

Marjo Kekki

HYBRIDI-ILMANVAIHTO OSANA RESTORATIIVISUUTTA -
CASE PALMU-PORI

Rakennustekniikan koulutusohjelma
2015

HYBRIDI-ILMANVAIHTO OSANA RESTORATIIVISUUTTA -CASE PALMU-PORI

Kekki, Marjo
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Joulukuu 2015
Ohjaaja: Heinonen Jarkko
Sivumäärä: 74
Liitteitä: 3

Asiasanat: hybridi-ilmanvaihto, restoratiivisuus, vanhusten palvelutalo

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin mahdollisuutta toteuttaa hybridi-ilmanvaihto palvelutalo Palmu-Poriin. Palmu-Pori on tehostettua vanhusten palveluasumista tarjoava vanhusten asuintalo, jonka Porin YH-asunnot Oy rakennuttaa Porin Palvelukiinteistöt Oy:lle Porin Reikkoon. Tavoitteena on rakentaa mahdollisimman hiilineutraali ja ympäristöystävällinen palvelutalo, johon tulee 60 asuntoa.

Ilmanvaihtoa sekä valaistusta tarkasteltiin restoratiivisuuden näkökulmasta. Restoratiivisessa ympäristössä ihmisen on hyvä olla; se vähentää stressiä ja tukee hyvinvointia. Restoratiivisen ympäristön voidaan sanoa olevan terapeuttinen, eheyttävä ja elvyttävä jopa parantava. Restoratiivinen suunnittelu tuo luonnon kokemisen sisätiloihin valona, pintoina, muotoina, ja materiaaleina, joten se ruokkii kaikkia aisteja.

Erityisesti vanhustentalossa restoratiivisella suunnittelulla saadaan lisäarvoa, sillä vanhuksat viettävät suurimman osan ajastaan sisätiloissa. Luonnonvalon määrän maksimoiminen on olennainen osa restoratiivista vanhusten asuinympäristöä. Dynaamisella valaistuksella eli valon voimakkuutta ja väriämpötilaa vaihtamalla päivänvalon rytmin mukaisesti saadaan jäljiteltäviä luonnonvaloa. Luonnonvalon spektrijakaumaa jäljittelevän valaistuksen on todettu olevan ihmisen hyvinvoinnille paras. Ikääntyneet ihmiset tarvitsevat paljon hyvälaatuista valoa pystyäkseen toimimaan omatoimisesti ja turvallisesti. Hyvällä valaistuksella voidaan tukea vanhusten luonnollista päivärytmiä sekä parantaa heidän ruokahaluaan, mielialaansa ja itseluottamustaan.

Vanhusten palvelutaloon toteutettavassa hybridi-ilmanvaihdossa on huomioitava erityisesti asukkaiden kunnan asettamat vaatimukset mutta myös vallitsevat ilmasto-olosuhteet sekä rakennusmääräykset. Poistoilman lämmön talteenottovaatimus asettaa painovoimaiselle ilmanvaihdolle haasteita ja avuksi tarvitaan koneellisen ilmanvaihdon elementtejä kuten puhaltimia. Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin mahdollisuutta tuoda tuloilma julkisivusta ja käyttää lämmön talteenottoon poistoilmapumpun, jolloin energiataloudellinen vaatimus tulee täytettyä. Poistoilmalämpöpumpun keräämä lämpö voidaan käyttää lämpimän käyttöveden tuottamiseen, joten lämmölle on tarvetta ympäri vuoden. Suomen ilmasto asettaa vaatimuksen tuloilman lämmitykselle, jolloin päätelaitteen tulee sisältää lämmitysmahdollisuus. Puhallinkonvektorilla tai aktiivisella ilmastointipalkilla saadaan sekä lämmitettyä että jäähdytettyä. Restoratiivinen sisäympäristö saadaan käyttämällä luonnonmateriaaleja, kaarevampia muotoja sekä kiinnittämällä huomiota kontrasteihin.

HYBRID VENTILATION AS PART OF RESTORATIVE ENVIRONMENT – CASE PALMU-PORI

Kekki, Marjo
Satakunta University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
December 2015
Supervisor: Heinonen, Jarkko
Number of pages: 74
Appendices: 3

Keywords: hybrid ventilation, restorative planning, sheltered home

The purpose of this thesis was to investigate the possibility of adopting hybrid ventilation to the sheltered home Palmu-Pori. Palmu-Pori is a sheltered home building providing services for elderly people, and it will be constructed by Pori YH-Asunnot for the company Pori Palvelukiinteistöt Oy. The building will be situated in Reikko, Pori. The aim is to build the most carbon neutral and environmentally-friendly sheltered home possible with 60 apartments.

In this thesis, ventilation and lighting were examined from the perspective of restorative environment. A restorative environment is beneficial for humans as it reduces stress and supports well-being. A restorative environment can also be said to be therapeutic and revitalizing, and even healing. A restorative design brings the natural environment indoors, allowing dwellers to experience light, surfaces, shapes, and materials, providing input to all the senses.

Restorative planning can be of particular value in a sheltered home, because the elderly spend most of their time indoors. An integral part of the restorative environment is to maximize the amount of natural light. Dynamic lighting, in which the intensity and colour temperature of the light are regulated in accordance with the daylight rhythm can simulate natural light. Spectral power distribution simulating natural light has been found to be the best for human well-being. Elderly people need a lot of high quality light in order to be able to cope independently and safely. Good lighting can support the daily rhythm and improve the appetite, mood, and self-confidence of the elderly.

When planning a sheltered home, especially with hybrid ventilation, the requirements of the residents as well as the prevailing climatic conditions and building regulations have to be taken into account. The obligation to incorporate exhaust air heat recovery sets challenges for natural ventilation. Elements of machine-aided ventilation, such as fans, are needed. This thesis examined the possibility to bringing in the supply air through the facade, and using an air-to-water heat pump for recovery of the heat in exhaust air, in order to meet the Finnish requirements of energy-efficiency. Because of Finnish climate conditions, the requirement of heating the inlet air can be executed with a hydronic cassette fan coil unit or an active chilled beam, which both can heat and cool the intake air.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	HYVÄ SISÄILMA SEKÄ RESTORATIIVISUUS VANHUSTEN PALVELUTALOSSA.....	8
2.1	Rakennusmääräysten vaatimukset sisäilmalle ja ilmanvaihdolle	8
2.2	Sisäilman laatu	10
2.2.1	Sisäilmastoluokka S1.....	11
2.2.2	Sisäilmastoluokka S2.....	12
2.2.3	Sisäilmastoluokka S3.....	13
2.3	Lämpötilat	14
2.4	Ilman liike, veto	15
2.5	Akustiikka ja ääniolosuhteet	16
2.6	Restoratiivinen ympäristö ja restoratiivinen suunnittelu	16
2.6.1	Terveysympäristöjen suunnittelu.....	17
2.6.2	Restoratiivisuus ilmanvaihdossa	18
2.6.3	Restoratiivisuus valaistuksessa.....	18
2.7	Dynaaminen valaistus	23
3	MÄÄRÄYKSET, VAATIMUKSET JA OHJEET VANHUSTEN PALVELURAKENNUKSELLE	24
3.1	Tilavaatimukset.....	24
3.2	Palomääräykset rakenteille	25
3.3	Palomääräykset ilmanvaihdolle	25
3.4	Aran tavoitteet valtion tukemille asunnoille	26
3.5	Nollaenergiarakentaminen	27
3.5.1	Nollaenergiarakentamisen esimerkki vanhusten palvelutalo Onnelanpolussa.....	29
3.5.2	Vaihtoehtoja uusiutuvan energian tuotantoon nollaenergiarakennuksessa	30
4	HYBRIDI-ILMANVAIHTO.....	34
4.1	Eri hybridi-ilmanvaihtoratkaisuja	35
4.1.1	Julkisivuilmanvaihto.....	35
4.1.2	Läpivirtausilmanvaihto.....	41
4.2	Lämmön talteenotto	44
4.2.1	Nestekirtoinen lämmön talteenotto.....	44
4.2.2	Poistoilmalämpöpumppu.....	46
4.3	Hybridi-ilmanvaihdon vaatimukset rakennukselle	48

4.4	Jäähdytys.....	49
4.5	Tuloilman suodatus.....	51
5	HAASTATTELUT TEHOSTETUN PALVELUASUMISEN YKSIKÖISSÄ PORISSA.....	53
	5.1.1 Palvelutalo Jokihelmi	54
	5.1.2 Palvelukoti Jokiranta	55
6	PALVELUTALO PALMU-PORI.....	56
7	RESTORATIIVINEN PALMU-PORI.....	60
7.1	Vanhusten palvelutalo Palmu-Poriin soveltuvat hybridi-ilmanvaihtoratkaisut	60
	7.1.1 Julkisivuilmanvaihto.....	60
	7.1.2 Läpivirtausilmanvaihto.....	64
7.2	Restoratiiviset valaistusratkaisut.....	65
7.3	Restoratiiviset materiaalit ja värivalinnat Palmu-Porin sisustuksessa.....	69
	LÄHTEET.....	72
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Suomen väestö ikääntyy tulevina vuosina kiihtyvää vauhtia suurten ikäluokkien ja eliniän pitenemisen vaikutuksesta. Samalla on meneillään vanhuspalvelulain mukainen vanhusten laitoshoidosta luopuminen ja erilaisten avohuollon palvelujen tarjoaminen joko vanhuksen kotona tai toimintakyvyn heiketessä erityisessä esteettömässä ja turvallisessa palveluasunnossa. Palveluasunto on palvelutalossa sijaitseva asunto, jonka tilat on suunniteltu tukemaan asukkaan itsenäistä suoriutumista ja mahdollistaa myös päivittäisissä toimissa avustamisen. Palveluasunto voi olla joko vuokra-, omistus tai asumisoikeusasunto. (RT 93-11134, 2013.)

Palveluasuminen on tarkoitettu paljon apua tarvitseville vanhuksille, jotka puutteellisen toimintakyvyn vuoksi tarvitsevat jatkuvaa apua ja tukea omatoimisen asumisen mahdollistamiseksi. Palveluasuminen on kunnan lakisääteisesti järjestämää sosiaalipalvelua, johon kuuluu asunnon lisäksi asumiseen liittyvät asukkaan jokapäiväiselle suoriutumiseksi välttämättömät palvelut. Mikäli palveluasumisessa henkilökuntaa on paikalla vain päivällä, kyse on tavallisesta palveluasumisesta. Tehostetussa palveluasumisessa taas henkilökunta on paikalla ympäri vuorokauden ja se on tarkoitettu henkilöille, joiden kotona asuminen ei kotihoidon avulla onnistu ja joiden toimintakyky on pidempiaikaisesti huonontunut.

Laitoshoidosta tehostettu palveluasuminen eroaa muun muassa siten, että vanhus maksaa erikseen vuokran ja käyttämistään palveluista. Tehostettuun palveluasumiseen on mahdollista saada Kelan myöntämää eläkkeensaajien asumistukea.

(Aran raportteja 5 / 2013.)

Ensisijaisesti ikääntyvät asuvat omissa kodeissaan, jonne kunta voi järjestää erilaisia kotipalveluja valmiiden aterioiden tuonnista siivoukseen. Myös sairaanhoitoa voidaan järjestää kotona. Joissakin kunnissa kuntalainen voi hankkia palvelut haluamastaan paikasta palvelusetelillä.

Senioritalot ovat asuntoja, joihin asukkaat voivat tilata palveluita haluamaltaan palveluntarjoajalta. Palvelut liittyvät yleensä kodinhoitoon tai hoivaan. Senioritaloissa ei

ole henkilökuntaa. Senioritalot on suunniteltu esteettömiksi ja niissä on usein myös yhteisiä tiloja, joissa voidaan järjestää ohjattua toimintaa tai edistää yhteisöllisyyttä.

(Sato, 2015.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella vanhusten palvelutalon ilmanvaihto-, valaistus- ja sisutuksellisia ratkaisuja restoratiivisuuden näkökulmasta. Restoratiivisessa ympäristössä ihmisen on hyvä olla; se vähentää stressiä ja tukee hyvinvointia. Restoratiivisen ympäristön voidaan sanoa olevan parantava, terapeutin, eheyttävä ja elvyttävä. Erityisesti vanhusten kyseessä ollessa restoratiivisella suunnittelulla saadaan lisäarvoa, sillä vanhukset viettävät suurimman osan ajastaan sisätiloissa.

Menetelmät ovat kirjallisuustutkimus, haastattelut ja niitä tarkastellaan case tapauksen kautta. Case kohde asettaa työlle myös rajauksen; työn tulokset ovat hyödynnettävissä vanhusten palvelutalo Palmu-Poriin, mutta eivät sellaisenaan muihin rakennuksiin.

2 HYVÄ SISÄILMA SEKÄ RESTORATIIVISUUS VANHUSTEN PALVELUTALOSSA

Sisäilman laatuun voidaan vaikuttaa paitsi lisäämällä ilmanvaihdon tehokkuutta, myös vähentämällä päästöjen määrää. Rakennusmateriaalien päästöihin voi kiinnittää huomiota valitsemalla M1 – päästoluokan materiaaleja. Keinotekoiset materiaalit kuten muovit, liimat ja maalit ovat suurimpia päästölähteitä rakennusmateriaaleista. Luonnonmateriaalit taas ovat myrkyttömämpiä ja siten terveellisempiä ihmiselle. (Nousiainen, Lindroos & Heino 2014, 98)

Kasvit pystyvät puhdistamaan sisäilmasta epäpuhtauksia ja vahingollisia aineita, esimerkiksi formaldehydiä, bentseeniä, asetonia ja ammoniakkia, jotka kaikki ovat rakennusmateriaaleissa ja kalusteissa käytettäviä myrkyllisiä kemiallisia yhdisteitä. Kasveilla on myönteisiä vaikutuksia myös sisäilman kosteuden ja lämpötilan säätelyyn sekä pölyyntymiseen. (Nousiainen ym. 2014, 99)

Rakennustietosäätiön RT-ohjekortit ovat keskeisiä suunnittelun ohjaamisen välineitä. Lukuun ottamatta palveluasuntojen suunnitteluun tehtyä ohjekorttia, ne ohjaavat kaikkea asuntorakentamista. Ohjekortti RT 93-10534 käsittelee vanhusten palvelutaloja ja -asuntoja. LVI-suunnittelulle ohjekortti antaa vain muutamia huomioon otettavia ohjeita.

2.1 Rakennusmääräysten vaatimukset sisäilmalle ja ilmanvaihdolle

Rakennusmääräyskokoelma D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto antaa määräyksiä ja ohjeita ilmanvaihdon toteuttamiselle. D2:n arvoja noudattaen pidetään minimivaatimuksena ilmavirtojen osalta. Tiloissa, joissa oleskellaan, ilman pitää vaihtua vähintään kerran kahdessa tunnissa, jolloin ilmanvaihtokerroin ilmoitetaan 0,5

1/h. Henkilöä kohden minimi-ilmamäärä tuloilmalle on 6 l/s, hlö, mutta asunnoille määräävänä arvona on puoli vaihtoa tunnissa. Mitoituksessa käytetään taulukon 1 poistoilmavirtoja. (RakMK D2, 2012)

Taulukko 1. D2:n (2012) mukaiset tilakohtaiset mitoitusilmavirrat asuinhuoneistoille. Käyttöajan ohjearvoja on sallittua käyttää, mikäli ilmavirrat ovat tila- tai asuntokohtaisesti tehostettavissa.

	Ulkoilmavirta	Poistoilmavirta	Poistoilmavirta
		tehostus l/s	käyttöaika l/s
Asuintilat	6 l/s, hlö		
Asuinhuoneet	0,5 l/s, m ²		
Keittiö		8 (25)	8 (20)
Varasto, vaateh.		3	3
Kylpyhuone		15	10
WC		10	7
Huoneistosauna	2 l/s, m ² , min 6 l/s	2 l/s, m ² , min 6 l/s	

Taulukossa 2 on esitetty eräitä vanhusten palvelutalon tilojen mitoitusilmavirtoja. Kuumennus- tai jakelukeittiössä epäpuhtaus-, lämpö-, tai kosteuskuormat voivat vaatia suurempia ilmamääriä. (Sandberg, 2014)

Taulukko 2. Eräiden tilojen mitoitusilmavirtoja D2:n (2012) mukaan.

	Ulkoilmavirta	Ulkoilmavirta	Poistoilmavirta
	l/s, hlö	l/s,m²	l/s
Toimistohuone	6	1,5	
Käytävätila	6	0,5	
Aulat		4	
Kuumennuskeittiö		10	10
Jakelukeittiö		5	5

Asuinrakennukset ja – huoneistot suunnitellaan hieman alipaineisiksi, siten että poistoilmanvirta on 5-10 % tuloilmavirtaa suurempi. Tällä varmistetaan se, että sisäilman sisältämä kosteus ei pääse tunkeutumaan seinärakenteisiin aiheuttaen riskin vesihöyryn tiivistymisestä rakenteisiin. (Sandberg, 2014)

Palautus- ja siirtoilmana voidaan hyödyntää vain ilmanpuhtaudeltaan samanarvoisten tai puhtaampien tilojen ilmaa, joka ei saa sisältää haitallisia määriä epäpuhtauksia. Palautus- tai kierrätysilman mukana ei saa levitä epäpuhtauksia eikä hajuja. (Sandberg, 2014)

2.2 Sisäilman laatu

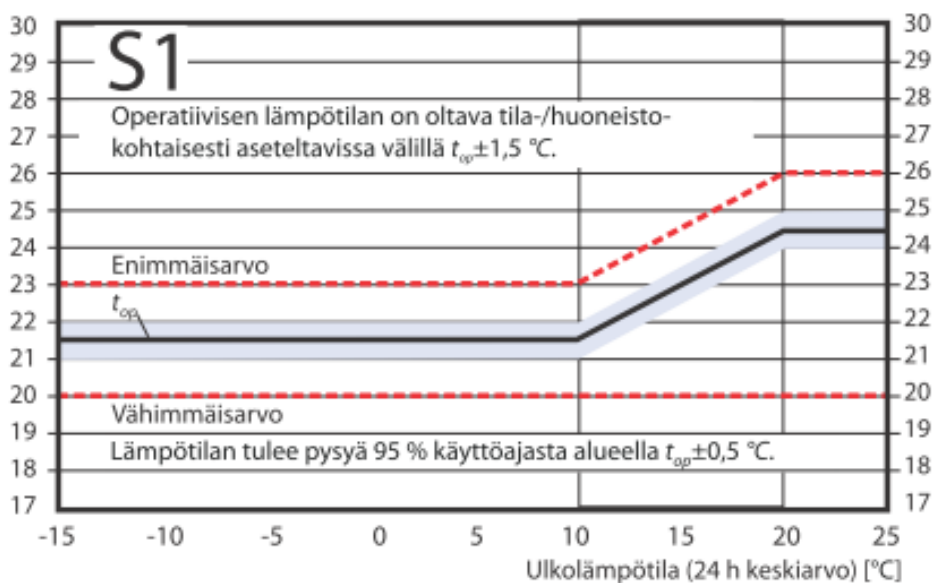
Nykyajan rakennus rakennetaan tiiviiksi, joten se tarvitsee oikein mitoitetun ilmanvaihtojärjestelmän. Rakennusmääräyksissä esitellyt suunnitteluperusteet edustavat ilmanvaihdon minimitasoa. Mikäli tavoitellaan Sisäilmastoluokituksen perusteella parasta tasoa, tarkoittaa se määräysten minimitasoa suurempaa ilmanvaihtoa eli yli 0,5 ilmanvaihtokertaa tunnissa. Tuloilman hyvä sekoittuvuus huoneilmaan on olennaista lämpöviihtyvyyden ja hyvän sisäilman laadun kannalta. Hyvä sekoittuminen pienentää myös huonetilan vertikaalista lämpötilaeroa, mikä tulisi olla alle 2°C istuvan ihmisen niskan ja nilkan välillä. Hyvä sekoittuminen edellyttää riittävän suurta tuloilman nopeutta. On kuitenkin huomioitava, että oleskeluvyöhykkeellä ilman nopeuden tulee olla matala, korkeintaan 0,15–0,20 m/s, jotta ilmavirta ei aiheuta vedon tunnetta ja siten vähennä viihtyvyyttä. Lattialla olevat päätelaitteet auttavat ilman sekoittumista, mutta toisaalta nostattavat huoneilmaan pölyä. (Sisäilmastoluokitus 2008.)

Tavoitteiden asettaminen sisäilmaston tasolle edesauttaa suunnittelijoiden yhteistyötä ja vähentää ongelmien riskiä. Sisäilmastolle on kolmitasoinen luokitus: S1, S2 ja S3. Näistä S1-luokka on paras, mikä tarkoittaa suurempaa tyytyväisten osuutta. (Sisäilmastoluokitus 2008.)

2.2.1 Sisäilmastoluokka S1

Sisäilman laatu on erittäin hyvä eikä tiloissa ole hajuja, vetoa eikä yllämpenemistä eikä ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Käyttäjät pystyvät hallitsemaan lämpöoloja yksilöllisesti. Myös valaistus on yksilöllisesti säädettävä. Äänolosuhteet ovat hyvät. Kuvassa 1 esitetään operatiivisen lämpötilan tavoitearvot oleskeluvyöhykkeellä sisäilmastoluokassa S1. Hiilidioksidipitoisuus tulee olla alle 750 ppm 90 % käyttöajasta. Sisäilmastoluokan S1 saavuttaminen edellyttää käytännössä koneellista jäähdytystä ja huonekohtaista lämpötilan säätöä. (Sisäilmastoluokitus 2008.)

Normaalikäytön aikainen ulkoilmavirta on S1-luokassa 12 l/s, hlö. Tehostustilanteessa ilmavirran suurennusmahdollisuus on 30 % ja käyttöajan ulkopuolinen perusilmanvaihto 0,2 l/s, m². (Sisäilmastoluokitus 2008.)

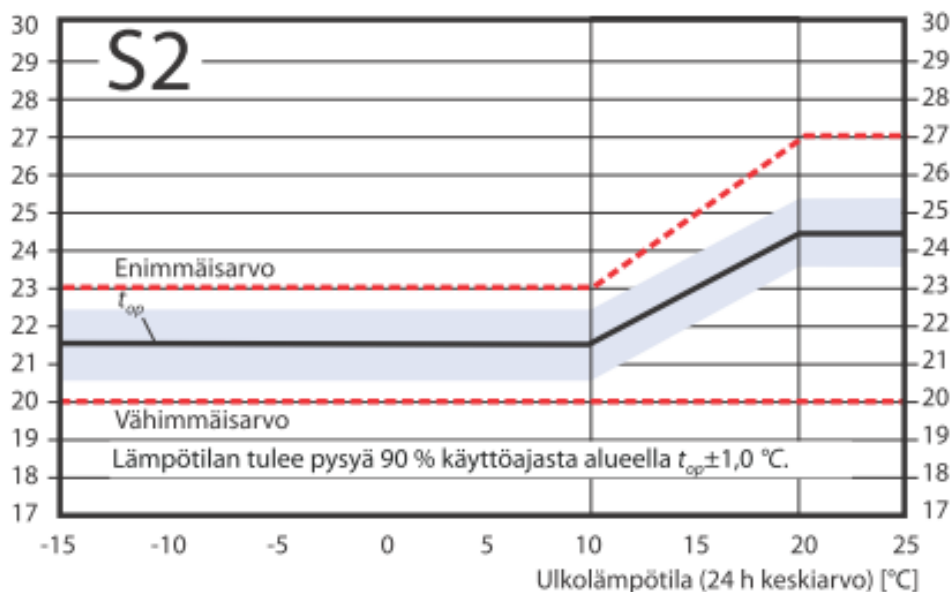


Kuva 1. Operatiivisen lämpötilan tavoitearvot oleskeluvyöhykkeellä sisäilmastoluokassa S1. Sinisellä merkitty alue kuvaa S1-luokan tavoitearvoaluetta (tavoitelämpötila + sallittu poikkeama). (Sisäilmastoluokitus 2008.)

