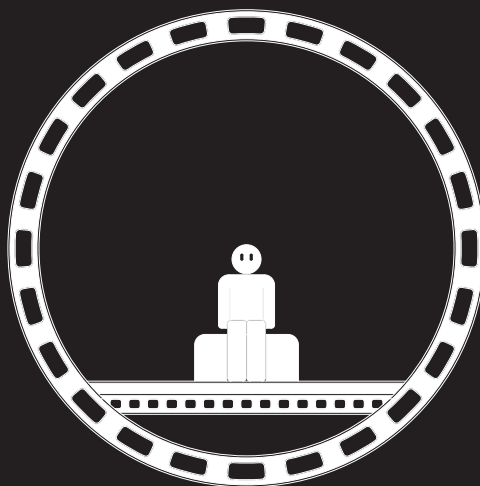


ERISTETTY OMAVARAINEN ASUINTILA



DIPLOMITYÖ
12.5.2014
JESPER JOKILEHTO

Aalto-Yliopisto, Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu
Arkkitehtuurin laitos
Valvoja: Hannu Huttunen



Aalto-yliopisto

TIIVISTELMÄ

Diplomityö käsittelee suljettuja asuintiloja ja tutkii mitä on huomioitava niitä suunniteltaessa. Suljettu asuintila viittaa ympäristöön, joka on suljettu rajattuun tilaan. Tiloissa tulee olla elossapitojärjestelmä, joka käyttää joko ulkopuolisia hyödykkeitä tai järjestelmä, joka kierrättää ja tuottaa hyödykkeet elinolosuhteiden ylläpitoa varten.

Tutkimus alkaa ympäristöpsykologiasta, tieteenalasta, jolla tutkitaan ympäristön vaikutuksia ihmisen käyttäytymiseen. Tutkimuksissa käsitellään ympäristön vaikutuksia ihmisen psyykkeeseen ja mielialaan. Työssä on tutkittu myös ihmisen elinympäristöjä ja selvitetty mitä tiloja ihminen normaalissa elinpiirissä käyttää. Lisäksi on todettu ihmisen fyysiset tarpeet ja avattu mitä on huomioitava omavaraisen tilan tekniikkaa suunniteltaessa. Lopuksi teoriaosuudessa on tutustuttu aiemmin tehtyihin tutkimuksiin sekä toteutettuihin kohteisiin, jotka ovat joko osittain tai kokonaan eristyksissä normaalista elinpiiristä.

Tämän jälkeen on analysoitu ja esitetty yleisiä suunnitteluohjeita, mitä on otettava huomioon kun suunnitellaan suljettua asuin ympäristöä.

Diplomityön lopussa on toimintakaaviot tila-asettelun toteuttamisesta. Kaaviot esittävät neljää kooltaan ja suunnitellulta oleskeluajaltaan toisistaan eriävää kohdetta. Koot on nimetty S, M, L ja XL. S-koko on tilat nelihenkiselle ryhmälle, 30 päivät majoitusta varten. M-koko on niin ikään nelihenkisen ryhmän tilat, mutta 90 päivän majoitusta varten. L-koko on kuuden hengen pitkäaikaista asumista varten, jossa asuinaika on mitoitettu 9 kuukauden pituiseksi. XL-koko on jatke L-koolle. Laajennuksella on kasvatettu asuintilojen koko 12 hengen tilaksi ja asuinolosuhteet on mitoitettu kahden vuoden majoitusta varten.

Suljettu ja eristetty asuin ympäristö on aina kompromissi tilojen ahtauden ja mukavuuteen vaikuttavien toimintojen välillä. Vaikka suljettuun tilaan ollaan usein päädytty ulkopuolisten olosuhteiden vaikutuksesta, voi suurin uhkatekijä kuitenkin olla rajatun alueen itsensä sisällä. Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää suljettuja tiloja suunniteltaessa ja pohja-aineistona myöhemmissä tutkimuksissa.

AALTO-YLIOPISTO
Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu
Arkkitehtuurin laitos

Tekijä: Jesper Jokilehto
Työn nimi: Eristetty omavarainen asuintila
Päiväys: 12.5.2014
Kieli: Suomi
Sivumäärä: 90
Pääaine: rakennussuunnittelu
Professuuri: asuntosuunnittelu A-52
Valvoja ja ohjaaja: Hannu Huttunen

Avainsanat: eristetty, suljettu, asuminen, ympäristö, elinympäristö

ABSTRACT

This Master's thesis studies closed habitats and principles of their planning. The spaces should have a life support system using either external or recycled resources for sustaining livable circumstances.

The research begins with environmental psychology, a branch of science for studying the effects of physical surroundings on human behaviour and the impact of environment to the psyche and morale is discussed in the thesis. The human habitats, their different areas and the functions of inhabiting have also been researched. Furthermore the human physical needs, and the requirements they set for the technical design are explained. Finally the earlier studies and realised examples of isolated living are introduced in the theoretical part of the work.

Following the theory, a number of general principles concerning the design of isolated habitats are reported.

At the end of the Master's thesis there are schematic drawing of implementing different spatial arrangements. The diagrams demonstrate four cases that are varied in duration and scale. The different sizes have been named S, M, L and XL: the S-size is an accommodation for a group of four to spend a month in. Size M is also for four people, but for the duration of 90 days. L-size is a nine-month shelter for six people and the XL is an extension for the L-version and is sized for twelve people for two years or more.

A closed and isolated habitat is always a compromise between the spatial confinement and functions concerning comfort. Although the need for an isolated dwelling might be a result of external factors, the biggest threats may be internal. The results of this study can be used in the design of isolated spaces and as a basis for further research.

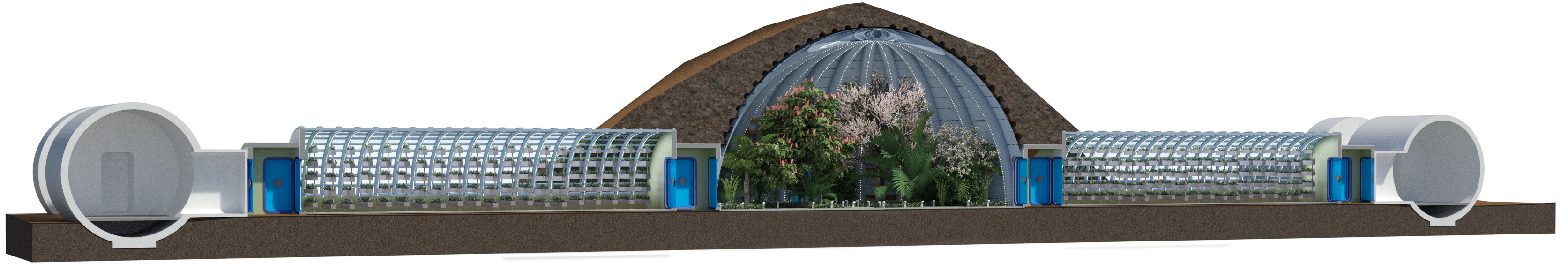
AALTO-UNIVERSITY
School of Arts, Design and Architecture
Department of Architecture

Author: Jesper Jokilehto
Title: Isolated self-sustaining habitat
Date: 12.5.2014
Language: Finnish
Pages: 90
Major: Building Design
Professorship: Housing Design A-52
Supervisor: Hannu Huttunen

Keywords: isolated, closed, living, environment

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	4
ABSTRACT.....	5
SISÄLLYSLUETTELO.....	7
JOHDANTO.....	8
YMPÄRISTÖPSYKOLOGIA.....	11
Katsaus ympäristöpsykologiaan.....	13
Biologiset ärsykkeet.....	15
Sosiaaliset ärsykkeet.....	16
Muut ihmiset ja alueellisuus.....	17
Fyysiset ärsykkeet.....	18
IHMISEN FYYSISET TARPEET.....	25
TEKNIikka.....	28
IHMISEN ELINYMPÄRISTÖ.....	31
AIEMMAT TUTKIMUKSET JA SOVELLUKSET.....	35
Elossapitojärjestelmien lyhyt historia.....	36
Ihminen suljetussa tilassa.....	37
Tutkimuksia ja kokemuksia suljetusta tilasta.....	38
Aikajana ja tietoiskut.....	42
Muita sovelluksia suljetuista tiloista.....	46
YHTEENVETO.....	49
Elinolosuhteet ja tarpeet.....	50
Tekniikka ja huolto.....	56
Elinympäristö.....	58
Tilat ja yhdistettävyyys.....	62
TULOKSET.....	65
Minne, Miksi, Miten.....	66
Vaihtoehdot.....	67
Kaaviot.....	68
JOHTOPÄÄTÖS.....	83
VIITTEET.....	84
LIITTEET.....	89



3. SpaceVeggies, Illustratio kasvatustiloista

JOHDANTO

Havaitsin 18.3.2013 sosiaalisessa mediassa ystäväni kirjoituksen. Hän oli etsimässä kiinnostuneita jäseniä ryhmään, jonka olisi tarkoitus ottaa osaa NASA:n kansainväliseen avaruussovelluskilpailuun (NASA Space Apps Challenge 2013). Tämä NASA:n julkaisema kilpailu etsi ratkaisuja ja konsepteja joukkoon avaruudessa ilmeneviin ongelmiin. Muodostimme monialaisen ryhmän, joka piti sisällään insinöörejä, maatalouden asiantuntijoita, suunnittelijoita, arkkitehdin ja median tuottajia Suomesta ja Saksasta. Ryhmämme nimesimme "SpaceVeggies":ksi ja päätimme ryhtyä etsimään ratkaisua yhteen annetuista tehtävistä, "Deployable Greenhouse Challenge" eli hyödynnettävä kasvihuone.¹

Voitimme tuon osakilpailun suunnitelmalla kasvihuoneesta Marsissa, joka tuottaa ruokaa ja toimii elossapitojärjestelmänä.

Kilpailun voitosta saakka olen työskennellyt diplomityöni parissa, tarkoituksena tutkia ja suunnitella loput avaruusasemasta ja löytää ymmärrys mitä muuta suljettu asuminen vaatii, muuta kasvihuoneen lisäksi.

Diplomityö on rajattu tutkimaan ihmisen elinolosuhteita eristetyssä ympäristössä. Tällainen ympäristö voi sijaita paikoissa, jois-

sa ulkoiset olosuhteet ovat vihamieliset ja jopa hengenvaaralliset. Tämän kaltaisia paikkoja, voivat olla esimerkiksi toiset planeetat tai satelliitit, kuten Kansainvälinen Avaruusasema (ISS)² ja kuu. Myös Maassa on paikkoja, jotka voivat vaatia eristettyä asumista. Vedenalainen, maanalainen tai jopa maanpäällinen, kuten Etelämanner ja hankalat sääolosuhteet merellä, voivat olla tyyppillisiä paikkoja tutkimusasemille tai erilaisille suojarakennuksille. Mahdollinen tarve toteuttaa asuttavat elinolosuhteet tämän kaltaisiin ympäristöihin voi aiheutua myös esimerkiksi luonnonkatastrofista, kuten meteoriitin törmäys tai supertulivuori, joka muuttaa ilmaston kelpottomaksi.

Olen lähestynyt tätä ongelmaa tutkimalla ihmisen käyttäytymistä ja ympäristön vaikutuksia ihmisen psyykkeeseen. Koska suljettu asuinympäristö ei ole ihmiselle luonnollinen. Samalla olen käynyt läpi mitä tiloja ja ympäristöjä ihminen tarvitsee kokeakseen elämänsä normaaliksi. Suljetussa ympäristössä pieni ja yksinkertainenkin asia voi johtaa katastrofiin. Tutkimusta on lähestytty kysymyksellä mitä ihmiset normaalisti tekevät heidän vapaaai-

kanaan ja työaikanaan. Tämän jälkeen on tutkittu mitä tiloja toiminnat vaativat, jotta ne voidaan saada toteutetuksi ja onko tilojen ja toimintoja mahdollista yhdistellä.

Tämän diplomityön haasteena on tarjota vastaus miten tarjota normaalit elinolosuhteet tarpeellisella määrällä ärsykeitä, jolloin yksilö voi toimia päivästä toiseen ongelmitta.

Ihmisen psykologian tutkimusala on erittäin laaja ja se voidaan jakaa useampaan pienempään alueeseen. Olen pyrkinyt rajamaan kysymykset, alueet ja tiedot tätä diplomityötä silmällä pitäen ja että lukija saa käsityksen siitä kuinka ympäristöllä on yhteys ihmisen psyykkeeseen, joten paljon tärkeitä asioita on ollut välttämätöntä rajata pois. Kaikkien psykologian alan alueiden huomioon ottaminen vaatisi vuosien työn ja useamman julkaisun ennen kuin voi sanoa kattaneensa kaiken mitä ihmisen psykologia pitää sisällään.

Työ ei myöskään ota kantaa teknologiaan, joka ylläpitää mahdollista elossapitojärjestelmää, vaan hypoteesi on, että tekniset ongel-

mat ovat ratkaistavissa. Suurin osa tarvittavasta teknologiasta on jo olemassa tai on odotettavissa lähitulevaisuudessa. Huomioon ottaen myös ympäristön haastava luonne, en ota kantaa siihen, kuinka kaikki on taloudellisesti mahdollista. Tämän kaltaiset projektit perustuvat yleensä jonkin organisaation tai ihmiskunnan haluun toteuttaa uusia haasteita, kuten kuumatka, tai mahdollisen tulevaisuuden tarve pelastaa ihmiskunta.

1.SpaceVeggies 2013

2.ISS

TEORIA

YMPÄRISTÖPSYKOLOGIA



4 Tranquility module



5 Egon Brunswik (1903-1955)

KATSAUS YMPÄRISTÖPSYKOLOGIAAN

Ei ole kauan siitä kun ympäristöpsykologia on erotettu omaksi psykologian alakseen. Egon Brunswik oli vuonna 1943 ensimmäinen, joka käytti termiä ympäristöpsykologia kuvailemaan ihmisen yhteyttä ympäristöön. Moni pitää häntä alan perustajana. Tätä psykologian alaa on tutkittu paljon 60- ja 70-luvuilla. Tutkijoiden ja psykologien mukaan ympäristöllä on välitön vaikutus ihmisiin. Ne ihmisen aistit, jotka reagoivat ympäristöstä välittyvään tietoon, ovat näkö-, kuulo-, kosketus-, maku- ja hajuaisti.^{1,2}

Se tieto, mitä ihminen kerää ympäristöstä ja siihen reagointi, voi vaihdella yksilöiden välillä. Ärsykkeet vaihtelevat heidän asuinympäristönsä myötä, jossa he ovat eläneet ja johon he ovat tottuneet. Kaupungit aiheuttavat enemmän ärsykejä runsaina valonlähteinä, liikenteenä, ihmisillä ja mainoksilla, kun taas maaseutu tarjoaa vähemmän ärsykejä niiden vähäisyyden takia.^{3,4} Jokainen aisti voi saada liian vähän tai liian paljon ärsykejä ja tämä on juuri se tilanne jolloin käytös muuttuu negatiiviseen suuntaan. Tällaisissa olosuhteissa yksilöstä voi tulla riski hänelle itselleen tai niille ihmisille, jotka häntä ympäröivät. Tämä johtuu siitä, että organismeilla on luonnollinen tarve ärsykeille ja suuri osa päivän toiminnosta keskittyy näiden ärsyketasojen kohottamiseen.³

Ongelma, josta olen kiinnostunut tässä diplomityössä on Weber-Fechnerin laki. Se toteaa, että kun totumme johonkin tiettyyn ärsykeeseen, seuraavan ärsykkeen on oltava tasoltaan korkeampi tai sama nähden siihen ärsykeeseen, jota olemme juuri kokemassa. Ihminen voi turtua koettavaan ympäristöön

ja ilman tarvittavaa huomiota tämä voi johtaa vaarallisiin tilanteisiin.

Ihmisen stressin voivat laukaista sisäiset tai ulkoiset tekijät. Ulkoisia stressin aiheuttajia ovat fyysisen ympäristön muuttajat, kuten melu, lämpötila, ahtaus sekä ärsykkeiden yli- tai alistimulointi. Sisäisiä aiheuttajia ovat sisäiset ristiriidat tai huonosti organisoitu päivittäinen elämä. Nämä voivat vaikuttaa myös yhdessä. Stressin aiheuttajat voivat olla akuutteja tai kroonisia. Akuutissa tapauksessa stressin aiheuttaja ilmenee ja poistuu nopeasti, mutta kroonisessa tapauksessa stressin aiheuttaja on pitkäaikainen, kuten esimerkiksi saastuttava tehdas asuinympäristön lähistöllä.

1. Kopec, 7

2. Harvey

3. Porteus, 133-146

4. Kopec, 2-18

Taulukko 1. Ihmisen henkilökohtainen tilantarve

HENKILÖKOHTAINEN TILA	KUVAUS
Intiimi (0 - 0,5 m)	Kahden tai useamman ihmisen jakama vahva side (esim. rakastavaiset, läheiset ystävät ja perheenjäsenet)
Henkilökohtainen (0,5 m - 1,2 m)	Arkiystävät tai läheiset sosiaaliset kontaktit (esim. tuttavat, työkaverit ja saman kerhon jäsenet)
Sosiaalinen (1,2 m - 3,6 m)	Ihmiset, jotka tiedetään nimeltä ja joiden kanssa on yhteiset tavoitteet (esim. kaverin kaverit, arkituttavat ja työtoverit toiselta osastolta)
Julkinen (3,6 m - 7,6 m)	Ihmiset, jotka sattumalta ovat samassa paikassa. Julkisessa tilassa pyrimme pitämään mahdollisimman paljon etäisyyttä muihin. Kun tämän etäisyyden sisälle tulee muita, koemme sen tungokseksi (esim. kaksi samalla laiturilla junaa odottavaa henkilöä)

Taulukko 2. Persoonallisuuden yhteys suunnitteluun

PERSOONALLISUUDEN TYYPPI	PERSONALLISUUDEN PIIRRE	SUOSIVAT SUUNNITTELULTA
Introvertti	Varautunut	Haluaa turvapaikan tai yksityisyyttä. Suosii kiinteää kalustusta
Ekstrovertti	Sosiaalinen	Haluaa kanssakäymistä ja ärsykejä. Suosii avointa kalustejärjestelyä
Aistimuksellinen	Yksityiskohta-painotteinen	Arvostaa käytännöllisyyttä. Tutkii tarkoin yksityiskohtia ja käytännön toimivuutta
Intuitiivinen	Vaistonvarainen	Suosii monimuotoisia ja luovia ympäristöjä. Toimii vaistonvaraisesti
Pohtija	Rationaalinen	Tarkkailee hintalaatusuhdetta ja vaatii perinpohjaisia tutkimuksia
Tunnustelija	Harmoninen	Arvostaa harmoniaa ja asiantuntijoita, mutta luottaa siihen, että suunnittelija osaa kysyä oikeat kysymykset ja lukea rivien välistä
Arvostelija	Vaativa	Korkeat odotukset ja vaatimukset suunnitelmilta
Hahmottaja	Epätavanomainen	Arvostaa uniikkia ja innovaatioita, mutta saattaa olla hankaluuksissa päätöksen teossa ja niissä pysymisessä

BIOLOGISET ÄRSYKKEET

Kun ryhdymme käsittelemään ihmisen käyttäytymistä, kaikki kysymykset kiteytyvät aivoihin. Tutkimukset ovat osoittaneet, että eri aivojen osat aktivoituvat kun ihminen reagoi ärsykkeisiin tai toteuttaa jotakin tehtävää. Näitä toimintoja ohjaavat välittäjäaineet ja hormonit, jotka ihmisen jokapäiväisissä toiminnoissa, vaikuttavat kohteen käyttöön. Näiden välittäjäaineiden ja hormonien ymmärtäminen on tarpeen, kun on tarkoitus tutkia ihmisen persoonallisuutta. Jokaisen ihmisen reaktio voi olla erilainen ja ihmisen käyttäytyminen on muutakin kuin vain aivokemiaa. lisäksi myös kulttuurin, ihmiskemian ja sosiaalisten tilanteiden sekoitus vaikuttaa meidän persoonallisuutemme.^{1,2} Taulukko 2.

Unelmointi on ihmisen käyttäytymistä, jolla pyritään täyttämään erilaiset halut kuvitelmilla. Unelmoinnilla ihminen voi paeta vaikeuksia ja elämän todellisuutta. Se voi tarjota helpotusta turhautumiselle ja ristiinriidoille. Tämä käyttäytyminen on yleistä kaikille ja se voi tarjota saman vaikutuksen kuin päiväuni. Yksilöt voivat unelmoida lähes missä vain, mutta on olemassa paikkoja ja missä tämä on todennäköisempää, kuten kylpyhuoneet, tilalle ominaisen yksityisyyden takia. Koska unelmoinnin vaikutus on ihmiseen positiivinen, tämän edistäminen on suositeltavaa.

Eristäytyminen on reaktio, jossa ihminen vetäytyy omiin oloihinsa. Sillä on yhteys unelmointiin, mutta siinä yksilön koetaan vetäytyvän epämiellyttävistä tilanteista

pois fyysisesti. Se on normaali reaktio ihmiseltä, mutta se voi aiheuttaa enemmän haittaa kuin hyötyä, jos sitä käytetään liiallisesti.³

Ihmisillä on synnynnäinen side luontoon, koska aistit ja havainnointi on sopeutunut siihen. Niinpä yksilö voi luoda vahvan suhteen vaikka tyypillisen kotikasvin kanssa ja jopa säilyttää kulttuurillista identiteettiä kasvattamalla näitä työpaikalla tai pitkäaikaisissa tehtävissä, kaukana omasta kulttuuristaan. On tutkittu, että koettu terveys on sidoksissa fyysiseen terveyteen. Mitä enemmän ihminen viettää aikaa puistoissa ja metsissä, niin sitä terveemmiksi he itsensä tuntevat. Tätä myötä sairaalapalveluiden ja lääkkeiden käyttö myös väheni. Hermoilu on yksi ei-toivotuista tunteista, jota ympäristö voi aiheuttaa ihmiselle. Tutkimukset osoittavat että kasvit ovat tehokas keino vähentää ihmisen hermoilua ja nämä vaikutukset erottuvat varsinkin suljetuissa ympäristöissä, kuten vankiloissa ja ympäristöissä, jossa ihmisen täytyy luottaa teknologiaan selviytyäkseen.^{4,5}

1. Kopec, 42-46
 2. Porteous, 140-142
 3. Carroll, 68-69
 4. Rappe, Lindén
 5. Lane

SOSIAALISET ÄRSYKKEET

Meidän olemassaolomme ympäristössä tarkoittaa, että ihminen on oppinut selviytymään jokapäiväisissä tilanteissa. Meidän täytyy hallita osa-alueet jotka vaikuttavat meihin. Siitä syystä olemme jatkuvasa kamppailussa saavuttaaksemme niiden hallinnan. Näiden käyttöä ohjaavat niin fyysiset kuin sosiaalisetkin tarpeet. **Saavutusten tarve** ajaa meitä löytämään palkkion sosiaalisesta elämästä. Me pyrimme ansaitsemaan parempia saavutuksia koko elämämme ajan. On myös mielen-terveydelle tärkeää, että me saavutamme mielihyvää tästä kamppailusta. Kun epäonnistumme, kokemus opettaa meille ympäristötekijöistä muuttujat, joita emme voi hallita tai että meidän pitää yrittää kovemmin saavuttaaksemme mielihyvän, jota olemme etsimässä. Koska menestys on määritelty tavoitteiden mukaan asetetulla tarkastelualueella, on tärkeää, että yksilöllä on ymmärrys omista kyvyistään tuon tavoitteen saavuttamiseksi.

Statuksen tarve on läheisesti sidoksissa saavutusten tarpeeseen ja **tunteiden tarpeeseen**. Statuksen tarpeen tyydyttämiseen yksilön on saavutettava myös sosiaalisen ympäristön kunnioitus. Ilman ryhmän tunnustusta yksilön on pakko muuttaa käyttäytymistään ja etsiä syy siihen huo-

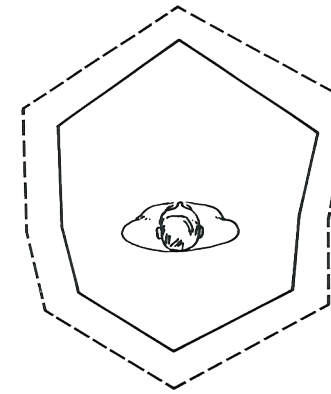
noon suhtautumiseen, jota ryhmä hänelle osoittaa.

Fyysisen turvallisuuden tarve on organismien tarve säilyttää jatkuva toimintakyky. Jotkin ihmisen fyysisistä tarpeista ovat joko täysin tai lähellä automaattista tasoa, kuten hengittäminen, juominen, virtsaaminen ja ulostaminen. Näistä huolehtimalla voidaan ihminen pitää toimintakykyisenä, mutta niillä ei ole niin suurta merkitystä mielen-terveydelle, kun taas **ruoan tarve** ja **seksin tarve** voi johtaa moniin psyykkisiin ongelmiin. Nämä koettelemukset voivat johtaa yksilön mielipahaan, rauhattomuuteen ja vakavaan häiriökäytökseen. Muita fyysisiä tarpeita on lueteltu kappaleessa Ihmisen fyysiset tarpeet.

