

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra dřevěných výrobků a konstrukcí



Diplomová práce

**Porovnání tepelně technických vlastností dřevostaveb
v nízkoenergetickém a pasivním standardu**

Bc. Tomáš TRAJER

© 2017 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Tomáš Trajer

Dřevařské inženýrství

Název práce

Porovnání tepelně technických vlastností dřevostaveb v nízkoenergetickém a pasivním standardu

Název anglicky

Difference in thermal – technical properties of wooden buildings in low energy and passive standard

Cíle práce

Cílem práce je měření, výpočty a vzájemné porovnání tepelně – technických parametrů a monitoring vnitřního prostředí u vybraných dřevostaveb v nízkoenergetickém a pasivním standardu a následné vyhodnocení naměřených a vypočítaných hodnot.

Metodika

1. Rešerše
2. Výběr dřevostaveb
3. Měření tepelně – technických vlastností obvodového pláště u vybraných dřevostaveb v nízkoenergetickém standardu
4. Měření tepelně – technických vlastností obvodového pláště u vybraných dřevostaveb v pasivním standardu
6. Výpočet tepelně-technických vlastností u sledovaných dřevostaveb
7. Měření vnitřního prostředí dřevostaveb v nízkoenergetickém standardu
8. Měření vnitřního prostředí dřevostaveb v pasivním standardu
9. Vyhodnocení naměřených a vypočítaných hodnot
10. Závěr

Doporučený rozsah práce

40 – 60 stran textu, přílohy, grafy

Klíčová slova

nízkoenergetický standard, pasivní standard, tepelný odpor, součinitele prostupu tepla, dřevostavba, dřevěná stavební konstrukce, tepelně-technické parametry

Doporučené zdroje informací

BROTÁNEK, Aleš. Jak se žije v nízkoenergetických a pasivních domech. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, 304 s. ISBN 978-80-247-3669-4.

CHMÚRNÝ, IVAN. Tepelná ochrana budov. Prvé vydanie. Bratislava: Jaga group, 2003, 214 s. ISBN 80-88905-27-3.

PUŠKÁR, Anton a kol. Obvodové pláště budov. Prvé vydanie. Bratislava: Jaga group, 2002, 311 s. ISBN 80-88905-72-9

SMOLA, Josef. Stavba a užívání nízkoenergetických a pasivních domů. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 352 s. ISBN 978-80-247-2995-4

SRDEČNÝ, Karel. Energeticky soběstačný dům – realita či fikce?. 2., aktualiz. vyd. Praha: EkoWATT, 2007, viii, 92 s. ISBN 978-80-7366-103-8.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Kamil Trgala, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra dřevěných výrobků a konstrukcí

Elektronicky schváleno dne 26. 10. 2016

Ing. Kamil Trgala, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 18. 2. 2017

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 12. 04. 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Porovnání tepelně technických vlastností dřevostaveb v nízkoenergetickém a pasivním standardu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20. 4. 2017

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Kamilu Trgalovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky a odbornou spolupráci při zpracování této diplomové práce a zároveň panu Ing. Janu Vráblíkovi z firmy JV Dřevostavby s.r.o. za zprostředkování měření na vybraných objektech.

Porovnání tepelně technických vlastností dřevostaveb v nízkoenergetickém a pasivním standardu

Souhrn

Tato diplomová práce pojednává o problematice energeticky úsporných dřevostaveb. V následujícím textu jsou uvedeny nároky na nízkoenergetické, pasivní i nulové domy. Dále se zabývá historií, současností a budoucností výstavby dřevostaveb. Během psaní této práce jsem se dozvěděl mnoho nových informací z interních zdrojů partnerských společností, které mi poskytly potřebná data z oblasti stavitelství. Dalším přínosem se staly jednotlivé softwary využívající vývojových nástrojů výpočtu prostupů tepla budovami. Porovnání tepelně technických vlastností dřevostaveb v nízkoenergetickém a pasivním standardu je popsáno v samostatné kapitole diplomové práce.

Klíčová slova: nízkoenergetický standard, pasivní standard, tepelný odpor, součinitele prostupu tepla, dřevostavba, dřevěná stavební konstrukce, tepelně-technické parametry

Difference in thermal – technical properties of wooden buildings in low energy and passive standard

Summary

This diploma thesis deals with the issue of energy-saving wooden buildings. In the following text, there are claims for low-energy, passive and zero houses. It also deals with the history, the present and the future of the construction of wooden buildings. During my writing, I learned a lot of new information from internal sources of partner companies that provided me with the necessary civil engineering data. Additional benefits have been made by the individual software tools using the development tools for the calculation of heat transfer through buildings. Comparison of thermal and technical properties of wood buildings in low-energy and passive standard is described in a separate chapter of the thesis.

Keywords: low-energy standard, passive standard, thermal resistance, heat transfer coefficient, wooden building, timber structure, thermal and technical parameters

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl práce a metodika	2
2.1 Cíl práce	2
2.2 Metodika	2
3 Teoretická východiska	3
3.1 Historie dřeva	3
3.1.1 Historie výstavby ze dřeva.....	3
3.1.1.1 Svět.....	4
3.1.1.2 Evropa.....	4
3.1.1.3 Česká republika	5
3.2 Vlastnosti dřevostaveb, výhody a nevýhody.....	6
3.2.1 Životnost	6
3.2.2 Akustika	7
3.2.3 Tepelná akumulace	7
3.2.4 Hořlavost.....	7
3.2.5 Prostředí	8
3.2.6 Radost pracovat se dřevem	8
3.2.7 Povodně	9
3.2.8 Zemětřesení a tornáda	9
3.2.9 Recyklace.....	10
3.3 Energeticky úsporné domy.....	10
3.3.1 Rozdělení energeticky úsporných dřevostaveb.....	15
3.3.2 Nízkoenergetické stavby.....	17
3.3.2.1 Nízkoenergetický standard	17
3.3.2.2 Pravidla nízkoenergetické výstavby	18
3.3.3 Pasivní stavby	19
3.3.3.1 Pasivní standard.....	19
3.3.3.2 Urbanistický koncept.....	20
3.3.3.3 Objemové a dispoziční řešení.....	21
3.3.3.4 Důležitost oken.....	21
3.3.4 Nulový dům	22
3.3.4.1 Standardy s „nulou“	22
3.4 Termokamera	22

4 Vlastní práce	28
4.1 Klíč pro výběr lokalit	28
4.1.1 Výběr jednotlivých lokalit	29
4.2 Měření termokamerou FLIR E6	29
4.3 Metoda výpočtů	31
4.4 Jednotlivé lokality	33
4.4.1 RD Vodňany	33
4.4.2 RD Vacov	36
4.4.3 RD Dvory	38
4.4.4 RD Čestice	40
4.4.5 RD Zahořany	42
5 Výsledky a diskuse	44
5.1 Skutečné užívání stavby v nízkoenergetickém standardu	44
5.2 Pasivní standard	45
5.3 Porovnání nízkoenergetického a pasivního standardu	46
5.4 Vyhodnocení termosnímků	48
6 Závěr	52
7 Seznam použitých zdrojů	53
8 Přílohy	55

1 Úvod

Nároky na výstavbu rodinných domů se v posledních letech výrazně navýšily. Výstavba klasických zděných budov je částečně na ústupu, a to nejen z důvodů úspor energií, ale z hlediska tepelně technického, mechanického a estetického. Dřevostavba tyto aspekty nejen splňuje, ale je schopna nabídnout daleko více. Vlastnosti přírodního dřeva, jako příjemná vůně, nízká tepelná akumulace, schopnost pohlcovat škodlivé látky z exteriéru, jsou pro člověka příjemné.

Chytrě navržená, správně provedená, rozumně provozovaná a udržovaná dřevostavba dokáže velmi výrazně snížit spotřebu dnes tak drahé energie. Šetření energie začíná již při samotné výstavbě vynecháním „mokrého procesu“ a pokračuje při samotné likvidaci stavby. Proto je i naším záměrem se věnovat úspoře energie, eliminaci tepelných mostů a optimalizaci procesů výstavby se zpětnou vazbou uživatelů dřevostavby a jejich pocity a připomínkami.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem práce je měření, výpočty a vzájemné porovnání tepelně – technických parametrů a monitoring vybraných dřevostaveb v nízkoenergetickém a pasivním standardu a následné vyhodnocení naměřených a vypočítaných hodnot. Dále vyhodnocení tepelně technických standardů dřevostaveb z hlediska energetické úspory energie. V teoretické části práce půjde o vyhodnocení dřevostaveb dle požadavků energetické náročnosti. Vlastní část pak bude tvořit porovnání navrhovaných konstrukcí, skutečného monitorování a diagnostikování dřevostaveb neinvazivní metodou a reálné náklady na provoz budovy. Výsledkem dílčích procesů je optimalizace procesů výstavby, eliminace tepelných mostů

2.2 Metodika

1. Rešerše
2. Výběr dřevostaveb
3. Měření tepelně – technických vlastností obvodového pláště u vybraných dřevostaveb v nízkoenergetickém standardu
4. Měření tepelně – technických vlastností obvodového pláště u vybraných dřevostaveb v pasivním standardu
5. Výpočet tepelně-technických vlastností u sledovaných dřevostaveb
6. Vyhodnocení naměřených a vypočítaných hodnot
7. Závěr

3 Teoretická východiska

3.1 Historie dřeva

Stavění ze dřeva je staré jako lidstvo samo. Už od začátků své existence je dřevo používáno člověkem pro jednoduché přístřešky a chatrče, později jako hlavní konstrukční prvek pro velmi propracované a důmyslné konstrukce. Během staletí se naši předkové naučili znát přednosti dřeva a uměli jich využívat.

Kromě kamene neznáme ve stavebnictví jiný materiál, který by byl tak dlouho používán a se kterým by měl člověk tak bohaté zkušenosti. V dnešní době zaznamenáváme rapidní nárůst využívání dřeva ve stavebnictví a nezbyvá než být vděční dílu přírody za konstrukční materiál, které si lidstvo podmanilo. Dřevo je opravdu jedinečný materiál, jelikož patří do skupiny tzv. recyklovatelných a obnovitelných zdrojů, na rozdíl od ostatních materiálů ve stavebnictví. Délka cyklu jeho obnovy se nápadně podobá délce života lidského. Jestliže dřevu zabezpečíme potřebné podmínky, vydrží věky. Je možné spatřit krovy v perfektním stavu sloužící staletí. V zahraničí (Čína) se setkáváme se stavbami, které jsou ještě starší. Těžko bychom hledali materiál, který je po celou dobu tak užitečný a při tom nenáročný. ([11] str.9)

Česká republika patří mezi země s vysokou zalesněností a v našich lesích je již dlouhodobě nadbytek dřeva. A i přesto je podíl staveb ze dřeva pro bydlení kolem 2%. Pro srovnání se sousedními zeměmi Rakouskem a Německem je to 15% (v Bavorsku dokonce 30%). Tyto země jsou nám kulturně i historicky velmi blízké a přesto je rozdíl značný. Srovnání se světem je daleko markantnější. V USA a Kanadě je tento poměr více jak 80% a ve skandinávských zemích je tento poměr podobný. Všechny výše uvedené země patří ve světě k těm nejvyspělejším, ke kterým vzhlížíme jako ke svým vzorům. ([9] str.24)

3.1.1 Historie výstavby ze dřeva

Jak již bylo řečeno, že dřevo se používalo od pradávna. Ale proč se o něj náhle upustilo? Hlavními důvody byly nové materiály a technologie, které inovativně přišly koncem 19. století a které zaznamenaly revoluci ve stavebnictví a otevřely nové možnosti. Především mám na mysli ocel a beton. Touto inovací lidé rázem zapomněli na tradici, zkušenosti a dlouholetou historii dřeva a jako by si řekli, co je nové, to musí být dobré. S novými materiály vnikají i nová lobby, která relativně rychle ovládla situaci. Tento vývoj

zasáhl téměř celou Evropu, kde se dřevo běžně používalo. Jistým přelomem byla druhá světová válka, kdy byl nedostatek průmyslově vyráběných materiálů, a muselo se sáhnout k tradičním zdrojům. Rozvoj dřevostaveb a vývoj výrobků ze dřeva byl již relativně konstantní. ([4] str.)

3.1.1.1 Svět

V Severní Americe byla situace poněkud jiná. S počtem přistěhovalců rostla i potřeba nového obydlí v co nejkratším časovém horizontu. Tradiční stavby z kamene a cihel byly velmi časově, technologicky a řemeslně náročné. Jelikož kvalitní řemeslníci zůstali v mateřských zemích, hledala se možnost výstavby jednoduché, nenáročné a hlavně rychlé. Dřevo je snadno zpracovatelným materiálem bez nároků na mechanizaci a bylo ho všude dostatek. Noví osadníci nebyli spjati s tradicí, kulturou a hodnotami svých mateřských zemí. A možná vidina nového života přinesla podstatné změny. Začít nový život a tedy i začít bydlet jinak. Nebylo nutné brát ohled na preciznost a kvalitu práce, ale na rychlost výstavby. Vysokou poptávkou na nové bydlení se vytvořila veliká konkurence, která musela reagovat na cenu a efektivitu práce. Výsledkem se stala unifikace. Proto je dodnes bez rozdílu, zda stavíte stáj či hotel, a zda ho stavíte v různých státech USA. Všude pořídíte stejný materiál a stavíte stejným způsobem. Což přináší vysokou efektivitu a nízkou cenu, o které se v Evropě může jenom zdát. Výsledkem je dostupnost pro všechny. Mladá rodina si může dům pořídít okamžitě, ovšem v Evropě obecně často až když ho nepotřebuje, protože musí nejdříve tvrdě pracovat a ještě se zadlužit do konce života. Ale zpět do Ameriky. Soustředění jedním směrem se prokázalo, že použití dřeva má svoje přednosti – tedy vysokou efektivitu v celém procesu, nízké nároky na energii a hlavním výsledkem je nízká cena. ([9] str.26)

3.1.1.2 Evropa

Evropa je různorodější prostředí, kde použití dřeva prošlo daleko komplikovanějším vývojem. Především z důvodu požárů ve městech se nahradily původní celodřevěné stavby stavbami kamennými a poté cihelnými. Kamenné i cihelné stavby se staly symbolem bohatství a prestiže. Obydlí na starém kontinentu se spojuje s pojmy trvalá

hodnota, kvalitní investice a solidnost. Tento postoj, nás Evropanů, je v nás zakořeněn dodnes a zůstala potřeba stavět mohutné a těžkopádné dřevostavby jako kamenné stavby. S tím, že rozdílné vnímání a tradiční kultura dělí trh na ještě menší části. Důležité je i technologické a geografické rozdělení, které unifikaci nepodporí. Dále zájmy jednotlivých organizací a lobbistů zvyšují cenu do nesmyslných výšek. Ovšem skandinávské země pokračující v tradici stavění ze dřeva bez přestávky se daleko více cítí být součástí přírody, ke které jsou mnohem vnímavější a citlivější, než ostatní Evropané. ([6] str.12)

3.1.1.3 Česká republika

Zcela odlišný vývoj použití dřeva nastává v zemích, které byly součástí sovětského svazu. Komunistický režim dokázal dřevo ve stavebnictví velmi omezit, dalo by se říct zcela zakázat. Povoleno bylo pouze na pomocné a provizorní konstrukce. Produkce cementu a oceli měla přednost. O dřevostavbách se na několik dlouhých desetiletí vlastně přestalo mluvit, jelikož se skoro žádné nestavěly. Výjimkou se stalo mizivé množství zastaralých domů na bázi dřeva vyrobených v továrních podmínkách. Stromy tedy v klidu rostly a vytěžené dřevo bylo téměř zadarmo vyváženo do ciziny. Takováto správa lesů se podepsala na kvalitě lesů, které jsou přestárlé. Zdálo by se, že tím pádem se zlepšilo životní prostředí. Ovšem právě výroba cementu a oceli právě životní ovzduší zhoršila, místo využití dřeva. Již několik let v našich lesích více dřeva vyrostě, než se vytěží. Roční přebytek činí okolo 4 mil. m³. Zalesněné plochy se za posledních 200 let zvýšily v našich lesích o 30%. Největší pohromu jsme si způsobili ale sami tím, že zmizeli odborníci, kteří znali dřevo a uměli s ním pracovat. Ovšem nezmezili jen lidé, ale i závody na zpracování dřeva, učební obory, technické zázemí a hlavně kontinuita a tradice se dřevem pracovat. To vše má za následek „díru na trhu“ a závislost na okolních státech, kde nebyla kontinuita přerušena. Nezbývá, než se začít znovu učit a znovu nahradit zaniklé profese. Není náhodou, když se novým podnikatelským subjektům nedaří, a výsledkem jsou špatné stavby. Není odkud brát. ([9] str.29)

8. Počet dokončených bytů v rodinných domech - dřevostavbách v letech 2005 až 2015 podle obcí



Obr. 01 – Počet dokončených bytů v dřevostavbách [15]

3.2 Vlastnosti dřevostaveb, výhody a nevýhody

Pod pojmem dřevostavba si lze představit mnoho objektů a konstrukcí. V principu se jedná o libovolnou konstrukci ze dřeva doplněnou tepelnou izolací. Přesně se tedy jedná o „stavbu, jejíž nosnou konstrukci tvoří dřevěné prvky nebo prvky na bázi dřeva“ a lze je dále dělit do několika kategorií. ([5] str.12)

3.2.1 Životnost

Na problematiku dřevostavby je potřeba nahlížet z více pohledů. Vlastní „fyzická životnost“ je doba, po kterou je stavba schopna fyzicky splňovat očekávané funkce. Životnost nosné konstrukce se pak pohybuje okolo 100-150 lety. Konstrukcím doplňkovým pak odpovídá 20-50 let. „Morální životnost“ je doba, po kterou vyhovuje provozu a individuálnímu vnímání kvality bydlení. Ano, vlastností dřevostaveb je menší životnost oproti zděným či betonovým stavbám. Ovšem potřeba revitalizovat přichází dříve (většinou generační obměna), než konec životnosti domu. A nyní již můžeme mluvit o výhodě dřevostavby, jelikož revitalizace dřevostaveb není tak náročná, jako konstrukce

zděné či betonové. V těchto situacích spíše hovoříme o demolici, poněvadž revitalizace není možná, a nebo je velmi obtížná a finančně náročná. ([9] str.35)

3.2.2 Akustika

Další nevýhodou, která stojí za zmínku, jsou akustické vlastnosti, a protože je dřevo dobrým izolantem, tak ani akumulční schopnosti nejsou předností dřevostavby. S tím tedy souvisí i ten fakt, že vytápění objektů ze dřeva je mnohem rychlejší a rázem se jedná o pozitivní izolační vlastnosti. Zde stojí za zvážení, co je pro uživatele výhodnější možností. ([5] str.10). Výsledek akustiky dřevostaveb je závislý na nejslabším článku, ze kterého je celek složen. Je proto třeba přesně stanovit požadované parametry, jestliže již nejsou určeny příslušnými normami. ([10] str.32)

3.2.3 Tepelná akumulace

Jedná se o schopnost materiálů jímat tepelnou energii v případě, že jsou chladnější než okolní prostředí, a naopak ho vydávat, pokud se poměry obrátí. Tento efekt se projeví tím výrazněji, čím větší je rozdíl příslušných teplot a tím směrem je také teplo nejvíce přijímáno / vydáváno ([9] str.36). Akumulační schopnosti lze ve stavbě velmi obtížně ovládat a regulovat. Proto u dřevostaveb vychází jako nevhodné. Není tomu tak u masivních srubů. Zde musíme balancovat mezi schopností teplo akumulovat a zároveň teplo izolovat.

3.2.4 Hořlavost

Že dřevo hoří, víme každý. Ale použít ho jako argument proti používání dřeva pro konstrukce je značně zavádějící. Při požárních testech připravených pro ČVUT se ukázalo, že i ty nejhorší výsledky testů dřevostaveb dosáhly hodnoty REI 60 minut a lepší, tedy vysoko nad požadované parametry. Přesto kolem nich vzniká nejvíce legislativních problémů ([1] str.47). Dřevo je dílem přírody a proto odhořívá postupně. Vlivem odhořívání vzniká na povrchu dřeva zuhelnatělá vrstva, která zpomaluje proces hoření a chrání tak prvek před přímým zasažením ohněm. Znalost těchto procesů a dimenzovat prvky s dostatečnou rezervou, která prvku zatíženému požárem dovoluje zachovat dostatečnou stabilitu a únosnost po určenou dobu. Na rozdíl např. od oceli, kde vlivem

teploty vyvolané požárem dochází ke změně krystalické struktury materiálu a ten v okamžiku a bez varování zcela kolabuje a jeho únosnost klesá náhle na nulu, únosnost dřevěných prvků se v případě požáru snižuje postupně a relativně pomalu a tento proces lze do jisté míry kontrolovat.

V řadě vyspělých zemí se tak u dřevostaveb setkáváme s postupným „změkčováním“ norem a požadavků vzhledem k nebezpečí požáru, zvyšuje se podlažnost objektů na bázi dřeva a dřevo se začíná právem považovat za materiál, který sice hoří, ale z hlediska nebezpečí požáru je jeho použití konstrukce vhodné a žádoucí. Požární bezpečnost dřevostaveb pak přestává být noční můrou, ale stává se běžnou problematikou, stejně jako např. u betonu nebo oceli a staveb všeobecně. ([4] str.98)

3.2.5 Prostředí

Nenahraditelnou výhodou dřevostavby jsou pozitivní účinky na vnitřní klima, s tím spojená regulace vlhkosti a v některých případech nenahraditelná vůně. Jak již bylo řečeno, tak energetická náročnost na celý průběh životnosti dřevostaveb je téměř pět krát nižší. Zahrnuje veškeré procesy od těžby přes zpracování, až k likvidaci po skočení životnosti. ([6] str.60) Při porovnávání parametrů nelze opomenout použití nejen v exteriéru, ale také v interiéru. Jednoznačnou výhodou je estetika a variabilita při použití dřeva nejen rostlého, ale i libovolných materiálů na bázi dřeva, které utváří ideální klima a pocit tepla. ([6] str.12)

3.2.6 Radost pracovat se dřevem

Mimo pozitivního vlivu na životní prostředí přináší dřevo do stavebního odvětví řadu mechanicko-fyzikálních vlastností, mezi něž patří snadná opracovatelnost a také vysoká pevnost ve vztahu ke hmotnosti. ([6] str.15) Další důvodem, proč stavět dřevostavbu, je lepší využití podlahové plochy a tím i samotného pozemku, který při současných cenách není zanedbatelnou položkou v rozpočtu. To vše je dáno slabšími stěnami objektu při stejné zastavěné ploše jako u zděných staveb. Plocha, kterou získáme navíc, je přibližně 10% z plochy zastavěné na každé podlaží. ([7] str.41) Samotný proces výstavby probíhá nesrovnatelně rychleji než u zděné stavby. Není potřeba dodržovat technologické přestávky díky suchému způsobu výstavby a stavba z prefabrikovaných

dílčů je hotová během několika dní nebo týdnů aniž by bylo použito enormně velké množství vody. Užívání stavby klientem přináší další úsporu financí např. v oblasti komerční výstavby.

