

ČVUT v Praze

Fakulta stavební, Katedra technických zařízení budov



Diplomová práce

Energeticky úsporné dočasné ubytovací zařízení

Průvodní zpráva

Semestr: **z.s. 2017 – 2018**

Zpracoval: **Bc. Daniel Kushpil**

Vedoucí práce: **doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D**



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Bc. Kushpil Jméno: Daniel Osobní číslo: 381152

Zadávací katedra: K125 Technická zařízení budov

Studijní program: Inteligentní budovy

Studijní obor: Inteligentní budovy

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Energeticky úsporné dočasné ubytovací zařízení

Název diplomové práce anglicky: Energy efficient temporary accommodation facility

Pokyny pro vypracování:

Projekt vytápění, větrání a zdravotní techniky.

Výkresová část: půdorysy, svislý řez, detail technické místnosti.

Textová část: výpočet tepelných ztrát, návrh vytápěcí soustavy, návrh systému větrání, návrh vodovodu a kanalizace, základní bilanční výpočty, měření a regulace.

Seznam doporučené literatury:

Gebauer, Gunter: Vzduchotechnika. Era 2007. ISBN 8073660918

Papež, Karel: Energetické a ekologické systémy budov 2 : Vzduchotechnika, chlazení, elektroinstalace a osvětlení. ČVUT, Praha 2007.

Daniels, Klaus: Technika budov - Příručka pro architekty a projektanty. Jaga 2003. ISBN 80-88905-60-5.

Kabele, Karel : TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ BUDOV. Vytápění. ČVUT. Praha 2014. ISBN 978-80-01-05203-7

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 22.2.2017

Termín odevzdání diplomové práce: 21.5.2017

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Aktualizovaný koncept řešení diplomové práce

Téma diplomové práce:

Energeticky úsporné dočasné ubytovací zařízení

1) Průvodní zpráva:

- Popis objektu, základní stavební řešení, požadavky, provoz
- Popis konceptuálního technologického řešení stavby
- Návrh řídicí logiky a přístupového systému

2) Část Zdravotechnika

- Textová část: **- Technická zpráva + přílohy**
 - Bilance spotřeby vody, bilance kanalizace
 - Porovnání klasického odběru x využití dešťové a šedé
 - Výpočet vodovodní, kanalizační přípojky
 - Návrh dimenze rozvodů
 - Specifikace ČOV, nádrží a zařízení ZTI
- Výkresová část:
 - Půdorys vodovodu 1 N.P.
 - Půdorys vodovodu 2 N.P.
 - Svislý řez vodovodu
 - Půdorys kanalizace 1 N.P. včetně svodného potrubí
 - Půdorys kanalizace 2 N.P.
 - Svislý řez kanalizace
 - Podélný řez kanalizace
 - Detail technické místnosti

3) Část Vytápění a vzduchotechnika

- Textová část:
 - **Technická zpráva + přílohy**
 - Výpočet tepelných ztrát
 - Návrh tepelného zdroje
 - Návrh otopných těles
 - Výpočet potřeby čerstvého a vytápěcího vzduchu
 - Výpočet tlakových ztrát VZT potrubí
 - Specifikace VZT jednotky a prvků VZT
- Výkresová část:
 - Půdorys VZT 1 N.P.
 - Půdorys VZT 2 N.P.
 - Nezbytné řezy VZT
 - Detail technické místnosti
 - Schéma zapojení

Student: **Bc. Daniel Kushpil**

.....

Schválil: **doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.**

.....

Čestné prohlášení

Tímto prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně za použití uvedené literatury a konzultací vedoucího diplomové práce:

V Praze, dne 23.11.2017

Daniel Kushpil

.....

Poděkování:

Rád bych tímto poděkoval svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Michalovi Kabrhelovi, Ph.D za jeho vstřícný přístup, konstruktivní odborné rady a čas, který mi v rámci konzultací práce věnoval.

ČVUT v Praze

Fakulta stavební, Katedra technických zařízení budov



Diplomová práce

Energeticky úsporné dočasné ubytovací zařízení

Semestr: z.s. 2017 – 2018

Zpracoval: Bc. Daniel Kushpil

Vedoucí práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D

Abstrakt

Cílem této práce je vypracování projektu technologického vybavení energeticky efektivní dočasné stavby, která bude sloužit účelům dočasného ubytování – např. jako penzion, ubytovna, studentské kolej, zázemí pro terénní práce, či pro humanitární účely. Hlavní aspekt při volbě konstrukce a technologií je kladen na zachování mobility a maximální variability zařízení pro použití v různých podmínkách. Základním stavebním prvkem systému je modulární kontejner, který lze variabilně přizpůsobit různým účelům. Z těchto základních buněk je navržena modelová stavba, pro níž je zpracován projekt vytápění, větrání, vodovodu a kanalizace. V rámci návrhu dílčích technologií je kladen důraz na snížení spotřeby energie a zdrojů oproti běžně používaným objektům dočasného charakteru.

Abstract

The aim of this thesis is the project of technological equipment for energy efficient temporary construction, which will serve the purposes of temporary accommodation – for example as a hostel, dormitory, student college, base for fieldwork or for humanitarian purposes. The main aspect of choice of design and technology is to maintain mobility and maximum variability of equipment for use in different conditions. The basic building element of the system is a modular container that can be customized for various purposes. From these basic cells, a model structure is proposed, for which the project of heating, ventilation, water supply and sewerage is designed. In process of designing these sub-technologies, emphasis was placed on reducing energy and resource consumption in comparison with commonly used temporary objects.

Obsah

1. Úvod	str. 18
1.1. Počáteční úvaha	str. 18
1.2. Koncept návrhu	str. 19
1.3. Požadavky na technické vybavení	str. 20
1.4. Související legislativa	str. 21
1.5. Inspirace	str. 23
1.6. Požadavky na konstrukci	str. 27
1.7. Popis konstrukčního systému	str. 28
1.8. Popis řešeného objektu	str. 29
2. Popis technologického systému	str. 33
2.1. Zdravotně technická instalace	str. 33
2.2. Vzduchotechnika a vytápění	str. 34
2.3. Regulace	str. 35
2.4. Výpočty - odkaz	str. 37
2.5. Návrh technologie - odkaz	str. 37
5. Závěr	str. 38
6. Zdroje	str. 39
6.1. Použitá literatura	str. 39
6.1. Internetové zdroje	str. 40

1. Úvod

1.1. Počáteční úvaha

Proč je téma práce zaměřeno zrovna na dočasnost, mobilitu a modularitu? Odpovědí by mohl být současný trend rostoucí poptávky po dočasném ubytování či tendence investorů o maximální zkrácení doby výstavby stavebních projektů. V odborné praxi již figuruje celá škála firem nabízející modulární systémy výstavby a na trhu lze najít i velké množství výrobců různých mobilních objektů.

