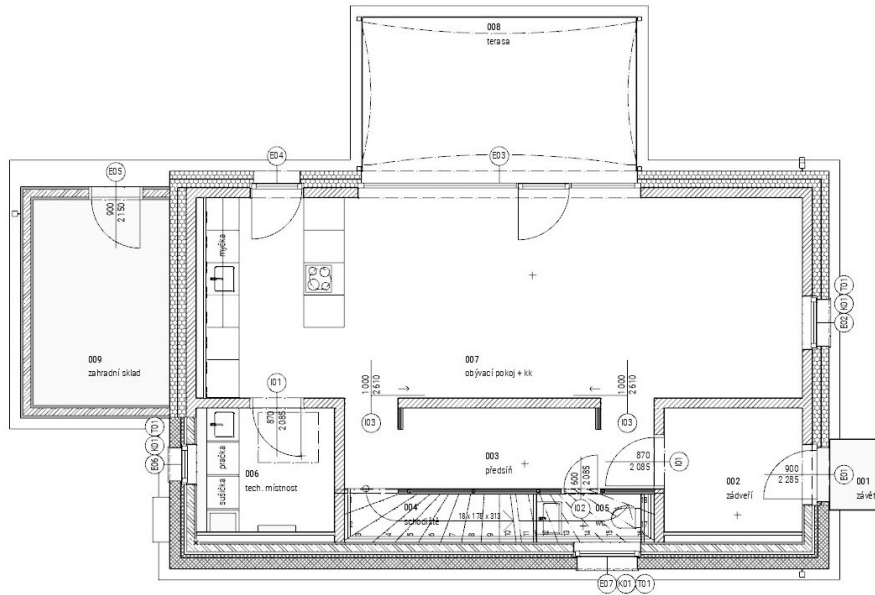
Hladina podzemní vody – cca 6 m (tedy >1m) => Gw = 1,0, Zemina – jíly, hlíny,

Oblast II větrná oblast, V_{b,0} = Základní rychlost větru = 25 m/s, Výška budovy 8,3 m

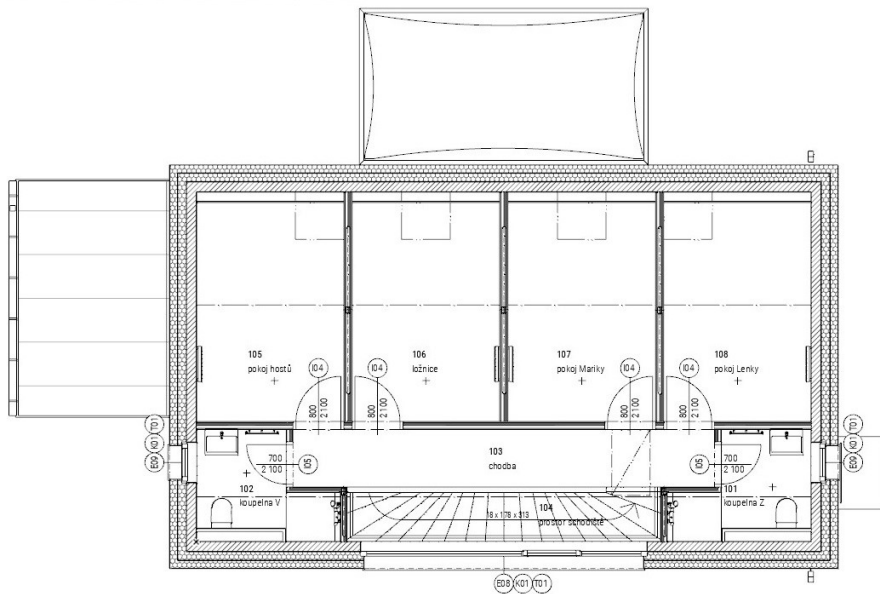
V rámci semestrální projektu z minulých let, na který v této diplomové práci navazuju, bylo úkolem vytvořit optimalizaci na tento návrh a nalézt nejhodnější možné, pouze v programu PHPP, se kterým jsem tehdy poprvé získávala zkušenosti. Závěrem tehdejší práce byly kombinace a vhodné varianty v dané budově a zjištění, že pro bližší přiblížení realitě by bylo potřeba, obzvláště zejména malého rodinného domu, zjistit a vědět konkrétní chování uživatelů v budově.



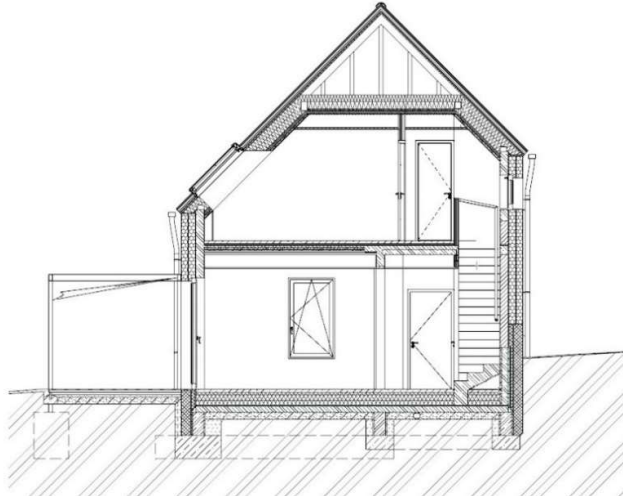
Obrázek 15 – Situace objektu



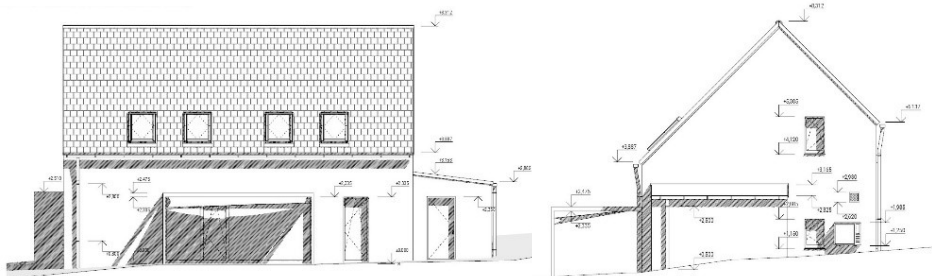
Obrázek 16 – Půdorys 1.NP



Obrázek 17 – Půdorys 2.NP

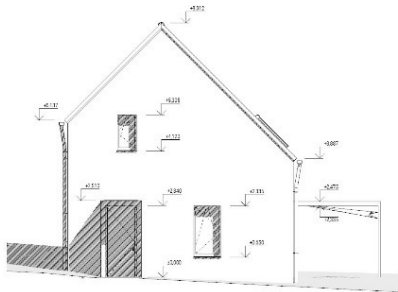


Obrázek 18 - Řez

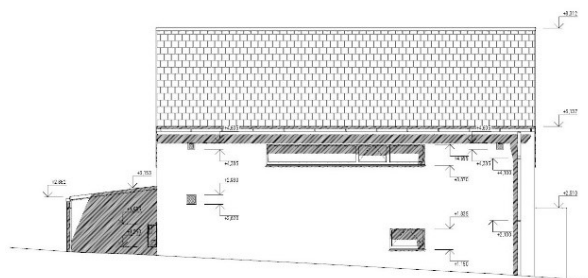


Pohled J

Pohled V



Pohled Z



Pohled S

6 Srovnání programů a výpočetních postupů

6.1 Úvod do výpočtů – podrobnost výpočtu

Všechny výpočetní programy, postupy a nástroje používají obdobný postup k výpočtu jednotlivých hodnot. Přesto každý jednotlivý program a výpočetní nástroj je v různých částech podrobnější případně zohledňuje věci, které nezohledňují ostatní programy. Rozdíly tedy vznikají ve výpočtu a při různé podrobnosti k přiblížení se realitě.

Každopádně jedná se ve všech výpočetních nástrojích a pomůckách o modelové příklady, u kterých je před samotným výpočtem velmi nutné posoudit cíl výpočtu, což je podceňováno.

Je několik možností jak přistoupit k celkovému hodnocení budovy:

11. Zjednodušený výpočet - orientační

Slouží pouze pro první náhled budovy pro velmi hrubé zařazení do energetického hodnocení. Je velmi nepřesný a pro dnešní dobu, kdy trendy směřují k pasivním až aktivním budovám, tak je naprosto nedostatečný. Pro shrnutí je zde snaha pouze o základní nástřel a většina odborníků dokáže kvalitní návrh budovy z hlediska energetické náročnosti poznat od pohledu (zateplení budovy, stáří, tepelný komfort v budově,...).

12. Model s větší podrobností – modelový, legislativní

Tento výpočtový model je akurátní ke stávajícím legislativním, ekonomickým, ... požadavkům. Celkově zohledňuje základní děje v budově, které jsou nutné pro modelový výpočet energetické náročnosti budovy.

Na tomto principu pracují všechny výpočetní nástroje a programy. Rozdíl je v tom, že každý výpočetní nástroj zohledňuje v určitých částech různou podrobnost a proto dochází v některých částech k velmi rozdílným hodnotám, přestože se může jednat o základní skoro stejný výpočet. A i toto je tématem této práce, kdy některé výpočetní nástroje se v určitých částech přibližují více realitě a zohledňují navíc koeficienty a různé činitele.

Tato metoda je nevhodnější z hlediska posuzování budovy v kombinaci s náročností výpočtu a přiblížení realitě a nejlépe slouží ke srovnání modelu a energetické náročnosti v budově s legislativou, požadavky i srovnání mezi budovami.

13. Budova přibližující se co nejlíže realitě – blízky realitě

Ve výpočtovém modelu je množství koeficientů, doplňujících činitelů, které se běžně nezohledňují (např. činitel znečištění, konkrétní chování uživatelů). Přesto je potřebné vědět, že přiblížení se ve výpočtu co nejlíže realitě je velmi náročné, jelikož budovu a vnitřní prostředí ovlivňuje řada faktorů a jsou vlivy, které jsou nepředvídatelné jako např. chování uživatelů, které závisí na stávajících datech a chování lidí v budově. Tedy pro shrnutí je zde snaha přiblížit se absolutnímu chování budovy.

Tento model je vhodný pro detailní, lokální zjištění problémů v budově, přesto z důvodu podrobnosti není pro legislativní poměry vhodný.

Jak se zpřísňuje legislativa i povědomí o energetické náročnosti mezi odbornou veřejností, začíná být snaha o přiblížení se přesnějšimu chování budovy blíže k reálnějšimu chování budovy.

6.2 Výpočet stěn

6.2.1 Výpočet U ploch

Pro výpočet součinitele prostupu tepla obálky budovy je potřeba znát jednotlivé hodnoty součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí, které jsou na rozhraní interiéru a exteriéru. Jedná se tedy o všechny plochy a konstrukce – podlaha, střecha, stěny = plochy a následně výpočet jednotlivých otvorových konstrukcí – okna, dveře - nacházející se na rozhraní.

Pro základní výpočet ploch je použit vzorec pro zjištění úniku tepla z budovy skrz danou plochu.

Výpočet:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n + R_{se}}$$

U = součinitel prostupu tepla plochy [W/m²K]

R_{si} = tepelný odpor konstrukce při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [m²K/W]

R₁, R₂, R₃, ... R_n = tepelný odpor jednotlivých vrstev od 1 až n [m²K/W]

R_{se} = tepelný odpor konstrukce při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [m²K/W]

Tepelný odpor R jednotlivých vrstev konstrukce se vypočítá podle vzorce:

$$R = \frac{d}{\lambda}$$

d = tloušťka dané vrstvy [m]

λ = součinitel tepelné vodivosti vrstvy [W/mK]

Pozn. Obecně je doporučeno a na straně bezpečnosti zvyšovat (zhoršovat) součinitel tepelné vodivosti pro tepelnou izolaci. Pro nenasákavou tepelnou izolaci o 3-5 % a pro nasákavou izolaci o 7-10 %.

6.2.1.1 Okrajové podmínky

Vzhledem k výpočtu jednotlivých konstrukcí je potřeba zohlednit okolní navazující prostředí. To je uvažováno přírůžkou tepelného odporu konstrukce na vnitřní a vnější straně, což ukazuje následující tabulka.

Tabulka 5

Směr toku tepla

<i>Odpor konstrukce při přestupu tepla</i>	<i>nahoru</i>	<i>vodorovně</i>	<i>dolů</i>
<i>R_{si} - na vnitřní straně</i>	0,10	0,13	0,17
<i>R_{se} - na vnější straně</i>		0,04	
<i>R_{se} - zemina</i>		0	

Každopádně je nutné přesné zadávání jednotlivých hodnot nejenom u jednotlivých ploch, ale především i u okrajových podmínek, které ovlivní výsledek výpočtu a dělají se při nich v zadávání budovy jedny z největších chyb.

6.2.1.2 Software Teplo a Energie

Výpočet součinitelů tepla stěn byl spočítán v programu Teplo 2017 EDU a následně výsledné hodnoty U vloženy do softwaru Energie.

Výsledné hodnoty U v programu Teplo jsou vypočítány přesně podle daného vzorce.

Program Teplo zároveň umožňuje výpočet bilance zkondenzované a vypařené vodní páry v rámci celého roku, což program PHPP neumožňuje. Tento výpočet slouží ke zjištění, zda dochází v konstrukci ke kondenzaci v průběhu 1 modelového roku a zda všechna zkondenzovaná vodní pára je vypařena a tím nedochází ke shromažďování vody v průběhu let. I proto je tento výpočet dalším hlavním podbodem při návrhu skladeb jednotlivých konstrukcí.

6.2.1.3 Software PHPP

Výpočet je přesně uvažován podle uvedeného vzorce a je srovnatelný s vlastními výpočty. Zaokrouhlování v mezi-výpočtech je pouze pro přehlednost výpočtu a nemá na výslednou hodnotu vliv.

Návrh pasivního domu: U - HODNOTY STAV. KONSTRUKCÍ

Objekt: **Administrativní objekt Sudkov**

konstrukce se ziskovými (spadovými) vstřahami uzavřená vzhledem k vstřahům a nevýstředné pódy
 → pom. výpočet namísto

Konstrukce 1: **Obvodová stěna** Vnější neizolováno

Ukazuje při přehledu: teplo na vnitřní straně (K_v) [W/(m²K)] 0,13
 vnější (K_v) 0,04

UkVU částka 1	UkVU částka 2 (nepřesný)	UkVU částka 3 (nepřesný)	UkVU částka 4	Tloušťka [mm]
1. železobeton	0,350			2
2. železobeton	1,430			150
3. pěna polystyren	0,051			50
4. železobeton	1,430			50
5. izorex EPS Greywall	0,033			240
6. silikónový tmel	0,350			2
7. silikónová omítka	0,100			2
8.				

UkVU částka 1 100% UkVU částka 2 UkVU částka 3
 UkVU částka 4
 Součinitel U: 0,129 [W/(m²K)] 51,6 m²

Konstrukce 2: **Podlaha na zemi** Vnější neizolováno

UkVU částka 1 0,27
 vnější (K_v) 0,00

UkVU částka 1	UkVU částka 2 (nepřesný)	UkVU částka 3 (nepřesný)	UkVU částka 4	Tloušťka [mm]
1. síťka keramická	1,010			6
2. beton keramická	1,210			60
3. izorex EPS Grey 100	0,032			240
4. elastolok Special měrná	0,210			10
5. beton	1,230			100
6. starokopánek	2,000			150
7.				
8.				

UkVU částka 1 100% UkVU částka 2 UkVU částka 3
 UkVU částka 4
 Součinitel U: 0,117 [W/(m²K)] 58,8 m²

Obrázek 20 – PHPP – zadávání skladeb stavebních konstrukcí

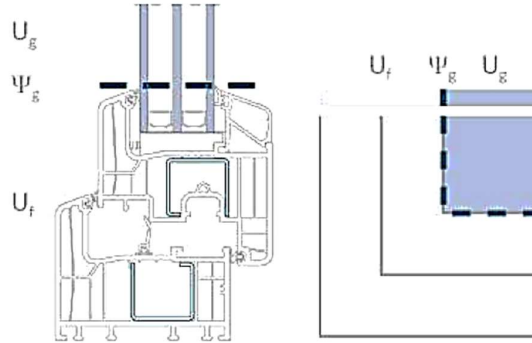
6.3 Výpočet oken

6.3.1 Výpočet U celého okna

U oken se rozlišují 3 hodnoty Součinitele prostupu tepla U.

- U_w = (window=okno) = celková hodnota tepelné propustnosti celého okna
- U_g = (glazing=zasklení) = hodnota tepelné propustnosti zasklením
- U_f (f=frame=rám) = hodnota tepelné propustnosti rámem

U_w závisí na U_g a U_f (tedy zasklení a rám). Na celkový součinitel prostupu tepla U_w má nejvíce vliv lineární součinitel prostupu tepla ψ_g (skrz zasklení) a velikost okna.



Obrázek 21 – Okno a výpočet

Koeficient prostupu tepla pro okno a prosklené dveře U_w se zpravidla vypočítává pro standardní velikost okna, která je 1,23 x 1,48m.

Pozn. Je rozdíl u menších a větších oken. U malých oken je celkové U_w horší (=větší) z toho důvodu, že zasklení může ve srovnání s materiálem rámu v poměru dosahovat nižších hodnot U (=lepší U hodnot).

Za vhodná pro pasivní domy se považuje hodnota $U_w = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ a nebo lepší.

Výpočet:

$$U_w = \frac{(\text{zasklení} + \text{rám} + \text{okraj zasklení} + \text{okraj osazení okna})}{(\text{plocha celého okna})}$$

$$U_w = \frac{(A_g * U_g + A_f * U_f + l_g * \psi_g + l_f * \psi_f)}{(A_g + A_f)}$$

U_w = součinitel prostupu tepla celého okna [W/m²K]

A_g = plocha skla [m²]

U_g = koeficient prostupu tepla zasklením [W/m²K]

A_f = plocha rámu [m²]

U_f = koeficient prostupu tepla rámem [W/m²K]

l_g = délka hrany zasklení [m]

ψ_g = lineární součinitel prostupu tepla okrajového spoje skla – zasklení x rám [W/mK]

l_f = délka hrany osazení rámu okna [m]

ψ_f = lineární součinitel prostupu tepla okrajového spoje rámu a stavební konstrukce – rám x konstrukce [W/mK]

A_f = plocha rámu [m²]

Rozdíly v jednotlivých programech a způsobech výpočtu

V některých výpočtech se uvažuje úplně bez $l_f \cdot \psi_f$ -> což může být jeden z 1. rozdílů ve výpočtu v jednotlivých programech. Tedy jako kdyby osazení rámu na stavební konstrukci nebylo uvažováno. Nejspíše z důvodu předpokladu přesahu vnější izolace.

Zároveň pro zjednodušení se v některých výpočtech uvažuje okno jako celek. Pokud se ale v okně nachází více jednotlivých tabulí, tak je potřeba je rozdělit – ať už z důvodu rozměrů (m^2) a nebo funkce (otevřítavé x fixní).

Také se rozdíl ve výpočtu může odlišovat z toho důvodu, že při výpočtu délky osazení rámu okna na konstrukci může dojít ke snížení délky tím, že některé okna jsou rozděleny na několik tabulí a tím se délka osazení rámu okna sníží. Jelikož několik tabulí je přisazeno k sobě, tak je nutno ve výpočtu zohlednit pouze 1x vzdálenost mezi sebou.

Nebo v některých nástrojích se uvažuje pouze „viditelná část“ pro výpočet délky hrany zasklení (pokud je např. přesah izolace). Velmi tedy závisí na metodice výpočtu. Každopádně je nutno brát okno jako celek = včetně rámu, i kdyby rám byl schovaný pod izolací, tak je lepší být na straně bezpečnosti a počítat včetně osazení rámu na konstrukci.

6.3.1.1 Software Energie

Součástí programu je výpočetní nástroj pro přesný výpočet okna. Přesto bylo zjištěno i díky zkušenostem přechozích projektů, že výpočet občas dělá problémy a potíže a dochází v programu k potížím. Proto byl zvolen externí vlastní výpočet a následně byla hodnota zadána přímo do Energie za celou část okna (pokud více tabulové okno) příp. za celé okno (pokud 1dílné okno).

6.3.1.2 Software PHPP

Výpočet je přesně podle daného vzorce. S vlastními výpočty je srovnatelný, což je možné vidět na obrázku.

VLASTNÍ VÝPOČTY	PHPP
	Součinitel U okna
	W/(m ² K)
0,71	0,71
0,78	0,78
0,90	0,90
0,90	0,90
0,77	0,77
0,90	0,90
0,81	0,81
0,81	0,81
0,87	0,87
0,77	

Obrázek 22 – Vlastní výpočet oken a srovnání s PHPP

6.3.2 Ztráta prostupem

Výpočet:

$$ztráta\ prostupem = součinitel\ okna * plocha\ okna * hodinostupně$$

$$q = Uw * Aokna * Dt$$

q = ztráta prostupem skrz okno [kWh/a]

Uw = součinitel prostupu okna [W/m²K]

Aokna = celková plocha okna = plocha rámu + plocha skla = Ag + Af [m²]

Dt = hodinostupně [kKh/a]

Další možnost, kde dochází k rozdílu je vzhledem k hodinostupňům a to velmi závisí na umístění dané budovy a klimatických datech v dané oblasti.

6.3.2.1 Software Energie

Příležitost je možnost vložit vlastní klimatické data pro přesnější výpočet, přesto pro standardní výpočet je obecně doporučeno vložit standardní hodnoty podle TNI 730331 (standardní výpočtová měsíční klimatická data pro ČR) a další výpočty v Energii jsou interní. Je také možnost vyhledat klimatická data pro jednotlivé města v ČR, což je vhodné pro podrobnější výpočty.

