

Název práce:

Specifika vnitřního prostředí pokoje pro teenagera

Cíl závěrečné práce:

Závěrečná práce propojuje stavebně-technický a psychologický přístup k návrhu pokoje pro teenagera. Zaměřuje se na to, jak vnitřní prostředí pokoje ovlivňuje vývoj mozku, zdraví a sebe hodnotu dítěte v klíčovém období dospívání. Výsledkem je soubor konkrétních opatření, která napodobují přírodní podmínky a podporují zdraví i výkon. Práce může sloužit jako inspirace pro rodiče, projektanty i pedagogy.

Práci jsem vytvořila na závěr kurzu FSv_098 Technická zařízení budov pro energeticky efektivní a zdravé budovy, který je součástí programu celoživotního vzdělávání 2024/2025.

České vysoké učení technické v Praze,
fakulta stavební, katedra technických zařízení budov.
Garant kurzu: prof. Ing. Karel Kabele, CSc.
Vedoucí závěrečné práce: Ing. Zuzana Veverková, Ph.D.
Autor práce: Ing. Tereza Černá
Datum vypracování závěrečné práce: 13. 04. 2025

Poznámka autorky:

Tato práce vznikla jako výsledek mého dlouholetého profesního zaměření na vnitřní prostředí budov s důrazem na komplexní a multioborový přístup, který propojuje znalosti technických zařízení budov (TZB), stavební fyziky a aktuálních poznatků z neurověd a epigenetiky.

Text je chráněn autorským právem. Jakékoli využití této práce, jejích částí či principů nad rámec citace vyžaduje souhlas autorky.

Závěrečná práce reflektuje pouze teoretický základ – na jeho základě dále rozvíjím praktické postupy a metodiky v rámci specializovaných kurzů a konzultací zaměřených na zdravé, podporující a individuálně vyladěné vnitřní prostředí budov.

Obsah

- ❖ Úvod
- ❖ Definice potřeb
 - Individuálně vnímané potřeby
 - Vývoj mozku dítěte ve věku 11–19 let
 - Digitální hygiena a vliv obrazovek na neurovývoj
 - Zónování podle hormonální odezvy
- ❖ Materiály
 - Biophilic design: vliv přírodních prvků na zdraví
 - Kvalita materiálů a smyslové vnímání
 - Mikrobiální prostředí
 - Přístup k vodě
- ❖ Kvalita vnitřního prostředí
 - Vzduch, mikroklima a záporné ionty
 - Tepelná pohoda a vertikální stratifikace
 - Akustika a zvuková pohoda
 - Denní a umělé osvětlení
 - Elektroinstalace, elektro smog a jeho eliminace
- ❖ Závěr
 - Specifický přístup k návrhu pokoje pro dospívající
 - Zvolená opatření v návrhu pokoje Ondřeje
- ❖ PŘÍLOHA: Návrh dalšího výzkumu v praxi
- ❖ PŘÍLOHA: Seznam použité literatury

ÚVOD

Vnitřní prostředí budov ovlivňuje člověka na úrovni psychologické, neurofyzilogické i epigenetické. U dospívajících je toto působení ještě zásadnější, neboť mozek i hormonální systém se nacházejí ve fázi vysoké plasticity.

Cílem této práce je analyzovat specifika prostředí pokoje pro věkovou kategorii 11–19 let, přičemž teoretické poznatky jsou aplikovány na konkrétní případ – návrh pokoje pro chlapce Ondřeje v rodinném domě (pro snazší orientaci v této zprávě je příklad Ondřeje vždy modře).

Zohledněny jsou nejen klasické technické parametry (osvětlení, kvalita vzduchu, teplota), ale také neurobiologické mechanismy (např. regulace dopaminu, vliv mikrobiomu a povrchových struktur na mozek), epigenetické souvislosti (např. transdukce signálů přes kůži, environmentální stresory) a psychosociální faktory (identita, soukromí, autonomie).

DEFINICE POTŘEB

Individuálně vnímané potřeby

Individualizace prostoru má vysoký vliv na to, jak se v prostoru cítíme. Důkazem je, mnoho dotazníků spokojenosti, ze kterých je patrné, o kolik spokojenější jsme v úplně stejném prostředí z hlediska fyzikálních parametrů (teplota, vlhkost, světlo...), pokud jsme měli možnost si je zvolit dobrovolně a ovládat je. Proto je zapotřebí jakýkoliv návrh zahájit dotazníkem, co potřebuje ten, kdo daný prostor bude užívat. U teenagera to platí o to více, že se nachází ve vývojové fázi, kdy se upevňuje jeho sebe hodnota a kritické myšlení.

Aplikace v pokoji Ondřeje:

Co si přeje teenager:

- Soukromí – uzamykatelné dveře, okna do soukromí, zvuková izolace
- Vlastní styl a barvy (pocit někam patřit, sounáležitost s přáteli)
- Možnost si pokoj udělat po svém (pocit sebehodnoty)
- Odpočinek, možnost lenořit (odbourání únavy a stresu z přetížení informacemi)
- Klid na učení se, sport, poslech hudby

Co si přeje rodič:

- Vhodná teplota, vlhkost, světlo, kvalita vzduchu
- Kvalitní spánek, pocit bezpečí, odpočinek, uvolnění od špatné nálady
- Pocit vlastní sebehodnoty
- Klid na soustředěné přemýšlení
- Omezení screeningového času – promyšlené dopaminové kotvy
- Snadná udržovatelnost (samostatný úklid)

Vývoj mozku dítěte ve věku 11-19 let

V období adolescence dochází k výraznému rozvoji mozku, citlivosti na prostředí a hledání vlastní identity. Dětský pokoj přestává být jen místem pro spaní a učení – stává se osobním útočištěm, kde se dítě formuje jako samostatná osobnost. Proto vnitřní prostředí ovlivňuje na nevědomé úrovni víc emoce teenagera než dospělého.

Raná adolescence (11–13 let)

- Začíná puberta, aktivují se hormony, mozek je citlivý na zpětnou vazbu z okolí.

- Vyrůstá potřeba soukromí, ale dítě stále vyhledává podporu rodičů.
- Začíná rozvoj kritického myšlení a experimentování se sebereprezentací.
- Potřeba řádu, bezpečí a pravidel, ale zároveň odpor vůči autoritám.

Střední adolescence (14–16 let)

- Emoční výkyvy, citlivost na sociální srovnávání.
- Zvýšená potřeba identity, samostatnosti, někdy až rebelie.
- Roste vliv digitálního prostředí – snaha o dopaminové „úniky“.
- Tvoří si hodnotový systém, testuje hranice.