Dnešní modulární systémy, nabízející vysokou tvarovou flexibilitu a rychlou dobu výstavby, jsou většinou využívány pro stavbu klasických nemovitostí z těžkých konstrukcí a s pevnými definitivními spoji. Ačkoliv je prvotní projekt maximálně přizpůsoben požadavkům investora, jakékoliv dodatečné změny a přestavba jsou svou složitostí srovnatelné s rekonstrukcí klasických stavebních objektů. O potenciální převozitelnosti hotové stavby většinou nemůže být ani řeč. Naopak, běžně dostupné mobilní stavby nabízí poměrně omezenou tvarovou variabilitu a většinu trhu tak tvoří malé obytné moduly karavanového typu, jež nedovolují možnost sestavy do větších celků. Jen málokdy lze tedy v praxi narazit na systém využívající jak potenciálu snadné mobility, tak variability modulární architektury. A přitom se jedná o faktory, které se mohou vzájemně efektivně doplňovat. Když již uvažujeme nad modulárním systémem, který bude snadno transportovatelný na stavenišť a rychle složitelný, proč nevyužít těchto jeho výhod i pro účely případného převozu v hotové formě a neponechat i možnost dodatečné modifikace již složené konstrukce? Jistě – dá se argumentovat tím, že pro některé projekty tyto vlastnosti nejsou využitelné. Navrhujeme-li objekt, který má stálou funkci a neměnnou kapacitu – nepotřebujeme ho tedy v průběhu času nijak modifikovat, bude pro daný objekt skutečně vhodnější nahrazení snadno demontovatelné konstrukce stálými spoji, které o něco lépe eliminují tepelné mosty.

Systém navrhovaný v této práci ovšem může být vhodný pro projekty, od nichž požadujeme větší flexibilitu z hlediska provozu, či u nichž figuruje určitý faktor nepředvídatelnosti. Například pro návrh humanitárního zařízení, u kterého je nejasná finální kapacita a potřebujeme zachovat možnost jejího postupného navyšování. Nebo při návrhu terénního výzkumného modulu, který po převezení do jiných podmínek potřebuje obměnit vnitřní vybavení i množství personálu.

1.2. Koncept návrhu:

Mobilita:

Jedná se o jeden z klíčových aspektů návrhu. Cílem projektu není navrhnout klasickou obytnou stavbu, ale transportovatelný systém, s nímž bude možné snadno manipulovat - tedy včetně jeho sestavení, převozu i rozebrání. Tento požadavek se promítá jak do konstrukcí, tak do technologického vybavení.

Energetická efektivita:

Výstavbou dočasného ubytování se v současnosti zabývá nemalé množství firem. Aby byl návrh konkurenceschopný, je třeba klást důraz na stupeň energetického standardu konstrukce. U stavby je předpokládáno využití i v oblastech s nízkým pokrytím inženýrskými sítěmi - proto musí být zajištěno co nejefektivnější nakládání s energií získané z omezených zdrojů.

Modulárnost:

Pro dočasné stavby, u nichž je předpokládáno časté střídání místa i účelu je aspekt modularity důležitější než kdekoliv jinde. Dílčí prvky systému by do sebe měly nejen snadno pasovat, ale i nabízet vzájemnou zaměnitelnost a možnost variability.

Ekologické řešení:

U projektu je kladen důraz na ekologický provoz objektu. A to jak při nakládání s energií, tak se zdroji. Technologie jsou navrhovány s potenciálem úspor oproti běžným dočasným stavbám.

Ekonomické / komfortní řešení:

Vzhledem k velkému množství již existujících extrémně ekonomických řešení dočasných staveb, vychází tento návrh spíše cestou vyššího komfortu a technologické náročnosti.

1.3. Požadavky na technické vybavení

Pro účely většiny mobilních staveb jsou často nároky na energetickou efektivitu provozu a komfort vnitřního prostředí značně sníženy. V takových případech se většinou dá argumentovat dočasným charakterem daného zařízení.

Příkladem mohou být na staveništích běžně používané obytné a administrativní moduly. Jedná se o zařízení, od kterého nikdo neočekává vysoký komfort bydlení. I tak ovšem musí technologicky zajistit minimální kvalitu pobytu a vnitřního prostředí. Veškerá hygienická funkce bývá většina soustředěna do separovaných sanitárních modulů, takže v samotných obytných buňkách je třeba zajistit jenom vytápění a větrání. Nejčastějším způsobem vytápění bývá elektrický přímotop – tedy, z hlediska energie, nepříliš efektivní řešení, ale snadno proveditelné a s nejmenšími nároky na připojení. Větrání takových buněk bývá většinou řešeno buď přirozeně okny, či mechanicky jednoduchými ventilátory. Výsledkem je, že teplo, již tak neefektivně ohřáté elektrickým přímotopem, z větší části uniká rovnou ven.

Ovšem, v případě menšího počtu stavebních buněk a poměrně krátkodobému využívání stavby (zejména v teplém ročním období) může i takovýto energeticky nepříliš efektivní provoz vyjít provozovatele ekonomicky levněji, než investice do efektivnějšího zařízení modulů. V takových případech tedy bývá energetická efektivita většinou zanedbána ve prospěch ekonomické.

Naprostojiná situace ovšem nastane, řešíme-li objekt o větších ubytovacích kapacitách a pro delší dobu provozu. Například ubytovnu pro velké množství osob, která sice není klasifikována jako stavba stálá, ale může se na daném místě nacházet i několik let. V případě takové budovy již může efektivita hospodaření s energií hrát rozhodující roli z hlediska dlouhodobých nákladů a je třeba systém promýšlet mnohem komplexněji.

Předmětem této práce je zpracovat technologické řešení právě pro objekt tohoto charakteru. Tedy zajistit jeho vytápění, větrání, přívod čisté vody a odvod odpadní vody s ohledem na energetickou efektivitu jednotlivých systémů. Navíc by mělo být toto řešení zpracováno pro stavbu s vyšší úrovní komfortu, než může být u dočasných objektů běžné. Jednotlivá technická opatření by měla zároveň respektovat i mobilní charakter objektu – tedy plnit požadavek na snadnou montáž, demontáž i převoz.

Výsledný návrh by tedy měl nabídnout co nejefektivnější kompromis mezi energeticky efektivní technologií, komfortem vnitřního prostředí a převozitelností zařízení.

1.4. Související legislativa

Požadavky na mobilní / dočasné stavby

V problematice mobilního bydlení je v první řadě třeba odlišit dva základní pojmy - mobilní (pojízdný) dům a modulový systém domu.

