

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technologie staveb



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
Opatření pro stavbu v zimním období

Michal Kompas

2018

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Václav Pospíchal, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze 24.5.2018

.....

Michal Kompas

Chtěl bych poděkovat Ing. Václavu Pospíchalovi, Ph.D za vedení mé bakalářské práce, cenné rady a odborný dohled. Mé poděkování patří též prof. Ing. Karlovi Kabelemu, CSc. za konzultaci při získávání údajů pro praktickou část práce.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Tháškova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Kompas Jméno: Michal Osobní číslo: 439056

Zadávací katedra: K122 - Katedra technologie staveb

Studijní program: Stavitelství

Studijní obor: Realizace pozemních a inženýrských staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Opatření pro stavbu v zimním období

Název bakalářské práce anglicky: Cold weather construction techniques

Pokyny pro vypracování:

- definice zimní výstavby
- rozbor procesů
- varianty zajištění opatření během zimního období
- porovnání jednotlivých variant (cenové, časové, technologické)
- příklad realizace vybraného úseku

Seznam doporučené literatury:

Dr. Eranti and Professor George C. Lee: Cold Region Structural Engineering

Kol.: Concreting in cold weather, Cement and Concrete Association

Pytlík, P.: Technologie betonu, Brno: Vysoké učení technické, 1997

Kaun M., Luxemburk F.: Silnice a dálnice: výstavba,

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Václav POSPÍCHAL, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 19.02.2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 27.5.2018

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

22.2.2018

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Abstrakt

Cílem této práce je představení metod pro vybrané stavební práce v zimním období. Autor se zabývá opatřeními pro zemní práce, betonáž, montáže kovových konstrukcí, realizaci kontaktního zateplovacího systému a dokončovací práce v interiéru stavby. V návaznosti na poslední uvedené analyzuje možnosti zajištění potřebných teplot v interiéru. Dále autor navrhuje několik variant zajištění požadované teploty v interiéru s ohledem na provádění dokončovacích prací. Následně jsou navržená řešení porovnána, a to hlavně z hlediska provozních nákladů. Autor také porovnává varianty přístupu k zimní výstavbě. Analyzuje, zda je vhodné zimní opatření realizovat nebo raději prodloužit dobu výstavby. Kromě konvenčních prostředků pro získání potřebných informací jako je například literatura a webové stránky výrobců, využívá autor také konzultace s odborníky na dané problematiku.

Klíčová slova

Stavební práce, nízké venkovní teploty, dočasné vytápění, porovnání provozních nákladů

Abstract

The aim of this thesis is to present selected cold weather construction techniques. The author focuses on earthworks, concreting, assembly of metal structures, assembly of ETICS and interior work in building. He analyzes possibilities of heating in response to interior work. The author designs a several options of heating according to interior work afterward. Presented options are compared with focus on their operating costs. The author compares variations of approach to low temperature construction. He analyzes whether it is advisable to implement cold weather construction techniques or to extend the construction period. Besides using conventional source of information, for example literature and website of producers, the author uses consultations with experts on selected issues.

Keywords

Low temperature, construction techniques, temporary heating, comparison of operating costs

Obsah

ÚVOD	9
1 OPATŘENÍ PRO ZIMNÍ VÝSTAVBU	10
1.1 Definice zimní výstavby	10
1.2 Definice opatření pro zimní výstavbu	11
1.3 Zvláštní opatření pro zemní práce.....	12
1.4 Zvláštní opatření pro betonáž	14
1.4.1 Rozdělení podle klimatu	14
1.4.2 Problémy betonáže v zimním období.....	14
1.4.3 Aktivní opatření	16
1.4.4 Pasivní opatření	17
1.4.5 Další opatření.....	17
1.5 Zvláštní opatření pro realizaci fasády.....	17
1.6 Zvláštní opatření při provádění klempířských konstrukcí	18
1.7 Zvláštní opatření pro dokončovací práce v interiéru	19
1.7.1 Požadované podmínky na pracovišti.....	19
1.7.2 Klasická přenosná topidla.....	20
1.7.3 Alternativní přenosná topidla.....	22
2 NÁVRH A POROVNÁNÍ ZPŮSOBŮ VYTÁPĚNÍ KONKRÉTNÍHO OBJEKTU... ..	25
2.1 Specifikace vytápěných prostor	25
2.2 Definice okrajových podmínek modelové situace	26
2.3 Specifikace výpočtů	27
2.4 Vlastní výpočet	28
2.4.1 Přehled a srovnání nákladů jednotlivých druhů topidel	28

2.4.2	Komentář k přehledu a srovnání nákladů jednotlivých druhů topidel.....	30
2.4.3	Výpočet tepelných ztrát a zisků.....	31
2.4.4	Výpočet nákladů na vytápění	45
	ZÁVĚR	49
	Seznam použitých zkratk.....	52
	POUŽITÁ LITERATURA.....	53

ÚVOD

Snaha developerů realizovat své projekty v co nejkratším časovém období je odůvodněna finanční ztrátou způsobenou prodloužením doby výstavby. Tato ztráta je v případě administrativních budov nejčastěji způsobena absencí příjmů z pronájmů kancelářských prostor. V případě objektů určených k prodeji je ztráta tvořena výnosy z nerealizovaných investic, do kterých by mohl developer investovat zisky z těchto prodejů. Tento nátlak, na co nejdříve zprovoznění budovy, se logicky přenáší na zhotovitele staveb. Ti jsou tím pádem nuceni stavět i v zimním období, kdy k tomu nejsou vhodné klimatické podmínky. Z těchto důvodů je zapotřebí speciálních opatření pro zimní výstavbu, které tuto realizaci za nevhodných klimatických podmínek umožňují.

Teoretická část této práce se bude věnovat specifikaci vybraných opatření pro výstavbu v zimním období. Tato opatření byla vybrána s ohledem na potřeby konkrétní stavby. Dále bude věnována pozornost možnostem vytápění interiéru během provádění dokončovacích prací v zimním období.

V praktické části bude proveden návrh několika variant dočasného vytápění konkrétního stavebního objektu. Součástí tohoto návrhu bude zjištění nákladu daných variant, tj. pořizovací cena a provozní náklady (náklady na zapůjčení topidla a náklady na palivo). Provozní náklady budou dále přepočítány na 1 kWh, aby je bylo možné vzájemně porovnávat.

Následně bude pro tento stavební objekt proveden výpočet tepelných ztrát a zisků pro období 12/2017–2/2018. Z této tepelné bilance budou pro dané období a stavbu vypočteny skutečné provozní náklady na stanovené varianty dočasného vytápění

Pro potřeby hypotetického investora bude posléze provedena finanční analýza, která bude mimo jiné kalkulovat s variantou přerušení stavby na dané tříměsíční období.

1 OPATŘENÍ PRO ZIMNÍ VÝSTAVBU

1.1 Definice zimní výstavby

Zimní výstavbu lze definovat jako realizaci stavebních objektů při nepříznivých klimatických podmínkách, tj. nízké venkovní teploty a s tím spojené sněžení. Zimní výstavbu a náležitá opatření lze rozdělit podle závislosti na teplotě při provádění na 3 následující případy:

- I. $> +5\text{ }^{\circ}\text{C}$: Většina stavebních činností se provádí bez omezení.
- II. $+5\text{ }^{\circ}\text{C} - 0\text{ }^{\circ}\text{C}$: Stavební činnosti je možné provádět pouze s vybranými materiály.
- III. $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$: Pro realizaci stavebních činností je zapotřebí dalších zvláštních opatření.

Největšími problémy staveb v zimním období jsou již zmíněné nízké teploty a sněžení. První z nich způsobuje problémy se stavebními hmotami (například křehkost materiálu nebo zamrznutí vody v nich obsažené). Oba klimatické problémy společně snižují komfort a bezpečnost pracovníků na stavbě, zvyšují náklady zhotovitele, prodlužují dobu pro dokončení a ztěžují proveditelnost některých prací. [7]

Vzhledem ke klimatickým problémům bývala realizace v zimním období velmi obtížná, obzvláště pak díky stavebním činnostem, ve kterých se vyskytuje volná nebo vázaná voda. Mimo jiné kvůli tomu se nechávaly stavby přes zimu takzvaně „vymrznout“. Výhodou této zimní přestávky bylo vyzrání celé konstrukce. Konstrukce se dostatečně dotvarovaly a navazující stavební úseky nebyly tolik zatěžovány napětím od dotvarování dříve realizovaných konstrukcí.

Zásluhou vědecko-technické revoluce, především zdokonalováním stavebních hmot, je nyní stavba v zimním období snadněji proveditelná. Jedním z nejužitečnějších pokroků je zlepšení odolnosti proti nízkým teplotám u materiálů potřebných v mokrých procesech a dále pak celkové nahrazování mokrých procesů suchými.

Různé stavební činnosti jsou různě ovlivňovány zimním obdobím. Jak jsem již zmínil, dokončovací práce ve vytápěném interiéru jsou zimním obdobím téměř nedotčené. Dále máme činnosti, které jsou během zimy ztížené, ale proveditelné bez zvláštních zimních opatření. Do této skupiny patří například bourací práce a některé montáže. Poslední skupinu tvoří především všechny činnosti obsahující mokré procesy, tzn. betonáž, zdění na klasickou maltu, montáž kontaktního zateplovacího systému a další. Kromě činností obsahující mokré procesy jsou to dále například pokládky obrusných vrstev na pozemních komunikacích. Tyto činnosti jsou nízkou teplotou velmi ovlivněny a je potřeba přijmout vhodná opatření.

Zimní výstavba může být dále ovlivněna nevhodnými klimatickými podmínkami nepřímo, a to jejím umístěním. Sníh a náledí mohou způsobit omezení mimostaveništní a staveništní dopravy. V extrémních případech u staveb dostupných jen lodní dopravou nebo jen po v zimě neudržovaných komunikacích to může vést až k přerušení stavby. Dalším typem staveb velmi náchylných na nízkou venkovní teplotu jsou stavby, které jsou zcela nebo jen z části prováděné pod vodní hladinou.

1.2 Definice opatření pro zimní výstavbu

Opatření pro zimní výstavbu jsou takové optimalizace stavebních činností a materiálů, které umožňují realizovat stavbu i při nevhodných klimatických podmínkách.

Kromě použití výše zmíněných moderních materiálů a postupů jsou dalšími vhodnými opatřeními pro stavbu v zimním období například:

- předešívání jedné ze složek budoucí konstrukce
- zaizolování prostoru okolo realizované konstrukce
- vytápění zaizolovaného prostoru okolo realizované konstrukce

V zásadě mohou být tyto opatření rozděleny do dvou kategorií:

- I. Za prvé to jsou opatření, kterými přizpůsobíme materiál nevhodným klimatickým podmínkám.
- II. Druhou kategorií je vytvoření vhodného mikroklimatu v okolí dané realizace.

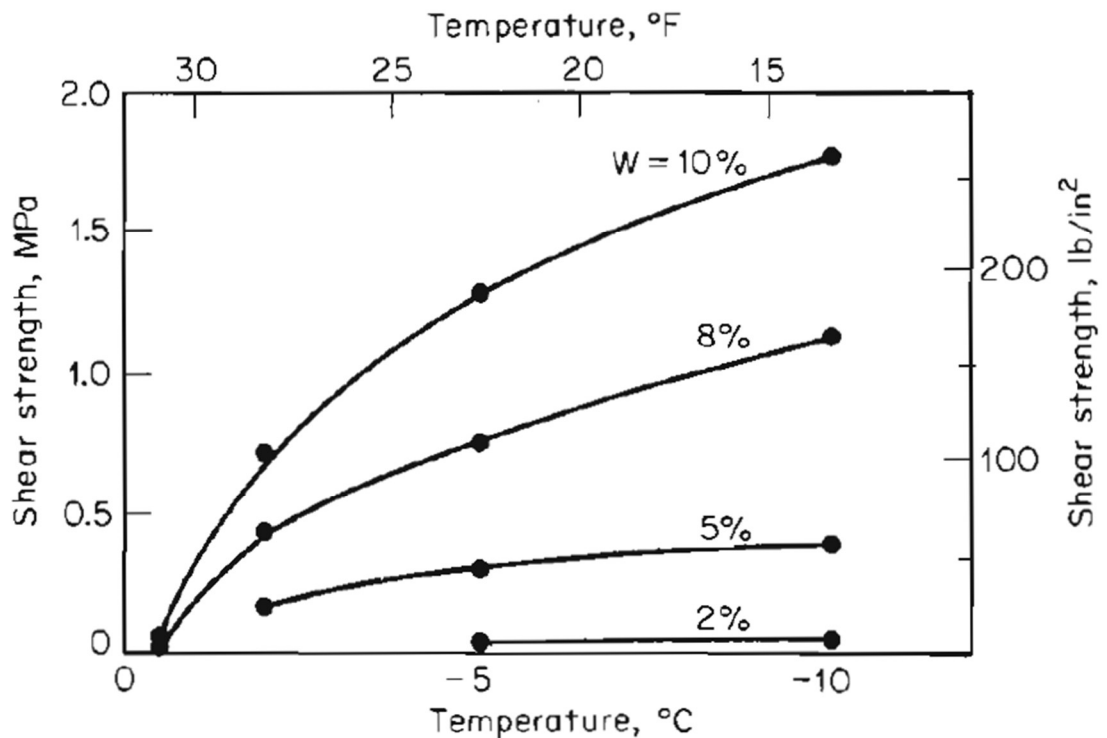
Ideálním řešením je správné rozplánování celého procesu výstavby. V zimním období by měly být prováděny pouze dokončovací práce ve vytápěném interiéru. Toto řešení není vždycky realizovatelné kvůli požadavkům na zkrácení doby výstavby nebo z důvodu výskytu nepředvídatelných okolností během realizace.

1.3 Zvláštní opatření pro zemní práce

Pominou-li se problémy spojené s nízkou teplotou v souvislosti s pracovníky a mechanizací, hlavním problémem provádění zemních prací v zimním období je změna vlastností dotčených zemin. Ta je způsobena zamrznutím vody v těchto zeminách obsažené. Při provádění zásypů tato zamrzlá voda znemožňuje dostatečné zhutnění a také zvětšuje objem zemin používaných k zásypu. Pokud by se v zimním období prováděly zásypové práce stejně jako v letním období, vedlo by to ke snížení výškové úrovně hrubých terénních úprav po rozmrznutí a bylo by zapotřebí dalších doplňujících prací. Ty by byly nad rámec původního harmonogramu a rozpočtu, takže by způsobily dodatečné náklady a případně i posunutí termínu dokončení.

