

Aura Hack

ASUNTOSUUNNITTELUN VAIKUTUS HYVINVOINTIIN JA TERVEYTEEN

Asuntosuunnittelun ominaisuudet terveyden
tukemisen ja fysiologisen tutkimuksen näkökulmasta

Kandidaatintyö
Rakennetun ympäristön tiedekunta
Tarkastaja: Essi Nisonen
Huhtikuu 2024

TIIVISTELMÄ

Aura Hack: Asuntosuunnittelun vaikutus hyvinvointiin ja terveyteen The effect of housing design on well-being and health
Tampereen yliopisto
Arkkitehtuurin TkK-tutkinto-ohjelma
Kandidaatintyö
Huhtikuu 2024

Hyvinvointi ja terveys on ajankohtainen teema nykyajan asuntosuunnittelussa. Vietämme yhä enemmän aikaa sisätiloissa, joka väistämättä korostaa asunnon tarvetta toimia terveyttä ja hyvinvointia tukevana ympäristönä. Tähän kuuluu niin fyysisen terveyden ja hyvinvoinnin kuin mielenterveyden tukeminen. Tässä kandidaatintyössä tutkitaan asuntosuunnittelun terveyteen ja hyvinvointiin vaikuttavia tekijöitä asunnon sisällä ja avataan fysiologisen tutkimuksen vaikutusta yksilöihin. Tämän työn tavoitteena on ymmärtää, mitkä asuntosuunnittelun tekijät ovat yhteydessä ihmisten fyysiseen- ja psyykkiseen hyvinvointiin ja terveyteen ja millä valinnoilla niitä voidaan parantaa.

Kandidaatintyössä tutkitaan sen aiheita kirjallisuuden sekä tutkimusten kautta. Työ on jaettu kahteen osioon. Ensimmäisessä määritellään terveen kodin käsitettä ja tutkitaan asuntosuunnittelun ominaisuuksia, joilla voidaan positiivisesti vaikuttaa yksilöiden terveyteen ja hyvinvointiin asumisessa. Työssä on pyritty mahdollisimman laajasti tuomaan esille asunnon sisällä hyvinvointia parantavia tekijöitä ja ominaisuuksia, johon asuntosuunnittelulla voidaan vaikuttaa. Toisessa osiossa perehdytään yksilöiden mielenterveyden tukemiseen asuntosuunnittelussa fysiologisen tutkimuksen avulla. Tähän aiheeseen perehdytään usean fysiologisen tutkimuksen kautta. Valituissa tutkimuksissa pyritään selvittämään miten eri asuntosuunnittelun ominaisuudet vaikuttavat yksilöiden kehon tunnetiloihin ja toimintoihin. Tutkimukset on valittu antamaan mahdollisimman laaja käsitys tämänhetkisen fysiologian ja arkkitehtuurin välillä tehdyn tutkimuksen kokonaisvaltaisesta tilanteesta.

Tärkeimpänä johtopäätöksenä on asuntosuunnittelun laaja mahdollisuus vaikutus ihmisten terveyteen ja hyvinvointiin. Fyysinen ja psyykinen hyvinvointi asunnossa määräytyy monista tekijöistä ja sen tukeminen täytyy huomioida niin suunnittelun kuin rakentamisen alkuvaiheessa. Fyysiset ominaisuudet asunnossa, jotka vaikuttavat suoraan yksilön terveyteen ja hyvinvointiin ovat yleensä mitattavissa ja tunnistettavissa. Tästä syystä niihin myös herkemmin reagoimaan ja niihin pystytään määrittelemään terveyttä ja hyvinvointia tukevia tekijöitä. Fysiologista tutkimusta on alettu käyttämään yhtenä työkaluna psyykkisen hyvinvoinnin ja tunnetilojen arvioimiseen arkkitehtuurissa. Fysiologisen tutkimuksen tuloksista on mahdotonta vetää tarkkoja johtopäätöksiä tutkimusten tuloksista, mutta niiden perusteella voidaan havaita yhteys arkkitehtuurin ominaisuuksien sekä kehon fysiologisen toiminnan välillä. Fysiologisella tutkimuksella voidaan todeta kehon tiettyjen osa-alueiden reagoivan eri arkkitehtuurin piirteisiin. Osassa tutkimuksista näistä nähtiin mahdollisuus yhdistää kehon reaktioita eri tunnetiloihin. Tällä aihealueella vaaditaan lisää tutkimusta ja teknologista kehitystä tarkkojen johtopäätösten vetämiseksi. Voidaan kuitenkin todeta fysiologisella tutkimuksella olevan mahdollisuuksia tarjota kokonaisvaltaisempaa arkkitehtuurin suunnittelua, jossa huomioidaan myös yksilöiden tunnetilat ja psyykinen hyvinvointi tulevaisuudessa.

Avainsanat: terveys ja hyvinvointi, fysiologinen tutkimus, asuntosuunnittelu
Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck-ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. ASUNTOSUUNNITTELU JA TERVEYS.....	2
2.1 Asuntosuunnittelun laatutekijät	3
2.1.1 Päivänvalo.....	4
2.1.2 Ilmanlaatu ja lämpötila	4
2.1.3 Melu	5
2.1.1 Asunnon tilallisuus.....	6
3. FYSIOLOGIA	6
3.1 Fysiologinen tutkimus ja arkkitehtuuri	7
3.2 Fysiologiset tutkimukset.....	8
3.2.1 Tutkittavat.....	10
3.2.2 Tutkimusympäristöt.....	11
3.2.3 Tutkimuksen fysiologiset mittausmenetelmät.....	12
3.3 Tutkitut arkkitehtuuriominaisuudet	14
3.4 Tutkimusten tavoitteet.....	16
3.5 Tutkimustulokset sekä päätelmät.....	17
3.6 Tutkimustulosten arkkitehtuurillisten ominaisuuksien vertailu.....	22
4. YHTEENVETO.....	24
LÄHTEET	27

1. JOHDANTO

Rakennetun ympäristön on todettu voivan vaikuttaa joko positiivisesti tai negatiivisesti yksilöiden, että yhteisöjen terveyteen ja hyvinvointiin. (Pelsmakers et al. 2022, s. 49) Vietämme jopa 90 prosenttia ajastamme rakennuksissa, josta noin 70 prosenttia omassa kodissamme. On väistämätöntä, että sisäympäristö tuo mahdollisuuksia, sekä uhkia terveydellemme. (Baker & Steemers, 2019, s. 9)

Nykytutkimuksessa puhutaan asuntosuunnittelun laatutekijöistä, joilla tarkoitetaan asunnon laatuun vaikuttavia laajaa tekijöiden kirjoa, joista yksittäisiä esimerkkejä ovat luonnonvalo ja sisäilman laatu (Nisonen et al. 2022, s.2). Negatiivisia fyysiseen terveyteen vaikuttavia asuntosuunnittelun ongelmia, kuten huonoa sisäilman laatua, tulisi luontaisesti välttää. Samalla on yhtä tärkeää keskittyä näissä ympäristöissä mielenterveyden tukemiseen, joka linkittyy yhteen fysiologisen terveyden kanssa. (Baker & Steemers 2019, s. 27) Tilan arkkitehtuurillinen suunnittelu voi huomattavasti vaikuttaa yksilöiden mielentilaan, fysiologiaan sekä mielenterveyteen (Strachan-Regan & Baumann, 2024).

Näiden vaikuttavien tekijöiden osalta nousee tarve huomioida terveys ja hyvinvointi kokonaisvaltaisesti osana asuntosuunnittelua. Tämän kandidaatintyön tavoitteena on selvittää asuntosuunnittelun keinoja, joilla tukea yksilöiden terveyttä ja hyvinvointia sekä samalla syventyä fysiologisen tutkimuksen mahdollisuuksiin tukea asuntosuunnittelua mielenterveyden ja tunteiden näkökulmasta.

Kandidaatintyön ensimmäisessä osiossa määritellään terveen kodin käsitettä sekä asuntosuunnittelun laatuun vaikuttavia tekijöitä, jotka tukevat yksilöiden hyvinvointia ja terveyttä. Tähän perehdytään tutkimalla hyvinvoivan ja terveen asuntosuunnittelun edellytyksiä ja ominaisuuksia. Toinen osio pyrkii ymmärtämään asuntosuunnittelun ja fysiologisen tutkimuksen välistä yhteyttä. Tutkielmaan on valittu fysiologisia mittauksia

käytettäviä tutkimuksia, joissa analysoidaan asuntosuunnittelun eri osa-alueita kuten tilojen väriä ja geometriaa. Lopuksi tutkimuksessa koostetaan ja analysoidaan asuntosuunnittelun ja fysiologisen tutkimuksen avulla tehdyt päätelmät.

2. ASUNTOSUUNNITTELU JA TERVEYS

National center for healthy housing (2023) määritelmän mukaan terve koti on kuiva, siisti, turvallinen, tuulettuva, tuholais- ja saastevapaa, ylläpidetty ja lämpötilaltaan sopiva. Suomen rakennuslaissa rakentamisen ja terveyden välistä yhteyttä määritellään seuraavasti:” Rakentamishankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan käyttötarkoituksensa ja ympäristöstä aiheutuvien olosuhteiden edellyttämällä tavalla siten, että se on terveellinen ja turvallinen rakennuksen sisäilma, kosteus-, lämpö- ja valaistusolosuhteet sekä vesihuolto huomioon ottaen. Rakennuksesta ei saa aiheutua terveyden vaarantumista sisäilman epäpuhtauksien, säteilyn, veden tai maapohjan pilaantumisen, savun, jäteveden tai jätteen puutteellisen käsittelyn eikä rakennuksen osien tai rakenteiden kosteuden vuoksi.” (Rakentamislaki 751/2023, 33 §)

Arkkitehtuurin ja terveyden välinen suhde on saanut rajallisesti huomiota terveyteen vaikuttavien rakennusmääräysten ulkopuolella. Yksi suurimmista haasteista on terveyden ja hyvinvoinnin määrittäminen mitattavaksi ominaisuudeksi, joka on yhteydessä myös asunnon terveyden ja laadun toteamiseen. Kuitenkin fyysisiä ominaisuuksia, joilla on suora vaikutus asunnon kuin myös yksilön terveyteen ja hyvinvointiin voidaan havaita ja mitata. Tästä syystä näihin ominaisuuksiin pystytään myös reagoimaan muutoksilla tarvittaessa. (Baker & Steemers. 2019, s. 29, 30) Fyysisiksi ominaisuuksiksi asunnossa voidaan määritellä eri asunnon sisäolosuhteita sekä sisäympäristön laatu.” Asunnon sisäolosuhteilla viitataan yleisesti sellaisiin rakennusten sisäisiin tekijöihin, jotka vaikuttavat ihmisten hyvinvointiin ja elämänlaatuun. Tyypillisesti tällaisiksi tekijöiksi käsitetään valo-, lämpö-, sekä ääniolosuhteet, ilmanlaatu ja tilan suhde ympäristöönsä (esim. näkymät), asuntokohtaiset ulkotilat ja yhteydet ympäristöön.” (Nisonen et al. 2022, s.7) Indoor environmental quality (IEQ), eli suomennettuna sisäympäristön laatu käsittää fyysisesti mitattavat asunnon

sisäolosuhteiden ominaisuudet, jotka vaikuttavat käyttäjän hyvinvointiin ja mukavuuteen. Näitä ovat lämpötila, hengitysilma, visuaalisuus ja akustiikka. Osa-alueita on mahdollista mitata kuten ilmansaasteet, lämpötila, valaistusominaisuudet ja näihin ominaisuuksiin on mahdollista vaikuttaa. (Kimpian et al. 2021, s. 17)

