

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekonomiky a řízení lesního hospodářství

**Komparace životního cyklu vybraných stavebních výplní na bázi
dřeva**

Diplomová Práce

Autor: Bc. Jakub Vocelka

Vedoucí práce: doc. Ing. Roman Sloup, Ph.D.

2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jakub Vocelka

Lesní inženýrství

Název práce

Komparace životního cyklu vybraných stavebních výplní na bázi dřeva

Název anglicky

Comparison of the life cycle of selected wood based construction fillers

Cíle práce

Cílem práce je volba nejvhodnější kombinace oken (jak profilů, tak případně zasklení) pro zvolený modelový dům z hlediska nákladů životního cyklu. Budou zohledněny pořizovací náklady, náklady na údržby po dobu předpokládané životnosti a i náklady na vytápění modelového objektu.

Metodika

Bude provedena komparace oken na bázi dřeva v různých profilech. Bude zkoumán vliv profilů oken s různými typy zasklení a jejich vliv na energetickou náročnost modelového domu. Dále budou okna porovnávána dle jejich pořizovacích nákladů i nákladů spojených s jejich údržbou po dobu předpokládané životnosti.

Bude vytvořeno tabulkové srovnání jednotlivých profilů oken na základě ekonomicko-uživatelské vhodnosti jednotlivých profilů oken.

Doporučený rozsah práce

50-70 stran

Klíčová slova

dřevěná okna, euro okna, energetická náročnost, ekonomika, stavební výplně, dveře, tepelně izolační vlastnosti

Doporučené zdroje informací

ČSN 730540-2. Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011

POLÁŠEK, M. A7 – Navrhování výplní otvorů budov dle principů trvale udržitelné výstavby. 1. vyd. Brno: Národní stavební centrum, 2012, 78 s. ISBN 978-80-87665-06-0

POLÁŠEK, M. B4 – Zásady provádění výplní otvorů při realizaci budov dle principů trvale udržitelné výstavby. 1. vyd. Národní stavební centrum, 2012, 79 s. ISBN 978-80-87665-24-4

PUŠKÁR, A. Okna, dveře, prosklené stěny. 1. čes. vyd. Bratislava: Jaga group, 2003, 255 s. ISBN 80-889-0547-8

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Roman Sloup, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra lesnické a dřevařské ekonomiky

Elektronicky schváleno dne 3. 5. 2016

doc. Ing. Václav Kupčák, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2017

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 28. 02. 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Komparace životního cyklu vybraných stavebních výplní na bázi dřeva, vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Praze, dne 18. 4. 2017

.....

Poděkování

Děkuji panu doc. Ing. Romanu Sloupovi, Ph.D. za vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat firmě Agát s.r.o. za vypracování cenových nabídek a poskytnutí firemních materiálů.

Abstrakt

Cílem diplomové práce je komparace stavebních výplní na bázi dřeva. Pro komparaci stavebních výplní je zvolen modelový dům, u kterého je zkoumán vliv jednotlivých profilových řad a druhů zasklení oken na jeho energetickou náročnost. Výpočty energetické náročnosti byly provedeny v programu ENERGIE 2015 LT. Byly vypočítány náklady spojené s údržbou oken po dobu jejich životnosti, a to ve dvou variantách. V jedné variantě provádí údržbu uživatel domu každoročně a ve druhé variantě je údržba provedena specializovanou firmou v polovině životnosti oken. Do celkové komparace oken jsou započítány pořizovací náklady oken, náklady na údržbu oken a celková energetická náročnost modelového domu.

Nejvýhodnější profilovou řadou oken pro modelový dům vytápěný tepelným čerpadlem jsou okna IV92 s izolačním trojsklem. Dřevohliníková okna nejsou z finančního hlediska nejvýhodnější investicí a to díky vyšším pořizovacím nákladům. Velký vliv na výsledky má zdroj tepla. U modelového domu s tepelným čerpadlem není tak výhodná investice do lepších oken, jako například u modelového domu s elektrokotlem. Z výsledků je také patrné, že okna s izolačními dvojskly nejsou výhodnou investicí a to nejen z finančního hlediska. Toto tvrzení platí o to více, čím jsou vyšší náklady spojené s vytápěním.

Klíčová slova: dřevěná okna, energetická náročnost, ekonomika, stavební výplně, tepelně-izolační vlastnosti

Abstract

The aim of this thesis is comparison of construction fillers based on wood. For comparison of construction fillers is chosen model house in which it examined the influence of particular profile series and types of glazing on its energy intensity. Calculations of energy demands were made in the program ENERGY LT 2015. The cost of maintenance windows were calculated in two variants for their lifetime. In one variation is the user of house doing maintenance the windows every year by himself and the second variant is the maintenance doing by a specialized company in the mid-life of windows. The overall comparison of the windows are counted the cost of windows, windows maintenance costs and total energy demand of model house.

The most budget-wise profile of windows for model house with heat pump heating is IV92 windows with triple glazing. Alu-Wood windows are not the best investment in financial terms. It is because their acquisition costs are higher. Big influence on the results has a heat source. In the model house with a heat pump is not as advantageous investments to a better windows, such as in the model house with electric boiler. The results also shows that double-glazed windows are not a good investment, not only in financial terms. This statement is more hold true when the heating costs are higher.

Key words: Timber windows, energy performance, economy, construction fillers, thermal insulation properties

Obsah

Úvod.....	10
1. Cíle práce	11
2. Literární rešerše	12
2.1. Co je to okno.....	12
2.2. Funkce oken.....	12
2.3. Rozdělení oken	12
2.3.1. Dle materiálu.....	12
2.3.2. Podle způsobu otevírání.....	18
2.3.3. Podle konstrukčního uspořádání ráků.....	19
2.4. Dřevěná okna a jejich vývoj	19
2.5. Komponenty okna.....	21
2.5.1. Dřevo	21
2.5.2. Sklo	21
2.5.3. Kování.....	22
2.5.4. Povrchová úprava	23
2.6. Faktory ovlivňující životnost oken	24
2.6.1. Návrh domu a oken.....	24
2.6.2. Výroba okna.....	25
2.6.3. Montáž oken a parapetů	27
2.6.4. Péče o povrchovou úpravu.....	29
2.6.5. Vlhkost a poškození vzniklé z vlhkosti	30
3. Metodika	32
4. Výsledky	33
4.1. Modelový dům.....	33
4.1.1. Základní popis zóny.....	34

4.1.2.	Zdroj tepla na vytápění v zóně.....	35
4.2.	Výpočet energetické náročnosti modelového domu.....	36
4.2.1.	Okrajové podmínky výpočtu	36
4.2.2.	Měrný tepelný tok.....	36
4.2.3.	Solární zisky stavebními konstrukcemi	42
4.2.4.	Potřeba tepla na vytápění po měsících.....	43
4.2.5.	Rozdělení měrných tepelných toků.....	44
4.2.6.	Celková energie dodaná do budovy.....	46
4.2.7.	Stanovení ročních nákladů na dodanou energii	47
4.3.	Komparace oken	49
4.3.1.	Komparace oken dle pořizovacích nákladů	49
4.3.2.	Komparace oken dle spotřeby energií	49
4.3.3.	Komparace oken dle nákladů na údržbu.....	51
4.4.	Komparace investic.....	52
5.	Diskuze	58
6.	Závěr	60
	Seznam použité literatury:	62
	Seznam tabulek.....	66
	Seznam grafů	67
	Seznam obrázků.....	67
	Seznam příloh	68
	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	69

Úvod

Okna jsou důležitou součástí každé stavby a vytvářejí její celkový architektonický vzhled. Tím, že jsou okna součástí konstrukce budovy, je velmi důležité vybrat to nejvhodnější okno, neboť jejich výměna je vždy náročnější než výměna kuchyňských spotřebičů či nábytku. Současný trh s okny nabízí okna vyrobená z různých druhů materiálů a jejich kombinaci. Všechny materiály se vyrábí v nepřehledném množství profilů. Je velmi těžké vybrat ten správný profil a materiál okna, neboť právě tento výběr je podstatný pro jejich životnost a vlastnosti, které značně ovlivňují energetickou náročnost domu, protože okny uniká okolo 30 až 40% tepla.



Obrázek č. 1: Celkový únik tepla z domu (převzato z [1])

Dalším faktorem, který nám ovlivňuje životnost a tepelně-izolační vlastnosti oken je jejich montáž, dispozice a návrh domu. Špatně provedená montáž oken může snížit životnost oken pouze i na několik let. Naopak správně provedená montáž nám zajistí nejen velmi dlouhou životnost oken, ale dokáže i zlepšit tepelně-izolační vlastnosti a zvýšit solární zisky a tím snížit celkové náklady na vytápění domu. Nesmíme zapomenat i na to, že každý materiál vyžaduje jinou péči. Například dřevěná okna vyžadují nejlépe 2x ročně ošetření laku z venkovní strany, naopak o povrch dřevohliníkových oken se nemusíme starat vůbec a i po dvaceti letech budou vypadat pořád stejně jako nová.

Všechny tyto aspekty bychom měli brát v potaz při výběru oken, a ne vždy platí, že okno s nejnižší pořizovací cenou je na konci své životnosti finančně nejvýhodnějším oknem.

1. Cíle práce

Cílem diplomové práce je komparace stavebních výplní na bázi dřeva, jejichž výsledkem bude výběr ekonomicky nejvhodnějších oken pro zvolený modelový dům. Okna budou porovnávána dle jejich tepelně-izolačních vlastností, solárních zisků a bude zkoumáno, jak právě tyto hodnoty ovlivňují celkovou energetickou náročnost modelového domu a tím i náklady na provoz domu. Okna budou dále porovnávána dle nákladů spojených s jejich údržbou po dobu jejich předpokládané životnosti. Při komparaci bude zohledněna i jejich pořizovací cena. Ke komparaci budou vybrána dřevěná a dřevohliníková okna s izolačním dvojsklem, trojsklem a s izolačním trojsklem se zvýšenými solárními zisky.

2. Literární rešerše

2.1. Co je to okno

Okna jsou výrobky sloužící pro vyplnění stavebních otvorů. Na tyto výrobky platí požadavky uvedené v českých a evropských normách. Tyto normy stanovují závazné vlastnosti, jejichž úroveň musí výrobce prokázat dříve, než uvede výrobek na společný trh Evropské unie. Harmonizovaná norma nazývá tyto vlastnosti mandátovými a současně v příloze stanovuje způsob prokazování těchto vlastností. [2]

2.2. Funkce oken

Primární funkcí oken je propojení vnitřních prostor s venkovním prostředím, přičemž musí chránit vnitřní prostor před negativními vlivy venkovního prostředí. Těmito negativními vlivy jsou abiotické a biotické faktory. Zejména však okna chrání před chladem, teplem, deštěm a hlukem.

Dalším významnou funkcí oken je přívod čerstvého vzduchu a denního světla do budovy. Plněním těchto funkcí zajišťují základní hygienické, fyziologické a psychologické potřeby pro život v budovách. Plněním všech těchto funkcí jsou na okna kladeny velmi specifické požadavky a díky těmto požadavkům se okna stávají nejslabším článkem obvodového pláště budovy. [3]

Významnou funkcí oken je spolupodílení se na celkovém architektonickém vjemu budovy či domu. Tím, že okna lze vyrobit v různých velikostech, tvarech, členění a z různých materiálů, je tento vliv na design celé budovy významný. [4]

2.3. Rozdělení oken

Základní rozdělení oken je dle materiálu, ze kterých jsou vyrobena. Dále se okna dělí dle způsobu otevírání a dle konstrukce rámu. [5]

2.3.1. Dle materiálu

Okna lze rozdělit dle základního materiálu konstrukce okna. Na výrobu základní konstrukce – profilu oken se nejčastěji používá plast. Je to díky dobrému poměru cena/kvalita. Dalším hojně používaným materiálem je dřevo. Dřevo je nejdéle používaným materiálem ve stavebnictví, stává se tak nejvíce prověřeným materiálem na výrobu

okenního profilu. Třetím materiálem je hliník, který je velmi oblíbený díky svým schopnostem odolávat klimatickým vlivům.

2.3.1.1. Dřevěná okna

Dřevo je stále nejvhodnějším materiálem na výrobu oken. Okna vyrobená ze dřeva mají výborné vlastnosti, které jsou prověřeny staletími.

Hlavními přednostmi dřevěných oken jsou výborné tepelně-izolační schopnosti, které se nemění po celou dobu životnosti okna. Další významnou výhodou je jejich velmi dlouhá životnost. Důkazem tomu jsou okna na zámcích, která jsou stará více jak staletí a s drobnými opravami stále plní své základní funkce.

Dřevěná okna nejsou téměř limitována tvarem ani rozměrem, tak jako plastová okna. Při navrhování složitých tvarů či velkých rozměrů jsou limitem jednotlivé komponenty okna, především kování či sklo. Tvarová stálost okna je zajištěna tím, že se na výrobu dřevěných oken používá vícevrstvá lepená lamela. Navíc dřevo má velmi malou tepelnou roztažlivost. Dřevěná okna lze i velmi individualizovat dle přání zákazníka či památkového ústavu. Tuto možnost nenabízí žádný jiný materiál.

Mezi další výhody dřevěných oken se řadí poměrně snadná oprava povrchové úpravy okna. Ať už se jedná o poškození od krup či od domácích mazlíčků.

Z globálního hlediska je dřevo tím nejvhodnějším materiálem na výrobu oken. Je to dáno tím, že při výrobě základního materiálu okna se neprodukuje žádné škodlivé látky. Naopak růstem stromů je atmosféra zbavovaná uhlíku prostřednictvím fotosyntézy tak, že stromy vážou CO₂ a uhlík je uskládán do jejich biomasy. Uhlík je opět při rozkladu dřeva uvolňován zpět do atmosféry. Tím, že vytěžená plocha je znovu zalesněna, dojde k opakování celého cyklu a dojde k rovnováze. Je také nutno zmínit, že při samotné výrobě oken, je spotřebováno nejméně energií. [6]

Největší nevýhodou dřevěných oken je jejich vyšší pořizovací cena oproti plastovým oknům. Samozřejmě tento rozdíl je nejvíce patrný při srovnání nejlevnějšího plastového okna a nejlevnějšího dřevěného okna.

Další významnou nevýhodou dřevěných oken je péče o povrchovou úpravu, kterou je nutné ošetřovat 2x ročně.



Obrázek č. 2: Dřevěné okno (převzato z [6])

2.3.1.2. Plastová okna

Plastová okna jsou nejprodávanějšími okny a jejich podíl na trhu je odhadován okolo 60 %. Tohoto čísla dosahují zejména díky nízké pořizovací ceně ve srovnání s okny z jiných materiálů. Oproti dřevěným oknům mají výrazně nižší nároky na údržbu povrchové úpravy, neplatí však, že jejich povrchová úprava je věčná. Povrchu plastových oken škodí stejně, tak jako dřevěným oknům, sluneční záření. Především UV záření narušuje povrch oken tak, že se na něm vytváří již po několika letech mikropraskliny. Další nevýhodou plastových oken je jejich tepelná roztažlivost, která se projevuje zejména v letních měsících. U nekvalitních konstrukcí může docházet k tak velké deformaci okna, že okno nepůjde vlivem tepelné roztažnosti zavřít. Velký pozor se musí dávat i při montáži plastových oken, kdy se okna musí montovat tak, aby nedocházelo k narušení jednotlivých komor v plastovém profilu okna. Při narušení jednotlivých komor dochází k degradaci celého okna. Mezi nevýhody se řadí i nízká pevnost a tuhost, která je ovšem vyřešena výztuhou. Nejčastěji je tato výztuha vyrobena z oceli. [7]

Plastová okna se vyrábí z polyvinylchloridu – PVC. I přesto, že se jedná o jeden z nejdéle používaných plastů, tak může mít negativní vliv na lidské zdraví, neboť se nedá zcela zabránit únikům chlórů z tohoto materiálu.

Samotný vzhled plastových oken nelze brát jako výhodu či nevýhodu, neboť se jedná o čistě subjektivní názor, ale imitace je a vždy bude jenom imitace. Nesmí se ani zapomínat na to, že když plastová okna budou osazena do dřevěné fasády, tak dřevěná fasáda bude přirozeně stárnout, zatímco plastové okno bude stárnout rozdílně a rozdíl mezi dřevem a jeho imitací bude za řadu let ještě markantnější.

Největším problémem plastových oken z globálního hlediska je samotný materiál PVC. Již při samotné výrobě plastových profilů je poškozováno životní prostředí a doposud není zcela vyřešena ekologická likvidace současných plastových oken, neboť není vybudována dostatečná kapacita pro jejich recyklaci. [8]



Obrázek č. 3: Plastové okno (převzato z [9])

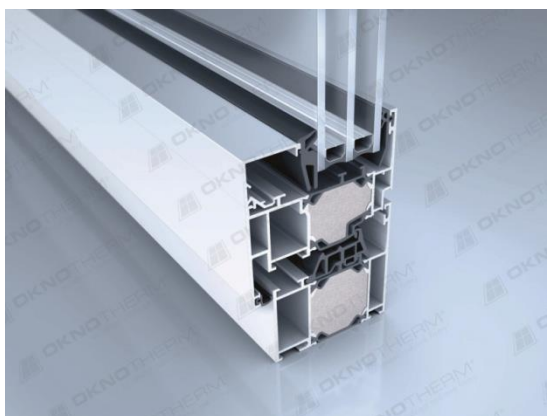
2.3.1.3. Hliníková okna

Hliníková okna jsou díky vlastnosti hliníku velmi odolná a nedochází ani k tvarovým deformacím, takže křídlo dosedá přesně tam, kam má na rám okna a dochází vždy k dokonalému utěsnění okna. Nevýhodou hliníku je jeho velká tepelná vodivost, proto se profil rámu musí volit vždy s přerušenými tepelnými mosty, aby nedocházelo v zimních měsících k promrzání. Tyto tepelné mosty se většinou dělají z polyamidu vyztuženého sklolaminátovými vlákny.

Největší výhodou hliníkových oken je schopnost odolávat povětrnostním vlivům a díky tomu se stávají téměř bezúdržbovými. Jejich další výhodou je velmi dobrá těsnost oken. Největší problém hliníkových oken je délková roztažlivost a tepelná vodivost hliníku, čímž se stává nepříjemným na dotek. Na délkovou roztažlivost je nutno myslet při navrhování provedení špalety oken.

Hliníková okna jsou velmi estetická a mají moderní vzhled, ale i přes tyto všechny klady se příliš nepoužívají do rodinných domů. Je to zejména kvůli jejich chladnému vzhledu z interiéru. Naopak jsou velmi oblíbená v průmyslových stavbách nebo v komerčních budovách a to především pro jejich dlouhou a téměř bezúdržbovou životnost.

Z globálního hlediska je samotná výroba hliníkových oken nejméně ekologická. Je to způsobeno nejvyšší energetickou náročností při výrobě, která je 30x větší než v případě umělé hmoty a zhruba 100x větší než u dřevěných konstrukcí. Toto však platí při výrobě prvotního hliníku. Při výrobě hliníku recyklačním procesem je zapotřebí pouze 5-10% energie. [8]



Obrázek č. 4: Hliníkové okno (převzato [10])

2.3.1.4. Kombinovaná okna

Tím, že všechny výše zmíněné materiály na výrobu oken mají různé nevýhody, vznikla kombinovaná okna. Jedná se buď o kombinaci dřeva s hliníkem nebo plastu s hliníkem. V obou případech se hliník dává na venkovní stranu a to díky jeho vlastnostem odolávat povětrnostním vlivům, zejména slunečnímu záření.

Kombinovaná okna mají asi jedinou nevýhodu, a to je jejich výrazně vyšší pořizovací cena, oproti oknům z jednoho materiálu.

2.3.1.4.1. Dřevohliníková

Dřevohliníkové okno je složeno z kombinace dvou materiálů, ze kterých využívá jejich nejlepší vlastnosti. Jedná se o kombinaci dřeva a hliníku. Z interiérové strany je dřevo,

které tvoří základ konstrukce okna a z exteriérové strany je hliník, který poskytuje oknu dokonalou ochranu před klimatickými vlivy. Díky tomu se okno stává téměř bezúdržbové a přitom je velmi estetické. Povrchová úprava dřeva může být v libovolném barevném odstínu, kde se můžou použít i vosky či oleje. Okno tím dostane velmi příjemný a teplý vzhled z interiérové strany.

Profil dřevohliníkového okna je velmi subtilní a je na výběr z řady profilů. Nejoblíbenějším profilem je profil nazývaný integrál, který působí velmi moderním minimalistickým vzhledem. Další profily jsou více rustikální nebo mají podobný vzhled jako dřevěná okna.

Hliníkové opláštění může mít rohové spojení na pokos pomocí speciálních spojek, kde spoj je přiznaný. Tento spoj se dělá až po povrchové úpravě. Výhodou je možnost výroby větších rozměrů. Druhým typem rohového spojení je pomocí svařování a povrchová úprava se provádí až po spojení, čímž je docíleno celistvého spoje a spoj není patrný. Tím, že povrchová úprava se provádí pomocí práškové barvy, která se po nanesení musí zapéct v peci, je rozměr pece limitem pro velikost hliníkové části okna. Z tohoto důvodu je u nadrozměrných oken spoj vždy viditelný.

Jedinou nevýhodou dřevohliníkového okna je jeho výrazně vyšší pořizovací cena oproti oknům z jiných materiálů. Cena dřevohliníkového okna je vyšší zhruba o 50 % než dřevěného eurookna. Toto je hlavní důvod, proč má okno tak malý podíl na trhu s okny. Prodej dřevohliníkových oken se ale každým rokem zvětšuje.



Obrázek č. 5: Dřevohliníkové okno
MIRA SPREE (převzato [11])



Obrázek č. 6: Dřevohliníkové okno
INTEGRAL (převzato z [11])

2.3.1.4.2. Plastohliníková

Plastohliníkové okno je vyrobeno z kombinace plastu a hliníku. Základem okna je upravený plastový profil. Tento profil je upraven tak, aby bylo možné na něj nasadit ALU-klipy.