Další komplikací je ztížená těžitelnost zmrzlé zeminy. Tato komplikace se může stát výhodou, pokud se těží měkké a podmáčené vrstvy zeminy nebo zeminy, které jsou pod úrovní hladiny podzemní vody. Nárůst pevnosti ve smyku (dále i jako τ) je hlavní původcem tohoto ztížení těžitelnosti. Klesne-li teplota zeminy pod $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a má-li tato zemina hmotnostní vlhkost alespoň 8 %, smyková pevnost začne se snižující se teplotou výrazně stoupat. Například zemina s hmotnostní vlhkostí 10 % při poklesu teploty z $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ na $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ změní hodnotu τ z $0,75\text{ MPa}$ na $1,75\text{ MPa}$. Pro úplnost by se mělo ještě dodat, že hodnota τ stejné zeminy v $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ je menší než $0,1\text{ MPa}$. U zemin s menší hmotnostní vlhkostí se tento jev také projevuje, ale intenzita stoupaní a výsledná hodnota pevnosti ve smyku je násobně menší. Výše uvedené skutečnosti jsou shrnuty v grafu 1. [2]

Graf 2 - Závislost teploty, vlhkosti a smykové pevnosti zeminy [2]



Z praktického hlediska jsou 3 různé metody pro provádění výkopu ve zmrzlé půdě. Pokud ještě před zamrznutím půdy víme, že bude výkop realizován až po zamrznutí půdy, je vhodné předem zaizolovat celou plochu budoucího výkopu. To je možné zakrytím terénu dobře izolujícím materiálem nebo provedením provizorní konstrukce (v prostoru výkopu), která zajistí lokální zvýšení teploty a zamezí zamrznutí zeminy [2]. Tato metoda je v praxi velmi málo používána, protože pronájem izolační konstrukce nebo popřípadě i vytápění tohoto prostoru jsou z pohledu zhotovitele zbytečně vynaložené náklady.

Druhou možností je zmrzlé vrstvy zeminy před započítáním výkopových prací ohřát a tím nechat roztát v nich obsažené ledové krystalky. To lze provést širokou škálou možností. Nejjednodušším a také nejdražším zdrojem tepla je v tomto případě elektrina. Další možností jsou topné oleje nebo kapalný plyn.

Teplu může být do zeminy přenášeno pomocí radiace, kondukce nebo ohřátým topným médiem, například zahřátým vzduchem nebo vodní párou. Poslední způsob je šetrný k okolnímu prostředí, a to ať už jde-li o okolní zástavbu nebo o inženýrské sítě vedoucí v místě plánovaného výkopu. Pokud je pro přenos tepla

použita vodní pára nebo ohřátá voda, je nutné zajistit, aby nedošlo k podmáčení půdy. To by znemožňovalo provádění navazujících výkopových prací. [2]

Poslední a nejpoužívanější možností je odtěžení zmrzlé vrstvy zeminy pomocí těžké mechanizace. Lze postupovat cestou rozdrčení a následného odtěžení menší částí půdy nebo použitím speciálních lžic uzpůsobených k těžbě zmrzlé půdy v kombinaci s dostatečně výkonnou mechanizací. V krajním případě může být k rozdrčení vrstvy použita výbušnina, ale to jen za předpokladu, že se v okolí nenachází nic, co by mohlo být tímto postupem ohroženo. [2]

Při provádění výkopu musí být zajištěno, aby nedošlo k promrznutí zeminy na dně výkopu. Toho se nejjednodušeji dosáhne ponecháním dostatečné krycí vrstvy zeminy na dně výkopu. To znamená, že výkop nebude proveden dle projektové dokumentace, ale zůstane o tuto vrstvu mělčí. Zbytek výkopových prací se provede až těsně před realizováním navazujících prací, aby nedošlo k promrznutí zeminy na dně výkopu.

1.4 Zvláštní opatření pro betonáž

1.4.1 Rozdělení podle klimatu

Z pohledu betonáže se zimní klimatické podmínky rozdělují do dvou variant:

- I. Méně příznivé je počasí se dlouhotrvajícími silnými mrazy s teplotou pod 0 °C.
- II. Druhou variantou je počasí s krátkodobými mrazy s teplotou v rozmezí od 0 °C do - 10 °C.

V první variantě postačí aktivní opatření. V druhé variantě je nutné použít aktivní i pasivní opatření. Detaily týkající se aktivních a pasivních opatření jsou uvedeny v dalších podkapitolách 1.4.3 a 1.4.4. [6]

1.4.2 Problémy betonáže v zimním období

Nízké teploty nepříznivě ovlivňují hydrataci, což se projeví zpomalením nárůstu pevnosti betonu. Při teplotě nižší než + 5 °C se hydratace výrazně zpomaluje a pod hranicí 0 °C se téměř zastavuje. Vliv teploty na nárůst pevnosti betonu je ovlivněn pevnostní třídou cementu. Čím kvalitnější je použitý cement, tím nižší je

pokles nárůstu pevnosti vlivem nízké teploty, protože kvalitnější cement vyprodukuje více hydratačního tepla. Závislost pevnosti cementu, teploty a vývoje pevnosti betonu v procentech je přehledně uvedena v tabulce 1. [6]

Tabulka 1 - Závislost pevnosti cementu, teploty a vývoje pevnosti betonu [6]

Pevnostní třída cementu	Venkovní teplota +20 °C			Venkovní teplota +5 °C		
	3 dny	7 dní	28 dní	3 dny	7 dní	28 dní
22,5	30-50	45-65	100	10-15	20-40	70-80
32,5	45-60	55-70	100	20-45	35-60	80-85
42,5	55-65	70-80	100	40-50	50-65	85-95

Další problémy čerstvě uloženého betonu jsou způsobeny zamrznáním záměsové vody. Ta při přechodu do pevného skupenství zvětšuje svůj objem o 9 %, což způsobí vznik hydraulického tlaku v pórové mikrostrukturu betonu. Nedosáhne-li beton před zamrznutím vody dostatečné pevnosti, začnou vznikat mikrotrhliny. Mikrotrhliny snižují výslednou pevnost betonu a negativně ovlivňují soudržnost cementového tmelu s povrchem kameniva a ocelové výztuže. Výše uvedená dostatečná pevnost se označuje jako zmrazovací pevnost R_z . Její hodnota se v odborné literatuře pohybuje v rozmezí od 2,5 MPa do 15 MPa. [6]

Výše uvedená skutečnost má jednu výjimku. Pokud beton zmrzne ještě před dosažením pevnosti 0,1 MPa, hydratace ještě nestihne začít a zamrznutí jí ani výslednou pevnost betonu nijak výrazně neovlivní [6]. Tato situace předpokládá velmi nízkou venkovní teplotu, takže k ní na stavbách ve středoevropských klimatických podmínkách pravděpodobně nedojde.

Kromě negativních vlivů působících přímo na beton by neměl být opomenut vliv nepříznivých klimatických podmínek na bednění a betonářskou výztuž. Z toho důvodu musí být před betonáží z vnitřní plochy bednění, povrchu navazujících konstrukcí a z výztuže odstraněn sníh či led. V opačném případě by se po jejich roztátí snížila soudržnost v kontaktní vrstvě betonu a došlo by ke zvýšení vodního součinitele. Toto zvýšení by vedlo ke zhoršení výsledných mechanických vlastností betonu. Snížení soudržnosti betonu a výztuže by také mohlo nastat v případě, že by výztuž nebyla předehřátá alespoň na teplotu 0 °C. [6]

Posledním neméně důležitým nebezpečím je vliv teplotní difference v průřezu konstrukce. V masivních průřezích může být v jádře zajištěna dostatečná teplota vlivem exotermické hydratace betonu. Nicméně v krajních částech, kde je beton více ovlivněn vnějšími klimatickými vlivy, nemusí být tato dostatečná teplota zajištěna. Při velké teplotní diferenci dochází k různému nárůstu pevnosti jednotlivých částí průřezu, což může způsobit vznik trhlinek. [6]

1.4.3 Aktivní opatření

Principem aktivních opatření je zajistit dostatečnou teplotu betonu přidáním tepla. Zvýšení teploty betonu lze dosáhnout vnějšími vlivy, vhodně zvoleným složením betonu nebo předehřátím betonu před uložením do bednění.

Jednou z možností je zakrytí betonu, který je již uložen v bednění, plachtou v kombinaci s vytápěním horkým vzduchem. Horkovzdušné vytápění může být nahrazeno nebo doplněno elektroohřevem. V takovém případě je nutné dodržovat přísná bezpečnostní opatření vzhledem ke kombinaci mokrých procesů při betonáži a vytápění pomocí elektřiny. [8]

Do aktivních opatření také patří například předehřátí záměsové vody a kameniva. Dále je možné použít cement s vyšší třídou pevnosti nebo zvýšit dávkované množství. Mimo to lze použít i urychlovače tvrdnutí, díky kterým se zrychlí produkce hydratačního tepla. Z přísad můžeme dále použít plastifikátory, které umožní snížení vodního součinitele. Poslední variantou je předehřívání betonu v míchačce nebo zásobníku (nejčastěji pomocí páry). Teplota ohřátého čerstvého betonu se pohybuje mezi 40 až 60 °C a vliv kondenzátu páry je potřeba započítat při návrhu složení. Přehled potřebných aktivních opatření vztažených k teplotě vzduchu při provádění je uveden v tabulce 2. [6]

Tabulka 2 - Přehled potřebných aktivních opatření [6]

venkovní teplota vzduchu	kolem +1 °C	do -5 °C	pod -5 °C
teplota vody (°C)	20	40	60
kamenivo	-	bez sněhu a ledu	bez ledu a ohřáté
vodní součinitel	≤ 0,70	≤ 0,65	≤ 0,60
pevnostní třída cementu	32,5	32,5 R	42,5
urychlovač tvrdnutí	není nutný	možno použít	doporučuje se
množství cementu	normální	zvýšené	zvýšené
min. teplota betonu při betonování	≥ 10 °C	≥ 15 °C	≥ 20 °C

1.4.4 Pasivní opatření

Pomocí pasivních opatření se beton pouze izoluje od okolních podmínek a nepřidává se mu žádné další teplo. Nejčastějším izolantem je expandovaný polystyren kvůli své dostupnosti, zpracovatelnosti a jednoduché manipulaci. Při návrhu pasivních opatření je potřeba zohlednit rovnováhu entalpie čerstvého betonu, tepelné ztráty monolitické konstrukce a vliv omezení proudění tepla navrženým izolantem. [6]

1.4.5 Další opatření

Kromě výše zmíněných opatření je také zapotřebí prodloužit dobu mezi uložení betonu do bednění a odbedněním. Dále se musí zajistit vhodné podmínky pro pracovníky v rámci BOZP. Obdobně je tomu s technickými zařízeními. Například je zapotřebí zmenšit prodlevy mezi čerpáními, aby zamrznutí stojící směsi v čerpadle nezpůsobilo poškození čerpadla. [8]

Při každé betonáži při nízkých teplotách se také doporučuje průběžně ověřovat nárůsty pevnosti v tlaku betonu pomocí Schmidtova odrazového tvrdoměru. Jedná se o nedestruktivní metodu, při které se na základě tvrdosti povrchu betonu orientačně určí jeho pevnost v tlaku.

1.5 Zvláštní opatření pro realizaci fasády

Při realizaci fasády se setkáváme s podobnými problémy jako u betonáže, protože většina lepidel používaných pro kontaktní zateplovací systém (dále i jako KZS) je na bázi cementu. Nízké teploty okolního vzduchu, stejně tak jako u betonáže, způsobují zpomalení nebo zastavení hydratace. Omezení hydratace může způsobit nedostatečnou výslednou soudržnost tepelného izolantu s podkladními

konstrukcemi. Obdobné potíže jsou u základní vrstvy KZS, která je také většinou na bázi cementu. [11]

Opatření u KZS jsou z hlediska jejich plošné rozsáhlosti a malé tloušťce vrstev mnohem omezenější a náročnější. Nejčastěji používanou variantou je zakrytí montážního lešení plachtou a následné vytápění teplým vzduchem. Kvůli markantním tepelným ztrátám vlivem netěsností a nízkou izolační schopností používaných plachet je tato metoda velmi energeticky náročná.

Pro provádění KZS je důležité, aby byla provedená konstrukce rovnoměrně tepelně zatěžována. V opačném případě pravděpodobně dojde k lokálním barevným odchýlkám dokončených svrchních vrstev KZS. Zajištění rovnoměrného vytápění zakryté fasády je téměř neproveditelné, protože počet přívodů teplého vzduchu je většinou v řádu jednotek. Tyto zdroje jsou tedy spíše lokálního charakteru, tudíž se jedná o prostorově nevyrovnaný zdroj tepla.

Z výše uvedených informací vychází, že provádění KZS během zimních měsíců je nevhodné a je ideální ho provádět v období, kdy ani noční teploty neklesají pod + 5°C.

1.6 Zvláštní opatření při provádění klempířských konstrukcí

Výhodou klempířských prací je, že se jedná o montáže, u kterých není zapotřebí voda. Odpadají tedy problémy spojené s jejím zamrznutím. Na druhou stranu je nutné neopomenout na poměrně velkou teplotní roztažnost kovů. Dále se musí zohlednit nárůst křehkosti některých kovů způsobený nízkou teplotou. To je významný problém u poměrně rozšířeného titanzinku.

První z výše uvedených problémů lze vyřešit vhodným návrhem dilatačních spár a klempířských spojů. Přitom se vychází především ze vzorce pro výpočet změny délky prvku v závislosti na změně teploty.

$$\Delta l = l * \Delta t * \alpha$$

Δl – změna délky prvku v m

l – délka prvku v m

Δt – změna teploty v °C

α – teplotní součinitel délkové roztažnosti v °K⁻¹

Při návrhu rozmístění dilatačních spár a spojů se zohlední rozdíl teploty provádění a maximální předpokládané teploty, kterou bude prvek během své životnosti zatížen. Ve výše uvedeném vzorci se to projeví jako Δt . Mimo to je potřeba zvolit také vhodný typ spojů. Nesmí se volit pevné spoje, kterými jsou například svary a nýty.