Pozdní adolescence (17–19 let)

- Dochází k dokončení schopnosti plánovat a nést zodpovědnost.
- Hledání životního smyslu, často krize identity.
- Touha po vlastním prostoru, kde si může „zkusit dospělost“.
- Potřeba vizuální estetiky, inspirace, rituálů a osobního stylu.

Aplikace v pokoji Ondřeje:

Ondřejovi bude 11 let. Aplikuji tedy body pro ranou adolescenci:

- Návrh pokoje si nejprve velmi dobře připraví rodič. Rozdělí body mezi ty, které rozhodne „direktivně“, kde je přístup kompromisům a které si rozhodne v plné míře dítě.
- Potřeba soukromí teprve začíná, je potřeba mu dopřát soukromí alespoň částečné: návrh: postel mimo přímý pohled při příchodu do pokoje, cedulka na dveře, tajný šuplík. Rodič v téhle fázi přejde od péče o dětský pokoj do fáze podpory a dohledu při péči o dětský pokoj dítětem. Pokud rodič doposud dělal vše za dítě, tak je potřeba ještě například na rok zařadit krok, kdy rodič a dítě pečují o pokoj a pořádek v něm společně.
- Dítě bude již zapojeno do návrhu. Raději 2x až 3x se k tomu vrátit, vždy jen na půl hodiny. Jinak by dítě odsouhlasilo cokoliv, jen aby mělo klid. Dostane prostor se vyjádřit ke kterémukoliv bodu. Může sám vybírat, vyrábět a podobně, aby mu pokoj přinášel pocit sebehodnoty.
- Bude se podílet na vytváření řádu a pravidel pro pokoj, jen některá pravidla případně doplní rodič.

Digitální hygiena a vliv obrazovek na neurovývoj

Teenager žije v digitálně intenzivním prostředí. Průměrný evropský adolescent tráví u obrazovek více než 6 hodin denně (WHO, 2021), přičemž většina tohoto času není spojena se vzdělávací činností. Nadměrné používání digitálních zařízení má přímý vliv na neurochemii, cirkadiánní rytmy a emocionální regulaci.

Neurobiologický vliv:

- **Dopaminová závislost:** Scrollování na sociálních sítích aktivuje mezolimbický dopaminový okruh, podobně jako adiktivní látky. Dochází k tzv. „dopaminové depleci“, která zhoršuje schopnost prožívat radost z běžných činností (Lembke, 2021).
- **Disregulace spánkového cyklu:** Modré světlo z obrazovek potlačuje melatonin až o 50 % (Harvard Health Publishing, 2020).
- **Zvýšený stres:** Nadměrné používání zařízení koreluje s vyšší hladinou kortizolu, nižší empatií a horšími výsledky v oblasti verbální paměti (Twenge et al., 2018).

Epigenetické aspekty:

- Chronická aktivace dopaminového systému a stresová stimulace osy HPA může vést k epigenetickým změnám v genech regulujících zánět, náladu a neuroplasticitu (Szyf, 2019).

Prostorové strategie podpory digitální hygieny:

- **Vizualizace alternativ, tedy tzv. dopaminové kotvy v interiéru**

Dopaminové kotvy jsou podněty, které přinášejí malou, ale příjemnou dávku dopaminu bez negativních následků. Všechny tyto prvky by měly být **viditelné a snadno dostupné**, protože náš mozek často sahá po tom, co je po ruce a co vypadá známě. Jejich cílem je nahradit impulzivní sahání po telefonu nebo videích smysluplnou činností:

- **Hudební nástroje nebo sluchátka** s oblíbenou hudbou (aktivní poslech, ne pasivní).
 - **Předměty s pozitivní asociací** – např. sběratelské předměty, suvenýry, drobná tvorba.
 - **Fyzický pohyb na dosah** – hrazda na dveřích, balanční podložka, žíněnka.
 - **Přístup k tvorbě** – skicák, LEGO, stavebnice, knihy, fixy.
- **Technická regulace:** Využití časovačů na Wi-Fi routeru, vypínání elektroniky v noci.
 - **Ergonomie:** Držáky na tablet/laptop ve výšce očí s externí klávesnicí – zlepšení držení těla, snížení únavy.
 - **Přehlednost:** Nabíjecí stanice mimo pracovní stůl (např. v zásuvce komody) – snižuje impulzivní sahání po telefonu.

Aplikace v pokoji Ondřeje:

- Dopaminové kotvy:
 - Nástěnka s fotkami připomínajícími offline aktivity (pes, ohniště na zahradě, kamarádi z obce, on sám při cvičení) umístěna v zorném poli.
 - Prostor pro cvičení

- Knihovna v blízkosti postele, protože on rád odpočívá v posteli a rád se vzdělává v tom, co jeho samotného zajímá
- Pevný počítač místo notebooku nebo tabletu, se samostatnou klávesnicí a s displejem ve správné výšce.
- Nabíjení telefonu mimo dosah stolu i postele, v dřevěné krabičce s víkem.
- LED pásy nastavitelné do teplého spektra se aktivují automaticky 1 hodinu před spaním (v 8h večer), zároveň se vypne router i mobil.

Zónování podle hormonální odezvy

Zónování prostoru podle typologie aktivit není pouze ergonomickým či dispozičním nástrojem. V případě návrhu pokoje pro dospívající osobu je zcela zásadní chápat zónování jako *prostředek ovlivňující neuroendokrinní rovnováhu* – tedy v přímé souvislosti s tím, jak jednotlivé části prostoru aktivují specifické části mozku a s nimi spojené hormonální osy. Správně navržené zónování dokáže podporovat soustředění, odpočinek, emocionální stabilitu i zdravé sociální interakce – tedy klíčové oblasti vývoje v adolescenci.

Pracovní (studijní) zóna

Hormonální a nervová odezva: Aktivace dopaminergní dráhy (motivace, soustředění), mírně zvýšený kortizol (při zdravé míře stresu), aktivace prefrontální kůry.

Funkce prostoru: Tato zóna má podporovat kognitivní výkon, plánování, cílené úsilí a vnitřní motivaci.

Návrhové zásady:

- **Přirozené denní světlo**, ideálně z levé strany pro praváky (minimalizace stínů), s možností výhledu – *zraková expozice podporuje tvorbu dopaminu a bdělost*.
- **Umělé osvětlení s vyšší barevnou teplotou (5000–6500 K)** pro denní činnosti.
- **Ergonomické vybavení:** Nastavitelná židle, kvalitní pracovní stůl, minimalizace fyzického diskomfortu (ten snižuje pozornost).
- **Pořádek a jednoduchost:** Chaotické prostředí zvyšuje kognitivní zátěž, snižuje výkon a narušuje dopaminovou regulaci.