Hlavní výhodou plastohliníkových oken oproti plastovým oknům je ochrana plastového profilu před UV zářením a zahříváním celého okna. Hliník z velké části toto teplo absorbuje a okno tím pak netrpí tolik deformacemi či kroucením. Další výhodou je barevná stálost okna a jeho celkový vzhled.

Nevýhodou tohoto okna je vyšší pořizovací cena oproti plastovému oknu.



Obrázek č. 7: Plastohliníkové okno (převzato z [12])

2.3.2. Podle způsobu otevírání

Okna lze dále rozdělit podle způsobu otevírání. Nejpoužívanějším způsobem otevírání eurooken je otevíravě – sklopné. Toto otevírání má zkratku OS. Dělí se vždy na pravé a levé, vždy z pohledu na panty z vnitřní strany. Tento typ otevírání umožňuje okno nejen otevřít, ale i sklopit do ventilační polohy. Ventilační polohy se zejména využívá při letním větrání, kdy je okno sklopené několik centimetrů, ale zároveň je zajištěné proti neoprávněnému vniknutí. Pouze otevíravá okna se volí většinou jen v případech, kdy daný rozměr okna nelze okovat OS kování, zejména při velkých rozměrech. Ve střední Evropě se okna téměř vždy otvírají dovnitř, zatímco v Anglii nebo v Severní Americe se okna otvírají ven.

Další variantou je sklopné okno. Tento typ otvírky se zejména používá u podélných oken, které díky jejich poměru výšky a šířky nelze okovat OS kování. Okno se otevírá do interiéru. Podobnou variantou je okno výklopné. Křídlo se vyklápí do exteriéru.

Velmi specifickým otvíráním jsou výsuvná okna. Tento typ otvírání je velmi populární v Anglii, kde se okna pomocí závaží vysouvají nahoru. Tento systém s drobnými úpravami lze použít i na eurookna. Na tento systém má patent Švýcarská firma a je značně drahý.

Velmi populární otvírkou se stalo posuvné otvírání. Levnější variantou je posuvně sklopné okno. Nevýhodou posuvně-sklopné otvírky je práh okna. Druhým typem je zdvižně-posuvná otvírka. Velkou výhodou této otvírky je, že splňuje normu DIN 18025, takže je bezbariérová. Prah je vysoký pouze 5 mm. Nevýhodou posuvně – zdvižné otvírky je její cena. Obě otvírky se vždy skládají z pevného zasklení a křídla, kdy by křídlo mělo být vždy minimálně stejně široké nebo užší než pevné zaklení. Obě varianty umožňují větrání zabezpečené proti neoprávněnému vniknutí. [13]

Posledním typem otvírání jsou kyvná okna. Tyto okna byla velmi populární v druhé polovině 20. století, kde se hojně používala do panelových domů. Dnes se nejvíce používá pro střešní okna. Pro normální okna se již téměř nepoužívá.

2.3.3. Podle konstrukčního uspořádání rámu

Okna lze také dělit dle konstrukce rámu. Dělíme okna na jednoduchá, dvojitě zasklená a dvojitá okna. Nejpoužívanější konstrukcí je okno jednoduché, dnes známé jako eurookno. Dvojitá okna, rovněž okna nazývaná špaletová okna se dnes také používají. Lze vycházet spojením dvou jednoduchých oken pomocí pohledové špalety ze dřeva. Zdvojená okna mají dvě křídla navzájem spojená. Dnes se již až na výjimky nevyrobí.

2.4. Dřevěná okna a jejich vývoj

Dřevo je nejdéle používanou surovinou na základní konstrukci okna a tak se jejich konstrukce neustále vyvíjí dle kladených požadavků. V dnešní době je několik směrů, kterými se vydává konstrukce dřevěných oken. Jako první směr bychom mohli označit vývoj špaletového okna. Špaletová okna se především vyrábí do památkově chráněných budov nebo památkových zón, kde jsou vyměňovány za původní špaletová okna. Cílem

této výměny je, aby byl dodržen vizuální vzhled oken, ale zároveň byly dodrženy požadavky na tepelně-izolační vlastnosti a těsnosti oken. Špaletová okna se však dávají i do novostaveb, především do roubenek.

Dalším směrem je vznik takzvaného eurookna. Jedná se o dřevěné okno jednoduché. Okno bylo vyvinuto koncem 20 století, kde bylo cílem vyvinout dřevěné okno, které bude mít dobrý poměr cena/ kvalita. Eurookna jsou oproti špaletovým oknům levnější zhruba o 50 %. Eurookna byla vyvinuta tak, aby jejich výroba byla co nejvíce optimalizovaná a v současné době je snaha o co největší automatizaci výroby, která vede ke snižování mzdových nákladů. Nejdříve se eurookna vyráběla pouze ve stavební hloubce 68 mm. Postupem času si trh žádal okna s lepšími tepelně-izolačními vlastnostmi a byly vyvinuty profily o stavební hloubce 78 a 88 mm. V dnešní době většina výrobců pomalu upouští od profilu se stavební hloubkou 68 mm. Je to z toho důvodu, že v současné době je doporučený součinitel prostupu tepla celého okna $U_w \leq 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a tuto hodnotu okna se stavební hloubkou 68 mm nespĺňují. Standardní nabídkou jsou profily o stavební hloubce 78, 92 mm a dnes se stávají pomalu běžné i profily o stavební hloubce 112 mm. [14]

Tím, že začátkem 21. století došlo k významnému posunu ve stavebnictví a nízkoenergetické domy se spolu s pasivními domy staly velmi populární, tak se nároky na okna rapidně zvýšily. Řada výrobců na to reagovala úpravou zavedených profilů eurooken, které upravila tak, aby splňovaly požadavky projektantů. Tato úprava zejména spočívá v zúžení profilu, tak aby byl co nejsubtilnější a zvýšil se procentuální podíl skla, čímž okno dosahuje nejen lepších tepelně-izolačních vlastností, ale zvyšují se tak i solární zisky. Velmi často se do rámců oken vkládají materiály s lepšími izolačními vlastnostmi, než má dřevo. Používá se buď korek nebo purenit. Takto se upravuje hlavně spodní profil okna. Spodní profil oken je zúžen polodrážkami pro vnitřní a venkovní parapet a tím se stává nejslabším článkem celého okna. Okna do pasivních domů hodnotí Passive House Institut v německém Darmstadtu. Hodnotí nejen součinitel prostupu tepla rámem a oknem, ale také celkovou roční bilanci okna. Podle účinnosti pak dělí okna vhodná pro pasivní domy do třídy A až C. Nejlépe jsou hodnocena okna s nízkými rámy při zachování tepelně izolačních vlastností a s možností maximálního překrytí rámu tepelnou izolací. [15]

2.5. Komponenty okna

Okna se skládají z řady materiálů, které oknu dávají výsledné vlastnosti. Těmito základními materiály jsou dřevo, sklo, kování a povrchová úprava.

2.5.1. Dřevo

Dřevo tvoří základní konstrukci okna, která nese všechny ostatní komponenty okna. Pro výrobu dřevěných oken se používá eurohranol. Jedná se o vícevrstvé navzájem slepené lamely. Tyto lamely jsou dlouhé zhruba 30 cm a jsou spojeny pomocí cinkového spoje. Eurohranoly se rozdělují na napojované a nenapojované. U napojovaných eurohranolů je vždy na ploše vidět cinkový spoj. Oproti tomu nenapojované hranoly mají vždy vrchní vrstvy z průběžných lamel, kde není žádný spoj. Lepené hranoly zajistí tvarovou stálost dřeva a nedochází ke kroucení jednotlivých vlysů okna. Optimální vlhkost eurohranolů pro výrobu oken je 12 %.

Nejčastější dřevinou pro výrobu oken je smrk. Je to dáno jeho výborným poměrem cena/kvalita. Ano můžeme oponovat, že borovice je vhodnější dřevo na okna, tím že je to trvanlivější dřevo, ale v současné době je velmi problematické sehnat kvalitní borovicové řezivo, které by bylo vhodné na výrobu oken. Další vhodnou dřevinou je modřín. Ten je však výrazně dražší než smrk a při výrobě oken musí být použito jiné složení povrchové úpravy, respektive musí být použita speciální mezivrstva, čímž se navyšuje celková cena okna z modřínu. [16]

2.5.2. Sklo

Tím, že sklo tvoří okolo 70 % plochy okna, tak výrazným způsobem ovlivňuje jeho vlastnosti a to zejména prostup tepla. Z tohoto důvodu se u moderních oken používá výhradně izolační sklo. Izolační skla se skládají z jednotlivých tabulí skel, distančních rámečků, tmelu a plynu vyplňující prostor mezi tabulemi skel. Nejčastěji se jako plyn vyplňující meziskelní prostor používá argon. V případech, že je potřeba dosáhnout lepších tepelně-izolačních vlastností skla, použije se krypton.

U izolačních se skle hlavně hledí na tepelně-izolační vlastnosti, které jsou značené U_g . U izolačního dvojskla je $U_g = 1,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ a trojskla $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Tím, že skly lze získávat i sluneční energii, je důležitá i hodnota solárních faktorů značená g . Běžná

trojskla mají $g = 50 \%$. Tím že se v posledních letech klade důraz na co nejnižší energetickou náročnost budov, vznikla skla, která mají tento solární faktor větší, například sklo PLANITER LUX. Izolační trojsklo s tímto sklem má pak $g = 62 \%$, nevýhodou je snížená hodnota $U_g = 0,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Toto zasklení má význam použití pouze na jižních a západních fasádách budov. Je nutno zmínit, že je důležité myslet i na letní měsíce, kdy je teplo naopak na škodu a je naopak potřeba snížit solární zisky tak, aby se budova nepřehřívala. Nejlepším řešením, jak chránit budovu před slunečními paprsky, jsou předokenní žaluzie. [17]

Nezanedbatelný vliv na celkové tepelně-izolační vlastnosti okna má distanční rámeček. Tento rámeček ovlivňuje jak celkovou U_w hodnotu okna, tak i povrchovou teplotu skel na okrajích, čímž výrazným způsobem snižuje případný výskyt kondenzátu na okně. V tabulce č.1 je patrné, jak distanční rámečky ovlivňují celkové tepelně-izolační vlastnosti. [18]

Tabulka č. 1 Vliv distančního rámečku na U_w (převzato z [18])

Hodnota Psi rámečku [W/mK]	0,089	0,054	0,037	0,029
okno U_w 1-křídlo [W/m ² K]	1,10	1,02	0,97	0,95
okno U_w 2-křídlo [W/m ² K]	1,26	1,13	1,07	1,04
Minimální povrchová teplota [°C]	6,7	9,9	11,3	12,0

2.5.3. Kování

Pod pojmem okenní kování rozumíme všechny prvky okna, kterými se zabezpečuje jeho kompletní konstrukce otevírání, zavírání a manipulace při jeho užívání. Okenní závěsy jsou částkové konstrukční prvky kování, jimiž se přenášejí síly z okenního křídla do okenního rámu. Jsou to síly vyvolané vlastní hmotností okenního křídla jako celku a bodové zatížení vertikální silou způsobenou občasným provozním zatížením okna. [3]

Moderní okna jsou osazena kováním, které umožňuje okno otevírat, sklopit do ventilační polohy a umožňuje spárové větrání. Toto spárové větrání se nepovažuje za vhodné větrání v zimních měsících, neboť při jeho používání může docházet ke kondenzaci vodních par ve falci okna a následně k poškozením viz kapitola 2.6.5.

U okenního kování rozlišujeme čtyři bezpečnostní třídy. Základní bezpečnostní třída je uzavřena pouze na jeden bod. Další bezpečnostní třídou je tříbodová základní bezpečnost,

kde, jak napovídá název, okno je uzavřeno na třech bodech. Poslední dvě třídy jsou se zvýšenou bezpečností a jsou nazvány RC1 a RC2, kde RC1 okno uzavírá na čtyři body a RC2 okno uzavírá na osm bodů. Třídy RC se řídí dle ČSN EN 1627. [19]

Pro dosažení lepší těsnosti oken lze použít skryté panty. Jedná se o panty, které jsou umístěné v kovací drážce křídla a falci rámu okna. Vyšší těsnosti dosahují tím, že první těsnění není nikde přerušené a dosedá tak na rám okna po celém svém obvodu. Další výhodou těchto pantů je celkově elegantnější vzhled okna, neboť panty nejsou viditelné při zavřeném oknu.

2.5.4. Povrchová úprava

Povrchová úprava je jednou z nejdůležitějších a zároveň technologicky nejsložitějších operací při výrobě dřevěných oken. I přesto, že okno bude mít výbornou konstrukci, budou dodrženy všechny výrobní postupy při profilaci, zakování, zasklívání a při kompletaci okna, ale nebude dodržena technologie povrchové úpravy nebo bude zvolen špatný systém povrchové úpravy, tak může dojít k poškození okna již za pár let užívání. Toto poškození může být natolik závažné, že okno přestane plnit hlavní funkce.

Je důležité zvolit správné složení povrchové úpravy dle dřeviny a dodržet technologické postupy při nanášení jednotlivých vrstev. Například u pórovitých dřevin je nutno použít mezivrstvu nazývanou plnič pórů, tak aby nedošlo k zalakování vzduchových bublin pod vrchní lak. Nepoužitím této vrstvy by došlo k tvorbě puchýřů a následnému poškození okna.

V současné době se pro okna vyrobená ze smrkového dřeva používá nejčastěji 4 vrstvý nátěrový systém. První vrstvou je impregnace, která chrání dřevo před hnilobami a zamodráním. Nejlépe by se měly ošetřit veškeré plochy jednotlivých dílců okna, a to před slepením tak, aby došlo k ochraně celého dílce včetně ploch ve spojích. Tato vrstva by se měla nejlépe nanášet flutováním nebo máčením. Druhou vrstvou je základní nátěr. Tato vrstva je konzervantem a zároveň tvoří spolu s vrchním lakem celkový barevný odstín u lazury. Další vrstvou se používá máčecí lak, který zvyšuje kvalitu celé povrchové úpravy. Poslední vrstvou je silnovrstvá lazura, která nám zajistí dokonalou ochranu okna. Nanáší se stříkáním a požadovaný nános by se měl pohybovat okolo 250–300 μm mokrého filmu. [20]

2.6. Faktory ovlivňující životnost oken

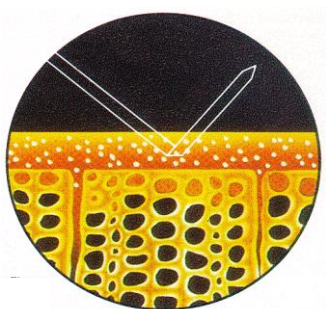
Okena na bázi dřeva mohou plnit svojí funkci desetiletí, ale při nedodržení technologických postupů při jejich výrobě, špatně zvoleného materiálu nebo špatně provedené montáže, či nedostatečné péči se životnost oken může snížit i na několik let. Největším škodlivým faktorem v životnosti oken je voda, a to jak v plynném skupenství tak i v kapalném. Dalším velkým škodlivým faktorem je sluneční záření, zejména UV záření. Před těmito faktory lze okna úspěšně chránit a to především správně provedenou montáží, péčí o povrchovou úpravu a správným užíváním domu.

2.6.1. Návrh domu a oken

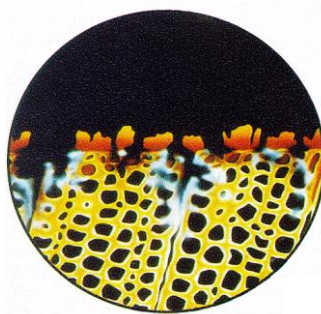
Životnost oken lze výrazným způsobem ovlivnit samotným návrhem domu a jeho expozicí vůči klimatickým vlivům. Dům může být situován tak, aby dopadající sluneční záření na povrch oken byl co nejmenší. Toto je však v rozporu se solárními zisky a požadavkem investorů. Mnohem důležitějším návrhem je navrhovat dům s dostatečným přesahem střechy. Tento přesah pak chrání povrchovou úpravu před klimatickými vlivy, ať už se jedná o déšť, kroupy či sluneční záření. Vhodným návrhem jsou předokenní žaluzie, které v letních měsících chrání nejen okna před slunečním zářením ale i dům před přehříváním. Rámy oken lze rovněž chránit překrytím fasádou.

Samotná konstrukce okna nejvíce ovlivňuje jeho vlastnosti i životnost. Profil okna by neměl mít žádné ostré hrany. Poloměr zaoblení hran by měl být minimálně 3 mm tak, aby byla zajištěna dostatečná a rovnoměrná vrstva laku na hraně a bylo zabráněno od fouknutí či odprýsknutí laku od hran. Všechny plochy, na kterých by se mohla držet voda, musí mít úhel sklonu minimálně 15°, tak aby byl zajištěn rychlý odtok srážkové vody z konstrukce okna. Je vhodné na nejexponovanějších místech použít ochranu laku v podobě hliníkových okapnic, a to na spodním vlysu rámu a křídla okna.

Životnost povrchové úpravy výrazně ovlivňuje samotná volba barvy. Všeobecně platí, že krycí barvy mají vyšší obsah pigmentů a tudíž poskytují větší ochranu dřeva před UV zářením, než lazury. U lazur má na životnost povrchové úpravy oken největší vliv barevný odstín, který ovlivňuje obsah pigmentů, které chrání dřevo před UV zářením. Na obrázku č. 8 je vidět dostatečně pigmentovaná vrstva laku chránící dřevo proti působení UV záření. Naopak na obrázku č. 9 je vidět poškození laku i samotného dřeva po působení UV záření při nedostatečně pigmentovaného laku. [21]



Obrázek č. 8: Dostatečně pigmentovaná vrstva laku
(převzato z [21])



Obrázek č. 9: Slabě pigmentovaná vrstva laku
(převzato z [21])

2.6.2. Výroba okna

Při mechanickém obrábění jednotlivých dílů oken je velmi důležité, aby byly všechny nástroje ostré a nebyly poškozené. Protože pouze ostrý nástroj nám zajistí dobře opracovaný dílec a nebude docházet k mechanickému poškození přechodu mezi jarním a letním dřevem. Zabrání se tak vzniku poměrně hlubokých prasklin. Vniká-li pak do prasklin vlhkost, má za následek pozdější výrazné vystoupenutí měkkých letokruhů. Vystouplé letokruhy způsobují pnutí v laku a vedou k mechanickému poškození vrstvy laku s následným odprýskáváním od podkladu. Dalším důvodem, proč používat ostré nástroje je ten, že ostré nástroje působí na obráběný dílec daleko menším tlakem a nedochází tak k drcení dřevních buněk. Rozdrcené buňky na povrchu dílce, pak hojně přijímají vodu z okolí, čímž se zvyšuje vlhkost dílce. Při základním broušení a mezibroušení povrchu dílců se musí používat kvalitní brusný papír, který zajistí odříznutí celého dřevěného vlákna bezzbytku. Pokud nedojde k odstranění celého vlákna z povrchu dílce, tak stojící vlákno bude fungovat jako knot – kapilární efekt, vedoucí vodu skrze lak samotnému podkladu a dojde tak k vytvoření podmínek pro oddělení

povrchové úpravy od vlhkého podkladu. Na obrázku č. 10 je vyobrazeno, jak vypadá kapilární efekt u kolmo stojícího vlákna. [21]



Obrázek č. 10 kapilární efekt (převzato z [21])

Samotnými technologickými postupy a metodami lze zvýšit ochranu oken a tím i prodloužit samotnou životnost oken. Mezi takovou metodu se řadí výroba oken dílcovou metodou. Výroba oken dílcovou metodou spočívá v tom, že nejprve jsou vyrobeny veškeré konstrukční spoje na jednotlivých dílcích, včetně profilace a veškerého frézování. Teprve po těchto opracováních jsou jednotlivé dílce ošetřeny impregnací tak, že jsou ošetřeny všechny plochy dílce, a to i ty plochy, které budou ve spoji. Po ošetření impregnací dojde ke slepení jednotlivých dílců. Pro lepení se musí používat vodovzdorné lepidlo. Při lepení by se mělo dbát na dostatečné prolepení všech spojů. Přebytné lepidlo se musí ihned odstranit. Tyto spoje – V-spáry by se měly ošetřit speciálními přípravky, jako je například Indulone Fugenfüller od firmy Remmers, který zajistí perfektní těsnost V-spáry a zabrání tak vnikání vlhkosti do konstrukce okna, tak jak je to vyobrazeno na obrázku č. 12. Na obrázku č. 11 je znázorněno vnikání vlhkosti do konstrukce okna, kde nedošlo k dostatečnému prolepení spoje a ani V-spára nebyla dostatečně ošetřena. Následkem vnikání vlhkosti do konstrukce je poškození okna v podobě odprýskávání laku. Při lepení příček, poutců či sloupků se nesmí spoj zpevňovat pomocí vrutů či hřebíků, neboť by docházelo kolem těchto spojovacích materiálů ke vnikání vlhkosti do konstrukce okna. Navíc tyto spojovací materiály by zhoršovaly tepelně-izolační vlastnosti okna.

