

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**VĚTRÁNÍ UBYTOVNY SE SIMULACÍ  
VYSOKOHORSKÉHO PROSTŘEDÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Vypracoval:**

**Jan Šíp**

**Vedoucí práce:**

**Ing. Zuzana Veverková, Ph.D.**

**2018/2019**



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Šíp

Jméno: Jan

Osobní číslo: 438945

Zadávací katedra: K125 Katedra technických zařízení budov

Studijní program: (B3651) Stavební inženýrství

Studijní obor: (3608R008) Konstrukce pozemních staveb

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Větrání ubytovny se simulací vysokohorského prostředí

Název bakalářské práce anglicky: Ventilation of a dormitory with simulation of alpine environment

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte projektovou dokumentaci VZT zadaného objektu na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení dle vyhlášky 499/2006 Sb. Projekt dokumentujte půdorysy, řezy, výpočty a technickou zprávou.

Zpracujte studii na téma "Simulace vysokohorského prostředí v interiéru budov" (tzv. hypoxické terapie)

s uvedením možností a jejich použití pro zadanou budovu, včetně aplikace vybrané varianty ve formě konceptu.

Seznam doporučené literatury:

Gebauer, G. - Vzduchotechnika budov

Gebauer, G., Horká, O., Rubinová, O. - Vzduchotechnika, Era, ISBN: 80-7366-027-X, 2005

Papež, Vyoralová, Marková, Garlík, Jokl: Energetické a ekologické systémy budov 2. - skriptum ČVUT

ČSN EN 13779 Větrání nebytových budov

Chadderton, D. - Building Services Engineering. Routledge 2013, ISBN 0415699312

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Zuzana Veverková

Datum zadání bakalářské práce: 26.2.2019

Termín odevzdání bakalářské práce: 26.5.2019

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“.*

28.2.2018

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

Praha, 26. 5. 2019

.....

Na tomto místě bych rád poděkoval především Ing. Zuzaně Veverkové, Ph.D. za vedení této práce, věcné připomínky ke zpracování tématu a za čas, který mi věnovala na konzultacích. Mé díky patří také odborníkům v daném odvětví: Ing. Milanu Peckovi a Ing. Janu Matoušovi za jejich konzultace.

## Obsah

1	Úvod.....	7
2	Hypoxie.....	8
3	Technologie výroby hypoxického vzduchu.....	10
3.1	Využití dusíkových generátorů .....	10
3.1.1	Kontrola vnitřního prostředí .....	10
3.2	Zásady při navrhování.....	11
3.3	Výrobci.....	11
3.4	Alternativní řešení.....	12
4	Odvětví využívající hypoxii.....	13
4.1	Potravinářství .....	13
4.2	Medicína.....	13
4.2.1	Vliv hypoxického prostředí na zdraví.....	13
4.2.2	Praktické využití hypoxie v medicíně.....	13
4.3	Sport .....	14
4.3.1	Způsoby využití hypoxie ve sportu.....	14
4.4	Vysokohorská aklimatizace .....	15
4.5	Protipožární ochrana .....	16
5	Vlastní návrh realizace simulace vysokohorských podmínek v ubytovně pro sportovce.....	17
6	Závěr .....	19
7	Seznam použitých podkladů .....	20
8	Seznam tabulek .....	21

## Anotace

Tato bakalářská práce se věnuje simulaci vysokohorského prostředí v interiéru budov. V teoretické části je zpracován úvod do problematiky simulace vysokohorských podmínek a jsou zde popsány oblasti využití této metody. Pomocí získaných údajů byl vytvořen koncepční návrh simulace vysokohorských podmínek v ubytovně pro sportovce.

Praktická část se věnuje návrhu větrání v daném objektu.

## Klíčová slova

Větrání budov, simulace vysokohorských podmínek, hypoxie, dusíkový generátor, ubytovna pro sportovce.

## Annotation

This bachelor thesis deals with simulation of alpine environment in interior of buildings. In the theoretical part there is an introduction to the problems of simulating alpine conditions and the areas of application of this method are described. Using the obtained data, a conceptual design of the simulation of alpine conditions in a hostel for athletes was created.

