

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA ARCHITEKTURY

ÚSTAV STAVITELSTVÍ

**IONTOVÉ MIKROKLIMA BUDOV V ARCHITEKTONICKÉM
NÁVRHU**

ZKRÁCENÁ VERZE DISERTAČNÍ PRÁCE

Autor: Ing. arch. Lucie Holopírková

Školitel: doc. Ing. Miloslav Meixner, CSc.

Brno 2019

ABSTRAKT

Jednou ze základních priorit naší společnosti je stále zvyšování kvality života. Součástí nových trendů a technologií je snaha o optimalizaci všech faktorů působících na každého jednotlivce v budovách doma i v pracovním prostředí. Moderní technologie stále častěji nacházejí inspirace v tradičních materiálech a principech architektonického navrhování. Již při architektonickém návrhu budovy je možné mikroklima budovy značně ovlivnit vhodným výběrem použitých materiálů povrchů, způsobem větrání a také výběrem konstrukcí, které ovlivňují přirozené elektromagnetické pole země. A především výběrem lokality, kde se budova nachází. V této práci se zaměřuji na iontové mikroklima, které může být indikátorem zdravého prostředí a mít zásadní vliv na zdraví a psychickou pohodu člověka. Touto prací bych ráda přispěla k zdravému a harmonickému bydlení a navrhování budov s ohledem na trvale udržitelný rozvoj.

KLÍČOVÁ SLOVA: Mikroklima, iontové mikroklima, záporné ionty, ionizace vzduchu, vnitřní prostředí budov, pohoda a zdraví člověka, magnetické pole Země, biopole člověka, elektrosmog, stavební biologie

ABSTRACT

One of the main priorities of our society is to constantly increase the quality of life. Part of the new trends and technology is to optimize all factors affecting each individual in buildings at home, and in the work environment. Modern technology increasingly find inspiration in traditional materials and principles of architectural design. We can greatly affect the microclimate of buildings by suitable selection of material surfaces, ventilation systems and selection of structures that can affect the natural electromagnetic field of the Earth during the architectural design of buildings. And particular choice of the place where the building is located. In this thesis I focus on Ionic microclimate, which may be an indicator of a healthy environment and has a major impact on humans health and psychological well-being. I would like to contribute to the healthy and harmonious living and designing buildings in consideration of sustainable development by my thesis.

KEY WORDS: Microclimate, electro-ionic microclimate, negative ions, ionization of air, indoor climate of buildings, well-being, human health, human biofield, elektrosmog, magnetic field of the Earth, construction biology

OBSAH

1	ÚVOD.....	4
1.1	Téma práce.....	4
1.2	Současný stav problematiky	5
1.3	Zvolené téma.....	5
1.4	Zvolené metody zpracování.....	6
1.5	Cíle a záměry práce.....	6
2	VNITŘNÍ MIKROKLIMA BUDOV.....	7
3	ČLOVĚK A BUDOVA	9
3.1	Působení elektromagnetických vln na člověka	10
3.2	Elektrické vlastnosti tkání.....	11
3.3	Elektrické biopole člověka.....	11
4	ELEKTROIONTOVÉ MIKROKLIMA	13
5	MATERIÁLY STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ	15
5.1	Relativní permitivita	17
5.2	Klimatizace	17
5.3	Speleoterapie.....	19
6	VÝZKUM.....	20
6.1	Zvolené metody zpracování výzkumu	20
6.2	Inspirační příklady	20
6.3	Použité přístroje	21
6.4	Měření koncentrace záporných iontů s přirozenou ionizací.....	22
6.5	Měření koncentrace záporných iontů s umělou ionizací.....	24
6.6	Experiment s měřícím boxem	27
6.7	Měření koncentrace záporných iontů u výpusti VZT.....	28
	<i>Měření v nízkoenergetické dřevostavbě – Trojanovice.....</i>	<i>28</i>
6.8	Měření koncentrace záporných iontů v blízkosti povrchů	30
6.9	Měření koncentrace vzdušných iontů odborníky	31
	<i>Měření elektroiontového mikroklimatu v administrativní budově</i>	<i>31</i>
6.10	Hodnocení a výsledky výzkumu	33
	<i>Příklad staveb s využitím poznatků z mé práce.....</i>	<i>35</i>
7	ZÁVĚR A SHRNUÍ	36
8	LITERATURA A ZDROJE.....	38
8.1	Literatura.....	38

1 ÚVOD

Kvalita ovzduší prostředí v budovách, v nichž se pohybujeme každý den, se dostává stále více do popředí zájmu. Disertační práce je věnovaná vnitřnímu prostředí a mikroklimatu budov, které je ovlivněno použitými materiály v interiéru, výběrem použité konstrukce budovy, ale také především výběrem lokality, kde se budova nachází. Vnitřní mikroklima budov má na člověka zásadní vliv, může být i příčinou tzv. syndromu nemocných budov a dalších civilizačních onemocnění, které se objevují stále častěji. Je úkolem architektů a inženýrů nabídnout budovy a prostředí, která neškodí zdraví, podporují člověka a mají na něj příznivý vliv.

1.1 TÉMA PRÁCE

V interiéru se vyskytuje řada faktorů, které působí na lidský organismus, jejich souhrn se nazývá vnitřní mikroklima budov. Optimální úroveň těchto složek vytváří „stav pohody“. Světová zdravotnická organizace (World Health Organisation – WHO) definuje zdraví, jako stav kompletní fyzické, mentální a sociální pohody, který se nesesťává pouze z absence nemoci nebo slabosti. „*Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity.*“¹ Přičemž všechny tři stránky zdraví: fyzické, mentální a sociální, musí být harmonicky sladěny.²

Jak můžeme této pohody dosáhnout? Jak ji můžeme změřit, případně co ji ohrožuje a jakým ohrožujícím faktorům můžeme čelit? Mikroklima je část prostředí tvořená složkami, na jejichž přenosu se podílí především vzduch. Existuje několik druhů mikroklimat: tepelně-vlhkostní, oděrové, toxické, aerosolové, mikrobiální, ionizující, elektrostatické, elektroiontové, elektromagnetické, akustické, psychické a světelné. Jako jednu z doposud opomíjených složek vnitřního prostředí rozvedu v této práci více mikroklima elektroiontové.

Zaměřila jsem se na mikroklima elektroiontové. „*Aeroionty v interiéru se podílejí na elektroiontovém mikroklimatu, což je složka prostředí vytvářená negativními a pozitivními ionty v ovzduší, které exponují člověka a spoluvytváří tak jeho celkový stav.*“³ Stav elektroiontového mikroklimatu je, jinými slovy, koncentrace záporně a kladně nabitých iontů ve vzduchu. Sledujeme jejich vzájemný poměr, tzv. unipolární kvocient UQ. Ovzduší

¹ Oficiální definice zdraví na stránkách Světové zdravotnické organizace World Health Organisation: definition of health. [online]. [cit. 2018-07-05]. Dostupné z: <http://www.who.int/suggestions/faq/en/>

² JOKL, Miloslav. *Zdravé obytné a pracovní prostředí*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2002. 261 s., ISBN: 80-200-0928-0

³ JOKL, Miloslav. *Mikroklima interiéru budov s různou materiálně-technickou základnou*. Praha, 2009. Zdroj: <https://docplayer.cz/3256876-Mikroklima-v-interieru-budov-s-ruznu-materialne-technickou-zakladnou-prof-ing-miloslav-jokl-drsc.html>

elektricky neutrální se v přírodě nevyskytuje. Pro pocit komfortu prostředí je určitý počet atmosférických iontů nezbytný. Studie a měření prokazují, že na člověka mají pozitivní účinek záporné ionty, kladné naopak účinek negativní.

1.2 SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY

Uvedu některé základní pojmy, které používám ve své disertační práci. Tyto pojmy nejsou časté ve slovníku architekta, ale jsou úzce spjaté s principy a fungováním prostředí na lidský organismus.

Životní prostředí (physical environment): fyzická realita obklopující živý organismus (living organism), se kterou je ve vzájemném působení a která spoluvytváří neustále jeho fyzický stav (tím, že ji používá, ovlivňuje a sám je ovlivňován; Unesco 1967).⁴

Životní prostředí člověka (human environment): interakce člověka a životního prostředí a jejich vzájemné působení. Interakce s lidmi v životním prostředí mohou být definovány jako interakce mezi lidským společenským systémem a (zbytkem) ekosystému.⁵

Kvalita vnitřního ovzduší (Indoor air quality – IAQ): vztahuje se na kvalitu ovzduší uvnitř budov, týká se zdraví a pohodlí obyvatel budovy. IAQ mohou být ovlivněny plyny (včetně oxidu uhelnatého, radonu, těkavých organických sloučenin), částic, mikrobiálních kontaminantů (plísní, bakterií) nebo jakéhokoli stresu hmotnosti nebo energie, který může vyvolat nepříznivé zdravotní stavy.⁶

Mikroklima: prostředí malých prostor nebo malé oblasti. Je to také soubor fyzikálních faktorů ovlivňující stav pracovního a obytného prostředí ve vymezeném prostoru. Parametry mikroklimatu určují subjektivní pocit komfortu, pohody a nepohody.

1.3 ZVOLENÉ TÉMA

Téma disertační práce je velice rozsáhlé, dotýká se okrajově i oborů zdánlivě nesouvisejících s tématem práce. Prvním krokem bylo shromažďování informací a systematické třídění pramenů. Bylo nutné zpracovat, jak teoretické prameny z oblasti filozofie, historie, zdravotnictví, biologie a geomantie, tak prameny detailně technické, jako je fyzika a elektrotechnika. Tyto obory jsou úzce spjaté s principy, fungováním a vzájemným působením prostředí na lidský organismus. Téma elektroiontového mikroklimatu je

⁴ JOKL, Miloslav. *TZB – Interní mikroklima, ventilační a klimatizační technika pro stavební inženýry*. Dot. Praha: České vysoké učení technické, 1933, 167 s., ISBN: 80-01-00222-5

⁵ Human environmental. [online]. [cit. 2018-07-01]. Dostupné z: https://definedterm.com/human_environment

⁶ Indoor air quality. [online]. [cit. 2018-07-02]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Indoor_air_quality

v principech architektonického navrhování opomíjené a málo známé, přitom pro tvorbu kvalitního vnitřního prostředí je jeho nedílnou součástí. Při řešení dané problematiky jsem narazila na rozpory mezi teorií a praxí. Rozpory se rovněž vyskytují v terminologii a samotným výkladu jednotlivých vyhlášek a norem. Legislativou je dána intenzita větrání a požadavek na přívod čerstvého vzduchu do budovy, lze však vzduch, který projde kilometry rozvodů a rekuperačními jednotkami považovat stále za čerstvý? Právě kvalita vnitřního prostředí budov je přitom závislá na kvalitě přiváděného vzduchu.

1.4 ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ

Shromážděný materiál jsem analyzovala a zaměřila na téma „Prostředí budov a iontové mikroklima v architektonickém návrhu“. Nalezla jsem souvislosti mezi starým učením taoismu a nedávnými revolučními výzkumy z oboru biologie a elektrotechniky, které spolu úzce souvisí. Teoretickou práci jsem ověřila vlastním měřením na konkrétních místech a vždy se snažila porovnat mikroklima interiéru měřené budovy, venkovní klimata, a jejich vzájemné působení. Disertační práce je řešena dvěma hlavními vědeckými metodami, a to analýzou a následně syntézou získaných dostupných poznatků minulosti, současnosti a predikce budoucnosti. Soubor definic a pojmů je přizpůsoben tématu prostředí budov, kde definice vnitřního mikroklimatu otevírá další otázky a témata s tímto úzce propojená. Výzkum je podložen vlastním měřením v exteriéru a v interiéru budov a porovnán s dostupnými výsledky měření vnitřního mikroklimatu ze Státního zdravotního ústavu a s dalšími specialisty z oboru. Vybrané stavby byly změřeny z hlediska vnitřního mikroklimatu podle čtyř postupů. Vlastní výzkum probíhal v České republice a Francii v rozmezí let 2010 až 2018. Potvrzuje i vyvrací předložené teorie a především otvírá nové otázky a možnosti práce s architektonickým prostorem.

1.5 CÍLE A ZÁMĚRY PRÁCE

Tato práce si klade za cíl prozkoumat problematiku vnitřního prostředí a tvorbu mikroklimatu budov se zaměřením na elektroiontové mikroklima a reálnost jeho tvorby architektonickými a technickými prostředky. Samotné hodnocení staveb a materiálů je velmi obtížné co se týká rozmanitosti staveb, účelu používání a prostředí, do kterého jsou integrovány. Hodnoty a požadavky nejsou stejné pro rodinný dům u lesa, administrativní budovu v centru města, výrobní provozovnu, nemocnici nebo sportovní halu.

Záměr: Vypracovat přehledný výstup k vytváření a navrhování zdravého a udržitelného mikroklimatu budov v architektonickém prostoru.

Specifické cíle: Poukázání a zpřehlednění všech složek vnitřního prostředí, které mají vliv na přirozené fungování člověka v interiéru budov.

Obecné cíle: Kvalitní architektura dodržující principy zdravého navrhování a používání netoxických materiálů, dodržování přírodních zákonitostí a zdravého rozumu, je příznivá pro elektroiontové mikroklima.

Hypotézy a předpoklady: Jednotlivé materiály vnitřních povrchů a konstrukce budovy mají vliv na prostředí budov a utvářejí jeho mikroklima. Elektroiontové mikroklima prostředí budov má zásadní vliv na fungování člověka. Umělá ionizace vzduchu může krátkodobě zlepšit kvalitu vnitřních prostředí budovy. Některé budovy a jejich mikroklima jsou příčinou nemocí člověka, který v nich pobývá.

Výstupy: Doporučení prostorové a architektonické koncepce budovy, jak z hlediska celkového architektonického uspořádání, tak doporučení vhodných materiálů, technických principů a prostředků příznivých z hlediska elektroiontového mikroklimatu. Výstupem jsou také ukázky staveb s principy podporujícími elektroiontové mikroklima, ve kterých bylo provedeno měření.