Roční energetická bilance výplní otvorů:							
Název výplně otvoru	Orientace	Ql [GJ]	Qs,ini [GJ]	Qs [GJ]	Qs/Ql	U.eq,min	U.eq,max
okna SZ	SZ	14,852	21,392	8,621	0,58	-0,8	0,6
okna JV	JV	7,614	25,333	11,996	1,58	-2,3	0,3
okna JV 2	JV	0,530	0,911	0,431	0,81	-0,9	0,6
okna JV 3	JV	5,119	8,717	4,128	0,81	-0,9	0,6
okno JZ vyssi	JZ	0,604	2,018	0,956	1,58	-2,3	0,3
okna JZ 3	JZ	1,059	1,107	0,524	0,50	-0,2	0,7
okno JZ 4=d	JZ	0,494	0,879	0,416	0,84	-0,9	0,5
dveře JZ	JZ	0,988	1,900	0,900	0,91	-1,0	0,5
dveře JZ nadsvetlik	JZ	0,284	0,542	0,257	0,90	-1,1	0,6
dveře SV 1.np	SV	0,852	1,009	0,407	0,48	-0,6	0,7

Vysvětlivky: Ql je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty prostupem za rok; Qs,ini jsou celkové solární zisky za rok; Qs jsou využitelné solární zisky za rok; Qs/Ql je poměr ukazující, kolikrát jsou využitelné solární zisky vyšší než ztráty prostupem; U.eq,min je nejnižší ekvivalentní součinitel prostupu tepla okna (rozcíl) Ql-Qs vyčíslený plochou okna a počtem hodinostupňů) během roku a U.eq,max je nejvyšší ekvivalentní součinitel prostupu tepla okna během roku.

Obrázek 23

Na obrázku je výňatek z energetického hodnocení 2. budovy v části výplně otvorů vzhledem k energii.

6.3.2.2 Software PHPP

PHPP rozděluje ČR na velké množství regionů, což zaručuje podrobný výpočet. Zároveň je ale otázka, zda jsou data přesná a z jakých dat, jelikož se jedná o mezinárodní výpočetní nástroj.

6.3.2.3 Srovnání výpočtů

PHPP	ENERGIE	
Ztráty prostupem	Ztráty prostupem	
GJ/a	GJ/a	
	14,26	14,852
	7,29	7,614
	0,51	0,53
	4,88	5,119
	0,58	0,604
	1,01	1,059
	0,48	0,494
	0,95	0,988
	0,27	0,284

Obrázek 24 – Srovnání programů ztráta prostupem

Jak je možnost vidět na obrázku, tak výpočty jsou srovnatelné u některých přesně a u některých na úrovni jednotek. Hodnoty z PHPP z kWh/a jsem přepočítala na GJ/a, aby byly srovnatelné hodnoty. Přesto je to další odlišnost mezi výpočty. Rozdíl také určuje v mezikrocích zaokrouhlování v interních výpočtech.

Velký vliv na výpočet tedy má přesnost výpočtu vzhledem ke klimatickým datům -> zda přesný výpočet podle města příp. podle standardních hodnot TNI 730331 (standardní výpočtová měsíční klimatická data pro ČR).

6.3.3 Výpočet zastínění a následně solárních zisků

tepelné zisky ze solárního záření

= solární faktor * činitel redukce solárního záření * plocha okna
* prům. globální sluneční záření

$$Q_s = g * b * A_w * s$$

Q_s = využitelné solární zisky [kWh/a]

g = solární faktor [-]

b = činitel redukce solárního záření [-]

A_w = plocha okna [m²]

s = prům. globální sluneční záření [kWh/m²a]

Výpočet činitele redukce solárního záření

$$b = \text{zastínění} * \text{znečištění} * \text{nekolmý dopad záření} * \text{podíl zasklení}$$

Zastínění velmi závisí na způsobu výpočtu. V PHPP je např. činitel znečištění = 0,95, v Energii = 1,00. Dále např. PHPP doplňuje korekci na nekolmý dopad záření = 0,85, v Energii je uvažováno 1,00.

Podíl zasklení = plocha zasklení/plocha okna = A_g/A_{okna}

6.3.3.1 Software Energie

V Energii je počítáno vše pro jednotlivé okna – a až následně na závěr je všechno zprůměrováno již pro další výpočty. Přesto je uvažováno také s tím, že v letním a zimním období nastává jiná situace ohledně solárních zisků oproti PHPP, kde se podle všeho bere průměrná hodnota na 4 světové strany za celý rok. V tomto ohledu je software Energie a výpočetní postup rozhodně přesnější než ostatní způsoby.

Ohledně zastínění, tak metodika je přesná – přesah vodorovnými, svislými konstrukcemi (levou i pravou stěnu zvlášť) a okolní zástavbou. Metodika je počítána do středu okna.

Název výplně otvoru	Orientace	Okolí / Horiz. Úhel	F _{hor}	Celkový činitel F _{sh}	Způsob stanovení celk. činitele stínění
okna SZ	SZ	30,0°	0,820	0,776	příloha G v EN ISO 13790
okna JV	JV	0,0°	1,000	0,901	příloha G v EN ISO 13790
okna JV 2	JV	0,0°	1,000	0,831	příloha G v EN ISO 13790
okna JV 3	JV	0,0°	1,000	0,823	příloha G v EN ISO 13790
okno JZ vyssi	JZ	6,8°	0,973	0,881	příloha G v EN ISO 13790
okna JZ 3	JZ	33,7°	0,614	0,505	příloha G v EN ISO 13790
okno JZ 4=d	JZ	32,9°	0,623	0,549	příloha G v EN ISO 13790
dveře JZ	JZ	32,9°	0,623	0,593	příloha G v EN ISO 13790
dveře JZ nadsvetlik	JZ	27,7°	0,701	0,594	příloha G v EN ISO 13790
dveře SV 1.np	SV	26,7°	0,846	0,798	příloha G v EN ISO 13790

Vysvětlivky: F_{ov} je korekční činitel stínění markýzou, F_{finl} je korekční činitel stínění levou boční stěnou/zebram (při pohledu zevnitř), F_{finR} je korekční činitel stínění pravou boční stěnou, F_{fin} je souhrnný korekční činitel stínění bočními stěnami, F_{hor} je korekční činitel stínění horizontem (okolní budovy) a úhel je příslušný stínící úhel.

Název konstrukce	Plocha [m ²]	g/alfa [-]	F _{gl} /F _{ff} [-]	F _{c,N} /F _{c,c} [-]	F _{sh} [-]	Orientace
okna SZ	57,6	0,5	0,68/0,32	1,00/1,00	0,776	SZ (90°)
okna JV	26,88	0,62	0,68/0,32	1,00/1,00	0,901	JV (90°)
okna JV 2	1,62	0,62	0,44/0,56	1,00/1,00	0,831	JV (90°)
okna JV 3	15,66	0,62	0,44/0,56	1,00/1,00	0,823	JV (90°)
okno JZ vyssi	2,16	0,62	0,69/0,31	1,00/1,00	0,881	JZ (90°)
okna JZ 3	3,24	0,62	0,44/0,56	1,00/1,00	0,505	JZ (90°)
okno JZ 4=d	1,68	0,62	0,62/0,38	1,00/1,00	0,549	JZ (90°)
dveře JZ	3,36	0,62	0,62/0,38	1,00/1,00	0,593	JZ (90°)
dveře JZ nadsvetlik	0,9	0,62	0,66/0,34	1,00/1,00	0,594	JZ (90°)
dveře SV 1.np	3,05	0,5	0,59/0,41	1,00/1,00	0,798	SV (90°)

Vysvětlivky: g je propustnost slunečního záření zasklení v průsvitných konstrukcích; alfa je pohitlost slunečního záření vnější povrchu neprůsvitných konstrukcí; F_{gl} je korekční činitel zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna); F_{ff} je korekční činitel rámu (podíl plochy rámu k celkové ploše okna); F_{c,h} je korekční činitel clonění pohyblivými clonami pro režim vytápění; F_{c,c} je korekční činitel clonění pro režim chlazení a F_{sh} je korekční činitel stínění nepohyblivými částmi budovy a okolní zástavbou.

Celkový solární zisk konstrukcemi Q_s (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	1872,7	2981,6	5037,1	7272,4	8371,8	8392,0
Zátěž (chlazení):	1872,7	2981,6	5037,1	7272,4	8371,8	8392,0
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	8045,5	8026,3	5559,7	4377,0	2313,0	1559,7
Zátěž (chlazení):	8045,5	8026,3	5559,7	4377,0	2313,0	1559,7

Obrázek 25 – Výtah z výstupu Energie

6.3.3.2 Software PHPP

Software PHPP přepočítává plochu oken, součinitel prostupu oken, plochu zasklení a solární faktor g , přestože je ve výpočtu uvažováno např. i umístění oken v mezistupních (např. JV, JZ nebo přímo stupně...) na čistě 4 světové strany – S,J,V,Z -> tedy např. JV okna, kdy by byl větší solární zisk než východní okna, mají menší solární zisky při výpočtu i z toho důvodu, že se vytváří průměrné hodnoty. Tím je vytvořen jeden z dalších rozdílů.

Součástí je i výpočet pro jednotlivé konstrukce, přesto v dalších výpočtech se podle všeho uvažuje pouze s jednotlivými světovými stranami pro zjednodušení.

Jelikož se dále uvažuje pouze výpočty se 4 světovými stranami, tak je tento výpočet velmi nepřesný také vzhledem k tomu, že jsou určeny 4 průměrné hodnoty pro klimatická data pro dané světové strany po celý rok, což je velmi nepřesné. Srovnávání a „zarovnávání“ ke světovým stranám není vhodný prostředek k výpočtu.

Co se týče zastínění, tak je možnost horizont, okenní ostění a přesah a počítá se pro 2 varianty – zimní a letní korekční činitele. Přesto je to pouze informativní, protože pro další výpočty (dále do základního uvedeného výpočtu solárních zisků se uvažuje s přepočtem hodnot na 4 světové strany – S,J,V,Z a jsou převzaty celkové hodnoty pouze přímo ze zimního období).

Zima				Léto			
Korekční činitel vodorovným stíněním	Korekční činitel stínění okenním ostěním	Korekční činitel stínění přesahem	Korekční činitel stínění celkem	Korekční činitel pro vodorovné stínění	Korekční činitel stínění okenním ostěním	Korekční činitel stínění přesahem	Korekční činitel stínění celkem
%	%	%	%	%	%	%	%
F_H	F_R	F_O	F_S	F_H	F_R	F_O	F_S
59%	91%	95%	51%	65%	95%	99%	61%
100%	92%	96%	89%	100%	95%	98%	92%
100%	90%	90%	81%	100%	93%	86%	80%
100%	85%	93%	80%	100%	90%	93%	83%
87%	92%	97%	78%	90%	95%	98%	83%
49%	85%	93%	39%	70%	90%	93%	58%
47%	89%	97%	41%	69%	92%	99%	62%
47%	89%	100%	42%	69%	92%	100%	63%
60%	95%	88%	50%	76%	96%	81%	59%

Orientace	Plocha zasklení m^2	Korekční činitel Zima F_S	Korekční činitel Léto F_S
sever	0,00	100%	100%
východ	25,88	86%	90%
jih	6,65	50%	66%
západ	39,17	51%	61%
horizont	0,00	100%	100%

Klima:		CZ - Šumperk				
Orientace plochy okna	Globální sluneční záření (hlavní směry)	Zastínění	Znečištění	Nekolmý dopad záření	Podíl zasklení	
maximum:	kWh/(m ² a)	0,75	0,95	0,85		
sever	138	1,00	0,95	0,85	0,000	
východ	261	0,86	0,95	0,85	0,586	
jih	435	0,50	0,95	0,85	0,586	
západ	279	0,51	0,95	0,85	0,680	
horizont	401	1,00	0,95	0,85	0,000	

Obrázek 26 – PHPP Zastínění a solární zisky

6.3.3.3 Srovnání výpočtů výsledků programů Využitelné solární zisky

	PHPP		ENERGIE	
	Solární zisky		Solární zisky	
	kWh/a	GJ/a	GJ/a	GJ/a
okna SZ	1459,87		5,26	8,621
okna JV	3058,40		11,01	11,996
okna JV 2	108,99		0,39	0,431
okna JV 3	1034,14		3,72	4,128
okno JZ vys	227,09		0,82	0,956
okna JZ 3	109,24		0,39	0,524
okno JZ 4=	82,41		0,30	0,416
dveře JZ	169,75		0,61	0,9
dveře JZ ne	58,85		0,21	0,257

Obrázek 27 – Srovnání mezi programy – využitelné solární zisky

Ze srovnání je možnost vidět, že hodnoty využitelných solárních zisků jsou v některých datech různé.

Předpoklad je, že je to právě z důvodu výpočtů zastínění. Také v metodice PHPP je uvažováno navíc s koeficienty znečištění a nekolmému dopadu záření, což není např. v Energii zohledněno. Dále zmíněné rozdílné klimatické data, které je možnost zadat, navyšuje rozdílnost mezi metodikami.

Poměr solární zisky / ztráta prostupem = Q_i/Q_s

Tento poměr ukazuje, kolikrát jsou využitelné solární zisky vyšší než ztráty prostupem u jednotlivých oken.

využitelné	PHPP		ENERGIE	
prostupem	Q_s [GJ/a]	Q_i [GJ/a]	Q_i/Q_s	Q_i/Q_s
okna SZ	14,26	5,26	0,37	
okna JV	7,29	11,01	1,51	
okna JV 2	0,51	0,39	0,78	
okna JV 3	4,88	3,72	0,76	
okno JZ vys	0,58	0,82	1,41	
okna JZ 3	1,01	0,39	0,39	
okno JZ 4=	0,48	0,30	0,62	
dveře JZ	0,95	0,61	0,64	
dveře JZ ne	0,27	0,21	0,78	
	ENERGIE			
	Q_s [GJ/a]	Q_i [GJ/a]	Q_i/Q_s	
okna SZ	14,852	8,621	0,58	
okna JV	7,614	11,996	1,58	
okna JV 2	0,53	0,431	0,81	
okna JV 3	5,119	4,128	0,81	
okno JZ vys	0,604	0,956	1,58	
okna JZ 3	1,059	0,524	0,49	
okno JZ 4=	0,494	0,416	0,84	
dveře JZ	0,988	0,9	0,91	
dveře JZ ne	0,284	0,257	0,90	

Obrázek 28 – Srovnání mezi programy – solární zisky / ztráta prostupem

Ze srovnání na obrázku je možnost vidět základní předpoklad, kdy okna na S stranu mají menší solární zisk a větší ztráty a okna na J stranu mají z hlediska využití solárních zisků nejpříznivější hodnoty.

Také že z výsledného poměru u a srovnání vyplývá, že výpočetní model Energie vzhledem k výpočtu oknům je příznivější než software PHPP.

6.3.4 Závěr Výpočet oken

Z hodnot je možné vyčíst, že přestože vstupní data byla stejná kromě klimatických dat, tak pouhou metodikou výpočtu se hodnoty v některých částech výpočtu liší až o skoro 30 %.

Také v určitých částech jednotlivých modelových nástrojů jsou zohledněny redukce, koeficienty nebo způsob výpočtů, které vše velmi ovlivňuje výsledky.

Podle srovnání je možné vyčíst, že hodnoty zisků ze solárního záření jsou obecně horší pro výpočetní nástroj PHPP -> přestože v klimatických datech se jedná o konkrétnější oblast, než standardní hodnoty jako v Energii pro TNI 730331. Z tohoto hlediska je otázkou implementovaný zdroj dat v PHPP.

Proto je velmi důležité určit zadávací data a cíl výpočtu -> zda pouze orientační, co nejbližší realitě, nebo zda cílem je modelový případ, kdy srovnáváme hodnoty s určitými požadavky. Podle toho analyzovat výsledky.

Rozhodně výhodou programu Energie je pomáhání uživateli v maximální možné míře a navádění k co nejpřesnějším výsledkům pomocí nápovědy a pomocných výpočtech. Nevýhodou PHPP je cizí jazyk -> hůře se ve zdrojovém kódu orientuje.

6.4 Výpočet U obálky budovy

6.4.1 Výpočet obálka budovy

Ve chvíli, kdy jsou obecně ve výpočtu zjištěny všechny základní hodnoty součinitelů jednotlivých konstrukcí, tak je vypočítán celkový průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy.

$$U_{em} = \frac{\text{tep. tok obálkou budovy}}{\text{plocha obalových konstrukcí}}$$

$$U_{em} = \frac{H}{S}$$

U_{em} = průměrný součinitel prostupu tepla budovy [W/m²K]

H = měrný tepelný tok prostupem obálkou budovy [W/K]

S = plocha obalových konstrukcí budovy [m²]

Měrný tepelný tok budovy se vypočítá podle vztahu:

$$H = \sum (U * A) + \sum (\psi * l) = \text{tep. tok obálky} + \text{tepelné vazby}$$

U = součinitel prostupu tepla jednotlivé konstrukce [W/m²K]

A = plocha dané konstrukce [m²]

ψ = lineární činitel prostupu tepla [W/mK]

l = délka tepelné vazby

Pozn. Tepelné vazby mohou být počítány, zjištěny. Z hlediska ale složitosti výpočtu u detailů (obzvlášť u velmi náročných a složitých detailů) je obecně stanoven průměrný vliv tepelných vazeb delta u, který je stanoven odhadem od 0,01 W/m²K pro velmi kvalitní konstrukce až po delta u = 0,1 W/m²K pro nízkou kvalitu detailů a bez souvislé tepelné izolace.

6.4.1.1 Software Energie

V softwaru energie je celkový výpočet podrobnější než v softwaru PHPP. Uvažuje vliv zeminy, napojení konstrukcí. Je vypočítán součinitel přes samotnou podlahu se zeminou, přes tepelnou vazbu a vytvořen součinitel zahrnující i vliv zeminy pro samotnou podlahu, a součinitel tepelné vazby, horizontální a vertikální konstrukce. Tím je tento výpočet přesnější = podlahu včetně zeminy + tepelná vazba.

Další výhodou je rozepsaný výpočet ve výstupu, kde je možnost dohledat jednotlivé hodnoty a komfortní samostatné vypočítání jednotlivých délek vazeb v rámci programu oproti programu PHPP, kde je nutné délky vazeb zadat samostatně a zvlášť.

Rozložení měrných tepelných toků

Zóna	Položka	Plocha [m ²]	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok pro režim vytápění H:	---	336,096	100,00 %
z toho:	Měrný tok větráním Hv:	---	72,645	21,61 %
	Měrný (ustálený) tok zeminou Hg:	---	36,507	10,86 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	---	0,00 %
	Měrný tok tepelnými vazbami H,tb:	---	14,935	4,44 %
	Měrný tok do ext. plošnými kcemi Hd,c:	---	212,010	63,08 %
	rozložení měrných toků po konstrukcích:			
	Obvodová stěna:	558,2	72,013	21,43 %
	Střecha:	409,6	50,793	15,11 %
	Podlaha:	409,5	36,507	10,86 %
	Otvorová výplň:	116,1	89,204	26,54 %

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Měrný tepelný tok prostupem obálkou budovy Ht:	263,5 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy:	1493,5 m ²
Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) $U_{em,N,20}$:	0,38 W/m ² K
Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em}:	0,18 W/m²K

Obrázek 29 – Výtah z výstupu Energie – tepelné toky

Další výhodou softwaru Energie je, jak bylo zmíněno možnost zadání standardní průměrné přírážky na vliv tepelných vazeb delta u podle kvality, důslednosti a přesnosti detailů. Obecně ruční zadávání jednotlivých tepelných vazeb je v Energii také možnost zadat.

6.4.1.2 Software PHPP

Základní výpočet v softwaru PHPP při výpočtu podlahové konstrukce k zemi nezohledňuje vliv přilehlé zeminy v rámci výpočtů v programu. Tepelný tok skrz podlahovou konstrukci je počítán stejným způsobem jako všechny ostatní obalové konstrukce, což je v případě výpočtu velmi nepřesné.

Velkou nevýhodou v softwaru PHPP je nutnost ručního zadávání všech tepelných vazeb a jejich délek, což je vzhledem k základním výpočtům velmi podrobný výpočet a vzhledem ke složitosti některých detailů i zbytečné. Také v případě výpočtu délek a ručního zadávání lineárních činitelů pro jednotlivé vazby je možnost vytvoření snadné chyby.

Pro standardní výpočet je proto vhodnější standardní přírážka na tepelné vazby (obzvlášť za předpokladu pasivního standardu, kde uvažujeme přesné a kvalitní řešení všech detailů), jako je např. v softwaru Energie, což je naprosto dostačující, a pro přesnější výpočet a řešení jednotlivých detailů je nejvhodnější Svoboda software Area, kde je možnost přesného vymodelování a výpočtu daného detailu.

6.4.1.3 Srovnání programů

Z následující tabulky je možné vyčíst, že výpočty jednotlivých částí se nepatrně liší. Rozdíl vzhledem k plošným konstrukcím je nejspíše vzhledem k zaokrouhlování v průběhu výpočtu a převážně v části, co se týče zmíněných tepelných vazeb, kterou jsou počítány odlišným způsobem. Výpočet otvorových konstrukcí je srovnatelný, přestože, jak bylo zmíněno v předchozí kapitole, jsou v podrobnostech nuance.

Sečtením všech jednotlivých tepelných toků dochází k rozdílu mezi jednotlivými programy, který pro výsledný průměrný součinitel tepla budovy vytváří rozdíl v rámci desetin až tisícín.

Dále výsledné sečtení obalových konstrukcí v rámci vnitřních výpočtů je rozdílné. Předpokladem je, že rozdíl vzniká převážně vzhledem k výpočtu otvorových výplní, které uvažují buď čistou pohledovou plochu zasklení příp. celý okenní otvor.

Software Energie zaokrouhluje hodnotu na setiny, PHPP na tisícin.

Tabulka 6

	ENERGIE	PHPP
PLOŠNÉ KONSTRUKCE (STŘECHA+STĚNY)	122,806	122,7
OTVOROVÉ KONSTRUKCE	89,204	89,3
TEPELNÉ VAZBY + PODLAHA K ZEMINĚ	51,442	57,1
TEPELNÝ TOK W/K	263,452	269,1
PLOCHA OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ M²	<u>1493,5</u>	<u>1491,98</u>
PRŮM. SOUČINITELE TEPLA BUDOVY	0,176399063	0,180364348
ZAKROUHLNÍ VÝSLEDEK PROTOKOLY	0,18	0,180

6.4.2 Závěr obálka budovy

Ze srovnání programů v rámci výpočtu průměrného součinitele tepla budovy vyplynulo, že zadávání okrajových podmínek a účel výpočtu a tím přesnost a podrobnost výpočtu je pro výpočet rozhodující. Také princip zadávání do programu, který v různých částech zohledňuje různou metodiku, je velmi důležitý. Pro ale základní výsledek výpočtu průměrného součinitele tepla budovy jsou programy srovnatelné.

