

TARU LEHTINEN, ANNA PAPINSAARI, TAPIO KAASALAINEN,  
MALIN MOISIO, MARKKU HEDMAN

# PERUSKOULUT JA ENERGIATEHOKKUUS

Tilallisista ja toiminnallisista  
suunnitteluperiaatteista

Tampereen teknillinen yliopisto  
Arkkitehtuurin laboratorio, Asuntosuunnittelu  
COMBI-hanke, Tampere 2018





TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO  
Arkkitehtuurin laboratorio  
Asuntosuunnittelu  
Julkaisu nro 34

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY  
School of Architecture  
Housing Design  
Publication no 34

TARU LEHTINEN, ANNA PAPINSAARI, TAPIO KAASALAINEN,  
MALIN MOISIO, MARKKU HEDMAN

PERUSKOULUT JA ENERGIA TEHOKKUUS  
Tilallisista ja toiminnallisista suunnitteluperiaatteista

COMBI-HANKE

ISBN 978-952-15-4287-9  
ISSN 2242-4598

KANNEN KUVA  
Jutta Vuorinen

# ESIPUHE



Koulurakennusten arkkitehtisuunnittelu on kokenut muodonmuutoksen viime vuosina uuden opetus suunnitelman ja sen seurauksena uudenlaisen tilasuunnittelun myötä. Lisäksi koulut ovat muiden palvelurakennusten mukana ensimmäisten joukossa ottamassa käyttöön uudet energiatehokkuusmääräykset, sillä kaikkien uusien palvelurakennusten tulee olla lähes nollaenergiarakennuksia vuoden 2019 alusta alkaen, kun muita uudisrakennuksia määräykset koskevat vasta vuoden 2020 alusta lähtien. Koulurakennukset ovat olleet erityisesti näkyvissä energiatehokkuuden yhteydessä niin negatiivisessa valossa kosteusongelmien kuin positiivisessakin valossa uudenlaisten ekologisten ratkaisujen – kuten hirsikoulujen – puitteissa. Aihe on siis kiistatta ajan-kohtainen ja tärkeä. Sen lisäksi, että koulujen on vastattava toiminnallisuudeltaan ja viihtyisyydeltään käyttäjien tarpeisiin, ovat koulurakennukset useilla paikkakunnilla alueen identiteettiä korostavia, arkkitehtoniselta ilmeeltään näyttäviä tai kiinnostavia rakennuksia, joiden ratkaisumallit voivat olla toisiinsa nähden hyvinkin erilaisia. Tämän tutkimuksen tavoitteena on avata koulurakennusten nykytilaa ja tulevaisuutta energiatehokkuuden näkökulmasta tarjoten esimerkkejä ja ratkaisumalleja energiatehokkaaseen koulusuunnitteluun arkkitehtonisista laaturatkaisuksista tinkimättä.

Tämä julkaisu on laadittu Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) Arkkitehtuurin laboratorion Asuntosuunnittelun tutkimusryhmässä (ASUTUT). Tutkimus on toteutettu vuosina 2015–2018 osana TTY:n vetämää ja Business Finlandin (Tekes) rahoittamaa COMBI-haketta (Comprehensive Development of Nearly Zero-Energy Municipal Service Buildings), jonka tavoitteena on ollut tarkastella palvelurakennusten energiatehokkuuden parantamista lähes nollaenergiatasoon kokonaisvaltaisesti. Tämän julkaisun takana on COMBI-hankkeen Arkkitehtonisten ratkaisujen vaikutus energiatehokkuuteen -työpaketti (WP2), jonka tarkoituksena on puolestaan ollut tarkastella energiatehokkuutta arkkitehtuurin ja tilasuunnittelun kautta. Tämän julkaisun lisäksi työpaketti on tuottanut useita muita julkaisuja tieteellisistä journaliartikkeleista työpaketin loppujulkaisuun sekä diplomitoihin, kaikki aiheiltaan kytköksissä toisiinsa. Aiheen puitteissa järjestettiin myös ekskursio Helsingin ja Espoon ajankohtaisiin koulukohteisiin keväällä 2017.

Haluamme kiittää COMBI-hankkeen vastuullista johtajaa Juha Vinhaa sekä kaikkia COMBI-hankkeen rahoittajia, jotka mahdollistivat projektin toteuttamisen. Erityisesti haluamme osallistuneista yrityksistä kiittää Arkkitehtipalvelu Oy:tä ja Arkkitehtitoimisto Neva Oy:tä. Erityiskiitos kuuluu myös Tampereen, Helsingin ja Espoon kaupungeille sekä esimerkkikohteiden arkkitehtitoimistoille ja valokuvaajille julkaisussa käytettävästä aineistosta. Kiitokset aktiivisesta osallistumisesta työpakettimme palaveriin kuuluvat Tero Wémanille Arkkitehtipalvelu Oy:ltä, Pirkko Pihlajamaalle, Antti Mäkiselle ja Kari Kallioharjulle Tampereen ammattikorkeakoululta (TAMK), Juhani Heljolle ja Olli Teriölle TTY:ltä sekä Jarmo Mäenpäälle Uponor Suomi Oy:lta. Kiitos julkaisun aineiston kommentoinnista edellä mainittujen lisäksi myös COMBI-hankkeen projektipäällikölle Anssi Laukkariselle TTY:ltä.

Joulukuu 2018  
Taru Lehtinen

#### Liittyvät julkaisut

##### **Potential of space zoning for energy efficiency through utilization efficiency**

Lindberg, T., Kaasalainen, T., Moisio, M., Mäkinen, A., Hedman, M. & Vinha, J. (journaliartikkeli). 2018. *Advances in Building Energy Research*. DOI: 10.1080/17512549.2018.1488619.

##### **Peruskoulut ja energiatehokkuus – Tilallisista ja toiminnallisista suunnitteluperiaatteista**

Lehtinen, T., Papinsaari, A., Kaasalainen, T., Moisio, M. & Hedman, M. (julkaisu). 2018.

##### **Ikääntyneiden tehostettu palveluasuminen – Tilallisten ratkaisujen tehokkuudesta ja toimivuudesta**

Kaasalainen, T., Lehtinen, T., Moisio, M. & Hedman, M. (julkaisu). 2018.

##### **Monikäyttöinen koulu – Joustavuudella ekologisuutta tilasuunnitteluun**

Mustila, L. (diplomityö). 2017.

##### **Energiatehokas kyläkoulu puusta – Lähes nollaenergiakoulu Laukaalle**

Nissilä, K. (diplomityö). 2017.

##### **Tulevaisuuden koulu – Arkkitehtuurin neljä näkökulmaa ekologiseen rakentamiseen**

Vuorinen, J. (diplomityö). 2017.

##### **Vihreä asuinkerrostalo – Selvitys ekologisen asuinkerrostalon passiivisista suunnitteluratkaisuista energiatehokkuuden ja hiilijalanjäljen näkökulmista**

Lindberg, T. (diplomityö). 2015.

Vasemman sivun kuva: Mustila, 2017.

# SISÄLLYS

ESIPUHE .....	IV
SISÄLLYS .....	VI
KÄSITTEET .....	VIII
1. JOHDANTO.....	1
1.1. JULKAISUN TAVOITTEET, RAJAUS JA RAKENNE .....	2
1.2. COMBI-HANKE.....	4
2. PERUSKOULUJEN TAUSTASTA JA NYKYTILASTA .....	5
2.1. SUOMALAISEN PERUSKOULU- RAKENTAMISEN TAUSTAA .....	6
2.2. PERUSKOULUT JA UUDISTUNUT OPETUSSUUNNITELMA .....	10
2.3. PERUSKOULUT JA LÄHES NOLLAENERGIAKRITEERIT .....	11

3.	PERUSKOULUJEN NYKYISIÄ RATKAISUMALLEJA.....	13	4.	PERUSKOULUJEN TULEVAISUUDEN KEHITYSNÄKYMIÄ.....	49
3.1.	ESIMERKKIKOHTTEITA .....	14	4.1.	KOULUSUUNNITELMAT .....	51
3.1.1.	Jätkäsaaren peruskoulu .....	15	4.1.1.	Vartiosaaren koulu .....	53
3.1.2.	Houthavenin koulu .....	17	4.1.2.	Laukaan ekokoulu.....	55
3.1.3.	Brynseng koulu .....	19	4.1.3.	Vuonteen kyläkoulu.....	57
3.1.4.	Viikinmäen korttelitalo .....	21	4.2.	TILALLISIA JA TOIMINNALLISIA SUUNNITTELUPERIAATTEITA .....	59
3.1.5.	Plein Oostin koulu.....	23	4.2.1.	Tilatehokkuus .....	59
3.1.6.	Kalasadaman korttelitalo .....	25	4.2.2.	Käyttötehokkuus.....	62
3.1.7.	Talvitien koulu ja päiväkotiki .....	27	4.2.3.	Tilojen sijoittelu.....	65
3.1.8.	Ruusutorpan koulu .....	29	4.2.4.	Muuntojoustavuus .....	67
3.1.9.	Bjørnslettan koulu.....	31	4.2.5.	Avoimuusaste.....	69
3.1.10.	Satavuon ekokoulu .....	33	4.2.6.	Tilavyöhykkeet.....	72
3.1.11.	Saunalahden koulu .....	35	4.2.7.	Ulkotilat .....	74
3.1.12.	Opinmäen monitoimitalo.....	37	5.	YHTEENVETO .....	75
3.1.13.	Tesoman yhtenäiskoulu .....	39	5.1.	SOVELLETTAVUUS JA RAJOITTEET .....	77
3.1.14.	Vuores-talo .....	41	5.2.	JATKOTARKASTELUAIHEITA.....	77
3.2.	ESIMERKKIKOHTTEIDEN RYHMITTELY .....	43	6.	LÄHTEET .....	79
3.2.1.	Noppa .....	45	6.1.	KIRJALLISUUSLÄHTEET .....	80
3.2.2.	Puikko .....	45	6.2.	WWW-LÄHTEET .....	82
3.2.3.	Kaari .....	45	6.3.	KUVALÄHTEET .....	83
3.2.4.	Sormet .....	46			
3.2.5.	Tähti.....	46			
3.2.6.	Kide .....	47			
3.2.7.	Hybridi.....	47			

# KÄSITTEET





### *Avoim oppimisympäristö*

Oppimisympäristö tarkoittaa yleisesti tiloja, paikkoja, yhteisöjä ja toimintakäytäntöjä, joissa oppiminen ja opiskelu tapahtuvat (Opetushallitus, 2014a). Avoim oppimisympäristö on puolestaan käsitteenä hyvin laaja tarkoittaen fyysisen ympäristön lisäksi myös virtuaalista, sosiaalista ja mentaalista oppimisympäristöä. Avoimen oppimisympäristön ja uudenlaisen opetussuunnitelman yhteydessä huomattavaa on opiskelija- ja oppimiskeskeisyys opettaja- ja opettamiskeskeisyyden sijaan. (Vainoa & Viteli, 2012.)

### *E-luku*

Rakennuksen kokonaisenergiankulutus eli E-luku on energiamuotojen kertoimilla painotettu vuotuinen ostoenergiankulutus rakennustyyppin standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden (kWh/m<sup>2</sup>a). E-luku tarvitaan, kun laaditaan rakennukselle energiaselvitys tai energiatodistus, jossa rakennukselle annetaan energialuokka A–G (L 50/2013). E-luku lasketaan energiatodistukseen Ympäristöministeriön asetuksen (176/2013, liite 1) ja Suomen rakentamismääräyskokoelman (RakMK) D3 (2012) mukaisesti. E-luvun laskennassa huomioidaan energiantarve, tekniset järjestelmät, lämmitystapa ja energiamuoto. Eri rakennustyypeillä on lainsäädännössä omat E-luvun raja-arvonsa määräystenmukaisuuden osoittamiseksi, minkä lisäksi E-luvulla on uudisrakennuksille säädetty rakennustyyppikohtainen yläraja (RakMK D3, 2012). E-luku ei pyri kuvaamaan todellista energiankulutusta, vaan toimii tunnuslukuna energiatehokkuuden vertailuun eri suunnitteluratkaisuiden välillä.

### *Energiatehokkuus*

Energiatehokkuudella pyritään vähentämään rakennuksen energiankulutusta. Taustalla on ensisijaisesti kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen kustannustehokkaalla tavalla. Lisäksi energiatehokkuudella pyritään turvaamaan energian saatavuutta, vähentämään tuontien energian tarvetta, alentamaan energiakustannuksia, edistämään resurssitehokkuutta, kasvattamaan uusiutuvan omavaraisenergian osuutta sekä edistämään muita ympäristön suojeluun liittyviä tekijöitä. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2018.) Energiatehokkaan ja lähes nollaenergiarakentamisen yhteydessä on keskitytty laskennallisen energiatehokkuuden arviointiin ja parantamiseen. Laskennallisen energiatehokkuuden parantamisessa keskeisessä asemassa ovat tekniset järjestelmät, mutta siihen vaikuttavat myös tilat ja niiden käyttö sekä rakennuksen fyysiset ominaisuudet. Energiatehokkuutta arvioidaan ostoenergiankulutuksen ja E-luvun avulla.

### *Hiilijalanjälki*

Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki pyrkii rakennuksen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen ja siten ilmastonmuutoksen estämiseen rakennuksen koko elinkaaren aikana materiaalien tuotannosta aina rakennuksen purkamiseen. Hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>) on määrällisesti suurin yksittäinen rakennusalan tuottama kasvihuonekaasu, minkä perusteella hiilijalanjälki on saanut nimensä. Hiilijalanjäljen laskemiselle ei ole vakiintunutta laskentatapaa. Ympäristöministeriön Tiekartta-hankkeessa on pyritty määrittämään suuntaviivoja kansalliselle hiilijalanjäljen laskennalle niin, että kaikki Suomen rakennukset olisivat vähähiilisiä vuoteen 2025 mennessä (Bionova Oy, 2017). Hiilijalanjäljen laskennan voidaan odottaa olevan seuraava suuri megatrendi rakennusallalla. Hiilijalanjäljen laskemiseksi on esitetty muun muassa neliömetripoh-

*On huomattavaa, että E-luku ja sen sisältämät kertoimet ovat muuttuneet ajan saatossa: 1.1.2018 eteenpäin E-luku on eri kuin vuoden 2012 rakentamismääräysten mukaisesti laskettuna, sillä energiamuotokertoimet ovat muuttuneet. Nämä kaksi E-lukua eivät samasta nimestä huolimatta ole täysin vertailukelpoisia. Myöskään E-lukua edeltänyt ET-luku ei ole verrattavissa nykyisen E-luvun kanssa.*

*Vasemman sivun kuva: Vuorinen, 2017.*

jaista menetelmää, jossa energiatehokkuus on liitetty osaksi hiilijalanjäljen laskentaa (kg CO<sub>2</sub>eq/m<sup>2</sup>a). Tarkemmasta tulevasta kansallisesta laskentatavasta riippumatta hiilijalanjäljen yksikössä esiintyy joka tapauksessa hiildioksidiekvivalenttien (CO<sub>2</sub>eq) määrä kilogrammoina (kg). Ekvivalentilla tarkoitetaan hiildioksidin lisäksi kaikkia muitakin vastaavia kasvihuonekaasupäästöjä kuvastaen yleisesti ihmisen tuottamien kasvihuonekaasujen ilmastovaikutusta. Tulevan laskennallisen hiilijalanjäljen tuloksiin vaikuttanevat merkittävästi poliittisesti päätettävät päästö- ja energiamuotokertoimet. Suunnitteluratkaisuista tuloksiin vaikuttavat muun muassa rakennuksen koko eli massan määrä ja valitut rakennusmateriaalit.

#### *Käyttötehokkuus*

Tässä julkaisussa käyttötehokkuudella tarkoitetaan Lindberg et al. (2018) esittämää määritelmää, joka saadaan jakamalla vuotuinen ostoenergiankulutus henkilökäytönneilla, eli henkilötiheyden (käyttäjien lukumäärä) ja käyttöasteen (käytössä oleva aika) tulolla (kWh/(hlö\*t)). Rakennuksen käytön vaikutus energiatehokkuuteen jää usein tarkastelujen ulkopuolelle, vaikka rakennukset suunnitellaan nimenomaan käyttöä varten ja vaikka käytöllä on suuri merkitys energiatehokkuuteen käyttöasteen ja henkilötiheyden näkökulmista. Rakennuksen käytön huomioimiseen energiatehokkuuslaskelmissa on esitetty monenlaisia indikaattoreita, mutta yhtä vakiintunutta käytäntöä ei ole. Sen lisäksi, että käytössä oleva rakennus on aina tarkoituksenmukaisempi, käytön perusteella tehdään talotekniikan, kuten ilmanvaihdon säädöt vaikuttaen siten energiatehokkuuteen. (ks. 4.2.2. Käyttötehokkuus.)

#### *Lähes nollaenergiarakennus*

Lähes nollaenergiarakennuksella (nearly Zero Energy Building, nZEB) tarkoitetaan rakennusta, jolla on erittäin korkea energiatehokkuus, sellaisena kuin se on määritelty Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2010/31/EU (2010, liite 1) mukaisesti. Kukin Euroopan unionin jäsenmaa laatii direktiivin pohjalta omat kansalliset kriteerinsä lähes nollaenergiatalon määritelmälle, jolle on jätetty varsin laeva kansallinen tulkintavara, ja sitoutuu toteuttamaan lähes nollaenergiarakentamista käytännössä rakennusosalalla. Lähes nollaenergiatalojen tarvittava, erittäin vähäinen energian määrä katetaan mahdollisimman laajalti uusiutuvista lähteistä peräisin olevalla energialla. Kaikkien uusien viranomaisten käytössä tai omistuksessa olevien rakennusten tulee olla lähes nollaenergiataloja vuoden 2019 alusta alkaen. Vuonna 2020 kaikkien muidenkin uudisrakennusten tulee olla lähes nollaenergiataloja. (A 1/14; ks. 2.3. Peruskoulut ja lähes nollaenergiakriteerit.)

#### *Opetussuunnitelma (OPS)*

Opetussuunnitelma on suunnitelma siitä, miten opetus järjestetään ja se laaditaan perusopetuslain ja -asetuksen pohjalta. Tavoitteet ja tuntijaon, eli opetuksen viikkotunnit oppiaineittain, määrittelee valtioneuvosto. Opetussuunnitelman perusteet tukevat ja ohjaavat opetuksen järjestämistä ja koulutyötä. Viimeisimmät opetussuunnitelman perusteet hyväksyttiin vuonna 2014 ja niiden käyttöönotto aloitettiin elokuussa 2016. (Opetushallitus, 2014a; ks. 2.2. Peruskoulut ja uudistunut opetussuunnitelma.)

### *Ostoenergiankulutus*

Rakennuksen ostoenergiankulutus kuvaa nimensä mukaisesti rakennukseen vuotuisesti ostetun energian määrää kilowattitunteina (kWh/a). Rakennuksen ostoenergiankulutuksella tarkoitetaan energiaa, joka hankitaan rakennukseen esimerkiksi sähköverkosta, kaukolämpöverkosta, kaukojäähdytysverkosta ja uusiutuvan tai fossiilisen polttoaineen sisältämänä energiana. Ostoenergia koostuu ilmanvaihto-, lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien sekä kuluttajalaitteiden ja valaistuksen energiankulutuksesta energiamuodoittain eriteltynä, missä on otettu huomioon hyödyksi käytetyn uusiutuvan omavaraisenergian ostoenergiaa pienentävä vaikutus (A 176/2013, liite 1). Ostoenergiankulutuksessa ei ole huomioitu laskennallisia kertoimia eri energiamuodoille, joten se on E-lukua neutraalimpi tapa esittää energiankulutusta.

### *Standardikäyttö*

Rakennuksen energialaskenta tehdään rakennukselle tai sen osille niiden käyttötarkoitukseluokan mukaisella standardikäytöllä eli tietyillä laskennallisilla vakioarvoilla, jotka on määritelty Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D3. Rakennukset ja tilat jaotellaan käyttötarkoitukseluokittain seuraavasti: erilliset pientalot sekä rivi- ja ketjutalot; asuinkeuhkot; toimistorakennukset; liikerakennukset; majoitusliikerakennukset; opetusrakennukset ja päiväkodit; liikuntahallit pois lukien uima- ja jäähallit; sekä sairaalat. Kullekin käyttötarkoitukseluokalle on omat standardikäytön arvonsa, jotka koskevat muun muassa käyttöaikoja, käyttöastetta, ilmanvaihdon määrää, valaistuksen ja kuluttajalaitteiden tehoja sekä ihmisten määrää rakennuksessa. (RakMK D3, 2012.).

### *Tilatehokkuus*

Tilatehokkuudella arvioidaan rakennuksen pinta-alaa henkilöä kohden (m<sup>2</sup>/hlö). Tilatehokkuustarkastelut jäävät usein energiatehokkuuslaskelmien ulkopuolelle siitä huolimatta, että lämmitetty nettoala on keskeinen energiatehokkuuteen vaikuttava tekijä. Vaikka tilatehokkuuden pyrkimyksenä on toisaalta tarvittavien neliömetrien minimoiminen nimensä mukaisesti tehostamalla tilaratkaisuja, on kuitenkin aina tapauskohtaisesti arvioitava tarvittava tila laatutekijöiden, toiminnallisuuden ja viihtyisyyden näkökulmista. Tilankäytön tehokkuutta pohjaratkaisussa voidaan arvioida esimerkiksi hyötyalan ja kokonaispinta-alan välisenä suhteena. Tilankäytön tehokkuus on keino tarkastella arkkitehtisuunnitelmien tila- ja energiatehokkuutta pyrkien löytämään mahdollisimman toimivat pohjapiirustuksen ratkaisut. Esimerkiksi liikennealan ja hukkaneliöiden minimoiminen on keino parantaa myös rakennuksen tilatehokkuutta. (ks. 4.2.1. Tilatehokkuus.)

# 1. JOHDANTO



Euroopan unionin EPBD-direktiivin (Energy Performance of Buildings Directive) mukaan kaikkien uusien rakennusten tulee olla lähes nollaenergiataloja (nZEB, nearly Zero Emission Building) vuoden 2020 alusta lähtien. Julkisia rakennuksia, kuten kouluja, tämä koskee jo vuoden 2019 lähtien, kun taas viranomaisten rakennuksia vuoden 2018 alusta lähtien. (2010/31/EU.) Direktiivin pyrkimyksenä on rakennusalan kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen ilmastonlämpenemisen hidastamiseksi, mihin energiatehokkuus toimii kansainvälisesti keskeisimpänä keinona. Useiden tutkimusten ja raporttien valossa rakennusala vastaakin noin 40 %:sta sekä maailman energiankulutuksesta että kasvihuonekaasupäästöistä (SWD/2016/4040; IPD, 2010; Vehviläinen et al., 2010).

Samalla kun koulut ovat edelläkävijöitä energiatehokkuusdirektiivin käyttöönotossa, niiden tulee myös vastata elokuussa 2016 voimaan astuneeseen uuteen opetussuunnitelmaan (OPS 2016). Uuden opetussuunnitelman mukainen opetus painottaa kokemusperäistä oppimista, yhdistää oppiaineita keskenään ja poikkeaa perinteisestä luokkahuoneopetuksesta. (Opetushallitus, 2014a.) Toisaalta koulusuunnittelun ja fyysisen toteutuksen väitetään olevan hitaasti muuttuvina jäljessä uusien opetusmenetelmien suhteen niin, etteivät ne riittävällä tavalla tue uusia opetusmenetelmiä (Kuuskorpi, 2012). Tämä kaikki vaatii arkkitehtonisesti täysin uudenlaista, ketterää ja ajassa nopeasti joustavaa, energiatehokasta koulusuunnittelua.

Arkkitehtuurin suunnitteluratkaisut vaikuttavat energiatehokkuuteen merkittävästi muodostaen lähtötason muille suunnitteluratkaisuille. Tilallisista ja toiminnallisista tarpeista sekä vaatimuksista päättää ensisijaisesti tilaaja arkkitehdin pyrkiessä konkretisoimaan tilaajan tarpeita. Lisäksi tilaaja määrittelee rakennuksen varsinaisen pääkäyttötarkoituksen, joka koulujen kohdalla voi olla perinteisestä peruskoulumallista monitoimitaloihin ja kyläkeskuksiin. Tilallisten ja toiminnallisten ratkaisuiden lisäksi tavoitteina voivat olla esimerkiksi rakennuksen omaleimainen arkkitehtoninen ilme ja visuaaliset tekijät, jotka voivat olla eri kohteissa hyvinkin poikkeavia. Rakennuksen käyttötarkoitus, tilaohjelma, tilatehokkuus ja siten rakennuksen koko, vaipan muoto ja ikkunasuunnittelu ovat esimerkkejä energiatehokkuuteen keskeisesti vaikuttavista arkkitehtuurin suunnitteluratkaisuksista.

Johdannon lisäksi tässä luvussa avataan tutkimukselle asetettuja tavoitteita, rajausta, ja rakennetta. Lisäksi esitellään tutkimuksen taustalla oleva COMBI-hanke ja julkaisun liittyminen hankkeeseen osana arkkitehtuurin työpakettia.

## 1.1. JULKAISUN TAVOITTEET, RAJAUS JA RAKENNE

Tässä julkaisussa tarkastellaan peruskoulujen taustaa ja nykytilaa energiatehokkuuden näkökulmasta sekä suunnataan katse tulevaisuuden ratkaisumalleihin. Tavoitteena on selvittää, millaisia arkkitehtonisia ja energiatehokkuudellisia ratkaisuja peruskouluissa nykyään toteutetaan, mihin suuntaan peruskoulurakentaminen on menossa ja millaisia suosituksia voidaan antaa tulevaisuuteen energiatehokkuuden puitteissa. Haasteena on, että peruskoulujen ratkaisumallien kirjo on suuri, eikä niistä voida

*Vasemman sivun kuva:  
Aarti Ollila Ristola Arkkitehdit, 2015.*

löytää täysin toistuvia malleja. Tämän julkaisun tarkoituksena on paitsi selvittää peruskoulujen taustaa, nykytilaa ja tulevaisuutta itsenäisenä julkaisuna, myös toimia taustoittavana julkaisuna WP2-työpaketin Energiategokkaan arkkitehtisuunnittelun ohjekortisto -julkaisulle (Moisio et al., 2018), josta löytyy muun muassa laskennallisia energiategokkuustarkasteluja eri suunnitteluratkaisuille. Peruskoulujen nykytilaa ja tulevaisuutta on myös tarkasteltu kolmen diplomityön kautta (Mustila, 2017; Nissilä, 2017; Vuorinen, 2017), jotka ovat kytköksissä tähän julkaisuun. Lisäksi energiategokkaan tilasuunnittelun ja käytön näkökulmista on julkaistu tieteellinen journaliartikkeli peruskoulu case-kohteenaan (Lindberg et al., 2018). Tämän julkaisun kohderyhmänä ovat arkkitehtien lisäksi ennen kaikkea muut energia-alan toimijat ja suunnittelijat, joille julkaisu avaa peruskoulujen arkkitehtisuunnittelun tilallisia ja toiminnallisia periaatteita energiategokkuustarkasteluiden taustalle.

COMBI-hankkeen rajauksen mukaiset palvelurakennukset ovat rakennustyypeiltään keskenään varsin erilaisia ja niiden suunnitteluratkaisut niin arkkitehtonisesti kuin energiategokkuudenkin näkökulmasta ovat toisistaan poikkeavia, minkä vuoksi tämä julkaisu on rajattu käsittelemään koulurakennuksia. Rajausta on täsmennetty edelleen ensisijaisesti urbaanissa ympäristössä oleviin kohteisiin, sillä kaupunkiympäristö asettaa omanlaisiaan haasteita arkkitehtisuunnittelulle. Esimerkkejä urbaanin ympäristön rajoitteista ovat tiiviys, täten vaadittu tilategokkuus ja naapurirakennusten huomiointi muun muassa varjostuksen, näkymien ja pihojen sijoittelun näkökulmista. Tällaiseen ympäristöön tehty tutkimus ja laaditut ratkaisut ovat paremmin sovellettavissa vähemmän rajoittaviin tilateisiin, kuin päinvastoin. Koska tavoitteena on rakentamisen nykytilan parantaminen, on tarkastelukohteet rajattu 2000-luvulla rakennettuihin kohteisiin. Näiden lisäksi koulurakennusten rajausta on täsmennetty peruskouluihin jättäen esimerkiksi yliopistorakennukset pois tarkastelusta niiden huomattavan erilaisten suunnitteluperiaatteiden vuoksi. Tehdyt havainnot ovat kuitenkin monelta osin sovellettavissa myös muihin koulurakennuksiin sekä esimerkiksi päiväkoteihin.

*Harmaa, kursivoitu teksti sisältää kautta julkaisun kulloistakin leipätekstin aihepiiriä sivuavaa pohdintaa ja täydentäviä näkökulmia.*

Julkaisun luvussa 1 avataan peruskoulujen suhdetta toisaalta energiategokkuuteen ja toisaalta uuteen opetussuunnitelmaan, jotka molemmat ovat ajankohtaisia peruskoulujen arkkitehtisuunnitteluun vaikuttavia taustatekijöitä. Luvussa 2 syvennytään peruskoulujen taustan ja nykytilan selvitykseen niin koulurakentamisen ja -rakennusten kuin opetusmenetelmien ja energiamääräysten muuttumistenkin näkökulmista. Luvussa 3 esitellään joukko koulurakentamisen nykytilaa havainnollistavia peruskoulujen esimerkkikohteita, jotka ryhmitellään tilallisten ja toiminnallisten ominaisuuksiensa perusteella seitsemään eri ryhmään. Luvussa 4 suunnataan katse peruskoulujen tulevaisuuden kehitysnäkymiin kolmen esimerkkikoulusuunnitelman sekä erilaisten tilallisten ja toiminnallisten suunnitteluperiaatteiden kautta. Yhteenvetoluvussa 5 pohditaan tutkimuksen sovellettavuutta ja rajoitteita sekä avataan nousseita jatkotarkasteluaiheita.

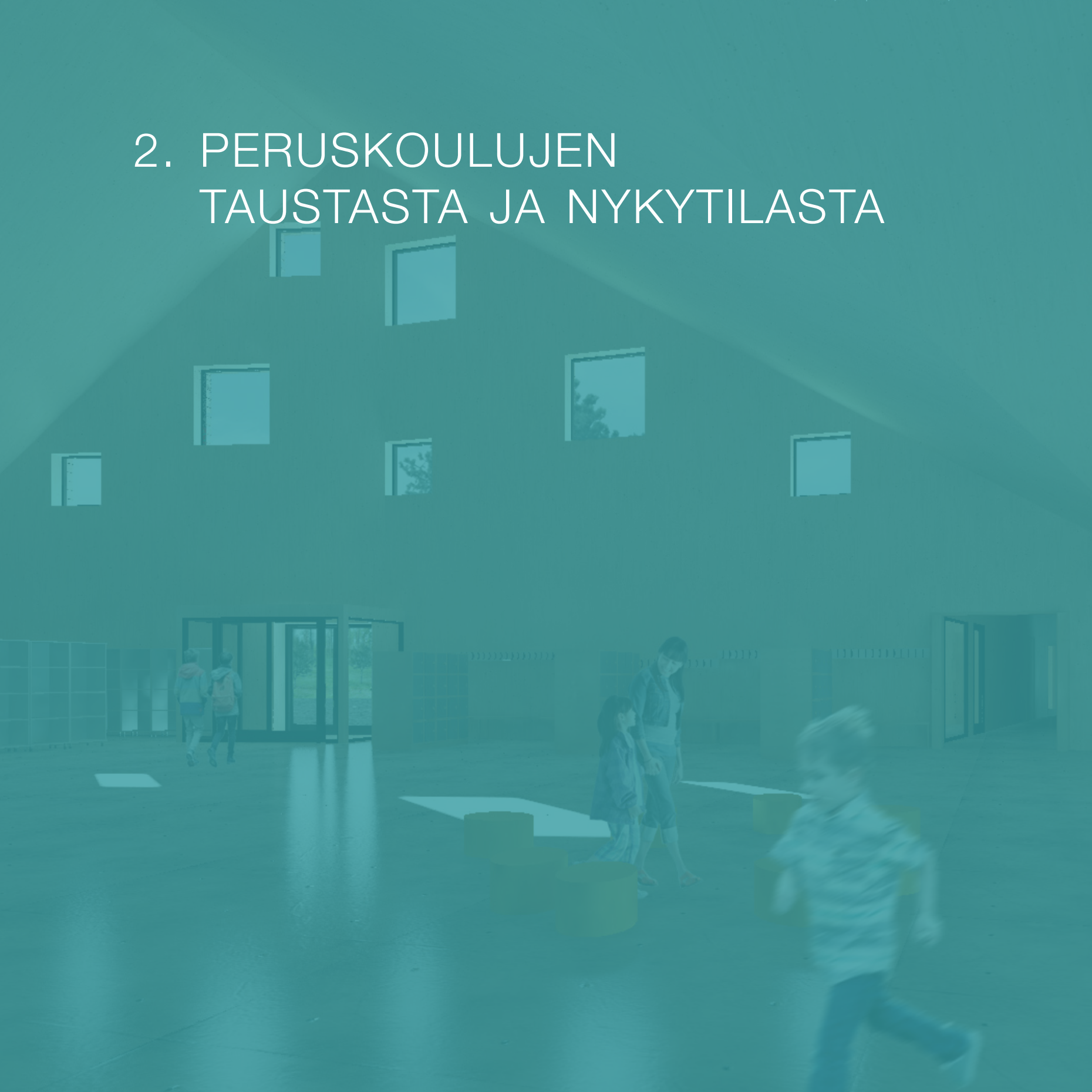
## 1.2. COMBI-HANKE

Tämä julkaisu on tehty osana Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) vetämää COMBI-hanketta (Comprehensive Development of Nearly Zero-Energy Municipal Service Buildings), jossa tarkastellaan kokonaisvaltaisesti palvelurakennusten energiatehokkuuden parantamista lähes nollaenergiatasoon. Palvelurakennuksia hankkeen yhteydessä ovat koulut, päiväkodit, sairaalat ja erityisryhmien palveluasumisen yksiköt. COMBI on osa Tekesin (Business Finland) Innovatiiviset kaupungit (INKA) -ohjelmaa. Hankkeessa on TTY:n lisäksi mukana kahdeksan pirkanmaalaista kuntaa Tampereen johdolla, Helsingin kaupunki, Aalto-yliopisto ja Tampereen ammattikorkeakoulu (TAMK) sekä 37 yritystä.

COMBI-hankkeen keskeisenä tavoitteena on mahdollisimman laaja-alainen tarkastelu lähes nollaenergiapalvelurakennuksiin liittyen. Tällaisessa kokonaisvaltaisessa tarkastelussa otetaan huomioon lähes nollaenergiatason vaatimusten vaikutus rakennuksen arkkitehtuuriin ja tiloihin (WP2), rakenneratkaisuihin ja sisäilmaolosuhteisiin (WP3), taloteknisiin järjestelmiin ja uusiutuvan energiantuotannon ratkaisuihin (WP4) sekä rakentamisen prosesseihin ja rakennuksen ylläpitoon (WP5). Lisäksi hankkeen tavoitteena on parantaa palvelurakennusten energiatehokkuutta siten, että ratkaisut täyttävät myös muut kansalliset vaatimukset ja tavoitteet, joita ovat esimerkiksi korkealaatuisuus, terveellisyys, riskittömyys, taloudellisuus, viihtyisyys, muuntojoustavuus, ympäristöystävällisyys ja pitkäaikaiskestävyys.

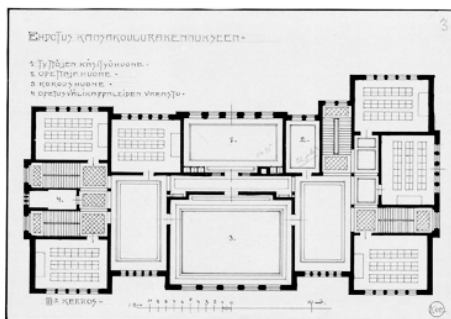
Arkkitehtonisten ratkaisujen vaikutus energiatehokkuuteen (WP2) -työpaketti koostuu neljästä tutkimusosiosta: palvelurakennusten energiatehokkuuteen vaikuttavista arkkitehtonisista perusratkaisuista (T2.1), tulevaisuuden energiatehokkaista suunnitteluratkaisuista (T2.2), energiatehokkaan arkkitehtisuunnittelun ohjausmallista (T2.3) sekä arkkitehtonisia ja tilasuunnitteluun liittyviä ratkaisuja käsittelevästä ohjeistuksesta (T2.4). Tässä julkaisussa käsitellään ennen kaikkea tutkimusosioita T2.1. ja T2.2. peruskoulujen näkökulmasta muodostaen samalla aineistoa osioihin T2.3 ja T2.4.