*„Jedná-li se o **pojízdný dům**, musí být tento dům osazen tažnou ojí a pojízdnými koly. Dá se zapřáhnout za tažné zařízení (traktor, offroad aj..) a odtáhnout na pozemku po vlastní ose.*

*Pokud se jedná o **mobilní systém** domu, nejedná se o mobilní dům typického charakteru, ale na přesun takového domu, už potřebujete jeřáb, či auto s hydraulickou rukou a tahač. Může se jednat o jeden modul, nebo o více modulů do sebe zapadajících a sešroubované k sobě. Dům sám o sobě nemusí mít oj, ani pojízdná kola.“*

^{1.} *Legislativa mobilních a modulových domů, Český dům*

Koncepce řešení tohoto projektu spadá do druhé varianty- tedy do mobilního systému domu. Od toho se odvíjí sledované legislativní požadavky na stavbu- konkrétně **zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)**. Vzhledem k novele stavebního zákona, je důležité si uvědomit, že mobilní dům je z hlediska tohoto zákona klasifikován jako výrobek plnící funkci stavby a jako takový musí plnit stejné požadavky.

„ Po novele stavebního zákona je nutno mobilní domy považovat za výrobky, které plní funkci stavby. Dle ust. § 2 odst. 3 stavebního zákona se za stavbu považuje také výrobek plnící funkci stavby a stavbou se rozumí veškerá stavební díla, která vznikají stavební nebo montážní technologií, bez zřetele na jejich stavebně technické provedení, použité stavební výrobky, materiály a konstrukce, na účel využití a dobu trvání. Rozdíl mezi výrobkem plnícím funkci stavby a stavbou je v místě, kde vznikají. Stavba vzniká na staveništi (z jednotlivých výrobků) a za její provádění je zodpovědný zhotovitel (stavební podnikatel), nebo stavebník v případě provádění stavby svépomocí, zatímco výrobek vzniká ve výrobním závodě a výsledné vlastnosti garantuje výrobce. Nicméně požadavky na stavbu i na výrobek plnící funkci stavby musí být stejné. “

^{2.} *Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Mobilní domy*

„V závislosti na příslušném stavebním úřadu vydávajícím územní rozhodnutí, ovšem výjimkou není ani rozhodnutí o tom, že mobilní domek, pokud splňuje určité parametry, není v režimu stavebního zákona a může si dovolit určité výjimky. Vzhledem k tomu, že obytný modul při stavbě není spojen se zemí pevným základem, není ani zapisován do katastru nemovitostí. Jeho umístění na daném pozemku ovšem musí být v souladu s územním rozhodnutím.“

3. Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Mobilní domy

„ Stavby mobilních domů se realizují na základě územního rozhodnutí v právní moci nebo účinné veřejnoprávní smlouvy nahrazující územní rozhodnutí, popřípadě vydaného územního souhlasu. Mobilní domy se nekolaudují. Dle zákona č. 344/1992 Sb., o katastru nemovitostí České republiky (katastrální zákon), ve znění pozdějších předpisů, se do katastru nemovitostí zapisují budovy spojené se zemí pevným základem. Na základě výše uvedeného se stavby mobilních domů do katastru nemovitostí nezapisují. “

4. Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Mobilní domy

Doprava

Vzhledem k tomu, že modul slouží nejen jako stavba k bydlení, ale má být i přepravitelný, musí respektovat **zákon č.13/1997 Sb., o pozemních komunikacích** a **vyhlášku MD č. 341/2002 Sb.**, o schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu silničních vozidel na pozemních komunikacích. Konkrétně musí být dodrženy rozměrové a hmotnostní požadavky pro přepravu nákladu na pozemních komunikacích. Z hlediska tohoto zákona je, v případě řešené stavby, klíčové dodržet rozměrové limity pro převoz po pozemních komunikacích. Konkrétně se jedná o následující parametry:

Největší povolená délka soupravy tahače s návěsem **16,50** metru

Největší povolená šířka vozidel pro dopravu nákladů/ **2,55** metru

Největší povolená výška vozidel v nejnižší pracovní poloze **4, 00** metru

Tyto rozměry lze v odůvodněných případech překročit:

„ Pokud vozidlo nebo souprava překročí míry stanovené vyhl.č. 341/2002 Sb., je nutné povolení k přepravě nadměrného nákladu, které je zpoplatněno dle zákona č.368/1992 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů. “

To je ovšem spojeno s komplikovaným úředním procesem a dodatečným poplatkem, což pro účely řešeného domu není žádoucí. Proto jsou jednotlivé moduly navrhovány v souladu s maximálními rozměry přepravovaného nákladu.

Co se týče energetických parametrů, měl by řešený modul dodržet požadavky **zákona ČSN 73 0540-2 o tepelné ochraně budov** podle níž by měly být splněny součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí a **vyhlášku č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov** definující energetickou efektivitu obálky budovy a jednotlivých technologických systémů a míru spotřeby celkové i primární energie.

1.5. Inspirace

Inspirace – lodní dopravní kontejnery



Obr. 1.01 jednoduchý transport a funkční konstrukce přepravních kontejnerů

Přepravní kontejnery slouží nejenom jako celosvětově unifikovaný systém přepravy, ale v posledních letech se stále častěji objevují případy jejich rekonstrukce na výrobky s jinou funkcí - včetně staveb pro bydlení. Přepravní kontejnery jsou dostupné v několika velikostních provedeních - při jejich využití pro obytné účely se zpravidla používají kontejnery typu HC (High Cube), kvůli vyšší konstrukční výšce. Typy přepravních kontejnerů a jejich rozměrové a hmotnostní parametry uvedeny v následující tabulce:

Typ kontejneru	Délka vnější [mm]	Šířka vnější [mm]	Výška vnější [mm]	Hmotnost [kg]
ISO 20' DV	6058	2438	5898	2200
ISO 20' HC	6058	2438	2896	2500
ISO 40' DV	12192	2438	2591	3800
ISO 40' HC	12192	2438	2896	4100

Při hledání řešení mobilního modulového systému, se proto očividně nabízí možnost využití přepravních kontejnerů. Ty nabízí řadu bezesporných výhod - jako je vysoká mechanická odolnost, dobrá přepravitelnost se širokým sortimentem k tomu určených technologií a funkční skladební systém. Zároveň, při předělání staršího lodního kontejneru na jinou funkci, jde o formu recyklace, což nejen sníží pořizovací cenu základové konstrukce, ale je i šetrné vůči přírodnímu prostředí.

Jistou nevýhodou přepravních kontejnerů při rekonstrukci na stavby jiného charakteru je omezená možnost modifikace původní konstrukce. Samotný rám nemá plnou nosnou funkci a částečně spoléhá na nosné profilované boční stěny. Každý vyřezaný otvor ve stěně je třeba kompenzovat dodatečným navařováním výztužné konstrukce. Jedná se o faktor, který se musí při přestavbě kontejneru na obytný modul zohlednit a vzhledem k nové funkci objektu není vyloučena nutnost úpravy konstrukčního systému.