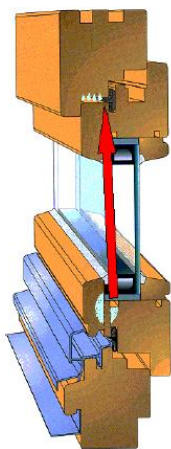


Obrázek č. 11 Vnikání vlhkosti do konstrukce V-spárou (převzato z [21])

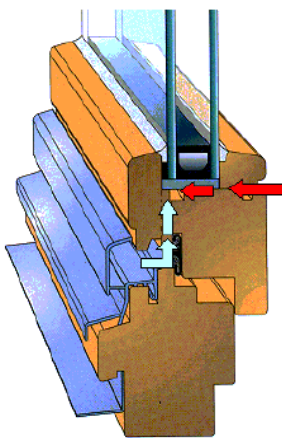


Obrázek č. 12 Správně ošetřená V-spára (převzato z [21])

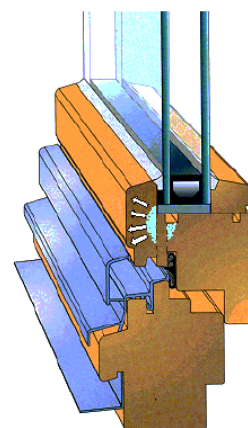
Zvyšováním nároků na okna v důsledku zvyšování těsnosti domů, musí být i okna těsnějšími, a to lze docílit nejen vhodnou konstrukcí, ale i vhodnými technologickými postupy. Mezi vhodné ba naopak nutné technologické postupy se dnes řadí „podsilikónování zasklívací lišty“. Okenní křídlo má v sobě integrované odtokové kanálky na chladné části vlysu oken, které umožňují odtok případného vzniklého kondenzátu z vnitřního profilu křídla. Tím, že budovy jsou často přetlakové, tak pokud zasklívací lišta není podsilikónovaná, tak se dostává teplý vlhký vzduch do vnitřního prostoru křídla, kde při kontaktu s chladnou stranou skla dochází ke kondenzaci vody. Tato voda, pokud neodteče odtokovými kanálky, je absorbována dřevem, které vede k poškození viz kapitola 2.6.5 nebo se při zahřátí skla stává znovu plynnou a stoupá vně křídla okna nahoru, kde opouští křídlo odtokovými kanálky a naráží na chladný rám okna a kování, kde posléze kondenzuje. Celé proudění vlhkosti v křídle okna je patrné z obrázků č. 13–15. Celému tomuto jevu lze zabránit právě podsilikónováním lišt, nebo vkládání těsnění do prostoru mezi lištou a křídlem, tak aby se tento prosto perfektně utěsnil.



Obrázek č. 15 Vznik kondenzátu na horním falci okna (převzato z [21])



Obrázek č. 13 Pohyb vzduchu (převzato z [21])



Obrázek č. 14 Putování vlhkosti (převzato z [21])

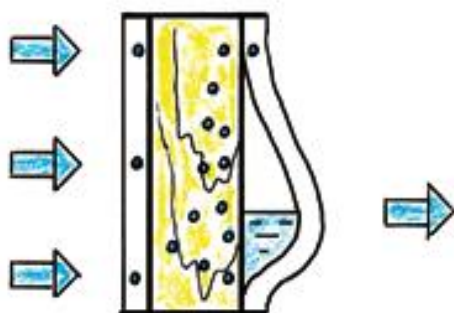
2.6.3. Montáž oken a parapetů

Škody na dřevěných oknech mohou vznikat při samotné montáži, v průběhu stavby tak i chybně zabudovanými okny.

Nejčastějším poškozením oken při montáži jsou drobné oděrky. Tyto oděrky jsou snadno opravitelné. Je velmi důležité je opravit. Daleko rozsáhlejší a závažnější poškození vzniká při montáži oken do novostaveb, kde jsou okna vystavována vysoké vlhkosti, která je

způsobená stavebními procesy. Je to zejména v chladných měsících, kdy nedochází k dostatečnému odvětrání staveb a vlhkost kondenzuje na oknech, kde poškozuje lak oken. Tato voda dále vniká do samotné konstrukce okna, škody se projevují porušení V-spáry, lak ztrácí přilnavost k podkladu a při případném odstraňování ochranných lepicích pásek se odlupuje laková vrstva spolu s páskou. [21]

Při montáži oken je velmi nutné dbát na osazení oken, tak aby nedošlo k poškození provrstvení v oblastech stavebních připojení, kde to v nepříznivých případech může vést k lokálním průnikům vlhkosti do dílců okna a následné tvorbě vodových puchýřů. Vznik vodního puchýře je vyobrazena na obrázku č. 16. Na obrázku č. 17 je vodový puchýř vzniklý z chyby při zabudování.



Obrázek č. 16 Tvorba vodního puchýře (převzato z [21])



Obrázek č. 17 Vodový puchýř na rámu (převzato z [21])

Velmi často se stává, že se okna zabudují do hrubé stavby a připojovací spára se začistí pomocí montážní pěny a fasáda se dodělá až za několik měsíců. Tím, že na montážní pěnu působí povětrnostní vlivy po takto dlouhou dobu, dochází k její degradaci. Stává se správnou a i její tepelně-izolační vlastnosti se zhoršují. K poškození oken dochází v případě, že montážní pěna zvyšuje svou vlhkost, kterou posléze absorbují okna, čímž může docházet k poškození viz kapitola 2.5.5. K tomuto poškození může docházet i při nepoužití parotěsných pásek, kdy se do připojovací spáry dostává z interiérové strany vlhkost skrz pouze omítnutou připojovací spáru a následně tam kondenzuje. Vlhká montážní pěna se také stává tepelným mostem a může docházet k tvorbě plísní a promrzání špalet, které vede ke zvýšení celkových nákladů na vytápění. [22]

Exteriérový parapet musí být namontovaný dle normy ČSN 73 3610, kde norma říká, že parapet musí mít minimální sklon 3° od okna tak, aby dostatečně odváděl vodu. V žádném

případě nesmí mít sklon menší, ba naopak větší sklon není na škodu. Nejčastěji se používá sklon parapetu okolo 6°. [23]

2.6.4. Péče o povrchovou úpravu

Na povrchovou úpravu oken působí řada vlivů, ať už to jsou atmosférické vlivy (sluneční záření, teplota a její změny, vlhkost, prach či emise), mechanické vlivy (rozměrové změny dřeva, kroupy, neodborná montáž či působení živočichů), chemické vlivy (stavební hmoty, kyselé deště či doprovodné látky, jako jsou pryskyřice, třísloviny a oleje) a biologické vlivy (plísně, houby, mech či hmyz). [21]

Tím, že na povrchovou úpravu působí všechny vlivy, viz text výše, je zapotřebí věnovat péči povrchové úpravě v podobě průběžné a pravidelné kontrole a ošetření samotného povrchu pomocí udržovací sady, která by se měla nanášet 2x ročně a to zejména na exponovaných místech. Udržovací sada se skládá ze dvou přípravků. První přípravek slouží k očištění povrchu, kterým se nejdříve povrch okna očistí a připraví k nanesení druhého přípravku – balzámu. Nanesený balzám uzavře případné vzniklé mikrotrhliny a drobné poškození vrchního laku. Dále dojde k částečnému nanesení laku. Jeho úbytek laku je zejména způsoben UV zářením. Na obrázku č. 18 je vyobrazeno poškození laku způsobené mechanickým poškozením, kde poškozený lak nebyl ošetřen pomocí udržovací sady a postupem času dochází k zamodrání a postupné destrukci celého okna. Obrázek č. 19 vyobrazuje stejné poškození laku jako obrázek č. 18 s tím rozdílem, že došlo k ošetření poškozeného laku udržovací sadou. Je zcela patrné, že nedošlo k zamodrání dřeva, povrch laku se zacelil a nedochází k dalším poškozením oken. [20]



Obrázek č. 18 Bez použití udržovací sady
(převzato z [21])



Obrázek č. 19 Po ošetření udržovací sadou
(převzato z [21])

2.6.5. Vlhkost a poškození vzniklé z vlhkosti

Jednou z nejčastějších příčin poškození povrchové úpravy oken je silné kolísání vlhkosti ve dřevě. Toto kolísání vlhkosti ve dřevě je způsobeno tím, že dřevo je hygroskopický materiál. Čili přijímá vzdušnou vlhkost. Aby nedocházelo k poškozování oken vzdušnou vlhkostí, tak vlhkost nesmí dlouhodobě překračovat hodnotu 60 %. Dalo by se říci, že vlhkost v domě byla dřív automatiky regulována celkovou netěsností obvodového pláště budovy, kdy teplému vlhkému vzduchu nic nebránilo opustit dům. Tím, že se dnes domy perfektně utěšňují i samotná okna jsou velmi těsná, tak nedochází k žádné výměně vzduchu netěsností obvodového pláště, proto je nutno buď pravidelně a správně větrat nebo mít řízenou výměnu vzduchu. Elektronicky řízená výměna vzduchu musí být však správně nastavená tak, aby docházelo skutečně k výměně vydýchaného a vlhkého vzduchu, nikoliv pouze k jeho ohřevu. Často se stává, že z úsporných důvodů není dodáno vlhkostní čidlo či čidlo CO₂ a nastavení vzduchotechniky je pouze na uživateli.

Povrchová úprava okna je navržena tak, aby odolávala změnám vlhkosti dřeva. Je totiž elastická a paropropustná. Ale při příliš vysoké vlhkosti dřeva dochází k narušování přilnavosti nebo dokonce k její úplné ztrátě. Vlhkost v podkladu neutralizuje účinek chemických aktivních sil, ruší účinek elektrostatických polárních sil mezi částicemi laku a dřeva, vlhkost vlastně působí jako klasický dělicí prostředek. Za příznivých podmínek se přilnavost po opětovném vyschnutí dokonce i obnoví. Vady způsobené vlhkostí označujeme podle vzhledu a výrazu poruchové zóny jako plošné vady – odlupování v plátech nebo vady lokální – bubliny. Toto poškození oken je vždy větší v horních patrech. V přízemí můžou být okna téměř bez známky poškození. Je to způsobeno komínovým efektem, teplý vlhký vzduch jde vždy nahoru. [21]

Na obrázcích číslo 20 a 21 je vyobrazeno poškození laku v důsledku příliš vysoké dlouhodobé vlhkosti v domě. Na těchto oknech došlo k poškození vlhkostí nejen laku, ale i ke korozi okenního kování i přes to, že kování oken je antikorozní. Kování je vyobrazeno na obrázku č. 22. Dalším způsobeným poškozením je zničení vrutů, které spojují kování s rámem okna vyobrazeno na obrázku č. 23. Toto poškození je způsobeno bobtnáním a následným sesycháním dřeva. V tomto případě by mohlo dojít až k vylomení křídla. Všechny tyto fotografie byly pořízeny v dvoupatrovém domě opatřeném špatně nastavenou rekuperační jednotkou. Ta byla nastavena primárně k cirkulaci vzduchu a

jeho ohřevu a nedocházelo tak k téměř žádné výměně vzduchu, čímž byla příliš vysoká vlhkost v domě.



Obrázek č. 20 Počínající vlhkostní poškození lazury (převzato z [21])



Obrázek č. 21 Počínající vlhkostní poškození lazury (převzato z [21])



Obrázek č. 22 Poškození kování korozí



Obrázek č. 23 Zničení vrutů bobtnáním a sesycháním

Oprava takto poškozených oken je velmi náročná a drahá. Proto je v zájmu majitelů domů nepodceňovat výměnu vzduchu a relativní vzdušnou vlhkost v domě.

3. Metodika

Pro komparaci stavebních výplní na bázi dřeva byl zvolen modelový dům, u kterého se zkoumal vliv profilových řad oken s různými typy zasklení na celkovou energetickou náročnost modelového domu. Pro komparaci byla vybrána dřevěná okna v profilových variantách IV78 – dvojsklo a trojsklo, IV92 se standardním izolačním trojsklem a dvě varianty v kombinaci s izolačním trojsklem se zvýšenými solárními zisky. Dále byla vybrána dřevohliníková okna v profilové variantě AL78 s izolačním trojsklem a AL92 se standardním izolačním trojsklem a jednou variantou v kombinaci s izolačním trojsklem se zvýšenými solárními zisky nazvanou Solar II.. Všechny výpočty energetické náročnosti modelové domu byly provedeny obálkovou metodou jako jedna místnost v programu ENERGIE 2015 LT.

Byla provedena komparace oken dle ekonomické náročnosti na jejich údržbu po dobu jejich životnosti. Stanovily se čtyři modelové situace. První a třetí modelová situace simulovala každoroční údržbu prováděnou vlastníkem domu. Celková výše nákladů byla spočítána dle kvalifikovaného odhadu potřebného času na každoroční údržbu oken, který byl vynásoben hodinovou průměrnou mzdou v České republice. Výsledné roční náklady na údržbu byly vynásobené délkou životnosti oken. Údržba spočívá zejména v péči o exteriérovou stranu povrchové úpravy oken, dle doporučení výrobce nátěrového systému. Druhá a čtvrtá modelová situace simuluje situaci, kdy nedochází k běžné údržbě oken vůbec a je počítáno s renovací oken v polovině jejich životnosti. Na renovaci byla udělaná cenová nabídka od renomovaného výrobce oken, který má velké zkušenosti s opravou oken. Tato cenová nabídka byla vypracovaná na základě kvalifikovaného odhadu možného poškození oken. Životnost oken byla stanovena na 25 let, na základě udávané životnosti jednotlivých komponentů okna, kterou udávají jejich výrobci.

Celková komparace životního cyklu vybraných stavebních výplní byla provedena sečtením pořizovacích nákladů, nákladů na údržbu a nákladů za celkové dodané energie do modelového domu po stanovenou dobu životnosti oken. Jako základní investice byla zvolená profilová řada IV78 – 44 pro svoje nejnižší pořizovací náklady. Pro ostatní profilové řady byla počítána návratnost investice ze vzorce [24]:

$$\text{návratnos investice} = \left(\frac{\text{čistý zisk} - \text{počáteční investice}}{\text{počáteční investice}} \right) * 100$$

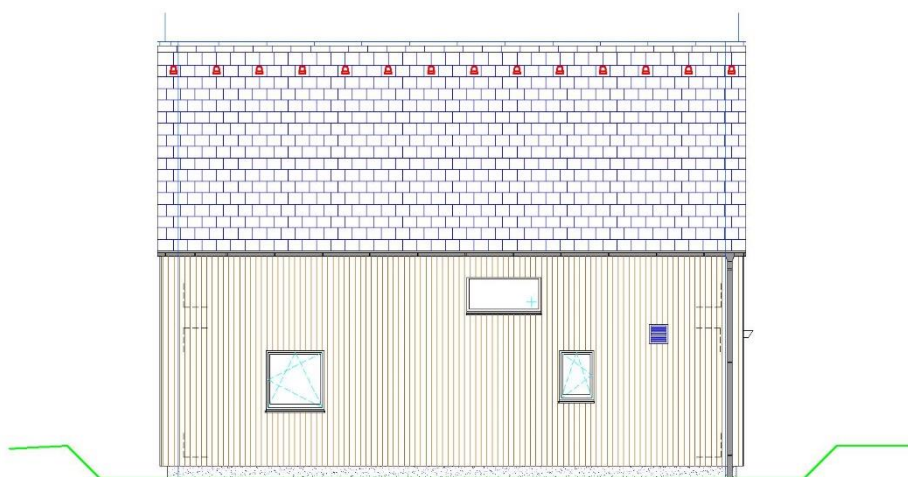
4. Výsledky

4.1. Modelový dům

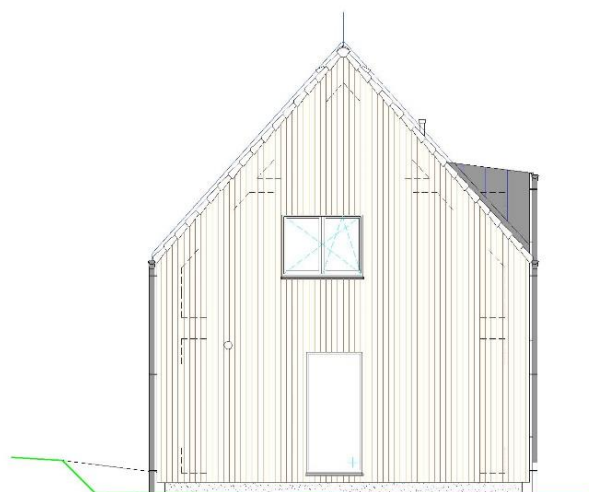
Jako modelový dům byla zvolena nízkoenergetická dvoupodlažní dřevostavba o jedné zóně. Na obrázcích č. 24 až 27 jsou pohledy na modelový dům.



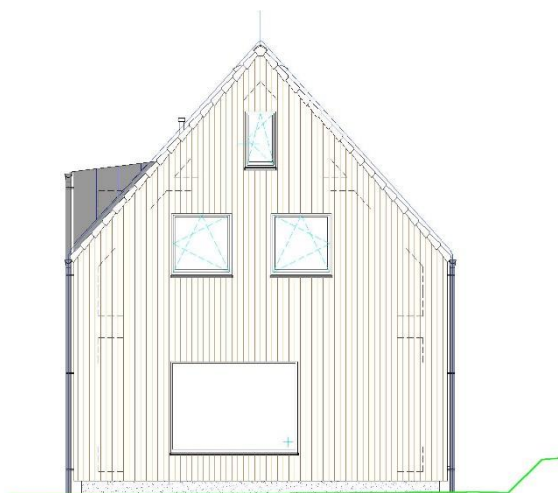
Obrázek č. 24 Západní pohled na modelový dům (převzato z [25])



Obrázek č. 25 Východní pohled na modelový dům (převzato z [25])



Obrázek č. 26 Severní pohled na modelový dům (převzato z [25])



Obrázek č. 27 Jižní pohled na modelový dům (převzato z [25])

4.1.1. Základní popis zóny

Zóna byla stanovena jako nová obytná budova s obsazeností zóny $40,0 \text{ m}^2/\text{osoba}$ a uvažovaný počet osob v zóně byl stanoven 3,7 osoby. Účinná vnitřní tepelná kapacita $110,0 \text{ kJ}/(\text{m}^2\text{K})$. Zóna je pouze vytápěná, není chlazená. Vytápění je nepřerušované s možností regulace otopné soustavy.

Celkový obestavěný objem zóny byl stanoven z vnějších rozměrů na $588,78 \text{ m}^3$, objem vzduchu v zóně tvoří z celkového objemu zóny 75 %. Návrhová vnitřní teplota během otopného období je stanovena na $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Celková energeticky vztažená plocha je $177,2 \text{ m}^2$. Celková podlahová plocha byla stanovena z celkových vnitřních rozměrů na $147,5 \text{ m}^2$.

Vnitřní zisky byly nastaveny dle TNI 730331 a to pro obytné prostory rodinných domů. Průměrné vnitřní zisky jsou 340 W odvozené z produkce tepla 1,5 + 3,0 W/m² (osoby + spotřebiče). Časový podíl produkce je stanoven na 70 + 20 % (osoby + spotřebiče). U spotřebičů jsou zohledněny jen zisky. Další vnitřní zisky jsou z osvětlení. Osvětlení bylo zadáno pro RD pro program NZÚ. Minimální přípustná osvětlenost je stanovena na 90,0 lx s měrným příkonem 0,05 W/(m².lx). Roční doba využitelnosti osvětlení je stanovena na 900 hodin ve dne a 600 hodin v noci s průměrnou účinností 15 %. [26]

4.1.2. Zdroj tepla na vytápění v zóně

Vytápění modelového domu je výhradně teplovzdušným vytápěním. Průměrná teplota přiváděného vzduchu do zóny byla stanovena na 40 °C. Účinnost sdílení tepla pro VZT 92% s 89% účinností distribuce tepla pro VZT. Zdrojem tepla pro první a druhou modelovou situaci je tepelné čerpadlo vzduch/ voda, typ čerpadla dle TNI 730331 – pohon elektřina. Příkon čerpadel na vytápění a regulace tepla je 0,0 W. Průměrný měrný příkon ventilátoru je 500,0 Ws/ m³. Pro třetí a čtvrtou modelovou situaci je zvolen jako otopné médium elektrokotel. V modelovém domu není počítáno se solárním systémem.

Modelový dům nemá žádné nevytápěné prostory. Parametry oken byly nastaveny dle jejich parametrů viz kapitola 4.1.2.1.. Z důvodu použití LT verze programu se musela některá okna spojit v jedno, neboť LT verze umožňuje zadání pouze 10 oken. Součinitel prostupu tepla stěnou byl stanovena na 0,120 W/m²K a od plochy stěn byly odečteny plochy oken. Součinitel prostupu střechou byl stanovena na 0,100 W/m²K. Vchodové dveře byly založeny jako stěna a jejich parametry jsou vypsány v kapitole 4.1.2.1. Součinitel tepelné vodivosti zeminy byl stanoven 2,00 W/mK. Exponovaný obvod podlahy byl naměřen 38,35 m a plocha podlahy 88,85 m². Typ podlahové konstrukce byl zvolen podlaha na zemině. Tloušťka přídatné okrajové tepelné izolace je 0,08 m se součinitelem tepelné vodivosti 0,036 W/mK. Hloubka svyslé okrajové izolace je 0,35 m pod úrovní terénu. Na základě těchto údajů program provedl výpočet energetické náročnosti modelového domu a průměrného součinitele prostupu tepla podle vyhlášky č. 78/2013 Sb. a ČSN 730540-2. Všechny výpočty byly provedeny zvlášť pro vybrané profilové varianty oken.

4.2. Výpočet energetické náročnosti modelového domu

Veškeré výpočty energetické náročnosti modelového domu byly vypočítány v programu ENERGIE 2015 LT, dle parametrů modelového domu, které byly neměnné a parametrů oken.

4.2.1. Okrajové podmínky výpočtu

V tabulce č. 1 jsou okrajové podmínky, které jsou používány pro další výpočty. Tyto podmínky jsou neměnné pro výpočty jednotlivých profilů oken. Klimatické údaje byly zvoleny měsíční pro komplexní hodnocení energetické náročnosti budov podle vyhlášky MPO ČR č. 78/2013 Sb – data podle TNI 730331.