Spací zóna

Hormonální a nervová odezva: Zvýšená produkce melatoninu (ve tmě), snížení kortizolu, uklidnění limbického systému (emoce), aktivace parasymptiku.

Funkce prostoru: Regenerace, stabilizace nervového systému, růstové procesy (v pubertě extrémně důležité).

Návrhové zásady:

- **Úplné zatemnění** (blackout závěsy, žádné LED kontrolky, žádné modré světlo) – melatonin je inhibován modrou složkou světla.
- **Teplé barvy (2700–3000 K), teplé materiály a měkké struktury** – zklidňují smyslové podněty.
- **Akustická pohoda** – klidové prostředí bez rušivých hluků. Pokud není možné dosáhnout ticha, doporučuje se šumové maskování (např. větrák).
- **Minimalizace digitálních zařízení** – nejen kvůli modrému světlu, ale i kvůli psychickému stimulu a narušení spánkové hygieny.

Relaxační zóna

Hormonální a nervová odezva: Uvolňování oxytocinu a serotoninu, snížení kortizolu, aktivace limbického systému v bezpečí.

Funkce prostoru: Podpora emoční rovnováhy, introspekce, klidného „bytí“, budování bezpečného útočiště.

Návrhové zásady:

- **Textilie a haptické podněty** (deky, polštáře, přírodní materiály) – kontakt s příjemnými strukturami zvyšuje hladinu oxytocinu.
- **Teplé barvy, difúzní světlo** (lampičky, nepřímé osvětlení), svíčky (bezpečně).
- **Možnost uzavření prostoru** – závěsy, paraván, výklenek – *pocit bezpečí je klíčový pro uvolnění.*
- **Vizuální podněty s pozitivní asociací** – obrázky blízkých, oblíbené umění, přírodní motivy.

Sociální zóna

Hormonální a nervová odezva: Aktivace prefrontální kůry (řízení chování, empatie), uvolňování endorfinu a oxytocinu (při pozitivních interakcích).

Funkce prostoru: Podpora komunikace, společných zážitků, vztahových dovedností – což je v dospívání zásadní pro budování identity.

Návrhové zásady:

- **Flexibilní uspořádání:** Sedací vaky, skládací židle, nízké stolečky – prostředí umožňující různorodé aktivity.
- **Přívětivé osvětlení** – tlumené, teplé, umožňující intimní atmosféru i hru se světlem (např. LED pásy s možností měnit barvu).
- **Zóna oddělitelná od ložnice** – důležité pro hranice mezi soukromím a sdílením prostoru.
- **Akustická absorpce** – měkké povrchy, závěsy, koberce snižující ozvěnu a zvyšující pocit intimacy.

Aplikace v pokoji Ondřeje:

- **Pracovní zóna** u východního okna s přirozeným světlem, nastavitelné osvětlení, ergonomické vybavení, vzdáleno od polic a chaotičtější části pokoje.
- **Spací zóna** bude na dřevěném patře ve vyvýšené zóně, vzdálená od dveří i oken, s neprůhlednými závěsy. Bude obsahovat i zónu převlékací – zvýšení soukromí.
- **Relaxační zóna** – pohovka na západní straně, knihovna, poličky, nástěnky, LED pásky 2700 K, měkké přírodní materiály – pohovka s polštáři případně i kobercem
- **Sociální zóna** – prostor pro setkávání s přáteli bude jak v relaxační zóně, tak ve sportovní zóně, která bude ve středu pokoje.

MATERIÁLY

Biophilic design: vliv přírodních prvků na zdraví

Biophilic design je vědecky podložený přístup k tvorbě interiérů, který vědomě integruje přírodní prvky do uměle vytvořeného prostředí s cílem podpořit fyziologickou a psychickou rovnováhu člověka. Tento koncept vychází z evoluční teorie, podle níž se lidská neurofyzilogie utvářela v přímé interakci s přírodním prostředím – s rostlinami, vodou, skalami, proměnlivým světlem, pohybem větru či organickými strukturami (Kellert et al., 2011). V moderním interiéru se absence těchto podnětů ukazuje jako faktor přispívající ke stresu, únavě a ztrátě soustředění – zejména u dospívajících osob, jejichž nervová soustava je vysoce plastická a citlivá na prostředí.

Neurovegetativní a hormonální účinky biofilních prvků

Přítomnost přírodních struktur v interiéru přímo ovlivňuje aktivitu autonomního nervového systému a produkci hormonů souvisejících se stresem, radostí a rovnováhou.

- **Kontakt s přírodní strukturou** (např. dřevo, kámen, textilie s rostlinným motivem, listy) aktivuje **parasimpatikus**, což vede ke **snížení srdeční frekvence, krevního tlaku a hladiny kortizolu** (Lee et al., 2015). Tento efekt byl prokázán i u krátkodobého vizuálního kontaktu s přírodními motivy.
- **Zrakový kontakt se zelení a přirozenými tvary** stimuluje **produkci oxytocinu a endorfinů**, tedy hormonů spojených s pocitem bezpečí, klidu a vnitřní pohody (Kaplan, 1995). Efekt se dostavuje již při několika minutách pohledu na rostlinu nebo obraz přírodního výjevu.
- **Dynamické denní světlo**, jehož intenzita a spektrum se v průběhu dne mění, podporuje **cirkadiánní rytmy a produkci serotoninu** – neurotransmiteru, který

ovlivňuje náladu, spánek a adaptabilitu. Umělé prostředí s konstantním osvětlením tento přirozený rytmus narušuje.

Epigenetické a neuroimunitní souvislosti

Výzkumy poslední dekády ukazují, že dlouhodobý pobyt v přírodním nebo biofilně laděném prostředí ovlivňuje nejen hormonální rovnováhu, ale i expresi genů a imunitní odezvu.

- **Přítomnost živých rostlin nebo přírodních struktur** může **ovlivňovat epigenetickou regulaci genů** souvisejících se **zánětlivou odpovědí a metabolismem stresových hormonů**, zejména kortizolu (Park et al., 2020). To znamená, že prostředí skutečně mění způsob, jakým tělo reaguje na stresory – což je zásadní právě v období adolescence.
- **Biofilní materiály** (např. dřevo, kámen, vlna) stimulují **kožní a hmatové receptory** způsobem, který aktivuje **neuroimunitní osu** – tedy propojení mezi smyslovými podněty, nervovým systémem a imunitní odezvou (Monti et al., 2023). To může přispívat ke snížení psychosomatických obtíží (např. ekzémy, bolesti hlavy, poruchy trávení), které jsou u citlivějších adolescentů časté.