2.2.2 Sisäilmastoluokka S2

Sisäilman laatu on hyvä ja hajuton eikä tiloissa ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä eikä vetoa. Lämpöolot ovat hyvät, mutta kesäpäivinä yllilämpeneminen on mahdollista. Tilat on varustettu käyttötarkoituksenmukaisella valaistuksella ja ääniolosuhteet ovat hyvät. Hiilidioksidipitoisuus tulee olla alle 900 ppm 90 % käyttäjistä. S2 -luokkaan on mahdollista päästä ilman koneellista jäähdytystä, mikäli rakennussuunnittelussa otetaan huomioon liiallisten lämpökuormien ehkäisy. Kuvassa 2 on esitetty S2- luokan operatiivisen lämpötilan tavoitearvot oleskeluvyöhykkeellä. (Sisäilmastoluokitus 2008.)

Normaalikäytön aikainen ulkoilmavirta on S2-luokassa 8 l/s, hlö. Tehostustilanteessa ilmavirran suurennusmahdollisuus on 30 % ja käyttäjän ulkopuolinen perusilmanvaihto 0,2 l/s, m². (Sisäilmastoluokitus 2008.)

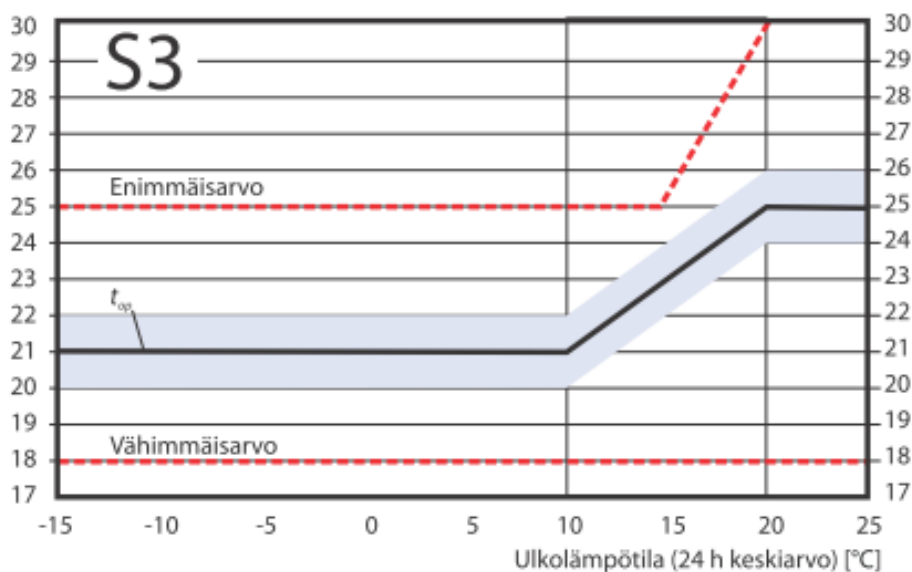


Kuva 2. Operatiivisen lämpötilan tavoitearvot oleskeluvyöhykkeellä sisäilmastoluokassa S2. Sinisellä merkitty alue kuvaa S2-luokan tavoitearvoaluetta (tavoitelämpötila + sallittu poikkeama). (Sisäilmastoluokitus 2008.)

2.2.3 Sisäilmastoluokka S3

Sisäilmastoluokan S3 mukaisessa tilassa sisäilman laatu ja lämpöolot sekä valaistusta ääniolosuhteet ovat rakentamismääräysten vähimmäistason mukaisia. S3-luokan tavoitearvojen toteutuessa terveille henkilöille ei nykytietämyksen mukaan aiheudu terveyshaittaa, mikäli rakennuksen ilmanvaihto toimii suunnitellulla tavalla eikä erityisiä epäpuhtauslähteitä ole. Auringon säteily ja muut lämpökuormat voivat nostaa S3-luokan huonelämpötilat korkeiksi. (Sisäilmastoluokitus 2008.)

Normaalikäytön aikainen ulkoilmavirta on S3-luokassa 6 l/s, hlö. Tehostustilanteessa ilmavirran suurenusmahdollisuutta ei edellytetä asuintiloissa. Käyttöajan ulkopuolinen perusilmanvaihto 0,15 l/s, m². Hiilidioksidipitoisuuden tulee olla alle 1200 ppm, mutta olosuhteen pysyvyydelle ei ole tässä luokassa annettu arvoa. Kuvassa 3 on esitetty tavoitearvot S3 -luokan operatiiviselle lämpötilalle. (Sisäilmastoluokitus 2008.)



Kuva 3. Operatiivisen lämpötilan tavoitearvot oleskeluvyöhykkeellä sisäilmastoluokassa S3. Sinisellä taustalla merkitty alue kuvaa S3-luokan tavoitearvoaluetta (tavoitelämpötila + sallittu poikkeama). (Sisäilmastoluokitus 2008.)

Vanhusten palvelutalon ilmanvaihdon toteuttamisessa tulee pyrkiä tavanomaista tehokkaampaan sisäilmaston säätelyyn. Myös mahdollisimman vedottomaan ilmanvaihtoon tulee kiinnittää huomiota. Vanhusten palvelutalossa tulee kiinnittää huo-

miota ilmanvaihdon lisäksi vähäpäästöisiin materiaaleihin sekä pintojen puhdistettavuuteen. Taulukkoon 3 on kerätty eri sisäilmastoluokkien tavoitearvoja eri suureille.

Taulukko 3. Sisäilmastoluokkien tavoitearvoja. (Sisäilmastoluokitus 2008.)

	S1 –luokka	S2 –luokka	S3 –luokka
Ulkoilmavirta normaali-käytössä	12 l/s, hlö	8 l/s, hlö	6 l/s, hlö
Tehostusmahdollisuus	30 %	30 %	ei edellytetä
Perusilmanvaihto	0,2 l/s, m ²	0,2 l/s, m ²	0,15 l/s, m ²
Tuloilman suodatusluokka	F8 **	F7 **	F6 **
Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokka	P1	P1	P2
Hiilidioksidipitoisuus	alle 750 ppm 90 % käyttöajasta.	alle 900 ppm 90 % käyttöajasta.	alle 1200 ppm

t_u = ulkoilman 24 tunnin liukuva keskiarvolämpötila * S1 – luokassa operatiivisen lämpötilan on oltava huoneistokohtaisesti aseteltavissa välillä $t_{op} \pm 1,5$ °C. Jos samassa huoneessa on useampia henkilöitä, käytetään lämpötilan tavoitetasona taulukon tavoitearvoja. ** Vilkkaiden liikenneväylien ja muiden hiukkaslähteiden sijaitessa alle 150 metrin etäisyydellä, tulee S1- ja S2-luokassa käyttää yhtä luokkaa tehokkaampaa tuloilman suodatusta. Lämpötilalla t_{ilma} tarkoitetaan liikkuvan ilman lämpötilaa tarkastelupisteessä. (Sisäilmastoluokitus 2008.)

2.3 Lämpötilat

Vanhuksille tarkoitettujen huonetilojen lämpötilan säätöalueen tulee olla laaja; + 18 - +26 °C. Peseytymis- ja wc-tilat tulee varustaa lattialämmityksellä. (RT 93-10534) Taulukossa 4 esitetään lämpöolojen ja lämpötilojen raja-arvoja eri sisäilmastoluokissa.

Taulukko 4. Lämpöolojen ja lämpötilojen raja-arvot eri sisäilmastoluokissa. (Sisäilmastoluokitus 2008.)

	S1 –luokka	S2 –luokka	S3 –luokka
Lämpöolot	yksilöllisesti säädettävät	hyvät	tyyydyttävät
Operatiivinen lämpötila $t_u \leq 10 \text{ °C}$ $10 < t_u \leq 20 \text{ °C}$ $t_u > 20 \text{ °C}$	21,5 °C * 21,5 °C + 0,3x (t _u – 10)* 24,5 °C *	21,5 °C 21,5 °C + 0,3 x (t _u – 10) 24,5 °C	21 °C 21 °C + 0,4 x (t _u – 10) 25
Sallittu poikkeama tavoitearvosta	±0,5 °C	±1,0 °C	±1,0 °C
Olosuhteiden pysyvyys % käyttöajasta, asunnot	90 %	80 %	-

2.4 Ilman liike, veto

Vanhusten palvelutalon ilmanvaihdon toteuttamisessa tulee pyrkiä tavanomaista tehokkaampaan sisäilmaston säätelyyn. Myös mahdollisimman vedottomaan ilmanvaihtoon tulee kiinnittää huomiota. Taulukossa 5 esitetään ilman liikkeelle annettuja arvoja eri sisäilmastoluokissa.

Taulukko 5. Ilman liikkeelle annettuja raja-arvoja eri sisäilmastoluokissa. (Sisäilmastoluokitus 2008.)

	S1 –luokka	S2 –luokka	S3 –luokka
Ilman liikenopeus			
t _{ilma} = 21 °C	< 0,14 m/s	< 0,17 m/s	0,2 m/s (talvi)
t _{ilma} = 23 °C	< 0,16 m/s	< 0,20 m/s	
t _{ilma} = 25 °C	< 0,20 m/s	< 0,25 m/s	0,3 m/s (kesä)

2.5 Akustiikka ja ääniolosuhteet

Sisäilmastoluokituksessa luetellaan akustisten suureiden tavoitearvoja. Arvot ovat sitä ”tiukempia” mitä laadukkaammasta sisäilmaluokasta on kyse. Arvoja annetaan mm. ilmaääneneristykselle kahden asunnon välillä, rakennuksen ulkopuolelta tuleville äänille erikseen yö- ja päiväaikaan. Myös LVIS-laitteiden synnyttämälle melulle on annettu raja-arvoja, jotka S1-luokassa ovat kireimmät, taulukko 6. (Sisäilmastoluokitus 2008)

Taulukko 6. LVIS- laitteiden äänitasojen raja-arvot eri sisäilmastoluokissa. (Sisäilmastoluokitus 2008.)

	S1 –luokka	S2 –luokka	S3 –luokka
LVIS-laitteiden äänitaso asuinhuoneessa, LA, eq	≤ 24 dB	≤ 28 dB	≤ 28 dB

Vanhusten palveluasumiseen ohjeita antava RT-kortti painottaa erityisesti makuuhuoneiden sijoittelussa, rakenteissa ja yksityiskohdissa ulkopuolisen melun torjuntaa sekä tilojen väliseen äänieristykseen ja lvi-laitteiden äänitekniisiin ominaisuuksiin. Standardi SFS 5907 Rakennusten äänitekniinen suunnittelu antaa ohjeita vanhusten palvelutalojen äänieristyksen ja akustiikan suunnittelulle. Ohjeissa kiinnitetään huomiota huonokuuloisten asukkaiden tavallista voimakkaamman äänenkäytön aiheuttaman haitan minimoimiseen akustisilla ratkaisuilla erityisesti asuntojen välissä. (RT 93-11134, 2013)

2.6 Restoratiivinen ympäristö ja restoratiivinen suunnittelu

Restoratiivinen ympäristö tarkoittaa ympäristöä, joka on parantava, eheyttävä, terveellinen ja terapeuttinen. Se pyrkii kaikilla elementeillään edesauttamaan ihmisten fyysistä ja henkistä hyvinvointia ja kunnioittamaan luontoa. (Nousiainen ym. 2014, 1)

Sisäympäristöllämme on suuri merkitys hyvinvoinnillemme, sillä vietämme tutkimusten mukaan jopa noin 90 % sisätiloissa ja vanhukset jopa vielä enemmän. Tilojen suunnittelua ohjaavia arvoja ovat käytännöllisyys, tehokkuus ja taloudellisuus eikä kokonaisvaltainen ihmisen hyvinvointi ja se miten sisäympäristö vaikuttaa käyttäytymiseen, mielialaan ja terveyteen. (Nousiainen ym. 2014, 7)

Restoratiivisessa ympäristössä ihmisen on hyvä olla; se vähentää stressiä ja tukee hyvinvointia. Restoratiivisen ympäristön voidaan sanoa olevan parantava, terapeutti- nen, eheyttävä ja elvyttävä. Restoratiivisessa sisäympäristössä pyritään jäljittelemään luonnon kokemista, sillä ihmisen on tutkittu voivan hyvin, kun yhteys luontoon säilytetään. Eheyttäviä ja terveellisiä sisätiloja voidaan luoda tuomalla luonto esimerkiksi maisemana, kasveina, muotoina, valoina, ääninä, materiaaleina tai tuoksuina osaksi elinympäristöä. (Nousiainen ym. 2014, 7) Sisäympäristön suunniteluun tulee kiinnittää huomiota erityisesti vanhusten kohdalla, jolla liikkuminen ja siten ulos luontoon pääsy on hankalaa.

2.6.1 Terveysympäristöjen suunnittelu

Terveysympäristöt kuten sairaalat ja vanhusten hoitolaitokset ovat rakennuksia, jotka on tarkoitettu parantamaan ja tukemaan hyvinvointia. Niiden suunnittelu on pitkään keskittynyt tehokkuuteen, hygieenisyyteen ja käytännöllisyyteen restoratiivisuuden sijaan. Potilaiden tarpeet ovat jääneet taka-alalle. Viime aikoina tietoisuus ympäristön merkityksestä on kuitenkin alkanut taas nousta, ja kehitys terveysrakentamisessa on nykyään terveellisempään, välittävämpään ja potilaskeskeisempään suuntaan. (Nousiainen ym. 2014, 18)

Yhdysvalloissa on luotu ns. Evidence Based Design – suunnittelu, jolla pyritään luomaan terveysympäristöstä mahdollisimman niin hyvin potilaiden kuin omaisten ja henkilökunnankin terveyttä ja toimintoja tukevia tiloja. Suunnitteluratkaisuina käytetään käyttäjälähtöisiä, tutkimuksiin perustuvia tiloja. (Nousiainen ym. 2014, 18) Restoratiivisuus kattaa ihmisen kaikki aistit. Tässä työssä tarkastellaan restoratiivisuutta vain ilmanvaihdon ja valaistuksen näkökulmasta, sisustusmateriaaleja sivuten.

2.6.2 Restoratiivisuus ilmanvaihdossa

Tarkasteltaessa restoratiivisuutta ilmanvaihdon näkökulmasta korostuvat toimivan ilmanvaihdon hyvät puolet, kuten äänettömyys, vedottomuus ja raikas sisäilma. Eli restoratiivinen ilmanvaihto on näkymätön, parhaimmillaan huomaamaton. Raikas ilma tulee sisälle oleskelutiloihin suuria kanavia pitkin pienellä nopeudella, jolloin veto- ja ääniaistimuksia ei synny. Ilmanvaihto ei myöskään tuo mukanaan ihmisen tai koneiston aiheuttamia hajuja ja ääniä.

2.6.3 Restoratiivisuus valaistuksessa

Valo ei vain auta näkemään, vaan se vaikuttaa myös mielialaan, kehon toimintoihin ja tunteisiin. Luonnonvalottomassa tilassa oleskelu saattaa johtaa masennukseen, kun taas luonnonvalolla on hyvinvointia tukeva vaikutus. Kun luonnonvalon hyödyntäminen ei ole mahdollista, tulisi käyttää kuhunkin tilanteeseen ja ajankohtaan sopivaa mahdollisimman lähellä luonnonvaloa olevaa keinovaloa. Luonnonvalo koostuu suorasta auringonvalosta, hajasäteilystä sekä heijastuvasta säteilystä. (Nousiainen ym. 2014, 43-44)

Keinovaloa ei tulisi arvioida vain määrän vaan myös laadun suhteen. Terveellinen keinovalo ei vääristä värejä, ei rasita silmiä eikä aiheuta häiritsevää häikäisyä. Tärkein ominaisuus on valon spektrijakauma. Täyden spektrin päivänvalovalaisimet jäljittelevät luonnonvalon spektriä, sillä ne tuottavat valoa myös spektrijakauman sinisestä osasta. Tällainen valo toistaa värit oikein ja valo on laadukasta. Täyden spektrin päivänvalo voi vaikuttaa luonnonvalon kaltaisesti virkistäen mieltä ja parantaen tuottavuutta. Päivänvalolampun väri on värisävyltään kylmempää, yleensä 5500 Kelviniä, kuin tuttu kellertävä hehkulampun väri, alle 3300 Kelviniä. (Nousiainen ym. 2014, 50-51)

Silmässä on valoherkkiä reseptorisoluja, jotka aktivoituvat spektrin sinisellä valolla. Reseptorisolujen avulla elimistö noudattaa noin 24 tunnin vuorokausirytmiiä. Valolla on tärkeä vaikutus melatoniini-hormonin tuotantoon, joka väsyttää, valmistaa nukahuttamiseen ja auttaa unessa pysymisessä. Hämäryys ja pimeys käynnistävät melatoniini-

nin tuotannon ja sinispektrinen valo lopettaa sen tuotannon kaikkein tehokkaimmin. Yhtä tärkeää kuin riittävä valaistus päivällä ikääntyneille on riittävä hämäryys yöllä, jotta melatoniin tuotanto ei häiriintyisi. (Aro 2008, 34)

Lukuisat tutkimustulokset osoittavat, että kirkasvaloaltistuksella on saatu rohkaisevia tuloksia Alzheimerin tautia sairastavien vuorokausirytmiiin, unen laadun parantumisen ja käytösoireiden lieventymisen muodossa. Vuorokausirytmiiä tukevassa valaistuksessa tärkeässä roolissa on valaistuksen ajoitus, kesto ja spektri. (Aro 2008, 34)

Terveellinen sisäympäristö luodaan oikeanlaisella valaistuksella, eli maksimoimalla luonnonvalon määrä ja valitsemalla huolellisesti keinotekoista valoa. Valaistuksen tulisi olla myös muunneltavaa, jotta se palvelisi mahdollisimman monia käyttäjiä ja tilanteita. Samalla tavalla kuin luonnonvalo, myös keinovalon tulisi olla muunneltavissa. Valon värin tulisi olla päivällä viileämpi ja illalla lämpimämmän värisävyistä, jolloin valo edesauttaa vuorokausirytmiiin sääntelyä. (Nousiainen ym. 2014, 52-53)

Valaistuksen voimakkuutta lisäämällä voidaan helpottaa myös pimeän vuodenaajan hämääriä päivä ja pidentynyttä pimeänaikaa, jotka pahentavat joidenkin dementikkoijen käytöshäiriöitä ja vaikeuttavat uni-valverytmiiä. Esimerkiksi oleskelutiloijen kattovalaisimet voivat pimeinä vuodenaikoina toimia kirkasvalohoitona. Kirkkaampi valaistus pimeänä vuodenaikana kompensoi luonnonvalon vähenemistä, ylläpitää vuorokausirytmiiin säilymistä ja aktivoi sekä piristää sekä vanhusten että hoitohenkilökunnan mieltä. (Aro 2008, 80-83)

Hyvin suunnitellulla ja tarkoituksenmukaisella valaistuksella voidaan tukea omatoimisuutta ja luoda turvallisuudentunnetta vanhusten palvelutalossa. 60-vuotias tarvitsee valoa noin kaksi - kolme kertaa enemmän kuin 20-vuotias. (Nousiainen ym. 2014, 53)

Saksassa valmistui vuonna 2013 vanhusten palvelutalo, jonne toteutettiin dynaaminen valaistus, mikä tarkoittaa sisätiloijen valaisemista luonnonvaloa jäljittelevällä ja muunneltavalla valaistuksella. Dynaamisesti säädettävällä valaistuksella voidaan säätää niin valon voimakkuutta kuin värilämpötilaakin. Valaistuksella pyrittiin ennen kaikkea tukemaan vanhusten luonnollista vuorokausirytmiiä. Tiloihin, jossa tapahtuu

henkilökunnan ja asukkaiden aktiivista toimintaa, kuten yleisiin oleskelutiloihin ja käytäville, asennettiin normaalia kirkkaammat päivänvaloa jäljittelevät valaisimet. Jo valon määrän lisäyksellä on todettu olevan positiivisia vaikutuksia Alzheimer-potilaiden aggressiivisuuteen. Tiloihin asennettiin valaisinohjausjärjestelmä, joka ohjaa valon värisävyä automaattisesti päivän aikana mukailen auringonvalon luonnollista valontuotantoa. (Nousiainen ym. 2014, 59-60)

Toteutetun valaistusratkaisun tuloksena palvelutalon asukkaiden elämänlaadun koettiin parantuneen. Valaistus vaikutti positiivisesti myös sosiaaliseen kanssakäymiseen ja loi turvallisen toimintaympäristön. Ilmapiiri koettiin miellyttäväksi ja virkistäväksi ja valaistuksen koettiin tuottavan mielihyvää. Myös vanhusten omatoiminen liikkuminen edistyi sekä henkilökunnan kokemat positiiviset vaikutukset. Palvelutalon dynaaminen valaistus toimii esimerkkinä pienistä toimenpiteistä, joilla on merkittäviä tuloksia. (Nousiainen ym. 2014, 60)

Ikääntyessä silmässä tapahtuu muutoksia; mykiö kovettuu ja paksuuntuu ja sen mukautumiskyky näkökohteen etäisyyden mukaan heikkenee ja pupilli paksuuntuu ja samenee, minkä vuoksi verkkokalvolle pääsee vähemmän valoa. Ikääntyessä myös silmä sopeutuu hitaammin valotason muutoksiin ja hämärään sopeutuminen on hitaampaa. Myös näkökenttä kaventuu, kontrastiherkkyys ja värien erottelukyky heikkenee ja häikäistymisherkkyyys kasvaa. Kuva 4 osoittaa näkökyvyn muutokset iän karttuessa. Kaikki edellä mainitut seikat vaikuttavat siihen, että ikääntyessä valon tarve lisääntyy, mutta hyvä valaistus on myös spektrijakaumaltaan oikeanlaista ja valo jakautuu tilassa tasaisesti. Yleisesti voidaan todeta, että kaikki ikääntyneet hyötyvät valon tavallista suuremmasta määrästä, mutta myös valon laatuun tulee kiinnittää huomiota. (Aro, 2008, 28)



Kuva 4. Kuinka näkökyky muuttuu iän myötä. Kuvat vasemmalta oikealle. Miten kuvan näkee 25-vuotias, 45-vuotias, 60-vuotias ja 80-vuotias. (Professional lighting design, 2015)

Palvelutalojen valaistusta käsittelevässä diplomityössä on annettu suosituksia palvelutalojen asuntojen ja yhteistilojen valaistukseen, taulukko 7. Valaistuksen ääriarvot aiheuttavat erityisesti ongelmia, ja valaistusvoimakkuuden miniminä tulisi pitää 100 lx ja maksimina 1000 lx. (Aro, 2008, 28)

Taulukko 7. Suositeltuja valaistusvoimakkuuksia palvelutaloon. (Aro, 2008, 28)

Asuinhuone		
Tila	lx	Huomioitavaa
Eteinen	300	
Kylpyhuone	300	
Olohuone	300	Ruokapöydälle 300lx, lukuvalo yli 500 lx
Keittiö	300	
Makuuhuone/alkovi	200	Lukuvalo yli 500 lx
Parveke	100	
Yhteistilat		
Tila	lx	Huomioitavaa
Ruokailutila	300	
Oleskelu- ja TV-tila	200	Lukemiseen 500 lx
Askartelu- ja kuntoilutila	500	
Käytävät ja porrastilat	200	
Hissi	300	
Naulakotila	300	
WC ja pesu- ja pukuhuone	300	kasvoille 300 lx
Sauna		portaat lauteille ja alalaude tulee valaista

Tärkeitä seikkoja valaistus- ja sisustussuunnittelussa: (Aro, 2008, 29-31)

- Valaistus tulee olla tasaista; esimerkiksi hyödyntämällä epäsuoraa valaistusta suoran valaistuksen lisänä.
- Lattiat ja seinät tulee olla erivärisiä ja kontrastiltaan erottuvia tilan hahmotamisen helpottamiseksi. Myös tukikahvojen, kaiteiden, ovien ja tasoerojen tulee erottua kontrastillaan taustasta tai ne voi valaista erottuvasti. Jos lattia ja seinäpinnat ovat samanvärisiä, voi ympäristö näyttäytyä heikkonäköiselle vanhukseksi sumeana.
- Liian jyrkät varjot ja esimerkiksi kuviot lattiassa voivat aiheuttaa vääriä tulintoja, kuva 5.