2 VNITŘNÍ MIKROKLIMA BUDOV

V interiéru se vyskytuje řada faktorů, které působí na člověka, souhrn těchto složek se nazývá vnitřní mikroklima budov. Optimální úroveň těchto složek vytváří „stav pohody“. Světová zdravotnická organizace (WHO) definuje zdraví jako „stav kompletní fyzické, mentální a sociální pohody“. Nejčastější složky prostředí, druhy mikroklimat jsou: tepelně-vlhkostní, oděrové, toxické, aerosolové, mikrobiální, ionizující, elektrostatické, elektroiontové, elektromagnetické, akustické, psychické a světelné.⁷

Vnitřní mikroklima jsou složky vnitřního prostředí, které jsou dány určitými principy a popsány vybranými fyzikálními a chemickými hodnotami, jejichž doložení v definovaných limitech je podmínkou funkčnosti budovy a vytvoření zdravého prostředí pro člověka, jeho práci i oddech. Přípustné hodnoty jednotlivých faktorů prostředí jsou sledovány a dány jejich limity, postupy pro měření a hodnocení. Jedná se o celý soubor fyzikálních, chemických a biologických faktorů: tepelně vlhkostní podmínky, proudění vzduchu, prašnost, osvětlení, hluk, vibrace, elektrická a elektromagnetická pole, koncentrace toxických látek v ovzduší a také kontaminace mikroby a plísněmi. Většinu těchto faktorů dokážeme ovlivnit větráním

⁷ JOKL, Miloslav, Zdravé obytné a pracovní prostředí. Vyd. 1., Praha: Academia, 2002

vnitřních prostor. Požadavky na větrání uzavřených prostor jsou dány stavebním zákonem a liší se v závislosti na činnosti člověka v budově.

V obytných budovách jsou to pak pouze doporučení normy s názvem Tepelná ochrana budov ČSN 73 0540-2:2002. Ta vychází z potřeby odvádět CO₂, které člověk produkuje, jde o množství přiváděného venkovního vzduchu 15–30 m³/h na osobu. Je daná také rychlost proudění vzduchu, ta by ve vnitřních prostorech neměla přesáhnout 0,1–0,2m/s. Relativní vlhkost je další důležitá složka vnitřního mikroklimatu, optimální hodnoty se pohybují kolem 40 %. Další důležitý faktor je tepelná pohoda (rovnováha mezi teplem, které člověk vyprodukuje, a teplem sdíleným okolím). Pro obytné budovy je doporučená hodnota 22 °C (±2 °C), tepelná pohoda je však zcela subjektivní pocit a nemusí všem vyhovovat.

Dalším faktorem jsou složky těkavých organických sloučenin (VOC – Volatile Organic Components), které se mohou uvolňovat do vnitřního prostředí z nátěrů povrchů, koberec, podlahovin, ale i dezinfekčních prostředků.⁸ Akustické, zvukové mikroklima; zvuk je každé mechanické vlnění v prostředí, které je schopno vyvolat sluchový vjem. Od zdroje se zvuk (jak z exteriéru, tak z budovy) šíří vzduchem, ale je také přenášen různými konstrukcemi. Světelné mikroklima je další důležitou složkou, která také spolupůsobí na přirozeném vzniku iontového mikroklimatu budovy.

Elektro-magnetické pole:

Elektromagnetické pole vytvářené elektromagnetickými vlnami jiných délek je pole časově proměnné, jde o kombinaci elektrického a magnetického pole. Elektrické a magnetické pole jsou tedy dvě stránky téhož – elektromagnetického pole.

Zdroje elektromagnetických vln:

Elektrické pole se nachází mezi elektricky nabitými předměty a zemí. Elektromagnetická pole mohou vstupovat do interiéru budovy buď zvenčí, nebo mohou být produkovány vnitřními zdroji. V exteriéru jsou přirozeným zdrojem elektromagnetického záření výboje při bouřkách a při sluneční činnosti. Umělým zdrojem elektromagnetického záření jsou různé vysílače (televize, rozhlas, vysílače mobilních telefonů, radionavigace, meteorologie, dálkové ovládání mechanismů) a vedení vysokého napětí. Silná elektromagnetická pole vyzařují například teplomety, akumulární elektrická kamna, automatická pračka, myčka

⁸ Požadavky na vnitřní prostředí budov, *Stavebnictví3000*, [online: 2006-08-02], [cit. 2018-07-29]. Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/pozadavky-na-vnitni-prostredi-budov/>

nebo mikrovlnná trouba. Elektromagnetické pole negativně ovlivňuje reakce imunitního systému, komunikaci buněk, a uvádí se, že ovlivňuje i výskyt rakoviny.

Elektrosmog:

Elektrosmog je znečištění atmosféry způsobené lidskou činností. Je to elektromagnetické znečištění prostředí, které vzniká působením frekvencí různých elektromagnetických polí, která nás obklopují zejména ve městech. Zdrojem jsou komunikační vysílače všeho druhu, elektrospotřebiče, elektromotory, soustava elektrických sítí, bezdrátových sítí a všude přítomné Wi-Fi. Od roku 2020 se uvažuje o zavedení 5G mobilní sítě páté generace, která má nabídnout rychlost dat až 20 Gbit/s. Postupné enormní zatěžování člověka zdroji záření, na které nebyl po staletí zvyklý, vede k závažným biochemickým změnám ve všech živých tkáních vyvolává stres nervového centrálního systému, ten poté vede k chronické únavě, nemocím, alergiím, a může skončit až rakovinou či leukémií. Elektrické impulsy, které řídí buňky, tkáně a nervové procesy v těle a hlavě, jsou tak mnohonásobně překrývány. Elektrosmog nevidíme ani necítíme, přesto na nás působí, pohybujeme se v něm doma i v práci, v budovách i v otevřené krajině.

3 ČLOVĚK A BUDOVA



Obr. 1: Dům jako třetí kůže člověka
Zdroj: PEARSON, David. *Vivre au naturel. La maison écologique*

V této kapitole bych ráda nastínila, jak fungují jemné elektrické procesy v lidských tkáních a co všechno z hlediska fungující budovy a jejího prostředí tyto procesy ovlivňuje a výsledně pak také ovlivňuje zdraví a pohodu obyvatel. Člověk je denně obklopen tvary určité kvality, to se odráží na každém jednotlivci, a právě tohle odlišuje lidi z různých míst. „*O to více působí prostory tvořící svět okolo nás. Právě ony jsou nádoby, uvnitř kterých žijeme a rosteme. Je sice pravda, že lidská duše umí překonat vnější vlivy, většinou ale tak nečiníme. Tvary a prostor mohou rafinovaně tvarovat osobnost a komunitu, ale také mohou živit a urychlovat vývoj společnosti a jedince. Všechny aspekty našeho prostředí se v nás otiskují prostřednictvím všech našich smyslů, na všech úrovních bytí a na třech úrovních sociální škály: osobní, kulturní a univerzální.*“⁹ Architekt D. Pearson přirovnává dům ke třetí kůži člověka, (obr. 1).

⁹ PEARSON, David, *Vivre au naturel. La maison écologique*. Flammarion, 1999. 302 s., ISBN: 2-08-201941

Povrch kůže lidského bytosti je zásadní pro fungování jejího těla. Kůže má schopnost regulace vnitřní teploty, udržuje prodyšnost, vlhkost a bioelektrickou rovnováhu. Naše druhá kůže nebo obal je naše oblečení, ta by měla být také prodyšná. Další naše systémová hranice, obálka, neboli naše třetí kůže, je náš dům, ten by měl poskytovat zdravé prostředí pro život svých obyvatel.¹⁰

3.1 PŮSOBNÍ ELEKTROMAGNETICKÝCH VLN NA ČLOVĚKA

Všechny živé organismy fungují díky síle miniaturních elektrických nábojů. Elektrická a zejména elektromagnetická pole s nimi reagují. Magnetické pole v blízkosti elektrických rozvodů je oproti přirozenému magnetickému poli Země čtyřnásobné. Lidské smysly u většiny populace nedokážou rozlišit všechny vlivy, které působí na naše zdraví. Necítíme mikrovlnné záření, ultrafialové světlo ani elektromagnetické záření. Elektrická a elektromagnetická pole s nimi reagují. Zdravotní účinek těchto polí a záření na lidský organismus je závislá na typu záření, jeho frekvenci a intenzitě, která klesá se vzdáleností od zdroje a také je závislá na době působení a citlivosti konkrétních osob (děti, staré osoby, elektrosenzibilní jedinci). Nejcitlivější orgány na elektromagnetické záření u člověka jsou kůže, oči, nervový systém a pohlavní orgány.

Technicky vytvořená pole mají mechanicky neměnný vzorec oscilace, zatímco elektromagnetické rytmy přírody, jako například tep našeho srdce – který ovlivňuje dýchání, výkon a vzrušení – se neustále lehce mění.¹¹ Elektromagnetická pole v těle mají důležitý význam jako nosiče informací, které probíhají uvnitř organismu, mezi živými bytostmi jednoho druhu, a mezi okolním prostředím a organismem, jak uvádí ruský biofyzik Alexandr Presman. V membráně nervových buněk se nachází slabé elektromagnetická pole, které při působení vnějším elektromagnetickým polem může vyvolat podráždění buněk, nebo může dojít ke změně jejich komunikace.

*Elektromagnetická pole mohou ovlivňovat pohyblivost iontů, které hrají roli v procesu dráždění nervů. Vibrace iontů s kmitočty pole působícího zvenčí budou mít vliv na jejich schopnost pronikat membránami nervových buněk.*¹²

¹⁰ Zdravý dům. Přeloženo z knihy PEARSON, David. Vivre au naturel. La maison écologique. Flammarion, 1999., 302 s., ISBN: 2-08-201941-1

¹¹ REID, Daniel P. *Tao zdraví, sexu a dlouhého života: nový praktický přístup starého vědění*. Hodkovičky [Praha]: Pragma, 2005, 463 s., ISBN 80-7205-209-8

¹² ROSE, Wulf-Dietrich. *Elektrosmog-elektrostres: Záření, které nás obklopuje a jak se proti němu bránit*, Hodkovičky [Praha]: Pragma, 2002, 202 s., ISBN 978-80-7205-905-8

3.2 ELEKTRICKÉ VLASTNOSTI TKÁNÍ

Člověk se nachází mezi kladně nabitým pólem ionosféry a záporně nabitým pólem Země. Lidský energetický systém funguje jako vodič, kterým prochází „povětrnostní vlivy“, tedy elektrické pole atmosféry z tohoto napětí.

Živá tkáň se v elektrickém poli chová jako nehomogenní vodič. Proud prochází prostředím různého chemického složení, viskozity a struktury jako mezibuněčné prostředí, membrány, cytoplazma, organely, každé s jinou měrnou vodivostí. Ta je mnohem nižší u buněčných membrán. Jejich odpor klesá se vzrůstající frekvencí střídavého proudu. Vedení proudu tkáněmi probíhá většinou elektrolyticky, tedy pomocí iontů. Hodnota odporu tkání při průchodu proudu exponenciálně klesá. Po vypnutí proudu se opět vrací k původní hodnotě. Průchod proudu je také ovlivněn strukturou tkání.¹³ Tkáně a orgány vykazují elektrické vlastnosti, které rozdělujeme na pasivní, to je chování tkání elektrickém poli svojí vodivostí a kapacitou, a aktivní elektrické vlastnosti tkání, které se projevují vlastní činností.¹⁴ Kovové konstrukce v budovách mění přirozené elektrické silové pole, mají vlastnosti Faradayovy klece prosté jakéhokoli elektrického pole, které působí na organismy odlišně. Lidé se tu rychle unaví a vyčerpají. Lidské elektrické pole se zde rychle vybije. Může to být jeden z důvodů takzvaných civilizačních chorob, které úzce souvisí s pojmem Syndrom nemocných budov (SBB).

3.3 ELEKTRICKÉ BIOPOLE ČLOVĚKA

Obytné, kancelářské, obchodní, sportovní budovy jsou vytvářeny především pro člověka, pozornost se dnes věnuje jednotlivým stavebním prvkům nebo prostoru, ale kam zmizel zájem o člověka? Dům je organismus, díky novým technologiím stále chytřejší. Jak však působí bezprostředně na člověka, pro kterého je především vytvořen?

Slabé elektrické pole můžeme změřit i v lidském organismu, může se nazývat bionická nebo bioelektrická energie. Vykazuje vlastní energické jevy a nese ionty s negativním nábojem.¹⁵ Taoisté tuto energii nazývají čchi, slovníky ji překládají jako biologická vitální síla. Tato hybná síla je pro člověka jako elektřina pro mechanismy, jako je třeba počítač.

¹³ ROSINA, Jozef, Hana KOLÁŘOVÁ a Jiří STANEK. *Biofyzika pro studenty zdravotnických oborů*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2006, 230 s., ISBN 80-247-1383-7

¹⁴ Elektrické a magnetické vlastnosti tkání. [online]. [Citace: 2018-07-30]
https://www.wikiskripta.eu/w/Elektrick%C3%A9_a_magnetick%C3%A9_vlastnosti_tk

¹⁵ REID, Daniel P. *Tao zdraví, sexu a dlouhého života: nový praktický přístup starého vědění*. Hodkovičky [Praha]: Pragma, 2005, 463 s., ISBN 80-7205-209-8

Energie proudí tělem podle podobných zákonitostí, jako když napětí mezi kladným a záporným nábojem rozpohybuje elektrony, jejími vodiči jsou meridiány. Jakmile dojde k vyčerpání této bioelektrické energie z těla, dochází k náchylnosti k nemocem, chronické únavě a může vést až k smrti. Zdravé lidské tělo vykazuje elektrické napětí o průměru 8 mikroampér, u lidí unavených bylo naměřeno 2 mikroampér a u lidí podrážděných bylo naměřeno napětí až 15 mikroampér, uvedl Dr. E.Biancini.¹⁸

Lidové rčení „potřebuji si dobít baterky“, je tedy opravdu na místě. Dále dochází k závěru, že životaschopnost a zdraví člověka se vyznačuje přítomností bioelektrického napětí, iontovou výměnou a elektrickým potenciálem. Metodou studia bioelektrických jevů se zabývá elektrofyziologie. Elektrická soustava lidského organismu je ovlivněna nejrozličnějšími typy prostředí, počasím, povětrnostními vlivy a v neposlední řadě prostorem, ve kterém tráví nejvíce času, tedy v budovách.

Biolog a univerzitní profesor Bruce H. Lipton, Ph.D. ve své knize *Biologie víry* uvádí revoluční teorie energie tkání podložené výzkumy z praxe své i kolegů. *Kvantová fyzikální objevili, že hmotné atomy jsou tvořeny energetickými víry, které se neustále točí a vibrují. Každý atom je jako roztřesený točící se vršek, který vyzařuje energii.*¹⁶ Poukazuje na nové výzkumy kvantové fyziky, že atom nemá žádnou materiální hmotnou strukturu, atomy jsou tvořeny vibrující energií – silovým polem. Dále se odkazuje na Alberta Einsteina a jeho rovnici energie (E) = hmota (m) násobená rychlostí světla na druhou (c^2). Který jde v úvahách až do vesmíru a poukazuje na to, že nežijeme ve vesmíru, který je tvořený ohraničenými fyzikálními objekty oddělenými tzv. mrtvým prostorem.