Aplikace v návrhu pokoje pro teenagera

Integrace biofilních principů do návrhu pokoje pro dospívající osobu je nejen žádoucí, ale z hlediska dlouhodobého zdraví dokonce nezbytná. Cílem je vytvořit prostředí, které podvědomě podporuje zdravou seberegulaci, emoční stabilitu a fyziologickou regeneraci.

Doporučené prvky biofilního designu:

- **Přírodní materiály** v nábytku a doplňcích: masivní dřevo, ratan, bavlna, len, kámen.
- **Přímá přítomnost rostlin**: i malý květináč na parapetu má prokazatelný účinek.
- **Organické tvary a struktury**: kulaté linie, přírodní nepravidelnosti.
- **Vizuální propojení s přírodou**: výhled z okna, přírodní fotografie, obrazy krajín.
- **Změny v intenzitě světla a stínu** během dne: ideálně kombinace přirozeného světla a stmívatelného osvětlení s možností barevných teplot.

Aplikace v pokoji Ondřeje:

- **Přírodní materiály**: Do pokoje budou vybrány téměř výhradně přírodní materiály: dřevo na podlahu i nábytek, vlna, len, sklo a kov na prvky osvětlení.
- **Přímá přítomnost rostlin**: Ondřej si sám definoval, jaký typ rostlin si do pokoje přeje, zelené visící a v květináči s červenými květy.

- **Organické tvary a struktury:** zvolené přírodní materiály mají samy o sobě různé hrubosti povrchů. Dále je na stěnu plánovaná hliněná omítka se zaoblenými fabiony, pohovka s měkkými zakulacenými tvary, a podobně.
- **Vizuální propojení s přírodou:** výhled z okna a pohled na dřevo a květiny v pokoji.
- **Změny v intenzitě světla a stínu** během dne budou výrazně podpořené, více v kapitole o osvětlení.

Kvalita materiálů a smyslové vnímání

Výběr a kvalita materiálů v interiéru dětského či studentského pokoje přesahují běžná kritéria estetiky a snadné údržby. Materiály, s nimiž mladý člověk denně přichází do kontaktu, spoluvytvářejí smyslové prostředí, které přímo ovlivňuje jeho nervový, imunitní i hormonální systém. Adolescence je období zvýšené citlivosti na vnější podněty – fyzické, chemické i senzorické – a proto se kvalita použitých materiálů stává zásadním faktorem pro podporu zdravého vývoje.

Smyslové vnímání a neurofyzilogická odezva na materiály

Materiály ovlivňují člověka skrze hmat, zrak, čich i vnímání teploty. Tyto smyslové vstupy regulují činnost autonomního nervového systému – tedy rovnováhu mezi parasympatikem (odpočinek, regenerace) a sympatikem (stresová reakce, aktivace).

- **Taktilní receptory** v pokožce rozlišují jemné nuance **textury, teploty, tvrdosti a vlhkosti**. Kontakt s **přírodními materiály**, jako je dřevo, len, vlna či korek, aktivuje přirozenou nervovou odpověď spojenou s **parasympatikem** – tělo se dostává do režimu klidu a obnovy (Küller, 2006). Oproti tomu hladké, lesklé a chladné plastové povrchy vyvolávají spíše distanc a nižší hmatovou aktivaci.
- Povrchy s **jemnou texturou a přirozenou nepravidelností** působí na podvědomí uklidňujícím dojmem. Podle studií z oblasti environmentální psychologie lidé vnímají přírodní materiály jako „teplejší“, bezpečnější a příjemnější – i když jejich reálná teplota může být stejná jako u syntetických alternativ.
- **Materiálová teplota** hraje důležitou roli především v podlahách a površích, kterých se dotýkáme bosou nohou či dlaní. Chladné, tvrdé povrchy (např. laminát, PVC) vedou k neustálé aktivaci smyslových receptorů a mohou dlouhodobě zvyšovat hladinu stresových hormonů, pokud nejsou kompenzovány jinými měkkými nebo teplými plochami.

Chemické složení materiálů a vliv na zdraví

Volba materiálů má zásadní vliv také na **kvalitu vnitřního ovzduší**, které je pro dětský organismus podstatně důležitější než pro dospělého. Dospívající člověk tráví v pokoji v průměru 8–14 hodin denně a je vystaven všem emisím z materiálů v dlouhodobém horizontu.

- **MDF desky, lamináty, dřevořískové podlahy, běžné interiérové barvy a lepidla** často obsahují a dlouhodobě uvolňují **těkavé organické látky (VOC)**, z nichž nejproblematictější jsou **formaldehydy, ftaláty, benzen a toluen** (WHO, 2010). Tyto látky jsou spojovány s vyšším výskytem **alergií, poruch pozornosti (ADHD) a neurovývojových poruch**.
- **Dospívající organismus** je obzvlášť zranitelný, protože metabolické i detoxikační dráhy (např. jaterní enzymy) nejsou plně vyztáhlé. Dlouhodobá expozice VOC může vést ke **kumulativnímu zatížení organismu** a narušení hormonální rovnováhy.
- Kvalita vzduchu je dále ovlivňována **teplotou a vlhkostí** – při vyšších teplotách roste emisní aktivita některých materiálů.

Epigenetické souvislosti a mikrobiální expozice

Moderní věda ukazuje, že materiály v interiéru mohou mít **epigenetický dopad** – tedy měnit způsob, jakým se geny chovají, aniž by docházelo ke změně jejich struktury.

- **Kontakt s přírodními materiály**, především **porézními a nedezinfikovanými povrchy**, podporuje **expozici přirozenému mikrobiomu** – mikroorganismům, které působí jako podněty pro imunitní vývoj a epigenetické značení genů spojených se zánětlivou odpovědí (Rook, 2013). Dítě či dospívající v kontaktu s těmito materiály si vytváří „zdravý otisk prostředí“ na úrovni DNA regulace.
- Oproti tomu **materiály emitující VOC** mohou podle studií (Martino et al., 2011) způsobit **epigenetické změny** v genech odpovědných za metabolismus **xenobiotik** – cizorodých látek, které tělo jinak obtížně odbourává. To může vést k oslabené detoxikační schopnosti organismu a zvýšené zátěži imunitního systému.