## 2. PERUSKOULUJEN TAUSTASTA JA NYKYTILASTA









© MFA

**KUVA 2.1.b. Wivi Lönnin suunnittelema kilpailuehdotus Aleksanterin kansakouluksi, Tampere.**



**KUVA 2.1.c. Gunnar Taucherin suunnittelema, Pohjoismaiden suurin Aleksis Kiven koulu, Helsinki.**

1900-luvun alkupuolella kansallisromantikot alkoivat arvostella maalaiskansakoulujen mallipiirustuksia ja esittivät, että koulut tulisi suunnitella yksilöllisemmin. Vuonna 1910 julkaistiin uudet maalaiskansakoulujen mallit, joissa tilat oli sommiteltu vapaammin ja julkisivuja koristivat jugend-tyylin koristeaiheet. Ulkoasultaan koulurakennukset niin maalla kuin kaupungissakin muuttuivat epäsymmetrisiksi ja koristeellisuus lisääntyi. Kaupunkien kivikouluissa sisätilat muodostivat monimuotoisia tilasarjoja, joissa yleistyvät erilaiset sivukäytävät ja niihin liittyvät aulamaiset tilat (ks. kuva 2.1.b.). Kouluista tuli kansallisromanttisen tyylin mukaisia kokonaistaideteoksia, joissa arkkitehdit suunnittelivat itse rakennuksen lisäksi myös sisätilat ja huonekalut.

Vuonna 1914 kouluissa kiellettiin ruumiillinen kuritus ja koulurakennuksiin suunnitellut karsserit eli arestihuoneet jäivät tästä eteenpäin pois koulujen pohjapiirustuksista. Oppikoulut jakautuivat keskikouluun ja lukioon. Jugend-tyyli jäi lopulta lyhyeksi, kun arkkitehtuurissa alettiin siirtymään vaatimattomampaan ilmaisuun, jossa epäsymmetria sai siirtyä historiallisten tyylien, kuten ruotsalaisten linna- ja kartanoarkkitehtuurin vaikutteiden tieltä. Linna- ja kartanoarkkitehtuurin ihanne pohjautui ensimmäisen maailmansodan vaikutuksiin, Suomen itsenäistymiseen Venäjältä ja läntisen ihailun tietoiseen vahvistamiseen. Poliittisen kannanoton lisäksi koulurakennusten yhteiskunnallista merkityksellisyyttä kuvastavat useat 1910-luvulla järjestetyt arkkitehtuurikilpailut.

Yleinen oppivelvollisuus astui lakisääteisesti voimaan vuonna 1921 Suomen itsenäistymisen jälkeen, ja kaikille taattiin kuusivuotinen maksuton kansakoulu. Monet yksityiset oppikoulut siirtyivät 1920-luvulla valtion omistukseen muuttuen samalla lyseoiksi. Yksityisissä oppikouluissa puolestaan järjestettiin maksullinen ruokailu, joka vaati koulujen tilaohjelmaan keittoloita. Toimintansa aloittivat myös ensimmäiset koululääkärit, jotka niin ikään tarvitsivat omat tilat. Kouluissa alettiin käyttämään ensimmäistä kertaa audiovisuaalisia laitteita opetuksessa. Kaupunkikouluissa pääasiallisena rakennusmateriaalina pysyi tiili niin, että julkisivut rapattiin sileiksi ja koristeltiin kipsiornamentein klassismin tyylin mukaisesti. Pohjaratkaisut perustuivat sivu- tai keskikäytäväjärjestelmään, käytävät olivat leveitä ja 4–5-kerroksisen rakennuksen pääportaitoket sekä aulat juhlabia. Maaseudulla puolestaan kilpailutettiin uudet tyyppiirustukset. Koulut olivat edelleen rakennettu hirsistä ja lämmitetty puu-uuneilla, mutta uudet mallikoulut olivat nyt kaksikerroksisia ja mansardi-, auma- tai harjakattoisia.

1930-luvun alussa kouluja ei rakennettu samoissa määrin, kuin aikaisemmin taloudellisen laman vuoksi. 1934 valmistui Suomeen kuitenkin Pohjoismaiden suurin, 30-luokkahuoneinen Aleksis Kiven kansakoulu Helsinkiin (ks. kuva 2.1.c.). Koulutyyppi, jossa tilat oli sijoitettu käyttötarkoituksensa mukaan eri siipiin yleistyi 1930-luvulta lähtien. Funktionalismi toi mukanaan selkeyttä, tarkoituksenmukaisuutta ja linjakkuutta, ja sisätiloihin pyrittiin saamaan mahdollisimman paljon luonnonvaloa suurien ikkunoiden kautta, joiden suorat rivit hallitsivat julkisivuja. Käytävien päihin tulivat suuret ikkunajulkisivut. Luonnonvalon lisäksi myös muut sisäolosuhteiden laatuun liittyvät tekijät nousivat esille muun muassa tuberkuloosin yleistymisen vuoksi 1920- ja 1930-luvulla niin, että luokkahuoneiden tuuletusta ja avattavia tuuletusikkunoita pidettiin ensiarvoisen tärkeinä.

Talvi- ja jatkosotien jälkeen Neuvostoliitolle luovutetuilta alueilta siirtyi yli 400 000 ihmistä muualle Suomeen kasvattaen koulujen oppilasmääriä ja uusien koulujen tarvetta. 1946 keskikoulut siirtyivät valtiolta kunnallisiksi, ja pari vuotta siirron jälkeen kunnat alkoivat tarjoamaan kaikille ilmaista kouluruokaa vaatien keittolat ja ruokat jokaiseen kouluun. Sotien jälkeinen materiaali- ja ruokapula näkyi muun muassa ulkokäymälöinä oppilaille. Kaupungeissa syntyi suomalaisen koulutalon perusmalli, joka oli monikerroksinen, satulakattoinen rakennus pihan tai urheilukentän laidalla. Luokkahuoneet olivat yhdessä ja voimistelusalit toisessa siivessä juontaen juurensa edellisen vuosikymmenen tilaratkaisuihin. Funktionalismin ihanteita pehmennettiin muun muassa runsaammilla materiaaleilla ja punatiilellä. Maaseudulla puolestaan pienet puiset tyypikoulut yleistyivät.

1950-luvulla oppilasmääriä kasvattivat edelleen sotien jälkeen syntyneet suuret ikäluokat. Koulurakennukset alkoivat madaltua niin, että niiden katsottiin olevan lähempänä lapsen mittakaavaa ja liittyvän paremmin ympäristöönsä (ks. kuva 2.1.d.). Käytäviä laajennettiin, valaistusta parannettiin ja näkymiä ulos sekä muihin tiloihin avattiin. Vuonna 1958 tuli voimaan kansakoululaki, joka yhdisti kansa- ja jatkokoulut varsinaiseksi kansakouluksi. Oppikouluja rakennettiin edelleen paremmalle väelle. 1950-luvulla uudistettiin myös koulujen opetusohjelmia ja toimintatapoja. Erikoisluokkien lisääntyessä syntyi uusia koulutyyppisiä, kuten niin kutsutut halli- ja solukoulut. Hallikoulu perustui kokoavaan suureen keskusaulaan, jonka ympärille pienemmät tilat sijoittuvat, kun taas solukoulussa tilat jaettiin itsenäisiin, opintoryhmille varattuihin luokkahuoneisiin. Opettajien kateederit eli kiinteät rakenteelliset korokkeet hävisivät lopulta kokonaan luokkahuoneista 1960-luvulla.

1960-luvulla alkoi muuttoliike maalta kaupunkiin ja satoja kansakouluja lakkautettiin maaseudulla. 1966 tehtiin aloite peruskoulusta, jonka tavoitteena oli maksuton, tasa-arvoa edistävä yhdeksänvuotinen yhtenäiskoulu ja jossa kansakoulu muuttuisi ala- ja yläasteeksi. Matalien koulujen rakentaminen jatkui niin, että niiden ulkoasussa näkyi teollinen rakennustuotanto. Kouluissa oli usein kaksi kerrosta ja tasakatto, ja julkisivujen ilme oli horisontaalinen ja graafinen. Nauhaikkunat yleistyivät, ja betoni, kalkkihiekka- ja punatiili toimivat yleisinä julkisivumateriaaleina, joskus näkyvillä jopa sisätiloissa. Suunnittelua hallitsivat muunneltavuus ja laajennettavuus, ja arkitekhdit saattoivat käyttää moduulimitoitusta suunnittelussaan. Audiovisuaalisten opetusvälineiden käyttö ja sijoittelu vaikuttivat sisätilojen suunnitteluun enenevässä määrin. Toisaalta 1960-luvulla kokeiltiin myös uudenlaisia pohjaratkaisuja, kuten niin kutsuttua paviljonkikoulua, jossa eri toiminnot sijoiteltiin omiin erillisiin rakennuksiinsa.

Peruskoulun opetussuunnitelma esitettiin lopulta vuonna 1970 ja siihen siirryttiin vuosien 1972–1977 välisenä aikana. Oppikoulut lakkautettiin uudistuksen myötä kokonaan ja 1971 kouluviikko muuttui kuusipäiväisestä viisipäiväiseksi. Myös pedagogiset menetelmät muuttuivat vaatien koulurakennuksilta joustavuutta ja muunneltavuutta. Opettajaohitoisen luokkaopetuksen rinnalle tuli erilaisia ryhmäopetuksia sekä yksilöllistä opetusta, ja koulutuksen päämääräksi tuli oppilaan oman persoonallisuuden kehittäminen niin, että yksilökeskeisyyttä korostettiin ja valinnaisaineita lisättiin. Näin ollen perinteinen koulutyyppi ei enää soveltunut uuteen järjestelmään ja vanhoja kouluja alettiin korjaamaan peruskouluille sopiviksi. Kouluihin tulivat kirjastot lukusaleineen ja auditoriot yhteiskokouksien varten. Maisemaluokkia eli avoimia suuria



**KUVA 2.1.d. Jorma Järven suunnittelema Tapiolan koulu, Espoo.**



**KUVA 2.1.e.** Kaija ja Heikki Sirenin suunnittelema Helsingin Suomalainen Yhteiskoulu.

luokkatiloja voitiin jakaa liikuteltavien seinien avulla pienempiin osiin. Aineluokka- eli kiertojärjestelmä yleistyi yläasteella ja lukiossa niin, että oppiaineilla oli omat luokkansa, joihin oppilaat siirtyivät välitunnin aikana. Tiloista tehtiin avoimia käytävään avautuvien lasiseinien avulla ja pienryhmät saivat omat solunsa solujärjestelmään perustuvan rakennustyyppin yleistyttyä 1970-luvulla.

Toisena tyyppinä 1970-luvulla yleistyi Yhdysvalloista rantautunut avotilakoulu, jossa opiskeluhallin ympärille ryhmiteltiin erikokoiset tilat yksilöllistä opiskelua varten. Tässä tyyppissä runkosivvydet kasvoivat suuriksi ja keskelle jäävät tilat valaistiin kattoikkunoiden avulla (ks. kuva 2.1.e.). 1970-luvulla rakennusten suunnittelua hallitsivat tarkat määräykset ja mitoitukset rajaten suunnittelijoiden vapautta ja mielikuvitusta. Koulurakennusten ilme muuttui geneerisemmäksi ja arkisemmaksi mataline kalkkikiekkatiilisine ulkokuorineen. Toisaalta 1970-luvulla alettiin myös rakentaa monitoimitaloja, joissa koulu oli vain yhtenä osana, ja varsinaisten koulurakennusten kohdalla alettiin suosia monikäyttöisyyttä mahdollisimman suuren taloudellisen hyödyn saavuttamiseksi.

1970-luvulla siirryttiin kansakoulusta peruskouluun, kun vanhaa koulujärjestelmää pyrittiin demokratisoimaan. Ilmainen peruskoulu takasi, että kaikki varallisuudesta riippumatta pystyivät osallistumaan kouluun. Uusi koulujärjestelmä merkitsi merkittävää muutosta opetussuunnitelmiin ja -menetelmiin. Uudenlainen opetus, opetuksen vapautuminen ja menetelmien monipuolistuminen mahdollistui osaltaan uudenlaisen teknologian, kuten piirtoheitinten ja monistuskoneiden myötä. 1980-luvulla Suomen talouden parantumisen ansiosta koulut saivat enemmän rahaa toimintaansa. Ulkotiloihin tuli kiipeilytelineitä ja opetus tapahtui myös koulurakennuksen ulkopuolella esimerkiksi erilaisissa kulttuuritapahtumissa. (YLE, 2018a.)

1995 Internet avautui ja sen käyttö tuli vahvasti osaksi opetusta. Oppimisympäristöt laajenivat myös virtuaalisiksi, ja puhuttiinkin jopa virtuaalikouluun siirtymisestä. 1990-luku oli toisaalta kaksivaiheinen sitä varjostavan taloudellisen laman vuoksi. Opetussuunnitelmaa uudistettiin jälleen. Kouluihin tulivat atk-luokat tietokoneineen, yksilöllistä opetusta korostettiin ja toisaalta ryhmätyöskentelyä pulpettiryhmämuodostelmissa lisättiin. (YLE, 2018a.)

2000-luvulla näkyi edelleen laman vaikutus, eikä koulurakennusten kunnosta pidetty huolta. Koulujen ilmanvaihto saatettiin säästösyistä sulkea yöajaksi tai jopa koko kesäksi vaikuttaen siten koulujen sisäilmaan, terveellisyyteen ja oppimiseen. Koulurakennusten käyttötarkoitus laajeni 2004 käyttöön otetun lakisääteisen lapsille järjestettävän aamu- ja iltapäivätoiminnan myötä. 2010-luvulla digitaalisten oppimisympäristöiden merkitys on kasvanut entisestään ja kouluissa luokat ovat yhä useammin erilaisia oppimissoluja luokkahuoneiden ja kotiluokkien sijaan. Pulpetteja on korvattu sohvilla ja säkkituoleilla. Oppilaat otetaan osaksi koulujen kehittämistä niin pedagogisessa kuin koulurakentamisen kehittämisen mielessäkin. (YLE, 2018a.)

Toisaalta koulurakennuksia on 2000-luvulla rakennettu verrattain runsaasti ja ne ovat keskenään varsin omaleimaisia. Kouluissa korostuvat värit, laatu ja monumentaalisuus, ja asettuminen maisemaan tai kaupunkikuvaan on yleisesti keskeistä. 2000-luvun kouluarkkitehtuurissa näkyy myös kiinnostus ekologisen ja kestävä kehityksen mukaiseen rakentamiseen sekä arvoihin. Suomalainen koululaitos on myös saanut kansainvälistä huomiota Pisa-tutkimuksissa pärjäämisen ansiosta. (Arkkitehtuurimuseo, 2012c.)

## 2.2. PERUSKOULUT JA UUDISTUNUT OPETUSSUUNNITELMA

Nykyinen voimassa oleva opetussuunnitelma (OPS) astui Suomessa peruskoulun 1–6-luokkalaisten osalta voimaan 1.8.2016 vuonna 2014 laaditun peruskoulun opetussuunnitelman perusteiden pohjalta. 7–9-luokkalaisten kohdalla opetussuunnitelma otetaan porrastetusti käyttöön vuosien 2017–2019 välisenä aikana. Opetussuunnitelma on suunnitelma siitä, miten opetus järjestetään, ja sen laatii perusopetuksen osalta opetushallitus (Opetushallitus, 2014a). Opetussuunnitelma perustuu perusopetuslakiin ja -asetukseen, jotka puolestaan laatii valtioneuvosto (L 422/2012). Asetuksessa valtioneuvosto määrittää opetuksen tavoitteet ja tuntijaon oppiaineittain, minkä pohjalta laaditaan opetussuunnitelman perusteet tukemaan ja ohjaamaan opetuksen järjestämistä. Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet on laadittu Suomessa vuosina 1985, 1994, 2004 ja viimeisin 2014. Opetussuunnitelman perusteissa kuvataan tarkemmat kansalliset opetuksen ja sen kehittämisen tavoitteet, joita opetuksen järjestäjät eli kunnat ja koulut soveltavat paikallisten tarpeiden sekä painotusten valossa. Tämän luvun päälähteinä on toiminut opetushallituksen laatima Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014 -julkaisu (Opetushallitus, 2014a) sekä tämän pohjalta laadittu opetushallituksen Opetussuunnitelman perusteet -internetsivusto (Opetushallitus, 2014b).

Keskeistä uudessa opetussuunnitelmassa OPS 2016:ssa on oppimisen ilon ja oppilaiden oman aktiivisen roolin korostaminen. Vuorovaikutustaidot, yhdessä tekeminen ja kasvaminen kestävään elämäntapaan ovat opetussuunnitelman keskiössä. Opetussuunnitelman uudistuksella on pyritty säilyttämään suomalaisten lasten osaaminen ja taidot kansallisella ja kansainvälisellä tasolla sekä lisäämään oppilaiden mielenkiintoa ja motivaatiota. Tarkoituksena on ollut vahvistaa oppilaan omaa aktiivisuutta ja vastuunottoa omasta opiskelusta, sekä tukemaan yksilöllistä kehitystä. Perustan oppimiselle luovat omat kokemukset, tunteet, kiinnostuksen kohteet ja vuorovaikutus muiden oppilaiden kanssa. Opettajan tehtävä on ohjata oppilaita elinikäisiksi oppijoiksi. Opettämisen sijaan keskeistä on oppiminen.

OPS 2016:ssa panostetaan opetuksessa niin kutsuttuun laaja-alaiseen osaamiseen, jolla tarkoitetaan monipuolista tietotaitoa ja eri osa-alueita yhdistävää osaamista. Tällaista osaamista tarvitaan työelämässä, opiskelussa ja peruskansalaisena. Laaja-alaiseen osaamiseen kuuluvat opetussuunnitelman mukaan ajattelun ja oppimisen taidot, vuorovaikutus- ja ilmaisutaidot, itsestä huolehtiminen, arjen taidot, kulttuurinen osaaminen, viestintäteknologian osaaminen, työelämätaidot, yrittäjyys, vaikuttaminen, kestävä tulevaisuuden rakentaminen ja monilukutaito eli taito tuottaa ja tulkita erilaisia tekstejä. Jokaisessa koulussa tulee lukuvuosittain järjestää ainakin yksi niin kutsuttu monialainen oppimiskokonaisuus, eli teema, projekti tai jakso, jossa yhdistellään eri oppiaineiden sisältöjä.

Opetussuunnitelman tavoitteena laajemmin on myös koulujen toimintakulttuurin kehittäminen, jolla edistetään oppimista, osallisuutta, hyvinvointia ja kestävä elämäntapaa. Uudessa toimintakulttuurissa koulu on oppiva yhteisö, joka luo edellytykset oppimiselle ja hyvinvoinnille. Kouluissa hyödynnetään suunnitelmallisesti erilaisia

oppimisympäristöjä ja työtapoja, kuten kokeilemista, tutkimista, toiminnallisuutta, liikkumista ja leikkimistä. Kulttuurien moninaisuus ja kielitaito korostuvat. Myös yhdenvertaisuutta, tasa-arvoa ja demokraattista toimintaa pyritään edistämään, ja oppilaille annetaan muun muassa mahdollisuuksia osallistua koulun toiminnan suunnitteluun ja kehittämiseen. Kestävän elämäntavan korostaminen arjen valinnoilla ja koulun toimintatavoilla huomioi myös ympäristötekijät ja ekologiset arvot.

Uudenlainen opetussuunnitelma on asettanut uudenlaisia vaatimuksia peruskoulujen arkkitehtisuunnittelulle niin tilallisesti kuin toiminnallisestikin. Uudistus on koskenut itse oppimisen lisäksi oppimisympäristöjä niin, että opetussuunnitelman mukaan oppimisympäristöjen tulee olla turvallisuuden lisäksi oppimaan innostavia. Oppimisympäristöinä käytetään luokkahuoneiden lisäksi koulun ulkopuolisia paikkoja, kuten luontoa tai julkisia tiloja, museoita ja yritysvierailuja. Virtuaaliset ympäristöt, teknologia ja pelit kuuluvat uusiin oppimisympäristöihin. Monialaiset oppimiskokonaisuudet, ilmiöpohjainen oppiminen sekä toiminnallisuuteen ja kokemuseräiseen oppimiseen perustuvat toimintatavat asettavat uudenlaisia haasteita koulujen tilasuunnittelulle. Uuden opetussuunnitelman myötä nykypäivän koulut tarvitsevat fyysisinä ominaisuuksina joustavuutta, monikäyttöisyyttä, elämyksellisyyttä ja ekologisuutta.

### 2.3. PERUSKOULUT JA LÄHES NOLLAENERGI AKRITEERIT

Opetusmenetelmien päivittymisen ja tarpeiden jatkuvan muutoksen lisäksi päivittyvät tasaisin väliajoin myös rakennusten energiatehokkuuteen liittyvät kriteerit. Energiatehokkuuden näkökulmasta ajankohtaista on, että Euroopan unionin energiatehokkuusdirektiivin (EPBD) mukaan kaikkien uusien rakennusten tulee olla lähes nollaenergiataloja vuoden 2020 loppuun mennessä, mutta viranomaisten rakennuksia – koulurakennukset mukaan lukien – direktiivi koskee jo vuoden 2018 loppuun mennessä, eli vuoden 2019 alusta alkaen. Tämä tarkoittaa sitä, että koulujen tulee mainitusti toimia eräänlaisina suunnannäyttäjinä lähes nollaenergiatalojen ja uudenlaisten suunnitteluratkaisujen käyttöönotolle.

Kaikkien EU:n jäsenmaiden tulee laatia kansallinen lähes nollaenergiatalon käsite ja kriteerit sekä käyttöönottaa lähes nollaenergiatalonsa rakennusalalla. Suomessa rakennusala on tehnyt lainsäädännön laatimisen pohjaksi oman ehdotuksen FinZEB-hankkeessa, mutta yksityiskohtaisempi määritelmä on edelleen osittain työn alla osana laajempaa säädösvalmistelua. Joka tapauksessa lähes nollaenergiatalo tarkoittaa rakennusta, jonka energiatehokkuus on erittäin korkea ja jonka tarvitsema vähäinen energia katetaan hyvin laajalti uusiutuvalla energialla. (Ympäristöministeriö, 2015.)

Energiatehokkuudelle ei niin ikään ole täysin yksiselitteistä määritelmää EU:n tasolla. Euroopan unionin energiatehokkuusdirektiivin 2012/27/EU mukaan energiatehokkuus tarkoittaa yleisesti ”suoritteen, palvelun, tavarain tai energian tuotoksen ja energian käytön välistä suhdetta” ja energiatehokkuuden parantamisella tarkoitetaan ”teknisistä, ihmisten käyttäytymiseen liittyvistä ja/tai taloudellisista muutoksista

johtuvaa energiatehokkuuden lisääntymistä” (2012, s. 10). Joka tapauksessa määritelmät ovat selkeästi sidoksissa rakennuksen tuotantoon tai lopputuotteeseen, joka voi olla esimerkiksi pinta-ala tai raha (González et al., 2011). (ks. Käsitteet, Energiatehokkuus.)

Suomessa Rakentamismääräyskokoelman osassa D3 Rakennusten energiatehokkuus (2012) annetaan määräykset ja ohjeet rakennusten energiatehokkuuden laskentaan. Joulukuussa 2017 on puolestaan laadittu Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (1010/2017), joka korvaa mainitut, vuonna 2012 laaditut määräykset ja ohjeet. Uudet asetukset ja kansallisen lähes nollaenergiatalon kriteerian muutokset koskevat muun muassa energiamuotokertoimia. Muutokset laskennallisiin kertoiimiin tuottavat haasteita uusien ja ennen energiatehokkuuden laskentaan liittyviä muutoksia toteutettujen rakennusten keskinäiseen vertailuun. Myös muut muutokset koskevat pitkälti laskennallista energiatehokkuutta, kuten E-luvun tiukentuneita ja tarkentuneita raja-arvoja. Rakenteelliselle energiatehokkuudelle on toisaalta avattu uusia mahdollisuuksia ja esimerkiksi hirsirakenteille on annettu tiettyjä helpotuksia tavoitteena turvata perinteinen rakennustekniikkamme. (ks. Käsitteet, E-luku; Lähes nollaenergiarakennus.)

Peruskoulut ovat kohdanneet Suomessa runsaasti kosteusongelmia, jotka liitetään usein energiatehokkuustavoitteiden saavuttamiseen. Toisaalta koulujen tulee jälleen olla etunenässä uusien määräysten käyttöönotossa, joka väistämättä sisältää kokeiluja, haasteita ja onnistumisia. Lisäksi nykykoulujen moninainen kirjo ja näyttävyys vaikeuttavat yleisten energiatehokkuuteen liittyvien ratkaisumallien tai ohjeiden laatimista. Energiatehokkuus, lähes nollaenergiatalon kriteerit ja ympäristönäkökulmat voivat toisaalta parhaassa tapauksessa vahvistaa ja luoda täysin uudenlaista kouluarkkitehtuuria niin tilallisesti, toiminnallisesti kuin visuaalisestikin.

*Tässä julkaisussa on pääasiallisesti viitattu vuoden 2012 energiamääräyksiin julkaisun työstämisaikankohdan mukaisesti sekä yhteensopivasti hankkeen muiden julkaisujen kanssa (ks. Esipuhe, Liittyvät julkaisut). Uusia ja työn alla olevia energiatehokkuuteen liittyviä asetuksia on toisinaan avattu erillisellä maininnalla tai harmaalla tekstillä kyseisten kohtien yhteydessä.*

### 3. PERUSKOULUJEN NYKYISIÄ RATKAISUMALLEJA





Vaikka peruskouluarkkitehtuuri on jatkuvassa muutoksessa muun muassa rakentamislainsäädäntöön ja opetusmetodeihin liittyvien muutosten vuoksi, on peruskouluissa kuitenkin havaittavissa vuosien saatossa myös joitakin vakiintuneita tai toistuvia ratkaisumalleja esimerkiksi tilaohjelman, tilojen mitoituksen ja niiden käyttötarkoitusten suhteen. Tässä luvussa kartoitetaan peruskoulujen nykyisiä ratkaisumalleja ja esitellään useita 2000-luvun esimerkkikoulukohteita Suomesta ja muualta Euroopasta. Ikärajan ansiosta esimerkkikohteista voidaan havaita edellisessä luvussa esiteltyjä ajankohtaisia teemoja niin energiatehokkuuden, opetusmetodien, omaleimaisuuden kuin ekologisuudenkin suhteen, sekä huomata konkreettisia suunnitteluratkaisuja vastaamaan näihin teemoihin. Tehtyjen tilallisten ja toiminnallisten havaintojen perusteella tarkastelussa olevat koulurakennukset ryhmitellään niiden yhteisten ominaisuuksien mukaisesti. Esimerkkikohteiden ja niistä tehtyjen ryhmittelyiden pohjalta pyritään havaitsemaan nykypäivän peruskoulujen mahdollisia vakiintuneita ratkaisuja ja niiden suhdetta energiatehokkuuteen.

### 3.1. ESIMERKKIKOhteita

Koulujen on vastattava paitsi tilallisiin, toiminnallisiin ja energiatehokkuudellisiin, niin myös useisiin laadullisiin tavoitteisiin. Tällaisia tilaajan tai kaavan asettamia tavoitteita ovat esimerkiksi ulkoarkkitehtuuriin liittyvät tekijät, kuten näyttävyyden tai paikan identiteetin luominen. Sisätiloihin liittyviä laatutekijöitä voivat olla muun muassa luonnonvaloon tai tilatehokkuuteen liittyvät tekijät. Tässä luvussa tehdään katsaus ajankohtaisiin, 2000-luvulla rakennettuihin koulukohteisiin tavoitteena hahmottaa erilaisia kouluratkaisuja, niiden erityispiirteitä tai mahdollisia yhtäläisyyksiä. Samalla annetaan esimerkkejä siitä, millaisilla erilaisilla tavoilla koulurakentamista voidaan toteuttaa.

Tässä luvussa esitellään joukko esimerkkikohteita COMBI-hankkeen pohjalta niin, että kohteet on valittu hankkeen yhteistyökaupungeista Tampereelta ja Helsingistä, yhteistyöyrityksistä, kuten Arkkitehtipalvelu Oy:ltä, Länsi-Euroopan ekskursiolta Norjasta ja Alankomaista sekä Suomen ekskursiolta Helsingistä ja Espoosta. Käänteisesti, ekskursiokohteet valittiin luonnollisesti hankkeen rajauksen ja tutkimuksen intressien mukaisesti. COMBI-kytkösten mukaisia kohteita on täydennetty rajauksen mukaisilla, ajankohtaisilla tai kiinnostavilla koulukohteilla mahdollisimman kattavan kokoelman saamiseksi.

*Jätkäsaaren peruskoulu (Helsinki)*  
*Houthavenin koulu (Alankomaat)*  
*Brynseng koulu (Norja)*  
*Viikinmäen korttelitalo (Helsinki)*  
*Plein Oostin koulu (Alankomaat)*  
*Kalasadaman korttelitalo (Helsinki)*  
*Talvitien koulu ja päiväkotiki (Tampere)*  
*Ruusutorpan koulu (Espoo)*  
*Bjørnslettan koulu (Norja)*  
*Satavuon ekokoulu (Laukaa)*  
*Saunalahden koulu (Espoo)*  
*Opinmäen monitoimitalo (Espoo)*  
*Tesoman yhtenäiskoulu (Tampere)*  
*Vuores-talo (Tampere)*

*Vasemman sivun kuva: Nissilä, 2017.*

#### *Arkkitehtisuunnittelu*

Aarti Ollila Ristola Arkkitehdit Oy

#### *Valmistumisvuosi*

2019

#### *Sijainti*

Suomi, Helsinki, Länsisatama/  
Jätkäsaari

#### *Käyttötarkoitus*

Peruskoulu (luokat 1–9) + kaupungin  
monitoimirakennus

#### *Käyttäjien lukumäärä*

740 oppilasta

#### *Laajuustiedot*

8 159 brm<sup>2</sup>

### 3.1.1. JÄTKÄSAAREN PERUSKOULU

Jätkäsaaren peruskoulua ja Busholmens grundskolaa varten järjestettiin vuonna 2015 yleinen kaksivaiheinen arkkitehtuurikilpailu, jonka voitti Aarti Ollila Ristola Arkkitehdit Oy (AOR Arkkitehdit). Kilpailussa etsittiin kaupunkikuvaa rikastuttavaa, toimivaa, viihtyisää, arkkitehtonisesti korkeatasoista, terveellistä, turvallista ja joustavaa kokonaisratkaisua. Lisäksi kohteen tuli olla kokonaistaloudellinen, pitkäaikaiskestävä, huollettava ja energiatehokas. (Helsingin kaupunki, 2015.) Kohteen on määrä valmistua Helsingin Jätkäsaareen vuonna 2019.

#### *Arkkitehtoninen ilme*

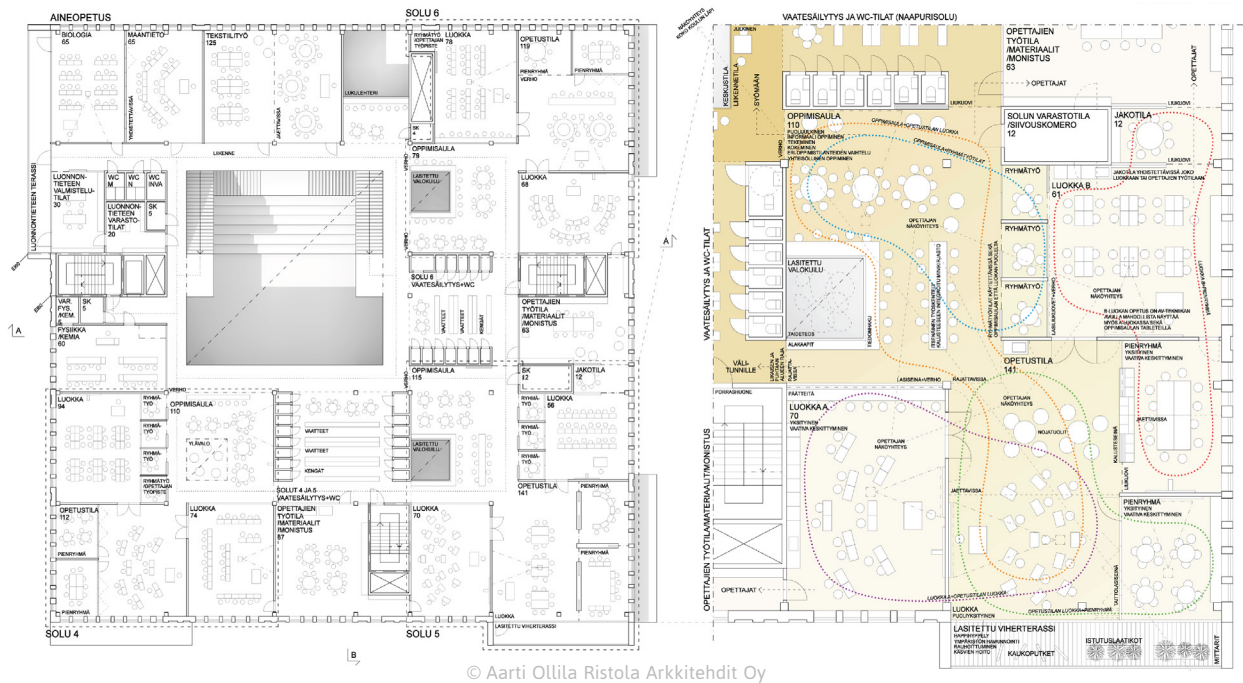
Yksinkertainen kuutiomainen massoitettu istuu osaksi Jätkäsaaren urbaania kaupunkirakennetta mahdollistaen samalla energiatehokkuuden näkökulmasta otollisen, kompaktin ja tiiviin rakennusvaipan. Maantasokerros avautuu avoimena ympäristöönsä, kun taas ylempien kerrosten julkisivut ovat umpinaisempia ja aukotus pientä. Julkisivujen reliefimäinen ulkoasu, jossa osa aiheista on ikkunoita ja osa valeikkunoita syvennyksineen mahdollistaa rakennuksen avautumisen suotuisiin ilmansuuntiin arkkitehtonisen kokonaisilmeen säilyessä yhtenäisenä. (AOR Arkkitehdit, 2018.)

#### *Tilalliset ja toiminnalliset suunnitteluratkaisut*

Tilasuunnittelulla pyritään vastaamaan niin nykyisen opetussuunnitelman kuin tulevaisuudenkin koulun tarpeisiin. Tilasuunnittelun keskeisinä periaatteina ovat tilojen monikäyttöisyys ja tilaohjelman avoimuus. Perinteisten luokahuoneiden asemasta toimivat oppimissolut ja muunneltavat tilat mahdollistavat toimintojen luontevan yhdistymisen luoden uudenlaisia oppimisen ja opettamisen mahdollisuuksia, kuten eri oppiaineiden ja luokka-asteiden välistä yhteistyötä. (AOR Arkkitehdit, 2018; Helsingin kaupunki, 2016.) Koulun toiminnallisena keskipisteenä toimiva atrium luo yhteyden

KUVA 3.1.1.a. Visualisoitu sisänäkymä atriumista.





© Aarti Ollila Ristola Arkkitehdit Oy

kolmikerroksisen rakennuksen tilojen välille helpottaen rakennuksen orientoitavuutta ja sisätilojen hahmotettavuutta. Samalla korkea tila sekä ylempien kerrosten näköyhteys ensimmäiseen kerrokseen mahdollistaa atriumin monipuolisen käytön esimerkiksi erilaisia esityksiä varten (AOR Arkkitehdit, 2018). Atriumin lasitettu katto tuo luonnonvaloa ylävalona syvän rakennusrungon keskelle.

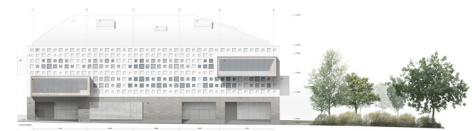
### Käyttö

Peruskoulu on suunnattu luokille 1–9 ja mitoituksen tavoitteeksi on asetettu 740 oppilaspaiikkaa. 10 %:n tehokäytössä oppilaspaiikkoja on mahdollista saada 814 kappaletta. Rakennus toimii myös monitoimirakennuksena ympäröivässä kaupunkirakenteessa ja tiloja erilaiselle vapaa-ajan toiminnalle tarjotaan kesä- ja ilta-aikoihin parantaen rakennuksen käyttöstettä. (Helsingin kaupunki, 2016.)