V průběhu životního cyklu stavby je možné provádět různé adaptace bez rozsáhlých bouracích prací a za méně peněz. ([7] str.42) Určitě stojí za zmínku, že realizace dřevostavby vyžaduje celou řadu zkušeností a pro výstavbu potřebuje proškolený tým s praxí. Tento aspekt může působit do jisté míry jako nevýhoda, ale lépe řečeno, jde o důkladné rozvržení celého projektu s ohledem na požadavky, které na stavbu máme. Pokud je konstrukce navržena na konkrétní provoz a zatížení, lze uspořit nemalé prostředky na materiál i na dopravu a manipulaci. Zděné stavby musí při realizaci unést hlavně svoji hmotnost a užité zatížení neřeší. ([7] str.44)

3.2.7 Povodně

Velice choulostivým tématem ve vztahu ke dřevostavbám jsou povodně a další živelné pohromy. Současný pohled zákazníků a možná i některých stavitelů na tuto problematiku je značně odmítavý. Důvodem je neznalost. Pokud již dojde k zaplavení objektu, tak krátkodobý vliv vody nemá zásadní vliv na konstrukci dřevostavby a to je právě účinek povodně. Po bezprostředním opadnutí vody dojde k mnohem rychlejšímu vyschnutí (v řádu dnů) a obnovení postižených částí bez zásahu do statiky objektu. Na základě těchto informací je výhodné zvolit stavbu dřevostavby před zděnou konstrukcí v rizikových oblastech, kde povodeň hrozí. Náklady na rekonstrukci a obnovu nejsou nákladné. S tím, že většinu prací si lze provést svépomocí pod odborným dohledem. Nosná konstrukce se pokládá za vysušenou při vlhkosti cca 14%, v tomto okamžiku můžeme znovu instalovat tepelnou izolaci. Celý proces obnovy je v řádu několika málo týdnů. V místech, kde lze očekávat přívalové vlny, je nutno konstrukčně zvolit větší prostorovou tuhost. ([9] str.39)

3.2.8 Zemětřesení a tornáda

Zemětřesení a tornád se zatím v našich klimatických podmínkách bát nemusíme a proto není nutné hlouběji zasahovat do této problematiky, ale stejný vliv na konstrukci mají výbuchy a opět zde získávají dřevostavby výhody z pohledu konstrukce a mnohem

lépe odolávající těmto živelným pohromám. V obou případech je samozřejmě nutné zabezpečit dokonalé upevnění k základu. Pokud, jsou tato pravidla dodržena, nebude statika objektu porušena. ([7] str.39)

3.2.9 Recyklace

- dřevo je plně recyklovatelný materiál,
- dřevo je čistě přírodní materiál,
- v rámci konečné likvidace je dřevo schopno poskytnout další energii,
- cyklus zpracování dřeva je zcela bezodpadový – stávající technologie a možnosti využívají naprosto vše pro další zpracování,
- dřevostavby všeobecně je celkem jednoduché dobře tepelně zaizolovat a lze tedy významně snížit cenu provozních nákladů staveb,
- na zpracování dřeva od pokácení stromu přes jeho zpracování na materiál, použití jako stavebního materiálu, přepravu a i konečnou likvidaci je třeba podstatně méně energie než u ostatních materiálů (ocel, cement-beton, včetně lehčených, pálená cihla apod.),
- dřevo je zcela obnovitelný materiál, jeho vytěžením nevzniká „díra“ v zemi. Během relativně krátké doby získáváme plnohodnotnou náhradu za vytěženou surovinu a pro obnovu je třeba minimálních investic. Po dobu svého růstu je strom významným krajinným prvkem a má nezastupitelnou úlohu v cyklu kyslíku a kysličníku uhličitého ([9] str.31)

3.3 Energeticky úsporné domy

Vývoj energeticky úsporných domů sahá do dávné historie. Všechny stavby, které zajišťovaly především ochranu před povětrnostními vlivy, lze v určitém slova smyslu chápat jako nízkoenergetické. Snažily se totiž o minimalizaci „použití cizí energie“. Raná jasně solární architektura je prokázána v době před 3100 lety u severoamerických Indiánů a před 2500 lety v Řecku a Číně. Záměr využít sluneční energii je patrný v běžném řešení fasád ve starém Řecku u staveb vyššího standardu. Sloupová představa, většinou

s trojúhelníkovým štítovým prvkem, zvaným tympanon, zastiňovala v létě jižní okna a umožňovala využití slunečního záření v zimě. V mnoha případech odpovídala hloubka sloupové haly požadavkům pasivního využívání sluneční energie.

Zvláště rozsáhlým příkladem této rané solární architektury byl Olynthus v Makedonii, který byl zničen před počátkem Nového věku. Tato řecká vesnice byla tvořena rovnoběžnými ulicemi, mezi nimiž stály na jih orientované pasivní solární domy.

Již Sokrates se – alespoň podle tradice – vyjádřil ke stavbě domů: „Ideální dům je v létě chladný, v zimě teplý.“ K tomuto lapidárnímu vyjádření není co dodat. ([11] str.9)

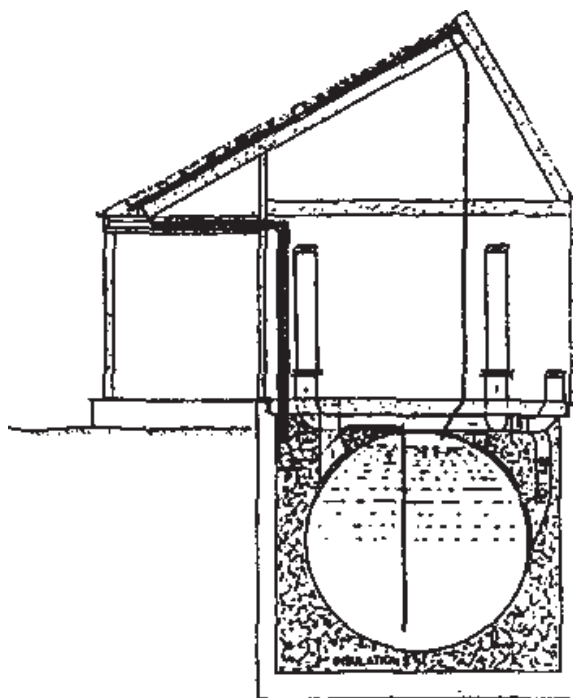
První novodobou stavbou nebyla budova, ale dřevěný trojstěžník „Fram“ polárního badatele Fritjofa Nansena z roku 1883. Stěny a paluba měly sendvičovou konstrukci v tl. 400mm, kde tepelnou izolaci tvořily vrstvy plsti a parozábranu linoleum. Okna byla vybavena trojskly a fungovalo zde řízené větrání s elektrickými ventilátory. I při teplotách hluboko pod bodem mrazu se kamna v podpalubí nepoužívala. ([11] str.31)

O rok dříve představil Edwards. Morse vzduchový kolektor, který připomíná svým technickým řešením dnešní konvektivní prvky. Skleněný box od Morseho s rozměry okna byl přisazen k obvodové stěně. Kolektor i stěna měly ve spodních i horních částech otvory, takže byly možné tři provozní stavy. ([12] str.10)



Obr.02 - Stavební řešení vzduchového kolektoru. Klapky jsou ovládány pomocí šňůr [11]

V roce 1939 postavili inženýři z MIT (Massachusetts Institute of Technology) rodinný dům s 38 m² slunečních kolektorů (obrázek 11.4). Teplo z těchto kapalinových kolektorů bylo akumulováno do vodní nádrže o 66 m³, která ležela pod domem. Z nádrže proudilo teplo vzduchovým systémem do obytných místností. (12 str 10)



Obr. 03 - Slavný dům MIT s 38 m² slunečních kolektorů a 66 m³ vodního zásobníku [11]

Amerika v polovině sedmdesátých let zažila boom solárních domů první generace. Přibližně několik stovek staveb dokládá takovou mimořádnou kreativitu a chuť experimentovat, jaká již později nebyla nikdy dosažena.

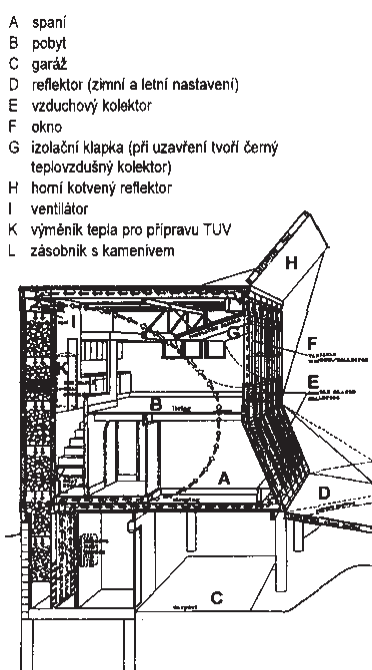
Nízkoenergetické domy první generace mají mnoho společného. Jelikož se jedná o prvopočátek, jsou to především nedostatky způsobené malou praxí. Nejčastější chybou byly tepelné mosty, jejich četnost a rozměr. Dále nebyla věnována pozornost vzduchotěsnosti, byl podceňován vliv tepelných ztrát a vůbec nebylo řešeno přehřívání prostorů díky solárním ziskům.

Solární dům první generace

Lyžařská chata s pohyblivými reflektory ve Windhamu (stát Vermont, USA) je typickým příkladem pro začátky solárních domů. Architektura domu je podobná solárnímu hrnci. Celý dům je opravdu obrácen ke Slunci, aby konvektivní zisk ze slunečního záření mohl být přiveden do zásobníku. Typologicky se jedná o okenní kolektor, který nabíjí zásobník s kamenivem. Koncem osmdesátých let prožil tento systém s vylepšenou technikou svůj comeback do Evropy, především do Švýcarska. Reflektory, které je třeba vždy dvakrát v roce jinak nastavit, soustřeďují záření do teplovzdušného kolektoru a na okenní plochu. Teplo ze vzduchu se ukládá v zásobníku naplněném kamenivem a je odtud opět vydáváno.

Lyžařská chata byla architekty postavena na vlastní náklady a teprve dodatečně prodána. Zhruba 100 m² obytné plochy je vytápěno pomocí 40 m² kolektorů a oken. Díky reflektorům s hliníkovým povrstvením dopadá na tyto plochy sluneční záření s jedenapůlnásobně vyšší koncentrací.

Tepelné médium tvoří vzduch, který je vháněn do zásobníku s kamenivem při zadní stěně domu a tam ochlazován. Asi 70 % energetické potřeby tohoto dobře izolovaného domu, který je využíván většinou jen o víkendech, je kryto Sluncem, zbytek pomocí krbu (vytápění dřevem) a elektrických otopných těles. ([11] str.11)



Obr. 04 - Schematický řez lyžařskou chatou ve Windkamu [11]

Nízkoenergetický dům druhé generace

Dům Philips (postaven 1974) patří k prvním nízkoenergetickým domům druhé generace. Obytná plocha rodinného domu koncipovaného pro průměrnou rodinu činí 116 m², vytápěný objem 290 m³.

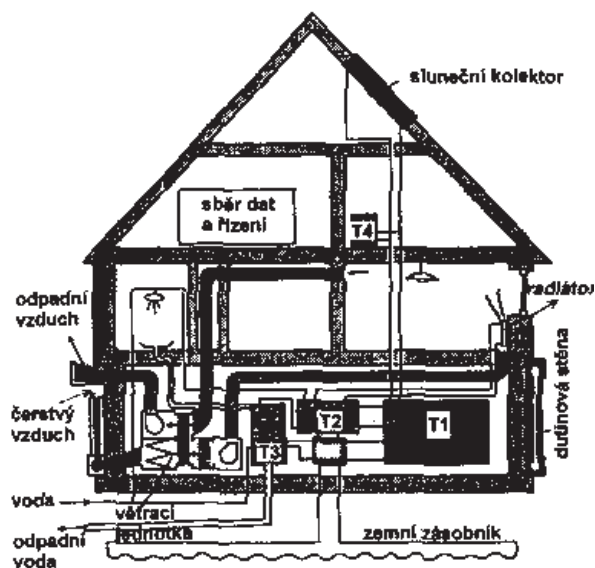
Dům Philips potřebuje pro vytápění 3200 kWh elektrického proudu k pohonu tepelného čerpadla. Teplo pro přípravu TUV a pro vytápění dodává 20 m² vakuových trubkových kolektorů. Již v roce 1974 se otevřela cesta pro další vývoj nízkoenergetického domu. Dům Philips obsahoval všechny podstatné složky, které patří k nízkoenergetickému domu, byť v trochu nevyzrálé formě:

- zónování
- vysoký standard tepelné izolace
- vysokou vzduchotěsnost
- mechanické větrání
- dobré využití odpadního tepla
- částečné krytí zbytkové potřeby tepla solárním zařízením

Tyto konstrukční požadavky jsou s dvěma omezeními platné i dnes:

1. Zónování není pro nízkoenergetický dům nutné, jak dokládají četné příklady.
2. V důsledku zlepšené konstrukce oken vzrostl podle současných poznatků význam pasivního využití sluneční energie.

Dům Philips také ukazuje razantní vývoj v nízkoenergetických domech za posledních 25 let. Využitím energie z 20 m² slunečních kolektorů a 3200 kWh příkonu pro tepelné čerpadlo by se dnes vytápěl desetkrát větší dům včetně přípravy TUV. Využitelná energie by se pohybovala s využitím současných běžných prvků okolo 25 000 kWh/a, To odpovídá měrné potřebě energie 215 kWh/(m²a). ([11] str.12)



Obr. 05 - Řez experimentálním domem Philips [11]

3.3.1 Rozdělení energeticky úsporných dřevostaveb

Budovy na bázi dřeva poskytují ekonomickou alternativou pro dosažení velmi nízké spotřeby energie na vytápění. Uplatňuje se několik standardů budov s nízkou spotřebou energie: nízkoenergetický dům, pasivní dům, nulový dům. Není výjimkou se v Německu sekat s tzv. třílitrovým domem (podle měrné spotřeby topného oleje) a ve Švýcarsku zase se standardem Minergie.

Základní rozdělení:

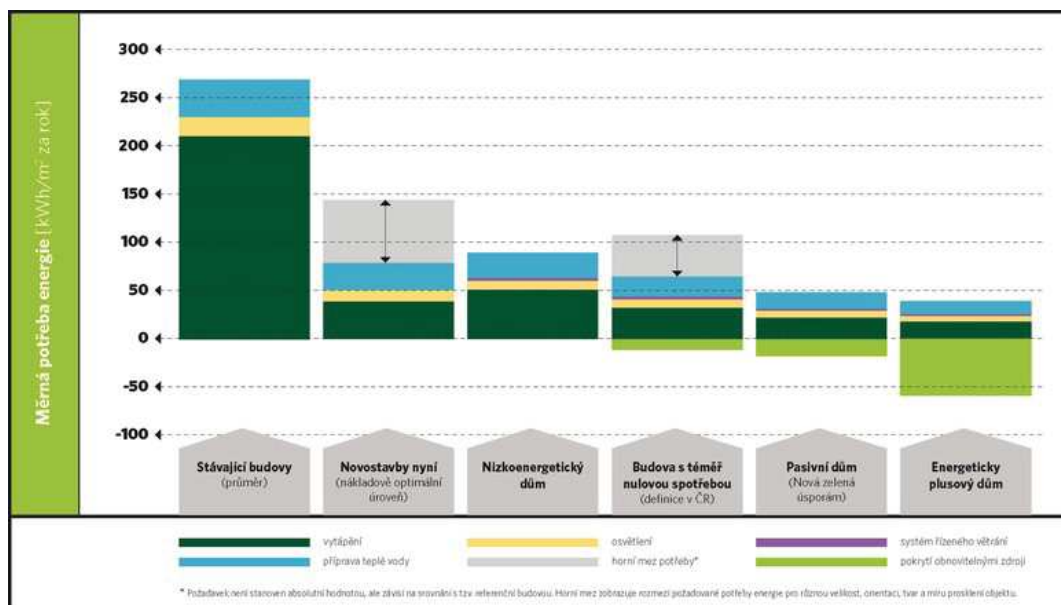
1. Nízkoenergetický dům – budova s roční plošnou měrnou potřebou tepla na vytápění e_A nepřesahující $50 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$ a využívající velmi účinný systém vytápění
2. Pasivní dům je budova s roční plošnou měrnou potřebou tepla nepřesahující $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$, kterou lze pokrýt bez klasické otopné soustavy, při použití zpětného získávání tepla při výměně vzduchu a malého zařízení pro doplňkový ohřev vzduchu při extrémních venkovních teplotách
3. Nulový dům, tj. dům s nulovou bilanční spotřebou „placené“ energie, ve kterém se prakticky využívají pouze obnovitelné zdroje tepla.

Tato zjednodušená kritéria ještě doplňují požadavky na vzduchotěsnost, maximální měrnou tepelnou ztrátu přes opláštějící konstrukce, maximální podíl zasklených ploch orientovaných na jih (kvůli nadměrným tepelným ziskům v létě) apod. ([4] str.122)

Nízké spotřeby energie lze docílit souborem opatření, přičemž nejdůležitější je velmi dobrá izolace vnějších stavebních prvků, pečlivý návrh a provedení tepelné ochrany budovy v detailech (předcházení výskytu tepelných mostů a jejich redukování), kompaktnost budovy v samotném návrhu geometrie tvaru, těsnost vnějších stavebních prvků, optimalizované větrání v závislosti na skutečné spotřebě, optimální využívání solárních zisků, dobrá a pružná regulace rozvodů tepla a vhodný výběr zdroje tepla pro vytápění. ([1] str.29)

Snížení ztrát tepla prostupem se dosáhne konstrukcí obvodového pláště budovy s velmi nízkými hodnotami součinitele tepla U při použití vysokoúčinných tepelných izolací. Výhodou lehkého stavebního systému na bázi dřeva je, že vysokého standardu tepelné ochrany lze docílit malými tloušťkami konstrukce nebo že podstatnou část skladby pláště tvoří právě vysokoúčinná izolace. Hodnota součinitele prostupu tepla U stěny pasivního domu by neměla překročit $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ – pro střechu by neměla překročit $0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Zároveň se navrhuje transparentní systémy s použitím izolačního trojskla s hodnotou U pod $0,8 \text{ W}$. U těchto „superizolovaných“ budov by většina tepelných ztrát vznikla větráním.

Pokud máme zároveň zabezpečit nutnou výměnu vzduchu v interiéru, dalšího podstatného snížení spotřeby energie se dá dosáhnout zpětným získáváním tepla, například zařízením rekuperačního výměníku při regulovaném systému větrání. Princip pracuje na samostatném okruhu umělého větrání s přívodem čerstvého vzduchu do obytných místností a samostatným okruhem pro odvod vzduchu z místností s nadměrnou produkcí škodlivin a zápachu. Oba okruhy se spojují v rekuperačním výměníku, kde jsou sice vzduchotěsně oddělené, ale odevzdávají si teplo. Do budovy se tak vrací 70 % tepla, které by jinak uniklo ven. Předpokladem úspěšné funkce je ale vzduchotěsnost obvodového pláště. Intenzitu větrání lze měnit podle momentální potřeby čerstvého vzduchu a přítomnosti lidí. Zkušenosti uživatelů ukazují, že případný negativní psychologický efekt umělého větrání bude časem bohatě kompenzován příjemným pocitem z kvalitního čerstvého vzduchu. Do přívodního okruhu je samozřejmě možné osadit filtry proti mikročasticím nebo alergenům. ([4] str.123)



Obr. 06 - Porovnání celkové potřeby energie RD pro jednotlivé energetické standardy [14]

3.3.2 Nízkoenergetické stavby

3.3.2.1 Nízkoenergetický standard

Je vůbec prvním standardem, který se u nás začal objevovat. Jedná se o jakéhosi předchůdce standardu pasivního a je definován měrnou potřebou tepla na vytápění nepřekračující $50 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$. Definován je takto například v české technické normě ČSN 730540 2. Z pohledu českého prostředí je dále uveden například v technické normalizační informaci TNI 730329, která mimo měrné potřeby tepla uvádí i doporučené hodnoty dalších parametrů, jako je součinitel prostupu tepla, neprůvzdušnost obálky atd. Je však třeba poznamenat, že žádný z výše uvedených požadavků není nijak legislativně závazný. S ohledem na technický pokrok a zpříšňování legislativních požadavků se postupně termín nízkoenergetický vytrácí a není výjimkou, že uvedené parametry splní novostavba, která ani s tímto cílem nebyla navrhována. Mnohdy ani majitel neví, že nízkoenergetickou budovu vlastní, a lze konstatovat, že se brzy bude jednat o „mrtvý pojem“. [14]

3.3.2.2 Pravidla nízkoenergetické výstavby

1. Koncepce architekta

Tvar a poloha domu, ale i půdorys a uspořádání prostoru mají podstatný vliv na spotřebu energie. Řešením jsou jednoduchá řešení, tedy jasné půdorysy a jednoduché systémy. Obyvatelé mají velmi značný vliv na spotřebu energie. Užívání standardních řešení, běžné dostupné materiály, výrobky a komponenty. Inteligentně je sestavte z finančně úsporných a dosažitelných prvků.

2. Vysoký izolační standard

Tloušťka tepelné izolace konstrukcí nízko-energetického domu má být 20 cm a více (podle konstrukce a materiálu). Obvodové stěny mají pak tloušťku mezi 25 a 55 cm. ([8] str.21).