The practical part deals with the design of ventilation in a given building.

## Key words

Ventilation of buildings, simulation of alpine conditions, hypoxia, nitrogen generator, hostel for athletes.

# 1 Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá koncepčním návrhem technického uzpůsobení budov pro simulování vysokohorských podmínek. Jde tedy o přípravu a distribuci vzduchu, který je ochuzený o kyslík. Této metody je využíváno v několika odvětvích: sport, medicína, protipožární ochrana, potravinářství.

Zaujalo mě především praktické využití této metody ve sportovním odvětví. Trénink ve vysokohorských podmínkách pomáhá sportovcům dosahovat lepších výkonů a jejich simulace proto může podpořit sportovce i v nížinných oblastech. Metoda je nejúčinnější pro vytrvalostní sporty. Téma mi přišlo zajímavé i proto, že ho dosud nikdo nezpracovával v rámci bakalářských prací na stavební fakultě ČVUT v Praze.

V teoretické části se zabývám především rešerší údajů o hypoxickém vzduchu. Vycházím především z konzultací s odborníky v daném odvětví: s Ing. Milanem Peckou a Ing. Janem Matoušem. Dále čerpám z internetových stránek výrobců těchto systémů. V práci se věnuji koncepčnímu návrhu simulace vysokohorského prostředí do jednoho patra v ubytovně pro sportovce.

Praktická část se věnuje návrhu větrání v ubytovně pro sportovce a zavedení hypoxického vzduchu do devíti ložnic. Bude navržena VZT jednotka podle vypočítaných parametrů a vše bude zakresleno do projektové dokumentace.

## 2 Hypoxie

Hypoxickým vzduchem je rozuměn vzduch ochuzený o kyslík. Obsah kyslíku ve vzduchu je závislý na nadmořské výšce. V čím vyšší nadmořské výšce jsme, tím je vzduch řidší a obsah kyslíku klesá.

Tabulka 1: Závislost obsahu kyslíku ve vzduchu na nadmořské výšce [1]

Výška	Relativní obsah kyslíku [%]	Reálný obsah kyslíku [%]
8 848 m n. m.	33	6,91
8 000 m n. m.	36	7,54
7 000 m n. m.	41	8,59
6 000 m n. m.	47	9,85
5 500 m n. m.	50	10,48
5 200 m n. m.	52	10,89
5 000 m n. m.	53	11,10
4 500 m n. m.	57	11,94
4 000 m n. m.	60	12,57
3 500 m n. m.	64	13,41
3 000 m n. m.	68	14,25
2 500 m n. m.	73	15,29
1 000 m n. m.	88	18,44
Hladina moře	100	20,95

Podle účinků obsahu kyslíku ve vzduchu na organismus v závislosti na nadmořské výšce rozlišujeme tři výškové zóny podle Rotmana [2]:

### 1. Střední výšky (1 500 – 2 500 m n. m.)

Ve středních výškách nedochází k omezení oksyličení tkání. Zdravému člověku pobyt v těchto výškách nečiní žádné potíže ani zde nehrozí AHN (akutní horská nemoc). Jediným omezením bývá zhoršení výkonosti vlivem snížení VO<sub>2</sub>max



(hodnota maximálního objemu kyslíku, který je člověk schopen využít; na 100 výškových metrech klesne o 1 %).

## 2. Velké výšky (2 500 – 5 300 m n. m.)

Výška 2 500 m n. m. bývá často označována za prahovou, tedy výšku, od které začínají někteří lidé pociťovat problémy způsobené nižším obsahem kyslíku ve vzduchu. Výskyt AHN je 20% u výšky 3 000 m n. m. AHN se projevuje rychlou únavou, křečemi, bolestmi hlavy, nespavostí až plicním edémem. Jediným efektivním řešením je přesun do nižší nadmořské výšky. Lidský organismus je schopen dosáhnout úplné aklimatizace na tyto podmínky. V Peru se nachází nejvýše položené trvale osídlené místo na zemi, La Rinconada, a to v nadmořské výšce 5 100 m n. m.