*Vesmír je jeden neviditelný dynamický celek, v němž jsou energie a hmota natolik provázány, že je nemožné považovat je za dva nezávislé prvky.*¹⁷ Je tedy prokázáno, že atomy a buňky mají svoji energii, která se dá pozorovat a změřit, potom tedy i celý lidský organismus, a člověk má svojí měřitelnou energii, svoje elektrické napětí. Proto je tak důležité, v jakém prostředí se člověk nachází, jestli je obklopující prostředí elektricky nabitě, tudíž tkáň a buňky podporuje, nebo se naopak nachází v prostředí elektricky vybitém, která naopak člověka vyčerpává.

¹⁷ LIPTON, Bruce H. *Biologie víry: jak uvolnit sílu vědomí, hmoty a zážraků*. Druhé, aktualizované a rozšířené vydání, Olomouc: ANAG, [2016], ISBN 978-80-7554-052-2

4 ELEKTROIONTOVÉ MIKROKLIMA

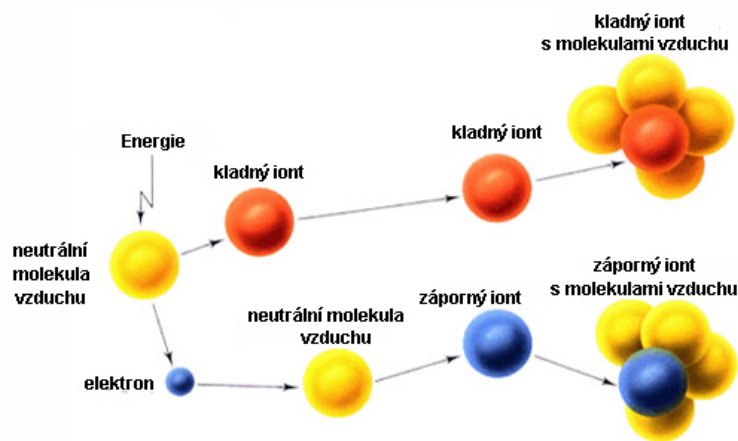
Stav elektroiontového mikroklimatu je jinými slovy koncentrace záporně a kladně nabitých iontů ve vzduchu. Elektricky neutrální ovzduší se v přírodě vůbec nevyskytuje. Pro pocit komfortu v prostředí je určitý počet atmosférických iontů nezbytný. Studie a měření prokazují, že na člověka, všechny organismy a živé buňky mají pozitivní účinek záporné ionty. Kladné ionty mají naopak účinek negativní.¹⁸

Vznik iontů: Proces ionizace nastává vytržením elektronu z atomu, takže se projeví kladný náboj jeho jádra. Připojením volného elektronu na neutrální atom či molekulu získávají náboj záporný. Následně vznikne lehký vzdušný iont, což je zpravidla shluk 10–30 plyných molekul navázaných na elektricky nabitou částici a nesoucích její elektrický náboj (obr. 2). Celý tento proces trvá zlomek vteřiny (uvádí se 6–10 sekund), v atmosféře probíhá nepřetržitě. K ionizaci vzduchu a vytvoření iontů je zapotřebí energie – ionizační energie. Tou se překonává elektrostatická přitažlivost mezi elektronem a kladně nabitým jádrem.¹⁹

Přírozený vznik iontů:

Elektromagnetickým zářením, kosmickým zářením, slunečním zářením. Gama-zářením radioaktivních látek a minerálů obsažených přirozeně v zemské kůře (radon). Lénardovým efektem – vznik záporných iontů při prudkém dopadu částic vody na překážku nebo při rozprašování vody například ve vodopádech. Vzdušné ionty pak dělíme podle

velikosti na lehké, střední a těžké. Organismům a člověku jsou prospěšné lehké záporné ionty, které vytváří shluky (iontová pole) a jejichž životnost je 10–30 sekund.²⁰



Obr. 2: Molekula vzduchu se díky působení energie rozštěpí na kladný a záporný elektron, spojením záporně nabitého elektronu a molekuly vzduchu vznikne záporný iont. Solný chrám [online], 2012-09-02 [cit. 2018-07-01].

Dostupné z:

http://www.solnajeskyneletnany.cz/obj/obsah_fck/vznik%20zapornych%20iontu%20v%20ovzdu%20si.jpg

¹⁸ JOKL, Miloslav. *TZB – Interní mikroklima, ventilační a klimatizační technika pro stavební inženýry*. Dot. Praha: České vysoké učení technické, 1933, 167 s., ISBN: 80-01-00222-5

¹⁹ JOKL, Miloslav. *TZB – Interní mikroklima, ventilační a klimatizační technika pro stavební inženýry*. Dot. Praha: České vysoké učení technické, 1933, 167 s., ISBN: 80-01-00222-5

Uměle generované ionty: Organismu prospěšné záporné ionty můžeme vyrobit ionizátorem. Ionizátory pracují na principu koronového výboje či radiačního záření nebo využívají princip Lénardova efektu. Ionizátory jsou často spojovány s čističkou vzduchu nebo difuzérem. Záporné ionty produkované ionizátorem k sobě přitahují opačně nabitě částice nečistot a prachu, které se shlukují a následně klesají k zemi jako prach, nebo jsou rekombinovány na okolních površích.

Největší koncentrace záporných iontů se drží v blízkosti zdroje ionizování (1–2 metry). Vzhledem k rychlému zániku těchto částic vzduchu je pak nutné ionizovat nepřetržitě. Jakmile se generátor iontů vypne, hladina záporných iontů ve vzduchu v ionizovaném prostoru klesá a do hodiny se vrátí k původní hodnotě. Umělé ionizování lze využít pro dočasné zlepšení elektroiontového mikroklimatu v interiéru budov.

Způsoby měření vzdušných iontů: Ke stanovení koncentrací vzdušných iontů jsou používány čítače iontů, tzv. iontometry, s jejichž pomocí lze stanovit počet iontů na cm^3 vzduchu. Existuje několik typů měřičů koncentrace iontů, například deskový kondenzátor či aspirační válcový kondenzátor.

Požadované hodnoty: V normách nejsou uvedeny optimální a minimální hodnoty koncentrace lehkých záporných iontů v budovách, ale uvádí se v nich pouze doporučené hodnoty. Jako minimální počet lehkých záporných iontů se uvádí -50 až -250 iontů/ cm^3 a jako optimální počet -250 až $-1\,250$ iontů/ cm^3 . Počet lehkých negativních iontů/ cm^3 v přírodě: u moře $-1\,000$ až $-5\,000$, na horách $-5\,000$ až $-30\,000$, v jeskynních prostorech $-5\,000$ až $-50\,000$, v blízkosti vodopádů $-10\,000$ až $-50\,000$ a po bouřce i více. Oproti tomu na ulici velkoměsta je to -100 až -500 , v místnosti městského bytu -50 až -100 a v klimatizované místnosti 0 až -100 lehkých negativních iontů/ cm^3 .

Vliv iontů na člověka: Lékařské studie prokázaly, že lehké vzdušné ionty působí příznivě na fyzické i duševní zdraví, zvyšují mentální i fyzické schopnosti, mají specifické léčebné účinky, činí vzduch dýchatelnějším, lehčím a příjemnějším. Snahou je zajistit, aby se koncentrace iontů v pobytových prostorech co nejvíce přiblížila hodnotám koncentrace v neznečištěném přírodním prostředí. Vysoké koncentrace záporných iontů v jeskynních prostorech se využívá k léčbě astmatu, například v Dětské léčebně se speleoterapií v Ostrově u Macochy a v Sanatoriu Edel ve Zlatých Horách.

²⁰ JOKL, Miloslav. *Zdravé obytné a pracovní prostředí*. Vyd. 1., Praha: Academia, 2002. 261 s., ISBN: 80-200-0928-0

5 MATERIÁLY STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

Stavební konstrukce budov značně ovlivňují elektrické pole uvnitř staveb. Konstrukce z přírodních materiálů, například z pálené cihly, dřeva, hlíny či slámy minimálně deformují přirozené elektrické pole Země. V interiéru jsou ve vztahu k elektroiontovému mikroklimatu nejprůzračnější: kámen, hlína pálená i nepálená, vápno a obecně přírodní materiály bez chemických aditiv. PVC a syntetické materiály přitahují záporně nabitě částice, a ty zanikají.

Faktory ovlivňující koncentraci iontů v obytných místnostech

Koncentrace lehkých záporných iontů je v budovách výrazně nižší, -50 až -250 iontů/cm³ v porovnání s koncentrací ve volné přírodě -5000 až -30000 iontů/cm³ nebo ve speleoterapeutických jeskyních, kde bylo naměřeno až $-50\,000$ iontů/cm³. Koncentraci lehkých záporných iontů je možné také zvýšit použitím vhodných materiálů povrchů a konstrukcí. Naopak při použití nevhodných materiálů lze zdraví prospěšné záporné ionty pohltit. Stavební a jiné bytové doplňky však nejsou jedinou příčinou ke zlepšení vnitřního iontového mikroklimatu. Je nezbytné zabezpečit přísun čerstvého vzduchu do místnosti, nebo zvýšit úroveň ionizační energie, přirozeně, nebo uměle. Větrání je nezbytné provádět delší dobu, neboť negativní vzdušné ionty pronikají do místnosti pomalu a jsou pohlcovány podlahou, stropem a stěnami. Z průzkumů ve velkých administrativních budovách, kde je klimatizace hlavním zdrojem čerstvého vzduchu, bylo zjištěno, že se spuštěním klimatizačních jednotek se stížnosti pracovníků zvyšují. Respondenti si stěžují na obavy z chladu, podrážděnost, únavu, bolesti hlavy, otupělost a ospalost.

Materiály stavebních konstrukcí a jejich vliv na vznik a zánik iontů

Stavební konstrukce budov značně ovlivňují elektrické pole uvnitř staveb. Konstrukce z přírodních materiálů minimálně deformují přirozené elektrické pole země, například pálená cihla, dřevo, hlína, sláma. Železobetonové konstrukce a konstrukce s ocelovým skeletem elektromagnetické pole Země mění a odstiňují od svého přirozeného zdroje. Vytvářejí kolem prostoru Faradayovu klec, v prostoru bez elektrického pole se negativní ionty téměř nejsou schopny vytvořit. Ionizaci vzduchu v interiéru značně negativně mění železobetonové zdivo panelových domů. V takových domech je koncentrace iontů v ovzduší velmi malá a pro komfort prostředí se doporučuje obnova ionizace vzduchu pomocí ionizátorů uměle.²¹

²¹ JOKL, Miloslav. *Zdravé obytné a pracovní prostředí*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2002. 261 s., ISBN: 80-200-0928-0

Materiály povrchů a jejich vliv na vznik a zánik iontů

Na ionizaci vzduchu v interiéru budov mají vliv veškeré materiály, které tvoří povrchy stropu, stěn, podlahy a také vnitřní vybavení. Materiály, se kterými přichází masa vzduchu do kontaktu, jsou také místem velkého zániku vzdušných iontů. Koncentrace záporných iontů závisí také na úrovni relativní vlhkosti prostředí. Výběrem stavebních materiálů ovlivňujeme vlhkost vzduchu v obytných prostorech a tím následně i koncentraci iontového pole uvnitř tohoto prostoru. Jedná se o stavby z tradičních materiálů, jako je hlína, cihla, dřevo. Naopak v panelových domech s plastovými doplňky byla prokázána relativní vlhkost menší a také menší koncentrace záporných iontů. Přírodní materiály byly původně živé a musely se za svého života vyrovnat s přírodními podmínkami jako je teplota, vlhkost, organické znečištění, a i jako stavební materiál si tyto vlastnosti do určité míry zachovávají. Zejména jíl, vápenec, vápno a sádra.

- **Hliněné povrchy:** Nejvýznamnější vlastností hliněných omítek z hlediska vnitřního klimatu a kvality bydlení je jejich schopnost regulace relativní vlhkosti vzduchu v prostoru. Omítky díky své difúzní otevřenosti a schopnosti akumulace odebírají vodní páry ze vzduchu v případě vyššího zvlhčení v místnosti, a naopak zvlhčují vzduch příliš suchý. Hliněné omítky jsou schopny výrazně pohlcovat škodlivé látky, např. kuchyňské páry, cigaretový kouř a ostatní látky způsobující potíže alergikům. Hliněné omítky konzervují dřevo při použití na dřevostavbách nebo při jejich rekonstrukci, neboť udržují jeho stálou přirozenou vlhkost a také mají výbornou schopnost akumulovat teplo. Takže tímto se také přispívá k udržení vnitřního elektroiontového mikroklimatu.

- **Hlína:** Při veškerých rekonstrukcích hliněných domů, které jsou vybudovány celé na bázi přírodních materiálů, se za zcela samozřejmé předpokládá užití přírodních materiálů i pro jejich přestavbu dle možností včetně tepelných izolací. Při výměně části konstrukcí je vhodné do stavby použít stejný materiál jako původní, při rekonstrukci hliněného zdiva proto opravujeme hliněným materiálem, dřevěné stropy ponecháme v dřevěné podobě. Příčinou je různé chování s odstupem času. V minulosti hliněné stavby vznikaly díky nedostatku jiných materiálů v regionu. V současnosti je dávana přednost hliněnému materiálu především díky jeho přírodnímu původu a zdravotní nezávadnosti.²²

- Dřevěné obklady mají vyšší permitivitu a vhodnou úroveň povrchové vodivosti.

²² ŽABIČKOVÁ, Ivana, Eva KABOURKOVÁ a Alena KARASOVÁ. *Hliněné stavby včera a dnes*. Brno: Sdružení hliněného stavitelství, 2009, 26 s.