V úvodu této podkapitoly zmíněný titanizinek nelze tvářet při teplotě nižší než + 5 °C. Tomuto problému lze předejít tvářením jednotlivých prvků předem v dílně nebo ve vytápěném interiéru. Pokud není toto řešení k dispozici, je možné jednotlivé prvky před tvarováním předeřtát na dostatečnou teplotu. Nicméně toto řešení je poměrně rizikové z hlediska poškození prvků, a navíc je velmi náročné na provedení.

Dalším problémem klempířských prací nastává při použití klempířského tmelu a lepidla. Tmel se dá použít jen do + 5 °C. Pod stejnou hranici nesmí klesnout ani teplota materiálů, které jsou při provádění v kontaktu s tmelem. Při teplotách pod + 5 °C lze provádět jen takové práce, které tmelení nevyžadují. Pro práci s klempířským lepidlem platí stejná dolní teplotní hranice použití jako u klempířského tmelu. Nicméně v praxi se lepidlo běžně předeřtívá, což umožňuje pracovat s ním i při teplotách nižších než + 5 °C.

1.7 Zvláštní opatření pro dokončovací práce v interiéru

1.7.1 Požadované podmínky na pracovišti

Pro provádění dokončovacích prací je obvykle potřeba zajistit dostatečnou teplotu vzduchu v interiéru. Tato teplota je nejčastěji nastavena požadavky spojenými s použitými materiály. Při návrhu teploty vzduchu v interiéru je dále potřeba zohlednit vysoušení provedených vrstev. Obvykle se uvádí, že z tohoto důvodu se posouvá minimální teplota na +10 [2] až +15 °C. [12]

Další již zmíněná podmínka platí pro dokončovací práce, u kterých dochází k hydrataci cementu. V tomto případě musí být teplota vyšší než + 5 °C. Dále i ostatní činnosti potřebují dostatečně vysokou teplotu. Například pokládky nášlapných vrstev podlah mají obvykle vyšší požadovanou teplotu při provádění, aby se předešlo dodatečným objemovým změnám. Důležitým aspektem, mimo vlhkost a teplotu

vzduchu, je i teplota podkladního povrchu. Ta by se například u výmalby neměla lišit o více jak 3 °C od teploty vzduchu. [2]

Kvůli zajištění těchto pracovních podmínek během zimního období je potřeba interiér vytápět, a to nejčastěji lokálně, v souladu s postupem prací. Lze toho dosáhnout dvěma způsoby.

Provádí-li se dokončovací práce v zimním období a vlastní otopná soustava stavebního objektu je již zrealizovaná, doporučuje se ji rovnou uvést do provozu a temperovat interiér tímto způsobem. Většinou se jedná o nejjednodušší a nejekonomičtější řešení. Pokud je potřeba ke zprovoznění připojit otopný systém budovy na vnější síť, je vhodné tento krok řádně a včas naplánovat kvůli související administraci a pracovním kapacitám správce sítě. Ne vždy je možné zprovoznit otopnou soustavu. Může to být z důvodu nedokončení prací na této soustavě nebo kvůli neumožnění připojení se na vnější síť. V těchto případech je potřeba použít přenosná topidla.

1.7.2 Klasická přenosná topidla

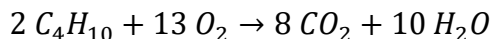
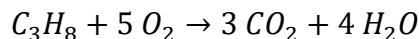
Základní dělení přenosných topidel lze provést z hlediska zdroje energie, respektive paliva. Dělí se na elektrická, plynová a naftová.

Elektrická topidla mají výhodu absence zplodin během vytápění. Další výhodou je, že k nim nemusíme dopravovat palivo, protože je stačí připojit do elektrické sítě. Na druhou stranu mají nižší výkony a vyšší provozní náklady. Z tohoto důvodu se více používají pro lokální vytápění menších prostor nebo v případech, kdy zhotovitel nechce řešit odvětrávání a doplňování paliva.

Plynová teplovzdušná topidla, stejně jako naftová teplovzdušná topidla, fungují na principu přenosu tepla pomocí topného media. To je ohříváno spalováním paliva (nafta, lehké topné oleje nebo plyn) a následně distribuováno do vytápěného prostoru. Nejčastěji používaným médiem je vzduch, který je posléze ventilátorem vháněn do vytápěného prostředí.

Během tohoto procesu samozřejmě vznikají spaliny. Výhodou plynových topidel oproti naftovým je složení jejich spalin. Jak lze vidět na níže uvedených rovnicích [4], produkty při spalování propanu a butanu za dostatečného přístupu

kyslíku jsou pouze voda ve formě vodní páry a oxid uhličitý (dále i jako CO₂). Je to z důvodu složení těchto plynů. Propan a butan jsou, na rozdíl od nafty, čisté uhlovodíky.



Je důležité, aby vytápěné prostory byly dostatečně zásobovány čerstvým vzduchem, protože v případě spalování propan-butanu za nedostatečného přísunu kyslíku vzniká jedovatý oxid uhelnatý (dále i jako CO) [1]. Ten je velmi nebezpečný, protože není cítit a na rozdíl od CO₂ je pro člověka snadno dýchatelný [3]. Oproti tomu nafta je jako sloučenina obtížněji definovatelná, protože se jedná o směs uhlovodíků a různých dalších látek. Při jejím spalování tedy kromě vodní páry a oxidu uhličitého vznikají další nežádoucí sloučeniny, například oxidy dusíku, které nepříznivě působí na plíce a sliznice [14]. Oxid uhelnatý také vzniká jen v případě, že není zajištěn dostatečný přísun kyslíku. Lze tedy říci, že plynová topidla mají méně nebezpečné spaliny. Nicméně i přes to je při vytápění potřeba zajistit jejich odvod, případně prostory dostatečně větrat, aby nedošlo k zadušení stavebních dělníků vlivem přebytku oxidu uhličitého nebo k otravě oxidem uhelnatým.

Ve srovnání s elektrickými topidly mají plynová topidla větší výkony a nižší náklady. Jsou tedy vhodnější do větších prostor. Ani u plynových topidel se nelze vyhnout připojení zařízení do elektrické sítě, protože je to potřeba kvůli ventilátoru. Avšak existují i plynová topidla s akumulátorem, která vydrží v provozu bez připojení k elektrické síti až 8 hodin. [12]

Naftová topidla dělíme podle druhu technologie spalování na přímotopná a nepřímotopná. Přímotopná topidla (dále i jako přímotopy) spalují naftu přímo v komoře. To znamená, že vzduch, který později proudí do vytápěného prostoru, přichází do kontaktu s hořícím palivem a míchá se se zplodinami. Zároveň nutno dodat, že spalování probíhá za dostatečného přístupu kyslíku, tudíž jsou spaliny méně škodlivé než zplodiny z nepřímotopných topidel. Přímotopy jsou vhodné pro menší a střední prostory, protože mají obvykle nižší výkony než nepřímotopná topidla. [15]

U nepřímotopných topidel dochází ke spalování paliva v oddělené komoře, tudíž z topidla do interiéru vychází pouze ohřátý nasátý vzduch a zplodiny jsou odváděny komínem mimo objekt. Oproti přímotopům jsou většinou masivnější, tudíž obtížněji přemístitelné, ale dosahují větších výkonů. Z těchto důvodů se obvykle umísťují ke vstupu do objektu a vytápí se jimi celý objekt pomocí rozvodných potrubí. Jejich použití je většinou plánováno na delší dobu. [15]

Naftová topidla dosahují nejvyšších výkonů. Běžně si lze v České republice pronajmout, případně koupit stroje o výkonu okolo 200 kW, ale existují i topidla s výkonem 350 kW [17]. Jejich provoz je v porovnání s plynovými a elektrickými topidly levnější. Palivem pro většinu naftových topidel můžou být i ultra lehké topné oleje [15] nebo extra lehké topné oleje [16]. Při jejich použití dojde k dalšímu snížení nákladů. Nevýhodou jsou již zmíněné zplodiny obsahující oxidy dusíku.

Kromě přímotopných a nepřímotopných naftových topidel mohou být použity ještě infračervená topidla. Ty na rozdíl od všech výše uvedených topidel nepoužívají vzduch jako topné médium, ale teplo předávají pomocí krátkovlnného infračerveného záření. Výhodou tohoto přenosu je lepší možnost usměrnění tepelného toku, protože teplý vzduch přirozeně stoupá vzhůru a celkově se obtížněji směřuje. Další výhodou je absence zabudovaného ventilátoru, která snižuje zatížení okolí hlukem a spotřebu energie. Dále k výhodám patří i samotný princip přenosu tepla. Při použití vzduchu jako topného media dochází k intenzivnímu ohřívání a vysoušení povrchu konstrukce, ale vlhkost uvnitř konstrukce se odpařuje mnohem pomaleji. Teplo přenášené pomocí krátkovlnného infračerveného záření se šíří i dovnitř konstrukce a vysouší konstrukci rovnoměrněji [19]. Mimo infračervená naftová topidla existují i elektrická infračervená topidla. Infračervená, také často označovaná jako sálavá, topidla dosahují menších výkonů než teplovzdušná topidla a díky krátkovlnnému infračervenému záření se hodí na lokální vysoušení omítek, podlah a dalších.

1.7.3 Alternativní přenosná topidla

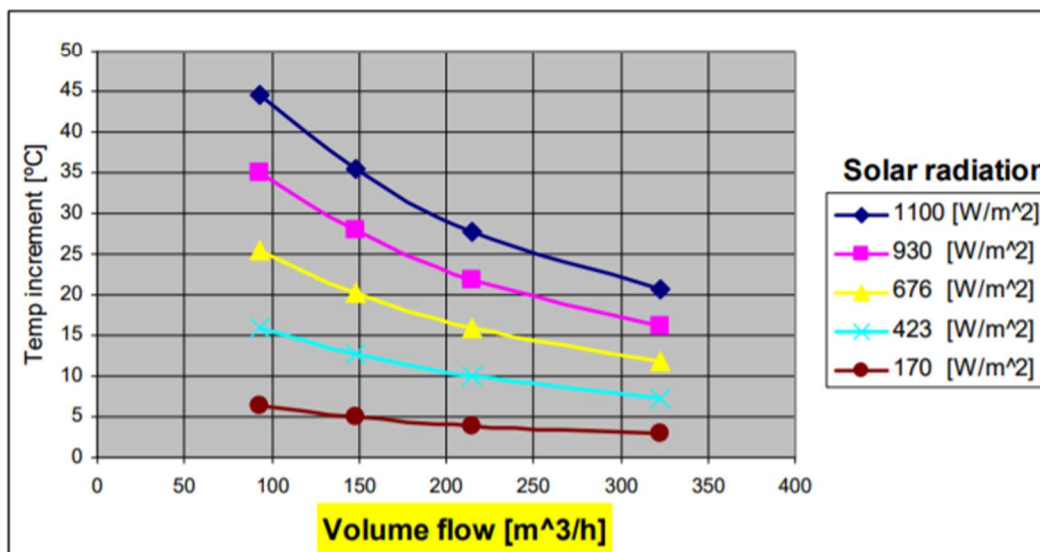
Alternativou ke klasickým topidlům na naftu, plyn nebo elektřinu jsou topidla používající jako palivo odpadní produkty. Nejčastěji se jako palivo používá odpadní dřevo nebo použité oleje. Pro prostředí staveb je vhodnější technologie používající

odpadní dřevo. V případě nedostatku odpadního dřeva je možné použít jakékoliv jiné dřevo nebo i uhlí. Jedná se o nepřímotopnou technologii, takže ohřívání vzduch nepřichází do kontaktu s odpadními spaliny. Zanedbají-li se vyšší pořizovací náklady, jedná se o ekonomicky nejvýhodnější topidla, protože teoreticky odpadnou náklady spojené s nákupem paliva. Navíc se ušetří náklady, které by se vynaložily na uskladnění odpadu na skládku. Vyšší pořizovací náklady se tedy brzy vykompenzují ušetřenými náklady za provoz [5]

Z ekologického hlediska se jedná naopak o nejhorší technologii. Dochází ke spalování odpadu, který obsahuje širokou škálu blíže nespecifikovaných látek, které se při spalování mohou měnit na látky nebezpečné. Je potřeba dodat, že bez příslušných opatření specifikovaných v Zákoně č. 309/1991 Sb., ve znění pozdějších předpisů a Zákoně č. 389/1991 Sb., ve znění pozdějších předpisů je spalování odpadu v České republice nelegální [20].

Další teoretickou alternativou dosud používanou spíše k temperování objektů, které jsou již v provozu, je systém teplovzdušných solárních panelů. Ty nasávají vzduch z exteriéru, ohřívají ho a dále ho ventilátorem vhánějí do interiéru. Jsou nezávislé na elektrické energii, protože vzduch je ohříván slunečním zářením a ventilátor poháněn energií ze zabudovaného solárního panelu. Montáž a demontáž je jednoduchá, tudíž ho lze přemístit po dokončení stavby [21]. Výrobce uvádí, že nejvýkonnější jednotka je schopná zvýšit teplotu vzduchu přiváděného z exteriéru o cca 25 °C, za předpokladu, že přes něj proudí 175 m³/hod. a intenzita slunečního záření je 930 W/m². Vztahy mezi změnou teploty vzduchu, množství přiváděného vzduchu a intenzitě slunečního záření jsou vyjádřeny v grafu 2. Je nutné dodat, že v zimním období dosahuje intenzita slunečního záření na území naší republiky maximálně 300 W/m² [22].