## 3. Extrémní výšky (nad 5 300 m n. m.)

Na výšku nad 5 300 m n. m. se nedá trvale aklimatizovat a dlouhodobý pobyt v těchto podmínkách vede kvůli selhávání fyziologických funkcí ke smrti.

Na člověka má ale pobyt v prostředí s nižším obsahem kyslíku mnoho pozitivních vlivů, je však nutné vyhnout se razantnímu přesunu. Tělo se snaží se sníženým obsahem kyslíku vyrovnat a nastartuje více fyziologických procesů, vedoucích ke zlepšení tělesné i psychické kondice.

Dříve bylo potřeba za lepšími podmínkami cestovat, dnes je možné připravit vzduch totožný se vzduchem ve vysokohorských oblastech, nebo dokonce lepší.

## 3 Technologie výroby hypoxického vzduchu

Tato kapitola vychází z osobních sdělení Ing. Milana Pecky [3] a Ing. Jana Matouše [4].

### 3.1 Využití dusíkových generátorů

Základním stavebním kamenem celého systému je dusíkový generátor. Tyto generátory upravují vzduch, který nasávají. Výkon generátoru je navržen vždy s ohledem na počet osob a typ aktivity, pro které má být hypoxické prostředí vytvořeno. Pro spánek postačuje obvykle 60 až 90 l/min na osobu a pro cvičení je nutné dodávat 250 až 300 l/min. Tím je zajištěn dostatečný přísun čerstvého vzduchu pro náležité vytěsnění CO<sub>2</sub> vznikajícího při pobytu osob. Na jednu osobu připadá příkon 1–3 kW v závislosti na typu aktivity.

Hlavním úkolem generátoru je redukce kyslíku ve vzduchu náhradou za dusík a další plyny. Díky sestavě filtrů je získaný vzduch naprosto zbaven alergenů a prachových částic. Upravený vzduch je pomocí potrubní sítě nebo hadiček přiváděn do místnosti. Velkou výhodou těchto systémů je, že se dá rekuperovat až 70 % odpadního tepla produkovaného integrovaným kompresorem. Získaná energie se dá v budovách využít k ohřevu vody. To vede k výraznému snížení provozních nákladů budovy. V generátoru probíhá stlačování vzduchu, které je doprovázeno zvýšením jeho teploty až na 60 °C. Vlivem kondenzačního sušení se teplota vzduchu sníží na 20–25 °C, pod kterou je přiváděn do místnosti.

#### 3.1.1 Kontrola vnitřního prostředí

Místnosti jsou vybaveny senzory určenými k měření obsahu kyslíku ve vzduchu, obsahu CO<sub>2</sub>, případně dalších parametrů vzduchu, jako je relativní vlhkost nebo teplota. Pokud v místnosti stoupne hodnota CO<sub>2</sub> nad přípustnou mez, generátor začne do místnosti přivádět vzduch s normálním obsahem kyslíku. Tím dojde k poklesu hladiny CO<sub>2</sub>, ale zároveň se naředí vzduch v místnosti, čímž se zvýší obsah kyslíku, což odpovídá nižší nadmořské výšce. Jakmile hodnota CO<sub>2</sub> klesne pod hygienické maximum, začne generátor do místnosti přivádět vzduch ochuzený o kyslík. Řídicí systém reguluje požadovanou hodnotu množství O<sub>2</sub> v místnosti tak, že přímo ovládá funkci generátoru. Systém vlastně neustále „bojuje“ s hodnotou CO<sub>2</sub> a snaží se dosáhnout rovnovážného stavu. Řídicí systém dokáže reagovat i na samotné spalování kyslíku osobami uvnitř místnosti, takže nastává situace, kdy přiváděná

atmosféra má více kyslíku, než je v místnosti. Člověk vdechující atmosféru s obsahem 20,9 % kyslíku vydechuje 15 % kyslíku + 5 % CO<sub>2</sub>. Pokud je v atmosféře pouze 15 % kyslíku vydechuje člověk 9 % O<sub>2</sub> + 6 % CO<sub>2</sub>.