- Vápenné povrchy nátěry stěn a stropů s obsahem vápna a kaolínu jsou velmi vhodné. Vápenec obsahuje nepatrné množství přirozeného radonu, a to nám zajistí přirozenou ionizaci omítky. Vápno má také vyšší permitivitu než syntetické nátěry. Vápno působí také antibakteriálně.²³

- Plasty a syntetické materiály, jako jsou například zátěžové koberce, podlahové krytiny z PVC, způsobují změnu vnitřního povrchového náboje v místnostech vlivem své nevhodné permitivity, která způsobuje rychlý zánik negativního iontového pole.²³

5.1 RELATIVNÍ PERMITIVITA

Pohltivost iontů jednotlivými materiály se dá měřit, uvádí se tzv. relativní permitivitou. Materiály o vysoké permitivitě jsou příznivé pro udržení elektroiontového mikroklimatu v interiéru. Podlahy z PVC, syntetické nátěry a zátěžové koberce z umělých vláken mají velmi nízkou permitivitu. Vhodné jsou přírodní materiály, vápenné omítky s příměsí kaolínu, dřevěné povrchy, a přírodní textilie. Dlažby například z vápence, který se také nachází ve speleoterapeutických jeskyních. Tento materiál vyniká vysokou permitivitou větší než 10 a vhodnou elektrickou vodivostí. Působí také jako zdroj přirozené ionizace. Kde není možno umístit jiné než PVC povrchy, můžeme instalovat speciální antistatické vodivé pásy.

5.2 KLIMATIZACE

„Spuštěním klimatizace koncentrace aeroiontů rychle klesá. Jestliže je vzduch veden 2 m dlouhým plechovým vzduchovodem o průměru 10 cm rychlostí 1,5 m/s, vodivost vzduchu a koncentrace iontů klesá o 20 %.“²³

Z průzkumů ve velkých administrativních budovách, kde je klimatizace hlavním zdrojem čerstvého vzduchu, bylo zjištěno, že se spuštěním klimatizačních jednotek se stížnosti pracovníků zvyšují. Respondenti si stěžují na obavy z chladu, podrážděnost, únavu, bolesti hlavy, otupělost, ospalost. Ve vyhlášce č. 268/2009 Sb, §37 pro Vzduchotechnická zařízení, je uvedeno: *Vzduchotechnické zařízení musí zajistit takové parametry vnitřního ovzduší větraných prostorů, aby vyhovělo hygienickým a technologickým požadavkům. Jeho provoz musí být bezpečný, hospodárný, nesmí ohrožovat životní prostředí a zdraví osob nebo zvířat. Vzduchotechnické zařízení musí umožnit požadované pravidelné čištění a údržbu.*²⁴

²³ JOKL, Miloslav. *Zdravé obytné a pracovní prostředí*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2002. 261 s., ISBN: 80-200-0928-0

²⁴ Vyhláška č.268/2009 Sb, §37, Vzduchotechnická zařízení. [online:2017-10-19]. [cit. 2018-07-05]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-268#cast5>



Obr. 4: Střecha ČSOB v Praze pokrytá vzrostlou zelení.
Architekt Josef Pleskot, AP Atelier, 2006. Zdroj:
https://www.lidovky.cz/foto.aspx?foto1=GLU3bd7c9_360c.jpg



Obr. 3: Část znečištěné klimatizace. Uvedeno v prezentaci: Mikroklimatické faktory pracovního prostředí, Státní zdravotní ústav. Centrum hygieny práce a pracovního lékařství, Ing. Zuzana Mathauserová. Zdroj: <http://www.ekomonitor.cz/sites/default/files/fil>

Větrání budov:

Za nejlevnější způsob, jak snížit spotřebu energie, se v mnoha stavebních projektech považuje minimální větrání. Ale bez ohledu na škodlivé plyny přítomné v moderních budovách se za to platí zdravím.²⁵ Koncentrace oxidu uhličitého v uzavřených prostorech je dalším diskutovaným tématem. Je prokázáno že zvýšená hladina CO₂ způsobuje sníženou pozornost, letargii, ospalost a bolest hlavy. Na kvalitu vnitřního prostředí má zásadní vliv větrání, na tom se shodují všechny normy a vyhlášky. Údržba a čištění VZT neznamena jen vyměnění filtrů, ale důkladné a pravidelné čištění všech rozvodů.

„Za pomoci řízeného větrání by se u tohoto domu dalo dosáhnout i parametrů pasivní výstavby, ale my jsme na to záměrně rezignovali,“ vysvětluje architekt Hozman. „Kladli jsme totiž důraz na jiné kvality – především na čerstvý vzduch se zápornými ionty. Elektroiontové mikroklima domu je důležité pro tělesnou i duševní pohodu jeho obyvatel. Plasty a další syntetické materiály v budovách snižují koncentraci záporně nabitých iontů a vytvářejí dnes již známý syndrom nemocných budov.“²⁶

Vliv na úroveň záporných iontů: nízká úroveň lehkých záporných iontů je ovlivněna vnitřním/vnější znečištěním vzduchu, elektrostatickými poli, prachem, kouřem, vzduchotechnikou.²⁷ Vysoká úroveň lehkých záporných iontů je ovlivněna čistotou vnitřního a vnějšího vzduchu, radonem/zářením gama, otevřeným ohněm, velkými fontánami, sluncem, UV zářením.

²⁵ DAY, Christopher. *Duch & místo: uzdravování našeho prostředí: uzdravující prostředí*. 1. vyd. Brno: ERA, 2004, 126 s.

²⁶ Hozman, Oldřich. *Hrázděné bydlení pro další generace. Můj dům, stavíme a připravujeme bydlení*. text: Vít Straňák, foto: Robert Vrt, kresby: Studio AR. [online]. [cit. 2013-05-02]. Dostupné z: http://mujdum.dumabyt.cz/rubriky/stavba/hrazdene-bydleni-pro-dalsi-generace_105.html.

²⁷ LAJČÍKOVÁ, Ariana. *Doporučený standard technický, Hygienické požadavky na kvalitu ovzduší v obytných budovách*. 2001. ČKAIT.

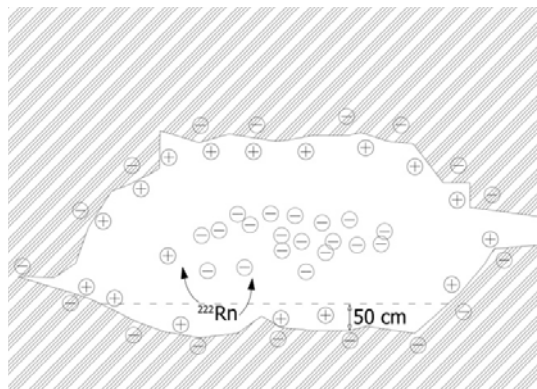
5.3 SPELEOTERAPIE

Speleoterapie je metoda k léčení obtíží dýchacích cest a astmatu. Léčebný proces probíhá pobytem pacienta v jeskyni. K léčení těchto problémů se využívá jeskynního klimatu.

Jak jeskyně fungují? Relativní vlhkost vzduchu v jeskyni je okolo 90 % až 100 %, teplota se pohybuje kolem 5 °C až 12 °C, prašnost je velice nízká, téměř nulová, a prostředí jeskyně je izolováno od vnějších elektrických polí. Jeskynní mikroklima také ovlivňuje geologické složení horniny. Radon Rn^{222} přirozeně vyvěrá z vápencových stěn a dna jeskyně do výšky asi 50 cm. Radon vydatně ionizuje přítomný vzduch. Všechny kladné ionty rekombinují zejména na záporných stěnách jeskyně a na molekulách vody, které kondenzují na stěnách a jsou silně zastoupeny i ve vzduchu. K formování negativního iontového mraku přispívá také tvar jeskyně, protože stěny na záporném potenciálu odpuzují negativní náboj a vytlačují jej ke středu do podoby záporného iontového pole.²⁸ Schéma vzniku a rozložení iontového pole v jeskyni je znázorněno na obr. 6. V jeskyních byla naměřena koncentrace až –50 000 lehkých iontů/cm³. Lázeňské pobyty a pobyty v horských rezortech, kde se vyskytují vysoké koncentrace záporných iontů, působí blahodárně na člověka. V České republice využívá speleoterapeutické léčby Dětská léčebna Ostrov u Macochy a Sanatorium Edel u Zlatých Hor. Ozdravné účinky jeskynních prostor jsou předmětem zkoumání řady odborníků, v Moravském krasu probíhá podrobné měření od 80. let. V roce 1985 byla metoda speleoterapie uznána ministerstvem zdravotnictví jako léčebná metoda, nyní je i hrazena zdravotními pojišťovnami.



Obr. 6: Mikroklima jeskyně Grotte du Guiers Mort, masiv Chartreuse, Francie. Štola vede hluboko do masivu hory, končí dómem a na fotce je vidět východ z jeskyně. Protéká tudy pramen a voda permanentně skapává z horních částí jeskyně. Měření koncentrace záporných iontů v terénu – ověřování teorie, 2014 Autor: Holopírková Lucie



Obr. 5 Rozložení záporného iontového pole ve speleoterapeutické jeskyni. Zpracováno podle předlohy: Autor: HRADECKÝ, Jan. Iontová pole v pobytových prostorech.

²⁸ HRADECKÝ, Jan. *Iontová pole v pobytových prostorech*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektrotechnologie. 2004. 65 s., Diplomová práce: Ing. Zdeněk Buřival, CSc.

6 VÝZKUM

Po důkladném prozkoumání dostupných pramenů, které často citují odborníka v oblasti teorie vnitřního prostředí budov, profesora Ing. Miloslava Jokla, DrSc, který působil na Institutu hygieny a Epidemiologie v Praze a od roku 1957 na Katedře technických zařízení budov Fakulty stavební ČVUT v Praze, a i po prozkoumání širších okrajových témat iontového mikroklimatu, mi stále chyběly informace a především praktické výsledky, které jsou zásadní pro doporučení a cíle mé práce. Rozhodla jsem se provést vlastní měření a ověřit teorie iontového mikroklimatu v praxi jak v interiéru, tak v exteriéru budov.

6.1 ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ VÝZKUMU

Po mnoha měřeních a pokusech jsem provedla pět typů měření v terénu, postupy a záznamy výsledků měření jsou uvedeny v jednotlivých kapitolách níže.

- A- Měření stávajícího stavu koncentrace záporných iontů v exteriéru a interiéru s přirozenou ionizací, tzv. stávající stav.
- B- Měření koncentrace záporných iontů s umělou ionizací. Tento postup využívá umělý generátor iontů a má zjistit, které povrchy jsou příznivé k elektroiontovému mikroklimatu.
- C- Experiment se skleněným boxem je postup měření jednotlivých povrchů z hlediska elektroiontového mikroklimatu separátně s umělou ionizací.
- D- Měření vzdušných iontů u výustí VZT a rekuperace vzduchu v místnostech. Tento experiment má za úkol zjistit úroveň vzdušných iontů vycházejících z výustí VZT z hlediska elektroiontového mikroklimatu.
- E- Koncentrace vzdušných iontů v blízkosti povrchů různých materiálů. Metoda s přirozenou ionizací, má zjistit, které povrchy jsou z hlediska elektroiontového mikroklimatu příznivé

6.2 INSPIRAČNÍ PŘÍKLADY

RODNINNÝ DŮM PLECHÁČ V HUMPOLCI, 2005

Popis stavby: Stavba vznikla jako novostavba, autorem je studio OK Plan Architects. Budova se nachází v blízkosti centra města Humpolce. Objekt je čtyřpodlažní, s posledním podlažím ustupujícím. Zastavěná plocha je pouze 72 m². Kostru tvoří ocelový skelet, objekt je obložen kortenovým plechem a kopility v 1. np. V interiéru jsou veškeré konstrukce přiznané – ocelové nosníky, trapézové plechy, betonové podlahy atd.

Profesor Jokl vypracoval posouzení vnitřního mikroklimatu budovy s metalickým pláštěm pro tuto budovu. Je zde uvedeno, že metalický plášť se chová do jisté míry jako Faradayova klec. Odstiňuje v interiéru elektrostatické pole Země, které je producentem negativních i pozitivních iontů. Pokud je v chodu klimatizační jednotka obsahující ionizátor vzduchu, problém nevzniká. Znamenalo by to ovšem použití klimatizační jednotky i v zimě (pro ohřev vzduchu na principu tepelného čerpadla).

V létě lze tento jev snížit také dostatečným větráním – zvláště za slunečného počasí vzduch obsahuje značný počet aeroiontů.²⁹ V budově byly hodnoceny složky jejího vnitřního prostředí (interního mikroklimatu): mikroklima tepelně-vlhkostní, oděrové, elektroiontové a psychické. V textu zprávy jsou uvedeny obecně platné ustanovení a doporučení, vlastní hodnoty koncentrace iontů nejsou uvedeny.

Autor v závěru uvádí: „Podle dosavadních poznatků a zkušeností je zřejmé, že metalický povrch fasády může ovlivnit pouze vnitřní povrchovou teplotu stěn a tvorbu aeroiontů v interiéru. Obojí lze kompenzovat aplikací vhodné klimatizační jednotky vybavené ionizátorem vzduchu“.³⁰ Výsledkem hodnocení je tedy zjištění, že v této budově s metalickým pláštěm se nenachází dostatečné množství koncentrace záporných iontů pro zdravé bydlení bez použití umělého ionizátoru.

6.3 POUŽITÉ PŘÍSTROJE

AIR ION COUNTER – přístroj na měření koncentrace vzdušných iontů. Air Ion Counter je určený pro ruční měření záporných a kladných iontů na cm^3 ve vzduchu. Kladné a záporné ionty jsou přítomny v ovzduší současně, přístroj je však schopen měřit + a – ionty odděleně. Z těchto naměřených výsledků následně počítáme UQ – unipolární kvocient. Air Ion Counter měří na základě konstrukce Gerdien Tube (Gerdienova kondenzátoru), také se uvádí název Deskový kondenzátor (obr. 7). Obsahuje ventilátor, který vhání vzduch z okolního prostředí přes mřížku v kalibrované rychlosti, vzduch proudí kolem elektrod. Ionty zvolené polarity jsou sčítány kolektorem.³¹

²⁹ JOKL, Miloslav. *Mikroklima interiéru obytných budov s metalickým obvodovým pláštěm. Plechová fasáda domu*, ©2009–2014 Bydlení IQ: 17. 1. 2013, [online], [cit. 2013-01-17]. Zdroj: <http://www.bydleni-iq.cz/temata/strechy-fasady/plechova-fasada-domu-plechac/>

³⁰ JOKL, Miloslav. *Mikroklima interiéru obytných budov s metalickým obvodovým pláštěm*

³¹ Oficiální stránky Air Ion Counter. Zdroj: <https://www.alphalabinc.com/product/aic/>

WOHLER KM 410 – přístroj Wöhler KM 410 je vhodný pro posouzení a kontrolu klimatu v obytném prostoru a v provozních místnostech. Přístroj měří hodnotu CO₂, teplotu vzduchu, vlhkost a mimo jiné stanoví hodnoty CO, rosného bodu a teplotu mokrého teploměru.³² Přístroj jsem měla zapůjčen z Ústavu stavitelství na FAVUT v Brně, tímto bych ráda poděkovala. Tento přístroj funguje na baterie, není potřeba zdroj, což je velká výhoda pro práci a měření v terénu (obr. 8).