V mnoha domech uniká odstranitelnými tepelnými mosty více tepla než nerušenou částí stěny. Kontrola zejména přechodů a napojení:

- mezi oknem a stěnou, střechou a jinými okny
- mezi dveřmi a stěnou
- mezi stěnou a střechou
- mezi předokenními roletovými boxy a stěnou
- šachet a komínů na stěny a střechu
- instalací na stěny a střechu
- upevňovacích kotev, zvláště u tepelných izolací
- prahů, parapetů a nadokenních překladů

3. Sluneční záření

Snaha o navržení velkých oken, pokud je jejich energetická bilance pozitivní. Zajistíme dostatečnou tepelně akumulaci schopnost stěn, podlah a stropů místnosti užitím masivních konstrukcí. ([2] str.19)

4. Vzduchotěsnost

Žádný dům bez ochrany proti proudění vzduchu. Dýchají obyvatelé, nikoliv stěny a střecha. Je zapotřebí využít tohoto pravidla důsledně a kontrolované realizace, včetně choulostivých míst. Zároveň je potřeba větrat a to nejlépe pomocí mechanického větrání.

Zvyšuje to kvalitu bydlení a redukuje energetickou spotřebu, protože část tepla lze získat zpět. Pečlivě dimenzovat veškerá zařízení a dbát na zabránění šíření hluku. ([11] str.22)

5. Zdroje tepla

Obnovitelné energetické zdroje jsou vhodné zejména pro nízkoenergetické domy. Domy mají nízkou potřebu energie a vystačí s malými zařízeními (kolektory, tepelná čerpadla), popřípadě s malým množstvím paliva (dřevo). Pohodlí a přijatelnost z hlediska životního prostředí pod jednou střechou. Teploty pro akumulaci a rozdělování tepla, nízké teploty topných médií vedou k menším tepelným ztrátám. To platí pro distribuci tepla i pro jeho přípravu. Typickými příklady jsou sluneční kolektory i opatření k pasivnímu využívání sluneční energie. Zásobník tepla osazujeme zásadně ve vytápěné části domu. Ztrátové teplo z tepelného zásobníku tvoří nezanedbatelný příspěvek v energetické bilanci nízkoenergetického domu. Ztráty zásobníku mají být ovšem tak malé, aby nepříznivě neovlivňovaly pohodu prostředí v létě. Další zásadou je vedení krátkých rozvodů. V některých nízkoenergetických domech mají přívodní a zpětná vedení v důsledku svých velkých povrchů větší topný výkon než jimi zásobované radiátory. To vede k potížím při regulaci vytápění a přináší zbytečné energetické ztráty. ([2] str.15)

6. Užívání v domácnostech energeticky úsporné spotřebiče

Užití energeticky úsporných spotřebičů trvale snižuje emise a zatížení životního prostředí nejenom v okolí elektrárny. ([11] str.22)

3.3.3 Pasivní stavby

3.3.3.1 Pasivní standard

Tento standard, vyvíjený přibližně od 90. let, lze dnes považovat za technicky nejpokročilejší po stránce stavebního řešení. Kromě měrné potřeby tepla na vytápění, jejíž hranice je tentokrát $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$, jsou pro pasivní dům definována další požadavky jako například neobnovitelná primární energie, neprůvzdušnost obálky budovy či maximální četnost překročení nejvyšší povolené teploty vnitřního vzduchu v letním období. Definováno je i mnoho vedlejších požadavků, které blíže specifikují dílčí technické používání výrobků a technologií. Stejně však, jako v případě budovy nízkoenergetické, se

jedná o dobrovolný standard, který není v České republice nijak legislativně zakotven. Metoda hodnocení pasivního domu, tzv. PHPP (passivhaus-projektierungspaket), dlouhodobě vyvíjena v německém Passivhaus Institutu, je založena na stejném principu, jako většina nejrozšířenějších výpočetních postupů pro hodnocení energetické náročnosti budov, tedy kvazistacionární metodu s časovým krokem 1 měsíc popsanou v ČSN EN ISO 13790. Specifické jsou však jak vstupní údaje pro výpočet, tak některé detaily výpočtu, ale například i způsob, jakým se stanovuje vztažná plocha pro vyjádření výsledných měrných hodnot. Vstupní údaje mají co nejpodrobněji a nejreálněji popisovat budoucí provozní podmínky objektu a jsou průběžně upravovány na základě měření reálného provozu pasivních budov. [14]

Dále se můžeme v České republice setkat s termínem, kterým je energeticky pasivní standard. Tento termín je popsán v technických normalizačních informacích TNI 730329 (pro rodinné domy) a TNI 730330 (pro bytové domy) a prakticky vychází z principů návrhu domu pasivního. Rozdíl je opět v metodě výpočtu, která ač se stejným „výpočetním jádrem“, používá jiné vstupní údaje (nejen klimatická data, ale i například údaje o vnitřních tepelných ziscích, ad.). Na rozdíl od metodiky PHPP se jedná o použití převážně tabulkových hodnot bez ambice přiblížit se reálnému provoznímu stavu. K vyjádření měrných hodnot ukazatelů využívá jako vztažnou tzv. celkovou vnitřní podlahovou plochu, tj. včetně půdorysné plochy příček, šachet, ad., která bude vždy větší než podlahová plocha uvažovaná v metodě PHPP. Logicky tedy takto stanovená vztažná větší plocha přispěje k příznivějším výsledkům při vyjádření měrné potřeby na m^2 . Mírněji je definováno i kritérium měrné potřeby tepla na vytápění pro rodinné domy hodnotou $20 \text{ kWh}/m^2$. Opět platí, že termín energeticky pasivní, není českou legislativou vyžadován. Nicméně uvedený standard byl historicky požadován v případě některých dotačních titulů (program Zelená úsporám). [14]

3.3.3.2 Urbanistický koncept

V rámci pasivních domů jsme zvyklí hovořit pouze o parametrech jednotách staveb, kde preferujeme poměr potřeba/spotřeba energií. Je ovšem si uvědomit, že udržitelná výstavba zahrnuje další aspekty, jako hospodaření s dešťovými vodami, odpadem a recyklace urbánní struktury po dožití. Při plánování měst nejde jen o kompoziční a

výtvarný záměr, ale především o vhodnou orientaci komunikací, dimenzování ploch zástavby a promyšlené podlažnosti. Dané koncepty mají vliv na proudění větru, stínění okolí, oslunění a osvětlení obytných průčelí domů. Dále poměr zatravněných/zpevněných ploch, odpovídající odvodnění. To vše má vliv na lokální mikroklimatický poměr (teplota/vlhkost). ([3] str.25)

Cílem je dosažení komplexní energetické soběstačnosti. Proto byly vyvinuty softwarové nástroje, které jsou schopny posoudit kvalitu z urbanistického návrhu z hlediska proklamované udržitelnosti. ([10] str.12)

3.3.3.3 Objemové a dispoziční řešení

Pro architekturu pasivní budovy platí zásada, vměstnat co největší objem do co nejmenšího povrchu obvodového pláště (poměr A/V). Ideální je tvar koule, který je však stavařsky nereálný. Jako optimální se ukázal ležatý vícepodlažní kvádr orientovaný delší stěnou na jih, s plochou střechou. Dalším významným aspektem je snaha eliminovat veškeré výčnělky – arkýře, balkony, věžičky, ale i lodžie (zvětšují ochlazovaný povrch). Zároveň platí, čím menší stavba, tím hůře se dosahuje pasivního standardu. Proto je rodinný dům nejnáročnější stavbou.

Z hlediska dispozice je preferováno zónování dispozice. Obytné místnosti jsou orientovány na osluněné strany (solární zisky). Chodby, sociální a servisní místnosti na sever. Vstup do objektu je chráněn zádveřím (tepelný filtr). ([12] str.13)

3.3.3.4 Důležitost oken

Návrh okenních otvorů by nikdy neměla být pouze výtvarnou hrou. Plocha okenního otvoru má obvykle 3x horší tepelně technické vlastnosti oproti plnému plášti. Toto platí i cenově. Z hlediska norem postačuje pro oslunění a osvětlení poměr 1/6 vůči podlahové ploše místnosti. Ovšem nejslabším článkem okna je okenní rám z hlediska tepelné ochrany. Proto je vhodné navrhovat menší počet větších oken. Pro pasiv je typické členit okna, kdy pouze menší části jsou otvíravé (zajištění vzduchotěsnosti). Avšak realizace plně prosklených fasád, nezohledňující ani orientaci světových stran, je technicky i ekonomicky nekorektní (generují vysoké tepelné ztráty – chladné období, noc). ([12] str.14)

U staveb pro bydlené se snažíme odclonit vysoké letní sluníčko stínícími prostředky, zatímco nízké zimní sluníčko nám přináší tepelné zisky. ([3] str.25)

3.3.4 Nulový dům

3.3.4.1 Standardy s „nulou“

V případech energetických standardů obsahujících jakoukoliv formu slova nula, se totiž často objevuje představa, že se jedná o nulovou potřebu tepla na vytápění. Byť by to bylo zajisté krásné, takovou budovu prozatím postavit neumíme, minimálně ne s převažující návrhovou teplotou kolem 20 C. Neregulovatelné tepelné zisky (solární, či vnitřní) totiž nikdy nemohou zcela nahradit teplo dodávané systémem vytápění (míněno v obytných budovách s běžným provozem). Pokud by tomu tak bylo, budova by následně nepotřebovala systém vytápění vůbec. Přísnější (úspornější) energetické standardy, nežli je standard pasivní, jsou dále již otázkou technologického vybavení, především zdrojů energie. V otázce kvality stavebního návrhu však stále zůstávají budovami pasivními. [14]

3.4 Termokamera

Termokamery pro aplikaci ve stavebnictví jsou účinné a neinvazivní nástroje pro monitorování a diagnostiku stavu budov, solárních panelů a větrných turbín. S pomocí termokamery můžete identifikovat a zdokumentovat problémy včas a následně je opravit dříve, než se stanou závažnějšími a více nákladnými na opravu.

Kontrola budov pomocí termokamery je účinnou neinvazivní metodou jejich monitorování a diagnostiky. Termografie se stala jedním z nejhodnotnějších diagnostických nástrojů pro kontrolu budov. Termokamera může včas odhalit problémy, což umožňuje jejich zdokumentování a nápravu předtím, než se stanou vážnějšími a nákladnějšími na opravy. Termokamera zaznamenává intenzitu záření v infračervené části elektromagnetického spektra a převádí ji na viditelný obraz. [13]

Diagnostika budov termokamerou umožňuje:

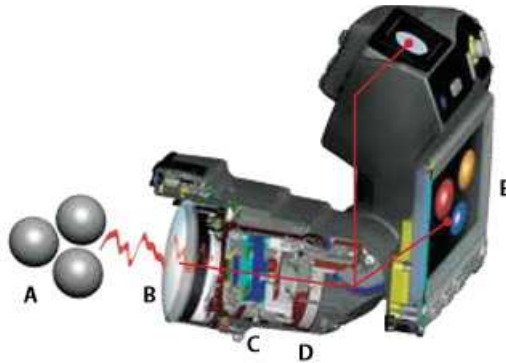
- Vizualizovat ztráty energie
- Rozpoznat chybějící nebo špatně provedenou tepelnou izolaci
- Zjistit vzduchové netěsnosti
- Najít vlhkost v izolaci, střeších a stěnách, jak ve vnitřní, tak vnější konstrukci
- Rozpoznat plísň a nedostatečně izolované plochy
- Vyhledat tepelné mosty
- Nalézt místa vsakování vody do plochých střech
- Rozpoznat poruchy teplovodních trubek
- Odhalit konstrukční vady
- Najít chyby v zásobovacím potrubí a v dálkovém vytápění
- Odhalit elektrické poruchy

Měření prostupu tepla termokamerou

Termokamery pracují na principu záznamu intenzity elektromagnetického záření v infračervené části spektra a následně ho převádí na obraz, protože tato část spektra je pro lidské oko neviditelná. Jednotlivé barvy spektra zobrazují různé teploty. Infračervené záření se nachází mezi viditelnou a mikrovlnou částí spektra a jejím zdrojem je právě tepelné záření. Dle obrázku Obr. 07 je zřejmé, že vstupující záření je přes elektroniku transformováno na radiometrický obraz, což následně umožňuje ze snímků odečítat teploty. Každý pixel na snímači představuje teplotní bod, který se zobrazuje na LCD display v konkrétní barvě.

Záření, které přijímá kamera ke zpracování, je složeno ze tří složek. Z vyzářené, odražené a přenesené složky záření zaznamenané zorným polem kamery. Na základě Kirchhoffova zákona je součet těchto veličin roven jedné ($\epsilon + \rho + \tau = 1$). Emisivita (ϵ) je měřítkem schopnosti materiálu pohlcovat/vyzařovat infračervené záření, které závisí na charakteru povrchu s ideální hodnotou 1 platící pro černé těleso. Průměrná hodnota u nekovových materiálů se pohybuje mezi $\epsilon=0,8-0,95$. Hodnota reflexe (ρ) je pro každý materiál odlišná a udává schopnost odrazu záření od tělesa. Tato hodnota se odvíjí od teploty prostředí a je nutné tuto hodnotu nastavit v termokameře, aby nedošlo k chybám při měření. Poslední

složkou je přenos τ , který je měřítkem schopnosti materiálu propouštět infračervené záření a odvíjí se od tloušťky materiálu. V praxi tuto hodnotu zanedbáváme.



Obr. 07 - Přeměna záření v termokameře [13]

Infračervená energie (A) pocházející z objektu je soustředěna optikou (B) do infračerveného detektoru (C), detektor předává informaci do (D) elektroniky pro zpracování obrazu. Elektronika zpracuje data z detektoru do obrazu (E), který je viditelný v hledáčku nebo na standardním video monitoru či LCD obrazovce.

Emisivita a další

Aby byly výsledky měření správné, je třeba správně stanovit a v termokameře nastavit emisivitu, odraženou zdánlivou teplotu, a parametry atmosféry (relativní vlhkost, teplotu a tloušťku atmosférického sloupce). Za tímto účelem má každá termokamera menu, které je podobné tomu, které zde vidíte.

Vlastní chyba termokamery

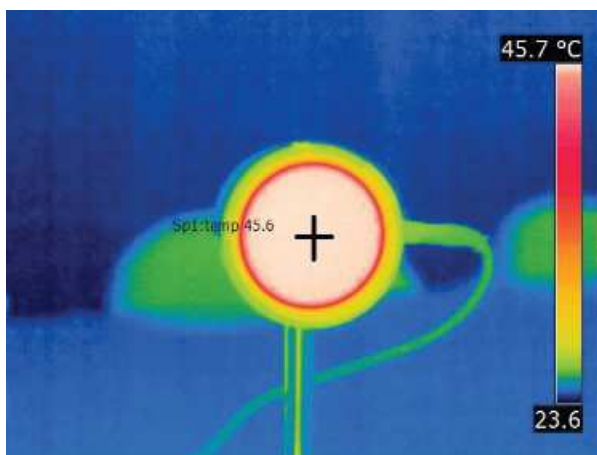
Termokamera, stejně jako každý jiný měřicí přístroj, vykazuje vlastní chybu stanovení měřené hodnoty. Velikost této vlastní chyby je udávána výrobcem a v současné době jde u většiny termokamer o jednu z těchto dvou hodnot:

- o $\pm 2^{\circ}\text{C}$ nebo $\pm 2\%$ z měřeného údaje
- o $\pm 1^{\circ}\text{C}$ nebo $\pm 1\%$ z měřeného údaje.

Přičemž hodnota $\pm 1^{\circ}\text{C}$ nebo $\pm 1\%$ je v současné době špičkovou hodnotou, které dosahují pouze ty nejlepší termokamery s cenou nad půl milionu korun. Hodnota $\pm 2^{\circ}\text{C}$ nebo $\pm 2\%$ je považována za standard a vaše termokamera by v žádném případě neměla mít tento parametr horší (např. $\pm 5^{\circ}\text{C}$ nebo $\pm 5\%$). [13]

Při měření na černém tělese

jehož teplota je $45 \pm 0,2^\circ\text{C}$ (ano, i zde je určitá nejistota), bylo ověřeno, že chyba měření této konkrétní termokamery za těchto konkrétních okolností je $0,4^\circ\text{C}$ až $0,8^\circ\text{C}$. Což je rozhodně méně než 2°C , které jsou udávány u termokamery FLIR T440, s kterou bylo měření provedeno.



Obr. 08 – Černý bod [13]

Atmosféra

Z těchto tří vlivů je asi nejméně problematická atmosféra, jejíž vliv (útlum tepelného záření, ale také vyzařování tepelného záření) lze s vysokou přesností kompenzovat po změření atmosférické teploty, atmosférické vlhkosti a vzdálenosti od měřeného objektu a zadání těchto hodnot do termokamery či příslušného programového vybavení pro zpracování snímků. [13]

Odražená zdánlivá teplota

Tzv. odražená zdánlivá teplota je okolní tepelné záření, které se odráží od lesklého povrchu měřeného objektu a dopadá na detektor termokamery. Termokamera pak přirozeně není schopna rozlišit, zda jde o vlastní tepelné záření, nebo odražené tepelné záření. Odražené tepelné záření tedy musíme stanovit a zadat jeho hodnotu do termokamery, aby

termokamera mohla jeho vliv opět kompenzovat. Vlastní měření se provádí pomocí IČ odražeče dle normy ČSN EN 18434-1. [13]

Je třeba zdůraznit, že vliv odražené zdánlivé teploty je tím větší, čím větší je odrazivost povrchu (samozřejmě v dané části vlnového pásma, kde je citlivá použitá termokamera). Odrazivost povrchu je tím menší, čím větší je emisivita (Kirchhoffův zákon). Proto platí, že čím je vyšší emisivita, tím je menší vliv odražené zdánlivé teploty. Při vysokých emisivitách (0,95 a vyšší) tedy v některých situacích stačí odraženou zdánlivou teplotu stanovit přibližně (odhadem a na základě zkušeností). Jde například o měření teploty na povrchu stavebních konstrukcí s vysokou emisivitou v interiéru (za podmínek nepřítomnosti zdroje tepelného záření o teplotě, která výrazně převyšuje atmosférickou teplotu v místnosti) při termografické diagnostice budov. [13]

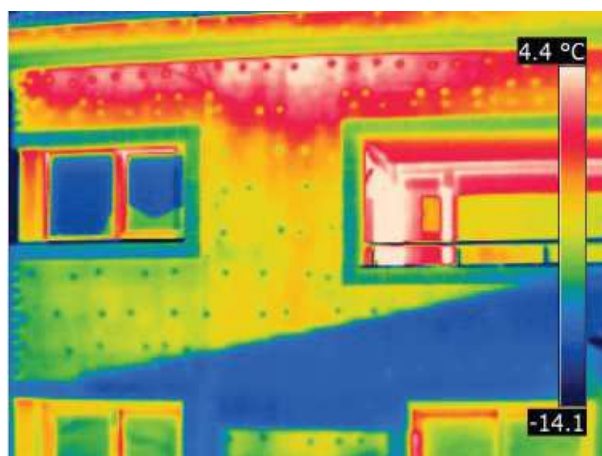
Emisivita

Množství tepelného záření, které je z povrchu předmětu vyzářeno, závisí na jeho teplotě, ale i na emisivitě. Emisivita je tak v jistém smyslu efektivita vyzařování. Čím je emisivita vyšší a blíže 1, tím více tepelného záření povrch při dané teplotě vyzáří. Při emisivitě rovné 1 vyzáří povrch maximální množství tepelného záření, které je z fyzikálního hlediska možné vyzářit při dané povrchové teplotě černého tělesa. Tuto hodnotu emisivity má však pouze „ideální“ černé těleso a v praxi nejsme schopni této hodnoty dosáhnout.

Vraťme se ale k vlastnímu měření. Když termokamera zaznamená tepelné záření z povrchu měřeného objektu (odmyslete si teď, prosím, vliv odražené zdánlivé teploty) a v termokameře je nastavena vyšší hodnota emisivity, než je skutečná hodnota emisivity, potom termokamera při dané povrchové teplotě měřeného objektu bude očekávat více tepelného záření, ale protože naměří méně záření, stanoví, že povrchová teplota je ve skutečnosti nižší! Naopak, při nastavení vyšší hodnoty emisivity bude termokamera při dané povrchové teplotě očekávat více tepelného záření a proto nakonec vyhodnotí, že povrchová teplota měřeného objektu je nižší.

Z výše řečeného vyplývá, že správné nastavení emisivity ovlivňuje přesnost měření. Jak moc velkou chybu způsobí nesprávné nastavení emisivity za různých okolností, závisí na řadě okolností a podrobněji se s tím můžete seznámit na některém ze školení v Centru termografie.

Několik málo minut po východu Slunce byl pořízen tento termogram. Vlivem působení tepelného záření Slunce došlo k ohřevu fasády. Zatím k nerovnoměrnému, neboť vliv působí teprve několik minut. Přímé sluneční záření zabraňuje odhalení tepelných mostů a při termografické diagnostice budov je třeba se mu vyvarovat.



Obr. 09 – Jak přímé sluneční záření ovlivňuje diagnostiku[13]

4 Vlastní práce

4.1 Klíč pro výběr lokalit

Jak vlastně vybrat správné lokality a jaké jsou podstatná kritéria výběru?

Základním kritériem bylo najít správného partnera, který se zabývá výstavbou dřevostaveb již několik let a má potřebné zkušenosti a poznatky z již postavených domů. Některé společnosti či stavebníci své know-how vůbec poskytnout nechtějí, jelikož ho pár let budovali a nechtějí nechat nahlížet do své kuchařky. Jiní naopak byli tak vytížení, že se nechtěli zatěžovat dalšími problémy. Ale byli tu i tací, kteří se chtěli o svých produktech dozvědět daleko více.

Proběhlo tedy několik schůzek a jednání jako například s RD Rýmařov s.r.o., ATRIUM s.r.o, Euro-stav Vimperk spol. s.r.o., EnerDomy s.r.o, JV Dřevostavby s.r.o. a dalšími. Podstatným kritériem se samozřejmě stala dostupnost na dané stavby jezdit a měřit je. Z čehož vyvstává jednoduchý klíč, jakého partnera zvolit. Výběr dřevostaveb v pasivním standardu nebyl vůbec jednoduchý, jelikož většina společností měla dopředu negativní přístup ke spolupráci. Nechtěli sdílet své pracně získané projekty, poznatky, detaily a další dokumenty. Ani dokument o studiu na ČZU a psaní DP s danou problematikou jejich postoj nezměnil. Již při prvním schůzce, telefonátu či emailu jsem byl slušně odmítnut. O pomoc jsem požádal vedoucího práce p. Múčku, a ten mi zprostředkoval kontakt s RD Rýmařov. Ovšem první schůzka byla i tou poslední. Časový horizont spolupráce byl dlouhodobý a termín odevzdání se blížil. Jedinou volbou bylo přerušit studia a schraňování podkladů na následující rok. Ve funkci stavbyvedoucího, kterou zastávám, je časově taktéž náročná a spolupráce s dalšími partnery se odložila na podzim předešlého roku. Jako z nebe se naskytla možnost spolupracovat se společností, která sídlí v blízkosti mého bydliště. Domluva proběhla, z vytipovaných lokalit vzestala jedna jediná. Když jsem se na společnost obrátil skrz poskytnutí dokumentace, chvíli nikdo se mnou nekomunikoval a nakonec jsem byl odmítnut z obav ze ztráty interních dat. Proto je výsledkem částečná spolupráce s firmou ATRIUM, která mi poskytla minimum podkladů ke splnění požadavků diplomové práce. Získaná data jsou omezená a nezaručují úplnou pravdivost.