Dnes je již samozřejmostí propojení systému s počítačem nebo chytrým telefonem, odkud se dá celý systém kontrolovat a ovládat. Systém vytváří mnoho grafů sloužících ke sledování provozu.

## 3.2 Zásady při navrhování

Místnosti jsou větrány přetlakem přiváděné atmosféry, a proto je důležité dodržení několika zásad. Není ideální aplikovat hypoxii do místnosti, kde jsou příčky a stěny tvořené porézními materiály, zejména sádrokartonem. Pokud se instaluje systém do již postavených místností se sádrokartonovými příčkami, používá se kyslíková bariéra (nejčastěji aluminiová folie). Důležité je těsnění zásuvek, zejména pokud se vyskytují v blízkosti senzorů na měření CO<sub>2</sub> a O<sub>2</sub>. Pokud by nebyly dostatečně utěsněny, prostupující vzduch by ovlivňoval měření, a tím i celý chod systému.

Co se týká výplní otvorů, nejsou požadovány speciální parametry pro okna nebo dveře. Aby v létě nedocházelo k přehřívání uvnitř místností, je vhodné mít místnosti vybavené místní klimatizační jednotkou, která chladí vzduch v místnosti a nepřivádí do ní jiný vzduch.

## 3.3 Výrobci

Na světovém trhu se momentálně pohybují tři firmy nabízející technologii výroby hypoxického vzduchu a její realizaci. Nejrozšířenější technologie je od americké firmy Hypoxico, Inc. Další je australská firma Box Altitude. Obě tyto firmy pracují s nízkotlakým systémem typu PSA (pressure swing adsorption) bez výkonného filtračního a chladicího systému.

Třetí firmou je česká M-ex Production s.r.o. pracující s vysokotlakým systémem, využívajícím membránovou technologii s mikrofiltrací a chlazením vzduchu. Ve vysokotlakém systému je provozní tlak 8 bar a výstupní tlak se pohybuje na úrovni 4–5 bar. K expanzi na výstupu v místnosti je používána vložka do postele AirBED, která je vybavena dvěma sty tryskami. Díky tomu je upravený vzduch přiváděn rovnou do postele k uživateli. Vzduch je tedy do ložnice přiváděn velmi

podobnou rychlostí jako při otevřené okenní ventilaci. Systém je mechanicky spojen s oknem, a pokud se hodnota CO<sub>2</sub> zvedne nad hygienické maximum, otevře se okno. Pokles kyslíku je pozvolný a nastavený tak, aby člověk zvolené hodnoty dosahoval uprostřed spánku a pokles byl plynulý a zanedbatelný. Ráno systém otevře okno a člověk se budí díky přívalu kyslíku.

### 3.4 Alternativní řešení

Mnohem dříve než se tento systém začal instalovat do místností, se využívaly kyslíkové stany a kyslíkové masky. Největší výhodou kyslíkových stanů je jejich mobilita, díky níž se dá stan přidělat k jakékoliv posteli. Na trhu je více variant, liší se zejména ve velikosti a použitém materiálu. Stan je propojen s kompresorem, který do stanu přivádí vzduch ochuzený o kyslík. Ve stanu není žádná regulace přívodu vzduchu s ohledem na CO<sub>2</sub>. Předpokládá se, že odpadní vzduch odejde skrz membránu stanu.

Další variantou je využití kyslíkových masek, ty mají tu výhodu, že není potřeba se starat o kumulaci CO<sub>2</sub>. Místnosti mohou být klasicky větrány (přirozeně nebo nuceně), další výhodou je jejich přenosnost. Nevýhodou kyslíkových masek je diskomfort v užívání oproti stanům nebo místnostem. Kyslíkové masky se používají nejen pro spaní, ale i pro trénink či IHT (hypoxická terapie).

## 4 Odvětví využívající hypoxii

### 4.1 Potravinářství

V potravinářství se tato technologie využívá nejdelší dobu při balení potravin v ochranné atmosféře. Díky žádnému nebo minimálnímu obsahu kyslíku se prodlužuje trvanlivost těchto potravin. Generátory vyrábějící hypoxický vzduch musejí být schopné snížit objem kyslíku ve vzduchu na 0,5–1 % [3]. V ochranné atmosféře je kyslík nahrazen dusíkem a oxidem uhličitým. Výhodou dusíku je, že nemá zásadní vliv na chuť, vzhled ani složení dané potraviny. Oxid uhličitý má fungicidní a bakteriostatické účinky [5].