Kuva 5. Hahmotushäiriötä aiheuttava koristeraita lattiassa, joka vanhuksesta voi näyttää reiältä. (Aro, 2008, 31)

2.7 Dynaaminen valaistus

Dynaamisella valaistuksella tarkoitetaan valaistusta, jossa pystytään muuntamaan valaistusvoimakkuutta, valon väriä, värilämpötilaa, valaistustapaa, valon suuntaa tai valokeilan leveyttä. Valaistuksen ohjaukseen käytetään ohjausjärjestelmää, johon voi olla ohjelmoituna esimääriteltyjä valaistustilanteita, jolla säädetään esimerkiksi automaattisesti kunkin valaisimen tai valaisinryhmän valaistustasoa. (Aro, 2008, 35)

Erilaisia dynaamisen valaistuksen ohjaustapoja: (Aro, 2008, 35-36)

- Valaisinpiirien ryhmittely ja liittäminen valonohjausyksikköön, joka sytyttää ja himmentää ryhmän valaisimet.
- Esimääritellyt valaistustilanteet tarkoittavat muistiin talletettuja erilaisia valaistuksia, jotka voidaan ottaa helposti käyttöön. Useamman valaisimen yhtäaikainen säätö tiettyä käyttötarkoitusta varten on tällöin helppoa.
- Liike- ja läsnäolo tunnistus rekisteröi määritellyllä alueella tapahtuvaa liikettä ja sytyttää valot. Valot sammuvat tietyn ajan jälkeen, kun liikettä ei enää ole havaittu.
- Valaistuksen ohjaus päivänvalon mukaan, jolloin valaisimet säätyvät päivänvalon mukaan pienemmälle. Vastaavasti päivänvalon vähentyessä valaistus tehostuu tiettyyn rajaan asti.
- Käsiohjauksella voidaan tarvittaessa ohittaa automaattinen valonohjaus, mikä tekee valaistuksesta hyvin joustavan.
- Valaistuksenohjauksen liittäminen kiinteistöautomaatioon, jolloin informaatio siirtyy järjestelmästä toiseen jolloin myös muut kiinteistön palvelujärjestelmät voivat tarvittaessa ohjata valaistusta.

3 MÄÄRÄYKSET, VAATIMUKSET JA OHJEET VANHUSTEN PALVELURAKENNUKSELLE

3.1 Tilavaatimukset

Maankäyttö- ja rakennuslaki edellyttää rakennuksen olevan tarkoitustaan vastaava, korjattavissa, huollettavissa ja muunneltavissa sekä, sen mukaan kuin rakennuksen käyttö edellyttää, soveltua myös sellaisten henkilöiden käyttöön, joiden kyky liikkua tai toimia on rajoittunut. (L5.2.1999/132, 117 § 3 mom)

Maankäyttö- ja rakennusasetuksen mukaan tilojen tulee olla tarkoituksenmukaisia ja viihtyisiä. Asuntosuunnittelulla tulee edistää asumiseen tarkoitettujen tilojen toimivuutta sekä soveltuvuutta erilaisiin ja muuttuviin asumistarpeisiin. (Maankäyttö- ja rakennusasetus 51 § 1 ja 2 mom)

Rakentamismääräyskokoelma G1 edellyttää asuinhuoneiston huoneisto-alan olevan vähintään 20 m². Asuinhuoneiston tilojen ja pohjaratkaisun suunnittelussa tulee huomioida käyttäjämäärä. Asuinhuoneistossa tulee olla riittävästi tilaa päivittäisille toimille; levolle, oleskelulle, ruokailulle, ruoan valmistukselle, hygienian hoidolle ja vapaa-ajan vietoille. Myös säilytystä varten tulee varata tilaa. Myös asuinhuoneen huonekorkeudelle on annettu alaraja; sen tulee olla vähintään 2500 mm. Vähäisen osa asuinhuoneesta voi olla huonekorkeudeltaan pienempikin, ei kuitenkaan alle 2200 mm. (RakMK G1, 2005.)

Määräykset edellyttävät myös ikkunaa, jonka valoaukko on vähinään 1/10 huonealasta. Ikkunan tai osan siitä tulee olla avattavissa. Ikkunan tulee myös olla välittömässä yhteydessä ulkoilmaan. Osaan huoneiston asuinhuoneista luonnonvalo saadaan kuitenkin järjestää toisen, valokatteella tai muulla valoa läpäisevällä rakennusosalla rajatun tilan kautta. (RakMK G1, 2005.)

3.2 Palomääräykset rakenteille

Rakennukset luokitellaan kolmeen paloluokkaan P1, P2 ja P3. P1 – luokassa on kiireimmät vaatimukset palonkestävyydelle ja osastoinnille. Palomääräykset ovat viime vuosina kiristyneet palokuolemien suuren määrän vuoksi. Paloluokassa P1 rakennuksen kantavien rakenteiden oletetaan pääsääntöisesti kestävän palossa sortumatta. (ARA, Vanhusten ja vammaisten palvelutalon kehittäminen, 2008)

Rakennukset ja niiden palo-osastointi ryhmitellään niiden pääkäyttötavan perusteella. Ryhmittelyn lähtökohtana on käyttöajan lisäksi se, miten hyvin käyttäjät tuntevat tilat ja miten he kykenevät pelastautumaan itse tai toisten avustamina palotilanteessa. Vanhusten palvelutalo lukeutuu hoitolaitokset -luokkaan. (RakMK E1, 2011)

Rakennus tulee jakaa palo-osastoihin, jotta palon ja savun leviämistä saadaan rajoitettua, poistuminen turvattua, pelastus- ja sammutustoimia helpotettua ja omaisuusvahinkoja saadaan rajoitettua. Palo-osastointiin voi velvoittaa eri kerrokset, pinta-ala tai käyttötapa. Palo-osastot jaetaan osiin poistumisen turvaamiseksi tai pelastus- ja sammutustoimien helpottamiseksi, esimerkiksi hoitolaitoksissa huoneittain. Mikäli rakennukseen tai palo-osastoon asennetaan automaattinen savunpoistojärjestelmä, joka antaa toimiessaan myös automaattisen paloilmoituksen, voidaan saada lievennyksiä rakennuksen kerrosalaa ja sen palo-osaston pinta-alaa koskevista määräyksistä tai rakenteita koskevista määräyksistä henkilöturvallisuutta vaarantamatta. (RakMK E1, 2011)

3.3 Palomääräykset ilmanvaihdolle

Ilmanvaihtolaitteistojen ohjeet ja yleiset paloturvallisuusmääräykset annetaan rakentamismääräyskokoelman osassa E1, joka on vuodelta 2011. Vuoden 2004 määräyskokoelmassa E7 sisältää määräykset ja ohjeet ilmanvaihtolaitteistolle. Ohjeet koskevat vain koneellista ilmanvaihtoa, joten hybridi-ilmanvaihdon paloturvallisuusasiat tulee aina selvittää tapauskohtaisesti.

Rakentamismääräyskokoelma E1 sisältää määräyksiä ja ohjeita, jotka koskevat myös hybridi-ilmanvaihtoa:

- ilmanvaihtolaitteet eivät saa lisätä palon tai savukaasujen leviämistä
- ilmanvaihtokanavat on tehtävä palamattomista materiaaleista
- kanavat tulee olla helposti puhdistettavia
- asuinrakennuksen palo-osastointi huoneistoittain, hoitolaitoksissa maksimissaan 800 m²
- palo-osastoivan rakennusosan läpi saa johtaa tarpeelliset kanavat, roilot ja hormit, kunhan ne eivät olennaisesti heikennä rakennusosan osastoivuutta
- ontelot ja ullakot eivät saa olennaisesti edesauttaa palon ja savun leviämistä
- palo ei saa levitä parvekkeiden eikä ulkoseinien kautta

Rakennus tulee varustaa savunpoistolla, jolla poistetaan palossa syntyvä savu ja lämpö rakennuksesta painovoimaisesti taikka koneellisesti. Ohjeena E1 antaa, että savunpoisto ei aiheuta erityistoimia, jos ovia ja ikkunoita voidaan käyttää savunpoistoon. Suunnittelijoiden ja arkkitehdin tulee tehdä tiivistä yhteistyötä, jotta hybridi-ilmanvaihto täyttää paloturvallisen rakennuksen edellytykset.

3.4 Aran tavoitteet valtion tukemille asunnoille

Valtioneuvoston linjausten mukaan painopiste on siirtymässä vanhusten laitoshoidosta kotona asumiseen ja sinne saatavien palveluihin. (L 980/2012) Palmu-Pori hankkeelle on haettu Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus Aralta 40 % investointiavustusta.

ARAN julkaiseman suunnitteluoppaan mukaan tuettavien asuntojen on oltava asuttavuudeltaan tarkoituksenmukaisia ja asuinympäristöltään toimivia sekä uudisrakentamis-, hankinta- tai perusparannuskustannuksiltaan ja ylläpito- ja asumiskustannuksiltaan kohtuullisia. (ARA, Suunnitteluopas, 2015)

Tuetussa asuntotuotannossa suositaan laadukkaita, energiatehokkaita, hyvän sisäilmaston omaavia ja ekologisesti kestäviä asuinrakennuksia. Rakennusten on sovellett-

tava ympäristöönsä, niiden tulee olla arkkitehtonisesti kauniita ja toiminnallisesti hyviä rakennuksia, jotka kuluttavat energiaa mahdollisimman vähän ja joiden huollettavuus ja käytettävyys on otettu järkevästi huomioon suunnittelussa ja rakentamisessa. Energialuokaltaan rakennusten kuitenkin suositellaan sijoittuvan vähintään C-luokkaan. Tosin rakennusluvan saamisen ehtona on vähintään C-energialuokka. (ARA, Suunnitteluopas, 2015)

Tuetussa asuntotuotannossa on tavoitteena laajentaa asuntorakentamisen kustannuskulmaa investointikustannuksista elinkaarikustannuksiin. Elinkaarilaatu ja rakennuksen ekologiset ominaisuudet määritetään suunnitteluvaiheessa. Kestävän kehityksen tavoitteiden mukaisesti, rakennuksen elinkaaren pituudeksi olisi mitoitettava vähintään 100 vuotta. Tämä edellyttää huomion kiinnittämistä käytettävien materiaalien laatuun, kestävyYTEEN, niiden ympäristövaikutuksiin ja kierrätettävyyteen. Rakennusratkaisut tulisi olla ensisijaisesti muuntojoustavia, jolloin rakennuksen koko elinkaaren aikaiset mahdolliset tila- ja käyttötarkoituksenmuutokset voidaan paremmin ennakoida. (ARA, Suunnitteluopas, 2015)

Vanhusten ryhmäkoti olisi pääsääntöisesti sijoitettava maantasokerrokseen, koska vapaa ulkoilumahdollisuus on asukkaiden viihtyvyyteen ja mielenterveyteen keskeisesti vaikuttava tekijä. Tavoitteena on tuottaa asuinympäristöä, jossa asukkaat viihtyvät ja joka koetaan terveelliseksi, turvalliseksi ja yhteisölliseksi. (ARA, Suunnitteluopas, 2015) Valtioneuvoston vuonna 2013 antama periaatepäätös koskien ikääntyneiden asumisen kehittämistä, korostaa sitä, että ikääntyneet voivat asua turvallisesti kodeissaan toimintakyvystä ja varallisuudesta riippumatta. (ARA, Palveluasumisen opas, 2015)

3.5 Nollaenergiarakentaminen

Euroopan parlamentin ja neuvoston rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (EPBD) edellyttää jäsenmailta kansallisia ohjaustoimia rakennusten energiatehokkuuden parantamiseksi. Suomessa on laadittu säädöksiä energiatehokkuusdirektiivin toimeenpanemiseksi. Samalla edistetään Suomen omia tavoitteita energiatehokkuuden saral-

la. Lainsäädännön tavoitteena on rakennusten energiatehokkuuden parantaminen ja uusiutuvan energian käytön edistäminen sekä rakennusten energiakulutuksen pienentäminen ja hiilidioksidipäästöjen vähentäminen. (Ympäristöministeriö, 2015)

Säädösten linjauksena on, että kaikki valmistuvat uudet rakennukset ovat vuoden 2021 alusta lähtien niin sanottuja lähes nollaenergiataloja. Julkisten rakennusten tulee täyttää tämä vaatimus jo vuonna 2019. Lähes nollaenergiatalolla tarkoitetaan hyvin vähän energiaa kuluttavaa taloa, jonka energiantarpeesta merkittävä osa katetaan rakennuksessa tai sen lähistöllä tuotetulla uusiutuvalla energialla. (Ympäristöministeriö, 2015)

Suomessa ehdotuksia lähes nollaenergiarakentamisen raja-arvoiksi haettiin Rakennusteollisuus RT ry:n, Talotekniikkateollisuus ry:n ja ympäristöministeriön toteuttamassa FInZEB -hankkeessa. Hankkeen tuloksia hyödynnetään vuonna 2015 käynnistyvään säädösvalmisteluun. FInZEB -hankkeessa selvitettiin laskennallisten tarkastelujen ja selvitysten avulla riittävän haasteellisia, mutta teknisesti toteuttamiskelpoisia ja kustannustehokkaita ratkaisuja kansallisiin lähes nollaenergiarakentamisen vaatimuksiin. Taulukossa 8 on esitetty ehdotukset lähes nollaenergiarakentamisen E-lukutasoiksi eri rakennustyypeissä. Asuinkerrostalo, jollaiseksi Palmu-Pori luokitellaan, ehdotus E-lukurajaksi on 116 kWh/m². Raja on 11 prosenttia tiukempi kuin Suomen rakennusmääräyskokoelman D3:n raja-arvo vuodelta 2012. (FInZEB -hankkeen yhteenveto, 2015)

Linjaukset lähes nollaenergiarakentamissäädöksen sisällöstä valmistuneet lokakuun 2015 aikana ja luonnokset lausuntokierrokselle lähtevät vuoden 2015 loppuun mennessä. Lausuntokierrokselle on annettu aikaa helmikuun 2016 loppuun. Hallituksen esitys lähes nollaenergiarakentamisesta on tarkoitus antaa eduskunnalle maaliskuussa 2016. (Lehtinen, Ympäristöministeriö, 2015)

Taulukko 8. FInZEB –hankkeen ehdottamat E-lukurajat rakennustyypeittäin. (FInZEB -hankkeen yhteenveto, 2015)

	E-lukuraja D3/2012	Ehdotus nZEB-E- luvulle	Muutos nykyisestä
Pientalot *	160...204	120...204	
Asuinkerrostalo	130	116	-11 %
Toimisto	170	90	- 47 %
Koulu	170	104	- 39 %
Päiväkoti	170	107	- 37 %
Liikerakennus	240	143	- 40 %
Liikuntahalli	170	115	- 32 %
Majoitusliikerakennus	240	182	- 24 %
Sairaala	450	418	- 7 %

3.5.1 Nollaenergiarakentamisen esimerkki vanhusten palvelutalo Onnelanpolussa

Lahdessa purettiin kaksi 1970- ja yksi 80 – luvulla rakennettua vanhusten palvelutaloa ja tilalle rakennettiin uudet rakennukset, joiden energiatehokkuustavoitteeksi asetettiin nollaenergiataso. ”Onnelanpoluksi” nimetty hanke toimi ARA:n kehityshankkeena nimellä ”Energiatehokas elinkaariasuminen erityisryhmille”. Tavoitteena oli tuottaa tietoa paitsi Onnelanpolkuun, myös muihin vastaaviin myöhemmin toteutettaviin vastaavanlaisiin hankkeisiin. (ARA, Lähes nollaenergiatalon suunnitteluohjeet, 2013)

Onnelanpolulle asetettiin seuraavat tavoitteet energiatehokkuudessa:

- primäärienergiankulutus korkeintaan 60 kWh/br-m² eli 62 kWh/netto- m², (energiamuodon kertoimet huomioiden)
- erinomainen ilmatiiveys (n50 -luku korkeintaan 0,4 l/h)
- valaistuksen kuluttama teho korkeintaan 8 W/m².

Muita keinoja vaikuttaa rakennuksen ja sen käytön energiatehokkuuteen:

- sähkönkulutuksen minimointi

- mahdollisimman energiatehokkaat sähkölaitteet (energialuokka A+++)
- energiatehokas ja ohjattava LED-valaistus (esim. valaistustehontarve 8 W/m^2).
- saunojen ohjaus ja tehokas käyttö ja uudet saunaratkaisut esim. infrapunasau-
na
- lämmityksen, jäähdytyksen ja ilmanvaihdon ohjaus ja automatiikka
- lämmöneristys ja lämmön talteenotto
- hyvin eristävät ja huolellisesti asennetut ikkunat
- aurinkokuormien hallinta ikkunoiden ulkopuolisella varjostuksella (esim. me-
talliset sälekaihtimet tai lipaksi asennetut aurinkopaneelit)
- lämpimän veden kulutuksen minimointi. (tavoitearvo esim. lämpimän ve-
den kulutus korkeintaan 40 l/asukas, vrk . Kokonaisveden kulutuksen ta-
voite esim. $90\text{--}95 \text{ l/hlö, vrk}$)

Jäähdytyksen ja lämmityksen tehontarpeelle on suositeltavaa asettaa ohjearvomaksi-
mi. Energiatehokkuuden ja paikallisen energiantuotannon lisäksi on tärkeää huomi-
oida kohteen ja järjestelmien osaava käyttö ja ylläpito, joiden vaikutus energiakoko-
naisuuteen on merkittävä. (ARA, Lähes nollaenergiatalon suunnitteluohjeet, 2013)

Energiatehokkaan rakennuksen kriittisin vaihe on suunnittelu, jolloin päätetään
suurin osa rakennuksen energiankulutuksesta koko sen elinkaaren aikana. Suunnitte-
luvaiheen kustannukset edustavat vain pientä osaa koko elinkaaren kustannuksista,
joten panostukset erillisiin selvityksiin ja huolelliseen suunnitteluun saattavat olla
koko rakennusprojektin kustannustehokkaimpia investointeja. (ARA, Lähes nolla-
energiatalon suunnitteluohjeet, 2013)

3.5.2 Vaihtoehtoja uusiutuvan energian tuotantoon nollaenergiarakennuksessa

Uusiutuvan energian tuotanto rakennuksessa on olennainen osa nollaenergiarakenta-
misen periaatteita. Suunnittelukohteesta on syytä tehdä energiasimulointi arkkitehti-

suunnitelmien ja energiatarvoitteiden asettamisen jälkeen jo ennen mahdollista tarjouskilpailua. Alustavan energiasimuloinnin tuloksia voidaan myöhemmin hyödyntää tarjouspyyntömateriaalina.

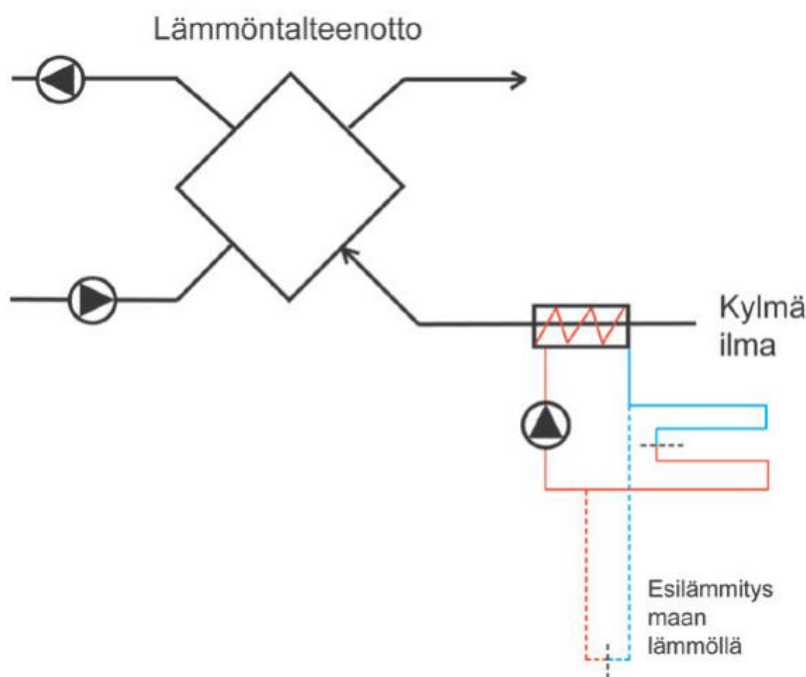
Aurinkoenergiaa voi hyödyntää rakennuksessa sekä sähköä että lämpönä. Sähköä tuottavia paneeleja ja lämpöä tuottavia keräimiä voidaan asentaa paitsi etelästä lounaaseen sijoittuville kattolappeille mutta myös seinille. Rakenteisiin integroinnit tekevät aurinkoenergian hyödyntämisestä näkymättömämpää, kuten kuvassa 6. Aurinkoenergian hyödyntäminen tulee ottaa huomioon myös arkkitehtuurissa; aurinkoenergiajärjestelmien suuntaus etelään, esteettinen asettelu ja mikäli kattoasennus tulee kyseeseen, optimaalinen kattokulma (etelässä 41-45 astetta). Aurinkoenergian saannon maksimoimiseksi rakenteissa eikä lähistöllä tulisi olla niitä varjostavia elementtejä.



Kuva 6. Aurinkopaneelit integroituna rakennuksen aurinkosuojaukseen. (Inhabitat. 2015)

Maaperän lämpöä voi hyödyntää ilmanvaihdon esilämmitykseen talvella ja viilenykseen kesällä. Nestekiertoinen menetelmä kuluttaa energiaa vain kiertopumpun kuluttaman energian verran kuvan 7 mukaisesti. Ilmanvaihdon esilämmityksellä vältetään ilmanvaihtokoneen jäätymisongelmat ja taataa koneikolle parempi vuosi-

hyötysuhde. Kesällä maaperän viileyttä voidaan jakaa paitsi ilmanvaihdon välityksellä myös puhallinpattereilla eli konvektorilla, jolla viilennysteho on parempi.