Toisessa päässä terveyden ja hyvinvoinnin skaalaa on henkinen hyvinvointi ja onnellisuus. Toisin kuin fyysisiä ominaisuuksia subjektiivisia tai psyykkisiä osa-alueita on haasteellisempaa mitata. On kuitenkin selvää, että jopa subjektiivisen parametrien piirin sisällä on menetelmiä ja indikaattoreita, joita voidaan määritellä. (Baker & Steemers. 2019, s. 29, 30) Tällä hetkellä ei ole käytössä standardisoitunutta tai vakiintunutta käytäntöä mitata rakennetun ympäristön vaikutuksesta yksilön tunteisiin ja mielenterveyteen. Tämän takia käytössä on useita eri mittaamisen menetelmiä ja tutkimuksia, joista monet liittyvät fysiologiaan tai neurofysiologiaan. (Bower et al. 2019)

2.1 Asuntosuunnittelun laatutekijät

”Asuntosuunnittelun laatutekijät ovat kattokäsite, joka kuvaa moninaisten tekijöiden kirjoa. Arkkitehtuurin tutkimuksessa käytettävät asuntosuunnittelun laatutekijät perustuvat monitieteelliseen, pitkäaikaiseen kansainväliseen tutkimukseen, ja liittyvät niin asunnon sisäisiin kuin ulkoisiin seikkoihin.” (Nisonen et al. 2022, s. 2) Asunnon laatutekijöitä määritellään eri tavoin. Baker & Steemers (2019) tarkastelee ja määrittelee laadukasta asuntosuunnittelua terveyden, mukavuuden ja kestävyuden pohjalta. Nisonen et al. (2022) julkaisussa asuntosuunnittelun laatutekijät käsittävät niin asunnon sisällä kuten päivänvalo ja näkymät, sekä ulkopuolelle ulottuvia osa-alueita, kuten asuntojen toiminnot ja niiden väliset yhteydet. Kimpian et al. (2021) käyttää tutkielmassaan Building Use Studies (BUS) Methodology järjestelmää tarkastellakseen asunnon laatuun vaikuttavia tekijöitä, joihin kuuluu lämpötila, ilmanlaatu, yleinen mukavuus, suunnitelma, terveys, valaistus, tarpeet, melu ja tuottavuus.

Laatutekijöitä käsitellään tutkielmassa asunnon sisäolosuhteiden ja sisäympäristön laadun osalta, johtuen valitun fysiologisen tutkimusaineiston ulottuvuudesta sekä niiden käsittelemistä näkökulmista. Sisäolosuhteista ja sisäympäristön laadusta syvennyttään päivänvaloon, ilmanlaatuun, lämpötilaan, meluun ja asunnon tilallisuuteen. Tilalliset ominaisuudet sisältävät tässä tutkielmassa huonekorkeuden, tilan muodon ja koetun tilallisen tungoksen.

2.1.1 Päivänvalo

Suomen tämänhetkinen asetus päivänvalonvaatimuksista määrittää seuraavasti:

“Asuin- ja, majoitustilan ikkunan valoaukon on oltava vähintään 1/10 huonealasta. Ikkunan sijoituksen ja muun järjestelyn on varmistettava huoneen valoisuus, näkymä ulos huoneesta sekä huoneen kalustettavuus. Asuinhuoneen ja majoitustilan ikkunan tai sen osan on oltava avattavissa.” (Asetus 1008/2017, 5§).

Huonot päivänvalo-olosuhteet vaikuttavat asukkaiden hyvinvointiin ja heikentävät asuntosuunnittelun laatua lisäämällä asunnon energiankulutusta, ja vähentämällä muunneltavuutta. Päivänvalon heikko saanti voi olla myös seurausta liian syvästä rakennusrungosta, jossa huonosti suunniteltu aukotus korostaa ongelmia. Runkosyvyys saisi olla korkeintaan 12–13 metriä ja asuinhuoneen 5–6 metriä. Huolellisesti vaihtelevilla näkymillä sijoitetut ikkunat useisiin ilmansuuntiin lisäävät asunnon laatua, viihtyvyyttä ja asukkaiden hyvinvointia. Ikkunat tulee pystyä avaamaan jokaisessa asuinhuoneessa tuuletettavuuden takia. Järkevä runkosyvyys ja tuuletettavuus vähentävät asunnon ylikuumenemisen riskiä. (Nisonen et al. 2022)

2.1.2 Ilmanlaatu ja lämpötila

Rakennuksen lämpötila ja ilmanvaihto ovat nykyään pääsääntöisesti aktiivisten järjestelmien varassa. Molemmat osa-alueet vaikuttavat asukkaiden viihtyvyyteen, sekä hyvinvointiin. Aktiivisten laitteiden lisäksi tulisi tukea käyttäjien mahdollisuutta vaikuttaa oman asunnon ominaisuuksiin passiivisin keinoin. (Nisonen et al. 2022, s. 4)

Lämpötilamukavuuteen vaikuttaa useat tekijät kuten ilman lämpötila, vedon tunne, yleinen lämpötila, ympärivät pinnat ja yksilölliset tekijät. Yksilöllisiin tekijöihin kuuluu esimerkiksi vaatetuksen määrä ja kehon oma aineenvaihdunta. Vaikka jokaisen ihmisen suosima lämpötila on erilainen, on pystytty toteamaan 80 % väestöstä viihtyvän tietyn skaalan sisällä. Kesällä sisälämpötila 23–28 asteen välinen ja talvella 19–26 asteen välinen lämpötila on hyväksyttävä suurimmalle osalle käyttäjistä sisätiloissa. (Kimpian et al. 2021, s. 21)

Asuntosuunnittelussa tulisi taata käyttäjien mahdollisuus vaihdella asunnon lämpötilaa omien tarpeiden mukaisesti, jolloin kyetään saavuttamaan laajempi skaala lämpötilavaihtoehtoja rakennuksen sisällä. Tähän kuuluu mahdollisuus tuuletukseen, kaihtimien säätämiseen ja säätää talon lämmitysjärjestelmää asunnosta käsin oman asunnon osalta. (Kimpian et al. 2021, s. 21) Nisonen et al. (2021) korostaa asukkaiden mahdollisuutta vaikuttaa asunnon olosuhteisiin passiivisina keinoina, joilla voidaan minimoida aktiivisten järjestelmien käyttöä. Passiiviset keinot ovat yhteneviä Kimpian et al. (2021) tutkimuksessa mainittujen keinojen kanssa. Lisäksi mainitaan ikkunoiden ulkopuolinen varjostus, tuulettaminen sekä asuntojen avautumissuunta. (Nisonen et al. 2022)

Asunnon ilmanlaatu on riippuvainen raikkaasta, saastumattomasta ilmasta rakennuksessa. Ilmansaasteita voi tulla asuntoon esimerkiksi liikenteestä, siitepölystä tai homeesta asunnon sisällä. Asunnon sisäisiin ongelmiin pystytään yleensä vaikuttamaan, esimerkiksi homeen poistamisella, tai sen esiintymisen ennalta ehkäisemisellä. Tehokas ilmanvaihto on osana raikkaan ilman ylläpitoa ja kosteuden poistamista. Koronapandemia korosti sisäympäristön laadun tärkeyttä, terveyden ja hyvinvoinnin kannalta. Kohonnut tartuntariski rakennuksen kiertävän ilmanvaihdon takia on johtanut tarpeeseen löytää terveyttä tukevia ja energiatehokkaita vaihtoehtoja puhtaan ilman tuotantoon rakennuksissa (Kimpian et al. 2021, s. 23)

Ilmanlaatu ja lämpötila ovat huomattavia tekijöitä asuntosuunnittelussa, jotka vaikuttavat suoraan käyttäjien hyvinvointiin ja terveyteen. Niihin pystytään vaikuttamaan vahvasti laadukkaalla asuntosuunnittelulla monilla keinoilla. Hyvinvoinnin ja terveyden puolesta ilmanlaatu ja lämpötila ovat kriittisiä perustarpeita asunnoissa.

2.1.3 Melu

Melu on ääntä, joka koetaan liian häiritsevänä ja altistus melulle voi aiheuttaa negatiivisia seurauksia, unen, oppimisen, tuottavuuden tai henkisen hyvinvoinnin osalta. Melu vaikuttaa selkeästi ihmisten hyvinvointiin. Yleisesti melu johtuu ulkoisista vaikutteista kuten liikenteestä tai rakennuksen sisäisistä lähteistä, kuten läheisistä kodinkoneista. (Kimpian et al. 2021, s. 24) On kuitenkin huomioitavaa, että ääntä ei luokitella aina

haitalliseksi meluksi esimerkiksi naapuruston äänet tai luonnon äänet voivat tuottaa positiivisia tunteita yksilöissä (Baker & Steemers 2019, s. 44).