Tabulka č. 2 Celková energie globálního slunečního záření v MJ/m² (převzato [26])

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Sever	Jih	Východ	Západ	Horizont
leden	31	-1,3 C	29,5	123,1	50,8	50,8	74,9
únor	28	-0,1 C	48,2	184	91,8	91,8	133,2
březen	31	3,7 C	91,1	267,8	168,8	168,8	259,9
duben	30	8,1 C	129,6	308,5	267,1	267,1	409,7
květen	31	13,3 C	176,8	313,2	313,2	313,2	535,7
červen	30	16,1 C	186,5	272,2	324	324	526,3
červenec	31	18,0 C	184,7	281,2	302,8	302,8	519,5
srpen	31	17,9 C	152,6	345,6	289,4	289,4	490,3
září	30	13,5 C	103,7	280,1	191,9	191,9	313,6
říjen	31	8,3 C	67	267,8	139,3	139,3	203,4
listopad	30	3,2 C	33,8	163,4	64,8	64,8	90,7
prosinec	31	0,5 C	21,6	104,4	40,3	40,3	53,6

4.2.2. Měrný tepelný tok

4.2.2.1. Měrný tepelný tok konstrukcemi - okny

V následujících tabulkách jsou spočítané hodnoty oken. Nejdůležitější hodnotou je měrný tok vstupem tepla značený v tabulkách H, T. Tabulka č. 2 má hodnoty pro profil IV78 – 44, který znamená dřevěné okno o stavební hloubce 78 mm s izolačním dvojsklem. Toto izolační dvojsklo má U_g 1,1 W/m²K a U_f 0,97 W/m²K. V tabulka č. 3 je profil IV78-444, který má stejný profil jako IV78-44, pouze je použito izolační trojsklo s U_g 0,7

W/m²K. V tabulce č. 4 je profil IV92 čili dřevěné okno o stavební hloubce 92 mm a izolačním trojsklem. V tabulce č. 5 jsou okna označena jako IV92 Solar I., kde je stejný profil oken jako v tabulce č. 4, pouze u oken č. 1, 2, 3, 7, 8, 9 a 12 je použito izolační trojsklo se zvýšenými solárními zisky. Tabulka č. 6 – V92 Solar II. obsahuje stejný profil oken jako tabulka č. 4, pouze u oken č. 2 a 3 je použito izolační trojsklo se zvýšenými solárními zisky. V tabulce č. 7 jsou dřevohliníková okna se stavební hloubkou 78 mm a izolačním trojsklem. V tabulce č. 8 jsou dřevohliníková okna se stavební hloubkou 92 mm a izolačním trojsklem. Tabulka č. 9 – AL92 Solar II. obsahuje stejný profil oken jako tabulka č. 8, pouze u oken č. 2 a 3 je použito izolační trojsklo se zvýšenými solárními zisky. [27]

Měrný tok prostupem do exteriéru okny IV78 – 44 je 44,338 W/K.

Tabulka č. 3 Vlastnosti oken IV78 – dvojsklo (převzato [27])

IV78 - 44	plocha	A _g	A _f	I _g	U _g	U _f	Ψ _g	U	H, T
	m ²	m ²	m ²	M	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/K
okno 1	4,46	3,517	0,944	7,828	1,1	0,97	0,031	1,130	5,065
okno 2	8,82	6,969	2,456	15,780	1,1	0,97	0,031	1,330	12,535
okno 3	5,00	4,315	0,682	8,436	1,1	0,97	0,031	1,130	5,647
okno 4	1,69	1,137	0,599	4,664	1,1	0,97	0,031	1,140	1,867
okno 5	0,88	0,493	0,323	2,512	1,1	0,97	0,031	1,140	1,001
okno 6	3,03	2,471	0,554	6,796	1,1	0,97	0,031	1,150	3,479
okno 7	2,57	1,595	0,970	7,596	1,1	0,97	0,031	1,140	2,924
okno 8	1,69	1,137	0,553	4,266	1,1	0,97	0,031	1,140	1,927
okno 9	1,69	1,137	0,553	4,266	1,1	0,97	0,031	1,140	1,927
okno 10	1,30	0,946	0,354	4,226	1,1	0,97	0,031	1,170	1,526
okno 11	2,22	1,355	0,881	6,816	1,1	0,97	0,031	1,140	2,549
okno 12	0,84	0,459	0,381	2,888	1,1	0,97	0,031	1,150	0,966
dveře	2,88	0,326	0,987	2,528	1,1	1,25	0,031	0,900	2,925
								celkem	44,338

Tabulka č. 4 Vlastnosti oken IV78 – trojsklo (převzato [27])

IV78 - 444	plocha	A _g	A _f	I _g	U _g	U _f	Ψ _g	U	H, T
	m ²	m ²	m ²	M	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/K
okno 1	4,46	3,517	0,944	7,828	0,7	0,97	0,031	0,810	3,631
okno 2	8,82	6,969	2,456	15,780	0,7	0,97	0,031	1,040	9,802
okno 3	5,00	4,315	0,682	8,436	0,7	0,97	0,031	0,790	3,948
okno 4	1,69	1,137	0,599	4,664	0,7	0,97	0,031	0,870	1,458
okno 5	0,88	0,493	0,323	2,512	0,7	0,97	0,031	0,870	0,786
okno 6	3,03	2,471	0,554	6,796	0,7	0,97	0,031	0,820	2,481
okno 7	2,57	1,595	0,970	7,596	0,7	0,97	0,031	0,890	2,283
okno 8	1,69	1,137	0,553	4,266	0,7	0,97	0,031	0,870	1,47
okno 9	1,69	1,137	0,553	4,266	0,7	0,97	0,031	0,870	1,47
okno 10	1,30	0,946	0,354	4,226	0,7	0,97	0,031	0,870	1,134
okno 11	2,22	1,355	0,881	6,816	0,7	0,97	0,031	0,900	2,012
okno 12	0,84	0,459	0,381	2,888	0,7	0,97	0,031	0,930	0,781
dveře	2,88	0,326	0,987	2,528	0,7	1,25	0,031	0,900	2,925
								celkem	34,181

Tabulka č. 5 Vlastnosti oken IV92 (převzato [28])

IV92	plocha	A _g	A _f	I _g	U _g	U _f	Ψ _g	U	H, T
	m ²	m ²	m ²	M	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/K
okno 1	4,46	3,517	0,944	7,828	0,5	0,8	0,031	0,620	2,779
okno 2	8,82	6,969	2,456	15,780	0,5	0,8	0,031	0,850	8,011
okno 3	5,00	4,315	0,682	8,436	0,5	0,8	0,031	0,590	2,948
okno 4	1,69	1,137	0,599	4,664	0,5	0,8	0,031	0,680	1,147
okno 5	0,88	0,493	0,323	2,512	0,5	0,8	0,031	0,680	0,617
okno 6	3,03	2,471	0,554	6,796	0,5	0,8	0,031	0,620	1,876
okno 7	2,57	1,595	0,970	7,596	0,5	0,8	0,031	0,710	1,821
okno 8	1,69	1,137	0,553	4,266	0,5	0,8	0,031	0,680	1,133
okno 9	1,69	1,137	0,553	4,266	0,5	0,8	0,031	0,680	1,133
okno 10	1,30	0,946	0,354	4,226	0,5	0,8	0,031	0,680	0,877
okno 11	2,22	1,355	0,881	6,816	0,5	0,8	0,031	0,710	1,588
okno 12	0,84	0,459	0,381	2,888	0,5	0,8	0,031	0,740	0,622
dveře	2,88	0,326	0,987	2,528	0,5	1,1	0,031	0,780	2,535
								celkem	27,087

Tabulka č. 6 Vlastnosti oken IV92 - Solar I. (převzato [28])

IV92 Solar I.	plocha	A_g	A_f	I_g	U_g	U_f	Ψ_g	U	H, T
	m ²	m ²	m ²	M	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/K
okno 1	4,46	3,517	0,944	7,828	0,6	0,8	0,031	0,700	3,398
okno 2	8,82	6,969	2,456	15,780	0,6	0,8	0,031	0,920	8,671
okno 3	5,00	4,315	0,682	8,436	0,6	0,8	0,031	0,680	3,398
okno 4	1,69	1,137	0,599	4,664	0,5	0,8	0,031	0,680	1,146
okno 5	0,88	0,493	0,323	2,512	0,5	0,8	0,031	0,680	0,618
okno 6	3,03	2,471	0,554	6,796	0,5	0,8	0,031	0,620	1,876
okno 7	2,57	1,595	0,970	7,596	0,6	0,8	0,031	0,710	1,821
okno 8	1,69	1,137	0,553	4,266	0,6	0,8	0,031	0,710	1,25
okno 9	1,69	1,137	0,553	4,266	0,6	0,8	0,031	0,710	1,25
okno 10	1,30	0,946	0,354	4,226	0,5	0,8	0,031	0,680	0,887
okno 11	2,22	1,355	0,881	6,816	0,5	0,8	0,031	0,710	1,588
okno 12	0,84	0,459	0,381	2,888	0,6	0,8	0,031	0,800	0,672
dveře	2,88	0,326	0,987	2,528	0,5	1,1	0,031	0,780	2,535
								celkem	29,11

Tabulka č. 7 Vlastnosti oken IV92 - Solar II. (převzato [28])

IV92 Solar II.	plocha	A_g	A_f	I_g	U_g	U_f	Ψ_g	U	H, T
	m ²	m ²	m ²	M	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/K
okno 1	4,46	3,517	0,944	7,828	0,5	0,8	0,031	0,620	2,779
okno 2	8,82	6,969	2,456	15,780	0,6	0,8	0,031	0,920	8,671
okno 3	5,00	4,315	0,682	8,436	0,6	0,8	0,031	0,680	3,398
okno 4	1,69	1,137	0,599	4,664	0,5	0,8	0,031	0,680	1,147
okno 5	0,88	0,493	0,323	2,512	0,5	0,8	0,031	0,680	0,617
okno 6	3,03	2,471	0,554	6,796	0,5	0,8	0,031	0,620	1,876
okno 7	2,57	1,595	0,970	7,596	0,5	0,8	0,031	0,710	1,821
okno 8	1,69	1,137	0,553	4,266	0,5	0,8	0,031	0,680	1,133
okno 9	1,69	1,137	0,553	4,266	0,5	0,8	0,031	0,680	1,133
okno 10	1,30	0,946	0,354	4,226	0,5	0,8	0,031	0,680	0,877
okno 11	2,22	1,355	0,881	6,816	0,5	0,8	0,031	0,710	1,588
okno 12	0,84	0,459	0,381	2,888	0,5	0,8	0,031	0,740	0,622
dveře	2,88	0,326	0,987	2,528	0,5	1,1	0,031	0,780	2,535
								celkem	28,197

Tabulka č. 8 Vlastnosti oken AL78 (převzato [26])

AL78	plocha	A _g	A _f	I _g	U _g	U _f	Ψ _g	U	H, T
	m ²	m ²	m ²	M	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/K
okno 1	4,46	3,517	0,944	7,828	0,5	1,1	0,031	0,680	3,048
okno 2	8,82	6,969	2,456	15,780	0,5	1,1	0,031	0,820	7,729
okno 3	5,00	4,315	0,682	8,436	0,5	1,1	0,031	0,640	3,198
okno 4	1,69	1,137	0,599	4,664	0,5	1,1	0,031	0,770	1,31
okno 5	0,88	0,493	0,323	2,512	0,5	1,1	0,031	0,770	0,706
okno 6	3,03	2,471	0,554	6,796	0,5	1,1	0,031	0,680	2,057
okno 7	2,57	1,595	0,970	7,596	0,5	1,1	0,031	0,820	2,103
okno 8	1,69	1,137	0,553	4,266	0,5	1,1	0,031	0,770	1,302
okno 9	1,69	1,137	0,553	4,266	0,5	1,1	0,031	0,770	1,302
okno 10	1,30	0,946	0,354	4,226	0,5	1,1	0,031	0,770	1,004
okno 11	2,22	1,355	0,881	6,816	0,5	1,1	0,031	0,830	1,856
okno 12	0,84	0,459	0,381	2,888	0,5	1,1	0,031	0,880	0,739
dveře	2,88	0,326	0,987	2,528	0,5	1,25	0,031	0,900	2,925
								celkem	29,279

Tabulka č. 9 Vlastnosti oken AL92 [29]

AL92	plocha	A _g	A _f	I _g	U _g	U _f	Ψ _g	U	H, T
	m ²	m ²	m ²	M	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/K
okno 1	4,46	3,517	0,944	7,828	0,5	0,95	0,031	0,650	2,914
okno 2	8,82	6,969	2,456	15,780	0,5	0,95	0,031	0,740	6,975
okno 3	5,00	4,315	0,682	8,436	0,5	0,95	0,031	0,620	3,098
okno 4	1,69	1,137	0,599	4,664	0,5	0,95	0,031	0,730	1,226
okno 5	0,88	0,493	0,323	2,512	0,5	0,95	0,031	0,730	0,662
okno 6	3,03	2,471	0,554	6,796	0,5	0,95	0,031	0,650	1,966
okno 7	2,57	1,595	0,970	7,596	0,5	0,95	0,031	0,760	1,949
okno 8	1,69	1,137	0,553	4,266	0,5	0,95	0,031	0,730	1,217
okno 9	1,69	1,137	0,553	4,266	0,5	0,95	0,031	0,730	1,217
okno 10	1,30	0,946	0,354	4,226	0,5	0,95	0,031	0,730	0,952
okno 11	2,22	1,355	0,881	6,816	0,5	0,95	0,031	0,770	1,722
okno 12	0,84	0,459	0,381	2,888	0,5	0,95	0,031	0,810	0,68
dveře	2,88	0,326	0,987	2,528	0,5	1,25	0,031	0,780	2,535
								celkem	27,113

Tabulka č. 10 Vlastnosti oken AL92 - Solar II. [29]

AL92 Solar II.	plocha	A _g	A _f	I _g	U _g	U _f	Ψ _g	U	H, T
	m ²	m ²	m ²	M	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/(m ² K)	W/K
okno 1	4,46	3,517	0,944	7,828	0,5	0,95	0,031	0,650	2,914
okno 2	8,82	6,969	2,456	15,780	0,6	0,95	0,031	0,760	7,163
okno 3	5,00	4,315	0,682	8,436	0,6	0,95	0,031	0,620	3,098
okno 4	1,69	1,137	0,599	4,664	0,5	0,95	0,031	0,730	1,226
okno 5	0,88	0,493	0,323	2,512	0,5	0,95	0,031	0,730	0,662
okno 6	3,03	2,471	0,554	6,796	0,5	0,95	0,031	0,650	1,966
okno 7	2,57	1,595	0,970	7,596	0,5	0,95	0,031	0,760	1,949
okno 8	1,69	1,137	0,553	4,266	0,5	0,95	0,031	0,730	1,217
okno 9	1,69	1,137	0,553	4,266	0,5	0,95	0,031	0,730	1,217
okno 10	1,30	0,946	0,354	4,226	0,5	0,95	0,031	0,730	0,952
okno 11	2,22	1,355	0,881	6,816	0,5	0,95	0,031	0,770	1,722
okno 12	0,84	0,459	0,381	2,888	0,5	0,95	0,031	0,810	0,68
dveře	2,88	0,326	0,987	2,528	0,5	1,25	0,031	0,780	2,535
								celkem	27,301

4.2.2.2. Měrný tepelný tok ostatními konstrukcemi

Ostatní konstrukce jsou stěny a střechy. Stěny a střechy jsou rozděleny na dvě konstrukce z důvodu vikýře. Měrný tok těmito konstrukcemi je v tabulce č. 10, kde U je součinitel prostupu tepla; b je činitel teplotní redukce; H,T je měrný tok prostupem tepla a U,N,20 je požadována hodnota součinitele prostupu teple podle ČSN 73054-2 pro T_{im} = 20°C.

Měrný tok prostupem do exteriéru plošnými konstrukcemi bez oken je 35,352 W/K. Další měrným tokem, který musíme brát v úvahu je měrný tok příslušnými tepelnými vazbami H_{d,tb} = 7,107 W/K.

Tabulka č. 11 Únik tepla ostatními konstrukcemi

Název konstrukce	Plocha	U	b	H,T	U,N,20
	m ²	W/(m ² K)	-	W/K	W/(m ² K)
EW_1 stěna	173,83	0,12	1	20,86	0,3
RF_1 střecha	132,8	0,1	1	13,28	0,24
EW_2 stěna	7,1	0,12	1	0,852	0,3
RF_1 střecha	3,6	0,1	1	0,36	0,24

4.2.2.3. Měrný tepelný tok větráním

Objem vzduchu v zóně je 441,585 m³ při 75% podílu vzduchu z celkového objemu zóny. Zóna je větrána mechanicky – nucené větrání. Objem přiváděného vzduchu byl spočítán na 132,48 m³/h. Měrný tepelný tok větráním byl spočítán na $H_v = 7,993 \text{ W/K}$.

4.2.2.4. Měrný tepelný tok prostupem zeminou

Měrný tepelný tok prostupem zeminou byl spočítán dle plochy podlahy 88,85m² a při stanoveném součiniteli prostupu tepla mezi interiérem a exteriérem U na 0,176 W/m²K na $H_g = 15,631 \text{ W/K}$.

Další měrným tokem, který musíme brát v úvahu je měrný tok příslušnými tepelnými vazbami $H_{g,tb} = 1,777 \text{ W/K}$.

4.2.3. Solární zisky stavebními konstrukcemi

Přehled parametrů oken IV78 – 44 jsou v tabulce č. 11. Kde g je prostup slunečního záření zasklením, F_{gl} je korekční činitel zasklení a F_t je korekční činitel rámu, $F_{c,h}$ je korekční činitel clonění pohyblivými clonami pro režim vytápění a $F_{c,c}$ je korekční činitel clonění při chlazení a F_{sh} je korekční činitel stínění nepohyblivými částmi budovy a okolní zástavbou. G je pro izolační dvojsklo 0,67 %, pro izolační trojsklo 60 % a pro izolační sklo se zvýšenými solárními zisky 0,64 %. F_{sh} je pro první patro stanoveno 0,6 a pro druhé patro 0,9.

Tabulka č. 12 Parametry oken IV78 – 44 pro solární zisky

Název konstrukce	Plocha	g	F_{gl}/F_f	$F_{c,h}/F_{c,c}$	F_{sh}	Orientace
	m ²	-	-	-	-	
OKNO O1_1NP	4,48	0,67	0,78/0,22	1,00/1,00	0,6	Z (90°)
OKNO O2_1NP	9,43	0,67	0,74/0,26	1,00/1,00	0,6	Z (90°)
OKNO O3_1NP	5	0,67	0,86/0,14	1,00/1,00	0,6	J (90°)
OKNO O4_1NP	1,69	0,67	0,63/0,37	1,00/1,00	0,6	V (90°)
OKNO O5_1NP	0,88	0,67	0,63/0,37	1,00/1,00	0,6	V (90°)
OKNO O6_1NP	3,03	0,67	0,82/0,18	1,00/1,00	0,6	S (90°)
OKNO O7_2NP	2,57	0,67	0,62/0,38	1,00/1,00	0,9	Z (90°)
OKNO O8_2NP	1,69	0,67	0,68/0,32	1,00/1,00	0,9	J (90°)
OKNO O9_2NP	1,69	0,67	0,68/0,32	1,00/1,00	0,9	J (90°)
OKNO O10_2NP	1,3	0,67	0,73/0,27	1,00/1,00	0,9	V (90°)
OKNO O11_2NP	2,24	0,67	0,61/0,39	1,00/1,00	0,9	Z (90°)
OKNO O12_2NP	0,84	0,67	0,55/0,45	1,00/1,00	0,9	J (90°)

V tabulce č.12 jsou spočítané solární zisky pro okna IV78 – 44 dle měsíců. V tabulce č.13 je kompletní přehled solárních zisků pro jednotlivé profily oken.

Tabulka č. 13 Celkový solární zisky okny IV78 - 44

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	731,6	1200,1	1993,6	2789,6	3145,2	3098,7
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	2987,2	3068,1	2192,2	1780,7	949,2	599,4

Z tabulky č. 13 vyplývá, že největších solárních zisků dosahují okna IV78 – 44 a nejmenších zisků dosahují okna IV92. Okna v profilových variantách dřevohliník dosahují větších solárních zisků díky větší procentuální zasklené ploše, kterých dosahují díky subtilnějším rámcům.

Tabulka č. 14 Přehled solárních zisků jednotlivých profilových řad oken

profilová řada oken	solární zisky	rozdíl v solárních ziscích
	KWh.a ⁻¹	KWh.a ⁻¹
IV78 - 44	24535,6	-
IV92 - Solar I.	21424,6	-3111
AL92 - Solar II.	20785,4	-3750,2
IV92 - Solar II.	20135,1	-4400,5
AL78	18736,7	-5798,9
AL92	18736,7	-5798,9
IV78 - 444	18310,3	-6225,3
IV92	18310,3	-6225,3

4.2.4. Potřeba tepla na vytápění po měsících

V tabulce č. 14 jsou vypočítány potřeby tepla na vytápění pro jednotlivé měsíce pro modelový dům s okny IV78 – 44 Q,H,ht je potřeba tepla pro pokrytí tepelné ztráty; Q,int jsou vnitřní tepelné zisky; Q,sol jsou solární tepelné zisky; Q,gn jsou celkové tepelné zisky; Eta,H je stupeň využitelnosti tepelných zisků; fH je část měsíce, v níž musí být zóna s regulovaným vytápěním a Q,H,nd je potřeba tepla na vytápění.

Z tabulky je patrné, že pouze v květnu, červnu, červenci a srpnu nebude potřeba dům vytápět, naopak bude se muset dům zejména v červenci a srpnu chránit před přehříváním.

Tabulka č. 15 Potřeba tepla na vytápění po měsících s okny IV78 – 44

Měsíc	Q,H,ht	Q,int	Q,sol	Q,gn	Eta,H	fH	Q,H,nd
	GJ	GJ	GJ	GJ	-	%	GJ
1	6,207	1,045	0,732	1,777	0,994	100	4,442
2	5,302	0,881	1,2	2,081	0,982	100	3,259
3	4,804	0,921	1,994	2,915	0,933	100	2,086
4	3,454	0,844	2,79	3,633	0,766	75,7	0,671
5	2,111	0,833	3,145	3,978	0,531	0	---
6	1,282	0,794	3,099	3,892	0,329	0	---
7	0,792	0,82	2,987	3,807	0,208	0	---
8	0,82	0,833	3,068	3,901	0,21	0	---
9	1,988	0,849	2,192	3,041	0,595	15,4	0,178
10	3,513	0,918	1,781	2,699	0,876	100	1,149
11	4,785	0,941	0,949	1,891	0,981	100	2,93
12	5,702	1,04	0,599	1,639	0,993	100	4,073

4.2.5. Rozdělení měrných tepelných toků

Tabulka č.15 popisuje procentuální rozložení úniků tepla (měrných toků) pro jednotlivé ztráty v modelovém domě s okny IV78 – 44. Vyplývá, že největší měrný tok do exteriéru je plošnými konstrukcemi, a to v podílu 71,03 %.