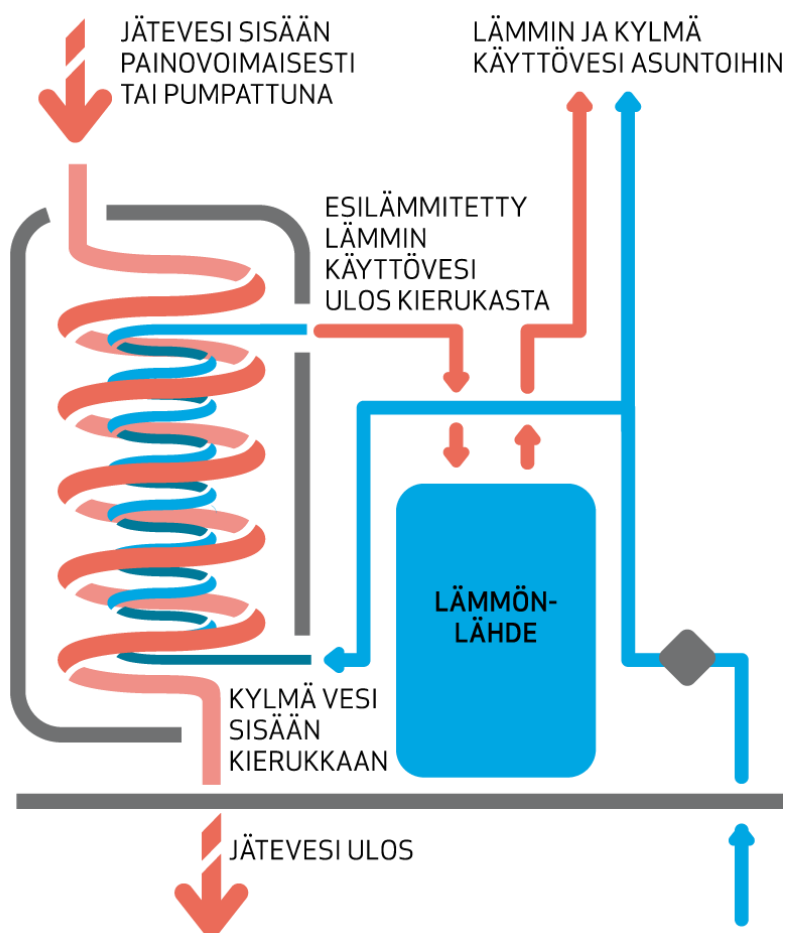


Kuva 7. Ilmanvaihdossa voidaan hyödyntää maaperän lämpöä talvella ja viileyttä kesällä vain pumppausenergian kustannuksella.

Energiaa voidaan myös kerätä talteen esimerkiksi hissien jarrutusenergiasta sekä jäteveden lämmöstä. Markkinoilla on tuotteita, joissa suihkuveden lämpö siirretään viemärikaivossa olevan kierukan avulla esilämmittämään kylmää vettä. Tällä esilämmityksellä on mahdollista saada noin 25 % energiansäästö. (Heatex, 2015)

Lahtelainen Wasenco on kehittänyt Ecovec -hybridivaihdinlaitteiston, jolla esimerkiksi jäteveden lämmöllä saadaan esilämmitettyä käyttövettä kuvan 8 mukaisesti, lämpöpumppujen ensiöpiiriä, tuloilman esilämmitystä tai puolilämpimien tilojen lämmitystä. Jätevesi virtaa viemäriputkessa säiliön läpi eikä sitä kerätä säiliöön. Säiliö on täytetty lämmönsiirtonesteellä, johon viemärin sisältämä lämpö siirtyy. Lämmönsiirtonesteeseen sitoutunut lämpö siirretään suoraan käyttöveden tai kiinteistön lämmitykseen. Lämpöenergiaa voidaan ottaa talteen jäteveden sijaan tai lisäksi myös poistoilmasta, aurinkolämmöstä tai lauhdelämmöstä tai näiden yhdistelmästä.

Rakennusmääräyskokoelman D3 vuoden 2012 E-lukuvaatimus kerrostalolle on 130 kWh/ m²,v. Rakennusteollisuus RT ry:n, Talotekniikkateollisuus ry:n ja ympäristöministeriön toteuttaman FInZEB- hankkeen mukainen lähes nollaenergiataso kerrostalon E-luvulle on 116 kWh/ m²,v. Tällöin voidaan ajatella, että lähes nollaenergiataso on saavutettavissa asentamalla Ecovec -laitteisto, sillä sen vaikutus E – lukuun on jopa 14 yksikköä. Yhden Ecowec -hybridilämmönvaihtimen hinta on noin 25 000 – 30 000 euroa asennettuna. (Helppolainen, 2015.)



Kuva 8. Jäteveden lämmön hyödyntäminen käyttöveden esilämmitykseen. (Wasenco, 2015)

4 HYBRIDI-ILMANVAIHTO

Hybridi-ilmanvaihdossa luonnolliseen ilmanvaihtoon yhdistetään koneellisessa ilmanvaihdossa käytettäviä puhaltimia, automaattisia ohjausjärjestelmiä tai muita komponentteja. Ilmaa liikuttavia luonnonvoimia ovat tuuli ja lämpötilaeroista syntyvät ilman tiheyserot ulko- ja sisäilman välillä. Luonnollinen eli painovoimainen ilmanvaihto on ollut käytössä ennen koneellista tulo- ja poistoilmanvaihdon yleistymistä, jota on vauhdittaneet kiristyneet vaatimukset sisäilman laadulle.

Luonnollisen ilmanvaihdon haasteita ovat ilmavirtojen ajoittainen hallitsemattomuus, puutteet ilmamäärissä sekä lämmön talteenoton puuttuminen. Näiden, sekä ilman suodatustarpeen vuoksi, hybridi-ilmanvaihdossa käytetään puhaltimia. Vaikka sisäilmalle asetetut tavoitteet jäävät saavuttamatta, ihmiset työskentelevät ja viihtyvät mielellään luonnonmukaisen ilmanvaihdon rakennuksissa. (Ripatti 2005, 4)

Hybridi-ilmanvaihtojärjestelmän haasteet on selätettävissä nykytekniikan keinoin simuloimalla, joka tehdään optimoiden eri sääoloja ja erilaisia sisäilmaston kuormitusprofiileita. Hybridi-ilmanvaihtojärjestelmän toiminnan ohjaus tapahtuu keskitetysti ja tarpeen mukaisesti mitattavien suureiden, esimerkiksi hiilidioksidipitoisuuden, perusteella. Tällöin koneellisen ilmanvaihdon laitteet voidaan lisätä hallitummin. (Toimistorakennusten hybridi-ilmanvaihto. VTT Tiedotteita 2179. 2002)

Euroopassa luonnonmukaisella tai hybridi-ilmanvaihdolla varustetut rakennukset ovat yleisempiä, mutta Suomessa on käytettävissä tarpeellisia luonnonvoimia vähintään yhtä paljon, joten luonnonvoimien hyödyntäminen sähkön rinnalla pitäisi olla mahdollista. Talviajan huomattava lämpötilaero sisä- ja ulkoilman välillä pitäisi pystyä hyödyntämään. Uusia suodatus- ja lämmön talteenottoratkaisuja kehitellään, kun ilmanvaihtoratkaisut muuttuvat matalapaineiseen suuntaan. Tarpeenmukainen, ulkoilman laadun mukaan muuttuva, suodatus pitäisi olla suuntauksena. (Ripatti 2005, 35)

Lämmön talteenottokoneikon ohitusmahdollisuus mahdollistaisi luonnonvoimien hyödyntämisen leutoina aikoina. Ilmanvaihtokanavien tiiviysvaatimus tulisi kulkea

käsi kädessä käytettävän paineen mukaan. Sisäilmasto-olosuhteiden tulisi joustaa ulkolämpötilan mukaan niin kesällä kuin talvellakin, jolloin ekologiset näkökulmat tulisi huomioiduksi. Myös huoneiden ja käytävien käyttö ilmanvaihtoreittinä tulisi olla sallittua ja kanavoinnin toteuttaminen vain tarpeen vaatiessa. Ekologinen ja energia- tehokas ilmanvaihtojärjestelmä voisi leutona aikana, huhtikuusta lokakuuhun, toimia luonnonmukaisen ilmanvaihdon periaatteella ja talviaikana käytössä olisi koneellinen ilmanvaihto varustettuna tehokkaalla lämmön talteenotolla. (Ripatti 2005, 35)

VTT:n 2002 julkaisemassa raportissa Toimistorakennusten hybridi-ilmanvaihto, todetaan tehtyjen simulointien perusteella, että hybridi-ilmanvaihto energiakustannuksiltaan vertailujärjestelmää, joka oli poistoilman lämmön talteenotolla varustettu koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä, edullisempi puhallinenergian pienen kulutuksen vuoksi. Hybridi-ilmanvaihtoon tarvitaan ilmaa lämmittävä huonekohtainen tuloilmalaite, joka säätelee ilmamäärää hiilidioksidimäärän perusteella. Mikäli hybridi-ilmanvaihto varustetaan poistoilman lämmön talteenotolla, on investointikustannus suurempi, mutta energiakustannus vieläkin edullisempi. Kun tehdään elinkaaritarkastelu, matalapaineinen kanavisto on edullisempi kuin normaalipaineinen. Lämmitysenergiaa hybridi-ilmanvaihtolaitteisto kulutti 60 % ja puhallinsähköenergiaa yli 45 % vähemmän kuin vertailujärjestelmä. (VTT Tiedotteita 2179. 2002)

4.1 Eri hybridi-ilmanvaihtoratkaisuja

Luonnonvoimien ja sähköisten apulaitteiden yhdistelmistä eli hybridi-ilmanvaihtoratkaisuihin on monia eri variaatioita. Tässä työssä esitellään vain Suomen ilmastoon soveltuvia ratkaisuja, jotka ovat periaatteessa mahdollisia vanhusten palvelutalossa ainakin osassa rakennusta.

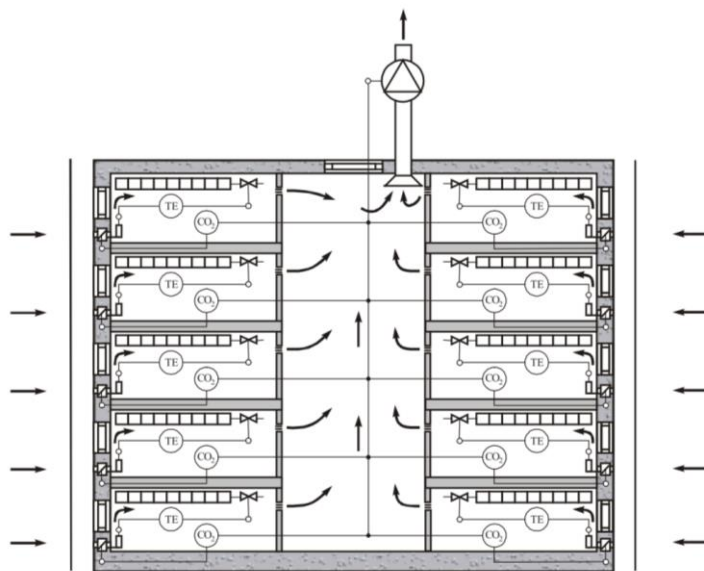
4.1.1 Julkisivuilmanvaihto

Julkisivuilmanvaihdon periaate on se, että ulkoilma otetaan sisään julkisivun kautta. Julkisivuilmanvaihtoon voidaan liittää kaksoisjulkisivu, joka toimii paitsi ilman tulo-

reittinä myös esilämmittimenä, kuva 9. Poistoilma voidaan johdattaa huoneen toiselta laidalta keskitettyyn poistokanavaan. Kaksikerroksinen rakennus muodostaa yhden soveltuvan korkuisen vyöhykkeen, jossa mahdollinen kaksoisjulkisivu avautuu ulkoilmaan ala- ja yläosastaan moottoroitujen aukkojen kautta. Tilan hiilidioksidipitoisuus ohjaa tuloilman säätöpeliä eli ilmamäärää. (Ripatti 2005, 14)

Kaksoisjulkisivu tehdään yleensä 6 mm paksusta karkaistusta lasista. Lasi kiinnitetään 800 mm etäisyydelle ulkoseinästä. Kerrosten välillä sekä ylä- ja alapäässä on aukot, jotka ovat leveydeltään noin 1,5 m. (VTT Tiedotteita 2179. 2002)

Suomessa tuloilma pitää kylminä vuodenaikoina ehdottomasti lämmittää vedon minimoimiseksi, joten tarvitaan lämmittävä päätelaite. Ilma voidaan johtaa sisään asuntoihin esimerkiksi raitisilmaradiaattoreiden tai puhallinkonvektorien kautta, joissa molemmissa tavoissa on tuloilman lämmitysmahdollisuus. Puhallinkonvektorilla ilmaa voidaan tarvittaessa myös jäähdyttää tai jäähdytys voidaan tarvittaessa hoitaa myös muulla tavoin.



Kuva 9. Kaksoisjulkisivuilmanvaihdon toimintaperiaate. (VTT Tiedotteita 2179. 2002, 46.)

Raitisilmaradiaattorissa kiertää lämmitysjärjestelmän, esimerkiksi kaukolämmön tuottama lämmitysvesi, kuva 10. Tuloilma tuodaan seinän läpi joko 75 mm suoralla tai teleskooppiputkella, jota käytetään kun ilmanotto tapahtuu radiaattorin yläpuolelta



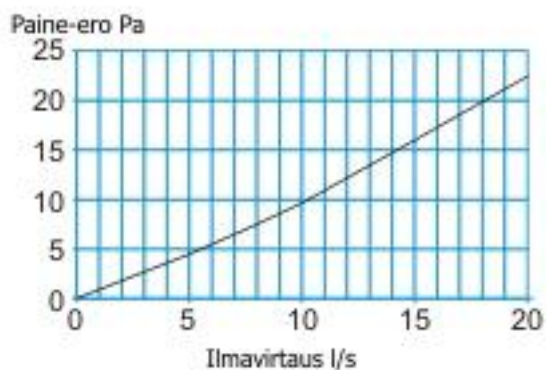
Kuva 10. Raitisilmaradiaattorin toimintaperiaate. (Purmo, 2015)

Radiaattori siis toimii tilan pääasiallisena lämmittimenä ja huolehtii lisäksi tuloilman lämmittämisestä kylmänä ajanjaksona, kuva 11. Mitoituksessa on huomioitava radiaattorin toiminta sekä tila- että tuloilman lämmittimenä. Raitisilmaradiaattoria käytettäessä jäähdytys tulee hoitaa muulla tavoin.



Kuva 11. Raitisilmaradiaattorin tuloilmalaite. (Purmo, 2015)

Raitisilmaradiaattoriin on saatavana myös tuloilman suodatus, joko karkeasuodattimella, F7 -hienosuodattimella tai F9 -ultrasuodattimella. Sisäilmastolukokan S3-mukaisella ilmamäärällä 6 l/s, hlö, F7 -hienosuodatin aiheuttaa 5 Pa painehäviön, kuvan 12 mukaisesti. (Purmo, 2015)



Kuva 12. F7 –luokan suodattimen aiheuttama painehäviö eri ilmavirroilla. (Purmo, 2015)

Tuloilman tuonnissa voidaan vaihtoehtoisesti hyödyntää puhallinkonvektoria. Puhallinkonvektorilla voidaan toteuttaa tilan lämmitys, jäähdytys ja myös ilmanvaihto, kuva 13. Puhallinkonvektorissa on puhallin tai puhaltimia, jotka kierrättävät ilmaa lamellipattereiden läpi. Lamellipattereissa kiertää joko jäähdytys- tai lämmitysvesi. Jäähdytykselle ja lämmitykselle on omat patterinsa. (Seppänen, 2004)



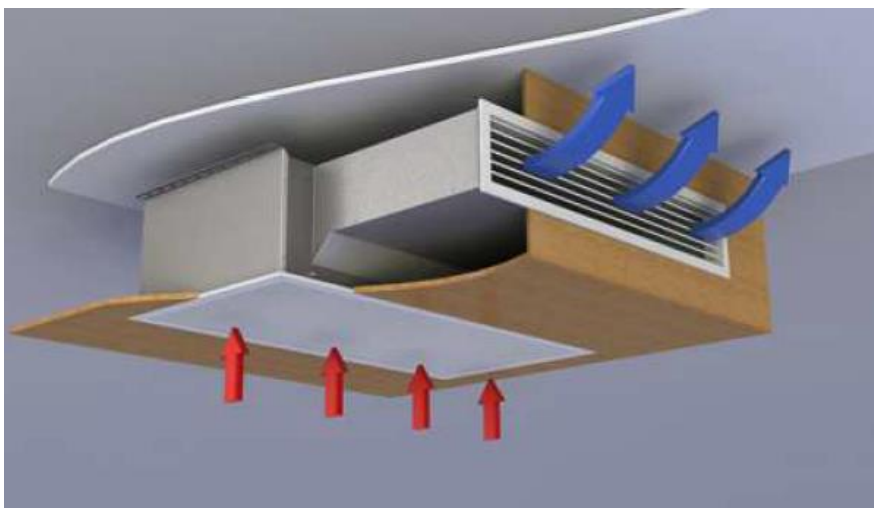
Kuva 13. Puhallinkonvektori, jossa yhdistyy lämmitys, jäähdytys ja tuloilma. (Fläkt Woods, 2015)

Puhallinkonvektorilla saadaan ilmaston joustavuus erittäin hyväksi ja sisäilman taso korkeaksi. Mikäli jäähdytys- ja kosteuskuormat tiloissa ovat kohtuullisia, voidaan puhallinkonvektorijärjestelmä suunnitella ei-kondensoiviksi, jolloin sisäil-

man kosteus ei tiivisty pattereihin eikä kondenssiviemärointiä tarvita. Puhallinkonvektorin lämpötilan säätö voidaan toteuttaa keskitetysti valvontajärjestelmästä.

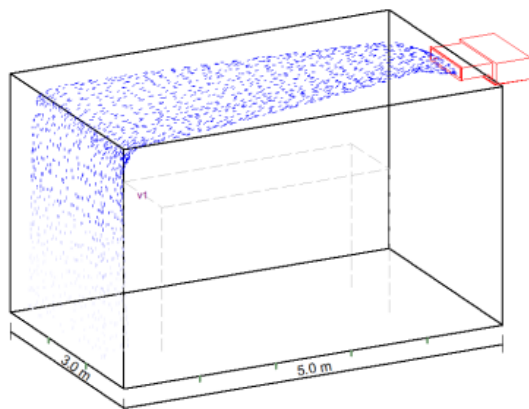
(Seppänen, 2004)

Aktiivinen ilmastointipalkki tarjoaa samat ominaisuudet kuin puhallinkovektori, sillä erotuksella, että laitteen tuloilman suuttimet aiheuttavat suuren painehäviön eikä laitteessa ole puhaltimia. Halton CHB, kuva 14, on otsapinta- ja alakattoasennukseen tarkoitettu aktiivinen ilmastointipalkki, jossa on paluu- (punaiset nuolet) ja tuloilmasäleiköt (siniset nuolet).



Kuva 14. Otsapintaan asennettava aktiivinen ilmastointipalkki toimii jäähdytys-, lämmitys- ja tuloilmalaitteena. (Halton, 2015)

Aktiivinen ilmastointipalkki toimii siten, että primääri-ilma virtaa ensin ilmastointipalkin tuloilmakammioon, josta se indusoituu palkin etupuolella olevien suuttimien ilmavirtaan ja edelleen tuloilmasäleikön kautta huonetilaan. Suuttimien tuloilmasuihkut indusoivat tehokkaasti mukaansa ympäröivää huoneilmaa ja saavat sen kiertämään paluuilmasäleikön ja lämmönsiirtimen kautta, jolloin ilma joko jäähtyy tai lämpenee. Yhdistynyt ilmavirta suuntautuu kattopintaa pitkin coanda-ilmiötä hyödyntäen, kuvan 15 mukaisesti. (Halton 2015)

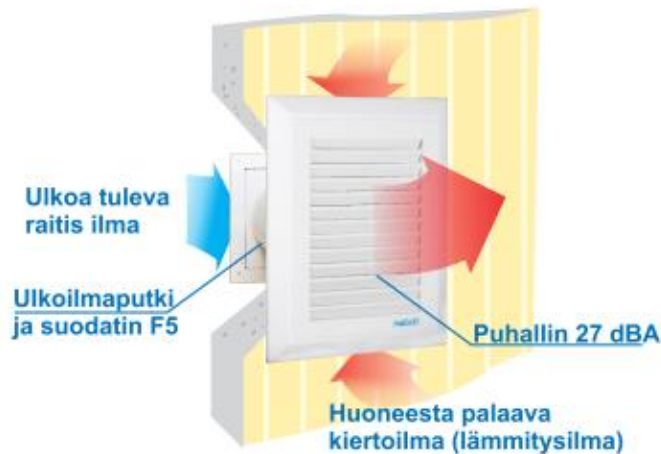


Kuva 15. Ilmavirran suuntaus kattopintaa pitkin otsapintaan asennetusta aktiivisesta ilmastointipalkista. (Halton, 2015)

Aktiivisen ilmastointipalkin etuja ovat:

- hiljainen
- alhaiset ilma- ja vesivirta-arvot sekä jäähdytys- että lämmitystoiminnoissa
- toimii kondensoimattomana järjestelmänä
- tehostustoiminto

Suomalaisen Mobair valmistaa laitteita, jotka soveltuvat korvausilman hallittuun tuontiin. Mobair on yksinkertainen puhaltimella ja suodattimella varustettu korvausilmalaite, joka sekoittaa tuloilmaan huoneen yläosan lämpimämpää ilmaa. Laitteelle tehdään 80-125 mm:n reikä, johon asennetaan tuloilmaputki. Laite lämmittelee ulkoa tuotavan korvausilman sekoittamalla siihen huoneilmaa kuvan 16 mukaisesti. Laitteen 1.2 watin tehoinen puhallin aikaansaa huoneilman ja ulkoa tulevan ilman sekoittumisen. Laitteen vuotuinen sähkönkulutus on 10 kWh. Laitetta on tutkittu YIT:n laboratoriossa vektoriskin selvittämiseksi. Tuloksena oli, että Mobair ei aiheuta veto-riskiä. Laitteessa on M5-suodatinluokan pussisuodatin ulkoilmaputkessa ja saatavana on myös pestävä suodatin.



Kuva 16. Mobair 2030 korvausilmalaitteen toimintaperiaate.

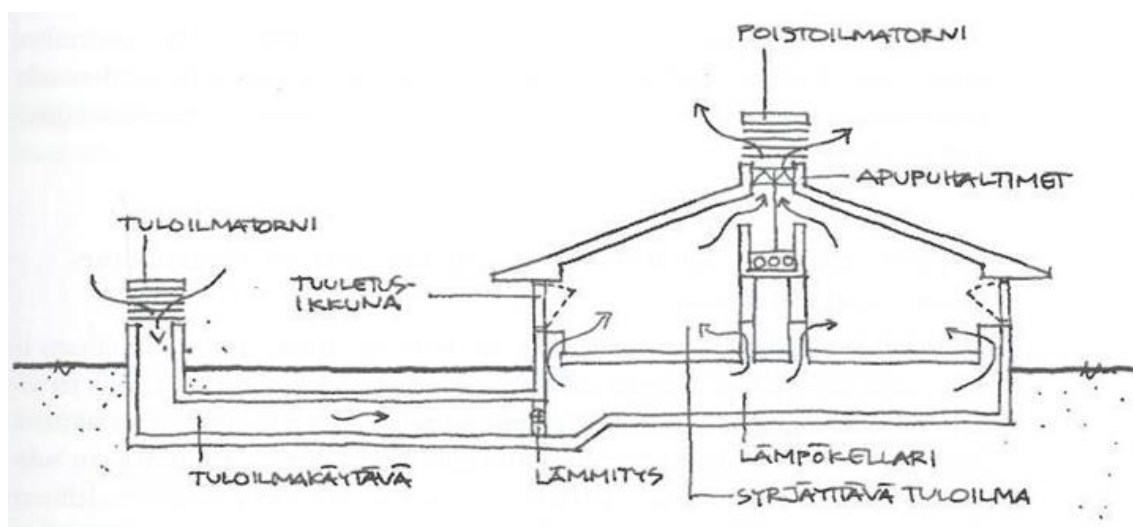
Koska Mobair korvausilmalaitte käyttää ulkoilman lämmitykseen sisäilmaa, osana hybridi-ilmanvaihtoa ei ole tarvetta ohjata korvausilmaa laitteen ohi minään vuodenaikana. Tuloilmasäleikkö on muotoiltu siten, että sisään virtaava ilma sekoittuu nopeasti huoneilmaan ja virtaussuunta on ylös kattoa kohti. Mobairin käyttö osana Palmu-Porin hybridi-ilmanvaihtoa kaatuu laitteen tuottamaan ilmamäärään, joka ei riitä uudisrakennukselta vaadittavaan sisäilmamäärään.