2.1.1 Asunnon tilallisuus

Huonekorkeus voi vaikuttaa asunnon yleiseen vaikutelmaan kuten myös keskittymiskykyyn. Viimeisimpien tutkimuksien mukaan asunnoissa, joissa on matala huonekorkeus pystytään paremmin keskittymään esimerkiksi lukemiseen ja opiskeluun. Korkeammat tilat puolestaan antavat käsityksen vapaammasta ympäristöstä ja ohjaavat ihmisiä luovempaan ajattelutapaan. Huonekorkeuden lisäksi huoneen muodot vaikuttavat koettuun tilalliseen mukavuuteen ja visuaaliseen kauneuteen. Kaarevat muodot koetaan suorakulmaisista muotoista miellyttävämpinä. (Baker & Steemers 2019, s.44)

Tilan tungos on haitallista positiivisille sosiaalisille vuorovaikutuksille ja perhesuhteille ja on yleisin terveyteen liittyvä haitallisiin tunnereaktioihin vaikuttava tekijä. Tungos vaikuttaa terveyteen ja hyvinvointiin, sairauksien leviämiseen, stressin lisääntymiseen ja suhteiden laatuun. Tungoksen määrä on sidoksissa ihmisten varallisuuteen ja mahdollisuuteen asua kodissa, jossa on tarpeeksi suositusten mukaista sisä-, varasto-, ja ulkotilaa. (Baker & Steemers 2019, s. 44)

3. FYSIOLOGIA

Fysiologia on eliöiden elintoimintoja tutkiva tieteenala (Tieteen termipankki). Tämä tutkielma rajataan ihmisen fysiologian tutkimiseen. Fysiologia on laaja tutkimuksen ala, johon kuuluu useat kehon toiminnot ja joita tutkitaan omina tieteenaloina. Ihmisen fysiologian tutkimukseen kehossa kuuluu muun muassa solujen organisointi ja niiden perustoiminnot, lihasjärjestelmä, hermosto ja aistijärjestelmä, endokriininen järjestelmä, verenkiertoelimistö, hengityselimistö ja kehon sisäinen säätelykyky. Fysiologialla selitetään kuinka elävä organismi suorittaa sen monipuolisia elintoimintoja. Esimerkiksi kuinka organismi liikkuu tai mukautuu muuttuviin olosuhteisiin. (Pocock et al. 2018)

Tässä tutkielmassa keskitytään kehon fysiologisiin reaktioihin eli toimintoihin mitä kehossa tapahtuu, kun keho reagoi ulkoiseen ympäristöön ja stimulointiin. Kehon fysiologisia reaktioita näihin aiheisiin voidaan mitata esimerkiksi verenpaineen, syketaajuuden tai kortisolin erityksen määrän avulla. Näiden tulosten tulkintaan tarvitaan sensoreita, joilla mitataan fysiologisia ominaisuuksia. Fysiologisen tutkimuksen yksi haara neurofysiologia, käsittelee hermojärjestelmän fysiologiaa. Neurofysiologiaa on pääsääntöisesti aiemmin tutkittu sähköfysiologialla, jossa tallennetaan sähköisesti neurologisia tapahtumia aivoissa. Käytetyin menetelmä tähän on ollut toistaiseksi EEG eli aivosähkökäyrätutkimus, jota on myös käytetty suurimmassa osassa tämän kandidaatintyön kootuissa tutkimuksissa mittausmenetelmänä. (Assem et al. 2023)

3.1 Fysiologinen tutkimus ja arkkitehtuuri

Hyvinvoinnin määrittämiseen rakennetussa ympäristössä on pitkään käytetty subjektiivisia menetelmiä kuten itseraportointia. Vaikka subjektiiviset kokemukset ovat tärkeä indikaattori, joka kertoo yksilön tunteista ja havainnoinnista on vaikea tukeutua vain subjektiivisiin indikaattoreihin tehdessä vertailua sillä niihin herkästi vaikuttaa muutkin ulkoiset tekijät. Tästä syystä teknologisen kehityksen myötä tutkimuksissa on alettu ottamaan käyttöön objektiivisia kehon reagoitua mittaavia indikaattoreita kuten syketaajuutta. Nämä mittausmenetelmät perustuvat usein fysiologisten tai neurologisten ominaisuuksien mittaamiseen. (Assem et al. 2023)

Fysiologian ja arkkitehtuurin välisen yhteyden tutkiminen on herättänyt mielenkiintoa ja tutkimus aiheesta on lisääntynyt. Syynä tähän on kehitys fysiologisissa mittausmenetelmissä sekä simuloituissa ympäristöissä kuten virtuaalitodellisuudessa. Nämä helpottavat uusien tutkimustulosten luomista ja luo mahdollisuuksia aiheen kehittyneempään tutkimiseen. (Valentine, 2024)

Fysiologisen mittauksen indikaattorit kuten syke, verenpaine, hengitystaajuus ja ihon sähköjohtavuus (GSR) kertovat rakennetun ympäristön aiheuttamasta stimulaatiosta (Assem et al. 2023). Yksi tämänhetkisistä suurimmista haasteista tutkimustyössä on mitata tunnereaktioita arkkitehtuurillisessa tilassa. Fysiologisen mittauksen

indikaattoreita voidaan hyödyntää myös tässä tilanteessa ja viitata emotionaalsiin tunnetiloihin. Ihon sähköjohtavuus voi esimerkiksi kertoa fysiologisesta tai psykologisesta virittymisestä. Fysiologiset vaikutukset kehossa vaihtelevat tunnetilojen mukaan: yllätys, pelko, viha, mielihyvä ja inho voivat ilmetä muutoksina verenpaineessa. Myös stressiä voidaan mitata verenpaineen tai syketaajuuden avulla. Fysiologiset vaikutukset voivat ilmetä yksilössä ilman yksilön tietoista havainnointia asiasta. (Shemesh et al. 2017)

3.2 Fysiologiset tutkimukset

Tähän kandidaatintyöhön on valittu tutkimuksia, joiden valintakriteereinä on perehtyminen arkkitehtuurillisten ominaisuuksien ja fysiologisen tutkimuksen väliseen suhteeseen. Näissä tutkimuksissa on käsitelty asunosuunnitteluun vaikuttavia tekijöitä fysiologisilla mittausmenetelmillä, jotka ovat saatavilla Tampereen yliopiston tietokannoista.

Tutkimusten tavoitteena on pyrkiä ymmärtämään yksilöiden mielentilaa tai tunnereaktioita tilojen arkkitehtuurillisiin ominaisuuksiin ja mitä vaikutuksia tutkituilla ominaisuuksilla on yksilöiden hyvinvointiin ja terveyteen, joko suoraan tai välillisesti. Tutkimuksissa tutkittavien mielentilaa ja tunteita havainnoitiin joko neutraalisti tai niihin pyrittiin aktiivisesti vaikuttamaan.

Tutkimuksia valikoitui lopulta 12 kappaletta valintakriteerien jälkeen. Uusimmat tutkimukset olivat vuodelta 2024 (Strachan-Regan & Baumann, 2024; Sanghee et al. 2024) ja vanhin artikkeli vuodelta 2009 (Küller et al. 2009), jossa toteutettiin kaksi eri osakoetta. Osassa tutkimuksista havainnoitiin fysiologian lisäksi tutkittavien subjektiivista psyykkistä olotilaa esimerkiksi kyselyillä tutkimusten aikana. Tässä tutkimuksessa keskitytään enemmän fysiologisten reaktioiden havainnointiin, mutta huomioidaan myös niihin vaikuttavia psykologisia аспекteja, jotka ovat suoraan liitoksissa fysiologiaan. Tutkimusten yhteenveto on koottu taulukkoon 1.

3.2.1 Tutkittavat

Valittujen tutkimusten välillä tutkittavissa henkilöissä erosi **ikäluokka**, **sosiaalinen status** ja **sukupuoli**. Lapsilla tehtyjä tutkimuksia oli vain yksi (Rollings & Evans, 2019) johon osallistui 181 lasta, joiden keski-ikä oli 9 vuotta. Suurimmassa osassa ikäluokka vaihteli 18–35 ikävuoden välillä, joista osassa tutkimuksissa iästä oli ilmoitettu joko tutkittavien ikähaitari tai yhteinen keski-ikä. Kahdessa tutkimuksessa oli todetusti otettu mukaan vanhempaa ikäluokkaa (Strachan-Regan & Baumann, 2024), joissa ikähaitari oli 18–64 vuotta, sekä (Bower et al. 2022), jossa ikäluokka oli 15–55 vuotta. Kahdessa tutkimuksessa tutkittavien ikää ei ollut ilmoitettu (Sanghee et al. 2024; Shemesh et al. 2017).

Suuri osa tutkimuksista oli ilmoittanut sukupuolijakauman tutkimuksessa miesten ja naisten välillä, ja niihin oli osallistunut molempia sukupuolen edustajia, mutta ei välttämättä tasaisesti. Muita sukupuolen edustajia ei ollut ilmaistu yhdessäkään tutkimuksessa. Shemesh et al. (2017) ei ollut ilmoitettu osallistujien sukupuolta. Sanghee et al. (2024) tutkimukseen osallistui ainoastaan naisia ja Fich et al. (2014) tutkimukseen tutkittaviksi valikoitiin ainoastaan miehiä. Yksinomaan miesten valinta tutkimukseen perusteltiin miesten tasaisemman kortisolin erityksen takia. Naisilla kortisolin erityksen määrään vaikuttaa kuukautiskierron ajankohta ja tätä pidettiin tutkimustulosten tulkinnan kannalta hankalana.

Tutkimuksissa, joissa ilmaistiin sosiaalinen status, suurin osa oli opiskelijoita (Küller et al. 2009; Fich et al. 2014; Al-Ayash et al. 2015; Shemesh et al. 2017; Yeom et al. 2021) ja näistä suunnittelualan tai arkkitehtuurin opiskelijoita oli kahdessa tutkimuksessa osoitetusti mukana. (Shemesh et al. 2017; Küller et al. 2009). Molemmissa tutkimuksissa arkkitehtuurin tai suunnittelualan osaaminen oli vaikuttavana osatekijänä tutkimuksessa, joka oli ohjannut tutkittavien valintaa. Strachan-Regan & Baumann (2024) tutkimukseen osallistui 18 opiskelijaa, 13 työssäkäyvää ja 3 työtöntä. Osassa tutkimuksista oli myös asetettu vaatimuksia tutkittaville esimerkiksi terve- tai korjattu näkökyky. Suuri osa tutkimuksista myös rajoitti, että tutkittavien tulee olla perusterveitä osallistuakseen tutkimukseen. Osassa tutkimuksissa ilmaistiin, että neurologista sairautta tai mielenterveyden ongelmia sairastavat on suljettu tutkimuksen ulkopuolelle, jotta tutkittava kohderyhmä tarjoaisi mahdollisimman stabiilin tutkimustuloksen.

3.2.2 Tutkimusympäristöt

Virtuaaliodellisuusympäristöjä käytettiin seitsemässä tutkimuksessa. Strachan-Regan & Baumann (2024) tutkimuksessa kaksi virtuaalista huonetta oli mallinnettu identtisesti keskenään sekä muistuttamaan toimistohuonetta sen sisustukselta. Molemmista huoneista avautui sama näkymä luontomaisemaan. Huoneet erosivat niiden ikkunamuodon ja huoneen muodon välillä. Sanghee et al. (2024) tutkimukseen oli luotu 30 eri arkkitehtuurillista suunnitteluvaihtoehtoa synnytyksen jälkeisen hoitokeskuksen huoneesta. Virtuaalinen huone koostui 360 astetta kattavista 3D kuvista, jotka tuotettiin DesignBuilder ohjelmalla. Bower et al. (2022) sekä Fich et al. (2014) käyttivät tutkimuksissaan CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) virtuaaliympäristöä, jossa Bower et al. (2022) tutkimus koostui kolmesta virtuaalisesta huoneesta: mustasta lepotilahuoneesta testien välillä sekä valkoisesta ja sinisestä huoneesta. Fich et al. (2014) käyttivät kahta virtuaalista huonetta, jotka erosivat ikkunattomuudessa keskenään. Yeom et al. (2021) tutkimusympäristöt viherseinien koon tutkimiseen mallinnettiin SкеchUp, 3D design software ja Unreal Engine 4 ohjelmistoilla. Banaei et al. (2017) tutkimukseen käytettiin mallintamisessa sekä virtuaaliympäristön tuottamiseen Autodesk 3D Max ja Unity pelimoottoriohjelmistoa analysoitujen kaksikulotteisten sisätilojen valokuvien perusteella. Tutkittavat pääsivät tutustumaan tutkimuksen virtuaaliympäristöihin VR-lasien kautta.