Vzhledem k jednotlivým výpočetním postupům je program Energie vhodnější i vzhledem k přesnosti některých částí, převážně tepelných vazeb je software Energie v této části vhodnější.

6.5 Větrání a vzduchotechnika objektu

6.5.1 Výpočet větrání a vzduchotechnika

V každém objektu je určitý způsob větrání. Přirozené větrání je pro pasivní budovy nejenom vzhledem ke kvalitě vzduchu ale i tepelným ztrátám nevhodným řešením, a proto se volí nucené větrání.

Návrh vzduchotechnické jednotky pro nucené větrání je odvozeno od potřebné výměny vzduchu v budově. Standardně je potřeba z hygienických důvodů minimálně 30% výměna vzduchu za hodinu = 0,3 intenzita výměny vzduchu a maximální není určeno, přesto je doporučeno, že příliš vysoká výměna vzduchu vede k suchému vzduchu v místnosti, tedy max. doporučeno při návrhu do 60 % a méně.

Výpočet potřebného objemového toku větraného vzduchu je možné vypočítat několika způsoby podle různých kritérií:

Objem podle počtu osob

$$V = \text{počet osob} * \text{množství čerstvého vzduchu na 1 osobu} * \text{přítomnost osob}$$

Objem podle vzduchu v zóně

$$V = \text{objem vzduchu v budově nebo místnosti} * \text{intenzita větrání}$$

Objem podle požadovaných místností a jejich odtahů

$$V = \sum \text{počet místností daného typu} * \text{typ místnosti (kuchyň, koupelna, wc)} * \text{požadovaný odtah na danou místnost}$$

Z těchto 3 možností by mělo být vybráno maximum. Zároveň, aby splňovalo kritéria minimální intenzity výměny vzduchu a maximální intenzitě výměny vzduchu při zkoušce $n_{50} = 0,6$. Pro kontrolu při tlakovém rozdílu 50 Pa jsou standardní hodnoty pro zpřesnění výpočtu dány součinitele větrné expozice pro daný typ budovy. Ty zohledňují působení větru a její ochranu proti tomuto působení.

6.5.1.1 Software Energie

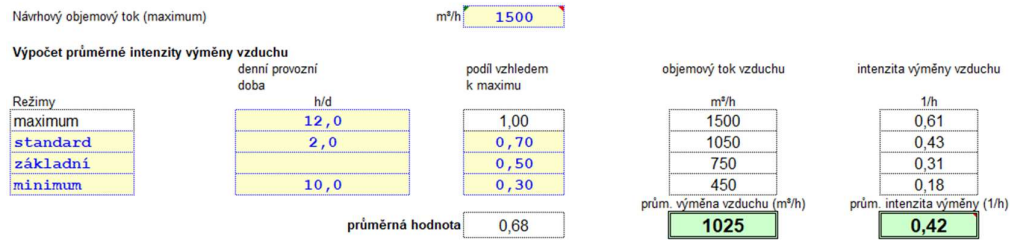
V Energii je možnost určení objemu větraného vzduchu podle počtu osob a podle vzduchu v zóně. Program má standardně přednastavené hodnoty pro zelenou úsporám smluvní hodnoty pro výpočet intenzity vzduchu 0,3 1/h a 70,8 % času a zbylý čas bez výměny vzduchu.

Příležitostí je zadání nepovinného zvlhčování a odvlhčování vzduchu a doplňující hodnoty příkonů související s výpočtem vzduchotechniky v budově.

Obrázek 30 – Energie – část zadání vzduchotechniky v programu

6.5.1.2 Software PHPP

V PHPP jsou porovnány 2 způsoby výpočtů a to podle počtu osob a místností s odtahy. Z nich je vybrána maximální hodnota a přepočítána podle daného počtu hodin během dne s různou intenzitou.



Obrázek 31 – PHPP – část zadání vzduchotechniky v programu

Dále je součástí návrh vzduchotechnické jednotky především i s vlivem přívodních a odvodních kanálů vzduchu a další hodnoty, které přidávají reálné vlivy, které určí reálnou účinnost rekuperace tepla vzduchotechnické jednotky. Z tohoto hlediska je výpočet přesnější vzhledem k reálným podmínkám a umožňuje pomocné kroky k přesnějšímu přiblížení realitě (zadání přesných hodnot větracích jednotek, účinnosti, využití během dne, vzdálenosti potrubí, zadání úseků potrubí, rozdílné letní a zimní větrání během dne atd...

6.5.1.3 Srovnání programů

Pokud jde o ztrátu větráním, tak stačí méně podrobný výpočet, jako je v softwaru Energie a tím je vhodnější. V případě posouzení přibližující se co nejvíce realitě je naopak podrobný výpočetní postup v metodice PHPP nezbytný.

6.6 Potřeba tepla na vytápění

6.6.1 Výpočet potřeby tepla na vytápění

Měrná potřeba tepla na vytápění patří mezi jednu z nejdůležitějších položek při posuzování budovy. Určuje energetickou náročnost budovy vzhledem k vytápění, stavebnímu řešení i tepelnému komfortu v budově.

6.6.1.1 Software PHPP

V PHPP je možnost výběru výpočtu sezónní metodou a měsíční metodou. Rozdíl je v denostupních, délce otopného období a další. Pro srovnání programu je vhodnější použití měsíční metody, se kterou uvažuje software Energie. Teplo pro vytápění je určeno tedy pro každý měsíc roku. V PHPP se nezadávají žádné hodnoty, z důvodu, že všechny hodnoty jsou přebírány z ostatních listů, příp. přednastaveny standardní hodnoty.

Výhodou PHPP je, že ukazuje jak celkové shrnutí, tak i výpočet po jednotlivých měsících.

Energetická bilance PHPP

$$\text{Tepelné ztráty prostupem} + \text{tepelné ztráty větráním} = \text{tepelné ztráty} = Q_t + Q_v = Q_L$$

$$\begin{aligned} \text{Solární tepelné zisky} + \text{vnitřní zdroje tepla} &= \text{teplo} * \text{využitelnost} = \text{tepelné zisky} \\ &= (Q_I + Q_S) * n_G = Q_G \end{aligned}$$

$$\underline{\text{Tepelné ztráty} - \text{tepelné zisky} = \text{Potřeba tepla na vytápění} = Q_L - Q_G = Q_H}$$

$$\underline{\text{Výsledná potřeba tepla na vytápění} = \text{potřeba tepla na vytápění} / \text{vztažná plocha}}$$

Tepelné ztráty prostupem

Jsou počítány pro jednotlivé stavební konstrukce, které tvoří obálku budovy podle vzorce:

$$Q_t = A * U * b_j * D_t / A_{ev}$$

Q_t = tepelná ztráta prostupem [kWh/m2a]

A = plocha konstrukce [m2]

U = součinitel prostupu tepla konstrukce [W/m2K]

b_j = redukční faktor pro snížené rozdíly teplot [-]

D_t = časový integrál rozdílu teplot = denostupně [kKh/a]

A_{ev} = energeticky vztažná plocha celé budovy [m2]

Tepelné ztráty větráním

$$Q_v = V_L * n_L * c * D_t / A_{ev}$$

Q_v = tepelná ztráta větráním [kWh/m2a]

V_L = objem větraného prostoru v celé budově [m3]

n_L = energeticky účinná intenzita výměny vzduchu [-]

c = měrná tepelná kapacita vzduchu = 0,33 [Wh/m3K]

D_t = časový integrál rozdílu teplot = denostupně [kKh/a]

A_{ev} = energeticky vztažná plocha celé budovy [m2]

Solární tepelné zisky

$$Q_s = F * g * A_o * G / A_{ev}$$

Q_s = solární tepelné zisky [kWh/m2a]

f = činitel redukce slunečního záření [-]

A_0 = plocha oken [m2]

G = globální sluneční záření [kWh/m2a]

Vnitřní zdroje tepla

Vnitřní zdroje tepla v budově je teplo, které je vytvořeno přítomností osob, zapnutých přístrojů, pouze však v době vytápění. Pro rodinné domy v PHPP je standardně nastavena hodnota 2,1 W/m2 pro Rodinné domy, pro administrativní budovy 3,5 W/m2 za hodinu. Vynásobené délkou období vytápění v hodinách a vztahnou plochou -> Q_i .

$$Q_i = \text{průměrná produkce tepla osobami v zóně} * \text{vztažná plocha} * \text{počet hodin} \\ * \text{pro daný měsíc}$$

V rámci programu je možnost později doplnit další vnitřní zisky tepla, přesto standardně výpočet PHPP uvažuje pouze vliv přítomnosti osob, i proto pro srovnání programů bylo ponecháno toto řešení.

Využitelnost

$$n_G = \frac{1 - \left(\frac{Q_F}{Q_L}\right)^5}{1 - \left(\frac{Q_F}{Q_L}\right)^6}$$

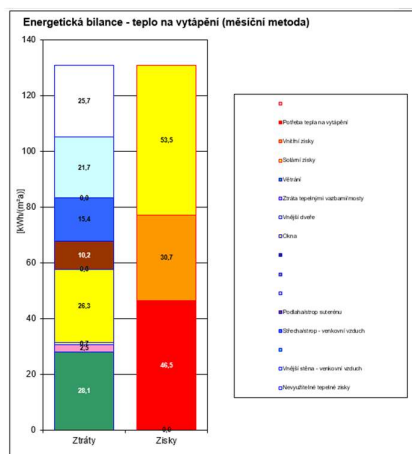
Q_F = volné teplo = zisky [kWh/a]

Q_L = celkové tepelné ztráty = ztráty [kWh/a]

Následně celkové teplo je vynásobeno stupněm využitelnosti a tím je vypočítána celková hodnota tepelných zisků v budově a dopočítána až potřeba tepla na vytápění.

Pro pasivní domy v PHPP je standardně mezní hodnota kritéria pro pasivní budovy 15 kWh/m2a.

V programu PHPP je úžasné, že program je prokládán různými grafy a tabulkami, které ukazují jednoduché a jasné zobrazení vypočítaných hodnot.



Obrázek 32 – PHPP – graf energetické bilance

6.6.1.2 Software Energie

Energetická bilance Energie

$$\text{Tepelné ztráty prostupem} + \text{tepelné ztráty větráním} = \text{tepelné ztráty} = Q_t + Q_v = Q_H$$

$$\text{Vnitřní tepelné zisky} + \text{zisky z provozu doplňkových zařízení} + \text{solární tepelné zisky} \\ = \text{teplo} * \text{využitelnost} = \text{tepelné zisky}$$

$$\text{Tepelné ztráty} - \text{tepelné zisky} = \text{potřeba tepla na vytápění}$$

$$\text{Výsledná potřeba tepla na vytápění} = \text{potřeba tepla na vytápění} / \text{vztažná plocha}$$

Potřeba tepla na vytápění po měsících:

Měsíc	Q _{H,ht} [GJ]	Q _{int} [GJ]	Q _{tec} [GJ]	Q _{sol} [GJ]	Q _{gn} [GJ]	E _{t,H} [-]	f _H [%]	Q _{H,nd} [GJ]
1	20,227	9,717	---	1,873	11,590	0,958	100,0	9,128
2	17,282	7,931	---	2,982	10,912	0,942	100,0	6,999
3	15,672	8,052	---	5,037	13,089	0,873	100,0	4,244
4	11,287	7,154	---	7,272	14,426	0,697	40,4	1,238
5	6,926	6,872	---	8,372	15,244	0,454	0,0	---
6	4,234	6,482	---	8,392	14,874	0,285	0,0	---
7	2,645	6,698	---	8,046	14,744	0,179	0,0	---
8	2,736	6,872	---	8,026	14,898	0,184	0,0	---
9	6,527	7,221	---	5,560	12,781	0,511	0,0	---
10	11,481	8,017	---	4,377	12,394	0,774	67,7	1,893
11	15,607	8,464	---	2,313	10,777	0,924	100,0	5,650
12	18,587	9,648	---	1,560	11,208	0,950	100,0	7,941

Vysvětlivky: Q_{H,ht} je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty; Q_{int} jsou vnitřní tepelné zisky; Q_{tec} jsou tepelné zisky způsobené provozem ventilátorů a ztrátami z rozvodů teplé vody a akumulacích nádrží; Q_{sol} jsou solární tepelné zisky; Q_{gn} jsou celkové tepelné zisky; E_{t,H} je stupeň využitelnosti tepelných zisků; f_H je část měsíce, v níž musí být zóna s regulovaným vytápěním vytápěna, a Q_{H,nd} je potřeba tepla na vytápění.

Potřeba tepla na vytápění za rok Q_{H,nd}: 37,092 GJ

Obrázek 33 – Energie – výsek z výstupu – Potřeba tepla na vytápění

V softwaru Energie je možno zohlednit regulaci vytápění vzhledem k měsícům. Jak jde vidět z obrázku, tak v posledním sloupci je shrnutí potřeb tepla na vytápění za rok, kdy během období od května až po září roku není zohledněna potřeba tepla na vytápění, tedy během letních měsíců. Tato možnost v PHPP metodice není. Energie nabízí možnost s touto regulací počítat.

Vnitřní zdroje tepla

Metodika použitá v programu Energie uvažuje rozdílný výpočet ohledně vnitřních zdrojů tepla v budově oproti metodice PHPP.

$$Q_v = \text{zisky osoby} = \text{průměrná produkce tepla osobami} * \% \text{ času přítomné}$$

$$Q_z = \text{zisky zařízení} = \text{průměrná produkce tepla zařízeními} * \% \text{ času zapnuté}$$

$$Q_{int} = \text{zisky osoby} + \text{zisky zařízení} + \text{zisky osvětlení}$$

Tento výpočet je přesnější z důvodu, že zohledňuje přítomnost osob, zapnutých zařízení a zisky z osvětlení, které umožňuje program Energie spočítat pomocí pomůcky příp. počítat s průměrnou osvětleností v zóně. Dále také je zohledněno % času ze dne, kdy jsou osoby a zařízení přítomné příp. zapnuté jak spotřebiče, tak světla.

6.6.2 Srovnání programů

Program PHPP umožňuje nahlédnout do způsobů výpočtu a dohledání rozdílů. Největší a nejpodstatnější rozdíl, který je mezi metodikami je vzhledem k jednomu základnímu bodu. A tím je určení energeticky vztažné plochy budovy. Je to jeden z největších činitelů rozdílů ve výpočtech, jelikož program a metodika PHPP určuje energeticky vztažnou plochu z čistých vnitřních rozměrů (tedy bez rozměrů obalových konstrukcí), zatímco program Energie a použitá metodika definuje energeticky vztažnou plochu z vnějších rozměrů. Jedná se tedy o největší rozdíl, který při vypočítání daných kWh/m²a vytvoří největší rozdíl. Z tohoto hlediska je metodika PHPP pro výpočet potřeby tepla v budově přesnější a náročnější.

Pro administrativní budovu Sudkov v programu PHPP je počítáno s vnitřními rozměry, což činí 377 m² a v Energii je počítáno v některých částech s vnitřními rozměry a v některých včetně obalových konstrukcí tedy hodnota 409,5 m².

Klima: CZ - Šumperk	Vnitřní teplota: 20 °C
Objekt: Administrativní objekt Sudkov	Typ objektu: administrativní budova
	Energeticky vztázná plocha A _{EV} : 377 m²

	Led	Úno	Bře	Dub	Kvě	Čer	Čvc	Srp	Zář	Říj	Lis	Pro	Rok	
Hodnostupně - exteriér	16,1	14,6	13,5	9,7	6,1	3,9	2,7	2,9	5,9	9,6	12,9	16,2	114	kWh
Hodnostupně - podlaha	8,1	7,6	8,4	7,8	7,4	5,7	5,2	4,9	5,5	6,1	6,5	7,4	81	kWh
Ztráty - vnější	5010	4546	4202	3017	1893	1207	831	900	1832	2979	4022	5033	35474	kWh
Ztráty - zemina	412	389	430	398	378	290	267	249	281	309	331	380	4113	kWh
Celkové měrné ztráty	14,4	13,1	12,3	9,1	6,0	4,0	2,9	3,0	5,6	8,7	11,5	14,4	105,0	kWh/m²
Solární zisky - Sever	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Solární zisky - Východ	390	558	798	896	1036	957	1030	1052	812	645	292	280	8747	kWh
Solární zisky - Jih	62	87	122	137	150	139	142	153	126	100	48	43	1308	kWh
Solární zisky - Západ	89	154	271	411	537	565	533	468	322	200	92	60	3703	kWh
Solární zisky - Horiz.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	kWh
Solární zisky - Neprůsvětlné kce	191	304	512	695	881	875	889	820	570	387	167	135	6426	kWh
Vnitřní zdroje tepla	982	887	982	950	982	950	982	982	950	982	950	982	11558	kWh
Celkové měrné zisky solární-vnitřní	4,5	5,3	7,1	8,2	9,5	9,3	9,5	9,2	7,4	6,1	4,1	4,0	84,2	kWh/m²
Stupeň využití	100%	99%	97%	87%	61%	43%	31%	33%	70%	94%	100%	100%	69%	
Potřeba tepla na vytápění	3713	2960	2028	728	95	13	2	3	164	1114	2810	3916	17547	kWh
Měrná potřeba tepla na vytápění	9,8	7,9	5,4	1,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,4	3,0	7,5	10,4	46,5	kWh/m²

Obrázek 34 – PHPP – energetická bilance pro výpočet měrné potřeby tepla na vytápění

Jak je možné vidět srovnání jednotlivých měsíců z programu PHPP při výpočtu Měrné potřeby tepla na vytápění, tak obě dvě metodiky uvažují různé způsoby získání hodnot z klimatických dat, které jsou následně zmenšeny o využitelnost solárních zisků příp. snaha o zohlednění přítomnosti a práci v budově z hlediska tepelných zisků v budově. PHPP se tedy snaží co nejvíce přiblížit realitě, a přestože nabízí vložení klimatických dat i v rámci ČR, příp. vložení vlastních dat, přesto při výpočtu solárních zisků z programu Svoboda Software, který je z ČR, vychází hodnoty různorodé. Jako další -> denostupně podle klimatických dat spoluurčují výpočet výsledných hodnot ve velké míře.

V daném případě administrativní budovy = Sudkov v programu PHPP měrná potřeba tepla na vytápění nevyšla pod hodnotou 15 kWh/m²a, což nespĺňuje požadavek. Díky tomu byla zjištěna i skutečnost, tak jak je možné vidět z obrázku, že je uvažováno i s možností vytápění během měsíců, kdy vytápění není již nutné, což je nepřijatelné a toto zohlednění v programu není možné vytvořit bez vstupu do vnitřních vzorců.

Vnitřní zdroje tepla

Jak již bylo zmíněno, tak mezi další hlavní podbod rozdílů mezi programy, který v tomto případě vytváří největší rozdíly je výpočet vnitřních zdrojů tepla. V metodice PHPP je výpočet vnitřních zisků podle standardní hodnoty W/m² pro standardní osobu v daném typu budovy, které je přepočítáno na zisky v budově.

V metodice v programu Energie je výpočet složitější, přesto přibližující se více realitě z důvodu, že zohledňuje nejenom přítomnost osob, ale i zařízení a osvětlení, které všechny 3 položky mohou mít podstatný vliv na výpočet vzhledem k vnitřním ziskům. Také je navíc zohledněno v Energii % přítomnost zapnutosti/přítomnosti, což přibližuje model budovy blíže k realitě.

Tabulka 7

phpp	energie
3,5*377*počet hodin	% přítomnost * vztázná plocha jak pro osoby tak zařízení + příkon osvětlení
1319 W/h	1659 W/h= spotřebiče + osoby
	1295 W/h z osvětlení
	Osvětlení + osoby + spotřebiče
1319 W/h	2954 W/h

Jak je možné vidět z tabulky, tak výsledné hodnoty výpočtu vnitřních zdrojů tepla jsou pro oba výpočty různé. Tento rozdíl vznikl díky tomu, že v PHPP jsou uvažovány pouze osoby -> 3,5 W/m² (standardní hodnota nastavená v PHPP pro administrativní budovy). Je potřeba zmínit, že v rámci programu je možnost doplnit zařízení s dalšími specifikacemi, které nakonec podrobněji popíšu reálnější stav v budově než Energie. Přesto standardní výpočet a přednastavené hodnoty jsou nastaveny na 3,5 W/m² pro administrativní budovy, i proto byla tato hodnota ponechána.

V Energii je podrobnější základní výpočet -> administrativa oddělené kanceláře -> 5,0 W/m² pro osoby a pro zařízení 6,0 W/m². Navíc ještě výpočet osvětlení budovy, které celkově vytváří více než dvojnásobnou hodnotu.

Dále obecně přednastavené hodnoty se liší v obou metodikách, které také ukazují rozdílnost pohledu na vnitřní energetické zisky v budovách. I proto je velmi důležitý uživatel daných programů, který o dané skutečnosti musí vědět.

Průměrné vnitřní zisky: odvozeny pro	2954 W - produkci tepla: 5,0+6,0 W/m ² (osoby+spotřebiče) - časový podíl produkce: 40+40 % (osoby+spotřebiče) - zohlednění spotřebičů: jen zisky - požadovanou osvětlenost: 500,0 lx - příkon osvětlení: 7442,6 W - prům. účinnost osvětlení: 39 % - spotřebu nouzového osvětlení: 0,0 kWh/(m ² .a) - čísel obsazenosti 1,0 a závislosti na denním světle 1,0 - roční dobu využití osvětlení ve dne/noci: 2250 / 250 h - trvalá přídavná tepelná ztráta: 0,0 W
---	--

Obrázek 35 – Energie – výstup z části zadávací údaje

Z obrázku je možné vidět výtah z výstupu ze softwaru Energie, kde jsou vypsány okrajové podmínky pro výpočet vnitřních energetických zisků tepla.