Jako základní stavební prvek tohoto modulárního systému jsou navrženy buňky z modifikovaných lodních kontejnerů typu iso 20' HC – ty jsou vybrány pro své unifikované rozměry, vhodnou světlou výšku, dobrou přepravitelnost a v neposlední řadě i lepší pořizovací ceně v porovnání s výrobou zcela nové konstrukce. Vzhledem k tomu, že systém má nabídnout energetickou úsporu a tedy i kvalitní zateplení, jsou původní profilované plechy stěn kontejnerů odstraněny a nahrazeny konstrukcí s lepšími tepelně-technickými vlastnostmi a umožňující snadnější modifikaci. Nosný ocelový rám kontejneru je zanechán a upraven pro kotvení nového systému obvodového pláště. V případě nutnosti bude základový rám dodatečně vnitřně vyztužen pro splnění nosnosti a konstrukční odolnosti.

Využití původní kontejnerové konstrukce s sebou přináší jednoduchou skládatelnost modulů a zjednodušení při dopravě. Vzhledem k tomu, že přepravní kontejnery jsou celosvětově unifikovaným nákladem, je na jejich převoz uzpůsobena lodní, vlaková i automobilová doprava. Pro přepravu obytného modulu o stejných rozměrech je tedy mnohem snadnější sehnat vhodný tahač a zařídit bezproblémový odvoz. Tyto rozměry zároveň splňují požadavky zákona č.13/1997 Sb., o pozemních komunikacích - nejedná se tedy o nadrozměrný náklad a není třeba řešit dodatečné úřední úkony při přepravě modulů.

Inspirace – obvodový plášť



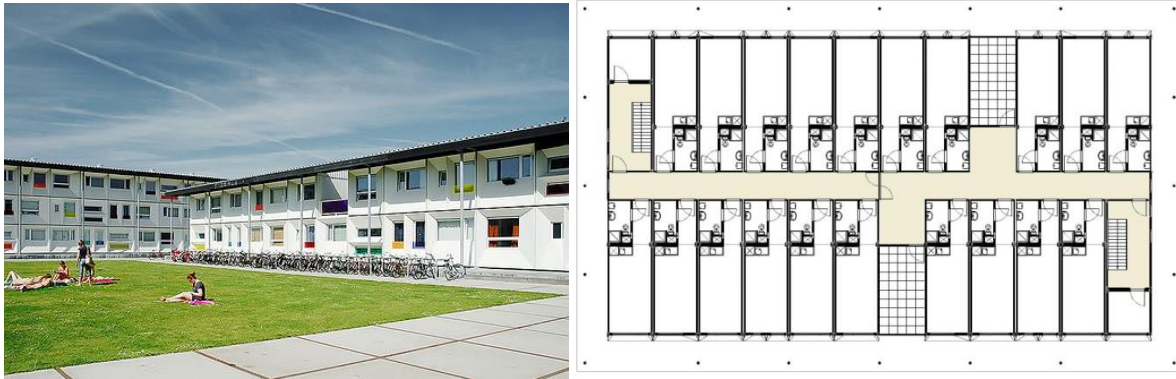
Obr. 1.02. Ukázka SIPS panelů a znázornění skladby

Obvodový plášť pro navrhovaný modulační systém je inspirován technologií **Structural insulated panels (SIPs)** - tedy konstrukčními izolovanými panely. Výhodou této technologie je jednoduchá a rychlá montáž prováděná suchou cestou. Základním prvkem systému je panel. Ten je vyroben slepením jádra ze stabilizovaného samozhášivého polystyrenu EPS 70 F nebo polystyrenu GreyWall (modifikovaným grafitem) s pláštěm, který tvoří desky OSB 4. Panely jsou celoplošně lepené, takže v rámci jednoho dílu nefigurují žádné systémové tepelné vazby.

Navrhované panely využívají podobný sendvičový systém s celoplošně lepenými spoji. Tepelná izolace panelu je zajištěna extrudovaným polystyrenem vloženým mezi dvě OSB desky zajišťující ztužující nosnou funkci pláště. Celý panel je navíc pokryt PVC opláštěním, které funguje jako krycí vrstva zabraňující vniku vlhkosti do konstrukce a zároveň chrání panel při přepravě. Panely jsou vzájemně kotveny suchou cestou pomocí šroubování na nosný systém sloupů.

Inspirace - Stavby podobného charakteru

Při hledání tvarosloví objektu jako celku, jsem vycházel z půdorysných modelů existujících staveb, jež také využívají přepravní kontejnery jako základní stavební díl a slouží pro účely ubytování.



Obr. 1.03 Studentské koleje, Quibic, Amsterdam

Jednou z takových staveb jsou například dočasné studentské koleje v Amsterdamu. Mimo funkce koleje, nabízí tento projekt i několik uměleckých ateliérů, pár restaurací a barů. Každá obytná jednotka je vybavena vlastním hygienickým zázemím a kuchyňkou. Základem konstrukce jsou rámy z lodních kontejnerů s vloženými plastovými sendvičovými panely.



Obr. 1.04. Ubytovna pro uprchlíky, Containex, Berlín

Dalším podobným objektem je ubytovna pro uprchlíky v Berlíně. Hlavním požadavkem této stavby bylo poskytnout azyl pro velké množství uprchlíků při krátké době výstavby. Vzhledem k tomu, že se jedná o nouzové ubytovací zařízení, je přiměřeně snížen i standart bydlení, aby bylo dosaženo vyšších kapacit. Jednotlivé obytné buňky tedy nejsou vybaveny vlastním hygienickým zázemím ani kuchyňskými kouty. K tomuto účelu slouží společné místnosti pro hygienu, přípravu jídel a případné sociální aktivity. Stavba je tvořena nákladními kontejnery s minimální konstrukční úpravou.

1.6. Požadavky na konstrukci

Navrhovaná konstrukce modulové stavby by měla splňovat následující kritéria:

Mechanická odolnost:

Konstrukce musí zajistit vysokou míru odolnosti jak před vnějšími silovými vlivy, tak při přepravě a manipulaci při skládání a rozkládání objektu.

Tepelně-vlhkostní odolnost:

Obvodový plášť má zajistit adekvátní stupeň tepelné izolace, aby stavba vycházela v přiměřeném energetickém standardu. Zároveň musí zabránit pronikání vody a vlhkosti do konstrukce. Případně, s rozdílně navrženými technologiemi by měl plášť umožnit umístění stavby v odlišných klimatických podmínkách a snížit jak tepelné ztráty, tak zisky.

Vzájemná skládatelnost modulů:

Konstrukční systém by měl umožnit propojení modulů ve vodorovném i horizontálním směru - tedy skládání větších stavebních celků. Systém by neměl být limitován, co se týče rozměrů stavby a měl by umožnit jak pohodlnou výstavbu samostatných obytných jednotek, tak i skládání větších stavebních celků.

Složitelnost a rozebíratelnost:

Celá konstrukce musí umožnit relativně snadnou operativní složitelnost a rozebíratelnost. Ve složeném stavu by měla dovolit i odmontování jednotlivých fasádních dílců a jejich případnou náhradu i za provozu již stojící stavby. Toho může být využito pro náhradu poškozených dílů, či při dodatečném propojování modulů a změně dispozic.