Tabulka č. 16 rozložení úniků tepla

Položka	Měrný tok	Procento
	W/K	%
<u>Celkový měrný tok H:</u>	<u>112,202</u>	<u>100,00 %</u>
Měrný tok větráním Hv:	7,993	7,12 %
Měrný (ustálený) tok zeminou Hg:	15,631	13,93 %
Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	0,00 %
Měrný tok tepelnými vazbami H,tb:	8,884	7,92 %
Měrný tok do ext. plošnými kcemi Hd,c:	79,693	71,03 %

V tabulce č. 16 je rozpis úniků tepla (měrných toků) pro jednotlivé konstrukce modelového domu s okny IV78 – 44. Z tabulky vyplývá, že největší měrné toky jsou právě u oken.

Tabulka č. 17 rozložení úniků tepla po konstrukcích

Položka	Plocha	Měrný tok	Procento
	m ²	W/K	%
FL1_podlaha na zemině:	88,9	15,631	13,93 %
EW_1 stěna:	173,8	20,86	18,59 %
RF_1 střecha:	132,8	13,28	11,84 %
ED_dveře vstupní:	3,3	2,925	2,61 %
OKNO O2_1NP:	9,4	12,535	11,17 %
OKNO O1_1NP:	4,5	5,065	4,51 %
OKNO O3_1NP:	5	5,647	5,03 %
OKNO O6_1NP:	3	3,479	3,10 %
OKNO O7_2NP:	2,6	2,924	2,61 %
OKNO O10_2NP:	1,3	1,526	1,36 %
OKNO O4_1NP:	1,6	1,867	1,66 %
OKNO O5_1NP:	0,9	1,001	0,90 %
OKNO O8_2NP:	1,7	1,927	1,72 %
OKNO O8_2NP:	1,7	1,927	1,72 %
OKNO O11_2NP:	2,2	2,549	2,27 %
OKNO O12_2NP:	0,8	0,966	0,86 %
EW_2 stěna:	7,1	0,852	0,76 %
RF_1 střecha:	3,6	0,36	0,32 %

Tabulka č. 17 porovnává procentuální podíl úniků tepla (měrných toků) mezi zónou a exteriérem. Z tabulky vyplývá, že největší procentuální podíl měrných toků byl vypočítán u oken IV78 – 44. Tyto měrné toky výrazně převyšují ostatní měrné toky. Je to tím, že se jedná o jedinou variantu oken s izolačním dvojsklem a toto sklo má více jak jednou tak horší tepelně-izolační vlastnosti než izolační trojsklo. Druhý největší procentuální podíl mají okna IV78 – 444. Je to způsobeno tím, že konstrukce okna umožňuje použití

izolačního trojskla s horšími tepelně-izolačními vlastnostmi než ostatní konstrukce oken, a to včetně profilu AL78. Zbylé procentuální podíly měrných toků jsou si velmi podobné.

Tabulka č. 18 Procentuální podíl oken na celkových únicích tepla

profilová řada oken	únik tepla	% podíl
	W/K	%
IV78 - 44	28,71	53,29 %
IV78 - 444	18,549	36,38 %
AL78	13,646	30,15 %
IV92 - Solar I.	13,218	29,82 %
IV92 - Solar II.	12,573	29,37 %
AL92 - Solar II.	11,672	28,70 %
AL92	11,483	28,54 %
IV92	11,463	28,53 %

4.2.6. Celková energie dodaná do budovy

V tabulce č. 18 je spočítaná celková energie dodaná do modelového domu s okny IV78 – 44 pro jednotlivé měsíce, kde $Q_{f,H}$ je vypočtená spotřeba energie na vytápění; $Q_{f,F}$ je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; $Q_{f,W}$ je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; $Q_{f,L}$ je vypočtená spotřeba energie na osvětlení; Q_{fuel} je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinnosti technických systémů.

Celková roční spotřeba energie na vytápění pro modelový dům s okny IV78 – 44 byla spočítaná na $24,422 \text{ GJ} = 6,784 \text{ MWh} = 38 \text{ kWh/m}^2$.

Celková roční spotřeba energie na nucené větrání pro modelový dům byla spočítaná na $1,414 \text{ GJ} = 0,393 \text{ MWh} = 2 \text{ kWh/m}^2$.

Celková roční spotřeba energie na přípravu teplé vody pro modelový dům byla spočítaná na $20,056 \text{ GJ} = 5,571 \text{ MWh} = 31 \text{ kWh/m}^2$.

Celková roční spotřeba energie na osvětlení pro modelový dům byla spočítaná na $3,581 \text{ GJ} = 0,995 \text{ MWh} = 6 \text{ kWh/m}^2$.

Celková roční spotřeba energie pro modelový dům s okny IV78 – 44 byla spočítaná na 49,472 GJ = 13,742 MWh = 78 kWh/m².

Tabulka č. 19 Celková energie dodaná do budovy pro jednotlivé měsíce s okny IV78 – 44

Měsíc	Q,f,H	Q,f,F	Q,f,W	Q,f,L	Q,fuel
	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ
1	5,987	0,222	1,687	0,463	8,359
2	4,290	0,163	1,606	0,344	6,403
3	2,547	0,104	1,687	0,317	4,655
4	0,819	0,081	1,66	0,25	2,810
5	---	0,084	1,687	0,213	1,984
6	---	0,081	1,66	0,191	1,932
7	---	0,084	1,687	0,198	1,969
8	---	0,084	1,687	0,213	1,984
9	0,218	0,081	1,66	0,256	2,215
10	1,403	0,084	1,687	0,314	3,488
11	3,75	0,146	1,66	0,365	5,921
12	5,409	0,203	1,687	0,457	7,756

4.2.7. Stanovení ročních nákladů na dodanou energii

Pro modelové situace s tepelným čerpadlem Model I. a Model II. byla cena elektřiny zvolena od dodavatele E.ON, tarif D 56d, který je určen pro rodinné domy s tepelným čerpadlem. Cena za 1 MWh/ Kč je pro vysoký tarif 3.090,73 Kč a pro nízký tarif 2.398,78 Kč. Pro zjednodušení výpočtů byl použit k výpočtům podíl obou tarifů, s tím že nízký tarif tvoří 80 % stanovené ceny za elektřinu. Tento poměr tarifů je běžný pro tepelná čerpadla. Cena elektřiny byla stanovena na 2.537 Kč/ MWh a měsíční platbou za jistič 418,54 Kč. Pro modelovou situaci Model III. a Model IV., kde je použit jako otopné médium elektrokotel, je počítáno s tarifem D 02d, který má jednotarifovou sazbu a 1 MWh stojí 4.311,31 Kč a je počítáno s jističem nad 3x20 A do 3x25 A, za který je měsíční poplatek 180,17 Kč. [31]

V tabulce č. 20 je celkový přehled energií pro modelový dům s tepelným čerpadlem pro jednotlivé profily oken a celkový výdaj za elektřinu za 1 rok pro modelový dům.

V tabulce č.21 je celkový přehled energií pro modelový dům s elektrokotlem pro jednotlivé profily oken a celkový výdaj za elektřinu za 1 rok pro modelový dům. Nejnižší spotřeby elektřiny v obou situacích dosahuje modelový dům s okny IV92 – Solar I.

Tabulka č. 20 Přehled energií a ceny celkem za energie za 1 rok – tepelný čerpadlo

Tepelný čerpadlo						
profilová řada oken	energie na vytápění za rok	energie na nuc. větrání za rok	energie na přípravu TV za rok	energie na osvětlení za rok	celková roční dodaná energie	cena za elektřinu za rok
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	Kč
IV78 - 44	6,784	0,393	5,571	0,995	13,742	34 866 Kč
IV78 - 444	6,221	0,373	5,571	0,995	13,160	33 389 Kč
AL78	5,708	0,358	5,571	0,995	12,631	32 047 Kč
IV92	5,543	0,353	5,571	0,995	12,462	31 618 Kč
AL92	5,445	0,35	5,571	0,995	12,361	31 362 Kč
IV92 - Solar II.	5,420	0,35	5,571	0,995	12,336	31 299 Kč
AL92 - Solar II.	5,388	0,35	5,571	0,995	12,303	31 215 Kč
IV92 - Solar I.	5,330	0,349	5,571	0,995	12,245	31 068 Kč

Tabulka č. 21 Přehled energií a ceny celkem za energie za 1 rok - elektrokotel

Elektrokotel						
profilová řada oken	energie na vytápění za rok	energie na nuc. větrání za rok	energie na přípravu TV za rok	energie na osvětlení za rok	celková roční dodaná energie	cena za elektřinu za rok
	MWh	MWh	MWh	MWh	MWh	Kč
IV78 - 44	7,404	0,273	5,927	0,995	14,599	62 936 Kč
IV78 - 444	6,848	0,273	5,927	0,995	14,043	60 539 Kč
AL78	6,313	0,273	5,927	0,995	13,508	58 233 Kč
IV92	6,145	0,273	5,927	0,995	13,339	57 504 Kč
AL92	6,04	0,273	5,927	0,995	13,235	57 056 Kč
IV92 - Solar II.	6,010	0,273	5,927	0,995	13,205	56 927 Kč
AL92 - Solar II.	5,973	0,273	5,927	0,995	13,168	56 767 Kč
IV92 - Solar I.	5,910	0,273	5,927	0,995	13,105	56 496 Kč

4.3. Komparace oken

Profilové varianty oken jsou porovnávány dle jejich pořizovací ceny, ovlivňování energetické náročnosti modelového domu a dle nákladů spojených s jejich údržbou po jejich dobu životnosti.

4.3.1. Komparace oken dle pořizovacích nákladů

V tabulce č. 20 jsou pořizovací ceny profilových řad oken pro modelový dům. Pořizovací cena oken zahrnuje cenu oken včetně montáže a parotěsných pásek. Cena jednotlivých profilových řad oken byla stanovena dle vypracovaných nabídek od firmy Agát s.r.o. Nejlevnější profilovou řadou oken jsou okna IV78 – 44. Naopak nejdražší profilovou řadou jsou okna AL92 – Solar II. Obecně platí pravidlo, že dřevohliníková okna jsou zhruba o 45-50 % dražší než dřevěná okna. Dále je v tabulce uveden cenový rozdíl mezi jednotlivými profilovými řadami od nejlevnější varianty k nejdražší variantě. Profilové řady oken se skly se zvýšenými solárními zisky jsou dražší, neboť se jedná o speciální sklo.

Tabulka č. 22 Pořizovací cena oken

profilová řada oken	pořizovací cena	rozdíl v pořizovací ceně
IV78 - 44	249 046 Kč	-
IV78 - 444	278 490 Kč	29 444 Kč
IV92	296 189 Kč	47 143 Kč
IV92 - Solar II.	318 697 Kč	69 651 Kč
IV92 - Solar I.	321 240 Kč	72 194 Kč
AL78	406 796 Kč	157 750 Kč
AL92	419 781 Kč	170 735 Kč
AL92 - Solar II.	437 835 Kč	188 789 Kč

4.3.2. Komparace oken dle spotřeby energií

Všechny profilové řady oken mají jiné vlastnosti, především U_w hodnotu a v solárních ziscích. V tabulce č. 23 je kompletní přehled spotřebované elektřiny za jeden rok pro chod

modelového domu s tepelným čerpadlem. Chod domácnosti je brán dle spotřeby energií v kapitole 4.2.6. V tabulce č. 24 je kompletní přehled spotřebované elektřiny za jeden rok pro chod modelového domu s elektrokotlem. Pro jednotlivé profilové řady se liší pouze ve spotřebě energie na vytápění. Nejnižších nákladů na vytápění dosahují okna IV92 – Solar I.

Tabulka č. 23 Přehled nákladu na chod modelové domu za 1 rok – tepelný čerpadlo

Tepelný čerpadlo			
profilová řada oken	Spotřeba elektřiny MWh za 1 rok	náklady na elektřinu 1 za rok	rozdíl v nákladech za elektřinu za 1 rok
IV92 - Solar I.	11,940	36 090 Kč	-
AL92 - Solar II.	12,303	36 237 Kč	147 Kč
IV92 - Solar II.	12,336	36 321 Kč	231 Kč
AL92	12,361	36 384 Kč	294 Kč
IV92	12,462	36 641 Kč	551 Kč
AL78	12,631	37 069 Kč	979 Kč
IV78 - 444	13,160	38 412 Kč	2 322 Kč
IV78 - 44	13,742	39 888 Kč	3 798 Kč

Tabulka č. 24 Přehled nákladu na chod modelové domu za 1 rok – elektrokotel

elektrokotel			
profilová řada oken	Spotřeba elektřiny MWh za 1 rok	náklady na elektřinu 1 za rok	rozdíl v nákladech za elektřinu za 1 rok
IV92 - Solar I.	13,104	58 653 Kč	-
AL92 - Solar II.	13,168	58 929 Kč	276 Kč
IV92 - Solar II.	13,204	59 084 Kč	431 Kč
AL92	13,235	59 218 Kč	565 Kč
IV92	13,339	59 666 Kč	1 013 Kč
AL78	13,508	60 395 Kč	1 742 Kč
IV78 - 444	14,043	62 701 Kč	4 048 Kč
IV78 - 44	14,599	65 098 Kč	6 445 Kč

4.3.3. Komparace oken dle nákladů na údržbu

Pro stanovení nákladů na údržbu oken byly stanoveny dvě modelové situace údržby. První modelová situace se používá ve výpočtech pro Model I. a Model III., kde se simuluje situace, že si uživatel modelové domu dělá běžnou údržbu sám. Běžná údržba znamená, že se ošetří povrchová úprava dřevěných oken z venkovní strany ošetřujícím přípravkem dvakrát do roka. Tento čas na běžnou údržbu byl kvalifikovaným odhadem stanoven na 8 h/ rok. Hodinová sazba byla spočítaná dle průměrné mzdy v roce 2016 na 180 Kč. [32]

Druhá modelová situace je použita v Model II. a Model IV., kde je počítáno s tím, že uživatel modelového domu neprovádí údržbu povrchové úpravy dřevěných oken a zhruba v polovině jejich životnosti si objedná servis oken. Tento servis spočívá v opravě povrchové úpravy, kdy se předpokládá, že na jižní a západní straně bude potřebovat kompletní renovace povrchové úpravy a na východní straně bude jenom částečná renovace. Tento odhad byl vypracován na základě kvalifikovaného odhadu firmy Agát s.r.o., která má více jak dvacetpět let zkušeností s okny. Výše nákladů pro údržbu modelové situace Model II. a Model IV. byl stanovena dle nabídky od firmy Agát s.r.o. I v této modelové situaci se provádí údržba pouze u dřevěných oken a opět údržba je stejná pro všechny profilové řady dřevěných oken. Dřevohliníková okna nevyžadují údržbu povrchové úpravy.

V tabulce č.22 jsou vypočítané náklady na údržbu oken uživatelem a firmou pro jednotlivé profilové řady oken po dobu jejich životnosti, která byla stanovena na 25 let. U dřevěných oken nezáleží na profilové řadě. U všech dřevěných oken jsou náklady na údržbu stejně vysoké. U dřevohliníkových oken není potřeba dělat údržbu povrchové úpravy, proto mají všechny profilové řady AL náklady na údržbu 0 Kč.

Tabulka č. 25 Přehled nákladů na údržbu oken

profilová řada oken	Model I. – údržba uživatel		Model II. – údržba firma	
	náklady na údržbu za 25 let	rozdíl v nákladech na údržbu za 25 let	náklady na údržbu za 25 let	rozdíl v nákladech na údržbu za 25 let
AL78	0 Kč	-	0 Kč	-
AL92	0 Kč	-	0 Kč	-
AL92 - Solar II.	0 Kč	-	0 Kč	-
IV78 - 44	48 614 Kč	-48 614 Kč	97 905 Kč	-97 905 Kč
IV78 - 444	48 614 Kč	-48 614 Kč	97 905 Kč	-97 905 Kč
IV92	48 614 Kč	-48 614 Kč	97 905 Kč	-97 905 Kč
IV92 - Solar II.	48 614 Kč	-48 614 Kč	97 905 Kč	-97 905 Kč
IV92 - Solar I.	48 614 Kč	-48 614 Kč	97 905 Kč	-97 905 Kč

4.4. Komparace investic

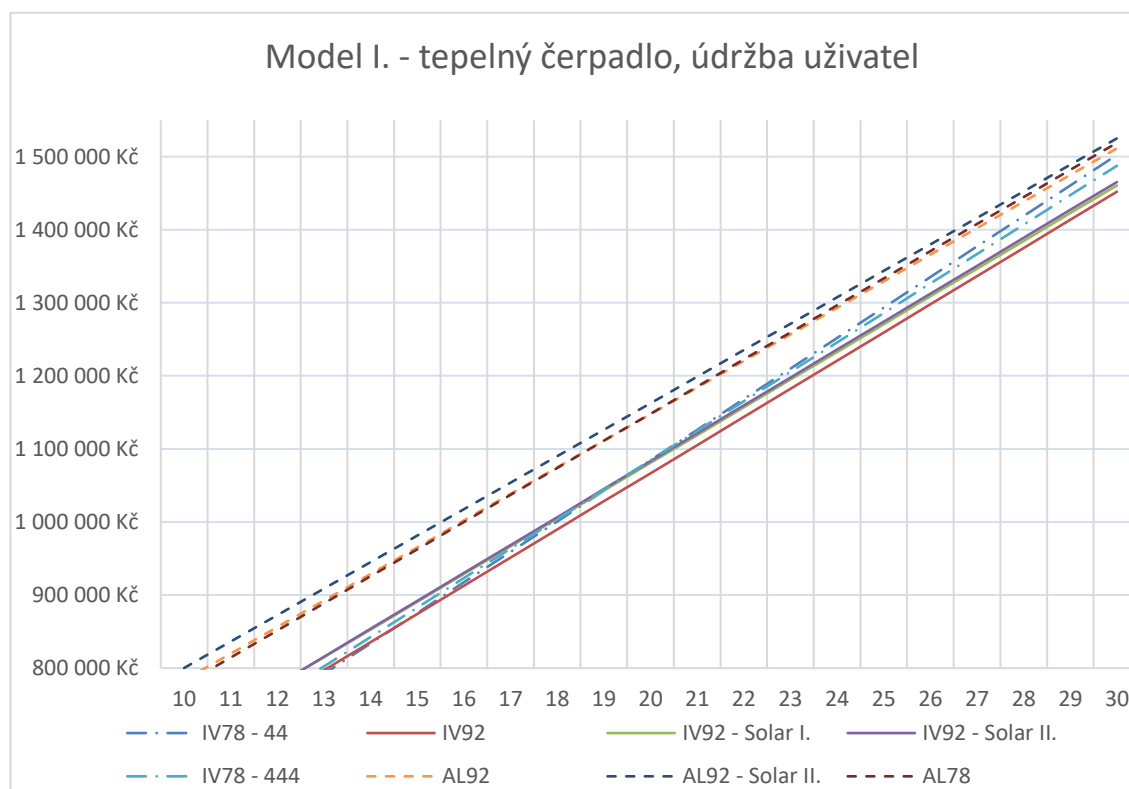
Investice jsou komparovány čistě z finančního hlediska. Čili dle jejich pořizovací ceny, nákladů na elektřinu pro modelový dům a nákladů na údržbu oken po dobu jejich životnosti. Jsou porovnávány čtyři modely s tím, že u Model I. a Model III. je vyžadována údržba dřevěných oken od uživatele modelového domu, zatímco Model II. a Model IV. nevyžaduje údržbu dřevěných oken od uživatele, ale od specializované firmy. Model I. a Model II. má jako otopné médium tepelné čerpadlo, zatímco Model III. a Model IV. mají oproti předchozím modelům jako otopné médium elektrokotel.

Jako základní investicí pro všechny modely je profilová řada oken IV78 – 44.

V tabulce č. 26 je komparace investic pro modelovou situaci Model I. Z tabulky vyplývá, že finančně nejvýhodnější investicí je profilová řada oken IV92. Nejméně výhodnou investicí je profilová řada oken AL92 – Solar II. Všechny dřevohliníkové okna jsou díky vysokým pořizovacím nákladům nevýhodnou investicí v této modelové situaci.