Srovnání hodnot mezi programy

Tabulka 8

		LED	ÚNOR	BŘEZ	DUB	KVĚT	ČER	ČVC	SRP	ZÁŘÍ	ŘÍJ	LIST	PROS
celkové ztráty	obálka + větrání												
energie	GJ	20,23	17,28	15,67	11,29	6,93	4,23	2,65	2,74	6,53	11,48	15,61	18,59
phpp	kwh	5423	4935	4632	3414	2271	1496	1098	1149	2113	3288	4353	5413
	GJ	19,52	17,77	16,68	12,29	8,18	5,39	3,95	4,14	7,61	11,84	15,67	19,49
vnitřní tepelné zisky													
energie	GJ	9,72	7,93	8,05	7,15	6,87	6,48	6,70	6,87	7,22	8,02	8,46	9,65
phpp	kwh	982	887	982	950	982	950	982	982	950	982	950	982
	GJ	3,54	3,19	3,54	3,42	3,54	3,42	3,54	3,54	3,42	3,54	3,42	3,54
solární zisky													
energie	GJ	1,87	2,98	5,04	7,27	8,37	8,39	8,05	8,03	5,56	4,38	2,31	1,56
phpp	kwh	733	1102	1703	2139	2603	2537	2594	2494	1830	1332	599	518
	GJ	2,64	3,97	6,13	7,70	9,37	9,13	9,34	8,98	6,59	4,79	2,16	1,87
stupeň využitelnosti tepelných zisků (vnitřní+solár)													
energie	-	95,8%	94,2%	87,3%	69,7%	45,4%	28,5%	17,9%	18,4%	51,1%	77,4%	92,4%	95,0%
energie reulace	-	100,0%	100,0%	100,0%	70,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	39,3%	100,0%	100,0%
phpp	-	99,8%	99,3%	97,0%	87,0%	60,7%	42,5%	30,7%	33,0%	70,1%	94,0%	99,6%	99,9%

Z tabulky je možné vyčíst v průběhu jednotlivých měsíců výsledné hodnoty u obou metodik.

Z hlediska celkových ztrát v budově jsou hodnoty celkové ztráty v průběhu měsíců téměř srovnatelné. To potvrzuje i správnost stejných zadávacích dat do obou programů z hlediska stavební části. Menší rozdíly jsou z rozdílů zmíněných v kapitolách příp. zaokrouhlování.

Největší vzájemný rozdíl mezi hodnotami dochází v případě výpočtu zmíněných vnitřních tepelných zisků budovy, kdy PHPP uvažuje standardní hodnotu W/m² v budově a Energie počítá dále s přítomností zařízení, osvětlení a jejich % přítomnosti/zapnutosti v budově. Tedy z tohoto hlediska je výpočet přesnější.

Z hlediska solárních zisků jsou hodnoty v některých částech velmi rozdílné, v některých srovnatelné. Jedná se o různé hodnoty klimatických dat nahraných v softwarech, přičemž v této části jsou více přibližující realitě data z českého programu Energie. Také výpočet solárních zisků závisí na dalších faktorech, jako je zohledňování světových strach, zaokrouhlování a další faktory jako i konkrétní postup výpočtu solárních zisků u oken.

Stupeň využitelnosti tepelných zisků je koeficient, který zohledňuje přiblížení realitě, kdy jak bylo zmíněno, Energie zohledňuje regulaci vytápění během letních měsíců – nevytápí se. V PHPP to je uvažováno, že by se mohlo vytápět, přesto ve výsledcích potřeby tepla na vytápění (tabulka dole) dochází v daných měsících k nízkým hodnotám, tedy ve skutečnosti jsou také zanedbatelné, ale přece jenom figurují. Každopádně přece jenom způsob výpočtu to umožňuje a je to jedna z nevýhod programu, kdy uživatel by musel zasáhnout do vnitřních vzorců programu.

Tabulka 9

POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ

ENERGIE	GJ	9,12	7,00	4,25	1,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,89	5,65	7,94	37,080
PHPP	GJ	13,36	10,65	7,30	2,62	0,34	0,05	0,01	0,01	0,59	4,01	10,12	14,10	63,159

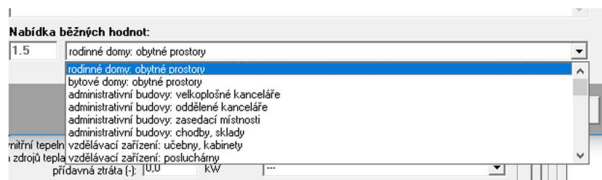
Tabulka 10

	energie	phpp
celková roční potřeba [GJ]	37,092	63,159
celková roční potřeba [kWh]	10303	17547
vztažná plocha [m²]	409,500	377,000
měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/m²a]	25,161	46,544

Výsledné srovnání výpočtových programů podle předchozích tabulek ukazuje, že budova nesplňuje požadavek na měrnou potřebu tepla na vytápění budovy, která je 15 kWh/m²a. Zároveň tabulky ukazují rozdílný výsledný výpočet, který uvažuje se zmíněnou rozdílnou vztažnou plochou budovy, která se liší podle metodiky. Dále ale jako největší rozdíl hodnoty mezi sebou ukazují vliv okrajových podmínek na výpočet energetické náročnosti budovy. I proto je velmi důležité stanovit okrajové podmínky v budově i mimo budovu ještě před začátkem výpočtu.

Při zadávání hodnot v daných programech bylo uvažováno se standardními hodnotami přednastavenými programy i z toho důvodu, aby byl jasně vidět rozdíl mezi metodikami i důležité důsledné a podceňované zadání vnitřních tepelných zisků v budově.

V programu PHPP je dále možnost doplnění zařízení, které jsou součástí budovy v dalších listech. Přesto zadávání všech konkrétních zařízení velmi záleží na přesném užívání budovy, a tedy pro základní výpočty je potřeba srovnávacích standardních hodnot vnitřních zisků v budově. A to je další rozdíl mezi hodnotami v programech a metodikách, které se odlišují.



Obrázek 36 – Energie – z části nápověda – zjištění měrné průměrné produkce tepla osobami v budově

Zisky: Typ objektu					
1	kancelář / administrativa	3,5	bydlení	2,1	kancelář / administrativa
2	škola	2,8	domov pro seniory	4,1	škola
3	ostatní	0	ostatní	0	ostatní

Obrázek 37 – PHPP – list Data – standardní přednastavené hodnoty

6.6.3 Závěr výpočet potřeby tepla v budově

Ze srovnání programů v této části vyplynulo, že přestože stavební řešení budovy i zadání do softwaru může být v pořádku a stejné, tak přesto v určitých částech v obou metodikách jsou nuance ve výpočtových postupech.

Z hlediska přiblížení a podrobnosti výpočtu blíže k realitě je v celkovém pohledu software PHPP vhodnější, přesto pro srovnatelnost i uživatelský komfort k přesnosti je vhodnější software a metodika PENB použitá v Energii.

Obrovský vliv mají přednastavené standardní hodnoty, kterou jsou implementované do programů, kdy díky okrajovým podmínkám a přednastaveným hodnotám může docházet k absolutně různým výsledkům.

6.7 Chlazení budovy, příprava TV v budově a rozvody

6.7.1 Chlazení budovy

Chlazení budovy během letních měsíců je další důležitý bod při návrhu. Komfortní vnitřní prostředí během letních měsíců je jeden z dalších požadavků na návrh, technické řešení a tím vnitřní prostředí.

6.7.1.1 Software Energie

V Energii je možno nastavit zdroje chladu a celkové chlazení zóny. Je možno nastavit, jak chlazení chladným vzduchem zčásti či zcela a další hodnoty, jako jsou účinnosti zařízení a možnost vybrat konkrétní dané řešení, které se nachází v dané budově.

Obrázek 38 – Energie – Chlazení budovy

Na obrázku je vidět základní nastavení chlazení zóny, budovy v rámci výpočtu.

6.7.1.2 Software PHPP

Software PHPP umožňuje nastavení podrobného chování budovy i v rámci letního období. Noční větrání, otevírání oken, podrobné nastavení chladících jednotek a zjištění chladícího výkonu,... z tohoto hlediska je výpočet velmi podrobný a program nabízí různé pomocné výpočty na přiblížení se co nejlíže reálnému stavu v budově. Nevýhodou je, že ale tyto data jsou velmi specifická, jelikož na celkové chování budovy mají z tohoto hlediska největší podíl sami uživatelé a jejich chování.

Stejně jako byla spočítána potřeba tepla na vytápění, tak je vypočítána měrná potřeba chladu.

6.7.2 Příprava TV v budově a rozvody

Rozvod tepla a teplé vody v budově ovlivňuje budovu z hlediska použitého systému. Pokud se ale posuzuje budova, která nemá zpracovanou kompletní dokumentaci, tak tato část může být velmi problematická (stejně jako přesné rozhodnutí v případě kompletního řešení chlazení budovy).

6.7.2.1 Software Energie

Energie nabízí možnost nastavení podle 3 způsobů, jak je i vidět z následujícího obrázku. Mezi možnostmi patří podle informací, je-li známa: měrná potřeba tepla na přípravu teplé vody, podle průměrné roční potřeby teplé vody a nebo denní potřeby teplé vody na osobu. Tato volba umožňuje zadat známé data.

Dále v návaznosti na to je možné zadat i zdroje tepla v budově, které mohou být zvlášť zadány mimo základní použité zdroje pro vytápění v budově.

The image shows two screenshots of the 'Energie' software interface. The left window, titled 'Teplá voda a její distribuce', has tabs for 'Zásobník a rozvody', 'Čerpadla', and 'Zpětné získávání tepla'. It contains input fields for 'Průměrná roční potřeba teplé vody v zóně' (292.0 m3/rok), 'Průměrná teplota studené vody' (10.0 C), and 'Teplota teplé vody (ve zdroji ohřevu)' (50.0 C). The right window, also titled 'Teplá voda a její distribuce', has tabs for 'Zásobník a rozvody', 'Čerpadla', and 'Zpětné získávání tepla'. It contains input fields for 'Objem zásobníku' (400.0 l), 'Měrná tepelná ztráta zásobníku' (5.6 Wh/(l.den)), 'Referenční měrná tepelná ztráta zásobníku' (7.0 Wh/(l.den)), 'Délka rozvodů' (48.0 m), and 'Měrná tepelná ztráta rozvodů' (120.9 Wh/(m.den)).

Obrázek 39 – Energie – Zadávání teplé vody

Na obrázcích je náhled z programu Energie na zadávání hodnot přípravy teplé vody a rozvodů v budově.

6.7.2.2 Software PHPP

Teplá voda: rozvod a akumulace			teplá oblast
Délka cirkulačního vedení (přivodní + vratné potrubí)	L_{cik} (dle projektu)		100,0
Součinitel tepelných ztrát na 1 m vedení	Ψ (dle projektu)		0,170
Teplota prostoru, kterým prochází potrubí	θ_t (technická místnost)		2,0
Návrhová teplota na vstupu	$\theta_{sist,in}$ (přívodní dimenzování)		60,0
Provozní doba cirkulace za den	t_{cik} (dle projektu)		6,0
Návrhová teplota vratné vody	θ_R	$= 0,875 \cdot (\theta_{v,20}) + 20$	55
Provozní doba cirkulace za rok	t_{cik}	$= 365 \cdot t_{cik}$	2190
Roční tepelné ztráty na 1 m vedení	q_{cik}	$= \Psi \cdot (\theta_{in} - \theta_t) \cdot t_{cik}$	14
Stupeň využití tohoto výdeje tepla	η_{STV}	$= t_{v,365d} \cdot \eta_{10}$	60%
Roční tepelná ztráta na cirkulačním vedení	Q_{cik}	$= L_{cik} \cdot q_{cik} \cdot (1 - \eta_{STV})$	564
Celková délka jednotlivých větví vedení	L_U (dle projektu)		100,00
Vnější průměr potrubí	$d_{U,poor}$ (dle projektu)		0,012
Počet odběrů na osobu a den využití			3
Dny využití v roce			365
Požehba tepla na 1 odběr	$q_{1odběr}$	$= (C_{p,vod} \cdot V_{100} + C_{p,slu} \cdot V_{slu}) \cdot (\theta_{v,20} - \theta_t)$	0,3580
Počet odběrů za rok	$n_{odběr}$	$= n_{10} \cdot n_{odběr} \cdot d / n_{d}$	54750
Roční tepelné ztráty	q_U	$= n_{odběr} \cdot q_{1odběr}$	19600
Stupeň využití tohoto výdeje tepla	$\eta_{10,U}$	$= t_{v,365d} \cdot \eta_{10}$	60%
Roční tepelná ztráta jednotlivých větví vedení	Q_U	$= L_U \cdot q_U \cdot (1 - \eta_{10,U})$	7920

Obrázek 40 – PHPP – část teplá voda

Na obrázku je výšek výpočtu z programu PHPP, který ukazuje podrobnost použitého výpočtu v programu PHPP kdy jsou postupně počítány jednotlivé hodnoty nutné ke zjištění měrné tepelné ztráty soustavy až po celkovou měrnou potřebu tepla na přípravu teplé vody.

V případě nekompletní dokumentaci (příp. dokumentaci v návrhu) je proto vše založené na odborném odhadu.

Pomocný výpočet: ztráty zásobníku		
Měrné tepelné ztráty zásobníku (celkem)	3,0	W/K
Standardní teplota TV	60	°C
Teplota v technické místnosti	20	°C
Celkové tepelné ztráty zásobníku	120	W

Obrázek 41 – PHPP – pomocný výpočet zásobník

Součástí programu jsou i další pomocné výpočty, které zpřesňují celkový výpočet, jak je možnost vidět i na obrázku v případě výpočtů ztrát zásobníku v budově.

6.7.3 Elektřina, osvětlení a ostatní

Elektřina, pomocná elektřina a ostatní systémy v budově, jako je solární systém ovlivňují výpočet dodané energie do budovy a především v návaznosti i výpočet neobnovitelné primární energie v budově, který patří mezi 3. hlavní ukazatel (1. průměrný součinitel tepla v budově, 2. měrná potřeba tepla v budově) při energetickém hodnocení budovy.

Výpočet elektřiny je v této části popsán kromě energie na přípravu teplé vody a vytápění, která je v předchozích částech.

6.7.3.1 Software energie

Ohledně osvětlení, zařízení a výpočtu – viz kapitola 7.6.2. srovnání programů – část vnitřní zdroje v budově. Na tuto část – výpočty pro zjištění měrné potřeby tepla na vytápění v budově - je v Energii navazováno z hlediska výpočtů na zjištění dodané energie na osvětlení.

Ohledně programu Energie je potřeba zmínit jednoduchost ohledně zadávání vnitřních zisků a osvětlení. Základní hodnoty a pomocný výpočet je absolutně dostačující pro zohlednění vnitřních dějů v budově oproti programu PHPP, který vyžaduje přesné specifikace ideálně co nejpodrobněji k místnostem v budově.

The screenshot shows two windows from the 'Energie' software. The left window, titled 'Zdroje chladu | Příprava teplé vody | Solární systémy | Energoanalýza, potísní energie a emise', contains input fields for internal gains and lighting. The right window, titled 'Orientační výpočet příkonu osvětlení', shows a calculation of lighting power based on room dimensions and lighting specifications.

Left Window: Zdroje chladu | Příprava teplé vody | Solární systémy | Energoanalýza, potísní energie a emise

- Základní popis zóny: **Vnitřní zisky a osvětlení**
- Vnitřní zisky od osob: Osoby jsou přítomné v zóně: 40,0 % času. Průměrná měrná produkce tepla osobami v zóně: 5,0 W/m²
- Vnitřní zisky od spotřebičů: Spotřebiče v zóně jsou zapnuté: 40,0 % času. Průměrná měrná produkce tepla ze spotřebičů v zóně: 6,0 W/m²
- Osvětlení: Typ osvětlovací soustavy: administracka světla. Požadovaná osvětlenost v zóně: 500 lx. Typ budovy: administrativní. Způsob ovládní: ruční. Měsíční provozní doby: 2250 h. Roční doba provozu osvětlení za den: 250 h. Roční doba provozu osvětlení za noc: 250 h. Číselná závislost na denním světle: 1,0. Číselná osazenost: 1,0.
- je znám příkon osvětlení: Osvětlení je zapnuté bez odsávacích ventilátorů: 100,0 % času. Celkový instalovaný příkon osvětlení v zóně: 7442,6 W. Průměrná účinnost osvětlení v %: 33.
- Rozdělení spotřeb elektřiny: podle TNI 730331. Měrná roční dodaná elektřina na nouzové osvětlení a jeho řízení: 6,0 kWh/(m².rok).

Right Window: Orientační výpočet příkonu osvětlení

Tento pomocný výpočet umožní orientačně stanovit instalovaný příkon osvětlení v hodnocené zóně. Výpočet je proveden podle čl. A.5 v TNI 730331.

- Podlahová plocha zóny stanovená z celkových vnitřních rozměrů: 376,96 m²
- Přodýrná délka a typická (charakteristická) mírnost v hodnocené zóně: 5 m
- Přodýrná šířka a typická (charakteristická) mírnost v hodnocené zóně: 3 m
- Ventilární vzdálenost mezi rovinou svídel a srovnávací rovinou (typicky 0,95 m nad podlahou) v typické místnosti: 2 m
- Požadovaná osvětlenost: 100 lx. Korekční číselná plošného využití zóny k.A.: 0,95.
- Typ budovy: obytné budovy: obytné místnosti. Korekční číselná typu použitých zdrojů světla k.L.: 5,0.
- Typ zdrojů světla: halogenové žárovky. Měrný příkon systému osvětlení: 0,050 W/(m².lx).
- Typ systému osvětlení: přímý se stínívatelným elektronickým předřadníkem.
- Výsledný příkon osvětlení: 7341,3 W.

Obrázek 42 a Obrázek 43 – Energie – zadávání vnitřních zisků v budově

Na obrázku je možnost vidět zadávací část pro kartu vnitřní zisky a osvětlení v programu Energie (obrázek vlevo) a orientační výpočet příkonu osvětlení v budově, kde se zadávají základní údaje.

6.7.3.2 Software PHPP

V programu jsou různé druhy spotřebičů, pro zjednodušení, přednastavené, samozřejmě možností je doplnění i dalších, které se nacházejí v budově. Jejich množství, použití, spotřeba za den, a připojení na teplou příp. studenou vodu u některých spotřebičů je potřeba specifikovat.

Pro každou aplikaci je dopočítána spotřeba elektrické energie podle vzorce

Výpočet

$$E_{el} = S_1 * S_2 * V_{norm} * f_{užit} * h * G * f_{el}$$

S_1 = zda se nachází daný spotřebič/aplikace v budově 0/1 [-]

S_2 = zda se nachází uvnitř tepelné obálky a nebo vně [-]

V_{norm} = normalizovaná spotřeba spotřebiče [kWh/cyklus nebo kWh/den]

$f_{užit}$ = možný korekční faktor na využití energie = 1 [-]

h = četnost využití za rok na vztažnou veličinu [-]

G = vztažná veličina -> počet osob a nebo domácností [-]

f_{el} = podíl elektrické energie [-]

6.7.3.3 Ostatní – fotovoltaický systém

Součástí obou programů je možnost navržení solárního systému.

Údaje z technického listu modulu

Jmenovitý proud	I_{mp}	5,70	A
Jmenovité napětí	U_{mp}	58,00	V
Jmenovitý výkon	P_{max}	331	Wp
Teplotní součinitel výkonu	α	0,100	%/K
Teplotní součinitel napětí bez zatížení	β	-0,300	%/K

Další údaje

Zeměpisná šířka	φ	50,0	(střední)
Počet modulů	n_{mod}	15	
Odhylka od severu	α	180	
Odhylka od osovové rovniny	β	45	
Výška fotovoltaického pole	h_{mod}	5	m
Výška horizontu	h_{horiz}	0	m
Vodorovná vzdálenost	h_{vzd}	20	m
Přidaný korekční účinný stínění	F_{st}	97%	
Účinnost měniče	η_{mod}	95%	

Roční výžitek za měřicím

Roční výžitek za měřicím	4360	kWh
Roční ztráty stíněním	135	kWh
Primární energie (neobnovitelná)	0,3	
Emisní hodnota - ekvivalent CO ₂	43,3	g/kWh

Obrázek 47 a Obrázek 48 – Energie a PHPP – srovnání mezi programy zadání fv systém

Na obrázcích je vidět podrobnost zadávání v jednotlivých programech. Ten ukazuje jednoduchost a nastavení na standardní hodnoty pro případ programu Energie (vlevo) a podrobnost navrhování se všemi nutnými parametry pro kompletní výpočet fotovoltaického systému na obrázku z programu PHPP (vpravo).

Z hlediska fotovoltaiky tedy záleží na vstupních datech a zda se jedná o podrobné posouzení určité části příp. celé budovy nebo zda se jedná při posouzení o modelový příklad, aby byl srovnatelný s ostatními budovami a legislativními požadavky.

6.7.3.4 Ostatní – Kotel

V rámci programu PHPP je možnost zadat konkrétní hodnoty pro výpočet kotle příp. jiných zařízení v budově (tepelná čerpadla, czt, fototermika). To zpřesňuje výpočet, zároveň také komplikuje orientaci a podrobnost výpočtu.

V PHPP jsou zadávány účinnosti i návrhový výkon oproti programu Energie, kde jsou ve srovnání s programem PHPP zadávány základní hodnoty a informace skrz zdroje až následně specifikaci skrz energonositele.