Praktické zásady pro výběr zdravých materiálů do studentského pokoje

Při návrhu zdravého interiéru pro dospívajícího člověka je vhodné dodržet následující kritéria:

- **Přednostně volit přírodní materiály bez chemických nátěrů**: masivní dřevo, lněné a bavlněné textilie, přírodní korek, ovčí vlna, hlína nebo vápenné omítky.

- **Vyhýbat se kompozitním deskám a plastům** s neznámým složením – především tam, kde dochází ke kontaktu s pokožkou (postel, pracovní deska).
- **Preferovat difuzně otevřené povrchy** (např. surové dřevo, minerální omítky), které pomáhají regulovat vlhkost a zabraňují růstu plísní.
- **Věnovat pozornost certifikacím:** např. produkty s označením **FSC**, **EU Ecolabel**, **Blue Angel**, **Natureplus**, nebo s emisní třídou **E0–E1** u dřevotřískových výrobků.

Aplikace v pokoji Ondřeje:

- Použití **dřevěného nábytku** z masivu bez lakování, pouze s voskovou úpravou.
- **Textilie z přírodních vláken** – len, bavlna, vlna.
- Omítky hliněné s jílovými a minerálními barvami s nízkou emisivitou VOC.

Mikrobiální prostředí

Mikrobiální prostředí v interiéru – tedy přítomnost a složení mikroorganismů ve vzduchu, na površích i v prachových částicích – patří mezi nejméně viditelné, ale nejvýznamnější faktory ovlivňující zdraví. Moderní výzkum mikrobiomu ukazuje, že lidské tělo je v neustálé interakci s mikroorganismy z okolního prostředí a že právě **různorodý, přirozeně vyvážený mikrobiální kontakt** je klíčem k normálnímu fungování **imunitního, hormonálního i nervového systému** – zejména u dospívajících, jejichž organismus je ve fázi přestavby a dozrávání.

Mikrobiální rovnováha a imunitní zrání

Vývoj imunitního systému probíhá v přímé interakci s mikrobiálním prostředím – tělo se „učí rozlišovat“ mezi škodlivým a neškodným, a zároveň se kalibruje míra imunitní aktivity. Pokud je prostředí příliš sterilní, imunitní systém nemá dostatek tréninkových podnětů, což vede k **vyšší reaktivitě – alergiím, autoimunitním reakcím a psychoneuroimunitní nerovnováze**.

- **Mikrobiální kontakt z prostředí**, zejména z přírodních materiálů a běžného prachu z domácnosti, stimuluje **produkci regulačních T-lymfocytů**, které snižují riziko přehnané imunitní reakce (Rook, 2013).
- **Mikroorganismy spojené s přirozenými materiály** – např. s hlinou, neopracovaným dřevem, textiliemi z přírodních vláken – bývají symbiotické a podporují **rovnovážný mikrobiom**, což je zásadní pro správnou odpověď slizniční imunity (Gilbert et al., 2018).
- **Sterilizovaná prostředí** nebo interiéry s převahou umělých, nepropustných materiálů mají chudší mikrobiom, který bývá méně stabilní a náchylnější k přemnožení patogenních nebo oportunních organismů.

Vliv na psychickou stabilitu a emoční regulaci

Mikrobiom se přímo podílí i na regulaci emocí, nálady a stresové reakce. Existuje tzv. **osa střevo–mozek–mikrobiom**, kde mikroorganismy v těle i v prostředí ovlivňují produkci **neurotransmiterů, jako je serotonin a GABA**, a tím působí na **úroveň úzkosti, impulzivity a emoční stability**.

- **Mikrobiální diverzita v okolí** ovlivňuje složení mikrobiomu pokožky a dýchacích cest – to má zpětný vliv na nervovou soustavu prostřednictvím **neuroimunitních receptorů** (např. v nosní sliznici).
- Dlouhodobý pobyt v **mikrobiálně chudém prostředí** může být spojen se zvýšenou mírou **únavy, podrážděnosti a nespavosti**, zejména v kombinaci s chemickým zatížením (např. VOC nebo plísněmi).

Negativní vlivy: plísně a přemíra dezinfekce

I když zdravé mikrobiální prostředí není sterilní, je důležité **odlišovat symbiotické mikroorganismy od toxických kontaminantů**, zejména plísni produkujících mykotoxiny.

- **Toxigenní plísně (např. Aspergillus, Stachybotrys)** mohou mít silný neurotoxický účinek a jsou spojovány s **kognitivními poruchami, migrénami, únavou a výkyvy nálad**. Jejich přítomnost často uniká vizuální kontrole – výskyt bývá spojen s **nevhodným skladováním věcí, netěsnostmi a špatnou ventilací**.
- **Časté používání dezinfekčních prostředků**, zejména s obsahem chloru, kvartérních amoniových solí a alkoholu, **narušuje přirozený mikrobiom pokožky i vnitřní prostředí**. Studie potvrzují souvislost mezi nadužíváním dezinfekce a **nárůstem alergií a astmatu**.

Epigenetické dopady mikrobiálního prostředí

Podmínky prostředí – tedy to, jaké mikroorganismy, toxiny a chemikálie jsou přítomny v interiéru – **ovlivňují epigenetickou regulaci genů**, tedy způsob, jakým se genetická informace čte a uplatňuje.

- Signály z prostředí, jako je **přítomnost toxických plísni nebo VOC**, mohou epigeneticky **aktivovat zánětlivé dráhy** a ovlivnit expresi genů, které jsou **spojeny s astmatem, ekzémy nebo chronickým zánětem** (Martino et al., 2011).
- Naopak **expozice přírodnímu, diverzifikovanému mikrobiálnímu prostředí** může **epigeneticky posilovat obranyschopnost a odolnost vůči stresu**, což má zásadní význam v období dospívání.

Doporučení pro zdravé mikrobiální prostředí v pokoji teenagera

- **Zamezit plísním:** kontrolovat místa se zvýšenou vlhkostí, větrat, eliminovat těsně přiléhající nábytek ke stěnám, používat difuzně otevřené materiály.
- **Omezit chemii:** místo dezinfekce používat šetrné přírodní čisticí prostředky (ocet, mýdlová voda), minimalizovat vůně a chemické spreje.
- **Podporovat mikrobiální diverzitu:** používat přírodní materiály (dřevo, hlinu, textilie), občas pustit dovnitř čerstvý venkovní vzduch, nebát se „živosti“ prostředí.
- **Zvážit živé rostliny:** přítomnost některých druhů (např. kapradiny, dracény) pomáhá zachytávat prachové částice a udržovat mikroklima s přirozenou mikrobiální složkou.