1.7. Popis konstrukčního systému

Aby byla zajištěna jak odolnost konstrukce proti vnějšímu zatížení, tak dostatečná tepelná izolace modulu, je stavební systém navržen z následujících složek: vnějšího nosného systému z recyklovaných dopravních kontejnerů a vnitřního montovaného tepelně-izolačního pláště.

Vnější ocelový skelet:

Zajišťuje nosnou funkci, přenesení zatížení mezi jednotlivými moduly, odolnost vůči silovým vnějším vlivům a namáhání při převozu jednotky. Zároveň umožňuje vzájemné propojování jednotlivých modulů. Jedná o konstrukci upraveného dopravního kontejneru, ze kterého jsou odstraněny boční profilované plechy pro možnost nahrazení konstrukcí s lepšími tepelně technickými parametry. V případě, že by takovéto řešení vedlo ke konstrukčnímu oslabení, je předpokládáno zesílení konstrukce skeletu v kritických místech.

Vnitřní obvodový plášť:

Jeho hlavní funkcí je tepelně-vlhkostní izolace stavby a ochrana vnitřního klimatu stavby před vnějšími vlivy. Je tvořen jednotlivými prefabrikovanými panely kotvenými z vnitřní strany k nosné konstrukci. Panely jsou tvořeny sendvičovou konstrukcí, v níž je tepelná izolace zajištěna extrudovaným polystyrenem tl. 200 mm vloženým mezi dvě OSB desky tl. 15 mm, které zajišťují pevnost a samonosnost konstrukce panelu. Celý panel je dodatečně opláštěn souvislou vrstvou PVC, jenž chrání konstrukci proti vodě, vlhkosti a povrchovému mechanickému poškození při manipulaci (např. odštěpování třísek z OSB desek). Všechny souvrství panelu jsou celoplošně lepeny a neobsahují tedy systémové tepelné vazby (mimo

Základové/stropní/střešní desky:

Základem všech vodorovných konstrukcí je univerzální prefabrikovaná nosná deska, jež je dále rozšířena o dodatečnou konstrukci v závislosti na tom, má-li sloužit, jako podlaha, strop, či střeška. Konstrukce podlahy, stropu a střechy se liší součiniteli prostupu tepla

1.8. Popis řešeného objektu

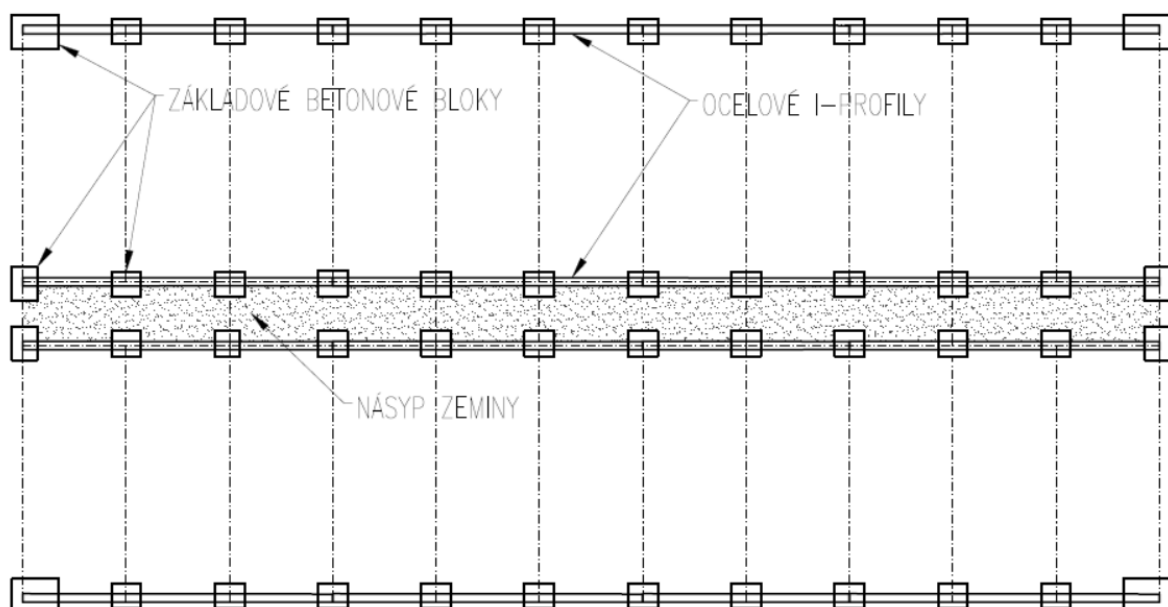
Pro účely této práce je navržena stavba s funkcí dočasného ubytování – využitelná, například, jako studentská kolej, penzion, či ubytovna. Předpokládané umístění stavby je v místních klimatických podmínkách – pro návrh technologie byly předpokládány okrajové hodnoty pro Středočeský kraj – Praha.

V případě řešení krátkodobého ubytovacího zařízení by byl neekonomičtější a nejsnadněji proveditelný návrh objektu složeného z čistě ubytovacích buněk bez jakéhokoliv vlastního hygienického vybavení, a společných modulů hygieny, případně kuchyně. Tímto řešením by mohly být všechny buňky vyžadující napojení na ZTI centralizovány v blízkosti technického modulu a množství přípravných i napojovacích prací by bylo značně sníženo.

V tomto projektu je ovšem pro ilustraci proveditelnosti řešení složitější systém obsahující buňky s různým standartem vybavení. Vzhledem k vyšší náročnosti napojení technologií takového objektu by bylo toto řešení vhodné spíše pro objekt dlouhodobějšího charakteru – například pro ubytovací zařízení, které je třeba vybudovat nárazově a rychle, ale předpokládá se provoz v řádu několika let a je požadován vyšší komfort ubytování.

Založení stavby

Pro založení objektu je v rámci přípravy staveniště předpokládáno vybudování čtyř řad betonových patek, na nichž budou pevněny ocelové i profily. Na tyto Tyto „základové pásy“ budou v řadě osazeny jednotlivé moduly. Kontejnery budou podepírány ocelovým profilem při kratších stranách a patky budou situovány vždy pod nároží každého modulu. V prostoru pod schodištěm bude proveden zemní násyp pro uložení svodného potrubí kanalizace.



Objekt je navržen dvoupodlažní. Celkové uspořádání stavby je třítraktové – tedy obytné kontejnerové moduly jsou situovány do dvou rovnoběžných řad vzájemně oddělených chodbou. Obytné moduly jsou z chodby přístupné vždy z kratší strany a okna ven z objektu jsou navržena též na kratší straně.

V 1. N.P. se rozkládají převážně obytné buňky nižší kategorie a základní infrastruktura – oddělené dámské a pánské záchody se sprchami a společná kuchyně. Dále se zde nachází zádveří/foye pro odbavování ubytovaných osob, recepce i s obytným zázemím personálu a technická místnost. 2. N.P. nabízí obytné moduly vyšší kategorie - každý vybavený vlastní koupelnou a kuchyňkou.