Návrhový výkon

Instalace kotle (vnější: 0, vnitřní: 1)

Vstupní hodnoty (olejový a plynový kotel)

Účinnost kotle při 30% zatížení: 99%

Účinnost kotle při jmenovitém výkonu: 99%

Pohotovostní tepelná ztráta kotle při 70 °C: 2,0%

Přiměrná teplota vratné vody při měření 30% zatížení: 30 °C

Vstupní hodnoty (zdroj tepla na biomasu)

Účinnost zdroje tepla v základním cyklu: 65%

Účinnost zdroje tepla v ustáleném stavu: 70%

Přiměrná část topného výkonu odevzdávaného do vytápěcích: 0,4

Teplotní rozdíl mezi zapnutím a vypnutím: 30 K

Pro vnitřní instalace: Plocha technické místnosti: 0 m²

Využitelné teplo odevzdávané v jednom základním cyklu: 4,5 kWh

Přiměrný odevzdávaný výkon zdrojů tepla: 3,0 kW

Kotel bez dopravníku na palivo: X

Jednotka pouze a regulaci (šlápný ventilátor / šlápný pomocný zapalování):

Požadba energie na vytápění při jednom základním cyklu: kWh

Příkon v ustáleném stavu: W

Účinnost kotle při vytápění

Účinnost kotle při ohřevu vody: 95%

Účinnost kotle při vytápění a ohřevu vody: 97%

Požadba dodané energie pro přípravu tepla na vytápění

Požadba dodané energie pro přípravu TV: kWh/a

Požadba dodané energie pro přípravu tepla celkem: kWh/a

Roční potřeba primární energie: kWh/a

Roční emise CO₂ (ekvivalent): kg/a

$P_{n, návrh}$	3	kW	15	kW	3
$\eta_{k, návrh}$	99%		99%		99%
$\eta_{k, norm}$	99%		99%		95%
$Q_{ztr, návrh}$	2,0%		2,7%		2,0%
$\theta_{v, návrh}$	30	°C	30		
$\eta_{z, návrh}$			65%		
$\eta_{z, norm}$			70%		
$z_{top, návrh}$			0,4		
$\Delta\theta, návrh$		K	30	K	
$A_{top, návrh}$		m ²	0	m ²	
$Q_{top, návrh}$		kWh	4,5	kWh	
$Q_{top, norm}$		kWh	3,0	kWh	
$\eta_{k, 30}$			101%		
$\eta_{k, 95}$			95%		
$\eta_{k, 97}$			97%		
$Q_{top, 30}$		kWh/a	17366		
$Q_{top, 95}$		kWh/a	26795		
$Q_{top, 97}$		kWh/a	44161		117,2
$Q_{top, prim}$		kWh/a	48577		128,9
E_{CO_2}		kg/a	11040		29,3

Obrázek 49 – PHPP – zadávání zdroj tepla - kotel

6.7.4 Srovnání programů

Výhodou v programu Energie je v protokolu výstup dodávané energie, který ukazuje jednotlivé hodnoty a to usnadňuje práci s výslednými hodnotami a pochopení dějů v budově a možnostech návrhu optimalizace budovy.

Dodané energie:			
Vyp.spotřeba energie na vytápění za rok Q,fuel,H:	57,573 GJ	15,992 MWh	39 kWh/m2
Pomocná energie na vytápění Q,aux,H:	0,852 GJ	0,237 MWh	1 kWh/m2
Dodaná energie na vytápění za rok EP,H:	58,425 GJ	16,229 MWh	40 kWh/m2
Vyp.spotřeba energie na chlazení za rok Q,fuel,C:	11,062 GJ	3,073 MWh	8 kWh/m2
Pomocná energie na chlazení Q,aux,C:	---	---	---
Dodaná energie na chlazení za rok EP,C:	11,062 GJ	3,073 MWh	8 kWh/m2
Vyp.spotřeba energie na úpravu vlhkosti Q,fuel,RH:	---	---	---
Pomocná energie na úpravu vlhkosti Q,aux,RH:	---	---	---
Dodaná energie na úpravu vlhkosti EP,RH:	---	---	---
Vyp.spotřeba energie na nucené větrání Q,fuel,F:	12,536 GJ	3,482 MWh	9 kWh/m2
Pomocná energie na nucené větrání Q,aux,F:	---	---	---
Dodaná energie na nuc.větrání za rok EP,F:	12,536 GJ	3,482 MWh	9 kWh/m2
Vyp.spotřeba energie na přípravu TV Q,fuel,W:	59,391 GJ	16,498 MWh	40 kWh/m2
Pomocná energie na přípravu teplé vody Q,aux,W:	0,236 GJ	0,065 MWh	0 kWh/m2
Dodaná energie na přípravu TV za rok EP,W:	59,627 GJ	16,563 MWh	40 kWh/m2
Vyp.spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q,fuel,L:	66,917 GJ	18,588 MWh	45 kWh/m2
Dodaná energie na osvětlení za rok EP,L:	66,917 GJ	18,588 MWh	45 kWh/m2
Celková roční dodaná energie Q,fuel=EP:	208,567 GJ	57,935 MWh	141 kWh/m2
Produkce energie:			
Elektrina vyrobená FV články za rok Q,FV,el:	9,034 GJ	2,509 MWh	6 kWh/m2
z toho se do výpočtu prim. energie zahrne:	9,034 GJ	2,509 MWh	6 kWh/m2

Obrázek 50 – Energie – výšek z výstupu – dodaná energie

Na obrázku je výstup z protokolu v části dodané energie v budově z programu Energie.

Energie je celkově uživatelsky komfortnější na zadávání hodnot i přehledných výsledků.

V PHPP je množství doplňujících pomocných výpočtů a hodnot, které zesložitují ale i zpřesňují celý výpočet, což je z hlediska podrobného hodnocení výborná pomůcka. Proto PHPP je rozhodně vhodnější z hlediska popsání podrobných dějů v budově, přesto z hlediska podrobnosti výpočtu se uživatel může ve všem snadno ztratit.

Energeticky vztažná plocha $A_{E,V}$ / obestavěný objem V_e	376,96 m ²	3000 m ³
Potřeba tepla na vytápění	47 kWh/(m ² a)	1,5 W/(m ² K)
Tepelný výkon - bydlení	kWh/(m ² a)	– W/m ²
Tepelný výkon - nebyt.	31 kWh/(m ² a)	1,0 W/m ²
Četnost překročení nejvyšší teploty vzduchu	%	– > 25 °C
Celková měrná potřeba chladu	2 kWh/(m ² a)	1,5 W/(m ² K)
Chladicí výkon - bydlení	kWh/(m ² a)	– W/m ²
Chladicí výkon - nebyt.	31 kWh/(m ² a)	– W/m ²
Vzduchočtenost - výměna vzduchu n_{50}	0,6 1/h	0,6 1/h
Celkem Primární energie	222 kWh/(m ² a)	1,20 W/(m ² K)
Vytápění, chlazení, TV, pomocná elektřina, osvětlení, elektrická zařízení		
Měrná potřeba primární energie TZB / CO ₂ -ekvivalent	1,63 kWh/(m ² a)	38 kg/(m ² a)
Vytápění, TV, pomocná elektřina (bez osvětlení a el. zařízení)		
Solární elektřina: úspory primární energie / emise CO ₂	27 kWh/(m ² a)	7,4 kg/(m ² a)

Obrázek 51 – PHPP – výšek z listu Hodnocení

Na obrázku je část z podsložky hodnocení celkové budovy, která ukazuje potřeby tepla a chladu v budově. Celkové shrnutí ale potřebné a dodávané energie do budovy v PHPP není, což je jedna z nevýhod programu a tím pádem nemohou být výsledné hodnoty porovnané.

6.8 Výpočet neobnovitelné primární energie v budově

Hodnota neobnovitelné primární energie patří mezi zásadní kritéria při energetickém hodnocení pasivních domů.

Podle PHPP nesmí tato hodnota přesáhnout 120 kWh/m²a a tato hodnota vyjadřuje energie v budově vynásobené faktorem primární energie.

$$\begin{aligned} \text{neobnovitelná primární energie} \\ = \text{vytápění} + \text{teplá voda} + \text{pomocné energie} \\ + \text{energie provozu (chlazení, vlhkost, osvětlení, provoz)} \end{aligned}$$

Faktor primární energie zohledňuje energetický obsah suroviny, tak energii vynaloženou na přepravu a zpracování.

Pro zjednodušení pro administrativní budovu Sudkov bylo ve výpočtech uvažováno použití jako zdroje energie plynový kotel.

6.8.1.1 Software PHPP

Jak je vidět na obrázku v programu PHPP jsou vytvořeny sekce v listu Primární energie, kde uživatel zadává zdroj energie a především % podíl na krytí potřeby tepla a potřeby teplé vody. Je možnost tedy vybrat příslušný zdroj energie a vypsát jeho % podíl na celkovém pokrytí tepla a TV.

Návrh pasivního domu: **POTŘEBA PRIMÁRNÍ ENERGIE**

Objekt: Administrativní objekt Sudkov Typ objektu: Administrativní budova

Energetický vztažná plocha A_{ext}: 377 m² Energetický vztažná plocha A_{int}: 477 m²

Potřeba tepla na vytápění vč. napájení: 2 Potřeba energie na ohřev vč. odvlhčování: 2

	Celková dodaná energie kWh/m ² a	Primární energie kWh/m ² a	Emise CO ₂ -ekvivalent kg/m ² a
Potřeba elektřiny (bez tepelného čerpadla)			
Podíl krytí potřeby tepla na vytápění	25%		
Podíl krytí potřeby TV	5%		
Vytápění - přímotopné elektrické	0,0	24,2	0,0
Příprava TV, přímotopná elektrická (bez TV pračka-myčka)	0,0	0,0	0,0
Elektrický ohřev TV pračka-myčka	0,0	0,0	0,0
Potřeba elektřiny na osvětlení/provozní nástroje/kuchyň	0,0	0,0	0,0
Potřeba pomocné elektřiny	13,3	25,1	0,0
Celková potřeba elektřiny (bez tepelného čerpadla)	13,3	50,3	13,2
Tepelné čerpadlo			
Podíl krytí potřeby tepla na vytápění	80%		
Podíl krytí potřeby TV	100%		
Energetický doplnkový vytápění			
Ruční topný faktor tepelného čerpadla 1 (vytápění) / vytápění	0,0	2,6	0,0
Ruční topný faktor tepelného čerpadla 2 (TV)	0,0	0,0	0,0
Faktor energ. účinnosti zdroje tepla (bez TV na prání a mytí nádob)	0,0	0,0	0,0
Faktor energ. účinnosti zdroje tepla (vč. TV na prání a mytí nádob)	0,0	0,0	0,0
Potřeba elektřiny pro tepelné čerpadlo (bez TV pračka-myčka)	0,0	0,0	0,0
Neenergetická potřeba TV pračka-myčka	0,0	0,0	0,0
Celková potřeba elektřiny tepelného čerpadla	0,0	0,0	0,0

Obrázek 52 – PHPP – výšek z listu Primární energie

Při práci v programu bylo zjištěno, že v kartě data, kde jsou vypsány některé přednastavené údaje pro celý program, tak jsou hodnoty neobnovitelné primární energie jiné oproti nastaveným standardům pro program Energie.

Druh energie	Energonositel	PE (neobnovitelná) kWh _{prim} /kWh _{End}	CO ₂ GEMIS 3.0 kg/kWh _{End}
paliva	1 žádný		
	2 topný olej	1,1	0,31
	3 zemní plyn	1,1	0,25
	4 LPG	1,1	0,27
	5 čemé uhlí	1,1	0,44
	6 dřevo	0,2	0,05
elektřina	7 elektřina-mix	2,6	0,68
	8 elektřina-fotovoltaika	0,7	0,25

Obrázek 53 – PHPP – výšek z listu Data – část faktory

Na obrázku je možnost vidět faktory neobnovitelné primární energie pro jednotlivé energonositele nastavené v programu PHPP. Pro elektřinu, jako standard je nastavena hodnota 2,6 oproti programu Energie, kde je přednastaveno 3,0, což také ovlivňuje výsledné hodnoty.

Dále také pro elektřinu z fotovoltaického systému je přednastavena hodnota 0,7, tedy je přítomnost fotovoltaického systému v programu PHPP zohledňována.

6.8.1.2 Software Energie

Spolřeba energie (vytápění, chlazení...) | Výroba energie (solární systémy a kogenerace) | Referenční budova |

Energonositel: elektrřina ze sítě | obecný energonositel | obecný energonositel | nevyužitý

V rozbalovacím menu jsou uvedeny nejběžnější transformační faktory pro vybrané energonositele podle vyhl. MPO ČR č. 78/2013 Sb. Jiné hodnoty můžete zadat s pomocí nápovědy.

Faktor neobnovitelné primární energie:	3,0	0,0	0,0	0,0
Faktor celkové primární energie:	3,2	1,0	1,0	0,0
Součinitel emisí CO ₂ v kg/kWh:	1,012	0,0	0,0	0,0

Podíl z dílčích potřeb energie připadající na jednotlivé energonositele v %:

Vytápění:	0,0 %	100,0 %	0,0 %	0,0 %	<input checked="" type="checkbox"/>
Chlazení:	100,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	<input checked="" type="checkbox"/>
Úprava vlhkosti:	100,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	<input checked="" type="checkbox"/>
Připrava teplé vody:	0,0 %	100,0 %	0,0 %	0,0 %	<input checked="" type="checkbox"/>
Osvětlení:	60,0 %	0,0 %	40,0 %	0,0 %	<input checked="" type="checkbox"/>
Pomocná energie (ventilátory, čerpadla...):	100,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	<input checked="" type="checkbox"/>

Obrázek 54 – PHPP – karta Energonositele a primární energie

Na obrázku je výšek z programu Energie. Stejně jako v PHPP také je vytvořen % podíl, přesto na principu energonositele (např. elektřina, uhlí, apod..) a doplnění faktorů neobnovitelné energie. Následně pro jednotlivé dílčí potřeby energií -> od vytápění až po pomocné energie - jejich % zastoupení (a tím i jednotlivých zdrojů energie) v budově.

V programu Energie pomocí nápovědy je doporučená hodnota pro faktor neobnovitelné energie elektřiny hodnota 3,0, což je standardní hodnota používaná pro Českou Republiku. Dále z hlediska Energie z okolního prostředí je dána hodnota 0,0. Tedy i hodnoty faktory primární energie jsou v rámci obou programů různé a mělo by být vždy zohledňováno při posouzení.

V případě administrativní budovy v Sudkově byl použit plynový kotel pro srovnání mezi programy a hodnota faktoru zemního plynu je v obou programech stejná = 1,1.

7 Závěrečné srovnání vzhledem k výsledkům budovy

7.1 Administrativní budova Sudkov

V kapitole 7 byly pro srovnání programů na příkladu použity data a výstupy pro administrativní budovu Sudkov.

Podle závěrečného srovnání v jednotlivých programech administrativní budova nesplňuje požadované parametry, ale především je možnost vidět srovnání mezi výslednými hodnotami mezi výstupy z Energie a PHPP.

Tabulka 11

		ENERGIE	PHPP	požadavek	splněno
vztažná plocha	m ²	409,5	377		
PRŮMĚRNÝ SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA BUDOVY	W/m ² K	0,18	0,18	<=0,35	ano
MĚRNÁ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ BUDOVY	kWh/m ² a	25	47	<=15	ne
MĚRNÁ POŘEBA ENERGIE NA CHLAZENÍ BUDOVY	kWh/m ² a	8	2	<=15	ano
MĚRNÁ DODANÁ ENERGIE DO BUDOVY	kWh/m ² a	141	neuvedeno v phpp		
MĚRNÁ NEOBNOVITELNÁ PRIMÁRNÍ ENERGIE	kWh/m ² a	201	221,9	<=120	ne

V tabulce 11 při srovnání je možnost vidět, že přestože např. hodnota průměrného součinitele prostupu tepla celé budovy vychází shodně, tak podle předchozích kapitol, kde jsou vypsány rozdíly v rámci podrobnějšího výpočtu, došlo k vzájemnému vykompenzování rozdílů.

Měrná potřeba tepla na vytápění budovy se v daném případě nejvíce odlišuje v již zmíněné části vnitřních zisků a jejich započítání a v návaznosti tím dochází i k rozdílnosti u chlazení budovy.

Měrná dodaná celková energie do budovy je uvedena ve výstupu z programu Energie. V programu PHPP jsou uvedeny pouze dílčí energie a vždy jsou následně dopočítány až k následující měrné neobnovitelné primární energii v budově.

U měrné neobnovitelné primární energie dochází k rozdílným především v části při přepočtu na neobnovitelnou primární energii pomocí faktorů primární energie, které jsou různé a zohlednění např. i použití systému fotovoltaiky v PHPP.

Dále také při vlastních zjištění a srovnání, kdy byl použit plynový kotel pro srovnání obou řešení, tak k dalšímu hrubému vykompenzování došlo při srovnání mezi-výpočtů. Co se týče ale závěrečné hodnoty, tak dané výpočty jsou rozdílné vzhledem k vztažné ploše budovy, která je definovaná pro PHPP z vnitřních rozměrů budovy (a plochy obalových konstrukcí z vnějších rozměrů) oproti Energii, kdy jsou rozměry včetně obalových stavebních konstrukcí.

V následující tabulce je možnost vidět srovnání mezi budovami v rámci energií. Energie rozděluje elektřinu ze sítě a další energonositele, přičemž fv je započítána zvlášť.

V PHPP je počítáno s elektřinou obecně a následně potom jsou uvažovány jednotlivé zdroje energie i se započítáním pomocné energie.

Tabulka 12 – Energonositelé srovnání

		ENERGIE	PHPP	
elektřina (ze sítě)		46,502	35,1	elektřina
zemní plyn		35,739	48,577	kotel a pomocná energie
obecní energo-nositelé		-	-	
z FV elektřina		-	-	
MWh		82,241	83,677	MWh
neobnovitelná energie za rok	primární	82,241	83,677	neobnovitelná primární energie za rok
		200,8327228	221,9549072	
kWh/m2a		200,8	222,0	kWh/m2a

Při zpětné analýze při porovnávání a srovnávání hodnot mezi údaji z Energie a PHPP bylo zjištěno, že největší chyby se vždy nacházely v částech vnitřních zdrojů v budově (obzvlášť podceňované osvětlení, které je v administrativní budově zásadní) a zadávání vnitřních podmínek. Tím je potvrzeno, že správné zvolení okrajových podmínek je zásadní stejně jako základní zadávací dokumentace.

7.2 Rodinný dům Marlen

Rozdíly, které byly popsány pro administrativní budovu Sudkov platí ve velké míře i při srovnání údajů mezi programy pro rodinný dům.

Tabulka 13 obsahuje základní srovnání tepelných ztrát budovy mezi programy. Z tohoto srovnání je možno vyčíst, stejně jako bylo v kapitole 7.3 a 7.4 popsáno, že výsledné hodnota průměrného součinitele tepla budovy vychází hodnota po zaokrouhlení srovnatelná. Tedy základní hodnota průměrného součinitele prostupu tepla splňuje požadavek pro pasivní budovy.

Tabulka 13

	ENERGIE	PHPP
PLOŠNÉ KONSTRUKCE (STŘECHA+STĚNY)	24,635	25,1
OTVOROVÉ KONSTRUKCE	25,711	23,9
TEPELNÉ VAZBY + PODLAHA K ZEMINĚ	15,391	13,1
W/K	65,737	62,1
VZTAŽNÁ PLOCHA M2	90,257	71,929
PLOCHA OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ M2	363,8	363,8
PRŮM. SOUČINITELE TEPLA BUDOVY	0,180695437	0,170698186
ZAKROUHLNĚNÍ VÝSLEDEK PROTOKOLY	0,18	0,18

Jako další část srovnání stejně jako v kapitole 7.6.2, při srovnání jednotlivých hodnot pro výpočet potřeby tepla na vytápění, vychází největší rozdíly v části vnitřních zisků, které jsou počítány v rámci obou výpočetních postupů rozdílným způsobem popsaném v dané kapitole.

Tabulka 14

		LED	ÚNOR	BŘEZ	DUB	KVĚT	ČER	ČVC	SRP	ZÁŘÍ	ŘÍJ	LIST	PROS
celkové ztráty	obálka + větrání												
energie	GJ	4,31	3,66	3,40	2,51	1,70	1,07	0,81	0,94	1,49	2,43	3,27	4,02
phpp	kwh	1065	971	931	723	504	349	277	295	455	693	879	1062
	GJ	3,83	3,50	3,35	2,60	1,81	1,26	1,00	1,06	1,64	2,49	3,17	3,82
vnitřní tepelné zisky													
energie	GJ	1,15	0,90	0,88	0,76	0,70	0,65	0,67	0,70	0,77	0,88	0,96	1,13
phpp	kwh	112	102	112	109	112	109	112	112	109	112	109	112
	GJ	0,40	0,37	0,40	0,39	0,40	0,39	0,40	0,40	0,39	0,40	0,39	0,40
solární zisky													
energie	GJ	1,09	1,67	2,55	3,18	3,44	3,13	3,17	3,59	2,75	2,45	1,42	0,91
phpp	kwh	413	548	737	788	828	790	813	860	730	668	399	367
	GJ	1,49	1,97	2,65	2,84	2,98	2,84	2,93	3,09	2,63	2,41	1,43	1,32
stupeň využitelnosti tepelných zisků (vnitřní+solár)													
energie	-	96,6	91,6%	79,8	63,9	41,2	28,2	21,1	21,8	42,4	66,0%	90,6%	96,8
	%			%	%	%	%	%	%	%		%	%
	-	100,	100,0%	92,1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	30,7%	100,0	100,
	0%			%							%		0%
phpp		99,9	99,0%	93,3	77,9	53,5	38,9	29,9	30,4	54,1	83,6%	99,6%	99,9
	%			%	%	%	%	%	%	%		%	%

Dalším srovnání mezi programy bylo v rámci celkové potřeby tepla na vytápění v rámci měsíců a jejich celkové srovnání. Z výsledné hodnoty vyplývá, že přestože se v mezi-výpočtech nachází rozdíly, tak výsledná hodnota je hrubě srovnatelná.

Tabulka 15 – Potřeba tepla na vytápění

		LED	ÚNOR	BŘEZ	DUB	KVĚT	ČER	ČVC	SRP	ZÁŘÍ	ŘÍJ	LIST	PROS	
ENERGIE	GJ	2,16	1,31	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	1,11	2,04	7,516
PHPP	GJ	1,94	1,18	0,50	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	1,35	2,10	7,312

Jako další zásadní požadavek je posouzení měrné potřeby tepla na vytápění. Podle výsledných hodnot v následující tabulce budova nesplňuje požadavek na měrnou potřebu tepla na vytápění. Zároveň ale ukazuje i rozdílnost v rámci programů vzhledem k zadávací vztažné ploše.

Tabulka 16

	energie	phpp	
celková roční potřeba	7,516	7,312	GJ
celková roční potřeba	2087,649	2031,131	kWh
vztažná plocha	90,257	71,929	m ²
měrná potřeba tepla na vytápění	23,130	28,238	kWh/m ² a

Jako poslední hlavní kritérium při posuzování energetické náročnosti budovy je měrná neobnovitelná primární energie, kterou budova splňuje.

Tabulka 17 – Energonositelé

<i>elektřina (ze sítě)</i>		9,028	5,48821322	<i>elektřina vše</i>
<i>obecný energonositel</i>		1,412	1,67595502	<i>tč a pom energie</i>
<i>z FT</i>		0,167	0,06473646	
<i>MWh</i>		10,607	7,2289047	<i>MWh</i>
<i>neobnovitelná primární energie za rok</i>		10,607	7,2289047	
<i>kWh/m²a</i>		117,5194499	100,5	
		117,5	100,5	<i>kWh/m²a</i>

Z výsledného srovnání požadavků na budovu je možnost vidět, že budova splňuje všechny hodnoty, kromě měrné potřeby tepla na vytápění budovy. Tím pádem nesplňuje požadované parametry na pasivní budovu.