Graf 2 - Závislost teploty, intenzity slunečního záření a průtoku vzduchu [22]



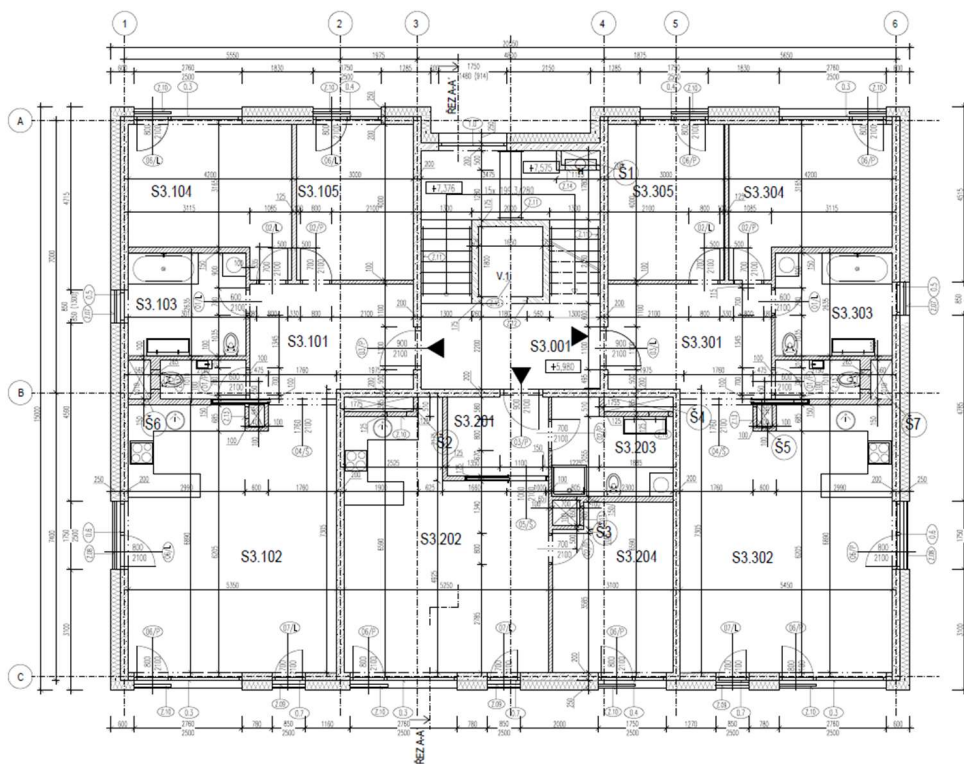
Vzhledem k nízké intenzitě slunečního záření v zimním období a poměrně nízkému výkonu, který je u nejvýkonnější jednotky 2,2 kW, není tato technologie zatím vhodná pro zajištění dostatečné teploty v interiéru v prostředí stavby. Nicméně je to jeden z alternativních způsobů vytápění, který by po zdokonalení technologie mohl sloužit pro stavbu jako sekundární zdroj tepla, který šetří náklady na vytápění a zároveň je ekologický.

2 NÁVRH A POROVNÁNÍ ZPŮSOBŮ VYTÁPĚNÍ KONKRÉTNÍHO OBJEKTU

2.1 Specifikace vytápěných prostor

Bytový dům XY (dále i jako BD), který bude použit pro potřeby této práce, má 6 nadzemních podlaží a jedno podzemní. Podzemní podlaží nebude do návrhu vytápění zahrnuto. Projeví se pouze při výpočtu tepelných ztrát pro 1. nadzemní podlaží. V tomto případě v něm bude uvažována stejná teplota jako v exteriéru. V každém patře se nachází 3 bytové jednotky. Celkem se tedy v bytovém domě nachází 18 bytových jednotek, ve kterých budou realizovány dokončovací práce během zimního období.

V bytovém domě jsou 3 typy bytových jednotek. Dvě třetiny bytových jednotek jsou řešeny jako 3+kk a mají obytnou plochu 83,97 m². Jedná se o bytové jednotky, které jsou umístěny nalevo a napravo od schodiště. Třetí typ je řešen jako 2+kk s obytnou plochou 62,3 m² a je situován naproti schodišti. Na obrázku Obrázek 1 - Půdorys BD je půdorys typického podlaží uvažovaného bytového domu.



Obrázek 1 - Půdorys BD

2.2 Specifikace okrajových podmínek modelové situace

Předmětem tohoto návrhu bude zajištění dostatečných teplotních podmínek pro dokončovací práce v interiéru (viz podkapitola 1.7.1). Tyto podmínky budou zajišťovány během 3 zimních měsíců, a to prosinec 2017, leden 2018 a únor 2018. Bude předpokládáno, že kontaktní zateplovací systém budovy je dokončený a okna jsou již osazena.

V souladu s horní hranicí uvedenou v podkapitole 1.7.1 této práce bude zajišťovaná teplota v interiéru rovna $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tato teplota byla zvolena vzhledem k předpokladu, že budou prováděny práce, které vyžadují konstantní vyšší teplotu, kvůli vysychání provedených konstrukcí.

Práce budou prováděny postupně od horního patra směrem dolů. Tento postup je zvolen kvůli eliminaci dodatečných průhybu a s tím spojených vad. Bude předpokládáno, že dokončovací práce budou prováděny konstantní rychlostí a vždy na celém podlaží zároveň. Po jejich dokončení bude v daném podlaží potřeba vytápět i po zbytek období z důvodu vysychání provedených konstrukcí. Pro lepší přehled

uvažované situace dále uvádím harmonogram vytápění zachycující provádění prací a vytápění jednotlivých prostor.

Tabulka 3 - Harmonogram vytápění

	Prosinec 2017				Leden 2018				Únor 2018			
	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden
6.NP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5.NP			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4.NP					X	X	X	X	X	X	X	X
3.NP							X	X	X	X	X	X
2.NP									X	X	X	X
1.NP											X	X

Legenda:

X	V daném patře je v tomto týdnu potřeba zajistit teplotu +15 °C a probíhají tam dokončovací práce.
X	V daném patře je v tomto týdnu potřeba zajistit teplotu +15 °C.

Z výše uvedeného tedy vyplývá, že v 6. nadzemní podlaží bude zajišťována teplota +15 °C po celé tříměsíční období, zatímco potřebná teplota pro 1. nadzemní podlaží bude zajišťována jen v druhé polovině února 2018.

2.3 Specifikace výpočtů

Jednou ze vstupních hodnot pro výpočet potřebného tepla k zajištění stanovené teploty bude teplotní ztráta tepla prostupem skrz konstrukce obklopující jednotlivá podlaží. Kromě této ztráty bude do výpočtu zahrnuta také ztráta způsobená větráním. Dále budou ve výpočtu zohledněny tepelné zisky od stavebních dělníků a pracovních strojů nacházejících se v interiéru. Ostatní tepelné zisky a ztráty nebudou zohledněny z důvodu absence potřebných dat nebo zanedbatelného vlivu na konečný výsledek v porovnání s vlivem započítaných veličin.

Jednotlivá patra budou brána jako jeden celek a vliv společných prostor bude zanedbán. Pro výpočet bude použita průměrná venkovní teplota za jednotlivé dny daného období.

Náklady na vytápění BD během řešeného období budou kalkulovány pro následující varianty:

- I. Vytápění pomocí vlastního otopného systému budovy
- II. Vytápění pomocí přenosných elektrických topidel
- III. Vytápění pomocí přenosných naftových topidel
 - a. Přímotopné topidlo
 - i. Palivo: nafta
 - ii. Palivo: ELTO
 - b. Nepřímotopné topidlo
 - i. Palivo: nafta
 - ii. Palivo: ELTO
- IV. Vytápění pomocí přenosných plynových topidel

2.4 Vlastní výpočet

2.4.1 Přehled a srovnání nákladů jednotlivých druhů topidel

V tabulce 4 uvedené na konci této podkapitoly je proveden návrh a srovnání pořizovacích a provozních nákladů jednotlivých variant vytápění. Pokud to bylo možné byla pro srovnání vybrána topidla s podobným výkonem. Jednotlivé technické parametry a pořizovací náklady byly převzaty z webových stránek prodejce vybraných topidel [25]. Náklady na pronájem byly stanoveny dle informací poskytnutých provozovateli půjčoven topidel. Tyto informace byly získány z webových stránek nebo po telefonickém dotazu. [26] [27]

Náklady na jednu hodinu provozu ($N_{p,i}$ pro topidla na naftu, ELTO a LPG) byly stanoveny dle následujícího vzorce:

$$N_{p,i} = \frac{S'_i * \rho * P'_i}{1000}$$

$N_{p,i}$ – náklady na 1 hodinu provozu

S'_i – spotřeba paliva topidla "i"

ρ – objemová hmotnost paliva pro topidla "i"

C_i – cena 1 l paliva pro dané "i" topidlo

Výše nákladů na jednu hodinu provozu ($N_{p,i}$ pro topidla na elektřinu) byla stanovena přenásobením ceny za 1 kWh elektřiny výkonem topidla, viz níže uvedený vzorec. Prodejce u obou elektrických topidel uvádí pouze výkon, a nikoliv potřebný příkon. Nicméně pro výpočet se použijí a bude předpokládáno, že uváděná hodnota výkonu je ve skutečnosti příkon nebo je účinnost tak vysoká, že jí lze zaokrouhlit na 100 %.

$$N_{p,i} = P_i * C_e$$

$N_{p,i}$ – náklady na 1 hodinu provozu v Kč

P_i – výkon topidla v kW

C_e – cena 1 kWh elektřiny v Kč

Dále byly stanoveny náklady pro případ zapůjčení topidla přepočteny na 1 kWh. Toto srovnání anuluje rozdíly ve výkonu topidel a uvádí vzájemně porovnatelné hodnoty. K přepočítání došlo podle následujícího vzorce.

$$N'_i = \frac{N_{p,i} + \frac{R_i}{24}}{P_i}$$

N'_i – náklady na 1 kWh v Kč

$N_{p,i}$ – náklady na palivo na 1 hodinu provozu v Kč

R_i – cena za zapůjčení topidla na 1 den v Kč

P_i – výkon topidla v kW

V posledním sloupci tabulky 4 se nachází srovnání jednotlivých nákladů přepočtených na 1 kWh. Údaje jsou uvedeny v procentech a jsou vztaženy k neoptimálnější hodnotě.

Tabulka 4 - Přehled provozních a pořizovacích nákladů vybraných variant

Typ topidla	Komerční název	Maximální výkon	Průtok vzduchu	Půjčovní	Pořizovací cena bez DPH	Srovnání pořizovací ceny	Náklady na hodinu provozu (nezahrnuto půjčovní ani pořizovací cena)	Srovnání nákladů na hodinu provozu	Náklady na 1 kWh při zapuštění topidla	Srovnání nákladů na 1 kWh
		kW	m3/hod	Kč/den	Kč		Kč		Kč	
Naftové přímotopné teplovzdušné - palivo: nafta	MASTER B 100 CED	29	800	200	13 612	334%	67,91	374%	2,63	305%
Naftové přímotopné teplovzdušné - palivo: ELTO							54,00		2,15	
Naftové nepřímotopné teplovzdušné - palivo: nafta	MASTER BV 110 E	33	1800	370*	35 065	860%	67,91	374%	2,52	293%
Naftové nepřímotopné teplovzdušné - palivo: ELTO							54,00		2,10	
Elektrické teplovzdušné	MASTER RS 30	30	3100	260	24 050	590%	114,60	631%	4,18	485%
Plynové teplovzdušné	MASTER BLP 27 M	30	1000	185	4 076	100%	18,16	100%	0,86	100%

Legenda:

Cena 1l nafty ke dni 4.4.2018:	29,48 Kč
Průměrná objemová hmotnost nafty:	850 Kg/m3
Cena 1l ELTO ke dni 4.4.2018:	23,17 Kč
Průměrná objemová hmotnost ELTO:	860 Kg/m3
Cena 1l LPG ke dni 4.4.2018:	14,01 Kč
Průměrná objemová hmotnost LPG:	540 Kg/m3
Cena 1 kWh elektřiny ke dni 4.4.2018:	3,82 Kč

* Uvedené půjčovní je za jiný model s podobnými parametry

2.4.2 Komentář k přehledu a srovnání nákladů jednotlivých druhů topidel

Zaměřím-li se pouze na ekonomickou stránku, nejvýhodnější volbou je plynové topidlo, a to z hlediska jak pořizovacích, tak i provozních nákladů. Z hodnot v posledním sloupci vyplývá, že náklady na provoz naftového topidla (přímotopného i nepřímotopného) jsou přibližně dva a půl krát větší než náklady na plynové topidlo, pokud se použije jako palivo ELTO. V případě použití nafty je náklad na 1 kWh přibližně třikrát větší.

U srovnání plynového a naftového přímotopného paliva mohou být zanedbány ceny za energii pro ventilátor, protože přečerpávají podobné množství vzduchu za hodinu. U nepřímotopného naftového topidla bude náklad za elektřinu přibližně dvojnásobný, kvůli přečerpávanému objemu vzduchu za hodinu. Tento fakt bude dále v tomto výpočtu zanedbán z důvodu malého ovlivnění výsledků a absence

potřebných dat. Budu-li srovnávat plynové topidlo s elektrickým topidlem z hlediska nákladů na 1 kWh, dostanu se na téměř pětinasobek.