Viimeinen tarpeista on emotionaalinen turvallisuus. **Emotionaalinen turvallisuus** on aina yhteydessä tarpeeseen tyydyttää fyysinen turvallisuus, saavutusten tarve ja statuksen tarve. Emotionaaliseen turvattuuteen kuuluu emotionaalisen mielihyvän torjunta ja ja jatkuva turhautuminen, kaikki edellä mainituista tarpeista voi johtaa häiritsevään käytökseen. Toisaalta kuitenkin jopa hyvin pieni mielihyvä voi lohduttaa tarpeeksi antaakseen turvan tunteen.^{1,2}

Taulukko 3. YMPÄRISTÖN ÄÄNENVOIMAKKUUKSIA

ÄÄNILÄHDE	DESIBELIT
Hengitys	10
Kuiskaus 1,5 metrin etäisyydeltä	20
Kirjasto	40
Iso toimisto	50
Vesisade	50
Jääkaappi	50
Pyykinpesukone	50-75
Astianpesukone	55-70
Normaali puhe	60
Pölynimuri	60-85
Ruohonleikkuri	65-95
Moottoriteliikenne	70
TV/Radio	70
WC:n veto	75-85
Ovikello	80
Tehosekoitin	80-90
Äänekäs ravintola	85
Tehdas koneisto	100
Huuto korvaan	110
Lehtipuhallin	110
Äänitorvi (auto)	110
Yökerho	110
Ambulanssin sireeni	120
Raskas laitteisto	120
Suihkukone ajoluiskalla	120
Suihkumoottori ilmaan nousussa	150



— Mies lähestyy naista
- - - Mies lähestyy miestä

6. ylhäällä, Henkilökohtaisen tilan muoto

MUUT IHMISET JA ALUEELLISUUS

Yksilöllä on luontainen ympäristön **hal-lintavietti**, joka kumpuaa ihmisen selviytymisvaistosta. Jokaisella ihmisellä on henkilökohtainen tilantarve välittömässä läheisyydessään. Taulukossa 1. on osoitettu ihmisen yleisesti kokemat tilantarpeet ja miten näiden etäisyyksien sisällä on koettu hyväksyttäväksi muiden ihmisten toimia ja lähestyä.

Ihminen luonnostaan toteaa tietynlaisen tilan omaksi henkilökohtaiseksi tilakseen, kuten sänky tai penkki pöydän ääressä. Henkilökohtaiseksi tilaksi todettu alue muuttuu välittömästi suojeltavaksi alueeksi ja muiden lähestyminen tai valtaus koetaan uhkaavaksi. Omaksi todettu tila koetaan myös turvallisiksi alueeksi ja tämä turvallisuuden tunne ei siedä rajarikkoja. Tämä valtauksen pelko on yleinen stressin aiheuttaja ja se laukaisee itsepuolustusreaktioita. Uhkaavan tilanteen kohdattaessa ihminen siirtyy välittömästi hyökkäys- tai suojausolotilaan ja kehon resurssit valmistautuvat selviytymiseen. Turvallisuuden tunne on ruuan hankinnan lisäksi toinen päätarkoituksellisista elintilan rajaavista tekijöistä.

Mikäli ihminen tuntee olonsa vahvaksi ja suojatuksi ei hänen henkilökohtaisen elintilan tarpeensa ole niin suuri, päinvas-taisessa tilanteessa tämä on luonnollisesti suurempi.^{1,3}

Oman henkilökohtaisen tilan lisäksi ihmisellä on tietty alue jolla hän normaalisti liikkuu. Alue on omiaan muuttumaan tarpeiden mukaan. Mikäli normaalisti elettävä alue ei pysty enää tyydyttämään selviy-

tymiseen tarvittavia tarpeita, laajenee alue minimitarpeiden mukaan.

Tämä alue voidaan jakaa pienempiin piireihin, joilla on erilainen vaikutus ihmisen käyttäytymiseen ja muiden ihmisten sietämiseen omalla alueellaan.

Näitä alueita on neljä, **pääasiallinen piiri**, **toisarvoinen piiri**, **julkinen piiri** ja **vuorovaikutuksellinen piiri**. Pääasiallinen piiri on usein yksilön tai ensisijaisen ryhmän henkilökohtaisessa omistuksessa tai pysyvässä käytössä. Tätä aluetta lähtökohtaisesti suojataan vahvasti ja tunkeutumiset koetaan erittäin loukkaaviksi ja uhkaaviksi. Toissijainen piiri ei yleensä ole enää omistettava alue ja tämän suojeleminen ei enää ole pääasiallinen toimi. Tämä alue on jaettavissa ja muunneltavissa muiden kanssa. Kolmanneksi tulee julkinen piiri. Tällä alueella on hyväksyttävissä, että kontrollia ei ole kovinkaan paljon, jos ollaan ulkona. Lisäksi muiden läsnäoloa ja vierailua ei koeta uhkaavaksi. Viimeisenä ovat vuorovaikutukselliset alueet. Nämä alueet eivät varsinaisesti ole kenenkään omistuksessa ja niihin mennään tekemään esimerkiksi ryhmätöitä.²

Todettakoon vielä että eläin tutkimusten mukaan yksilöt eivät voi sietää oman lajinsa aluerajarikkoja ja tunkeutumisia, kun taas muiden lajien edustajat ovat vapaita liikkumaan alueella, ellei tämä ole erikseen osoittautunut uhkaavaksi ja vihamieliseksi.

1. Carroll, 79-184

2. Kopec, 23-26

1. Carroll, 19-59

2. Kopec, 59-75

3. Harvey, 431-435

FYYSISET ÄRSYKKEET

Kuten yleiskatsauksessa mainittiin, ihmiset reagoivat myös fyysisiin ärsykkeisiin, joita heidän ympärillään on joka puolella. Näiden ärsykkeiden vaikutuksesta ihminen tekee valintansa ja muuttaa käytöstään.

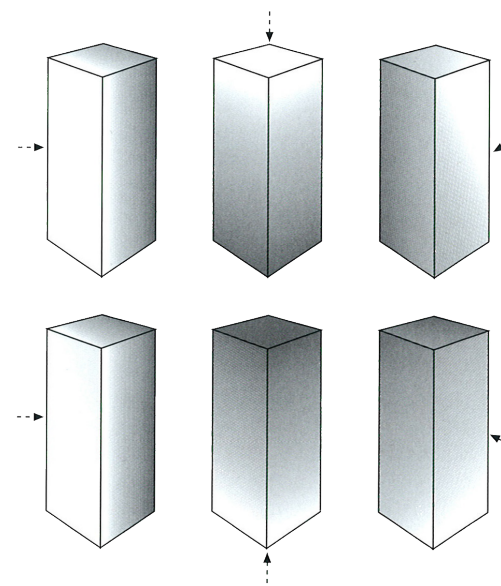
Ilmasto-olosuhteet ovat yksi näistä tekijöistä. Ihminen on eri kulttuureissa tottunut erilaisiin ja jopa äärimmäisiin olosuhteisiin. Biologisesti ihminen on tropiikin tai subtrooppisen ilmaston laji, mutta laji on levinnyt tästä huolimatta kylmiin olosuhteisiin. Nämä olosuhteet on kuitenkin yleensä kierretty teknologialla ja oikeanlaisella vaateuksella. Tästä syystä suurin osa tutkimuksista on keskittynyt lämpöstressiin.

Kylmän ja lämpimän psykologiset vaikutukset ovat tiukasti sidottu ihmisen tarpeeseen säilyttää tasainen ruumiin lämpötila n.37 astetta. Yli 45 asteen ja alle 25 asteen ruumiinlämpötila aiheuttaa kuoleman. Tästä syystä lämpötilan muutokset saavat ihmisen varautumaan selviytymiseen. Ihmisen kykyyn säädellä ruumiin lämpötilaa ohjaa läheisesti myös ilman nopeus, ilmankosteus, vaatetus ja sopeutuminen. Ilman nopeus ja -kosteus vaikuttaa lämmön haihtumiseen iholta. Näitä olosuhteita ihminen voi säädellä vaateuksella, lisäämällä tai vähentämällä sitä. Koska jokainen ihminen on tottunut erilaisiin olosuhteisiin, on jokaisella yksilöllinen kyky sopeutua muutoksiin.¹

Ihminen on luonnostaan tottunut niin sa-nottuihin normaaleihin ilmastomuutoksiin ja olosuhteisiin, joita äskeisessä kappaleessa todettiin. Näiden lisäksi on kuitenkin myös muita ärsykejä kuten **saasteet**, jotka vaikuttavat ympäristöön usein negatiivisesti. Näitä ovat ulkoiset- ja sisäiset ilmastomyrkyt (katso taulukko 4. Sisäilmansaasteiden lähteet), äänihaitat, valohaitat ja hajuhaitat. Nämä olosuhteet ovat usein ihmisen aiheuttamia, kuten kaupunkiolosuhteet, jossa ääni- ja valohaitat ovat usein jatkuvasti osana normaalia elämää. Nämä voivat vaikuttaa ihmisen ärsykkeiden yliannostukseen, joka voi aiheuttaa vakavaa stressiä ja epäsuotuisaa käytöstä.

Näissä olosuhteissa on usein myös hajuhaittoja ja ilmastomyrkyjä, esimerkiksi huonon huollon ja teollisuuden takia. Väestötiheys on sitä tasoa, että jätteitä kertyy päivittäin isoja määriä ja esimerkiksi ihmisten liikuttamiseen tarvitaan ainakin tätä nykyä vielä paljon fossiilisia polttoaineita, jotka aiheuttavat ilmastoon myrkyjä kuten hiilimonoksidia.^{2,3}

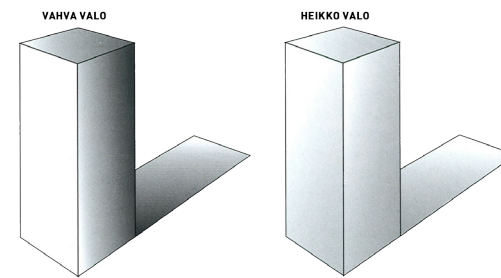
Ääni on ilmanpaineen vaihtelua, joka on havaittavissa korvalla. Nämä paineenvaihtelut ovat ilmamolekyylien aaltomaista liikettä, joka on lähtöisin äänilähteen värähtelystä. Värähtelyn taajuus määrittää äänen korkeuden. Äänenvahvuus määritellään yleisesti desibeliasteikolla, jossa nolla desibeliä on käytännössä heikoin ääni, jonka



7 Ylhäällä, Valon suunnan vaikutus

8 Alhaalla, Valon voimakkuuden vaikutus

9 Oikealla, Luonnosta tutut värit



hyväkuuloinen ihminen voi kuulla erittäin hiljaisessa ympäristössä, kun taas 150 desibeliä tulee suihkumoottorin lähdestä. Taulukon 3. avulla on mahdollista ymmärtää mitä eri desibelit tarkoittavat normaalissa elinympäristössä.³

Kuten mainittua, ääni voidaan kokea myös saasteena(meluna). Siihen, kuinka ihmiset kokevat äänen miellyttäväksi tai saasteeksi, vaikuttaa huomattavasti ihmisten elinaikana koettu ympäristö ja äänen tasot. Näitä on tutkittu huomattavasti. Varsinkin, kun erilaisia äänenlähteitä tulee elinympäristöön lisää teknologian mukana. Ääni voi olla epämiellyttävää sen fyysisten ominaisuuksien takia, kuten voimakkuus, taajuus ja säännöllisyys, tai sen viestillisen ominaisuuksien takia, kuten hälytysäänet.

Tutkimuksissa on määritelty kaksi perustyyppiä melulle. Asiaan kuulumattomat äänet, joilla tarkoitetaan esim. puheen yhteydessä esiintyvät äänentason ja taajuuden vaihtelut ja ulkopuoliset melut, joilla

tarkoitetaan ympäristöstä kantautuvia ääniä.

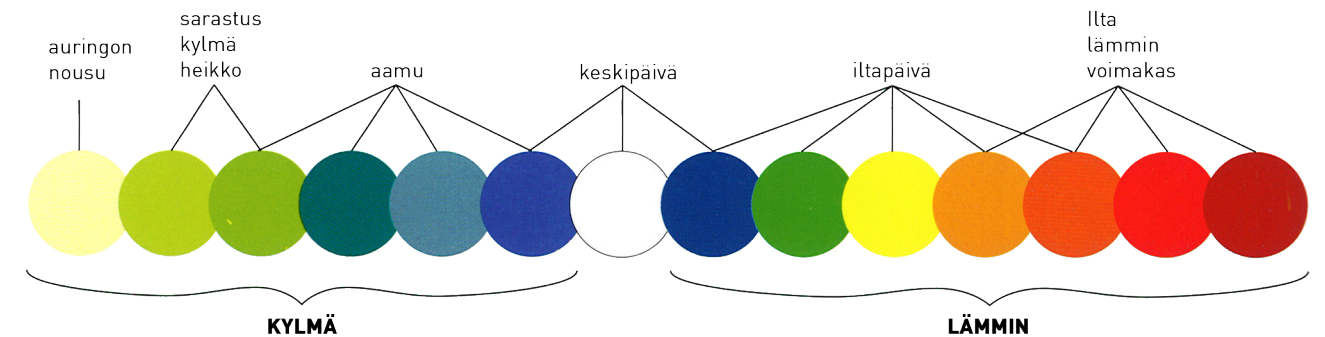
Lähes jokainen saa epäsuotuisia vaikutteita melusta. Tutkimukset osoittavat, että koehenkilöiden persoonallisuus vaihtuu melun lähteen tyyppin mukaan, vaikuttaa mielen suorituskykyyn.

Vaikka melu on yleisesti ottaen ongelmallista, se voi jopa parantaa suoritusta jos kyseessä on monotoninen työ joka ei vaadi paljon huomiota. Tehtävissä, jotka vaativat keskittymistä ja luovaa ajattelua, ei saisi äänentaso nousta yli 55 desibeliin. Yksinkertaista tehtävää suoritettaessa voidaan raja-arvona pitää 70 desibeliä. Muiden tehtävien raja nousee 85 desibeliin. Kuitenkin kokolailla kaiken yläraja olisi 90 desibeliä.^{1,2}

Olemme jatkuvasti jonkin asteisen äänen vaikutuksen alaisena. Avaruudessa ei ole ääniä, koska kyseessä on tyhjiö ja välityksineitä ei ole, mutta myös maan päällä on

muutama paikka, joissa on voitu toteuttaa lähes äänetön ympäristö. Näistä onnistuneimmat voivat imeä äänestä jopa 99,9%. Ihmisten kokemuksen mukaan täydellinen hiljaisuus on koettu erittäin häiritseväksi. Kun tila on täysin äänetön, ihminen alkaa kuulla oman kehonsa tuottamia ääniä, esimerkiksi suonien sisällä kulkevan veren liikkeen.

Värin tärkein tehtävä on tuottaa informaatiota, niin visuaalista kuin psyykkistäkin. Useiden tutkimusten mukaan väreillä on vaikutuksia ihmisen tunteisiin. Jokaisella värillä voi kuitenkin olla niin positiivisia kuin negatiivisiakin vaikutuksia. Näihin tunteisiin vaikuttaa vahvasti missä ympäristössä tai olosuhteessa väri on läsnä. Esimerkiksi punainen väri voi tarkoittaa rakkautta, joka koetaan positiivisena vaikutuksena, kun taas toisaalta se on myös veren väri, joka liitetään usein negatiiviseen mielialaan, koska veri yhdistyy usein



1. Evans 79-96

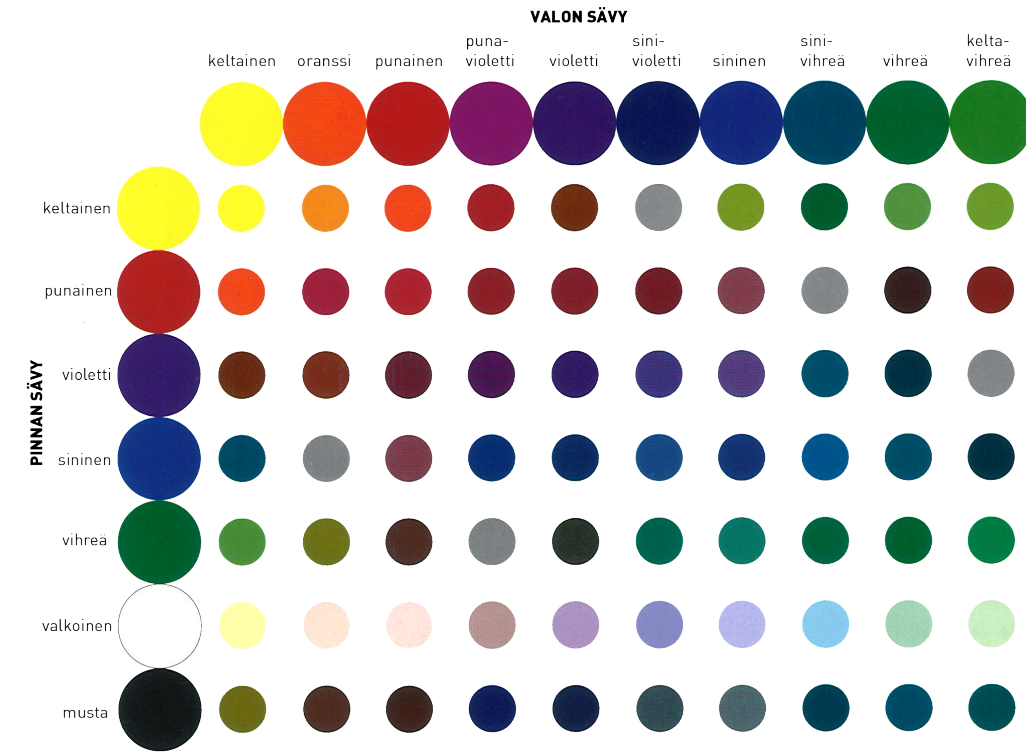
2. Evans 45-74, 105-132

3. Kopec, 103-109

1. Kopec 108-109

2. Evans 45-74

3. Lindeman 21-24



10 Valon sävyt pinnoilla

Taulukko 4. Sisäilmansaasteiden lähteet

SAASTEET	LÄHTEET
Leijuvat hiukkaset, kuten lyijy, hiilimonoksidi ja typpidioksidi	Tulisijat, puuliedet, paloöljylämmittimet, kaasuhellat, vuotavat savupiiput, uunit, pakokaasut, lyijypohjaisten maalien hionta tai polttaminen ja heikentynyt eristys ja palo-suojaus
Kemialliset yhdisteet, kuten formaldehydi, tuholaismyrkyt, hyönteismyrkyt ja muut organiset saasteet	Jalopuiset lattiat, vaneriverhoukset, lastulevyt, kuitulevyt, painetut verhot ja muut tekstiilit, liimat, maalit ja maalipoistajat, puun kyllästeet, aerosolituotteet, puhdistusaineet, desinfiointiaineet, koipallot, termiittimyrkyt ja ruoho- ja puutarhatuotteet
Home ja sienet	Märät tai kosteat seinät, välikatot ja matot. Lisäksi huonosti huolletut ilmankostuttajat, kosteudenkerääjät ja ilmanvaihtajat
Luontaisesti esiintyvät saasteet, kuten radon ja uraani	Maanalainen kivi kerrostumat, kaivosvesi ja rakennusmateriaalit

loukkaantumiseen ja haavoihin. Värit tulevat myös vahvasti esille useiden kulttuurien ja uskontojen symboliikassa. Nämä vaikuttavat aina ihmisiin tunnetasolla ja sitä myötä suoraan ihmisten käyttäytymiseen.

Väreistä on paljon tutkimuksia ja kiistelyä niiden muista vaikutuksesta. Jotkin tutkijat ja teoreetikot väittävät esimerkiksi, että värit vaikuttavat myös ruumiiseen aivojen lisäksi.¹

Väri on *valon* ja eri valonlähteiden tulos. Valkoisen värin spektri sisältää kaikki mahdolliset värit. Valon osuessa pintoihin ja tämän väristä riippuen se imee tietyt aallonpituudet spektristä. Ihmisen aivot käsittelevät loput väriaallot, jota pinta ei imenyt ja määrittävät minkä värisenä ihmiset tämän kokevat. Mikäli pinta koetaan valkoisena, heijastaa se kaikki spektrin aallonpituudet ja mikäli mustana, pinta on imenyt kaikki. (kuva 10. Valon sävyt pinnoissa)

Valon, varjojen ja valonlähteiden määrällä on tilallinen ja psyykinen vaikutus. Valon määrällä voidaan vaikuttaa kappaleen koettuun muotoon ja kokoon visuaalisesti. Vahvalla valon määrällä voidaan korostaa kappaleen ääri viivoja, kun taas heikolla valolla nämä voidaan häivyttää. Lisäksi valonlähteiden määrällä voidaan häivyttää lähes kaikki varjot, kun kaikkia kappaleen pintoja kohden saadaan suunnattua valoa. Kappaleen koettua muotoa taasen voidaan kontrolloida valonlähteen suunnalla. (kuva 7)

Valaistuksen suunnittelulla voidaan vaikuttaa tilan tunnelmaan, kuten viihtyisyyteen, yksityisyyteen, ja lämpöön. Näin valoilla voi tiloista toteuttaa juhlintaan tai vaikka mietiskelyyn sopivan tunnelman.^{2,3}

Päivittäinen kierto ja rytmi on organismeille ominainen tarve. Niinpä valojaksoisuus ja päivärytmi on mukautunut myös aineenvaihdunnalle erittäin tärkeäksi. Maapallo on rakentunut 24 tunnin *päivärytmiin*, jossa maa pyörähtää akselinsa ympäri. Näitä pyörähdyksiä maa tekee n.366 kappaletta kiertäessään auringon omalla radallaan. Näin kaikki elollinen on mukautunut tuohon rytmiin ja poikkeamat tästä vaikuttavat aineenvaihduntaan ja voi saada yksilöt sairaksi jopa fyysisesti. Päivärytmiin kuuluu normaalisti myös tietty unentarve organismista riippuen. Ihmisellä unentarve on n. 6-7 tuntia päivässä. Unentarpeesta enemmän kappaleessa "Ihmisen fyysiset tarpeet".⁴

Päivärytmi tuo mukanaan *ajantajan* ihmisille. Kaikki mitä ihminen tekee on sidottu ajankäyttöön ja varsinkin nyky-yhteiskunnassa sen tärkeys ja tarpeellisuus on erittäin korostunut. Ajalla ja ilmastolla on myös läheinen suhde. Aika sidotaan usein päivittäisiin tapahtumiin, kuten auringonnousuun, aamuun, iltapäivään, auringonlaskuun ja yöhön. Näille tapahtumille on myös ominaista niiden vahvat värilliset vaikutukset. Ihminen pyrkii käyttämään värejä sen mukaan mikä on hänelle tullut tutuksi.² (kuva 9.)

1. Feisner, 120-127
 2. Feisner, 103-117
 3. Nasar, 156-170
 4. Wurtman, 69-77

TEORIA

IHMISEN FYYSISET TARPEET

TEKNIikka

IHMISEN ELINYMPÄRISTÖT

Taulukko 5. Hapen puutteen vaikutukset ihmiseen

H A P P E A (O ₂) %	AIKA	VAIKUTUS
17-21	Rajaton	Vähentynyt hengenvetojen määrä; Vaikeudet koordinaatiokyvyssä; Ajatusvaikeudet
14-17	2 tuntia	Nopea pulssi; huimausta
11-14	30 min	Pahoinvointi; oksentelu; halvaus
9	5 min	Tajunnan menetys
6	1-2 min	Kuolema

Taulukko 7. Liikunnan vaikutuksia psyykkeeseen

LISÄÄ	VÄHENTÄÄ
Akateemista suoritusta	Poissaoloa töistä
Itsevarmuutta	Alkoholin käyttöä
Vakuuttavuutta	Vihantunteita
Tunneperäistä vakautta	Levottomuutta
Itsenäisyyttä	Hämmennystä
Älyllistä suoritusta	Masennusta
Keskittymiskykyä	Kuukautiskipuja
Muistia	Päänsärkyä
Mielialaa	Vihamielisyyttä
Havaintokykyä	Fobiaa
Suosiota	Psykoottista käyttäytymistä
Positiivista minä-kuvaa	Stressiä
Itsehillintää	Työvirheitä
Hyvinvointia	
Työtehokkuutta	

Taulukko 6. Yhden ihmisen ylläpitoon tarvittavat hyödykkeet

HYÖDYKE	1 päivä (kg/henkilö)	1 vuosi (kg/henkilö)	Elinikä (kg/henkilö)
Ruoka (kuiva)	0,6	219	15300
Happi	0,9	329	23000
Juomavesi	1,8	657	46000
käymälävesi	2,3	840	58800
Talousvesi	16,8	6132	428400

IHMISEN FYYSISET TARPEET

Henkisten tarpeiden lisäksi ihmisellä on myös useita fyysisiä tarpeita toimintakykynsä ylläpitoon. Mikäli jokin fyysinen tarve jää saamatta tai toteutumatta, on tällä suora vaikutus käyttäytymiseen, mielenterveyteen ja se voi aiheuttaa jopa kuoleman.

ILMA

Ihminen tarvitsee ilmaa elääkseen. Ilma on seos erilaisia hengitettäviä kaasuja ja maapallolla ilma koostuu suurimmaksi osaksi tyypeistä n.78% ja hapestaa n.21%. Loppuosa n.1% koostuu enimmäkseen argonista. Suurin osa eliöistä tarvitsee happea selviytyäkseen, kuten myös ihminen. Yleisin tapa, jolla happea vapautuu ilmakehään on fotosynteesi.