Tabulka č. 26 Komparace investic Model I. – tepelný čerpadlo

profilová řada oken - Model I. tepelný čerpadlo	% Návrstnost investic za 25 let	Návrstnost investic za 25 let	návrstnost investice
IV78 - 44	-	-	
IV92	2,63 %	34 046 Kč	15 rok
IV92 – Solar I.	1,76 %	22 760 Kč	20 rok
IV92 - Solar II.	1,49 %	19 261 Kč	20 rok
IV78 - 444	0,58 %	7 472 Kč	20 rok
AL92	-2,67 %	- 34 525 Kč	32 rok
AL78	-2,99 %	- 38 666 Kč	34 rok
AL92 - Solar II.	-3,78 %	- 48 900 Kč	35 rok



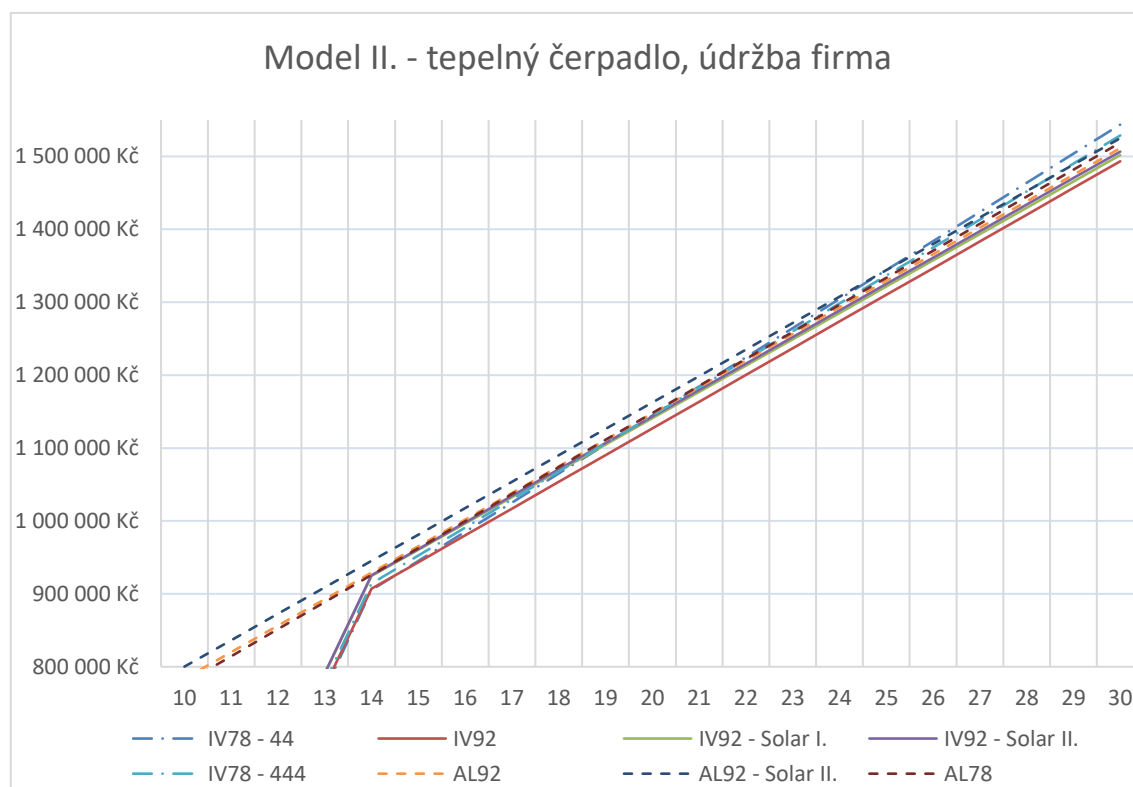
Graf č. 1 Diagram přelomu pro Model I. – tepelný čerpadlo, údržba uživatel

Z grafu č. 1 jsou patrné tři směry. Jedním směrem jsou dřevohliníková okna, která mají v grafu přerušovanou čáru, ze které je patrné, že přestanou být nejméně výhodnou investicí až po třiceti letech. Druhým směrem je profilová řada IV78 – 44 a IV78 – 444, které jsou v grafu označeny čerchovanou čárou. Třetím směrem jsou profilové řady IV92, které se stávají mezi patnáctým a dvacátým rokem nejvýhodnější investicí.

V tabulce č. 27 je komparace investic pro modelovou situaci Model II. Z tabulky vyplývá, že finančně nejvýhodnější investicí je i jako v modelové situaci Model I. profilová řada oken IV92. Nejhorší investicí je profilová řada IV78 – 44. U Modelu II. už nejsou všechna dřevohliníková okna nejméně výhodnou investicí. Je to dáno zvýšenými náklady na údržbu dřevěných oken.

Tabulka č. 27 Komparace investic Model II. – tepelný čerpadlo

profilová řada oken – Model II. tepelný čerpadlo	% Návrstnost investic za 25 let	Návrstnost investic za 25 let	návrstnost investice
IV78 - 44	-	-	-
IV92	2,53 %	34 046 Kč	15 rok
IV92 – Solar I.	1,69 %	22 760 Kč	20 rok
IV92 - Solar II.	1,43 %	19 261 Kč	20 rok
AL92	1,10 %	14 766 Kč	21 rok
AL78	0,79 %	10 625 Kč	22 rok
IV78 - 444	0,56 %	7 472 Kč	21 rok
AL92 - Solar II.	0,03 %	391 Kč	25 rok



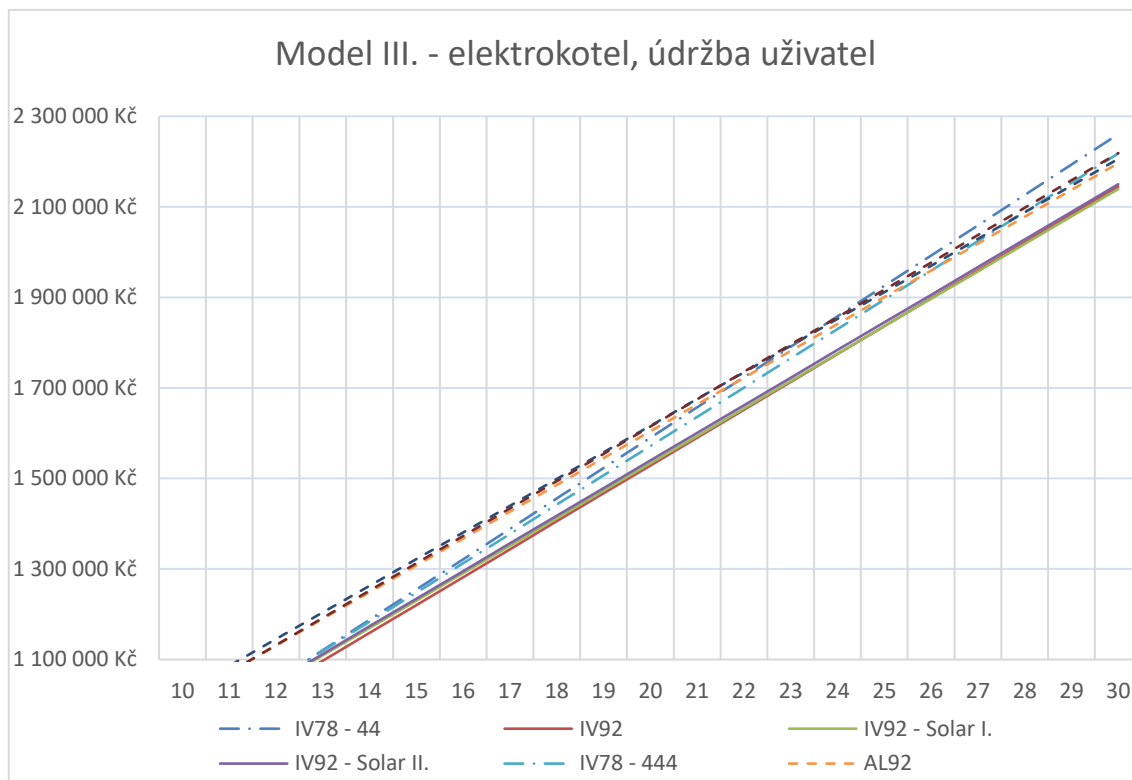
Graf č. 2 Diagram přelomu pro Model II. – tepelný čerpadlo, údržba firma

Z grafu č. 2 je patrné, že rozdíly mezi dřevěnými a dřevohliníkovými okny už nejsou tak patrné jako u grafu č. 1 pro Model I. Je to dáno tím, že mezi třináctým a čtrnáctým rokem byla provedena údržba povrchové úpravy dřevěných oken specializovanou firmou a tím došlo téměř ke srovnání profilových řad IV92 a AL92. Stejně tak, jako u grafu č. 1 jsou profilové řady IV78 – 44 a IV78 – 444 označeny čerchovanou čarou, skupina AL je označena přerušovanými čarami a skupiny IV92 jsou plnými čarami.

V tabulce č. 28 je komparace investic pro Model III. Tím, že došlo ke zvýšení nákladů na provoz modelového domu změnou otopného média, a to především zvýšením nákladů na vytápění, dochází k větším rozdílům mezi investicemi do profilových řad oken. Nejvýhodnější investicí je profilová řada IV92 – Solar I. a nejhorší investicí je profilová řada IV78 – 44. Při zvýšení nákladů na vytápění se stávají výhodnější investicí i dřevohliníková okna, kdy úspora za vytápění je vyšší než výrazně vyšší pořizovací cena.

Tabulka č. 28 Komparace investic Model III. – elektrokotel

profilová řada oken - model III. elektrokotel	% Návrstnost investic za 25 let	Návrstnost investic za 25 let	návrstnost investice
IV78 – 44	-	-	-
IV92 - Solar I.	4,62 %	88 930 Kč	12 rok
IV92	4,61 %	88 654 Kč	9 rok
IV92 - Solar II.	4,18 %	80 425 Kč	12 rok
IV78 - 444	1,58 %	30 479 Kč	13 rok
AL92	1,29 %	24 884 Kč	22 rok
AL92 - Solar II.	0,73 %	14 051 Kč	24 rok
AL78	0,44 %	8 447 Kč	24 rok



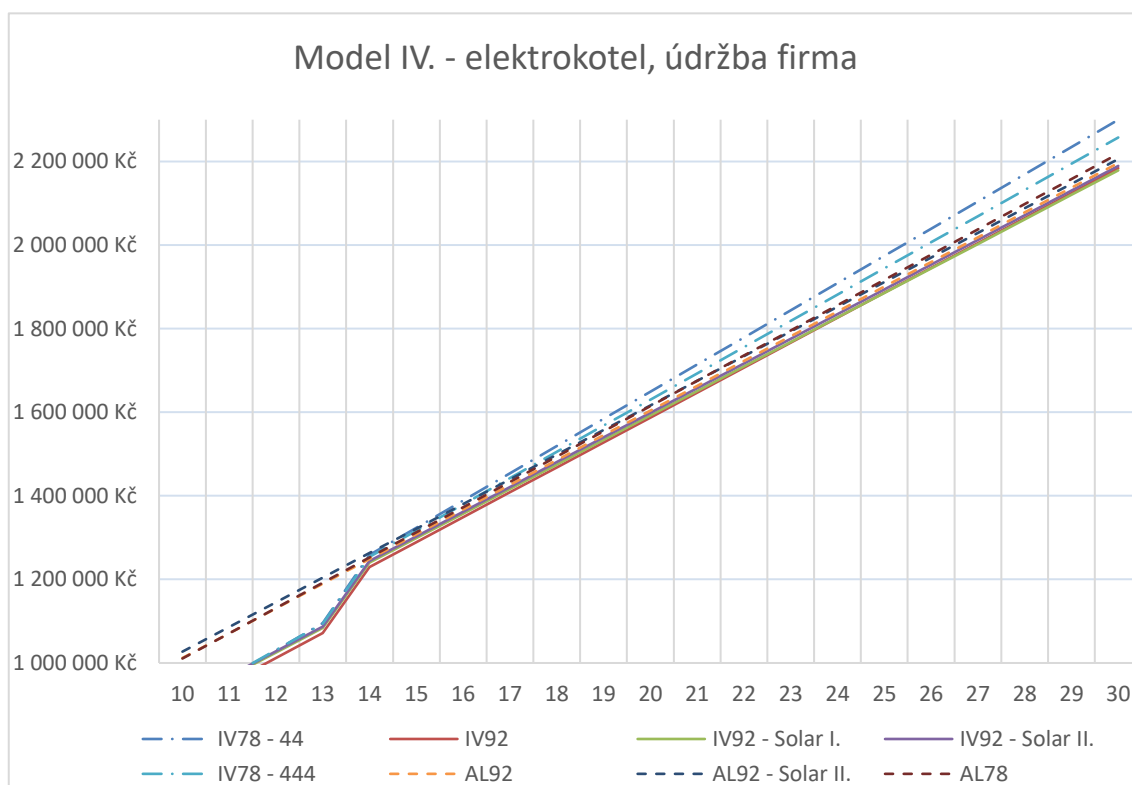
Graf č. 3 Diagram přelomu pro Model III. – elektrokotel, údržba uživatel

V grafu č. 3 jsou profilové řady AL označeny přerušovanými čarami, profilové řady IV78 čerchovanými čarami a profilové řady IV92 plnými čarami. V grafu patrný větší rozdíl mezi jednotlivými profilovými řadami. Tento rozdíl je způsoben vyššími náklady na vytápění.

V tabulce č. 29 je komparace investic pro Model IV. Nejvýhodnější investicí je profilová řada IV92 – Solar I. a nejhorší investicí je profilová řada IV78 – 44.

Tabulka č. 29 Komparace investic Model IV. – elektrokotel

profilová řada oken - Model IV. elektrokotel	% Návrstnost investicí za 25 let	Návrstnost investice za 25 let	návrstnost investice
IV78 - 44	-	-	-
IV92 - Solar I.	4,50 %	88 930 Kč	12 rok
IV92	4,49 %	88 654 Kč	9 rok
IV92 - Solar II.	4,07 %	80 425 Kč	12 rok
AL92	3,76 %	74 175 Kč	13 rok
AL92 - Solar II.	3,21 %	63 342 Kč	15 rok
AL78	2,92 %	57 738 Kč	13 rok
IV78 - 444	1,54 %	30 479 Kč	13 rok



Graf č. 4 Diagram přelomu pro Model IV. – elektrokotel, údržba firma

Z grafu č. 4 je stejně tak, jako z grafu č. 2 patrné, že díky vyšším nákladům na údržbu dřevěných oken došlo ke zmenšení rozdílu mezi dřevohliníkovými okny a dřevěnými okny IV92. Náhlý nárůst nákladů u dřevěných oken je způsoben provedením údržby dřevěných oken specializovanou firmou mezi třináctým a čtrnáctým rokem.

5. Diskuze

V této práci byl zvolen pro modelový dům otopný systém tepelné čerpadlo, které slouží rovněž k přípravě teplé vody. Tepelné čerpadlo má výrazně nižší náklady spojené s vytápěním a má výrazně nižší sazbu za elektřinu, v porovnání s ostatními otopnými systémy. V kapitole 4.3. je k celkové komparaci přidána komparace energetické náročnosti modelového domu s jiným otopným systémem. V modelové situaci Model III. je ve výpočtech počítáno s elektrokotlem. Z tabulky č. 26 je zcela patrné, že čím jsou náklady na vytápění vyšší, tím jsou okna s lepšími tepelně-izolačními vlastnostmi výhodnější. V modelové situaci Model II. je výnosnost investice profilové řady IV92 pouze 2,53 %, zatímco v modelové situaci Model III. je výnosnost investice profilové řady IV92 4,50 %. Proto je nutné neopomíjet otopný systém. [32]

Výsledky této práce nevycházejí příliš pozitivně pro dřevohliníková okna. V modelové situaci Model I. jsou nejméně finančně výhodnou investicí a v modelové situaci Model II. se řadí také k nejméně výhodným investicím. V obou modelových situacích jsou zohledněny náklady s údržbou povrchové úpravy dřevěných oken, ale tyto náklady v obou modelových situacích nejsou zdaleka tak vysoké, jako rozdíl v pořizovací ceně dřevohliníkových oken oproti dřevěným oknům. Sami investoři – uživatelé si musí odpovědět na otázku, zda jim stojí investovat své peníze sic do finančně výhodnějších oken, ale s tím vědomím, že v modelové situaci Model I. budou muset každoročně provádět servis povrchové úpravy, nebo v modelové situaci Model II. budou doufat, že jejich výrobce oken jim provede renovaci povrchové úpravy oken, či jiná specializovaná firma. Myslím si, že investice do dřevohliníkových oken v porovnání s celkovým rozpočtem domu se nebude jevit tak vysoká a za ten komfort a přidanou hodnotu dřevohliníkových oken se vyplatí.

V této práci nevychází finančně nejvýhodněji profilové řady oken, které dosahují nejnižších nákladů na vytápění. Těmito okny jsou myšleny profilové řady, ve kterých bylo použito izolační trojsklo se zvýšenými solárními zisky. Je to proto, že pořizovací cena těchto oken je vyšší než oken s běžnými izolačními skly. V této práci však není zohledněna možnost získání dotace, například z programu Nová zelená úsporám, kde právě okna se skly se zvýšenými solárními zisky mohou být rozhodujícím faktorem ve schválení či zamítnutí dotace. Výše dotace je v oblasti podpory B.1 300.000 Kč a v oblasti

podpory B.2 450.000 Kč. Pokud by se tento fakt zahrnul do výpočtů, určitě by se změnila výhodnost profilových řad oken. Tento fakt lze však brát v potaz pouze u konkrétních případů, nikoliv v modelové. [34]

Ve výpočtech této práce je počítáno s návrhovou vnitřní teplotou 20°C. Je nutno zmínit termín nazývaný pocitové teplo. Znamená to, že v určitém prostředí je zapotřebí mít vyšší vnitřní teplotu, aby se tam člověk cítil příjemně. K tomuto jevu může zejména docházet u oken osazených izolačním dvojsklem, neboť izolační dvojsklo má výrazně nižší povrchovou teplotu než izolační trojsklo a tudíž od nich jde chlad a k vytvoření příjemného prostředí je potřeba zvýšit vnitřní teplotu. Další nevýhodou nižší povrchové teploty je výrazně zvýšené riziko tvorby vodního kondenzátu na povrchu skel. [35]

6. Závěr

Byla provedena komparace stavebních výplní na bázi dřeva. Pro srovnání byla vybrána jak dřevěná, tak i dřevohliníková okna. Tato komparace byla provedena čistě z ekonomického hlediska. Okna se porovnávala dle pořizovací ceny, nákladů na údržbu povrchové úpravy oken a vlivu jednotlivých profilů oken s různým typem zasklení na celkovou energetickou náročnost modelového domu.

Tabulka č. 30 Komparace vybraných stavebních výplní na bázi dřeva

profilová řada oken	Pořizovací cena + náklady na údržbu oken za 25 + náklady za energie za 25 let			
	Model I.	Model II.	Model III.	Model IV.
IV92	1 260 820 Kč	1 310 111 Kč	1 836 465 Kč	1 885 756 Kč
IV92 - Solar I.	1 272 107 Kč	1 321 398 Kč	1 836 189 Kč	1 885 480 Kč
IV92 - Solar II.	1 275 336 Kč	1 324 627 Kč	1 911 067 Kč	1 911 067 Kč
IV78 - 444	1 287 395 Kč	1 329 392 Kč	1 894 640 Kč	1 943 931 Kč
IV78 - 44	1 294 867 Kč	1 333 533 Kč	1 925 118 Kč	1 974 409 Kč
AL92	1 329 392 Kč	1 336 686 Kč	1 900 234 Kč	1 900 234 Kč
AL78	1 333 533 Kč	1 343 767 Kč	1 916 672 Kč	1 916 672 Kč
AL92 - Solar II.	1 343 767 Kč	1 344 158 Kč	1 844 423 Kč	1 893 714 Kč

V tabulce č. 30 je porovnání profilových řad oken pro modelový dům v jednotlivých modelových situacích, ve kterých je sečtena pořizovací cena oken, náklady na údržbu oken za 25 let a náklady za energie na provoz modelového domu ve stejném časovém období. Náklady za energie jsou tvořené především za vytápění a ohřev vody. Model I. a Model III. simulují situaci, kdy je údržba prováděná každoročně uživatelem domu. Údržba byla spočítaná na 1.945 Kč/rok. Modelové situace Model II. a Model IV simulují situaci, ve které byla provedena údržba zhruba v polovině stanovené životnosti oken specializovanou firmou. Údržba firmou byla spočítaná na 97.905 Kč. Pro modelové situace Model I. a Model II. je jako otopné médium v modelovém domě tepelné čerpadlo a pro Model III. a Model IV. je otopné médium elektrokotel. Z výsledků je patrné, že čím jsou vyšší náklady na vytápění, tím je výhodnější investovat do lepších oken.

Životnost oken byla stanovena na 25 let. Neznamená to však, že okna přestanou plnit svojí funkci po uplynutí této doby. Dojde pouze ke zhoršení jejich vlastností a s velkou pravděpodobností bude zapotřebí provést servis na kování a těsnění.

Čistě z finančního hlediska jsou v Model I a Model II. nejvýhodnějšími okny pro modelový dům okna v profilové řadě IV92 – dřevěná okna o stavební hloubce 92 mm osazená izolačními trojskly se standardními solárními zisky. V modelové situaci Model III. a Model IV. jsou nejvýhodnějšími okny pro modelový dům okna v profilové řadě IV92 – Solar I. dřevěná okna o stavební hloubce 92 mm osazená izolačními trojskly v kombinaci se skly se standardními a zvýšenými solárními zisky.

Výsledek této diplomové práce může pomáhat investorům v rozhodování při pořizování oken do jejich nemovitostí. Dále by tato práce mohla být použita jako marketingový nástroj výrobců oken a rovněž může být nápomocná při inovaci a vývoji jejich produktů.

Seznam použité literatury:

- [1] TEPELNÉ ZTRÁTY. Energetický poradce PRE. [online]. 12.1.2017 [cit. 2017-01-12]. Dostupné z: <http://www.energetickyporadce.cz/cs/uspory-energie/tepelne-ztraty/>
- [2] PUŠKÁR, Anton. Okna, dveře, prosklené stěny. 1. čes. vyd. Bratislava: Jaga group, 2003, 255 s. ISBN 80-889-0547-8.
- [3] [ED.: ANTONIO CORCUERA. TRANSL.: JAY NODEN (ENGL.) a TANJA FONTANE (GERMAN). LAETITIA BELASCO (FRENCH). ALESSANDRO ORSI (ITAL.)]. Door. Kempen: teNeues, 2006. ISBN 978-383-2791-247.
- [4] VOCELKA, Jakub. Komparace efektivnosti vybraných stavebních výplní na bázi dřeva. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2015. Bakalářská práce.
- [5] Okno. Wikipedie. [online]. 14.2.2017 [cit. 2017-02-14]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Okno>
- [6] Dřevěná okna. Agát. [online]. 30.3.2017 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://agat.cz/produkty/drevena-okna/>
- [7] Otvorové výplně z plastu. tzbinfo. [online]. 28.3.2017 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/okna-dvere/otvorove-vyplne-z-plastu>
- [8] POLÁŠEK, Marek. A7 - Navrhování výplní otvorů budov dle principů trvale udržitelné výstavby. 1. vyd. Brno: Národní stavební centrum, 2012, 78 s. ISBN 978-80-87665-06-0.
- [9] Plastová okna VEKA Softline 82. Oknotherm. [online]. 17.3.2017 [cit. 2017-03-17]. Dostupné z: <http://www.oknotherm.cz/plastova-okna/veka-softline82>
- [10] HLINÍKOVÁ OKNA – PROFIL W72. Oknotherm. [online]. 14.3.2017 [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.oknotherm.cz/hlinikova-okna/profil-w72>
- [11] Dřevohliníková okna. Agát. [online]. 30.3.2017 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://agat.cz/produkty/drevohlinikova-okna/>

- [12] PLASTOHLINÍKOVÁ OKNA. Oknotherm. [online]. 28.3.2017 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://www.oknotherm.cz/plastohlinikova-okna/>
- [13] HS portál. Agát. [online]. 28.3.2017 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://agat.cz/produkty/posuvne-dvere/hs-portal/>
- [14] [Kommentar zur] ULRICH SIEBERATH .. (HRSG.). Kommentar zur DIN EN 14351-1, Fenster und Türen: Produktnorm, Leistungseigenschaften. Teil 1: Fenster und Außentüren ohne Eigenschaften bezüglich Feuerschutz und/oder Rauchdichtheit = Comment of DIN EN 14351-1, windows and doors = Commentaire du DIN EN 14351-1, fenêtres et portes. 3. aktualisierte und erg. Aufl. Rosenheim: ift, 2013. ISBN 978-381-6791-713.
- [15] TYWONIAK, Jan. Nízkoenergetické domy 3: nulové, pasivní a další. Praha: Grada, 2012. Stavitel. ISBN 978-802-4738-321.
- [16] [Holzbau der] [LEITUNG UND KOORDINATION DES VERBUNDPROJEKTES: "HOLZBAU DER ZUKUNFT": TU MÜNCHEN]. Konstruktionsgrundlagen für Fenster, Türen und Fassadenelemente aus Verbundwerkstoffen und Holz / Schmid, Josef. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verl, 2008. ISBN 978-381-6778-783.
- [17] CLIMATOP LUX - optimální trojsklo: Tepelná izolace a energetický zisk v jednom zasklení [online]. [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: http://glassolutions.cz/sites/default/files/documents/climatop_lux.pdf
- [18] GLASSOLUTIONS SAINT-GOBAIN: SWISSPACER [online]. [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: <http://glassolutions.cz/cs/produkty/swisspacer-meziskelni-ramecek>
- [19] SIEGENIA: Okenní kování [online]. [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: https://www.siegenia.com/siauv3/media/ct/cs/serv/down/fensterbeschl/pp_titan_cz_2014_11_14.pdf
- [20] firemní materiály Remmers 2017.
- [21] firemní materiály Sikkens 2017.