### 4.2 Medicína

#### 4.2.1 Vliv hypoxického prostředí na zdraví

Pobyt ve vysokohorských podmínkách má velmi pozitivní vliv na lidský organismus. Tělo produkuje hormon DHEA (Dehydroepiandrosteron), neboli hormon mladí. Díky tomuto hormonu je zpomalen proces stárnutí a působí pozitivně i proti obezitě či rakovině. Když je člověk vystavován vzduchu se sníženým obsahem kyslíku, tělo se musí adaptovat a lépe využívat kyslík, který má. Tím se zlepši saturace, která může pomoci při operacích, kdy pacient ztratí hodně krve. Vzhledem k lepšímu okysličování srdce a mozku se snižuje riziko kardiovaskulárních i ischemických onemocnění. V době, kdy je člověk vystaven hypoxii, spaluje 2–3x více tuků, což vede k redukci tělesného tuku a váhy. Vzduch přiváděný do místnosti je díky několika filtrům absolutně antialergenní, a je proto vhodný pro alergiky a astmatiky [6].

#### 4.2.2 Praktické využití hypoxie v medicíně

Hypoxie se prakticky využívá v medicíně při hypoxické terapii (IHT). Při IHT je organismus vystavován střídavě vzduchu ochuzenému o kyslík (3–5 minut) a normálnímu vzduchu (3–5 minut). Celá terapie trvá 45–60 minut, jeden cyklus poté 15–20 sezení. Pro maximální efekt je dobré aplikovat 3–4 cykly ročně. IHT se využívá zejména pro léčení astmatu, cukrovky II. typu a vysokého krevního tlaku. Terapie má mnohem lepší výsledky u dětí než dospělých.

Hypoxická terapie pomáhá v dlouhodobém horizontu eliminovat astma a některé typy alergií. Efektivnějším využitím kyslíku se zvyšuje výkonnost

a obranyschopnost organismu. Metoda je šetrnější než používání antiastmatik a kortikoidů.

Při léčbě cukrovky II. typu hypoxická terapie velmi pozitivně přispívá k redukci tělesné hmotnosti, snížení hladiny cholesterolu i tvorbě hormonu DHEA [7].

## 4.3 Sport

Vysokohorská příprava je základním stavebním kamenem tréninku každého vytrvalostního vrcholového sportovce. Příprava v podmínkách s řidším obsahem kyslíku ve vzduchu má mnoho výhod. Zlepšuje se psychická i fyzická výkonnost člověka a zrychluje se jeho regenerace. Díky zvýšené produkci erythropoetinu roste počet červených krvinek. Tělo sportovce se při zátěži adaptuje na těžší podmínky a po návratu je odolnější a výkonnější [6].

Při využití simulace vysokohorského prostředí se k nastartování všech zmíněných tělesných procesů doporučuje minimálně 4–6týdenní pobyt v hypoxickém prostředí. Během této doby se simuluje pozvolné navyšování nadmořské výšky, protože příliš rychlá změna by měla negativní dopad na organismus. V žádném případě by neměla být překročena hodnota 3 800 m n. m., doporučená hodnota je 2 750 m n. m. Maximální efekt získaných fyzických parametrů výkonnosti sportovce vydrží přibližně tři týdny, poté hodnoty opět klesají [8] [9].

Při přípravě sportovce přímo ve vysokohorském prostředí nastává pokles výkonnosti ihned při návratu do nížin. Ten trvá přibližně deset dní, a zlepšení výkonnosti se projeví až poté. Simulací vysokohorských podmínek se přechodné snížení výkonnosti eliminuje.