Aitoja, fyysisiä rakennettuja ympäristöjä käytettiin neljässä tutkimuksessa. Oh et al. (2023) tutkimuksessa koetilana toimi 5,0 m x 9,6 m x 2,7 m kokoinen huone, jossa valoa säädeltiin yhtenäisellä kattovalolla ja yksittäisellä pöytälampulla sekä melun tasoa Bluetooth kaiuttimella. Sisäilman lämpötila asetettiin 18 asteeseen ja luonnonvalo sekä ulkoiset äänet estettiin tilasta. Rollings & Evans (2019) tutkimuksen analyysit perustuivat tutkittavien omiin koteihin. Al-Ayash et al. (2015) sekä Küller et al. (2009) molemmat osatutkimukset toteutettiin huoneissa, joissa seinien väriä vaihdeltiin.

Kaksikulotteisia kuvia käytettiin kahdessa tutkimuksessa. Shemesh et al. (2017) tutkimuksessa geometrialtaan vaihteleva tutkimusympäristö tietokonemallinnettiin virtuaalinen ympäristö, jota tarkasteltiin 3D-laseilla ja tilassa kuljettiin ohjaussauvan

avulla käytävää pitkin arkkitehtuurillisiin mitattaviin tiloihin. Vartanian et al. (2015) käyttivät valokuvia todellisista arkkitehtuurillisista tiloista.

3.2.3 Tutkimuksen fysiologiset mittausmenetelmät

Käytetyin menetelmä tutkimuksissa oli **EEG**, eli elektroenkefalografiatutkimus. Elektroenkefalografiatutkimus on aivosähkökäyrätutkimus, jossa tutkitaan aivojen sähköistä toimintaa. Tutkimus perustuu pään pinnalle asetettujen elektrodien suorittamaan mittaamiseen aivojen sähköisestä toiminnasta, joka samalla taltioidaan esimerkiksi videon muotoon. (terveyskylä.fi)

EEG:llä voidaan mitata aivojen sähköiseen toimintaan perustuvia aivoaaltoja, joita syntyy ihmisen ajatellessa tai tuntiessa (Yeom et al. 2021). Yleisesti aivoaallot jaetaan viiteen eri kategoriaan niiden taajuusalueiden perusteella, joilla on eri taajuisia rytmejä: Delta (0,5–4 Hz), theta (4–8 Hz), alpha (8–13 Hz), beta (13–30 Hz) ja gamma (30–100 Hz). (Oh et al. 2023). EEG rytmin nopeus vaihtelee vireystilan mukaan. Rytmii kiihtyy vireystilan noustessa ja vastaavasti hidastuu rentoutumisen tai unen myötä. Alfarytmi ilmenee kehon normaalitilanteen vallitsevana rytminä. Tästä vireystilan laskiessa voidaan havaita thetarytmi, josta vielä hitaampi deltarytmi ilmenee täyden rentoutumisen, esimerkiksi syvän unen aikana. Beta ja gammarytmi rinnastetaan kohonneeseen vireystilaan alfarytmin yläpuolella vireessä ja gammarytmi liitetään aivojen kognitiiviseen prosessointiin (Vanhatalo & Soinila, 2015).

EEG:tä tarkastellessa, voidaan käyttää taajuuden mukaan luokittelevaa tehospektrianalyysiä. Taajuustasolla näiden eri taajuusalueiden spektriteho voidaan linkittää tulkitsemaan tiettyjä tunnetiloja. Esimerkiksi alfatehon on todettu vaihtelevan valenssitilan tai erillisten tunteiden, kuten ilon, surun tai pelon kanssa (Kim et al. 2013) Emotionaalinen valenssi kuvailee laajuutta, johon asti tunne on joko positiivinen tai negatiivinen. Kiihtyminen ja virittyneisyys taas kuvaa tunteen intensiteetin tasoa. (Citron et al. 2014)

Kardiologisia mittausmenetelmiä käytettiin suuressa osaa tutkimuksista, kuten verenpaineen tai syketaajuuden mittaamista. **Verenpaineen** mittaamista voidaan

käyttää esimerkiksi pitkäaikaisen tai akuutin stressin havainnointiin ja tätä käytettiin tutkimuksissa, joiden tavoite oli analysoida stressiin liittyviä aspekteja (Terveyskylä).

Syketaajuutta mitattiin yhteensä neljässä tutkimuksessa. Mittausvälineenä tutkimuksissa toimi EKG tai pulssioksimetri. **EKG** (elektrokardiografia) on sydänsähkökäyrätutkimus, jolla mitataan sydämen supistumista sääteleviä sähköimpulsseja. EKG tunnetaan myös sydänfilminä. Sydänfilmin avulla voidaan kerätä tietoa esimerkiksi sydämen rytmistä tai syketaajuudesta (terveyskylä.fi). Syketaajuuden vaihtelulla pyrittiin tutkimuksissa ymmärtämään kiihtyneisyyden ja virittyneisyyden astetta tutkittavissa. Küller et al. (2009) käytti sydänkäyrää tutkimuksessaan. Al- Ayash et al. (2016) sekä Srachan- Regan et al. (2024) käyttivät sormenpäästä syketaajuutta mittaavaa pulssioksimetriä.

Sykevälivaihtelua (HRV) mitattiin kolmessa tutkimuksessa. Fich et al. (2014) sekä Bower et al. (2022) tutkivat niin syketaajuutta kuin sykevälin vaihtelua tutkimuksissaan EKG:n avulla. Bower et al. (2022) mittasi EEG:n ja EKG:n lisäksi ainoana tutkimuksena myös tutkittavien **hengityslaajuutta** tutkimuksen aikana. Yeom et al. (2021) tutkimuksessa käytettiin ranteessa olevaa sykemittaria. Yeom et al. (2021) perusteli sykevälivaihtelun mittaamista syketaajuuden sijaan, sillä sykevälivaihtelu kertoo sykkeen rytmin muutoksista eikä vain lyöntien määrästä minuutissa (Yeom et al. 2021).

Fich et al. (2014) mittasivat tutkimuksessaan sykevälivaihtelun ja syketaajuuden lisäksi **T-aallon** amplitudin muutoksia, jota voidaan myös tutkia sydänfilmin avulla ja liittyä sydänlihasten suorituskykyyn. (Fich et al. 2014) Sydämen sähköinen palautuminen perustilaan on tulkittavissa T-aallosta ja sen antamiin tuloksiin voi vaikuttaa esimerkiksi jännitys. (Sydänliitto, 2014)

Stressin tulkitsemiseen kardiologisten tutkimusmenetelmien lisäksi Rollings & Evans (2019) mittasivat **yö virtsan kortisolin** määrää epinefriiniä ja noradrenaliinia, sekä allostaattista kuormaa. **Allostattinen kuorma** indeksi sisältää lepoverenpaineen, painoindeksin sekä pitoisuudet kortisolissa, epinefriinissä ja noradrenaliinissa. Fich et al. (2014) käytti tutkimuksessaan syljen kortisolin mittaamista stressin tason analysointiin.

Vartanian et al. (2015) tutkimustuloksia mitattiin **fMRI**-mittauksen, eli funktionaalisen magneettikuvauksen avulla. Tutkimuksessa näytettiin tutkittaville valokuvia arkkitehtonisista tiloista ja pyrittiin ymmärtämään miten eri kuvat vaikuttavat aivojen aktiivisuuteen sen eri osa-alueilla.

Elektrodermaalista aktiivisuutta (EDA), eli ihon sähköjohtavuutta mitattiin kahdessa tutkimuksessa. Elektrodermaalinen aktiivisuus on fysiologinen vastine, joka kertoo hikirauhasten, sekä hermoston sympaattisen haaran aktivoitumisesta tunnetilojen tai ajattelun takia. Nämä fysiologiset reaktiot nostavat ihon sähköjohtavuutta, jota voidaan mitata ja rinnastaa virittyneisyyteen tai tunnetiloihin (Yeom et al. 2021). Bower et al. tutki ihon sähköjohtavuusvastetta (SCR) sormilevyelektrodeilla ja Yeom et al. (2021) ranteesta mitattavalla laitteella. Ihon sähköjohtavuutta käytettiin tutkimuksissa havainnoidakseen ihon sähköjohtavuuden vaihtelua.

3.3 Tutkitut arkkitehtuuriominaisuudet

Tutkimusten tutkitut arkkitehtuuriominaisuudet ovat jaettavissa kolmeen eri osa-alueeseen. Tila ja sen sisällä muutettavat attribuutit, kuten värit, ja sisäolosuhteet. Tilan geometria esimerkiksi seinän kaarevuus, kulmat ja kokonaisvaltainen geometria. Suhdanteet sekä niiden muuttaminen tilassa esimerkiksi aukotus ja huonekorkeus.

Kootuista tutkimuksista viidessä tutkittiin arkkitehtuurillisen tilan sisällä vaikuttavia attribuutteja ja niiden aiheuttamia fysiologisia reaktioita. Yksikkönä tiloissa toimi pääsääntöisesti virtuaalinen tai aito huonetila. Näistä kolmessa tutkimuksessa keskityttiin huoneen värien vaikutuksesta tutkittavien fysiologisiin reaktioihin. (Bower et al. 2022; Al-Ayash et al. 2015; Küller et al. 2009). Bower et al. (2022) ja Küller et al. (2009) osa 1 tutkimuksissa haluttiin tutkia neutraalin värittömän huoneen ja värillisen huoneen eroja fysiologisella tasolla. Küller et al. (2009) tutkimuksessa vertailtiin harmaan ja värikkään seinän eroja ja Bower et al. (2022) tutkittiin valkoisen ja sinisen huoneen eroja. Küller et al. (2009) osa 2 tutkimuksessa vertailtiin taas sinisen ja punaisen huoneen eroja. Myös Al-Ayash et al. (2015) tutkimuksessa vertailtiin eri väristen huoneiden eroja. Kokeeseen oli valittu sininen, punainen ja keltainen huone. Oh et al. (2023) tutkimuksessa tutkittiin asunnon sisäolosuhteiden vaikutusta

tutkittavien fysiologiaan ja suorituskykyyn. Tutkimuksessa keskityttiin sisäilman laadussa meluun ja valaistukseen. Muut sisäilman tekijät olivat asetettu optimaaliselle "neutraalille" tilalle, jotta ne eivät vaikuttaisi koetuloksiin. Melua ja valaistusta tutkittiin niin erikseen kuin yhdessä vaikuttavina tekijöinä. (Oh et al. 2023) Yeom et al. (2021) tutkimus havainnoi viherseinän tehokkuutta laskea stressitasoja sisätilassa. Kokeessa vertailtiin pienen ja suuren viherseinän välisiä eroja keskenään sekä huoneeseen ilman viherseinää.