2.4.3 Výpočet tepelných ztrát a zisků

Úvodem je potřeba stanovit tepelné ztráty a tepelné zisky, které budou ovlivňovat potřebu vytápění v kalkulovaném období. Jak je již řečeno v podkapitole 2.3, jsou započítávány tepelné zisky od stavebních dělníků a od pracovních strojů. Pro jejich počet a produkci tepla jsou pro výpočet uvažovány následující hodnoty:

Předpokládaná produkce tepla 1 dělníka:	80 W
Počet pracovníků:	10 pracovníků
Předpokládaná produkce tepla 1 stroje:	100 W
Počet strojů:	4 stroje

Kladné složky teplotní bilance budou tvořit tepelné ztráty způsobené prostupem tepla konstrukcemi obklopujícími jednotlivá podlaží a tepelné ztráty způsobené větráním. Tepelná ztráta prostupem pro celé podlaží odpovídají součtu tepelných ztrát přes jednotlivé konstrukce. Tepelné ztráty prostupem a větráním se vypočtou dle dále uvedených vzorců:

$$Q_k = Q'_{k,1} + Q'_{k,2} + Q'_{k,3} + Q'_{k,4}$$

Q_k – tepelná ztráta prostupem pro celé podlaží

$Q'_{k,1}$ – tepelná ztráta prostupem skrz obvodové zdi

$Q'_{k,2}$ – tepelná ztráta prostupem skrz okna

$Q'_{k,3}$ – tepelná ztráta prostupem skrz strop

$Q'_{k,4}$ – tepelná ztráta prostupem skrz podlahu

$$Q_{k,i} = S_i * U_i * \Delta t_i$$

$Q'_{k,i}$ – tepelná ztráta prostupem skrz i – tou konstrukci ve W

S_i – plocha i – té konstrukce v m^2

U_i – součinitel prostupu tepla i – té konstrukce ve $\frac{W}{m^2 * K}$

Δt_i – rozdíl teplot na odvrácených stranách

i – té konstrukce v $^{\circ}C$

$$Q_v = \frac{V * I_v}{3600} * \rho * c * (t_i - t_e)$$

Q_v – tepelná ztráta větráním ve W pro celé podlaží

V – objem vzduchu v jednom podlaží v m^3

I_v – intenzita větrání v h^{-1}

ρ – objemová hmotnost vzduchu v $\frac{kg}{m^3}$

c – měrná tepelná kapacita vzduchu v $\frac{J}{kg * K}$

t_i – teplota vytápěného interiéru v $^{\circ}C$

t_e – teplota exteriéru v $^{\circ}C$

Vzhledem k veličinám objevujícím se ve vzorci je zřejmé, že je nejdříve potřeba specifikovat jednotlivé ohraničující konstrukce. Jejich plochy a součinitel prostupu tepla vycházející ze skladby těchto konstrukcí. Plochy byly vypočítány z rozměrů uvedených ve výkresové části dokumentace BD a součinitele prostupu tepla byly také převzaty z projektu dotčeného BD. Jednotlivé získané hodnoty pro výpočet ztrát tepla prostupem jsou následující:

S_1 (obvodových zdí)	170,00 m^2
S_2 (oken):	64,195 m^2
S_3 (střechy):	230,24 m^2
S_4 (podlahy):	230,24 m^2
U_1 (obvodových zdí):	0,152 $W/m^2 * K$
U_2 (oken):	1,2 $W/m^2 * K$
U_3 (střechy):	0,147 $W/m^2 * K$
U_{4a} (podlahy mezi podlažími):	0,336 $W/m^2 * K$
U_{4b} (podlahy nad garáží):	0,357 $W/m^2 * K$

Další potřebnou veličinou je rozdíl teplot na odvrácených stranách jednotlivých konstrukcí. U obvodových zdí je to rozdíl teploty ve vytápěném interiéru a teploty v exteriéru. Stejný rozdíl teplot se uplatní i v případě oken. Nicméně odlišná situace je u stropů a podlah jednotlivých pater, ta se mění v závislosti na poloze řešeného patra vzhledem k ostatním. Pro strop 6. NP bude platit obdobná situace jako pro okna a pro obvodové zdi, tzn. rozdíl se počítá mezi teplotou vytápěného interiéru a teplotou exteriéru. U ostatních podlaží bude vzhledem k harmonogramu vytápění zanedbána ztráta tepla prostupem přes jejich stropy, protože na obou stranách konstrukcí jsou shodné teploty, tudíž jeden ze členů rovnice bude roven 0, což způsobí, že i výsledné $Q'_{k,3}$ bude rovno 0. Zatímco podlaha všech podlaží s výjimkou 1.NP se nachází mezi vytápěným interiérem dotčeného podlaží a nevytápěným interiérem sousedícího nižšího podlaží. Teplota nevytápěného interiéru bude uvažována dle normy ČSN 06 0210 jako + 6 °C. U podlahy 1.NP bude opět uvažován rozdíl mezi teplotou vytápěného interiéru a teplotou exteriéru, protože garáž je v této fázi realizace BD uvažována jako trvale větraná a nevytápěná.

Pro výpočet Δt_i budou použity průměrné teploty exteriéru jednotlivých dní.

Ty jsou uvedeny v tabulkách 5a, 5b a 5c.

Tabulky 5a, 5b a 5c - Přehledy průměrných teplot exteriéru [26]

Prosinec	2017
Datum	Průměrná teplota
	°C
01.12.2017	-3,00
02.12.2017	-3,76
03.12.2017	-0,91
04.12.2017	0,94
05.12.2017	2,02
06.12.2017	4,28
07.12.2017	1,87
08.12.2017	-1,37
09.12.2017	-0,24
10.12.2017	-0,78
11.12.2017	6,71
12.12.2017	8,16
13.12.2017	0,85
14.12.2017	2,36
15.12.2017	2,48
16.12.2017	-0,13
17.12.2017	-1,77
18.12.2017	-1,83
19.12.2017	-3,71
20.12.2017	-0,58
21.12.2017	0,35
22.12.2017	3,86
23.12.2017	6,27
24.12.2017	9,27
25.12.2017	2,74
26.12.2017	-0,26
27.12.2017	4,47
28.12.2017	4,94
29.12.2017	0,81
30.12.2017	-2,2
31.12.2017	2,42

Leden	2018
Datum	Průměrná teplota
	°C
01.01.2018	1,05
02.01.2018	0,48
03.01.2018	-0,44
04.01.2018	3,29
05.01.2018	4,74
06.01.2018	6,6
07.01.2018	7,46
08.01.2018	4,02
09.01.2018	6,61
10.01.2018	3,95
11.01.2018	3,07
12.01.2018	3,87
13.01.2018	0,7
14.01.2018	-0,53
15.01.2018	-1,72
16.01.2018	-1,9
17.01.2018	0,53
18.01.2018	0,81
19.01.2018	1,5
20.01.2018	-0,74
21.01.2018	0,71
22.01.2018	-2,56
23.01.2018	-0,36
24.01.2018	1,23
25.01.2018	1,03
26.01.2018	1,6
27.01.2018	2,65
28.01.2018	4,22
29.01.2018	7,82
30.01.2018	5,33
31.01.2018	-0,26

Únor	2018
Datum	Průměrná teplota
	°C
01.02.2018	3,14
02.02.2018	1,31
03.02.2018	0,05
04.02.2018	0,69
05.02.2018	-1,17
06.02.2018	-2,29
07.02.2018	-0,04
08.02.2018	0,38
09.02.2018	-0,71
10.02.2018	-0,51
11.02.2018	-0,2
12.02.2018	1,61
13.02.2018	0,84
14.02.2018	-0,01
15.02.2018	-0,19
16.02.2018	-0,54
17.02.2018	-0,51
18.02.2018	-0,57
19.02.2018	-3,75
20.02.2018	-1,74
21.02.2018	-0,55
22.02.2018	-1,31
23.02.2018	-2,33
24.02.2018	-5,06
25.02.2018	-9,53
26.02.2018	-9,75
27.02.2018	-10,43
28.02.2018	-10,17

Dále bude potřeba stanovit veličiny potřebné pro výpočet ztrát tepla větráním. Objem vzduchu v jednom podlaží vypočteme opět z rozměrů konstrukcí uvedených ve výkresové části dokumentace BD. Měrná tepelná kapacita a objemová hmotnost vzduchu budou získány z fyzikálních tabulek. Intenzita větrání je zvolena s ohledem na zvýšenou potřebu větrání z důvodu vysychání provedených konstrukcí. Teplota interiéru je uvažována v souladu s podkapitolou 2.2 a teplota exteriéru je

blíže specifikována v tabulkách 5a, 5b a 5c. Níže je uveden přehled jednotlivých hodnot potřebných pro výpočet ztrát tepla větráním (bez t_i a t_e):

Objem vzduchu v jednom
podlaží: 589,18416 m³
Intenzita větrání: 1 1/h
Měrná tepelná kapacita
vzduchu: 1010 J/kg*K
Měrná hmotnost vzduchu: 1,2 kg/m³

V souladu s uvedenými údaji, způsobem výpočtu a vstupujícími hodnotami byly tepelné ztráty a zisky pro jednotlivá podlaží stanoveny způsobem uvedeným v tabulkách 6 až 11.

Výpočet pro 1.NP byl v souladu s harmonogramem vytápění (Tabulka 3) proveden pro období od 15.02.2018 do 28.02.2018.

Tabulka 6 - Výpočet tepelných ztrát a zisků pro 1.NP

1.NP							
Datum	Teplota exteriéru	Teplota nad stropem	Teplota pod podlahou	Tepelná ztráta prostupem	Tepelná ztráta větráním	Tepelné zisky od dělníků	Tepelné zisky od strojů
	°C	°C	°C	W	W	W	W
15.02.2018	-0,19	15,00	-0,19	2811	3013	800	400
16.02.2018	-0,54	15,00	-0,54	2876	3082	800	400
17.02.2018	-0,51	15,00	-0,51	2870	3077	800	400
18.02.2018	-0,57	15,00	-0,57	2882	3088	800	400
19.02.2018	-3,75	15,00	-3,75	3470	3719	800	400
20.02.2018	-1,74	15,00	-1,74	3098	3321	800	400
21.02.2018	-0,55	15,00	-0,55	2878	3084	800	400
22.02.2018	-1,31	15,00	-1,31	3018	3235	800	400
23.02.2018	-2,33	15,00	-2,33	3207	3438	800	400
24.02.2018	-5,06	15,00	-5,06	3712	3979	800	400
25.02.2018	-9,53	15,00	-9,53	4540	4866	800	400
26.02.2018	-9,75	15,00	-9,75	4580	4909	800	400
27.02.2018	-10,43	15,00	-10,43	4706	5044	800	400
28.02.2018	-10,17	15,00	-10,17	4658	4993	800	400
Celkem:				49308	52849	11200	5600
Celkem ztráty:				102 157 W			
Celkem zisky:				16 800 W			

Výpočet pro 2.NP byl v souladu s harmonogramem vytápění (Tabulka 3) proveden pro období od 01.02.2018 do 28.02.2018.

Tabulka 7 - Výpočet tepelných ztrát a zisků pro 2.NP

2.NP

Datum	Teplota exteriéru	Teplota nad stropem	Teplota pod podlahou	Tepelná ztráta prostupem	Tepelná ztráta větráním	Tepelné zisky od dělníků	Tepelné zisky od strojů	
	°C	°C	°C	W	W	W	W	
01.02.2018	3,14	15,00	6,00	1916	2353	800	400	
02.02.2018	1,31	15,00	6,00	2105	2716	800	400	
03.02.2018	0,05	15,00	6,00	2234	2965	800	400	
04.02.2018	0,69	15,00	6,00	2168	2839	800	400	
05.02.2018	-1,17	15,00	6,00	2360	3207	800	400	
06.02.2018	-2,29	15,00	6,00	2475	3430	800	400	
07.02.2018	-0,04	15,00	6,00	2243	2983	800	400	
08.02.2018	0,38	15,00	6,00	2200	2900	800	400	
09.02.2018	-0,71	15,00	6,00	2312	3116	800	400	
10.02.2018	-0,51	15,00	6,00	2292	3077	800	400	
11.02.2018	-0,20	15,00	6,00	2260	3015	800	400	
12.02.2018	1,61	15,00	6,00	2074	2656	800	400	
13.02.2018	0,84	15,00	6,00	2153	2809	800	400	
14.02.2018	-0,01	15,00	6,00	2240	2977	800	400	
15.02.2018	-0,19	15,00	6,00	2259	3013	800	400	
16.02.2018	-0,54	15,00	6,00	2295	3082	800	400	
17.02.2018	-0,51	15,00	6,00	2292	3077	800	400	
18.02.2018	-0,57	15,00	6,00	2298	3088	800	400	
19.02.2018	-3,75	15,00	6,00	2625	3719	800	400	
20.02.2018	-1,74	15,00	6,00	2418	3321	800	400	
21.02.2018	-0,55	15,00	6,00	2296	3084	800	400	
22.02.2018	-1,31	15,00	6,00	2374	3235	800	400	
23.02.2018	-2,33	15,00	6,00	2479	3438	800	400	
24.02.2018	-5,06	15,00	6,00	2760	3979	800	400	
25.02.2018	-9,53	15,00	6,00	3220	4866	800	400	
26.02.2018	-9,75	15,00	6,00	3242	4909	800	400	
27.02.2018	-10,43	15,00	6,00	3312	5044	800	400	
28.02.2018	-10,17	15,00	6,00	3286	4993	800	400	
				Celkem:	68189	93891	22400	11200
				Celkem ztráty:	162 080 W			
				Celkem zisky:	33 600 W			

Výpočet pro 3.NP byl v souladu s harmonogramem vytápění (Tabulka 3) proveden pro období od 15.01.2018 do 28.02.2018.