Ihmisen keho selviytyy parhaiten meren pinnan tasolla jossa ilmanpaine on n. 1 bar. Yleisesti kuoleman aiheuttavana korkeutena on pidetty yli 8000 metriä, jossa ilmanpaine on alle 0,356 baria. Tämän yläpuolella lisähapen käyttö on välttämätöntä. Koska varsinaisesti hapen absoluuttinen määrä ratkaisee, ei suhteellinen.¹

1. Happonen, 69-83, 146
2. U.S. Department of Health
3. Lindén, Rappe
4. Wurtman

LIIKUNTA

Liikunnalla on todettu useiden tutkimusten mukaan olevan useita hyödyllisiä vaikutteita ihmisen kehoon ja mieleen. Liikunnan pääasiallinen tarkoitus on joko säilyttää tai kasvattaa lihas- ja luumassaa. Lisäksi liikunnalla voidaan ehkäistä sydänsairauksia, diabetesta, verenpainetta ja kolesterolia. Urheilulla editetään myös painonhallintaa. Urheilulla on tutkittu olevan myönteisiä vaikutuksia ihmisten mielenterveyteen. Tutkimusten mukaan se vähentää esimerkiksi masentuneisuutta, stressiä ja vihan tunteita, mutta tehostaa muistia, mielialaa, hyvinvointia ja työtehokkuutta.^{2,6} Lisää hyödyllisiä vaikutteita mielenterveyteen taulukosta 7.

5. Happonen, 108
6. Taylor, 195-202
7. Evans, 76

VALO

Valo on perusedellytys elämälle, niinpä valon vaikutus ihmisen fysiikkaan on ilmeinen. Kuten aiemmin on mainittu, ihminen elää 24 tunnin rytmissä ja moni hormoni toimii valon vaikutuksen alaisena. On tutkittu, että sokeilla hormonitasot vaihtelevat näkevien tasoista. Lisäksi valojen värilämpötilat ja päivärytmit vaikuttavat tutkimusten mukaan myös nisäkkään ruumiin lämpötilaan.^{3,4,5}

LÄMPÖTILA

Ihminen on tasalämpöinen nisäkäs, jolla ruumiin lämpötila on n.37 astetta. Yli 45 asteen ja alle 25 asteen ruumiinlämpötila aiheuttaa kuoleman. Tarkemmin näiden olosuhteiden säilyttämisestä kappaleessa "ilmasto-olosuhteet".⁷

Taulukko 8. Seuraukset pitkäaikaisesta unettomuudesta

MIHIN	SEURAUUS
Käytökseen	Huono suoriutuminen työssä, uupumus, muisti ongelmat, keskittymiskyky ongelmat, moottoriliikenneonnettomuuksien lisääntyminen
Psyykkeeseen	Lisää masennusta, levottomuutta ja alkoholin ja huumausaineiden käyttöä
Terveyteen	Lisää sydän- ja verisuoni sairauksia, hengitysvaikeuksia, munuaissairauksia, tuki- ja liikuntaelinsairauksia, liikalihavuutta ja huonontaa immuunijärjestelmän toimintaa

Taulukko 9. Seuraukset unen puutteesta

MIHIN	LYHYTAIKAINEN	PITKÄIKAINEN
Käytökseen	Unettomuutta Mielialan muutoksia Ärtyneisyyttä ja hermostuneisuutta	Masennusta Väkivaltaa
Tiedostamiseen	Toimintahäiriöitä	Uusien taitojen oppimisvaikeuksia Lyhytaikaisen muistin ongelmia Vaikeiden tehtävien suoritusongelmia Lyhentynyt reaktioaika
Neurologiseen	Heikkoja ja nopeasti peruuntuvia vaikutuksia	Pikkuaivojen ataksia, silmävärettä, vapinaa, riippulumia, epäselvää puhetta, korostuneet reaktiot, heikentynyt kivunsietokyky
Biokemialliseen	Kasvanut aineenvaihdunta Kasvanut kilpirauhasen aktiivisuus Insuliinin vastustuskyky	Laskenut elopaino huolimatta lisääntyneistä kaloreista (eläimillä). Diabetestä, liikalihavuutta (ihmisillä)
Muihin	Hypothermia Immuunijärjestelmän häiriöitä	Lisääntynyt alttius virustartunnoille

UNI

On paljon todisteita siitä, että uni on biologinen tarve ja häiritty uni on yhteydessä lukuisiin terveydellisiin ongelmiin. Keskimäärin aikuinen ihminen viettää sängyssä aikaa 7,5 tuntia. Jokaisen unentarve on yksilöllistä. Tärkein syy unen tarpeelle on aivojen levon tarve. Epäsuotuisista vähäisen unen vaikutuksista on rajattuja todisteita. Näitä ovat esimerkiksi kohonnut verenpaine, kiihtyminen, lisääntynyt lääkkeiden käyttö ja unettomuus. Mitkä johtavat helposti uupumukseen, onnettomuuksiin ja heikentyneeseen suorituskykyyn.¹

RUOKA

Ihminen tarvitsee tietyn määrän ravintoaineita. Näitä ovat energiaravintoaineet ja suojaravintoaineet. Energiaravintoaineet tuottavat energiaa peruselintoimintojen ylläpitämiseen. Nämä pitävät sisällään rasvat, hiilihydraatit, proteiinit ja alkoholit. Suojaravintoaineet säätelevät elimistön toimintaa ja vaikuttavat kudosten muodostumiseen. Näihin lukeutuvat vitamiinit, kivennäisaineet ja ravintokuidut, osittain myös proteiinit. Tarkemmin tarvittavista ravintoaineista ja niiden määrästä taulukosta 10.²

1. Hurlley, 15-22, 42

2. Valtion ravitsemusneuvottelulautakunta

3. Wang, 517-561

4. Lane, 177-292

Taulukko 10. Eräiden ravintoaineiden saanti suomalaisilla työkäisillä vuonna 2012

RAVINTOAINE	MIEHET	NAISET	SUOSITUS
Rasvat, % energiasta	37	36	25-40
-tyydyttyneet rasvahapot	16	15	<10
-kertatyydyttymättömät rasvahapot	15	14	10-20
-monityydyttymättömät rasvahapot	7	7	5-10
Proteiinit, % energiasta	18	17	10-20
Hiilihydraatit, % energiasta	43	44	45-60
Sokeri, % energiasta	9	10	<10
Kuitu, g/MJ	2,4	2,9	3
Suola, g	8,9	6,5	<5
D-vitamiini, µg (ruoasta saatuna)	11,1	8,7	10
Folaatti, µg	270	234	300
Rauta, mg	13	10	Miehet 9 Naiset 15

VESI

Ihmisen kehosta noin kaksi kolmasosaa on vettä. Ilman vettä ihminen kuolee muutama päivän sisällä, koska kaikki solut ja elimet tarvitsevat vettä toimiakseen. Se tuottaa sylkeä ja nesteitä liitosten ympärillä. Vesi myös säätelee ruumiin lämpötilaa hikoilun avulla ja vähentää ummetusta liukuttamalla ruokaa suolissa. Vettä saa ruuan mukana, mutta paras lähde vedelle on juominen. Tarkkaa tarvittavaa vesimäärää ei tiedetä, mutta asiantuntijat suosittelvat juotavan veden määräksi 1,5-2 litraa päivässä. Taulukko 6.^{2,3}

HYGIENIA

Vaikka ihmisen keho on sopeutuvainen erilaisiin tilanteisiin ja pystyy parantamaan vastustuskykyään, on silti erittäin tärkeää ylläpitää hyvää hygieniatasoa. Ilman kunnon hygieniaa taudit pääsevät leviämään ja pystyvät löytämään heikot kohdat ihmisen kehosta. Hygieniaan liittyy niin henkilökohtainen kuin elintilankin puhtaanapito. Bakteerit ja virukset voivat pesiä kaikkialla, missä olosuhteet ovat otolliset. Kasvualustaksi riittää mikä tahansa orgaaninen pinta tai aine.⁴

TEKNIikka

Suljetussa ympäristössä olemme vahvasti riippuvaisia tekniikasta. Tekniikka pitää sisällään rakenteet ja elinympäristön ylläpitoon liittyvät tekniset järjestelmät, kuten ilmanvaihdon ja sähkön. Kaikki tekniikka on suoraan sidoksissa tilojen turvallisuuden ja elämän säilyttämiseen. Nämä ovat kokonaisuus, jotka ovat riippuvaisia toisistaan. Mikäli esimerkiksi sähkö loppuu tai järjestelmiin tulee vika, niin valot ja sähköllä toimivat ilmastointijärjestelmät lopettavat toimintansa. Valon saanti on esimerkiksi ruuan tuotannon kannalta välttämätöntä, eikä suljettuun asuinympäristöön välttämättä ole mahdollista johtaa auringonvaloa.

Järjestelmiä suunniteltaessa on myös otettava huomioon kuinka riippuvaisia ne ovat automatiikasta. Jos mitään varajärjestelmää tai varastoa ei ole, jolla sähköä tai ilmanvaihtoa jolla voisi ylläpitää, on pidettävä huolta, että nämä toiminnot on mahdollista toteuttaa väliaikaisesti ihmisvoimin, mikä mahdollistaa korjaukset ja järjestelmän toiminnan varmistamisen.

Elossapitojärjestelmällä on varmistuttava ensisijaisesti hapen, veden ja ruoan riittävydestä. Tämä voidaan toteuttaa joko tuomalla tarvittavat hyödykkeet paikan päälle tai suljetulla järjestelmällä, joka suodattaa hengitettävän ilman ja juotavan veden epäpuhtauksista. Lisäksi järjestelmä mahdollistaa jätteiden kierrätyksen ja ruoan kasvatuksen.^{1,2}

1. Wang, 517-561

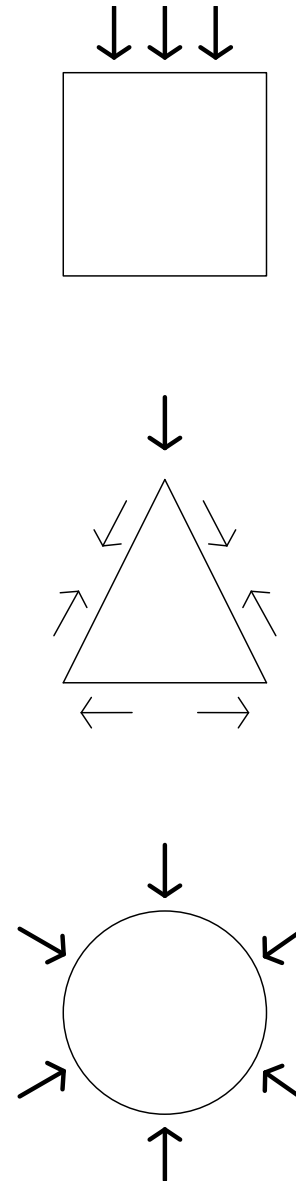
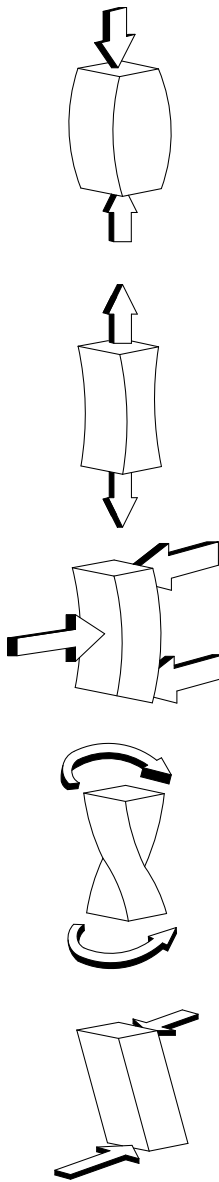
2. Lane, 177-342

Rakenteiden suunnitteluun ja muotoihin vaikuttavat mekaniikan peruslait. Näitä ympäristön tuottamia olosuhteita ja fyysisiä rasitteita tutkimalla voimme päätellä sopivimman muodon asutettavan yksikön rakenteille. Riippuen ympäristön sijainnista, mahdollisia rasituksia voivat aiheuttaa muun muassa lämpötilan vaihtelut sekä veto- ja puristusvoimat, joita voi aiheuttaa esimerkiksi ympäröivä massa ja ilmanpaineen vaihtelut. Esimerkiksi avaruudessa on tyhjiö, jolloin asumuksen korkeampi paine pyrkii räjäyttämään rakenteet ulospäin, kun taas esimerkiksi maan alla voimat kohdistuvat suoraan rakennusta kohti, suurimmaksi osaksi yläpuolelta ja sivuilta maan ytimeen nähden, maan vetovoiman ja ympäröivän massan vaikutuksesta.

Usein rakenteita ei kuitenkaan kannata optimoida täysin ulkopuolisen ympäristön perusteella, koska tämä saattaa aiheuttaa epäkäytännöllisiä tiloja. Tällöin joitain rakenteita on vahvistettava enemmän verrattuna siihen kuinka vähällä voitaisiin selvitä ottamalla huomioon fysiikan kannalta optimaaliset muodot.

Tasaisesti joka suunnasta vaikuttavat voimat tuottavat muodoltaan pallon joka on suotuisin muoto, kuten ilmakupla vedessä tai suuremmissa mittakaavassa esimerkiksi maapallomme.

Mikäli kuitenkin kohteeseen, kuten esimerkiksi veteen, vaikuttaa vetovoiman lisäksi myös ilmanpaine, muuttuu muoto pisaralle tyypilliseen muotoon. Tämä on



optimaalinen muoto ilman syrjäyttämiseen kappaleen tieltä, siirryttäessä kohti suurempaa voimaa mitä vesi pystyisi vastustamaan.

Kuvassa 12 on osoitettu mahdollisia variaatioita erilaisille muodoille ja niihin kohdistuvia voimia.^{1,2}

Tilojen muunneltavuus on sidottuna käytännöllisyyteen ja käytettävyyteen. Tilat on mahdollista toteuttaa muutamain eri tavoin. Muunneltavuuteen vaikuttaa niin tilojen sijoittelu, kuin niiden kalustettavuuskin. Mikäli tilat on suunniteltu tiettyjen käyttötappojen mukaan on muunneltavuus toteutettavissa vain tilojen sijoittelun avulla ja tämäkin vaatii että yksiköt on suunniteltu siten että ne ovat vapaasti yhdisteltävissä ja siirrettävissä. Jos yksiköt ovat taas sisäosiltaan muunneltavissa, ei ole välttämätöntä päästä siirtelemään varsinaisia yksiköitä.

11 Vasemmalla, Kappaleessa vaikuttavat voimat

12. Oikealla, Muoto ja voimat

Tämäkin tulee tarpeelliseksi vain, jos yksiköt ovat eri kokoisia ja niiden sijoitteluun on tarvetta vaikuttaa. Tämä viimeisin on toisaalta mahdollista välttää sillä, että yhdistämällä yksiköitä voidaan vaikuttaa tilojen fyysiseen kokoon, jolloin pyritään toteuttamaan mahdollisimman iso tila, jota jaetaan tarpeen mukaan sisältäpäin.

Rakenteet voi jakaa sen mukaan onko kyseessä jäykkä-, modulaarinen vai vapaa tilakonstruktio.³

Materiaaleja valittaessa on otettava huomioon niiden yksilölliset ominaisuudet ja niiden toimivuus vallitsevassa ympäristössä. Taulukossa 11 on lueteltu muutamien aineiden ja seosten ominaisuuksia.

European Space Agency (ESA) on tehnyt tutkimusta siitä, kuinka rakennusmateriaalit olisi mahdollista tulostaa paikan päältä, tässä tapauksessa Kuusta löytyvästä pölystä. Tällöin kohteeseen ei tarvitse toimittaa tarpeettoman paljon rakennusmateriaaleja, joiden kuljetus Maasta tulisi kalliiksi.⁴

Huomioon otettavia ominaisuuksia ovat muun muassa tiheys ja aineen käyttäytyminen ääriolosuhteissa, joissa materiaali joutuu säteilyyn, paineen ja äärimmäisten lämpötilojen vaikutuksen alaiseksi. Lisäksi on otettava huomioon materiaalien omat kyvyt tuottaa kaasuja, säteilyä ja lämpöä.

1. Woxen, 17-137

2. Happonen, 72-83

3. Kahri, 175-180

4. Lunar base

Taulukko 11. Aineiden ominaisuuksia			
	TIHEYS	SULAMISPISTE	LÄMMÖNJOHTAVUUS
	10 ³ kg/m ³	°C	W/(m x K)
ALKUAINHEET			
Alumiini	2,70	660	237
Grafiitti	1,8...2,3	3652	1,59
Hopea	10,5	962	429
Kulta	19,3	1063	318
Kupari	8,96	1083	400
Pii	2,33	1410	149
Platina	21,45	1770	71,6
Rauta	5	700	18,6
Titaani	4,54	1660	21,9
Uraani	18,9	1132	27,5
METALLISEOKSET			
Alumiinipronssi	8,1	1060	84
Messinki	8,4	915	120
Teräs	7,8	1350	45
MUUT KIIINTEÄT			
Akryyli	1,2		0,15
Betoni	1,5...2,4		0,2
Graniitti	2,7		3,5
Hiekka	1,2...1,6		-
Kipsi	1,0		1,3
Kumi	0,92...0,96		0,13...0,16
Lasi	2,5		0,9
Nailon	1,1		0,2
Puu, havu	0,52		0,14
Polystyreeni	1,05		0,15
PVC	1,4		0,16
Tiili	1,4...1,8		0,6...0,8
Vuorivilla	0,015...0,130		0,036...0,045

IHMISEN ELINYMPÄRISTÖT

Ihminen liikkuu normaalisti erilaisissa ympäristöissä. Tähän ympäristön väliseen liikkuvuuteen vaikuttaa ikä, fyysinen tila ja sosiaaliset tarpeet. Ympäristöt voidaan jakaa yhdeksään erilaiseen alueeseen niiden käytön mukaan. Jokaisen tilan sisustus kuten värit, kalustus ja viherkasvit on suunniteltava niihin sopiviksi edellisissä kappaleissa mainitut psykologiset vaikutukset huomioiden.^{1,4}

Kuten jo aiemmissa kappaleissa aihetta sivuttiin, *asuinympäristössä* ihminen yleensä hoitaa suurimman osan omasta henkilökohtaisesta huollostaan. Voidaan puhua myös kodista. Asuinympäristön koko ja laatu vaihtelevat kuitenkin useista syistä, kuten yhteiskuntaluokkiin tai kulttuuriin liittyvistä seikoista. Kuitenkin yleensä asuinympäristössä on mahdollisuus peseytyä, nukkua ja valmistaa ruokaa. Monille asuinympäristö kuvastaa heidän identiteettiä. Nämä luonnollisesti vaihtelevat vahvasti yksilöiden mukaan. Tästä syystä ympäristöä myös suojellaan välillä vahvasti. Asuinympäristöön liittyy myös vahva tunne turvallisuudesta ja vapaudesta.

Koti käsitteenä voidaan jakaa kutakuinkin viiteen tarkasteluväliin.

1. Pysyvä tai väliaikainen
2. Yhteneväinen tai erilainen
3. Yhteisöllinen tai yksityinen
4. Tunnistettava tai yhtenäinen
5. avoin tai suljettu

Kodin sisäinen käyttö voidaan myös jakaa kolmeen ryhmään, eri tarpeiden mukaan. Ensisijainen ryhmä on kommunikointiin ja sosiaaliseen kanssakäymiseen tarkoitettu tila, kuten olohuone ja ruokailutilat. Toinen on myös kommunaalinen. Näihin lukeutuvat esimerkiksi keittiöt ja eteiset. Kolmanteen ryhmään lukeutuvat kaikki yksityiset tilat ja henkilökohtaiset alueet, joissa asukas viettää aikaa itsekseen. Näihin lukeutuvat mm. kylpyhuoneet ja makuuhuoneet.²

Vaikka ympäristö vaikuttaa kaikkiin, niin vaikutukset saattavat vaihdella eri ihmisryhmien välillä. Yksi selkeästi omaksi joukokseen lukeutuva ovat lapset ja nuoret. *Nuorten ympäristössä* on huomioitava heidän kykynsä vastaanottaa ympäristön ärsykeitä ja sitä myötä stressin hallinta, joka on usein matalampi kuin aikuisilla. Nuoret ovat edelleen kehitysasteella niin fyysisesti kuin henkisesti. Näistä syistä ympäristön tulisi tarjota virikkeitä ja suojaa. Virikkeitä voidaan tarjota monella tavalla, kuten väreillä ja viheralueilla. Yksityisyyden tarjoaminen nuorille on yhtä tärkeää kuin vanhemmillekin.³

Vanhusten ja vammaisten ympäristössä tulisi ottaa huomioon heidän heikomman suorituskykynsä luomat erikoistarpeet. Yleisesti ottaen tulisi varmistaa liikkuvuus jolloin henkilö ei olisi riippuvainen muiden avusta. Tämän lisäksi on muut toiminnallisuuteen liittyvät asiat tehtävä mahdollisimman hyvin tavoitettaviksi,

1. Kopec, 63-66
 2. Kopec, 122-138
 3. Kopec, 144-159
 4. Porteous, 138-145

huolehtimalla esimerkiksi toimintojen korkeudesta, tartuttavuudesta ja turvallisuudesta. Asioiden näkeminen ja kuuleminen on yhtäläillä varmistettava, esimerkiksi kirkkailla väreillä.¹

Oppimisympäristö on ihmisen mielen kehittämiseen ja tiedon jakamiseen tarkoitettu alue. Nämä tilat ja niiden tavoitteet jakautuvat sen mukaan miten oppimisen on tarkoitus tapahtua. Näitä tapoja on neljä, joista ensimmäinen on sanojen lukeminen ja kuuleminen. Kuvien, videoiden ja näyttelyiden katselu on toisena. Kolmantena tulee keskustelu ja viimeisenä asioiden toteuttaminen ja simulointi. Huomioon otettavia asioita ovat välineiden tarjonta, valaistus, väritys, akustiikka ja mahdollinen muunneltavuus.

Frank ja Rudolf Mahnken omakohtaiseen tutkimukseen perustuen tarjoavat väritykseen ohjeistukseksi seuraavat.²

Esikoulut ja alakoulut: Lämmin ja kirkas väripaletti
Yläkoulut ja lukiot: Kylmät värit
Käytävät: Kirjavat ja vaihtelevat värit
Kirjastot: Haalea tai vaalean vihreä

Yleensä värit tulisi valita kuitenkin niiden ärsykeominaisuuksien mukaan.

Terveystuottoympäristössä huomioitavia asioita ovat ensisijaisesti hygienia. Usein potilaat ovat fyysisesti siinä tilassa, että he eivät kestä bakteerien tai virusten hyökkäystä heikentyneen vastustuskyvyn

takia. Lisäksi tiloissa voidaan joutua hoitamaan monentyppisiä avun tarpeita, kuten ovat akuutti avuntarve, kuntoutuminen, pitkäaikainen sairaus, vähäistä tarkkailua vaativat ja erikoistarpeet. Jokaista tarvetta varten voidaan järjestää erikseen suunnitellut tilat, mutta toimintoja on myös mahdollista yhdistää.

Näistä tärkeimpiä ovat akuutti avuntarve ja erikoistapaukset. Akuuttia avuntarvetta varten on löydettävä tilat, joissa voidaan toteuttaa hankalia operaatioita yhden tai useamman henkilön avustuksella. Erikoistapauksia voi olla muun muassa jokin virus, joka vaatii potilaan eristämistä ja erityistä tarkkaavaisuutta henkilökunnalta. Tätä varten tarvitaan erilliset tilat, jotka eivät estä muiden potilaiden hoitoa.³

Työympäristö on nykyajan ihmiselle yleensä toiseksi eniten vietetty paikka asuin ympäristön jälkeen. Työympäristöjä voi nykyisellään olla monenkaltaisia ja työ ei enää välttämättä ole sidottuna tiettyyn paikkaan, koska tietotekniikka on mahdollistanut mobiiliväyöskentelyn.

Mikäli työpaikka sijaitsee kotona, on tilajärjestelyt edullista hoitaa siten, että työtilat eivät sijaitse samoissa tiloissa kuin vapaa-ajanviettotilat. Tästä syystä on rituaalinomainen siirtyminen työtilaan hyvä tehdä esimerkiksi ulkokautta. Asuin ympäristön sotkeminen työympäristöön voi aiheuttaa stressiä, eikä koti tällöin enää tuota tarkoituksenmukaista helpotusta.⁴

1. Kopec, 168-180
 2. Kopec, 188-202
 3. Kopec, 210-224
 4. Kopec, 232-247

Vaikka koti on pääasiallinen stressin lievittäjä, usein on hyödyksi lomailu ja nauttia ylläpidosta. Tätä kutsutaan **lomaympäristöksi**. Kyseiseen ympäristöön matkustavan on tarkoitus olla muiden tuottamien palveluiden ääressä ja välttää rutiiniinomaisia tehtäviä, joita löytyy työympäristön lisäksi myös asuin ympäristöstä.