### 4.3.1 Způsoby využití hypoxie ve sportu

Hypoxie se ve sportu využívá především ve třech odvětvích [10]:

#### 1. Spánek v hypoxickém prostředí

Jedná se o metodu „Live high, train low“, tedy spaní v hypoxickém prostředí a trénink v mnohem nižší nadmořské výšce. Tato metoda je nejrozšířenější a využívají ji sportovci po celém světě napříč sportovními odvětvími. Díky tomu, že organismus není vystavován hypoxickému prostředí celý den, nemusí být fyzická náročnost tréninku podřízena řidšímu vzduchu.

## 2. Trénink v hypoxickém prostředí

Metoda „Live low, train high“ se skládá z 2–3 tréninků v hypoxických podmínkách týdně a zbylé tréninky jsou absolvovány v běžných podmínkách. Tělo se při této zátěži musí vyrovnat s nižším obsahem kyslíku ve vzduchu a musí se na vysokohorské podmínky adaptovat. Poté je organismus schopný mnohem lépe využít kyslík i v nižších oblastech. Trénink v hypoxickém prostředí je možný buď pomocí kyslíkové masky, anebo díky tzv. Chamber neboli komnatě (většinou prosklené), která je celá vyplněna hypoxickým vzduchem.

## 3. Spaní v hypoxickém prostředí a trénink v hypoxickém i běžném prostředí

Metoda „Live high, train low and high“ je kombinací obou předešlých metod. Je založena na spánku v hypoxickém prostředí a tréninku v běžných i hypoxických podmínkách.

## 4.4 Vysokohorská aklimatizace

Nedílnou součástí pobytu ve vysokohorském prostředí je aklimatizace. Tělo si potřebuje navyknout na snížený obsah kyslíku ve vzduchu. Proto horolezci často tráví týdny v základních táborech, než zahájí finální výstup. Příliš rychlá změna nadmořské výšky může mít neblahý dopad na lidský organismus.

Z tohoto důvodu začínají nejen horolezci, ale i lidé, kteří plánují dovolenou ve vysokohorských oblastech, nahrazovat aklimatizaci na horách aklimatizací doma. Tím lze zkrátit dobu potřebnou k aklimatizaci ve vysokohorských oblastech. Aklimatizace většinou probíhá ve spánku, kdy je simulován vysokohorský vzduch postupným snižováním obsahu kyslíku. Dříve se nejvíce využívaly kyslíkové stany, ale v posledních letech se začal takto upravovaný vzduch přivádět i do ložnic rodinných domů či hotelových pokojů [11]. V České Republice je momentálně možné využít k tomuto účelu hotel Atrium ve Vyškově [3].

Aklimatizace probíhá vždy stupňovitě. Jakmile si organismus zvykne na snížený obsah kyslíku, posune se do vyšších poloh. Zvládnutá aklimatizace na danou výšku se pozná podle návratu klidové tepové frekvence do normálních hodnot či podle snížení dýchavičnosti. Doba aklimatizace je velmi individuální [11].

Tabulka 2: Orientační doby aklimatizace na jednotlivé nadmořské výšky [2]

Nadmořská výška	3 000 m n. m.	4 000 m n. m.	5 000 m n. m.	5 500 m n. m.
Doba aklimatizace	2–3 dny	3–6 dnů	2–3 týdny	Nelze

## 4.5 Protipožární ochrana

V posledních letech se začalo využívat hypoxického prostředí i v průmyslové oblasti. Využívá se menšího obsahu kyslíku ve vzduchu, při němž nemůže dojít ke vzniku požáru. Jedná se tak o trvalou protipožární ochranu, která je využívána zejména v datových centrech, případně v archivech či skladech cenných artefaktů.

Konstantně se v prostorách udržuje hladina kyslíku na 15–16 %, tedy na hladině, která neohrožuje lidi na životech. Tím, že v místnostech eliminujeme vznik požáru, nemusíme při návrhu pracovat s hasicím zařízením. Velkou výhodou je i absence klasických hasicích prostředků na vodní či pěnové bázi. Ty totiž během hašení často napáchaly větší škodu než samotný požár. Mezi další výhody patří, že není potřeba instalace vzduchotechnické jednotky, protože přívod čerstvého vzduchu je zajišťován generátory vytvářejícími hypoxický vzduch. Vlivem menšího obsahu kyslíku ve vzduchu je pomalejší proces oxidace materiálu, a tudíž předměty dosahují delší životnosti [12].