Tabulka 18

		ENERGIE	PHPP	požadavek	splněno
vztažná plocha	m ²	90,257	71,929		
PRŮMĚRNÝ SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA BUDOVY	W/m ² K	0,18	0,18	<=0,35	ano
MĚRNÁ POTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ BUDOVY	kWh/m ² a	23	28	<=15	ne
MĚRNÁ POŘEBA ENERGIE NA CHLAZENÍ BUDOVY	kWh/m ² a	0	1	<=15	ano
MĚRNÁ DODANÁ ENERGIE DO BUDOVY	kWh/m ² a	103	neuvedeno v phpp		
MĚRNÁ NEOBNOVITELNÁ PRIMÁRNÍ ENERGIE	kWh/m ² a	118	100,5	<=120	ano

7.3 Závěr srovnání programů

PHPP je velmi podrobný program, což je výhoda i nevýhoda. V rámci energetické náročnosti budovy a programu PHPP je potřeba již odborník, který vnímá nuance mezi jednotlivými výpočty. Pro začátečníka, studenty bych tedy nedoporučovala program PHPP, jelikož špatné zadání v určitých částech může vést k absolutně chybnému výpočtu a největší chyba většinou bývá v části zadávání okrajových podmínek.

PHPP se přibližuje více realitě a umožňuje velmi podrobné zadání. V některých částech až přespříliš, což je vhodné z hlediska co nejpřesnějšího posuzování, přesto pro základní posouzení je vhodnější program Energie i vzhledem k požadavkům a okrajovým podmínkám týkající se ČR.

Součástí programu PHPP je dokonce v určitých částech doslova napsáno: vyplňuje odborník. Dále jsou součástí programu určité vložené minimální podmínky, aby vůbec začalo počítat -> např. minimální hloubka vrtu 10 m, aby vůbec byly ukázány nějaké výsledky.

Dále pokud projekt není podrobně popsán, jasně definován a nejsou známy okrajové podmínky, tak další nepřesnosti vznikají mezi studenty byť i odbornými odhady.

I proto doporučuji PHPP spíše pro stávající budovy a pro zjištění podrobných dějů a chování v budově. Je to ideální program pro již dlouholeté odborníky v oboru.

Pro studenty a základní výpočty bych doporučovala program Energie, který v rámci výpočtu pomáhá pomocnými výpočty, nápovědami a celkově je uživatelské prostředí velmi příjemné a dobře se v něm orientuje a ovládá se.

Podle výsledných hodnot mezi programy velmi závisí na způsobu výpočtu v jednotlivých programech. Výsledné hodnoty jsou i přesto hrubě srovnatelné, a proto závisí na cíli výpočtu, podrobnosti dat i vhodném programu přizpůsobeném pro daný stát a legislativu.

Obě budovy nesplnily požadavky na pasivní budovy. Předmětem a jedním z cílů diplomové práce je srovnání programů a metodik, a proto výsledné hodnoty nemusí splňovat požadavky na pasivní budovy.

8 Studie - certifikace budov

Certifikace budovy je doslova vyjádřením a potvrzením mimořádných vlastností budovy. Je to doklad kvality pro všechny uživatele a celkové zhodnocení, jaký má budova vliv na okolí během celé své existence.

Certifikace má řadu výhod pro budovu:

- Vytváří se poptávka po šetrných budovách na trhu
- Inspiruje inovativní řešení s ohledem na životní prostředí i samotnou budovu
- Dodává jistotu kvality nejenom návrhu ale dodržení principů udržitelnosti
- Překračuje standard minimálních požadavků v předpisech i vzhledem k užívání budovy
- Rozvíjí cíle ochrany životního prostředí
- A pomáhá celkově snížit provozní náklady, zlepšit pracovní a životní prostředí nejenom v budovách samotných ale i v okolí

Budova s vysokým hodnocením má menší provozní náklady a menší dopady na životní prostředí. Z hlediska ekonomiky přesto největší benefity spočívají ve vytvoření zdravějšího prostředí, kdy lidé jsou méně nemocní a unavení, a práce je celkově efektivnější. Nemocnost proti zdravému a kvalitnímu prostředí vzhledem k množství zaměstnanců v budově znamená znatelný rozdíl v ekonomice, managementu,... dané firmy. I proto jsou certifikované budovy lépe pronajímatelné z důvodu dokladu = certifikace budovy.

Z pohledu majitele jsou nájemci ochotni platit vyšší cenu za kvalitní prostředí, které spolu s nižšími provozními náklady zajišťuje vyšší zisk majitelům.

Podle statistik je prodejní cena certifikované budovy o 16% vyšší než okolní budovy v okolí, kde není tolik certifikací, a až o 26% vyšší prodejní cena než okolní budovy v okolí, kde je certifikovaných budov málo.

Aktuálně lze certifikovat nejen nové projekty, ale i existující budovy příp. části (vestavby) budov a mezi nejrozšířenější certifikace patří certifikace LEED, BREEAM, SBTToolCZ a DGNB.

8.1 Certifikace LEED

8.1.1 Co to je

Je to mezinárodně uznávaná značka kvality, která poskytuje vlastníkům a provozovatelům budov určitý rámec k identifikaci i návrhu budov. Slouží ke zjištění, navržení i porovnání s ostatními budovami z hlediska nejenom provozu a správy šetrných budov, ale i celkového návrhu a jeho celkové kvality ze všech různých hledisek.

Zabývá se hodnocením jednotlivých domů i celých čtvrtí, které jsou navrhované, vybudované a provozované se zaměřením na zlepšení vlivu na životní prostředí a lidské zdraví. Certifikace LEED slouží všem typům budov a je možné certifikovat nejen nové projekty, ale i existující budovy.

Hodnocení LEED se zabývá klíčovými oblastmi, ve kterých budovy ovlivňují jak životní prostředí, tak zdraví uživatelů a další. Jsou to:

- bezprostřední dopady na lokalitu (ekologie, doprava apod.),
- hospodaření s pitnou vodou,
- energie a atmosféra (spotřeba energií, vliv na globální oteplování a ozónovou vrstvu),
- materiály a zdroje (obsah recyklátů a recyklovatelnost)
- kvalita vnitřního prostředí (kvalita vzduchu, tepelná a světelná pohoda, regulovatelnost systémů, eliminace škodlivin)
- inovace v návrhu
- regionální priority

8.1.2 Princip certifikace

Hodnocení LEED je založeno na přidělování bodů v rámci 100-bodové stupnice.

Celkem je v těchto kategoriích možno získat 100 základních a 10 prémiových bodů, přičemž některé body jsou ale z principu projektu nedostupné (např. využití existujících konstrukcí není možné u nově stavěné budovy). I proto při hodnocení certifikace je důležité určit správný typ hodnocení budovy (viz. kapitola typy hodnocení).

Aby projekt mohl být certifikován, musí splnit sérii všech předpokladů trvalé udržitelnosti a získat minimální počet bodů, který se rovná 40 bodům z celkových 100 bodů.

8.1.3 Kdo řídí certifikaci

Green Building Certification Institute řídí a spravuje certifikaci LEED pro všechny komerční a institucionální projekty registrované pod kterýmkoliv hodnotícím systémem LEED.

Má na starosti vývoj a neustálé zlepšování hodnotících systémů, je primárním zdrojem informací pro LEED a vzdělávání v oblasti šetrného stavebnictví pro projektové týmy, poskytuje referenční příručky, dodatky k systémům hodnocení, workshopy, online kurzy a další nástroje pomáhající dosažení úspěšné LEED certifikace.

Dále vykonává nezávislou technickou kontrolu a ověření registrovaných projektů, aby bylo zajištěno splnění standardů nastavených systémem.

8.1.4 LEED akreditace odborníků

Pro posouzení budovy je nutný certifikovaný odborník, který ideálně pomáhá od návrhu budovy až po realizované řešení tzv. LEED Accredited Professional.

Možnost vykonávat pověření LEED Professional je otevřena všem odborníkům na mezinárodní úrovni, kteří se pohybují v oboru stavebnictví, a kteří mohou prokázat své znalosti a zkušenosti se systémem LEED.

Existují 3 úrovně LEED akreditace

- Úroveň I – LEED Green Associate
- Úroveň II – LEED Accredited Professional + (AP+)
- Úroveň III – LEED Fellow

Následně se již jedná o zaměření AP = LEED akreditovaných profesionálů (LEED Accredited Professional) na konkrétní typy hodnocení.

- LEED AP Building Design + Construction (LEED AP BD+C) – nové budovy, ostatní budovy a konstrukce
- LEED AP Operations + Maintenance (LEED AP O+M) – budovy v provozu
- LEED AP Interior Design + Construction (LEED AP ID+C) – interiéry a konstrukce
- LEED AP Neighborhood Development (LEED AP ND) – certifikace celých čtvrtí
- LEED AP Homes

8.1.5 LEED certifikace budov - hodnocení

Hodnocení obsahuje povinné požadavky, bez nichž není možno certifikaci získat (minimálně 40 bodů). To jsou základní povinné podmínky pro označení budovy za certifikovanou. Dále jsou při hodnocení budovy další kredity, podle jejichž počtu je budova certifikována v určité úrovni a tím je určena její nadstandardní kvalita a vliv od životního prostředí, zdraví uživatelů až po celkový návrh k jednotlivým detailům.

Klasifikace systému LEED

Klasifikace LEED				
< 40 bodů	≥ 40 bodů	≥ 50 bodů	≥ 60 bodů	≥ 80 bodů
–	Certified (Certifikováno)	Silver (Stříbrný)	Gold (Zlatý)	Platinum (Platinový)

Celý systém výměny informací je založen na platformě elektronické komunikace s GBCI (certifikačním a poradenským institutem) v anglickém jazyce.

Ke zvládnutí správného vedení důkazů je potřeba hluboká znalost nejen systému LEED, ale i velkého množství technických požadavků a norem, zejména amerických, o které se LEED opírá. V návrhu je proto obvykle přizván LEED konzultant, který spolupracuje, upřesňuje a vysvětluje jednotlivé požadavky a do jisté míry koordinuje práci dalších účastníků projektu vzhledem k jednotlivým dílčím bodům hodnocení.

8.1.6 Typy hodnocení

Hodnoceny mohou být jak nové budovy a významné rekonstrukce, tak již existující budovy.

- nové budovy včetně jejich vnitřního zařízení (New Construction)
pozn. Certifikace nových budov se neomezuje na komerční budovy, ale lze ji využít i pro bytové domy, pokud mají více než tři podlaží, a také pro institucionální a veřejné budovy.
- pouze obálka budovy a základní technická zařízení, protože budoucí uživatel a jeho nároky nejsou dosud známy (Core and Shell) např. kancelářské budovy nebo smíšené budovy, kdy není jasně definovaný účel z důvodu nájemního způsobu
- budovy v provozu (Existing Building: Operation and Maintenance)
- komerční interiéry (Commercial Interiors) – kancelářské a obchodní provedení vestaveb
- specifické budovy, jako jsou například školy, obchodní budovy, zařízení pro zdravotnickou péči, datacentra a logistické stavby (LEED for Schools, Retail, and Healthcare, Datacentres, Warehouses and Distribution Centers)
- rodinné domy (LEED for Homes)
- urbanistické celky (LEED for Neighborhood Development)

Certifikace LEED je kompletně v anglickém jazyce. Součástí práce (viz příloha) je excel, kde jsou přeloženy do českého jazyka jednotlivé položky, které jsou součástí hodnocení např. pro verze v2009 a v.4, které jsou aktuální a konkrétně pro typy budov „nová budova“ („New construction“) a „nová budova – obálka budovy + technická zařízení“ („Core and Shell“).

V tomto srovnání je možné vidět různé bodové ohodnocení, které je možné získat v jednotlivých skupinách i srovnání v rámci verzí certifikace, kdy je dán jiný důraz na různá kritéria.

8.1.7 Proces certifikace

Certifikace LEED zahrnuje čtyři hlavní kroky:

1. Zaregistruje se projekt vyplněním klíčových formulářů a odesláním platby.
2. Požádá se o certifikaci LEED tým, že se odešle vyplněná certifikační žádost a zaplatí certifikační poplatek.
3. LEED konzultant a projektový tým podávají během projektování a během výstavby důkazy o naplnění kreditů pomocí on-line systému.
4. Posouzení. V okamžiku dokončení prováděcí dokumentace provede certifikační autorita (GBCI) v USA kontrolu, tzv. Design Review a udělí body za návrh, po dokončení stavby je provedena kontrola kreditů spojených s procesem výstavby a v rámci Construction Review jsou uděleny body za realizační část.
5. Certifikace na základě součtu bodů. Rozhodnutí o certifikaci.

Proces certifikace

1. LEED konzultant a projektový tým podávají během projektování a během výstavby důkazy o naplnění kreditů pomocí on-line systému a formulářů.
2. V okamžiku dokončení prováděcí dokumentace provede certifikační autorita (GBCI) v USA kontrolu, tzv. Design Review a udělí body za návrh, po dokončení stavby je provedena kontrola kreditů spojených s procesem výstavby a v rámci Construction Review jsou uděleny body za realizační část.
3. Na základě celkového součtu bodů je udělena závěrečná certifikace budovy.

Pozn. U projektů typu Core and Shell, kde není znám budoucí uživatel, existuje tzv. Precertifikace na základě závazků vlastníka projektu k určitým vlastnostem projektu. Důvodem je marketingový argument k získání nájemců ještě před dokončením projektu.

V jakémkoli případě je budova certifikována až ve chvíli, kdy je jednoznačně prokázáno, že všechny kredity od plánování až k výstavbě byly splněny a tím skutečně naplněny.

8.1.7.1 Certifikace, její verze a referenční příručka

LEED je systém, který se neustále vyvíjí a prochází nezbytnými úpravami vždy podle normativních předpisů a požadavků. Během celé fáze projektu tedy dochází ke změnám nejenom v samotné certifikaci ale i konkrétních požadavcích. Vždy ale platí, že platné požadavky jsou dány referenční příručkou daného systému a jejími změnami, které jsou dostupné na stránkách a především u LEED profesionála, a je bráno, že platné požadavky jsou vztaheny k datu registrace projektu.

8.1.7.2 Vyškolený expert / pozvaný expert

Na zpracování dokumentace a na realizaci se podílí množství lidí, které u certifikovaných staveb zpravidla doplňuje expert na certifikaci – ať pozvaný a nebo kandidát z řad pracovníků.

„Velmi důležitý je výběr kandidáta na experta pro certifikaci. Musí to být člověk, který má skutečný zájem o životní prostředí a stavebnictví a který je komunikativní, aby v projektovém i realizačním procesu mohl uplatnit požadavky, jež přispějí k získání certifikace, což často není vůbec snadné. Příprava takového pracovníka, jeho studium, včetně složení dvou předepsaných zkoušek, představuje časově několik měsíců a také finanční náklady v řádu desítek tisíc korun. Pracovník se musí naučit referenční příručku pro daný typ stavby včetně referenčních standardů pro udělení relevantních kreditů. Následně musí složit povinnou zkoušku GA (LEED Green Associate). Po té musí aktivně uplatňovat své znalosti na stavbě, která

*usiluje o získání certifikátu, a současně prohlubuje své znalosti dalším studiem, jež ukončí složením zkoušky AP (LEED Accredited Professional). Po úspěšném složení této zkoušky může expert LEED AP být pracovníkem zodpovědným za certifikaci daného projektu.“*³⁾ popisují zkušenosti Ing. Bohdan Víra, CSc. A Ing. Petr Lhoták v článku zabývající se již proběhlou a úspěšnou certifikací projektu City Green Court v Praze o získání certifikátu LEED Platinum.

8.1.7.3 Angličtina v hlavní roli

Všechny hlavní texty a tím i všechny požadavky, příručky a odborné texty, referenční standardy pro relevantní kredity jsou v anglickém jazyce, jako světovém jazyku. Jedná se tedy o obrovské množství anglického odborného textu v řádu i několika tisíc stran.

Zároveň veškerá dokumentace a komunikace je s Green Building Certification Institute (GBCI) v anglickém jazyce formou internetové platformy LEED Online a veškerá dokumentace a projekty jsou pečlivě posuzovány týmy vybraných expertů z řad registrovaných profesionálů GBCI.

Na internetové platformě LEED Online jsou uloženy nutné formuláře k vyplnění a nezbytná dokumentace k posouzení certifikačním týmem. I proto je potřeba zajistit dokumentaci v anglickém jazyce, což může být problematické (např. u stavebních výrobků až po dokumenty od subdodavatelů) a zvyšují se náklady na překlad.

8.1.7.4 Projektová dokumentace

Záměr investora stavět certifikovanou budovu by měl být vyjádřen ještě před zpracováním projektové dokumentace dané budovy. Ideálně je pro novostavbu navázat spolupráci již od fázi studie, aby se již při projektování mohly naplnit požadavky zvoleného systému certifikace i její úroveň.

V průběhu zpracování projektové dokumentace je potřeba, aby stavba splňovala základní požadavky, požadavky cílové certifikace, aby byla stavebně proveditelná, technicky spolehlivá a provozně funkční i ekonomicky přijatelná a proto je velmi důležité se seznámit a především průběžně konzultovat situační, koncepční, konstrukční, výrobové a materiálové použité řešení.

Pokud je projekt vhodně připravován již od počátku a jsou uvažovány správné materiály, výrobky a skladby materiálů, tak je možnost dosáhnout lepšího hodnocení.

Ohledně dokumentace stavebních výrobků, tak jako dokumentace výrobků může sloužit: technický list, bezpečnostní list, materiálový list, prohlášení výrobce (v našich podmínkách nevhodnější, neboť mnohdy neexistuje dostatek podkladů v angličtině) nebo certifikát výrobku.

Hodnota stavebního materiálu se zaměřuje na vlastnosti z hlediska životního prostředí: obsah recyklované složky, regionalitu (místo získání suroviny až zpracování po finální výrobek), rychlost obnovitelnosti (v potaz materiály rostlinného původu a pod 10 let perioda získání suroviny), obsah těkavých organických látek, původ materiálu (např. je certifikováno, že dřevo bylo získáno ekologicky přijatelným způsobem. Jiný certifikát než FSC není pro LEED relevantní).

Z hlediska technického zařízení budovy, tak některé požadavky jsou splněny dodržením platných ČSN, ale je potřeba zaměřit se na minimální účinnost zařízení, nutnost instalace motoricky ovládaných uzavíracích klapek vzduchotechniky, přímé měření průtoku čerstvého vzduchu a další.

8.1.7.5 Specifické požadavky na organizaci a provádění stavebních prací

Jedná se o vypracování a implementaci plánů pro omezení eroze a sedimentace, kvalitu vnitřního prostředí v průběhu stavebních prací a po obsazení budovy, plánu nakládání s odpady a plánu commissioningu.

Povinnou součástí certifikačního procesu je tzv. commissioning - nezávislá kontrola projektu a provedení stavby (kontrola projektové dokumentace, prováděcí dokumentace, instalace, uvedení do provozu, monitorování spotřeby energií a chování budovy v rámci jednoho roku od obsazení budovy, dále tvorbě manuálu systému budovy a další). Důležitá je nezávislost na projektovém a realizačním týmu a přímá zodpovědnost investorovi obzvlášť u budov většího rozsahu. Obvykle je tato funkce spojována s vykonáváním funkce technického dozoru investora.

Velmi důležitý je management a koordinace prací v celém procesu. V rámci projektu jsou všichni účastníci proškoleni o specifických požadavcích na stavbu z hlediska vedení dokumentů, zodpovědnost za plnění jednotlivých úkolů až po podstatně větší množství kontrol pro přesné průběžné sledování výstavby a náprav nedostatků... až po ukládání tříděného odpadu a odběrná místa pro napájení a energii.

8.1.7.6 *Shrnutí na co dát pozor*

- 1) **Certifikace, její verze a referenční příručka** – neustálé změny podle platných normativních a LEED požadavků a platné požadavky v referenční příručce
- 2) **Vyškolený expert / pozvaný expert** – kandidát pro certifikaci – náročnost přípravy a získání akreditace nebo pozvaný specialista
- 3) **Angličtina v hlavní roli** – všechny dokumenty, formuláře, výstupy, technické listy, dokumentace stavebních výrobků, komunikace s GBCI, odborné texty, referenční příručka
- 4) **Projektová dokumentace** – záměr certifikované budovy již od počátku (jinak nákladné úpravy), výběr vhodných stavebních materiálů a výrobků již před zahájením stavby
- 5) **Dokumentace stavebních výrobků** - dokumentace výrobků - technický list, bezpečnostní list, materiálový list, prohlášení výrobce (v našich podmínkách nejvhodnější, neboť mnohdy neexistuje dostatek podkladů v angličtině) nebo certifikát výrobku.
- 6) **Technická zařízení budovy – dodržení platných ČSN**, povinnou součástí certifikačního procesu je tzv. commissioning – nezávislá kontrola projektu a provedení stavby - kontroluje projektovou dokumentaci, prováděcí dokumentaci dodavatelů TZB systémů, jejich instalaci a uvedení do provozu. Monitoruje spotřebu energií a chování budovy po dobu přibližně jednoho roku od obsazení budovy nájemníky.
- 7) **Specifické požadavky na organizaci a provádění stavebních prací** - jedná se o vypracování a implementaci plánů pro omezení eroze a sedimentace, kvalitu vnitřního prostředí v průběhu stavebních prací a po obsazení budovy, plánu nakládání s odpady a plánu commissioningu
- 8) **Management a koordinace prací** - proškolení a seznámení se specifickými požadavky při stavbě environmentálně certifikovaného objektu, o vedení potřebných dokumentů a zodpovědnostech za plnění jednotlivých úkolů – od dodavatelů, subdodavatelů, dělníků až po architektky, projektanty, specialisty,...
podstatně větší počet kontrol na stavbě
Školení pracovníků jsou povinné a musí být stvrzeny podpisem každého účastníka. Dodržování pravidel se průběžně kontroluje a případné porušení se přísně posuzuje.