### Energiätehoisuus

Jätkäsaaren koulussa kestäviä ratkaisuja on lähestytty kokonaisvaltaisesti; Suunnittelussa on otettu huomioon pitkään elinkaareen liittyvä muunneltavuuden vaatimus, jonka rakennuksen muoto, rakennejärjestelmä, talotekniset asennukset ja tilasuunnittelu mahdollistavat. Rakenteiden lämmönpitävyydellä, liitosten tiiveydellä, taloteknisten järjestelmien säädöillä ja automatiikalla vaikutetaan energiatehokkuuteen. Rakenteissa ja sähköasennuksissa varaudutaan aurinkoenergian käyttömahdollisuuteen, minkä lisäksi rakennusta ei varusteta koneellisella jäähdytyksellä. (Helsingin kaupunki, 2016.) Tilatehokkaiisiin sisätiloihin on pyritty tuomaan maksimaalinen määrä luonnonvaloa minimoiden kuitenkin ikkunoista tulevat lämpökuormat. (AOR Arkkitehdit, 2018.)

KUVA 3.1.1.b. 3. kerroksen pohjapiirros ja solukaavio.



© Aarti Ollila Ristola Arkkitehdit Oy

KUVA 3.1.1.c. Julkisivu itään.

### *Arkkitehtisuunnittelu*

Marlies Rohmer Architects &  
Urbanists

*Valmistumisvuosi*  
2015

### *Sijainti*

Alankomaat, Amsterdam, Houthaven

### *Käyttötarkoitus*

Alakoulut + esikoulu + päiväkotiki +  
koulun jälkeinen toiminta + kuntosali  
+ teatteri + ravintola + toimistot

*Käyttäjien lukumäärä*  
600 oppilasta

*Laajuustiedot*  
6 810 m<sup>2</sup>

## 3.1.2. HOUTHAVENIN KOULU

Amsterdamin kaupunki yhdessä projektikehittäjien kanssa on päättänyt luoda Houthavenin entisestä teollisuuden käytössä olleesta satama-alueesta 100 prosenttisesti ilmastoneutraalin naapuruston. Tämän tavoitteen saavuttaakseen alueelle rakennettavien rakennusten suunnittelussa ja toteutuksessa tulee kiinnittää erityistä huomiota materiaalien ympäristövakuuksiin sekä rakennusten energiatehokkuuteen. (Reynaers aluminium, 2018.) Marlies Rohmerin suunnittelema Houthavenin energianeutraali yhteiskoulu valmistui vuonna 2015.

### *Arkkitehtoninen ilme*

Rakennus on muodoltaan kompakti, esivalmistetuista tiilielementeistä valmistettu suorakaide. Ensimmäisen kerroksen detaljoidut koristeaiheet luovat katutason julkisivuun mielenkiintoa ja ikkunakorkeudet asettuvat paikoilleen vaihtelevissa rytmeissä. Räystäslinjassa oleva reunuslista integroituu julkisivun yläosan korkeiden, kapeiden ikkunoiden kanssa. Kadun puolella rakennus houkuttelee luokseen erkkerin, sisäänpäin kaareutuvien sisäänkäyntien, suurten lasipintojen ja tavanomaista korkeampien ovien avulla. Kaksi kerrosta korkea aula avautuu aurinkoiselle puiston puolelle yhdessä ravintolaan yhteydessä olevan terassin kanssa. (Marlies Rohmer Architects & Urbanists, 2018.)

### *Tilalliset ja toiminnalliset suunnitteluratkaisut*

Rakennuksen keskelle sijoittuva atrium sekä siihen liittyvät toiminnot käsittävät pelihuoneita, juhlasalin, vuokrattavan kuntosalin sekä katolle sijoittuvan ulkourheilalueen. Opetustilat ja muut ryhmäaktiiviteettitilat sijoittuvat atriumin ympärille ulkojulkisivuja vasten, jolloin luonnonvalon saanti ja luonnollisen ilmanvaihdon määrä ikkunoiden kautta maksimoidaan. Näitä tiloja voidaan yhdistellä keskenään joustavien, kevyiden väliseinien avulla. Korkea huonekorkeus lisää entisestään ra-

**KUVA 3.1.2.a. (alla) Sisänäkymä opetustilasta.**

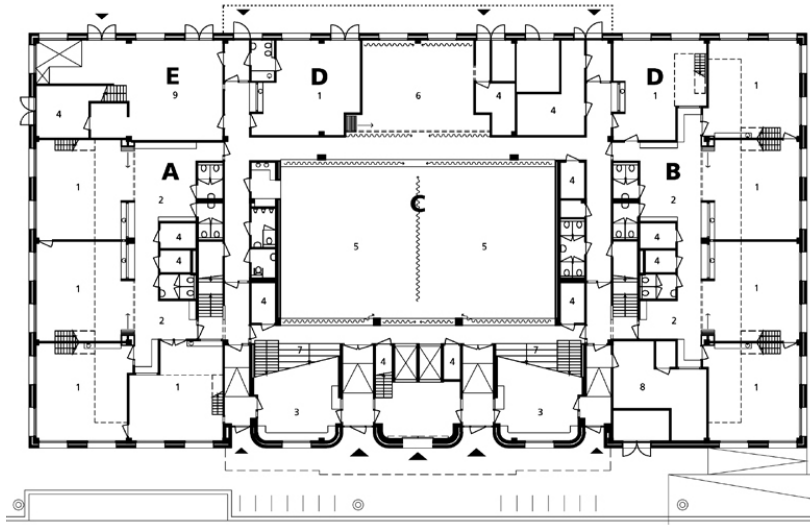
**KUVA 3.1.2.b. (oikealla) Ulkonäkymä.**



© Daria Scagliola



© Daria Scagliola



© Marlies Rohmer Architects & Urbanists

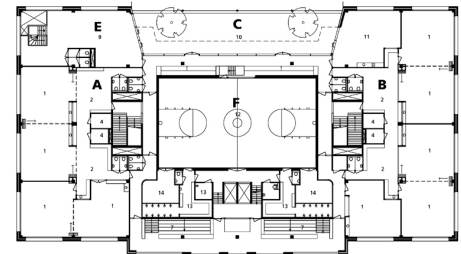
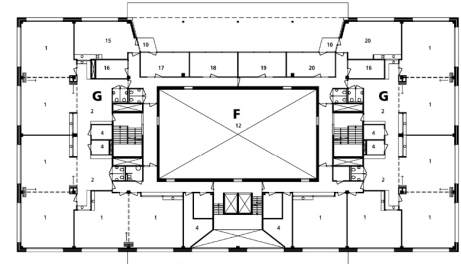
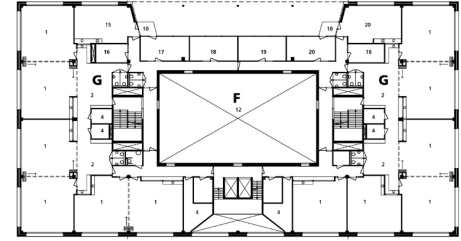
kennuksen muuntojoustavuutta; mikäli tilan käyttöä halutaan tehostaa entisestään, voidaan lisätä asennuslattioita, joissa korotetun kevyen lattiarakenteen alla voidaan kuljettaa esimerkiksi taloteknisiä tai sähkövetoja. Suuri terassi ja pihatilat toimivat sekä lounaspaikkoina että oppimisen tiloina. (Marlies Rohmer Architects & Urbanists, 2018.)

### Käyttö

Houthavenin koulu sisältää kaksi alakoulua, neljä päiväkotiryhmää käsittävän päiväkodin, esikoulun, tilat koulun jälkeiselle toiminnalle, kuntosalin, teatterin, ravintolan ja toimistotiloja (Marlies Rohmer Architects & Urbanists, 2018). Monipuolisen toiminnan ansiosta rakennuksen käyttäjät ja käyttöaika eivät rajoitu ainoastaan koulun tarpeisiin.

### Energiätehokkuus

Houthavenin energianeutraalin koulun ympäristötavoitteet on saavutettu arkkitehtuurin, rakenneratkaisujen ja talotekniikan yhteissuunnittelulla muodostaen näin toimivan ja energiatehokkaan kokonaisuuden. Energianeutraalin koulun keskeisiä suunnitteluratkaisuja ovat tietoinen materiaalien käyttö, muuntojoustava ja kompakti sisätila, suuren lämpökapasiteetin omaava massa, kestävästi tuotetut kaukolämpö ja kaukokylmä, älykkäät ilmastointijärjestelmä ja valaistus, sekä katon valokennot. Pitkää elinkaarta palvelevat materiaalivalintojen lisäksi rakennuksen muuntojoustavuus ja useat käyttötarkoitukset; Pilari-palkki-rakenne suurine jänneväleineen mahdollistaa tilajakauman muuntelemisen erilaisten ja muuttuvien toimintojen mahdollistamiseksi. Luokkahuoneiden määrä voi vaihdella vuokraamalla tiloja tarvittaessa toimistokäyttöön. (Marlies Rohmer Architects & Urbanists, 2018.)



© Marlies Rohmer Architects & Urbanists

KUVA 3.1.2.c. 1.–4. kerrosten pohjapiirroksat.

*Arkkitehtisuunnittelu*  
HRTB Arkitekter

*Valmistumisvuosi*  
2017

*Sijainti*  
Norja, Oslo, Østensjø

*Käyttötarkoitus*  
Peruskoulu (luokat 1–7) + monitoimihalli

*Käyttäjien lukumäärä*  
840 oppilasta

*Laajuustiedot*  
11 600 kem<sup>2</sup>

### 3.1.3. BRYNSENG KOULU

Brynseng koulu sijaitsee Norjassa, Oslon koillisosassa, Østensjøn kaupunginosassa. Alue on muuttumassa pientehdasalueesta asuinalueeksi. Brynseng koulun on suunnitellut paikallinen arkkitehtitoimisto HRTB Arkitekter, ja rakennus valmistui vuonna 2017. Kohde on osa norjalaista FutureBuilt-ohjelmaa, jonka tavoitteena on toteuttaa 50 hiilineutraalia pilottikohdetta 10 vuodessa (FutureBuilt, 2018a). Brynseng koulu perustuu passiivitalostandardiin, minkä lisäksi tavoitteena on ollut rakentaa lähes nollaenergiatalo (FutureBuilt, 2018b).

#### *Arkkitehtoninen ilme*

Brynseng koulu on muodonannoltaan suorakaiteinen betonirunkoinen rakennus, jonka pohjoisen, idän ja lännen julkisivut verrattuna etelän julkisivuun edustavat keskenään kahta eri tyyliä: Muut julkisivut on vaaleaa tiiltä sitoen rakennuksen ympäröivään tehdasmiljööseen, kun taas eteläinen julkisivu koostuu pääosin siihen integroiduista aurinkopaneeleista. Aurinkopaneelien ansiosta energiatehokkuuden ja ympäristöystävällisen suunnittelun näkökulmat näkyvät ulkoarkkitehtuurissa selvästi. Lisäksi ylimpiin kerroksiin sijoittuva urheiluhalli läpikuultavine julkisivuineen luo oman elementtinsä rakennuksen arkkitehtoniseen ilmeeseen. Läpikuultava, mutta eristävä urheiluhallin julkisivujärjestelmä on sekä energiatehokas että avaa hallissa tapahtuvia aktiviteetteja aktivoiden lähiympäristöään. (FutureBuilt, 2018b.)

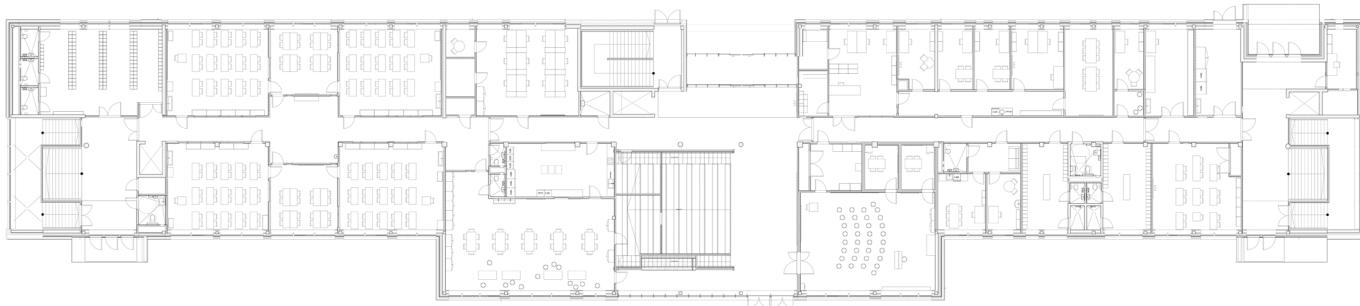
#### *Tilalliset ja toiminnalliset suunnitteluratkaisut*

Tilasuunnittelun koulurakennus perustuu keskikäytävään. Runko on hieman syvempi rakennuksen keskiosassa, minkä vuoksi suuremmat auditorio-, kirjasto, aula- ja liikuntatilat sijoittuvat luontevasti rakennuksen keskiosaan. Sisätilaltaan mielenkiintoinen moni-

KUVA 3.1.3.a. Ulkonäkymä.



© Thomas Gillgren



© HRTB Arkitekter

**KUVA 3.1.3.b. 1. kerroksen pohjapiirros.**

toimihalli sijoittuu rakennuksen ylimpiin kerroksiin ja sieltä on myös yhteys katolla olevalle pelikentälle (FutureBuilt, 2018b). Sisätiloissa ja monimuotoisissa ulkoilualueissa on leikitelty erilaisilla kirkkailla väreillä. Pohjaratkaisussa oppimistilat on ryhmitelty luokka-asteiden mukaisesti niin, että saman luokka-asteen luokkatilojen väliin sijoittuu luokkiin halutessa avattavia ryhmätytiloja. Lisäksi luokkien 1–4 tapauksessa ryhmätytilojen edessä oleva käytävä voidaan laajentaa niin kutsutuksi toriksi, jota voi käyttää moninaisiin tarkoituksiin. Suuremmat luokkahuoneet on jaettavissa osiin taittoseinien avulla.

#### *Käyttö*

Brynseng koulussa toimii neljä luokkaa kullekin luokkatasolle 1–7. Kaikkiaan rakennus on suunniteltu 950 käyttäjälle – 840 oppilaalle ja 110 henkilökunnan jäsenelle. Koulukäytön lisäksi paikalliset seurat voivat vuokrata koulun monitoimihallia iltakäyttöön, mikä parantaa rakennuksen käyttöastetta. (FutureBuilt, 2018b.)

#### *Energiätehoisuus*

Rakennuksen eteläjulkisivun pinta-alaltaan 1 100 m<sup>2</sup> kokoinen aurinkopaneelialue kattaa 25 % rakennuksen vuosittaisesta sähköenergiantarpeesta. Aurinkoenergian lisäksi rakennus käyttää maalämpöä niin, että maalämpöpumpun avulla saadaan noin 90 % rakennuksen tilojen ja käyttöveden lämmityksen tarpeesta. Lisäksi rakennuksessa käytetty teräs on kierrätettyä, ja rakennuksen betonielementeille sekä paikallavalubetonille on asetettu energiavaatimuksia. (FutureBuilt, 2018b.)

Ihmisiä kannustetaan saapumaan koululle julkisia ja kevyen liikenteen liikkumismuotoja käyttäen. Rakennus sijoittuu otollisesti metro-, bussi- ja junapysäkkien välittömään läheisyyteen, mistä syystä koululle ei ole suunniteltu lainkaan autopaikkoja kahta liikuntarajoitteisille tarkoitettua ja kahta sähköautopaikkaa lukuun ottamatta. Jotta saavutettavuus parantuisi entisestään, metrolinjan ja koulun välille on lisäksi rakennettu uusi kevyenliikenteenväylä. (FutureBuilt, 2018b.)



© Ida Hexeberg

**KUVA 3.1.3.c. Sisänäkymä.**



© Ida Hexeberg

**KUVA 3.1.3.d. Sisänäkymä oppimistilasta.**

#### *Arkkitehtisuunnittelu*

Arkkihtehdit Frondelius Keppo  
Salmenperä Oy

*Valmistumisvuosi*  
2014

#### *Sijainti*

Suomi, Helsinki, Viikki

#### *Käyttötarkoitus*

Peruskoulu (luokat 1–6) + esikoulu +  
päiväkoti + iltapäivä kerho + liikunta-  
tilat + monitoimitalo

#### *Käyttäjien lukumäärä*

264 oppilasta

#### *Laajuustiedot*

3 597 brm<sup>2</sup>

### 3.1.4. VIIKINMÄEN KORTTELITALO

Viikinmäen korttelitalon tavoite on olla eri-ikäisten lasten kohtaamispaikka, joka kannustaa ajatteluun, oppimiseen, innostukseen ja innovatiivisuuteen (Helsingin kaupunki, 2011). Korttelitalossa toimii Pihlajiston ala-asteen sivukoulu. Koulun ja päiväkodin välille on suunniteltu paljon yhteistyötä, minkä tarkoituksena on esimerkiksi tehdä lasten siirtyminen päiväkodista kouluun helpommaksi. (Uutta Helsinkiä, 2014.) Kohteen on suunnitellut Arkkihtehdit Frondelius Keppo Salmenperä Oy (AFKS) ja se valmistui vuonna 2014.

#### *Arkkihtetoninen ilme*

Mutkitteleva, kompaktimassainen koulurakennus näyttäytyy tien suuntaan muurimaisena ja pihan puolelle intiiminä, puujulkisivuisena rakennuksena. Betonirunkoiseen rakennukseen on valittu kestävä pintamateriaalit: valkoinen puhtaaksimuurattu tiili sekä lehtikuusi, joilla molemmilla huollon tarve on vähäinen. Aurinkosuojalaseilla varustetut ikkunat on sommiteltu julkisivuille leikkisästi.

#### *Tilalliset ja toiminnalliset suunnitteluratkaisut*

Sijoittuminen kallionrinteeseen näkyy myös sisätiloissa, joissa tilat porrastuvat maaston muodon mukaisesti. Eri koroissa olevien tilojen näköyhteys on säilytetty ja näin muodostettu mielenkiintoisia tilasarjanäkymiä sisätilojen välille mahdollistaen myös helpon valvottavuuden. Kattoikkunat tuovat paikoin valoa syvärunkoisen rakennusmassan keskellä oleviin tiloihin. (Betoni, 2015.)

Korttelitalo jakautuu päiväkotiin ja alakouluun, joiden välistä vahvaa synergiaa pyritään ylläpitämään koulun toiminnassa (Pihlajamäki.info, 2018). Korttelitalossa

KUVA 3.1.4.a. Ulkonäkymä.



© Mika Huisman / Decopic





© Arkkitehdit Frondelius Keppo Salmenperä Oy

**KUVA 3.1.4.b. 2. kerroksen pohjapiirros.**

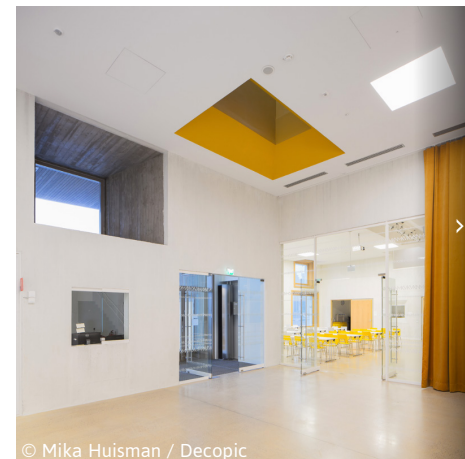
painotetaan myös luontevia kohtaamisia lasten ja aikuisten kesken. Tilallisesti koulu koostuu soluista, joista jokaisella on oma eteisensä, mikä helpottaa iltapäivä- ja iltatoiminnan järjestämistä osassa koulurakennusta. Luokissa on mahdollisuus vaihdella pulpettien ja työpisteiden ryhmittelyjä, ja ryhmätyöskentelytiloja tuodaan myös käytäville. Yhteiskäyttötilat, kuten liikuntasali ja kokoontumistilanakin toimiva ruoka-/juhlasali näyttämöineen palvelevat sekä koulua että päiväkotia. Ruokasalia näyttämöineen käytetään myös varsinaiseen opetukseen sekä monenlaiseen iltatoimintaan, jopa koko alueen yhteisiä tapahtumia varten. (Helsingin kaupunki, 2011.)

### *Käyttö*

Viikinmäen korttelitalo on suunnattu peruskoulun luokille 1–6 ja oppilaspaikkoja on 180 kappaletta. Päiväkodissa on on puolestaan tilat 84 lapselle (Pihlajamäki.info, 2018). Korttelitalossa toimii myös esikoulu. Liikuntasalia ja ruokasalia näyttämöineen käytetään myös monenlaiseen iltatoimintaan parantaen rakennuksen käyttöastetta.

### *Energiätehokkuus*

Rakennussuunnittelussa on sovellettu matalaenergiarakentamisen periaatteita, ja rakennuksen muodolla sekä suuntauksella on mahdollistettu aurinkoenergian hyödyntäminen (Betoni, 2015; Pihlajamäki.info, 2018). Rakennuksen kompakti massa palvelee osaltaan energiatehokkuutta, jota seurataan seurantajärjestelmien avulla. Koulurakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmavaihtojärjestelmä, ja ilmanvaihtokoneet muiden koneiden ohella on varustettu lämmöntalteenottolaittein. Tilat, joissa päivittäiset sisäolosuhteet vaihtelevat merkittävästi niin lämpökuormien kuin sisäilman laadunkin näkökulmista, on puolestaan varustettu olosuhteisiin reagoivalla ilmamääräsäädöllä. Valaistus on toteutettu älykkäästi energiatehokkailla valaisimilla, eikä tiloissa ei ole erillistä mekaanista jäähdytystä. (Helsingin kaupunki, 2011.)



© Mika Huisman / Decopic

**KUVA 3.1.4.c. Sisänäkymä.**

*Arkkitehtisuunnittelu*  
Kristinsson Architecten

*Valmistumisvuosi*  
2014

*Sijainti*  
Alankomaat, Haarlem, Van  
Zeggelenplein

*Käyttötarkoitus*  
Kaksi peruskoulua + päiväkotia +  
kuntosali + koulun jälkeinen toimint-  
akeskus + monitoimirakennus

*Käyttäjien lukumäärä*  
350 oppilasta

*Laajuustiedot*  
3 100 m<sup>2</sup>

### 3.1.5. PLEIN OOSTIN KOULU

Plein Oostin koulu sijaitsee Alankomaissa, Haarlemin kaupungin itäosassa. Koulun on suunnitellut hollantilainen arkkitehti- ja insinööritoimisto Kristinsson Architecten. Kohde on osa Alankomaiden valtion UKP NESK -ohjelmaa (Naar energieneutrale scholen en kantoren [Kohti energieneutraaleja kouluja ja toimistoja]), joka lanseerattiin vuonna 2010. Ohjelman tavoitteena on tukea energiatehokkaita, kestäviä ja organisaatioltaan innovatiivisia projekteja. (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2018.) Koulun rakentamiseen saatiin UKP NESK -tukea, jonka avulla rakennus on onnistuttu toteuttamaan täysin energieneutraalina. Energianeutraaliuden tavoitteen toteutumista valvottiin erillisen tarkastajan toimesta suunnittelun ja rakentamisen yhteydessä, minkä lisäksi rakennuksen valmistuttua sitä testattiin ja mittaroitiin kahden vuoden ajan. Testien tulokset osoittivat, että lähestulkoon kaikki energiankulutukseen ja sisäilmaan liittyvät tavoitteet on saavutettu, minkä lisäksi koulun käyttäjät ovat olleet tyytyväisiä uuteen rakennukseen. (Schooldomein, 2018.) Plein Oostin koulu valmistui vuonna 2014.

#### *Arkkitehtoninen ilme*

Kolmikerroksisen rakennuksen massa on L-kirjaimen mallinen, mutta rakennuksen on määrä laajentua U-kirjaimen malliseksi muodostaen rajatun sisäpihan rakennusmassan keskelle. Rakennus nykyisiltä, jo rakennetuilta rakennusosiltaan on suunnattu ilman-suuntien kannalta energiatehokkuuden tavoitteita palvelevaksi pyrkien optimoimaan muun muassa maksimaalisen luonnonvalon saannin (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2018). Julkisivut ovat punatiilisiä maantasokerroksen vaaleita betonipintoja lukuun ottamatta. Oman elementtinsä rakennuksen ulkoarkkitehtuurille luovat toistuvat korkeat ja kapeat ikkunat sekä niiden yhteyteen sijoitetut pystypaneelit,

KUVA 3.1.5.a. Ulkonäkymä.



© Daan Josee



© Kristinsson Architecten

jotka varjostuskeinona estävät passiivisesti sisätilojen yllämpenemistä. Rakennuksen vesikaton koko kattopinta-alalle on sijoitettu aurinkopaneeleita, jotka eivät juurikaan näy katutasolle mutta jotka osaltaan viestittävät kohteen energiatehokkuudesta.

#### *Tilalliset ja toiminnalliset suunnitteluratkaisut*

Koulussa pyritään noudattamaan niin kutsuttua yhteistyöoppimista, jossa pyritään stimuloimaan sekä lisäämään oppilaiden osallistamista (Plein Oost basicschool, 2018). Kaikki oppimisen tilat kohtaavat korkeilla ikkunoilla varustetussa, koko rakennuksen korkeudessa keskeistilassa. Tiloja erottaviin väliseiniin on puhkaistu ikkunoita, jotka paitsi tuovat lisävaloa oppimistiloihin, myös lisäävät tilojen välistä yhteyttä yhteistyöhön kannustaen. Tilojen välisten ikkunoiden lisäksi tilat kytkeytyvät yhdeksi tilasarjakokonnaisuudeksi väliseiniin yläosan lasisuuden myötä.

#### *Käyttö*

Plein Oostin koulu sisältää kaksi peruskoulua luokille 1–6: Hildebrandin koulun ja Martin Luther Kingin koulun. Nämä kaksi koulua sekä päiväkotia 2–5-vuotiaille yhdistyvät Plein Oostin koulussa, minkä lisäksi rakennuksessa toimivat lähialueen muitakin kouluja palveleva kuntosalia sekä tilat koulupäivän jälkeiselle toiminnalle (Schooldomein, 2018). Rakennus on suunniteltu 350 lapselle sekä noin 20 henkilökunnan jäsenelle.

#### *Energiätehokkuus*

Koulurakennuksen energiantarve on minimoitu ensisijaisesti passiivisilla keinoilla, kuten rakennuksen suuntauksella, vaipan paksulla eristyksellä ja rakenteiden ilmatiiviydellä. Rakennuksessa on lämpöpumppu, joka myös viilentää tarvittaessa. Katolla oleva, pinta-alaltaan 780 m<sup>2</sup> aurinkopaneelialue on suunnattu itä-länsisuuntaisesti ja paneelit asennettu 10 asteen kulmaan. Aurinkoenergialla toimiva vedenlämmitin lämmittää kuntosalin suihkuveden. Automaatiojärjestelmät mittaavat sisäilman hiilidioksiditasoja, jolloin ilmastointi kytkeytyy päälle tarpeenmukaisesti. Myös valaistus on automatisoitu. (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2018.)



© Daan Josee

**KUVA 3.1.5.b. (vasemmalla) 1. kerroksen pohjapiirros.**

**KUVA 3.1.5.c. (yllä) Sisänäkymä.**

*Arkkitehtisuunnittelu*  
JKMM Arkkitehdit Oy

*Valmistumisvuosi*  
1. vaihe 2016, 2. vaihe 2020

*Sijainti*  
Suomi, Helsinki, Sörnäinen/  
Kalasatama

*Käyttötarkoitus*  
Peruskoulu (luokat 1–9) + esikoulu  
+ päiväkotia + kirjasto + urheilumah-  
dollisuudet + aikuisopetus + monito-  
imitalo + muut vuokratilat

*Käyttäjien lukumäärä*  
700 oppilasta

*Laajuustiedot*  
8 480 kem<sup>2</sup>

### 3.1.6. KALASATAMAN KORTTELITALO

Kalasataman korttelitalo on JKMM Arkkitehdit Oy:n arkkitehtuurikilpailuvoitto vuodelta 2010. Korttelitalo rakentuu Helsingin Kalasataman entiselle teollisuusalueelle, joka on parhaillaan muuntumassa uudeksi asuin- ja toimistoalueeksi. Rakennuksen ensimmäinen vaihe on otettu käyttöön keväällä 2016 ja toinen vaihe on suunniteltu valmistuvaksi vuonna 2020.

#### *Arkkitehtoninen ilme*

Ensimmäisen vaiheen valmistuttua rakennus ilmenee avoimena, mutta lopullisessa muodossaan sen on määrä täydentyä lähes umpinaiseksi, U-kirjaimen malliseksi, kortteliksi. Rakennuksen on tarkoitus erottua ulkoarkkitehtuuriltaan veistoksellisena ja värimaailmaltaan ympäröivää miljöötä rikastuttavana kokonaisuutena. Värikkäät kuitusementtilevyt ja polveileva kattomaailma sekä sää- ja aurinkosuojana toimiva ritilälippa koristavat rakennuksen julkisivuja. Ulkoarkkitehtuurilla on haettu kutsuvuutta, helposti lähestyttävyyttä ja viereisistä asuinrakennuksista erottuvuutta. (JKMM, 2018; Cembrit, 2016.) Mutkittilevan rakennuksen runko ja ulkoseinät ovat betonielementtejä (Projektiutiset, 2016). Välipohjien teräsbetoniholvit on valettu paikalla, katto on puurakenteinen ja vaipan ulkopuolelle sijoittuva, rakennusta kiertävä käytävä on teräsrakenteinen (JKMM, 2018).

#### *Tilalliset ja toiminnalliset suunnitteluratkaisut*

Kohteessa on kiinnitetty erityistä huomiota sisätiloihin ja kalustesuunnitteluun osana pedagogiikkaa niin, että avoimuus, jatkuvuus ja läpinäkyvyys ovat olleet suunnittelun kantavia teemoja. Käytävien tilalla on aulamaisia soluja, joista on avoimet ikkunat niiden

KUVA 3.1.6.a. Ulkonäkymä.



© Hans Koistinen



© Mika Huismän / Decopic

vierellä sijaitseviin pienempiin luokkahuoneisiin. (Projektiutiset, 2016.) Luokkahuoneet ovat avattavissa ja kytkettävissä toisiinsa kevyiden väliseinien ja monireittisten oviratkaisujen avulla. Opettaja ei enää esiinny luokan edessä ja oppilaat istu pulpettiriveissä, vaan oppilaat saattavat istua jumppapalloilla ja liikkua tilasta toiseen päivän aikana. Näin rakennus pyrkii tukemaan monimuotoista opetusta ja uutta opetussuunnitelmaa.

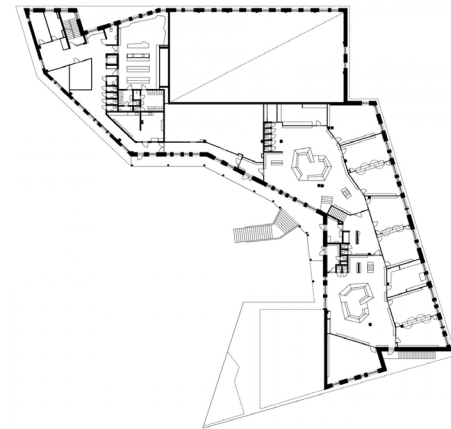
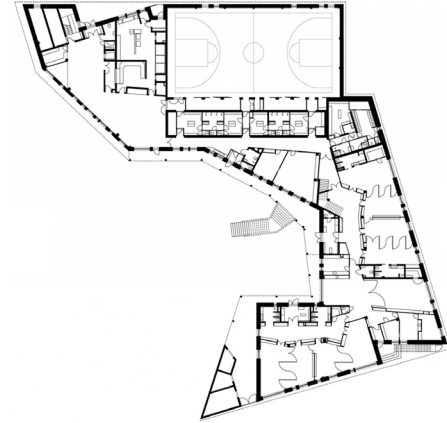
Sisätiloissa ei ole juurikaan käytetty alakattoja, vaan ilmanvaihtokanavat, vesi- ja viemäriputket sekä sähköjohdot on jätetty näkyviin; Lapsille halutaan näyttää, mistä rakennus koostuu. Lisäksi ilmanvaihdon konehuoneesta on suuret ikkunat käytävälle, jolloin ilmanvaihdon tuotannon pääsee niin ikään näkemään. (Projektiutiset, 2016.)

### Käyttö

Valmistuessaan korttelitalo on suunniteltu 700 oppilaalle aina päiväkodista ja esikoulusta peruskoulun luokille 1–9. Vaikka rakennus toimii toistaiseksi lähinnä kouluna ja päiväkotina, tulee korttelitaloon lopulta sijoittumaan myös kirjasto, urheilumahdollisuuksia ja aikuisopetusta. (JKMM, 2018.) Tiloja on myös mahdollisuus vuokrata alueen asukkaiden ja eri yhteisöjen toimintaan iltaisin ja viikonloppuisin (Projektiutiset, 2016).

### Energiätehokkuus

Ekologisuus on ollut tärkeänä materiaalivalintoja ohjaavana tekijänä, minkä lisäksi julkisivun rakenteessa on painotettu myös meri-ilmaston sietokykyä sijaintinsa vuoksi (Cembrit, 2016). Julkisivujen värikkäät kuitubetonilevyt ovat kestäviä ja huoltovapaita, jolloin julkisivun elinkaari kasvaa. Julkisivun suojana olevat emaloidut alumiiniverkkokalvot suojaavat sisätiloja yllämpenemiseltä ja vähentävät näin ollen viilennystarvetta. (JKMM, 2018.)



© JKMM Arkkitehdit Oy

**KUVA 3.1.6.b. (yllä vasemmalla) Sisänäkymä aulamaisesta solusta.**

**KUVA 3.1.6.c. (yllä oikealla) 1.–2. kerrosten pohjapiirrokset.**

*Arkkitehtisuunnittelu*  
Arkkitehtitoimisto Lehto  
Peltonen Valkama Oy

*Valmistumisvuosi*  
2017

*Sijainti*  
Suomi, Tampere, Härmälä

*Käyttötarkoitus*  
Peruskoulun luokat 1–2 + esikoulu +  
päiväkoti + kylätalo

*Käyttäjien lukumäärä*  
210 oppilasta

*Laajuustiedot*  
2 555 brm<sup>2</sup>

### 3.1.7. TALVITIEN KOULU JA PÄIVÄKOTI

Talvitien koulu ja päiväkoti sijoittuu Tampereen Härmälän kaupunginosaan kerrostalo- ja pientaloalueen keskelle (Prointerior, 2017). Uusi päiväkoti- ja koulurakennus rakennettiin, sillä entisessä Härmälän päiväkodissa ja neuvolassa todettiin vakavia sisäilmaongelmia ja rakennus päätettiin purkaa. Tilalle suunniteltiin uusi päiväkoti ja pienten koululaisten koulurakennus. (Loukaskorpi, 2017). Rakennus valmistui vuonna 2017 ja kohteen on suunnitellut Arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy (LPV).

#### *Arkkitehtoninen ilme*

Rakennus on arkkitehtoniselta muodonannoltaan suorakaiteinen, kaareksi kiertyvä kokonaisuus, jonka kattolappeet on kallistettu rakennuksen keskikohtaa kohti. Rakennus erottuu ympäristöstään selkeänä kokonaisuutena, jonka päämateriaaleina ovat betoni ja puu (LPV, 2018a). U-kirjaimen muotoinen, kaksikerroksinen koulurakennus rajaa rakennuksen pienimmille käyttäjille suojaisen sisäpihan ja isommille lapsille suunnattu piha-alue sijoittuu rakennuksen edustalle (Prointerior, 2017). Rakennuksen molemmista kerroksista on suora ja esteetön pääsy leikkialueille (LPV, 2018a).