Kolmessa tutkimuksessa tulkitaan tilan arkkitehtuurin geometrisia ominaisuuksia. Banaei et al. (2017) tutkimuksessa eroteltiin 343:sta eri aikakauden ja arkkitehtuurillista tyyliä edustavasta olohuoneen valokuvasta huoneen arkkitehtuurillisten pintojen muotokokonaisuudet. Muotokokonaisuudet koostuvat olohuoneen pinnoista kuten katto, seinä ja lattia ja lisäksi niiden arkkitehtuurillisesta muotokielestä sekä koristelusta. Muotokokonaisuudet luokiteltiin tämän jälkeen vielä osaksi viittä alakategoriaa: tyyppi, geometria, mittakaava, sijainti ja kulmat. Viidestä yleisimmästä tilan muotokokonaisuudesta mallinnettiin virtuaalinen tila, jossa valaistus asetukset sekä pintojen valkoinen väri oli vakio jokaisessa tilassa ja ainoa muuttuva elementti oli tilan muotokieli sekä geometria. Strachan-Regan & Baumann (2024) tutki tilan geometrisen muodon vertailua kaarevan sekä suorakulmaisena huoneympäristön välillä, jossa suorakulmaisessa huoneessa oli kulmikkaat ikkunat ja muodot, kun taas kaareutuvassa huoneessa seinän, katon ja ikkunoiden muodot olivat kaarevat. Kolmas tutkimus Shemesh et al. (2017) selvitti tilan geometrian vaikutuksia tutkittavissa neljän erilaisen geometrisen muotokielen omaavan tilan kautta. Jokaiseen tilaan kuljettiin käytävän kautta, jotta lähtötilanne tiloihin astuttaessa olisi neutraali. Tutkimuksen tilat koostuivat symmetrisestä kupolimaisesta tilasta, epäsymmetrisestä orgaanisesta kaareutuvasta tilasta, symmetrisestä kuution muotoisesta tilasta sekä epäsymmetrisestä kulmikkaasta tilasta.

Neljä tutkimusta keskittyi arkkitehtuurillisen tilan suhdanteisiin. Sanghee et al. (2024) tutkimus keskittyi pituuden ja leveyden väliseen suhteeseen lattia-alassa, huonekorkeuteen sekä ikkuna-alan määrään tilassa. Pituuden ja leveyden välistä suhdetta muunneltiin kapean ja runkosyvyydeltä syvän tilan, sekä leveän ja runkosyvyydeltä lyhyen tilan välillä. Huonekorkeutta vaihdeltiin 2,3 m, 2,7 m ja 3 m välillä. Ikkuna-alan ja seinäalan välistä suhdannetta vaihdeltiin ikkuna-alan suhteen 20 %, 40 %, 60 %, 80 % ja 100 %. Rollings & Evans (2019) tutkivat asuntojen pohjaratkaisuiden kautta tilan avoimuutta ja saavutettavuutta kaksiulotteisesti, sekä tutkittavien makuuhuoneiden kolmiulotteisia piirteitä (ikkuna-ala, huonekorkeus ja

tilavuus). Vartanian et al. (2015) tutkivat huonekorkeutta sekä avoimiksi tai suljettuiksi koettuja tiloja visuaalisuuden ja kulkemisen kautta. Fich et al. (2014) tutki ikkunattoman ja ikkunallisen huoneen välisen eron vaikutusta stressiin.

3.4 Tutkimusten tavoitteet

Päätavoitteina tutkimuksissa oli ymmärtää rakennetun ympäristön ominaisuuksien vaikutuksesta psykologiaan, tunnetiloihin tai aivojen aktiivisuuteen eri arkkitehtuurin osa-alueilla. Ihmisen fysiologia ja sen mitattavat ominaisuudet, kuten syketaajuus, hengitys, verenpaine, aivotoiminta ja ihon elektrodermaalinen aktiivisuus (EDA) toimivat indikaattoreina osaan ihmisen tunnereaktioista, jonka takia fysiologista tutkimusta käytetään työkaluna ymmärtämään objektiivisesti kehon reagoinnista sen ympäristöön. (Shemesh et al. 2017).

Tutkimustavoitteet määrittivät valitut tutkimusmenetelmät, joita tutkimuksissa käytettiin. Pääosin tutkimusmenetelmät pohjautuivat joko autonomisen hermoston tutkimiseen tai aivotoiminnan analysointiin. Joissain tutkimuksissa käytettiin yhdessä molempia tutkimusmenetelmiä. Tutkimukset, joissa mitattiin autonomisen hermoston ominaisuuksia, keskittyivät yleisen mielentilan virittyneisyyteen tai stressin arviointiin.

Kolme tutkimusta keskittyi tutkimaan arkkitehtuurin ja stressivastineen välistä yhteyttä. Yeoum et al. (2021) keskittyi yksinomaan viherseinän koon aiheuttaman stressin määrän mittaamiseen tutkittavissa, jota havainnoitiin syketaajuuden vaihtelun, elektrodermaalisesta aktiivisuudesta ja aivosähkökäyrän (EEG) pohjalta. Fich et al. (2014) tutkimuksessa huoneen ikkunattomuuden aiheuttaman stressiä tutkittiin syljen kortisolien, sykevälivaihtelun ja T-aalto amplitudin avulla. Rolling & Evans (2019) tutkivat stressaavuutta koetun ahtauden kautta käyttäen fysiologisia mittausten menetelminä verenpainetta, allostaa kuormaa sekä yövirtsan kortisolien määrää. Bower et al. (2022), Al-Ayash et al. (2015) sekä Küller et al. (2009) tutkivat fysiologisten mittausten avulla psyykkisen mielentilaa ja sen virittyneisyyttä eri värisissä huoneissa, jota taas Strachan-Regan & Baumann (2024) tutki huoneen geometrian perusteella.

Aivoalueiden aktiivisuutta ja aivotoimintaa analysoitiin usein EEG:n tai fMRI:n mittauksilla. Shemesh et al. (2017) ja Banaei et al. (2017) analysoivat aivojen aktiivisuutta tilojen geometrisen muodon vaikutuksesta ja Vartanian et al. (2015) huonekorkeuden ja avoimuuden kautta. Sanghee et al. (2024) perusteli EEG:n käyttämistä tutkimuksessaan saadakseen objektiivisia mittaustuloksia. Tutkimuksen tavoitteena oli löytää valmis "tuotantomalli" arkkitehtuurillisesta tilasta, joka olisi samanaikaisesti energiatehokas ja tuottaisi käyttäjässä positiivisia tunnetiloja. Oh et al. (2023) tutki eri aivoaaltojen toimintaa melun ja valon eri variaatioilla sisätilassa.

3.5 Tutkimustulokset sekä päätelmät

Strachan-Regan & Baumann, (2024) tutkimuksessa pyrittiin ymmärtämään suorakulmaisen- sekä kaarevan huoneen eroavaisuuksia tunnetilassa. Tutkimuksessa mitattiin fysiologisenä aspektina syketaajuutta ja samalla tutkittavat pyydettiin raportoimaan omaa kokemustaan PANAS-mielialataulukolla. Lisäksi tutkittavien luovuutta mitattiin vertailuissa huoneissa luovuutta mittaavalla GAUT-menetelmällä. GAUT-menetelmässä yksinkertaisille esineille pyritään keksimään mahdollisimman monta eri käyttötarkoitusta. Tuloksissa huomattiin tutkittavien raportoineen enemmän negatiivisia tunnetiloja suorakulmaisessa huoneessa verrattuna kaarevaan huoneeseen. Fysiologisesti tutkittavat kokivat kaarevassa tilassa vähemmän virittyneisyyttä, ja syke oli merkittävästi alempi tutkittavilla tässä tilassa. Tutkimuksen perusteella luovuuden todettiin myös nousevan kaarevassa tilassa. Tutkimuksen johtopäätöksissä todettiin suorakulmaisen tilan mahdollisuudesta lisätä negatiivisia tuntemuksia verrattuna kaarevaan tilaan. Kaareva tila taas voi lisätä positiivista mielentilaa, luovuutta sekä tukea fysiologisesti rauhallisempaa sykettä. Tutkimuksen haasteissa ilmaistiin tutkimuksen koostuvan vielä hyvin yksinkertaisista mittauksista, sekä tutkittavien arkkitehtuurin ominaisuuksien osa-alueista ja lisätutkimusta olisi tehtävä esimerkiksi eri huonemuotojen välillä.

Sanghee et al. (2024) tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, voiko rakennus olla erittäin energiatehokas ja samalla tuottaa positiivisia tunnetiloja asukkaissa. Tunnetiloja mitattiin EEG:n avulla fysiologisista reaktioista. Tutkimuksessa huomattiin merkittäviä eroja EEG:n RAB indikaattorien arvoissa. Tutkimuksessa yhdisteltiin ennalta määritettyjä huonekorkeuden, lattia-alan suhdanteiden sekä ikkuna-alan

vaihtoehtoja. RAB arvot varioivat voimakkaasti riippuen yhdistellyistä arkkitehtuurin ominaisuuksista virtuaalisessa tilassa. Energiatohokkuuden sekä EEG tulosten perusteella lattia ala, joka on 1:1,6, huonekorkeus 2,3 m ja seinä-ikkunasuhde 60 % tarjosi erityisen hyvän tuloksen niin energiatohokkuudessa kuin positiivisesti tunteisiin vaikuttamisessa. Tuloksena huomattiin myös ilmiö, että hyvä energiatohokas tyyliisuutta ei välttämättä aiheuta positiivisia reaktioita asukkaissa. Tutkimus tunnisti haasteena vain naisten tutkimisen, sekä altistusajan pituudet. Stimulaatio lisääntyi altistuksen myötä ja vaatii näin suhteuttamista altistusajoissa tutkimuksen aikana.

Oh et al. (2023) tutkimuksessa pyrittiin ymmärtämään sisäilman laatutekijöistä melun ja valaistuksen vaikutusta aivotoimintaan. Tutkimuksessa mitattiin EEG:n avulla oikean ja vasemman etuaivolohkon reaktioita eri valaistuksen ja melun olosuhteisiin, sekä niiden yhteisvaikutuksesta tapahtuviin reaktioihin. Aivoissa havaittiin reaktioita osa-alueilla, jotka käsittelevät ongelmanratkaisua ja päätöksentekoa, uneliaisuutta, stressitöntä keskittymistilaa ja henkisen toiminnan sekä virittyneisyyden tilaa. Tuloksissa valaistuksen taso ei merkittävästi vaikuttanut fysiologisiin reaktioihin, mutta melu aiheutti reagoimista fysiologiseen vasteeseen. Samoin melun ja valaistuksen vuorovaikutuksen huomattiin aiheuttavan fysiologisia reaktioita aivotoiminnassa. Tutkimuksessa mitattiin samalla työsuorituksen tehokkuutta eri melun ja valaistuksen tasoissa, johon löydettiin korrelaatiota fysiologisissa reaktioissa. Tämä viittaa melun ja valaistuksen aiheuttamien fysiologisten reaktioiden vaikutuksesta yksilöiden suorituskykyyn.