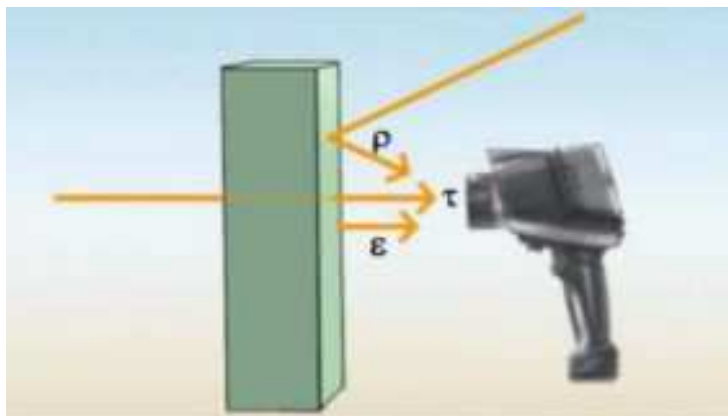
4.1.1 Výběr jednotlivých lokalit

Již od začátku vznikla výborná spolupráce s firmou JV Dřevostavby s.r.o. zastoupená samotným majitelem firmy panem Ing. Janem Vráblíkem. Jeho firma staví domy po celé České republice a na trhu působí již 11 let. Stavební firma JV Dřevostavby ročně postaví mezi 10-15 domy v nízkoenergetickém standardu. Takže výběr lokalit byl vskutku obrovský. S majitelem p. Vráblíkem jsme vybrali celkem 15 lokalit, které se nacházely v Jihočeském kraji. Prioritou výběru se stala skladba obvodové stěny. Tímto se výběr ztenčil na 10 podobných bungalovů, jelikož dvoupodlažní dřevostavby se od sebe výrazně lišily. Po podrobném nastudování vybraných projektů jsme byli dále nuceni náš výběr ztenčit z důvodu rozdílů v projektech. Začalo to rozdílným zakládáním budov a jejich izolace, dále změna technologie výstavby, vývojem zateplovacích materiálů během 10ti let, vývojem oken a dveří atd. Výsledek nám poukázal na 6 velmi podobných bungalovů, dalo by se říci stejných, které jsou si podobny konstrukcí, založením, výstavbou a také energetickými požadavky. Jednalo se o nízkoenergetické dřevostavby mladší 4 let a samozřejmě již v plném provozu. Majitel společnosti osobně obvolal majitele dotčených domů, že se bude provádět měření jejich dřevostaveb. Majitelé s potěšením souhlasili, jelikož sami chtěli vědět výsledek měření s eventuelními tepelnými ztrátami. Někteří majitelé byli tak ochotni a zvědaví, že nás nechali nafotit celý objekt, včetně všech detailů. Bohužel k některým objektům majitel nedohledal (možná nechtěl dohledat) všechny potřebné dokumenty. Při jednotlivých měření a komunikace s majiteli byla snaha dohledat náklady na vytápění v dřevostavbě.

4.2 Měření termokamerou FLIR E6

Jestliže chce jednotlivec měřit termokamerou, může si ji buďto zakoupit a nebo zapůjčit. Jelikož pořizovací náklady jsou řádek několika desetitisíc korun, nezbývá než si ji zapůjčit. Zapůjčit si termokameru můžeme buď od známého, který nám důvěřuje a zasvětil nás do měření, a nebo si ji zapůjčíme od komerčního subjektu. Ten požaduje jednak finanční odměnu a zároveň minimální znalosti s měřením, a tak jsem absolvoval kurz „základy práce s termokamerou“ zprostředkovanou firmou Dek Trade. Každá sranda něco stojí a nyní již jsem mohl se zapůjčenou kamerou vyrazit do terénu. No vlastně nemohl, jelikož typ a ani značka se neshodovaly s termokamerou, s kterou jsem absolvoval kurz. Nadcházel tedy samostudium manuálu značky FLIR označení E6 a měření mohlo začít.

Pro efektivní měření nestačí jen proškolená osoba s potřebným aparátem, ale i ideální počasí a teplota. Po několika neúspěšných výjezdech, z důvodu špatného počasí a manipulace s kamerou, byl měsíc tam a výsledkem se stalo přibližně 40 neprofesionálních snímků dřevostaveb v jižních Čechách.



Obr. 10 - emise, reflexe, transmise [13]

Kurz základy práce s termokamerou

- Ovládání termokamery, nastavení parametrů měření a měřicích funkcí.
- Metodika při měření, postup při pořizování termogramů.
- Základní parametry termokamer, výběr vhodné termokamery.
- Nejčastější chyby při měření včetně vlivu emisivity a zdánlivé odražené teploty.
- Fyzikální základy tepelného záření.
- Programové vybavení pro analýzu termogramů a tvorbu protokolů o měření.

Postup a chyby měření

Dodržení správného postupu měření je z hlediska správných závěrů z měření zcela zásadní. Není však možné sepsat nějaký obecně platný správný postup, protože ten závisí na měřeném objektu a okolnostech měření jako např. okolní teplota, vlhkost, intenzita proudění vzduchu, přítomnost výrazných tepelných zářičů, apod.

O měřeném objektu a jeho funkci je třeba mít co nejvíce dostupných informací. Stejně tak je třeba uvažovat o vlivu okolních objektů.

Při měření termokamerou se lze stejně, jako při každém jiném měření, dopustit řady chyb. Ty mohou vést k chybně naměřeným hodnotám povrchové teploty nebo k chybným závěrům měření.

Aby byly výsledky měření i závěry správné, je třeba:

1. respektovat vlastní chybu termokamery, která je udávána výrobcem,
2. správně stanovit emisivitu, odraženou zdánlivou teplotu a vlastní vyzařování a útlum atmosféry a
3. dodržet správný postup měření, který zahrnuje i zjištění dostatečných informací o měřeném objektu.



Obr. 11 – Termokamera, kterou bylo měření provedeno

4.3 Metoda výpočtů

Pro výpočet a posouzení konstrukcí se zvýšeným rizikem prostupu tepla využíváme v dnešní době výpočetní techniku. Pro urychlení a zjednodušení celého procesu určení míst, kde se utváří tepelné mosty, je možné využít software typu Teplo K-CAD spol. s.r.o. a nebo známý program Dek Soft. Program Dek Soft nabízí široké možnosti posouzení

skladeb i 3D detailů. Lze zadat parametry jednotlivých detailů celého objektu od střechy přes obvodové stěny až po základy. Díky velice jednoduchému ovládání a zadávání vstupních parametrů dokáže program vypočítat hodnoty prostupu tepla, bilance vlhkosti i vnitřní povrchové teploty. Má několik variant pro výpočet různých částí budovy a nabízí kompletní řešení pro stavební fyziku od návrhu tloušťek izolace až po posouzení prostupu tepla. (www.kcad.cz)

Prvopočátky mých výpočtů prostupu tepla byly v programu Teplo K-CAD při studiu na ČVUT v Praze. Poznatky byly velmi okrajové a nemohu se tedy považovat za pokročilého uživatele. Tyto zkušenosti jsem si velmi rád osvěžil v nynějším zaměstnání, kde využíváme program Dek Soft, který je nositelem aktuálních hodnot ze stavební fyziky. Proto výpočty v této práci jsou z níže uvedeného programu. Další oporou při výpočtech byl odkaz na webové stránky www.stavebni-fyzika.cz.

The screenshot shows the 'Energetika - modul MĚSÍČNÍ VÝPOČET' interface. The main window is titled 'Plochy - zóna 1 (Obytná zóna)'. It contains a table of construction elements on the boundary of the building zone relative to the outdoor air. The table has the following columns: 'Označení', 'Prostředí za', 'U [W/m²K]', 'A [m²]', 'Orientace', 'Sklon', 'F_{sur} []', 'F_{ako} []', 'U_a [W/m²K]', 'U_m [W/m²K]', and 'Měnná konstrukce'. The data rows are as follows:

Označení	Prostředí za	U [W/m²K]	A [m²]	Orientace	Sklon	F _{sur} []	F _{ako} []	U _a [W/m²K]	U _m [W/m²K]	Měnná konstrukce
STN-1	exteriér	0.18	107.5					0.30	0.20	■
STR-3	exteriér	0.14	72.8					0.30	0.20	■
VVP-4	exteriér	1.60	2.9	S	90	0,1	0,80	1.50	1.20	■
VVP-5	exteriér	1.60	0.8	V	90	0,9	0,80	1.50	1.20	■
VVP-6	exteriér	1.60	1.9	J	90	0,9	0,80	1.50	1.20	■
VVP-7	exteriér	1.60	0.9	Z	90	0,9	0,80	1.50	1.20	■
VVP-8	exteriér	1.70	4.1	V	90	0,9	0,80	1.70	1.20	■

Below the table, there are sections for 'Vnitřní dělicí konstrukce na hranici obálky zóny přilehlé k sousední budově (prostoru)' and 'Konstrukce přilehlé k zemině'. The 'Konstrukce přilehlé k zemině' section includes a dropdown menu for 'vypočet podle ČSN EN 13 370' and a checkbox for 'Uvažovat měsíční kolísání měrných tepelných toků do zeminy' set to 'ANO'.

Obr. 12 – Postup výpočtu ze software DekSoft [17]

4.4 Jednotlivé lokality

4.4.1 RD Vodňany

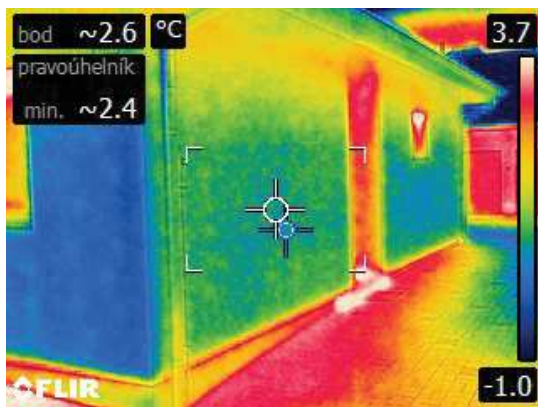
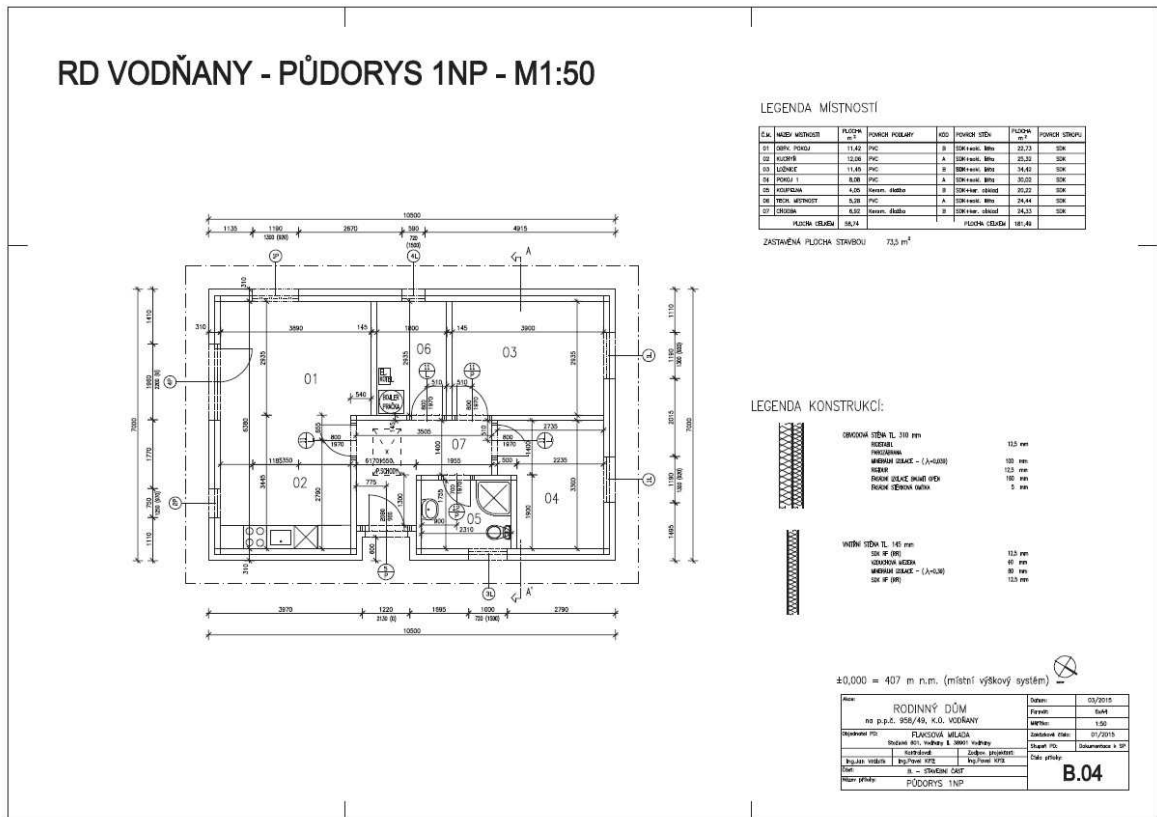
Standard domu: nízkoenergetický

Počet obyvatel: 2, Počet podlaží: 1

Datum a čas měření: 15. 3. 2017, 8:15

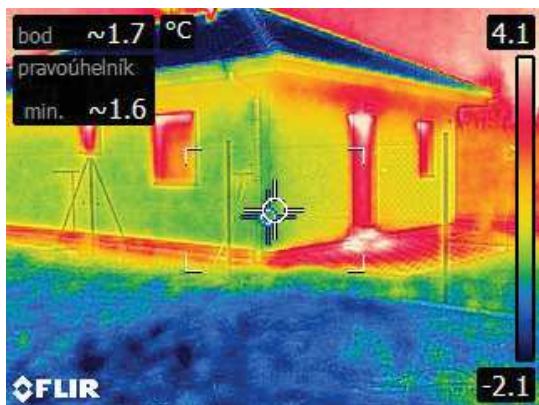
Celková energeticky vztažná plocha: 72,8m²

Změna využití energie z 48/52% na 68/32% (energie z okolí/ el. ze sítě)

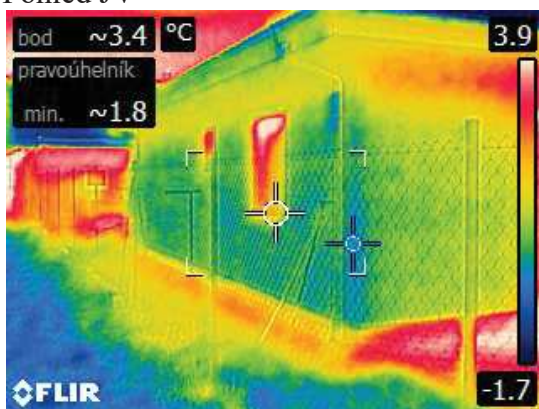


Pohled SV

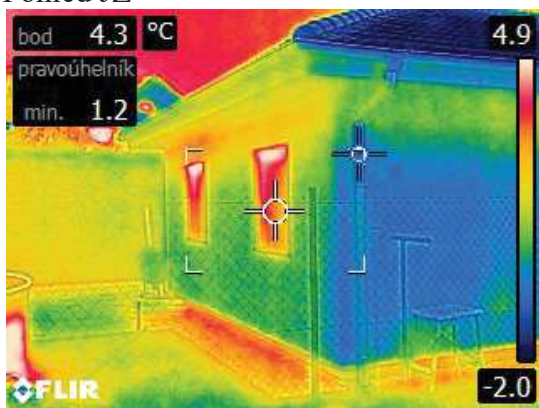




Pohled JV



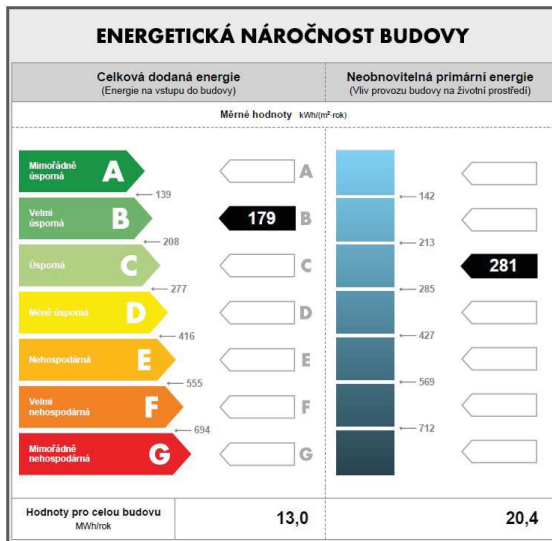
Pohled JZ



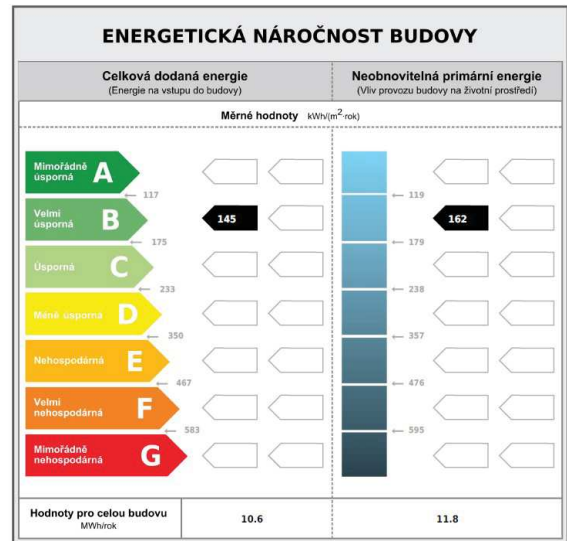
Pohled SZ



Porovnání výsledků PENB

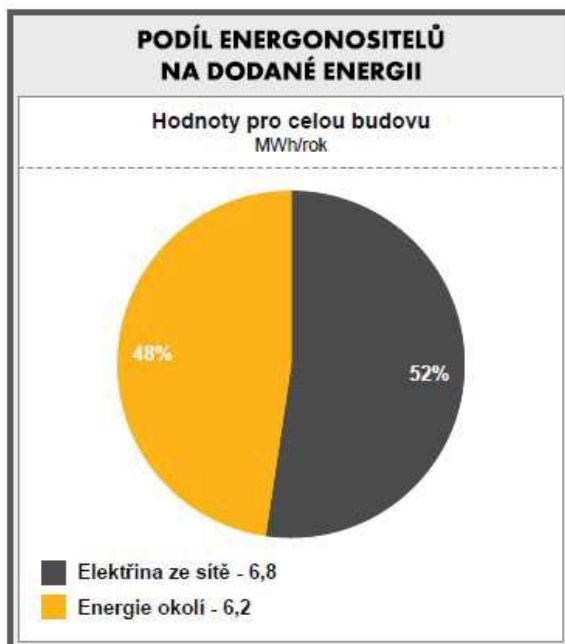


Původně vypočtená hodnota

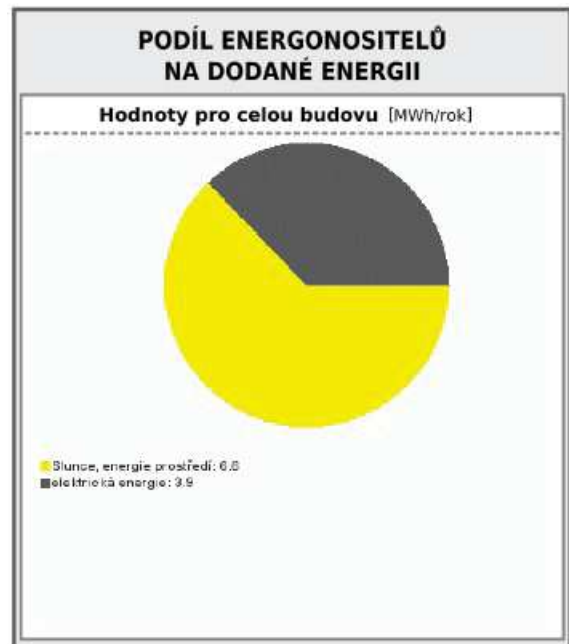


Skutečná hodnota

Porovnání energonositelů



Původně vypočtená hodnota



Skutečná hodnota

4.4.2 RD Vacov

Standard domu: nízkoenergetický

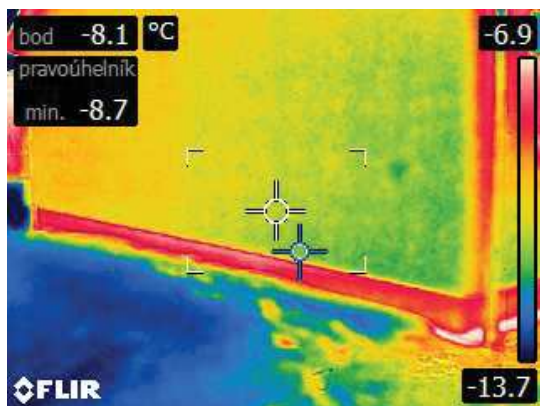
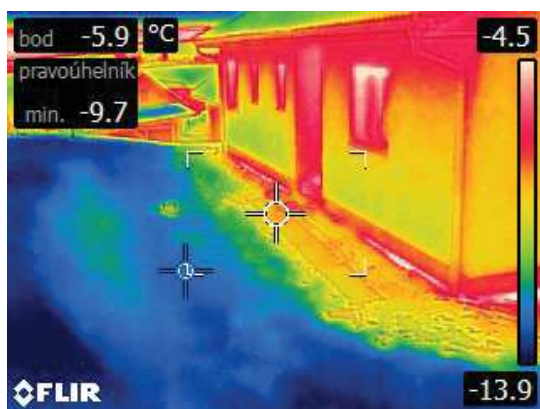
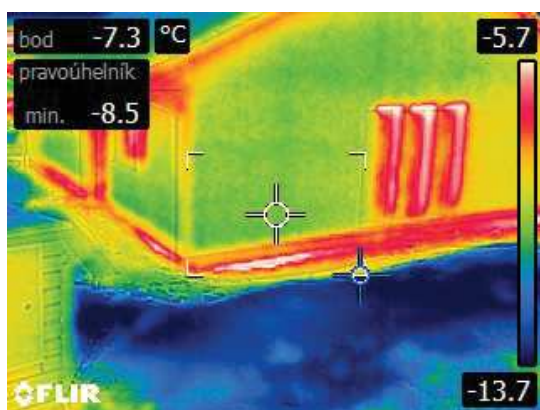
Počet podlaží: 1