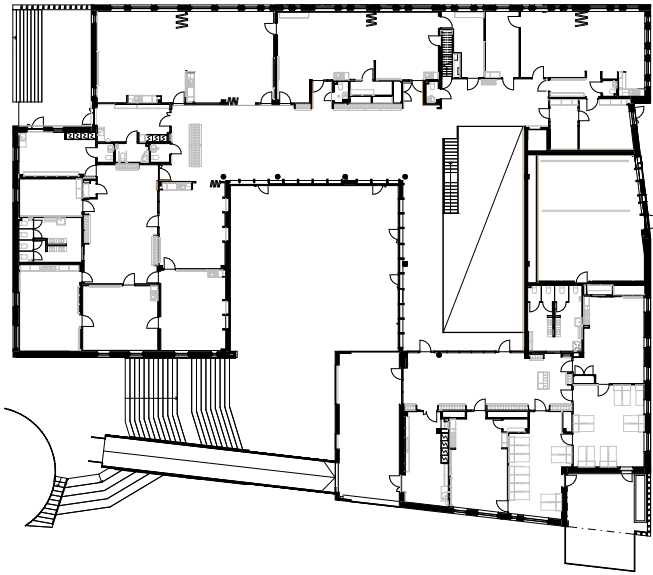
#### *Tilalliset ja toiminnalliset suunnitteluratkaisut*

Kaikki oppimistilat kalusteineen on suunniteltu uuden avoimen oppimiskäsityksen mukaan niin, että rakennuksen tilasuunnittelussa on pyritty muuntojoustavuuteen. Sekä koulu että päiväkoti koostuvat soluista, joissa on keskeinen avoin tila sekä avotilan ympärille kiertyviä pienempiä oppimis-, toiminta- ja lepoiloja, mikä mahdollistaa koulun ja päiväkodin tilallisen ja toiminnallisen lomittumisen sekä joustavuuden. (LPV, 2018a) Niin sisäiset siirtymätilat kuin ulkotilatkin on valjastettu osiksi oppimisen tiloja (Prointerior, 2017).

KUVA 3.1.7.a. (alla) Ulkonäkymä yhteisparvekkeesta.

KUVA 3.1.7.b. (oikealla) Ulkonäkymä.





© Arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy

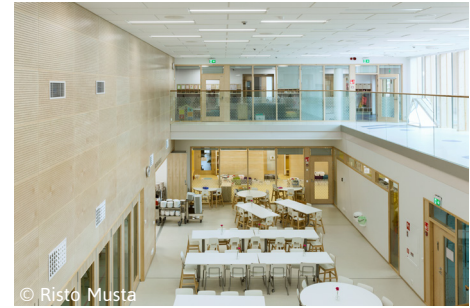
Eri tiloja voi yhdistellä keskenään ovien ja taittoseinien avulla. Oppimistilojen lisäksi rakennuksessa on monikäyttöinen juhla- ja liikuntasali sekä saliin kytkeytyneet ravintola niin, että kokonaisuus toimii alueen kokoontumispaikkana, eräänlaisena kylätalona. Kylätalona, kuten tätä kutsutaan, käytetään sekä koulun että ympäristön asukkaiden juhliin, kokouksiin, harrastuksiin ja virkistystoimintaan. (LPV, 2018a.)

### Käyttö

Talvitien koulu ja päiväkoti sisältää nimensä mukaisesti päiväkodin, mutta ainoastaan peruskoulun kaksi ensimmäistä luokkaa-astetta. Talvitien koulun ja päiväkodin päiväkotiosa on mitoitettu seitsemälle lapsiryhmälle eli noin 140 lapselle. Esi-, alku- ja perusopetusten 1–2 luokat toteutetaan niin kutsutusti yksisarjaisena, jolloin ryhmässä on yhteensä 70 lasta. Yhteensä rakennus on siis suunnattu 210 lapselle. Rakennuksen käyttäjäkunta ei rajoitu ainoastaan oppilaisiin, sillä kylätalo-osaa voi mainitusti käyttää myös muut alueen asukkaat. (LPV, 2018a.)

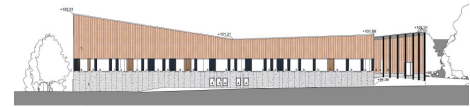
### Energiätehokkuus

Julkisivut ovat kuusilautaa, joka on käsitelty ympäristöystävällisellä puunsuoja-aineella, jolloin puun pintaan muodostuu hopeanharmaa ja hengittävä, mutta vettä ja likaa hylkivä patina (LPV, 2018a). Lasijulkisivun lasituksena on käytetty auringonsuojalasi-tusta ja sisäpuolen laminoitu turvalasi suojaa myös UV-säteilyltä (Prointerior, 2017). Kylätalokonsepti lisää rakennuksen käyttöä, minkä voidaan ajatella parantavan kohteen energiatehokkuutta käytön tehostamisen kautta.



KUVA 3.1.7.c. (vasemmalla) 2. kerroksen pohjapiirros.

KUVA 3.1.6.d. (yllä) Sisänäkymä aulasta.



© Arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy

KUVA 3.1.7.e. Julkisivut länteen ja pohjoiseen.

### *Arkkitehtisuunnittelu*

Arkkitehtitoimisto Tilatakomo Oy

### *Valmistumisvuosi*

1. vaihe 2002, 2. vaihe 2004

### *Sijainti*

Suomi, Espoo, Leppävaara

### *Käyttötarkoitus*

Yhtenäiskoulu (luokat 1–9) + esiopetus + päiväkotitoiminta + montessoriopetus + työväenopisto + nuorisotomi + erityisopetus

### *Käyttäjien lukumäärä*

950 oppilasta

### *Laajuustiedot*

13 200 brm<sup>2</sup>

## 3.1.8. RUUSUTORPAN KOULU

Ruusutorpan koulun arkkitehtuuri perustuu vuonna 1997 pidettyyn yleiseen arkkitehtuurikilpailuun. Koulun ensimmäinen vaihe valmistui vuonna 2002 ja toinen vaihe 2004. (Arkkitehtitoimisto Tilatakomo, 2018.) Koulu sijaitsee Espoon Leppävaarassa ja sen arkkitehtisuunnittelusta on vastannut Arkkitehtitoimisto Tilatakomo Oy. Jo 90-luvulla Ruusutorpan koulun suunnittelussa on pyritty vastaamaan uudistuviin opetus- ja oppimismenetelmiin sekä toteuttamaan ekologisia tavoitteita. Täten kohteen teemat istuvat edelleen nykypäivän tavoitteisiin.

### *Arkkitehtoninen ilme*

Rakennuksen massa muodostuu kahdesta kolmikerroksisesta, L-kirjaimen mallisesta rakennusosasta sekä niihin liittyvistä viidestä siivestä. L-malliset rakennusosat ovat värityksiltään valkoisia ja niihin liittyvät siivet ovat punertaviksi puuverhoiltuja ja viherkattoisia. Oman ilmeensä ulkoarkkitehtuurille tuovat lisäksi painovoimaiseen ilmanvaihtoon liittyvät pystyhormit, jotka nousevat kattojen lävitse.

### *Tilalliset ja toiminnalliset suunnitteluratkaisut*

Tilaratkaisultaan rakennus jäsentyy niin, että aineopetustilat sijoittuvat L-mallisiin osiin, ja perusopetuksen kotiluokat sijoittuvat siipiin. Rakennukset ovat sivukäytävällisiä, ja luokkahuoneita voi yhdistellä kevyiden väliseinien avulla. Lasikatteiset aulatilat jäävät rakennusosien väliin ja tiloja käytetään muun muassa ruokailutilana sekä monikäyttöisenä juhlatilana. (Arkkitehtitoimisto Tilatakomo, 2018.) Ruusutorpan koulussa merkityksellistä on ekologisten ratkaisujen opettaminen rakennuksen avulla. Viherkatot, painovoimainen ilmanvaihto, oma takka sekä katolla sijaitsevat aurinkopaneeli ja tuuliturbiini toimivat osana opetusta ja oppimista ratkaisuihin tutustumisen ja käyttämisen kautta.

KUVA 3.1.8.a. (alla) Ulkonäkymä.

KUVA 3.1.8.b. (oikealla) Ilmakuva.

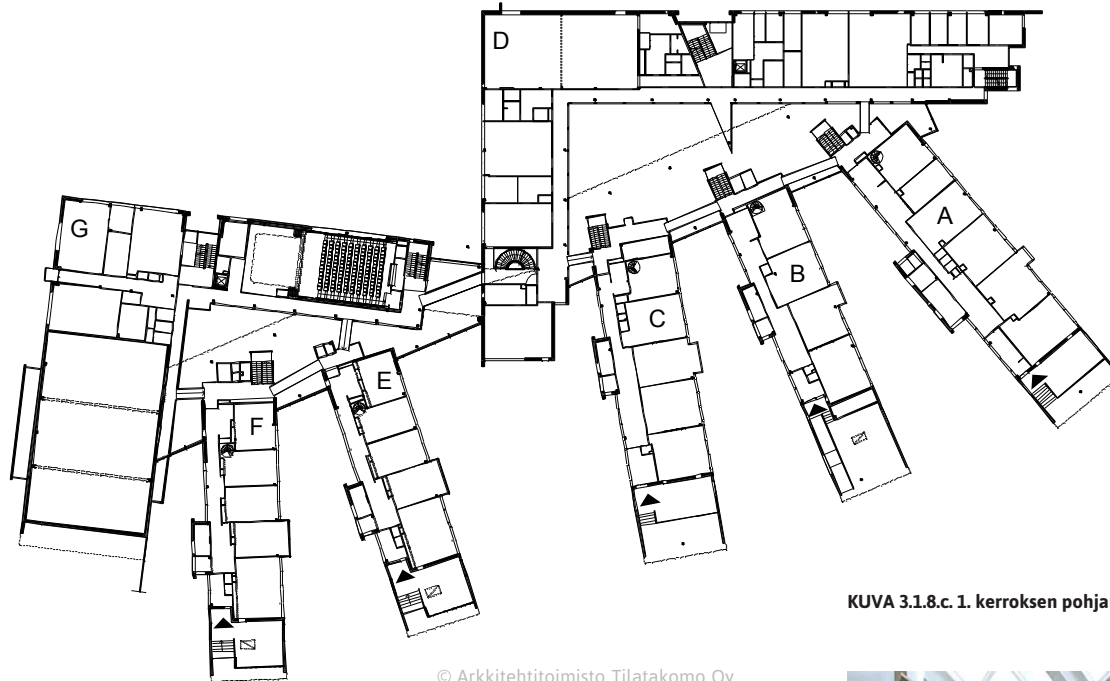


© Jussi Tiainen



© Suomen Ilmakuva Oy





KUVA 3.1.8.c. 1. kerroksen pohjapiirros.

© Arkkitehtitoimisto Tilatakomo Oy

### Käyttö

Ruusutorpan koulu on suunniteltu noin 950 oppilaalle. Koulu on yhtenäiskoulu sisältäen luokka-asteet 1–9, esiopetuksen ja päiväkotitoimintaa, joiden lisäksi rakennuksessa toimii työväenopisto, nuorisotoimi ja montessoriopetusta. (Arkkitehtitoimisto Tilatakomo, 2018.) Montessoriopetuksessa lapsella on vapaus valita työtehtävänsä itse, ja montessoriohjaajan tehtävänä on tarjota apua, kun lapsi itse sitä tarvitsee perinteisen toiminnan johtamisen sijaan. Erityisopetusta ja -toimintaa varten koulussa on erikoisuutena muun muassa terapia-allas.

### Energiätehokkuus

Vaikka kohde on toteutettu jo vuosituhaten vaihteessa, ovat sen tavoitteet ja suunnitteluratkaisut edelleen ajankohtaisia. Viherkatot, yhdessä solusiivessä käytössä oleva painovoimainen ilmanvaihto, nestekiertoiset aurinkokeräimet, aurinkosähkökeräimet ja porakaivon avulla toteutettu kylmän talteenotto tilojen jäähdytykseen edustavat Ruusutorpan koulun ekologisia ratkaisuja (Arkkitehtitoimisto Tilatakomo, 2018). Katolla sijaitseva yksittäinen tuuliturbiini toimii puolestaan varsinaisen energiantuotannon sijaan lähinnä opetuskäytössä esimerkkinä oppilaille.



© Jussi Tiainen

KUVA 3.1.8.d. Sisänäkymä.

*Arkkitehtisuunnittelu*  
L2 Arkitekter

*Valmistumisvuosi*  
2014

*Sijainti*  
Norja, Oslo

*Käyttötarkoitus*  
Alakoulu + yläkoulu + monitoimihalli

*Käyttäjien lukumäärä*  
790 oppilasta + 12 erityisoppilasta

*Laajuustiedot*  
9 677 brm<sup>2</sup>

**KUVA 3.1.9.a. Ulkonäkymä pihakannelta.**

**KUVA 3.1.9.b. (oikealla) Ulkonäkymä.**



### 3.1.9. BJØRNSLETTAN KOULU

Bjørnsletta koulu on Oslon ensimmäinen passiivitalotason koulu. Kohteen on suunnitellut norjalainen arkkitehtitoimisto L2 Arkitekter ja se on rakennettu vuonna 2014 vanhan koulun tilalle. Kohteen suunnittelussa on kiinnitetty erityistä huomiota laatutekijöihin heti hankkeen alusta alkaen, ja laadulle on annettu lähtökohtaisesti enemmän arvoa kuin kustannuksille. Tavoitteina ovat olleet myös materiaalien vähäpäästöisyys sekä materiaalien määrien ja taloteknisten järjestelmien optimointi. (FutureBuilt, 2018c.) Kohde on osa norjalaista FutureBuilt-ohjelmaa, jonka tavoitteena on toteuttaa 50 hiilineutraalia pilottikohdetta 10 vuodessa (FutureBuilt, 2018a).

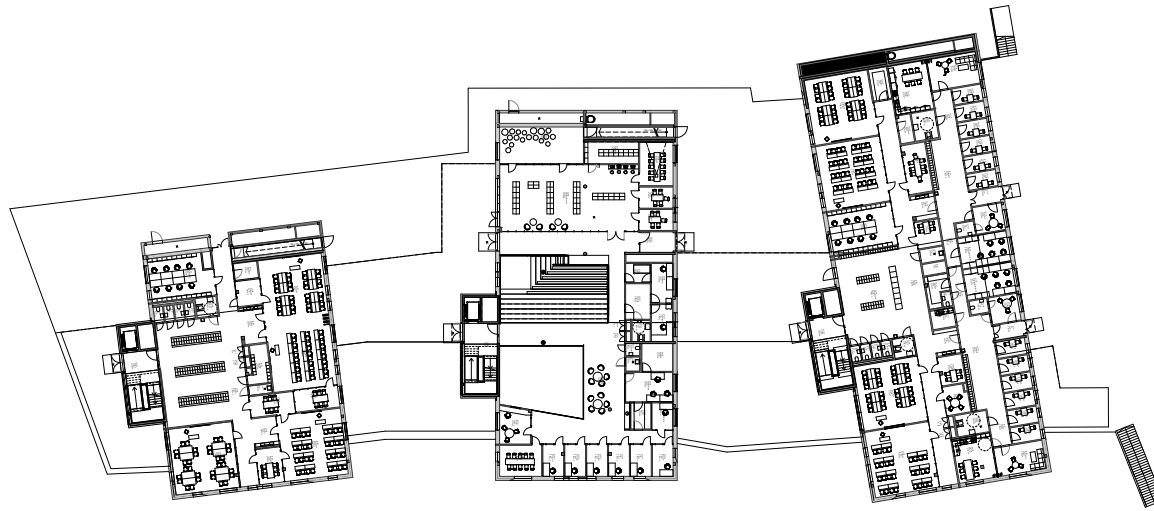
#### *Arkkitehtoninen ilme*

Rakennus on suunniteltu aurinkoiselle rinnetontille niin, että mahdollisimman paljon ympäröivää metsää on pyritty säilyttämään. Koulurakennus koostuu jalustana toimivasta, julkisivuiltaan luonnonkivisestä rakennusmassasta sekä kolmesta siivestä, jotka nousevat puisina yhdistävän jalustaosan päälle. Rakennuksen muoto avaa näkymiä rakennusosien väleistä sekä luo otolliset olosuhteet auringonvalon saannin kannalta. Puuosien pintamateriaalina on accoya-puu eli asetyloitu mänty, kun taas rakennuksen pääasiallisena kantavana materiaalina toimii betoni. (FutureBuilt, 2018c.) Julkisivumateriaalit on valittu ympäristöönsä sitoutuen sekä vähähiilisyystavoitteita noudattaen (L2 Arkitekter, 2018).

#### *Tilalliset ja toiminnalliset suunnitteluratkaisut*

Eri ikäiset oppilaat sijoittuvat eri siipiin, jotka on varustettu omilla sisäänkäynneillään. Lisäksi jokainen puujulkisivuinen siipi on saavutettavissa myös pääsisäänkäynnin kautta. Yhteiset ja erikoisvarustellut tilat sekä auditorio sijoittuvat maantasokerrokseen. (FutureBuilt, 2018c.) Kokonaisuudessaan rakennus sisältää paljon erikokoisia ryhmätyötiloja, joista pienimmät on suunnattu kahdelle oppilaalle ja suurimmat koko luokalle.





© L2 Arkitekter

KUVA 3.1.9.c. 2. kerroksen pohjapiirros.

Tilasuunnittelun kannalta erityistä huomiota on kiinnitetty myös ulkotilojen suunnitteluun osana rakennettua kokonaisuutta. Ympäröivän piha-alueen lisäksi rakennusosien väliin, jalustaosan katolle, muodostuu ulko- ja leikkipihoja, minkä lisäksi yhden puujulkisivuisen siipiosan katolla on palloilukenttä. Ulkotilat on kustomoitu niitä käyttävän rakennusosan oppilaiden ikäryhmän mukaan. (FutureBuilt, 2018c.)

### Käyttö

Bjørnsletta koulu on luonnontieteisiin painottuva koulu, jossa rakennus ympäristöineen pyrkii tukemaan oppimista ja ympäristötavoitteita osana opetusta. Koulussa on paikka 790 oppilaalle sekä 12 erityisoppilaalle, erityisesti autistisille lapsille. Koulun lisäksi rakennuksessa on monitoimihalli, joka yhdessä piha-alueiden kanssa on käytettävissä myös koulupäivien ulkopuolella. (FutureBuilt, 2018c.)

### Energiätehokkuus

Projektissa käytetään ympäristöystävällisiä materiaaleja, millä pienennetään rakennuksen hiilidioksidipäästöjä. Julkisivumateriaalien – puun ja luonnonkiven – hiilijalanjälki on pieni. Lisäksi rakennuksessa on käytetty matalapäästöistä betonia sekä kierrätysmateriaaleja, ja kipsilevyn käyttöä on vältetty. Laattarakenteisiin on valettu ilmatyynyjä (bubble deck), jolloin materiaalin tarvetta on saatu pienennettyä 22 %.

Energiankulutus on pyritty optimoimaan teknisten säätelyjärjestelmien avulla ja muun muassa porrashuone on kokonaan lämmittämätöntä tilaa. Tehokas maalämpöpumppu kattaa tilojen ja käyttöveden lämmityksen. Hyvät julkiset yhteydet mahdollistavat kestävästi liikkumisen ja tontilla olevan autopaikkamäärän minimoinnin. (FutureBuilt, 2018c.)



© L2 Arkitekter

KUVA 3.1.9.d. Sisä näkymä aulatilasta.

*Arkkitehtisuunnittelu*  
Arkkitehtipalvelu Oy

*Valmistumisvuosi*  
2018

*Sijainti*  
Suomi, Laukaa, Vuontee

*Käyttötarkoitus*  
Peruskoulu (luokat 1–6) + esikoulu +  
päiväkoti + kylän monitoimirakennus

*Käyttäjien lukumäärä*  
100 oppilasta

*Laajuustiedot*  
2 455 m<sup>2</sup>

### 3.1.10. SATAVUON EKOKOULU

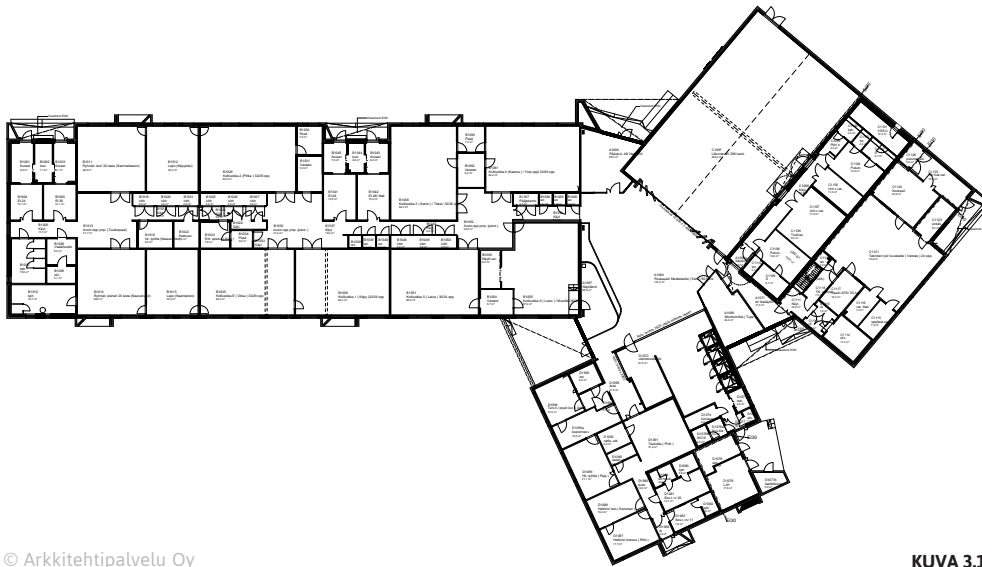
Satavuon ekokoulu yhdistää kolmen lähialueen kyläkoulut, esikoulun ja päiväkodin yhdeksi kokonaisuudeksi Vuonteelle, Laukaan kuntaan. Kohteen arkkitehtisuunnittelusta vastaa Arkkitehtipalvelu Oy. Tavoitteena on luoda ekokoulukonsepti, joka on "innovatiivinen kiertotalouteen ja lähipalveluihin perustuva tulevaisuuden kyläkoulumalli, jossa yhdistyvät terve ja kestävä rakennus, kestävästi tuotettu energiahuolto (lähienergia), lähiruoka ja -liikenne sekä pedagogisen edelläkävijyyden vaatimat tilaratkaisut" (Laukaan kunta, 2015, s. 8). Ekokoulukonsepti tukee paikallista yrittäjyyttä ja yhteisöllisyyttä, kehittää aluetaloutta ja integroi kiertotalouden sekä kestäväen kehityksen näkökulmat osaksi opetusta. Keskeisenä konseptuaalisena ja arkkitehtonisena valintana on ollut suunnitella koulu 100 vuodeksi. (Laukaan kunta, 2015.) Satavuon uudenlaista, kokonaisvaltaista kestäväen kehityksen ajattelumallia edustava ekokoulu valmistui vuonna 2018.

#### *Arkkitehtoninen ilme*

Ekokoulukonsepti näkyy Satavuon koulun arkkitehtonisessa ilmeessä ennen kaikkea CLT-rakenteiden (cross laminated timber) ja puuverhoiltujen julkisivujen ansiosta. Julkisivut ovat pääosin vaaleaksi tai tummaksi käsiteltyä puuta ja sisäänkäynnit on merkitty massaan kirkkaan värisinä syvennyksinä sekä ulokkeina. Kouluun on myös integroitu aurinkopaneeleita sekä viherkattoja. Muodonannoltaan koulu koostuu kolmesta siivestä, jotka kohtaavat yhteisessä ydinkohdassa (Arkkitehtipalvelu Oy, 2018).

KUVA 3.1.10.a. Ulkonäkymä.





© Arkkitehtipalvelu Oy

KUVA 3.1.10.b. 1. kerroksen pohjapiirros.

#### *Tilalliset ja toiminnalliset suunnitteluratkaisut*

Ekokouluun pyritään luomaan monipuolisia oppimisympäristöjä ja oppilaita kannustetaan uteliaisuuteen, luovuuteen ja yrittäjyyteen (Laukaan kunta, 2015). Satavuon ekokoulun tilaratkaisu on toteutettu modulaarisesti niin, että kaikki siivet koostuvat moduuleista, jotka ovat keskenään samankokoisia ja näin ollen toiminnallisesti muokattavissa. Kussakin moduulissa on keskellä oma kokoava tilansa ympäröiville luokille ja oppimissoluille. Tilaratkaisussa hyödynnetään joustavuutta, minkä lisäksi modulaarisuuden ansiosta koulu on laajennettavissa saman logiikan mukaisesti lisäämällä vain uuden moduulin rakennuskokonaisuuteen. (Arkkitehtipalvelu Oy, 2018.)

#### *Käyttö*

Satavuon ekokoulu on suunniteltu yhteensä reilulle 100 lapselle: alakoululaisille, esikoululaisille ja päiväkotikäisille henkilökuntineen. Rakennuksen on määrä toimia ikään kuin kyläläisten yhteisenä olohuoneena, jonka päivittäinen käyttöaika on tavallista koulupäivää pidempi. (Laukaan kunta, 2015.)

#### *Energiätehokkuus*

Materiaalivalinnat ja energiatehokkuus yhdessä 100 % uusiutuvaan energiaan perustuvan energiahuollon kanssa takaavat Satavuon ekokoulun ylläpidon ekologisuuden sekä pienen hiilijalanjäljen. Puuta pyritään käyttämään ekokoulukonseptin, kuten Satavuon koulunkin, rakennusmateriaalina mahdollisimman paljon sen hyvien ympäristöominaisuuksien vuoksi. Energiahuollollisesti Satavuon koulun sähkötuotannossa käytetään noin 50 prosenttisesti aurinkopaneelien tuottamaa energiaa. Koulua lämmitetään toistaiseksi pellettikattilalla, mutta tarkoituksena on rakentaa pihalle myös biokaasulaitos sekä tankkauspiste biokaasuautoille. (YLE, 2018b.) Myös talotekniikan ekologisuuteen panostetaan, mihin liittyy muun muassa talon ulkovaipan lämpöhäviön pienentäminen, ilmanvaihdon ja vedenkulutuksen hallinta sekä energiatehokkaat sähkölaitteet ja rakennusautomaatio. (Laukaan kunta, 2015.)



© Arkkitehtipalvelu Oy

KUVA 3.1.10.c. Sisänäkymä.

*Arkkitehtisuunnittelu*  
Verstas Arkkitehdit Oy

*Valmistumisvuosi*  
2012

*Sijainti*  
Suomi, Espoo, Saunalahti

*Käyttötarkoitus*  
Peruskoulu (luokat 1–9) + esikoulu +  
päiväkoti + nuorisotilat + kirjasto +  
monitoimitalo + muut vuokrattavat  
tilat

*Käyttäjien lukumäärä*  
750 oppilasta

*Laajuustiedot*  
10 500 m<sup>2</sup>

**KUVA 3.1.11.a. (alla) Ulkonäkymä.**

**KUVA 3.1.11.b. (oikealla) Ulkonäkymä sisäpihalta.**



### 3.1.11. SAUNALAHDEN KOULU

Saunalahden koulua varten järjestettiin vuonna 2007 yleinen arkkitehtuurikilpailu, jonka voitti Verstas Arkkitehdit. Koulu on Saunalahden uuden asuinalueen aktiivinen ja yhteisöllinen keskus, joka tarjoaa tiloja oppimiseen ja kulttuuri-toimintaan (Verstas arkkitehdit, 2018).

#### *Arkkitehtoninen ilme*

Saunalahden koulu on massoittelultaan monisakarainen kokonaisuus, jossa leikitellään kaarevilla muodoilla. Katujulkisivu koostuu erilaisista punatiililadonnoista, kun taas pihan puolen julkisivu on puuverhoilu. Polveileva katto mahdollistaa auringonvalon pääsyn pihalle. Suuret lasipinnat ja vapaasti sommitellut ikkunat tuovat oman elementtinsä sekä ulko- että sisäarkkitehtuuriin. Rakennuksen eri osat on koottu yhtenäisen, maastoa myötäilevän kuparikaton alle. Saunalahden koulurakennuksessa on erillusrunko, joka koostuu teräsbetonitäytteisistä teräspilareista eli WQ-palkeista sekä ontelolaatoista. Ulkovaippa on tehty ulkokuorielementeistä ja paikalla muurattusta tiilestä. (Betoni, 2013.)

#### *Tilalliset ja toiminnalliset suunnitteluratkaisut*

Suunnittelun konseptuaalisena lähtökohtana on ollut luoda koulusta avoimuutta korostava paikka, jonka käyttäjät kokevat olevansa osa yhteisöä. Rakennus pyrkii parantamaan oppilaiden oppimistuloksia ja korostamaan ajatusta, että oppiminen voi tapahtua myös luokkahuoneen ulkopuolella. Suunnittelun keinoin lapsia rohkaistaan käyttämään tiloja mielikuvitukseksella tavalla. (Verstas arkkitehdit, 2018.)

Nuorempien oppilaiden kotiluokat jäsenyivät kotialueisiin, joiden aulat ovat pienimittakaavaisia ja niistä aukeaa näkymiä pihalle sekä pihan yli toiseen kotialueeseen (Betoni, 2013). Kotialueet ja aineopetusluokat sijoittuvat sakaroihin kokoavien tilojen kuten ruokasalin ja voimistelusalin sijoituessa rakennuksen keskiosiin. Eri kotialueet





© Verstaas Arkkitehdit Oy

erotetaan toisistaan kirkkain värein (Verstaas arkkitehdit, 2018). Rakennuksen sydän, monikäyttöinen aulatala ruokailusaleineen, toimii kaikkien käyttäjien tapaamispaikkana. Ruokasalin suuret lasiseinät avaavat näkymiä sisäänkäyntipihaan suuntaan. (Verstaas arkkitehdit, 2018.) Ruokasalia voidaan käyttää myös juhlasalina sen yhteydessä olevan näyttämön ansiosta (Betoni, 2013).

### Käyttö

Saunalahti koulu on opetuksen, kulttuurin ja harrastamisen monitoimitalo (Betoni, 2018a). Koulu on suunnattu peruskoulun luokille 1–9, minkä lisäksi rakennus tarjoaa tilat esikoululle, päiväkodille, nuorisokeskukselle ja julkiselle kirjastolle. Yhteensä oppilaita on 750. Liikunta- ja workshop-tiloja sekä koulun pihaa käytetään myös iltaisin ja viikonloppuisin alueen asukkaiden ja moninaisten seurojen toimesta, ja täten rakennuksen käyttöaste kasvaa. (Verstaas arkkitehdit, 2018.)

### Energiätehokkuus

Rakennuksen ikkunat on suunnattu siten, että luonnonvaloa ja aurinkolämpöä hyödynnetään passiivisesti. Ylilämpeneminen ehkäistään aurinkosuojauksella. Energiahuollollisesti rakennus käyttää geoenergiaa ja aurinkoenergiaa. Tarkoituksena on ollut luoda pilottikohde kallioenergiaa ja lauhdelämpöjä hyödyntävän yhdistetyn lämmitys- ja jäähdytysratkaisun tuotteistamiselle sekä laajemmalle hyödyntämiselle myös muissa vastaavissa kohteissa. Ilmanvaihdon energiatalous on huomioitu jakamalla rakennus käyttövyöhykkeisiin, minkä lisäksi rakennuksessa on lämmöntalteenottojärjestelmä. (Espoon kaupunki, 2014.)



© Andreas Meichsner

**KUVA 3.1.11.c. (vasemmalla) 2. kerroksen pohjapiirros.**

**KUVA 3.1.11.d. (yllä) Sisänäkymä.**

#### *Arkkitehtisuunnittelu*

Arkkitehtitoimisto Esa Ruskeepää Oy

#### *Valmistumisvuosi*

2015

#### *Sijainti*

Suomi, Espoo, Suurpelto

#### *Käyttötarkoitus*

Suomenkielinen peruskoulu (luokat 1–6) + kansainvälinen peruskoulu (luokat 1–9) + päiväkotia + esikoulu + kirjasto + alueellinen liikuntahalli + työväenopisto + nuorisotoimi + muut vuokratilat + monitoimirakennus

#### *Käyttäjien lukumäärä*

1 000 oppilasta

#### *Laajuustiedot*

16 700 brm<sup>2</sup>

### 3.1.12. OPINMÄEN MONITOIMITALO

Opinmäen monitoimitalon on suunnitellut Arkkitehtitoimisto Esa Ruskeepää Oy ja se otettiin käyttöön vuonna 2015 kahden rakennusvaiheen valmistuttua. Oppimiskeskus sijaitsee Espoon Suurpellossa, uudella rakentuvalla kaupunginosalla, jossa se toimii alueen keskeisenä julkisena rakennuksena. Toteutuksen pohjalla on vuonna 2011 järjestetty avoin arkkitehtuurikilpailu, jossa voittajatyö "Mäkin opin" yhdistää uudenlaisen oppimisympäristön ja Suurpellon alueen julkiset toiminnot keskenään. (Betoni, 2016.)

#### *Arkkitehtoninen ilme*

Rakennus muodostuu yhdeksästä betonirakenteisesta, vapaasti sommitellusta nopasta, joiden koko kuvastaa niissä sijaitsevaa käyttöä. Noppia yhdistää keskelle ytimeksi jäävä aula- ja ruokailutila, jossa sijaitsee myös veistoksellinen betoniportaikko. (Betoni, 2016.) Kaikki sisäpinnat ovat joko betonisia, puisia, valkoiseksi maalattuja tai metallisia, jolloin käyttäjät voivat lisätä värejä mielensä mukaisesti (Finnish Architecture Navigator, 2018). Julkisivuiltaan kokonaisuus on yhtenäinen vaaleine tiilijulkisivuineen (Betoni, 2018b).

#### *Tilalliset ja toiminnalliset suunnitteluratkaisut*

Rakennus pyrkii tukemaan uudenlaista tulevaisuuden oppimisympäristöä, jossa opiskelun lähtökohdaksi on tutkivan oppimisen malli ja jossa rakennus ulkotiloineen toimii osana oppimisprosessia (Betoni, 2016). Tilat on järjestetty niin, että eri oppiaineiden yhdistyminen mahdollistuu (Finnish Architecture Navigator, 2018). Noppamaisen rakenteen ansiosta eri toiminnot sijoittuvat luontevasti massan eri osiin, ja ne on helppo eriyttää toisistaan esimerkiksi iltakäytön yhteydessä. Tilallisesti mielenkiintoisia paikkoja syntyy ydinosaan, jossa eri koordinaatioissa olevat nopat yhdistyvät; Sekä tilallisesti että visuaalisesti rakennus toimii uudenlaisena oppimiseen kannustavana ympäristönä. Noppien sisällä olevat, kevyet väliseinäratkaisut mahdollistavat perinteisten luokkajakojen muuntelemisen, ja kouluun muodostuu sekä suljettuja että puoliavoimia oppimisen tiloja (Projektiutiset, 2015).

KUVA 3.1.12.a. (alla) Sisänäkymä keskusaulasta.

KUVA 3.1.12.b. (oikealla) Ulkonäkymä.



© Antti Canth



© Antti Canth





© Arkkitehtitoimisto Esa Ruskeepää Oy

### Käyttö

Opinmäki on suunniteltu 1 000 oppilaalle henkilökuntineen. Rakennuksessa toimii suomenkielinen ja kansainvälinen peruskoulu, päiväkotia, esikoulu, kirjasto, liikuntahalli, työväenopisto ja nuorisotoimi. Iltaisin ja viikonloppuisin tilat ovat varattavissa vapaa-ajan käyttöön tai erilaisia tilaisuuksia varten. (Betoni, 2018b) Rakennuksessa voi järjestää jopa leirikouluja, mikä vaatii majoitusliikerakennuksen käyttötarkoitukseen ja paloluokitukseen liittyviä kriteereitä. Opinmäen koulussa rakennuksen monikäyttöisyys ja monipuoliset toiminnot mahdollistavat rakennuksen suuren käyttöasteen.

### Energiätehokkuus

Rakennuksen energiaratkaisu pohjautuu sähköön ja kaukolämpöön, mutta myös uusiutuvia sekä ilmaisenergiaa hyödynnetään osana energiaratkaisua. Kallioenergiaa käytetään sekä lämmitykseen että viilennykseen, minkä lisäksi rakennuksessa on aurinkolämmitysjärjestelmä. Rakennusautomaatiota käytetään muun muassa valaistuksessa, joka on ohjattu läsnäolon, auringonvalon ja käyttötarkoituksen mukaan. (Espoon kaupunki, 2012.)



KUVA 3.1.12.c. (vasemmalla) 1. kerroksen pohjapiirros.

KUVA 3.1.12.d. (yllä) Sisänäkymä.

*Arkkitehtisuunnittelu*  
Arkkitehtitoimisto Lehto  
Peltonen Valkama Oy

*Valmistumisvuosi*  
2018

*Sijainti*  
Suomi, Tampere, Tesoma

*Käyttötarkoitus*  
Peruskoulu (luokat 1–9) + esikoulu +  
päiväkoti + nuoriso- tilat + montes-  
soriopetus + monitoimitalo + monito-  
imirakennus

*Käyttäjien lukumäärä*  
1 000 oppilasta

*Laajuustiedot*  
12 900 brm<sup>2</sup> (uudisrakennus),  
2 400 brm<sup>2</sup> (peruskorjattava vanha  
rakennus)

### 3.1.13. TESOMAN YHTENÄISKOULU

Tesoman ala- ja yläkoulujen toiminta on yhdistetty uudessa Tesoman yhtenäiskoulussa (Tampereen tilapalvelut Oy, 2018a). Entistä Tesoman koulua on laajennettu rakentamalla uudisrakennus vanhan 1970-luvun koulurakennuksen paikalle ja samalla tontilla oleva 1980-luvun koulurakennus on peruskorjattu projektin yhteydessä (LPV, 2018b). Projektin arkkitehtina on toiminut Arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy (LPV) ja koulu valmistui vuonna 2018.