Ubytovací kapacita navrženého objektu:

14 x 2-lůžkový pokoj = 28 osob

11 x 4-lůžkový pokoj = 44 osob

Celková kapacita objektu = **72 osob**

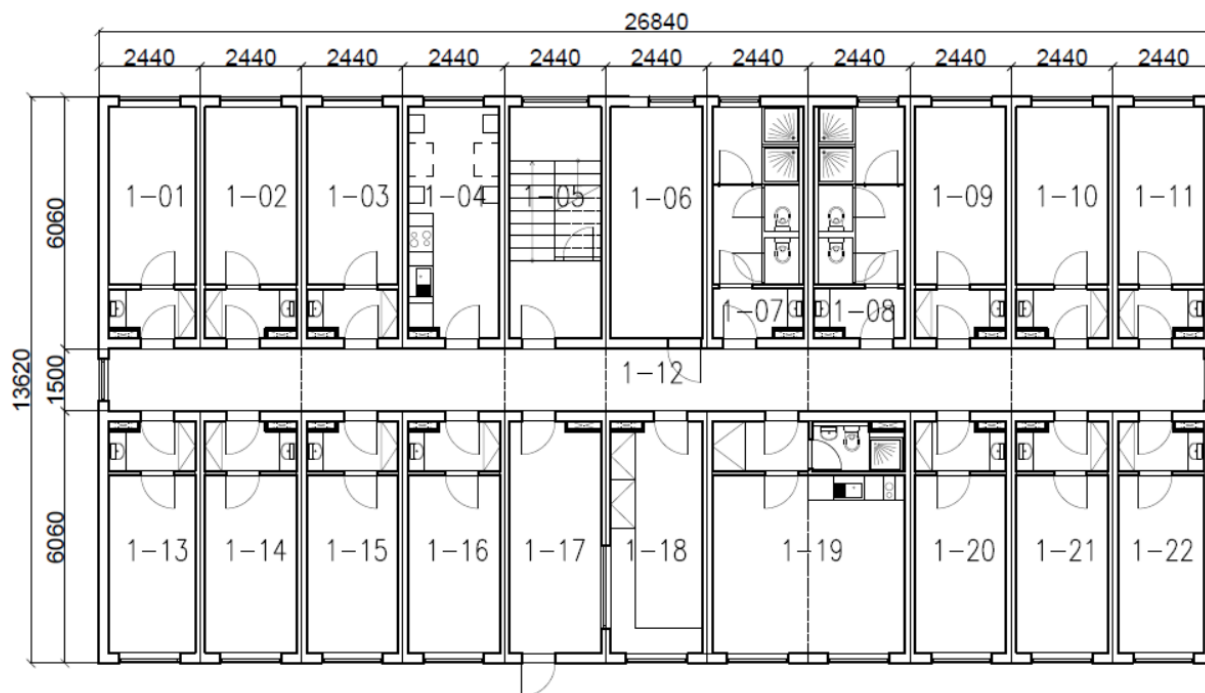
Ačkoliv konstrukční systém umožňuje teoretické rozšíření stavby a navýšení kapacit, u daného objektu je tato dispozice uvažována jako finální zadání. Technologické zařízení je navrženo na tyto návrhové kapacity a v případě dodatečných dispozičních úprav je třeba promítnout změny i do technologie.

Veškerá společná technologie objektu je umístěna v technické místnosti – zde je zajištěna úprava vzduchu, centrální vytápění a ohřev teplé vody. V technické místnosti je osazena taktéž vodoměrná sestava. V případě napojení objektu pouze na veřejný vodovod, postačuje pro technologický provoz pouze navržená technická místnost v rámci objektu.

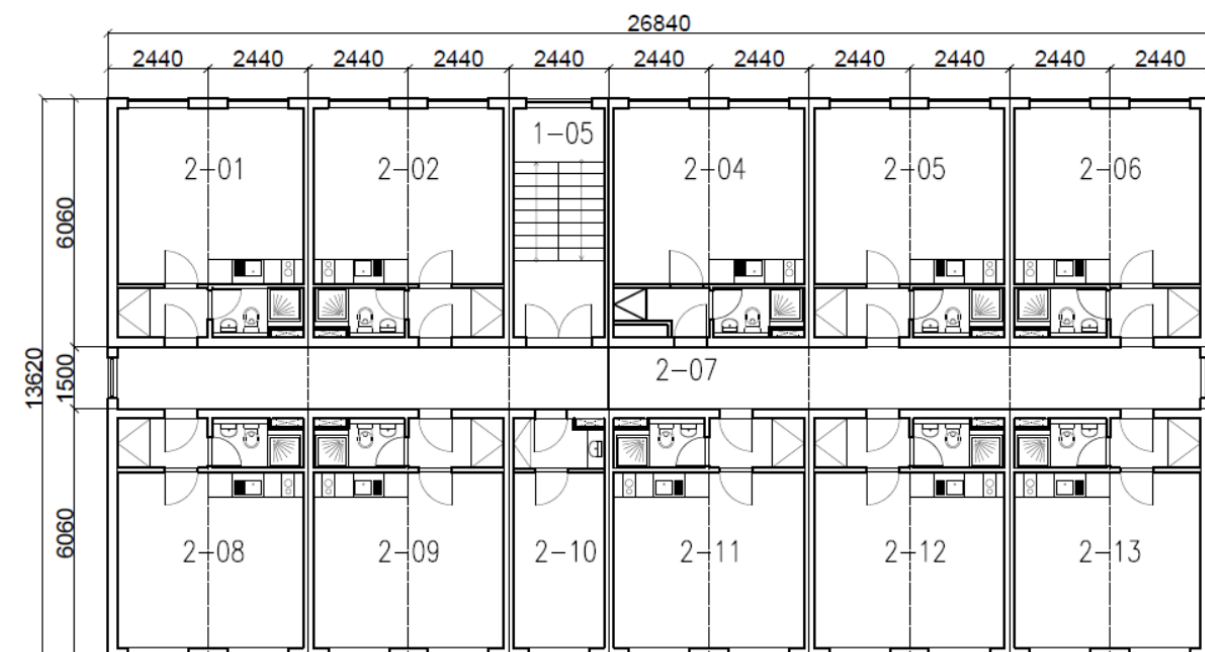
V rámci projektu je řešena taktéž recyklace šedé vody a akumulace dešťové vody. Tyto technologie jsou prostorově a hmotnostně náročné. Proto jsou umístěny ve speciálním externím modulu úpravy vody. Externí modul bude situován vně objektu poblíž technické místnosti. Se systémem využití šedých a dešťových vod nabízí objekt mimo plného pokrytí vlastních požadavků na užitkovou vodu také možnost zavlažování okolní vegetace, či návaznost externích technologických procesů.

Schéma dispozičního uspořádání objektu

Půdorys 1.N.P.



Půdorys 2.N.P.