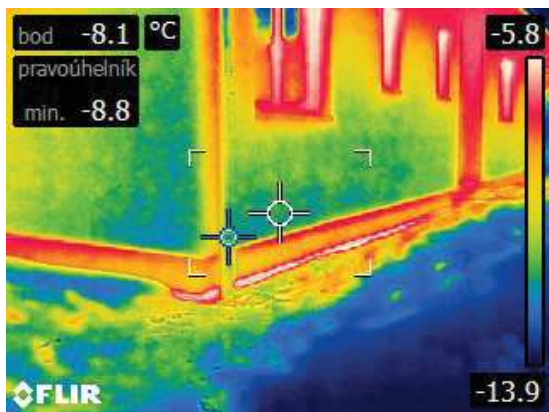
Počet obyvatel: 3

Datum a čas měření: 30. 1. 2017, 9:15

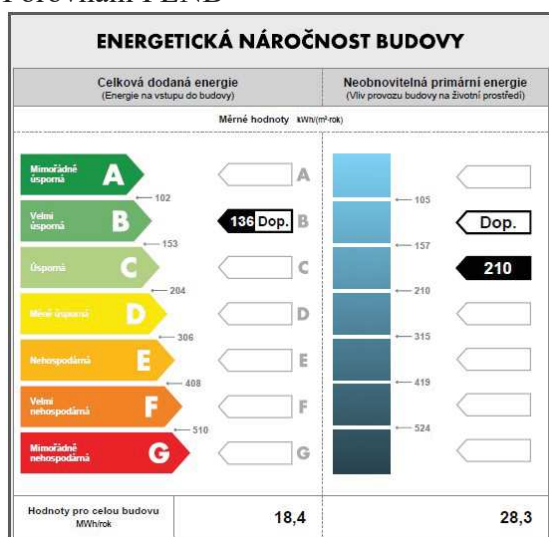
Celková energeticky vztažná plocha: 134,9m²

Změna využití energie z 50/50% na 75/25% (el. ze sítě/štěpkové dřevo)

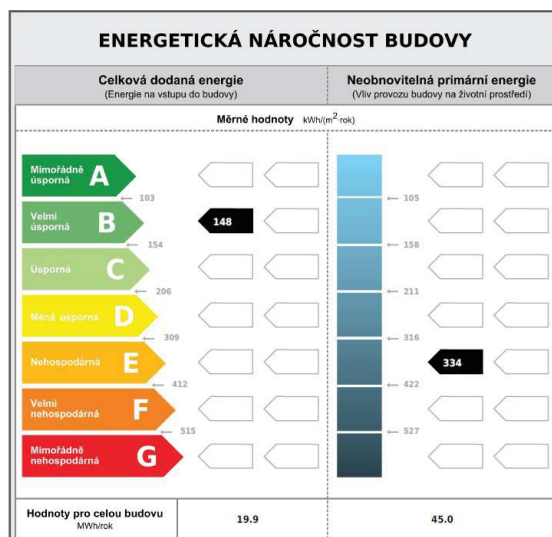




Porovnání PENB

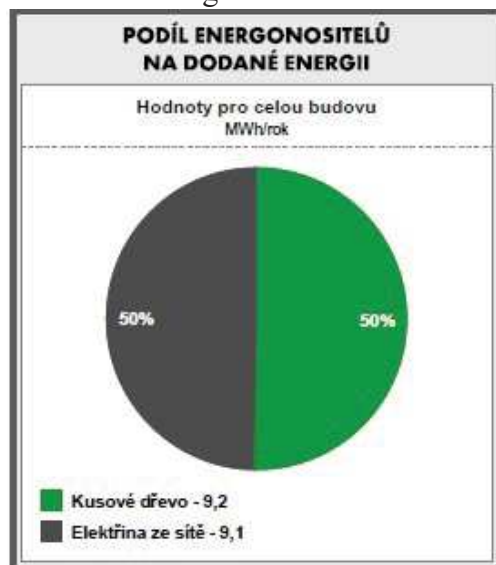


Původně vypočtená hodnota



Skutečná hodnota

Porovnání Energonositelů



Původně vypočtená hodnota



Skutečná hodnota

4.4.3 RD Dvory

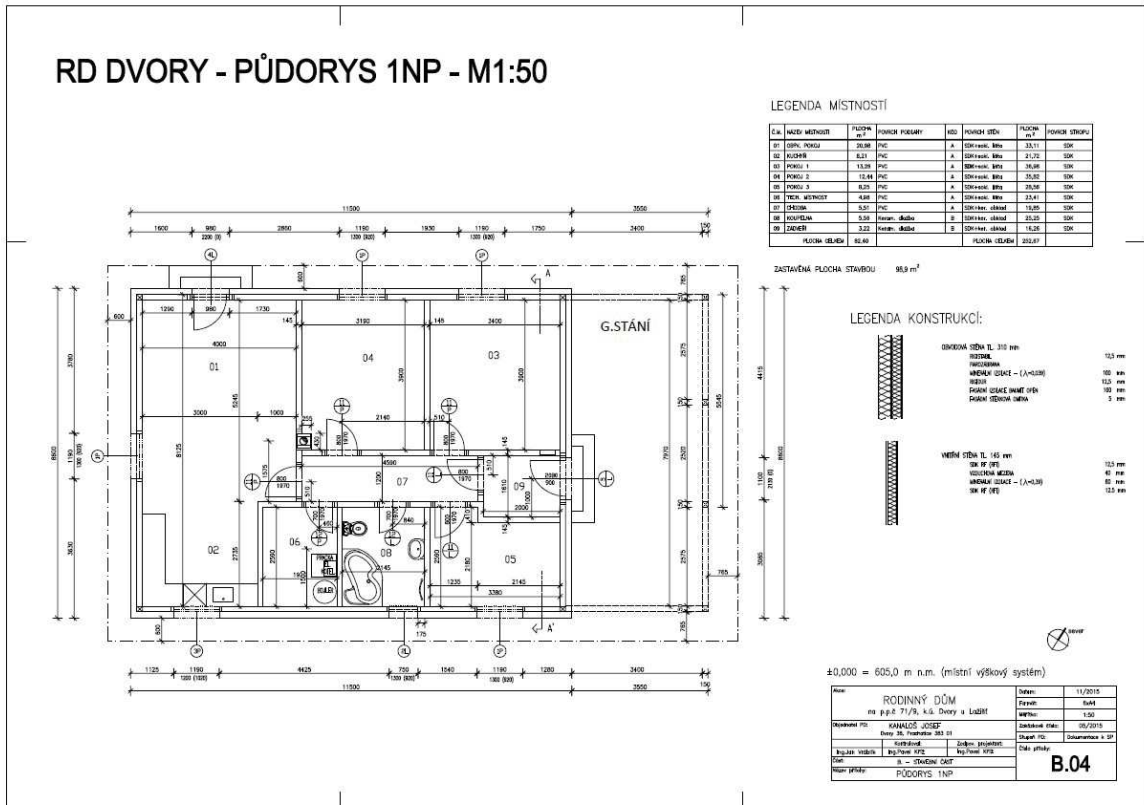
Standard domu: nízkoenergetický

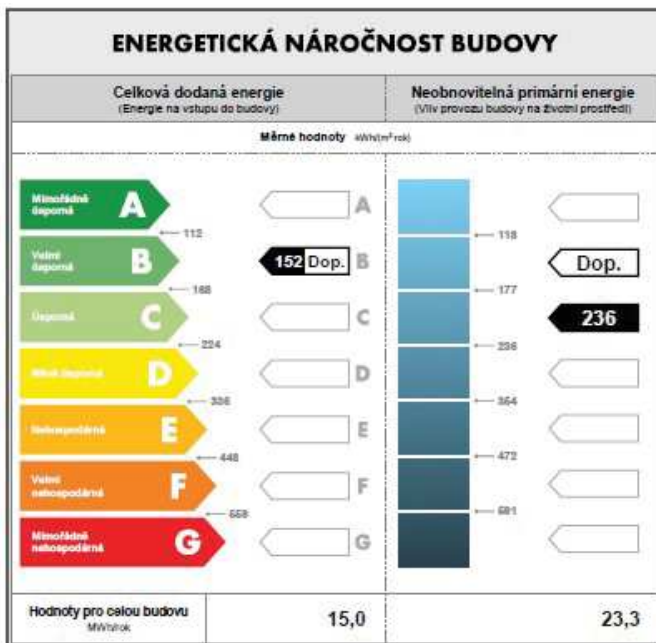
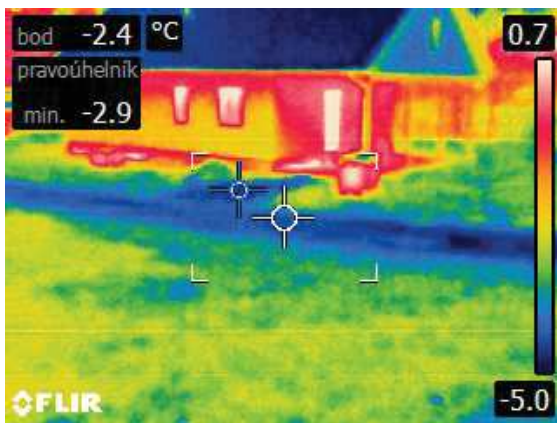
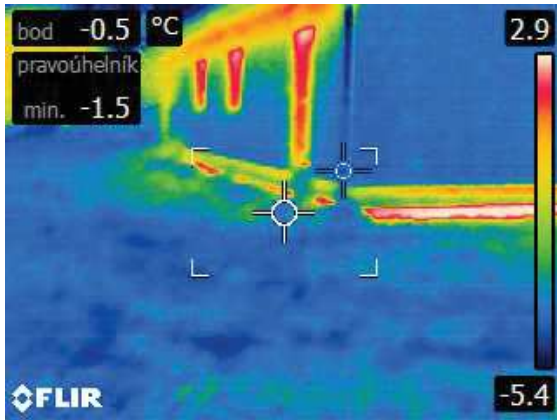
Počet obyvatel: 3

Datum a čas měření: 15. 3. 2017, 5:45

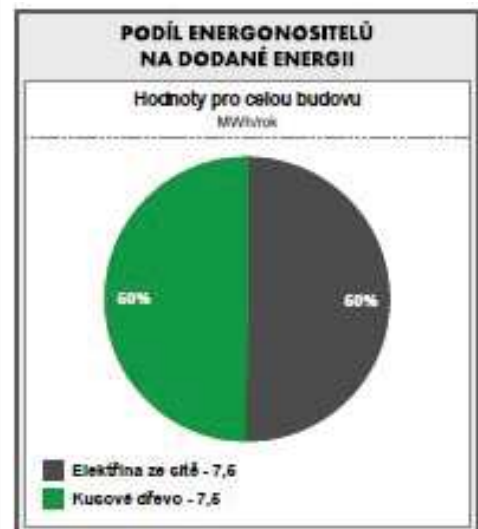
Celková energeticky vztažná plocha: 98,9 m²

Využití energie z 50/50% (el. ze sítě/kusové dřevo)

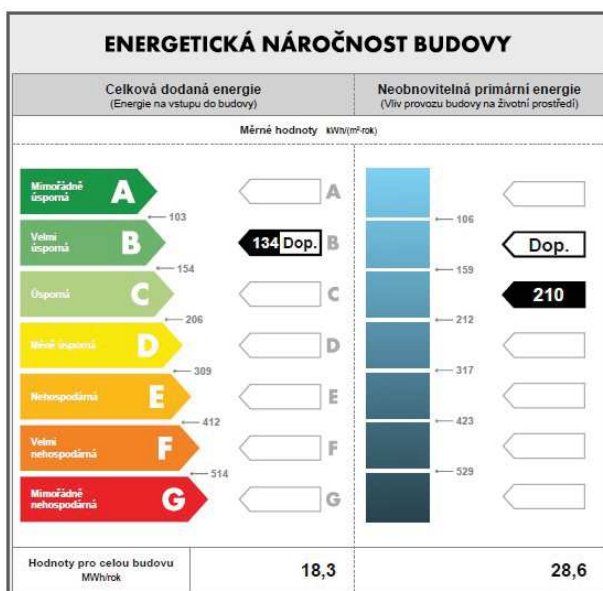
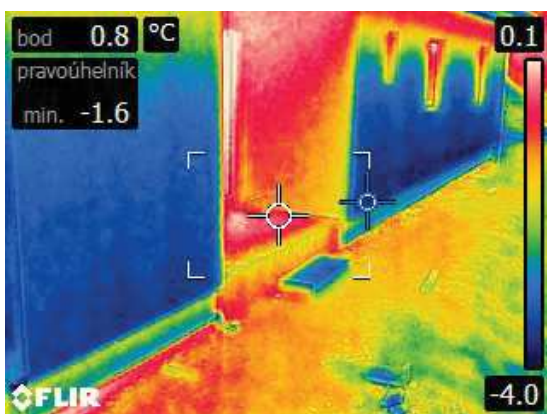
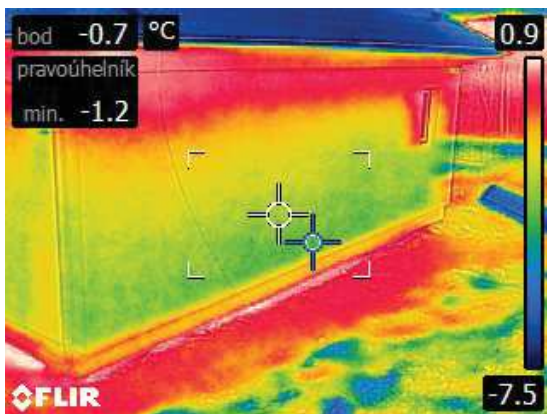




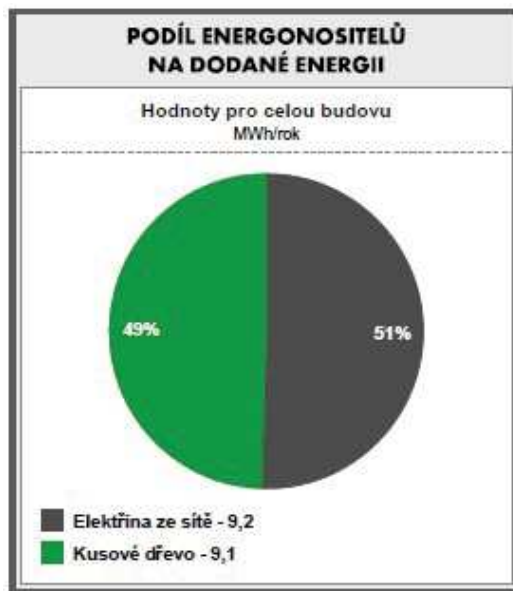
Původně vypočtená hodnota



Původně vypočtená hodnota



Původně vypočtená hodnota



Původně vypočtená hodnota

4.4.5 RD Zahořany

Standard domu: pasivní

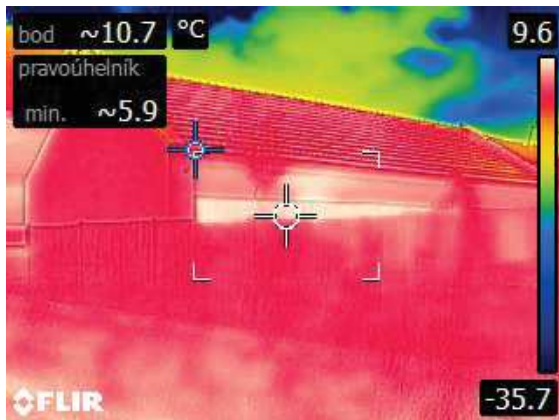
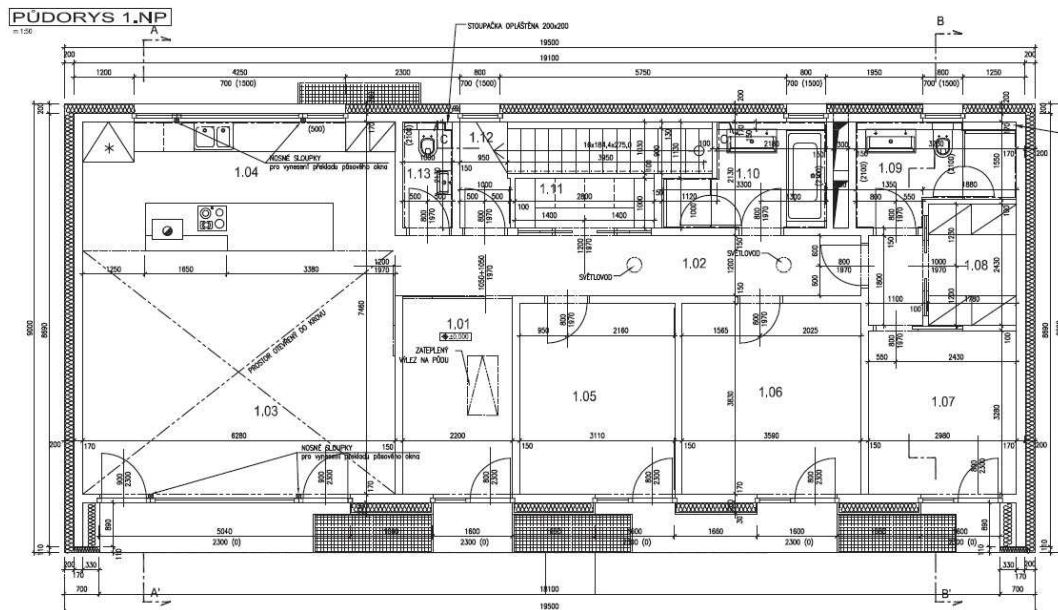
Počet podlaží: 2

Počet obyvatel: 3

Datum a čas měření: 2. 4. 2017, 8:45

Celková energeticky vztažná plocha: 309,2 m²

Využití energie z 49/51% (el. ze sítě/energie z okolí)



Porovnání PENB

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY			
Typ budovy:	Rodinný dům	Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Zahořany u Berouna - 267 01, Králův Dvůr		
Katastrální území:	789 844		
Parcelní číslo:	203/37		
Celková podlahová plocha A ₁ = 309,87 [m ²]		stávající	doporučení
Ci		0,44	
KLASIFIKACE		A	-

Původně vypočtená hodnota

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY		
Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy)	Neobnovitelná primární energie (Vliv provozu budovy na životní prostředí)	
Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)		
Mimořádně úsporná A	41.5	58.0
Velmi úsporná B	56.5	62.7
Úsporná C	84.8	94.1
Méně úsporná D	113	125
Nehospodárná E	170	188
Velmi nehospodárná F	226	251
Mimořádně nehospodárná G	283	314
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	12.9	18.0

Původně vypočtená hodnota

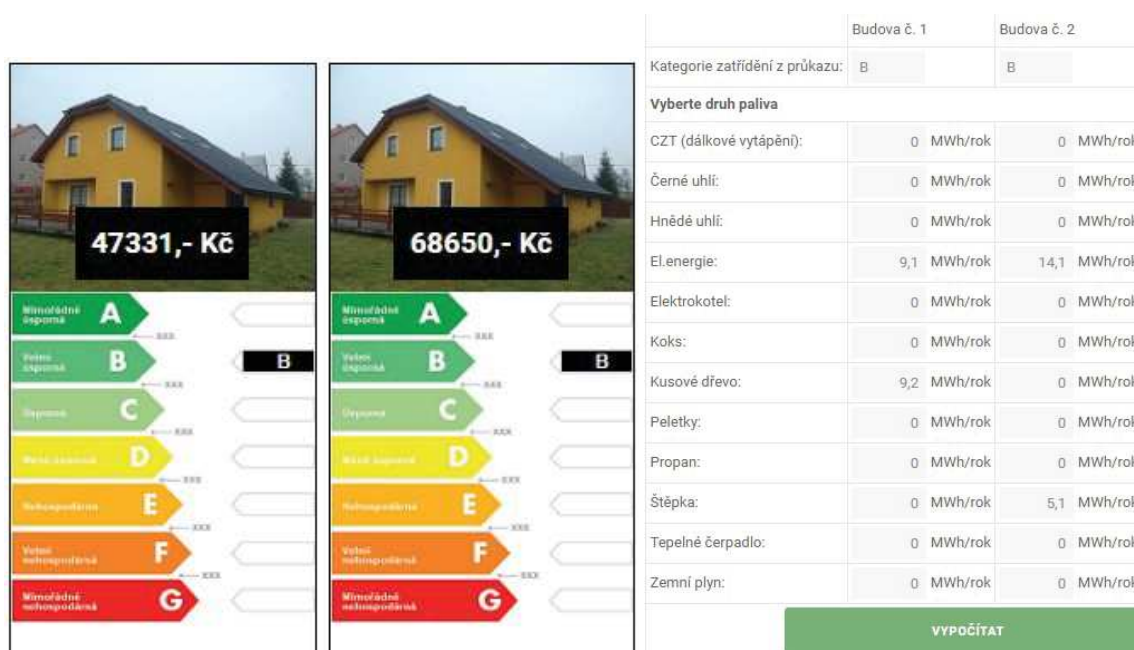


5 Výsledky a diskuse

5.1 Skutečné užívání stavby v nízkoenergetickém standardu

Zpětná vazba od uživatelů domů je velmi důležitá. Sledovali jsme 4 nízkoenergetické budovy. U dvou z nich se výrazně změnil poměr zdroje tepla v objektu a rázem se měnila energetická náročnost budovy. Pro názornou ukázkou jsme dané hodnoty dosadili do kalkulačky společnosti Ecoten, která je k použití na jejich webových stránkách. Kalkulačka slouží především pro výpočet nákladů na provoz z průkazu energetické náročnosti budovy. Použijeme hodnoty z PENB tabulky podíl energonositelů na dodané energii. Výše nákladů, obrázky domů jsou pouze orientační. Ovšem výsledný rozdíl je znatelný.