Tabulka 8 - Výpočet tepelných ztrát a zisků pro 3.NP

3.NP

Datum	Teplota exteriéru	Teplota nad stropem	Teplota pod podlahou	Tepelná ztráta prostupem	Tepelná ztráta větráním	Tepelné zisky od dělníků	Tepelné zisky od strojů
	°C	°C	°C	W	W	W	W
15.01.2018	-1,72	15,00	6,00	2416	3317	800	400
16.01.2018	-1,90	15,00	6,00	2435	3352	800	400
17.01.2018	0,53	15,00	6,00	2185	2870	800	400
18.01.2018	0,81	15,00	6,00	2156	2815	800	400
19.01.2018	1,50	15,00	6,00	2085	2678	800	400
20.01.2018	-0,74	15,00	6,00	2315	3122	800	400
21.01.2018	0,71	15,00	6,00	2166	2835	800	400
22.01.2018	-2,56	15,00	6,00	2503	3483	800	400
23.01.2018	-0,36	15,00	6,00	2276	3047	800	400
24.01.2018	1,23	15,00	6,00	2113	2731	800	400
25.01.2018	1,03	15,00	6,00	2133	2771	800	400
26.01.2018	1,60	15,00	6,00	2075	2658	800	400
27.01.2018	2,65	15,00	6,00	1967	2450	800	400
28.01.2018	4,22	15,00	6,00	1805	2138	800	400
29.01.2018	7,82	15,00	6,00	1435	1424	800	400
30.01.2018	5,33	15,00	6,00	1691	1918	800	400
31.01.2018	-0,26	15,00	6,00	2266	3027	800	400
01.02.2018	3,14	15,00	6,00	1916	2353	800	400
02.02.2018	1,31	15,00	6,00	2105	2716	800	400
03.02.2018	0,05	15,00	6,00	2234	2965	800	400
04.02.2018	0,69	15,00	6,00	2168	2839	800	400
05.02.2018	-1,17	15,00	6,00	2360	3207	800	400
06.02.2018	-2,29	15,00	6,00	2475	3430	800	400
07.02.2018	-0,04	15,00	6,00	2243	2983	800	400
08.02.2018	0,38	15,00	6,00	2200	2900	800	400
09.02.2018	-0,71	15,00	6,00	2312	3116	800	400
10.02.2018	-0,51	15,00	6,00	2292	3077	800	400
11.02.2018	-0,20	15,00	6,00	2260	3015	800	400
12.02.2018	1,61	15,00	6,00	2074	2656	800	400
13.02.2018	0,84	15,00	6,00	2153	2809	800	400
14.02.2018	-0,01	15,00	6,00	2240	2977	800	400
15.02.2018	-0,19	15,00	6,00	2259	3013	800	400
16.02.2018	-0,54	15,00	6,00	2295	3082	800	400
17.02.2018	-0,51	15,00	6,00	2292	3077	800	400
18.02.2018	-0,57	15,00	6,00	2298	3088	800	400
19.02.2018	-3,75	15,00	6,00	2625	3719	800	400
20.02.2018	-1,74	15,00	6,00	2418	3321	800	400

21.02.2018	-0,55	15,00	6,00	2296	3084	800	400
22.02.2018	-1,31	15,00	6,00	2374	3235	800	400
23.02.2018	-2,33	15,00	6,00	2479	3438	800	400
24.02.2018	-5,06	15,00	6,00	2760	3979	800	400
25.02.2018	-9,53	15,00	6,00	3220	4866	800	400
26.02.2018	-9,75	15,00	6,00	3242	4909	800	400
27.02.2018	-10,43	15,00	6,00	3312	5044	800	400
28.02.2018	-10,17	15,00	6,00	3286	4993	800	400
Celkem:				104212	140527	36000	18000
Celkem ztráty:				244 739 W			
Celkem zisky:				54 000 W			

Výpočet pro 4.NP byl v souladu s harmonogramem vytápění (Tabulka 3) proveden pro období od 01.01.2018 do 28.02.2018.

Tabulka 9 - Výpočet tepelných ztrát a zisků pro 4.NP

4.NP

Datum	Teplota exteriéru	Teplota nad stropem	Teplota pod podlahou	Tepelná ztráta prostupem	Tepelná ztráta větráním	Tepelné zisky od dělníků	Tepelné zisky od strojů
	°C	°C	°C	W	W	W	W
01.01.2018	1,05	15,00	6,00	2131	2767	800	400
02.01.2018	0,48	15,00	6,00	2190	2880	800	400
03.01.2018	-0,44	15,00	6,00	2285	3063	800	400
04.01.2018	3,29	15,00	6,00	1901	2323	800	400
05.01.2018	4,74	15,00	6,00	1752	2035	800	400
06.01.2018	6,60	15,00	6,00	1560	1666	800	400
07.01.2018	7,46	15,00	6,00	1472	1496	800	400
08.01.2018	4,02	15,00	6,00	1826	2178	800	400
09.01.2018	6,61	15,00	6,00	1559	1664	800	400
10.01.2018	3,95	15,00	6,00	1833	2192	800	400
11.01.2018	3,07	15,00	6,00	1924	2366	800	400
12.01.2018	3,87	15,00	6,00	1841	2208	800	400
13.01.2018	0,70	15,00	6,00	2167	2837	800	400
14.01.2018	-0,53	15,00	6,00	2294	3081	800	400
15.01.2018	-1,72	15,00	6,00	2416	3317	800	400
16.01.2018	-1,90	15,00	6,00	2435	3352	800	400
17.01.2018	0,53	15,00	6,00	2185	2870	800	400
18.01.2018	0,81	15,00	6,00	2156	2815	800	400
19.01.2018	1,50	15,00	6,00	2085	2678	800	400
20.01.2018	-0,74	15,00	6,00	2315	3122	800	400
21.01.2018	0,71	15,00	6,00	2166	2835	800	400
22.01.2018	-2,56	15,00	6,00	2503	3483	800	400
23.01.2018	-0,36	15,00	6,00	2276	3047	800	400
24.01.2018	1,23	15,00	6,00	2113	2731	800	400

25.01.2018	1,03	15,00	6,00	2133	2771	800	400
26.01.2018	1,60	15,00	6,00	2075	2658	800	400
27.01.2018	2,65	15,00	6,00	1967	2450	800	400
28.01.2018	4,22	15,00	6,00	1805	2138	800	400
29.01.2018	7,82	15,00	6,00	1435	1424	800	400
30.01.2018	5,33	15,00	6,00	1691	1918	800	400
31.01.2018	-0,26	15,00	6,00	2266	3027	800	400
01.02.2018	3,14	15,00	6,00	1916	2353	800	400
02.02.2018	1,31	15,00	6,00	2105	2716	800	400
03.02.2018	0,05	15,00	6,00	2234	2965	800	400
04.02.2018	0,69	15,00	6,00	2168	2839	800	400
05.02.2018	-1,17	15,00	6,00	2360	3207	800	400
06.02.2018	-2,29	15,00	6,00	2475	3430	800	400
07.02.2018	-0,04	15,00	6,00	2243	2983	800	400
08.02.2018	0,38	15,00	6,00	2200	2900	800	400
09.02.2018	-0,71	15,00	6,00	2312	3116	800	400
10.02.2018	-0,51	15,00	6,00	2292	3077	800	400
11.02.2018	-0,20	15,00	6,00	2260	3015	800	400
12.02.2018	1,61	15,00	6,00	2074	2656	800	400
13.02.2018	0,84	15,00	6,00	2153	2809	800	400
14.02.2018	-0,01	15,00	6,00	2240	2977	800	400
15.02.2018	-0,19	15,00	6,00	2259	3013	800	400
16.02.2018	-0,54	15,00	6,00	2295	3082	800	400
17.02.2018	-0,51	15,00	6,00	2292	3077	800	400
18.02.2018	-0,57	15,00	6,00	2298	3088	800	400
19.02.2018	-3,75	15,00	6,00	2625	3719	800	400
20.02.2018	-1,74	15,00	6,00	2418	3321	800	400
21.02.2018	-0,55	15,00	6,00	2296	3084	800	400
22.02.2018	-1,31	15,00	6,00	2374	3235	800	400
23.02.2018	-2,33	15,00	6,00	2479	3438	800	400
24.02.2018	-5,06	15,00	6,00	2760	3979	800	400
25.02.2018	-9,53	15,00	6,00	3220	4866	800	400
26.02.2018	-9,75	15,00	6,00	3242	4909	800	400
27.02.2018	-10,43	15,00	6,00	3312	5044	800	400
28.02.2018	-10,17	15,00	6,00	3286	4993	800	400
Celkem:				130947	173282	47200	23600
Celkem ztráty:				304 229 W			
Celkem zisky:				70 800 W			

Výpočet pro 5.NP byl v souladu s harmonogramem vytápění (Tabulka 3) proveden pro období od 15.12.2017 do 28.02.2018.

Tabulka 10 - Výpočet tepelných ztrát a zisků pro 5.NP

5.NP							
Datum	Teplota exteriéru	Teplota nad stropem	Teplota pod podlahou	Tepelná ztráta prostupem	Tepelná ztráta větráním	Tepelné zisky od dělníků	Tepelné zisky od strojů
	°C	°C	°C	W	W	W	W
15.12.2017	2,48	15,00	6,00	1984	2483	800	400
16.12.2017	-0,13	15,00	6,00	2253	3001	800	400
17.12.2017	-1,77	15,00	6,00	2421	3326	800	400
18.12.2017	-1,83	15,00	6,00	2428	3338	800	400
19.12.2017	-3,71	15,00	6,00	2621	3711	800	400
20.12.2017	-0,58	15,00	6,00	2299	3090	800	400
21.12.2017	0,35	15,00	6,00	2203	2906	800	400
22.12.2017	3,86	15,00	6,00	1842	2210	800	400
23.12.2017	6,27	15,00	6,00	1594	1732	800	400
24.12.2017	9,27	15,00	6,00	1286	1137	800	400
25.12.2017	2,74	15,00	6,00	1957	2432	800	400
26.12.2017	-0,26	15,00	6,00	2266	3027	800	400
27.12.2017	4,47	15,00	6,00	1780	2089	800	400
28.12.2017	4,94	15,00	6,00	1731	1995	800	400
29.12.2017	0,81	15,00	6,00	2156	2815	800	400
30.12.2017	-2,20	15,00	6,00	2466	3412	800	400
31.12.2017	2,42	15,00	6,00	1990	2495	800	400
01.01.2018	1,05	15,00	6,00	2131	2767	800	400
02.01.2018	0,48	15,00	6,00	2190	2880	800	400
03.01.2018	-0,44	15,00	6,00	2285	3063	800	400
04.01.2018	3,29	15,00	6,00	1901	2323	800	400
05.01.2018	4,74	15,00	6,00	1752	2035	800	400
06.01.2018	6,60	15,00	6,00	1560	1666	800	400
07.01.2018	7,46	15,00	6,00	1472	1496	800	400
08.01.2018	4,02	15,00	6,00	1826	2178	800	400
09.01.2018	6,61	15,00	6,00	1559	1664	800	400
10.01.2018	3,95	15,00	6,00	1833	2192	800	400
11.01.2018	3,07	15,00	6,00	1924	2366	800	400
12.01.2018	3,87	15,00	6,00	1841	2208	800	400
13.01.2018	0,70	15,00	6,00	2167	2837	800	400
14.01.2018	-0,53	15,00	6,00	2294	3081	800	400
15.01.2018	-1,72	15,00	6,00	2416	3317	800	400
16.01.2018	-1,90	15,00	6,00	2435	3352	800	400
17.01.2018	0,53	15,00	6,00	2185	2870	800	400
18.01.2018	0,81	15,00	6,00	2156	2815	800	400
19.01.2018	1,50	15,00	6,00	2085	2678	800	400
20.01.2018	-0,74	15,00	6,00	2315	3122	800	400

21.01.2018	0,71	15,00	6,00	2166	2835	800	400	
22.01.2018	-2,56	15,00	6,00	2503	3483	800	400	
23.01.2018	-0,36	15,00	6,00	2276	3047	800	400	
24.01.2018	1,23	15,00	6,00	2113	2731	800	400	
25.01.2018	1,03	15,00	6,00	2133	2771	800	400	
26.01.2018	1,60	15,00	6,00	2075	2658	800	400	
27.01.2018	2,65	15,00	6,00	1967	2450	800	400	
28.01.2018	4,22	15,00	6,00	1805	2138	800	400	
29.01.2018	7,82	15,00	6,00	1435	1424	800	400	
30.01.2018	5,33	15,00	6,00	1691	1918	800	400	
31.01.2018	-0,26	15,00	6,00	2266	3027	800	400	
01.02.2018	3,14	15,00	6,00	1916	2353	800	400	
02.02.2018	1,31	15,00	6,00	2105	2716	800	400	
03.02.2018	0,05	15,00	6,00	2234	2965	800	400	
04.02.2018	0,69	15,00	6,00	2168	2839	800	400	
05.02.2018	-1,17	15,00	6,00	2360	3207	800	400	
06.02.2018	-2,29	15,00	6,00	2475	3430	800	400	
07.02.2018	-0,04	15,00	6,00	2243	2983	800	400	
08.02.2018	0,38	15,00	6,00	2200	2900	800	400	
09.02.2018	-0,71	15,00	6,00	2312	3116	800	400	
10.02.2018	-0,51	15,00	6,00	2292	3077	800	400	
11.02.2018	-0,20	15,00	6,00	2260	3015	800	400	
12.02.2018	1,61	15,00	6,00	2074	2656	800	400	
13.02.2018	0,84	15,00	6,00	2153	2809	800	400	
14.02.2018	-0,01	15,00	6,00	2240	2977	800	400	
15.02.2018	-0,19	15,00	6,00	2259	3013	800	400	
16.02.2018	-0,54	15,00	6,00	2295	3082	800	400	
17.02.2018	-0,51	15,00	6,00	2292	3077	800	400	
18.02.2018	-0,57	15,00	6,00	2298	3088	800	400	
19.02.2018	-3,75	15,00	6,00	2625	3719	800	400	
20.02.2018	-1,74	15,00	6,00	2418	3321	800	400	
21.02.2018	-0,55	15,00	6,00	2296	3084	800	400	
22.02.2018	-1,31	15,00	6,00	2374	3235	800	400	
23.02.2018	-2,33	15,00	6,00	2479	3438	800	400	
24.02.2018	-5,06	15,00	6,00	2760	3979	800	400	
25.02.2018	-9,53	15,00	6,00	3220	4866	800	400	
26.02.2018	-9,75	15,00	6,00	3242	4909	800	400	
27.02.2018	-10,43	15,00	6,00	3312	5044	800	400	
28.02.2018	-10,17	15,00	6,00	3286	4993	800	400	
				Celkem:	166225	218482	60800	30400
				Celkem ztráty:	384707			
				Celkem zisky:	91200			

Výpočet pro 6.NP byl v souladu s harmonogramem vytápění (Tabulka 3) proveden pro období od 01.12.2017 do 28.02.2018.