Tabulka místností:

Č.M.	ÚČEL
1-01	Obytný modul 2 osoby
1-02	Obytný modul 2 osoby
1-03	Obytný modul 2 osoby
1-04	Kuchyňský modul
1-05	Schodišřový modul
1-06	Technický modul
1-07	Sanitární modul
1-08	Sanitární modul
1-09	Obytný modul 2 osoby
1-10	Obytný modul 2 osoby
1-11	Obytný modul 2 osoby
1-12	Chodba
1-13	Obytný modul 2 osoby
1-14	Obytný modul 2 osoby
1-15	Obytný modul 2 osoby
1-16	Obytný modul 2 osoby
1-17	Vstupní modul
1-18	Recepční modul
1-19	Obytný modul 4 osoby
1-20	Obytný modul 2 osoby
1-21	Obytný modul 2 osoby
1-22	Obytný modul 2 osoby

Č.M.	ÚČEL
2-01	Obytný modul 4 osoby
2-02	Obytný modul 4 osoby
1-05	Schodišřový modul
2-04	Obytný modul 4 osoby
2-05	Obytný modul 4 osoby
2-06	Obytný modul 4 osoby
2-07	chodba
2-08	Obytný modul 4 osoby
2-09	Obytný modul 4 osoby
2-10	Obytný modul 2 osoby
2-11	Obytný modul 4 osoby
2-12	Obytný modul 4 osoby
2-13	Obytný modul 4 osoby

2. Popis technologického systému

2.1. Zdravotně technická instalace

U řešeného objektu je předpokládáno napojení na veřejný vodovod a odkanalizování do veřejné kanalizace. V rámci přípravy pozemku je tedy třeba připravit vodoměrnou šachtu a přípojku kanalizace.

V rámci úspory zdrojů je pro řešený objekt navržen systém recyklace a znovuvyužití šedé vody. Voda v objektu je proto rozdělena na 2 okruhy – pitnou a užitkovou. Pitná voda je dovedena ke všem zařizovacím předmětům, kde dochází k přímému kontaktu s osobami. Užitková voda je v rámci objektu používána na splachování WC.

Čistírna odpadní vody je vzhledem k velkým prostorovým a hmotnostním požadavkům umístěna v externím modulu situovaným poblíž technické místnosti. Externí modul zároveň obsahuje i čistírnu dešťových vod, v níž je zachycena veškerá voda ze střechy objektu. Dešťová voda může být po přečištění taktéž použita jako užitková voda, nebo rovnou použita k zalévání.

Při klasickém obytném charakteru stavby by pro pokrytí požadavku na užitkovou vodu vystačil pouze systém recyklace šedé vody. Externí modul je nicméně v rámci tohoto projektu zpracován se systémem recyklace i čištění dešťové vody. Tímto způsobem může být obytný provoz stavby rozšířen i o externí technologické procesy, či zavlažování.

Splašková kanalizace objektu je řešena oddílně – jako černá voda z WC a šedá voda z ostatních sanitárních zařízení. Hlavní svodná potrubí jsou vedena pod podlahou schodišťového traktu a pod technickou místností vychází zpod objektu. Černá voda je dále vedena do přípojky veřejné kanalizace, zatímco šedá voda je svedena do čerpací šachty v blízkosti modulu čištění vody, odkud je přečerpána do čistírny šedé vody, přečištěna a jako užitková voda vedena zpět do objektu.

Dešťová kanalizace je svedena z pultové střechy objektu do podokapního žlabu, odkud je dvěma odpadními svody vedena přes střechu externího modulu do čistírny dešťové vody.

2.2. Vzduchotechnika a vytápění

Vzhledem k poměrně dobrým hodnotám součinitelům prostupu tepla obálky budovy jsou u objektu relativně sníženy tepelné ztráty prostupem. Pro snížení tepelných ztrát větráním je pro objekt navrženo umělé větrání. To je zajištěno centrální vzduchotechnickou jednotkou s rekuperací tepla. Systém celého objektu je navržen rovnotlance s vytvářením mírného podtlaku v hygienických a kuchyňských modulech a vyrovnávacího přetlaku na chodbě. Vzduchotechnická jednotka je vybavena vodním ohříváčem a zajišťuje podstatnou část vytápění objektu. Průtoky vzduchu v nepobytových místnostech jsou navrženy na pokrytí celkové tepelné ztráty pouze přívodem vzduchu. Pobytové místnosti jsou vybaveny lokálními elektrickými ohříváči do vzduchotechnického potrubí pro individuální regulaci teploty v místnostech.

Hlavní vzduchotechnické potrubí přívodu i odvodu je vedeno pod stropem schodišťových sekcí. Odsud jsou pomocí flexo-potrubí provedeny odbočky do jednotlivých modulů. Přívody pobytových modulů jsou osazeny regulačními klapkami, které se otvírají a zavírají dle obsazenosti místnosti.

Vzduchotechnická jednotka hlídá konstantní tlak v potrubí, takže při zavírání klapek na dílčích modulech nedochází k výkyvům průtoku v modulech jiných.

Centrální příprava tepla je zajištěna tepelným čerpadlem typu vzduch-voda, které je navrženo na pokrytí cca 64% návrhové tepelné ztráty objektu. Pro dorovnání zbylého výkonu je navržen dodatečný elektrický kotel. Tímto způsobem je provoz tepelného čerpadla optimalizován a čerpadlo může pracovat v delším časovém úseku na svůj jmenovitý výkon.

Tepelné čerpadlo i kotel topí do akumulární nádoby, přes kterou je napojen rozdělovač/sběrač pro dva topné okruhy – ohřev vzduchu ve vzduchotechnické jednotce a ohřev teplé vody v zásobníku.

Tepelné čerpadlo je spouštěno na základě požadavku teploty v akumulárním zásobníku. Pokud teplota v zásobníku klesne pod určitou mez, zapne se I sekundární zdroj tepla – elektrokotel.

2.3. Regulace

Celkově

Každý obytný modul je v prostoru zádveří opatřen přístupovým relé, od kterého má uživatel místnosti k dispozici zásuvný element – může se jednat například o kartu, či přívěšek na klíči. Manuálním vložením elementu do čidla je nastaven stav místnosti do režimu obsazeno (on) a uživatel má možnost spínání osvětlení a elektrických spotřebičů. Po odebrání zásuvného elementu z přístupového relé přechází místnost do stavu neobsazenosti (off). Na základě údaje o obsazenosti a neobsazenosti je regulována teplota a větrání příslušných modulů.

V prostoru recepce bude umístěn nadřazený systém, ze kterého je možné kontrolovat stav obsazení jednotlivých modulů a zároveň upravovat nastavení dílčích termostatů – případně blokovat možnost individuálního nastavení teploty v obytných modulech. Navržený systém nevychází z typového řešení od konkrétního výrobce – vzhledem k typu navrhovaného objektu je předpokládána prefabrikace většího množství systémových modulů. V rámci přípravy skladebních buněk bude provedena i výroba mechanických prvků přístupového zařízení a návrh programového rozhraní pro potřeby daného typu modulární stavby. Naprogramování dílčích regulačních prvků může být například na základě volně programovatelné platformy Arduino.