V RD Vacov změna nastala z důvodu příchodu potomka. Tím se zvětšil nárok na vnitřní teplotu. Zároveň se začala zvyšovat potřeba el. energie ze sítě, jelikož otec rodiny je velmi pracovně vytížen a pro manželku je snazší využít energii ze sítě. Proto se poměr spotřebované energie změnil. V ten okamžik vychází budova jako nehospodárná. A jako novostavba by nesplnila podmínky a nemohla by být realizovaná.



Obr. 13 – Porovnání PENB a nákladů na roční provoz RD Vacov [16]

V RD Vodňany bydlí manželský pár, který větší část dne tráví v práci. Nejsou tedy tolik doma, než co předpokládali. Tudíž se náklady zmenšily.



Obr. 14 – Porovnání PENB a nákladů na roční provoz RD Vodňany [16]

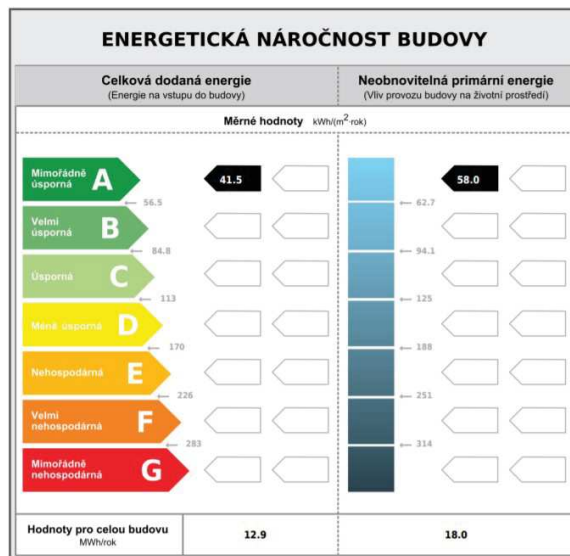
5.2 Pasivní standard

Zde si bohužel musíme vystačit neověřenými informacemi z webových stránek společnosti. Nemáme zde možnost srovnání se skutečností a referencemi obyvatelů domu. Vycházel jsem tedy ze zadaných hodnot a prověřil skutečnost předchozího výpočtu. Nicméně dohledané informace postačovaly k vyplnění protokolu a výsledek se minimálně lišil. Především vývojem stavebních materiálů a jejich hodnot. Rozdíly jsou patrné ve výsledném protokolu, který je přílohou práce.

Porovnání PENB

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY			
Typ budovy:	Rodinný dům	Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Zahořany u Berouna - 267 01, Králův Dvůr		
Katastrální území:	789 844		
Parcelní číslo:	203/37		
Celková podlahová plocha A ₁ = 309,87 [m ²]		stávající	doporučení
Ci	velmi úsporná	0,44	
	A		
0,50	B		
0,75	C		
1,00	D		
1,50	E		
2,00	F		
2,50	G		
	mimořádně neúsporná		
KLASIFIKACE		A	-

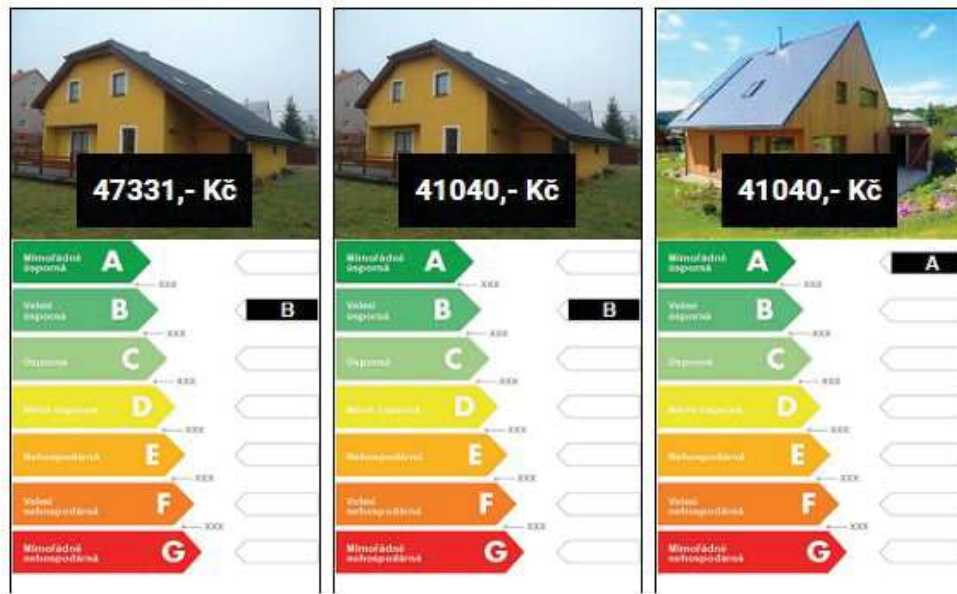
Původně vypočtená hodnota



Původně vypočtená hodnota

5.3 Porovnání nízkoenergetického a pasivního standardu

Zpracovaná data lze velmi těžko porovnávat. Mají subjektivní vlastnosti beroucí možnost navzájem se porovnávat. Záleží především na orientaci světových stran, skladeb jednotlivých konstrukcí, způsobu vytápění, výplní otvorů, klimatické podmínky podlažností. Jediným prvkem spojující níže uvedené dřevostavby je celková energeticky vztažná plocha A/C. Jestliže podělíme roční náklady vztažnou plochou, dostaneme alespoň nějaký výstup.



Obr. 15 – Porovnání nákladů na roční provoz RD v nízkoenergetickém a pasivním standardu [16]

	Budova č. 1	Budova č. 2	Budova č. 3
Kategorie zatřídění z průkazu:	B	B	A
Vyberte druh paliva			
CZT (dálkové vytápění):	0 MWh/rok	0 MWh/rok	0 MWh/rok
Černé uhlí:	0 MWh/rok	0 MWh/rok	0 MWh/rok
Hnědé uhlí:	0 MWh/rok	0 MWh/rok	0 MWh/rok
El. energie:	9,1 MWh/rok	6,8 MWh/rok	6 MWh/rok
Elektrokotel:	0 MWh/rok	0 MWh/rok	0 MWh/rok
Koks:	0 MWh/rok	0 MWh/rok	0 MWh/rok
Kusové dřevo:	9,2 MWh/rok	0 MWh/rok	0 MWh/rok
Peletky:	0 MWh/rok	0 MWh/rok	0 MWh/rok
Propan:	0 MWh/rok	0 MWh/rok	0 MWh/rok
Štěpka:	0 MWh/rok	0, MWh/rok	0 MWh/rok
Tepelné čerpadlo:	0 MWh/rok	6,2 MWh/rok	6,9 MWh/rok
Zemní plyn:	0 MWh/rok	0 MWh/rok	0 MWh/rok
VYPOČÍTAT			

Obr. 16 – Porovnání nákladů na roční provoz RD v nízkoenergetickém a pasivním standardu [16]

Samotný výpočet není nikterak složitý. Výpočtové hodnoty ročních nákladů podělíme celkovou energeticky vztažnou plochou objektu.

A tak se u **budovy 1** (dřevostavba Vacov – nízkoenergetický standard) dostáváme na hodnotu **348Kč/ m²/ rok**.

Budova 2 (dřevostavba Vodňany – nízkoenergetický standard) **564Kč/ m²/ rok**.

Budova 3 (dřevostavba Zahořany – pasivní standard) **138Kč/ m²/ rok**.

Tyto hodnoty jsou opravdu subjektivní a nelze s nimi nijak závazně počítat.

Měření ovšem přineslo své výsledky. Spíše se nám potvrdila některá tvrzení z teoretické části:

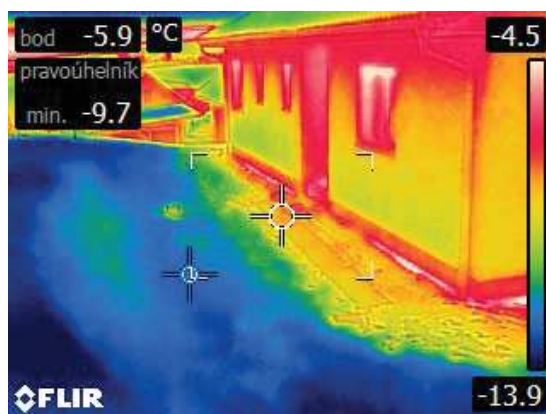
- Nejsložitější dřevostavbou je malý rodinný dům
- Ideální dřevostavba je podlažní objekt „ležatý vícepodlažní kvádr“
- Stanovení cílů projektu hned v úvodu zpracování projektové dokumentace

Výpočtové hodnoty jsem prověřil s osobou povolanou, panem Ing. Vráblíkem. Praxi s výstavbou nízkoenergetických domů má dlouholetou a může reálným pohledem komentovat výsledek této diplomové práce. Zpětnou vazbou od majitelů nízkoenergetických dřevostaveb mi výsledek rozporoval. Z jeho zkušenosti se celkové roční náklady jednopodlažních dřevostaveb pohybují v rozmezí 20-35 tisíc Kč/rok podle náročnosti majitele domu. Pan Ing. Vráblík mi oponoval, že s horní částkou se setkává velmi sporadicky.

5.4 Vyhodnocení termosnímků

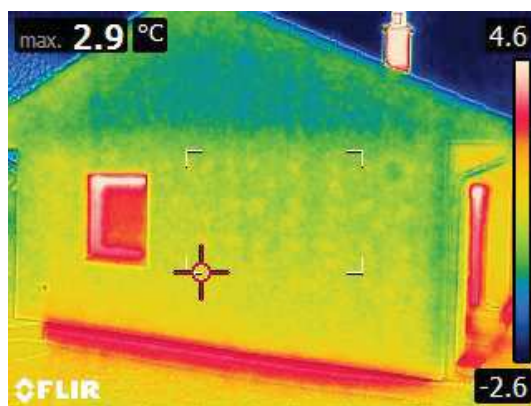
Při zmiňované schůzce s majitelem společnosti JV Dřevostavby bylo co hodnotit i ze snímků z termokamery. Snímky uvedené v této práci jsou jen malým zlomkem všech pořízených snímků dřevostaveb. Majitele zajímaly opravdu veškeré detaily. Postup hodnocení vznikl jednoduše. Několik snímků jsme si vytiskli a kroužkováním problematických (červených) oblastí jsme hledali jejich příčiny vzniku.

Skutečnost, že výplně otvorů jsou nejslabším článkem, nám byla potvrzena.

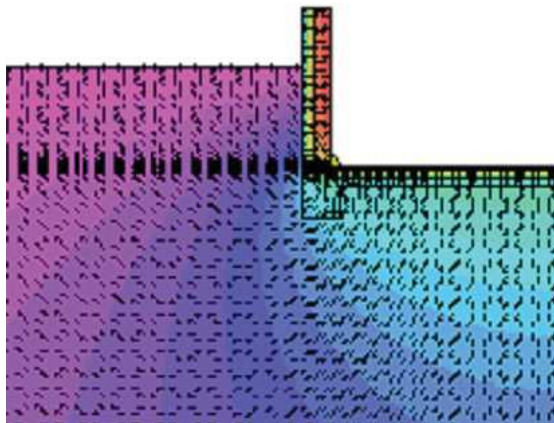


Obr. 17 – Problematika otvorů na fasádě znázorněná termosnímkiem

Nějakou dobu jsme polemizovali nad červenou barvou soklů staveb. Návaznost základové desky na obvodové zdivo. Sám majitel přiznal, že u prvních staveb, sokl nezateplovali. Průběhem let se trend změnil a nyní si to prý bez izolace soklu nedovede představit. V ten okamžik jsem mu položil dotaz, zda to mělo nějakou pozitivní změnu? Nebyl schopen mi odpovědět. S touto otázkou nám částečně pomohl software DekSoft, detailem soklu jsme se přiblížili pravdě. Sokl na termokameře bude asi načervenalý nadále, i kdybychom použili tlustší izolaci. Teplo, které stoupá od základové spáry, se někde projeví.

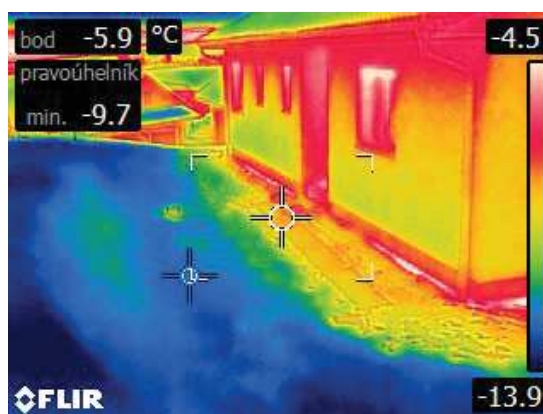


Obr. 18 – Problematika soklu znázorněná termosnímkiem



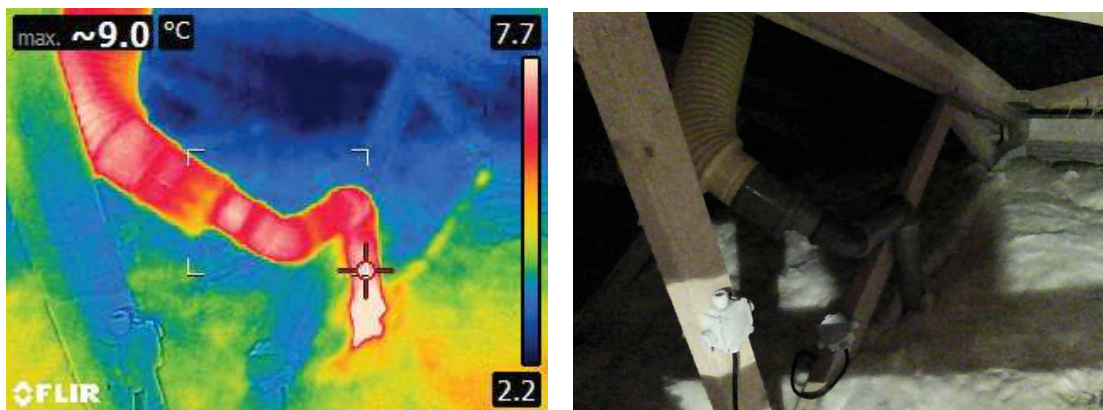
Obr. 19 – Schéma detailu s vyznačenou orientací tepelných toků [17]

Dalším bodem bylo zateplení podhledů a vlastně celého stropu. Firma používá stříkané izolace a ne vždy to může být ideální. Ale spíše jsme se přikláníli skutečnosti, že se zde akumuluje teplo uniklé z objektu.



Obr. 20 – Problematika podhledu znázorněná termosnímkiem

Posledním sledovaným problémem, byl půdní prostor. Zde „svítilo“ veškeré vyústění na střechu. Majitele především zajímalo srážení vlhkosti na jednotlivých instalacích TZB. Shodou bylo důsledné izolování od pláště střechy.



Obr. 21 – Problematika pŕdních rozvodŕ znázornĕná termosnĕmkem

6 Závěr

Náklady na energii stále porostou a je jen na nás, jak jsme schopni se na tuto skutečnost připravit. Jak jsme mohli sledovat v předešlých výpočtech, záleží především na podmínkách, které si stanovíme hned na začátku projektu. Jestliže se vydáme cestou nenáročnou nízkoenergetického standardu s nižšími pořizovacími náklady a ročními většími náklady, nebo půjdeme šetrnou cestou k životnímu prostředí a budeme čerpat energii ze zdrojů naší Země s vysokými pořizovacími náklady. Alternativ šetření energie je mnoho. Začíná to kvalitním architektonickým návrhem, precizním projektem, prověřeným systémem výstavby a eliminací nedostatků v průběhu celého procesu. Z předešlých výpočtů je patrné, že rozhoduje každý detail. Tyto detaily (nároky na stavbu) by měl být budoucí majitel dopředu rozmyšlené. Výsledkem může být totiž kontraproduktivní řešení koncepce domu, jak tomu bylo příkladu v rané historii energeticky úsporných domů.

Výstavba rodinných domů nezáleží jen na úspoře energie, ale hlavně na spokojenosti a pohodlí obyvatel domu. Nároky jednotlivých zřizovatelů jsou různorodé. Dřevostavba poskytuje velmi vlídné podmínky pro bydlení v přirozeném prostředí dřeva.

7 Seznam použitých zdrojů

- [1] BROTÁKOVÁ, K., BROTÁNEK, A., Jak se žije v nízkoenergetických a pasivních domech, Grada 2014, ISBN 978-80-247-3969-4
- [2] GABRIEL, I., LANDENER, H., a kol., Od staré stavby k nízkoenergetickému pasivnímu - Sanace budov, nové energetické normy, plánování a stavební praxe domu, Hel 2013, ISBN 978-80-86167-30-5
- [3] HUDEC, H., Pasivní rodinný dům, Proč a jak stavět, Grada 2008, ISBN 80-247-2555-0
- [4] ŠTEFKO, J., REINPRECHT, L., KUKLÍK, P., Dřevěné stavby – konstrukce, ochrana a údržba, Jaga Group 2006, ISBN 80-8076-043-8
- [5] NOVÁK, J., Stavební tepelná technika, ONLINE (29-03-2016), ČVUT v Praze 2011, Zdroj: <https://www.ib.cvut.cz/>
- [6] RŮŽIČKA, M., Moderní dřevostavba, Grada 2014, ISBN 978-80-247-3298-5
- [7] TYWONIAK, J., Nízkoenergetické domy, Principy a příklady, Grada 2005, ISBN 80-247-1101-X
- [8] STERNOVÁ, Z. A KOLEKTIV, Energetická hospodárnosť a energetická certifikácia budov, Jaga Group 2010, ISBN 978-80-8076-060-1
- [9] RŮŽIČKA, M., Stavíme dům ze dřeva, Grada 2014, ISBN 978-80-247-1461-2
- [10] KOLB, J., Dřevostavby - Systém nosných konstrukcí, obvodové pláště, Grada 2011, ISBN 978-80-2474071-3
- [11] HUMM, O., Nízkoenergetické domy, Grada 1999, ISBN 80-7169-657-9
- [12] CENTRUM PASIVNÍHO DOMU, Pasivní domy 2011, ISBN 978- 80-260-0563-6
- [13] FLIR, s.r.o., Využití termografie při diagnostice budov, ONLINE (29-03-2017), zdroj: https://www.conrad.cz/data/flir/vyuziti_termografie_pri_diagnostice_budov.pdf
- [14] TZB-INFO <http://stavba.tzb-info.cz/nizkoenergeticke-stavby>
- [15] ČSU <https://www.czso.cz/documents/10180/42074991/200061-16.pdf/1fa7ecfe-60de-46b1-bc1a-250fc4e75dbd?version=1.0>
- [16] KALKULAČKA ECOTEN: <http://ecoten.cz/kalkulacka/>
- [17] DekSoft: interní zdroj

Seznam obrázků

Obr. 01 – Počet dokončených bytů v dřevostavbách [15]	6
Obr.02 - Stavební řešení vzduchového kolektoru. Klapky jsou ovládány pomocí šňůr [11]	11
Obr. 03 - Slavný dům MIT s 38 m ² slunečních kolektorů a 66 m ³ vodního zásobníku [11]	12
Obr. 04 - Schematický řez lyžařskou chatou ve Windkamu [11]	13
Obr. 05 - Řez experimentálním domem Philips [11]	15
Obr. 06 - Porovnání celkové potřeby energie RD pro jednotlivé energetické standardy [14]	17
Obr. 07 - Přeměna záření v termokameře [13]	24
Obr. 08 – Černý bod [13]	25
Obr. 09 – Jak přímé sluneční záření ovlivňuje diagnostiku[13]	27
Obr. 10 - emise, reflexe, transmise [13]	30
Obr. 11 – Termokamera, kterou bylo měření provedeno	31
Obr. 12 – Postup výpočtu ze software DekSoft [17]	32
Obr. 13 – Porovnání PENB a nákladů na roční provoz RD Vacov [16]	44
Obr. 14 – Porovnání PENB a nákladů na roční provoz RD Vodňany [16]	45
Obr. 15 – Porovnání nákladů na roční provoz RD v nízkoenerg. a pasivním standardu [16]	47
Obr. 16 – Porovnání nákladů na roční provoz RD v nízkoenerg. a pasivním standardu [16]	47
Obr. 17 – Problematika otvorů na fasádě znázorněná termosnímkm	49
Obr. 18 – Problematika soklu znázorněná termosnímkm	49
Obr. 19 – Schéma detailu s vyznačenou orientací tepelných toků [17]	50
Obr. 20 – Problematika podhledu znázorněná termosnímkm	50
Obr. 21 – Problematika půdních rozvodů znázorněná termosnímkm	51

Neoznačené obrázky jsou autorovo dílem při snímání budov či prováděných výpočtech energetického štítku.