#### *Arkkitehtoninen ilme*

Tesoman yhtenäiskoulu on arkkitehtuuriltaan värikäs ja monimuotoinen kokonaisuus. Rakennus koostuu kolmesta L-kirjaimen mallisesta osasta, jotka ovat keskenään eri koordinaatistossa. Osien väliin, rakennuskompleksin keskelle muodostuu värikäs tapahtumatoriksi nimetty keskusaula. Uudisrakennus on korkeimmillaan nelikerroksinen, ja pääasiallisina rakennusmateriaaleina on käytetty runkorakenteen betonia ja julkisivujen tiiltä. Ikkunoiden eteen varjostukseksi on toteutettu värikkäitä metsä- ja eläinaiheisia metalliverkkoja. Kuvioitujen verkkojen tehostevärit sekä luontoteema jatkuvat sisätilojen soluihin. (Tampereen kaupunki, 2018a; Aamulehti, 2018.)

#### *Tilalliset ja toiminnalliset suunnitteluratkaisut*

Koulurakennus on suunniteltu toiminnallisesti niin, että eri-ikäisillä lapsilla ja nuorilla on koulussa pääosin omat sisä- ja ulkotilansa. Yhteisiä tiloja koulurakennuksessa ovat liikuntatoiminnan ja erilaiset tapahtumat mahdollistava monitoimisali sekä ruokala, jossa kaikki koulun oppilaat ruokailevat päiväkodin lapsia lukuun ottamatta. (Tampereen kaupunki, 2018a.) Monista tiloista aukeaa isojen lasiseinien kautta näkymä keskiaulan tapahtumatorille, mikä lisää yhteisöllisyyttä. Oppimistilat koostuvat soluisista, joilla kaikilla on oma värinsä ja keskellä oleva avoin tilansa. (Aamulehti, 2018.) Oppimisympäristöt kokonaisuudessaan on toteutettu avarina ja muunneltavina muun muassa akustisten siirtoseinien ja lasiseinien avulla. Esimerkiksi kahden ison opetustilan väliin voi tarvittaessa rajata pienemmän opetustilan pienryhmää varten. Myös käytäviä ja aulatiloja voi käyttää opetustarkoituksiin. (Tampereen kaupunki, 2018a.)

KUVA 3.1.13.a. (alla) Ulkonäkymä.

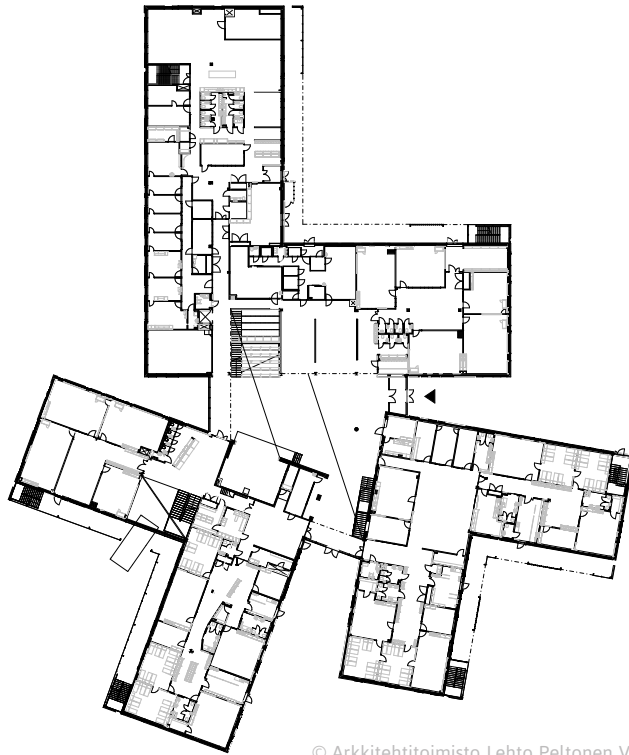
KUVA 3.1.13.b. (oikealla) Ulkonäkymä leikkipihalta.



© Antti Lakka



© Antti Lakka



© Arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy

### Käyttö

Koulu on suunnattu peruskoulun luokille 1–9, minkä lisäksi rakennus tarjoaa tilat päiväkodille, esikoululle, nuorisokeskukselle ja vuodesta 2019 eteenpäin myös montessoriopetukselle. Koulun oppilasmäärä on noin 1 000 oppilasta. (Tampereen kaupunki, 2018a.) Koulukäytön lisäksi pääaula eli tapahtumatori mahdollistaa monipuolisen ilt- ja tapahtumakäytön myös ulkopuolisille käyttäjille (LPV, 2018b).

### Energiätehokkuus

Uudisrakennuksen paksut, noin puolimetriset ulkoseinät parantavat kohteen lämmön-eristävyyttä. Ikkunat varjostuksineen leikkaavat noin 70 % auringon lämpösäteilyä niin, että luonnonvalo pääsee sisätiloihin, mutta rakennus ei ylikuumene. (Aamulehti, 2018.) Rakennukset on liitetty kaukolämpöverkkoon, ja tilojen lämpötilaa voi manuaalisesti laskea parilla lämpöasteella käyttöajan ulkopuoliseksi ajaksi (Tampereen Tilapalvelut Oy, 2014). Rakennuksessa kiertävän tuloilman lämmityksellä pyritään puolestaan välttämään tulevaisuuden sisäilmaongelmia (Aamulehti, 2018). Ilmastointikoneet käyvät tarpeenmukaisesti todellisen käyttötilanteen ja -tarpeen mukaan, minkä lisäksi koneissa on tehokas lämmöntalteenotto. Myös valaistus on älykäs ja energiatehokas. (Tampereen Tilapalvelut Oy, 2014.)



KUVA 3.1.13.c. (vasemmalla) 1. kerroksen pohjapiirros.

KUVA 3.1.13.d. (yllä) Sisänäkymä tapahtumatorista.



KUVA 3.1.13.e. Sisänäkymä oppimissolusta.

#### *Arkkitehtisuunnittelu*

Arkkitehtitoimisto Aarne von Boehm Oy

#### *Valmistumisvuosi*

1. vaihe 2013, 2. vaihe 2019

#### *Sijainti*

Suomi, Tampere, Vuores

#### *Käyttötarkoitus*

Peruskoulu (luokat 1–9) + esikoulut + päiväkotit + erityisopetus + nuorisotilat + hyvinvointineuvola + hammashoito + monitoimirakennus + kirjasto + muut vuokrattavat tilat + liikuntatilat

#### *Käyttäjien lukumäärä*

1 360 oppilasta

#### *Laajuustiedot*

20 000 m<sup>2</sup>

### 3.1.14. VUORES-TALO

Vuores-talon suunnittelusta järjestettiin kutsukilpailu vuonna 2007 ja kilpailun voitti Arkkitehtitoimisto Aarne von Boehm Oy, joka on toiminut hankkeen arkkitehti- ja pääsuunnittelijana. Vuores-talo rakennetaan kahdessa vaiheessa. Päiväkoti, esikoulu, alakoulu, hyvinvointineuvola, hammashoito ja liikunta- sekä monitoimitilat valmistuivat ensimmäisessä vaiheessa vuonna 2013. Toisessa vaiheessa vuonna 2019 on määrä valmistua muun muassa yläkoulu ja kirjasto. (Tampereen kaupunki, 2018b.) Vuores-talon 1. vaihe oli Tampereen uuden Vuoreksen kaupunginosan ensimmäinen julkinen rakennus toimien samalla alueen monitoimikeskuksena (Tampereen Tilapalvelut Oy, 2018b).

#### *Arkkitehtoninen ilme*

Vuores-talo näyttyy ympäristöstään kookkaana ja monimuotoisena kokonaisuutena, jonka rakennusosat ovat 1–3 kerrosta korkeita. Betonirakenteinen rakennus koostuu kokoavasta keskiosasta ja siihen liittyvistä sormimaisista siivistä. Siipien väliin ja rakennuksen eri puolille muodostuu erityyppisiä pihajoja, joiden vapaat muodot luovat kontrastia rakennuksen rationaalisille muodoille ja julkisivujen ulkoasulle. Julkisivut ovat pääosin tiiltä, betonia ja kuvioitua betonia.

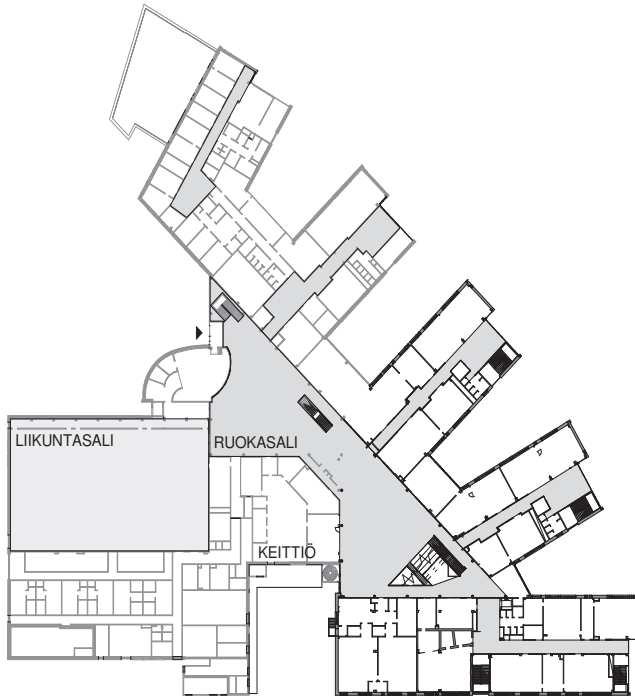
#### *Tilalliset ja toiminnalliset suunnitteluratkaisut*

Eri-ikäiset lapset sijoittuvat rakennuksen eri siipiin, ja myös piha-alueet on jaettu luokkatason mukaan (Tampereen kaupunki, 2018b). Rakennuksen sisäänkäynti järjestetään keskusaulan kautta, ja kaikille yhteiset tilat, joita ovat ruokala, liikuntatilat, kirjasto ja monitoimitila, sijoittuvat rakennuksen keskelle. Keskusaulan vieressä sijaitseva monitoimitila voi muuntautua näyttämöksi ja näin ollen keskusaulassa voidaan järjestää myös näytöksiä ja erilaisia esitystapahtumia. Opetustilat sijoittuvat keskikäytävällisiin siipiosiin. (Tampereen Tilapalvelut Oy, 2018b.) Siipiosan päähän tai keskelle sijoittuu aina kokoava aulatala, jota voidaan käyttää oppimistarkoituksissa.

KUVA 3.1.14.a. (alla) Ulkonäkymä.

KUVA 3.1.14.b. (oikealla) Ilmakuva.





© Arkkitehtitoimisto Aarne von Boehm Oy

### Käyttö

Lopullisessa muodossaan Vuores-talo kattaa 1 200 oppilasta peruskoulun luokille 1–9, 60 oppilasta esikoululle ja 100 lasta päiväkodille. Lisäksi kouluun sijoittuu terveydenhuollon palveluita, nuorisotila, liikuntatiloja ja toisen vaiheen valmistuttua myös koko alueen kirjasto (Tampereen Tilapalvelut Oy, 2018b). Vuores-talon tilat ovat seurojen, yhdistysten ja muiden yhteisöjen vuokrattavissa koulun aukioloaikojen ulkopuolella, ja tiloja hyödynnetään tavanomaisesti liikunta-, kerho- ja muuhun kokoontumiskäyttöön (Vuores, 2018).

### Energiätehokkuus

Energiätehokkaaksi rakennettu Vuores-talo tarvitsee noin kolmanneksen vähemmän sähköä ja kaukolämpöä kuin vastaava määräysten minimitason mukainen rakennus (Tampereelainen, 2014). Vuores-talon energiatehokkuus perustuu lämpöhäviöiden pienentämiseen tehokkaan lämmöneristyksen, rakenteiden ilmatiiviyden ja ilmanvaihdon tehokkaan lämmöntalteenoton avulla. Sähköä tuotetaan muun muassa aurinkosähköpaneelilla. Myös valaistuksessa on pyritty energiatehokkuuteen läsnäolotunnistuksen avulla. (Tampereen tilapalvelut Oy, 2018b.)

Kestävän kehityksen periaatteita tuodaan näkyville myös koulun ja päiväkodin opetukseen. Uusiutuvan energian ja uusien ratkaisujen demonstraatiojärjestelmiä, kuten aurinkopaneelit, tuulivoimala ja kuivakäymälä on tarkoitus sijoittaa rakennukseen. (Tampereelainen, 2014.)



© Reetta Hynynen

KUVA 3.1.14.c. (vasemmalla) 1. kerroksen pohjapiirros.

KUVA 3.1.14.d. (yllä) Sisä näkymä.



© Reetta Hynynen

KUVA 3.1.14.e. Ulkonäkymä pääsisäänkäynniltä.

### 3.2. ESIMERKKIKOHTTEIDEN RYHMITTELY

Edellisen luvun 3.1. esimerkkikohteet osoittavat osaltaan, että 2000-luvun koulurakennukset poikkeavat toisistaan arkkitehtonisesti, tilallisesti ja toiminnallisesti. Vaikka täysin vakiintuneita ratkaisumalleja ei voida havaita, on arkkitehtisuunnittelun näkökulmasta kuitenkin huomattavissa toistuvia piirteitä, joita voidaan tunnistaa edellisen luvun esimerkkikohteiden lisäksi myös viime vuosien arkkitehtuurikilpailuehdotuksista. Yksi tällainen piirre on koulujen muuttuminen yhä vahvemmin monitoimirakennuksiksi, joissa järjestetään monipuolisesti niin erilaista opetustoimintaa kuin julkista toimintaakin iltaisin ja viikonloppuisin. Taulukkoon 3.2.a. on koottu edellisen luvun esimerkkikohteiden pääasialliset toiminnot. Taulukosta voidaan huomata, että eri kouluasteiden ja erilaisten iltaopetuskäyttöjen lisäksi suurin osa kouluista toimii monitoimi- tai kylätalona, tai sisältää vähintäänkin ulkopuoliseen toimintaan tarjottavan liikunta- ja monitoimihallin. Monikäyttöisyyden myötä koulujen arkkitehtisuunnittelulta vaaditaan opetuskäyttöön soveltuvuuden lisäksi laajaa muuntojoustavuutta.

**TAULUKKO 3.2.a. Esimerkkikohteiden tilajakauma.**  
Ala- ja yläkoulut sisältävät myös mahdollisen koulun jälkeisen iltapäiväkerhon.

	Alakoulu	Yläkoulu	Päiväkoti	Esikoulu	Erytisopetus	Montessoriopetus	Nuorisotilat / -toimi	Itälukio	Aikuisopetus	Työväenopisto	Kirjasto	Kuntosali	Liikunta- / monitoimitilat	Monitoimi- / kylätalo	Ravintola / iltaruokala	Teatteri	Terveystieteidenhuolto	Toimistot	Muut vuokrattavat tilat
	PERUSKOULU			MUU OPETUS JA VARHAISKASVATUS				JULKISET TOIMINNOT							MUUT				
Jätkäsaaren peruskoulu	X	X												X					
Houthavenin koulu	X		X	X								X			X	X		X	
Brynseng koulu	X												X						
Viikinmäen korttelitalo	X		X	X									X	X					
Plein Oostin koulu	X											X		X**					
Kalasadatan korttelitalo	X	X	X	X				X		X			X	X					X
Talvitien koulu ja päiväkot	X*		X	X									X	X					
Ruusutorpan koulu	X	X	X	X	X	X	X			X									
Bjørnslettan koulu	X	X			X								X						
Satavuon ekokoulu	X		X	X										X					
Saunalahden koulu	X	X	X	X			X				X		X						X
Opinmäen monitoimitalo	X	X	X	X			X			X	X		X	X					X
Tesoman yhtenäiskoulu	X	X	X	X		X	X							X					
Vuores-talo	X	X	X	X	X		X				X		X	X			X		X

\* Luokat 1–2

\* Koulun jälkeisen toimintakeskus

Eri käyttötarkoitusten lisäksi esimerkkikouluista on havaittavissa erilaisia tilallisia ja toiminnallisia rakenteita. Tällä tarkoitetaan sekä tilojen sijoittelua suhteessa toisiinsa että tiloista toisiin liikkumista eli reittejä, kuten käytäviä tai oppimissolujen verkostoja, joita pitkin käyttäjät kulkevat rakennuksessa. Näiden ominaisuuksien perusteella koulurakennuksia on aiemmin ryhmitelty esimerkiksi keski- ja sivukäytävä-, halli-,

solu-, paviljonki- tai avotilakouluiksi (Arkkitehtuurimuseo, 2012a; ks. 2.1. Suomalaisen peruskoulurakentamisen taustaa). Vaikka edelliset ovat edelleen toimivia ryhmittelyitä, ovat toisaalta 2000-luvun koulujen tilalliset ja toiminnalliset ratkaisut muuttuneet edelleen merkittävästi muun muassa uudistuneen opetussuunnitelman myötä.

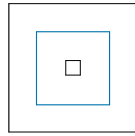
Toisaalta koulurakennuksia voidaan ryhmitellä niiden muodon perusteella, joka osaltaan heijastelee tilallisia ja toiminnallisia järjestelyitä. Arkkitehti Sini Meskanen (2008) on päivittänyt ryhmittelyitä 2000-luvulle ja ryhmitellyt tämän vuosituhatosen koulutypologioita muodon ja esiintyvien teemojen perusteella: Piazza-typologia perustuu katumaiseen, polveilevaan ja toiminnalliseen käytävätilaan, jonka varrelle muut toiminnot sijoittuvat. Maa kattona -typologiassa katon rooli korostuu monikäyttöisenä oleskelutilana ja massa jakautuu omiksi siivikseen. Stoa-typologiassa on sisäpihaa kiertävä lasikäytävä ja yhteys ympäristöön on havaittavissa. – Stoa-sana viittaa Antiikin Kreikan julkisiin, usein kauppapaikkoina käytettyihin avoimiin tiloihin, jotka rajautuivat pylväin ja pilarein. Sisäpihojen sarja -typologiassa puolestaan ulko- ja sisätilojen välinen suhde on keskeistä limittyen toisiinsa. Sydän, sillat ja solut -typologiassa rakennusmassa jakautuu osiin muodostaen omia solujaan. (Meskanen, 2008.) Meskasen ryhmittelyssä on huomioitu useita erilaisia teemoja yhtäaikaaisesti, mikä toisaalta tekee ryhmittelyn hyödyntämisestä haastavaa mutta toisaalta osoittaa 2000-luvun koulurakentamisen monimuotoisuutta.

Edellisten esimerkkien – käyttötarkoitukseen, tilallisuuteen ja toiminnallisuuteen, muotoon sekä teemoihin perustuvien – ryhmittelyiden lisäksi koulurakennuksia voidaan ryhmitellä monella muullakin eri tavalla, kuten pinta-alaan tai käyttäjien lukumäärään perustuvan koon mukaisesti. (ks. taulukko 3.2.b.) Ryhmittelyperiaatteita voi siis olla useita erilaisia tarkasteltavista tai painotettavista ominaisuuksista riippuen, ja yksi kohde voi ryhmittyä eri tavoin valitun näkökulman mukaisesti.

**TAULUKKO 3.2.b. Esimerkkejä koulujen ryhmittelytavoista.**

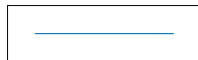
KÄYTTÖTARKOITUS	TILALLINEN JA TOIMINNALLINEN RAKENNE	MUOTO	KOKO (m <sup>2</sup> tai käyttäjämäärä)
Peruskoulu	Keskikäytävä	Kompakti kuutio	Pieni
Koulu ja päiväkot	Ympärikerrettävä	E-malli, jossa erilliset siivet	Keskikokoinen
Koulu, monitoimihalli ja kuntosali	Solukoulu	X-malli, jossa ydinkeskusta	Suuri
Monitoimi- / kylätalo	Hybridi	Pirstaleinen	Osana laajempaa rakennuskokonaisuutta

Tämän luvun seuraavissa alaluvuissa esitetään ryhmittelyitä esimerkkikohteissa (ks. 3.1. Esimerkkikohteita) havaittujen tilallisten ja toiminnallisten ominaisuuksien sekä toisaalta näistä edelleen syntyvien muotojen perusteella. Ryhmittelyissä on hyödynnetty taustalla mainittuja olemassa olevia ryhmittelyitä tuoden tähän kontekstiin – peruskoulujen ja energiatehokkuuden välisen suhteen tarkasteluun – tarkoitettuja selkeitä, riittävän yksinkertaisia ryhmiä. Esimerkkikohteista on hahmotettavissa seitsemän eri ryhmää, joille kullekin on annettu sitä kuvaava nimi: Noppa, Puikko, Kaari, Sormet, Tähti, Kide ja Hybridi. Ryhmittelyjen peruspiirteet on avattu lyhyesti kunkin ryhmän otsikon alla. Ryhmittelyiden perusteella pyritään toisaalta hahmottamaan ja toisaalta jäsentelemään peruskoulujen nykyistä luonnetta sekä vakiintuneita ratkaisuja niin arkkitehtoniseen muotokieleen, käyttöön kuin tilajakaumaankin liittyen. Nämä puolestaan toimivat osaltaan perustana kohteen energiatehokkuudelle.



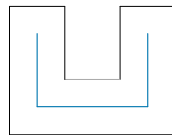
### 3.2.1. NOPPA

Noppa on selkeämassainen rakennus, jossa toiminnot sijoittuvat kokoavan ja toiminnallisen keskusaulan, atriumin tai sisäpihan ympärille. Esimerkkejä Noppamallista ovat tässä julkaisussa Jätkäsaaren peruskoulu Helsingissä (luku 3.1.1.) sekä Houthavenin koulu Amsterdamissa (luku 3.1.2.). Noppa muistuttaa vahvasti 70-luvulla Suomessa yleistynyttä avotilakoulua, jossa niin ikään sijoiteltiin muut tilat kokoavan opiskeluaulan ympärille. O-kirjaimen mallisessa Nopassa keskeistä on ympärikierrettävyys. Keskiosan ollessa sisätilaa, syvän runkosyvyuden vuoksi luonnonvaloa saadaan keskusaulan tai atriumin kattoikkunoiden kautta. Tällöin runkosyvyuden ansiosta rakennuksesta on mahdollista suunnitella joustava siten, että tilaratkaisut ovat helposti muunneltavissa ja keskusaula monipuolisesti käytettävissä erilaisille toiminnoille ja tapahtumille. Kompakti massoittelevuus on myös energiatehokkuuden ja rakennusteknisten näkökulmien kannalta edullinen pienentäen vaipan alan suhdetta lattiapinta-alaan ja tilavuuteen. Keskiosan ollessa ulkotilaa luonnonvaloa saadaan sisäpihalle suunnattujen ikkunoiden avulla. Vaipan määrä kasvaa, mutta katettuna, puolilämpimänä tilana sisäpiha voi saada osan lämmöstään vaipan lämpöhäviöiden ansiosta. Etuna on myös rajattu ja turvallinen ulkotila sekä ulkotilan oleminen vahvemmin osana tilakokonaisuutta. Noppa muodostaa pistemäisen, objektimaisen massansa vuoksi ulkopuolelleen löyhää ulkotilaa sijoittuen luontevasti esimerkiksi pihan tai puiston reunalle, tai vastaavasti esimerkiksi tiiviiseen urbaaniin kaupunkirakenteeseen.



### 3.2.2. PUIKKO

Puikko perustuu yhteen suoraan käytävään, jonka varrelle toiminnot sijoittuvat. Puikko edustaakin varsin perinteistä koulumallia pääosin keskikäytävällä tai myös sivukäytävällä varustettuna. Esimerkkejä I-kirjainta muistuttavasta Puikosta on runsaasti, kuten Bryngsen koulu Oslossa (luku 3.1.3.) tai Viikinmäen korttelitalo Helsingissä (luku 3.1.4.). Tilajärjestelyt edustavat usein perinteistä luokkahuonemallia. Massallisesti rakennus on pitkänmallinen ja luonnonvaloa keskikäytävään saadaan esimerkiksi käytävän päissä olevista ikkunaseinistä, joihin luontevasti sijoittuvat myös pääportaikot. Luokkahuoneet sijoittuvat pitkille julkisivuille saaden maksimaalisesti luonnonvaloa. Puikko sopii kapealle tontille, osaksi urbaania kaupunkirakennetta tai objektimaisesti puiston yhteyteen. Energiatehokkuuden ja rakennetekniikan näkökulmasta kompakti malli on myös toimiva. Toiminnallisiin tiloihin saadaan hyvin luonnonvaloa, ainakin keskikäytävämallilla ja kohtuullisella runkosyvyydellä.



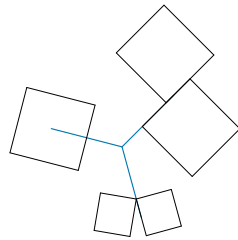
### 3.2.3. KAARI

Kaari muodostaa yhden keskeisen sisäpihan, jota rakennusmassa kiertää. Oleellista on massan muodon mukana kulkeva kaareva käytävä, joka ei kuitenkaan ole ympärikierrätävä, vaan muistuttaa U-kirjainta. Kaari voi toisinaan jäädä myös lyhyemmäksi, L-kirjainta muistuttavaksi massoittelevaksi, jolloin piha-alue rajautuu





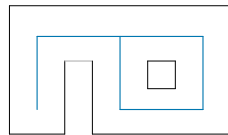
(luku 3.1.10.) ja monimuotoisempi Saunalahden koulu Espoossa (luku 3.1.11). Siipien lukumäärästä riippuu ulkotilojen luonne: kolme siipeä jäsentelee löyhästi piha-alueita, kun taas useampi siipi muodostaa useampia rajatumpia ja siten intensiivisempiä piha-alueita. Objektimaisen luonteensa vuoksi tämän mallin koulu sijoittuu luontevasti pihan tai puiston keskelle tai reunalle. Tähti-malli avautuu vahvasti ympäristöönsä sekä avaten maisemia että mahdollistaen paljon luonnonvaloa.



### 3.2.6. KIDE

Kide on pirstaleinen, erillisiin toiminnallisiin soluihin jakautunut rakennuskokonaisuus, jossa nämä erilliset solut muodostavat rakennuksen ulkomuodon. Erinomaisena esimerkkinä Kide-mallista on tässä julkaisussa esitetty Opinmäen monitoimitalo Espoossa (luku 3.1.12) sekä Tesoman yhtenäiskoulu Tampereella (luku 3.1.13). Kide-mallissa pääasialliset massat muodostuvat varsinaisten toimintojen tilantarpeista kytkeytyen yhdistävin osin toisiinsa kulkujärjestelyiden vaatimin tavoin. Toisin sanoen massoittelu seuraa suoraan tilojen ja kulkuyhteyksien tarpeita. Kide on verrattavissa paviljonkikouluun, jossa tilat ja toiminnot muodostavat täysin irrallisia rakennuksia yhtenäiseksi kokonaisuudeksi mielletynä. Kide-mallissa tilat voivat olla joko irrallisia ulkoyhteyksin saavutettavia, mutta yhtenäisen ja toisistaan riippuvaisen kokonaisuuden muodostavia, tai toisiinsa fyysisesti kytkettyjä massoja. Käytävä- ja liikeverkosto voi olla monimuotoinen kulkien sisä- ja ulkotilojen kautta, mutta massoittelun ja kulkureittien avulla tilojen sekä toimintojen hierarkia on hahmotettavissa. Massoittelu on monimuotoista, mutta nimen omaan monimuotoisen massansa ansiosta kide kykenee mukautumaan ympäristöönsä ja maastoonsa sulautuen siihen luontevasti ja muodostaen sisätilojen lailla erikokoisia sekä -luonteisia ulkotiloja. Kide-mallin ansiona on myös sen muuntojoustavuus pitkällä aikavälillä esimerkiksi joidenkin rakennusosien käyttötarkoituksen muutosta ajatellen toiminnan supistuessa, mikä puolestaan mahdollistaa osaltaan rakennuksen monikäyttöisyyden ja pitkän elinkaaren.

### 3.2.7. HYBRIDI



Kaikkia koulurakennuksia ei voida ryhmitellä tai sijoittaa yksioikoisesti edellä esiteltyihin ryhmittelyihin. Hybridi on voi olla yhdistelmä kahta tai useampaa edellisistä malleista tai täysin näistä poikkeava ratkaisumalli, joka ei kuvasta minkään edellä esitellyn mallin sovellusta tai variaatiota. Yhdenlaiseksi esimerkiksi edellisiä malleja yhdistelevästä kohteesta on esitelty Vuores-talo Tampereella (luku 3.1.14.), jossa on selkeitä piirteitä etenkin Sormet-mallista ja toisaalta Tähti-mallista, mutta toisaalta siitä löytyy myös uudenlaisia elementtejä. Vaikka jokaista edellä kuvattua mallia voidaan soveltaa, eivätkä kaikki ole täysin puhtaita esimerkkejä, edustaa Hybridi näistä sovellutuksista selkeästi poikkeavia versioita, joissa ei selkeästi dominoi yksi ryhmittely toista enemmän. Hybridit sisältävät siis varsin kirjavan joukon erilaisia kohteita.



# 4. PERUSKOULUJEN TULEVAISUUDEN KEHITYSNÄKYMÄ



Peruskoulujen tulevaisuutta värittävät luvussa 2 esitetyt, tämän julkaisun keskiössä olevat uudistukset: 2016 uudistunut opetussuunnitelma toiminnallisesta näkökulmasta ja 2018 voimaan astuneet lähes nollaenergiakriteerit rakennuksen fyysisestä näkökulmasta. Nämä viime aikojen keskeisimmät muutokset vaativat uudenlaista suunnittelua niin arkkitehteilta kuin muiltakin rakennusalan toimijoilta. Keskeistä on myös se, että muutos on tulevaisuudessakin jatkuvaa tietojen, taitojen ja kokemusten karttuessa. Tulevaisuuden suunnittelun haasteina voidaan nähdä myös demografiset muutokset, kuten monikulttuurisuus, elämäntapojen ja ajankäytön muutokset ja kaupunkirakenteiden tiivistyminen, jotka kaikki näkyvät vahvasti koulujen suunnittelussa.

Kuten koulurakentamisen historiassa, myös tulevaisuudessa erot kaupunkien ja maaseudun peruskoulusuunnittelun ja -toteuttamisen välillä ovat läsnä. Erojen voidaan ennustaa jopa kasvavan entisestään kaupungistumisen myötä, kun kaupungit tiivistyvät ja maaseudut vastaavasti hiljenevät. Koulujen lakkauttaminen ja koulumatkojen pidentyminen on arkipäivän haaste lukuisilla paikkakunnilla. Koko Suomessa peruskoulujen määrä on puolittunut viimeisen 25 vuoden aikana sekä lakkautusten että yhdistämisten myötä (Helsingin yliopisto, 2017). Sekä maaseudun että kaupunkien koulujen on haettava profiiliaan uudestaan: Maaseudun koulujen on muututtava sekä toiminnallisesti että tilallisesti vastaamaan nykyisiä tarpeita ja haettava uudenlaisia ratkaisumalleja esimerkiksi rakennusten monikäyttöisyyden ja joustavuuden kautta. Toisaalta kaupunkien haasteina ovat oppilasmäärien kasvu, yhdistetyt suuryhteisöt, tiivistyvä kaupunkirakenne ja sen rajoitukset koulurakennusten fyysiselle kasvamiselle, sekä monikulttuurisuus. Arkkitehtoniselta ilmeeltään koulut ovat säilyttäneet, ja niiden voidaan arvella säilyttävän, tarpeen yksilölliseen ja omaleimaiseen arkkitehtisuunnitteluun, joka luo identiteettiä koko ympäröivälle alueelle. Näiden myötä koulusuunnittelun voidaan ajatella olevan jokaisessa suunnittelutapauksessa yksilöitä, joille edes energiatehokkuuden puitteissa on haastavaa osoittaa yksittäisiä oikeita tai välttämättömiä suunnitteluratkaisuita. Sen sijaan voidaan esittää joukko ratkaisuja, joista kussakin tapauksessa hyödynnetään mielekkäät vaihtoehdot.

Tulevaisuuden suuntauksena on huomattavaa, että pelkän energiatehokkuuden sijaan ekologisuutta aletaan tarkastelemaan laajemmin. Ympäristöministeriö valmistelee jo asetusta, jonka mukaan vuonna 2025 Suomen uudisrakennusten tulee olla elinkaaren hiilijalanjäljeltään neutraaleja (Bionova Oy, 2017; ks. Käsitteet, Hiilijalanjälki). Tällöin energian säästämisen sijaan huomio kiinnittyy muun muassa rakennusmassallisiin tekijöihin, rakennusmateriaaleihin, kestävytyteen ja kierrätettävyyteen. Myös muiden ekologisten näkökulmien voidaan odottaa vahvistuvan tulevaisuudessa ympäristötietoisuuden myötä. Tällaisia näkökulmia voivat olla esimerkiksi resurssi- tai elinkaari-tehokkuus, joista ensimmäinen pyrkii mahdollisimman tehokkaaseen luonnonvarojen käyttöön ja jälkimmäinen pidentämään rakennuksen elinkaarta lisäämättä tarvittavia resursseja. Kuten energiatehokkuudenkin kohdalla, voidaan myös näissä uusissa ekologisisissa suuntauksissa arvella palvelurakennusten, kuten peruskoulujen, olevan pilotoinnissa sekä käyttöönnotossa ensimmäisten rakennustyyppien joukossa.

*Vasemman sivun kuva: Vuorinen, 2017.*

Tässä luvussa etsitään tulevaisuuden peruskoulujen arkkitehtisuunnittelun ratkaisuja niin kokonaisuuksina kokonaisten rakennusten mittakaavatasolla (4.1. Koulusuunnitelmat) kuin yksittäisten tilasuunnitteluun ja käyttöön liittyvien suunnitteluperiaatteiden kautta (4.2. Tilallisia ja toiminnallisia suunnitteluperiaatteita). Koko rakennuksen taso osoittaa, että suunnittelussa joudutaan aina tekemään arvovalintoja ja kompromisseja tavoitteidenmukaisen lopputuloksen saavuttamiseksi. Yksittäiset suunnitteluperiaatteet puolestaan tarjoavat lukijalle erilaisia vaihtoehtoja käytettäväkseen. Näin pyritään punnitsemaan olemassa olevia ratkaisuja tulevaisuuden tarpeiden valossa sekä esittämään uusia tulevaisuuden tarpeisiin paremmin vastaavia tilallisia ja toiminnallisia ratkaisumalleja sekä suosituksia. Painopisteinä ovat julkaisun teeman mukaisesti arkkitehtisuunnittelu ja energiatehokkuus.

## 4.1. KOULUSUUNNITELMAT

COMBI-hankkeen Arkkitehtonisten ratkaisujen vaikutus energiatehokkuuteen (WP2) -työpaketin yhteydessä toteutettiin kolme arkkitehdin diplomityötä aiheinaan peruskoulu ja energiatehokkuus. Diplomityöt liittyivät ennen kaikkea tutkimusosioon T2.2. tulevaisuuden energiatehokkaista suunnitteluratkaisuista. Ensimmäinen esimerkkikoulusuunnitelma sijoittuu COMBI-hankkeen yhteistyökaupunkiin Helsinkiin esittäen ehdotuksen ajankohtaiseen arkkitehtuurikilpailuun Vartiosaaren kouluksi. Kaksi seuraavaa on tehty yhteistyössä WP2-työpaketin yhteistyöyrityksen Arkkitehtipalvelu Oy:n kanssa tarjoten vaihtoehtoiset ratkaisumallit Satavuon ekokouluksi Laukaalle. Opinnäytetyön luonteen vuoksi töissä on otettu myös vapauksia COMBI-hankkeen rajauksen suhteen.

Kukin diplomityö käsittelee energiatehokkuutta oman näkökulmansa kautta: Lilja Mustilan (2017) esittämässä Vartiosaaren koulussa energiatehokkuutta lähestytään käyttötehokkuuden kautta etsien ratkaisumalleja monikäyttöisyyden, muuntojoustavuuden ja tilasuunnittelun keinoin. Kaisa Nissilän (2017) ehdotus Laukaan ekokouluksi perustuu CLT-puuelementteihin sekä pyrkii täyttämään lähes nollaenergiarakennuksen kriteerit. Jutta Vuorisen (2017) diplomityö kattaa puolestaan energiatehokkuuden, hiilijalanjäljen, elinkaaritehokkuuden ja elinkaarivaikuttavuuden näkökulmat, joista viimeisin on valittu ensisijaiseksi näkökulmaksi Vuonteen kyläkoulun suunnitelmassa.