Tällaisia ympäristöjä ovat tyypillisesti hotellit ja ulkomailla sijaitsevat erilliset loma-kohteet, joissa on henkilökuntaa ylläpitoa varten sekä rentoutumista varten suunnitellut tilat ja alueet. Lomailu ei ole kuitenkaan millään tapaa paikkasidonnainen, joten jokainen lomaillee omien mieltymysten mukaan.⁵

Eräänlaisena stressin lievittäjänä toimii usein myös **kauppa- ja palveluympäristö**. Tämä ympäristö voi myös pahimmillaan olla suuri stressin aiheuttaja. Normaalien jokapäiväisten tarpeiden hankinnan lisäksi, kuten ruoka sekä hygienia- ja kodinhoitotarvikkeiden, on tyypillistä ostaa muutakin tavaraa, joka ei ole välttämätöntä selviytymisen kannalta. Näitä ostoja ohjavat usein sosiaaliset paineet ja esimerkit.⁶

Viimeisenä tulee **yhteisöympäristö**. Vaikka lomaympäristö, sekä jälleenmyynti- ja palveluympäristö ovat tavallaan myös yhteisöympäristöjä on tämä syytä mainita erikseen. Edellä mainituissa ympäristöissä ei olla välttämättä valmiita sosiaaliseen kans-

sakäymiseen muiden ihmisten kanssa, kun taas yhteisöympäristössä ei olla niin tarkkoja omasta yksilöllisyydestä. Eräänlaisia mikroyhteisöjä on löydettävissä lähes joka puolelta, jopa asuin ympäristöstä. Näiden erillisten mikroyhteisöjen sisältä voi olla havaittavissa myös asuin ympäristön omaisesti jaettavat ensisijainen-, toinen, ja kolmas ryhmä.⁷

5. Kopec, 256-268
 6. Kopec, 274-287
 7. Kopec, 296-305

AIEMMAT TUTKIMUKSET JA SOVELLUKSET

TEORIA

ELOSSAPITOJÄRJESTELMIEN LYHYT HISTORIA

Elossapitojärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää joka käyttää hyväkseen olemassa olevia tai ulkoisia resursseja ja tuottaa ihmiselle välttämättömiä käyttöhyödykkeitä. Esimerkiksi liian hiilidioksidipitoisesta ilmasta, se voi suodattamalla tehdä jälleen hengitettävää. Ylläpitojärjestelmä voi myös tuottaa vettä ja ruokaa. Näitä järjestelmiä ryhdyttiin suunnittelemaan ja tutkimaan kun avaruuskilpailu käynnistyi 1955 ja Neuvostoliitto onnistui laukaamaan ensimmäisen satelliitin, Sputnik 1:n, avaruuteen maata kiertävälle radalle. Ensimmäinen ihminen laukaistiin Maan kiertoradalle vuonna 1961 Neuvostoliiton toimesta. Yhdysvaltojen hävittäjä kilpajuoksun avaruuteen, presidentti Kennedy käynnisti vuonna 1961 kuukilpailun ja ylläpitojärjestelmien hiominen käynnistyi todenteolla.

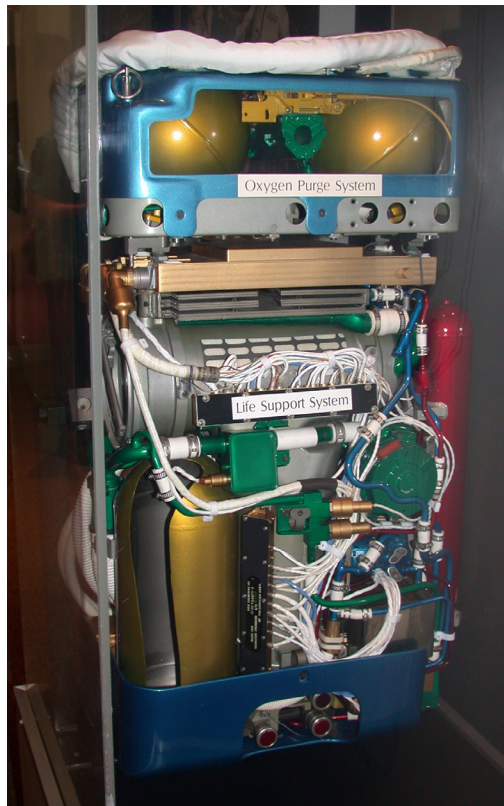
Ensimmäinen testi, jossa ihminen suodatti hengitettäviä kaasuja fotosynteesin avulla tehtiin 1960-1961 Moskovassa Avaruus- ja lääketiedeinstituutissa. Myös NASA alkoi n.1960 rakentamaan samankaltaista järjestelmää, mutta luopui siitä n. 1978. Neuvostoliitto (Biofysiikan instituutti) alkoi 1965 BIOS-hankkeen, jossa pyrkimys oli tuottaa kasveilla elinkelpoinen tila yhdelle tai useammalle henkilölle, sekä tuottaa myös ruokaa koehenkilöille. Tämä hanke jatkui vuosikymmeniä. BIOS-3 vaiheessa, joka alkoi 1972 ja oli kooltaan 14x9x2,5 metriä, päästiin lopputulokseen jossa happitasot tasaantuivat, ja koehen-

1. Wang, 517-561

2. Lane, 35-58

kilöiden painon vaihtelu pysyi ± 830 gramman sisällä, valikoimalla tarkkaan erilaisia kasveja myös ruokavalion takia. Tämä oli merkittävää sillä esimerkiksi Biosphere 2 (1991-93, Arizona) -kokeessa jokainen koehenkilö menetti keskimäärin 10 kiloa painostaan. Biosphere 2 projekti oli merkittävä ja kunnianhimoinen hanke. Tässä hankkeessa rakennettiin 1,27 hehtaaria suuri suljettu keinotekoinen biosfääri joka piti sisällään seitsemän erilaista ekosysteemiä. Näitä olivat 1900 neliömetrin sademetsä, 850 neliömetrin meri koralliriutalla, 450 neliömetrin lietepohjainen metsä, 1300 neliömetrin nurmisavanni, 1400 neliömetrin sumu-aavikko, 2500 neliömetrin maatalousalue ja ihmisten asuintilat.

Vuosina 1995-1997 NASA toteutti neljä LMLSTP kammiotestiä. Näistä viimeinen kesti 91 päivää ja kammiossa asui yhtäjaksoisesti 4 koehenkilöä. Tämä oli NASA:n ensimmäinen testi, jossa oli yhdistetty P/C (Physical/Chemical) ellossapitojärjestelmä ja biologinen ellossapitojärjestelmä. Vuonna 2002 toteutettiin Laboratory Biosphere, tämä oli sylinterinmuotoinen laboratorio, 3,68 metriä pitkä ja 3,65 metriä halkaisijaltaan. Se sisälsi lisäksi 5,37 neliömetrin kokoisen kasvatusalustan ja tarvittavat järjestelmät biosfääriin ylläpitoa varten.^{1,2}



13 Ylhäällä, ellossapitojärjestelmä

IHMINEN SULJETUSSA TILASSA

Ihminen on vuosisatoja viettänyt aikaa erikokoisissa tiloissa ja esimerkiksi van- kilaolosuhteita on ollut olemassa jo niiltä ajoilta saakka, kun ihminen on aloittanut elämisen valtion kaltaisissa yhteisöissä. Suljettu asuinympäristö voi sijaita monenlaisissa ympäristöissä ja lähtökohtaisesti näitä on tutkittu ja rakennettu tieteelliseen

tarkoitukseen joko ympäristön takia tai laboratorio-olosuhteissa. Ydinsodan uhan aikaan moni rakensi itselleen maanalaisia suojia, joissa useamman henkilön oli mahdollista asua useita viikkoja tai kuukausia. Tämä trendi jatkuu tietyissä ihmisryhmissä edelleen. Kuun ja Marsin asuttamista on visioitu jo 60-luvulta saakka ja tätä diplomityötä tehdessä käynnissä on jälleen monta erilaista hanketta ja suunnitelmaa, avaruuden asuttamisesta. Eniten huomiota näistä on varmasti saanut Mars One-projekti, jonka tähtäimenä on lähettää lähitulevaisuudessa Marsiin pysyvästi ihmisiä. Projektin luonteen vuoksi se on saanut paljon medianäkyvyyttä, toisin kuin moni tieteellisempi hanke.⁶

Edellä mainittujen suunnitelmien lisäksi vuonna 2007-2011 toteutettiin ESA:n (European Space Agency) ja IBMP:n (the Russian Institute for Biomedical Problems) kanssa yhteistyönä MARS-500 projekti, jossa simuloitiin 6-henkisen miehistön lento Marsin pinnalle ja takaisin. Hanke oli kolmivaiheinen, joista ensimmäinen kesti vain 14 päivää. Tämän jälkeen toteutettiin 105 päivän testijakso ja lopuksi miehistö vietti 520 päivää täysin suljetussa ympäristössä. Hankkeen tarkoituksena oli tutkia ihmisen selviytymistä suljetussa ja rajatussa ympäristössä. Heidän terveyttään tarkkailtiin ja yhtenä merkittävä osana testiä oli Maan ja Marsin välimatkan simulointi. Tämä oli toteutettu järjestämällä kommunikointilaitteisiin viive, joka vastasi tiedon- siirtoon kuluva aikaa tuolla välimatkalla.

1. Mars-One

2. Wang, 517-561

3. European Space Agency 2013

4. European Space Agency 2011

5. Salisbury

6. Aldrin, 29-39

Instituutti on tehnyt jo vuosikymmeniä tutkimuksia ihmisen sulkemisesta eristettyyn ympäristöön ja vuosina 1967-68 3 koehenkilöä asui 24 neliön kokoisessa kammiossa kokonaisen vuoden ajan.

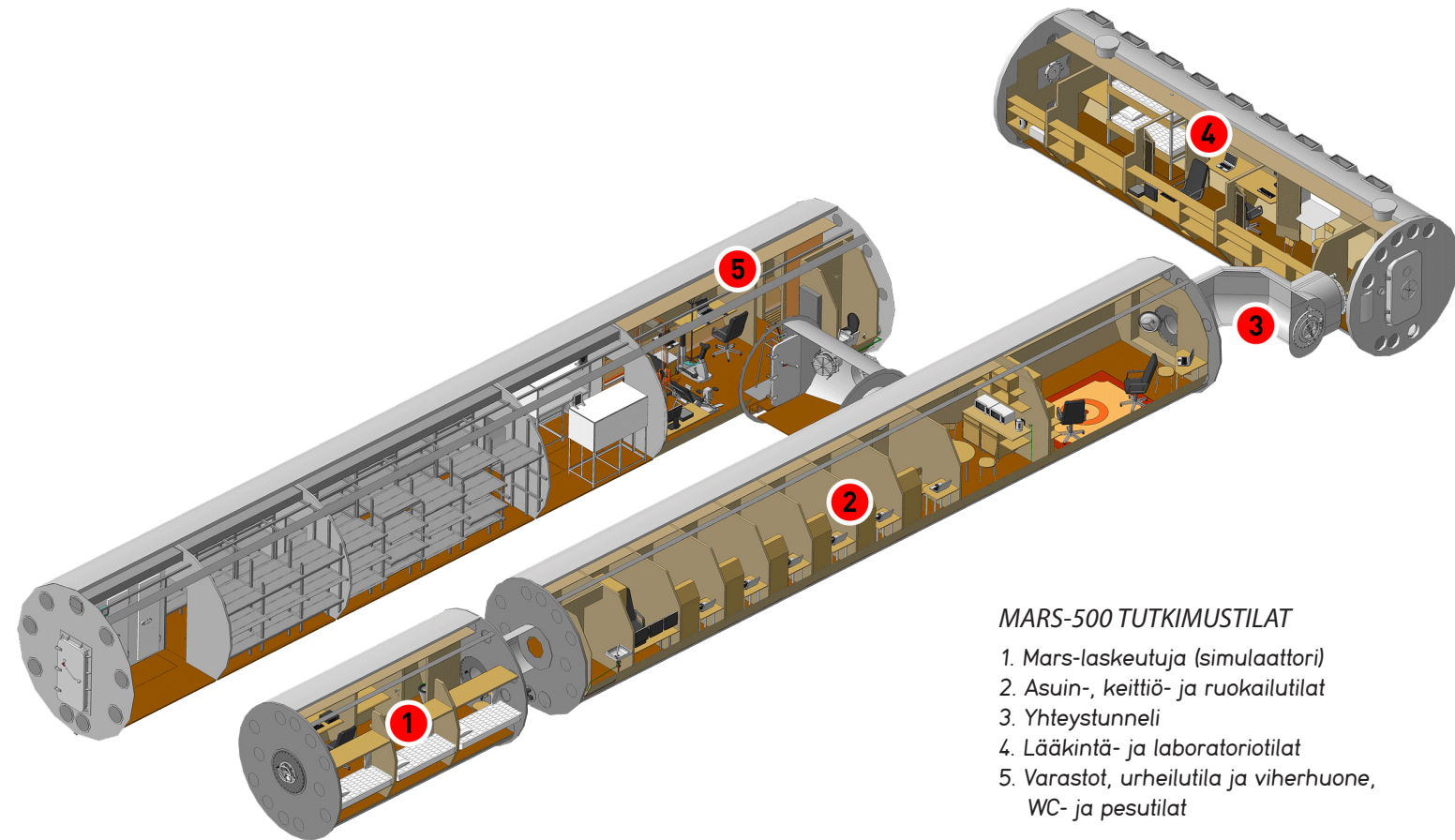
Muita merkittäviä tutkimuksia on jo edellisessä kappaleessakin mainitut Biosphere 2 ja LMLSTP. Näiden testien pääasiallinen tarkoitus oli tutkia ylläpitojärjestelmiä, mutta myös psykologisia vaikutteita tarkkailtiin jatkuvasti.

Kokemuksia suljetuista tiloista löytyy myös esimerkiksi sukellusveneistä, öljylautoista ja Etelämantereen tutkimusasemista. Näiden ympäristöolosuhteet voivat pitää henkilöstön useita kuukausia eristyksissä. Esimerkiksi huoltoreittiä Antarktiksella sijaitsevalle Concordia-asemalle ei ole sääolosuhteiden takia mahdollista käyttää kuin kolme kuukautta vuodessa. Loput yhdeksän kuukautta henkilöstö on täysin eristyksissä muusta sivistyksestä. Tämä asema tutkii ylläpitojärjestelmiä ja ympäristön hallintajärjestelmäteknologiaa. Suljettuja ympäristöjä voi löytää myös arkielämästä. Tällaisia miniympäristöjä ovat esimerkiksi matkailuvaunut ja purjeve-

neet.^{1,2,3,4,5}

TUTKIMUKSIA JA KOKEMUKSIA SULJETUSTA TILASTA

Suljetuilla tiloilla voi olla ihmisen kehoon ja mieleen vaikutuksia. Tässä kappaleessa käyn läpi näitä ja selvitän niitä niin tutkimustulosten, haastatteluiden ja kertomusten mukaan. Näitä kokemuksia ja tutkimustuloksia on kerätty tässä tutkielmassa LMLSTP, CONCORDIA, SKYLAB, MARS-500 ja BIOSPHERE 2 hankkeista. Näistä MARS-500 on tuorein ja kattavin tutkimus siitä miten eristys vaikuttaa ihmisen stressinsietokykyyn, mielenterveyteen ja fysiikkaan.



MARS-500 TUTKIMUSTILAT

1. Mars-laskeutuja (simulaattori)
2. Asuin-, keittiö- ja ruokailutilat
3. Yhteystunneli
4. Lääkintä- ja laboratoriotilat
5. Varastot, urheilutila ja viherhuone, WC- ja pesutilat

CONCORDIA-ASEMA¹

- Erityiset sinisellä sävyllä vahvistetut valot ovat osoittaneet lupaavia tuloksia tasoittamaan päivärytmiä ja parantamaan unenlaatua.
- Miehistö tuntee usein itsensä tunneperäisesti eristetyksi Maasta. Tämä yhdistettynä rajattuun yhteydenpitoon ystävien ja perheen kanssa, sekä siihen, että aurinko ei yleensä nouse, lisäsi vain ennestään tuota tunnetta.

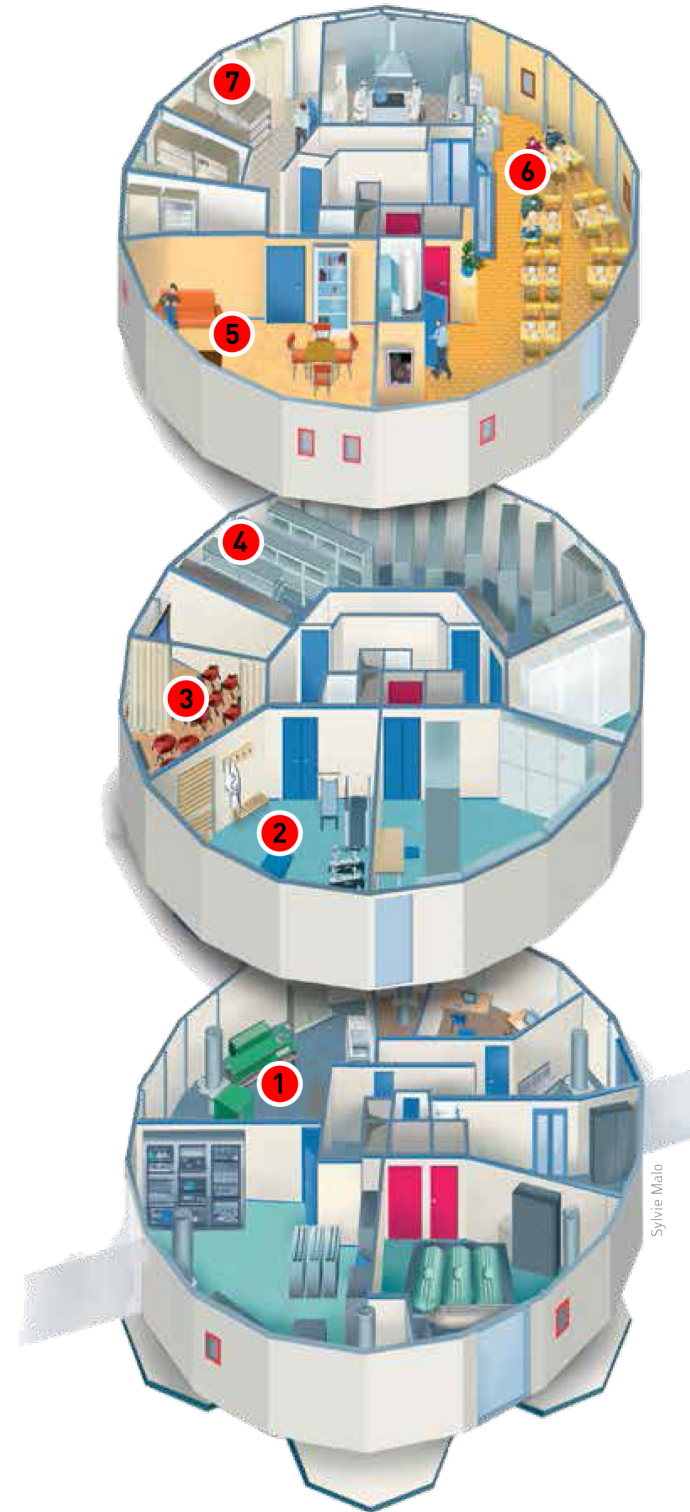
BIOSPHERE 2^{2,3}

- Testiympäristö menetti happea ja hiilidioksiditasot nousivat. Happitasot laskivat 21% -> 14,2%. Tämä vaikutti hengittämiseen ja ruumiin toimintoihin ja he jopa heräilivät öisin haukkoen henkeä. Selvisi että Biosphere 2:sen betonirakenteet käyttivät tuon hapen.
- Hajuaistit olivat herkistyneet
- Koehenkilöt kokivat tulevansa hieman hulluiksi suljetussa tilassa vain seitsemän muun ihmisen kanssa
- 8 hengen ryhmä jakautui kahtia jo 6 kuukauden kohdalla ja eli kahdessa neljän hengen ryhmässä. Kokeen alkaessa kaikki olivat ystäviä.
- Koehenkilöt olivat jatkuvasti nälkäisiä ja tämä luonnollisesti teki heidät myös ärtyneiksi

MARS-500^{4,5}

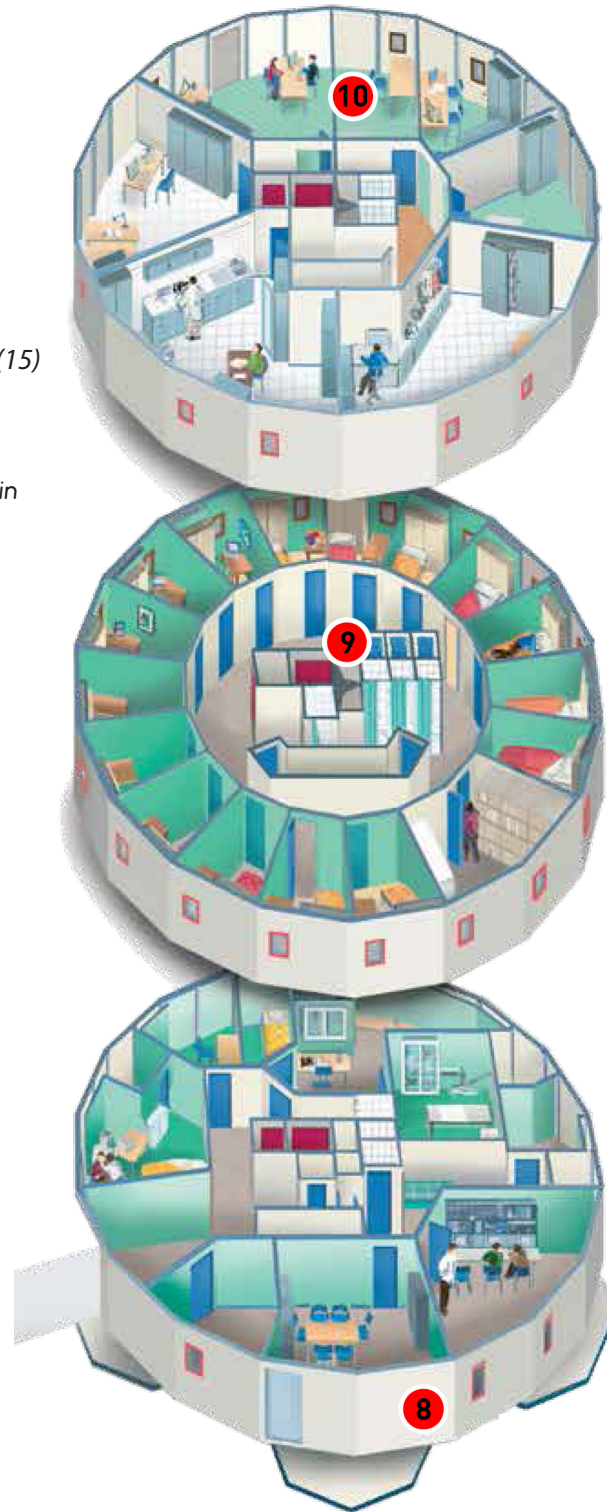
- "EARTH of Wellbeing" on omatoiminen järjestelmä, joka on suunniteltu parantamaan miehistön mielialaa. Järjestelmä koostuu neljästä virtuaalisesta ympäristöstä. Astronauteilla tämän on todettu parantavan huomattavasti mielialan tasapainoa.
- Miehistön yksilölliset erilaisuudet osoittivat fyysisen datan vaihtelun olevan suurta. Tämä tuottaa haasteita pitkien Mars-tehtävien koordinoinnissa tulevaisuudessa.
- Verenpaineen nousua oli havaittavissa tehtävän aikana. 330 päivän jälkeen tämä alkoi tasaantumaan.
- Sydän- ja keuhkoäänissä ei todettu merkittäviä muutoksia.
- Hyppyvoima oli vähentynyt 17 % testin lopussa, mutta tartuntavoima ja luomassa pysyivät kutakuinkin normaalina
- Fyysinen aktiivisuus taso oli laskenut 31% testin loppuun mennessä
- Psykkisiä vaikutteita tutkittiin. Haasteena pitkällä tehtävillä on fyysisesti, yhteydenpidollisesti ja henkisesti oleva eristyneisyys maasta. aistien ärsykkeiden vähyyys, rajattu sosiaalinen ympäristö, kulttuurilliset eriyäisyydet ja mahdolliset ristiriidat, pysyvä tietoisuus kaikkien tarpeellisuudesta hätätilanteessa ja jatkuva vaarallisen ympäristön olemassaolo. Nämä aiheuttivat kovaa stressiä.
- Tutkimukset unenlaadusta ja tämän yhteydestä stressiin osoittivat, että stressin oireita todella oli nähtävissä.
- Havaittiin, että lääkäriä on jatkuvasti koulutettava, koska pitkäaikainen tekemättömyys saa taidot unohtumaan osittain. Tämä aiheuttaa merkittävän riskin.
- Havaittiin, että ruumiin lämpötila alkoi vaihtelevaan 250 päivän eristyneen jälkeen. Tähän vaikutti esimerkiksi päivärytmin muutokset.
- Havaittiin muutoksia immuunijärjestelmässä, minkä todettiin johtuvan kovasta stressistä

1. European Space Agency 2013
 2. Jane Poynter
 3. Biosphere 2
 4. Mars-500
 5. Russia Federal Space Agency



CONCORDIA-ASEMA (15)

1. Työpaja
2. Urheilutila
3. TVElokuva/Juhlatila
4. Jääkaappi ja pakastin
5. Pelitila
6. Ruokailutila
7. Keittiö
8. Sairaalatilat
9. Asuintilat
10. Laboratorio