4.1.2 Läpivirtausilmanvaihto

Läpivirtausilmanvaihtoa on hyödynnetty pääasiassa pienissä 4-20 luokkahuoneen kouluissa. Rakennukset ovat yksi tai kaksikerroksisia ja ne sijaitsevat seudulla, jossa ilma on puhdasta. Luokkahuoneissa ja muissa suurissa tiloissa kuten auditoriossa ja auloissa hyödynnetään luonnonmukaista ilmanvaihtoa. Niin sanotut likaiset tilat, kuten WC:t, suihku- ja pesutilat on varustettu jatkuvatoimisella koneellisella poistolla. Keittiöissä ja ruokasaleissa on lämmön talteenotolla varustettu koneellinen tulo-poistoilmanvaihto. (Ripatti 2005, 20)

Tuloilma otetaan sisään pihalla sijaitsevan tornin kautta, josta se johdetaan maanalaista tunnelia eli niin sanottua kulverttia pitkin, kuvan 17 mukaisesti rakennuksen alle. Ilman liike kulvertissa on niin hidasta, että sen läpi kulkeva ilma ehtii talvella lämmitä ja kesällä viilentyä. Rakennuksen alla oleva käytävä toimii sekä niin sanottuna lämpökellarina että tuloilman jakokanavana. Ilmaa lämmitetään käytävässä niin,

ettei synny vedon tunnetta. Vaihtoehtoisesti tuloilma voidaan ottaa rakennuksen katoilta ja johtaa lämpökellariin. (Ripatti 2005, 20)



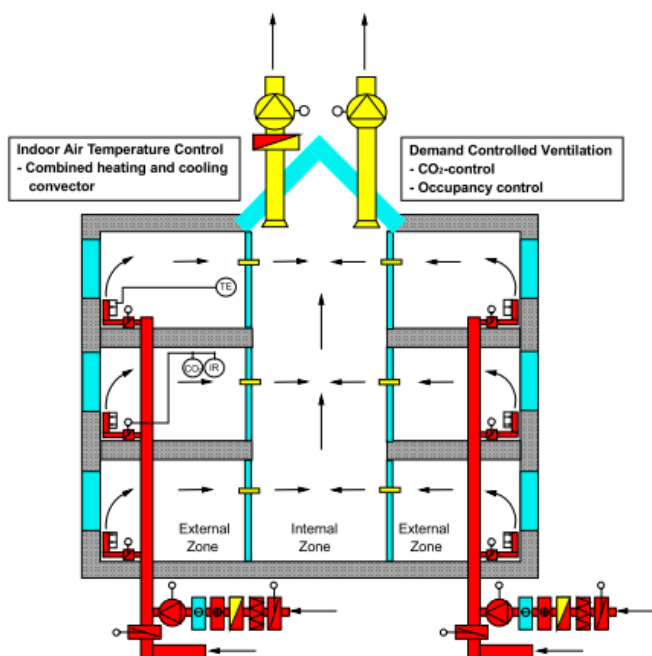
Kuva 17. Läpivirtausilmanvaihto, jossa hyödynnetään maaperän lämpöä ja viileyttä. (Ripatti 2005, 20)

Kun ilma kulkee pienellä nopeudella, alle 1m/s, maan alla useita kymmeniä metrejä, ilman hiukkaset laskeutuvat kulvertin lattialle eivätkä kulkeudu ilman mukana huoneiloihin. Erillistä suodatusta tuloilmalle ei käytetä. Kulvertin seinät, katto ja lattia ovat tehty teräshierretystä betonista, joka on pintakäsitelty pölynsidonta-aineella. Käytävä puhdistetaan imuroimalla keskimäärin kaksi kertaa vuodessa. (Ripatti 2005, 20)

Ilma tuodaan tiloihin syrjäytysperiaatteella tilan väliseiniin, ikkunapenkkiin tai muihin penkkiratkaisuihin rakennettujen tuloilmalaitteiden kautta. Ilma kulkeutuu huone-tilan läpi sen yläosassa oleviin poistoilma-aukkoihin, jotka ovat yleensä erilaisia kattolyhtyjä tai poistoilmatorneja, joiden poistoilma-aukot on sijoitettu alueella valitsevien tuulen suuntien perusteella tai niissä voi olla tuuliroottori vauhdittamaan ilman liikettä. (Ripatti 2005, 20)

Tuloilman nopeutta voidaan nostaa apupuhaltimia hyödyntämällä. Puhallin voi sijaita rakennuksen alla tuloilmakäytävässä tai poistotorin yhteydessä. Kun luonnonvoimat eivät riitä liikuttamaan ilmaa, käytetään puhaltimia apuna. (Ripatti 2005, 20)

Hybridi-ilmanvaihto voidaan toteuttaa myös koneellisen ja painovoimaisen yhdistelmänä siten, että samoja väljäksi mitoitettuja ilmanvaihtokanavia käyttää sekä koneellinen että painovoimainen ilmanvaihto, kuva 18. Leudon sään aikana (lämpötila -5 °C - +10 °C) tuloilma ohittaa ilmanvaihtokoneen ja menee rakennukseen luonnonvoimia hyödyntäen. Järjestelmään sisältyy myös vesikiertoinen poistoilman lämmön talteenotto, josta kerätty lämpö voidaan hyödyntää esimerkiksi käyttöveden tai huoneilojen lämmitykseen. Ilmavirtaa hallitaan hiilidioksidipitoisuuden ja/tai ihmisten läsnäolon perusteella. Järjestelmä ei aseta rajoituksia kerrosten lukumäärälle eikä rakennuksen muodolle. Tuloilman päätelaitteena on puhallinkonvektori, jossa on lämmitys- ja jäähdytysmahdollisuus. (VTT Tiedotteita 2179. 2002, 41.)



Kuva 18. koneellinen tulo-poistoilmanvaihto, joka voi toimia myös painovoimaisena. (VTT Tiedotteita 2179. 2002, 40.)

Järjestelmän ominaisuuksia on erittäin hyvä sisäilmasto, puhaltimien osalta hyvä energiatehokkuus ja hyvä lämmitys. Komponenteista kanavat ovat suuria ja muut vain hieman normaalia suuremmat. Järjestelmän toimiessa painovoimaisena siinä ei ole tuloilman suodatusta, mutta koneellisesti toimiessa on suodatus. (VTT Tiedotteita 2179. 2002, 41.)

4.2 Lämmön talteenotto

Lämmön talteenotolla tarkoitetaan menetelmää ottaa poistoilman lämpö talteen ja siirtää se yleensä tuloilmaan. Lämmöntalteenottolaitteistoja on kolmea tyyppiä: levy-lämmönsiirrin, nestekiertoine ja pyörivä. Näillä laitteistoilla tuloilma saadaan esilämmitettyä ja siten säästettyä esimerkiksi sähköenergiaa.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D3 ”Rakennusten energiatehokkuus” edellyttää, että ilmanvaihdon poistoilmasta on otettava lämpöä talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 45 % ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä. Mikäli lämmön talteenottoa ei ole voidaan lämpöenergian tarpeen pienentäminen toteuttaa parantamalla rakennuksen lämmöneristystä, parantamalla vaipan tiiviyyttä tai vähentämällä ilmanvaihdon lämmitysenergian määrää muulla tavoin kuin ottamalla lämpöä poistoilmasta. (RakMK D3, 2012)

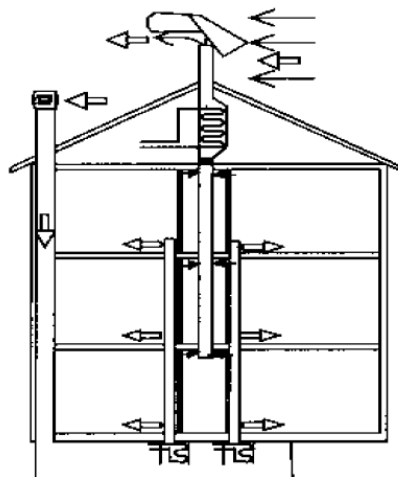
Poistoilman lämmön talteenoton kompensointimahdollisuus sallii edelleen painovoimaisen ilmanvaihdon toteuttamisen. Hybridi-ilmanvaihdossa käytetään apuna mm. puhaltimia, jolloin mahdollisuus lämmön talteenottoon, ja myös tuloilman suodatukseen, on olemassa.

Suomen kylmässä ilmastossa ei päästä energiataloudellisesti tyydyttävään lopputulokseen ilman poistoilman tehokasta lämmön talteenottoa. Eräissä kouluissa, mm. Tampereen Rudolf Steinerkoulussa, lämmön talteenotto on korvattu hyödyntämällä maaperän lämpöä johdattamalla tuloilma rakennuksen alla sijaitsevaan maanalaiseen tilaan (kulvertti), missä ilma lämpenee talvella ja jäähtyy kesällä maaperän vaikutuksesta. Ilman liike on niin hidas, että pöly laskeutuu lattialle. (Ripatti 2005, 4)

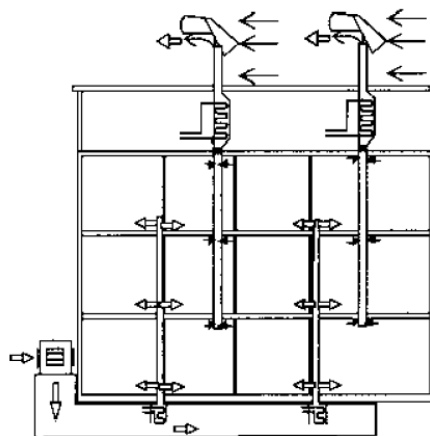
4.2.1 Nestekirtoinen lämmön talteenotto

Norjalaisen rakennustutkimusinstituutin raportissa tarkastellaan erityisesti toimistorakennuksiin soveltuvia hybridi-ilmanvaihdon lämmön talteenottomenetelmiä. Raportissa esitellään myös lämmön talteenottoperiaate, jossa ulkoilmaa tuodaan sisälle

joko katon tasolla olevaa kanavaa pitkin, kuva 19 tai maanpinnan tasolta, kuva 20, lähtevää kanavaa pitkin, joka kulkee osittain rakennuksen alla, jossa ilmaa voidaan esilämmittää tai hyödyntää maaperän viileyttä kesäaikaan. Ilman lämmitys tulee tapahtua nousulinjojen alapäässä, jolloin savupiippuilmio saadaan hyödynnettyä ilman jaossa. Ilma johdetaan huoneisiin kanavien kautta rakennuksen sisältä. Järjestelmissä on myös lämmön talteenotto poistoilmasta nestekiertoisella patterilla. Järjestelmään voidaan lisätä puhaltimia, silloin kun tuuliolot eivät tarjoa tarpeeksi työntövoimaa. Mitä korkeampi rakennus on, sitä suuremmalla nopeudella ilma liikkuu rakennuksen huoneisiin. Riippuen rakennuksen koosta ja muodosta, useampi ilman sisäänottoaukko ja huoneisiin jakava kanavisto tarvitaan. (Skåret ym.1997, 6)



Kuva 19. Ulkoilman sisään tuonti katon tasolta. (Skåret ym.1997,6)



Kuva 20. Ulkoilman sisääntuonti maan tasolta. (Skåret ym.1997,6)

Hybridi-ilmanvaihtoon valitun lämmönvaihtimen on syytä aiheuttaa vain pieni painehäviö. Tämä tarkoittaa pientä otsapintanopeutta verrattuna tavanomaisiin ratkaisuihin. Tämä tarkoittaa taas suurempaa lämmönvaihtimen pinta-alaa ja kalliimpia komponentteja, mutta myös tehokkaampaa lämmön talteenottoa. Erityisen tärkeää on huolehtia siitä, että lämmönvaihtimen pinta pysyy puhtaana käyttämällä suodatinta ennen lämmönvaihdinta. Suuren pinta-alan vuoksi voidaan käyttää edullisia taso-suodatintia, mikä kompensoi suuren lämmönvaihtimen aiheuttamaa kustannusta. (Skåret ym. 1997, 7-8)

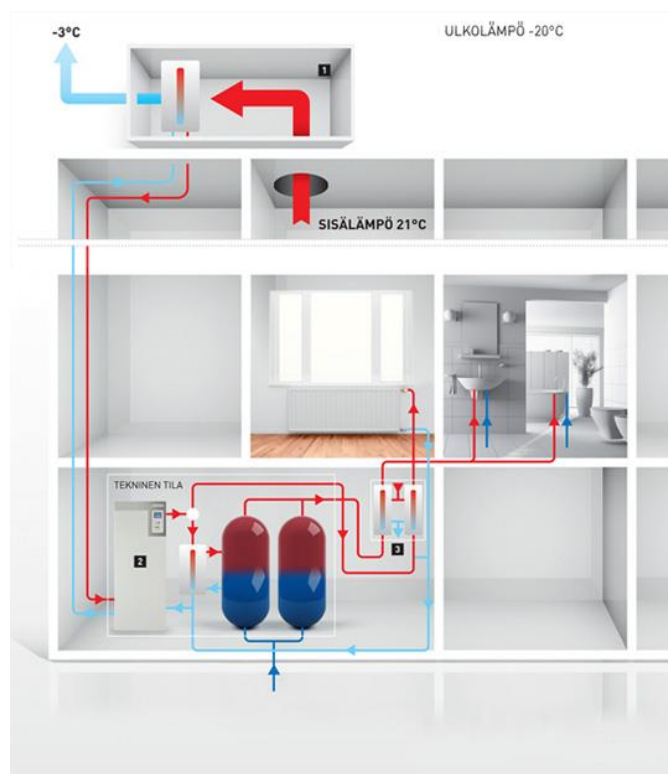
Pienin liikkeelle paneva voima toimivalle luonnonmukaiselle ilmanvaihdolle lämmön talteenotolla varustettuna on arvioiden mukaan noin 15 Pa, mikä tarkoittaa että järjestelmä tarvitsee toimiakseen puhaltimien apua. Luonnonolot voivat synnyttää myös tilanteita, jossa ilmavirta on liian tehokas, jolloin tarvitaan virtauksen rajoittajia. Matalapainepuhaltimet ovat itsessään tehokkaita virtauksen rajoittajia ja tasapainottajia, mikä tarkoittaa että erillisille virtauksen rajoittimille ei ole tarvetta. Puhaltimien nopeutta voidaan kontrolloida virtausanturilla. (Skåret ym. 1997, 7-8)

4.2.2 Poistoilmalämpöpumppu

Hybridi-ilmanvaihdossa voidaan yhdistää painovoimaiseen tuloilmaan koneellinen poisto, joka pitää ilmamäärät määräysten ja suunnitelmien mukaisina. Koneelliseen poistoon voidaan liittää poistoilmasta lämmön talteen ottava poistoilmalämpöpumppu. Poistoilmasta talteen otettua lämpöä voidaan käyttää joko käyttöveden tai tilojen lämmitykseen, kuva 21.

Poistoilmalämpöpumpun toimintaperiaate on sama kuin muidenkin lämpöpumppujen; se perustuu kylmäaineen suljettuun kiertoprosessiin. Kylmäaine virtaa järjestelmässä, jossa on yksinkertaisimmillaan lauhtutin, paisuntaventtiili, höyrystin ja kompressori. Lämmönsiirtoprosessi perustuu siihen, että kylmäaine vuoroin sitoo lämpöä höyrystyessään ja vuoroin luovuttaa lämpöä lauhtuessaan. Poistoilmasta saadaan lämpöä, joka höyrystää lämpöpumpussa kiertoaineena toimivan kylmäaineen.

Nestemäisen kylmäaineen muuttuminen höyryksi sitoo lämpöenergiaa (lämpötilassa noin $0\text{ }^{\circ}\text{C}$). Kompressorin imee höyrystyneen kylmäaineen höyrystimeen. Kompressorin samanaikaisesti myös puristaa kylmäaineen pienempään tilaan, minkä vuoksi kylmäaineen paine ja lämpötila nousevat. Kuuma (lämpötila noin $100\text{ }^{\circ}\text{C}$) ja korkeapaineinen kylmäainehöyry ohjataan lauhduttimeen. Lauhduttimessa esimerkiksi lämmitysverkon vesi jäädyttää kylmäainehöyryä, joka lauhtuu takaisin nestemäiseksi. Tällöin vapautuu lämpöä, joka siirtyy lämmitysverkoston. Tämän jälkeen nestemäinen ja jäähtynyt kylmäaine ohjataan paineenalennusventtiiliin ennen kuin se palaa jälleen höyrystymiseen ja uusi kylmäainekierros voi alkaa. Pienenalennusventtiili alentaa painetta ja laskee lämpötilaa (noin $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$). Lämpöpumpun energiatehokkuuden ja kannattavuuden vuoksi on olennaista, että lauhduttimessa saatava lämpövirta on suurempi kuin kompressorin ottama sähköteho. (Seppänen, 2001, 377)



Kuva 21. Poistoilmalämpöpumpun toimintaperiaate. (Naavatar, 2015)

Poistoilmalämpöpumpulle on edullista, että rakennuksen poistoilmaa poistetaan mahdollisimman harvoista paikoista. Mikäli poistoilma-aukkoja on useampia, epäsuoran järjestelmän käyttö on teknisesti helpompaa kuin suoran. Jokaiseen jäteilma-aukkoon asennetaan jäädytyspatteri, jossa kiertävä kylmäaine johdetaan lämpö-

pumpun höyrystimeen. Niin sanotussa suorassa järjestelmässä usean hörypatterin käyttö johtaa pitkiin kylmäaineputkivetoihin ja useisiin liitoksiin. Kompressori ja lauhdutin voivat sijaita joko ullakolla tai pohjakerroksessa lämmityslaitteiston lähellä riippuen rakennuksesta ja putkivetojen pituudesta. (Seppänen, 2001, 381)

Lauhtumislämpötilan ja höyrystymislämpötilan erotuksen pieneneminen suurentaa lämpökerrointa. Lämpöpumpun tuottama lämpö on siis edullista käyttää mahdollisimman alhaisessa lämpötilassa, jolloin lämpötilaero on pieni ja lämpökerroin suuri. (Seppänen, 2001, 382)

Mikäli lämpöpumpun höyrystin sijoitetaan katolle ilmavirtaan, kyseessä on suora höyrystys. Mikäli höyrystin on lämpökeskuksessa ja on putkistolla yhdistetty poistoilma-aukossa sijaitsevaan lämmön talteenottopatteriin, kyseessä on epäsuora höyrystys. Koska lämpöpumppu jäädyttää poistoilmaa voimakkaasti, laskee sen lämpötila alle kastepistelämpötilan. Tällöin vettä tiivistyy jäähdytyspatterin pintoihin. Tiivistyvä vesimäärä saattaa asuntoa ja vuorokautta kohden olla yli 5 kg, joten on tärkeää, että vesi johdetaan hallitusti viemäriin. (Seppänen, 2001, 382.)

4.3 Hybridi-ilmanvaihdon vaatimukset rakennukselle

Kun rakennukseen halutaan toteuttaa hybridi-ilmanvaihto, on erityisen tärkeää, että kaikki suunnittelijat tekevät yhteistyötä, sillä luonnonvoimia hyödyntävän ilmanvaihdon toimintaedellytykset koskevat kaikkia suunnittelualoja. (Ripatti 2005, 32)

Rakennuksen massoittelu, kerroskorkeudet, tulo- ja poistoilmapiiput, ilmanvaihtoreitit ym. ovat luonnollisen hybridi-ilmanvaihdon perusratkaisuja, jotka vaikuttavat ratkaisevasti myös rakennuksen arkkitehtoniseen ilmeeseen. Ilmanvaihtoratkaisu tulisi siis olla päätettynä jo hankevaiheessa. (Ripatti 2005, 32)

Onnistuneen suunnittelun lähtökohtia ovat mm. seuraavat: (Ripatti 2005, 32)

- Rakennuksen tulee olla kapearunkoinen; vielä 15 metriä syvä runko toimii luonnollisella ilmanvaihdolla

- Huoneet tulisi olla mieluummin vinokattoisia ja huonekorkeus tulisi olla vähintään kolme metriä.
- Tuloilma tuodaan huonetilaan mieluiten syrjäytysperiaatteella lattiatason yläpuolelta.
- Yöjäähdytyksen hyödyntämiseksi rakenteet tulisivat olla massiivisia.
- Rungon massiivisuutta voidaan pyrkiä lisäämään ontelomaisilla laattarakenteilla.
- Valoaukot tulisi suojata huolellisesti ulkopuolisella aurinkosuojauksella.
- Ilmanvaihdon laitteet ja reitit tulee suunnitella huolella.
- Yötuuletuksen reitit on suunniteltu etukäteen. Turvallisuusasioihin on kiinnitetty huomiota.
- Tuloilmapiippujen ja poistoilma-aukkojen oikealla sijoittelulla varmistetaan ilmanvaihdon optimaalinen toiminta.
- Mikäli rakennuksessa hyödynnetään kaksoisjulkisivua osana ilmanvaihtoa, tulee yhden vyöhykkeen olla maksimissaan kolmen kerroksen korkuinen ja kaksoisjulkisivu tulee olla kesäaikaan tuulettuva.

Hybridi-ilmanvaihdon toimintaprosessi on hyvin riippuvainen ulkopuolista ilmasto-olosuhteista sekä rakennusta ympäröivästä mikroilmastosta, kuten myös rakennuksen lämpöteknisestä toimivuudesta. Nämä seikat onkin otettava huomioon heti suunnittelun alkumetreiltä lähtien. (Principles of hybrid ventilation, 2002)

4.4 Jäähdytys

Rakennusmääräyskokoelma D2 määrää, että rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että oleskeluvyöhykkeen viihtyisä huonelämpötila voidaan ylläpitää käyttöaikana niin, ettei energiaa käytetä tarpeettomasti. Kokoelman D3-osassa annetaan määräys suunnitella ja rakentaa rakennus siten, että tilat eivät lämpene haitallisesti. Ylilämpenemistä estetään ensisijaisesti käyttämällä rakenteellisia ja muita passiivisia keinoja sekä yöllä tehostettua ilmanvaihtoa. Rakenteellisia ja passiivisia keinoja ovat esimerkiksi erilaiset auringonsuojausratkaisut, lasipintojen koko ja suuntaus sekä rakennuksen massoittelu.