Tässä luvussa esitellään lyhyesti kukin koulusuunnitelma vastaavalla tavalla, kuin olemassa olevat koulukohteet luvussa 3.1. Esimerkkikohteita. Koulusuunnitelmien kautta pyritään esimerkein havainnollistamaan, että rakennus on aina kompleksinen kokonaisuus, jonka kokonaissuunnittelussa joudutaan punnitsemaan suunnitteluratkaisuja suhteessa toisiinsa sekä tekemään kompromisseja lopputuloksen saavuttamiseksi. Taulukkoon 4.1.a. on puolestaan koottu esiteltävien koulusuunnitelmien toiminnot esimerkkikohteista kootun taulukon 3.2.a. mukaisesti (ks. 3.2. Esimerkkikohteiden ryhmittely).

*Vartiosaaren koulu (Helsinki)*  
*Laukaan ekokoulu (Laukaa)*  
*Vuonteen kyläkoulu (Laukaa)*

	Alakoulu	Yläkoulu	Päiväkoti	Esikoulu	Erityisopetus	Montessoriopetus	Nuorisotilat / -toimi	Italukio	Aikuisopetus	Työväenopisto	Kirjasto	Kuntosali	Liikunta- / monitoimitilat	Monitoimi- / kylätalo	Ravintola / iltaruokala	Teatteri	Terveystenhoito	Toimistot	Muut vuokrattavat tilat		
PERUSKOULU	MUU OPETUS JA VARHAISKASVATUS						JULKISET TOIMINNOT						MUUT								
Vartiosaaren koulu	X	X	X	X			X				X	X	X	X	X					X	
Laukaan ekokoulu	X		X	X				X	X		X		X	X	X						X
Vuonteen kyläkoulu	X		X	X			X						X	X	X		X				X

**TAULUKKO 4.1.a. Koulusuunnitelmien tilajakauma  
esimerkkikohteista kootun taulukon 3.2.a. mukaisesti.**

### *Arkkitehtisuunnittelu*

Lilja Mustila

### *Valmistumisvuosi*

Diplomityö 2017, ei toteutettava

### *Sijainti*

Suomi, Helsinki, Vartiosaari

### *Käyttötarkoitus*

Peruskoulu (luokat 1–9) + esikoulu  
+ päiväkotiki + nuorisotilat + kahvila/  
ravintola + monitoimitalo + kunto-  
sali + liikuntatilat + kirjasto + muut  
vuokrattavat tilat

### *Käyttäjien lukumäärä*

500 oppilasta

### *Laajuustiedot*

6 300 kem<sup>2</sup>

## 4.1.1. VARTIOSAAREN KOULU

Lilja Mustilan diplomityö käsittelee koulurakennuksen monikäyttöisyyttä eri näkökulmista. Työn kirjallisessa osassa tutkitaan, kuinka monipuolisen käytön mahdollistaminen ja joustavat tilaratkaisut voivat tehostaa rakennuksen käyttöä ja toimia sitä kautta uutena ekologisena näkökulmana koulusuunnittelulle. Työn lopulla esitetään Helsingin Vartiosaaren sijoittuva esimerkkisuunnitelma monikäyttöisestä koulusta. (Mustila, 2017.) Diplomityö on julkaistu vuonna 2017 Tampereen teknillisessä yliopistossa.

### *Arkkitehtoninen ilme*

Muodoltaan veistoksellinen ja kappalemäinen koulurakennus jakautuu kahteen keskenään yhteydessä olevaan massaan. Massat ovat korkeudeltaan 2–3 kerrosta korkeita ja syvään rakennusvolyyymiin on puhkaistu ylävaloa tuovia kattoikkunoita. Rakennus rajaa katutilaa raitiotien puolelta ja avautuu etelänpuoleiseen puistoon sekä kevyen liikenteen reiteille. Koulu on helposti saavutettavissa joka suunnasta. (Mustila, 2017.)

### *Tilalliset ja toiminnalliset suunnitteluratkaisut*

Työssä analysoidaan tilojen avoimuus-, joustavuus- ja monikäyttöisyysominaisuuksia ja muodostetaan käyttövyöhykkeitä, jotka ohjaavat tilojen sijoittelua koulusuunnitelmassa. Rakennus toimii pääasiassa aulan kautta, josta päästään keskitetyksi kaikkiin tiloihin. Jokainen käyttövyöhyke toimii kuitenkin myös itsenäisenä tilakokonaisuutenaan. (Mustila, 2017.)

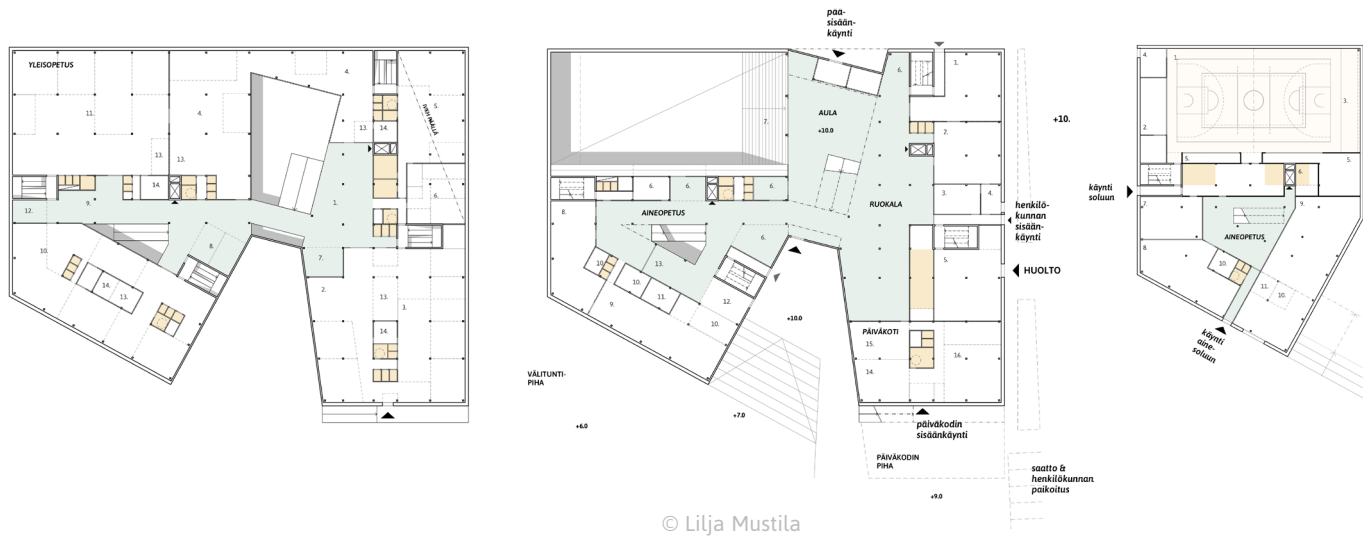
Yleisopetustilat on jaettu luokka-asteiden mukaisiksi kokonaisuuksiksi eli kotialueiksi noin sadalle oppilaalle. Opetustilat ovat eri kokoisia ja niitä voi tarvittaessa laajentaa myös kotialueiden toiminta-auloihin tai yhdistää keskenään. Aineopetustilat on ryh-

KUVA 4.1.1.a. Sisänäkymä.



© Lilja Mustila





© Lilja Mustila

mitetty yhteen helposti saavutettavaksi kaksikerroksiseksi ainesoluksi, joka jakautuu temaattisiin osioihin. Työskentelyalueet on varustettu kunkin teema-alueen luonteen ja toiminnan mukaan, mutta tilojen toimintoja voi myös muuttaa, yhdistellä ja vaihtaa tarpeen mukaan. Ainesolun tiloja voi myös vuokrata opetuksen ulkopuoliseen käyttöön. (Mustila, 2017.)

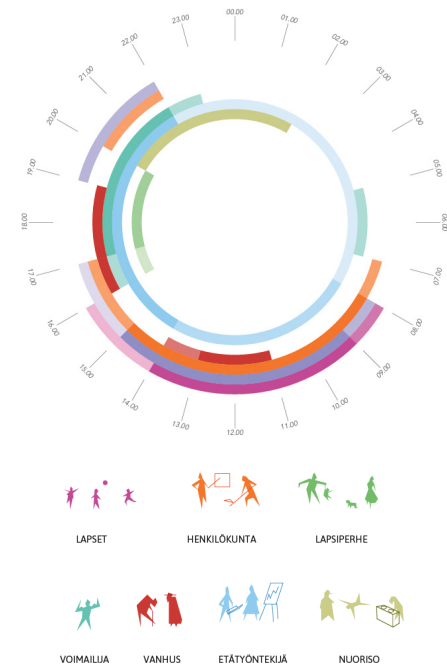
### Käyttö

Vartiosaaren koulu on suunnattu peruskoulun luokille 1–9 ja päiväkodille, jolloin oppilaita ja päiväkotilaisia on yhteensä 500. Työssä on eritelty seuraavat mahdolliset käyttötarkoitukset: opiskelukäyttö; sosiaalinen käyttö; ilt-, viikonloppu-, ja harrastuskäyttö; työkäyttö; kulttuurikäyttö; kesä- ja talvikäyttö; loma-ajan käyttö ja muu käyttö. (Mustila, 2017.) Vartiosaaren koulussa onkin useita niin kutsuttuja monikäyttötiloja, jotka soveltuvat sekä koulu- että lähialueen asukkaiden harrastuskäyttöön. Palvelutila voi esimerkiksi toimia infopisteenä ja vahtimestarin tilana, josta voi vuokrata esimerkiksi yhteiskäyttöauton tai työkaluja. Aineopetussolun teknisen työn ja käsityön tilat toimivat kouluajan ulkopuolella kaupunkiverstaana, jossa voi toimia pyöräkorjaamo tai vaikka paikallisia käsityöyrittäjiä. Ympäri vuorokautista ja -vuotista käyttöä palvelee myös koulun kuntosalin. (Mustila, 2017.)

### Energiätehokkuus

Mustilan diplomityössä energiatehokkuutta ja ekologisuutta ajatellaan ennen kaikkea rakennuksen vajaakäytön minimoimisen kautta. Tilat on tärkeä suunnitella monenlaista käyttöä mahdollistaviksi, jotta koulu olisi mahdollisimman ympärivuorokautisessa ja -vuotisessa käytössä. Suunnitelman käyttövyöhykkeiden avulla erilaisia toimintoja ja tiloja voidaan yhdistää tai erottaa. Vyöhykkeisyys auttaa myös ilmanvaihdon ja lämmityksen kohdistamisessa käytön mukaan niin, että tarpeenmukaisen talotekniikan avulla voidaan saavuttaa myös energiatehokkuutta. (Mustila, 2017.)

KUVA 4.1.1.b. 2. kerroksen, sisäntulokerroksen ja pohjakerroksen pohjapiirrokset.



© Lilja Mustila

KUVA 4.1.1.c. Käytön jakautuminen eri vuorokaudenaikoihin.

### Arkkitehtisuunnittelu

Kaisa Nissilä

### Valmistumisvuosi

Diplomityö 2017, ei toteutettava

### Sijainti

Suomi, Laukaa, Vuontee

### Käyttötarkoitus

Peruskoulu (luokat 1–6) + esikoulu + päiväkotiki + aikuisopetus + iltakoulu + kirjasto + ravintola + monitoimitalo + liikuntatilat + muut vuokrattavat tilat

### Käyttäjien lukumäärä

100 oppilasta

### Laajuustiedot

2 600 brm<sup>2</sup>

## 4.1.2. LAUKAAN EKOKOULU

Laukaan ekokoulu yhdistää kolmen lähialueen kyläkoulut, esikoulun ja päiväkodin yhdeksi kokonaisuudeksi Vuonteelle, Laukaan kuntaan. Tavoitteena on luoda ekokoulukonsepti, joka on ”innovatiivinen kiertotalouteen ja lähipalveluihin perustuva tulevaisuuden kyläkoulumalli, jossa yhdistyvät terve ja kestävä rakennus, kestävästi tuotettu energiahuolto (lähienergia), lähiruoka ja -liikenne sekä pedagogisen edelläkävijyyden vaatimat tilaratkaisut” (Laukaan kunta, 2015, s. 8). Sittemmin valmistunut Arkkitehtipalvelu Oy:n koulu on nimetty Satavuoden ekokouluksi (ks. luku 3.1.10.). Kaisa Nissilän diplomityössä näytetään yksi ratkaisu ekokouluhankkeelle sijoittuen kohteen hankesuunnitteluvaiheeseen, ja työssä on suunniteltu puurakenteinen lähes nollaenergiaperuskoulu. Diplomityö on julkaistu vuonna 2017 Tampereen teknillisessä yliopistossa.

### Arkkitehtoninen ilme

Pohjan muodoltaan L-kirjaimen mallinen rakennus erottuu ympäristöstään maamerkinä. Yksikerroksinen rakennusmassa jakautuu pienempiin harjakattoisiin osiin ja tilojen hierarkia on nähtävissä osien korkeudesta. (Nissilä, 2017.) Pääsisäänkäyntiaulan yllä oleva korkea harja aurinkopaneeleineen ja aulan epäsymmetriset neliöikkunat korostavat pääsisäänkäyntiä. Myös sisäänkäyntipihan puolella oleva katettu käytävä viherhuoneineen luo oman elementtinsä arkkitehtuuriin. Julkisivut ovat pääasiassa kuultokäsiteltyä vaakalautaa ja osa katoista on toteutettu viherkattoina (Nissilä, 2017).

### Tilalliset ja toiminnalliset suunnitteluratkaisut

Suunnitelman tilallinen konsepti on kaksiosainen: Ensimmäiseksi, esiopetukselle ja perusopetukselle tarkoitettujen tilojen jaettuna omiin siipiinsä ja nivelkohtaan on luotu kokoava yhteiskäyttöaula, jossa sijaitsee ruokala, käsityön ja taiteen studio, musiikin ja ilmaisun luokka, liikuntasali sekä kirjasto. Toiseksi, siivet ja keskusaula on linkitetty toisiinsa molempiin siipiin sijoitettujen omien toiminta-aulojen avulla. Toiminta-auloja voi käyttää opetustarkoitukseen tai muihin tapahtumiin. Julkisuusasteeltaan yhteiskäyttöaula on julkisin ja kotiluokat yksityisimmät, toiminta-aulojen sijoituksessa

KUVA 4.1.2.a. (alla) Sisänäkymä toiminta-aulasta.

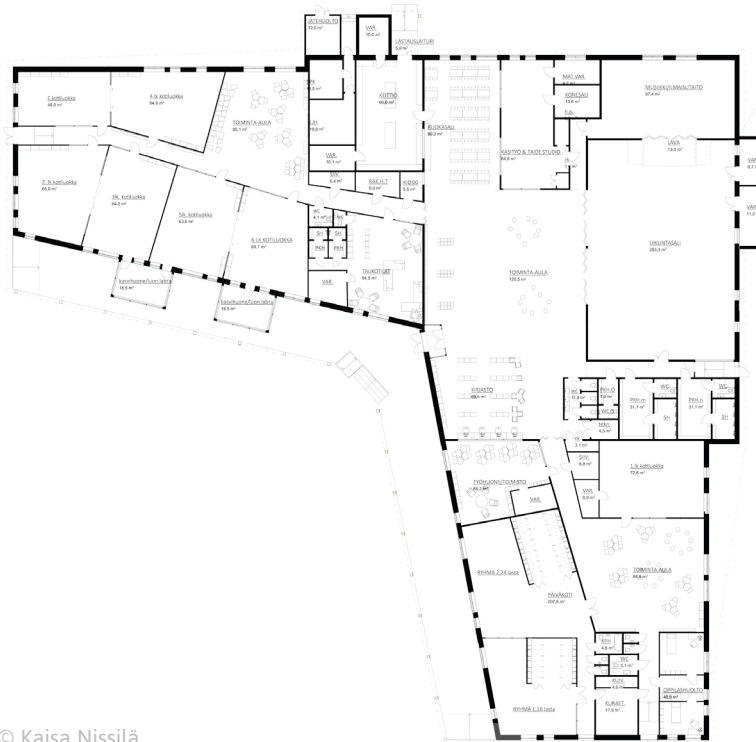
KUVA 4.1.2.b. (oikealla) Ulkonäkymä.



© Kaisa Nissilä



© Kaisa Nissilä



© Kaisa Nissilä

rakennuksen julkisuusasteikossa puoleenväliin. Jokaisella luokkatasolla on kotiluokka, joka toimii oppilasryhmille eräänlaisena kotipesänä, mutta tarkoituksena on, että oppilaat liikkuvat eri opetustilojen välillä riippuen siitä, minkälaista opetusta on luvassa. Kotiluokkia voi myös yhdistellä keskenään. (Nissilä, 2017.)

### Käyttö

Laukaan ekokoulu on suunnattu peruskoulun luokille 1–6, esikoululle ja päiväkodille, ja oppilaita on kaikkiaan yhteensä 100. Koulun ohella rakennus toimii Laukaan, erityisesti Vuonteen kylän monitoimitalona, joka sisältää yksityisyysasteeltaan erilaisia tiloja, joita voi vuokrata kouluajan ulkopuolella. Mahdollisia tilojen käyttötarkoituksia ovat esimerkiksi liikuntatoiminta, erilaiset kurssit, iltalukio, aikuiskoulutus ja partio-toiminta. Mikäli liikuntasalin ja toiminta-aulat yhdistetään keskenään, rakennus toimii myös suuremmissa tapahtumissa kuten vaikkapa joulumarkkinoissa. Vuokrattavien tilojen lisäksi koulun ruokala toimii myös ilta-aikaan, ja kirjasto on kaikkien alueen asukkaiden käytettävissä. (Nissilä, 2017.)

### Energiätehokkuus

Työssä esitettyjen laskelmien perusteella rakennus ylittää energiatehokkuusluokkaan A. Ulkoisella varjostuksella, viherkatoilla, kasvihuoneilla, tila- ja käyttötehokkuudella sekä aurinkoenergian käytöllä on parannettu rakennuksen energiatehokkuutta. Lisäksi, tilojen aktiivinen käyttö myös kouluajan ulkopuolella ympärivuotisesti parantaa rakennuksen energia- ja ekotehokkuutta: käyttäjistä aiheutuva lämpökuorma vähentää lämmityksen tarvetta, ja rakentamiseen käytetyt ja kulutetut luonnonvarat ovat tehokkaassa hyötykäytössä. (Nissilä, 2017.)



© Kaisa Nissilä



© Kaisa Nissilä

**KUVA 4.1.2.c. (vasemmalla) 1. kerroksen pohjapiirros.**

**KUVA 4.1.2.d. (yllä) julkisivut länteen ja pohjoiseen.**

#### Arkkitehtisuunnittelu

Jutta Vuorinen

#### Valmistumisvuosi

Diplomityö 2017, ei toteutettava

#### Sijainti

Suomi, Laukaa, Vuontee

#### Käyttötarkoitus

Peruskoulu (luokat 1–6) + esikoulu + päiväkotiki + nuorisotilat + ravintola + terveydenhuolto + monitoimitalo + liikuntatilat + muut vuokratilat + kesämajoitus

#### Käyttäjien lukumäärä

100 oppilasta

#### Laajuustiedot

2 300 brm<sup>2</sup>

### 4.1.3. VUONTEEN KYLÄKOULU

Kuten edellisen luvun 4.1.2. Laukaan ekokoulu, myös Vuonteen kyläkoulu toimii vaihtoehtoisena suunnitelmana Satavuon ekokoululle (ks. luku 3.1.10.) ja on suunniteltu Satavuon ekokoulun hankesuunnitteluvaiheessa. Näin ollen myös Vuonteen kyläkoulu yhdistää kolmen lähialueen kyläkoulut, esikoulun ja päiväkodin yhdeksi kokonaisuudeksi Laukaan kuntaan tavoitteenaan rakennussuunnitelman lisäksi laajemman ekokoulukonseptin kehittäminen. Jutta Vuorisen diplomityössä koulurakennuksen ekologisuuden arviointivälineenä toimii rakennuksen elinkaari, johon määritetään neljä käytössä olevaa ympäristöystävällisyyden mittaria: energiatehokkuus, hiilijalanjälki, elinkaarivaikuttavuus ja elinkaaritehokkuus. Mittareiden avulla suunnitelmaan on valittu ekologiset rakenne-, materiaali- ja tilaratkaisut (Vuorinen, 2017). Diplomityö on julkaistu vuonna 2017 Tampereen teknillisessä yliopistossa.

#### Arkkitehtoninen ilme

Rakennuksen ja suurimpien ikkunapintojen suuntaus osoittavat etelään mahdollistaen auringon lämmön varastoitumisen massiivirakenteisiin. Lisäksi kapea runko mahdollista luonnonvalon pääsyn kaikkialle sisätiloihin. (Vuorinen, 2017.) Rakennuskompleksin harjakattoiset massat kiertyvät U-kirjaimen malliseksi kokonaisuudeksi ja sulkevat sisäänsä leikki- ja massoja yhdistävän suuren viherhuoneen. Päiväkotiki sijoittuu lounaan puoleiseen yksikerroksiseen massaan alakoulun puolestaan sijoituessa L-kirjaimen muotoiseen, kaksikerroksiseen massaan. Projektissa käytetään hengittäviä rakenteita, joissa ei ole ilman- tai höyrynsulkuja. Sekä koulu- että päiväkotirakennuksen kantavat ulkoseinät ovat liimattomia ja myrkyttömiä massiivipuulementtejä. Myös muut projektissa käytetyt materiaalit ovat ympäristöystävällisiä ja monet niistä ovat

KUVA 4.1.3.a. (alla) Julkisivut lounaaseen ja luoteeseen.

KUVA 4.1.3.b. (oikealla) Sisänäkymä.



© Jutta Vuorinen



© Jutta Vuorinen



© Jutta Vuorinen

saaneet vaikutteita perinnerakentamisesta. (Vuorinen, 2017.) Julkisivut ovat lautaverhottuja ja ikkunasommittelu rationaalista. Vaikeasti kierrätettävien eristeikkunoiden sijaan suunnitelmassa käytetään perinteisiä ikkunalaseja ja ikkunaluokkuja, jotka luovat oman elementtinsä myös ulkoarkkitehtuuriin (Vuorinen, 2017).

### Tilalliset ja toiminnalliset suunnitteluratkaisut

Rakennuksen tilasuunnittelussa on pyritty välttämään hukkatiloja sekä käytäviä. Luokat ja avotilat on selkeästi erotettu toisistaan, mutta luokkavyöhykettä voi muunnella avautuvilla lasiseinillä pienten ja isojen ryhmien käyttöön soveltuviksi. Päiväkodin puolella lepohuoneita ja yhteistiloja voi yhdistellä ja erottaa päivän aikana, jolloin samat tilat palvelevat useaa eri toimintaa. Suunnitelmassa on useita lämmittämättömiä viherhuoneita, joilla voidaan kasvattaa rakennuksen pinta-alaa kesäaikaan ilman kasvavaa lämmitysenergiatarvetta. (Vuorinen, 2017.)

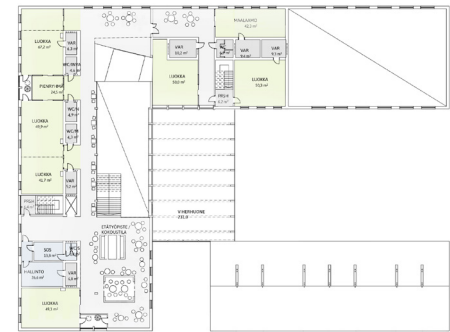
### Käyttö

Vuonteen kyläkoulu on suunnattu 100 oppilaalle sisältäen peruskoulun luokat 1–6, esikoulun ja päiväkodin. Koulu on suunniteltu niin, että sen käyttö on tehokasta ympäri vuoden ja että tulevaisuudessa käyttötarkoitusta voi tarvittaessa myös muuttaa. Koulupäivän jälkeen rakennuksessa toimii kaikille avoin ravintola, jonka lisäksi rakennus tarjoaa tiloja harrastamiselle, nuorisokeskukselle sekä terveydenhuollolle. Myös luokahuoneita voi käyttää muiden kuin koululaisten toimesta, sillä kulunvalvonta on järjestetty tilakohtaisesti. Koulu voi toimia myös vapaa-ajan keskuksena ja leirimaisena kesämajoituspaikkana. Rakennuskompleksin kaksi erillistä massaa palvelee pitkän aikavälin muunneltavuutta niin, että tulevaisuudessa joko vain toinen massa tai molemmat ovat muunneltavissa esimerkiksi ikääntyneiden palveluasunnoiksi tai tavallisiksi asunnoiksi. (Vuorinen, 2017.)

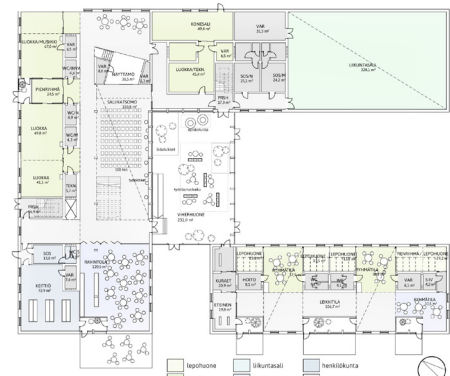
### Energiätehoisuus

Suunniteltu Vuonteen kyläkoulu käyttää lähes ainoastaan omavaraista, uusiutuvaa energiaa. Tontille on sijoitettu suunnitelmassa biokaasulaitos, joka tuottaa pääosin rakennuksen tarvitseman lämmön ja sähkön. Alijäämäenergia otetaan ostoenergiana tai kesäaikaan aurinkopaneeleista. Ylijäämäsiähkön voi syöttää valtakunnan verkkoon, ja hukkalämpö voidaan varastoida päärakennuksessa sijaitsevaan vesivaraajaan. Kyläkoulun tilat lämmitetään pinta-asennetuilla vesikiertoisilla lämpöpattereilla. Tarvittaessa luokat lämpenevät nopeasti automaatiolla toimivilla pellettitakoilla, jotka syttyvät ja sammuvat asetetun huonelämpötilan mukaan. Ilmanvaihto toteutetaan painovoimaisesti, ja lämmityskaudella ilma on myös mahdollista ottaa esilämmitetynä viherhuoneiden kautta. Viherhuoneissa voi myös kasvattaa elintarvikkeita. (Vuorinen, 2017.)

Elinkaariarvioinnin avulla Laukaan koulusuunnitelmasta tuli elinkaaritehokas ja pitkäikäinen rakennus, jossa on käytetty lähes pelkästään ympäristölle vaarattomia, elinkaariavokuttavia rakennusaineita. Päästötehokkuus on suunnattu tuotantoprosesseihin, kierrätettyjen rakennusaineiden suosimiseen ja kuljetusmatkoihin. Energiätehokkuuteen liittyen, energiankulutuksen haittoja on pyritty poistamaan käyttämällä uusiutuvaa energiaa ja passiivisia ratkaisuja, jotka eivät vaadi teknisiä laitteita ja ratkaisuja toimiakseen. (Vuorinen, 2017.)

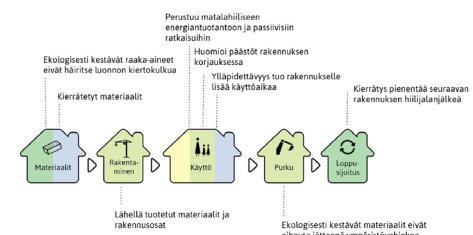


© Jutta Vuorinen



© Jutta Vuorinen

KUVA 4.1.3.c. 1.–2. kerrosten pohjapiirrokset.



© Jutta Vuorinen

KUVA 4.1.3.d. Rakennuksen elinkaari. Kokonaisvaltainen rakennuksen elinkaari sisältää energiatehokkuuden (keltainen), hiilijalanjäljen (vaaleanvihreä), elinkaariavokuttavuuden (tummanvihreä) ja elinkaaritehokkuuden (sininen) näkökulmat.

## 4.2. TILALLISIA JA TOIMINNALLISIA SUUNNITTELUPERIAATTEITA

Tilallisilla suunnitteluperiaatteilla tarkoitetaan arkkitehtuurin tilasuunnitteluun liittyviä ratkaisuja aina hankkeen tarveselvitysvaiheesta lähtien. Arkkitehtuurin tilasuunnittelulla on todettu olevan käyttämätöntä potentiaalia energiatehokkuuden puitteissa (Lindberg, 2015; Lindberg et al., 2018; Moisio et al., 2018). Tämän lisäksi peruskoulujen on vastattava tulevaisuuden toiminnallisiin haasteisiin tilasuunnittelun kautta (ks. 4. Peruskoulujen tulevaisuuden kehitysnäkymiä).

Toiminnallisilla suunnitteluperiaatteilla puolestaan tarkoitetaan rakennuksen käyttöön liittyviä suunnitteluratkaisuja. Nämä ovat vahvasti sidoksissa tilallisiin ratkaisuihin, sillä tilasuunnittelulla pyritään ennen kaikkea vastaamaan rakennuksen toiminnallisiin tarpeisiin; Rakennukset suunnitellaan aina käyttöä varten. Näin ollen tilallisia ja toiminnallisia suunnitteluratkaisuja on mielekäästä tarkastella yhdessä. Lindberg et al. (2018) esittävät, että rakennuksen käytön suunnittelu tulisi ottaa systemaattisesti osaksi hankkeiden tarve- ja tilasuunnittelua. Tässä luvussa käyttöön liittyvillä toiminnallisilla suunnitteluperiaatteilla tarkoitetaan nimenomaan tällaisia hankkeen suunnitteluvaiheessa tehtäviä päätöksiä.

Tähän lukuun on poimittu yksittäisiä arkkitehtisuunnittelun tilallisia ja toiminnallisia periaatteita. Ratkaisuja on poimittu sekä edellisen luvun koulusuunnittelusta että havainnoimalla koulusuunnittelun kehitysnäkymiä esimerkiksi ajankohtaisten arkkitehtuurikilpailujen kautta. Toisaalta luvussa on pyritty välttämään toistoa jo tunnettuihin tilasuunnittelun tekijöihin pyrkien avaamaan pikemminkin uudenlaisia näkökulmia olemassa olevien rinnalle. Näin ollen luku sisältää tämän julkaisun ja tutkimuksen yhteydessä esiin nousseita poimintoja tilallisista ja toiminnallisista suunnitteluperiaatteista aukottoman listauksen sijaan. Tähän lukuun poimitut periaatteet ovat tilatehokkuus, käyttötehokkuus, tilojen sijoittelu, muuntojoustavuus, avoimuusaste, tilavyöhykkeet ja ulkotilat.

### 4.2.1. TILATEHOKKUUS

Tilatehokkuudella tarkoitetaan pelkistetysti tilojen mahdollisimman tehokasta käyttöä pinta-alaan nähden eli sitä, kuinka paljon käyttöä ja käyttäjiä tilaan mahtuu (m<sup>2</sup>/hlö). Tilatehokkuus on yksi keskeisimpiä arkkitehdin tilasuunnitteluun liittyviä indikaattoreita; Kun arkkitehtonisia tilallisia ja laadullisia tekijöitä ei usein voida laskennallisesti todistaa, voidaan tilatehokkuutta tarkastella numeerisesti. Tilaohjelman tehokkuus puolestaan tarkoittaa vastaavaa, mutta kokonaisten tilojen ja niiden sommittelun tasolla. Tilatehokkuuden yhteydessä voidaan myös puhua tilankäytön tehokkuudesta. Keskeistä kaikissa näissä on rakennuksen tarpeettoman pinta-alan minimoiminen ja tarkoituksenmukaisen koon löytäminen.

Tässä luvussa tarkastellaan sekä tila- että tilaohjelman tehokkuuteen liittyviä tekijöitä: tilan fyysisiä ominaisuuksia eli tilan pinta-alaa (m<sup>2</sup>), yksittäisen tilan sommittelua ja mittasuhteita niin, että tilaa voidaan hyödyntää mahdollisimman hyvin käyttötarkoitukseensa, hukka- ja hyötytiloja, tilan tarpeenmukaisuutta ja tilavuutta (m<sup>3</sup>). Tilatehokkuuteen ja tilasuunnitteluun liittyvien ratkaisujen tarkastelu energiatehokkuuden yhteydessä on oleellista, sillä vaikka neliometri sisältyy yleisen tavan mukaiseen energiatehokkuuden laskentakaavaan (kWh/m<sup>2</sup>a), ei tilatehokkuutta tai tilasuunnitteluun liittyviä laadullisia tekijöitä huomioida rakennuslupaa varten tehtävissä energiatarkestuissa tai -määräyksissä. Tällä laskentatavalla energiatehokkuus muodostuu puhtaasti lattianeliometriä kohden laskettavana ostoenergiankulutuksena, eikä tällöin tarkastella rakennuksen tai tilan tilavuutta (m<sup>3</sup>), tarpeellisuutta, tarkoituksenmukaisuutta tai käyttöä.

Pohjaratkaisun tehokkuutta voi laskennallisesti tarkastella myös huoneistoalan suhteena huonelukuun sekä liikennealan suhteena huonelukuun. Tämä toimii etenkin asuinrakentamisen yhteydessä pyrittäessä sekä energiatehokkuuteen että pohjaratkaisun tehokkuuteen liikennealojen minimoimisen kautta. (Jääskeläinen, 2010.) Samaa periaatetta voidaan soveltaa myös peruskouluihin, joissa uuden avoimen oppimisympäristön voisi ajatella olevan perinteistä käytävämallista koulua energiatehokkaampaa varsinaisen liikennealan minimoimisen vuoksi. Tällöin tulee kuitenkin huomata, että vaikka erillinen pelkästään liikennealana toimiva käytävä puuttuu, myös avoimessa tilassa liikenteelle tarkoitettujen tilojen kohdat tulee jättää kalustamattomiksi. Oulun rakennusvalvonnan (Jääskeläinen, 2010) mukaan tehollista hyötyalaa ovat todelliseen liikennealaan kuulumattomat tilat, jossa liikennealaan kuuluvat niin kulkureitit ulko-ovelta eri tiloihin kuin tilojen sisällä olevat alueet esimerkiksi huoneen ovelta kaapistolle, jonka edustaa ei voi kalustaa. Pelkistetysti hyötyalan voidaan ajatella tarkoittavan rakennuksen pääkäyttötarkoituksen mukaista tilaa ja niin kutsutun hukkatilan tarkoittavan apu- ja liikennetiloihin, jotka ovat välttämättömiä mutta joiden pinta-ala pyritään minimoimaan. Toisaalta myös pääkäyttötarkoituksen mukaisissa tiloissa voidaan ajatella olevan hukkatilaa, mikäli niiden mitoitus tai tilan muoto luovat hyödyntämiseen sopimatonta pinta-alaa. Rakennustietosäätiön ohjekortissa RT 96-10939 annetaan teoreettisia lukuja opetustilojen mitoittamiseen käytävätiloille ja kalusteineen (ks. taulukko 4.2.1.a).

**TAULUKKO 4.2.1.a. RT-kortissa 96-10939 Koulurakennus, tilasuunnittelu (s. 7; lähde: Terveellinen ja turvallinen koulurakennus) esitetty opetustilan teoreettinen tilantarve peruskalusteiden ja varusteiden tarvitseman alan pohjalta laskettuna.** Taulukkoa tulee käyttää yhdessä toimintojen vaatimien mittojen kanssa.

\* Taulukossa käytetään kahden desimaalin tarkkuutta; laskelmissa on käytetty arvoa 1,375 m<sup>2</sup>/oppilas.