- [22] [Leitfaden] HRSG.: RAL-GÜTEGEMEINSCHAFT FENSTER UND HAUSTÜREN E.V. Leitfaden zur Planung und Ausführung der Montage von Fenstern und Haustüren für Neubau und Renovierung. Ausgabe März 2014. Frankfurt am Main: RAL-Gütegemeinschaft, 2014. ISBN 978-300-0453-816.
- [23] ČSN 73 3610 Navrhování klempířských konstrukcí. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [24] Jak na výpočet návratnosti a výnosnosti investice. Investia.cz [online]. [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: <http://www.investia.cz/jak-na-vypocet-navratnosti-a-vynosnosti-investice>
- [25] firemní materiály Penatus 2017.
- [26] TNI 73 0331 Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet. Praha: Český normalizační institut, 2013.
- [27] firemní materiály Agát 2017.
- [28] NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM: Základní výpis z výrobku [online]. [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: <http://registrace.novazelenausporam.cz/vyhledavani/vyrobek/SVT7600/drevne-okno-a-balkonove-dvere-jednoduche-typ-iv78/>
- [29] NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM: Základní výpis z výrobku [online]. [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: <http://registrace.novazelenausporam.cz/vyhledavani/vyrobek/SVT6583/drevne-okno-a-balkonove-dvere-jednoduche-typ-euro-iv-92/>
- [30] NOVÁ ZELENÁ ÚSPORÁM: Základní výpis z výrobku [online]. [cit. 2017-03-29]. Dostupné z: <http://registrace.novazelenausporam.cz/vyhledavani/vyrobek/SVT7754/drevohli-nikove-okno-a-balkonove-dvere-jednoduche/>
- [31] Přehled cen elektrické energie: ceny platné od 1.1.2017. Tzb-info [online]. [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/14-prehled-cen-elektricke-energie#d56>

- [32] Mzdy a náklady práce. ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD [online]. [cit. 2017-03-15]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/prace_a_mzdy_prace
- [33] KARLÍK, Robert. Tepelné čerpadlo pro váš dům. Praha: Grada, 2009. Profi. ISBN 978-80-247-2720-2.
- [34] Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory z podprogramu Nová zelená úsporám RODINNÉ DOMY v rámci 3. výzvy k podávání žádostí [online]. [cit. 2017-03-16]. Dostupné z: http://www.novazelenausporam.cz/file/476/zavazne-pokyny-pro-zadatele-rd_3_vyzva.pdf
- [35] Wood C, Bordass W, Baker P, Research into the thermal performance of windows: timber sash windows, English Heritage Research Report, June 2009 [online]. 2009 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <https://content.historicengland.org.uk/images-books/publications/thermal-performance-traditional-windows/thermal-performance-traditional-windows.pdf/>

Seznam tabulek

- Tabulka č. 1 Vliv distančního rámečku na U_w (převzato z [18])
- Tabulka č. 2 Celková energie globálního slunečního záření v MJ/m² (převzato [26])
- Tabulka č. 3 Vlastnosti oken IV78 – dvojsklo (převzato [27])
- Tabulka č. 4 Vlastnosti oken IV78 – trojsklo (převzato [27])
- Tabulka č. 5 Vlastnosti oken IV92 (převzato [28])
- Tabulka č. 6 Vlastnosti oken IV92 - Solar I. (převzato [28])
- Tabulka č. 7 Vlastnosti oken IV92 - Solar II. (převzato [28])
- Tabulka č. 8 Vlastnosti oken AL78 (převzato [26])
- Tabulka č. 9 Vlastnosti oken AL92 [29]
- Tabulka č. 10 Vlastnosti oken AL92 - Solar II. [29]
- Tabulka č. 11 únik tepla ostatními konstrukcemi
- Tabulka č. 12 Parametry oken IV78 – 44 pro solární zisky
- Tabulka č. 13 Celkový solární zisky okny IV78 - 44
- Tabulka č. 14 Přehled solárních zisků jednotlivých profilových řad oken
- Tabulka č. 15 Potřeba tepla na vytápění po měsících s okny IV78 – 44
- Tabulka č. 16 rozložení úniků tepla
- Tabulka č. 17 rozložení úniků tepla po konstrukcích
- Tabulka č. 18 Procentuální podíl oken na celkových únicích tepla
- Tabulka č. 19 Celková energie dodaná do budovy pro jednotlivé měsíce s okny IV78 – 44
- Tabulka č. 20 Přehled energií a ceny celkem za energie za 1 rok – tepelný čerpadlo
- Tabulka č. 21 Přehled energií a ceny celkem za energie za 1 rok - elektrokotel
- Tabulka č. 22 Pořizovací cena oken
- Tabulka č. 23 Přehled nákladu na chod modelové domu za 1 rok – tepelný čerpadlo

Tabulka č. 24 Přehled nákladu na chod modelové domu za 1 rok – elektrokotel

Tabulka č. 25 Přehled nákladů na údržbu oken

Tabulka č. 26 Komparace investic Model I. – tepelný čerpadlo

Tabulka č. 27 Komparace investic Model II. – tepelný čerpadlo

Tabulka č. 28 Komparace investic Model III. – elektrokotel

Tabulka č. 29 Komparace investic Model IV. – elektrokotel

Tabulka č. 30 Komparace vybraných stavebních výplní na bázi dřeva

Seznam grafů

Graf č. 1 Diagram přelomu pro Model I. – tepelný čerpadlo, údržba uživatel

Graf č. 2 Diagram přelomu pro Model II. – tepelný čerpadlo, údržba firma

Graf č. 3 Diagram přelomu pro Model III. – elektrokotel, údržba uživatel

Graf č. 4 Diagram přelomu pro Model IV. – elektrokotel, údržba firma

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Celkový únik tepla z domu (převzato z [1])

Obrázek č. 2: Dřevěné okno (převzato z [6])

Obrázek č. 3: Plastové okno (převzato z [9])

Obrázek č. 4: Hliníkové okno (převzato [10])

Obrázek č. 5: Dřevohliníkové okno INTEGRAL (převzato z [11])

Obrázek č. 6: Dřevohliníkové okno MIRA SPREE (převzato [11])

Obrázek č. 7: Plastohliníkové okno (převzato z [12])

Obrázek č. 8: Dostatečně pigmentovaná vrstva laku (převzato z [21])

Obrázek č. 9: Slabě pigmentovaná vrstva laku (převzato z [21])

Obrázek č. 10 kapilární efekt (převzato z [21])

Obrázek č. 11 Správně ošetřená V-spára (převzato z [21])

Obrázek č. 12 Vnikání vlhkosti do konstrukce V-spárou (převzato z [21])

Obrázek č. 13 Vznik kondenzátu na horním falci okna (převzato z [21])

Obrázek č. 14 Pohyb vzduchu (převzato z [21])

Obrázek č. 15 Putování vlhkosti (převzato z [21])

Obrázek č. 16 Tvorba vodního puchýře (převzato z [21])

Obrázek č. 17 Vodový puchýř na rámu (převzato z [21])

Obrázek č. 18 Bez použití udržovací sady (převzato z [21])

Obrázek č. 19 Po ošetření udržovací sadou (převzato z [21])

Obrázek č. 20 Počínající vlhkostní poškození lazury (převzato z [21])

Obrázek č. 21 Počínající vlhkostní poškození lazury (převzato z [21])

Obrázek č. 22 Poškození kování korozí

Obrázek č. 23 Zničení vrutů bobtnáním a sesycháním

Obrázek č. 24 Západní pohled na modelový dům (převzato z [25])

Obrázek č. 25 Východní pohled na modelový dům (převzato z [25])

Obrázek č. 26 Severní pohled na modelový dům (převzato z [25])

Obrázek č. 27 Jižní pohled na modelový dům (převzato z [25])

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Výpis oken pro modelový dům

Příloha č. 2 – Výpočet energetické náročnosti modelového domu s okny IV78 – 44

Seznam použitých zkratek a symbolů

č. – číslo

OS – otevíravě-sklopné

μm – mikrometr

U_w – součinitel prostupu tepla okna

U_g – součinitel prostupu tepla sklem

g – součinitel propustnosti celkové energie slunečního záření

LT – odlehčená verze

RD – rodinný dům

NZÚ – nová zelená úsporám

VZT – vzduchotechnika a klimatizace

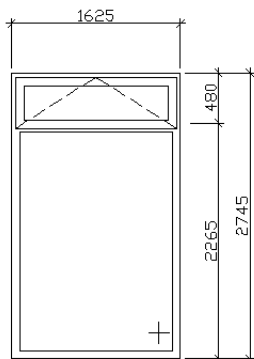
TV – teplá voda

kcemi – konstrukcemi

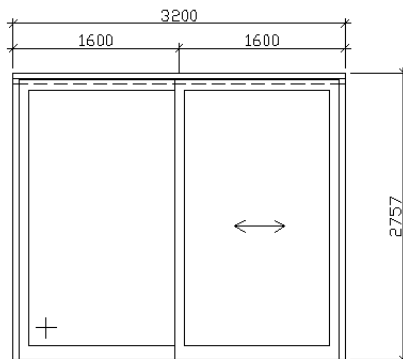
MPO ČR – Ministerstvo obchodu a průmyslu České republiky

Příloha č. 1 – Výpis oken pro modelový dům

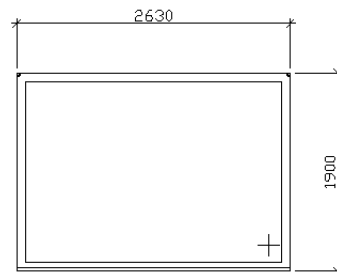
č.m. 1.03 (01)



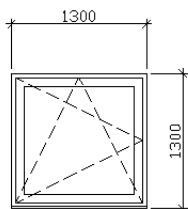
č.m. 1.04 (02)



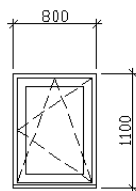
č.m. 1.04 (03)



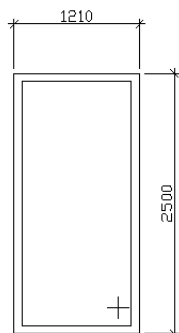
č.m. 1.05 (04)



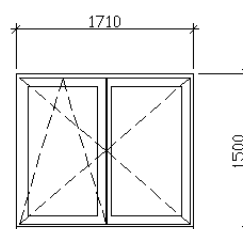
č.m. 1.08 (05)



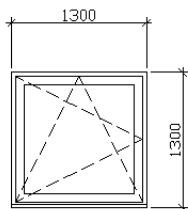
č.m. 1.02 (06)



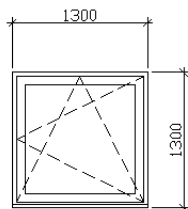
č.m. 2.04 (07)



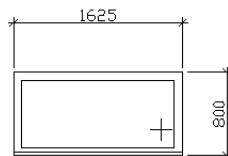
č.m. 2.03 (08)



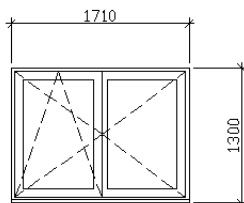
č.m. 2.02 (09)



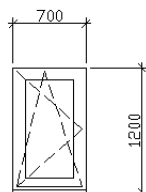
č.m. 2.01 (10)



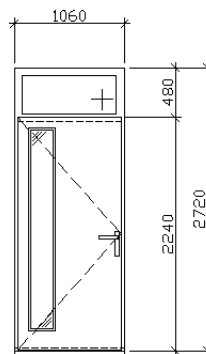
č.m. 2.05 (11)



č.m. půda (12)



č.m. 1.01 (V1)



VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA podle vyhlášky č. 78/2013 Sb. a ČSN 730540-2

a podle EN ISO 13790, EN ISO 13789 a EN ISO 13370

Energie 2015 LT

Název úlohy: **RD Zdiby IV78 - dvojsklo**
Zpracovatel: xvocj700@studenti.czu.cz
Zakázka:
Datum: 02.03.2017

ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY:

Počet zón v budově: 1
Typ výpočtu potřeby energie: měsíční (pro jednotlivé měsíce v roce)

Okrajové podmínky výpočtu:

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]				Horizont
			Sever	Jih	Východ	Západ	
leden	31	-1,3 C	29,5	123,1	50,8	50,8	74,9
únor	28	-0,1 C	48,2	184,0	91,8	91,8	133,2
březen	31	3,7 C	91,1	267,8	168,8	168,8	259,9
duben	30	8,1 C	129,6	308,5	267,1	267,1	409,7
květen	31	13,3 C	176,8	313,2	313,2	313,2	535,7
červen	30	16,1 C	186,5	272,2	324,0	324,0	526,3
červenec	31	18,0 C	184,7	281,2	302,8	302,8	519,5
srpen	31	17,9 C	152,6	345,6	289,4	289,4	490,3
září	30	13,5 C	103,7	280,1	191,9	191,9	313,6
říjen	31	8,3 C	67,0	267,8	139,3	139,3	203,4
listopad	30	3,2 C	33,8	163,4	64,8	64,8	90,7
prosinec	31	0,5 C	21,6	104,4	40,3	40,3	53,6

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]			
			SV	SZ	JV	JZ
leden	31	-1,3 C	29,5	29,5	96,5	96,5
únor	28	-0,1 C	53,3	53,3	147,6	147,6
březen	31	3,7 C	107,3	107,3	232,9	232,9
duben	30	8,1 C	181,4	181,4	311,0	311,0
květen	31	13,3 C	235,8	235,8	332,3	332,3
červen	30	16,1 C	254,2	254,2	316,1	316,1
červenec	31	18,0 C	238,3	238,3	308,2	308,2
srpen	31	17,9 C	203,4	203,4	340,2	340,2
září	30	13,5 C	127,1	127,1	248,8	248,8
říjen	31	8,3 C	77,8	77,8	217,1	217,1
listopad	30	3,2 C	33,8	33,8	121,7	121,7
prosinec	31	0,5 C	21,6	21,6	83,2	83,2

PARAMETRY JEDNOTLIVÝCH ZÓN V BUDOVĚ :

PARAMETRY ZÓNY Č. 1 :

Základní popis zóny

Název zóny:	RD Zdiby
Typ zóny pro určení Uem,N:	nová obytná budova
Typ zóny pro refer. budovu:	rodinný dům
Typ hodnocení:	nová budova
Obsazenost zóny:	40,0 m2/osobu
Uvažovaný počet osob v zóně:	3,7 (použije se pro stanovení roční potřeby teplé vody)
Objem z vnějších rozměrů:	588,78 m3
Podlah. plocha (celková vnitřní):	147,5 m2
Celk. energet. vztázná plocha:	177,2 m2

Účinná vnitřní tepelná kapacita:	110,0 kJ/(m ² .K)
Vnitřní teplota (zima/léto):	20,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená:	ano / ne
Typ vytápění:	nepřerušované
Regulace otopné soustavy:	ano
Průměrné vnitřní zisky:	340 W
..... odvozeno pro	<ul style="list-style-type: none"> · produkci tepla: 1,5+3,0 W/m² (osoby+spotřebiče) · časový podíl produkce: 70+20 % (osoby+spotřebiče) · zohlednění spotřebičů: jen zisky · minimální přípustnou osvětlenost 90,0 lx · měrný příkon osvětlení: 0,05 W/(m².lx) · činitel obsazenosti 1,0 a závislosti na denním světle 1,0 · roční dobu využití osvětlení ve dne/v noci: 900 / 600 h · prům. účinnost osvětlení: 15 % · další tepelné zisky: 0,0 W
Potřeba tepla na přípravu TV:	10161,16 MJ/rok
..... odvozeno pro	<ul style="list-style-type: none"> · denní potřebu teplé vody: 40,0 l/(osobu.den) · roční potřebu teplé vody: 54,0 m³ · teplotní rozdíl pro ohřev: (55,0 - 10,0) C
Zpětně získané teplo mimo VZT:	0,0 MJ/rok

Zdroje tepla na vytápění v zóně

Teplovzdušné vytápění:	ano (podíl 100,0 %) Teplovzdušné vytápění je součástí systému nuceného větrání.
Přiváděný vzduch:	40,0 C (recirkulace: 20,0 %*) * zadaná hodnota se v případě potřeby redukuje, aby bylo vždy zajištěno větrání
Účinnost sdílení/distribuce pro VZT:	92,0 % / 89,0 %

Zdroj tepla č. 1 a na něj napojená otopná soustava:

Název zdroje tepla:	Tepelné čerpadlo vzduch/voda (podíl 100,0 %)
Typ zdroje tepla:	tepelné čerpadlo
Parametr COP:	2,9
Účinnost sdílení/distribuce:	92,0 % / 89,0 %
Příkon čerpadel vytápění:	0,0 W (prům. roční příkon)
Příkon regulace/emise tepla:	0,0 / 0,0 W

Ventilátory systémů nuceného větrání, vytápění a chlazení vzduchem

Průměrný měrný příkon ventilátoru:	1710,0 Ws/m ³
Váhový činitel regulace:	0,7

Zdroje tepla na přípravu TV v zóně

Název zdroje tepla:	Tepelné čerpadlo vzduch/voda (podíl 100,0 %)
Typ zdroje přípravy TV:	tepelné čerpadlo (1. zdroj tepla)
Topný faktor pro přípravu TV:	2,4
Objem zásobníku TV:	200,0 l
Měrná tep. ztráta zásobníku TV:	7,9 Wh/(l.d)
Délka rozvodů TV:	50,0 m
Měrná tep. ztráta rozvodů TV:	119,0 Wh/(m.d)
Příkon čerpadel distribuce TV:	0,0 W
Příkon regulace:	0,0 W

Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně:	441,585 m ³
Podíl vzduchu z objemu zóny:	75,0 %
Typ větrání zóny:	nucené (mechanický větrací systém)
Objem.tok přiváděného vzduchu:	132,48 m ³ /h
Objem.tok odváděného vzduchu:	132,48 m ³ /h
Násobnost výměny při dP=50Pa:	0,6 1/h
Součinitel větrné expozice e:	0,01
Součinitel větrné expozice f:	20,0
Účinnost zpětného získávání tepla:	77,0 %
Podíl času s nuceným větráním:	70,8 %
Výměna bez nuceného větrání:	0,0 1/h
Měrný tepelný tok větráním Hv:	7,993 W/K

Měrný tepelný tok prostupem mezi zónou č. 1 a exteriérem :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	b [-]	H,T [W/K]	U,N,20 [W/m ² K]
EW_1 stěna	173,83	0,120	1,00	20,860	0,300
RF_1 střecha	132,8	0,100	1,00	13,280	0,240

ED_dveře vstupní	3,25	0,900	1,00	2,925	1,700
EW_2 stena	7,1	0,120	1,00	0,852	0,300
RF_1 strecha	3,6	0,100	1,00	0,360	0,240
OKNO O1_1NP	4,48 (1,63x2,75 x 1)	1,130	1,00	5,065	1,500
OKNO O2_1NP	9,43 (3,25x2,9 x 1)	1,330	1,00	12,535	1,500
OKNO O3_1NP	5,0 (2,63x1,9 x 1)	1,130	1,00	5,647	1,500
OKNO O4+O5_1NP	2,52 (2,1x1,2 x 1)	1,140	1,00	2,873	1,500
OKNO O6_1NP	3,03 (1,21x2,5 x 1)	1,150	1,00	3,479	1,500
OKNO O7_2NP	2,57 (1,71x1,5 x 1)	1,140	1,00	2,924	1,500
OKNO O8+O9_2NP	3,38 (2,6x1,3 x 1)	1,140	1,00	3,853	1,500
OKNO O10_2NP	1,3 (1,63x0,8 x 1)	1,170	1,00	1,526	1,500
OKNO O11_2NP	2,24 (1,72x1,3 x 1)	1,140	1,00	2,549	1,500
OKNO O12_2NP	0,84 (0,7x1,2 x 1)	1,150	1,00	0,966	1,500

Vysvětlivky: U je součinitel prostupu tepla konstrukce; b je činitel teplotní redukce; H,T je měrný tok prostupem tepla a U,N,20 je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla podle ČSN 730540-2 pro Tim=20 C.