Aikaisemmin yleinen käytäntö on ollut, että arkkitehti on tehnyt itsenäisesti lämpötilojen hallinnan kannalta keskeisiä valintoja, kuten massoittelua, ikkunoiden kokoa, suuntausta ja rakennetyyppejä. Uusien rakentamismääräysten mukainen kokonaisenergiatarkasteluun pohjautuvalle suunnitteluprosessille on ominaista, että lvi:n, energiatehokkuuden ja rakennusfysikaalinen suunnittelu on mukana heti ensimmäisten luonnosten laatimisesta lähtien. Energiatehokkuuden suunnittelua ja toteutumista ohjaa joko pääsuunnittelija, joka voi olla arkkitehti tai erillinen energia-asiantuntija. Lämpötilasimulointi kesäajan yllämpenemisen rajoittamisen työkaluna on myös vuoden 2012 rakentamismääräysten mukanaan tuomia uutuuksia. Kesäajan huonelämpötilaa rajoitetaan siten, että niin sanottua jäähdytysajan arvoa, joka asuinnoissa on huonelämpötila 27 °C, ei saa ylittää enemmän kuin 150 astetuntia 1. kesäkuuta ja 31. elokuuta välisenä aikana. Asetunti tarkoittaa jäähdytysrajan ylittävän astemäärän ja tuntien tuloa. Vaatimuksenmukaisuus osoitetaan lämpötilasimuloinnilla. Asuinkerrostalossa tulee simuloida vähintään yksi huoneisto, jonka aurinkolämpökuormat ovat suurimmat eli ikkunoita etelään tai länteen. (Kurnitski, 2012)

Estämällä auringonlämmön liiallinen pääsy sisätiloihin voidaan huomattavasti vähentää jäähdytystarvetta. Mikäli rakennukseen suunnitellaan suuria ikkunapintoja, ikkunat avautuvat aurinkoisiin ilmansuuntiin, tiloissa on kattoikkunoita tai auringonsäteilyn voi olettaa aiheuttavan liikalämpöä, on syytä tarkastella onko aurinkosuojuukselle tarvetta. Aurinkosuojaus voidaan toteuttaa arkkitehtonisilla ratkaisuilla, mutta mikäli ne eivät riitä suojuuksen toteuttamiseen, on syytä harkita erillisten aurinkosuojien käyttöä. Ulkopuoliset aurinkosuojat vaikuttavat tehokkaammin lämmön siirtymiseen, mutta ovat alttiimpia sääoloille. Sisäpuolisten suojien käyttö ja säätö on helppompaa. (RT-kortti 07-10912)

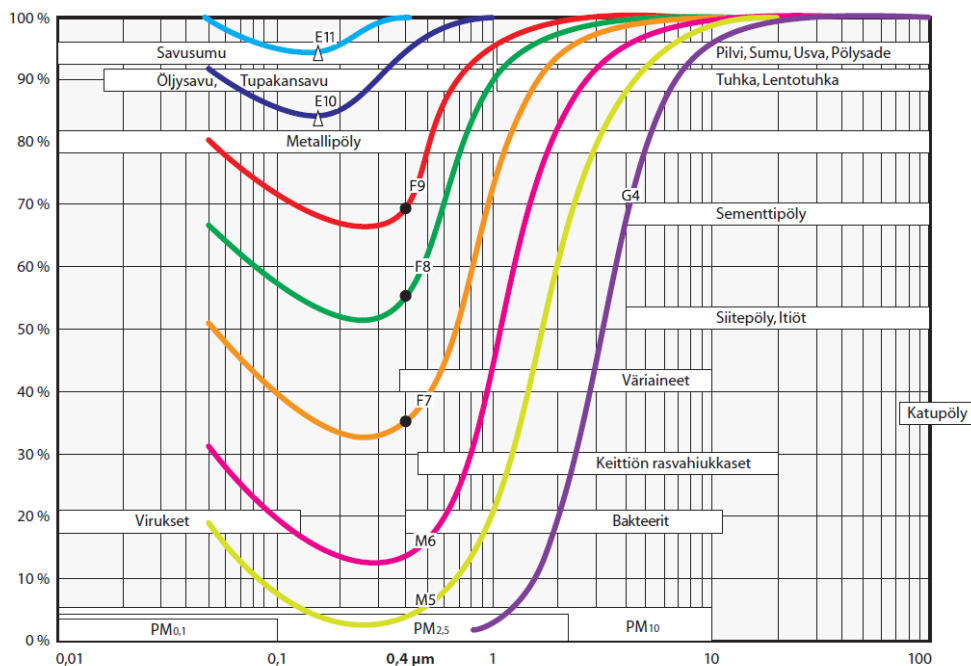
Puhallinkonvektori on laite, jolla voidaan hoitaa huonetilan jäähdytys ja tarvittaessa myös lämmitys. Joihinkin malleihin voidaan yhdistää myös ilmanvaihdon tuloilma. Puhallinkonvektorissa on suodatus, lämmön talteenotto, lämmitys- ja jäähdytystoiminto. Puhallinkonvektorissa jäähdytystä tehdään kylmällä vedellä, joka on yleensä tuotettu vedenjäähdytyskoneessa tai maapiirissä. Lämmityksen kyseessä ollessa hyödynnetään vesikeskuslämmityksen lämpöä. Puhallinkonvektorilla saadaan toteutettua joustava, yksilöllinen ja korkeatasoinen sisäilmasto. Puhallinkonvektorin maksimallinen jäähdytysteho on 150 W/m² sen sijaitessa alakatossa. (Seppänen, 2004)

4.5 Tuloilman suodatus

Ulkoilmassa on epäpuhtauksia, mm. terveydelle haitallisia pienhiukkasia. Etenkin kaupunkien ilma sisältää liikenteen, teollisuuden ja muiden epäpuhtauslähteiden päästöjä. Epäpuhtauksia saattaa kulkeutua tuulen mukana pitkienkin matkojen päästä. Tuloilman suodatuksella estetään epäpuhtauksien pääsy sisäilmaan, jota suurimman osan päivästä hengitämme. Rakentamismääräyskokoelman osa D2 edellyttää sisäilman olevan puhdasta ja raikasta ja tuloilma pitää tarvittaessa suodattaa. Mikäli ulkoilma on riittävän puhdasta, suodatus voidaan jättää pois. Kuvassa 22 esitellään eri epäpuhtauksia ja suodattimien erotusasteet. (VTT Tiedotteita 2179. 2002, 38.)

Hiukkasia ilmasta poistavat ilmansuodattimet jaetaan erotuskykynsä perusteella seuraavasti: (LVI 31-10507, 2012)

- Karkeasuodattimet, luokat G1-G4 poistavat pääosan suurista hiukkasista, mutta pienhiukkasista suurin osa läpäisee suodattimen. Käytetään esimerkiksi ilmanvaihtokoneiden esisuodattimina. Painehäviö 250 Pa.
- Keskitaso suodattimet, luokat M5- M6. Painehäviö 450 Pa.
- Hienosuodattimet, luokat F7-F9 poistavat myös pienhiukkasia. Painehäviö 450 Pa.



Kuva 22. Ilman epäpuhtauksia ja ilmansuodattimien erotusasteet eri suodatusluokissa. (LVI 31-10507, 2012)

Kuten yllä olevasta suodattimien luokista havaitaan, tuloilman suodattimien painehäviö on hyvin suuri verrattuna painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän käytettävissä olevaan paine-eroon. Tällöin suodatin voidaan mitoittaa niin suureksi, että painehäviö saadaan tarvittavan pieneksi. Vaihtoehtoina kuitusuodattimien käytölle on sähkösuodatus tai ionisoiva suodatus, joilla molemmilla on pienet painehäviöt. Esimerkiksi ionisoivasta suodatuksesta löytyy Ruusutorpan koululta Espoosta. Kokemusten mukaan tuloilmatunneli eli kulvert toimii varsin hyvin siitepölyn suodattimena. Mahdollista on suunnitella hybridi-ilmanvaihto siten, että ilmaa voidaan ottaa sisään suodattamattomana ulkoilman ollessa puhdasta. (VTT Tiedotteita 2179. 2002, 38.)

5 HAASTATTELUT TEHOSTETUN PALVELUASUMISEN YKSIKÖISSÄ PORISSA

Kirjoittaja kävi tutustumassa toukokuussa 2015 kahteen tehostetun palveluasumisen yksikköön; Palvelutalo Jokihelmeen ja Palvelutalo Jokirantaan Porin Karjarannassa. Haastatteluiden tarkoituksena oli saada kuva asukkaiden kunnosta yleisellä tasolla, tilojen toimivuudesta ja mahdollisista kehittämistarpeista. Seuraavat kappaleet kyseessä olveista palvelutaloista ovat omia huomioita ja henkilökunnan kertomia seikkoja.

Asukkaat tehostetun palveluasumisen yksiköissä ovat pääosin dementoituneita, joten ajatus asukkaiden haastattelusta ei toteutunut toivotulla tavalla. Joka osastolla on huonokuntoisia asukkaita, jotka saavat hoitonsa sänkyyn. Suurin osa asukkaista on vaipoissa vaikka periaatteessa pystyvät tarpeistaan avustettaessa huolehtimaan. Kaikilla asukkailla on ranteessaan turvaranneke, jonka nappia painamalla he voivat kutsua henkilökuntaa. Henkilökunta saa automaattisen ilmoituksen, mikäli turvaranneke on irronnut ranteesta.

Uusi vanhuspalvelulaki edellyttää, että aviopareille suodaan mahdollisuus jatkaa yhteiselämäänsä, vaikka toinen tulisikin niin huonoon kuntoon, että olisi oikeutettu paikkaan palvelutalossa. Sekä Jokihelmen että Jokirannan huoneet ovat niin pieniä, ettei niihin mahdu kahta ihmistä asumaan. Hoitajien eteen sellaista tilannetta, että aviopari olisi paikkaa tarvinnut, ei muistunut mieleen. Yhden avioparin muistettiin palvelutalossa olleen, mutta he asuivat eri osastoilla. Palveluasuntopaikoista on myös kova pula ja se osaltaan vaikeuttaa parempikuntoisen aviopuolison elämistä palvelutalossa.

Palvelutaloissa pestään asukkaiden vaatepyykkiä, mutta lakana ja muu isompi pyykki kuten vuodevaatteet kuljetetaan pesulaan. Jokihelmen uudessa B-osassa on pyykkikuilu, jolla pyykkiä voidaan pudottaa ylemmistä rullakoihin pyykkihuoneeseen. Järjestelmä ei kuitenkaan toiminut, sillä pyykkikuilu toimii myös vaippajätteen pudottamiseen. Vaippajäte ja pyykki ovat menneet sekaisin pyykkihuoneeseen rullakoiden täytyessä. Molemmissa palvelutaloissa ilma oli raikasta eikä ilmanvaihdosta ollut huomautettavaa henkilökunnalla eikä asukkailla.

5.1.1 Palvelutalo Jokihelmi

Jokihelmi on kahdessa osassa rakennettu Puunaulankadulla sijaitseva palvelutalo. A-osa valmistui vuonna 2013 ja B-osa vuonna 2015. Palvelutalossa on yhteensä 126 asukaspaikkaa. Asunnot ovat kooltaan noin 20 m² ja ne kalustetaan sänkyä ja yöpöytää lukuun ottamatta asukkaan omilla huonekaluilla.

Jokihelmen A-osan julkisivu ja Karjarannantien puoleiset parvekkeet aukeavat etelään ja henkilökunta valitteli tilojen olevan hiostavan kuumia kesähelteillä. He ovat tiedustelleet mahdollisuutta saada ilmalämpöpumppuja tiloja viilentämään, mutta ulkoyksikköjen asentaminen julkisivuihin on evätty. Etelään aukeavien parvekkeiden käyttö on kesähelteillä myös tukalaa. Lisäksi lasituksen mekanismit ovat verraten yksinkertaiset ja parvekkeiden kaiteet liian alhaalla, ettei vanhuksia voi yksin päästää parvekkeille putoamisvaaran vuoksi. B-osan parvekkeet suuntautuvat itään, joten niiden käyttöä ei kuumuus rajoita. Myös valaistus oli silmin nähden parempi uudella B-puolella.

Jokihelmessä on esteettömät piha-alueet ulkoiluun, mutta käytännössä asukkaiden ulkoiluttaminen on vapaaehtoisten ja omaisten harteilla, sillä kerrostalossa liikkuminen edellyttää useiden sähkölukkojen avaamista eikä henkilökunnalla ole aikaa kuljettaa vanhuksia ulos eikä olla ulkona vanhusten seurana.

Ruoka palvelutaloihin tuodaan kaupungin omistamasta Cygnauksen ruokatehtaasta ja palvelutaloissa on vain jakelukeittiöt. Jokihelmen A-osan keittiöt saivat käyttäjiltä kiitosta toimivuudestaan, mutta B-osan keittiöt ovat huomattavasti pienempiä, laskutilasta ja kaappitilasta on pulaa.

Muita hyviksi koettuja ratkaisuja Jokihelmessä olivat A-osan pesutilojen hyvät tilat; wc-istuimen pystyi kiertämään, sekä värikkäät tartuntakahvat, jotka heikosti näkevä vanhus pystyy hyvin erottamaan. Yhteisissä tiloissa oli mikroaaltouuni ja kahvinkeitin omaisia varten. B-puolen kirkkaanväriset tuolit ja muut sisustuseikat saivat kiitosta. Eri värit paitsi elävöittävät sisäympäristöä, myös helpottavat vanhusten havainnointia, kuvan 23 mukaisesti. Jokihelmen huoltotilat sijaitsevat alakerrassa.

Ruoka, jäte ja pyykit kuljetetaan erillisestä huolto-ovesta eikä toiminta häiritse talon muuta toimintaa.



Kuva 23. Palvelutalo Jokihelmen toimivat wc-tilat, joissa wc-istuimen pystyy kiertämään ja värikkäät kahvat ja wc-istuin on helposti havaittavissa.

Lattiamateriaaleissa ei saisi olla suuria kuvioita eikä jyrkkiä värieroja, sillä dementoituneen ja monesti huononäköisen hahmotuskyky häiritsee astumista eriväriselle alueelle. Käytävien valaistus vanhemmassa A-osassa oli henkilökunnan mielestä sekä omien havaintojen mukaan liian hämärää. B-osan valaistus oli silmännähdän kirkkaampaa. Jokihelmessä on kuntosali, jota parempikuntoiset vanhukset voivat käyttää fysioterapeutin tai kunto-ohjaajan avustuksella. Omaehtoisesti sinne ei ole mahdollisuus päästä.

5.1.2 Palvelukoti Jokiranta

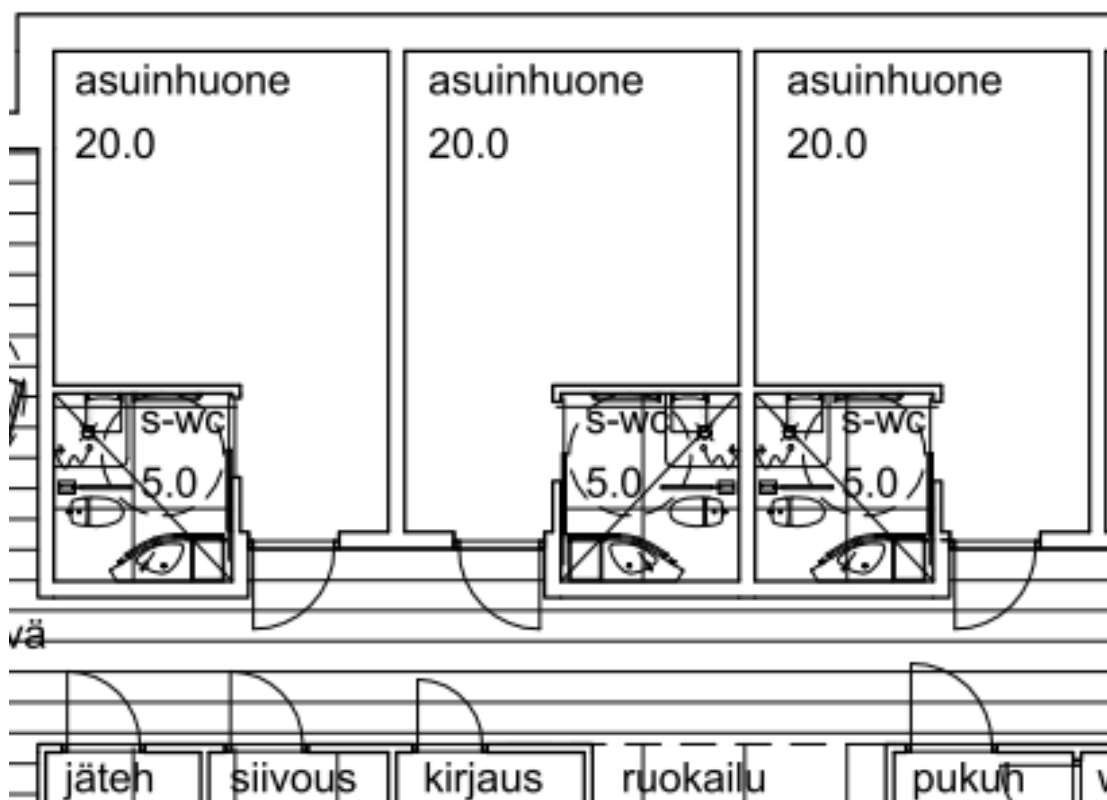
Palvelukoti Jokiranta sijaitsee Karjarannassa osoitteessa Karjapiha 6. Jokiranta on valmistunut vuonna 2008 ja sen on 56-paikkainen tehostetun palveluasumisen yksikkö. Neljässä osastossa on kussakin 14 asukaspaikkaa. Osastot ovat valoisia ja pohjaratkaisultaan kahdeksikon mallisia, jolloin liikkeelle pääsevillä vanhuksilla tilaa liik-

kua. Pesutilat ja keittiöt, joiden toiminnasta ei löytynyt moitittavaa, sijaitsivat kahdeksikoiden keskiöissä. Parvekkeita oli kahteen ilmansuuntaan, ne oli viihtyisästi sisustettu ja enemmän käytössä kuin toisessa palvelutalossa. Parvekkeet ovat syviä, jolloin kesäajan liika auringonpaiste leikkautuu pois. Myös parvekkeiden lasituksen keskikohdassa sijaitseva ritilä auttaa pitämään lämpötilat kohtuullisina. Parvekkeiden ovien kerrottiin olevan lämpimillä ilmoilla auki, jolloin vanhukset pääsevät omaehtoisesti nauttimaan raikkaasta ilmasta. Alimman kerroksen ulkoilupiha on vanhusten omaehtoisessa käytössä, jähka pihalle saadaan puuttuva portti.

Epäkohdista nousi esille se, että samasta ulko-ovesta kulkee kaikki tavara, jätteet, ruoka ja vierailijat. Talvella ovi on auki pitkiäkin aikoja, jolloin oven edustalla sijaitsevissa toimistohuoneissa on kylmä. Jokirannan asuntojen pesutiloissa on pesuistuin kiinteästi toisin kuin Jokihelmessä. Molempia ratkaisuja kiiteltiin.

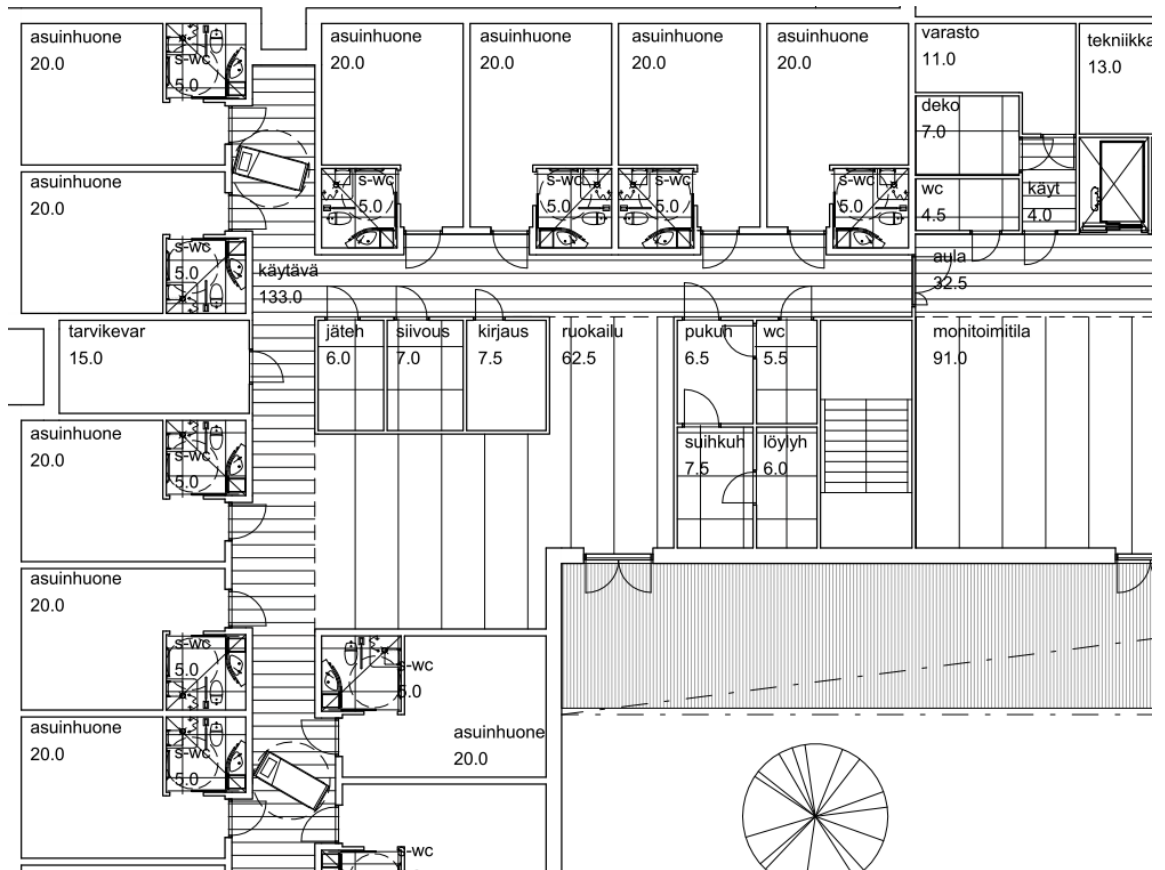
6 PALVELUTALO PALMU-PORI

Porin YH-Asunnot Oy rakennuttaa Porin Palvelukiinteistöt Oy:lle Palmu-Pori nimisen vanhusten palvelutalon. Palvelutalo oli tarkoitus rakentaa Päärnäisiin kaupungin-sairaalan yhteyteen, mutta Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA, jolta haetaan projektille korkotukilainaa ja avustusta, ei hyväksynyt rakennuksen sijoittamista, sillä sen katsottiin keskittävän liikaa hoitoa vaativia ihmisiä samalle alueelle eli synnyttävän segregatiota. Palvelutalolle haettiin uutta tonttia ja ARA:lle esitetään, että se rakennetaan Rieskalaan Meri-Porin koulukeskuksen läheisyyteen. Kartta rakennuspaikasta on kuvassa 24. Uusi hakukierros ARA:lle tehtiin syyskuussa 2015. Jos myönteinen päätös rahoituksesta saadaan odotusten mukaisesti tammi-helmikuussa 2016, rakennus valmistuisi vuoden 2017 aikana.