OPPILAS- MÄÄRÄ	OPPILASPAIKAT KÄYTÄVINEEN*	OPPILASPAIKAT KÄYTÄVINEEN	TAULUALUE m <sup>2</sup>	SÄILYTYSKALUS- TEET + VESIPISTE KÄYTÄVINEEN m <sup>2</sup>	OPETTAJAN TYÖPISTE AV- LAITTEINEEN m <sup>2</sup>	YHTEENSÄ	
	m <sup>2</sup> /oppilas	m <sup>2</sup> yhteensä				m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup> /oppilas
10	1,38	13,75	12	1,64	4,32	31,71	3,17
12	1,38	16,50	12	1,84	4,32	34,66	2,89
16	1,38	22,00	12	2,14	4,32	40,46	2,53
20	1,38	27,50	12	2,44	4,32	46,26	2,31
25	1,38	34,38	12	2,84	4,32	53,54	2,14
30	1,38	41,25	12	3,24	4,32	60,81	2,03

Tilat ja rakennukset mitoitetaan niiden huippukäytön mukaan eli sen mukaan, kuinka paljon rakennukseen tai tiloihin maksimissaan mahtuu ihmisiä. Todellisuudessa jopa tämä maksimimitoitus saatetaan ylittää etenkin peruskoulujen kohdalla oppilasmäärien kasvaessa, mutta toisinaan rakennukset ovat myös vajaa- tai tyhjäkäytössä esimerkiksi peruskoulujen tapauksessa iltaisin ja viikonloppuisin. Näin ollen tilat tulisi suunnitella muuntojoustaviksi ja monikäyttöisiksi. Yleisesti ottaen sekä energia- että kustannustehokkuuden puitteissa tärkeintä on ensisijaisesti arvioida joidenkin tilojen tarve kokonaan ja toisaalta ylimääräisten neliömetrien tarve rakennuksessa. Käytävä- ja aputilojen pinta-alaa voidaan minimoida sijoittelemalla tilat ja käyttötarkoitukset optimaalisesti toisiinsa nähden, tai sommitella tilan mittasuhteet sekä ovien ja ikkunoiden sijainnit niin, että tilaa voidaan hyödyntää monikäyttöisesti sekä kalustaa monipuolisesti. Tilojen tarvetta ja pinta-alaa tulee energiatehokkuuden yhteydessä kuitenkin arvioida aina myös laadullisin kriteerein niin, ettei tilan viihtyisyys tai monikäyttöisyys kärsi (Lylykangas et al., 2015). Väljyys tuo usein mukanaan laadullisia, esimerkiksi akustiikkaan, valoisuuteen tai tilan tuntuun liittyviä ominaisuuksia.

Energiatehokkuuden kannalta on huomattavaa, että yksikkönä Suomessa tarkastellaan rakennuksen pinta-alaa eikä tilavuutta. Tällöin esimerkiksi lämmityksen, viilennyksen ja ilmanvaihdon mitoitus perustuu neliömetreihin kuutioiden sijaan, vaikka todellinen koettava ilmatila olosuhteineen on kolmiulotteista. Vaikka Suomen tämänhetkissä energialaskelmissa ei huomioida tilan korkeutta, vaikuttaa se kuitenkin merkittävästi siellä vaihdettavan, lämmitettävän tai viilennettävän ilman määrään. Koulurakennuksissa tilojen korkeus saattaa vaihdella suurestikin arkkitehtuurista riippuen. Tilojen korkeus saattaa myös vaihdella useiden kerrosten korkuisesta aulatilasta mataliin lapsen mittakaavassa oleviin luokkahuoneisiin tai oppimissoluihin. Todellisuutta paremmin kuvastava energiatehokkuuden yksikkö voisi tällöin olla kWh/m<sup>3</sup>a ja tilatehokkuuden m<sup>3</sup>/hlö. Laskennallisista seikoista huolimatta tietyn rakennuksen energiatehokkuus tai energiankulutus on absoluuttinen niin, että sama rakennus kuluttaa todellisuudessa saman verran energiaa riippumatta siitä, millä eri keinoilla ja kaavoilla se lasketaan. Nykykäytännössä toistaiseksi laskennan ulkopuolella olevat tilaohjelmaan, tilavuuteen ja käyttöön liittyvät tekijät näkyvät investointikustannuksissa, joissa tarkoituksenmukaisella tilasuunnittelulla voidaan pienentää rakentamis- ja käyttökustannuksia euroissa.

Taulukossa 4.2.1.b. on laskettuna luvun 3.1. esimerkkikohteiden tietojen perusteella lasketut tilatehokkuudet (m<sup>2</sup>/hlö) sekä vastaavasti henkilötiheydet (hlö/m<sup>2</sup>). Taulukosta on nähtävissä, että suurin tilatehokkuus eli väljin mitoitus on Satavuon ekokoululla (24,55 m<sup>2</sup>/hlö), kun taas pienin Plein Ostin koululla (8,86 m<sup>2</sup>/hlö). Keskiarvoinen tilatehokkuus esimerkkikohteilla on 13,70 m<sup>2</sup>/hlö. Laskennallisia tilatehokkuuksia arvioitaessa tulee kuitenkin huomata rakennusten muutkin käyttötarkoitukset, jolloin todellisuudessa koulu- tai monitoimirakennuksen opetusalueen pinta-ala voi olla brutto- tai kerrosalasta poikkeava. Tällaisten monitoimirakennusten yhteydessä ei voida näin ollen suoraan vetää johtopäätöstä, että väljempi olisi tehottomampaa suunnittelua. Laskennallisen tilatehokkuuden yhteydessä tulee myös aina heijastella arkkitehtonisia laatutekijöitä, kuten väljyyden lisäksi esimerkiksi viihtyisyyttä.



	PINTA-ALA (m <sup>2</sup> )	OPPILAIDEN LUKUMÄÄRÄ (kpl)	TILA- TEHOKKUUS (m <sup>2</sup> /hlö)	HENKILÖ- TIHEYYS (hlö/m <sup>2</sup> )
Jätkäsaaren peruskoulu	8 159	740	11,02	0,09
Houthavenin koulu	6 810	600	11,35	0,09
Brynseng koulu	11 600	840	13,81	0,07
Viikinmäen korttelitalo	3 597	264	13,63	0,07
Plein Oostin koulu	3 100	350	8,86	0,11
Kalasadaman korttelitalo	8 480	700	12,11	0,08
Talvitien koulu ja päiväkot	2 555	210	12,17	0,08
Ruusutorpan koulu	13 200	950	13,89	0,07
Bjørnslettan koulu	9 677	802	12,07	0,08
Satavuon ekokoulu	2 455	100	24,55	0,04
Saunalahden koulu	10 500	750	14,00	0,07
Opinmäen monitoimitalo	16 700	1 000	16,70	0,06
Tesoman yhtenäiskoulu	12 900	1 000	12,90	0,08
Vuores-talo	20 000	1 360	14,71	0,07

**TAULUKKO 4.2.1.b. Luvussa 3.1. esitettyjen esimerkkikohteiden tilatehokkuuksia.** Pinta-alat edustavat toisinaan brutto- (brm<sup>2</sup>) ja toisinaan kerrosalaa (kem<sup>2</sup>) esimerkkikohteiden yhteydessä esitettyjen tietojen mukaisesti.

#### 4.2.2. KÄYTTÖTEHOKKUUS

Uusimpien tutkimusten valossa energiankulutus koulurakennuksissa on lisääntynyt, vaikka itse rakennukset ovatkin kehittyneet energiatehokkaampaan suuntaan (Ruusala, Laukkarinen & Vinha, 2018). Rakennusten käyttöön kiinnitetään energiatehokkuuden puitteissa verrattain vähän huomiota, vaikka todellisuudessa sen vaikutus energiatehokkuuteen on hyvinkin merkittävä (Moisio et al., 2018). Syynä tähän on muun muassa se, että energiatehokkuutta tarkastellaan mainitusti rakennuksen lattiapinta-alaan nähden, kuten Suomessa E-luvun kohdalla (kWh/m<sup>2</sup>a) ja toisaalta se, ettei ihmisten todellista käyttäytymistä rakennuksessa voida tietää tai ennustaa etukäteen. Pinta-alaphaisten mittareiden voidaan kuitenkin ajatella olevan yksistään riittämättömiä energiatehokkuuden arvioimiseksi juuri siitä syystä, että ne jättävät käytön – jota varten rakennukset suunnitellaan – arvioinnin energiatehokkuuden ulkopuolelle. Lisäksi syntyy ristiriitatilanne, sillä käytön lisääminen kasvattaa myös rakennuksen ostoenergiankulutusta kannustaen energiatehokkuusnäkökulmasta rakennusten käytön minimoimiseen, joka ei ole tarkoituksenmukaista yhdellekään rakennukselle. Näin ollen on tarvetta uudenlaisille arviointikeinoille, jotka huomioivat paremmin rakennusten käytön ja tilasuunnittelun näkökulmat tuoden ne kiinteämmin osaksi vallitsevaa, arkkitehtisuunnittelun kannalta yksiulotteista energialaskentaa ja tarkastelutapaa.

Rakennuksen käyttöä tarkastellessa keskeisenä tekijänä on luonnollisesti käyttäjien lukumäärä. Tilasuunnittelun yhteydessä käyttäjien lukumäärästä voidaan puhua jo edellisessä luvussa ilmenneenä henkilötiheytenä (hlö/m<sup>2</sup>), joka vastaa tilatehokkuuden laskentakaavaa (m<sup>2</sup>/hlö) toisesta näkökulmasta tarkasteltuna. Saman rakennuksen voidaan ajatella olevan sitä energiatehokkaampi, mitä useampi ihminen sitä käyttää, sillä silloin energiatehokkuus henkilöä kohden (kWh/hlö) muodostuu pienemmäksi. Todellisuudessa koulujen oppilaslukumäärä voi kuitenkin vaihdella suuresti esimerkiksi vuosittain yleisestä kasvavasta trendistä huolimatta.

Käyttötehokkuus =  $\frac{\text{ostoenergiankulutus}}{\text{henkilökäyttötunnit}}$ ,

$$P_{\text{käyttö}} = \frac{E}{\sum (\tau_{\text{hlö}} t_{\text{hlö}})}$$

jossa

$P_{\text{käyttö}}$	käyttötehokkuus (kWh/(hlö*h))
$E$	ostoenergiankulutus (kWh vuodessa)
$\tau_{\text{hlö}}$	ihmisten lukumäärä (hlö, ihmisten lukumäärä)
$t_{\text{hlö}}$	käyttöaika (h, tuntia vuodessa)

**TAULUKKO 4.2.2.a. Henkilötiheys eri rakennustyypeille RakMK D3 (2012, s. 20) mukaan.** Monitoimitaloissa voi opetustoiminnan lisäksi olla myös muita käyttötarkoituksia ja siten laskennallisia henkilötiheyksiä.

KÄYTTÖTARKOITUSLUOKKA	HENKILÖTIHEYS (hlö/m <sup>2</sup> )
Erillinen pientalo sekä rivi- ja ketjutalo	1/43
Asuinkerrostalo	1/28
Toimistorakennus	1/17
Liikerakennus	1/43
Majoitusliikerakennus	1/21
Opetusrakennus ja päiväkot	1/6
Liikuntahalli	1/17
Sairaala	1/11

Henkilön kokonaislämmönluovutus 125 W vastaa aineenvaihdunnan tehoa 1,2 met kehon pinta-alalla 1,8 m<sup>2</sup>. Kouluiissa, liikuntasaleissa ja päiväkodeissa käytetään laste lämmönluovutuksena 110 W, joka vastaa 1,0 met mikäli kehon pinta-alana käytetään edelleen 1,8 m<sup>2</sup>.

**TAULUKKO 4.2.2.b.** Rakennuksen standardikäyttö RakMK D3/2012 (s. 19) mukaan. Käyttöaika esittää kuinka monta tuntia vuorokaudessa ja päivää viikossa rakennusta käytetään. Käyttöaste on keskimääräinen valaistuksen ja kuluttajalaitteiden käyttöaste sekä ihmisten läsnäolo rakennuksen käyttöajan aikana.

*Päivittyneet (1.1.2018 alkaen) arvot vastaavat RakMK D3/2012 arvoja käyttötarkoituksiluokkiin liittyvin tarkennuksin.*

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D3 (2012) osoitetaan rakennustyyppikohtaisesti henkilötiheys energialaskentaa ja lämmitystehon mitoitusta varten (ks. taulukko 4.2.2.a.). Koulujen energialaskennallista henkilötiheyttä on lisäksi muutettu Ympäristöministeriön asetuksessa 5/13 (2013, s. 4) arvoon 1/6 hlö/m<sup>2</sup>. Toisaalta Rakennustietosäätiö ohjeistaa RT-korteissa mitoituksen tilakohtaisesti (ks. taulukko 4.2.1.a.). Kun tarkastellaan luvussa 3.1. esitettyjä esimerkkikohteita huomataan, että esimerkiksi väljimmän Satavuon ekokoulun henkilötiheys on 0,04 hlö/m<sup>2</sup>, kun taas tehokkaimman Plein Oostin koulun henkilötiheytenä on 0,11 hlö/m<sup>2</sup>. Henkilötiheyden keskiarvona esimerkkikohteissa on 0,08. Kaikki nämä luvut ovat selvästi Suomen laskenta-arvoja pienemmät osoittaen, että käyttöä ja henkilötiheyttä voitaisiin toteutettavissa kouluissa tehostaa. Johtopäätöksenä voidaan myös pitää sitä, että koulujen laskennallinen energiatehokkuus voi poiketa todellisuudesta pelkästään laskennassa käytettävien lähtöarvojen vuoksi.

Pelkkä henkilötiheys ei ole riittävä mittari rakennuksen käytölle kuvastaen lähinnä käytön maksimitehoa ilman suhdetta aikaan. Käytön ajallista yksikköä kutsutaan rakennuksen käyttöasteeksi. On selvää, että käytössä oleva rakennus on tarkoituksenmukaisempi kuin rakennus, joka on tyhjiällä tai vajaakäytössä suurimman osan ajastaan. Energialaskennassa tilanne näyttäytyy kuitenkin päinvastaisena käytössä olevan ajan ja käytön määrän kasvattaessa ostoenergiakulutusta ja siten huonontamalla laskennallista energiatehokkuutta. Käyttöasteella tarkoitetaan tässä julkaisussa pääosin koko rakennuksen käyttöastetta, vaikka myös yksittäisten tilojen käyttöastetta voidaan tarkastella samalla menetelmällä. Samalla voidaan arvioida esimerkiksi joidenkin tilojen tarpeellisuutta tai monitoimitalojen toimintojen luontevaa yhdistymistä.

Käyttöastetta tarkastellaan energialaskennassa tyyppillisesti yhteenlaskettuina tunteina vuodessa (h/a). Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D3 määritellään eri rakennustyypeille standardikäyttö, jota käytetään energialaskennassa muun muassa lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien mitoituksessa ja suunnittelussa (ks. taulukko 4.2.2.b.).

KÄYTTÖTARKOITUSLUOKKA	KELLONAIKA	KÄYTTÖAIKA		KÄYTTÖASTE
		h/24h	d/7d	
Erillinen pientalo sekä rivi- ja ketjutalo	00:00-24:00	24	7	0,6
Asuinkerrostalo	00:00-24:00	24	7	0,6
Toimistorakennus	07:00-18:00	11	5	0,65
Liikerakennus	08:00-21:00	13	6	1
Majoitusliikerakennus	00:00-24:00	24	7	0,3
Opetusrakennus ja päiväkot	08:00-16:00	8	5	0,6
Liikuntahalli	08:00-22:00	14	7	0,5
Sairaala	00:00-24:00	24	7	0,6

Taulukossa merkittävänä tunnuslukuna on käyttöaste, jossa aikayksikön sijaan käyttöaste on esitetty laskennallisena kertoimena. Taulukko paljastaa myös todellisuutta hyvinkin vastaavan tilanteen, jossa koulurakennukset ovat käytössä kahdeksan tuntia päivässä viitenä päivänä viikossa ollen muina ajankohtina joko vajaakäytössä tai

tyhjiällä – viikonloppu-, kesä- ja lomajaksoista puhumattakaan. Näin ollen arkipäivinä (ma–pe) koulu saattaa olla käytössä vain 8 tuntia ja tyhjiällä 16 tuntia. Lisäksi perusopetuslain mukaan peruskoulun lukuvuodessa on 190 työpäivää (Perusopetuslaki, 1998/628, 23§), mikä osaltaan vahvistaa koulurakennusten vähäisen käytön niiden pääkäyttötarkoituksen mukaisesti. Koulut ovatkin erinomainen esimerkki rakennuksen käyttöasteeseen perustuvasta energiatehokkuuden parantamisesta.

Jotta rakennuksen käyttö – henkilötiheys ja käyttöaste – sekä toisaalta arkkitehtuurin tilasuunnittelu voitaisiin nykyistä paremmin huomioida osana energiatehokkuuslaskentaa, Lindberg et al. (2018) esittävät laskettavaksi niin kutsutun rakennuksen käyttötehokkuuden. Käyttötehokkuus on energiatehokkuuden rinnalla laskettava indikaattori, joka ei sisällä pinta-alaa jakajassa aiheuttamassa aikaisemmin mainittua käytön minimointia suosivaa ristiriitatilannetta. Käyttötehokkuus muodostuu energiankulutuksesta (kWh) jaettuna henkilökäyttötunneilla (hlö\*h) sivulla 62 olevan kaavan mukaisesti. Henkilökäyttötunti puolestaan muodostuu henkilötiheydestä (hlö, henkilöiden lukumäärä) ja käyttöasteesta (h, tuntia vuodessa). (ks. Käsitteet, Käyttötehokkuus.)

Käyttötehokkuuden tulos kertoo energiankulutuksen henkilökäyttötuntia kohden kilowattitunteina. Mitä pienempi käyttötehokkuusluku on tuloksena sitä parempi, eli mitä vähemmän kulutetaan energiaa henkilökäyttötuntia kohden sitä parempi. Luvusta on apua niin energiatehokkuuden todellisessa parantamisessa suhteutettuna käyttöön, käytön suunnittelussa, arkkitehtuurin tilasuunnittelussa, eri suunnitteluvaihtoehtojen vertailussa kuin tilaajan päätösten tai tavoitteenasettelun tukenakin. Käyttötehokkuusluku auttaa arvioimaan tilaohjelman sopivuutta suhteessa rakennuksen käyttöön jättäen kuitenkin riittävästi liikkumavaraa erilaisille arkkitehtonisille suunnitteluratkaisuille. Samalla käytön tehostaminen ja suunnitteleminen sekä siihen kytketty tilatehokkuus pienentävät rakennuksen investointi- ja ylläpitokustannuksia sekä ympäristökuormaa.

Lindberg et al. (2018) mukaan käyttötehokkuusluku tulisi laskea aina energialaskennan rinnalla. Käytön systemaattisella suunnittelulla, käytön ajallisella ja henkilömäärällisellä tehostamisella sekä vajaakäytön välttämisellä voidaan parantaa koulujen energiatehokkuutta. Tutkimuksen mukaan on kuitenkin huomattava, että vain vähäinen lisäkäyttö ei paranna energiatehokkuutta talotekniikan ollessa standardiasetuksilla, vaan lisäkäytön tulee olla järjestelmällistä ja toiminnaltaan riittävän suurta. Suuremmissa mittakaavassa saadaan käyttöön olemassa olevaa rakennuskantaa uudisrakentamisen sijaan. Lisäksi käyttötehokkuutta tarkastellessa on huomattava sen vaikutus arkkitehtoniseen laatuun, kuten väljyyteen ja käytettävyyteen, joten sitä ei tule tarkastella tunnuslukuna ilman yhtäaikaista laadun tarkkailua.

*Monitoimitalojen suosio koulurakennuksissa on myös energiatehokkuuden puolesta kannattavaa. Tampereen Vuores-talon käyttöastetta parantavat päiväkäytön lisäksi illan harrastustoiminta ja terveystalot. Tesoman yhteiskoulussa iltakäyttöä tuovat muun muassa nuorisotilat ja palloiluhalli. Mikäli terveyskeskus toimisi todellisuudessa taulukon 4.2.2.b. toimistorakennusten mukaisesti klo 7:00–18:00 (käyttöaste 0,65) ja palloiluhalli liikuntahallien mukaisesti klo 8:00–22:00 (käyttöaste 0,5), voi koko monitoimitalon käyttötehokkuus parantua merkittävästi perinteisen koulurakennukseen verrattuna. Yhdistellen eri käyttötarkoituksia käyttöastetta ajatellen ja taulukkoa 4.3.3.b. hyödyntäen voidaan rakennusten käyttöastetta ja siten tarkoituksenmukaisuutta parantaa.*

*Rakennuksen ja tilojen lisäksi voidaan tarkastella myös ulko-ovien käyttöastetta. Energiatehokkuuden yhteydessä rakennuksen ilmatiiveys nousee yhdeksi perustekijäksi. Täysin apposelleen avattavia ulko-ovia, niiden lukumäärää ja käyttöastetta ei kuitenkaan huomioida energialaskelmissa lainkaan. Jos koulussa on 800 oppilasta ja välitunteja koulupäivän aikana kolme ripoteltujen kouluun saapumis- ja kotiinlähtemisaikojen lisäksi, on ulko-ovien käytöllä erittäin suuri merkitys koulurakennusten ilmatiivyyteen. Tarpeenmukaiset, oppilaslukumäärälle mitoitettut tuulikaapit tai kierreovityypit voivat toimia tähän arkkitehtonisina energiatehokkaina ratkaisuin. Koska oville ei ole osoitettu laskennallista käyttöastetta tai määräystä, voisi etenkin julkisille rakennuksille esittää ohjeistuksen tuulikaapin tilamitoitusta varten (m<sup>2</sup>/hlö). Arkkitehti Nicklas Karlsson esittää diplomityössään ilmatiiveyden kannalta parhaaksi ovityyppiä pyöröoven, joka ei ole kouluissa tyyppillinen mutta toisaalta täysin varteenotettava ovityyppi (Karlsson, 2013).*

### 4.2.3. TILOJEN SIOITTELU

Tilojen sijoittelun näkökulmasta huomioidaan tässä yhteydessä tilojen sijoittelua suhteessa toisiinsa, rakennuksen vaippaan ja ulkotiloihin, sekä tilojen sijoitteluun liittyviä erilaisia seurauksia muuhun arkkitehtuuriin tai energiatehokkuuteen. Tilaohjelman mukaisten tilojen sijoittelu etenkin suurten tilaohjelmien, kuten suurten tai keskiuurten peruskoulujen, yhteydessä on monimutkainen prosessi lisäten usein monimuotoisuutta sekä tilasarjoihin että massan muotokieleen.

Tilaohjelma, eli tarvittavat tilat ja niiden määrä, sekä tilaohjelman mukaisten tilojen sijoittelu suhteessa toisiinsa muodostavat perustan rakennuksen geometrialle. Geometrialta tarkoitetaan sekä rakennuksen kokoa että muotoa. Tilaohjelmassa määritellään rakennuksen yksittäisten tilojen ja toimintojen tarve, joka vaikuttaa suoraan rakennuksen kokoon. Tilojen ja toimintojen sijoittelu suhteessa toisiinsa puolestaan vaikuttaa rakennuksen muotoon. Suuri ja moninainen tilaohjelma voi johtaa hyvinkin kompleksiseen massaan, jota ei voida pelkistää energiatehokkuuden kannalta toivottuun, yksinkertaiseen ja kompaktiin muotoon. Toisaalta energiankulutukseen vaikuttaa muotoa enemmän rakennuksen koko (Moisio et al., 2018). Rakennuksen geometriaan vaikuttavat tilaohjelman lisäksi monet muut tekijät, kuten tontin ja ilmaston ominaisuudet, ympäröivä rakennuskanta ja muu, kuten kulttuurinen konteksti sekä arkkitehtoninen ilmaisu, mutta tässä luvussa keskitytään nimenomaan tilaohjelman vaikutuksiin. Tilaohjelman määrittelee ensisijaisesti tilaaja, joten tilaajan valintojen vaikutus rakennuksen energiatehokkuuteen on oleellinen.

Julkaisussa aiemmin esitellyt esimerkkikohteet sekä koulusuunnitelmat osoittavat, että rakennuksen pohjapiirroksen voi muotoilla monella eri tavalla riippuen esimerkiksi siitä, miten tilaohjelman yhteistilat on sijoitettu suhteessa yksityisempiin tiloihin (ks. 3.1. Esimerkkikohteita ja 4.1. Koulusuunnitelmat). Yhteistiloilla tarkoitetaan peruskoulujen yhteydessä kaikkien koululaisten sekä henkilökunnan mahdollisesti yhtäaikaisesti käyttämiä tiloja, kun taas yksityisemmällä tiloilla tarkoitetaan rajatun ryhmän, kuten yhden luokan tai ainoastaan opettajien käyttämiä tiloja. Esimerkiksi Jätkäsaaren peruskoulussa (luku 3.1.1.) yhteistilat ovat keskitettyinä rakennuksen keskustaana, Satavuon ekokoulussa (luku 3.1.10.) yhteistilat ovat yksityisempien siipien liittymäkohdassa, Brynseng koulussa (luku 3.1.3.) yhteistilat ovat ripoteltuina käytävän varrelle, ja Kalasataman korttelitalossa (luku 3.1.6.) yhteistilat hakeutuvat kahteen taitoskohtaan sekä niiden väliseen rakennusosaan. Samankaltaisella tilavaliokimalla voidaan siis toteuttaa hyvinkin eri muotoisia rakennuksia. Kun tilojen välille määritellään suhde, määrittyy rakennuksen muoto, joka puolestaan vaikuttaa energiatehokkuuteen muun muassa massan kompleksisuuden kautta. Tilojen ryhmittely tilavyöhykkeiksi (ks. 4.2.6. Tilavyöhykkeet) sekä tarve joidenkin toimintojen erottamiseen esimerkiksi jäsentely- tai akustisista syistä vaikuttavat niin ikään geometriaan.

Toisaalta voidaan ajatella, että käytävän muotoilu ja mutkittelu muodostavat rakennuksen muodon kerrostasolla toimien ikään kuin koulun selkärankana. Käytävä tai aula voi toimia kokoavana tilana sekä tilallisesti että toiminnallisesti. Kiinnostavana tekijänä on peruskoulujen uudenlaisen avoimen oppimisympäristön vaikutus rakennuksen geometriaan esimerkiksi, kun käytävät pyritään minimoimaan ja tiloihin kuljetaan toisten tilojen läpi. Esimerkkiratkaisumalleista (ks. 3.1. Esimerkkikohteita)

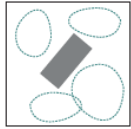
havaitaan, että avoimuus toteutuu parhaiten syvän rakennusrungon omaavien massojen kanssa ja kapearunkoisissa ehdotuksissa muodostuu luontevammin käytävätiloja ja luokkahuoneita. Pelkistetysti avoimen oppimisympäristön voidaan ajatella suosivan syvärunkoisia kuutiomaisia massoja, jotka ovat energiatehokkuutta tarkasteltaessa perinteisesti suositeltuja muutokertoimensa eli pohjan ja vaipan pinta-alan suhteen ansiosta. Kuutiomaisten massojen yhteydessä on kuitenkin tärkeää säilyttää kaupunkivallinen rikkaus ja luoda laadukasta rakennettua ympäristöä. Toisaalta uusi opetus suunnitelma, kokemusperäinen oppiminen ja näiden tarvitsemat uudenlaiset oppimisympäristöt voivat tuoda mukanaan myös uudenlaista tilasuunnittelua ja massoitelua.

Energiatehokkuuden puitteissa tilojen sijoittelulla suhteessa rakennuksen vaippaan on myös merkitystä. Tilojen lämpötilavaatimusten perusteella kaikkien tilojen ei käyttötarkoituksesta riippuen tarvitse olla täysin lämmitettyjä, vaan esimerkiksi jotkin apu- tai varastotilat sekä porrashuoneet voivat olla myös puolilämpimiä tai kylmiä. Tällaisten tilojen sijoittelu lämmitetyn vaipan ulkopuolelle pienentää lämmitettyä nettoalaa parantaen energiatehokkuutta. Esimerkkinä Kalasataman korttelitalossa (ks. luku 3.1.6) on lisätty vaipan ulkopuolelle kylmä, kulkureittejä rikastuttava luhtikäytävä. Tilojen sijoittelulla suhteessa vaippaan voidaan yksinkertaistaa vaipan muotokieltä vähentäen hankalia liitoskohtia ja mahdollisia näihin liittyviä rakennusvirheitä ja riskejä, mutta mahdollistaa kuitenkin arkkitehtonisesti monimuotoisen rakennuksen.

Sisätilojen lisäksi tärkeää on sisä- ja ulkotilojen välinen suhde. Sisä- ja ulkotilojen sijoittelu suhteessa toisiinsa ja niiden lomittuminen keskenään on oleellista sekä toiminnallisuuden että viihtyisyyden kannalta. Esimerkkinä tästä voidaan pitää esimerkiksi Sormet-mallista Ruustorpan koulua (luku 3.1.8.). Hyvin suunnitellut ulkotilat voivat myös vähentää joidenkin sisätilojen tarvetta pienentäen rakennusmassaa ja siten myös energiankulutusta. Tilojen käyttötarkoitus ja siten tarve julkisivuyhteyteen sekä ikkunapinta-alaan vaikuttavat osaltaan rakennuksen geometrian muodostumiseen. Ulkojulkisivuyhteyden tarve määrittelee myös julkisivulle vaaditun piteuden minimissään. Ikkunat ja niiden tuoma luonnonvalo sekä ulkoyhteys tuovat viihtyisyyttä luokkahuoneisiin, mutta ulkoyhteys voidaan järjestää toisinaan myös toisen tilan tai kattoikkunan kautta. Uudenlaisten avoimien koulujen tilasuunnittelun myötä voidaan ajatella muodostuvan pitkiäkin etäisyyksiä ikkunalle, jolloin rakennusrunko saattaa olla hyvinkin syvä. Toisaalta syvärunkoisien massan myötä vaipan alan ja ikkunoiden lukumäärän suhde pinta-alaan pienenee, jota on perinteisesti pidetty energiatehokkuudelle edullisena suunnitteluratkaisuna, mutta vastaavasti vähenevät myös luonnonvalon ja auringon lämpöenergian saanti; Tällä voi siis olla keskenään ristiriitaisia vaikutuksia energiatehokkuuteen kokonaisratkaisusta riippuen. Käytävämallisissa ratkaisuissa on puolestaan usein jokaisella luokkahuoneella ulkojulkisivua sekä ikkunoita mahdollistaen paremman sisä- ja ulkotilojen välisen suhteen. Ratkaisuja tulee kuitenkin punnita ensisijaisesti laatutekijöiden, eikä energiatehokkuuden kautta.

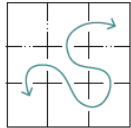
*Arkkitehtuurikilpailut ovat erinomainen keino muun muassa rakennusten tilojen sijoittelun, muodonannollisten seikkojen sekä energiatehokkuuden vertailuun niiden yhteneväisten lähtökohtien vuoksi. Kilpailuissa yhteinen tontti, tilaohjelma ja annettu bruttoala tekevät kilpailuehdotuksista vertailukelpoisia. Moisio et al. (2018) vertailivat tutkimuksessaan Jätkäsaaren peruskoulun (ks. 2.3.1. Jätkäsaaren peruskoulu) kuutta kilpailuehdotusta laskien kustakin E-luvun kuukausitason laskentamenetelmällä. Laskentatulokset osoittivat, että suuresta lähtöarvovaihtelusta ja arkkitehtonisesta variaatiosta huolimatta erot E-luvuissa olivat varsin pieniä. E-luku korreloi voimakkaasti ulkovaipan pinta-alan kanssa: mitä enemmän ulkovaippaa, sitä suurempi E-luku. Keskeinen havainto ja viesti oli, että itse muodolla on vain vähän vaikutusta energiatehokkuuteen, kun taas rakennuksen koko vaikuttaa siihen merkittävästi.*

## MONIKÄYTTÖISYYS



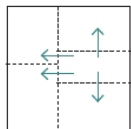
### AVOTILA

tilan muoto ja kalustus toimintojen paikat päätettävissä tilassa paikkojen koon ja rajauksen muutosmahdollisuus  
**tilan jaottelu muokattavissa**



### MONIREITTI

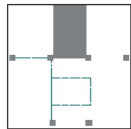
tilojen väliset yhteyksimahdollisuudet ja tilaryhmittely tiloista voi muodostaa osastoja  
**tilat monin tavoin käytettävissä**



### HALLI JA HUONEET

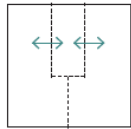
soluuala yleispätevät opetustilat  
**tila monin tavoin käytettävissä**

## MUUNNELTAVUUS



### MUUNTOALUE

huoneajan ja käytön muuntelu  
**tilan jaottelu muokattavissa**



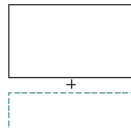
### MODULISTRUKTUURI

oppimissolujen ja niissä olevien tilojen muuntelu.

**tilan jaottelu muokattavissa**

### KYTKÖHUONE

tilan lisäys tai poisto, välitila, mahdollisuus muuttaa oppimisympäristöön kuuluvien tilojen määrää varsin pienillä toimenpiteillä, oviaukon avulla



### YTIMESTÄ KASVAMINEN

lisätilojen rakentaminen, mahdollisuus kasvattaa tilaa vähitellen

© Lilja Mustila

## KUVA 4.2.4.a. Joustavuuden logiikat jaotellaan monikäyttöisyyteen ja muunneltavuuteen rakenteiden ja talotekniikan muuntelumahdollisuuksien mukaisesti.

Kaavio on piirretty Tarpion (2015, s. 365) logiikoiden pohjalta. Kuvaukset on sovellettu kouluympäristöön (Mustila, 2017, s. 46).

**TAULUKKO 4.2.4.a. Luvun 3.1. esimerkkikohteissa pohjapiirrosten perusteella havaitut muuntojoustavuuden muodot Tarpion logiikoiden mukaan jaoteltuina.** Taulukkoon on pyritty merkitsemään ainoastaan selkeästi hahmotettavissa olevat logiikat, vaikka kohteissa olisikin käytetty myös muita logiikoita joissain määrin. Esimerkiksi halli ja huoneet logiikkaan ei ole merkitty kokoaviin käytäviin perustuvia ratkaisuja, vaan ainoastaan varsinaiseen halli- tai aulatilaaan perustuvat ratkaisut.

## 4.2.4. MUUNTOJOUSTAVUUS

Muuntojoustavuus on pitkään nähty keskeisenä tilasuunnittelullisena keinona, joka pyrkii vastaamaan tulevaisuuden tunnistettaviin ja tuntemattomiin tarpeisiin ja haasteisiin. Kun arkkitehtuurin tilasuunnittelu toteutetaan muuntojoustavasti, se pystyy mukautumaan uudenvälisiin toiminnallisiin vaatimuksiin. Muuntojoustavuudella tarkoitetaan pelkistetystä rakennuksen kykyä mukautua ja muuttua – muuntua ja joustaa. Muuntojoustavuudesta puhutaan myös joustavuutena, jolla tarkoitetaan tässä samaa asiaa.

Arkkitehti, TKT Jyrki Tarpio (2015) jakaa väitöskirjassaan muuntojoustavuuden käsitteen muunneltavuuteen ja monikäyttöisyyteen. Muunneltavuus tarkoittaa tällöin rakennuksen fyysistä, rakennusteknistä muuntumista, kun taas monikäyttöisyys tarkoittaa rakennuksen käytön muuttumista ilman fyysisten rakennusosien muuttamista. Jako soveltuu tämän julkaisun kahteen valittuun näkökulmaan niin, että muunneltavuus edustaa ennen kaikkea tilallisia suunnitteluperiaatteita ja monikäyttöisyys toiminnallisia periaatteita. Tarpio jakaa muunneltavuuden ja monikäyttöisyyden edelleen yhteensä seitsemäksi eri logiikaksi. Muunneltavuus käsittää muuntoalueologiikan, moduulistrukturilogiikan, kytköhuoneologiikan ja ytimeistä kasvamisen logiikan, kun taas monikäyttöisyys käsittää avotilalogiikan, monireittilogiikan sekä halli ja huoneet -logiikan. Koska Tarpion logiikat perustuvat ennen kaikkea asutosuunnitteluun, on arkkitehti Lilja Mustila (2017) diplomityössään soveltanut Tarpion tilallisia logiikoita koulusuunnitteluun havaiten, että nämä ovat yhtä lailla sopivia myös peruskoulujen muuntojoustavuuden suunnitteluun. (ks. kuva 4.2.4.a.) Taulukkoon 4.2.4.a. on koottu luvun 3.1. esimerkkikohteista pohjapiirrosten perusteella tulkittuja muuntojoustavuuden logiikoita. Taulukosta voidaan havaita, että esimerkkikoulukohteissa suosituimpia logiikoita ovat halli ja huoneet -logiikka sekä kytköhuoneologiikka, kun taas rakennuksen fyysisen koon muutokseen liittyvät logiikat ovat näissä harvinaisempia.