Regulace větrání

Vzduchotechnická jednotka v technické místnosti je nastavena na udržení konstantního tlaku v potrubí. Tímto způsobem je možno individuálně měnit průtok vzduchu v dílčích modulech aniž by tím byl ovlivněn průtok v modulech jiných.

Každý obytný modul je na přívodu a odtahu vzduchu opatřen regulační klapkou do vzduchotechnického potrubí se servopohonem pro dvoupolohovou regulaci. Obě klapky jsou zavírány a uzavírány současně. V režimu otevření klapky je do místnosti zajištěn maximální návrhový stav přívodu vzduchu. V poloze uzavření klapky je do místnosti zajištěn minimální požadovaný průtok pro splnění hygienických kritérií. Požadavek na otevření/uzavření vzduchotechnických klapek vychází z obsazenosti příslušného modulu.

Regulace vytápění

Tepelné zdroje v technické místnosti jsou spínány podle požadavku teploty v akumulární nádobě. Klesne-li teplota v nádobě pod 55°C, je aktivováno tepelné čerpadlo. V případě, že čerpadlo nezajistí dostatečný výkon a teplota v akumulární nádrži stále klesá, zapne se o dodatečný zdroj – elektrokotel, který pokryje nedostačující výkon.

Centrální ohřev vzduchu je řešen ekvitermně. Ohříváč ve vzduchotechnické jednotce obsahuje vestavěný regulační uzel, který upravuje teplotu výstupního vzduchu podle teploty venkovního čidla ekvitermní regulace. Ekvitermní regulace je nastavena podle požadavků na vytápění nebytových prostor – tak, aby přívodní vzduch vždy pokryl tepelnou ztrátu chodeb a schodiště při příslušné venkovní teplotě.

Lokální ohříváče vzduchu v obytných modulech umožňují regulaci teploty podle nastavení termostatu v místnosti. Teplota nastavení termostatů bude, dle provozovatele objektu, buď umožňovat individuální nastavení v každém modulu, nebo bude ovládána pouze centrálně z recepce – ovlivněno typem provozu. V době obsazení obytného modulu, které je detekováno vložením zásuvného elementu do reléového spínače, je teplota na termostatu nastavena na 20°C (či na individuální zadanou teplotu). V případě neobsazenosti modulu – detekováno odebráním zásuvného elementu z relé, bude teplota na termostatu automaticky snížena na provozovatelem určenou úspornou teplotu.

S nadřazeným řídicím systémem bude možné termostaty v jednotlivých místnostech ovládat také centrálně z recepce.

2.4. Výpočty

Všechny výpočty, které sloužily jako podklad pro vypracování projektu jsou obsaženy v přílohách č1.1 – Vytápění a VZT – výpočty a Č2.1 – ZTI – výpočty.

2.5. Návrh technologie

Navržená technologie je zapracována do přiložené výkresové dokumentace a je popsána v technických zprávách.

5. Závěr

Cílem práce bylo navrhnout energeticky úsporné dočasné ubytovací zařízení. Pro tyto účely byl navržen konstrukční systém využívající recyklované kontejnery k tvorbě mobilní modulární výstavby. Kromě vyřešené mobility a možnosti opakované montáže i demontáže umožňuje systém i variabilní skládání objektů různé velikosti a jejich případné následné úpravy přímo za provozu.

Pro vzorovou budovu bylo navrženo technologické vybavení, jehož účelem je zvýšení energetické efektivity a úspora zdrojů.

Prvním úsporným opatřením je již návrh samotné konstrukce a skladby obálky budovy, jež, vykazuje součinitele prostupu tepla srovnatelné s doporučením pro pasivní budovy a tím jsou sníženy celkové tepelné ztráty prostupem.

Díky centrální úpravě vzduchu a rekuperaci jsou výrazně sníženy tepelné ztráty objektu, které by jinak tvořily převažující část tepelných ztrát.

Jako hlavní zdroj tepla pro stavbu je navrženo tepelné čerpadlo, což díky COP snižuje celkovou spotřebu elektrické energie - tedy hlavního snadno dostupného energonositele pro dočasnou stavbu.

Díky systému zpětného využití odpadních vod, je snížena i celková potřeba vody objektu. Návrh zároveň nechává prostor i pro využití dešťových vod pro potřeby zavlažování či navazujících technologických procesů.

6. Zdroje

6.1. Použitá literatura

“Technická zařízení budov, vytápění – podklady pro cvičení”

Prof. Ing. Karel Kabele, CSc. a kolektiv, nakladatelství ČVUT, Praha 2013

“Energetické a ekologické systémy budov 2”

Doc. Ing. Karel Papež, CSc. a kolektiv, nakladatelství ČVUT, Praha 2007

“Technika budov, příručka pro architekty a projektanty”

Klaus Daniels, nakladatelství Jaga group, Bratislava 2003

“Vytápění, pro 3. ročník učebního oboru instalatér”

Ing. Jaroslav Dufka, nakladatelství Sobotáles, Praha 2001

6.2. Internetové zdroje

Obr. 1.01. – System Container s.r.o. [cit. 21.5.2017] dostupné z:

<http://www.systemcontainer.cz>

Obr. 1.02. EkoPasiv [cit. 21.5.2017] dostupné z:

<http://www.ekopasiv.cz/europanely>

Obr. 1.03. Earch [cit. 21.5.2017] dostupné z:

<http://www.earch.cz/cs/qubic-amsterdam>

Obr. 1.04. CONTAINEX [cit. 21.5.2017] dostupné z:

<http://www.containex.com/en/reference-projects/de/asylbewerberunterkunft-berlin>

Tab. 1.05. Tzb-info, doporučené rychlosti proudění vzduchu v potrubí [cit. 21.5.2017] dostupné z:

<http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/121-vhodne-rychlosti-m-s-ve-vzduchovodech>

Obr. 1.05. ASIO [cit. 21.5.2017] dostupné z:

<http://www.asio.cz/cz/as-gw-aqualoop>

Webové stránky použité pro dohledání dílčích hodnot a výpočtů

Pražské vodovody a kanalizace, dostupné z:

<http://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/>

Český hydrometeorologický ústav

<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky#>

Vhodné rychlosti ve vzduchovodech

<http://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/121-vhodne-rychlosti-m-s-ve-vzduchovodech>

Výpočet spotřeby vody

<http://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/8156-stanoveni-potreby-vody-v-pripade-malych-spotrebist>

ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav

<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky>

Návrh čistírny šedých vod

<http://www.asio.cz/cz/stanoveni-produkce-sede-vody>

<http://www.thermona.cz/elektrokotle/elektrokotle-ekonomicka-rada/kotel-therm-elN-8>

Výpočet objemu expanzní nádoby

<http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/60-tlakova-expanzni-nadoba>