Bower et al. (2022) tutkimuksessa pyrittiin ymmärtämään vaikuttaako virtuaalisen huoneen seinien väri (musta, valkoinen, sininen) autonomisen hermoston tai keskushermoston korrelaatioihin tunteiden kanssa ja vastaako tutkittavien itseraportointi fysiologisiin tuloksiin. Tätä tutkittiin fysiologisesti syketaajuuden, ihon sähkönjohtavuuden, EEG:n ja hengityslaajuuden avulla. Tuloksissa sininen huone lisäsi huomattavasti ihon johtavuusvasteen sekä hengityksen autonomista vaihtelua. Mustan ja valkoisen huoneen välillä tässä ei todettu eroa. Syketaajuuden vaihtelun keskiarvoissa havaittiin laskua, mutta ne eivät olleet merkitseviä. Sininen huone, verrattuna valkoiseen huoneeseen lisäsi EEG tutkimuksessa tehospektrin tiheyttä theta, alfa ja beta taajuuksilla. Itseraportointi tutkittavien tunteista ei vastannut mitattuja autonomisia vasteita. Päätelminä tutkimuksesta havaittiin värin voivan vaikuttaa neurofysiologiseen aktiivisuuteen terveissä aikuisissa. Tutkimus analysoi

sinisen värin mahdollisuutta vaikuttaa tunteisiin, mutta totesi lisätutkimuksen olevan tarpeellista tulosten vertaamiseksi ja vahvistamiseksi.

Yeom et al. (2021) toteutti tutkimuksen ymmärtääkseen viherseinien vaikutuksen ihmisten stressitasoissa psykologisten ja fysiologisten menetelmien avulla. Tutkimus toteutettiin ahdistuneisuutta mittaavan itseraportointi testin (STAI) sekä fysiologisten mittausmenetelmien: syketaajuuden, ihon sähköjohtavuuden sekä EEG:n avulla. EEG:n tuloksissa alfateho parietaalilohkossa, joka ilmaisee tilallisuuden hahmottamisesta johtavaa rentoutumisen tasoa sekä oksipitaalilohkossa, joka ilmaisee visuaalisesta stimulaatiosta johtuvaa rentoutumisen tasoa, havaittiin korkeammaksi huoneessa, jossa oli pieni vihreinä verrattuna suureen viherseinään. Ihon sähköjohtavuus nousi huoneessa, jossa oli iso vihreinä, joka viittaa kohonneeseen virittyneisyyteen ja ahdistuneeseen, joka taas laskee pienen viherseinän omaavassa huoneessa. Syketaajuus reagoi stressitason mukaan. Päätelmänä tutkimuksessa todettiin pienen viherseinän laskevan stressitasoa, mutta suuren viherseinän vastaavasti nostavan sitä.

Rollings & Evans (2019) analysoivat tutkittavien lasten omien kotien avoimuuden sekä tilojen saavutettavuuden vaikutuksia psykologiseen hyvinvointiin. Kokonaisuudessaan korkea huonekorkeus tuotti enemmän psykologista hyvinvointia kuin matalammat huonekorkeudet. Tutkimuksen mukaan tutkittavan makuuhuoneen huonekorkeus torjui tungoksen aiheuttamaa psykologista stressiä, poikkeuksena kortisolintuotanto, niin kuin tutkimuksessa oli odotettu. Korkeampi huonekorkeus oli yhdistetty alempaan verenpaineeseen, marginaalisesti alempaan noradrenaliinin tuotantoon sekä alostaattiseen kuormaan. Huonekorkeudet olivat siis assosiaatiossa paremman psykologisen terveyden sekä vaimeampien reaktioiden kanssa koetusta tungoksesta tilassa.

Shemesh et al. (2017) selvitti arkkitehtuurin vaikutuksia tunnetilaan geometrialtaan erilaisten tilojen kautta. Tutkimustuloksia mitattiin kyselyn ja aivosähkökäyrän perusteella. EEG:n tutkimustuloksia analysoitiin manifold -tekniikalla, joka muodosti tulkittavissa olevaa data alun perin hajanaisesta aivosähkökäyrän tuloksesta. Tutkimustuloksia analysoitiin niin, että aivosähkökäyrän perusteella olisi mahdollista tulkita missä tutkimuksen geometrisessa tilassa tutkittava on ollut. Kyselyn perusteella tutkittava, joilla ei ollut aikaisempaa suunnittelualan kokemusta suosivat kaarevia tiloja, kun taas tutkittavat, joilla tätä kokemusta oli suosivat yleisemmin

suorakulmaisista tiloista. Päättelöt tutkimustuloksista osoittivat data aivotoiminnan ja tilan havainnoinnin välisestä suhteesta. Tutkimus toimi pioneerinä fysiologisen tutkimuksen ja arkkitehtuurin välisten tunnetilojen suhteen ymmärtämisessä. Tutkijat ilmaisevat aiheen vaativan lisää tutkimusta sekä laajempia mittausmenetelmiä tämänkaltaisten tulosten saamiseksi. (Shemesh et al. 2017)

Banaei et al. (2017) tutki arkkitehtuurin muotokielen vaikutusta tunnetiloihin. Tutkimuksessa esiteltiin uusi termi "neuroarkkitehtuuri" jolla pyritään ymmärtämään neurotieteen avulla paremmin arkkitehtuurillisen suunnittelun vaikutuksista ihmisen havainnointiin ja subjektiiviseen kokemukseen. Tuloksia mitattiin EEG:n avulla, jota taltioitiin tutkittavien liikkua muotokieleltään erilaisissa virtuaalituloissa vapaamuotoisesti. EEG:ssä mitattiin perspektiivillä olevan laaja vaikutus aivojen eri osa-alueisiin virtuaalituloissa kuljettaessa. Anteriorisen pihtipoimun alueen theta-aktiivisuudessa havaittiin huomattavia eroja suorakulmaisten ja kaarevien geometrioiden välillä. Kaarevat muodot ja muoto-ominaisuudet sekä keskenään kiinnitetyt tilaelementit aiheuttivat voimakkaampaa theta-aktiivisuutta. Tyhjät pinnat sekä suorakulmaiset muotokielet korreloivat taas negatiivisesti pihtipoimun theta-aktiivisuuden kanssa. Tutkimuksessa todettiin pihtipoimun theta-aktiivisuuden voimakkuuden olevan yhteydessä miellyttävyyden sekä positiivisuuden kanssa, jolloin kaarevat muoto-ominaisuudet sekä keskenään kiinnitetyt tilaelementit aiheuttivat positiivisia reaktioita tutkittavien aivotoiminnassa. Tutkimuksessa havainnoitiin myös pintojen ja kappaleiden välisten kiinnitysten sekä kaksiuuloitteisten kulmikkaiden muotojen vaikuttavan ACC:n theta-aktiivisuuteen myös miellyttämisarvojen ulkopuolella. Päättelänä havainnoitiin ACC:n keskeistä osaa tämänkaltaisessa tutkimuksessa.

Al-Ayash et al. (2015) tutkimuksessa pyrittiin ymmärtämään värin vaikutusta oppimiskykyyn, tunnetilaan sekä syketaajuuteen oppimisympäristössä. Aidossa tutkimusympäristössä tutkittiin kolmen eri värisen huoneen (sininen, punainen, keltainen) sekä näistä haaleamman väristen versioiden eroja toisiinsa haastattelun sekä pulssioksimetrin avulla. Syketaajuudessa haaleiden sekä värillisten huoneiden välillä ei ollut huomattavaa eroa. Väri taas vaikutti tutkittavien syketaajuuteen. Punainen ja keltainen väri nostivat sykettä, kun sininen päinvastoin laski tutkittavien sykettä. Punainen ja keltainen tila nostivat sykettä samassa suhteessa, eivätkä tulokset eronneet keskenään. Haastatteluissa haaleat värit arvosteltiin positiivisemmiksi, sillä ne koettiin rauhoittavampana verrattuna räikeisiin väreihin.

Käsityskyvyn testeissä, jotka suoritettiin räikeän värisissä huoneissa, tulokset olivat huomattavasti paremmat. Päätelmänä todettiin värien vaikuttavan fysiologisiin vasteisiin sekä tunnetilaan. Sininen tila rauhoitti olotilaa tutkittavissa ja punainen sekä keltainen tila nosti virittyneisyyden astetta.

Vartanian et al. (2015) tutkimus havainnoi huonekorkeutta ja tilojen sulkeutuneisuutta arkkitehtuurillisina elementteinä ja näiden vaikutusta tilojen estetiikan kokemiseen tai tilojen lähestyttävyyteen. Magneetikuvantamisen aikana tutkittaville näytettiin valokuvia, joita he arvioivat joko kauniiksi tai "ei-kauniiksi". Toista osiota arvioitiin joko haluna lähestyä tilaa tai poistua. Tilojen kauneuden arvioimisessa korkeat kattokorkeudet arvioitiin kauniimmiksi verrattuna matalaan kattokorkeuteen. Huonekorkeudella ei ollut kuitenkaan vaikutusta päätökseen lähestyä tai välttää tilaa. Korkeat huoneet aktivoivat enemmän visuoplastisuutta prosessoivia aivojen osa-alueita. Tunteita, mielihyvää ja palkitsevuutta käsittelevät aivojen osa-alueet eivät aktivoituneet korkean huonekorkeuden myötä, joka viittaa siihen, että korkeiden huoneiden suosinta esteettisyydessä syntyy muista prosesseista. Tutkimuksen toisessa osiossa huoneiden avoimuuden suhteen, sulkeutuneet huoneet päätettiin todennäköisemmin välttää ja aktivoivat enemmän anteorista keskipihtiopimua, joka voidaan liittää pelon tunteeseen. Avoimet huoneet aktivoivat temporaalilohkojen visuaalisen liikkeen havainnoimisesta ja visuoplastiaalisesta tarkkaavuudesta vastaavia alueita. Tutkimuksesta pääteltiin esteettisen mieltymyksemme korkeaan huonekorkeuteen liittyvän sen aktivoimiin osa-alueisiin, jotka tukevat visuoplastisuutta, tutkimista ja havainnointia, mikä viittaa spatiaalisen kognition mahdollisesti vaikuttavan esteettisten mieltymysten valikoimiseen.