## 5 Vlastní návrh realizace simulace vysokohorských podmínek v ubytovně pro sportovce

V projektu navrhuji aplikaci technologie výroby hypoxického prostředí do objektu ubytovny pro sportovce. Jedná se o budovu s třemi nadzemními a jedním podzemním patrem. Ve třech nadzemních patrech jsou 2–4lůžkové pokoje. V podzemním podlaží se nachází společenská místnost, relaxační místnost, posilovna, strojovna hypoxie, kotelna a sociální zařízení.

Vzhledem k využitelnosti a provozu ubytovny jsem navrhl přívod hypoxického vzduchu do pokojů v 1. nadzemním podlaží. Konkrétně se jedná o devět pokojů s celkovým počtem dvacet čtyři lůžek. Při návrhu jsem uvažoval vysokotlaký systém od firmy M-ex Production s.r.o. Strojovnu jsem umístil do místnosti 003 v 1. podzemním podlaží. Ve strojovně se nachází jeden velký kompresor s příkonem 30 kW a devět dusíkových generátorů NITROS H2 2,2 kW (4x), H3 3 kW (4x), H4 4 kW (1x). Do každého pokoje bude přiváděn vzduch ze samostatného generátoru. Díky tomu bude možné individuálně nastavovat parametry vzduchu pro jednotlivé pokoje.

Vysokotlaké rozvody tvoří hadičky o průměru 10 mm. Rozvody jsou v 1. podzemním podlaží vedeny pod stropem do kotelny, odkud jsou šachtou dovedeny do 1. nadzemního podlaží. V 1. nadzemním podlaží jsou horizontální rozvody vedeny nad podhledem a k distribučním prvkům, tedy k postelové vložce AirBED, jsou svedeny sádrokartonovými příčkami. AirBED je vložena mezi matracemi a zajišťuje jemné proudění vzduchu přímo pod pokrývkou.

Všechny sádrokartonové příčky budou opatřeny aluminiovou folií, a ještě jednou vrstvou sádrokartonových desek, aby byla zajištěna kyslíková bariéra. V pokojích je vybudována větrací automatika – ovládání okenního křídla.

Při návrhu jsem uvažoval, že systém bude aktivní pouze přes noc. S ohledem na letní provoz bude v pokojích instalovaná chladicí jednotka, která využívá pouze vzduch v místnosti. Každý pokoj je vybaven senzorem atmosféry, monitorujícím hodnotu CO<sub>2</sub> a teplotu a vlhkost vzduchu, a bezpečnostním senzorem O<sub>2</sub>. Standardním vybavením je i servisní GSM monitor a dálkové ovládání. Tento systém je standardně

dodáván i s výměníkem pro TUV, který jsem však v projektu nezahrnul, protože jsem zde neřešil přípravu teplé vody v objektu.

Celý projekt je koncepčním návrhem simulace vysokohorského prostředí. Vychází z konzultací s Ing. Milanem Peckou z firmy M-ex Production s.r.o., která je zaměřena na návrh a zavedení těchto technologií do obytných budov.

## 6 Závěr

Tato práce je uvedením do problematiky simulace vysokohorských podmínek v interiéru budov. Využití této technologie zatím není příliš rozšířené ani zpracovávané v rámci závěrečných prací. Její potenciál je však obrovský, byl jsem překvapen množstvím oblastí využití, a hlavně pozitivními vlivy na lidský organismus. V oblasti protipožární prevence a vnitřního prostředí staveb má tato technologie vzrůstající tendenci.

Rozšiřování využití simulace vysokohorských podmínek v interiéru budov můžeme vidět v oblasti sportu. Pobyt v hypoxickém prostředí výrazně zvyšuje výkonnost sportovců. Dříve byl trénink v těchto podmínkách výsadou pouze těch nejlepších sportovců. Poslední dobou je dostupnější mnohem širšímu okruhu sportovců. Zároveň je možné tento systém instalovat do ložnic rodinných domů.