LMLSTP^{1,2}

- LMLSTP hankkeessa koehenkilöt alkoivat siirtymään kohti 28-30 tunnin päivärytmiä. Ainoa asia, joka piti tämän hallinnassa oli yhteydenpito tarkkailuhuoneeseen.
- 6-metriä halkaisijaltaan oleva kammioympäristö vaikutti myös koehenkilöiden näköön, kuuloon, ja hajuaistiin. Heidän näkönsä oli tottunut katsomaan lyhyitä matkoja, joten kun he pääsivät ulos, heillä meni useita tunteja silmien tottumiseen ja tarkentamiseen kauas.
- Koehenkilöiden hajuaisti oli kammiossa olon loppupuolella herkistynyt ja he havaitsivat välittömästi vieraiden hajujen ja uusien tavaroiden olemassaolon.
- Kammion korkeammasta melutasosta johtuen heidän oli ulos päästäessään hankala saada unta.
- Koska päivän ja yön ero tapahtui välittömänä valon sammutuksina ja sytytyksinä, koehenkilöiden nukahtaminen ja herääminen kesti normaalia kauemmin kammiossa olon aikana.
- Kammiossa olo toi mukanaan myös välittömän huumorin tarpeen. Tylsyyttä torjuttiin muunmuassa miehistön teatteriesityksillä ja juhlilla, kuten syntymäpäivät ja kiitospäivän juhla.
- Osalle koehenkilöistä tila oli liian kuiva ja tästä syytä oli helppompaa saada naarmuja ja haavoja.
- Vaikka kaikilla oli oma tila/huone, ääneneristys oli liian heikkoa. Tämä vaikutti nukkumiseen ja yksityisyyteen.
- Tilojen ja toimintojen suunnittelua ja arkkitehtuurin tärkeyttä korostettiin tulevaisuuden projekteissa.
- Kukaan ei halunnut viettää aikaa liian äänekkäissä tiloissa.
- Huomioita kalustettavuudesta:
 - *Enemmän hyllytilaa makuuhuoneisiin*
 - *Varastotilojen pitää olla helposti saavutettavissa*
 - *Enemmän tilaa lääkintätarvikkeille*
 - *Jokin liikuteltava/kannettava työpöytä yleisiin askareisiin*
 - *WC-tiloihin toivottiin parempaa käytettävyyttä ja ergonomiaa*

1. Wang, 522-530
2. Lane, 59-290
3. Pogue, 15-179
4. Compton, 130-148

SKYLAB^{3,4}

- Liiallisen kosteuden kerääntyminen tuli pitää aisoissa
- Siivous oli tärkeässä roolissa mikro-organismien kasvun välttämiseksi
- Roskaa kertyi n. 14 litran verran päivässä, jokaista miehistön jäsentä kohden. Roskat kerättiin erilliseen n. 57 kuutiometrin säiliöön ja ne palautettiin maahan.
- Likaiset vaatteet heitettiin myös roskiin
- Unen eri vaiheissa vietetty aika vaihteli, kova työtahti sai kuitenkin useimmiten miehistön nukkumaan kunnan unet
- Urheilua oli paljon ja musiikin kuuntelu sai urheiluun koetun ajan tuntumaan lyhyemmältä todellisuuteen nähden
- Koska urheilu oli tylsää, niin sitä varten kehitettiin videoita, joissa esitettiin teitä, mutkia ja kukkuloita, jotka vastasivat urheilun toimintaa
- Vapaa-ajan käyttöön oli paljon erilaisia pelejä ja kirjoja. Kuitenkin yksi suosituimmista harrastuksista oli tutkia maata kiikareilla.
- Korkeammin koulutetuilla oli vähemmän pelkotiloja
- Pahimmat pelot olivat tulipalo, hengitysilman menettäminen ja sen mahdollinen saastuminen.
- Hälyttimien, kuten palohälyttimen kuuleminen oli erittäin stressaavaa. Silloinkin, kun sitä vain testattiin
- Koti-ikävä ei ollut ongelma, koska kaikki olivat jatkuvasti niin kiireisiä. Kuitenkin jokainen kaipasi tuttuja kasvoja. Kaikki olivat myös asennoituneet pitkään matkaan, mutta jos tehtäväaikaa pidennettiin, niin tämä koettiin hyvin ärsyttäväksi.
- Jos kaipasi yksityisyyttä, yleensä miehistö meni aluksen eri osiin viettämään aikaa.
- Ryhmä oli tiivis ja tuli toimeen hyvin. Kuitenkin esimerkiksi huonosti otettu verinäyte tai kepposet saattoivat aiheuttaa jännitteitä
- Toisen ryhmän jäsenen mielenterveiden heilahteluita tarkkailtiin jatkuvasti ja oletuksena oli että jos tapahtuisi romahdus mielenterveydessä, muilla oli oikeus käyttää kaikkia keinoja, kuten lääkinnällisiä ja fyysisiä, tämän tilanteen ratkaisemiseksi.
- Vakavan sairauden kohdattaessa miehistön jäsen olisi toimitettu takaisin maahan

**BIOS 3¹**

Rakennusvuosi: 1972
 Koko (m²): 134 m²
 Sijainti: Krasnojarsk
 Organisaatio: Biofysiikan instituutti

Pisin testijakso: 180 päivää
 Henkilömäärä: 3 koehenkilöä

Muuta:

Tällä koekeskuksella tutkittiin ekosysteemien toteuttamista suljettuun tilaan ja niiden kontrollointia. Kasvit saivat valon pelkästään keinotekoisista lähteistä. Keskus koostui neljästä osastosta, joista kolmessa kasvatettiin kasveja ja neljännessä sijaitsevat asuintilat.

BIOSPHERE 2¹

Rakennusvuosi: 1991
 Koko (m²): 12700 m²
 Sijainti: Arizona, Oracle
 Rakennuttaja: Bannon & Co.
 Omistaja (2014): Arizonan yliopisto

Pisin testijakso: 730 päivää
 Henkilömäärä: 8 koehenkilöä

Muuta:

Hankkeessa rakennettiin 1,27 hehtaaria suuri suljettu keinotekoinen biosfääri joka piti sisälleen seitsemän erilaista ekosysteemiä. Näitä olivat 1900 m² sademetsä, 850 m² meri koralliriutalla, 450 m² lietepohjainen metsä, 1300 m² nurmisavanni, 1400 m² sumuaavikko, 2500 m² maatalousalue ja ihmisten asuintilat.

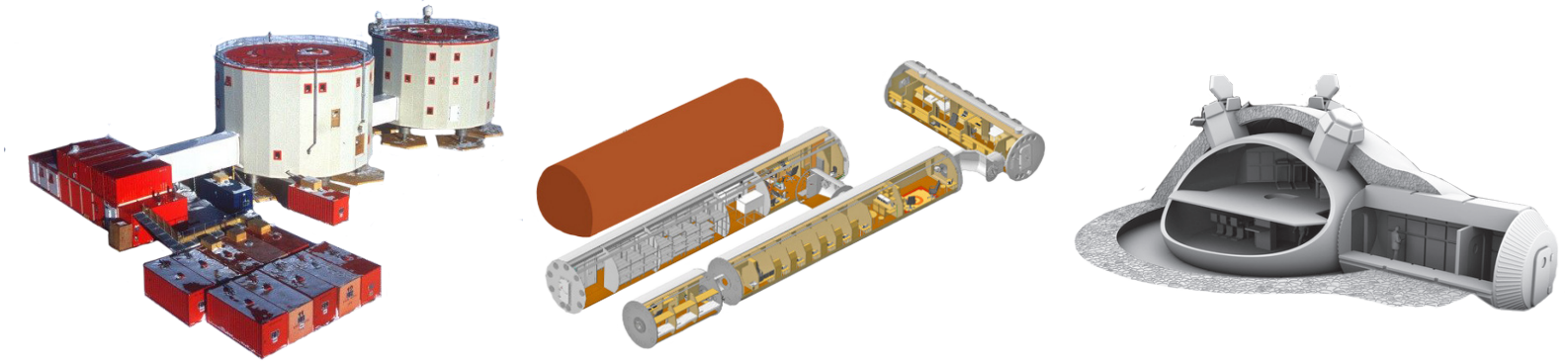
LMLSTP¹

Rakennusvuosi: 1996 Vaihe II
 Koko (m²): 78 m²
 Sijainti: Houston
 Organisaatio: NASA

Pisin testijakso: 90 päivää Vaihe III
 Henkilömäärä: 4 koehenkilöä

Muuta:

Projektissa tutkittiin kahden erilaisen elossapitojärjestelmän yhteistoimivuutta. (Physical/Chemical) elossapitojärjestelmä ja biologinen elossapitojärjestelmä. Tarkoituksena oli kierrättää nelihenkisen koeryhmän käyttämä ilma ja vesi, sekä osittain myös kiinteät jätteet. Kerätyllä tiedolla on parannettu ISS:n elinkelpoisuutta.

**CONCORDIA-ASEMA²**

Rakennusvuosi: 2005
 Koko (m²): 1500 m²
 Sijainti: Etelämanner
 Organisaatio: IPEV, PNRA

Testijakso: n. 270 päivää
 Henkilömäärä: 16 tutkijaa ja teknikkoo

Muuta:

Tämä tutkimuskeskus on 9 kuukautta vuodesta täysin eristyksissä sääolo-suhteiden takia. Tästä syystä ESA käyttää asemaa tutkiakseen stressin, immuunijärjestelmän ja päivärytmin muutoksia, koska olosuhteet ovat samankaltaiset kuin Kuussa ja Marsissa.

MARS 500³

Rakennusvuosi: 2007
 Koko (m²): 204 m² + 39 m²
 Sijainti: Moskova
 Organisaatio: IBMP, ESA

Pisin testijakso: 520 päivää
 Henkilömäärä: 6 koehenkilöä

Muuta:

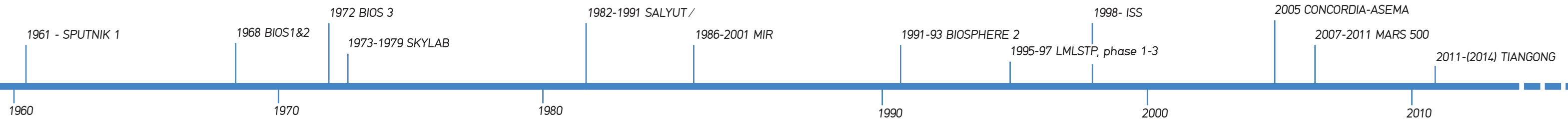
Mars 500 oli tutkimus missä simuloitiin tutkimusryhmän matkan Marsiin ja takaisin. Testi oli muuten varsin tarkka, mutta siinä ei pystytty simuloimaan matkan painottomuutta ja varsinaisen matkan marssiin kestää todellisuudessa 150-300 päivää, riippuen matkan alussa käytetyn energian määrästä.

3D-TULOSETTU KUUAASEMA⁴

Rakennusvuosi: konsepti
 Koko (m²): Liukuva
 Sijainti: Kuu
 Organisaatio: ESA, Foster+Partners

Muuta:

Konseptisuunnitelma kuun asuttamisesta. ESA:n tutkimus rakennusmateriaalin 3D tulostamisesta, käyttäen runkoaineena kuupölyä. Suunnitelman kuuaseman ulkonäöstä ja muodosta on Norman Fosterin käsialaa.



1. Wang, 517-561
2. European Space Agency 2013
3. SCC RF
4. Lunar base

AVARUUSASEMAT

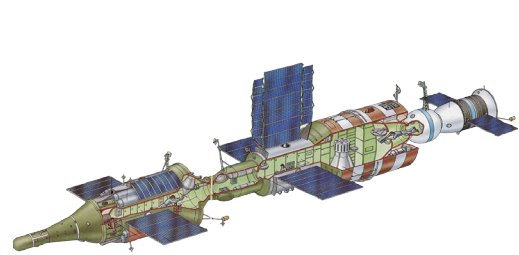
SALJUT 7¹

Laukaisuvuosi: 1982
 Paluuvuosi: 1991
 Massa: 19,824 kg
 Pituus: 16,0 m
 Leveys: 4,15 m
 Kansallisuus: Neuvostoliitto

Miehistö: 3 henkilöä

Muuta:

Salyut 1 oli maailman ensimmäinen avaruus-
 asema ja se laukaistiin kiertoradalle 1971.



21

1. Salyut
2. Skylab
3. Mir

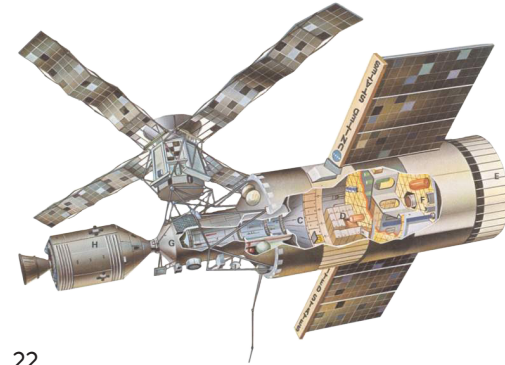
SKYLAB²

Laukaisuvuosi: 1973
 Paluuvuosi: 1979
 Massa: 77,088 kg
 Pituus: 26,3 m
 Leveys: 17,0 m
 Kansallisuus: Yhdysvallat

Miehistö: 3 henkilöä

Muuta:

Yhdysvaltain ensimmäinen avaruusasema. Si-
 sälsi työtilat ja auringontarkkailujärjestelmät.



22

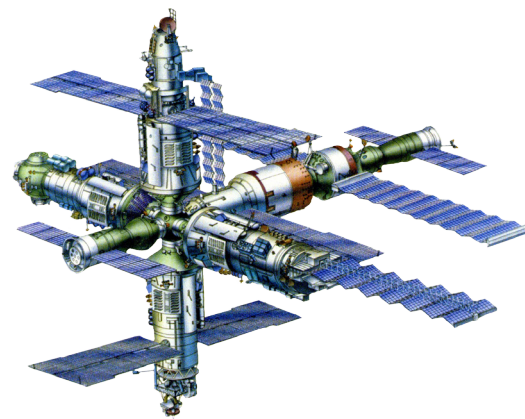
MIR³

Laukaisuvuosi: 1986
 Paluuvuosi: 2001
 Massa: 129,700 kg
 Pituus: 19,0 m
 Leveys: 31,0 m
 Korkeus: 27,5 m
 Kansallisuus: Neuvostoliitto, Venäjä

Miehistö: 3 henkilöä

Muuta:

Mir oli ensimmäinen modulaarinen avaruus-
 asema ja sen rakentamiseen meni kiertora-
 dalla 10 vuotta. Mir toimi laboratoriona, jossa
 tutkittiin teknologiaa avaruuden pysyvää asu-
 tusta varten.



23

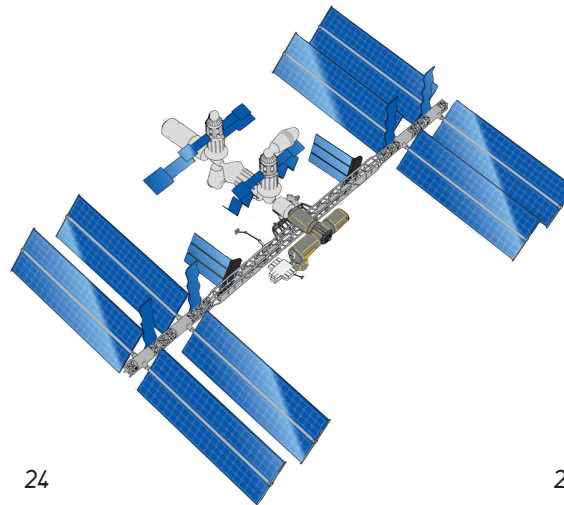
ISS-International Space Station⁴

Laukaisuvuosi: 1998
 Paluuvuosi: Edelleen toiminnassa
 Massa: n. 450,000 kg
 Pituus: 72,8 m
 Leveys: 108,5 m
 Korkeus: 20,0 m
 Kansallisuus: Kansainvälinen

Miehistö: 6 henkilöä

Muuta:

Kansainvälinen tutkimusasema, jossa tutki-
 taan teknologiaa esim. Kuu- ja Mars-tehtäviä
 varten.



24

4. ISS
5. GENESIS
6. TIANGONG

GENESIS I & II⁵

Laukaisuvuosi: 2007 (Genesis II)
 Paluuvuosi: Edelleen toiminnassa
 Massa: 1,360 kg
 Pituus: 4,4 m
 Leveys: 2,54 m

Kansallisuus: Yksityinen taho, Bigelow
 Aerospace

Miehistö: Miehittämätön

Muuta:

Perustuu NASA:n tutkimukseen (TransHab),
 josta oli tarkoitus tulla ilmatäytteinen moduli
 ISS:n asumuskäyttöön.



25

TIANGONG⁶

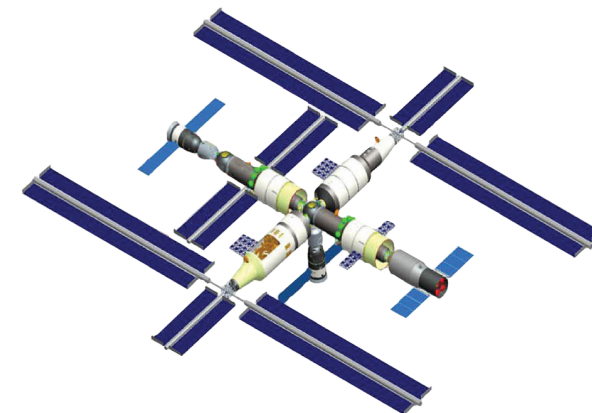
Laukaisuvuosi: 2011
 Paluuvuosi: Suunnitteilla, 2014
 Massa: 8,506 kg
 Pituus: 10,4 m
 Leveys: 3,35 m

Kansallisuus: Kiina

Miehistö: 3

Muuta:

Kiinan ensimmäinen avaruusasema. Sen oli
 tarkoitus palautua maahan vuonna 2013, mut-
 ta on edelleen kiertoradalla.



26

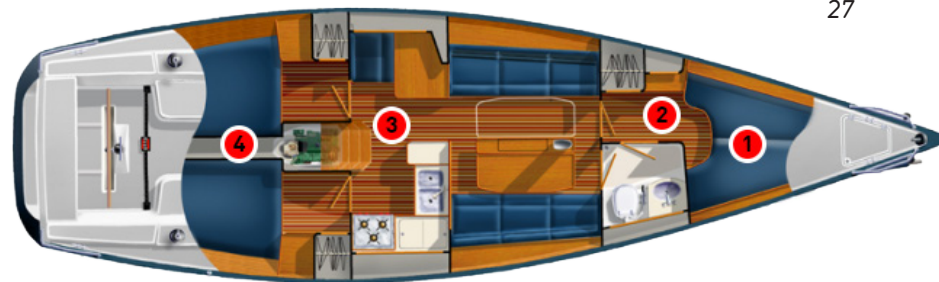
MUITA SOVELLUKSIA SULJETUISTA TILOISTA

Risteilylaivat ovat loistava esimerkki suljetusta ympäristöstä. Niistä löytyy asuin- ympäristöjen lisäksi niin kauppa- kuin liiketoimintaympäristöjäkin. Henkilökunnalle alus on työympäristö ja matkustajille se on lomaympäristö. Niistä voi löytyä myös nuorten- ja vanhusten ympäristöt sekä sairaala- ja oppimisympäristö. Tällainen suljettu ympäristö vaatii kuitenkin erittäin vahvan huolto- ja tukiverkoston, joka mahdollistaa satojen ihmisten elinolot verrattain pieneen tilaan.

Tämän kaltaisia suuria suljettuja tiloja ovat myös öljylautat ja sukellusveneet. Moderneissa ydinsukellusveneissä on järjestelmät, jolla tuotetaan happea ja juoma-

sekä talousvettä ympäröivästä merestä.

Pienemmässä luokassa hyviä esimerkkejä ovat matkailuautot ja purjeveneet, joista löytyy asuintilat ja keittiöt hyvin kompaktista tilasta. Lisäksi niissä on tarpeeksi varastotilaa useamman viikon tarpeisiin, sekä hygienian hoitoon tarvittavat tilat.



27

PURJEVENE¹

Rakennusvuosi: 2014
Pituus: 12,2 m
Leveys: 3,63 m
Tyyppi: Moottoripurjevene
Malli: J 122

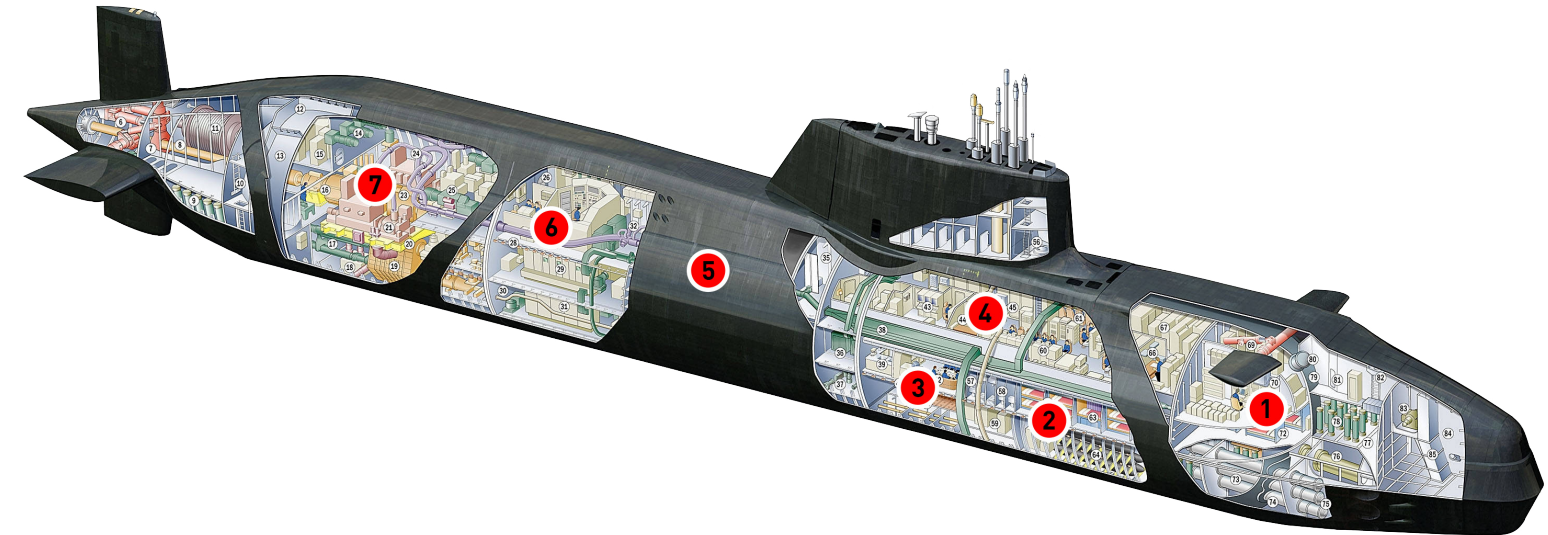
Miehistö: 3-6 henkeä
Hyttejä: 2-3 kappaletta

Vesisäiliö: 160 litraa
Polttoainesäiliö: 132 litraa

Osastot

1. Makuutilat
2. Käymälätilat ja vaatevarasto
3. Keittiö-, ruokailu-, olohuone- ja toimistotilat
4. Makuuhuoneet

1. J122
2. Ydinsukellusvene



28

YDINSUKELLUSVENE²

Rakennusvuosi: 2007
Pituus: 97,0 m
Leveys: 11,3 m
Tyyppi: Ydinsukellusvene
Malli: Astute-class

Miehistö: 98 henkeä
kapasiteetti: 109 henkeä (miehiä)

Päävoimanlähde: Ydinreaktori
Generaattori: Diesel 600 kW

Osastot

1. Toimistotilat
2. Makuutilat ja lääkintätila
3. Keittiö ja ruokailutilat
4. Toimistotilat
5. Reaktioalue
6. Ohjaustilat
7. Tekniset tilat

YHTEENVETO

ELINOLOSUHTEET JA TARPEET
TEKNIikka JA HUOLTO
ELINYMPÄRISTÖ

ELINOLOSUHTEET JA TARPEET

Tässä kappaleessa on lueteltu ihmiselle välttämättömiä ja ominaisia tarpeita. Osa näistä saattaa tuntua hyvinkin itsestään selvyyksiltä, koska kyse on jokaiselle tutuista päivittäisistä asioista. Nämä tarpeet on kuitenkin syytä luetella esille, sillä suunniteltaessa suljettua asuinympäristöä korostuvat kaikki virheet ja puutteet, jotka on suunnittelutilanteessa jätetty huomioimatta. Nämä puutteet saattavat usein johtaa hengenvaarallisiin tilanteisiin ja vaarantaa kaikkien läsnäolon tiloissa.

VALINTAPROSESSI

Suljettuun ympäristöön joutuva henkilö voi päätyä tähän tilanteeseen esim. luonnonkatastrofin tai ihmisen aiheuttaman ympäristökatastrofin takia. Näissä tapauksissa on lähes mahdotonta ottaa huomioon kaikkea stressiin liittyvää. Mikäli näin käy, on suljettuun tilaan saapuva ihminen jo valmiiksi erittäin stressaantunut ja äkkiseltään uusiin ahtaisiin olosuhteisiin jouduttaessa ei voida puhua ideaalitalanteesta. Tässä tapauksessa jopa lyhytaikainen olo rajoitetussa ympäristössä voi laukaista stressin väkivaltaisina seurauksina. Muiden ihmisten turvaksi ainoa keino on pystyä sulkemaan ylistressaantunut ihminen erilliseen tilaan tai tämä on saatava rauhoittumaan muilla keinoilla.

Ideaalitalanteella tarkoitetaan henkilöitä, jotka ovat valmiiksi varautuneet näihin olosuhteisiin. Turvallisuus on tässäkin tapauksessa erittäin tärkeässä roolissa, vaikkakin tutkimukset ovat osoittaneet että hyvin koulutetut ja tehtävään valmistautuneet ihmiset ovat kestäneet jopa kaksi vuotta kyseisissä tilanteissa.¹

1. Pogue, 94-96

TURVALLISUUS

Koska tilat ovat rajalliset ja lähtökohtaisesti niistä ei pysty poistumaan, on suunniteltava tilat mahdollisimman turvallisiksi, jolloin vältytään ylimääräisiltä ja varsinkin vakavilta onnettomuuksilta. Vaikka tiloissa on sairastupa, ei näissä välttämättä ole mahdollista hoitaa esimerkiksi aivovauriota, joka voi koitua lujasta iskusta päähän.¹

Kun suunnitellaan suljettua asuinympäristöä, on syynä usein varautuminen johonkin katastrofiin tai muuhun ympäristön tuottamaan vaaratekijään. Varsinainen varautuminen tilan ulkopuolisiin tekijöihin alkaa rakenteiden suunnittelulla ja varmistamalla että sisäympäristö on tarpeen mukaan eristetty ulkotiloista. Avaruudessa on esimerkiksi taustasäteilyä, joka on suurina annoksia hengenvaarallista ihmisille. Tästä syystä rakenteiden on oltava tarpeeksi tiheää ainetta tai sen päälle on kasattava jokin suojakerros, jotta säteily ei pääse asuintiloihin sisälle.