8.1.8 LEED a ČR

Aktuálně je verze LEED v.4,0 ale je již beta verze LEED v.4.1. V ČR se nejčastěji používá podtyp LEED *Core & Shell* (obálka budovy a technická zařízení budov -> pro tzv. spekulativní výstavbu, kdy je více než 50 % ploch určeno k pronájmu). Jinak se používá jako typ hodnocení LEED *for New Construction* (Nové budovy).

V současné době je v České Republice certifikováno 31 budov s certifikací LEED.

Odkaz na registr certifikovaných budov v ČR:

<http://www.czgbc.org/certifikace/registr-certifikovanych-budov/LEED>

Registrace a poplatky obecně:

<https://new.usgbc.org/cert-guide/fees#introduction>

8.2 Certifikace BREEAM

8.2.1 Co to je

Certifikace BREEAM vznikla ve Velké Británii. Je to mezinárodní značka kvality a slouží stejně jako ostatní certifikace k posouzení budovy vzhledem k základním kritériím kvality samotné budovy až po vliv na člověka a životní prostředí.

Hodnocení se týká specifikace budovy, jejího designu, konstrukce a užívání. Vše začíná již v projekci, kde se hodnotí nejlepší možné řešení v deseti oblastech.

10 Kategorii pro hodnocení certifikace BREEAM a váhové ohodnocení pro Nové budovy

Klasifikace BREEAM	%
Management	11
Zdraví a vnitřní prostředí	14
Energie	16
Doprava	10
Voda	7
Materiály	15
Odpad	6
Využití půdy a ekologie	13
Znečištění	8
+ Inovace	10
	110

Hlavním rysem certifikace BREEAM je přidělování kreditů za výkonnostní kritéria nad rámec místních stavebních předpisů.

8.2.2 Princip certifikace

Certifikace BREEAM je založena na bodovém ohodnocení jednotlivých položek, které mají různou váhu, a vše je přepočítáno nakonec na % hodnocení pro danou skupinu. Nakonec jsou všechny % z jednotlivých skupin sečteny a podle toho je budova certifikována na určité úrovni.

V příloze jsou přeloženy do češtiny základní skupiny a položky pro certifikaci kategorii Nové budovy (New Construction) i s bodovým a % ohodnocením. Celkem je možno získat 110% (včetně skupiny Inovace) ze všech kategorií, což je 145 bodů s různou váhovou hodnotou.

Při srovnání je celkově tato certifikace vzhledem k přepočítávání na % ohodnocení méně přehlednější oproti certifikaci LEED. V každém případě je nezbytný odborník s akreditací BREEAM.

8.2.3 Kdo řídí certifikaci

Certifikace je řízena a hodnocena odborníky s akreditací BREEAM, kteří posuzují danou budovu. Informační centrum BREEAM, je Velká Británie, kdy společnost BRE Group nabízí odborné znalosti skrz BRE Academy pro odborníky.

BRE Group spravuje certifikace, obsahuje skupinu odborníků, vědců, inženýrů a techniků, kteří pracují na vývoji pro vytvoření bezpečných, efektivních, ekonomických, udržitelných a komfortních míst pro bydlení i práci. Vytváří standardy pro certifikaci a spravuje edukační programy BRE Academy pro školení a certifikaci odborníků BREEAM.

8.2.4 BREEAM akreditace odborníků

Pro posouzení budovy je nutný certifikovaný odborník, který poskytuje týmu odborné rady týkající se udržitelné výstavby, návrhu až po posouzení dopadů na životní prostředí, tzv. BREEAM Accredited Professional – BREEAM AP.

Certifikace je udělena BRE Group ve Velké Británii na platformě BRE Academy, což je online akademie, kde jsou nabízeny online školení a kurzy k získání certifikátu BREEAM AP, i novinky pro neustálý rozvoj stávajících BREEAM profesionálů.

8.2.5 BREEAM certifikace budov - hodnocení

Pro získání certifikace budovy je nutné mít z celkového hodnocení mít minimálně 30%. Skupina Inovace je brána navíc, tedy maximálně je možné získat 100% v základu a až +10 % za Inovace v budově. Dále při vyšším hodnocení je budova certifikována již v určité úrovni a tím je upozorněno na její nadstandardní kvalitu od designu, konstrukce až po užívání a další...

Klasifikace BREEAM

< 30 %	≥ 30 %	≥ 45 %	≥ 55 %	≥ 70 %	≥ 85 %
–	Certified (Certifikováno)	Good (Dobrý)	Very good (Velmi dobrý)	Excellent (Vynikající)	Outstanding (Mimořádný)

Váhové hodnocení podle typu budovy

Část prostředí životního	Váha			
	Plně vybavené	Pouze budova	Pouze obálka budovy	Pouze obálka budovy a jádro
Management	12%	7,5%	12,5%	11%
Zdraví a vnitřní prostředí	15%	16,5%	10%	10,5%
Energie	15%	11,5%	14,5%	15%
Doprava	9%	11,5%	11,5%	10%
Voda	7%	7,5%	4%	7,5%
Materiály	13,5%	17,5%	17,5%	14,5%
Odpad	8,5%	7%	11%	9,5%
Využití půdy a ekologie	10%	15%	13%	11%
Znečištění	10%	6%	6%	11%
Celkový	100%	100%	100%	100%
Inovace (další)	10%	10%	10%	10%

Zdroj <https://www.breeam.com> ⁴⁾

Váhové ohodnocení bylo podle informací ze stránek BRE Group určeno pomocí dohody mezi odborníky v oboru. Každá kategorie a váhové ohodnocení obsahuje další podpoložky s různým váhovým a bodovým ohodnocením. Z tabulky je možné vidět, že nezáleží pouze na typu budovy, ale také obsahu v dané typologii. Zda se jedná o posouzení plně vybavené budovy nebo zda se např. u budovy jedná především např. o hodnocení obálky budovy.

8.2.5.1 Hodnocení kritérií odborníkem

V příručce certifikace BREEM se nacházejí podrobná kritéria pro přidělování kreditů a pro správné posouzení při hodnocení budovy je nutná a povinná komplexní písemná dokumentace s vysokou kvalitou.

Hodnocení kritérií budovy je pečlivé a nekompromisní od vyškoleného odborníka BREEAM AP. I proto je vzhledem k celému projektu, již od fázi studie, většinou přizván BREEM AP, který dává odborné rady k návrhu, posouzení dopadů na životní prostředí a směřuje projekt k udržitelné výstavbě. Dále koordinuje činnost týmu a vhodně plánuje posloupnost činností nebo vyjednává kompromisy, které jsou nutné pro dosažení cílového certifikátu BREEAM.

Specialista tedy zná a provádí celý proces certifikace a odpovídá i na technické otázky, které se procesu týkají a největším úkolem je interpretování jednotlivých požadavků a kritérií vzhledem k celkovému hodnocení. Na závěr formálně zhodnotí připravenou dokumentaci a přiděluje nebo odebrává kredity a je předložena závěrečná zpráva, která je poslána pro certifikaci do Velké Británie pro udělení certifikace od skupiny BRE Group, která spravuje BREEAM.

8.2.6 Typy hodnocení

Hodnocení je rozděleno podle typu budovy od nových budov až po rekonstrukce.

- BREEAM Komunity
- BREEAM Nové budovy
- BREEAM Nové budovy – infrastruktura
- BREEAM Budovy v provozu
- BREEAM ostatní

8.2.7 Proces certifikace

Certifikace BREEAM zahrnuje čtyři fáze:

1. Předběžné hodnocení, které je před samým začátkem projektu. Cílem tohoto hodnocení je posoudit získání jednotlivých kreditů a tím % ohodnocení a také stanovení cílového hodnocení projektu – úroveň certifikace.
2. Po dokončení kompletní dokumentace projektu je hodnocen celý návrh projektu a výsledkem je certifikace návrhu.
3. Po realizaci projektu nastává povinná kontrola skutečného stavu a posouzení odchylek skutečného stavu od návrhu.
4. Vydání finálního certifikátu.

Pro názorný příklad principu a stylu hodnocení byl nalezen příklad:

Příklad kalkulace a hodnocení BREEAM

BREEAM klasifikace	Dosažené kredity	Možné kredity	% dosažených kreditů z možných kreditů	Váhové ohodnocení (plně vybaveno)	Skóre skupiny
<i>Management</i>	10	20	50.00%	0.12	6.00%
<i>Zdraví a vnitřní prostředí</i>	17	22	77.27%	0.15	11.59%
<i>Energie</i>	16	34	47.05%	0.15	7.05%
<i>Doprava</i>	5	11	45.45%	0.09	4.09%
<i>Voda</i>	5	9	55.56%	0.07	3.89%
<i>Materiály</i>	10	14	71.43%	0.135	9.64%
<i>Odpad</i>	3	13	23.07%	0.085	1.96%
<i>Využití půdy a ekologie</i>	5	5	100.00%	0.10	10.00%
<i>Znečištění</i>	5	13	38.46%	0.10	3.85%
<i>Inovace (další)</i>	2	10	20.00%	0.10	2.00%
Finální BREEAM skóre BREEAM hodnocení				60.07%	
					Velmi dobrý (VERY GOOD)

Zdroj <https://www.breeam.com> ⁵⁾

Z příkladu kalkulace je ukázán způsob hodnocení, kdy jsou posouzeny dosažené kredity v dané skupině a následně vyhodnoceno % z dosažených možných kreditů. Na závěr je % dosažených kreditů vynásobeno váhovým ohodnocením pro danou kategorii klasifikace a sečteno. V daném případě výsledek sumy se zařadil do kategorie Velmi dobrý (Very Good).

8.2.8 BREEAM a ČR

V současné době je v České Republice uděleno 74 certifikací s certifikací BREEAM (některé budovy mají více certifikátů). Aktuálně je v ČR nejrozšířenější verze BREEAM Europe Commercial 2009, která zahrnuje komerční, administrativní a průmyslové budovy. Další možností je certifikace BREEAM International, která zahrnuje i jiné typy budov a další...

Odkaz na registr certifikovaných budov v ČR:

<http://www.czgbc.org/certifikace/registr-certifikovanych-budov/BREEAM>

8.3 Certifikace SBToolCZ

8.3.1 Co to je

SBToolCZ je certifikace, která vznikla v České Republice. Je to národní český certifikační nástroj a proto může být tedy použit pouze pro české prostředí a jeho požadavky (klimatické, stavební a legislativní poměry).

Oproti mezinárodním certifikačním systémům, tak má celkově sníženou cenu, je v českém jazyce a je to lokální certifikační nástroj, kdy data o výstavbě neopouštějí Českou Republiku. Na druhou stranu není natolik rozvinutá oproti mezinárodním certifikátům a neexistuje několika-násobná kontrola jako u jiných certifikací.

I přesto je to certifikační systém, který podporuje snižování energetické náročnosti, zvyšuje tržní hodnotu certifikovaných budov, hodnotí a dokladuje budovu z hlediska udržitelné výstavby, kvality prostředí i technické stránky.

V České Republice je možné certifikovat nové budovy a rozsáhlé rekonstrukce. Převážně bytové a rodinné domy a administrativní budovy a dále např. i školy a školky a v případě jiné typologie je možné použít pilotní certifikace. Stávající budovy aktuálně není možné certifikovat.

Certifikace SBToolCZ zjišťuje a pomáhá ke kvalitě budovy z několika hledisek:

- certifikuje kvalitu budovy z hlediska principů udržitelné výstavby
- zhodnocuje dopady budovy na životní prostředí a zjišťuje příležitosti optimalizace
- inspiruje k inovativním řešením
- může pomoci snížit provozní náklady a zvýšit uživatelský komfort
- vyhodnocuje okolí budovy a kvalitu lokality i sociální dopady budovy na okolí
- posuzuje celkové technické provedení stavby

8.3.2 Princip certifikace

Cílem certifikace je poskytnutí důvěryhodného certifikátu, který dokladuje splnění legislativních požadavků a principů udržitelné výstavby.

Hodnocení obsahuje sadu kritérií, kdy každá má bodovací systém splňující určité požadavky a na základě obdrženého počtu bodů je udělena certifikace.

8.3.3 Kdo řídí certifikaci

V České Republice spravují certifikaci 2 orgány. Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p.(TZÚS Praha, s.p.) a Výzkumný ústav pozemních staveb - Certifikační společnost, s.r.o. (VÚPS).

SBToolCZ spadá pod mezinárodní systém metodik SBTool, který spravuje mezinárodní nezisková organizace International Initiative for Sustainable Built Environment (iISBE). Zástupcem organizace iISBE pro Českou republiku je Česká společnost pro udržitelnou výstavbu budov se sídlem na Fakultě stavební ČVUT v Praze se svým týmem odborníků, kteří se podílí na vývoji metodiky.

8.3.4 SBToolCZ akreditace odborníků

Zájemci o získání certifikátu absolvují kurz s detailním seznámením s metodikou SBToolCZ a celkovým návrhem a požadavky. Kurz se rozděluje podle typologie budov:

- B1: obytné budovy (bytové + rodinné domy)
- B2: administrativní budovy
- B3: budovy škol a mateřských škol

Cena se pohybuje od 25 000,- až 50 000,- podle rozsahu kurzu. Výsledkem je získání certifikace Autorizovaná osoba SBToolCZ a certifikát Autorizovaná osoba SBToolCZ.

Pro zjištění více základních informací o certifikaci jsou na Fakultě stavební dále nabízeny kurzy pro základní seznámení s certifikací SBToolCZ, kurz pro výrobce stavebních materiálů a konstrukcí, které s metodikou a posuzováním souvisí, a kurz pro manažery státní správy a soukromého sektoru.

8.3.5 SBToolCZ certifikace budov - hodnocení

Budova podle splněných požadavků dosáhne určitého bodového hodnocení z celkových 100 bodů a je udělen certifikát s danou klasifikační úrovní potvrzující kvality budovy.

Klasifikace systému SBToolCZ

Klasifikace SBToolCZ			
< 40 bodů	≥ 40 bodů	≥ 60 bodů	≥ 80 bodů
Certifikováno	Bronzový certifikát	Stříbrný certifikát	Zlatý certifikát

8.3.6 Typy hodnocení

V současné době je k dispozici hodnocení pro 4 typy budov:

- SBToolCZ pro administrativní budovy 2011
- SBToolCZ pro bytové domy 2013
- SBToolCZ pro rodinné domy 2013
- SBToolCZ pro školské budovy 2016

8.3.7 Proces certifikace

V metodice a certifikaci SBToolCZ je posuzováno především:

- Vliv budovy na životní prostředí
- Sociálně kulturní aspekty
- Funkční a technická kvalita
- Ekonomika a management
- Lokalita budovy

V každé oblasti jsou daná kritéria, která je možné splnit a získat body pro certifikaci.

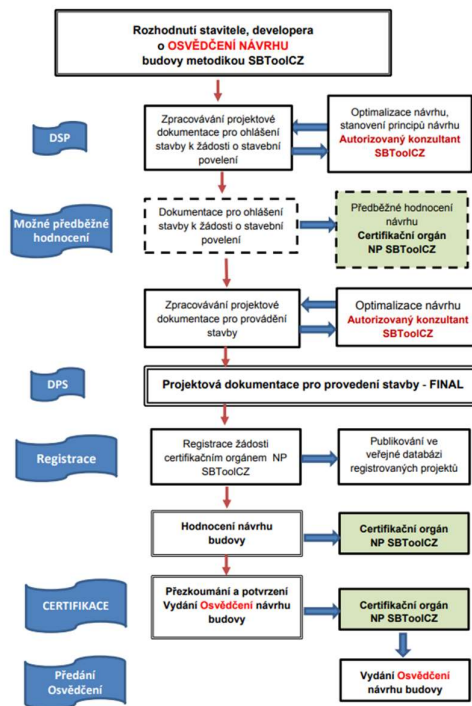
Příležitostí je posuzování budovy již od konceptu, návrhu budovy. Tím lze již od počátku optimalizovat projekt a směřovat k co nejvyššímu výsledku klasifikace budovy.

Budova po dokončení základního návrhu může získat certifikát návrhu budovy a následně po realizaci a dokončení stavby projít procesem certifikace a získat certifikát skutečného provedení stavby.

Proces certifikace pomocí 2 způsobů a to použít:

- Schéma Osvědčování návrhu budovy systémem SBToolCZ
- Certifikační schéma certifikace budovy systémem SBToolCZ

Schéma Osvědčování návrhu budovy systémem SBToolCZ



Postup hodnocení záleží na zadavateli, zda již v průběhu návrhu a po dokončení stavby, nebo až realizované stavbě. Ideální je použití zásad a principů a požadavků již od konceptu z důvodu dosažení nejvyšší možné kvality a příležitosti zapracovat změny směřující k vyššímu stupni certifikace.

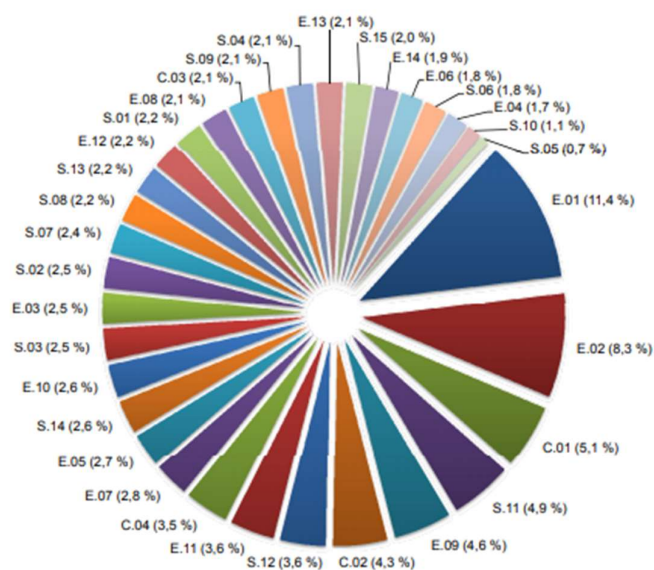
8.3.7.1 Kritéria a váhové ohodnocení

Všechny kategorie mají své váhové ohodnocení, které určuje míru % splnění pod-bodů a požadavků v dané kategorii. Lokalita je ohodnocena 0% z důvodu, že to je něco, co není možné ovlivnit architektem, projektantem. I přesto má významnou položku z důvodu, že spoluurčuje kvalitu dané budovy.

Kategorie	Váha [%]
Environmentální kritéria	50
Sociální kritéria	35
Ekonomika a management	15
Lokalita	0
Celkem	100

V příloze v souboru Excel certifikace SBToolCZ jsou vypsány požadavky například pro certifikaci administrativních budov i s váhovým ohodnocením v jednotlivých položkách, které jsou součástí jednotlivých kategorií posouzení.

V budově také pro dosažení určité úrovně certifikátu budovy musí být v určitých položkách splněn požadavek minimálního počtu bodů.



Obrázek 56 - Váhy kritérií v rámci všech skupin, kategorií kritérií v administrativní budově ⁽⁴⁾

Na obrázku je možné vidět v rámci celkového hodnocení administrativní budovy poměr hodnocení jednotlivých požadavků v budově.

8.3.8 SBToolCZ a ČR

V současné době je v České Republice certifikováno 8 certifikátů SBToolCZ z čehož některé jsou pro sérii bytových domů a nebo rodinných domů, které jsou jako certifikace SBToolCZ zatím v České Republice nejpoužívanější.

Odkaz na registr certifikovaných budov v ČR:

<http://www.czgbc.org/certifikace/registr-certifikovanych-budov/SBTool>

8.4 Certifikace DGNB

8.4.1 Co to je

DGNB je mezinárodní certifikační systém založený na 3 základních pilířích – environmentální, sociální (a sociálně-kulturní) a funkční kritéria. Dále se také hodnotí technické a procesní řešení a systém klade důraz na udržitelný rozvoj, ekologické, ekonomické a sociální potřeby a na celkovou kvalitu prostředí pro člověka.

Dále se hodnotí i souvislost budovy s lokalitou, stejně jako u SBTool, ale to nemá vliv na celkový výsledek certifikace.

Obecně pomáhá při navrhování, realizaci i provozu šetrných budov.

Je možné certifikovat nové budovy a rekonstrukce ve státech, kde je zakotveno DGNB, jako je Česká Republika, a v ostatních je použit systém převážně pro kancelářské novostavby DGNB International 2010.

Ohledně existujících budov, tak je certifikační systém DGNB možno použít pouze u zakotveného systému DGNB.

Základem hodnocení je seznam kritérií s různým váhovým ohodnocením podle typu budovy.

Mezi hodnocené oblasti patří:

- Ekologické aspekty
- Ekonomické aspekty
- Sociálně-kulturní a funkční kritéria
- Technické parametry
- Procesní kvalita
- Lokalita (doplňkové)

Hledisko Lokalita je pouze doplňkové z důvodu, že to je něco co nemůže být zohledněno projektem budovy, přesto ale souvisí s danou budovou a i proto je nedílnou součástí certifikace.

8.4.2 Princip certifikace

Celá certifikace DGNB je velmi precizní v celkovém hodnocení budovy z hlediska životního a ekonomického cyklu budovy. Hodnotí budovu a její vlastnosti jako celek, tedy pro dosažení kritérií je vytvořena určitá volnost a flexibilita ke splnění požadavků.

Hodnocení je rozděleno podle 6 základních kategorií:

- Kvalita životního prostředí – 22,5 %
- Ekonomická kvalita – 22,5 %
- Sociokulturní a funkční kvalita – 22,5 %
- Technická kvalita – 22,5 %
- Procesní kvalita – 10,0 %
- Lokalita

Hlavní rozdíl oproti ostatním certifikačním systémům je v tom, že dává největší důraz na celý životní cyklus budovy, tak i na celkové náklady. Je založen na mezinárodních normách a předpisech, může být ale díky flexibilitě přizpůsoben jakýmkoliv technickým, kulturním a klimatickým podmínkám a požadavkům, a to bez změny základního přístupu.

Každá ze 6 oblastí má množství kritérií, kdy pro dané kritérium jsou určeny požadavky jako např. metody měření a potřebná dokumentace i cílové hodnoty a hlavně váhové ohodnocení pro danou položku pro daný typ budovy. V čím ranější fázi plánování jsou tato kritéria zohledněna, tím důsledněji lze

dodržet a zvýšit tak kvalitu budovy. Každý typ budovy má vlastní váhovou matici a je optimálně přizpůsoben pro dané použití.