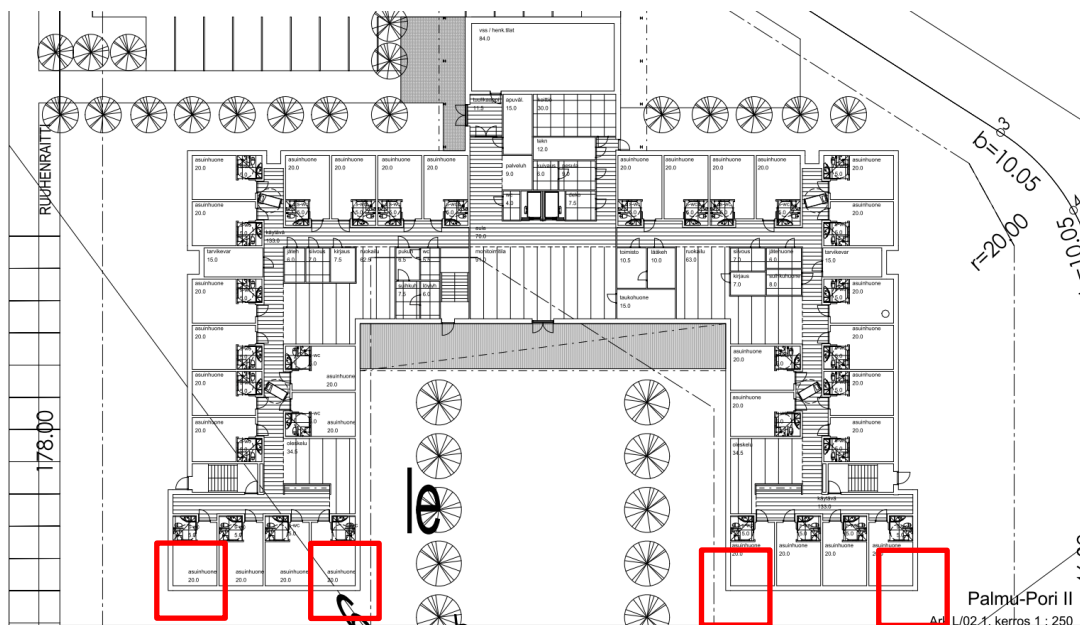


Kuva 25. Palmu-Porin asuinhuoneet ovat 20 m²:n kokoisia ja lisäksi joka huoneessa on pinta-alaltaan viiden neliömetrin WC ja peseytymistilat.

Huoneiden välinen käytävä on mitoitettu siten, että sairaalasängyn saa käännettyä huoneeseen. Käytävät muodostavat toimisto- ym. tilojen ympärille lenkin, jota vanhukset voivat kiertää kävelyillään ollen koko ajan henkilökunnan silmien alla, kuva 26. Rauhallinen ja turvallinen ulkoilupiha-alue on suunniteltu nimenomaan liikuntarajoitteisten vanhusten tarpeita varten. Rakennus avautuu lounaaseen ja on muodoltaan u-kirjaimen mallinen, jolloin muodostuu suojaisa ulkoilupiha, kuva 27. Kuvaan 27 on merkitty punaisilla neliöillä huoneet, joissa on kesäaikaisen ylikuumenemisen riski ja todennäköisyys jäähdytyksen tarpeelle on ilmeinen. Ensimmäinen kerros on maan tasalla ja sieltä vanhuksilla on pääsy piha-alueelle. ARA:n ohjeistuksessa neuvotaan vanhusten ryhmäkodin sijoittamista pääsääntöisesti maantasokerrokseen, joten tämä toteutuu Palmu-Porissa ensimmäisen kerroksen osalta. Toisessa kerroksessa on parvekkeita ulkoilua varten.



Kuva 26. Palmu-Porin toisen kerroksen pohjakuvaa.



Kuva 27. Rakennus on u:n mallinen, jolloin sisäpihasta muodostuu suojaisa ulkoilu-alue. Punaisilla neliöillä merkityissä huoneissa on kesäaikaisen ylikuumentumisen riski korkea.

Asemakuva liitteessä 1 sekä arkkitehtikuvat kerroksista 1 ja 2 liitteissä 2 ja 3.

7 RESTORATIIVINEN PALMU-PORI

Palvelutalo Palmu-Porissa kiinnitetään erityistä huomiota vanhuuden mukanaan tuomiin ominaisuuksiin, sillä lähtökohtana on suunnitella se restoratiiviseksi eli hyvinvointia tukevaksi tai jopa kohentavaksi.

7.1 Vanhusten palvelutalo Palmu-Poriin soveltuvat hybridi-ilmanvaihtoratkaisut

Suomessa hybridi-ilmanvaihtoa on hyödynnetty pääasiassa kouluissa eikä esimerkkiratkaisua vanhusten palvelutalosta löydy. Keski-Euroopassa ilmanvaihdossa luonnonvoimien hyödyntämisen taustalla on halu säästää sähköenergiaa, jonka hinta on siellä huomattavasti korkeampi kuin Suomessa. Säästö saadaan kun koneellisessa ilmanvaihdossa jatkuvatoimiset puhaltimet korvataan hybridi-ilmanvaihdossa vain ajoittain käytettävillä matalapaineisilla puhaltimilla.

Energiavaatimusten lisäksi hankkeessa on myös muita vaatimuksia tilojen palvelutasosta ja laadusta. Vanhusten palveluasumisen erityistavoitteena on varmistaa sisäolosuhteiden terminen viihtyisyys (sisälämpötilojen tasaisuus eri vuodenaikoina, vedottomuus ja käyttäjien kannalta miellyttävä lämmönjakotapa) ja sisäilman hyvä laatu. (ARA, Lähes nollaenergiatalon suunnitteluohjeet, 2013)

7.1.1 Julkisivuilmanvaihto

Yhtenä potentiaalisena vaihtoehtona Palmu-Porin hybridi-ilmanvaihdoksi kannattaa tarkastella julkisivuilmanvaihtoa varustettuna koneellisella poistolla, johon on yhdistetty lämpöpumppu poistoilman lämmön talteenottoa varten. Poistoilmalämpöpumpulla saadaan toteutettua rakennusmääräysten edellyttämä lämmön talteenotto poistoilmasta. Poistoilmakanavan päähän asennetaan lämmöntalteenottopatteri, jonka läpi puhallin puhaltaa rakennuksesta poistettavaa ilmaa. Patterin ohittanut poistoilman lämpötila laskee jopa pakkasen puolelle. Poistoilman lämpö siirtyy patterin sisällä olevaan nesteeseen, joka pumpataan eristettyä putkilinjaa pitkin lämpöpumpul-

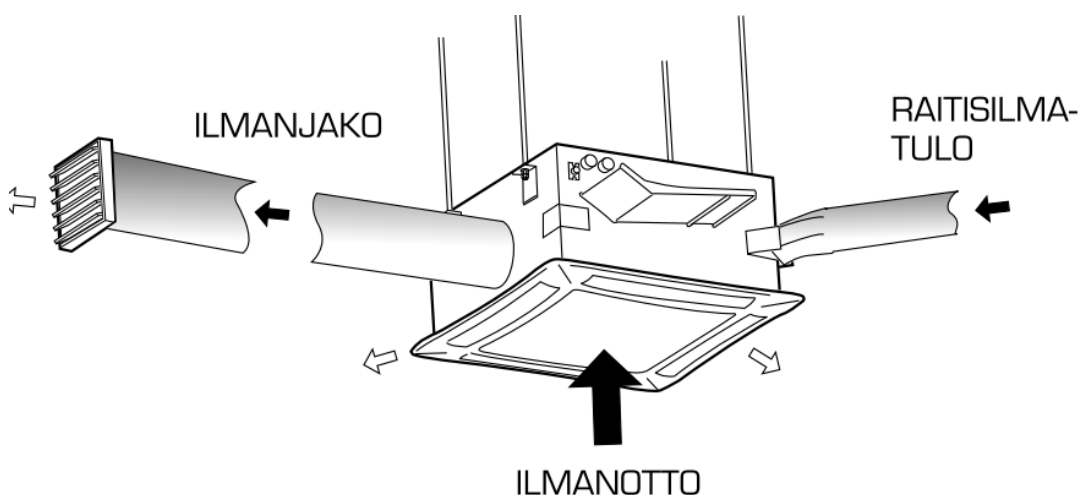
le. Poistoilmalämpöpumpun talteen ottama lämpö voidaan käyttää käyttöveden lämmitykseen, jolloin lämmölle on käyttöä ympäri vuoden. Tämä edellyttää lämmön varastointia vesivaraajaan. Lämpöä tulee tasaisesti ympäri vuoden, sillä poistoilman lämpötila ei juuri vaihtelee. Mikäli lämpöä tulee yli lämpimän käyttöveden tarpeen, voidaan sitä hyödyntää tilojen lämmityksessä. Tällöin on edullisempaa käyttää matalalämpölämmönjakotapaa.

Palmu-Porin rakennus on kapea ja kaksikerroksinen. Asuinhuoneet sijaitsevat kaikki ulkovyöhykkeillä, mikä on edellytys julkisivuilmanvaihdon hyödyntämiselle. Julkisivuilmanvaihto voidaan toteuttaa myös ilman kaksoisjulkisivua, sillä edellytyksenä on joka tapauksessa, että ilma on tuotava hallitusti huonetilaan. Kaksoisjulkisivu kasvattaa kustannuksia huomattavasti ja eikä sen tuoma lisäarvo tässä konseptissa ole oleellinen.

Raitisilma tuodaan huonetiloihin julkisivusta olevasta ilmanottoaukosta kanavaa pitkin puhallinkonvektoriin tai aktiivipalkkin, joissa ei ole puhallinta raitisilmalle vaan ilma liikkuu poistoilmapuhaltimien avustuksella. Tarvittaessa tuloilma lämpenee tai jäähtyy, kun se puhalletaan lämmitys/jäähdytyspatterin läpi. Puhallinkonvektorilla tai aktiivipalkilla toteutetaan siis lämmitys, jäähdytys ja ilmanvaihto. Samaa laitetta voidaan käyttää myös kesäaikaiseen jäähdytykseen, jolloin erillistä investointia ei jäähdytetyn ilman tuottamiseen tarvita. Puhallinkonvektorilla ja aktiivipalkilla on mahdollista saavuttaa paras sisäilmastoluokka S1, jossa edellytetään jäähdytystä ja käyttäjän yksilöllisesti säätämiä lämpöoloja. Jäähdytyksessä voidaan hyödyntää maaperän viileyttä, jolloin kustannuksia jäähdytyksestä tulee vain pumppausenergian verran. Maaperän viileyttä voi hyödyntää niin pintakeruuputkistosta kuin porakaivostakin. Mikäli rakennuksen lämmitystapana on maalämpö, porakaivoja elvytetään kesäaikana ajamalla sinne lämpöä.

Tuloilman lämmitysenergiana toimii huonetilojen lämmönlähde, sillä puhallinkonvektori ja aktiivipalkki kierrättävät huoneilmaa ja sekoittavat siihen tuloilmaa, joka on suurimman osan vuodesta huoneilmaa viileämpää. Kylpyhuone tulee varustaa lattialämmityksellä sekä poistoilmaventtiilillä. Koneellinen poisto toimii ilmanvaihdon ajavana voimana, sillä puhallinkonvektorissa tai aktiivipalkissa ei ole puhallinta tuloilmalle.

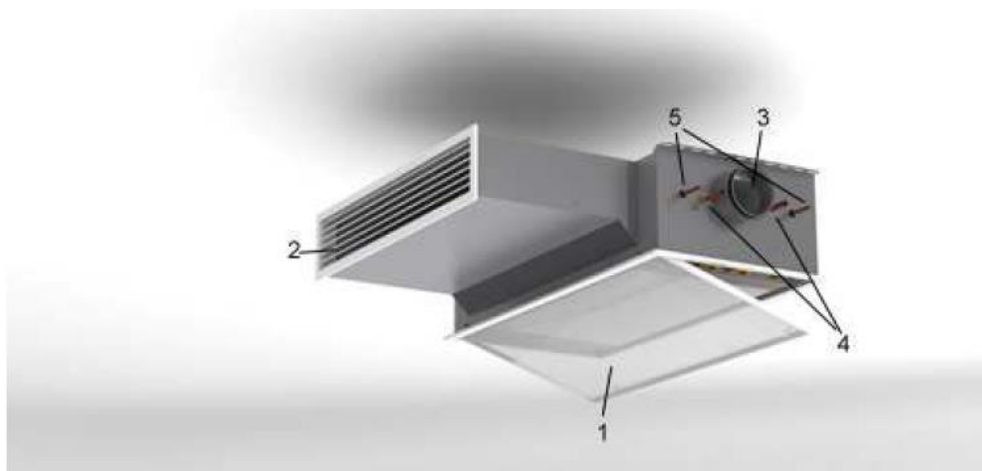
Puhallinkonvektori, jossa yhdistyy jäähdytys, lämmitys ja tuloilma, on esimerkiksi Fläkt Woodsin QFDZ-03-30 malli, joka on kasettimallinen puhallinkonvektori, kuva 28. Laitteessa on sisäänrakennettu kondenssivesipumppu. Sitä voidaan ohjata infrapunatoimisella kauko-ohjaimella tai se voidaan liittää rakennusautomaatiojärjestelmään väyläjärjestelmän avulla. Kasettiyksikössä on sisääntulot raittiille ilmalle, ja huoneilman otto sekä ilmanjako, josta huoneilmalla lämmitetty raitisilma puhalletaan ulos. Raittiin ilman suurin sallittu osuus on 20 % puhallinkonvektorin kokonaisilmavirrasta keskinopeudella. Hinnaltaan Fläkt Woodsin QFDZ – puhallinkonvektori on noin 1000 euroa (alv 0%).



Kuva 28. Fläkt Woodsin puhallinkonvektori QFDZ, jossa myös raitisilmatulo. (Fläkt Woods, 2015)

Toiseksi tavaksi raitisilma sisään tuontiin saattaisi olla aktiivinen ilmastointipalkki. Aktiivipalkissa ei ole puhaltimia vaan tuloilman paine suuttimista toimii ilmavirtoja sekoittavana voimana. Suuttimien aiheuttama painehäviö saattaa olla liian suuri, jotta järjestelmä toimisi poistoilmapuhaltimen voimalla. Aktiivisen ilmastointipalkin soveltuminen tähän järjestelmään on varmistettava. Haltonin CHB-ilmastointipalkki sopii otsapinta- ja alakattoasennukseen, kuva 29. Tulokanavaliitäntä on siirrettävissä, ja se voidaan sijoittaa tuloilmakammion oikealle tai vasemmalle puolelle tai keskelle. Kaikki putket on valmistettu kuparista ja lämmönsiirtimen lamellit on valmistettu alumiinista. Laite toimii kondensoimattomana järjestelmänä, laitteessa ei ole suodat-

timia, kondenssiveden keräysallasta tai -poistoputkea. Laitteessa yhdistynyt raitisilma ja huoneilma sekoittuvat ja yhdistynyt ilmavirta suuntautuu kattopintaa pitkin. Jäähdytyksessä kondensoitumisen välttämiseksi lämmönsiirtimen menoveden suosituslämpötila on 14–16 °C ja lämmityksessä lämmönsiirtimen menoveden suosituslämpötila on 35–45 °C eli laite sopii lämpöpumppulämmitykseen, jossa matalilla lämpötiloilla päästään energiatehokkaimpaan tulokseen. Muita Haltonin yhdistettyjä jäähdytys-, lämmitys- ja tuloilmalaitteita ovat CHH – ja CBH –ilmastointipalkit. Hinnaltaan Haltonin ilmastointipalkit ovat noin 300 - 600 euroa kappale (alv 0%)



Kuva 29. Haltonin CHB ilmastointipalkki, jossa 1= paluuilmasäleikkö, 2= tuloilmäsäleikkö, 3= tuloilmaliitännät, 4= jäähdytysvesiputkien liitännät, 5= lämmitysvesiputkien liitännät. (Halton, 2015)

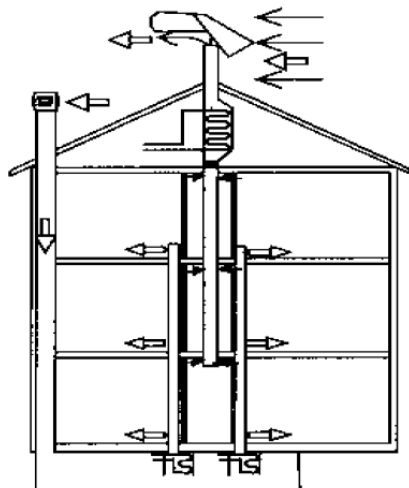
Poistoilmapuoli kanavistoineen ja puhaltimisineen tässä vaihtoehdossa on samanlainen kuin koneellisessa ilmanvaihdossa. Jäteilma puhalletaan rakennuksen korkeimman osan vesikatton yläpuolelle. Jäteilmakanavat kannattaa koota yhteen poistokanavaan, jotta tarvitaan vain yksi poistoilman lämmöntalteenottopatteri.

Palmu-Porin huone on pinta-alaltaan kylpyhuone mukaan lukien 25 m². Määräysten mukaan asunnon ilman tulee vaihtua kerran kahdessa tunnissa. Vaihdeettava ilmamäärä on 2,7 metrin huonekorkeudella 67,5 m³: $2 = 33,75 \text{ m}^3$ tunnissa eli noin 10 litraa sekunnissa, mikäli ilmamäärää pystyy säätämään. Ohjearvo kylpyhuoneen poistoilmavirralle on 10 litraa sekunnissa, kun ilmavirran tehostusta voidaan ohjata tila- tai asuntokohtaisesti, muussa tapauksessa ilmavirran ohjearvo on käyttöajan tehostuksen mukainen eli 15 litraa sekunnissa.

7.1.2 Lämpivirtausilmanvaihto

Lämpivirtausilmanvaihto on kehitetty Ruotsissa ja Norjassa erityisesti koulujen ilmanvaihtoratkaisuksi. Suomessa Tampereen steinerkoulussa on lämpivirtausilmanvaihto. Sen avulla ilma vaihdetaan luokkahuoneissa, käytävillä ja auloissa. WC:t ja vastaavat tilat on varustettu jatkuvatoimisella koneellisella poistolla. Keittiössä on koneellinen tulo-poistoilmanvaihto.

Koska Palmu-Pori on rakennus, jossa on kymmeniä pieniä huoneita, asettaa se haasteita lämpivirtausilmanvaihdon toteuttamiseen, sillä kanavat ja päätelaitteet ovat suuria. Lämpivirtausilmanvaihto voitaisiin kuitenkin toteuttaa osissa rakennusta, esim. oleskelu-, ruokailu ja monitoimitiloissa. Muissa tiloissa käytössä olisi koneellinen tulo-poistoilmanvaihto. Ilma voidaan tuoda rakennukseen joko pihalla olevan tornin kautta tai katon tasolta, siten että se kulkee osan matkaa maan ja rakennuksen alla, kuva 30. Jos ulkoilma tuodaan katon sisältä jää maan alla kulkeva osuus pois ja maaperän lämpöä ja viileyttä saadaan vain kellarin osuudelta. Toisaalta maan alla sijaitsevaan tuloilmakäytävään liittyy kosteus- ja mikrobiriskejä. Palmu-Porin mahdollinen kellarikerros olisi suoralta osaltaan hyödynnettävissä tuloilmakäytävänä eli kulvertina. Jyrkkiä mutkia tuloilmakammiossa tulisi välttää. U:n mallinen pohjaratkaisu on tässä suhteessa haasteellinen. Yhteiset tilat, joihin lämpivirtausilmanvaihto soveltuisi, sijaitsevat kaikki rakennuksen keskimmaisella osalla. Poistoilman kannalta lämpivirtausilmanvaihto kaksikerroksisessa rakennuksessa on hankala toteuttaa, sillä toteutetuissa kohteissa poistoilma on johdettu ulos kattoluukkujen kautta. Kaksikerroksisessa ratkaisussa tarvittaisiin alakerran poistoilmalle oma kanavansa.



Kuva 30. Ulkoilman sisään tuonti katon tasolta. (Skåret ym.,6)

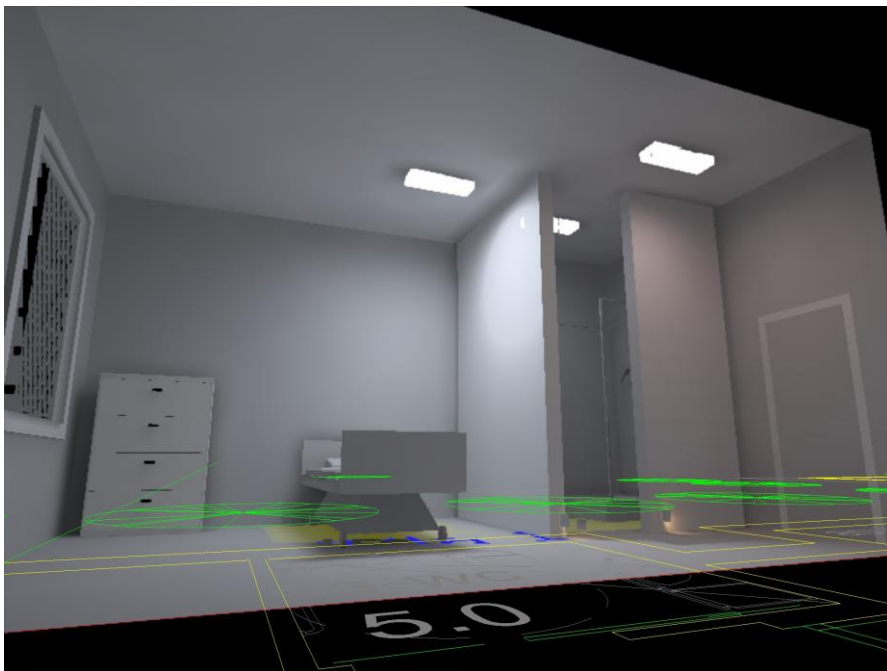
7.2 Restoratiiviset valaistusratkaisut

Näkökyvyn heikentyessä tarvitaan värit mahdollisimman aitoina toistavaa riittävää valaistusta. Huomiota on kiinnitettävä myös parempikuntoisiin vanhuksiin, jotta he kykenevät toimimaan ja liikkumaan itsenäisesti ilman epävarmuuden tunnetta. Hyvä valaistus edistää vanhuksen itsenäistä liikkumista, vähentää riskiä kompastua tai kaataa sekä lisää yleisesti turvallisuuden tunnetta ja vähentää riippuvuutta hoitohenkilökunnan avusta.

Terveellinen sisäympäristö luodaan oikeanlaisella valaistuksella, eli maksimoimalla luonnonvalon määrä ja valitsemalla huolellisesti keinotekoista valoa. Valaistuksen tulisi olla myös muunneltavaa, jotta se palvelisi mahdollisimman monia käyttäjiä ja tilanteita. Samalla tavalla kuin luonnonvalo, myös keinovalon tulisi olla muunneltavissa. Valon värin tulisi olla päivällä viileämpi ja illalla lämpimämmän värisävyistä, jolloin valo edesauttaa vuorokausirytmien säätelyä. Sisäilmastoluokka S1 edellyttää myös valaistuksen olevan yksilöllisesti säädettävissä.

Palmu-Porin asuinhuoneisiin sekä käytäville tehtiin valaistussimulointi AD-Luxin Jyrki Aaltosen kanssa 19.10.2015 pohjakuvan mukaan Dialux -ohjelmalla. Valaisimien valintaperusteena oli värilämpötilan säätömahdollisuus, valonmäärän säätömahdollisuus sekä riittävä valon määrä. Riittävä valon määränä pidettiin taulukon 7 mukaisia Suositeltuja valaistusvoimakkuuksia palvelutaloon – luksimääriä. Ma-

kuuhuoneessa valaistusvoimakkuus tulee olla 200 luksia ja lukuvalon yli 500 luksia. Valaistustasot saatiin sijoittamalla valaisimet kuvan 31 mukaisesti. Yövalaistus tulee olla sillä tasolla, että vanhus sängystä noustessaan löytää tiensä esimerkiksi WC-tiloihin. Yövalo tuottaa perusvalaistuksen ja liiketunnistimella toimiva lisävalaistus luo turvaa. Huonekorkeus ei ollut tiedossa, joten korkeutena käytettiin kolmea metriä.