Fich et al. (2014) tutki huoneen sulkeutuneisuuden vaikutusta fysiologiseen stressiin. Tuloksia mitattiin syljen kortisolin, EKG:n, T-aallon ja sykevälivaihtelun (HRV) avulla. Tutkimuksessa pyrittiin tarkoituksellisesti tuottamaan stressiä VR-TSST:n avulla, jonka tarkoitus on tuottaa akuuttia stressiä tutkittaviin virtuaalitodellisuudessa. Tutkimuksessa puolet tutkittavista toteutti ikkunallisessa huoneessa ja puolet täysin suljetussa huoneessa. Autonomista hermostoa mittaavat tulokset eivät eronneet ikkunattoman ja ikkunallisen huoneen välillä. Hypotalamus-aivolisäkelisämunaaiskuori-akselin (HPA), jonka pääsääntöinen tehtävä on säädellä kehon stressivastinetta tulos erosi huoneiden välillä ja sen reaktiivisuus oli selkeämpi ikkunattomassa huoneessa verrattuna ikkunalliseen. Syljen kortisolin määrä lisääntyi 113.1 prosenttia ikkunattomassa huoneessa verrattuna ikkunallisen huoneen 50 prosenttiin. HPA on yhdistetty stressin osalta yksilön kontrollointikykyyn tilanteesta ja

kehossa on useita muitakin osa-alueita, jotka prosessoivat stressin aiheuttamia reaktioita. Tulosten pohjalta tutkijat analysoivat kohdehenkilön ympäristön olevan yhteydessä siihen mikä kehon stressinkäsittelyn osa-alue aktivoituu. Tutkimuksessa haasteena tunnistettiin vain miesten käyttö tutkimuksessa, joka voi tarjota yksipuolisia tuloksia. (Fich et al. 2014)

Küller et al. (2009) tutkimus koostui kahdesta osakokeesta, jossa keskityttiin sisätilojen värien vaikutukseen ihmisen yleisessä fysiologiassa, jota yleensä mitataan virittyneisyys- tai stressireaktioilla. Ensimmäisessä kokeessa vertailtiin harmaan sekä värikkään ja samalla kuviollisen huoneen eroja ja toisessa osakokeessa vertailtiin sinisen ja punaisen huoneen eroja. Tuloksia mitattiin EEG:n ja EKG:n sekä itseraportoinnin avulla. Ensimmäisessä osakokeessa EEG:llä mitattu alfa-rytmi oli huomattavasti alempi kuvioita ja värejä sisältävässä huoneessa verrattuna harmaaseen huoneeseen. Syketaajuus oli myös alempi värikkäässä huoneessa. Toisessa osakokeessa sinisessä huoneessa ilmeni enemmän delta-aaltoja, jotka ilmentävät uneliaisuutta. Alfa rytmi oli myös lievästi korkeampi sinisessä huoneessa. Syketaajuus oli merkitsevästi hitaampi punaisessa huoneessa verrattuna siniseen huoneeseen. Tutkimusten todettiin vaikuttavan introvertteihin ja negatiivisella tuulella oleviin tutkittaviin voimakkaammin kuin muihin. Päätelmänä todettiin värien vaikuttavan fysiologisiin vasteisiin ja tunteisiin. Punaisen värin ja kuvioinnin todettiin lisäävän aivojen virittyneisyyttä.

3.6 Tutkimustulosten arkkitehtuurillisten ominaisuuksien vertailu

Kolme tutkimusta havainnoi värien fysiologista vaikutusta tilassa. Kaikissa kolmessa tutkimuksessa tehtiin saman suuntaisia päätelmiä sinisen värin vaikutuksesta tutkittaviin. Küller et al. (2009) analysoi sinisen huoneen sekä delta-aaltojen ja alfa-aaltojen olevan yhteydessä, joista delta-aallot viittaavat rauhoittumisen ja uneliaisuuden tunteeseen. Bower et al. (2022) tutkimustuloksissa sininen huone lisäsi myös alfa- ja beta-aaltojen taajuuksien tehospektrin tiheyttä kuten Küller et al. (2009) tutkimuksessa, jonka lisäksi tutkimuksessa havaittiin tihentyntä theta-aaltojen taajuuden aktiivisuutta. sinisen huoneen lisäsi myös ihon sähköjohtavuutta sekä hengityksen autonomista vaihtelua. Al-Ayash et al. (2015) tutkimuksessa sininen huone laski syketaajuutta, joka viittaa myös rauhoittumisen tunteeseen. Küller et al.

(2009) sekä Al-Ayash et al. (2015) totesivat punaisen värin lisäävän tutkittavien virittyneisyyttä.

Arkkitehtuurin geometriaan liittyneet tutkimukset erosivat tutkittavilta ominaisuuksiltaan suhteellisen paljon. Kuitenkin tutkittavissa huomattiin kaarevien muoto-ominaisuuksien aktivoivan enemmän positiivisuuteen linkittyvää aivotoimintaa ja reaktioita. Strachan-Regan & Baumann, (2024) tutkimuksessa kaarevassa tilassa koettiin vähemmän negatiivista virittyneisyyttä ja korkeampaa luovuuden astetta. Banaei et al. (2017) totesi kaarevien tilojen ja positiivisen aivotoiminnan olevan yhteydessä. Shemesh et al. (2017) tutkimustulosten perusteella tutkittavat, joilla ei ollut aiempaa suunnittelualan kokemusta suosivat kaarevia tiloja, kun taas suunnittelualasta kokemusta omaavat suosivat suorakulmaisia tiloja.

Suhdanteet sekä niiden muuttaminen tilassa esimerkiksi aukotus ja huonekorkeus. Tilojen suhdanteet sekä niiden muuntaminen tiloissa pääosin koski huonekorkeutta sekä aukotusta tilassa. Sanghee et al. (2024) totesi huonekorkeuden ja tilan aukotuksen määrän vaikuttavan fysiologiseen tyytyväisyyteen sekä virittyneisyyteen. Fich et al. (2014) toteuttamassa tutkimuksessa analysoitiin täysin aukottoman huoneen lisänneen kehon stressivastinetta vastaavien osa-alueiden aktiivisuutta verrattuna ikkunalliseen huoneeseen. Rollings & Evans (2019) tutkimuksessa korkeampi huonekorkeus lisäsi enemmän psykologista hyvinvointia ja vähensi tilan tungoksen aiheuttamaa stressiä. Vartanian et al. (2015) tutkimus puolestaan havainnoi tutkittavien arvioivan yleisesti korkeat huoneet kauniimmiksi ja ne aktivoivat enemmän visuoplastisuutta prosessoivia aivojen osa-alueita.

4. YHTEENVETO

Terveys ja hyvinvointi on yksi tärkeimmistä ja selkeimmistä indikaattoreista asunnon laadun arvioimiseen. Terveiden avulla voidaan arvioida asunnon fyysisiä vaikutuksia yksilöön kuin subjektiivista hyvinvointia. Tästä syystä terveyden ja hyvinvoinnin tarkastelu jaettiin tarkastelemaan erikseen yksilön fyysistä terveyttä sekä psyykkistä mielenterveyttä. Fyysisen terveyden ominaisuuksia niin asunnon osa-alueissa kuin yksilöissä on yksinkertaisempaa mitata verrattuna psyykkiseen terveyteen. Itse asunnon terveys määritellään sisällyttämään asumisen perustarpeet kuten kuivuuden, lämpötilan ja turvallisuuden aspektit. Tämän lisäksi tunnistetaan laajasti muita fyysisiä ominaisuuksia kuten asunnon sisäolosuhteet ja sisäympäristön laatu, jotka vaikuttavat yksilöiden hyvinvointiin ja terveyteen asumisessa. Näitä fyysisiä ominaisuuksia tunnistetaan laajasti jo rakennusmääräyksissä ja niitä pystytään havaitsemaan sekä mittaamaan.

Sisäolosuhteet ja sisäympäristön laatu linkittyvät yhteen asuntosuunnittelun laatutekijöiden kanssa. Terveys ja hyvinvointi luetaan osaksi asuntosuunnittelun laatutekijöitä, joiden tavoitteena on parantaa viihtyvyyttä sekä yleistä terveyden tasoa asuntosuunnittelussa. Työssä oli tavoitteena syventyä tarkemmin asuntosuunnittelun laatutekijöihin, joilla todettiin korrelaatiota fysiologisiin tutkimuksiin sekä vaikuttavat hyvinvointiin ja terveyteen asunnoissa. Tutkielmassa keskityttiin sisäolosuhteisiin ja sisäympäristön laatuun vaikuttaviin tekijöihin, johon kuuluu päivänvalo, ilmanlaatu, lämpötila, melu ja asunnon tilallisuus.

Kandidaatintyössä fysiologisella tutkimuksella pyrittiin ymmärtämään yksilön psyykettä tai tunnetiloja asuntosuunnittelun näkökulmasta. Fysiologisissa tutkimuksissa keskityttiin analysoimaan eri arkkitehtuurin ominaisuuksien, kuten seinän värin tai tilan geometrian vaikutusta yksilön tunnetilaan tai kehon fysiologisiin reaktioihin. Tutkimustuloksista voidaan havaita arkkitehtuurilla ja sen ominaisuuksilla olevan selkeä yhteys kehon fysiologisiin reaktioihin.

Kandidaatintyön esittelemät asuntosuunnittelun laatutekijät, sekä fysiologiset tutkimukset, jotka käsittelivät toistensa kanssa samoja aihealueita, omasivat samankaltaisia piirteitä. Aukotusta tutkineet fysiologiset tutkimukset totesivat näkymillä ja ikkunoilla olevan vaikutusta positiivisiin tunnetiloihin ja vähentävän stressin tasoa. Asuntosuunnittelun laatutekijöissä todettiin huonojen päivänvalo-olosuhteiden olevan negatiivisesti yhteydessä asukkaiden hyvinvointiin. Fysiologisessa tutkimuksessa korkea huonekorkeus koettiin yleisemmin miellyttävämpänä ja todettiin vähentäneen stressiä, kun taas laatutekijöissä matala huonekorkeus on yhdistetty parempaan keskittymiskykyyn ja korkea huonekorkeus vapaaseen ja luovaan ympäristöön. Yleisesti molemmista näkökulmista kaarevia muotoja pidettiin visuaalisesti kauniimpina ja koettiin suorakulmaisia muotoja miellyttävämpänä. Myös tilan tungos tuotti samoja toteamuksia tungoksen yhteydestä stressiin, niin fysiologisessa tutkimuksessa kuin laatutekijöitä tutkineissa lähteissä. Fysiologisessa tutkimuksessa todettiin melulla olevan tiettyjä asteita, jolloin sitä ei koettu häiritsevänä, mutta sen todettiin helposti aktivoivan ärsykkeistä vastaavia kehon osa-alueita ja häiritsevän keskittymistä, joka todettiin myös laatutekijöissä.