Tabulka 11 -- Výpočet tepelných ztrát a zisků pro 6.NP

6.NP							
Datum	Teplota exteriéru	Teplota nad stropem	Teplota pod podlahou	Tepelná ztráta prostupem	Tepelná ztráta větráním	Tepelné zisky od dělníků	Tepelné zisky od strojů
	°C	°C	°C	W	W	W	W
01.12.2017	-3,00	-3,00	6,00	3157	3570	800	400
02.12.2017	-3,76	-3,76	6,00	3261	3721	800	400
03.12.2017	-0,91	-0,91	6,00	2871	3156	800	400
04.12.2017	0,94	0,94	6,00	2619	2789	800	400
05.12.2017	2,02	2,02	6,00	2471	2575	800	400
06.12.2017	4,28	4,28	6,00	2162	2126	800	400
07.12.2017	1,87	1,87	6,00	2491	2604	800	400
08.12.2017	-1,37	-1,37	6,00	2934	3247	800	400
09.12.2017	-0,24	-0,24	6,00	2780	3023	800	400
10.12.2017	-0,78	-0,78	6,00	2854	3130	800	400
11.12.2017	6,71	6,71	6,00	1830	1644	800	400
12.12.2017	8,16	8,16	6,00	1631	1357	800	400
13.12.2017	0,85	0,85	6,00	2631	2807	800	400
14.12.2017	2,36	2,36	6,00	2424	2507	800	400
15.12.2017	2,48	2,48	6,00	2408	2483	800	400
16.12.2017	-0,13	-0,13	6,00	2765	3001	800	400
17.12.2017	-1,77	-1,77	6,00	2989	3326	800	400
18.12.2017	-1,83	-1,83	6,00	2997	3338	800	400
19.12.2017	-3,71	-3,71	6,00	3254	3711	800	400
20.12.2017	-0,58	-0,58	6,00	2826	3090	800	400
21.12.2017	0,35	0,35	6,00	2699	2906	800	400
22.12.2017	3,86	3,86	6,00	2219	2210	800	400
23.12.2017	6,27	6,27	6,00	1890	1732	800	400
24.12.2017	9,27	9,27	6,00	1480	1137	800	400
25.12.2017	2,74	2,74	6,00	2372	2432	800	400
26.12.2017	-0,26	-0,26	6,00	2783	3027	800	400
27.12.2017	4,47	4,47	6,00	2136	2089	800	400
28.12.2017	4,94	4,94	6,00	2072	1995	800	400
29.12.2017	0,81	0,81	6,00	2636	2815	800	400
30.12.2017	-2,20	-2,20	6,00	3048	3412	800	400
31.12.2017	2,42	2,42	6,00	2416	2495	800	400
01.01.2018	1,05	1,05	6,00	2603	2767	800	400
02.01.2018	0,48	0,48	6,00	2681	2880	800	400
03.01.2018	-0,44	-0,44	6,00	2807	3063	800	400
04.01.2018	3,29	3,29	6,00	2297	2323	800	400
05.01.2018	4,74	4,74	6,00	2099	2035	800	400
06.01.2018	6,60	6,60	6,00	1845	1666	800	400

07.01.2018	7,46	7,46	6,00	1727	1496	800	400
08.01.2018	4,02	4,02	6,00	2197	2178	800	400
09.01.2018	6,61	6,61	6,00	1843	1664	800	400
10.01.2018	3,95	3,95	6,00	2207	2192	800	400
11.01.2018	3,07	3,07	6,00	2327	2366	800	400
12.01.2018	3,87	3,87	6,00	2218	2208	800	400
13.01.2018	0,70	0,70	6,00	2651	2837	800	400
14.01.2018	-0,53	-0,53	6,00	2819	3081	800	400
15.01.2018	-1,72	-1,72	6,00	2982	3317	800	400
16.01.2018	-1,90	-1,90	6,00	3007	3352	800	400
17.01.2018	0,53	0,53	6,00	2675	2870	800	400
18.01.2018	0,81	0,81	6,00	2636	2815	800	400
19.01.2018	1,50	1,50	6,00	2542	2678	800	400
20.01.2018	-0,74	-0,74	6,00	2848	3122	800	400
21.01.2018	0,71	0,71	6,00	2650	2835	800	400
22.01.2018	-2,56	-2,56	6,00	3097	3483	800	400
23.01.2018	-0,36	-0,36	6,00	2796	3047	800	400
24.01.2018	1,23	1,23	6,00	2579	2731	800	400
25.01.2018	1,03	1,03	6,00	2606	2771	800	400
26.01.2018	1,60	1,60	6,00	2528	2658	800	400
27.01.2018	2,65	2,65	6,00	2385	2450	800	400
28.01.2018	4,22	4,22	6,00	2170	2138	800	400
29.01.2018	7,82	7,82	6,00	1678	1424	800	400
30.01.2018	5,33	5,33	6,00	2018	1918	800	400
31.01.2018	-0,26	-0,26	6,00	2783	3027	800	400
01.02.2018	3,14	3,14	6,00	2318	2353	800	400
02.02.2018	1,31	1,31	6,00	2568	2716	800	400
03.02.2018	0,05	0,05	6,00	2740	2965	800	400
04.02.2018	0,69	0,69	6,00	2653	2839	800	400
05.02.2018	-1,17	-1,17	6,00	2907	3207	800	400
06.02.2018	-2,29	-2,29	6,00	3060	3430	800	400
07.02.2018	-0,04	-0,04	6,00	2753	2983	800	400
08.02.2018	0,38	0,38	6,00	2695	2900	800	400
09.02.2018	-0,71	-0,71	6,00	2844	3116	800	400
10.02.2018	-0,51	-0,51	6,00	2817	3077	800	400
11.02.2018	-0,20	-0,20	6,00	2774	3015	800	400
12.02.2018	1,61	1,61	6,00	2527	2656	800	400
13.02.2018	0,84	0,84	6,00	2632	2809	800	400
14.02.2018	-0,01	-0,01	6,00	2748	2977	800	400
15.02.2018	-0,19	-0,19	6,00	2773	3013	800	400
16.02.2018	-0,54	-0,54	6,00	2821	3082	800	400
17.02.2018	-0,51	-0,51	6,00	2817	3077	800	400
18.02.2018	-0,57	-0,57	6,00	2825	3088	800	400
19.02.2018	-3,75	-3,75	6,00	3260	3719	800	400
20.02.2018	-1,74	-1,74	6,00	2985	3321	800	400
21.02.2018	-0,55	-0,55	6,00	2822	3084	800	400

22.02.2018	-1,31	-1,31	6,00	2926	3235	800	400
23.02.2018	-2,33	-2,33	6,00	3066	3438	800	400
24.02.2018	-5,06	-5,06	6,00	3439	3979	800	400
25.02.2018	-9,53	-9,53	6,00	4050	4866	800	400
26.02.2018	-9,75	-9,75	6,00	4080	4909	800	400
27.02.2018	-10,43	-10,43	6,00	4173	5044	800	400
28.02.2018	-10,17	-10,17	6,00	4137	4993	800	400
Celkem:				239621	256740	72000	36000
Celkem ztráty:				496 360 W			
Celkem zisky:				108 000 W			

Po vypočtení jednotlivých tepelných ztrát a tepelných zisků bude stanovena celková tepelná bilance pro jednotlivá podlaží a z nich vycházející potřeba tepla na vytápění za období 12/2017–2/2018. Kromě tepelných bilancí budou do výpočtu vstupovat počty dnů otopného období, které byly odvozeny z harmonogramu vytápění (Tabulka 3). Tento počet dní je následně přenásoben počtem otopných hodin za jeden den. Vzhledem k tomu, že vytápění je určeno také pro dostatečné vysychání provedených konstrukcí, bude pro výpočet uvažováno nepřetržité zajištění teploty +15 °C. Z toho důvodu bude uvažováno, že počet otopných hodin za den je roven 24. Tepelné bilance pro jednotlivá podlaží a potřeba tepla pro vytápění za období 12/2017–2 /2018 se vypočítají dle následujících vzorců:

$$Q_{b,i} = Q_{k,i} + Q_{v,i} - Q_{d,i} - Q_{s,i}$$

$Q_{b,i}$ – tepelná bilance jednotlivých podlaží

$Q_{k,i}$ – tepelné ztráty prostupem pro jednotlivá podlaží

$Q_{v,i}$ – tepelné ztráty větráním pro jednotlivá podlaží

$Q_{d,i}$ – tepelný zisk od stavebních dělníků pro jednotlivá podlaží

$Q_{s,i}$ – tepelný zisk od pracovních strojů pro jednotlivá podlaží

$$Q_t = \sum Q_{b,i} * n_i * 24$$

Q_t – potřeba tepla na vytápění za období 12/2017 - 2/2018

$Q_{b,i}$ – tepelná bilance jednotlivých podlaží

n_i – počet dnů otopného období pro jednotlivá podlaží

Souhrn výsledků provedených výpočtu a harmonogramu vytápění je uveden v následující tabulce 12.

Tabulka 12 - Souhrn výsledků provedených výpočtů a harmonogramu vytápění

Podlaží	Prosinec 2017				Leden 2018				Únor 2018				Tepelné ztráty celkem kW	Tepelné zisky celkem kW	Tepelná bilance kW	Počet dnů otopného období	Potřeba tepla na vytápění objektu za období 12/2017-02/2018 kWh
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.					
Týden:																	
6.NP	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	496,36	108,00	388,36	84	782 934,18
5.NP			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	384,71	91,20	293,51	70	493 092,43
4.NP					X	X	X	X	X	X	X	X	304,23	70,80	233,43	56	313 729,02
3.NP							X	X	X	X	X	X	244,74	54,00	190,74	42	192 265,26
2.NP									X	X	X	X	162,08	33,60	128,48	28	86 338,80
1.NP											X	X	102,16	16,80	85,36	14	28 679,89
Celkem :													1694,27	374,40	1319,87	294	1 897 039,57

V této části výpočtu se jen krátce vrátím k myšlence zanedbání ostatních tepelných ztrát a zisků z důvodu nízkého vlivu. Konkrétně k zanedbání tepelné ztráty, která je způsobena změnou skupenství vody odpařující se z provedených konstrukcí. Bude uvažováno, že prováděná stavební činnost se týká realizace samonivelačních potěrů na bázi síranu vápenatého. Z údajů o spotřebě vody udávaných výrobcem lze spočítat, že v 1 m² provedených podlah je přibližně 12 l vody. K provedení navazujících konstrukcí je potřeba snížit vlhkost pod 0,5 %. Po započítání celkové plochy provedených podlah dojdeme k výsledku, že se odpaří téměř 17 000 l vody. [29]

Dále bude toto číslo přenásobeno měrným skupenským teplem vypařování vody, které se pro tento případ rovná 2,51 MJ/kg. Po převedení jednotek se získá hodnota přibližně 12 000 kWh, což odpovídá přibližně 0,6 % stanové potřeby na vytápění na celé období. Lze tedy konstatovat, že zanedbání těchto ztrát bylo vhodné, protože by se konečný výsledek změnil o méně než 1 %.

2.4.4 Výpočet nákladů na vytápění

Náklady budou stanoveny pro jednotlivé druhy topidel, které jsou definovány v podkapitole 2.3. Bude kalkulováno s celkovou potřebou tepla na vytápění za období 12/2017–2/2018 vypočítanou v podkapitole 2.4.3 a s náklady na 1kWh při zapůjčení topidla, které byly pro jednotlivé druhy topidel spočítány již v podkapitole 2.4.1.

Výsledné náklady na vytápění objektu za dotčené období pro jednotlivá topidla vypočteme dle následujícího vzorce:

$$N_i = Q_t * N'_i$$

N_i – náklady na vytápění objektu za dotčené období
pro i – té topidlo

N'_i – náklady na 1kWh při zapůjčení vybraného
 i – tého topidla

Q_t – potřeba tepla na vytápění za dotčené období

Dále budou pro srovnání z kalkulovány náklady v případě vytápění BD vlastním otopným systémem. Ty se stanoví na základě ceny 1 kWh ze současného platného ceníku teplárny Pražská teplárenská a.s. a potřeby tepla na vytápění za období 12/2017–2/2018. Náklady za pronájem nebudou uvažovány, jelikož je otopný systém součástí BD. V případě využití otopného systému BD může být jedinou změnou ve fakturaci náklad za připojení do sítě provozovatele, ale i tento náklad by se později během výstavby pravděpodobně projevil, tudíž nebude započítán. Náklady na vytápění otopným systémem budou stanoveny podle následujícího vzorce:

$$N_{VOS} = Q_t * N'_{VOS}$$

N_{VOS} – náklady na vytápění vlastním otopným systémem BD
za dotčené období

N'_{VOS} – náklady na 1kWh z teplárny Pražská teplárenská a.s.

Q_t – potřeba tepla na vytápění za dotčené období

Po aplikaci vzorců pro výpočet nákladů na již dříve zjištěné hodnoty se došlo k výsledkům uvedeným v tabulce 13.

Tabulka 13 -Přehled výpočtu nákladů na vytápění posuzovaného objektu

Typ topidla	Maximální výkon	Půjčovné	Náklady na hodinu provozu (nezařunto půjčovné ani pořizovací cena)	Náklady na 1 kWh při zapůjčení topidla	Náklady na 1 kWh při započítání pouze nákladů na palivo	Spotřeba na vytápění objektu za období 12/2017-02/2018	Náklady na vytápění objektu za období 12/2017-02/2018 - přepočet přes 1 kWh
	kW	Kč/den	Kč	Kč	Kč	kWh	Kč
Vlastní otopný systém BD	-	-	-	-	-	1 897 039,57	2 086 364,12
Naftové přímotopné teplovzdušné - palivo: nafta	29	200	67,91	2,63	2,34	1 897 039,57	4 987 285,21
Naftové přímotopné teplovzdušné - palivo: ELTO			54,00	2,15	1,86		
Naftové nepřímotopné teplovzdušné - palivo: nafta	33	370*	67,91	2,52	2,06	1 897 039,57	4 789 958,63
Naftové nepřímotopné teplovzdušné - palivo: ELTO			54,00	2,10	1,64		
Elektrické teplovzdušné	30	260	114,60	4,18	3,82	1 897 039,57	7 931 733,24
Plynové teplovzdušné	30	185	18,16	0,86	0,61	1 897 039,57	1 635 582,84

Legenda:

Cena 1l nafty ke dni 4.4.2018:	29,48 Kč
Průměrná hustota nafty	850 Kg/m ³
Cena 1l ELTO ke dni 4.4.2018:	23,17 Kč
Průměrná hustota ELTO	860 Kg/m ³
Cena 1l LPG ke dni 4.4.2018:	14,01 Kč
Hustota LPG:	540 Kg/m ³
Cena 1 kWh elektřiny ke dni 4.4.2018:	3,82 Kč
Cena 1 kWh tepla z teplárny ke dni 4.4.2018:	1,10 Kč

* Uvedené půjčovné je za jiný model s podobnými parametry.

Posledním krokem této práce je posouzení nákladů na vytápění z pohledu investora. Bude posuzován případ, ve kterém by se stavba na uvažované období přerušila a stavební práce by pokračovaly až za vhodnějších klimatických podmínek. Vzhledem k rozsahu práce bude uvažováno, že BD je realizován za účelem pronájmu bytových jednotek. V případě přerušeni prací a posunu termínu dokončení by tedy investor přišel o zisky za 3 měsíce jejich pronajímání.