Kuva 31. Valaisimien määrä ja sijoittelu simuloinnissa.

Huonetilan LED -valaisin kuvassa 31 sängyn yläpuolella ja lähikuvassa 32 on Line, Mantra, 108 W, jossa on säädettävä valon määrä aina 6500 lumeniin asti. Myös väri- lämpötila pystyy säätämään lämpimän valkoisesta (3000 K) päivänvalon sävyyn (6500 K). Vertailun vuoksi: 100 Watin hehkulampun valoteho on 1520 lumenia. 6500 lumenia toimii kirkasvalohoitona pimeimpään vuodenaikaan. Valaisimessa on kaukosäädin, jolla henkilökunta voi säätää kierroksellaan valon väri- lämpötilaa ja valotehoa päivänvalon mukaisesti siten, että aamulla valoteho on suurimmillaan ja väri- lämpötila korkeimmillaan. Illalla valotehoa vähennetään ja väri- lämpötilaa muutetaan kellertävämmäksi. Valaisimessa on yövalo-asento, jolloin erillistä yövaloa ei tarvita. Valaisimen hinta on 400 euroa (alv 0 %).



Kuva 32. LED-valaisin, jolla voidaan toteuttaa dynaaminen valaistus, sillä värilämpötilaa ja valotehoa saa säädettyä. (AD-Lux, 2015)

Eteisen ja WC:n valaisin on samanlainen Limic LED-paneeli, joka ei ole himmennettävissä. Sen ottoteho on 18 W ja maksimi valoteho 1350 lumenia. Värilämpötila on kirkkaan valkoinen 5000 kelviniä. Valaisimen hinta on 49,50 euroa/kpl.



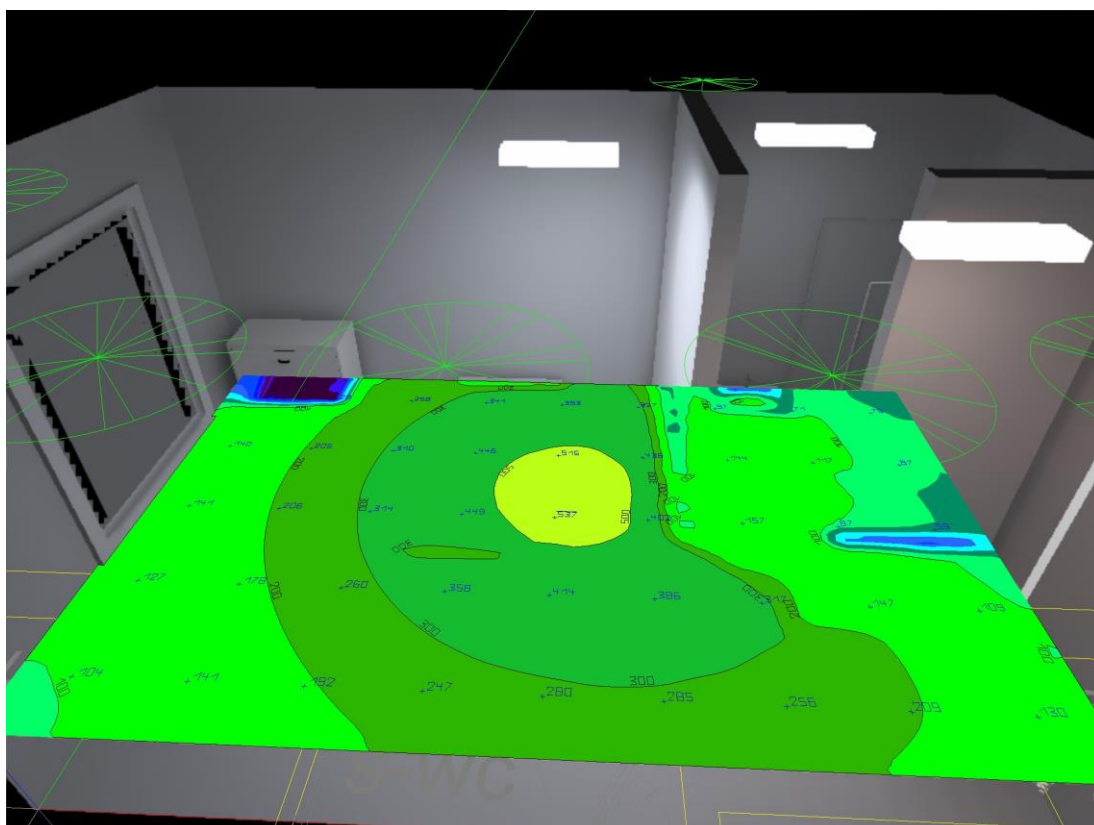
Kuva 33. LED-valaisin, jossa värilämpötilana puhtaan valkoinen 5000 K. (AD-Lux, 2015)

Yhden huoneen dynaaminen valaistus on siis kustannuksiltaan 499 euroa (alv 0 %). Asennukseen arvioidaan kuluvaan kaksi tuntia huonetta kohti. Asennuksen hinta on 45 euroa/tunti, joten yhden huoneen valaisimien asennuksen hinta on 90 euroa (alv 0 %). Energialuokaltaan molemmat valaisimet ovat parasta A-luokkaa. Dynaamista valaistusta kannattaisi kokeilla käytännössä edes osassa palvelutalon asuntoja. Hyödyt ovat selvimmän havaittavissa liikkumaan kykenevissä asukkaissa.

Vanhusten palvelutalossa tulee tilanteita, joissa vanhukselle suoritetaan hoitotoimenpiteitä vanhuksen maassa sängyllä. Tämän vuoksi riittävä ja värejä vääristämätön valaistus on äärimmäisen tärkeää. Ihmisen ihonvärin muutos saattaa kieliä hoitoa vaativasta sairaudesta. Tämän vuoksi sängylle lankeava valaistuksen määrä on oltava

riittävä. Simuloidulla valaistusratkaisulla saatiin kuvan 34 mukainen valojakauma, jossa sängylle saadaan tarvittaessa 500 luksia. Suurimmassa osassa huonetilaa valoa on yli 200 luksia. Valaisimien valon määrä ja värilämpötila on säädettävissä, joten kyseessä on dynaaminen valaistus, jolla tuetaan vanhusten luontaista päivärytmiä.

Valaisimien tuottama valo on päivänvaloa jäljittelevää laadukasta täyden spektrin valoa, joka toistaa värit oikein. Täyden spektrin valo virkistää mieltä, kun luonnonvaloa ei ole saatavilla. Iltaa kohden valon värilämpötilaa muunnetaan kellertävämmäksi ja valon määrää lasketaan, jotta melatoniini -hormonin tuotanto ei häiriinny. Tutkimukset osoittavat hyvälaatuisen ja säädeltävän valaistuksen tukevan Alzheimerin tautia sairastavien vuorokausirytmiiä ja unen laadun parantumista sekä käyttäsoireiden lieventämistä. Dynaamisen valaistuksen toteuttaminen Palmu-Porissa antaa kokemustietoa myös myöhemmin toteutettaviin rakennusprojekteihin, jossa ihmisen hyvinvoinnille annetaan arvoa.



Kuva 34. Simuloiduilla valaisimilla aikaansaatu valonmäärä: sängylle yli 500 luksia. Missään osassa huonetta ei valoa alle 100 luksia.

7.3 Restoratiiviset materiaalit ja värivalinnat Palmu-Porin sisustuksessa

Restoratiivisen suunnittelun kantavia ajatuksia on tuoda luonto osaksi sisäympäristöä. Huonokuntoille vanhuksille, jotka viettävät suurimman osan ajastaan sisätiloissa, restoratiivisuus on hyvinvoinnin kannalta hyvin tärkeää. Kasvit tuovat paitsi luontoa sisätiloihin myös puhdistavat ilmaa ja yhteyttävät happea hengitettäväksi. Pidemmälle viety tuote on kasviseinä, jossa tarkkaan valitut kasvit puhdistavat ilmaa. Kasviseiniä toimittaa esimerkiksi yritys nimeltään Naturvention, joka Sisäilmasto-seminaarissa 2015 ilmoitti olevansa kiinnostunut toimittamaan aktiiviviherseinän, kuva 35, kokeiluun ennen varsinaista hankintapäätöstä. Aktiiviviherseinä on tutkimusten mukaan yli sata kertaa tehokkaampi hajottamaan sisäilman kemikaaleja kuin tavallinen kasvi. Tuotteen 33 kasvia vastaavat sisäilman puhdistusteholtaan yli 4000 huonekasvia. Kasvialustassa ei ole multaa. Viherseinä on varustettu automatiikalla ja sen hoitoon tehdään huoltosopimus, jolloin käyttäjiltä ei vaadita viherpeukaloa.

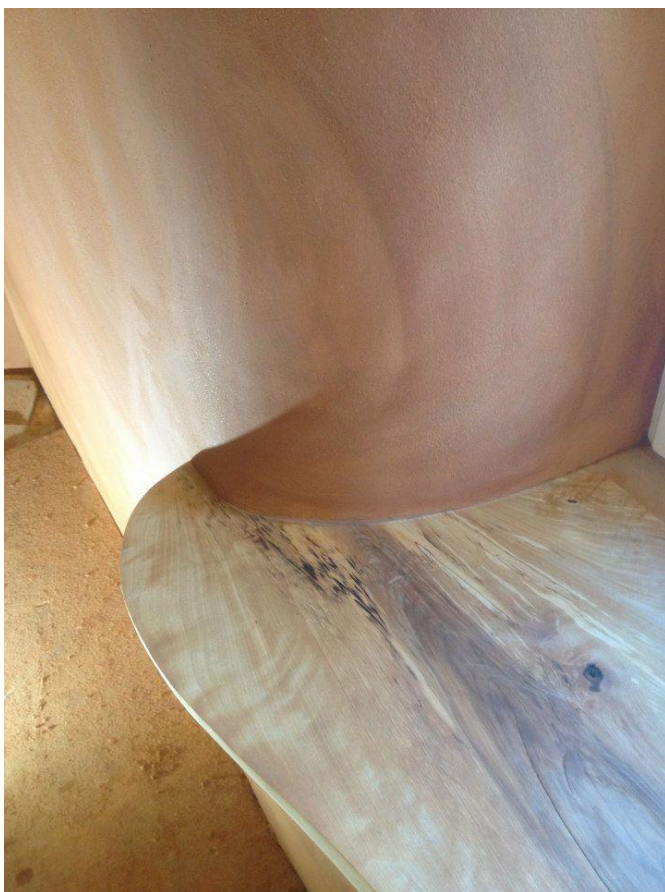


Kuva 35. Naturventionin aktiiviviherseinä Naava Smart. (Naturvention, 2015)

Naava Smart aktiiviviherseinä mittaa yli 14 eri muuttujaa ja mukautuu biologisesti puhdistamaan kussakin tilassa esiintyviä haitallisia kemikaaleja. Kasviseinän toimin-

toja kuten kastelua, ilmankiertoa ja valaistusta ohjataan automaattisesti etäohjausjärjestelmällä. Älykäs järjestelmä ennakoi ulkoilman vaikutuksia sisäilmaan olemalla yhteydessä pilvipalveluihin. Kasviseinä maksaa 3900 € ja lisäksi tulee kustannuksia hoitopalvelusta 85 euroa kuukaudessa. Kasviseinän voi hankkia myös kolmen vuoden leasing-sopimuksella hintaan 199 €, johon sisältyy hoitopalvelun kustannus. (Hinnat alv 0 %). (Naturvention, 2015)

Puun ja muiden luonnonmateriaalien kuten kiven ja saven käytön sisustuksessa on todettu olevan hyväksi ihmisen kokonaisvaltaiselle hyvinvoinnille. Materiaalit, jotka näyttävät, kuulostavat ja tuntuvat miellyttävältä, tuottavat tilasta positiivisen moniaistisen kokemuksen. Luonnonmateriaaleilla voi luoda myös hyvinvointia tukevia kaarevia muotoja pintoihin, kuva 36.



Kuva 36. Restoratiivisia pintoja luonnonmateriaaleista; savesta ja puusta, jotka tuottavat miellyttävän moniaistisen kokemuksen. (The Natural Building Company, 2015)

Värivalinnoissa tulee kiinnittää huomiota siihen, että lattiat ja seinät ovat erivärisiä ja kontrastiltaan toisistaan selkeästi erottuvia, mikä helpottaa tilan hahmottamista. Mikäli lattia ja seinät ovat samanvärisiä, voi heikosti näkevä vanhus nähdä ympäristön sumeana. Tukikahvat, kaiteet, ovet ja tasoerot tulee erottua taustastaan kontrastilla tai valaistuksella. Palvelutalo Jokihelmen punaiset selkeät taustastaan erottuvat tukikahvat ja tuolit yhteisissä tiloissa saivat kiitosta, joten vastaavan värityksen hyödyntäminen on perusteltua myös Palmu-Porissa.

Liikkumaan kykenevien vanhusten kohdalla tulee huomioida oman huoneen helppo löytyminen. Huoneen ovien tulisikin olla erotettavissa toisistaan kuvioinneilla, väreillä tai muilla helposti heikkonäköisen vanhuksen havaittavissa olevilla tavoilla, jotta vältetään stressiä aiheuttavasta väärään huoneeseen eksymiseltä. Kontrastia tulee välttää lattiapinnoissa, joissa liian jyrkät varjot tai kuviot voivat aiheuttaa tulkinnan esimerkiksi kuilusta, jonka yli pitää astua.

LÄHTEET

Aro, Päivi, Dynaaminen valaistus – Tulevaisuuden valaistusratkaisut muistihäiriöisen asuin- ja hoivaympäristöön. Taideteollinen korkeakoulu 2008.

FInZEB-hanke, FInZEB-hankkeen yhteenveto. <http://finzeb.fi/finzeb-hankkeen-loppuraportti-on-julkaistu/#more-1049>. Viitattu 15.10.2015

Fläkt Woods, Kasettimallinen puhallinkonvektori.
<http://www.flaktwoods.fi/tuotteet/acs/jaahdytyspalkit-sateilykatot-ja-puhallinkonvekt/puhallinkonvektorit/qfdk/>. Viitattu 15.11.2015

Heikkinen, Jorma, Heinonen, Jarkko, Vuolle, Mika, Laine, Tuomas, Liljeström, Kimmo, Toimistorakennusten hybridi-ilmanvaihto, VTT Tiedotteita 2179, 2002

Halton. CHB aktiivi-ilmastointipalkki.
http://www.halton.com/fi_FI/halton/products/-/product/CHB. Viitattu 13.11.2015

Heiselberg, Per. Principles of hybrid ventilation. IEA Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme. Annex 35: Hybrid Ventilation in New and Retrofitted Office Buildings. 2002

Helppolainen, Jouni, toimitusjohtaja, Wasenco Oy, 8.10.2015.

Inhabitat. Building-Integrated Photovoltaics Market Projected to Quadruple to \$2.4 billion By 2017. <http://inhabitat.com/building-integrated-photovoltaics-market-projected-to-quadruple-to-2-4-billion-by-2017/>. Viitattu 17.8.2015

Järjestelmä. Naavatar. <http://naavatar.fi/jarjestelma/>. Viitattu 10.11.2015

Kurnitski, Jarek, Energiämääräykset 2012, Opas uudisrakennusten energiämääräysten soveltamiseen, Suomen rakennusmedia Oy, 2012

Laki ikääntyneen väestön toimintakyvyn tukemisesta sekä iäkkäiden sosiaali- ja terveyspalveluista eli vanhuspalvelulaki L 980/2012. Säädös Finlexin sivuilla. Viitattu 25.4.2015. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa>

Lehtinen, Teppo, rakennusneuvos, esitelmä Rakennusten energiaseminaarissa 2015, Ympäristöministeriö, 8.10.2015

Maankäyttö- ja rakennuslaki. L5.2.1999/132. Säädös Finlexin sivuilla. Viitattu 25.4.2015. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Natural Building Company, Facebook -sivun kuvat. Viitattu 15.11.2015

Naturvention, Naava Smart, <http://naava.naturvention.com/>. Viitattu 14.11.2015

Nousiainen, Marjut, Lindroos, Heikki, Heino, Petri, Restoratiivisen ympäristön suunnittelu, Kymenlaakson ammattikorkeakoulun julkaisuja. Sarja A. Nro 57. 2014

Pehkonen-Elmi, Kettunen, Pulliainen. Laitoshoidosta omaan kotiin. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen raportteja 5 / 2013.

Porin senioriasunnot. Koti Kokemäenjoen rannalla. <http://www.porinsenioriasunnot.fi/> Viitattu 26.6.2015

Professional lighting design, issue No 93, May/Jun 2014. <https://pld-m.com/neue-lichtloesungen-fuer-selbststaendigere-senioren/?lang=en>. Viitattu 29.10.2015

Purmo, Paneeliradiaattorit - Purmo Air, <http://www.purmo.com/fi/tuotteet/paneeliradiaattorit/purmo-air.htm#tekniset-tiedot>. Viitattu 27.9.2015.

Rakennustieto 2013. RT-kortti 93-11134. Vanhusten palveluasuminen.

Rakennustieto 2009. RT-kortti 07-10946. Sisäilmastoluokitus 2008.

Rakennustieto 2006. RT-kortti 07-10912. Päivänvalon hallinta sisätiloissa.

Rakennustieto 2012. LVI-kortti 31-10507. Hiukkasuodatuksen peruskäsitteet.

Ripatti, Hannu, Luonnollinen hybridi-ilmanvaihto, Rakennustieto Oy, 2005.

Sato. 2015 Seniorin usein kysyttyä. <http://www.sato.fi/fi/sato-usein-kysyttya/sato-senioreiden-usein-kysytyt-kysymykset>. Viitattu 26.6.2015

Sepponen, Mari, Nieminen, Jyri, Tuominen, Pekka, Kouhia, Ilpo, Shemeikka, Jari , Viikari, Meri, Hemmilä, Kari, Nykänen, Veijo, Lähes nollaenergiatalon suunniteluohjeet, Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen raportteja 2/ 2013.

Seppänen, Olli, Ilmastoinnin suunnittelu, Talotekniikka-Julkaisut, 2004.

Seppänen, Olli, Rakennusten lämmitys, Suomen LVI-liitto ry, 2001.

Sandberg, Esa, Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät, Talotekniikka-Julkaisut, 2014.

Skåret, Eimund, Blom, Peter, Hestad, Trygve. Energy recovery possibilities in natural ventilation of office buildings. Norwegian Building Research Institute. <http://www.aivc.org/resource/energy-recovery-possibilities-natural-ventilation-office-buildings>. Viitattu 15.8.2015

Suomen Rakentamismääräyskokoelma, osa G1 Asuntosuunnittelu. (2005)

Suomen Rakentamismääräyskokoelma, osa E1 Rakennusten paloturvallisuus. (2011)

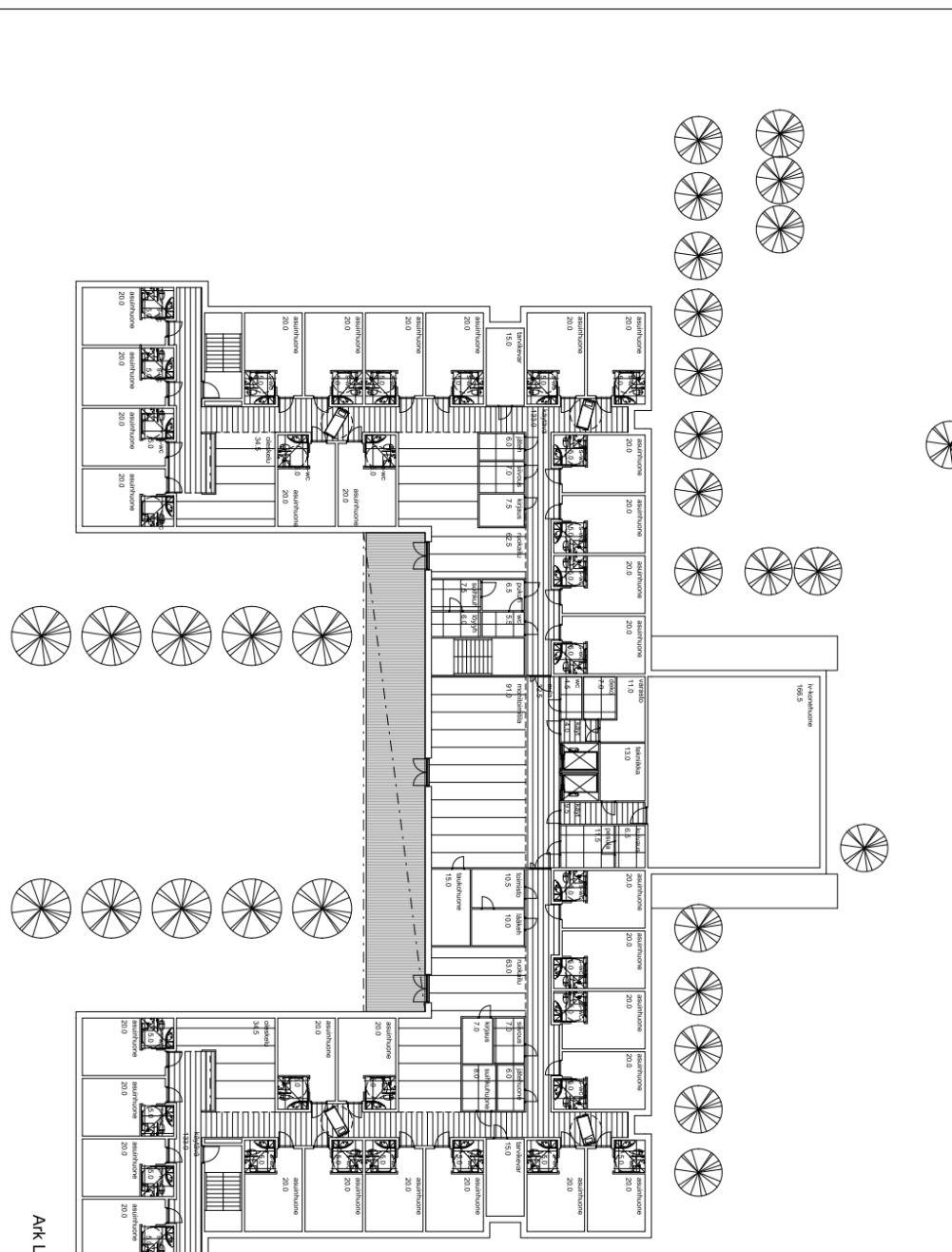
Suomen Rakentamismääräyskokoelma, osa E7 Ilmanvaihtolaitteistojen paloturvallisuus. (2004)

Suomen Rakentamismääräyskokoelma, osa D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. (2012)

Wasenco Oy, Hukkaako kiinteistösi lämpöenergiaa viemäriin? <http://wasenco.com/>. Viitattu 10.10.2015.

Wesslin, Veli-Matti. Toimitusjohtaja Heatex Oy. 13.8.2015

Ympäristöministeriö, Rakennusten energiatehokkuutta koskeva lainsäädäntö, http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakennuksen_energiatehokkenerg_koskeva_lainsaadanto. Viitattu 17.8.2015



Palmu-Pori II
Ark. L03 2. kerros 1 : 250
Arkkitehti Oy Asmala
Pori 22.09.2015