Dílčí parametry výplň otvorů (v řazení za sebou jako v tabulce výše):

Název konstrukce	Ag	Ug	Af	Uf	I	Psi	Sklon
OKNO O1_1NP	---	---	---	---	---	---	90,0°
OKNO O2_1NP	6,969	1,10	2,456	1,80	15,780	0,029	90,0°
OKNO O3_1NP	4,315	1,10	0,682	0,97	8,436	0,031	90,0°
OKNO O4+O5_1NP	1,598	1,10	0,922	0,97	7,176	0,031	90,0°
OKNO O6_1NP	2,471	1,10	0,554	0,97	6,796	0,031	90,0°
OKNO O7_2NP	1,595	1,10	0,970	0,97	7,596	0,031	90,0°
OKNO O8+O9_2NP	2,298	1,10	1,082	0,97	8,576	0,031	90,0°
OKNO O10_2NP	0,946	1,10	0,354	0,97	4,226	0,031	90,0°
OKNO O11_2NP	1,355	1,10	0,881	0,97	6,816	0,031	90,0°
OKNO O12_2NP	0,459	1,10	0,381	0,97	2,888	0,031	90,0°

Vysvětlivky: Ag je plocha zasklení v m2, Ug je součinitel prostupu tepla zasklení ve W/(m2K), Af je plocha rámu v m2, Uf je součinitel prostupu tepla rámu ve W/(m2K), I je délka uložení zasklení do rámu v m, Psi je lin. činitel prostupu tepla v uložení zasklení do rámu ve W/(mK). Sklon je uveden ve stupních (od vodor. roviny).

Vliv tepelných vazeb je ve výpočtu zahrnut přibližně součinem (A * DeltaU,tbm).

Průměrný vliv tepelných vazeb DeltaU,tbm: 0,02 W/m2K

Měrný tok prostupem do exteriéru plošnými konstrukcemi Hd,c: 79,693 W/K

..... a příslušnými tepelnými vazbami Hd,tb: 7,107 W/K

Měrný tepelný tok prostupem zeminou u zóny č. 1 :

1. konstrukce ve styku se zeminou

Název konstrukce:	FL1_podlaha na zemině
Tepelná vodivost zeminy:	2,0 W/mK
Plocha podlahy:	88,85 m2
Exponovaný obvod podlahy:	38,35 m
Součinitel vlivu spodní vody Gw:	1,0
Typ podlahové konstrukce:	podlaha na terénu
Tloušťka obvodové stěny:	0,41 m
Tepelný odpor podlahy:	4,0 m2K/W
Přídavná okrajová izolace:	svislá
Tloušťka okrajové izolace:	0,08 m
Tepelná vodivost okrajové izolace:	0,036 W/mK
Hloubka okrajové izolace:	0,35 m
Vypočtený přídavný lin. činitel prostupu:	-0,016 W/mK
Součinitel prostupu tepla bez vlivu zeminy Uf:	0,24 W/m2K
Požadovaná hodnota souč. prostupu U,N,20:	0,45 W/m2K
Činitel teplotní redukce b:	0,73
Souč.prostupu mezi interiérem a exteriérem U:	0,176 W/m2K
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	15,631 W/K
Kolísání ekv. měsíčních měrných toků Hg,m:	od 12,228 do 51,26 W/K
..... stanoveny pro periodické toky Hpi / Hpe:	16,871 / 8,183 W/K
<u>Celkový ustálený měrný tok zeminou Hg:</u>	<u>15,631 W/K</u>
..... a příslušnými tep. vazbami Hg,tb:	1,777 W/K
Kolísání celk. ekv. měsíčních měrných toků Hg,m:	od 12,228 do 51,26 W/K

Solární zisky stavebními konstrukcemi zóny č. 1 :

Zeměpisná šířka lokality: 45,0 st. sev. šířky

Název výplně otvoru	Orientace	Markýza		Levá stěna		Pravá stěna		Celk. F,fin
		Úhel	F,ov	Úhel	F,finL	Úhel	F,finR	
OKNO O1_1NP	Z	---	1,000	---	---	---	---	1,000
OKNO O2_1NP	Z	---	1,000	---	---	---	---	1,000
OKNO O3_1NP	J	---	1,000	---	---	---	---	1,000
OKNO O4+O5_1NP	V	---	1,000	---	---	---	---	1,000

OKNO O6_1NP	S	---	1,000	---	---	---	1,000
OKNO O7_2NP	Z	---	1,000	---	---	---	1,000
OKNO O8+O9_2NP	J	---	1,000	---	---	---	1,000
OKNO O10_2NP	V	---	1,000	---	---	---	1,000
OKNO O11_2NP	Z	---	1,000	---	---	---	1,000
OKNO O12_2NP	J	---	1,000	---	---	---	1,000

Název výplně otvoru	Orientace	Okolí / Horiz.		Celkový činitel Fsh	Způsob stanovení celk. činitele stínění
		Úhel	F,hor		
OKNO O1_1NP	Z	---	0,600	0,600	přímé zadání uživatelem
OKNO O2_1NP	Z	---	0,600	0,600	přímé zadání uživatelem
OKNO O3_1NP	J	---	0,600	0,600	přímé zadání uživatelem
OKNO O4+O5_1NP	V	---	0,600	0,600	přímé zadání uživatelem
OKNO O6_1NP	S	---	0,600	0,600	přímé zadání uživatelem
OKNO O7_2NP	Z	---	0,900	0,900	přímé zadání uživatelem
OKNO O8+O9_2NP	J	---	0,900	0,900	přímé zadání uživatelem
OKNO O10_2NP	V	---	0,900	0,900	přímé zadání uživatelem
OKNO O11_2NP	Z	---	0,900	0,900	přímé zadání uživatelem
OKNO O12_2NP	J	---	0,900	0,900	přímé zadání uživatelem

Vysvětlivky: F,ov je korekční činitel stínění markýzou, F,finL je korekční činitel stínění levou boční stěnou/žebrem (při pohledu zevnitř), F,finR je korekční činitel stínění pravou boční stěnou, F,fin je souhrnný korekční činitel stínění bočními stěnami, F,hor je korekční činitel stínění horizontem (okolím budovy) a úhel je příslušný stínící úhel.

Název konstrukce	Plocha [m ²]	g/alfa [-]	Fgl/Ff [-]	Fc,h/Fc,c [-]	Fsh [-]	Orientace
OKNO O1_1NP	4,48	0,67	0,78/0,22	1,00/1,00	0,6	Z (90°)
OKNO O2_1NP	9,43	0,67	0,74/0,26	1,00/1,00	0,6	Z (90°)
OKNO O3_1NP	5,0	0,67	0,86/0,14	1,00/1,00	0,6	J (90°)
OKNO O4+O5_1NP	2,52	0,67	0,63/0,37	1,00/1,00	0,6	V (90°)
OKNO O6_1NP	3,03	0,67	0,82/0,18	1,00/1,00	0,6	S (90°)
OKNO O7_2NP	2,57	0,67	0,62/0,38	1,00/1,00	0,9	Z (90°)
OKNO O8+O9_2NP	3,38	0,67	0,68/0,32	1,00/1,00	0,9	J (90°)
OKNO O10_2NP	1,3	0,67	0,73/0,27	1,00/1,00	0,9	V (90°)
OKNO O11_2NP	2,24	0,67	0,61/0,39	1,00/1,00	0,9	Z (90°)
OKNO O12_2NP	0,84	0,67	0,55/0,45	1,00/1,00	0,9	J (90°)

Vysvětlivky: g je propustnost slunečního záření zasklení v průsvitných konstrukcích; alfa je pohltivost slunečního záření vnějšího povrchu neprůsvitných konstrukcí; Fgl je korekční činitel zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna); Ff je korekční činitel rámu (podíl plochy rámu k celk. ploše okna); Fc,h je korekční činitel donění pohyblivými donami pro režim vytápění; Fc,c je korekční činitel donění pro režim chlazení a Fsh je korekční činitel stínění nepohyblivými částmi budovy a okolní zástavbou.

Celkový solární zisk konstrukcemi Qs (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	731,6	1200,1	1993,6	2789,6	3145,2	3098,7
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	2987,2	3068,1	2192,2	1780,7	949,2	599,4

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY :

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1 :

Název zóny: RD Zdiby
 Vnitřní teplota (zima/léto): 20,0 C / 20,0 C
 Zóna je vytápěna/chlazená: ano / ne
 Regulace otopné soustavy: ano

Měrný tepelný tok větráním Hv: 7,993 W/K
 Měrný tok prostupem do exteriéru Hd a celkový měrný tok prostupem tep. vazbami H,tb: 88,577 W/K
 Ustálený měrný tok zeminou Hg: 15,631 W/K
 Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory Hu,t: ---
 Měrný tok větráním nevytápěnými prostory Hu,v: ---
 Měrný tok Trombeho stěnami H,tw: ---
 Měrný tok větranými stěnami H,vw: ---
 Měrný tok prvky s transparentní izolací H,ti: ---
 Přídavný měrný tok podlahovým vytápěním dHt: ---
 Výsledný měrný tok H: 112,202 W/K

Potřeba tepla na vytápění po měsících:

Měsíc	Q,H,ht[GJ]	Q,int[GJ]	Q,sol[GJ]	Q,gn [GJ]	Eta,H [-]	fH [%]	Q,H,nd[GJ]
1	6,207	1,045	0,732	1,777	0,994	100,0	4,442
2	5,302	0,881	1,200	2,081	0,982	100,0	3,259
3	4,804	0,921	1,994	2,915	0,933	100,0	2,086

4	3,454	0,844	2,790	3,633	0,766	75,7	0,671
5	2,111	0,833	3,145	3,978	0,531	0,0	---
6	1,282	0,794	3,099	3,892	0,329	0,0	---
7	0,792	0,820	2,987	3,807	0,208	0,0	---
8	0,820	0,833	3,068	3,901	0,210	0,0	---
9	1,988	0,849	2,192	3,041	0,595	15,4	0,178
10	3,513	0,918	1,781	2,699	0,876	100,0	1,149
11	4,785	0,941	0,949	1,891	0,981	100,0	2,930
12	5,702	1,040	0,599	1,639	0,993	100,0	4,073

Vysvětlivky: Q,H,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty; Q,irt jsou vnitřní tepelné zisky; Q,sl jsou solární tepelné zisky; Q,gn jsou celkové tepelné zisky; Eta,H je stupeň využitelnosti tepelných zisků; fh je část měsíce, v níž musí být zóna s regulovaným vytápěním vytápěna, a Q,H,nd je potřeba tepla na vytápění.

Potřeba tepla na vytápění za rok Q,H,nd: 18,788 GJ

Roční energetická bilance výplní otvorů:

Název výplně otvoru	Orientace	Ql [GJ]	Qs,ini [GJ]	Qs [GJ]	Qs/Ql	U,eq,min	U,eq,max
OKNO O1_1NP	Z	1,840	2,839	1,568	0,85	-2,2	0,9
OKNO O2_1NP	Z	4,552	5,663	3,127	0,69	-1,8	1,1
OKNO O3_1NP	J	2,051	4,527	2,863	1,40	-2,9	0,5
OKNO O4+O5_1NP	V	1,043	1,289	0,712	0,68	-1,5	1,0
OKNO O6_1NP	S	1,263	1,099	0,594	0,47	-1,0	1,0
OKNO O7_2NP	Z	1,062	1,937	1,070	1,01	-2,8	0,9
OKNO O8+O9_2NP	J	1,399	3,631	2,297	1,64	-3,6	0,4
OKNO O10_2NP	V	0,554	1,159	0,640	1,16	-3,5	0,9
OKNO O11_2NP	Z	0,926	1,661	0,917	0,99	-2,8	0,9
OKNO O12_2NP	J	0,351	0,730	0,462	1,32	-2,7	0,6

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

Energie dodaná do zóny po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	5,987	---	---	0,222	1,687	0,463	---	8,358
2	4,290	---	---	0,163	1,606	0,344	---	6,402
3	2,547	---	---	0,104	1,687	0,317	---	4,655
4	0,819	---	---	0,081	1,660	0,250	---	2,810
5	---	---	---	0,084	1,687	0,213	---	1,984
6	---	---	---	0,081	1,660	0,191	---	1,932
7	---	---	---	0,084	1,687	0,198	---	1,969
8	---	---	---	0,084	1,687	0,213	---	1,984
9	0,218	---	---	0,081	1,660	0,256	---	2,215
10	1,403	---	---	0,084	1,687	0,314	---	3,487
11	3,750	---	---	0,146	1,660	0,365	---	5,921
12	5,409	---	---	0,203	1,687	0,457	---	7,756

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 49,472 GJ

Průměrný součinitel prostupu tepla zóny

Měrný tepelný tok prostorem obálkou zóny Ht 104,2 W/K
Plocha obalových konstrukcí zóny: 444,2 m²

Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) Uem,N,20: 0,40 W/m²K

Průměrný součinitel prostupu tepla zóny U,em: 0,23 W/m²K

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELOU BUDOVU :

Faktor tvaru budovy A/V: 0,75 m²/m³

Rozložení měrných tepelných toků

Zóna	Položka	Plocha [m ²]	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H:	---	112,202	100,00 %
z toho:	Měrný tok větráním Hv:	---	7,993	7,12 %
	Měrný (ustálený) tok zeminou Hg:	---	15,631	13,93 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	---	0,00 %
	Měrný tok tepelnými vazbami H,tb:	---	8,884	7,92 %

Měrný tok do ext. plošnými kcemi Hd,c:	---	79,693	71,03 %
rozložení měrných toků po konstrukcích:			
FL1_podlaha na zemině:	88,9	15,631	13,93 %
EW_1 stěna:	173,8	20,860	18,59 %
RF_1 střecha:	132,8	13,280	11,84 %
ED_dveře vstupní:	3,3	2,925	2,61 %
OKNO O2_1NP:	9,4	12,535	11,17 %
OKNO O1_1NP:	4,5	5,065	4,51 %
OKNO O3_1NP:	5,0	5,647	5,03 %
OKNO O6_1NP:	3,0	3,479	3,10 %
OKNO O7_2NP:	2,6	2,924	2,61 %
OKNO O10_2NP:	1,3	1,526	1,36 %
OKNO O4+O5_1NP:	2,5	2,873	2,56 %
OKNO O8+O9_2NP:	3,4	3,853	3,43 %
OKNO O11_2NP:	2,2	2,549	2,27 %
OKNO O12_2NP:	0,8	0,966	0,86 %
EW_2 stěna:	7,1	0,852	0,76 %
RF_1 strecha:	3,6	0,360	0,32 %

Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc:	112,202 W/K
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	588,8 m ³
Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994):	0,19 W/m ³ K
Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997):	14,0 kWh/(m ³ .a)

Poznámka: Orientační tepelnou ztrátu budovy lze získat vynásobením součtu měrných toků jednotlivých zón Hc působícím teplotním rozdílem mezi interiérem a exteriérem.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Měrný tepelný tok prostupem obálkou budovy Ht:	104,2 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy:	444,2 m ²

Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) U_{em,N,20}: 0,40 W/m²K

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em}: 0,23 W/m²K

Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	18,788 GJ	5,219 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	588,8 m ³	
Celková energeticky vztázná podlah. plocha budovy:	177,2 m ²	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m ³):	8,9 kWh/(m ³ .a)	

Měrná potřeba tepla na vytápění budovy: 29 kWh/(m².a)

Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D = 3752.

Poznámka: Měrná potřeba tepla je stanovena bez vlivu účinnosti systémů výroby, distribuce a emise tepla.

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	5,987	---	---	0,222	1,687	0,463	---	8,358
2	4,290	---	---	0,163	1,606	0,344	---	6,402
3	2,547	---	---	0,104	1,687	0,317	---	4,655
4	0,819	---	---	0,081	1,660	0,250	---	2,810
5	---	---	---	0,084	1,687	0,213	---	1,984
6	---	---	---	0,081	1,660	0,191	---	1,932
7	---	---	---	0,084	1,687	0,198	---	1,969
8	---	---	---	0,084	1,687	0,213	---	1,984
9	0,218	---	---	0,081	1,660	0,256	---	2,215
10	1,403	---	---	0,084	1,687	0,314	---	3,487
11	3,750	---	---	0,146	1,660	0,365	---	5,921
12	5,409	---	---	0,203	1,687	0,457	---	7,756

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinnosti technických systémů.

Dodané energie:

Vyp.spotřeba energie na vytápění za rok Q,fuel,H:	24,422 GJ	6,784 MWh	38 kWh/m ²
Pomocná energie na vytápění Q,aux,H:	---	---	---

Dodaná energie na vytápění za rok EP,H:	24,422 GJ	6,784 MWh	38 kWh/m2
Vyp.spotřeba energie na chlazení za rok Q,fuel,C:	---	---	---
Pomocná energie na chlazení Q,aux,C:	---	---	---
Dodaná energie na chlazení za rok EP,C:	---	---	---
Vyp.spotřeba energie na úpravu vlhkosti Q,fuel,RH:	---	---	---
Pomocná energie na úpravu vlhkosti Q,aux,RH:	---	---	---
Dodaná energie na úpravu vlhkosti EP,RH:	---	---	---
Vyp.spotřeba energie na nucené větrání Q,fuel,F:	1,414 GJ	0,393 MWh	2 kWh/m2
Pomocná energie na nucené větrání Q,aux,F:	---	---	---
Dodaná energie na nuc.větrání za rok EP,F:	1,414 GJ	0,393 MWh	2 kWh/m2
Vyp.spotřeba energie na přípravu TV Q,fuel,W:	20,056 GJ	5,571 MWh	31 kWh/m2
Pomocná energie na přípravu teplé vody Q,aux,W:	---	---	---
Dodaná energie na přípravu TV za rok EP,W:	20,056 GJ	5,571 MWh	31 kWh/m2
Vyp.spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q,fuel,L:	3,581 GJ	0,995 MWh	6 kWh/m2
Dodaná energie na osvětlení za rok EP,L:	3,581 GJ	0,995 MWh	6 kWh/m2
Celková roční dodaná energie Q,fuel=EP:	49,472 GJ	13,742 MWh	78 kWh/m2

Měrná dodaná energie budovy

Celková roční dodaná energie:	13,742 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	588,8 m3
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy:	177,2 m2
Měrná dodaná energie EP,V:	23,3 kWh/(m3.a)
Měrná dodaná energie budovy EP,A:	78 kWh/(m2.a)

Poznámka: Měrná dodaná energie zahrnuje veškerou dodanou energii včetně vlivů účinností tech. systémů.

Rozdělení dodané energie podle energonositelů, primární energie a emise CO2

Ergo-nositel	Faktory transformace			Vytápění				Teplá voda			
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2
elektřina ze sítě	3,0	3,2	1,1700	2,3	7,0	7,5	2,7	2,3	7,0	7,4	2,7
Slunce a jiná energie prostředí	0,0	1,0	0,0000	4,4	---	4,4	---	3,2	---	3,2	---
SOUČET				6,8	7,0	11,9	2,7	5,6	7,0	10,7	2,7

Ergo-nositel	Faktory transformace			Osvětlení				Pom.energie			
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2
elektřina ze sítě	3,0	3,2	1,1700	1,0	3,0	3,2	1,2	---	---	---	---
Slunce a jiná energie prostředí	0,0	1,0	0,0000	---	---	---	---	---	---	---	---
SOUČET				1,0	3,0	3,2	1,2	---	---	---	---

Ergo-nositel	Faktory transformace			Nuc.větrání				Chlazení			
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2
elektřina ze sítě	3,0	3,2	1,1700	0,4	1,2	1,3	0,5	---	---	---	---
Slunce a jiná energie prostředí	0,0	1,0	0,0000	---	---	---	---	---	---	---	---
SOUČET				0,4	1,2	1,3	0,5	---	---	---	---

Ergo-nositel	Faktory transformace			Úprava RH				Export elektřiny		
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,el	Q,pN	Q,pC
elektřina ze sítě	3,0	3,2	1,1700	---	---	---	---	---	---	---
Slunce a jiná energie prostředí	0,0	1,0	0,0000	---	---	---	---	---	---	---
SOUČET				---	---	---	---	---	---	---

Vysvětlivky: f,pN je faktor neobnovitelné primární energie v kWh/kWh; f,pC je faktor celkové primární energie v kWh/kWh; f,CO2 je součinitel emisí CO2 v kg/kWh; Q,f je vypočtená spotřeba energie dodávaná na daný účel příslušným energonositelem v MWh/rok; Q,el je produkce elektřiny v MWh/rok; Q,pN je neobnovitelná primární energie a Q,pC je celková primární energie použitá na daný účel příslušným energonositelem v MWh/rok a CO2 jsou s tím spojené emise CO2 v t/rok.

Součty pro jednotlivé energonositele:	Q,f [MWh/a]	Q,pN [MWh/a]	Q,pC [MWh/a]	CO2 [t/a]
elektřina ze sítě	6,048	18,144	19,353	7,076
Slunce a jiná energie prostředí	7,694	---	7,694	---
SOUČET	13,742	18,144	27,048	7,076

Vysvětlivky: Q,f je energie dodaná do budovy příslušným energonositelem v MWh/rok; Q,pN je neobnovitelná primární energie a Q,pC je celková primární energie použitá příslušným energonositelem v MWh/rok a CO2 jsou s tím spojené emise CO2 v t/rok.

Měrná primární energie a emise CO2 budovy

Emise CO2 za rok:	7,076 t	
Celková primární energie za rok:	27,048 MWh	97,372 GJ
Neobnovitelná primární energie za rok:	18,144 MWh	65,318 GJ
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	588,8 m3	
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy:	177,2 m2	
Měrné emise CO2 za rok (na 1 m3):	12,0 kg/(m3.a)	
Měrná celková primární energie E,pC,V:	45,9 kWh/(m3.a)	
Měrná neobnovitelná primární energie E,pN,V:	30,8 kWh/(m3.a)	
Měrné emise CO2 za rok (na 1 m2):	40 kg/(m2.a)	
Měrná celková primární energie E,pC,A:	153 kWh/(m2.a)	
Měrná neobnovitelná primární energie E,pN,A:	102 kWh/(m2.a)	

STOP, Energie 2015 LT