IONIC-CARE TRITON X6 – kombinovaná čistička vzduchu s ionizátorem, vestavěným generátorem záporných iontů. Přístroj Ionic-Care se skládá z ionizačních drátků, sběrných nerezových plátů a plastového krytu s ochrannou mřížkou po celé výšce a ze všech stran (zobrazeno na obr. 9).



Obr. 7: Air Ion Counter. Zdroj: Zapůjčeno od Ing. Davida Eyera



Obr. 8: Přístroj na měření teploty a CO₂. Wohler – KM 410



Obr. 9: Ionic-CARE TRITON X6 je kombinací čističky vzduchu s vestavěným generátorem záporných iontů. Zdroj: návod k obsluze

6.4 MĚŘENÍ KONCENTRACE ZÁPORNÝCH IONTŮ S PŘIROZENOU IONIZACÍ

POSTUP MĚŘENÍ – METODA A: Jako první měření a seznamování s terénem, prostředím a technikou jsem zvolila postup měření stávajícího stavu koncentrace záporných iontů v exteriéru a interiéru budov.

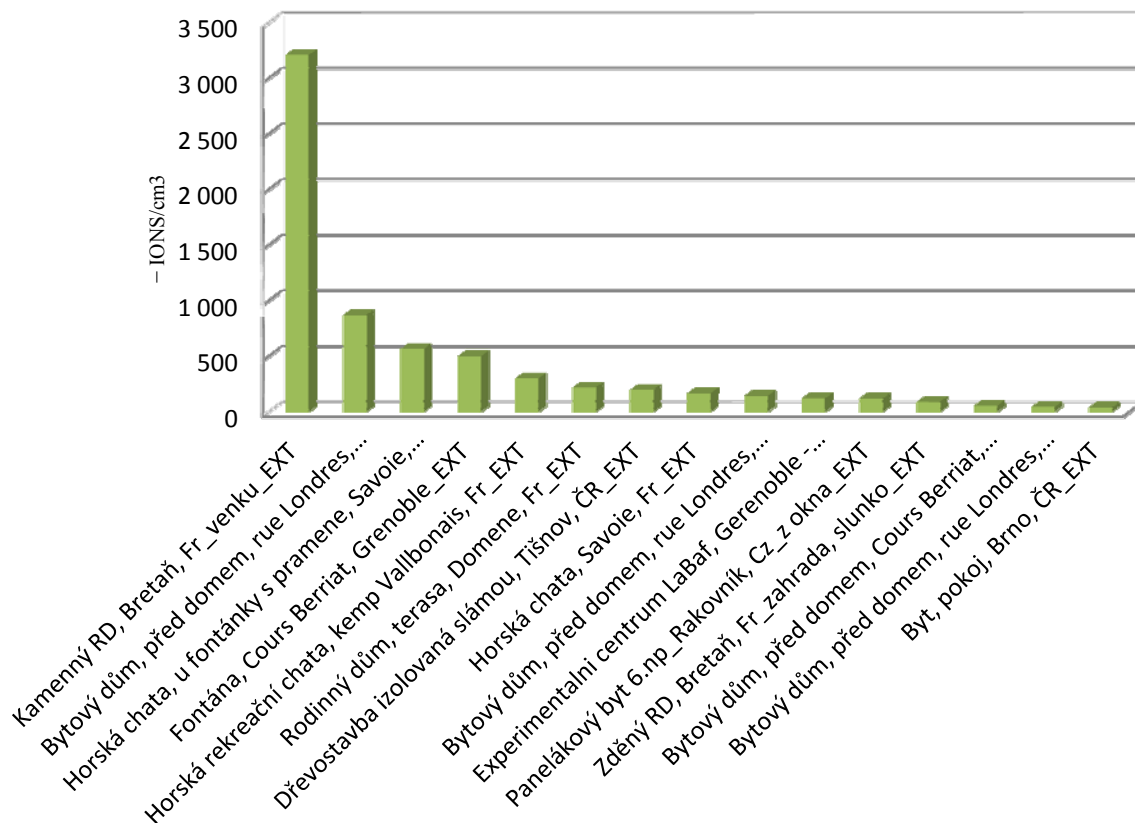
Měření v interiéru budov: Měření probíhá v interiéru v různých budovách za slunečného počasí bez přítomnosti bouřkových mraků. Jak je vysvětleno v předchozí kapitole, bouřkové mraky mění elektrický náboj v místě mezi zemí a mrakem, měření koncentrace elektroiontového mikroklimatu je tak výrazně ovlivněno a vykazuje chyby v naměřených výsledcích. Měření probíhá uprostřed hlavní místnosti v jednom bodě několikrát, nebo v centru budovy, pokud to dispozice domu umožňuje.

³² Přístroj Wöhler KM 410 použitý k měření hodnot klimatu zapůjčený z FAVUT v Brně, Ústav Stavitelství. Zdroj: Návod k obsluze

Na každém měřicím místě je měřeno 10 minut a jsou sledovány koncentrace záporných iontů. Naměřené hodnoty velmi kolísají z důvodů různých vlivů působících v interiéru a exteriéru, jsou také ovlivněny samotnou přítomností osob v místnosti a také osobou, co měření provádí. Zaznamenává se hodnota ukazovaných čísel na displeji přístroje, odstraní se nejvyšší a nejnižší hodnota a ze zbytku se vypočítá aritmetický průměr. Je měřena koncentrace záporných iontů a kladných vzdušných iontů, to znamená jejich počet na cm^3 vzduchu. Dále se zaznamenává teplota, teplota rosného bodu, koncentrace CO_2 , celková charakteristika místa, nadmořská výška a vlhkost. Je nezbytné přístroj uzemnit. Na fakultě experimentální elektrotechniky mi byly zapůjčeny uzemňovací kabely, které je nutné před měřením zapojit do přístroje a do země, nebo připnout na topení či kovové části, které směřují až do země. Všechny části přístroje jsou vodivé. Drží-li se přístroj v ruce, nebo se měří v pohybu, člověk ovlivňuje záporné ionty, sám pak produkuje kladné ionty. To může mít za následek přitahování nebo odpuzování iontů a zkreslení výsledných měřených hodnot.

Měření v exteriéru: Je sledována interakce elektroiontového mikroklimatu v exteriéru a interiéru budov. Zásady jsou stejné jako u měření v interiéru budov – viz výše.

Tab. 1: Výsledný graf zobrazující měření koncentrace záporných iontů v interiéru budov, metodou A, s přirozenou ionizací, 28. 8. 2014. Autor: Holopírková Lucie



ZÁVĚR MĚŘENÍ S PŘIROZENOU IONIZACÍ – METODA A

Měření jednoznačně nepotvrdilo předkládanou teorii, že s vyšší nadmořskou výškou roste počet záporných iontů a že s vysokou koncentrací záporných iontů ve venkovním vzduchu roste koncentrace záporných iontů v exteriéru. Z tohoto měření s přirozenou ionizací také vyplývá, že se vysoká koncentrace záporných iontů nachází v blízkosti přirozených vodních zdrojů, jako jsou potůčky, vodopády, fontány, nebo v blízkosti moře. Vysoké koncentrace jsem naměřila při a po bouřce, nebo brzy ráno. Hodnoty při bouřce jsem z výsledného výpočtu vynechala. V některých interiérech byla dokonce naměřena větší koncentrace záporných iontů než v exteriéru. Může to být způsobeno radiací z podloží, nebo se v místnostech nacházejí materiály příznivé z hlediska elektroiontového mikroklimatu, které fungují jako přirozené ionizátory. Jde o vápenné omítky nebo některé přírodní materiály. Tyto závěry podnítily a směřovaly můj další výzkum.

6.5 MĚŘENÍ KONCENTRACE ZÁPORNÝCH IONTŮ S UMĚLOU IONIZACÍ

Po mnoha měřeních koncentrace záporných iontů jsem zjistila, že se ionty nedají měřit plošně. V místnosti se pohybují, vznikají a zanikají podle mnoha faktorů. Podle činnosti člověka, podle počtu a rozmístění elektroniky v místnosti, podle použitého materiálu a v neposlední řadě také podle způsobu větrání a ventilace. Zionizovaný vzduch se v místnosti chová přibližně jako cigaretový kouř.

POSTUP MĚŘENÍ – METODA B: Měření bylo provedeno v interiéru v devíti bodech na ploše půdorysu obytné místnosti. Hodnoty v tabulce uvádí koncentrace záporných a kladných iontů po 1 hodině ionizace přístrojem Air Ion Counter v centru místnosti. Hodnota koncentrace iontů byla také sledována v desetiminutových intervalech po 1 hodině s vypnutým ionizátorem. Byly sledovány hodnoty koncentrace záporných iontů a doba, po kterou se zionizovaný vzduch udrží v místnosti.

Tímto výzkumem jsem chtěla zjistit a potvrdit domněnky, které vnitřní materiály rychleji prostor zbavují záporně nabitých částic iontového mikroklimatu. Sledovaly se konstrukce, povrch podlah, stěn a stropu, způsob zasklení a umístění stavby. Jsou zde uvedeny také hodnoty koncentrací iontů exteriéru, teplota, vlhkost a koncentrace CO₂. Samotná metodika měření je stejná jako v předešlém měření metodou A.

DŘEVOSTAVBA SE SLÁMOU

Popis stavby: Tento zahradní dům je postaven ve vesnici Zahrada u Tišnova. Dům je situován v rozlehlé zahradě ve svahu. Nosnou konstrukci tvoří dřevěný skelet založený na betonových pilotách, výplň stěny tvoří balíky slámy, následuje dřevěný rošt, rákosová rohož, perlínka a hliněná omítka. Na podlaze je dřevěná palubová podlaha a keramická dlažba u vstupu, strop je obložen dřevem. Budova je 5,5 m × 4 m výška 3,3 m v obytné části, nad vstupem a kuchyní je světlá výška 2,6 m. Celý dům působí velmi vzdušně. Měření bylo provedeno 24. 8. 2014. Počasí bylo slunečné a bez mraků.



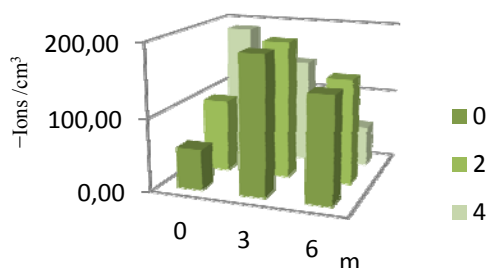
Obr. 10: Dřevostavba se slaměnou výplní, exteriér a interiér domu, Zahrada u Tišnova, interiér. Foto: Lucie Holopírková

Postup měření – Metoda B: Měření bylo provedeno v interiéru v devíti bodech na ploše půdorysu obytné místnosti, která tvoří celý dům, je tedy měřeno v centru domu. Po určitých dobách, uvedených v tabulce, byly sledovány koncentrace iontů v jednotlivých bodech. Hodnota koncentrace iontů byla poté sledována po hodině s vypnutým ionizátorem. Byly sledovány hodnoty, jak dlouho se zionizovaný vzduch udrží v místnosti (tab. 2).

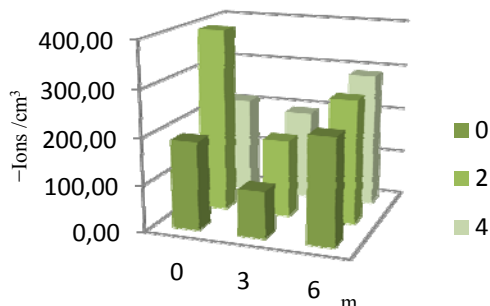
Tab. 2: Záznam měření v interiéru budovy s umělou ionizací přístrojem Ionic-Care. Dřevostavba se slaměnou výplní, Zahrada u Tišnova, 15. 07. 2014. Autor: Holopírková Lucie

HOD	POPIS MÍSTA MĚŘENÍ	(-) IONS /cm ³	(+) IONS /cm ³	výška m.n.m	WTB °C	TA °C	RH %	CO ₂ ppm
12:00	Dřevostavba izolovaná slámou, Tišnov_EXT	-196	+56	400	10,5	13,9	69,5	327
14:00	Dřevostavba izolovaná slámou, Tišnov_INT	-189	+327		13,9	20,9	46,4	485
14:15	Dřevostavba, Tišnov_INT (15 min ionizátor)	-33467	+113		14,9	21,1	52,5	813
15:00	Dřevostavba, Tišnov_INT (1h ionizátor)	-162667	+627		15,1	21,1	52,3	945
15:10	Dřevostavba, Tišnov_INT (10 min po vypnutí)	-24	+278		15,2	21,3	52,1	1051
16:00	Dřevostavba, Tišnov_INT (1h po vypnutí)	-167	+227		12,6	18,9	47,6	359
17:00	Dřevostavba, Tišnov_INT (slunko svítí dovnitř po bouři)	-284	+118		14,1	20,3	50,8	392
17:15	Dřevostavba, Tišnov_EXT	-129	+96		11,1	15,7	71	320

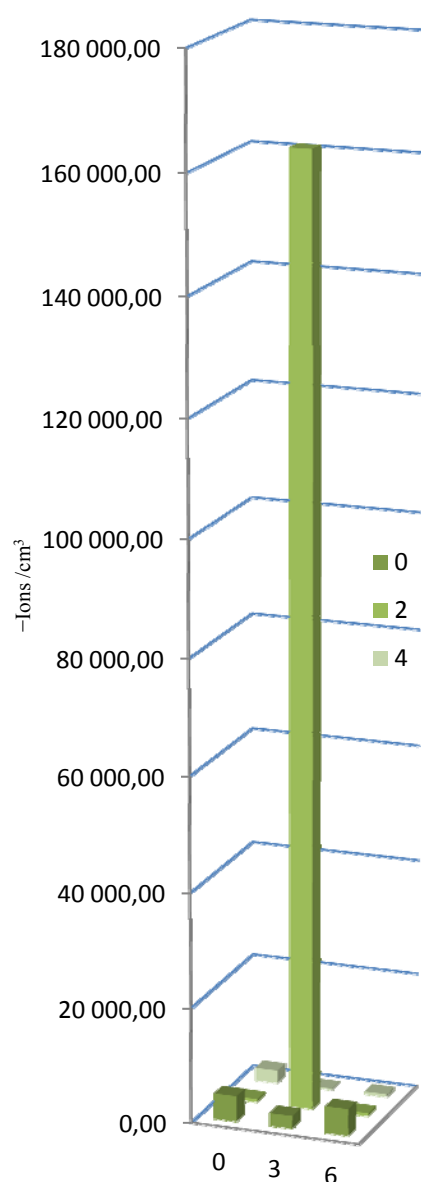
Popis grafů: Půdorysná základna grafu zobrazuje půdorys místnosti v metrech, osa X délku a osa Y šířku místnosti. Osa Z představuje naměřené hodnoty koncentrace záporných iontů v daném bodě. Tři grafy představují jednotlivé naměřené hodnoty záporných iontů v časové posloupnosti. První graf představuje místnost před umělou ionizací, druhý graf představuje hodnoty hodinu po umělé ionizaci a třetí graf představuje stav po hodině bez ionizace.