Aplikace v pokoji Ondřeje:

- Zamezení plísním: rodinný dům je difuzně otevřená dřevostavba s vnitřní předstěnou, nábytek není umísťován těsně ke stěně, bude instalováno nucené větrání
- V domácnosti se běžně používají šetrné přírodní čisticí prostředky, povrchy jsou přírodní a mnohdy přirozeně antibakteriální. V případě nemoci se vzduch dezinfikuje cibulí nebo výjimečně esenciálními oleji.

Přístup k vodě

Zajištění přístupu k vodě v prostoru, kde dítě tráví většinu dne, je zásadní pro podporu zdravého pitného režimu a udržení kognitivních funkcí. Mozek dospívajícího člověka je extrémně citlivý na dehydrataci – i 1–2 % pokles hydratace vede k výraznému snížení pozornosti a pracovního výkonu (Masento et al., 2014).

Fyziologické a behaviorální aspekty:

- Dehydratace snižuje výkonnost mozku, zvyšuje riziko bolestí hlavy, únavy a podrážděnosti.
- Dostupnost vody v zorném poli vede k až **50% vyššímu příjmu tekutin** (Muckelbauer et al., 2009).

Aplikace v pokoji Ondřeje:

- Karafa s vodou a sklenicí na viditelném místě – např. polici vedle stolu.
- Přirozené materiály – sklo, keramika, dřevo – zvyšují uživatelský komfort a pocit hodnoty rituálu pití.
- Možnost doplnění vody v koupelně v bezprostřední blízkosti pokoje.

KVALITA VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

Vzduch, mikroklima a záporné ionty

Vzduch v interiéru zásadně ovlivňuje funkce dýchacího, nervového a kardiovaskulárního systému. Vysoká koncentrace CO₂ snižuje schopnost soustředění, zatímco zvýšené hodnoty VOC, ozónu a formaldehydu jsou neurotoxické a karcinogenní (WHO, 2010).

Neurofyzilogický vliv:

- **CO₂ > 1000 ppm:** snížení rozhodovací schopnosti a výkonnosti až o 20 % (Satish et al., 2012).
- **VOC:** Způsobují podráždění, poruchy spánku a kognitivních funkcí (Molhave, 2003).

Epigenetické souvislosti:

- Oxidační stres z expozice znečištěnému vzduchu zvyšuje metylaci genů spojených s depresí, ADHD a imunitními poruchami (Szyf, 2019).

Vzduch obsahuje kladné a záporné ionty. Záporné ionty vznikají přirozeně u vodopádů, lesů nebo po bouřce a mají prokazatelný účinek na psychickou pohodu.

Neurobiologický a fyziologický vliv:

- **Záporné ionty (anionty)** zvyšují hladinu serotoninu a zlepšují náladu (Krueger & Reed, 1976).
- Snižují hladinu kortizolu a zlepšují spánek (Perez et al., 2013).
- Zlepšují filtraci jemných částic a zvyšují účinnost čističek vzduchu.

Aplikace v pokoji Ondřeje:

- Přirozené větrání skrze okna na dvou stranách místnosti už je teď, nově přibude nucené větrání s rekuperací tepla a vlhkosti a s měřením kvality vzduchu. Tím se předejde nutnosti připomínat teenagerovi nutnost větrání.
- Po zahájení provozu nuceného větrání se prověří nutnost ionizace vzduchu.
- V pokoji jsou zvoleny přírodní materiály (jíl, dřevo, vlna), které nepřitahují statickou elektřinu, a tedy nezvyšují přítomnost kladných iontů.
- U postele Ondřej na večerní čtení využívá solnou lampu. Případně je možné přidat otevřené misky s himálajskou solí – drobný doplněk s vlivem na iontové rovnováhy v mikroklimatu.

Tepelná pohoda a vertikální stratifikace

Tepelné mikroklima interiéru výrazně ovlivňuje kognitivní výkon, kvalitu spánku a schopnost soustředění. U teenagera, který se učí, odpočívá i spí v jednom prostoru, je správné řízení tepelné pohody zásadní.

Fyzikální a neurofyzilogické aspekty:

- Teplotní komfort závisí nejen na teplotě vzduchu, ale i na teplotě okolních povrchů, relativní vlhkosti a proudění vzduchu (ČSN EN ISO 7730).
- **Optimální teplota** pro mentální výkon je 20–22 °C, zatímco pro spánek 17–19 °C (Seppänen et al., 2006).

Vysoký a šikmý strop – vertikální stratifikace:

- Teplý vzduch stoupá vzhůru, což vede k nerovnoměrné distribuci teploty. V místnosti s výškou 4,5 m může být rozdíl mezi hlavní a podlahovou zónou až 5 °C (ASHRAE, 2021).
- Ve spodní části se zároveň hromadí CO₂, zatímco teplo a vlhkost zůstávají nevyužity v horních vrstvách.

Aplikace v pokoji Ondřeje:

- Pokoj má asi 20 m², má šikmý strop ve výšce 2,6 m až 4,5m. V pokoji je podlahové teplovodní vytápění, díky čemuž je v topné sezóně teplo od nohou. Částečná stratifikace je řešena hliněnou omítkou a také vhodnou volbou umístění přívodu (dole) a odvodu (pod stropem) vzduchu nuceného větrání.
- V přechodových obdobích jsou v domě vysoké výkyvy tepla a chladu, protože se topí nárazově v chladné dny dřevem v krbu bez výměníku. Vzhledem k dobrému zateplení objektu dochází rychle k přehřátí. Bude řešeno umístěním olejového radiátoru do pokoje Ondřeje, který umožní přímou rychlou regulaci a navíc zajistí příjemné sálání.

Akustika a zvuková pohoda

Akustický komfort je klíčový zejména u teenagerů, kteří vyžadují soukromí a vysokou míru koncentrace. Zároveň často poslouchají hudbu nebo komunikují online, což zvyšuje nároky na akustickou regulaci.

Neuropsychologické aspekty:

- **Hluk nad 40 dB** může zvyšovat hladinu kortizolu a negativně ovlivnit paměťové úlohy (Evans, 2006).
- Nadměrná hladina dozvuku v místnosti zhoršuje srozumitelnost řeči, což má vliv na učení a interakce.

Aplikace v pokoji Ondřeje:

- Využití hliněných omítek, které mají vysokou pohltivost v nižších frekvencích.
- Umístění knihovny jako zvuk pohlcující masy podél jedné stěny.
- Pohovka s polštáři, rozestlaná postel, těžké závěsy u patra postele, to vše pomůže ke zkrácení dozvuku.
- Rostliny budou fungovat jako sekundární zvukové difuzéry.