8 Přílohy

- A. Průkaz energetické náročnosti budovy RD Vodňany
- B. Průkaz energetické náročnosti budovy RD Vacov
- C. Průkaz energetické náročnosti budovy RD Zahořany

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: , p.č. st. 958/49

PSČ, místo: , Vodňany

Typ budovy: Rodinný dům

Plocha obálky budovy: 263.7 m²

Objemový faktor tvaru A/V: 1.1 m²/m³

Celková energeticky vztažná plocha: 72.8 m²

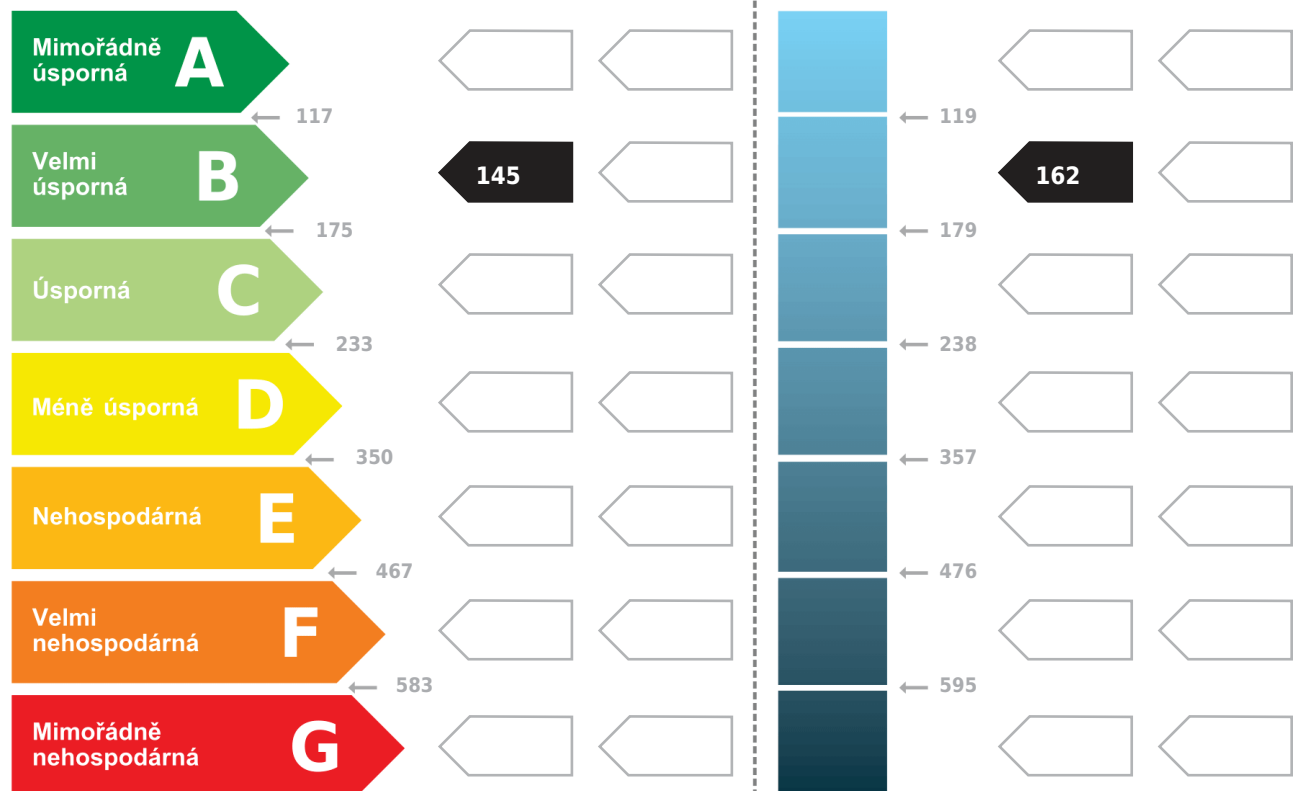


ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie
(Energie na vstupu do budovy)

Neobnovitelná primární energie
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)



Hodnoty pro celou budovu
MWh/rok

10.6

11.8

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

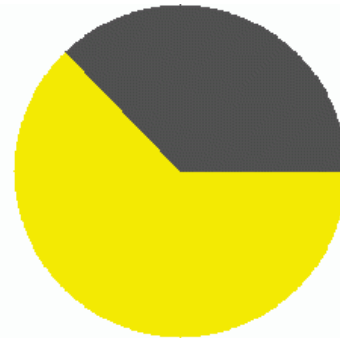
Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>
Střechu:	<input type="checkbox"/>
Podlahu:	<input type="checkbox"/>
Vytápění:	<input type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou

Doporučení

PODÍL ENERGOONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGIÍ

Hodnoty pro celou budovu [MWh/rok]



■ Slunce, energie prostředí: 6.6
■ elektrická energie: 3.9

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení	
	U_{em} W/(m ² ·K)	Dílčí dodané energie					Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)	
Mimořádně úsporná	A							
	B							
	C							
	D							
	E							
	F							
	G							
Mimořádně neekonomická								
	0.25	115				26.9	3.3	
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		8.4				2.0	0.2	

Zpracovatel:

Osvědčení č.:

Kontakt:

Vyhotoveno dne:

.....

Podpis:

PROTOKOL PRŮKAZU

Identifikační číslo dokumentu:

Evidenční číslo z databáze ENEX:

Účel zpracování průkazu

<input type="checkbox"/> Nová budova <input checked="" type="checkbox"/> Prodej budovy nebo její části <input type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy <input type="checkbox"/> Jiný účel zpracování:	<input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci <input checked="" type="checkbox"/> Pronájem budovy nebo její části
--	---

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Vodňany, ,
Katastrální území:	
Parcelní číslo:	st. 958/49
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	
Vlastník nebo stavebník:	
Adresa:	
IČ:	
Tel./e-mail:	/

Typ budovy		
<input checked="" type="checkbox"/> Rodinný dům	<input type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Budova pro zdravotnictví	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Budova pro sport	<input type="checkbox"/> Budova pro obchodní účely	<input type="checkbox"/> Budova pro kulturu
<input type="checkbox"/> Jiné druhy budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	236,8
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	263,7
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	1,11
Celková energeticky vztažná plocha budovy A _c	[m ²]	72,8

Druhy energie (energonositelé) užívané v budově		
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí	
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan-butan/LPG	
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky	
<input type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina	
<input type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <i>podíl OZE:</i> <input type="checkbox"/> do 50% včetně, <input type="checkbox"/> nad 50% do 80%, <input type="checkbox"/> nad 80%		
<input checked="" type="checkbox"/> Energie okolního prostředí (např. sluneční energie) <i>účel:</i> <input checked="" type="checkbox"/> na vytápění, <input checked="" type="checkbox"/> pro přípravu teplé vody, <input type="checkbox"/> na výrobu elektrické energie		
<input type="checkbox"/> Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:		
Druhy energie dodávané mimo budovu		
<input type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo	<input checked="" type="checkbox"/> Žádné

Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech

A) stavební prvky a konstrukce

a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
STN-1 1-EXT Obvodové zdivo	107,5	0,18	-	-	1,00	19,14
STR-3 1-EXT SDK pohled	72,8	0,14	-	-	1,00	10,48
VYP-4 1-EXT Okno S	2,9	1,50	-	-	1,00	4,35
VYP-5 1-EXT Okno V	0,8	1,50	-	-	1,00	1,20
VYP-6 1-EXT Okno J	1,9	1,50	-	-	1,00	2,85
VYP-7 1-EXT Okno Z	0,9	1,50	-	-	1,00	1,35
VYP-8 1-EXT Dvěře S	4,1	1,70	-	-	1,00	6,97
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	3,82
PDL(z)-2 1-ZEM Podlaha na terénu	72,8	0,24	-	-	0,81	13,76
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-		1,46
Celkem	263,7	-	-	-	-	65,37

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{im,j}$	Objem zóny V_j	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,R,j}$
	[°C]	[m ³]	[W/(m ² .K)]
zóna 1 - Obytná zóna	20,0	236,80	0,37

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota U_{em} ($U_{em} = H_T/A$)	Referenční hodnota $U_{em,R}$ ($U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V$)	Splněno
	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,25	0,37	ANO

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm.b).

B) technické systémy

b.1.a) vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí díleč potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla ²⁾ $\eta_{H,gen} /$ $COP_{H,gen}$	Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[%] / [-]	[%]	[%]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	80 / -	85	80
Z1	TČ 1	elektrická energie	100		- / 2,80	87	88
		Slunce, energie prostředí					

Poznámka: ¹⁾ symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla $\eta_{H,gen,rq}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
Z1	TČ 1 - TČ	3,10	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.2.a) chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladicí výkon	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	-	-	-

b.2.b) požadavky na účinnost technického systému k chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému chlazení	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Chladicí faktor referenčního zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[-]	[-]	(ANO/NE)

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.3.) větrání

Hodnocená budova / zóna	Typ větracího systému	Energonositel	Tepelný výkon	Chladicí výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na větrání	Jmenovitý elektrický příkon systému větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru systému nuceného větrání SFP_{ahu}
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m ³ /h]	[Ws/m ³]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750

b.4.a) úprava vlhkosti vzduchu - vlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému vlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí dodané energie na úpravu vlhkosti	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému vlhčení $\eta_{RH+,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	70
Z1	-	-	-	-	-	-

b.4.b) úprava vlhkosti vzduchu - odvlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému odvlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na úpravu odvlhčení	Jmenovitý chladicí výkon	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému odvlhčení $\eta_{RH-,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	65
Z1	-	-	-	-	-	-	-

b.5.a) příprava teplé vody (TV)

Hodnocená budova / zóna	Systém přípravy TV v budově	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmenovitý příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\frac{\eta_{W,gen}}{COP_{W,gen}^{2)}$	Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody vztahovaná k objemu zásobníku v litrech $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody vztahovaná k délce rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[litry]	[%] / [-]	[kWh/(lден)]	[kWh/(mden)]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	x	85 / -	0,0070 (0,0050)	0,1500
TV1	TV _{sys} 1	elektrická energie Slunce, energie prostředí	100	TČ-1 [-]	-	TČ-1 [-/2,83]	-	0.1500

Poznámka: ¹⁾ symbol **x** znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody

Hodnocená budova / zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn
		(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]
TV1	TČ 1 - TČ	3,10	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.6) osvětlení

Hodnocená budova / zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztahovaný k osvětlenosti zóny $P_{L,lx}$
	(-)	[%]	[kW]	[W/(m ² lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,05
Zóna 1	Osvětlení	100	$P_n = 0,108$	0,05

Energetická náročnost hodnocené budovy

a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově

Hodnocená budova/zóna	Vytápěná EP_H	Chlazení EP_C	Nucené větrání EP_F		Příprava teplé vody EP_W	Osvětlení EP_L	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektriny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčení			Pro budovu	i dodávku mimo budovu
Z1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

b) dílčí dodaná energie

ř.	(1) Potřeba energie [kWh/rok]	(2) Vypočtená spotřeba energie [kWh/rok]	(3) Pomocná energie [kWh/rok]	(4) Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3) [kWh/rok]	(5) Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztažnou plochu (ř.4) / m ² [kWh/(m ² rok)]		
						Ref. Budova	Vytápění
						Hod. budova	
						Ref. Budova	Chlazení
						Hod. budova	
						Ref. Budova	Větrání
						Hod. budova	
						Ref. Budova	Úprava vlhkosti vzduchu
						Hod. budova	
						Ref. Budova	Příprava teplé vody
						Hod. budova	
						Ref. Budova	Osvětlení
						Hod. budova	

c) výrobná energie umístěná v budově, na budově nebo pomocných objektech

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobená energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
jednotky		[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Kogenerační jednotka EP _{CHP} teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenerační jednotka EP _{CHP} elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP _{PV} elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy Q _{H,sc,sys} teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu	-	-	-	-	-
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů

Ergonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
elektrická energie	3 932,64	3,2	3,0	12 584,44	11 797,91
Slunce, energie prostředí	6 649,48	1,0	0,0	6 649,48	0,00
Celkem	10 582,11	x	x	19 233,91	11 797,91

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	20 583,47	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		10 582,11		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m ² rok)]	282,74		
(9)	Hodnocená budova		145,36		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	22 518,27	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		11 797,91		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m ²)	[kWh/(m ² rok)]	309,32		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m ²)		162,06		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	19 233,91
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	7 436,01
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	38,66

Analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie u nových budov a u větší změny dokončených budov

Posouzení proveditelnosti				
Alternativní systémy	Místní systémy dodávky energie využívající energii z OZE	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	Soustava zásobování tepelnou energií	Tepelné čerpadlo
Technická proveditelnost	ANO	NE	NE	ANO
Ekonomická proveditelnost	NE	NE	NE	NE
Ekologická proveditelnost	ANO	ANO	ANO	ANO
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum zpracování analýzy				
Zpracovatel analýzy				
Energetický posudek	povinnost vypracovat energetický posudek			NE
	energetický posudek je součástí analýzy			NE
	datum vypracování energetického posudku			-
	zpracovatel energetického posudku			-

Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
<i>Stavební prvky a konstrukce budovy:</i>			
OP _s 1 -	-	0,00	0,00
<i>Technické systémy budovy:</i>			
vytápění	-	-	-
chlazení	-	-	-
větrání	-	-	-
úprava vlhkosti vzduchu	-	-	-
příprava teplé vody	-	-	-
osvětlení	-	-	-
<i>Obsluha a provoz systémů budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Ostatní - uveďte jaké:</i>			
-	-	-	-
Celkově	10,58	0,0	0,0

Posouzení vhodnosti doporučených opatření

Opatření	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uvést jaké
Technická vhodnost	-	-	-	-
Funkční vhodnost	-	-	-	-
Ekonomická vhodnost	-	-	-	-
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum vypracování doporučených opatření				
Zpracovatel navržených doporučených opatření				
Energetický posudek	Energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření			NE
	Datum vypracování energetického posudku			-
	Zpracovatel energetického posudku			-

Závěrečné hodnocení energetického specialisty

Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	-
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	-
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	-
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	-
- Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	-
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Budova užívaná orgánem veřejné moci	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Prodej nebo pronájem budovy nebo její části	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	B
Jiný účel zpracování průkazu	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-

Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	
---------------------------	--

Zdroj informací

Zdroj informací	https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/
-----------------	---

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: , p.č. st. 958/49

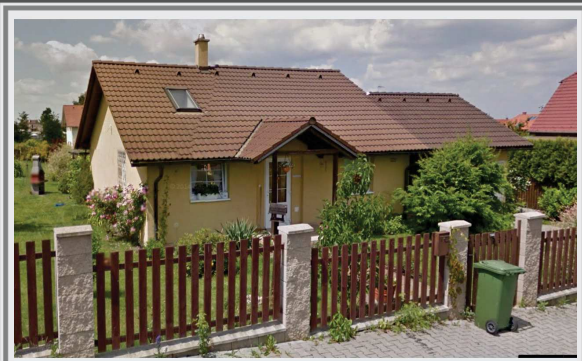
PSČ, místo: , Vodňany

Typ budovy: Rodinný dům

Plocha obálky budovy: 422.9 m²

Objemový faktor tvaru A/V: 1.00 m²/m³

Celková energeticky vztažná plocha: 134.9 m²

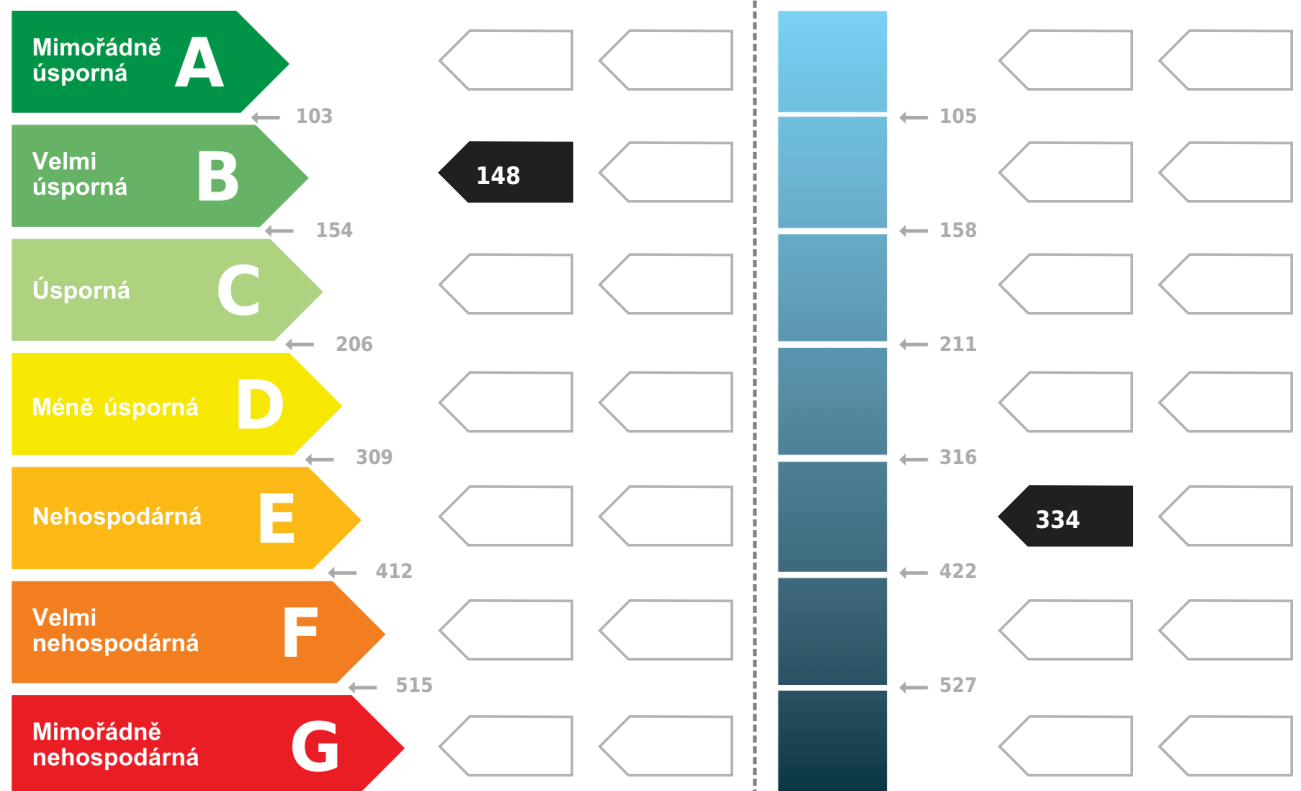


ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie
(Energie na vstupu do budovy)

Neobnovitelná primární energie
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)



Hodnoty pro celou budovu
MWh/rok

19.9

45.0

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

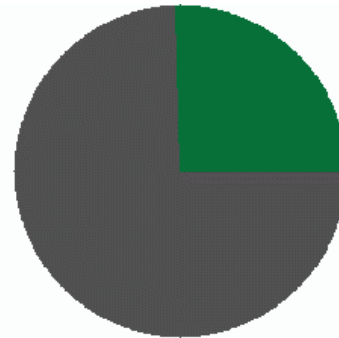
Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>
Střechu:	<input type="checkbox"/>
Podlahu:	<input type="checkbox"/>
Vytápění:	<input type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou

Doporučení

PODÍL ENERGOONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGI

Hodnoty pro celou budovu [MWh/rok]



■ elektrická energie: 14.8
■ kusové a štěpkové dřevo: 5.1

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení	
	U_{em} W/(m ² ·K)	Dílčí dodané energie					Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)	
Mimořádně úsporná	A							
	B							
	C	126				18.2	3.3	
	D	0.24						
	E							
	F							
	G							
Mimořádně neekonomická								
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		17.0				2.5	0.5	

Zpracovatel:

Osvědčení č.:

Kontakt:

Vyhotoveno dne:

.....

Podpis:

PROTOKOL PRŮKAZU

Identifikační číslo dokumentu:

Evidenční číslo z databáze ENEX:

Účel zpracování průkazu

<input type="checkbox"/> Nová budova <input checked="" type="checkbox"/> Prodej budovy nebo její části <input type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy <input type="checkbox"/> Jiný účel zpracování:	<input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci <input checked="" type="checkbox"/> Pronájem budovy nebo její části
--	---

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Vodňany, ,
Katastrální území:	
Parcelní číslo:	st. 958/49
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	
Vlastník nebo stavebník:	
Adresa:	
IČ:	
Tel./e-mail:	/

Typ budovy		
<input checked="" type="checkbox"/> Rodinný dům	<input type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Budova pro zdravotnictví	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Budova pro sport	<input type="checkbox"/> Budova pro obchodní účely	<input type="checkbox"/> Budova pro kulturu
<input type="checkbox"/> Jiné druhy budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	424,9
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	422,9
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	1,00
Celková energeticky vztažná plocha budovy A _c	[m ²]	134,9

Druhy energie (energonositelé) užívané v budově		
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí	
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan-butan/LPG	
<input checked="" type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky	
<input type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina	
<input type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <i>podíl OZE:</i> <input type="checkbox"/> do 50% včetně, <input type="checkbox"/> nad 50% do 80%, <input type="checkbox"/> nad 80%		
<input type="checkbox"/> Energie okolního prostředí (např. sluneční energie) <i>účel:</i> <input type="checkbox"/> na vytápění, <input type="checkbox"/> pro přípravu teplé vody, <input type="checkbox"/> na výrobu elektrické energie		
<input type="checkbox"/> Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:		
Druhy energie dodávané mimo budovu		
<input type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo	<input checked="" type="checkbox"/> Žádné

Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech

A) stavební prvky a konstrukce

a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Číselník teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
STN-1 1-EXT Obvodové zdivo	130,8	0,18	-	-	1,00	23,81
STR-3 1-EXT SDK pohled	134,9	0,14	-	-	1,00	19,43
VYP-4 1-EXT Okno	20,0	1,00	-	-	1,00	20,00
VYP-5 1-EXT Dveře	2,3	1,20	-	-	1,00	2,76
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	5,76
PDL(z)-2 1-ZEM Podlaha na terénu	134,9	0,33	-	-	0,65	27,66
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-		2,70
Celkem	422,9	-	-	-	-	102,11

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{im,j}$	Objem zóny V_j	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,R,j}$
	[°C]		
zóna 1 - Obytná zóna	20,0	424,90	0,37

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{em} (U_{em} = H_T/A)$	Referenční hodnota $U_{em,R} (U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V)$	Splněno
	[W/(m²K)]	[W/(m²K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,24	0,37	ANO

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b).