Graf. 1: Před ionizací. Graf měření koncentrace záporných iontů v interiéru budovy s umělou ionizací přístrojem Ionic-Care. Dřevostavba se slaměnou výplní, Zahrada u Tišnova, 15. 07. 2014. Autor: Lucie Holopírková



Graf. 3: Po vypnutí ionizátoru – 1 hodina. Graf měření koncentrace záporných iontů v interiéru budovy s umělou ionizací přístrojem Ionic-Care, dřevostavba se slaměnou výplní, Zahrada u Tišnova. 15. 07. 2014. Autor: Lucie Holopírková.

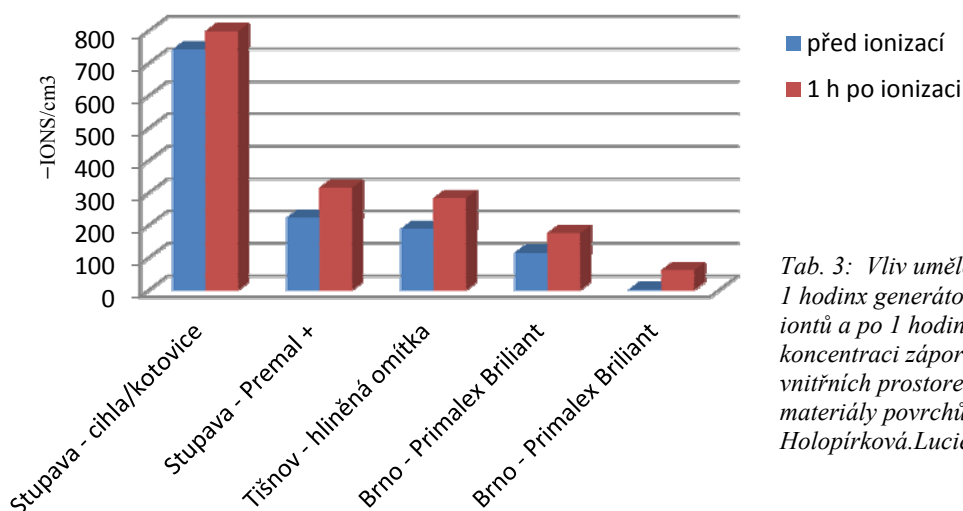


Graf. 2: 1 hodina ionizování místosti. Graf měření koncentrace záporných iontů v interiéru budovy s umělou ionizací přístrojem Ionic-Care, dřevostavba se slaměnou výplní, Zahrada u Tišnova, 15. 7. 2014. Autor: Lucie Holopírková.

Závěr: Z měření vyplývá, že umělá ionizace působí při provozu ionizátoru. Největší hodnota je naměřena v blízkosti ionizátoru. Již po 1 hodině povrchy interiéru pohltí velkou část záporných iontů. Hodnoty koncentrace záporných iontů se přesto zvýšily 2×.

SHRnutí A ZÁVĚR Z MĚŘENÍ S UMĚLOU IONIZACÍ – METODA B

Z uvedeného praktického výzkumu vychází, že umělá ionizace má vliv na elektroiontové mikroklima v budovách, nicméně největší koncentrace záporných iontů se drží v blízkosti zdroje ionizování. Po vypnutí ionizátoru se hodnoty ustálí a jsou o něco vyšší, ale již po dvou hodinách se vrátí na původní hladinu, někdy jsme naměřili i hodnoty nižší. Z měření v různých typech domů vyplynulo, že pro elektroiontové mikroklima jsou nepříznivější přírodní stavby oproti interiéru s laminátovou podlahou. Vzniká otázka, které materiály nejvíc podporují přirozenou ionizaci v interiérech. Tento experiment mě navedl na další způsob měření. V tabulce, která shrnuje všechna měření, vidíme, že nejdéle si zionizované mikroklima udržel interiér s neomítnutým cihelným zdivem a kotovicemi, tedy nepálená a pálená hlína. Umělé ionizování je dobré pro dočasné zlepšení elektroiontového mikroklimatu v interiéru budov.



Tab. 3: Vliv umělé ionizace po dobu 1 hodiny generátorem záporných iontů a po 1 hodině bez ionizace na koncentraci záporných iontů ve vnitřních prostorech s různými materiály povrchů stěn. Autor: Holopírková.Lucie

6.6 EXPERIMENT S MĚŘÍCÍM BOXEM

Z předchozích zkušeností z měření koncentrace záporných iontů s umělou ionizací a ze skutečnosti, že na iontové mikroklima spolupůsobí všechny okolní materiály, jsem přemýšlela, jak tyto vlivy minimalizovat. A změřit, jak se chová jeden materiál z hlediska elektroiontového mikroklimatu.

POSTUP MĚŘENÍ A VÝSLEDEK – METODA C: Postup byl stejný jako v experimentu s měřením koncentrace v interiéru s umělou ionizací, jen vzduch bude ionizován v malém prostoru. Nepodařilo se naměřit žádné relevantní výsledky. Hodnoty záporných iontů v boxu nepochopitelně měnily polaritu a ani po opakování měření nebylo dosaženo žádných podobných výsledků, ze kterých by se daly vyvodit smysluplné závěry.

6.7 MĚŘENÍ KONCENTRACE ZÁPORNÝCH IONTŮ U VÝPUSTI VZT

Vzduchotechnika a regulace vnitřního vzduchu je dnes nedílnou součástí standardů vybavení staveb, u administrativních budov a velkých komplexů je naprosto nezbytná, nicméně je také součástí rodinných pasivních a nízkoenergetických domů. Toto měření bylo provedeno v různých budovách a bylo inspirováno tvrzením prof. Jokla: „*Spuštěním klimatizace koncentrace aeroiontů rychle klesá. Jestliže je vzduch veden 2 metry dlouhým plechovým vzduchovodem o průměru 10 cm rychlostí 1,5 m/s, vodivost vzduchu a koncentrace iontů klesá o 20 %.*“³³

MĚŘENÍ V NÍZKOENERGETICKÉ DŘEVOSTAVBĚ – TROJANOVICE

Další posuzování vnitřních mikroklimat v závislosti na řízené rekuperaci vzduchu jsem měla možnost měřit v nízkoenergetické dřevostavbě firmy Přírodní bydlení v Trojanovicích v Beskydech, za laskavého svolení zakladatele firmy Jakuba Gajdy. Měření se uskutečnilo 22. 1. 2016 a 12. 5. 2016.

Popis stavby: Jedná se o nízkoenergetickou dřevostavbu (z 95 % dřevěnou), která je ve spodním patře využívána jako ateliér, dílna a sklad dřeva pro firmu Přírodní bydlení. Horní patro slouží jako Prezentační místnost (Showroom) firmy s Galeríí různých druhů hliněných omítek, různých podlah z přírodních materiálů a expozicí interiérového vybavení ze dřeva. Podkrovní místnost je využívána jako kancelář, podlaha z OSB desek ošetřených přírodním olejem (obr. 11).

Na této budově je odvětrávaná dřevěná fasáda z moravského modřínu bez venkovních nátěrů. Větrání a vytápění v horních místnostech je zajištěno rekuperační jednotkou, která byla dodatečně pořízena pro fungování administrativy v podkrovních místnostech.



Obr. 11: Nízkoenergetická dřevostavba v Trojanovicích kde probíhalo měření vnitřního mikroklimatu. Dostupné z: <http://www.prirodnibydleni.cz/ekostavby/drevostavby/>

³³ JOKL, Miloslav. *Zdravé obytné a pracovní prostředí*. Vyd. 1., Praha: Academia, 2002. 261 s., ISBN: 80-200-0928-0

čas	místo měření	způsob větrání	povrchy	(-) IONS /cm ³	(+) IONS /cm ³	U Q	TA °C	Rh %	CO ₂ ppm
9:50	exteriér	přirozené u lesa	přírodní	-807	+167		18	54	365
10:30	uprostřed m.	bez	přírodní	-940	+78		25	35	744
10:40	v blízkosti podl.	bez	př. kámen	-1703	+500		27	31	503
10:45	v blízkosti stěn	bez	hliněné	-1644	+633		27	27	669
10:50		zapnuta rekuperace chlazení							
11:00	u výústku	rekuperace chlazení	pvc	-189	+411		21	31	552
11:20	uprostřed m.	rekuperace chlazení	přírodní	-573	+442		26	33	433
11:50		vypnuta rekuperace chlazení							
13:50	uprostřed m.	bez	přírodní	-1222	+300		25	33	667
14:00	v blízkosti podl.	rekuperace chlazení	př. kámen	-907	+558		25	33	602
14:20	v blízkosti stěn	rekuperace chlazení	hliněné	-922	+542		26	33	635

Tab. 4: Měření mikroklima interiéru v Galerii přírodních materiálů v nízkoenergetické dřevostavbě, sídlo firmy Přírodní bydlení v Trojanovicích. 12–14. 5. 2016. Autor: Holopírková Lucie

Popis měření – Metoda D: Měření mikroklimatu v Prezentační místnosti proběhlo 12.–14. 5. 2016. Před měřením v interiéru bylo změřeno mikroklima v blízkosti budovy. Po příchodu do budovy bylo hned změřeno mikroklima interiéru uprostřed prezentační místnosti, byly naměřeny vysoké koncentrace záporných iontů, dále byla měřena koncentrace v blízkosti povrchu stěn s různými druhy hliněných omítek a byly zjištěny velmi vysoké koncentrace záporných iontů, až -1644 iontů/cm³, v blízkosti podlahy z přírodního vápence až -1703 iontů/cm³. Následně byla zapnuta rekuperace v módu chlazení, z výdechu rekuperace bylo naměřeno -189 iontů/cm³ a po 30 minutách chlazení byla naměřena hodnota -573 iontů/cm³, což je o -367 iontů/cm³ méně. Po vypnutí rekuperace jsme 2 hodiny nechali prostor přirozeně pracovat, větrání okny je možné jen částečně, a následně proměřili hodnoty. Ve středu místnosti bylo naměřeno -1222 iontů/cm³, což je dvakrát více než s rekuperací, a u stěn a podlah kolem -900 iontů/cm³, což je méně než před použitím rekuperace.

Závěr: Z naměřených hodnot je opět patrné, že výměna vzduchu v místnosti pomocí rekuperační jednotky přivádí vzduch s omezeným počtem záporných iontů. V exteriéru byla naměřena menší hodnota koncentrace záporných iontů než v interiéru s přírodními materiály. Z výsledků se dále nabízí vysvětlení, že stěny s hliněnými povrchy a přírodní kámen jsou schopné generovat a záporné ionty a postupně je pak uvolňovat do prostoru.

SHRnutí A ZÁVĚR Z MĚŘENÍ U VÝUSTI VZT – METODA D

Z uvedených výsledků z měření mohu konstatovat, že klimatizace a rekuperace vzduchu ovlivňuje náboj a elektrické složení přiváděného vzduchu do budovy. V některých případech byl přiváděn vzduch bez elektrického náboje, bez záporných iontů, ten rekombinoval na stěnách potrubí přívodu vzduchu nebo na mřížkách vyústí a nasávání vzduchu. Dále je zde otázka jestli se nedají přívody vzduchu opatřit nátěrem nebo vyrobit z jiného materiálu, který nevybízí elektrické částice vzduchu. Při jednom měření v pasivní novostavbě bylo naměřeno několikrát vyšší koncentrace záporných iontů u vyústí rekuperace-chlazení než v budově, majitel vysvětloval, že celý systém přívodů vzduchu je opatřen stříbrnou vrstvou a antibakteriálním nátěrem, nikde jinde jsem se s tímto nesetkala. Bohužel už nebyl čas opakovat měření a detailněji prozkoumat celý systém.

Celá budova se všemi svými atributy, od architektonického návrhu, výběru materiálů až po technické vybavení funguje jako celek, jako jeden organismus. Existují budovy a vnitřní prostory, které samy generují vzdušné záporné ionty a nepříznivou vlastnost umělé regulace vzduchu jsou schopné eliminovat a zachovat příznivé elektrické mikroklima budovy.

6.8 MĚŘENÍ KONCENTRACE ZÁPORNÝCH IONTŮ V BLÍZKOSTI POVRCHŮ

Z předešlých měření vychází, že povrchy vnitřních konstrukcí ovlivňují elektroiontové mikroklima. V blízkosti ploch použitých materiálů se záporné ionty rekombinují, nebo plochy mohou odrážet záporně nabitě vzduchové částice. Při měření s měřičem iontů Air Ion Counter v místnosti bylo patrné, že na některých místech v interiéru budovy byla větší koncentrace záporných vzdušných iontů.

POSTUP MĚŘENÍ – METODA E: je stejný jako v měřicí metodě A, s rozdílem místa měření. Přístroj je přiblížen na 15 cm od povrchu a jsou sledovány hodnoty a zapisovány.

GLAERIE HLINĚNÝCH OMÍTEK A PŘÍRODNÍCH MATERIÁLŮ TROJANOVICE

Tato metoda měření byla praktikovaná v nízkoenergetické dřevostavbě firmy Přírodní bydlení v Trojanovicích v Beskydech.

Postup měření: Měření proběhlo 14. 5. 2016. Přístroj je přiblížen na 15 cm od povrchu a jsou sledovány hodnoty a zapisovány, je zaznamenán aritmetický průměr, hodnoty jsou uvedeny v tab. 4. Záznam z měření některých materiálů je na obr. 12, 13 a 14, hodnoty je nutné přepočítat koeficientem pro kalibraci přístroje.