V praktické části práce předkládám koncepční návrh simulace vysokohorských podmínek v ubytovně pro sportovce. Projekt počítá s osmdesáti lůžky, přičemž hypoxické prostředí je simulováno v devíti ložnicích o kapacitě čtyřadvacet lůžek. Dále řeším systém větrání v tomto objektu.

## 7 Seznam použitých podkladů

- [1] ŠARMAN, Daniel. *Výškový úbytek kyslíku – Horská nemoc*. In: Outdoor-activity.cz [online]. 19. 10. 2008 [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <http://www.outdoor-activity.cz/clanek-vyskovy-ubytok-kysliku-horska-nemoc>
- [2] ROTMAN, Ivan. *Akutní horská nemoc – léčení a prevence*. In: Horská-medicina.cz [online]. Společnost horské medicíny. 2016. [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: [http://www.horska-medicina.cz/wp-content/uploads/Akutni\\_horska\\_nemoc-leceni\\_a\\_prevence\\_OCM-2016-02.pdf](http://www.horska-medicina.cz/wp-content/uploads/Akutni_horska_nemoc-leceni_a_prevence_OCM-2016-02.pdf)
- [3] Osobní ústní sdělení Ing. Milana Pecky, jednatele firmy M-ex Production s.r.o., dne 24. 3. 2019 a 31. 3. 2019
- [4] Osobní ústní sdělení Ing. Jana Matouše, Český svaz biatlonu, dne 21. 3. 2019
- [5] Produkty. *Messer.cz: Balení potravin do ochranné atmosféry* [online]. [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: <https://www.messer.cz/baleni-potravin-do-ochranné-atmosféry>
- [6] *Hypoxico altitude training systems*. Praha, 2017. Katalog produktů
- [7] Účinky a využití. *Hypoxie.cz: Zdraví a wellness* [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <http://www.hypoxie.cz/ucinky-a-vyuziti-hypoxie/zdravi-a-wellness.html>
- [8] Systémy a metody použití. *Hypoxico.cz: Tréninkové systémy* [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: [http://www.hypoxico.cz/Treninkove-systemy-a3\\_9.htm](http://www.hypoxico.cz/Treninkove-systemy-a3_9.htm)
- [9] Otázky a odpovědi. *Hypoxico.cz* [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: [http://www.hypoxico.cz/Otazky-a-odpovedi-a9\\_0.htm](http://www.hypoxico.cz/Otazky-a-odpovedi-a9_0.htm)
- [10] Studie. *Hypoxie.cz: Hypoxický trénink pro týmové sporty* [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: [http://www.hypoxie.cz/studie/16-trenink.html?fbclid=IwAR3uKMMvd3jplRo78ARjM\\_OSII\\_YtP8r4T64MwjwS92s3a\\_-jGEJgFEMACY](http://www.hypoxie.cz/studie/16-trenink.html?fbclid=IwAR3uKMMvd3jplRo78ARjM_OSII_YtP8r4T64MwjwS92s3a_-jGEJgFEMACY)
- [11] Systémy a metody použití. *Hypoxico.cz: Aklimatizace na vysokou nadmořskou výšku* [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: [http://www.hypoxico.cz/Vysokohorska-aklimatizace-a3\\_10.htm?fbclid=IwAR0T77Xd6uVXI6-OF5cgXv-ib84o3iAliCMILHa2kyMeGW2O1zsrMrN9rmc](http://www.hypoxico.cz/Vysokohorska-aklimatizace-a3_10.htm?fbclid=IwAR0T77Xd6uVXI6-OF5cgXv-ib84o3iAliCMILHa2kyMeGW2O1zsrMrN9rmc)
- [12] *Systém protipožární ochrany v datových centrech*. In: Conteg.cz [online]. Conteg, [cit. 2019-05-02]. Dostupné z: <https://www.conteg.cz/system-protipozarni-ochrany-v-datovych-centrech>

## 8 Seznam tabulek

*Tabulka 1: Závislost obsahu kyslíku ve vzduchu na nadmořské výšce*

*Tabulka 2: Orientační doby aklimatizace na jednotlivé nadmořské výšky*