Za tímto účelem byla vyhledána průměrná cena pronájmu v lokalitě výstavby. Zdroj udává, že se 1 m² pronajímá za 250 Kč na měsíc [24]. Další vstupní hodnotou tohoto výpočtu je pronajímaná plocha, která je vzhledem k výkresové části

dokumentace BD stanovena na 1381,44 m². Ušlý zisk byl stanoven podle následujícího vzorce:

$$Z = Z_{m2} * n_m * S_p$$

Z – celkový ušlý zisk za pronájem

Z_{m2} – zisk za 1 m² za 1 měsíc

n_m – počet měsíců

S_p – pronajímaná plocha

K úplnému přehledu o situaci je ještě vhodné doplnit předpokládané náklady stavby. Do těchto nákladů patří náklady na stavební objekty (ZRN) a náklady na umístění stavby. V podkladech uvažované stavby jsou náklady stavby stanoveny na 205 705 841 Kč.

Po dosazení hodnot do výše uvedeného vzorce dostaneme následující výpočet:

Průměrná cena pronájmu za 1m2 za na jeden měsíc:	250,00	Kč			
Celková pronajímaná plocha:	1 381,44	m2			
Doba pronájmu:	3	měsíce			
Ušlý zisk za danou dobu pronájmu:	250	*	1381,44	*	3 = 1 036 080,00 Kč
Náklady stavby:	205 705 841,00	Kč			
Ušlý zisk vztažený k předpokládaným nákladům stavby:	0,50%				

Obrázek 2 – Náhled tabulkového procesoru: Výpočet ušlého zisku

Je zřejmé, že v případě prodloužení doby výstavby o 3 měsíce by investor přišel o 1 036 080 Kč. Tato částka je poněkud idealizovaná, protože je nepravděpodobné, že by se investorovi podařilo pronajmout všechny bytové jednotky hned po dokončení realizace. Nejlevnější varianta vytápění BD byla zkalkulována na 1 635 582,84 Kč. Lze tedy říct, že pro danou modelovou situaci by bylo výhodnější stavbu na posuzované období přerušit.

ZÁVĚR

V několika případech vedly výpočty této práce k odlišným závěrům, než se předpokládalo v teoretické části nebo než bylo předpokládáno autorem.

První odchylka od předpokladů se projevila u vypracování přehledu nákladů jednotlivých topidel v podkapitole 2.4.1. V tomto případě se při výpočtu nákladů přepočítaných na 1 kWh (stejně tak u nákladů na 1 hodinu provozu) došlo k závěru, že z ekonomického hlediska je plynové topidlo nejvýhodnější. Předpoklad plynoucí z teoretické části byl, že přímotopná i nepřímotopná naftová topidla mají levnější provoz než topidla plynová.

Obdobná situace nastala v podkapitole 2.4.4, kde byly počítány náklady na vytápění uvažovaného bytového domu. V souladu s teoretickou částí bylo předpokládáno, že neekonomičtějším způsobem je vytápění pomocí vlastního otopného systému budovy. Navzdory tomu výsledky výpočtu ukázaly, že rozdíl nákladů na palivo do plynových topidel a nákladů na 1 kWh tepla z teplárny je dost velký na to, aby překryl náklady na zapůjčení topidel. Jako ekonomičtěji výhodnější způsob vytápění se tedy i v tomto případě ukázalo vytápění plynovými topidly.

Nutno ovšem dodat, že tyto závěry nemusí platit ve všech případech vytápění staveb. Například kdyby se výrazně snížila spotřeba tepla a zároveň se prodloužila doba vytápění, překonalo by zvýšení nákladů na zapůjčení rozdíl mezi jednotlivými provozními náklady (náklady na zapůjčení a náklady na spotřebované palivo). Aby se tento fakt projevilo, bylo by nutné provést podrobnější výpočet nákladů, ve kterém jsou zvláště vedeny náklady na zapůjčení a náklady na spotřebované palivo. Pro případ této práce byl vzhledem k jejímu rozsahu zvolen výpočetní model, ve kterém jsou náklady na zapůjčení a náklady na palivo přepočítány na náklady za 1 kWh. Tento výpočetní model odpovídá situaci, kde by všechny zapůjčená topidla pracovala na plný výkon a jejich výkon by přesně pokryl ztráty objektu. V tomto modelu by se změna požadovaného tepla pravděpodobně neprojevila v pořadí topidel z hlediska nákladů.

Závěry by byly pravděpodobně odlišné i při markantním navýšení ceny plynu. To by mohlo nastat vlivem rychlé změny situace na trhu této komodity nebo

vynucenou změnou dodavatel. Tato změna by se již do pořadí topidel z hlediska výše nákladů projevila i v idealizovaném modelu, který je v této práci použit.

Do rozhodnutí o výběru druhu topidla můžou vstoupit i jiné faktory nezahrnuté v tomto výpočtu. Při rozhodování mezi vytápěním vlastním otopným systémem budovy a vytápěním plynovými topidly by zhotovitel určitě měl zohlednit následující skutečnost. Náklady na pracovníky manipulující s topidly, manipulující s palivem a zabývající se administrací spojenou se zapůjčením můžou převýšit náklady ušetřené za provoz.

Odlišná situace také nastane, pokud je potřeba vytápět celý realizovaný objekt zároveň a po delší dobu. V tom případě by se z podobných důvodů pravděpodobně použilo jedno nebo dvě výkonnější nepřímotopná naftová topidla. Ve variantě s plynem by musel být použit mnohem větší počet méně výkonných plynových topidel. Při zohlednění těchto dalších obtížně započitatelných faktorů se pravděpodobně projevily informace uvedené v podkapitole 1.7.1. Konkrétně by se vytápění vlastní otopným systémem budovy pravděpodobně projevilo jako nejvýhodnější varianta.

Poslední fáze výpočtu přinesla další překvapivý závěr. Bylo zjištěno, že pro danou modelovou situaci se nevyplatí objekt během výstavby vytápět, respektive je vhodné stavbu na posuzované období přerušit. Pokud by se investor rozhodl pro nejlevnější variantu vytápění objektu, místo přerušování výstavby, mohl by přijít až o přibližně 600 000 Kč. Obdobně jako tomu bylo v případě minulých závěrů. I tento platí jen pro danou modelovou situaci. Nelze tedy říct, že by se v některých případech nemohlo vyplatit vytápění objektu z důvodu pokračování dokončovacích prací.

Situace by se mohla změnit, kdyby zhotovitel stavby využil mimosezonní situace na trhu a dokázal díky tomu snížit cenu prováděných dokončovacích prací. Je velmi pravděpodobné, že by se zhotoviteli podařilo snížit cenu subdodávky, protože nabídka na trhu stavebních prací v těchto zimních měsících výrazně převyšuje poptávku. Pro subdodavatele je výhodné přijmout zakázku i s nižším výnosem, protože potřebují pokrýt režijní náklady, které se vynakládají i mimo sezónu. V rámci této práce nebude tato varianta finančně vyčíslena, protože autor nemá přístup k potřebným datům.

Existují tedy 3 možnosti, jak vyřešit problematiku výstavby v zimním období. První varianta se dále rozpadá na dvě části podle zvoleného způsobu vytápění. V tabulce 14 jsou uvedeny všechny varianty včetně odpovídajícího prodloužení doby výstavby, z kalkulovaných nákladů a navýšení původních předpokládaných nákladů stavby.

Tabulka 14 - Přehled variant přístupu k problematice výstavby v zimním období

Číslo varianty	Varianta	Prodloužení doby výstavby	Náklady na variantu	Srovnání s předpokládanými náklady stavby
		měsíce	Kč	
1a	Realizace dokončovacích prací během období 12/2017-2/2018; vytápění plynovými topidly	0	1 635 582,84	0,80%
1b	Realizace dokončovacích prací během období 12/2017-2/2018; vytápění vlastní otopným systémem BD	0	2 086 364,12	1,01%
2	Snížení nákladů na dokončovací práce vlivem mimosezóních cen	0	nekalkulováno	-
3	Přerušování stavby v období 12/2017-2-2018	3	1 036 080,00	0,50%

Seznam použitých zkratk

ETICS – external thermal insulation composite system

BOZP – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

KZS – kontaktní zateplovací systém

BD – bytový dům

ELTO – extra lehký topný olej

NP – nadzemní podlaží

ZRN – základní rozpočtové náklady

POUŽITÁ LITERATURA

1. BŘÍŽĎALA, Jan. Alkany a cykloalkany. *E-ChemBook: Multimediální učebnice chemie* [online]. [cit. 2018-4-5]. Dostupné z: <http://e-chembook.eu/alkany-a-cykloalkany>
2. ERANTI, E. a George C. LEE. *Cold region structural engineering*. New York: McGraw-Hill, c1986. ISBN 00-703-7034-6.
3. HAVEL, Milan a Petr VÁLEK. *Oxid uhelnatý* [online]. [cit. 2018-4-5]. Dostupné z: <http://arnika.org/oxid-uhelnaty>
4. MRÁZKOVÁ, Mariana. *Alkany: Ch_027_Uhlovodíky_Alkany* [online]. [cit. 2018-4-5]. Dostupné také z: http://data.zssluovice.cz/wcd/prezentace/chemie/ch_027_uhlovodky_alkany.pdf. Základní škola Slušovice, okres Zlín,.
5. POJAR, Petr. *Vyhřívejte stavbu topidly na odpad* [online]. 18.11.2010. [cit. 2018-4-7]. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/vyhrivejte-stavbu-topidly-na-odpad-6731.html>
6. PYTLÍK, Petr. *Technologie betonu*. Brno: Vysoké učení technické, 1997. ISBN 80-214-0779-4.
7. TRENT, Schon. *Cold Weather Construction Concerns* [online]. 30.3.2011 [cit. 2018-3-30]. Dostupné z: <http://www.windsystemsmag.com/article/detail/213/cold-weather-construction-concerns>
8. *Betonáž při nízkých a záporných teplotách* [online]. c2018 [cit. 2018-3-31]. Dostupné z: <http://www.cemex.cz/technologicke-pokyny-pro-betonaz-v-zime.aspx>
9. *Betonování v zimě* [online]. [cit. 2018-3-31]. Dostupné z: <http://www.ebeton.cz/pojmy/betonovani-v-zime>
10. *Vodní součinitel* [online]. [cit. 2018-3-31]. Dostupné z: <http://www.ebeton.cz/pojmy/vodni-soucinitel>
11. *Zkratky v terminologii zateplovacích systémů* [online]. [cit. 2018-3-31]. Dostupné z: <https://www.zatepleni-fasad.eu/vse-o-zatepleni/zkratky-v-terminologii-zateplovacich-systemu/>
12. *Temperování - vytápění staveb - topidla | AKIME* [online]. [cit. 2018-4-2]. Dostupné z: <https://www.akime.cz/sluzby/temperovani-vytapeni-prostor-topidla/>
13. *Plynová PB topidla Desa Master* [online]. [cit. 2018-4-5]. Dostupné z: <http://www.emkol.cz/eshop/category/plynova-pb-topidla-desa-master/>
14. *Emise výfukových plynů* [online]. [cit. 2018-4-5]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/emise-vyfukovych-plynu/>
15. *Naftová / ULTO topidla: 1. Mobilní přímotopná naftová topidla 2. Nepřímotopná naftová topidla* [online]. [cit. 2018-4-5]. Dostupné z: <https://www.akime.cz/sluzby/temperovani-vytapeni-prostor-topidla/naftova-ulto-topidla/>

16. *Naftová topidla Master, nepřímé spalování* [online]. [cit. 2018-4-5]. Dostupné z: <http://www.emkol.cz/eshop/category/naftova-topidla-master-neprime-spalovani/>
17. *350 kW Indirect Diesel Heater Hire: IDF diesel heater hire for industrial and commercial use* [online]. [cit. 2018-4-5]. Dostupné z: <https://www.aggreko.com/en-gb/products/heating-and-cooling/heater-rental/idf-heaters/350-kw-diesel-heater-hire>
18. *Topidla Master na odpadní paliva* [online]. [cit. 2018-4-7]. Dostupné z: <http://www.emkol.cz/eshop/category/topidla-master-na-odpadni-paliva/>
19. *Naftové infračervené topidlo MASTER XL 91* [online]. [cit. 2018-4-5]. Dostupné z: <https://www.topidla-odvlhcovace-master.cz/zbozi/2584-naftove-infracervene-topidlo-master-xl-91>
20. *185/2001 Sb. Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů. 2001.* Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-185>
21. *Princip teplovzdušných panelů SolarVenti* [online]. [cit. 2018-4-7]. Dostupné z: <http://www.solarventi.cz/clanek/33-princip-teplovzdušných-panelů-solarventi.html>
22. Increment of temperature in the systems: SV 3 SV 7 SV 14 SV 20 SV30. In: *SolarVenti - teplovzdušné solární panely* [online]. c2018, 2013 [cit. 2018-4-7]. Dostupné z: <http://www.solarventi.cz/userfiles/Teplotn%C3%AD%20zv%C3%BD%C5%A1en%C3%AD%20vzduchu-SolarVentiSV3SV7SV14SV20andSV30.pdf>
23. Sluneční energie. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-4-7]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Slune%C4%8Dn%C3%AD_energie
24. *CENOVÁ MAPA Asociace realitních kanceláří ČR* [online]. c2010-2018 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: <http://www.cenovamapa.eu/>
25. *MANEK stavební stroje spol. s r.o.* [online]. [cit. 2018-04-10] Dostupné také z: <https://www.topidla-odvlhcovace-master.cz/>
26. *SVP - půjčovna s.r.o.* [online]. c2018. [cit. 2018-04-10]. Dostupné také z: <https://www.svp.cz/>
27. *DKNV PŮJČOVNA NÁŘADÍ PRAHA, ZAHRADNÍ TECHNIKA, STAVEBNÍ STROJE* [online]. c2011. [cit. 2018-04-10]. Dostupné také z: <http://www.dknv.cz>
28. *Meteorologická stanice* [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné také z: <http://www.meteo.jankovic.cz/>
29. *Weber.floor 4190. Weber fasády zateplení lepidla podlahy* [online]. c2018. [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://www.weber-terranova.cz/podlahy/vyroby/samonivelacni/weberfloor-4190.html>