Obr. 13: Kamenná dlažba, přírodní kámen. Dřevostavba Trojanovice, 14. 5. 2016. Autor: Holopírková Lucie



Obr. 12: Podlaha z OSB desek. Dřevostavba Trojanovice. 14. 5. 2016. Autor: Holopírková Lucie



Obr. 14: Hliněné omítky. Dřevostavba Trojanovice, 14. 5. 2016. Autor: Holopírková Lucie

Závěr: V tomto měření v blízkosti povrchů byly naměřeny až 3x vyšší hodnoty koncentrace záporných vzdušných iontů v blízkosti povrchů z přírodních materiálů. V tabulce 20 je zaznamenán celý postup měření, kde jsou patrné souvislosti, jak funguje celý vnitřní prostor z hlediska elektroiontového mikroklimatu. V blízkosti hliněných omítek je naměřeno až -1650 iontů/ cm^3 , v blízkosti dlažby z přírodního kamene je naměřeno -1703 iontů/ cm^3 , v interiéru stejné budovy je přitom naměřeno jen -940 iontů/ cm^3 . V blízkosti podlahy ve vedlejší místnosti s povrchem OSB desek jen zhruba -100 iontů/ cm^3 .

SHRNUTÍ A ZÁVĚRY Z MĚŘENÍ V BLÍZKOSTI MATERIÁLŮ A POVRCHŮ

V tomto experimentu s měřením v blízkosti povrchů byly naměřeny až $3\times$ vyšší hodnoty koncentrace záporných vzdušných iontů v blízkosti povrchů z přírodních materiálů, jako je pálená neomítnutá cihla, hliněné omítky na dřevěné konstrukci, přírodní kámen jako dlažba a také cihelná dlažba ošetřená nátěrem ze včelího vosku. Dále malba z přírodního hašeného vápna. Teorie se potvrdila, povrchy z přírodních materiálů jsou výhodné z hlediska elektroiontového mikroklimatu. Mohou dokonce fungovat jako generátor záporných iontů a do místnosti postupně uvolňovat záporné vzdušné ionty a tím místnost a interiér přirozeně ionizovat.

6.9 MĚŘENÍ KONCENTRACE VZDUŠNÝCH IONTŮ ODBORNÍKY

MĚŘENÍ ELEKTROIONTOVÉHO MIKROKLIMATU V ADMINISTRATIVNÍ BUDOVĚ

Měření bylo provedeno v srpnu 2013 na základě objednávky klienta u Státního zdravotního ústavu v Praze, Centra hygieny práce a pracovního lékařství. Jedná se o pětipodlažní administrativní budovu na okraji Prahy, která se skládá z několika pavilonů a atrií. V budově se nachází převážně velkoprostorové kanceláře, zelená střecha slouží jako

přirozený filtr vzduchu. Celá budova z hlediska větrání funguje jako jeden celek. Větrání je na pracoviště přiváděno podokenními podlahovými vyústkami, v centru budovy jsou umístěny indukční podlahové vyústky. Některá okna umožňují otevírání a jsou opatřena automatickým ovládáním. Interiér je vybaven lepenou podlahovou krytinou s vlasem, jednotlivá pracovní místa jsou vybavena PC, kopírkami a tiskárnami.

Tab. 5: Záznam měření elektroiontového mikroklimatu v administrativní budově na okraji Prahy. Měření provedeno SZÚ v Praze v srpnu 2013. Zdroj: archiv klienta

místo měření	čas	způsob větrání	(-) IONS /cm ³	(+) IONS /cm ³	TA °C	r.v. %	UQ
exteriér	6:00	přirozené	-600	+750	18°C		1,25
místo A	před příchodem zaměstnanců	bez klimatizace	-1200	+900	23°C	54	0,75
místo B	před příchodem zaměstnanců	bez klimatizace	-1100	+990	24°C	54	10,9
místo A	během dne	klimatizace v chodu	-560	+600	23°C	52	1,07
místo B	během dne	klimatizace v chodu	-430	+570	24°C	52	1,3
podlahový vyústka	během dne	klimatizace v chodu	-150	+300			2

Postup měření: Měření probíhalo na několika místech v budově, měřeno bylo na pracovním stole ve výšce dýchací zóny sedícího pracovníka ve výšce 80 cm od podlahy. První měření bylo provedeno po víkendu, po vychlazení budovy nočním přirozeným větráním a před příchodem pracovníků. Změřena byla i venkovní hodnota elektroiontového mikroklimatu. Posléze byla zapnuta klimatizace a provedeno druhé měření již se zaměstnanci v budově. Průběh měření je zaznamenán v tabulce 5.

Závěr: Brzy ráno, před příchodem pracovníků do budovy, která byla větrána v noci přirozeným způsobem otevřením horních oken, byla naměřena vysoká hodnota -1200 až -810 záporných iontů/cm³. Po zapnutí klimatizace dochází k poklesu koncentrace záporných iontů na poloviční hodnoty -560 až -500 záporných iontů/cm³. Je to tím, že vzduch z vyústku klimatizace je na záporné ionty chudý (-150 iontů/cm³) a ionizovaný vzduch se tak vlastně „ředí“. Lze doporučit eventuálně prodloužit čas přirozeného větrání. Při měření byl pozorován okamžitý pokles záporných iontů krátce po uzavření oken. Je uvedeno v závěru expertizy vypracované Státním Zdravotním Ústavem v Praze.

Z tohoto příkladu měření v administrativní budově je patrné, že elektroiontové mikroklima budovy se dá ovlivnit celkovou architektonickou koncepcí i ve velkých komplexech budov.

6.10 HODNOCENÍ A VÝSLEDKY VÝZKUMU

Z předchozích zkušeností z měření koncentrace záporných iontů a ze skutečnosti, že na iontové mikroklima působí řada vlivů od podloží staveb, podnebí a počasí, materiální skladbu stavby a interiéru až po způsob proudění vzduchu v místnosti a charakteru lidské činnosti v místnosti je patrné, že měření iontového mikroklimatu je problematické, ale ne nemožné.

Provedené experimenty uvedené v mé disertační práci by mohly sloužit jako podklad pro měření s lepším technickým i finančním zázemím odborníky, a následně vypracovány rozsáhlé statistiky, které by více podkryly problematiku iontového mikroklimatu. Doporučené hodnoty a koncentrace záporných iontů nejsou žádnou novinkou a byly publikovány pro širokou veřejnost již v minulém století. Proběhlo však několik přešlapů z řad odborníků s umělým ionizováním interiéru staveb a veřejnost toto téma zavrhl a nazvala šarlatánstvím. Nové studie a výzkumy několikrát osvětlily minulé chyby, ale do běžného života a stavební praxe se toto téma dostává pomalu. Je tu také další faktor lobby celé řady techniků a firem, které nemají zájem prosazovat závěry, které by ohrozily jejich obor.

Jednotlivá měření mají svoji kontinuitu:

A - Měření stávajícího stavu koncentrace záporných iontů v exteriéru a interiéru s přirozenou ionizací, tzv. stávající stav, je první měření, které mi otevřelo cestu do problematiky a ukázalo další směr. Zjistila jsem, že předkládaná teorie se jednoznačně nepotvrdila. S vyšší nadmořskou výškou nebyl naměřen vrůstající počet záporných iontů ani po opakovaných měřeních. Další zjištění – vysoká koncentrace záporných iontů ve venkovním vzduchu neznámá automaticky vysokou koncentraci záporných iontů v exteriéru a naopak (!). Vysoká koncentrace záporných iontů se nachází v blízkosti přirozených vodních zdrojů, jako jsou potůčky, vodopády, fontány nebo v blízkosti moře. Ano, Lénardův efekt funguje.

B - Měření koncentrace záporných iontů s umělou ionizací. Tento postup využívá umělý generátor iontů a má zjistit, které povrchy jsou příznivé k elektroiontovému mikroklimatu. Umělá ionizace může sloužit jako pomůcka. Z výzkumu a z praktického měření vychází, že umělá ionizace má vliv na elektroiontové mikroklima v budovách, nicméně největší koncentrace záporných iontů se drží v blízkosti zdroje ionizování. Po vypnutí ionizátoru se hodnoty ustálí a jsou o něco větší, ale již po dvou hodinách se vrátí na původní hladinu.

K ionizaci lze využít také plamen, do interiéru lze umístit například krb, který je potřeba dobře odvětrat. Nejdéle si elektroiontové mikroklima udržel interiér s neomítnutým cihelným zdivem a kotovicemi, tedy nepálená a pálená hlína.

C - Experiment se skleněným boxem je postup měření jednotlivých povrchů z hlediska elektroiontového mikroklimatu separátně s umělou ionizací. Nepodařilo se naměřit žádné relevantní výsledky. Experiment je potřeba lépe připravit a důsledně dodržet všechny doporučené postupy.

D - Měření vzdušných iontů u výstří VZT a rekuperace vzduchu v místnostech. Tento experiment měl za úkol zjistit, jestli jsou VZT příznivé z hlediska elektroiontového mikroklimatu. Z uvedených výsledků z měření mohu konstatovat, že klimatizace a rekuperace vzduchu ovlivňuje náboj a elektrické složení přiváděného vzduchu do budovy. V některých případech byl přiváděn vzduch bez elektrického náboje, bez záporných iontů, ten rekombinoval na stěnách potrubí přívodu vzduchu nebo na mřížkách vyústí a nasávání vzduchu. Z předchozích zjištění vyvstávají nové otázky, jak upravit přívody vzduchu, jestli je možné je opatřit nátěrem, nebo vyrobit z jiného materiálu, který nevybízí elektrické částice vzduchu.

E - Koncentrace vzdušných iontů v blízkosti povrchů různých materiálů. Metoda s přirozenou ionizací má zjistit, které povrchy jsou z hlediska elektroiontového mikroklimatu příznivé. V tomto experimentu s měřením v blízkosti povrchů byly naměřeny až 3× vyšší hodnoty koncentrace záporných vzdušných iontů v blízkosti povrchů z přírodních materiálů, jako je pálená neomítnutá cihla, hliněné omítky na dřevěné konstrukci, přírodní kámen jako dlažba a také cihelná dlažba ošetřená nátěrem ze včelího vosku. Dále malba z přírodního hašeného vápna. Teorie se potvrdila, povrchy z přírodních materiálů jsou výhodné z hlediska elektroiontového mikroklimatu. Mohou dokonce fungovat jako generátor záporných iontů a do místnosti postupně uvolňovat záporné vzdušné ionty a tím místnost a interiér přirozeně ionizovat.

„Technická zařízení budov mají doplňovat a ne zachraňovat architektonické řešení.“³⁴

³⁴ Cyklus přednášek na FA ČVUT v Praze, Šetrné budovy: *Ekologický a technický koncept domu*. Ing. Jan Žemlička, [online: 2012-04-12]. [cit. 2013-02-18]. Dostupné z: https://www.google.com/search?client=firefox-b&ei=1eZYW5DPKMWTlwSU242wBw&q=%2C+%C5%A0etm%C3%A9+budovy+%C5%BEemli%C4%8Dka&oq=%2C+%C5%A0etm%C3%A9+budovy+%C5%BEemli%C4%8Dka&gs_l=psy-ab.3...33963.39806.0.39942.12.11.1.0.0.0.117.1061.8j3.11.0....0...1c.1.64.psy-ab..0.10.879...0j0i22i30k1j33i160k1.0.P1w4arEBRRk

Architektonický koncept je jedním z nejdůležitějších faktorů celkové dispozice domu a také celého výsledného mikroklimatu budovy. Konstrukce domu je pro výsledné mikroklima budovy také velmi důležitá. Z teoretického průzkumu jasně vychází, jak elektromagnetické pole ovlivňuje člověka. Dalším důležitým faktorem je umístění stavby. Zda se stavba nachází na horách v přírodě nebo ve velkoměstě, jaké jsou koncentrace záporných iontů v exteriéru kolem budovy, a jaký způsob větrání je vhodné za daných podmínek zvolit.

Ionizátory fungují, je to prokázáno četnými studiemi, a vychází to i z mých experimentů. Nicméně jestliže se ionizátory vypnou, koncentrace záporných iontů v ionizované místnosti se do několika hodin dostane na původní hodnotu. Ionizovat místnost jako podání rychlého řešení zlepšení vnitřního klimatu pro zahnání únavy nebo nemoci je řešením dočasným. Nemůžeme přece do konce života interiér ionizovat, možná ano. Z hlediska udržitelného rozvoje by se však měly hledat i jiné koncepty pro vytvoření zdravého prostředí, které podporují člověka. Architektonický návrh je první koncept, který formuje budovu a vnitřní prostředí. Z výsledků uvedených měření je patrné, že materiál a architektonická koncepce budovy má zásadní vliv na prostředí budov a iontové mikroklima.

PŘÍKLAD STAVEB S VYUŽITÍM POZNATKŮ Z MÉ PRÁCE:

RODINNÝ DŮM, CORBEL, FRANCIE, ECO-CARACOL ARCHITECT

Tato stavba se nachází v pohoří Chartreuse v horském masivu francouzských Alp. Jsou zde kladeny vysoké nároky na tepelné vlastnosti konstrukcí v náročných klimatických podmínkách, také je důležitý soulad s místními stavebními tradicemi a celkovou architekturou regionu. Dřevo, sláma a hlína jsou materiály vybrané díky tepelným vlastnostem, tepelnou setrvačností a řízení vlhkosti, jakož i nízkou pořizovací cenou. Na této stavbě vidíme, že současnou architekturu a design můžeme vytvářet tradičními materiály.



Obr. 15: Nízkoenergetický rodinný dům v horském prostředí. Exteriér a interiér rodinného domu a celkový pohled na uspořádání interiéru s použitím funkčních prvků. Detail řešení fasády a masivní akumulční stěny z dusadé hlíny. Rodinný dům v Corbel, Savoie, Francie, Eco-Caracol architect, Dostupné z: <http://www.eco-caracol.com/ecoconstruction.php#>

Použitý materiál: Akumulační stěna (2 m^3) z dusané hlíny je výrazný prvek interiéru, má ale také svoji důležitou funkci akumulace tepla, jelikož je v těsné blízkosti umístěno krbové těleso. Toto těleso také funguje jako generátor záporných iontů a tvoří tak příznivé elektroiontové mikroklima celého domu (obr. 15). Budova je tvořena třemi masivními stěnami s rámovou dřevěnou konstrukcí vyplněnou zeminou ($9,6 \text{ m}^3$), dalším prvkem je dřevěná nosná konstrukce, slámou je zateplená severní stěna objektu.