Asuntosuunnittelun laatutekijöiden sekä fysiologisten tutkimustulosten välillä voidaan siis havaita yhteisiä tekijöitä. Täysin tarkkoja päätelmiä ei kuitenkaan ole mahdollista tehdä, sillä fysiologisen tutkimuksen haara arkkitehtuurissa on uusi. Fysiologisten tutkimusten luotettavuuteen ja tarkkuuteen liittyy ongelmia fysiologisissa mittausmenetelmissä ja samalla muun ympäristön vaikutus tutkimustuloksiin on vaikea sulkea ulkopuolelle. Virtuaalimallitodellisuudessa, jossa on mahdollista luoda paremmin kontrolloitu ympäristö, näitä haittavaikutuksia on todettu vähemmän. Useissa tutkimuksissa ilmaistiin tarve lisätutkimuksille sekä teknologisten mittausmenetelmien ja virtuaaliympäristöjen kehittymiselle. Suurin anti tämänhetkisessä fysiologisessa tutkimuksessa arkkitehtuurissa on sen mahdollisuus havaita yhteyksiä tunnetilojen ja objektiivisesti mitattavien kehon ominaisuuksien välillä.

Yksilöä tukeva asuntosuunnittelu, jossa otetaan huomioon fyysinen sekä psyykinen terveys on välttämätöntä kokonaisvaltaisen suunnittelun mahdollistamiseksi. Yhdistämällä asuntosuunnittelun laatutekijät sekä fysiologinen tutkimus on mahdollista luoda paremmin asukkaita tukevaa asuntosuunnittelua. Tämä vaatii vielä fysiologisen tutkimuksen kehittymistä ja sen ottamista osaksi yleistä arkkitehtuurin praktiikkaa. Fysiologisen tutkimuksen sekä laadukkaan asuntosuunnittelun lisäksi

yksilöiden subjektiivinen kokemus on osana kokonaisvaltaisesti hyvinvointia ja terveyttä tukevan arkkitehtuurin luomisessa. Subjektiivisia indikaattoreita, kuten kyselytutkimuksia on tässä työssä käsitelty pintapuolisesti osana fysiologisten tutkimusten tuloksia, mutta ne voivat tarjota arvokasta tietoa yksilöiden tarpeista ja toiveista asunosuunnittelussa. Jatkossa tulisi tutkia mielenterveyden ja arkkitehtuurin välistä yhteyttä, jolla voidaan saada syvempää ymmärrystä rakennetun ympäristön vaikutuksista yksilöihin fyysisten parametrien ulkopuolella.

LÄHTEET

Al-Ayash, A., Kane, R., Smith, D., Green-Armytage, P., (2015) *The influence of color on student emotion, heart rate, and performance in learning environments*. Saatavilla: <https://onlinelibrary-wiley-com.libproxy.tuni.fi/doi/full/10.1002/col.21949> [Vierailtu 28.02.2024]

Assem, H., Khoedir, L., Fathy, F., (2023) *Designing for human wellbeing: The integration of neuroarchitecture in design a systematic review*. Saatavilla: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447922004130#s0060> [Vierailtu 04.4.2024]

Baker, N., Steemers, K., (2019). *Healthy Homes: Designing with Light and Air for Sustainability and Wellbeing*. RIBA Publications, Tampere. Saatavilla: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/tampere/reader.action?docID=5962811> [Vierailtu 24.1.2024]

Banaei, M., Hatami, J., Yazdanfar, A., Gramann, K., (2017) *Walking through architectural spaces: The impact of interior forms on human brain dynamics*. Saatavilla: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2017.00477/full> [Vierailtu 28.02.2024]

Bower, I., Clark, G., Tucker, R., Hill, A., Lum, J., Mortimer, M., Enticott, P., (2022) *Built environment color modulates autonomic and EEG indices of emotional response*. Saatavilla: <https://web-p-ebsohost-com.libproxy.tuni.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=2096f4ac-1b81-48c6-b289-a8b7ab2c54c7%40redis> [Vierailtu 04.03.2024]

Citron, F., Gray, M., Critchley, H., Weekes, B., Fersti, E., (2014) *Emotional valence and arousal affect reading in an interactive way: Neuroimaging evidence for an approach-withdrawal framework*. Saatavilla: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4098114/> [Vierailtu 01.01.2024]

Fich, L., Jönsson, P., Kirkegaard, P., Wallegård, M., Garde, A., Hansen, Å., (2014) *Can architectural design alter the physiological reaction to psychosocial stress? A virtual TSST experiment.* Saatavilla: <https://www.sciencedirect-com.libproxy.tuni.fi/science/article/pii/S0031938414003242?via%3Dihub#s0010>

[Vierailtu 29.02.2024]

Hekkala, A., (2018) *Mystinen T-aalto.* Sydänliitto. Saatavilla: <https://sydan.fi/kysymys/mystinen-t-aalto/> [Vierailtu 28.03.2024]

Kim, M., Kim, M., Oh, E., Kim, S (2013) *A Review on the Computational Methods for Emotional State Estimation from the Human EEG.* Saatavilla: <https://downloads.hindawi.com/archive/2013/573734.pdf> [Vierailtu 24.03.2024]

Kimpian, J., Pelsmakers, S., Hartman, H., (2021) *Energy, People, Buildings: Making Sustainable Architecture Work.* RIBA Publications, Tampere. Saatavilla: <https://www-taylorfrancis-com.libproxy.tuni.fi/books/mono/10.4324/9781003163985/energy-people-buildings-judit-kimpian-sofie-pelsmakers-hattie-hartman> [Vierailtu 24.01.2024]

Küller, R., Mikellides, B., Janssens, J., (2009) *Color, arousal, and performance- A comparison of three experiments.* Saatavilla: <https://onlinelibrary-wiley-com.libproxy.tuni.fi/doi/epdf/10.1002/col.20476> [Vierailtu 28.02.2024]

National center for healthy housing (2023) *The Principles of a Healthy Home.* Saatavilla: <https://nchh.org/information-and-evidence/learn-about-healthy-housing/healthy-homes-principles/> [Vierailtu 18.04.2024]

Nisonen, E., Kaasalainen, T., Pelsmakers, S. & Maununaho, K., (2022). *Asuntosuunnittelun laatutekijät - tietoa ja suosituksia.* ASUTUT Kestävän Asuntoarkkitehtuurin tutkimusryhmä, Tampereen Yliopisto. Saatavilla: https://moodle.tuni.fi/pluginfile.php/2805385/mod_page/content/4/Asuntosuunnittelun%20laatutekij%C3%A4t_tietoa%20ja%20suosituksia.pdf [Vierailtu 24.1.2024]

Oh, D., Kim, J., Kim, H., Jang, H., Hong, T., An, J., (2023) *Analyzing the impact of indoor environmental quality on physiological responses and work performance: Implications for IEQ control strategies*. Saatavilla: <https://www.sciencedirect.com.libproxy.tuni.fi/science/article/pii/S0360132323008727?via%3Dihub> [Vierailtu 04.03.2024]

Pelsmakers, S., Hoggard, A., Kozminska, U. & Donovan, E., (2022). *Designing for the Climate Emergency: A Guide for Architecture Students*. RIBA Publications, Tampere.

Pocock G., D. Richards C., A. Richards D., (2018) *Human physiology*. Oxford University Press, United Kingdom. [Vierailtu 17.03.2024]

Rakentamislaki 751/2023, 33 §. Saatavilla: <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230751> [Vierailtu 26.03.2024]

Rollings, K., Evans, G., (2019) *Design moderations of perceived residential crowding and chronic physiological stress among children*. Saatavilla: <https://web-p-ebSCOhost.com.libproxy.tuni.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=9e6f5c-0f04-4226-8bd1-e60c4d630390%40redis> [Vierailtu 02.03.2024]

Sanghee, K., Ryu, J., Lee, Y., Park, H., Lee, K., (2024) *Methods for selecting design alternatives through integrated analysis of energy performance of buildings and the physiological responses of occupants*. Saatavilla: <https://www.mdpi.com/2075-5309/14/1/237> [Vierailtu 04.03.2024]

Shemesh, A., Talmon, R., Karp, O., Amir, I., Bar, M., Grobman, Y., (2016) *Affective response to architecture-investigating human reaction to spaces with different geometry*. Saatavilla: <https://www.tandfonline.com.libproxy.tuni.fi/doi/full/10.1080/00038628.2016.1266597> [Vierailtu 28.02.2024]

Strachan-Regan, K., Baumann, O., (2024) *The impact of room shape on affective states, heartrate and creative output*. Saatavilla: [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(24\)04371-](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)04371-)

[8?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844024043718%3Fshowall%3Dtrue](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.004) [Vierailtu 04.03.2024]

World Health Organization (2020) *Promoting healthy housing for all – Towards an implemation strategy for the WHO Housing and health guidelines*. Saatavilla: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/343415/9789240024311-eng.pdf?sequence=1> [Vierailtu 24.1.2024]

Terveyskylä (2023) *Aivosähkökäyrätutkimus EEG*. Saatavilla: <https://www.terveyskyla.fi/tutkimukseen/kuvantamistutkimuksia/hermoston-tutkimukset/aivos%C3%A4hk%C3%B6k%C3%A4yr%C3%A4tutkimus-eeeg> [Vierailtu 24.03.2024]

Tieteen termipankki (2014) *Nimitys: fysiologia*. Saatavilla: <https://www.tieteentermipankki.fi/wiki/Nimitys:fysiologia> [Vierailtu 17.03.2024]

Valentine, C., (2024) *The impact of architectural form on physiological stress: a systematic review*. Saatavilla: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcomp.2023.1237531/full> [Vierailtu 21.03.2024]

Vanhatalo, S., Soinila, S., (2015) *Elektroenkefalografia*. Duodecim Oppiportti. Saatavilla: https://www.oppoportti.fi/op/neu00019/do?p_haku=elektroenkefalografia#q=elektroenkefalografia [Vierailtu 24.03.2024]

Vartanian, O., Navarrete, G., Chatterjee, A., Fich, L., Gonzalez-Mora, J., Leder, H., Modroño, C., Nadal, M., Rostrup, N., Skov, M., (2015) *Architectural design and the brain: effects pf ceiling height and perceived enclosure on beauty judgements and approach-avoidance decisions*. Saatavilla: <https://www.sciencedirect.com.libproxy.tuni.fi/science/article/pii/S0272494414001030?via%3Dihub#sec2> [Vierailtu 28.02.2024]

Yeom, S., Kim, H., Hong, T., (2021) *Physical and physiological effects of a green wall on occupants: A cross-over study in virtual reality*. Saatavilla: [https://www.sciencedirect-com.libproxy.tuni.fi/science/article/pii/S0360132321005357?via%3Dihub](https://www.sciencedirect.com.libproxy.tuni.fi/science/article/pii/S0360132321005357?via%3Dihub) [Vierailtu 04.03.2024]

KUVALÄHTEET

Kaavio 1: Hack A; 2024 yhteenveto valituista tutkimuksista. Kandidaatin tutkielma.
Tampereen Yliopisto