Denní a umělé osvětlení

Umělé osvětlení je klíčovým prvkem vnitřního prostředí, protože přímo ovlivňuje cirkadiánní rytmus, spánkový hormon melatonin i schopnost soustředit se. U teenagera je důležité navrhnout vícevrstvé osvětlení podle jednotlivých zón a denní doby.

Neurofyzilogické účinky světla:

- Modré světlo (4000–6000 K) stimuluje bdělost, aktivuje supra chiasmatické jádro hypotalamu a tlumí sekreci melatoninu.
- Teplé světlo (2700–3000 K) podporuje večerní relaxaci a spánek (Harvard Health, 2020).

Podpora denního režimu prostředím pokoje:

Interiér může podpořit biologické rytmy a správné návyky pomocí světla, zvuků a zónování:

- **Ráno:** Automatické otevření závěsů nebo aktivace denního světla podporuje sekreci kortizolu.
- **Dopoledne:** Pracovní stůl u okna se studeným světlem zvyšuje bdělost a koncentraci.
- **Odpoledne:** Možnost odpočinku v relax zóně – houpací křeslo, hudba, jemné osvětlení.
- **Večer:** Automatické přepnutí osvětlení do teplého spektra, postupné ztišení.
- **Před spaním:** Omezený přístup k digitálním technologiím, zvýraznění klidové části pokoje.

Tyto „bio-designové“ zásahy napomáhají synchronizaci vnitřních hodin a snižují riziko poruch spánku, podrážděnosti nebo chronické únavy.

Aplikace v pokoji Ondřeje:

- Centrální osvětlení: Kolejnicový systém s bodovými LED svítidly (nastavitelný směr i intenzita).
- Pracovní zóna: Stolní lampa 4000–5000 K s clonou a stmíváním.
- Relax zóna: LED pásy 2700 K v nepřímé linii.
- Ovládání: Chytré stmívatelné žárovky s možností časového plánu.

Elektroinstalace, Elektrosmog a jeho eliminace

Moderní pokoj teenagera vyžaduje promyšlený návrh elektroinstalace. Cílem je bezpečnost, ergonomie, flexibilita a minimalizace elektrosmogu.

Umístění a počet zásuvek:

- Pracovní zóna: minimálně 4 zásuvky (PC, lampa, nabíječka, monitor).
- Relax zóna: 2 zásuvky (audio, čtečka, osvětlení).
- Spací zóna: 1 zásuvka s časovačem, umístěná dále od hlavy.
- Zásuvky s vypínačem: pro snadné odpojení spotřebičů.
- Výška: nad úroveň stolu, snadno přístupné, skrytá kabeláž.

Bezdrátové vs. kabelové řešení:

- Prioritou je **pevná kabeláž** pro trvalá zařízení (PC, router).
- Bezdrátové technologie pouze pro osvětlení a časovače – **s nižším přenosem dat**, např. ZigBee.

Prvky chytré domácnosti:

- Ovládání světla a zásuvek přes aplikaci s plánovačem.
- Automatizace světelných cyklů.
- Senzory VOC, CO₂ a teploty napojené na ventilaci.

Elektromagnetická pole:

EMP pocházejí z elektroinstalace, Wi-Fi, mobilních telefonů a venkovních vysílačů. I když účinky nejsou plně prozkoumány, existují důkazy o jejich vlivu na spánek, imunitu a neurovývoj (Sage & Carpenter, 2009).

Typy a zdroje EMP:

- **Nízkofrekvenční:** vedení 230V, prodlužovačky, nabíječky.
- **Vysokofrekvenční:** Wi-Fi, Bluetooth, mobilní signál.

Možné důsledky:

- Změny v EEG vlnách během spánku.
- Poruchy melatoninu a imunomodulace.
- Změny v chování u hypersenzitivních osob (Navarro et al., 2003).

Aplikace v pokoji Ondřeje:

- U postele bude pouze jedna zásuvka, a to v nohách postele, bude dálkově vypínatelná tak, ab se odpojila fáze i nulák.
- U postele bude jedna zásuvka přímo na stěně, kterou bude možné rozsvítit i v noci.
- Bude se vypínat Wi-Fi na noc (časovač).
- Telefon se bude odkládat a nabíjet mimo postel v dřevěné krabici s uzemněním.

- Budou použity stíněné kabely a zásuvky.
- Nebudou se používat prodlužovačky s navinutým kabelem – vysvětlí se Ondřejovi princip cívky, který by tak vznikal.

ZÁVĚR: Specifický přístup k návrhu pokoje pro dospívající: proč nestačí „dětský pokoj s větší postelí a s pracovním stolem“

Návrh pokoje pro teenagera není pouhou otázkou stylu nebo ergonomie. V období dospívání se mozek, hormonální soustava i emoční regulace nacházejí v procesu intenzivního přestavování. Prostor, ve kterém mladý člověk tráví značnou část dne, má přímý vliv na jeho schopnost soustředit se, kvalitně spát, cítit se bezpečně i rozvíjet vlastní identitu.

Z toho důvodu je klíčové, aby návrh reflektoval:

- **neurobiologické potřeby** (např. podpora dopaminové rovnováhy, cirkadiánních rytmů, aktivace parasympatiku),
- **epigenetické aspekty** (např. expozice mikrobiomu, eliminace VOC a stresorů z prostředí),
- **psychosociální proměny** (potřeba soukromí, autonomie, sebevyjádření),
- **principy stavební fyziky a vnitřního prostředí budov** (vzduch, akustika, světlo, elektro smog, hygiena teploty a vlhkosti).

Výsledný prostor tak musí fungovat nejen jako místo pro učení a spaní, ale jako **živý a podpůrný biosystém**, který dospívající osobu chrání, stimuluje a respektuje jako vyvíjející se individualitu.

Příklad: Zvolená opatření v návrhu pokoje Ondřeje

Návrh pokoje pro Ondřeje vychází z výše uvedených principů a integruje je do konkrétní prostorové, materiálové a technické podoby.

Psychologicko-prostorové strategie:

- Respektování začínající potřeby soukromí: zástěna u postele, možnost uzamčení, participace na pravidlech.
- Aktivní zapojení Ondřeje do návrhu – přizpůsobení barev, výzdoby i zón funkčním a emočním potřebám.
- Podpora dopaminových kotviček (hudba, fyzická aktivita, tvoření) a regulace digitálního prostředí.

Technická opatření:

- Nucené větrání s rekuperací, měřením CO₂ a možnosti útlumu v noci.
- Vytápění řešeno podlahově, s doplňkovým tělesem pro přechodná období a redukci stratifikace.
- Chytré osvětlení s proměnlivou teplotou světla a automatizací denního režimu.
- Eliminace elektrosmogu: stíněné kabely, vypínání Wi-Fi, uzemněná nabíjecí stanice mimo postel.