Jos kyseessä on ympäristö, jossa on voimakasta säteilyä, ikkunat on mahdollista lisätä, mutta niiden eteen tulee voida vetää riittävän paksut suojat.²

Taulukko 11 aineiden ominaisuuksia.

Kun ulkoiset tekijät on pystytty sulkemaan pois vaaraa-aiheuttavista yhtälöistä, voidaan siirtyä sisätiloihin. Noin kolmasosa tapaturmista tapahtuu kotioloissa. Koska kyseessä on suljettu asuinympäristö on luonnollista että apua ei ole saatavilla ja

tiloissa asustavien ihmisten on tultava toimeen sillä mitä heille on suunnittelutilanteessa ja varustelussa suotu. Tästä syystä on tärkeää ottaa huomioon nimenomaan ihmisen turvallisuus tällaisissa ympäristöissä.³

Vaikka kaikki ensimmäisessä kappaleessa mainitut ympäristötekijät olisi otettu parhaan mukaan huomioon suunnittelun yhteydessä, on aina muistettava, että jokainen ihminen on yksilö ja tiedämme edelleen melko vähän siitä kuinka ihmiset reagoivat pitkäaikaiseen oleskeluun suljetussa tilassa. Testitalanteissa ihmiset ovat olleet tietoisia testin ajallisesta kestosta ja he ovat käyneet lääkärintarkastukset ja selviytymisharjoituksia ennen tulevaa testiä. Koehenkilöt ovat myös tienneet, että testi voidaan hätätapauksessa keskeyttää.

Kun ihminen joutuu yllättäen tällaiseen tilanteeseen tai ei esimerkiksi ole tietoinen milloin tiloista pääsee pois, voi tämä aiheuttaa psyykkisiä oireita, jotka usein esiintyvät väkivaltaana tai itsetuhoisuutena. Oireet voivat esiintyä myös koulutetulla henkilökunnalla.

Näitä tilanteita varten on suunnittelussa otettava huomioon sekundäärinen pakoreitti kaikista yleisistä tiloista. Nämä reitit toimivat myös mahdollisen palon sattumissa pakoreittinä muuhun osastoon, jolloin alkanut tulipalo voidaan eristää osastoihin.⁴

Materiaaleja valittaessa tulee valita vain palamattomia aineita, jolloin tulipalolla ei ole tarpeeksi palomassaa levitäkseen suurpaloksi. Jokainen tulipalo on suljetussa ympäristössä äärimmäisen vaarallinen. Vaikka palo olisi saatua eristettyä johonkin osastoon, on tuo osasto lähes varmasti käyttö- ja asuinkelvoton. Lisäksi palo vaatii toimiakseen happea, jonka määrä on tällaisissa kohteissa rajallinen, varsinkin kun suljettu ympäristö sijaitsee esimerkiksi Marsin kaltaisessa hapettomassa tilassa. Materiaaleissa on myös suosittava tuotteita, jotka eivät päästä mitään kaasuja tiloihin tai muita haitallisia sivutuotteita. Tällaiseen tapaukseen oli törmätty LMLSTP-champer testissä, jossa koehenkilöt saivat oireita kuukauden mittaisessa testissä.

Tutkinnan jälkeen oli havaittu että oireet aiheutti ääneneristykseen käytetty materiaali. Tämä materiaali päästi tiloihin myrkyllisiä kaasuja joista oireet johtuivat.⁵

1. Kopec, 101

2. Karanko, 34-50

3. Kostianen, 3-20

4. Pogue, 94-96

5. Lane, 177-192

VAPAA-AIKA JA LOMA

Työn ja arkipäivien vastapainoksi pitää olla mahdollista järjestää juhlia ja päästä myös lomalle jonnekin, mihin muilla ei ole asiaa. Juhlita varten ei välttämättä tarvitse erillistä tilaa, vaan tämä voi olla osana muuta tilakokonaisuutta, joka pystytään ottamaan tarvittaessa käyttöön. Ongelmallisemmaksi tulee kuitenkin lomalle pääseminen. Suljetusta tilasta ei pääse pois, joten on harkittava onko tarpeellista rakentaa täysin erillinen osasto lomailua varten. Kyseiseen osastoon voitaisiin simuloida tropiikki, jossa olisi erillinen asuminen ja alueelle voisi mahdollisesti simuloida "meren", kuten esimerkiksi Biosphere 2 tutkimuslaitoksessa on tehty. Myös International Space Station (ISS) on saanut oman moduulin vain mielenrauhan parantamista varten.¹

Arkiolosuhteiden lisäksi on syytä olla jokin runsasta kasvillisuutta sisältävä tila, kuten metsä, joka eroaa hygienialuokitukseltaan hapen ja ruuantuotannosta. Näin siellä voi viettää aikaa työpäivien ja asuintilojen lisäksi. Tutkimuksien mukaan ihmisellä on luontainen tarve päästä lähelle kasvillisuutta ja luontoa. Tämän on todettu vaikuttavan positiivisesti myös ihmisten psyykkeeseen, joka on omiaan tiloissa joista ei ole pääsyä pois. Erilaiset peli- ja harrastustilat on osa hyvää suunnitelmaa.²

1. Nasa tranquility module

2. Lindén, Rappe

3. Wang, 517-561

RUOKA

Ihminen tarvitsee elintoimintojensa ylläpitämiseksi myös ruokaa ja vettä. Ruoan ja veden saatavuus voidaan varmistaa kahdella tavalla. Ensimmäinen näistä on varastointi. Tähän voidaan tukeutua mikäli tiloissa vietettävä aika on etukäteen tiedossa. Varastojen koot on suunniteltava niin, että ruoka riittää varmasti tarvittavalle henkilömäärälle. Varastojen koko suunnitellaan tällöin ihmisen päivittäisen kalorimääräisen kulutuksen mukaan. Tällöin on myös syytä varautua siihen, että tiloissa vietettävä aika saattaa venyä jostain ennalta-arvaamattomasta syystä. Ruokaa ei siis kannata mitoitaa ihmisen minimitarpeiden mukaan, vaan hieman yli, jolloin ruuan säännöstely on mahdollista, minkä ansiosta vietettävää aikaa voidaan venyttää huomattavasti. Lisäksi esimerkiksi Biosphere 2 -testissä koehenkilöillä oli jatkuvasti nälkä, mikä lisäsi alhaisen happitason lisäksi jo ennestään ilmennyttä ärtyneisyyttä. Toinen lähestymistapa on suunnitella tiloihin suljettu järjestelmä, joka tuottaa ruokaa sekä kierrättää jätteet ja veden.³

HAPPI

Mikäli tilojen ulkopuolelta ei ole mahdollista kerätä happea esimerkiksi ilmasta tai vedestä, on happi tuotettava paikan päällä muilla keinoin, kuten kasvihuoneilla. Näiden kasvihuoneiden lisäksi on syytä olla varalle happivarastoja, joiden avulla päästään mahdollisten kasvutuongelma-tilanteiden yli. Kasvihuoneet on syytä jakaa osiin.

Kolme kasvihuonetta varataan elinympäristön ylläpitoon, jolloin yksi kasvatustila olisi pimeänä 8 tuntia kerrallaan. Neljäs varalle ja ylläpitämään kiertoa. Neljännessä kerätään ylijäämähappi säiliöihin. Mikäli jokin näistä kasvihuoneista saastuu, sairastuu tai sato menee jostain muusta syystä piloille, ei se vielä kaada koko järjestelmää. Mikäli näin tapahtuu voidaan kyseinen kasvihuone desinfioida ja kasvatusta aloittaa alusta.

Valoilla simuloidaan porrastettu päivärhythmi kasvihuoneiden välillä, mikä varmistaa sen, että hapen tuotanto ei katkea yöksi. Kasvit tuottavat pimeällä hiilidioksidia, mutta varsinainen kasvu vaatii pimeyttä toteutuakseen.

Hapen puute voi aiheuttaa ärtyneisyyttä. Esimerkiksi Biosphere 2 testissä kohdattiin tilanne, jossa testihenkilöt riitautuivat ja jakautuivat kahteen leiriin. Tutkimuksista selvisi, että tilojen hapen määrä ei ollut optimaalinen, koska tilojen rakentamiseen käytetty betoni jatkoi vielä kuivumistaan kuluttaen prosessiin happea joka oli mitoitettu tarkasti riittämään koehenkilöiden hapen tarpeisiin.³

LIIKUNTA

Kaikki edellä mainitut ovat olleet osa ihmisen fyysistä ja henkistä terveyttä, mutta yksi tärkeimmistä terveyden ylläpitoon liittyvästä asiasta on liikunta. Liikunnalla vältetään esimerkiksi lihasrappeumat, jotka ovat hyvin mahdollisia, kun joudutaan pitkään asumaan rajatuissa tiloissa, jolloin jokapäiväinen hyötyliikunta jää liian vähälle. Tämän takia tiloihin on suunniteltava urheilun mahdollistavat tilat. Usein tilojen pienestä koosta johtuen on tämä hoidettava laitteilla, kuten juoksumatolla ja kuntopyörällä.^{4,5}

LISÄÄNTYMINEN JA JATKUVUUS

Sen lisäksi että suljetut asuintilat ovat rajoitetut, on myös elossapitojärjestelmä mitoitettu tietyille määrälle ihmisiä. Lisääntyminen tulee kysymykseen vasta kun siirtokunta on saavuttanut niin suuren koon, että luonnollinen poistuma tulee mukaan kehitykseen. Muussa tapauksessa siirtokunta ei pysty itsenäiseen eloon ja vaatii jatkuvaa ulkopuolista tukea ja huoltoa. Väestönkasvu mahdollistuu ilman emämaata, mikäli paikan päältä pystytään hyödyntämään maaperän sisältämiä mineraaleja ja metalleja. Näillä pystyttäisiin rakentamaan uusia asuintiloja väestönkasvun tueksi.

MIELENTERVEYS

Ihmiselle suljettu ympäristö ei tule olemaan helppo paikka elää. Länsimainen ihminen on tottunut elämään vapaana yksilönä ja päätöksillään vaikuttamaan jokapäiväiseen toimintaansa ja elämäänsä. Suljetussa ympäristössä tyypillistä on että tehtävät ja harrastukset on etukäteen päätettyjä ja maisemanvaihdos on yleensä mahdotonta. Ahtaat tilat voivat vahvimmillekin persoonille aiheuttaa mielenterveysongelmia ja suunnittelussa haastavaksi tuleekin terveen mielen ylläpito. Mikäli mielenterveysongelmia alkaa esiintyä, on hyvin mahdollista, että ne johtavat väkivaltaiseen käyttäytymiseen. Tästä syystä turvallisuuden huomiointi on yhtä aiheellista kuin ongelmien ehkäisy. Mikäli jonkun käytös muuttuu väkivaltaiseksi, muilla täytyy olla oikeus ja mahdollisuus paeta tai puolustautua. Mielenterveyden järkkymisen ehkäisyssä tulee ottaa huomioon ympäristötekijät ja käytännössä varmistaa että kaikki osat alueet toimivat moitteetta.⁴

1. Taylor, 195-200

2. U.S. Department of Helath

ELINYMPÄRISTÖ

KÄYTETTÄVÄT YMPÄRISTÖT

Aiemmin luetelluista elinympäristöistä tärkeään asemaan nousevat asuinympäristö, työympäristö, oppimisympäristö, terveydenhuoltoympäristö, lomaympäristö ja yhteisöympäristö. Nämä kaikki ympäristöt on syytä löytyä vähintään toiminnallisuudeltaan suljetuista asuinympäristöistä. Nuoriso-, vanhus- ja kauppaympäristö tulevat kysymykseen mahdollisesti tulevaisuudessa, kun asuintilat ovat rakentuneet niin suureksi, että voidaan puhua siirtokunnasta. Tällöin asumisen on todettu olevan lopullista ja kaikki ympäristöt on löydettävä täysimittaisina.

Pienemmässä ja väliaikaisessa asumuksessa ei ole tarpeen luoda täysimittaisia toimintaympäristöjä, vaan näihin on tarkoituksenmukaista tuoda mukaan niiden tärkeimmät tarve-elementit ja vasta mahdollisuuksien mukaan erottaa toiminnot omiksi ympäristöikseen, jolloin erilaisten ärsykkeiden saanti on mahdollistettu mahdollisimman laajasti.

KOKO JA AVARUUS

Tilojen kokoa on vaikeaa määritellä. Lähtökohtaisesti jos rajoja ei ole, suunnitelu on kuten muissakin arkipäivän kohteissa. Tärkeimmät elementit tilojen kokoon ja avaruuteen nähden on rajattu terveyteen. Liikunnan mahdollistaminen on näistä tärkein. Tämä ei kuitenkaan vaadi välttämättä suuria tiloja, vaan liikuntaa voi hoitaa apuvälineillä, kuten juoksumatto ja kuntopyörä.

Ihmisen tilantarve välittömässä läheisyydessään on suljetussa ympäristössä pienempi; henkilöt joiden kanssa tila jaetaan, tulevat tutuiksi.

Isoja tiloja on kuitenkin syytä olla jossakin muodossa. Näkö tottuu ahtaisiin tiloihin ja pitkäaikaisen altistuksen jälkeen näkökentän tarkentaminen on hankalaa. Tästä syystä näkökentässä tulee olla eri syvyyksiä. Näitä voidaan toteuttaa esimerkiksi pitkillä käytävillä tai suurilla halleilla. Näistä ensimmäinen on toteutuskelpoisin jokaisessa mittaluokassa.

Tyhjää ja avaraa tilaa on myös mahdollisuuksien mukaan hyvä tarjota asukkaille, jolloin ahtaanpaikan tunne ei pääse vaikuttamaan liikaa mielenterveyteen.

VÄRIT

Tiloissa ja eri ympäristöissä käytettävät värit ovat tärkeä osa onnistunutta suunnitelmaa, jossa halutaan ottaa huomioon pitkäaikaiset vaikutukset ihmisen mielenterveyteen. Tunneskaalat on otettava huomioon sen mukaan halutaanko ihmiseltä aktiivisuutta vaiko rauhallisuutta.

Mielestäni värien vaihtaminen on kuitenkin mahdollistettava, joten päätelmäni on, että kaikkien tasaisten pintojen väriä pitäisi olla mahdollista muuttaa esimerkiksi LED-tekniikan avulla. Näin värejä voitaisiin vaihdella myös eri tilaisuuksien ja juhlallisuuksien myötä. Tämä tekniikka olisi hyvä myös hygienian kannalta, nimittäin pintojen normaali väri olisi tässä tapauksessa valkoinen, jossa tahrat näkyisivät loistavasti.

VALOT

Suljetussa ympäristössä valaisimilla on merkittävä asema päivittäisen elämän kannalta. Tärkein funktio normaalin valaistuksen lisäksi on toteuttaa päivärytmi joka on osoittautunut hyvin tärkeäksi elävälle olioille. Päivärytmin ohessa valaistuksella on syytä simuloida myös auringon nousu ja lasku, jolloin tiloja asuttavien ihmisten unessa vietetty aika olisi mahdollisimman laadukasta ja syvää. Keinovalolla on myös tarkoitus tuottaa kasveille valoa yhteyttämistä varten, koska luonnollista valoa ei välttämättä ole tarjolla. Sisustuksen kannalta valaistus on myös tärkeää. Valoilla ja valojen sävyillä voidaan vaikuttaa tilan tunnelmaan ja houkuttelevuuteen merkittävästi. Valaistuksella kannattaa simuloida myös päivänvaloa, käyttämällä esimerkiksi verhojen takana olevaa kirkasta valoa.

VIRTUAALIMAAILMA

Se, mitä ahtaat ja rajatut tilat eivät pysty tarjoamaan, on nykyisin mahdollista virtuaalimaailmassa. Nykyisin virtuaalilasit ja 3D-tekniikka ovat mahdollistaneet sen, että henkilö voi mennä virtuaalitodellisuuteen, jossa on mahdollista vierailu käytännössä kaikenlaisissa kuviteltavissa olevissa maailmoissa. Tämän maailman ei tarvitse olla välttämättä todellinen, mutta on hyvä tarjota mahdollisuus päästä vierailuille todenkaltaiseen malliin, jossa pääsee ihaillemaan esimerkiksi monimuotoista luontoa.

Virtuaalimaailmaa voidaan luoda myös mahdollisilla seinille sijoitettavilla näyttöillä, jotka toimivat ikkunoiden tapaan. Näyttöissä voi pyöriä video esimerkiksi luonto- tai kaupunkimaisemasta. Tämä virtuaalimaailma voidaan toteuttaa myös oikeiden ikkunoiden taakse, jolloin näiden takana oleva näyttö tai heijastettava pinta on kaarevassa muodossa, jolloin ikkunaan katsoessa vaikutelma maisemasta on huomattavasti todenmukaisempi.

YHTEENVETO

TILAT JA YHDISTETTÄVYYS

TILAT JA YHDISTETTÄVYYS

Tässä luvussa on luetteloitu erilliset tilat, joita ihminen on normaalisti tottunut käyttämään jokapäiväisessä elämässään. Varsinaisessa suunnittelussa on otettava huomioon tilojen yhteys toisiinsa ja tätä myötä tarkasteltava niiden sijoittelu toisiinsa ja käyttötarkoitukseensa nähden. Lisäksi riippuen tiloissa vietettävästä ajasta, on tutkittava erillisten toimintojen yhdistämisestä samoihin tiloihin.

Yleisesti käytetyt tilat

Ilman erillistä painoitusta kaikki tilat ja ympäristöt vaativat hygieniatilat

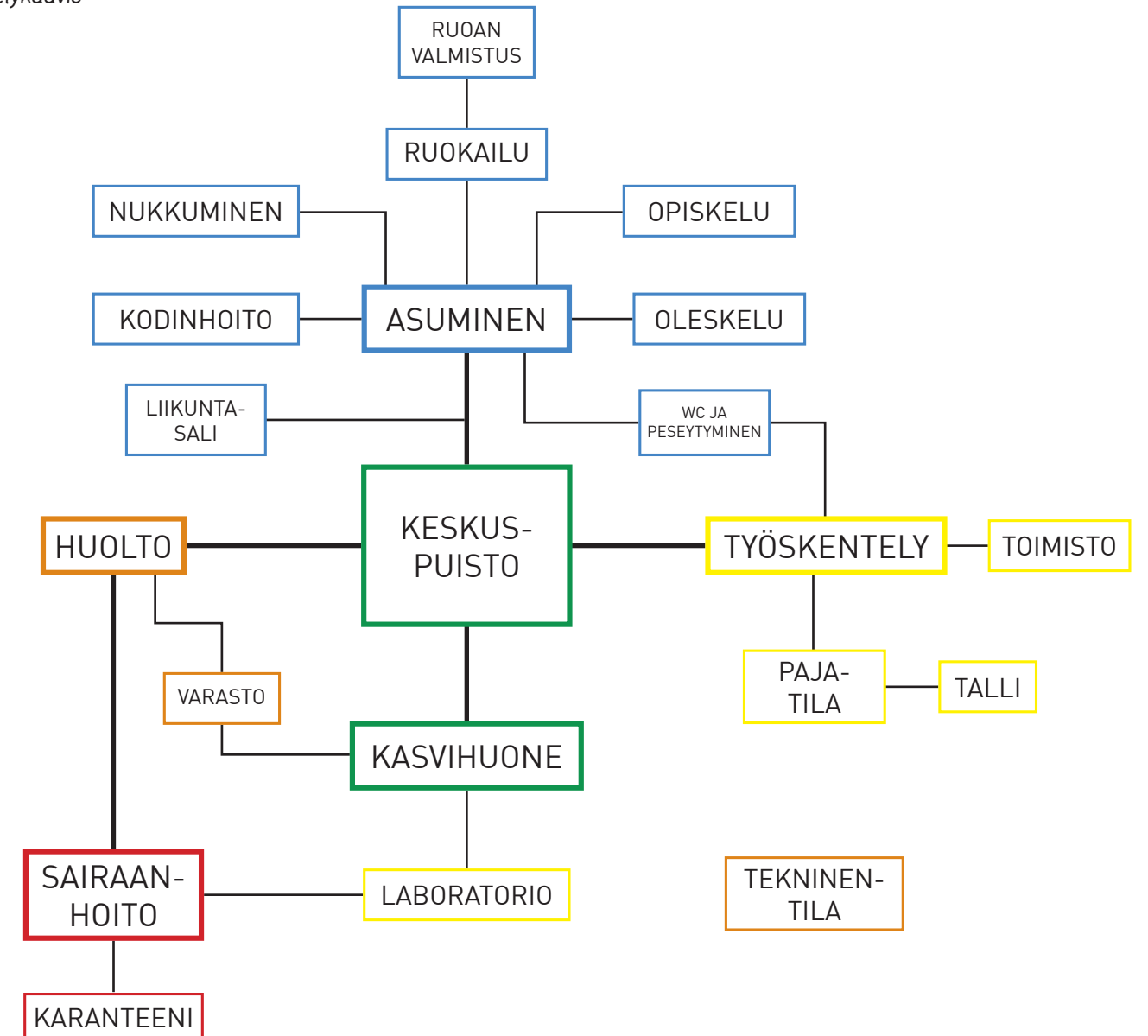
KOTI yleisesti	KOTI Tukevat toiminnot	VAPAA-AIKA Kodin ulkopuoliset	TYÖ	SAIRAANHOITO	OPISKELU
Makuuhuone	Varastot	Kirjastot	Toimitilat	Sairaanhoitotilat	Kirjasto
Keittiö	Autotalli	Hotellit	Varasto	Laboratorio	Luokkahuone
Ruokailutila	Paja	Liikuntatilat	Taukotila	Varasto	WC
Olohuone	Tekninen tila	Kaupat	WC	WC	Taukotila
WC	Puutarha	Ravintolat	Suihku	Suihku	
Suihku	Pelitila	Luonnontilat		Taukotila	
Kodinhuoltohuone					

Eristetystä ympäristöstä löydyttävät tilat yleisesti käytettyjen tilojen lisäksi

HYÖDYKKEET	TEKNISET	VARASTOT	ERISTYS Biovaara
Ruoka*	Huolto	Ruoka	Sulkutilat
Vesi*	Radiotila	Tarvike	Sairaan eristystila
Happi*	Jätteiden käsittely*	Vesi	
		Happi	

* elossapitojärjestelmän osa, voidaan toteuttaa lyhytaikaisesti myös varastoinnilla

30 Tilajärjestelykaavio



TULOAKSET

MINNE, MIKSI, MITEN
VAIHTOEHDOT

MINNE, MIKSI, MITEN

Tilojen suunnittelussa on tarkasteltu tilojen toimivuutta ja käyttökokemusta. Kuten olen todennut aiemmissa kappaleissa, ihminen on erittäin altis ulkoisille ärsykeille ja suljettua tilaa suunniteltaessa on otettava nämä lähtökohdat huomioon. Tällä työllä ei ole tarkoitus ottaa kantaa siihen, mihin se on tarkoitus sijoittaa tarkalleen ottaen, vaan sen tehtävä on enemmänkin osoittaa linjat suunnittelulle. Lähtökohdiltaan kuitenkin tilojen suunnittelu on tehty silmällä pitäen Marsin kaltaista ympäristöä. Suljettu asuinympäristö sijaitsee useimmiten vaikeassa tai hengenvaarallisessa ympäristössä, joten olen päättänyt suunnittelemaan kaikki pohjamallit tätä silmällä pitäen. Tämän vuoksi olen valinnut rakenteelliseksi malliksi sylinterin, sen kestävä ja ulkoisia voimia vastustavan muotonsa takia. Lisäksi kaikki mallit ovat yksitasoisia, ensisijaisesti turvallisuuden lisäämisen takia.

Normaalien arkiaskareiden lisäksi olen tilojen sijoittelussa pyrkinyt huomioimaan jokaisen henkilökohtaisen tilantarpeen ja sen vaatimukset. Asukkaille on mahdollistettu yksityiset tilat mahdollisimman hiljaisista oloista ja yhteys luontoon on pyritty tuomaan aidoilla kasveilla. Lisäksi työ- ja kotiympäristöt on selkeästi erotettu toisistaan, millä mahdollistetaan erilaisten ympäristöärsykkeiden saanti. Turvallisuus on mielenterveyden ja elossapitojärjestelmän lisäksi tarkemmassa tarkastelussa, koska mikäli näistä jokin pettää on ihmisen käyttäytymisellä taipumus muuttua väkivaltaiseksi.

Tilojen sijoittelu ja niiden tarpeellisuus vaihtelee niiden käyttöajan ja koon mukaan. Lyhyen ajan asutettava asumus ei esimerkiksi vaadi erillistä puutarhaa tai kasvihuonetta hapen ja ruoan tuotantoon. Kasvit ja niiden kasvatusta näissä tiloissa on mielenterveyden ylläpitoa varten.