B) technické systémy

b.1.a) vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla ²⁾ $\eta_{H,gen} / COP_{H,gen}$	Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[%] / [-]	[%]	[%]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	80 / -	85	80
Z1	K 1	elektrická energie	75	24	91 / -	87	88
	K 2	kusové a štěpkové dřevo	25		71 / -		

Poznámka: ¹⁾ symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla $\eta_{H,gen,rq}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
Z1	K 1 - Elektrokotel	85	-	-
Z1	K 2 - Krb	-	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.2.a) chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladič výkon	Chladič faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	-	-	-

b.2.b) požadavky na účinnost technického systému k chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému chlazení	Chladič faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Chladič faktor referenčního zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[-]	[-]	(ANO/NE)

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.3.) větrání

Hodnocená budova / zóna	Typ větracího systému	Energonositel	Tepelný výkon	Chladič výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na větrání	Jmenovitý elektrický příkon systému větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru systému nuceného větrání SFP _{ahu}
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m ³ /h]	[Ws/m ³]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750

b.4.a) úprava vlhkosti vzduchu - vlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému vlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí dodané energie na úpravu vlhkosti	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému vlhčení $\eta_{RH+,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	70
Z1	-	-	-	-	-	-

b.4.b) úprava vlhkosti vzduchu - odvlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému odvlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na úpravu odvlhčení	Jmenovitý chladicí výkon	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému odvlhčení η_{RH-gen}
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	65
Z1	-	-	-	-	-	-	-

b.5.a) příprava teplé vody (TV)

Hodnocená budova / zóna	Systém přípravy TV v budově	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmenovitý příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen} / COP_{W,gen}^{2)}$	Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody vztahovaná k objemu zásobníku v litrech $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody vztahovaná k délce rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[litry]	[%] / [-]	[kWh/(l den)]	[kWh/(m den)]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	x	85 / -	0,0070 (0,0050)	0,1500
TV1	TV _{sys} 1	elektrická energie	100	K-1 [24]	120.00	K-1 [91,18/-]	0.0064	0.1500

Poznámka: ¹⁾ symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody

Hodnocená budova / zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
TV1	K 1 - Elektrokotel	85	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.6) osvětlení

Hodnocená budova / zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztahený k osvětlenosti zóny $P_{L,ix}$
	(-)	[%]	[kW]	[W/(m ² lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,05
Zóna 1	Osvětlení	100	$P_n = 0,200$	0,05

Energetická náročnost hodnocené budovy

a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově

Hodnocená budova/zóna	Vytápěná EP_H	Chlazení EP_C	Nucené větrání EP_F		Příprava teplé vody EP_W	Osvětlení EP_L	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektriny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčení			Pro budovu	i dodávku mimo budovu
Z1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

b) dílčí dodané energie

ř.		(1) Potřeba energie [kWh/rok]	(2) Vypočtená spotřeba energie [kWh/rok]	(3) Pomocná energie [kWh/rok]	(4) Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3) [kWh/rok]	(5) Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztažnou plochu (ř.4) / m ² [kWh/(m ² rok)]		
							Ref. Budova	Vytápění
		16 497	30 326	0,00	30 326	224,80	Hod. budova	
							Ref. Budova	Chlazení
		11 096	17 007	0,00	17 007	126,07	Hod. budova	
							Ref. Budova	Větrání
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Hod. budova	
							Ref. Budova	Úprava vlhkosti vzduchu
		-	0,00	0,00	0,00	0,00	Hod. budova	
							Ref. Budova	Příprava teplé vody
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Hod. budova	
							Ref. Budova	Osvětlení
		1 527,2	2 667,7	0,00	2 667,7	19,78	Hod. budova	
							Ref. Budova	
		1 527,2	2 458,0	0,00	2 458,0	18,22	Hod. budova	
							Ref. Budova	
		-	558,74	-	558,74	4,14	Hod. budova	
							Ref. Budova	
		-	450,13	-	450,13	3,34	Hod. budova	

c) výrobná energie umístěná v budově, na budově nebo pomocných objektech

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobená energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
jednotky		[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Kogenerační jednotka EP _{CHP} teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenerační jednotka EP _{CHP} elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP _{PV} elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy Q _{H,sc,sys} teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu	-	-	-	-	-
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů

Ergonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
elektrická energie	14 829,98	3,2	3,0	47 455,95	44 489,95
kusové a štěpkové dřevo	5 085,52	1,1	0,1	5 594,07	508,55
Celkem	19 915,51	x	x	53 050,02	44 998,51

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	33 552,02	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		19 915,51		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m ² rok)]	248,72		
(9)	Hodnocená budova		147,63		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	36 829,75	Splněno (ANO/NE)	NE
(11)	Hodnocená budova		44 998,51		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m ²)	[kWh/(m ² rok)]	273,02		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m ²)		333,57		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	53 050,02
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	8 051,52
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	15,18

Analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie u nových budov a u větší změny dokončených budov

Posouzení proveditelnosti				
Alternativní systémy	Místní systémy dodávky energie využívající energii z OZE	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	Soustava zásobování tepelnou energií	Tepelné čerpadlo
Technická proveditelnost	ANO	NE	NE	ANO
Ekonomická proveditelnost	NE	NE	NE	NE
Ekologická proveditelnost	ANO	ANO	ANO	ANO
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum zpracování analýzy				
Zpracovatel analýzy				
Energetický posudek	povinnost vypracovat energetický posudek			NE
	energetický posudek je součástí analýzy			NE
	datum vypracování energetického posudku			-
	zpracovatel energetického posudku			-

Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
<i>Stavební prvky a konstrukce budovy:</i>			
OP _s 1 -	-	0,00	0,00
<i>Technické systémy budovy:</i>			
vytápění	-	-	-
chlazení	-	-	-
větrání	-	-	-
úprava vlhkosti vzduchu	-	-	-
příprava teplé vody	-	-	-
osvětlení	-	-	-
<i>Obsluha a provoz systémů budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Ostatní - uveďte jaké:</i>			
-	-	-	-
Celkově	19,92	0,0	-0,0

Posouzení vhodnosti doporučených opatření

Opatření	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uvést jaké
Technická vhodnost	-	-	-	-
Funkční vhodnost	-	-	-	-
Ekonomická vhodnost	-	-	-	-
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum vypracování doporučených opatření				
Zpracovatel navržených doporučených opatření				
Energetický posudek	Energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření			NE
	Datum vypracování energetického posudku			-
	Zpracovatel energetického posudku			-

Závěrečné hodnocení energetického specialisty

Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	-
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	-
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	-
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	-
- Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	-
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Budova užívaná orgánem veřejné moci	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Prodej nebo pronájem budovy nebo její části	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	B
Jiný účel zpracování průkazu	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-

Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	
---------------------------	--

Zdroj informací

Zdroj informací	https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/
-----------------	---

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: **Zahořany u Berouna -, k.ú.**
789 844, p.č. 203/37
 PSČ, místo: **267 01, Králův Dvůr**
 Typ budovy: **Rodinný dům**
 Plocha obálky budovy: **702.9** m²
 Objemový faktor tvaru A/V: **0.65** m²/m³
 Celková energeticky vztažná plocha: **309.87** m²

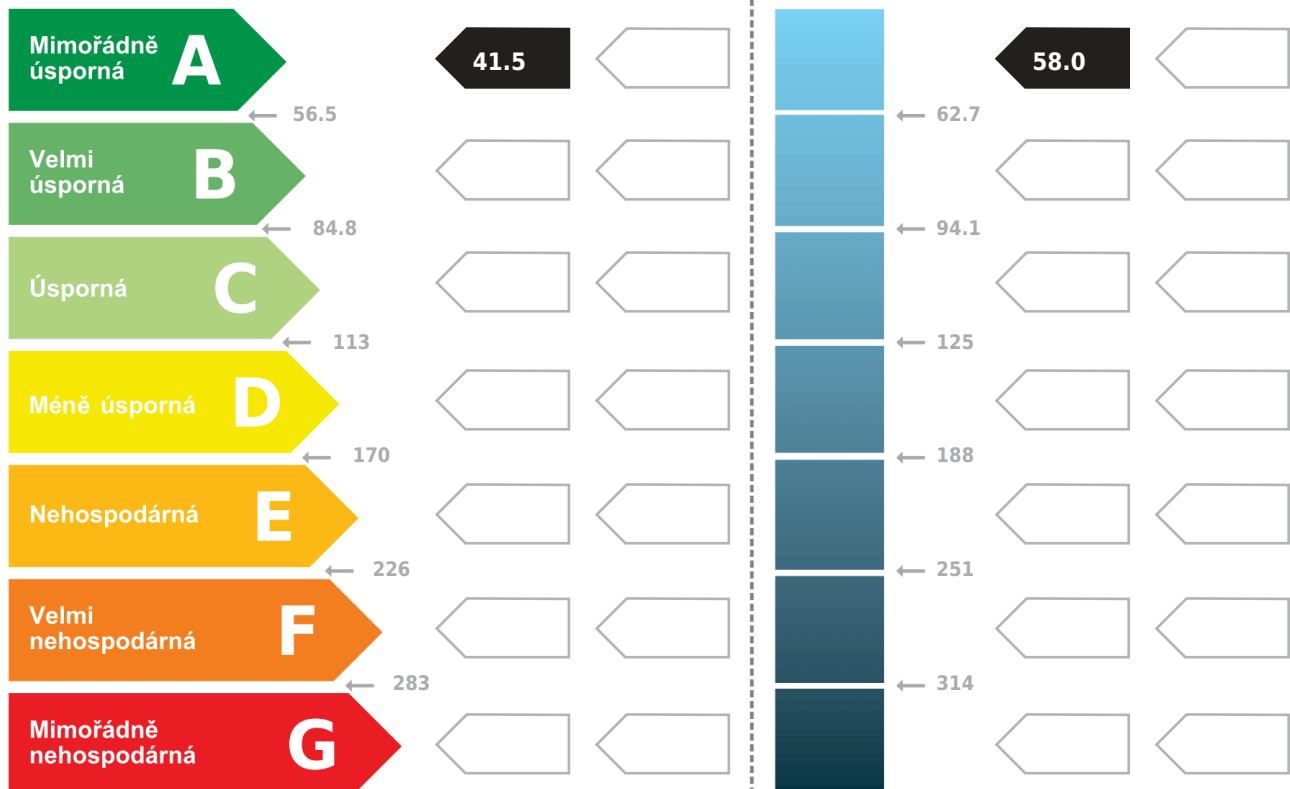


ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie
(Energie na vstupu do budovy)

Neobnovitelná primární energie
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)



Hodnoty pro celou budovu
MWh/rok

12.9

18.0

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

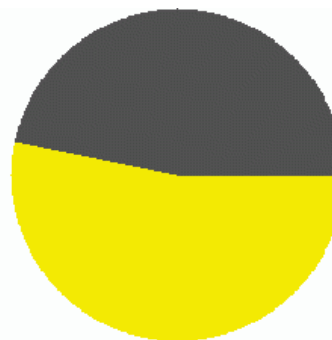
Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>
Střechu:	<input type="checkbox"/>
Podlahu:	<input type="checkbox"/>
Vytápění:	<input type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou

Doporučení

PODÍL ENERGOONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGIÍ

Hodnoty pro celou budovu [MWh/rok]



■ Slunce, energie prostředí: 6.9
■ elektrická energie: 6

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{em} W/(m ² ·K)	Dílčí dodané energie					
		Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)					
Mimořádně úsporná	A	0.16	18.9				
	B						
	C			2.1		14.7	5.7
	D						
	E						
	F						
	G						
Mimořádně neekonomická							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		5.9		0.7		4.6	1.8

Zpracovatel: **Ing. Jiří Tencar Ph.D.**
Kontakt: **Lublaňská 1002/9, 120 00, Praha 2**
736630021 / tencar@ecoten.cz

Osvědčení č.: **MPO 860**
Vyhотовeno dne: **6.10.2015**
Podpis:

PROTOKOL PRŮKAZU

Identifikační číslo dokumentu:

EP-860/15089

Evidenční číslo z databáze ENEX:

EP-860/15089

Účel zpracování průkazu

<input checked="" type="checkbox"/> Nová budova <input type="checkbox"/> Prodej budovy nebo její části <input type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy <input type="checkbox"/> Jiný účel zpracování:	<input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci <input type="checkbox"/> Pronájem budovy nebo její části
--	--

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Králův Dvůr, Zahořany u Berouna -, 267 01
Katastrální území:	789 844
Parcelní číslo:	203/37
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	2016
Vlastník nebo stavebník:	Ing. Barbora Svobodová
Adresa:	Kotevní 1001/9 150 00 Praha 5 - Smíchov
IČ:	
Tel./e-mail:	/

Typ budovy		
<input checked="" type="checkbox"/> Rodinný dům	<input type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Budova pro zdravotnictví	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Budova pro sport	<input type="checkbox"/> Budova pro obchodní účely	<input type="checkbox"/> Budova pro kulturu
<input type="checkbox"/> Jiné druhy budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	1 086,7
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	702,9
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,65
Celková energeticky vztažná plocha budovy A _c	[m ²]	309,9

Druhy energie (energonositelé) užívané v budově		
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí	
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan-butan/LPG	
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky	
<input type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina	
<input type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <i>podíl OZE:</i> <input type="checkbox"/> do 50% včetně, <input type="checkbox"/> nad 50% do 80%, <input type="checkbox"/> nad 80%		
<input checked="" type="checkbox"/> Energie okolního prostředí (např. sluneční energie) <i>účel:</i> <input checked="" type="checkbox"/> na vytápění, <input checked="" type="checkbox"/> pro přípravu teplé vody, <input type="checkbox"/> na výrobu elektrické energie		
<input type="checkbox"/> Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:		
Druhy energie dodávané mimo budovu		
<input type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo	<input checked="" type="checkbox"/> Žádné

Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech

A) stavební prvky a konstrukce

a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
STN-1 1-EXT Z1 - Obvodová stěna 1.PP	8,4	0,12	-	-	1,00	1,01
STN-3 1-EXT Z1 - Obvodová stěna Europanel	136,8	0,11	-	-	1,00	14,92
STR-4 1-EXT Z1 - Střecha šikmá	65,6	0,08	-	-	1,00	5,51
STR-5 1-EXT Z1 - Strop k nevytápěné půdě	106,2	0,09	-	-	1,00	9,24
STN-6 1-EXT Z1 - Stěna k nevytápěné půdě	27,5	0,15	-	-	1,00	4,23
VYP-12 1-EXT Okna s izolačními trojskly 1.PP 2,25x0,75 J	5,1	0,77	-	-	1,00	3,90
VYP-13 1-EXT Okna s izolačními trojskly 1.PP 2,25x0,75 S	1,7	0,77	-	-	1,00	1,30
VYP-14 1-EXT Okna s izolačními trojskly 1.NP 5,04x2,3 J	11,6	0,67	-	-	1,00	7,77
VYP-15 1-EXT Okna s izolačními trojskly 1.NP 1,6x2,3 J	11,0	0,70	-	-	1,00	7,73
VYP-16 1-EXT Okna s izolačními trojskly 1.NP 0,8x2,3 J	1,8	0,76	-	-	1,00	1,40
VYP-17 1-EXT Okna s izolačními trojskly 1.NP 4.25x0.7 S	3,0	0,77	-	-	1,00	2,29
VYP-18 1-EXT Okna s izolačními trojskly 1.NP 0,8x0.7 S	1,7	0,82	-	-	1,00	1,38

VYP-19 Dveře vchodové 0,8x2,3 J	1-EXT	1,8	0,95	-	-	1,00	1,75
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,00$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	0,00
STN(z)-2 Z1 - Obvodová stěna 1.PP (zem)	1-ZEM	144,5	0,21	-	-	0,78	46,96
PDL(z)-7 Z1 - Podlaha suterénu	1-ZEM	149,4	0,21	-	-		
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,00$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-		
PDL-8 Z1/Z2 - Podlaha nad nevytápěným suterénem	1-2	11,1	0,09	-	-	0,45	0,45
STN-9 Z1/Z2 - Stěna 1.PP	1-2	13,5	0,19	-	-	0,45	1,13
VYP-20 Z1/Z2 - Dveře vnitřní	1-2	2,3	1,70	-	-	0,45	1,78
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,00$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	0,00
Celkem		702,9	-	-	-	-	112,73

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

Konstrukce nevytápěného prostoru (NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR Z2)	Plocha A_j [m ²]	Součinitel prostupu tepla			Číselník teplotní redukce b_j [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$ [W/K]
		Vypočtená hodnota U_j [W/(m ² .K)]	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$ [W/(m ² .K)]	Splněno (ANO/NE)		
STN(z)-10 Z2 - Obvodová stěna 1.PP (zem)	18,9	0,21	-	-	0,73	4,33
PDL(z)-11 Z2 - Podlaha suterénu	11,1	0,19	-	-		
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,00$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-		
PDL-8 Z1/Z2 - Podlaha nad nevytápěným suterénem	11,1	0,09	-	-	-0,45	-0,45
STN-9 Z1/Z2 - Stěna 1.PP	13,5	0,19	-	-	-0,45	-1,13

VYP-20	2-1	2,3	1,70	-	-	-0,45	-1,78
Z1/Z2 - Dveře vnitřní							
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,00$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	0,00
Celkem		56,9	-	-	-	-	0,97

a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{im,j}$	Objem zóny V_j	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,R,j}$
	[°C]	[m ³]	[W/(m ² .K)]
zóna 1 - Z1 - Obytná zóna	20,0	1086,69	0,29

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota U_{em} ($U_{em} = H_T/A$)	Referenční hodnota $U_{em,R}$ ($U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V$)	Splněno
	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,16	0,29	ANO

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm.b).

B) technické systémy

b.1.a) vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílní potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla ²⁾ $\eta_{H,gen} /$ $COP_{H,gen}$	Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[%] / [-]	[%]	[%]
Referenční budova	x¹⁾	x	x	x	80 / -	85	80
Z1	TČ 1	elektrická energie	100	8.5	- / 2,88	89	91
		Slunce, energie prostředí					

Poznámka: ¹⁾ symbol **x** znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla $\eta_{H,gen,rq}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
Z1	TČ 1 - Tepelné čerpadlo	3,10	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.2.a) chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladicí výkon	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	-	-	-

b.2.b) požadavky na účinnost technického systému k chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému chlazení	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Chladicí faktor referenčního zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[-]	[-]	(ANO/NE)

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.3.) větrání

Hodnocená budova / zóna	Typ větracího systému	Energonositel	Tepelný výkon	Chladicí výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na větrání	Jmenovitý elektrický příkon systému větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru systému nuceného větrání SFP _{ahu}
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m ³ /h]	[Ws/m ³]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750
Z1	VZT 1 - přívodně odvodní	elektrina			100	0,105	217	1 750

b.4.a) úprava vlhkosti vzduchu - vlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému vlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí dodané energie na úpravu vlhkosti	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému vlhčení $\eta_{RH+,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	70
Z1	-	-	-	-	-	-

b.4.b) úprava vlhkosti vzduchu - odvlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému odvlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na úpravu odvlhčení	Jmenovitý chladicí výkon	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému odvlhčení $\eta_{RH-,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	65
Z1	-	-	-	-	-	-	-

b.5.a) příprava teplé vody (TV)

Hodnocená budova / zóna	Systém přípravy TV v budově	Energo-nositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmenovitý příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen} / COP_{W,gen}^{2)}$	Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody vztážená k objemu zásobníku v litrech $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody vztážená k délce rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	x	85 / -	0,0070 (0,0050)	0,1500
TV1	TV _{sys} 1	elektrická energie	100 - 1 * STS ₁	TČ-1 [8,5]	400.00	TČ-1 [- /2,39]	0.0052	0.1224
		Slunce, energie prostředí						
		Slunce, energie prostředí	STS ₁	STS ₁ [-]		STS ₁ [-]		

Poznámka: ¹⁾ symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu, ²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody

Hodnocená budova / zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn
		(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]
TV1	TČ 1 - Tepelné čerpadlo	3,10	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.6) osvětlení

Hodnocená budova / zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztážený k osvětlenosti zóny $P_{L,lx}$
				(-)
Referenční budova	x	x	x	0,05
Zóna 1	Z1	100	1,18	0,05

Energetická náročnost hodnocené budovy

a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově

Hodnocená budova/zóna	Vytápěná EP _H	Chlazení EP _C	Nucené větrání EP _F		Příprava teplé vody EP _W	Osvětlení EP _L	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčení			Pro budovu	i dodávku mimo budovu
Z1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Z2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

b) dílčí dodané energie

ř.	(1) Potřeba energie [kWh/rok]	(2) Vypočtená spotřeba energie [kWh/rok]	(3) Pomocná energie [kWh/rok]	(4) Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3) [kWh/rok]	(5) Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztažnou plochu (ř.4) / m ² [kWh/(m ² rok)]		
						Ref. Budova	Hod. budova
							Vytápění
							Chlazení
							Větrání
							Úprava vlhkosti vzduchu
							Příprava teplé vody
							Osvětlení

c) výrobná energie umístěná v budově, na budově nebo pomocných objektech

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobena energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
jednotky		[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Kogenerační jednotka EP _{CHP} teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenerační jednotka EP _{CHP} elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP _{PV} elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy Q _{H,sc,sys} teplo: STS 1	Budova	1 028,7	1,0	0,0	1 028,7	0,00
	Dodávka mimo budovu	-	-	-	-	-
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů

Ergonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
elektrická energie	5 992,42	3,2	3,0	19 175,73	17 977,25
Slunce, energie prostředí	6 880,88	1,0	0,0	6 880,88	0,00
Celkem	12 873,29	x	x	26 056,61	17 977,25

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	35 041,67	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		12 873,29		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m ² rok)]	113,09		
(9)	Hodnocená budova		41,54		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	38 869,02	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		17 977,25		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m ²)	[kWh/(m ² rok)]	125,44		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m ²)		58,02		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	26 056,61
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	8 079,36
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	31,01

Analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie u nových budov a u větší změny dokončených budov

Posouzení proveditelnosti				
Alternativní systémy	Místní systémy dodávky energie využívající energii z OZE	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	Soustava zásobování tepelnou energií	Tepelné čerpadlo
Technická proveditelnost	-	-	-	-
Ekonomická proveditelnost	-	-	-	-
Ekologická proveditelnost	-	-	-	-
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum zpracování analýzy				
Zpracovatel analýzy				
Energetický posudek	povinnost vypracovat energetický posudek			NE
	energetický posudek je součástí analýzy			NE
	datum vypracování energetického posudku			-
	zpracovatel energetického posudku			-

Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
<i>Stavební prvky a konstrukce budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Technické systémy budovy:</i>			
vytápění	-	-	-
chlazení	-	-	-
větrání	-	-	-
úprava vlhkosti vzduchu	-	-	-
příprava teplé vody	-	-	-
osvětlení	-	-	-
<i>Obsluha a provoz systémů budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Ostatní - uveďte jaké:</i>			
-	-	-	-
Celkově	12,87	-	-

Posouzení vhodnosti doporučených opatření

Opatření	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uvést jaké
Technická vhodnost	-	-	-	-
Funkční vhodnost	-	-	-	-
Ekonomická vhodnost	-	-	-	-
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum vypracování doporučených opatření				
Zpracovatel navržených doporučených opatření				
Energetický posudek	Energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření			-
	Datum vypracování energetického posudku			
	Zpracovatel energetického posudku			

Závěrečné hodnocení energetického specialisty

Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	ANO
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	A
Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	-
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	-
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	-
- Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	-
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Budova užívaná orgánem veřejné moci	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Prodej nebo pronájem budovy nebo její části	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Jiný účel zpracování průkazu	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-

Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	Ing. Jiří Tencar Ph.D.
Číslo oprávnění MPO	MPO 860
Podpis energetického specialisty	

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	6.10.2015
---------------------------	-----------

Zdroj informací

Zdroj informací	https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/
-----------------	---