Materiálová řešení:

- Výhradně přírodní, málo zpracované materiály s nízkou emisivitou (hlína, dřevo, vlna, len).
- Hliněné omítky pro tepelnou akumulaci, zvukovou pohodu a mikrobiální rovnováhu.
- Biofilní designové prvky: zeleň, vizuální kontakt s přírodou, členění prostoru do klidových zón.

Celý návrh směřuje k vytvoření prostředí, které bude teenagerovi sloužit nejen jako praktické zázemí, ale i jako **prostor pro růst, uzemnění a sebezvoje**.

PŘÍLOHA:

Návrh dalšího výzkumu v praxi

Tato práce se opírá o mezioborovou literaturu z oblasti neurovědy, epigenetiky, architektury a environmentální psychologie. Přesto zůstává mnoho otázek otevřených, zejména v oblasti **aplikovaného výzkumu v reálných podmínkách**.

Doporučuji zaměřit budoucí výzkum na následující oblasti:

- **Longitudinální sledování dopadu prostředí na spánek, soustředění a emoční stabilitu** dospívajících (např. pomocí deníků, wearable zařízení, dotazníků).
- **Měření kvality vnitřního ovzduší, světla a akustiky** ve zrealizovaných interiérech a jejich korelace s chováním a pohodou uživatelů.
- **Vývoj participativních nástrojů** (např. interaktivní dotazníky nebo edukační pomůcky), které podpoří rodiče a děti v dialogu o prostoru.
- **Zohlednění socioekonomických faktorů** – vytvoření verzí doporučení pro různé rozpočty a dispoziční možnosti (včetně sdílených pokojů nebo menších bytů).
- **Doplnění návrhových metod o metody post-okupační evaluace** – zpětná vazba od samotných teenagerů o tom, co jim v prostoru skutečně pomáhá či překáží.
- V neposlední řadě je třeba otevřít odbornou debatu o tom, jak může vnitřní prostředí obytných budov **snížovat environmentální stres a chránit duševní zdraví dětí a mladých lidí** – zejména v době, kdy tlak digitálních technologií, společenské nároky a klimatická úzkost prudce rostou.

Pro ověření efektivity navrženého prostředí a jeho skutečného dopadu na fyzické i duševní zdraví dospívajících by bylo vhodné navrhnout a realizovat **dlouhodobou longitudinální studii v České republice**.

Cíl výzkumu:

Ověřit vliv upraveného vnitřního prostředí pokojů (na základě biofyzikálních, psychologických a epigenetických parametrů) na zdraví, chování, spánkovou kvalitu a školní výkonnost teenagerů.

Doporučené parametry výzkumu:

- **Vzorek:** min. 300 dětí ve věku 11–19 let, rovnoměrně rozdělené podle pohlaví, sociálně-ekonomického zázemí a regionu.
- **Sledovaná období:** 2 až 3 roky.
- **Metody sběru dat:**
 - měření kvality vzduchu, světla, hluku a spánku (senzory),
 - dotazníky na spokojenost a psychickou pohodu,
 - neuropsychologické testy,
 - zdravotní parametry (např. krevní tlak, spánek, imunita).

Postup a oslovování rodin:

- Spolupráce se základními a středními školami v různých krajích.
- Zapojení školních psychologů a pediatrů.
- Mediální osvěta ve spolupráci s veřejnoprávními médii.
- Nabídka drobné odměny nebo zlepšení vybavení pokojů z grantů.

Institucionální zázemí a odborné vedení:

- **ČVUT** (zejména Fakulta stavební a UCEEB) má technické zázemí pro měření vnitřního prostředí, smart senzory a energetické simulace.
- **UCEEB (Univerzitní centrum energeticky efektivních budov)** může zajistit praktickou realizaci, koordinaci multidisciplinárního týmu a napojení na granty TAČR, OP JAK nebo Horizon Europe.
- Možné zapojení klinických pracovišť (např. FN Motol – dětská psychologie a neurologie).

Možnosti financování:

- TAČR Zéta / Éta,
- OP JAK – Výzvy na synergie zdraví a životního prostředí,
- Horizon Europe (klíma, zdraví, digitalizace vzdělávání),
- MŠMT (výzkum a inovace ve školství).

PŘÍLOHA:

Seznam použité literatury

- * ASHRAE (2021). Fundamentals Handbook. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- * ČSN EN ISO 7730:2006. Ergonomie tepelného prostředí.
- * Evans, G.W. (2006). Child development and the physical environment. Annual Review of Psychology.
- * Harvard Health Publishing (2020). Blue light has a dark side.
- * Krueger, A. P., & Reed, E. J. (1976). Biological impact of small air ions. Science.

-
- * Küller, R. (2006). The influence of light on wellbeing and health. *Architektonische Psychologie*.
 - * Lembke, A. (2021). *Dopamine Nation*. Dutton Books.
 - * Martino, D., et al. (2011). Epigenetics and environmental exposures. *Pediatric Research*.
 - * Masento, N.A., et al. (2014). Effects of hydration status on cognitive performance. *Nutrition Reviews*.
 - * Molhave, L. (2003). Indoor air pollution due to organic gases and vapours of solvents. *Indoor Air*.
 - * Muckelbauer, R., et al. (2009). Promotion and provision of drinking water in schools. *Pediatrics*.
 - * Navarro, E.A., et al. (2003). The Microwave Syndrome: A preliminary study. *Electromagnetic Biology and Medicine*.
 - * Perez, V., et al. (2013). Effects of negative air ions on psychological health. *Psychological Bulletin*.
 - * Rook, G.A.W. (2013). Regulation of the immune system by biodiversity. *Nature Reviews Immunology*.
 - * Sage, C., & Carpenter, D. (2009). *BioInitiative Report: A Rationale for a Biologically-based Public Exposure Standard*.
 - * Satish, U., et al. (2012). Is CO₂ an indoor pollutant? *Harvard Healthy Buildings Lab*.
 - * Seppänen, O., et al. (2006). Ventilation and performance in office work. *Indoor Air*.
 - * Szyf, M. (2019). The epigenetics of early life adversity. *Nature Reviews Neuroscience*.
 - * Twenge, J.M., et al. (2018). The associations between screen time and lower psychological well-being. *Preventive Medicine Reports*.
 - * WHO (2010). *Guidelines for indoor air quality: selected pollutants*.
 - * WHO (2021). *Adolescent screen time and health outcomes*.