KOKO S, 30 Päivää, 4 henkilöä

TARPEET 5 henk / 30 pv	MÄÄRÄ
Ruokaa (kuiva)	90 kg
Happea	135 kg
Juomavettä	270 kg
Saniteettivettä	345 kg
Talousvettä	2520 kg
TUOTTAA 5 henk / 30 pv	
Kiinteää jätettä	17 kg
Nestemäistä jätettä	581 kg
Hiilidioksidia	150 kg

KOKO M, 90 Päivää, 4 henkilöä

TARPEET 5 henk / 90 pv	MÄÄRÄ
Ruokaa (kuiva)	270 kg
Happea	405 kg
Juomavettä	810 kg
Saniteettivettä	1035 kg
Talousvettä	7560 kg
TUOTTAA 5 henk / 90 pv	
Kiinteää jätettä	50 kg
Nestemäistä jätettä	1742 kg
Hiilidioksidia	450 kg

VAIHTOEHDOT

KOKO L, 270 Päivää, 6 henkilöä

TARPEET 7 henk / 270 pv	MÄÄRÄ
Ruokaa (kuiva)	1134 kg
Happea	1701 kg
Juomavettä	3402 kg
Saniteettivettä	4347 kg
Talousvettä	31752 kg
TUOTTAA 5 henk / 90 pv	
Kiinteää jätettä	208 kg
Nestemäistä jätettä	7314 kg
Hiilidioksidia	1890 kg

KOKO XL, 720 Päivää, 12 henkilöä

TARPEET 14 henk / 720 pv	MÄÄRÄ
Ruokaa (kuiva)	6048 kg
Happea	9072 kg
Juomavettä	18144 kg
Saniteettivettä	23184 kg
Talousvettä	169344 kg
TUOTTAA 5 henk / 90 pv	
Kiinteää jätettä	1110 kg
Nestemäistä jätettä	39010 kg
Hiilidioksidia	10080 kg

Olen valinnut tarkasteluun neljä erikokoista suljettua tilaa, perustuen niiden käyttötarkoituksiin ja käyttöaikaan. Nämä koot on nimetty S, M, L ja XL. XL koko voi toimia itsenäisenä ja osana isompaa siirtokuntaa. Lähtökohtaisesti tilat on pyritty mitoittamaan minimin mukaan, mitä olen lukemani perusteella nähnyt sopivaksi ehdotukseksi. Minimikokoon on päädytty siitä syystä että niitä on tieteellisesti järkevämpää tutkia kuin suuria tiloja. Suuria tiloja on myös hankalampi toimittaa ääriolosuhteisiin. Olen pitäytynyt tarkoituksella ulkona kustannuksista ja vaikka tämä ajatuksiltaan sivuaa myös sitä, kokoon on otettava kantaa myös käytännön puolelta.

Perheen keskikoko suomessa oli vuonna 2012 2,8 henkeä ja Yhdysvalloissa 3,14 vuonna 2010. Olen kuitenkin päättänyt ehdottamaan pienempien suojien (S- ja M-koko) henkilömääräksi 4 henkilöä,

kaksi aikuista ja kaksi lasta tai aikuista. Ylläpitojärjestelmien resurssit ja varastot on kuitenkin laskettu 5 aikuisen mukaan jolloin asumus pystyy joustamaan hätätilanteessa yhdellä lisähenkilöllä.

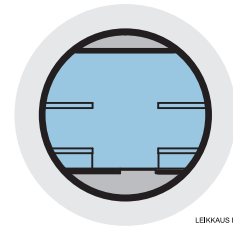
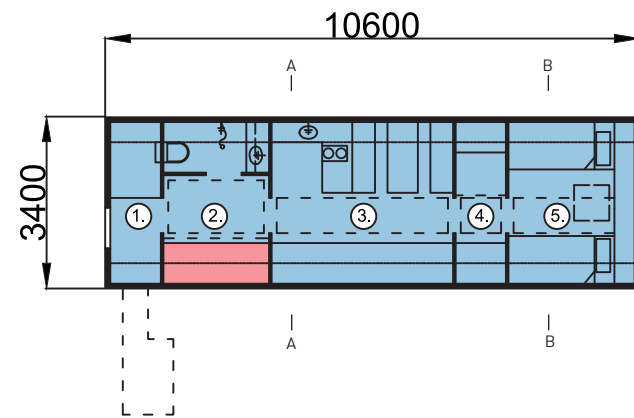
Koko L on laajennettavissa XL-kooksi, joka on laskettu 12 hengen asutettavaksi. Mitoitus perustuu European Space Agency:n tekemään tutkimukseen, jossa lento Marsiin ja takaisin oli toteutettu 6 hengen ryhmällä. Ryhmä koostui kirurgista, psykologista sekä neljästä insinööristä eri aloilta. Erittäin pitkiä ajanjaksoja suljetussa ympäristössä silmällä pitäen, olen päättänyt ehdottamaan asumusten kooksi 12 henkeä, jolloin henkilökunta voidaan toimittaa paikalle kahdessa erässä. Elossapitojärjestelmän puolesta tekniikka ja varastot on mitoitettu 14 hengelle.^{1,2}

1. SSC RF

2. U.S. Consus Bureau

S - 30 päivää, 4 henkilöä

TOIMINTAKAAVIO1:150



SELITYS

1. ETEINEN, TEKNINEN TILA
2. URHEILU, KÄYMÄLÄ, SUIHKU
3. KEITTIÖ, RUOKATILA, OLOHUONE
4. RADIOHUONE, VIRTUAALIMAILMA
5. MAKUUHUONE, TOIMISTO, OPISKELU

ASUINTILAT
SAIRAANHOITO
TUKITOIMINNOT

SISÄTILAT

Yleisesti

Tämä kokoluokka soveltuu lyhytaikaiseen asuttamiseen. Se on hyvä ratkaisu kun täytyy väliaikaisesti suojautua esimerkiksi ydinlaskeumalta.

Tilat on jaettu osastoihin. Suurin osa varastoinnista on hoidettu lattian alla sijaitsevaan varastotilaan.

Ruuat ja vedet on tarkoitettu varastoida, kuten myös oleskeluaikana syntyneet jätteet.

Osasto 1

Tilaan on sijoitettu eteinen ja tekninen tila. Lisäksi osasto toimii sulkutilana ja siellä sijaitsevat myös jäteluukut, jotka johtavat erillisiin jätesäiliöihin.

Osasto 2

Toimii liikunta- hygieni- ja sairaanhoitotilana.

Tilasta löytyy sairaanhoitopeti jonka voidaan eristää omaksi tilakseen, mahdollisen biovaaran uhatessa.

Käymälä-, liikunta- ja hygieniatilat ovat mahdollisimman kaukana nukkumatiiloista, jolloin pesu-, liikunta- ja käymälätointiminta ei häiritse lepoa.

Osasto 3

Keittiö, ruokailutila ja olohuone.

Osastossa sijaitsee yhteistilat, joissa on ruokailu-, peli- ja huoltomahdollisuudet.

Osasto 4

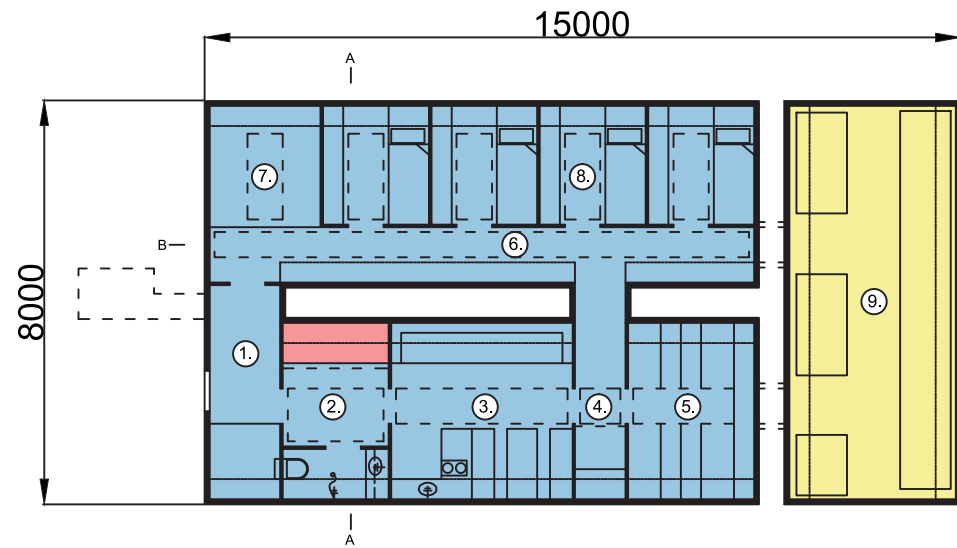
Tähän osastoon sijoitetaan ensisijaisesti radiohuone. Lisäksi siihen voi sijoittaa myös virtuaalimaailman ja varaston tai vihertilan, riippuen varustelutasosta.

Tila on sijoitettu makuuhuoneen ja olohuoneen väliin, jolloin se toimii myös ääntäeristävänä vyöhykkeenä.

Osasto 5

Makuu- ja lukutilat. Tämän osaston on tarkoitus olla koko rakennelman rauhällisin tila, jolloin lepääminen ja opiskelu ei häiriinny.

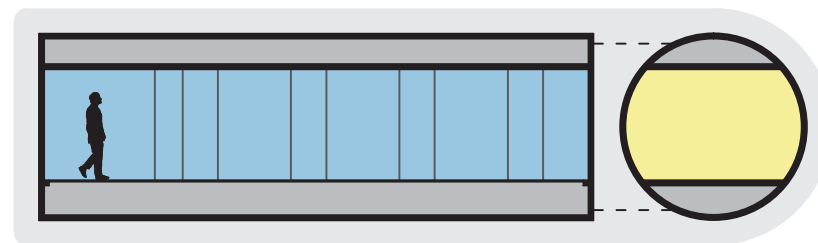
Tilan katossa on varareitti ulos.



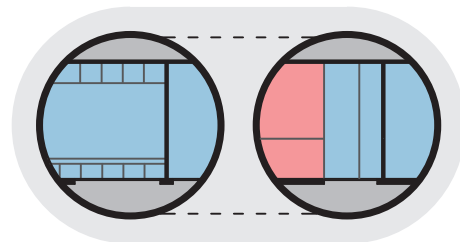
SELITYS

1. ETEINEN, TEKNINEN TILA
2. URHEILU, KÄYMÄLÄ, SUIHKU
3. KEITTIÖ, RUOKATILA, OLOHUONE
4. RADIOHUONE, VIRTUAALIMAILMA
5. VARASTO
6. KÄYTÄVÄ, KIRJASTO
7. VIHHERHUONE
8. MAKUUHUONETILAT
9. KASVIHUONE/LABORATORIO

ASUINTILAT
TOIMISTOTILAT
VIHERTILAT
SAIRAANHOITO
TUKITOIMINNOT



LEIKKAUS B-B



LEIKKAUS A-A

SISÄTILAT

Yleisesti

Tämä kokoluokka soveltuu esimerkiksi osaksi tutkimusasemaa tai pidempiaikaiseen suojakäyttöön.

Tilat on jaettu osastoihin. Osa varastoinnista on hoidettu lattian alla sijaitsevaan varastotilaan.

Ruuat ja vedet on tarkoitettu varastoida, kuten myös oleskeluaikana syntyneet jätteet. Rakennelmassa on hiljainen ja äänekäs puoli, jotka on yhdistetty kahdella kulkureitillä henkilöturvallisuuden takia.

Olohuonetiloihin ja käytävätiloihin on mahdollista lisätä näytöt virtuaali-ikkunoiksi.

Osasto 1

Tilaan on sijoitettu eteinen ja tekninen tila. Lisäksi osasto toimii sulkutilana ja siellä sijaitsevat myös jäteluukut, jotka johtavat erillisiin jätesäiliöihin. Osastosta on kulkuyhteys hiljaiselle puolelle.

Osasto 2

Toimii liikunta- hygieni- ja sairaanhoitotilana. Tilasta löytyy sairaanhoitopeti joka voidaan eristää omaksi tilakseen, mahdollisen biovaaran uhatessa.

Käymälä-, liikunta- ja hygieniatilat ovat mahdollisimman kaukana nukkumatilosta, jolloin pesu-, liikunta- ja käymälätoiminta ei häiritse lepoa.

Osasto 3

Keittiö, ruokailutila, sekä olohuone.

Osastossa sijaitsee yhteistilat, jossa on ruokailu-, peli- ja huoltomahdollisuudet.

Osasto 4

Tähän osastoon sijoitetaan ensisijaisesti radiohuone. Lisäksi siihen voi sijoittaa myös virtuaalimaailman ja varaston riippuen varustelutasosta. Osastosta on yhteys hiljaisiin tiloihin.

Osasto 5

Varastotilat ruoan säilytykseen.

Osasto 6

Käytävä joka toimii myös kirjastona.

Osasto 7

Viherhuone ja lukutila.

Tila on pääasiallisesti henkisen hyvinvoinnin ylläpitoon, jossa sijaitsee huonekasveja ja toimii myös rauhallisena lukutilana.

Osasto 8

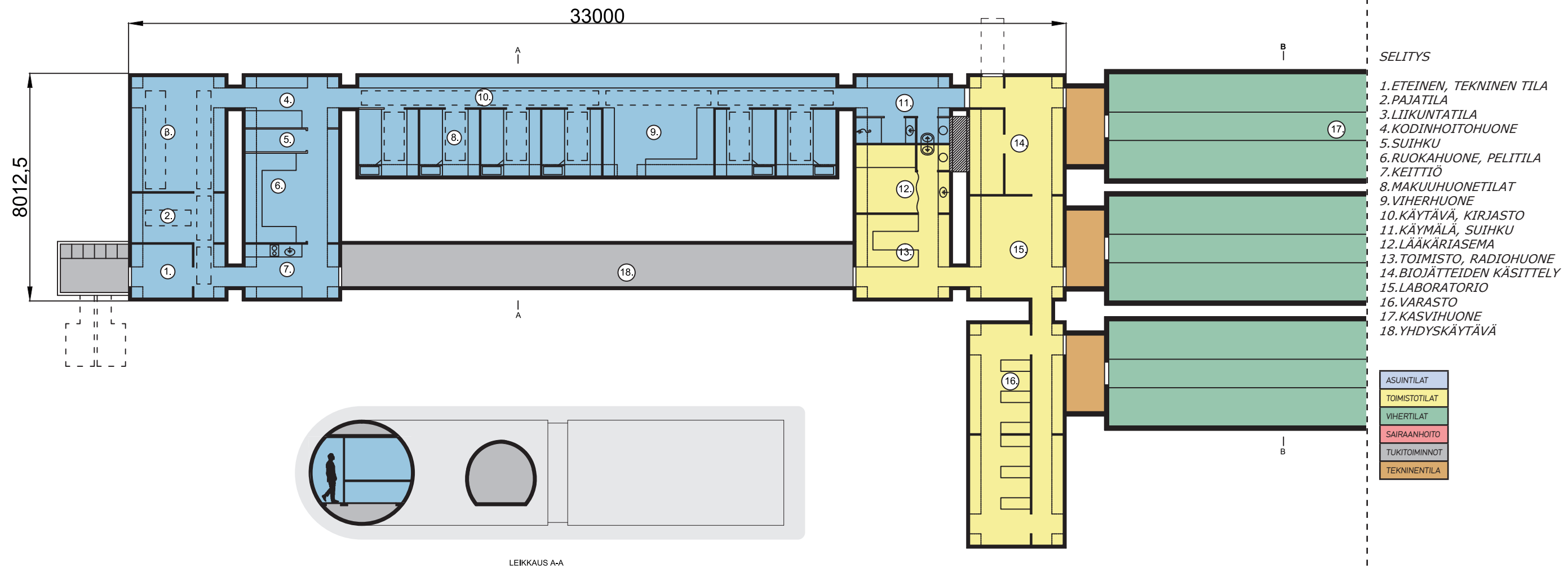
Yksityiset tilat. Jokaiselle on varattu henkilökohtainen tila jossa on makuutilat ja henkilökohtaisten tavaroiden säilytykseen varatut tilat. Makuuhuoneiden välillä on vyöhyke ääneneristyksellisistä syistä. Lisäksi vyöhykkeessä on mahdollista kasvattaa henkilökohtaisia kotikasveja huoneilman raikastamista ja henkistä hyvinvointia varten.

Osasto 9

Tämä osasto on vaihtoehtoinen. Se voi sisältää esimerkiksi tutkimustiloja tai kasvihuoneen.

L - 270 päivää, 6 henkilöä

TOIMINTAKAAVIO1:150



SELITYS

1. ETEINEN, TEKNINEN TILA
2. PAJATILA
3. LIIKUNTATILA
4. KODINHOITOHUONE
5. SUIHKU
6. RUOKAHUONE, PELITILA
7. KEITTIÖ
8. MAKUuhuONETILAT
9. VIHHERHUONE
10. KÄYTÄVÄ, KIRJASTO
11. KÄYMÄLÄ, SUIHKU
12. LÄÄKÄRIASEMA
13. TOIMISTO, RADIOHUONE
14. BIOJÄTTEIDEN KÄSITTELY
15. LABORATORIO
16. VARASTO
17. KASVIHUONE
18. YHDYSKÄYTÄVÄ

ASUINTILAT
TOIMISTOTILAT
VIHERTILAT
SAIRAANHOITO
TUKITOIMINNOT
TEKNINENTILA

SISÄTILAT

Yleisesti

Tämä kokoluokka soveltuu pitkäaikaiseen asuttamiseen. Se soveltuu myös mahdollisen siirtokunnan etujoukon asuin- ja työtiloiksi ja on laajennettavissa suuremmaksi. Tilat on jaettu osastoihin. Osa varastoinnista on hoidettu lattian alla sijaitsevaan varastotilaan.

Suurin osa jätteistä kierrätetään paikan päällä ja lopputuote käytetään hyödykkeiden, kuten ruuan ja puhtaan veden tuottamiseen.

Rakennelmassa on asuin- ja työtilat, jotka on yhdistetty kahdella kulkureitillä henkilöturvallisuuden takia.

Olohuone-, työ- ja käytävätiloihin on mahdollista lisätä näytöt virtuaali-ikkunoiksi.

Osasto 1

Tilaan on sijoitettu eteinen ja tekninen tila. Lisäksi osasto toimii sulkutilana ulkotiloihin nähden ja siellä sijaitsevat myös jäte- luukut, jotka johtavat mahdollisiin erillisiin jätesäiliöihin, joihin on tarkoitus säilöä vain kiinteitä roskia.

Osasto 2

Pajatila tekniikan ja tarvikkeiden huoltoon. Sijoitettu lähelle uloskäyntiä, jolloin mahdollisten ajoneuvojen tai ulkopuolisten laitteiden huolto pysyy muusta toiminnasta erossa.

Osasto 3

Liikunta- ja pelitilat.

Osasto 4

Kodinhoitotila vaate- ja tekstiilien huoltoon varten. Toimii ääntä eristävänä vyöhykkeenä lepotilojen ja toimintatilojen välillä.

Osasto 5

Suihkutilat. Tiloissa on myös käymälätointaa nestemäisiä tarpeita varten.

Osasto 6

Ruokailutilat, olohuone ja pelitilat. Vapaa-ajan viettoa varten olevat tilat.

Osasto 7

Keittiötila.

Osasto 8

Yksityiset tilat. Jokaiselle on varattu henkilökohtainen tila, jossa on makuutila ja henkilökohtaisten tavaroiden säilytykseen varattu tila. Makuuhuoneiden välillä on vyöhyke ääneneristyksellisistä syistä. Lisäksi vyöhykkeessä on mahdollista kasvattaa henkilökohtaisia kotikasveja huoneilman raikastamista ja henkistä hyvinvointia varten.

Makuuhuoneita on sijoitettu viherhuoneen molemmin puolin mahdollista miehistön jakoa varten tai riitaantumisen varalta.

Osasto 9

Viherhuone ja lukutila.

Tila on pääasiallisesti henkisen hyvinvoinnin ylläpitoon. Tilassa on huonekasveja ja se toimii myös rauhallisena lukutilana.

Osasto 10

Käytävä, joka toimii myös kirjastona.

Osasto 11

Hygieniatilat. Osastosta löytyy hygienia- tarvikkeivarasto, suihkutilat ja käymälä, josta jätteet siirtyvät suoraan kierrätysjärjestelmään.

Osastosta on asuintilojen varareitti henkilöturvallisuuden takia. Tätä reittiä ei ole pääsääntöisesti tarkoitus käyttää, millä huolehditaan siitä, että työtilat eivät ole matkallisesti välittömässä asuintilojen läheisyydessä.

Osasto 12

Sairaanhoitotilat ja biovaaran uhatessa muista tiloista eristettävä potilasvuode. Työtilojen käymälä, josta jätteet siirtyvät suoraan kierrätysjärjestelmään.

Osasto 13

Mahdolliset toimistotilat ja radiohuone yhteydenpitoa varten.

Osasto 14

Biojätteiden ja kasvihuoneesta tulevan ylimääräisen biomassan käsittely.

Tämän ja osaston 11 välillä sulkutila, josta myös varaueloskäynti ulkomaailmaan.

Osastosta yhteys myös yhteen kasvihuone-tilaan.

Osasto 15

Laboratoriotilat. Ensisijaisesti kasvihuoneiden ja ruoan laadun tarkkailuun. Myös muuhun tutkimuskäyttöön, kuten ulkopuolisesten näytteiden tutkimiseen ja ihmisten elintoimintojen tarkkailuun.

Osasto 16

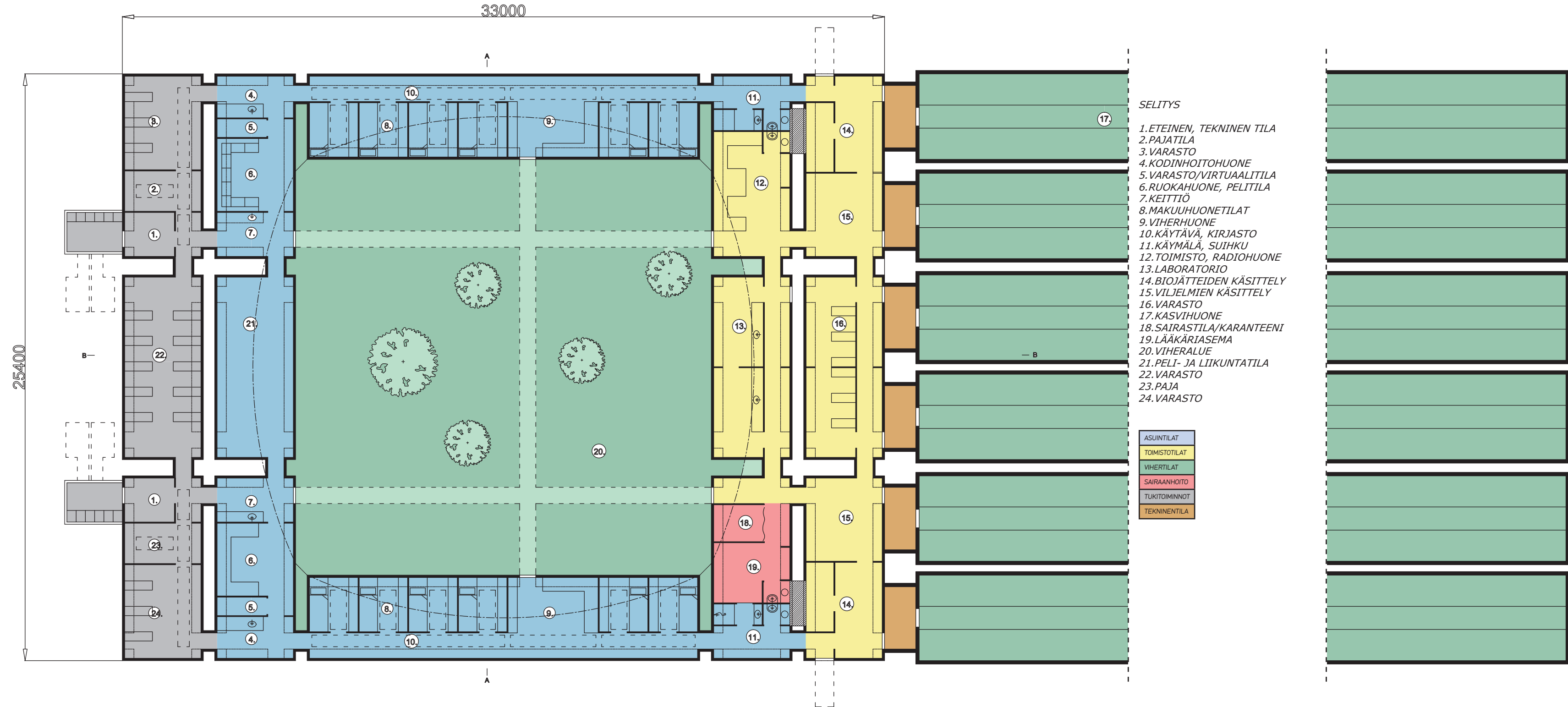
Varastotilat. Kylmä-, kuiva- ja pakkasvarastot. Tarvikkeivarastot. Varastojen sisäisesti hoidettu kiertomahdollisuus henkilöturvallisuuden takia.

Osasto 17

Kasvihuone, hapen ja ruoan tuotantoon. Korkea hygienialuokitus, koska tilat ovat elossapitojärjestelmän osa.

Osasto 18

Yhdyskäytävä työtilojen ja asuintilojen välillä. Tällä varmistetaan rituaalinomainen siirtyminen asuintiloista työtiloihin ja takaisin. Lisäksi tilaa voidaan käyttää liikunnan harrastamiseen.