Výsledné hodnocení je součtem % z jednotlivých kategorií a po vypočítání výsledných bodů je možné získat certifikaci od bronzového až po zlatý certifikát.

8.4.3 Kdo řídí certifikaci

Certifikace byla vyvinutá Německou radou pro šetrné budovy (German Sustainable Building Council, DGNB) a společnost DGNB spravuje celkovou certifikaci, schémata, inovaci i školení odborníků.

8.4.4 DGNB akreditace odborníků

Pouze odborník DGNB Assessor může zhodnotit budovu. Akreditaci je možnost získat přes akademii DGNB, která nabízí různé webináře, materiály, edukační programy a další pro rozšiřování znalostí i aktualizování stávajících požadavků a změn, ale především je nutné absolvovat kurz v Německu zaměřující se na certifikaci budov DGNB.

8.4.5 SDGNB certifikace budov – hodnocení

Příležitostí je možnost pre-certifikace budovy k identifikaci položek ke zlepšení kvality budovy i zjištění účinných a levných opatření již ve fázi plánování. Podporuje také definování požadavků, plánování i určení cílů již v prvních fázích projektu a vytváří základ pro udržitelnou výstavbu a celkový integrovaný návrh směřující k cílové certifikaci.

Vyžaduje se vysoká úroveň transparentnosti již od návrhu, tedy je možné doložit kvalitu i budoucí charakteristiky již v plánování, což navyšuje pravděpodobnost prodeje příp. pronájmu budovy. I proto je nejčastěji používaná pro kancelářské budovy.

Certifikát DGNB nabízí různé profily pro každý typ budovy. Na závěr je hodnocení u všech budov posuzováno 1 systematickým postupem a přístupem, což usnadňuje používání systému i školení odborníků.

8.4.6 Typy hodnocení

Certifikace DGNB je založena na flexibilitě. V rámci certifikaci budovy je možnost s pomocí konzultací a vedení auditora a na dálku s komunikací s DGNB vytvořit nové i atypické schema pro nový typ budovy až část města.

V současné době je zakotveno několik základních schémat, typů hodnocení:

- Stávající budovy a rekonstrukce
- Nové budovy (školské budovy, administrativní budovy, zdravotnictví, hotely, bytové domy, průmyslové objekty, smíšená funkce, sportovní haly, a další...)
- Interiéry (kanceláře, obchody, restaurace, hotely)
- Části měst (urbanismus města, kancelářské oblasti, průmyslové zóny, zóny veřejných událostí, vertikální města, resorty,...)

Mezi nejčastější schémata patří například Nové konstrukce kancelářské budovy.

8.4.7 Proces certifikace

Certifikace a spolupráce probíhá v průběhu ostatních částí projektu od konceptu až po finální projekt. Auditor, odborník přes certifikaci DGNB, provází projekt od registrace až po výslednou certifikaci budovy. Také je možné přizvat k projektu konzultanta na certifikaci, který ale neposuzuje výsledné hodnocení. To může pouze DGNB Assessor.

Na stránkách je možnost vyplnit formulář pro zaslání specifických kritérií pro danou budovu.

Odkaz: <https://www.dgnb-system.de/en/services/request-dgnb-criteria/>

V příloze se nachází Excel certifikace DGNB se shrnutím certifikačních požadavků v základním schématu pro budovu.

8.4.8 DGNB a ČR

V současné době se v ČR nachází 1 certifikovaná budova Amazon Court se zlatým stupněm certifikace budovy.

Odkaz na registr certifikovaných budov v ČR:

<http://www.czgbc.org/certifikace/registr-certifikovanych-budov/DGNB>

8.5 Závěr certifikace

Stavba v jakémkoliv hodnocení, certifikaci má své specifické nároky od projektu až po vlastní realizaci a až po ověření již v provozu. To vyžaduje odbornou způsobilost zúčastněných, vztah k životnímu prostředí, znalost anglického jazyka i zvládnutí související administrativy.

Odměnou je stavba, která je sice investičně o několik procent dražší než běžné budovy, ale spoří značné množství energie, je provozně levnější, šetrná k životnímu prostředí a poskytuje příjemné prostředí pro práci i pobyt.

9 Závěr diplomové práce

Velmi závisí na podrobnosti a preciznosti celého výpočtu a celkovému cíli výpočtu. Co největší přiblížení realitě je vhodné pouze do určité míry a pouze hrubý výpočet je nedostatečný pro energetické posouzení budovy stejně jako pro certifikaci.

Nejdůležitější, tedy před začátkem výpočtu energetické náročnosti budovy, je z celého výpočtu určit všechny základní informace o dané budově a stanovit si cíl dané práce (hrubá kontrola/náhled, srovnání s určitými požadavky na budovu (ať již legislativními nebo nadstandardní v rámci certifikací) nebo vyřešení určitého problému, který vyžaduje co nejpřesnější výpočet), protože největší vliv na hodnocení budovy má ten kdo zadává údaje, obzvláště ten, kdo stanoví vstupní údaje, a ten kdo zhodnocuje výsledné hodnoty a jejich správnost.

Návrh budovy jako celku vyžaduje řadu různých pohledů a znalost jednotlivých oblastí a tematik související s budovou. Aby budova byla správně navrhována, vyprojektována, postavena a používána musí dojít ke sloučení jednotlivých oblastí – od statické části, technické zařízení budovy, přes požadavky na vnitřní prostředí, legislativní, ekonomické, provozní, funkční, technické požadavky, ... až po energetickou náročnost budovy a celkovou architekturu. To vytváří kvalitní inteligentní návrh budovy, který je komfortní a uživatelsky inovativní v kombinaci s novými technologiemi, a ve kterém je tedy obrovskou dílčí částí celková energetická náročnost budovy.

Přínos práce vidím i z důvodu, že všechny jednotlivé programy, nacházející se na trhu, které jsou zaměřené na energetickou náročnost budovy, jsou vytvořeny a aktualizovány podle nejlepšího vědomí a svědomí programátorů a tvůrců a podrobnost posouzení i legislativní požadavky jsou celosvětově velmi individuální. Přínosem tedy bylo i toto vědomí, že musí být na energetickou náročnost budovy ve smyslu stavařském - jako podstatná část při celkovém návrhu inteligentních budov – pohlíženo jako na důležité a podstatné kritérium, které vyžaduje pečlivý přístup od návrhu, vstupních dat až po samotnou realizaci a životnosti budovy.

10 Použité odkazy a zdroje

PASIVNÍ DOMY A NÍZKOENERGETICKÁ VÝSTAVBA

- 1) Nízkoenergetický nebo pasivní dům? - ČESKÉSTAVBY.cz. ČESKÉSTAVBY.cz - vše o stavbě, zahradě a bydlení [online], [dostupné 22.4.2019]. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/jak-se-stavi-dum/nizkoenergeticky-nebo-pasivni-dum-24354.html>
- 2) Průkaz energetické náročnosti budovy | ePrůkaz.cz. Průkazy energetické náročnosti rychle a levně | ePrůkaz.cz [online]. Copyright © oekoplan Czech Republic s.r.o. [dostupné 22.04.2019]. Dostupné z: <https://www.eprukaz.cz/meli-byste-vedet/prukaz-energeticke-narocnosti.html>

O VÝPOČETNÍCH NÁSTROJÍCH

- 3) Co je pasivní standard podle TNI, podle PHPP, co je budova s téměř nulovou spotřebou energií [online], [dostupné 3.3.2019]. Dostupné z: http://www.top-rezidence.cz/file/standard/files/3_2_5384baee9eeae_ned_a_pd_trsu.pdf
- 4) Odborné kurzy Centra pasivního domu - Pasivnidomy.cz. Centrum pasivního domu - Pasivnidomy.cz [online]. Copyright © 2006 [dostupné 24.04.2019]. Dostupné z: <https://www.pasivnidomy.cz/odborne-kurzy-centra-pasivniho-domu/t4034>
- 5) Školení | K-CAD, spol. s r.o. [online], [dostupné 24.4.2019]. Dostupné z: <http://kcad.cz/cz/skoleni/>
- 6) Modul energetická náročnost budov (ENB 2011) | PROTECH spol. s r.o.. Hlavní stránka | PROTECH spol. s r.o. [online]. Copyright © 2019 PROTECH spol. s r.o. Všechna práva vyhrazena. [dostupné 10.05.2019]. Dostupné z: <https://www.protech.cz/produkty/hodnoceni-energeticke-narocnosti-budov/energeticka-narocnost-budov>

CERTIFIKACE

- 7) Energetická certifikace budov [online]. Copyright © 2019 [dostupné 21.02.2019]. Dostupné z: <http://www.leed.cz/certifikace-budov/>

CERTIFIKACE LEED

- 8) LEED Certification Fees | USGBC. USGBC homepage | USGBC [online]. Copyright © 2019 U.S. Green Building Council [dostupné 20.02.2019]. Dostupné z: <https://new.usgbc.org/cert-guide/fees#introduction>
- 9) Education | U.S. Green Building Council. [online]. Copyright © 2019 U.S. Green Building Council [dostupné 20.02.2019]. Dostupné z: <https://www.usgbc.org/education-listing>
- 10) LEED AP | USGBC. USGBC homepage | USGBC [online]. Copyright © 2019 U.S. Green Building Council [dostupné 20.02.2019]. Dostupné z: <https://new.usgbc.org/credentials#resources>
- 11) Jak vypadá certifikace LEED v praxi? (I.) | Kanceláře.cz. Pronájem a prodej kanceláří, bytů a domů | Kanceláře.cz [online]. Copyright © KANCELARE.CZ pronájem [dostupné 20.02.2019]. Dostupné z: <https://www.kancelare.cz/novinky/jak-vypada-certifikace-leed-v-praxi-i>
- 12) Jak vypadá certifikace LEED v praxi? (II.) | Kanceláře.cz. Pronájem a prodej kanceláří, bytů a domů | Kanceláře.cz [online]. Copyright © KANCELARE.CZ pronájem [dostupné 20.02.2019]. Dostupné z: <https://www.kancelare.cz/novinky/jak-vypada-certifikace-leed-v-praxi-ii>
- 13) Jak vypadá certifikace LEED v praxi? (III.) | Kanceláře.cz. Pronájem a prodej kanceláří, bytů a domů | Kanceláře.cz [online]. Copyright © KANCELARE.CZ pronájem [dostupné 20.02.2019]. Dostupné z: <https://www.kancelare.cz/novinky/jak-vypada-certifikace-leed-v-praxi-iii>
- 14) Certifikace LEED v České republice (část I.) | Česká rada pro šetrné budovy. | Česká rada pro šetrné budovy [online]. Copyright © 2009 [dostupné 20.02.2019]. Dostupné z: <http://www.czgbc.org/zpravy/zprava/157/certifikace-leed-v-ceske-republice-cast-i>
- 15) Leadership in Energy & Environmental Design | Česká rada pro šetrné budovy. | Česká rada pro šetrné budovy [online]. Copyright © 2009 [dostupné 20.02.2019]. Dostupné z: <http://www.czgbc.org/certifikace/leed>
- 16) Registr certifikovaných budov | Česká rada pro šetrné budovy. | Česká rada pro šetrné budovy [online]. Copyright © 2009 [dostupné 20.02.2019]. Dostupné z: <http://www.czgbc.org/certifikace/registr-certifikovanych-budov/LEED>
- 17) BREEAM a LEED – Certifikace z hlediska udržitelného rozvoje | atelier-dek.cz. Specializované služby ve stavebnictví | atelier-dek.cz [online]. Copyright © DEK, a.s. [dostupné 20.02.2019]. Dostupné z: <https://atelier-dek.cz/breeam-leed-%E2%80%93-certifikace-z-hlediska-udrzitelneho-rozvoje-528>
- 18) Zkušenosti z realizace projektu usilujícího o certifikaci LEED | Česká rada pro šetrné budovy. | Česká rada pro šetrné budovy [online]. Copyright © 2009 [dostupné 20.02.2019]. Dostupné z: <http://www.czgbc.org/zpravy/zprava/182/zkusenosti-z-realizace-projektu-usilujiciho-o-certifikaci-leed>
- 19) Certifikace LEED, skupina EkoWatt [online]. Copyright © 2019 [dostupné 20.02.2019]. Dostupné z: <http://www.leed.cz/certifikace-budov/certifikace-leed/>
- 20) LEED - Navrhování budov s ohledem na životní prostředí | Reynaers Aluminium. Home | Together for Better [online]. Copyright © Autorská práva 2019 [dostupné 20.02.2019]. Dostupné z: <https://www.reynaers.cz/cs-CZ/u%C5%BEivatel%C3%A9/proc-aluminium/ekologie/leed>

CERTIFIKACE BREEAM

- 21) BREEAM: the world's leading sustainability assessment method for masterplanning projects, infrastructure and buildings - BREEAM [online]. Dostupné z: https://www.breeam.com/NC2018/#01_introduction_newcon/3breeamuk_nc.htm%3FTocPath%3DIntroduction%2520to%2520BREEAM%7C_____1
- 22) Certifikace BREEAM v České republice | Česká rada pro šetrné budovy. | Česká rada pro šetrné budovy [online]. Copyright © 2009 [dostupné 21.02.2019]. Dostupné z: <http://www.czgbc.org/zpravy/zprava/104/certifikace-breeam-v-ceske-republice>
- 23) About us | BRE Group. BRE Group – Building a better world together [online]. Copyright © Copyright Building Research Establishment Ltd 2019 [dostupné 21.02.2019]. Dostupné z: <https://www.bregroup.com/about-us/>

- 24) BRE Academy | BRE Group. BRE Group – Building a better world together [online]. Copyright © Copyright Building Research Establishment Ltd 2019 [dostupné 21.02.2019]. Dostupné z: <https://www.bregroup.com/products/bre-academy/>
- 25) Built Environment Education & Training | BRE Academy. Built Environment Education & Training | BRE Academy [online]. Copyright © Copyright Building Research Establishment Ltd 2019 [dostupné 21.02.2019]. Dostupné z: <https://www.bre.ac/>
- 26) Registr certifikovaných budov | Česká rada pro šetrné budovy. | Česká rada pro šetrné budovy [online]. Copyright © 2009 [dostupné 21.02.2019]. Dostupné z: <http://www.czgbc.org/certifikace/registr-certifikovanych-budov/BREEAM>

SBTOOLCZ

- 27) Certifikace SBToolCz [online]. Copyright © 2019 [dostupné 01.03.2019]. Dostupné z: <http://www.leed.cz/certifikace-budov/certifikace-sbtool/>
- 28) AO SBToolCZ – SBToolCZ [online]. Copyright © 2018 SBToolCZ, all rights reserved [dostupné 01.03.2019]. Dostupné z: <https://www.sbtool.cz/cs/ao-sbtoolcz>
- 29) O SBToolCZ - SBToolCZ. Redirecting to /cs/ [online]. Copyright © 2018 SBToolCZ, all rights reserved [dostupné 01.03.2019]. Dostupné z: <https://www.sbtool.cz/cs/o-sbtoolcz>
- 30) Registr certifikovaných budov | Česká rada pro šetrné budovy [online]. Copyright © 2009 [dostupné 01.03.2019]. Dostupné z: <http://www.czgbc.org/certifikace/registr-certifikovanych-budov/SBTool>
- 31) Metodika - SBToolCZ. Redirecting to /cs/ [online]. Copyright © 2018 SBToolCZ, all rights reserved [dostupné 01.03.2019]. Dostupné z: <https://www.sbtool.cz/cs/metodika>

DGNB certifikace

- 32) DGNB certifikace [online]. Copyright © 2019 [dostupné 01.03.2019]. Dostupné z: <http://www.leed.cz/certifikace-budov/certifikace-dgnb/>
- 33) Německý certifikační systém DGNB | Česká rada pro šetrné budovy. | Česká rada pro šetrné budovy [online]. Copyright © 2009 [dostupné 01.03.2019]. Dostupné z: <http://www.czgbc.org/zpravy/zprava/177/nemecky-certifikacni-system-dgnb->
- 34) German Sustainable Building Council (DGNB). 301 Moved Permanently [online]. Copyright © 2019 German Sustainable Building Council [dostupné 01.03.2019]. Dostupné z: <https://www.dgnb.de/en/council/dgnb/>
- 35) International Training. DGNB Akademie [online]. Copyright © 2019 DGNB GmbH [dostupné 01.03.2019]. Dostupné z: https://www.dgnb-akademie.de/academy-international/International_Consultants.php
- 36) About the DGNB Academy. DGNB Akademie [online]. Copyright © 2019 DGNB GmbH [dostupné 01.03.2019]. Dostupné z: <https://www.dgnb-akademie.de/academy-international/>
- 37) DGNB System - Certification process. 301 Moved Permanently [online]. Copyright © 2019 DGNB GmbH [dostupné 01.03.2019]. Dostupné z: <https://www.dgnb-system.de/en/certification/certification-process/>
- 38) DGNB System - Scheme overview. 301 Moved Permanently [online]. Copyright © 2019 DGNB GmbH [dostupné 01.03.2019]. Dostupné z: <https://www.dgnb-system.de/en/schemes/scheme-overview/>
- 39) Overview of the criteria. 301 Moved Permanently [online]. Copyright © 2019 DGNB GmbH [dostupné 01.03.2019]. Dostupné z: <https://www.dgnb-system.de/en/system/version2018/criteria/>
- 40) German Sustainable Building Council (DGNB). 301 Moved Permanently [online]. Copyright © 2019 German Sustainable Building Council [dostupné 01.03.2019]. Dostupné z: <https://www.dgnb.de/en/council/dgnb/>
- 41) Certification requirements. 301 Moved Permanently [online]. Copyright © 2019 DGNB GmbH [dostupné 01.03.2019]. Dostupné z: <https://www.dgnb-system.de/en/certification/certification-requirements/>
- 42) Německý certifikační systém DGNB (I.) | Kanceláře.cz. Pronájem a prodej kanceláří, bytů a domů | Kanceláře.cz [online]. Copyright © KANCELARE.CZ pronájem [dostupné 01.03.2019]. Dostupné z: <https://www.kancelare.cz/novinky/nemecky-certifikacni-system-dgnb-i>
- 43) Německý certifikační systém DGNB (II.) | Kanceláře.cz. Pronájem a prodej kanceláří, bytů a domů | Kanceláře.cz [online]. Copyright © KANCELARE.CZ pronájem [dostupné 01.03.2019]. Dostupné z: <https://www.kancelare.cz/novinky/nemecky-certifikacni-system-dgnb-ii>

Ostatní

- 44) <http://generator-citaci.cz/>

Citace

- 1) Co je pasivní standard podle TNI, podle PHPP, co je budova s téměř nulovou spotřebou energií [online], [dostupné 3.3.2019]. Dostupné z: http://www.top-rezidence.cz/file/standard/files/3_2_5384baee9eeae_ned_a_pd_trsu.pdf
- 2) Nízkoenergetický nebo pasivní dům? - ČESKÉSTAVBY.cz. ČESKÉSTAVBY.cz - vše o stavbě, zahradě a bydlení [online], [dostupné 22.4.2019]. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/jak-se-stavi-dum/nizkoenergeticky-nebo-pasivni-dum-24354.html>
- 3) Zkušenosti z realizace projektu usilujícího o certifikaci LEED | Česká rada pro šetrné budovy. | Česká rada pro šetrné budovy [online]. Autor: Ing. Bohdan Víra, CSc., Ing. Petr Lhoták, Copyright © 2009 [cit. 20.02.2019]. Dostupné z: <http://www.czgbc.org/zpravy/zprava/182/zkusenosti-z-realizace-projektu-usilujiciho-o-certifikaci-leed>
- 4) Tabulka váhové hodnocení podle typu budovy - BREEAM Environmental section weightings. BREEAM: the world's leading sustainability assessment method for masterplanning projects, infrastructure and buildings - BREEAM [online]. Copyright © [cit. 21.02.2019]. Dostupné z: https://www.breeam.com/BREEAMUK2014SchemeDocument/content/03_scoringrating_newcon/weightings.htm
- 5) Příklad kalkulace a hodnocení BREEAM, Scoring and rating. BREEAM: the world's leading sustainability assessment method for masterplanning projects, infrastructure and buildings - BREEAM [online]. Copyright © [cit. 21.02.2019]. Dostupné z: https://www.breeam.com/internationalRFO2015/content/03_scoringrating_all/calc_rating_all.htm

Vyhlášky a legislativa:

Zákon č. 458/2000 Sb. Energetický zákon

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

ČSN EN 12831 Energetická náročnost budov

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov

ČSN 06 0210 Výpočet tepelné ztráty objektu

ČSN 38 3350 Zásobování teplem

ČSN 06 0210 Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění

Vyhláška č. 78/2013 Sb. Vyhláška o energetické náročnosti budov

Literatura

Nízkoenergetické domy 3 – nulové, pasivní a další – Jan Tywoniak a kolektiv

Manuál Energie 2016 – Svoboda software - doc. Dr. Ing. Zbyněk Svoboda (2016)

Manuál Passive House Planning Package PHPP – version 8 (2015)

Obrázky

(1) Obrázek 1 - PD a NED – Co je pasivní standard podle TNI, podle PHPP, co je budova s téměř nulovou spotřebou energií [online], [dostupné 3.3.2019]. Dostupné z:

http://www.top-rezidence.cz/file/standard/files/3_2_5384baee9eeae_ned_a_pd_trsu.pdf

(2) Obrázek 2 a Obrázek 3 - PD a NED - Nízkoenergetický nebo pasivní dům? -

ČESKÉSTAVBY.cz. ČESKÉSTAVBY.cz - vše o stavbě, zahradě a bydlení [online]. Dostupné z:

<https://www.ceskestavby.cz/jak-se-stavi-dum/nizkoenergeticky-nebo-pasivni-dum-24354.html>

(3) Obrázek 55 - Schéma Osvědčování návrhu budovy systémem SBToolCZ, [online]. Copyright ©5 [dostupný 01.03.2019]. Dostupné z: https://www.sbtool.cz/upload/osvedceni_navrhu_budovy_2014.pdf

(4) Obrázek 56 – Váhy kritérií v rámci všech skupin, kategorií kritérií v administrativní budově [online].

Copyright © [cit. 01.03.2019]. Dostupné z:

https://www.sbtool.cz/upload/metodiky/SBtoolCZ_ADM_2011.PDF