V objektu jsou aplikovány hliněné vnitřní omítky (3 m^3), které zajišťují příznivé vlhkostní mikroklima celého domu a venkovní povrchy jsou obloženy dřevem a částečně použity hliněné omítky na méně exponovaných fasádách domu.³⁵

7 ZÁVĚR A SHRNUÍ

Architektonický koncept je jedním z nejdůležitějších faktorů celkové dispozice domu a také celého výsledného prostředí budovy a jejího mikroklimatu. Elektroiontové mikroklima je oblast, ve které je stále co objevovat. Její účinky jsou prokázány mnohými pokusy a teoriemi. Oblast iontového mikroklimatu se v dnešní době využívá v široké škále oborů, jako je zdravotnictví, letectví, potravinářský průmysl, zemědělství.

Výsledek mé práce předkládá průzkum iontového mikroklimatu v budovách jak teoretický, tak podložený vlastním měřením a měřením několika odborníky v konkrétních budovách s konkrétními povrchy a kombinací materiálů, jak jimi uživatelé plní své byty. Ze závěrů experimentů je patrné, že klimatizace a rekuperační jednotky ovlivňují iontové mikroklima v interiéru budov.

Řadou odborníků je doporučeno přirozené větrání pro zlepšení mikroklimatu v interiéru, je doporučeno také v platných normách. U přirozeného větrání je nutné zvážit, odkud vzduch přichází, jestli je to zelená střecha se vzrostlou zelení, okraj lesa, nebo magistrála vedoucí těsně pod okny. Dále je z výzkumu patrné, že přírodní materiály, jako jsou hliněné povrchy, přírodní kámen, dřevo, jsou příznivé nejen z hlediska ekologického, zdravotního a environmentálního, ale také z hlediska elektroiontového mikroklimatu. Použitím těchto materiálů lze výrazně zlepšit mikroklima v budově i dodatečně. Některé materiály samy generují záporné ionty a přirozeně je uvolňují do ovzduší interiéru, tvoří tak přirozené elektroiontové mikroklima budovy. Záporné ionty na sebe vážou nečistoty z ovzduší a zajišťují elektrickou složku ovzduší, mají léčivý účinek na všechny organismy. Člověk a

³⁵ ECO-Caracol. Maison 38, [online], [cit. 2018-07-30]. Dostupné z: <http://www.eco-caracol.com/ecoconstruction.php#/>

všechny biologické organismy fungují na slabých elektrických impulsech, když je umístíme do prostředí s nízkým elektrickým nábojem, rychleji ztratí svůj vlastní náboj. Na člověku se tato ztráta může projevit jako únava, podráždění, vyčerpání a nemoci.

Cílem mé disertační práce je upozornit a zviditelnit problematiku iontového mikroklimatu pro širokou i odbornou veřejnost, pro architekty i techniky. Především by práce měla přispět k rozšíření poznatků o zdravém stavění a bydlení. Ukázat širší souvislosti člověk = budova a přispět tak k harmonickému bydlení a trvale udržitelnému navrhování budov.

Osobní přínos práce: Důkladné prozkoumání tématu, seznámení se s řadou odborníků, výzkumníků a nadšenců, kteří se tématu mikroklimat věnují a uplatňují tyto principy ve své odborné praxi i životě. Důkladné pochopení principů fungování elektroiontového mikroklimatu v přírodě i v budově.

Odborný přínos: Zejména propojit několik zdánlivě nesouvisejících oborů, jako je filozofie, biologie a elektrofyzika s architekturou. Poukázat na problematiku elektrické složky mikroklimatu v interiéru staveb, kterou můžeme ovlivnit již v architektonickém, stavebním a technickém návrhu stavby. Doporučení stavebních materiálů pro použití v interiérech a konstrukci budov, jejich vlastnosti s jednotlivými hodnotami pohltivosti iontů a tedy i jejich vliv na iontové mikroklima budovy, a tedy i vliv na zdraví a pohodu člověka.

Přínos z hlediska laické veřejnosti: Poukázání na důležitost elektroiontového mikroklimatu a mikroklimatu staveb vůbec. Jak v osobním měřítku každého jednotlivce a budovy, tak v měřítku celé společnosti a měřítku globálním s důrazem na udržitelný rozvoj. Už jako investor laik, můžeme požadovat zdravé přirozené mikroklima v budově, přirozené větrání, dovoluje-li to umístění stavby, materiály bez environmentálního dopadu a otevřenou koncepci budovy.

Již při architektonickém návrhu budovy je možné mikroklima budovy značně ovlivnit vhodným výběrem materiálů povrchů a také výběrem konstrukcí, které zachovávají přirozené elektromagnetické pole Země a tím neruší své obyvatele a jejich přirozené biologické procesy. Úkolem architekta je nabídnout prostor podporující člověka, tento prostor se vytváří již v architektonickém návrhu, vytváří se materiály, uspořádáním a celkovou architektonickou koncepcí stavby.

8 LITERATURA A ZDROJE

8.1 LITERATURA

- BORÁK, Dalibor a Helena BORÁKOVÁ. *A1 - Filozofie navrhování budov dle principů trvale udržitelné výstavby*. 1. vyd., Brno: Národní stavební centrum, 2012, 89 s., ISBN 978-80-87665-00-8
- BUŘIVAL, Zdeněk, *Bioklimatické prostředí budov*. Ústav elektrotechnologie Fakulty elektrotechniky a informatiky VUT, Brno. Section: A. IUAPPA 2000. Dostupné z: http://www.umad.de/infos/iuappa/pdf/A_26.pdf
- BUCHA, Václav. *Geomagnetické pole a jeho přínos k objasnění vývoje Země*. Praha, 1975
- CÍLEK, Václav. *Krajiny vnitřní a vnější: texty o paměti krajiny, smysluplném bobrovi, areálu jablkového štrúdlu a také o tom, proč lezeme na rozhlednu*. 2., dopl. vyd., Praha: Dokořán, 2010, 269 s., xvi s., obr. příl., ISBN 80-7363-042-7
- ČERMÁKOVÁ, Eleonora, ŽABIČKOVÁ, Ivana. *Stavby z přírodních materiálů, versus ocelové konstrukce*. Era 2–16/2005: Japonská architektura. Brno: Era21, 2005, 69–71 s., ISSN:1801-089X
- ČECHOVÁ, Marie a Ivo VYŠÍN. *Teorie elektromagnetického pole*. 2. vyd., Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1998, 181 s., ISBN 80-7067-805-4
- DAY, Christopher. *Duch & místo: uzdravování našeho prostředí: uzdravující prostředí*. 1. vyd. Brno: ERA, 2004, 273 s., ISBN 80-86517-95-0
- DĚDEK, Libor a Jarmila DĚDKOVÁ. *Elektromagnetismus*. Vyd. 2. Brno: VUTIUM, 2000, 232 s., ISBN 80-214-1548-7.
- DILLENSEIGNER, Jean-Paul, *Hlabitation est de santé, Éléments d'architecture biologique*. Vyd. 2. Edition Dangles. Saint-Jean de Braye. 1986. 206 s., ISBN: 2-7033-0295-9
- DREXLER, P., FIALA, P., BARTUŠEK, K. *Numerical modeling of accuracy of air Ion field measurement*. Journal of Electrical Engineering, ISSN 1335-3632, 2006, roč. 57, č. 8, s. 62 - 65
- GAUZIN-MÜLLER, Dominique. *L'architecture écologique. 29 Exemples Européens*. Paris: Le Moniteur, 2001, 287 s., ISBN: 2-281-19137-0
- HONZÍK, Karel. *Co je životní sloh*. 1. vyd. Praha: Československý spisovatel, 1958, 103 s., 3 příl.
- HOZMAN, Oldřich. *Hrázděné bydlení pro další generace. Můj dům, stavíme zařizujeme bydlíme*. text: Vít Straňák, foto: Robert Virt, kresby: Studio AR, [online], [cit. 05. 2. 2013]. Dostupné z: http://mujdum.dumabyt.cz/rubriky/stavba/hrazdene-bydleni-pro-dalsi-generace_105.html
- HUDEC, Mojmír, Blanka JOHANISOVÁ a Tomáš MANSBART. *Pasivní domy z přírodních materiálů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 157 s., ISBN 978-80-247-4243-4

- CHYBÍK, Josef. *Přírodní stavební materiály*. 1. vyd., Praha: Grada, 2009, 268 s. Edice Stavitel, ISBN 978-80-247-2532-1
- JOKL, Miloslav. *TZB - Interní mikroklima, ventilační a klimatizační technika pro stavební inženýry*. Dot. Praha: České vysoké učení technické, 1993, 167 s., ISBN: 80-01-00222-5
- JOKL, Miloslav. *Mikroklima interiéru budov s různou materiálně-technickou základnou*. Praha, 2009. Zdroj: <https://docplayer.cz/3256876-Mikroklima-v-interieru-budov-s-ruznou-materialne-technickou-zakladnou-prof-ing-miloslav-jokl-drsc.html>
- JOKL, Miloslav. *Zdravé obytné a pracovní prostředí*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2002, 261 s., ISBN 80-200-0928-0
- KOOLHAAS, Rem. *Třešticí New York: retroaktivní manifest pro Manhattan*. Praha: Arbor vitae, 2007, 247 s., ISBN 978-80-86300-77-1
- KÖNIG, Holger a Peter ERLACHER. *Neviditelná hrozba?: elektromagnetická pole kolem nás*. 1. české vyd., Ostrava: HEL, 2001, 120 s., ISBN 80-86167-15-1
- MAES, Wolfgang. *Stres durch Strom und Strahlung. Baubiologie: Unser Patient ist das Haus - Band 1*. Auflage, 2013, 1100 s., ISBN 978-3-923531-26-4
- MATHAUSEROVÁ, Zuzana. *Požadavky na kvalitu vnitřního prostředí budov – mikroklimatické podmínky a větrání*, [online], [cit. 2009-04-27]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vetrani-klimatizace/5593-pozadavky-na-kvalitu-vnitriho-prostredi-budov-mikroklimaticke-podminky-a-vetrani>
- MEIXNER, Miloslav. *Elektroiontové mikroklima*. In *Zdravé domy: mezinárodní vědecká konference = Healthy Houses : international scientific conference, 2009*, Brno: 2009, 91 s., ISBN: 978-80-214-4490-4
- MINKE, Germont. *Průručka hliněného stavitelství. Materiály – Technologie – Architektura*, Bratislava: Pagoda, 2009, 287 s., ISBN: 978-80-969698-2-1
- LAJČÍKOVÁ, Ariana. *Doporučený standard technický, Hygienické požadavky na kvalitu ovzduší v obytných budovách*. 2001, ČKAIT
- LAJČÍKOVÁ, Ariana. *Syndrom nemocných budov. Státní zdravotní ústav Praha*. [online]. www.zeleneuradovani.cz, EU – programu Transition Facility. Síť ekologických poraden (STEP), Ekologický institut Veronica: 2007. Dostupné z: http://zeleneuradovani.cz/images/Studie_na_web/Studie_Syndrom_nemocnych_budov.pdf
- LIPTON, Bruce H. *Biologie víry: jak uvolnit sílu vědomí, hmoty a zázraků*. 2. aktualizované a rozšířené vydání, Olomouc: ANAG, [2016], ISBN 978-80-7554-052-2
- PEARSON, David. *Vivre au naturel. La maison écologique*. Flammarion, 1999. 302 s., ISBN: 2-08-201941-1

- PROSSER, Václav. *Experimentální metody biofyziky: celostátní vysokoškolská učebnice pro studující matematicko-fyzikálních a přírodovědných fakult oboru 11-66-8 Biofyzika a chemická fyzika*. 1. vyd. Praha: Academia, 1989, 712 s., ISBN: 80-200-0059-3
- REID, Daniel P. *Tao zdraví, sexu a dlouhého života: nový praktický přístup starého vědění*. Hodkovičky [Praha]: Pragma, 2005, 463 s., ISBN 80-7205-209-8
- ROSE, Wulf-Dietrich. *Elektrosmog-elektrostres: Záření, které nás obklopuje a jak se proti němu bránit*. Hodkovičky [Praha]: Pragma, 2002, 202 s., ISBN 978-80-7205-905-8
- ROSINA, Jozef, Hana KOLÁŘOVÁ a Jiří STANEK. *Biofyzika pro studenty zdravotnických oborů*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2006, 230 s., ISBN 80-247-1383-7
- SAINT-EXUPÉRY, Antoine de. *Citadela*. 1. úplné vyd. Praha: Vyšehrad, 2002, 438 s., ISBN 80-7021-576-3
- SALAT, Serge. *The sustainable design handbook china. High enviromental quality cities and buldings*. Paris: CSTB, 2006, ISBN: 2-86891-334-2
- SVOBODA, J. *Záporné ionty v obytném prostředí. Ions and their contribution for living space*. Sborník Mednelovy Zemědělské a Lesnické univerzity v Brně. Číslo 2, 2008, ročník LVI, pp. 189–198
- TOO, Lillien. *Living with good feng shui by Lillian Too, konsep books*, 2009, ISBN: 978-967-329-015-4
- TREUTWEIN, Norbert. *Jak vyzrát na počasí: rady a pomoc při citlivosti na počasí : magnety, záření a elektřina : nejnovější vědecké poznatky*. Vyd. 1. V Praze: Ikar, 2001, 213 s., ISBN 80-7202-933-9
- ŽABIČKOVÁ, Ivana, Eva KABOURKOVÁ a Alena KARASOVÁ. *Hliněné stavby včera a dnes*. Brno: Sdružení hliněného stavitelství, 2009, 34 s., ISBN 978-80-254-3905-0
- ŽÁK, Ladislav. *Obytná krajina*. V Praze: S.V.U. Mánes, 1947
- ŽEMLIČKA, Jan. *Cyklus přednášek na FA ČVUT v Praze, Šetrné budovy: Ekologický a technický koncept domu*. Ing. Jan Žemlička.[online: 2012-04-12], [cit. 2013-02-18]. Dostupné z: Archiv přednášek ČVUT
- ŽERT, Vlastimil a Andrej SÁNDOR. *Čchi – energie pro život a techniku: po stopách lovců éteru*. Vyd. 1. Olomouc: Fontána, 2006, 317 s., ISBN 80-7336-268-6
- ŽERT, Vlastimil. *Geomantie včera a dnes, aneb, Začátečníkův průvodce po místech svatých a klatých*. Vyd. 1. Olomouc: Poznání, 2003, 107 s., ISBN 80-86606-14-7