SISÄTILAT

Yleisesti

Tämä kokoluokka soveltuu erittäin pitkäaikaiseen asumiseen. Se on toiminnoiltaan omavarainen ja pystyy tuottamaan ruokaa ja on tiloiltaan suljettavissa pienempiin osastoihin, jos jossakin osastoista esiintyy ongelmia tai biovaara. Tästä syystä joitakin asuintoimintoja on ryhmäkohtaisesti, jolloin koko rakennusjärjestelmä on mahdollista osastoida kahteen eri osaan.

Tilat on jaettu osastoihin. Osa varastoinnista on hoidettu lattian alla sijaitsevaan varastotilaan.

Lähes kaikki jätteet kierrätetään paikan päällä ja lopputuote käytetään hyödykkeiden, kuten ruuan ja puhtaan veden tuottamiseen.

Rakennelmassa on asuin- ja työtilat, jotka on yhdistetty kahdella kulkureitillä henkiloturvallisuuden takia.

Koko rakennelman keskellä sijaitsee viherpuisto hallinomaisessa tilassa. Asuintiloista on suorat näkymät puistoon.

Osasto 1

Tilaan on sijoitettu eteinen ja tekninen tila. Lisäksi osasto toimii sulkuutilana ulkotiloihin nähden ja siellä sijaitsevat myös jäteluukut, jotka johtavat mahdollisiin erillisiin jätesäiliöihin, joihin sijoitetaan vain kiinteitä roskia.

Osasto 2

Pajatila tekniikan ja tarvikkeiden huoltoon. Sijoitettu lähellä uloskäyntiä, jolloin mahdollisten ajoneuvojen tai ulkopuolisten laitteiden huolto pysyy muusta toiminnasta erossa.

Osasto 3

Varusvarastotilat.

Osasto 4

Kodinhoitotilat vaate ja tekstiilien huoltoon varten. Toimii ääntäeristävänä vyöhykkeenä lepotilojen ja toimintatilojen välillä.

Osasto 5

Suihkutilat. Tiloissa on myös käymälätoimintaa nestemäisiä tarpeita varten.

Osasto 6

Ruokailutilat, olohuone ja pelitilat. Vapaa-ajan viettoa varten olevat tilat.

Osasto 7

Keittiötila.

Osasto 8

Yksityiset tilat. Jokaiselle on varattu henkilökohtainen tila, jossa on makuutila ja henkilökohtaisten tavaroiden säilytykseen varattu tila. Makuuhuoneiden välillä on vyöhyke ääneneristyksellisistä syistä. Lisäksi vyöhykkeessä on mahdollista kasvattaa henkilökohtaisia kotikasveja huoneilman raikastamista ja henkistä hyvinvointia varten. Makuuhuoneita on sijoitettu viherhuoneen molemmin puolin. Lähinnä mahdollista miehistön jakoa varten tai riitaantumisen varalta.

Osasto 9

Viherhuone ja lukutila.

Tila on pääasiallisesti henkisen hyvinvoinnin ylläpitoon. Tilassa on huonekasveja ja se toimii myös rauhallisena lukutilana. Viherhuoneesta on yhteys puistoon.

Osasto 10

Käytävä, joka toimii myös kirjastona.

Osasto 11

Hygieniatilat. Osastossa on hygienia- ja varustevarasto, suihkutilat ja käymälä, josta jätteet siirtyvät suoraan kierrätysjärjestelmään.

Osastosta on asuintilojen varareitti henkiloturvallisuuden takia. Tätä reittiä ei ole pääsääntöisesti tarkoitettu käyttämään, millä huolehditaan siitä, että työtilat eivät ole matkallisesti välittömässä asuintilojen läheisyydessä.

Osasto 12

Mahdolliset toimistotilat ja radiohuone yhteydenpitoa varten. Sairastila puretaan pois, mikäli XL-koko on laajennettu L-koosta.

Osasto 13

Laboratoriotilat. Ensimmäisessä kasvihuoneiden ja ruoan laadun tarkkailuun. Myös muuhun tutkimuskäyttöön, kuten ulkopuoliset näytteet ja ihmisten elintoimintojen tarkkailuun.

Osasto 14

Biojätteiden ja kasvihuoneesta tulevan ylimääräisen biomassan käsittely. Tämän ja osaston 11 välillä sulkuutila, josta myös varauskäynti ulkomaailmaan. Osastosta yhteys myös yhteisen kasvihuone-tilaan.

Osasto 15

Viljelmien ja niistä tuotettujen hyödykkeiden käsittely.

Osasto 16

Varastotilat. Kylmä-, kuiva- ja pakkasvarastot.

Osasto 17

Kasvihuone, hapen ja ruoan tuotantoon. Korkea hygienialuokitus, koska tilat ovat elossapitojärjestelmän osa.

Osasto 18

Sairashuone ja karanteenitila.

Osasto 19

Sairaanhoitotilat. Sairastilojen käymälä, josta jätteet siirtyvät suoraan kierrätysjärjestelmään.

Osasto 20

Viherpuisto, joka on tukena kasvihuoneelle. Kasvihuoneen ruoan lisäksi siellä voidaan tuottaa muita ruoka-aineita, kuten pähkinöitä rasvan saannin parantamiseksi. Lisäksi tila on henkisen hyvinvoinnin ylläpitoon tarkoitettu vapaa-ajan viettotila ja yhdysreitti työtilojen ja asuintilojen välillä.

Osasto 21

Liikunta-, peli- ja vapaa-ajanviettotila. Tilassa voidaan järjestää myös juhlia ja koulutustilaisuuksia.

Osasto 22

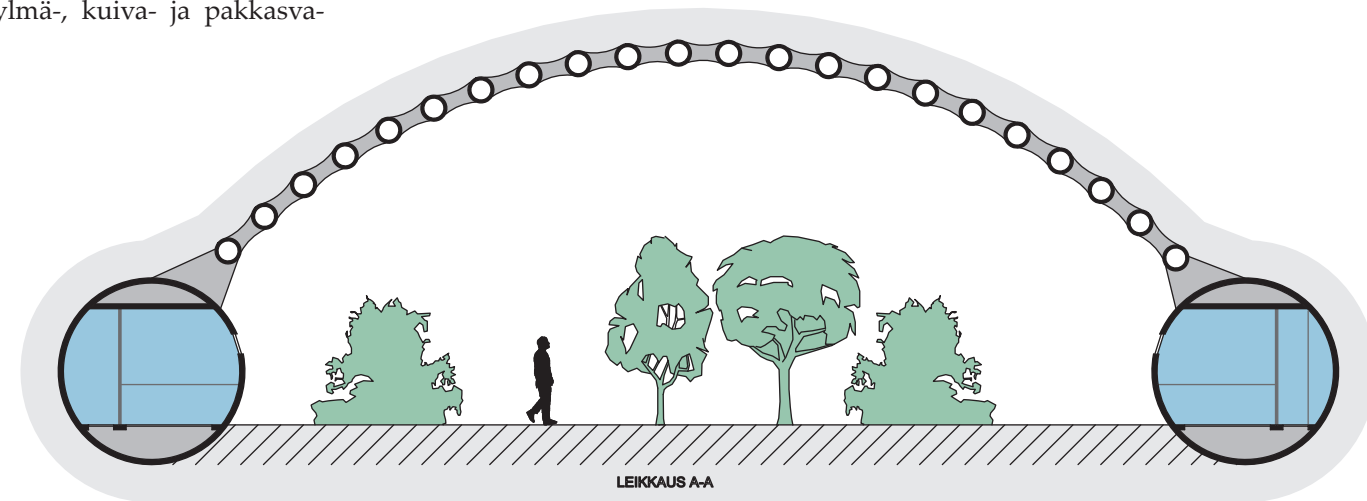
Tarvikevarastotilat. Tiloissa säilytetään tarvikkeita ja varaosia järjestelmien ylläpitoon. Mahdollisesti myös raaka-aineet 3D-tulostamista varten.

Osasto 23

Pajatila. Ulkopuolisten näytteiden esikäsittely ja huoltotila.

Osasto 24

Ulkopuolisten näytteiden ja laboratorio-näytteiden varastointi.



JOHTOPÄÄTÖS

VIITTEET

LIITTEET



JOHTOPÄÄTÖS

Siitä lähtien kun Space Veggies voitti NASA:n Space Apps Challenge -kilpailun, vuonna 2013, oli selvää että haluan tutkia tarkemmin suljettuja asuin- ja työympäristöjä. Aineistoa oli löydettävissä melko helposti, mutta tuli yllätyksenä kuinka laajasta tehtävästä oli lopulta kyse. Ympäristöpsykologia ja psykologia itsessään ovat jo erittäin laaja tutkimusala, mutta kun huomioi kaiken mahdollisen, mitä rajallisen kokoisenkin eristetyn ympäristön suunnittelu edellyttää, on aihe paljon suurempi, kuin mitä yhdessä diplomityössä voi tyhjentävästi käsitellä. Aineistoa etsiessä vastaan tuli jatkuvasti uusia kysymyksiä ja aihepiirejä jotka oli otettava huomioon tavalla tai toisella.

Diplomityötä tehdessä käsitys siitä, kuinka ympäristöllä on välitön vaikutus ihmisen käyttäytymiseen ja toimintaan. Näiden asioiden ymmärtäminen on mielestäni erittäin tärkeää kaikessa suunnittelussa. Jatkotutkimuksissa tulisi tutkimusryhmään ottaa mukaan ainakin psykologi ja elossapitojärjestelmien tekniikkaan erikoistunut insinööri.

Arkkitehdillä on paikkansa poikkeuksellisiakin kohteita suunniteltaessa. Tilantajun ja käytännönläheisen lähestymistavan yhdistäminen kykyyn rakentaa eri tieteenalojen tiedoista ehjä kokonaisuus on vahvuus, joka voi puuttua yksittäisten tieteenalojen erityisasiantuntijoilta. Kokonaisuuksien kolmiulotteinen hahmottaminen korvaa koulutuksen jättämiä puutteita teoreettisissa tiedoissa. Ihmiselle tarkoitettujen eristetyn asuin ympäristön suunnittelu on erittäin monialainen tehtävä, jonka lopputulos riippuu paitsi yksittäisistä toimijoista, myös eri alojen yhteensovittamisesta.

Nykyisissä tutkimuskohteissa ei välttämättä ole paneuduttu ongelmaan arkkitehdin näkökulmasta ja se usein näkyy. Fyysisesti oikein mitoitettujen tilojen resurssien kannalta tärkeitä, mutta hyvinvointiin vaikuttaa moni muukin seikka kuin pelkkä käytettävyys, kuten esimerkiksi tilojen esteettisyys tai niiden toimiminen psykologisesti inspiroivina pitkän oleskelun aikana. Ihmisen hyvinvoinnin kannalta otollisten olosuhteiden aikaansaaminen suljetussa ja tiloiltaan hyvin rajallisen kokoisessa ympäristössä on äärimmäisen haastava suunnittelutehtävä.

Työ avasi myös täysin eri näkökulmasta tilat, joita olemme tottuneet päivittäin käyttämään alkaen käymälätiloista makuuhuoneen varusteisiin. Eristyksissä olevissa omavaraissa asuin ympäristöissä arkipäiväiseltä tuntuvat pikkuseikat saattavat olla kriittisiä. Monet toiminnot, jotka normaalioloissa koetaan itsestäänselvyysinä voivat osoittautua suuremmiksi haasteiksi, kun resurssit ovat rajatut. Ihminen on osa luontoa ja riippuvainen siitä. Ihmisen psyykkisen hyvinvoinnin kannalta on olennaista tarjota tämä yhteys mahdollisimman vahvana myös suljetussa ympäristössä.

VERKKOLÄHTEET

Biosphere 2, Site (2014)
<http://b2science.org/>, 27.2.2014

Evidence-based desing, Site (2014)
<http://www.informedesign.org/>, 15.2.2014

Exposure to Natural Light Improves Workplace Performance, Article (5.6.2013)
<http://www.psychologytoday.com/blog/the-athletes-way/201306/exposure-natural-light-improves-workplace-performance>, 22.2.2014

GENESIS
http://en.wikipedia.org/wiki/Genesis_II, 5.5.2014

Lunar base, Article (31.1.2013)
http://www.esa.int/Our_Activities/Technology/Building_a_lunar_base_with_3D_printing, 1.7.2013

ISS
http://en.wikipedia.org/wiki/International_Space_Station, 5.5.2014

J/122
<http://jfest.org/j122-tech-specs>, 5.5.2014

Jane Poynter: Life in Biosphere 2 (2009)
http://www.ted.com/talks/jane_poynter_life_in_biosphere_2#t-141927, 23.4.2014

MARS 500 (2013)
http://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Mars500, 1.7.2013

Mars 500 Mission: Deep space survival possible (2011)
<http://www.youtube.com/watch?v=5NZjSPe4eAM>, 24.4.2014

Mars one, Site (2013)

<http://www.mars-one.com/en/>, 11.12.2013

Mir
<http://en.wikipedia.org/wiki/Mir>, 5.5.2014

NASA tranquility module (2009)
http://www.nasa.gov/mission_pages/station/behindscenes/tranquility_transfer.html, 29.4.2014

Review and Analysis of Astronaut Journals, Journals (1.9.2014)
http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/991.html, 11.2.2014

Salyut
http://en.wikipedia.org/wiki/Salyut_7, 5.5.2014

SpaceVeggies, Site (2013)
<http://www.spaceveggies.com/>, 1.5.2013

Skylab
<http://en.wikipedia.org/wiki/Skylab>, 5.5.2014

Tiangong
<http://en.wikipedia.org/wiki/Tiangong-1>, 5.5.2014

Tropical island resort, Site (2014)
<http://www.tropical-islands.de/en/>, 27.2.2014

Valtioneuvoston asetus väestönsuojista (2011)
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110408>, 24.3.2014

Väestönsuojien tekniset vaatimukset ja laitteiden kunnossapito (2011)
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110506>, 24.3.2014§

Ydinsukellusvene
http://en.wikipedia.org/wiki/HMS_Astute_%28S119%29

SUULLISET LÄHTEET

Lindén, Leena. Docent, Doctor of Science (Agriculture and Forestry), Helsinki. Interview (25.2.2014)

Rappe Erja. Docent, Doctor of Science (Agriculture and Forestry), Helsinki. Interview (25.2.2014)

PAINAMATTOMAT LÄHTEET

American Heart Association (2007). Resistance Exercise in Individuals With and Without Cardiovascular Disease: 2007. Tutkimusraportti.
<http://circ.ahajournals.org/content/116/5/572.full.pdf+html>, 16.4.2014

Elsevier (2003). Technical review of the Laboratory Biosphere closed ecological system facility. Tutkimusraportti.
<http://globalecotecnics.com/wp-content/uploads/2011/08/Adv-Space-Research-Technical-Review-Lab-Bio-Dempster-et-al.pdf>, 27.2.2014

European Space Agency (2013). Living on white Mars. Esite.
http://esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/Concordia_Living_on_white_Mars/offline/download.pdf, 3.3.2014

European Space Agency (2011). Mars500 Isolation Study. Esite.
http://esamultimedia.esa.int/docs/Mars500/Mars500_infokit_feb2011_web.pdf, 11.2.2014

Freeman, Kenneth (2008). Plants in "Green Buildings". Buffalo Grove. Ambius University. Valkoinen kirja.
http://www.ambius.com/files/file_196863.pdf, 25.2.2014

Kenneth, Freeman & Knight, Craig (2009). Enrich the office and engage your staff: why lean is mean. Buffalo Grove. Ambius University. Valkoinen kirja.
http://www.ambius.com/files/file_196865.pdf, 25.2.2014

Kenneth, Freeman & Knight, Craig (2009). Health, happiness and higher returns. Buffalo Grove. Ambius University. Valkoinen kirja.
http://www.ambius.com/files/file_196864.pdf, 25.2.2014

Kostiainen, Aura & Haikonen, Kari (2010). Koti- ja vapaa-ajan tapaturmat. Tilastokatsaus.
<http://www.kotitapaturma.fi/wp-content/uploads/2011/08/Tilastokatsaus-2010-Koti-ja-vapaa-ajan-tapaturmat.pdf>, 28.4.2014

NASA . Almaz, Salyut, and Mir. Raportti.
<http://spaceflight.nasa.gov/history/shuttle-mir/references/documents/mirhh-part2.pdf>, 7.5.2014

Russian Federal Space Agency (2012). MARS 500, International Symposium. Tiivistelmä.
[http://mars500.imbp.ru/files/Mars500%20symposium%20-%20Abstracts%20book%20\(rus+eng\).pdf](http://mars500.imbp.ru/files/Mars500%20symposium%20-%20Abstracts%20book%20(rus+eng).pdf), 23.4.2014

Salisbury, F.B. & Gitelson J.I. & Lisovsky G.M.(1997). BIOS 3: Siberian Experiments in Bioregenerative Life Support. Artikkele.
<http://bioscience.oxfordjournals.org/content/47/9/575.full.pdf>, 27.2.2014

SSC RF (2011) Mars500 project: Finishing of 520-day isolation. Esite.
http://mars500.imbp.ru/files/mars520_mars_final_eng.pdf, 11.2.2014

Taylor, B.C. & Sallis, J.F. & Needle, R (1985). The Relation of Physical Activity and Exercise to Mental Health. Raportti.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1424736/pdf/pubhealthrep00100-0085.pdf>, 16.4.2014

PAINETUT LÄHTEET

U.S. Census Bureau (2010). Households and Families: 2010. Raportti. <https://www.census.gov/prod/cen2010/briefs/c2010br-14.pdf>, 23.4.2014

U.S. Department Of Health and Human Services (2008). 2008 Physical Activity Guidelines for Americans. Raportti. <http://www.health.gov/paguidelines/pdf/paguide.pdf>, 16.4.2014

Valdez, Patricia, Mehrabian, Albert (1994). Effects of Color on Emotions. Tutkimus. <http://psycnet.apa.org/journals/xge/123/4/394.pdf&uid=1995-08699-001&db=PA>, 20.2.2014

Valtion ravitsemusneuvottelulautakunta (2014). Terveyttä ruoasta - Suomalaiset ravitsemussuosituksset 2014. Raportti. http://www.ravitsemusneuvottelukunta.fi/files/images/vrn/2014/ravitsemussuosituksset_2014_fi_web.pdf, 5.5.2014

Wurtman, Richard J (1975). The Effects of Light on the Human Body. Artikkel. <http://web.mit.edu/dick/www/pdf/286.pdf>, 25.2.2014

Aldrin, Buzz (2013). Mission to Mars: My vision for space exploration. Washington: National Geographic Society.

Altman, Irwin & Wohlwill Joachim F. (Ed.) (1976). Human Behavior and Environment: Advances in theory and research, volume 1. New York: Plenum press.

Arnheim, Rudolf (1974). Art and visual perception: A psychology of the creative eye. Berkeley: University of California press.

Birren, Faber (1978). Color psychology and color therapy: A factual study of the influence of color on human life. Secausus: The Cited Press.

Carroll, Herbert A. (1969). Mental hygiene: The dynamics of adjustment. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Compton, W. David & Benson, Charles D. (2011). Living and working in space: A NASA history of Skylab. New York: Dover Publications, Inc.

Dinges, David F. (Ed.) (2013). Sleep: Journal of Sleep and Sleep Disorders Research. Associated Professional Sleep Societies, LLC.

Evans, Gary W. (Ed.) (1982). Environmental stress. Cambridge: Cambridge University Press.

Feisner, Edith Anderson (2006). Color studies. New York: Fairchild Publications, Inc.

Halonen, Liisa & Lehtovaara, Jorma (1992). Valaistustekniikka. Jyväskylä: Tekijät ja Otatieto Oy.

Happonen, Riitta (2000). MAOL-Taulukot: matematiikka, fysiikka, kemia. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy.

Harvey, John H. (1981). Cognition, social behavior, and the environment. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum associates, publishers.

Hurtley, Charlotte (Ed.) (2009). Night noise guidelines for Europe. Copenhagen: World Health Organization.

Kahri, Esko & Pyykönen, Hannu (1984). Asuntoarkkitehtuuri ja -suunnittelu. Helsinki: Rakennuskirja Oy.

Karanko, Väinö (1976). Pelastustoiminta vaaratilanteissa. Keuruu: Kustannusosakeyhtiö Otavan painolaitokset.

Lane H.W. (Ed.) & Sauer R.L. (Ed.) & Feedback D.L. (Ed.) (2002). Isolation: Nasa Experiments in Closed-Environment Living. Washington: Amer Astronautical Society.

Lindeman, Osmo (1980). Elektroninen musiikki. Keuruu: Kustannusosakeyhtiö Otavan painolaitokset.

Kopec, Dak (2006). Environmental psychology for design. New York: Fairchild Publications, Inc.

Nasar, Jack K. (Ed.) (1988). Environmental aesthetics: Theory, research & applications. New York: Cambridge University Press.

Nikunen, Heli (2013). Perceptions of lighting, perceived restorativeness, preference and fear in outdoor spaces. Helsinki: Unigrafia Oy.

Pogue, William R. (1999). How do you go to the bathroom in space?. New York: Tom Doherty Associates, LLC.

Porteous, J. Douglas (1977). Environment & behavior: planning and everyday urban life. Massachusetts: Addison-Wesley publishing company.

Salonen, Kirsi (2005). Mieli ja maisemat: Eko- ja ympäristöpsykologian näkökulma. Helsinki: Edita prima Oy.

Wang L.K. (2009). Handbook of Environmental Engineering, Volume 10: Environmental Biotechnology (Closed Ecological Systems, Space Life Support and Biospherics. p.517-565). New York: Humana Press.

Woxen, Ragnar & Hallendorff, H. & Svahn, O. (1946). Konepajatekniikka I. Porvoo: Werner Söderström Osakeyhtiö.

KUVALUETTELO

1. kansikuva (s.1)
2. -
3. SpaceVeggies illustraatio (s.8-9)
4. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1f/Exterior_of_Cupola_-_Exp28.jpg, 2.5.2014. ISS tranquility module (s.12)
5. <http://www.brunswik.org/egon.html>, 2.5.2014. Egon Brunswick (s.13)
6. Porteous 1977, s.36. Henkilökohtaisen tilan muoto (s.17)
7. Feishner 1986, s.105. Valon suunnan vaikutus (s.18)
8. Feishner 1986, s.103. Valon voimakkuuden vaikutus (s.18)
9. Feishner 1986, s. 110. Luonnosta tutut värit (s.19)
10. Feishner 1986, s. 112. Valon sävyt pinnoilla (s.20)
11. Woxen 1946, s.17-31. Kappaleeseen vaikuttavat voimat (s. 28)
12. Woxen 1946, s. 31-88, 96-105. Muoto ja voimat (s.29)
13. <http://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/alsj/NASM-PLSS1.jpg>, 2.5.2014. Elossapitojärjestelmä (s.36)
14. http://mars500.imbp.ru/gallery/nek3d/nek3d_1.png, 2.5.2014. Mars-500 (s. 38)
15. European Space Agency 2013, s.12-13 (s. 40)

16. Mars 500 Mission: Deep space survival possible 2011, kuvakaappaus. BIOS-3 (s. 42)

17.<http://www.janepoynter.com/photogallery/FLoorPlan.jpg>, 15.4.2014. Biosphere 2 (s.42)

18. <http://wordlesstech.com/wp-content/uploads/2011/04/concordia-station-in-antarctica3.jpg>, 2.5.2014. Concordia aseman ilmakuva (s.43)

19. SSC RF 2011, s.5. Mars-500 (s.43)

20. Fosters + partners 2013, (s.43)
http://www.spacefacts.de/graph/salyut/salyut2/salyut-7_2.jpg, 5.5.2014. Salyut 7 avaruus-asema (s.44)

21.http://www.spacecollection.info/us_skylab/skylab.jpg,5.5.2014.Skylab avaruusasema(s.44)

22. http://www.ninfinger.org/models/vault2004/mir%20reference/mir_project.jpg, 5.5.2014. Mir avaruusasema. (s.44)

23. <http://www.infohow.org/wp-content/uploads/2012/11/International-Space-Station.jpg>, 5.5.2014. ISS - international space station (s.45)

24.http://en.wikipedia.org/wiki/File:Genesis_rendering.jpg#mediaviewer/File:Genesis_rendering.jpg, 5.5.2014. Genesis II (s.45)

25.<http://awin.aviationweek.com/Portals/aweek/media/tiangong/tiangong5.jpg>, 5.5.2014. Tiangong avaruusasema. (s.45)

26. <http://ifest.org/j122-tech-specs>, 5.5.2014. J/122 purjevene. (s.46)

27. <http://fireinthejungle.files.wordpress.com/2012/09/submarinebig.jpg>, 5.5.2014. Ydinsukellusvene (s.47)

28. Elossapitojärjestelmä (s.57)

29. Tilajärjestelykaavio (s.63)

30. S-koko (s.68)

31. M-koko (s.70)

32. L-koko (s.72-73)

33. XL-koko (s.76-77)

34. Sisäpuisto (s.82)

TAULUKOT

1. Kopec 2006, 67.
2. Kopec 2006, 46.
3. Kopec 2006, 109.
4. Kopec 2006, 105.
- 5.
6. Lane 2002, 520.
7. Taylor 1985, 196.
8. Hurlley 2009, 24.
9. Hurlley 2009, 23.
10. Valtion ravitsemusneuvottelulautakunta 2014, 16.
11. Happonen 2000, 90, 92.

Kiitokset työtä valvoneelle professorille, NASA:lle mahtavasta raketin laukaisusta, SpaceVeggies-ryhmälle, Perniön taustajoukoille sekä työn viimeistelyssä auttaneille Mimmi Heikkiselle, Antti Kaurille, Tuomas Klausille, Jarkko Niiraselle ja Miika Niskaselle!

Helsingissä 9.5.2014

Jesper Jokilehto