	Avotila	Monireitti	Halli ja huoneet	Muuntoalue	Moduulistrukturi	Kytöhuone	Ytimeistä kasvaminen
	MONIKÄYTTÖISYYS			MUUNNELTAVUUS			
Jätkäsaaren peruskoulu	X	X	X	X		X	
Houthavenin koulu	X	X	X	X		X	
Brynseng koulu						X	
Viihinmäen korttelitalo						X	
Plein Oostin koulu			X				X
Kalasataman korttelitalo			X	X		X	X
Talvitien koulu ja päiväkot		X	X			X	
Ruusutorpan koulu			X			X	
Björnslettan koulu			X				
Satavuon ekokoulu				X	X	X	X
Saunalahden koulu		X		X			
Opinmäen monitoimitalo		X	X	X		X	
Tesoman yhtenäiskoulu		X	X			X	
Vuores-talo			X			X	X

Arkkitehti, TkT Karin Krokfors (2017) puolestaan esittää typologisen joustavuuden käsitteen, jonka voi tulkita tarkoittavan pelkistetysti rakennuksen kykyä muuntua eri käyttötarkoituksiin. Typologinen joustavuus on itsessään monimuotoinen käsite, joka kytkeytyy vahvasti aikaan. Myös Krokfors sitoo rakennuksen tilasuunnittelun ja käytön kiinteästi toisiinsa; Krokforsin typologisessa joustavuudessa nousee esille rakennuksen käyttötarkoitus. Perinteisesti rakennukset suunnitellaan tiettyä käyttötarkoitusta varten, mutta koulujen kohdalla havaitaan, että ne muuttuivat jo 70-luvulla eräänlaisiksi monitoimitaloiksi, joissa koulu on vain yhtenä osana (ks. 2.1. Suomalaisen peruskoulurakentamisen taustaa ja 3.2. Esimerkkikohteiden ryhmittely). Tämän monitoimitalon trendin voi havaita jälleen nykypäivänä. Monitoimitalon lisäksi voidaan puhua kylätaloista esimerkiksi maaseudulla, tai hybridirakennuksista, joissa yhdistyy useampi käyttötarkoitus ja joissa ei voida nimetä ainoastaan yhtä pääkäyttötarkoitusta.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D3 (2012) jaotellaan rakennukset käyttötarkoituksiluokkiin (ks. taulukko 4.2.4.b.), jotka vaikuttavat näiden energialaskelmiin määrittellen muun muassa rakennuksen E-luvun raja-arvon. Peruskoulu kuuluu opetusrakennuksiin ja päiväkoteihin. Käyttötarkoituksiluokkien yhteydessä haasteena on, että tarkka, yhä yksityiskohtaisempi käyttötarkoituksiluokkien jaottelu saattaa joissain tapauksissa estää rakennuksen muuntojoustavuuden tai käyttötarkoituksen muutoksen esimerkiksi tarvittaessa muuttaa koulu tapahtuma- ja harrastuskeskukseksi tai vaikkapa toimistokäyttöön. Näin tismalleen sama rakennus ei välttämättä täytäkään energiatehokkuusvaatimuksia toisessa käyttötarkoituksessaan ilman merkittäviä energiatehokkuusparannuksia E-luvun raja-arvon ollessa käyttötarkoituksiluokkien mukaan joissakin luokissa korkeampi ja joissakin matalampi. Teoriassa täysin sama rakennus voi siis toisinaan olla energiatehokas lähes nollaenergiatalo ja toisinaan ei.

Muuntojoustavuuden vaikutus energiatehokkuuteen on merkittävä, sillä se toimii keinona parantaa sekä rakennuksen tila- että käyttötehokkuutta. Energiatehokkuuden lisäksi muuntojoustavuuden vaikutus muihin ekologistiin näkökulmiin, kuten rakennuksen hiilijalanjälkeen on mainittava, sillä muuntojoustavuuden eri keinojen tai logiikoiden avulla voidaan vaikuttaa muun muassa rakennuksen kokoon ja muotoon ja siten tarvittavaan materiaalmäärään.

Muuntojoustavuuden haasteena on sen verrattain huono systemaattinen käyttöönnotto. Vaikka muuntojoustavuutta on toteutettukin eri kohteissa tietoisesti ja tiedostamatta, on sillä edelleen käyttämätöntä potentiaalia. Muuntojoustavuus on usein huomioitu arkkitehdin piirustuspöydällä, jossa sen ratkaisut toimivat hyvin, mutta käytännössä muuntojoustavuuden toteuttamiseen tarvitaan vielä konkreettisia ratkaisumalleja. Muuntojoustavuus vaatii arkkitehtuurin tilasuunnittelun lisäksi rakenteiden ja talotekniikan muuntautumiskykyä toimiakseen ja toteutuakseen. Kokonaisvaltainen, tila-, rakenne- ja talotekniikkasuunnittelun kattava muuntojoustavuus vaikuttaa energiatehokkuuteen.

**TAULUKKO 4.2.4.b. Rakennuksen käyttötarkoituksiluokkien jaottelu RakMK D3/2012 mukaan.**

RAKENNUSTEN KÄYTTÖTARKOITUSLUOKKIEN JAOTTELU (RAKMK D3/2012)	
1	Erilliset pientalot sekä rivi- ja ketjutalot
2	Asuinkerrostalot
3	Toimistorakennukset <i>(sisältää mm. terveydenhuoltorakennukset)</i>
4	Liikerakennukset <i>(sisältää mm. kirjastot, näyttelyhallit ja kongressitalot)</i>
5	Majoitusliikerakennukset
6	Opetusrakennukset ja päiväkodit
7	Liikuntahallit pois lukien uima- ja jäähallit <i>(sisältää mm. monitoimihallit)</i>
8	Sairaalat
9	Muut rakennukset

*Päivittyneet (1.1.2018 alkaen) käyttötarkoitukseluokat vastaavat edelleen yhdeksää aikaisempaa luokkaa rakennustyyppikohtaisin tarkennuksin.*

*Tilaohjelman avoimuuden ja sen muuntojoustavuuden (avoin-suljettu) tarkastelua varten rakennuksille voitaisiin laskea numeerinen avoimuusaste. Avoimuusasteluku ei suoraan heijastele rakennuksen energiatehokkuutta, toiminnallisuutta tai laatua, mutta sen avulla voidaan tarkastella rakennuksen tilaohjelman muunneltavuutta ja välillistä vaikutusta energiatehokkuustekijöihin, kuten epäsuoraan auringon valo- ja lämpöenergiaan. Avoimuusaste voidaan ilmaista yhtenä lukuna silloin, kun tilaohjelma ei ole avoimuudeltaan muuntojoustava ja toisaalta muuntojoustavissa ratkaisuisa ilmaista minimi- ja maksimiarvoina niin, että minimiarvo kuvastaa kaikista suljettuinta ja maksimiarvo kaikista avoiminta tilannetta. Avoimuusasteluku saadaan laskemalla väli- ja ulkoseinien pohjapinta-alojen ( $A_{vs} + A_{us}$ ) suhde lattiapinta-alaan ( $A$ ). (Ei huomioida lasiseinien vaikutusta luonnonvalotarkasteluiden yhteydessä).*

*Avoimuusastelukua voidaan käyttää eräänlaisena työkaluna arkkitehtuurin tilaohjelman ja muuntojoustavuuden arvioimiseen. Mitä suurempi avoimuusasteluku on, sitä avoimempi tilaohjelma rakennuksessa on. Toisaalta mitä suurempi ero on avoimuusasteen minimi- ja maksimiarvoissa, sitä muuntojoustavampi rakennus on tilaohjelmaltaan.*

#### 4.2.5. AVOIMUUSASTE

Avoimuusasteella tarkoitetaan tässä julkaisussa tilaohjelman avoimuutta tai sulkeutuneisuutta. Avoimuusaste on suuri, kun tilat ovat yhteydessä toisiinsa ilman tiloja rajaavia väliseiniä ja pieni silloin, kun tilat ovat väliseinien ja -ovien eriytetty toisistaan. Suurin avoimuusaste voidaan siis teoriassa saavuttaa täysin yhtenäisellä hallimaisella tilalla. Suuri avoimuusaste ei kuitenkaan aina tarkoita yhtä suurta avotilaa, vaan myös tilojen sarjaa, jossa kuljetaan toisten tilojen lävitse toisiin tiloihin. Pieni avoimuusaste johtaa usein tyypillisiin tilajaotteluihin, jossa tilat ja toiminnot on erotettu toisistaan väliseinärakentein ja suljettavissa väliovien. Avoimuusaste ja avoimuus eivät siis vastaa toisiaan avoimuuden edustaessa ikään kuin suuren avoimuusasteen omaavaa tilaohjelmaa. Toisaalta avoimuus ja väljyys ovat niin ikään eri asioita avoimuuden ollessa neutraali ja väljyys positiivisesti latautunut ominaisuus.

Tilaohjelman avoimuus näyttää yleistyvän uudenlaisten opetusmenetelmien ja niiden vaatiman uudenlaisen arkkitehtuurin tilasuunnittelun myötä (ks. 2.2. Peruskoulut ja uudistunut opetussuunnitelma), jolloin tehdään avoimuusasteeseen liittyviä päätöksiä tietoisesti tai tiedostamatta. Uudessa opetussuunnitelmassa (2014) puhutaan niin sanotusta avoimesta oppimisympäristöstä, joka tarkoittaa laajimmillaan niin fyysistä, virtuaalista, sosiaalista kuin mentaalistakin ympäristöä, sekä opiskelun painottumista opiskelija- ja oppimiskeskeiseksi opettaja- ja opettamiskeskeisyyden sijaan (ks. Käsitteet, Avoin oppimisympäristö). Fyysisten tilojen ja tilasuunnittelun osalta avointa oppimisympäristöä voidaan toteuttaa esimerkiksi suuren avoimuusasteen avulla mahdollistaen avotilan tai tilasarjojen avulla monimuotoisen opetuksen ja ryhmäkokojen muuntumisen. Avoimuusaste kytkeytyykin vahvasti muuntojoustavuuteen (vrt. avotilalogiikka, luku 4.2.4. Muuntojoustavuus).

Avoimuusastetta voidaan tarkastella koulusuunnittelun lisäksi esimerkiksi toimistorakentamisen tilasuunnittelun yhteydessä, jossa on myös toiminnallisuuden puolesta mahdollisuus avoimeen tai suljettuun tilaohjelmaan. Koulujen tilasuunnittelun voidaan nähdä seuraavan toimistorakentamisen tilallisia ja toiminnallisia trendejä sekä kehitystä, jossa perinteiset koppelit ovat vaihtuneet avokonttoreiksi eli niin kutsutuiksi maisemakonttoreiksi. Kiinteiden väliseinien sijaan työpisteitä ja toimintoja rajaavat liikuteltavat sermit ja pyörillä liikuteltavat kalusteet. Tällainen tilallinen joustavuus mahdollistaa toiminnallisen joustavuuden, kuten yhteistyön helppouden, erilaisten ryhmäkokojen muodostamisen, yhteisöllisyyden ja eri asemissa olevien henkilöiden tasa-arvoisuuden. Nämä tekijät ovat yhteneväiset uuden opetussuunnitelman näkemysten kanssa. Toimistorakentamisessa avokonttorin etuja ja haasteita on jo ehditty tunnistamaan käytännössä, joten toimistojen tilasuunnittelun ja käytännön kokemusten seuraaminen on kannattavaa koulujen uudenlaisten tilaratkaisujen kehittämisen yhteydessä, kun käyttäjäryhmänä ovat toimistotyöntekijöitä vilkkaammat lapset. Toimistoissa ollaankin siirretty jo avokonttorin sijaan eräänlaiseen paikattomaan työskentelyyn, etätyömahdollisuuksiin ja hot desk -ajatteluun, jossa ei enää ole omaa henkilökohtaista työpöytää. Kuten uudenlaisten opetusmetodien myötä virtuaalisen, sosiaalisen ja mentaalisen oppimisympäristön merkityksen korostuessa, myös kaikissa edellä mainituissa toimistotyöskentelyn suuntauksissa fyysisen, kiinteän ympäristön merkitys näyttää pienentyvän.



Uuden opetussuunnitelman ja uudenlaisen avoimen oppimisympäristön fyysisten muutosten sekä energiatehokkuuden välinen suhde on kiinnostava. Arkkitehtuurin kannalta kiinnostavia tutkimusaiheita tähän liittyen ovat muun muassa vaikutus tilasuunnitteluun, arkkitehtoniseen muotokieleen ja ulkotilojen suunnitteluun. Uuden opetussuunnitelman voidaan ajatella vaativan entistä muuntojoustavampaa tilasuunnittelua ja joko joustavampaa tai suurempaa avoimuusastetta. Avoimuusaste puolestaan vaikuttaa tilasuunnittelun ja arkkitehtuurin muotokieleen lisäksi muun muassa sisätilojen luonnonvalon saantiin. Avoimuusasteella on niin ikään suuri merkitys rakennuksen taloteknisiin järjestelmiin, kuten ilmanvaihtoon ja lämmitykseen, sekä rakenteellisina ominaisuuksina palo-osastointeihin ja akustiikkaan. Moisio et al. (2018) tarkastelujen perusteella avoimuusasteella itsessään ei ole merkittävää vaikutusta energiatehokkuuteen, mutta välillinen vaikutus esimerkiksi taloteknisten ratkaisujen, kuten ilmanvaihdon kautta voi olla suurempi.

Tilasuunnittelun näkökulmasta avoimuusasteen kasvattaminen eli avoimuuden lisääminen johtaa ja pyrkii väliovien ja käytävien minimoimiseen tai kokonaan poistamiseen. Kun käytäviä ei ole, hyötyalan suhde liikennealaan on suuri ja rakennuksen tilaohjelma on tehokas (ks. 4.2.1. Tilatehokkuus). Siitä huolimatta, että käytäviin ei ole mennyt hukkatilaa, täytyy liikkuminen mahdollistaa esimerkiksi riittävällä väljyydellä avotiloissa. Riittävä väljyys tarkoittaa tässä yhteydessä riittävää tilamitoitusta sekä mahdollisuutta jättää osa tilasta kalustamatta niin kutsutuksi liikennealaksi. Avoimuusasteen kasvattamisen voi siis useissa tapauksissa parantaa rakennuksen tilatehokkuutta, mikä puolestaan parantaa energiatehokkuutta lämmitetyn nettoalan pienentymisen kautta. Koska väljyys mielletään yhdeksi arkkitehtoniseksi laatuominaisuudeksi etenkin tiloissa, joissa on paljon ihmisiä, voidaan avoimuusastetta pitää sekä energiatehokkuuden että arkkitehtonisen laadun kannalta suositeltavana suunnitteluperiaatteena kouluun suunnittelussa.

Avoimuusasteen yhteydessä tilojen ja toimintojen välinen suhde ja niiden sijoittelu suhteessa toisiinsa korostuu (ks. 4.2.3. Tilojen sijoittelu). Tilojen lävitse kulkeminen niiden ollessa käytössä voi häiritä käyttöä ja käyttäjiä. Tämän vuoksi tilasuunnittelussa on tärkeää tarkastella tilojen ja toimintojen julkisuusastetta niin, että keskiössä ovat luontevasti aktiivisimmat ja reunoilla yksityisimmät tilat ja toiminnot. Tilojen sijoittelu suhteessa toisiinsa vaikuttaa osaltaan arkkitehtoniseen muotokieleen ja energiatehokkuuteen.

Avoimuusasteella on merkittävä vaikutus sisätilojen luonnonvalon saantiin. Väliseinein vähentyessä luonnonvalo pääsee epäsuorasti syvemmälle rakennusrunkoon ja rakennusrungon keskellä olevat tilat saavat ulkoyhteyden. Esimerkiksi voidaan ottaa luvussa 3.1.1. esitelty Jätkäsaaren peruskoulu, jossa osa tiloista saa luonnonvalonsa avoimuusasteensa ansiosta. Jätkäsaaren peruskoulun keskeisenä suunnittelun lähtökohtana on ollut uuden opetussuunnitelman mukaisen avoimen oppimisympäristön toteuttaminen ja tilojen muunneltavuus, avattavuus, suljettavuus ja yhdisteltävyys. Perinteisten luokkatilojen sijaan on toteutettu omia oppimissoluja. Kaikki tilat voidaan teoriassa sulkea kevyin verho- ja seinärakentein niin, että jäljelle jää ainoastaan koko rakennuksen korkuinen, kattoikkunoin varustettu keskusaula ja sitä kiertävät liikennetilat. Toisaalta lähes kaikki tilat voidaan avata jäsennellyksi avotilaksi niin, että ainoastaan varastot, vessat, tekniset tilat, jäykistävät porrashuoneet ja parvekkeet ovat seinillä suljettuja tiloja. Seuraavassa on esitetty teoreettisesti neljä erilaista avoimuusskenaariota Jätkäsaaren peruskoulun luonnossuunnitelmien pohjalta avoimuusasteen havainnollistamiseksi (kuva 4.2.5.a.), mutta muuntojoustavuutensa ansiosta tiloja voidaan avata ja sulkea myös monella muulla tavalla. Porrashuoneiden kohdalla vaikuttaa myös palo-osastointi.

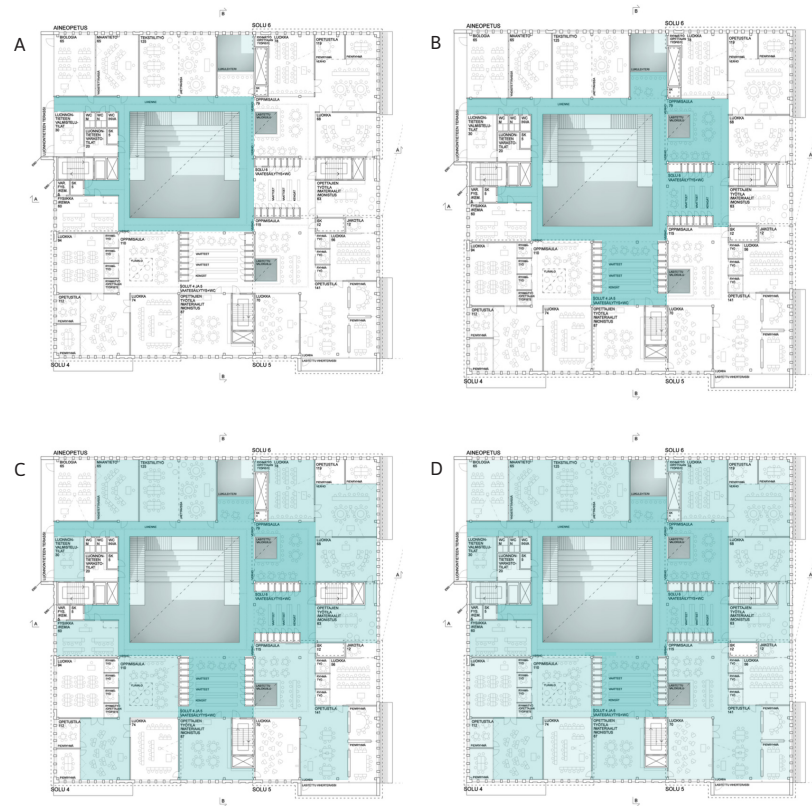
**KUVA 4.2.5.a. Neljä teoreettista variaatiota Jätkäsaaren peruskoulun avoimuusasteesta, 3. kerros. (Pohjapiirros, Aarti Ollila Ristola Arkkitehdit)**

Sininen väritys kuvaa avoimuusastetta niin, että kaikki siniset tilat ovat avoimesti yhteydessä toisiinsa. Sinisen värin intensiteetti kuvaa julkisuusastetta: tummin sininen on julkisin ja vaalein yksityisin. Valkoiset tilat ovat suljettuja tiloja. Keskiosassa on koko rakennuksen korkuinen atrium-tila.

Suljetuimmassa asteessa (A) jokainen tila on suljettu väliseinän keskiosan atriumia lukuun ottamatta. Käytännössä osan seinistä tulee tällöin olla lasiseiniä luonnonvalon takaamiseksi. Keskiosan atriumissa on kattoikkuna.

Variaatioissa B atriumin ja keskusaulan yhteyteen avataan joitain aulaan yhdistettäviä tiloja ja variaatioissa C avataan myös osa oppimissoluista keskusaulan yhteyteen puolijulkisiksi oppimistiloiksi.

Avoimimmassa asteessa (D) vain valkoiset tilat ovat käytännössä aina suljettavia. Tällaisia suljettuja tiloja ovat muun muassa varastot, vessat, tekniset tilat, jäykistävät porrashuoneet ja parvekkeet.



Energiätehokkuuden lisäksi avoimuusaste vaikuttaa rakennuksen hiilijalanjälkeen rakennettavien rakennusosien kautta (ks. Käsitteet, Hiilijalanjälki). Luvussa 3.1.9. esitellystä Bjørnslettan koulusta tehtyjen päästötarkasteluiden perusteella huomattiin, että väliseinien hiilijalanjälki on huomattavan suuri, kun väliseinärakenteena on Suomessakin yleisesti käytössä oleva kipsilevy-metalliranka-kipsilevy -rakenne (Motzke & Kallhovd, 2016). Rakennusmateriaaleina kipsilevyn päästöt ovat huomattavan suuret, joten kiinnittämällä huomiota väliseinien lukumäärään, rakenteeseen ja materiaaleihin voidaan vaikuttaa kohteen päästöihin merkittävästi.

#### 4.2.6. TILAVYÖHYKKEET

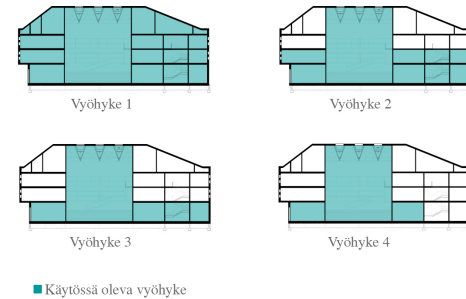
Tilojen ryhmittely niiden ominaisuuksien mukaan muodostaa rakennukseen tilavyöhykkeitä. Tilavyöhykkeet laaditaan paitsi arkkitehtuurin tilasuunnittelun, niin myös rakenne- ja talotekniikkasuunnittelun yhteydessä muodostaen eri suunnittelualojen välisen, kokonaisvaltaisen ratkaisun. Keskeisenä tekijänä tilavyöhykkeiden energiatehokkuusvaikutuksiin on tarpeenmukaisesti säätyvä talotekniikka, joka mahdollistaa eri olosuhteet eri vyöhykkeille. Sisäolosuhteiden muuttuessa vyöhykkeet vaikuttavat myös rakenneteknisiin ratkaisuihin keskittämällä tietyt rakennetyypit yhteen. Vyöhykkeitä

voidaan luoda eri perustein hankkeen tavoitteiden mukaisesti. Erilaisia vyöhykkeitä ovat muun muassa käyttövyöhykkeet, lämpövyöhykkeet, luonnonvalovyöhykkeet, märkätilavyöhykkeet, ja julkisuusvyöhykkeet.

Lindberg et al. (2018) esittävät journaliartikkelissaan koulurakentamiseen sovellettavaksi käyttövyöhykkeitä mahdollistamaan koulurakennusten paremman käyttö- ja energiatehokkuuden. Tällöin tilat ryhmitellään nimensä mukaisesti niiden suunnitellun käytön mukaisesti. Artikkelissa käyttö jaetaan pää- ja lisäkäyttöksi, joista ensimmäinen tarkoittaa rakennuksen pääkäyttötarkoitukseen sekä standardikäytön mukaista toimintaa ja jälkimmäinen sen lisäksi olevaa systemaattista lisäkäyttöä, joka ei välttämättä vastaa rakennuksen pääkäyttötarkoitusta. Koulussa pääkäyttöä edustaa opetuskäyttö ja lisäkäyttöä voi olla esimerkiksi iltaisin ja viikonloppuisin tapahtuva harrastustoiminta. Case-kohteena toiminut Jätkäsaaren peruskoulu jaettiin tutkimuksessa neljään käyttövyöhykkeeseen kerroksittain ja kustakin vyöhykkeestä tehtiin energiasimulointi- ja laskentatarkastelut (kuva 4.2.6.a). Tarkastelussa huomioitiin rakennuksen ilmanvaihto niin, että ilmanvaihto säätyi tarpeenmukaisesti tilojen hiilidioksidipitoisuuden mukaan: käytössä olevissa tiloissa ilmaa vaihdettiin käytön perusteella, kun taas tyhjiissä tiloissa ilmanvaihto toimi minimiasetuksilla. Tulokset osoittivat, että käyttövyöhykkeiden avulla voidaan parantaa sekä rakennuksen energia- että käyttötehokkuutta.

Samaa periaatetta voidaan hyödyntää myös lämpövyöhykkeiden kohdalla, missä tilat on ryhmitelty vyöhykkeiksi sisälämpötilan mukaisesti. Kaikki toiminnot eivät välttämättä tarvitse samaa sisälämpötilaa, vaan niiden minimi- ja maksimiarvot voidaan näin asettaa vyöhykekohtaisesti. Yhdenkin asteen muutos sisälämpötilassa vaikuttaa rakennuksen energiatehokkuuteen merkittävästi (Moisio et al., 2018). Sisälämpötila vaikuttaa merkittävästi myös rakenneratkaisuihin ja näiden kosteusominaisuuksiin, joten suunnitteluratkaisut tulee suunnitella rinnakkain, toisten suunnittelualojen ratkaisut huomioiden. Sisälämpötilalla on niin ikään vaikutusta tilojen käytettävyyteen ja viihtyisyyteen, mutta esimerkiksi käytävä- ja aputiloissa voidaan hyvin pitää myös matalampia lämpötiloja. Lämpövyöhykkeet ovat pelkistettyinä lämmin, puolilämmin ja lämmittämätön vyöhyke. Lämpimään vyöhykkeeseen kuuluvat vaipan sisällä olevat tilat, jotka voivat myös olla ryhmitelty lämpövyöhykkeisiin. Puolilämpiminä tiloina voivat toimia esimerkiksi varastotilat, tuulikaapit, katetut atriumit tai porrashuoneet, joiden lämpötila on selkeästi matalampi. Täysin lämmittämättömiä eli kylmiä tiloja ovat puolestaan mahdolliset parvekkeet, vaipan ulkopuoliset porrashuoneet ja osana arkkitehtisuunnittelua sekä tilaohjelmaa toteutettu piha-alue eli ulkotila, joka esimerkiksi peruskoulujen tapauksessa on hyvinkin merkittävässä roolissa toiminnallisesta näkökulmasta (ks. 3.2.7. Ulkotilat). Etenkin puolilämpimillä tiloilla, joita hyödynnetään Suomessa hyvin niukasti, on käyttämätöntä potentiaalia, sillä niiden avulla voidaan pienentää lämmitettävää tilavuutta ja vaipan alaa sekä pienentää lämpöhäviöitä suoraan kylmään ulkoilmaan.

Rakennuksen suuntauksen ja ulkopuolisten tekijöiden lisäksi arkkitehtuurin tila- ja ikkunasuunnittelu määrittelevät tilojen luonnonvalon määrän, joka toimii perustana valaistussuunnittelulle ja keinovalon tarpeelle. Sähkövalolla ei parhaimmillaankaan voida korvata luonnonvaloa, jolla on tutkitusti vaikutusta viihtyvyyteen ja työn tuottavuuteen (Lylykangas et al., 2015; Kallioharju & Harsia, 2015). Valoa tarvitsevat toiminnot ja niitä tukevat tilat, kuten työpisteet, ryhmitellään luonnollisesti ulkojulkisivuille, joissa



**KUVA 4.2.6.a. Aarti Ollila Ristola Arkkitehtien suunnittelema Jätkäsaaren peruskoulu jaettuna neljään käyttövyöhykkeeseen.**

*Sekä lämpö- että luonnonvalovyöhykkeet voitaisiin sisällyttää sisäilmastovyöhykkeisiin, jotka noudattelisivat Sisäilmastoluokituksen kriteereitä. Sisäilman lämpötilan ja valaistuksen lisäksi kriteereihin kuuluvat ilman liikenopeus, hiilidioksidipitoisuus, radonpitoisuus ja akustiikka. (Säteri, 2008.) Kuten sisäilmaluokitus, myös sisäilmavyöhykkeet sisältäisivät kolme eri tason tavoitetta S1, S2 ja S3. Vaikka sisäilmaluokitus valitaan tyypillisesti koko rakennukselle, voitaisiin tätä soveltaa yksittäisten tilojen sijaan tilavyöhykkeille. Vain yhdessä vyöhykkeessä voisi olla S1-luokan edellyttämä mahdollisuus käyttäjän omille olosuhteiden säädöille esimerkiksi valaistuksen ja lämpöolosuhteiden muuttamiseksi. Vyöhykkeisyyden suunnitteleminen sisäilmastoluokkien avulla voisi täten linkittyä laaja-alaisesti käytössä olevaan ja tunnettuun järjestelmään.*

ne saavat runsaasti luonnonvaloa edellyttäen riittävää ikkuna-aukotusta. Toiminnot ja tilat, joissa luonnonvaloa ei tarvita tai haluta, kuten varasto- ja saniteettitilat, hissit tai auditoriot voidaan sijoittaa syvän rakennusrungon keskelle. Näin muodostuvien luonnonvalovyöhykkeiden merkitys korostuu rakennuksissa, joissa on syvä rakennusrunko. Luonnonvalovyöhykkeiden kohdalla keskeisenä taloteknisenä ratkaisuna on päivänvalo-ohjaus, jossa valaistuksen määrä määräytyy valon tarpeen mukaan luonnonvalo huomioiden. Päivänvalo-ohjauksen avulla valaistuksen määrää lisätään luonnonvalon lisäksi asetetun luksimäärän saavuttamiseksi. Luonnonvalovyöhykkeiden avulla voidaan näin minimoida valaistuksen tarve ja energiankulutus ennen kaikkea valoisana vuodenaikana.

Rakentamisessa tyypillisemmin jo käytössä oleva vyöhyketyyppi on märkätilavyöhyke, jossa märkätilat pyritään keskittämään ennen kaikkea rakenne- ja taloteknisten ratkaisuiden yksinkertaistamiseksi. Yksinkertaistaminen vaikuttaa puolestaan edelleen kustannuksiin edullisesti. Talotekniikan pelkistäminen ja lyhyet vedot vähentävät muun muassa lämpöhäviöitä ja energianhukkaa. Arkkitehtuurin tilasuunnittelun kannalta märkätilojen kohdalla on kuitenkin tarkasteltava rakennuksen toiminnallisuutta. Suurissa kohteissa, kuten suurissa kouluissa märkätilojen sijoittaminen vain yhteen vyöhykkeeseen voi aiheuttaa toiminnallisia haasteita: esimerkiksi wc-tiloja tulee sijoita helposti saavutettavissa kaikkialla rakennusta.

Arkkitehtuurin kannalta kiinnostava vyöhyketyyppi on myös julkisuusvyöhyke, joka perustuu tilojen julkisuusasteeseen. Vastakohtaisesti voidaan puhua tilojen tai toimintojen yksityisyydestä. Tilojen julkisuuden voidaan ajatella koostuvan näköyhteydestä, ääni- eli akustisista ominaisuuksista sekä läpikuljettavuudesta. Julkisuusasteita ja niistä muodostuvia vyöhykkeitä rakennuksessa ovat julkinen, puolijulkinen ja yksityinen vyöhyke. Julkisuusvyöhykkeiden suunnittelu ja merkitys korostuu etenkin uudenlaisten avotilaa hyödyntävien koulujen kohdalla ja avoimuusasteen kasvaessa. Myös avotilassa toiminnot voidaan sijoittaa julkisuusvyöhykkeiden mukaisesti, vaikka rajaavia väliseiniä ei olisikaan. Julkisuusvyöhykkeet vaikuttavat ennen kaikkea käytön suunnitteluun, arkkitehtuurin tilasuunnitteluun sekä rakennesuunnittelun osalta esimerkiksi akustiseen suunnitteluun. Julkisuusvyöhykkeillä ei kuitenkaan ole varsinaisesti merkitystä energiatehokkuuteen.

Tilavyöhykkeiden avulla voidaan jäsenellä rakennuksen tilaohjelmaa. Vyöhykkeisyyden vastakohtana voidaan pitää pirstaleisuutta. Arkkitehtuurin tilavyöhykkeiden suunnittelu on siten arkkitehdin, rakennesuunnittelijan ja talotekniikkasuunnittelijan yhteistyöhön perustuvaa energiatehokasta suunnittelua. Vyöhykkeiden suunnittelulla osana arkkitehtuurin tilasuunnittelua voidaan optimoida talotekniset ja rakenteelliset ratkaisut sekä mahdollistaa niiden yksinkertaistaminen ja muun muassa lyhyet reititykset ja häviöt. Vyöhykkeiden perusajatuksena on yksinkertaistaminen, joten vyöhykkeiden koko ja erilaisten vyöhykkeiden määrä sekä yhdistelymahdollisuus tulee suunnitella tämä huomioiden. Vyöhykkeitä voidaan toteuttaa esimerkiksi kerroksittain, vertikaalisina vyöhykkeinä tai säteittäisinä vyöhykkeinä vyöhykkeestä, tilaohjelmasta, rakennuksen muotokielestä, käyttötarkoituksesta ja toiminnallisista tarpeista riippuen. Ympäristökiteijöistä vyöhykkeisiin vaikuttaa muun muassa se, onko rakennus omana massanaan, osana urbaania kaupunkikorttelia tai vaikkapa rinteessä osittain maan alla.

#### 4.2.7. ULKOTILAT

Ulkotilat ovat energiatehokkuuden ja muiden ympäristönäkökulmien, kuten hiilijalanjäljen kannalta tarkasteluna kaikista ekologisinta tilaa silloin, kun se vastaa myös toiminnallisuuden asettamiin tarpeisiin. Myös uusi vuonna 2016 käyttöön otettu opetussuunnitelma painottaa ulkona olemisen ja luonnon merkitystä osana oppimista ja oppimisympäristöä (Opetushallitus, 2014a). Koulusuunnittelun yhteydessä myös ulkotilojen, leikkipaikkojen ja turvallisen, rajatun ympäristön suunnittelu on tärkeää ja kuuluu osaksi koulusuunnittelun kokonaisuutta.

Suomessa omat haasteensa ulkotilojen hyödyntämiselle tuo ilmasto – sateella tai talvipakkasilla ulkona olemisen ja ulkotilojen käyttö ei aina ole mielekästä. Ulkotilojen hyödyntämistä varten pihoja valaistaan pimeällä ja toisaalta piha-alueita, rampeja tai sisäänkäyntien edustoja lämmitetään. Näistä etenkin lämmitys on energiatehokkuuden kannalta merkittävä energiasyöppö, joka olisi usein ratkaistavissa asianmukaisen suunnittelun ja esimerkiksi katosten avulla (Moisio et al., 2018). Merkittävää on myös, että tällaisia energiaa kuluttavia ulkoratkaisuja ei energialaskennassa huomioida osana rakennuksen energiankulutusta. Toisaalta ulkotilojen mikroilmaston analyysi ja rakenteellisilla ratkaisuilla niiden huomioiminen, esimerkiksi aurinkoisten paikkojen hyödyntäminen tai tuulelta suojautuminen, ovat keskeisiä suunnittelukeinoja.

Taivasalla olevia ulkotiloja peruskoulujen yhteydessä ovat muun muassa piha-alue, urheilukenttä, leikkipuisto ja mahdolliset terassit. Näiden lisäksi täysin kylmiä, mutta katettuja tiloja voivat olla parvekkeet, lasitetut terassit tai talvipuutarhat. Näillä voidaan tuoda virikkeitä tilaohjelmaan kasvattamalla kuitenkin lämmitettyä nettoalaa. Tällaiset kylmät tilat voivat toimia toisaalta puskurivyöhykkeinä kylmän ulkotilan ja lämpimän sisätilan välillä, ja toisinaan ne voivat saada massoittelusta riippuen osan lämmöstään sisätilojen lämpöhäviöiden kautta esimerkiksi ollessaan lämmitettyjen tilojen ympäröimänä. Ulkoratkaisuiden nykyistä monipuolisempi lähestyminen osana peruskoulusuunnittelua voi tuoda koululle sekä tilallista ja toiminnallista mielenkiintoa että vaikuttaa rakennuksen energiankulutukseen. Hyvänä esimerkkinä Bjørnslettan koulussa Oslossa (luku 3.1.9.) on erityisesti panostettu erilaisiin ulkotiloihin osana rakennuskokonaisuutta, minkä lisäksi esimerkiksi porrashuoneet ja osa käytävätiloista toimii kokonaan lämmittämättöminä tiloina.

Tilallisten ja toiminnallisten näkökulmien yhteydessä mainittakoon myös ulko- ja sisätilojen välittävät tilat ja rakennusosat – ulko-ovet ja tuulikaapit. Energiatehokkuuden näkökulmasta tuulikaappien suunnittelulla on merkitystä vaipan tiiviyyden kautta (Moisio et al., 2018), vaikka niihin kiinnitetään varsin vähän huomiota sekä energia-että tilasuunnittelussa. Vaipan tiiviyyden yhteydessä on kuitenkin luontevaa pohtia ulko-ovi- ja tuulikaappiratkaisuja, jotka pahimmillaan avaavat vaipan suoraan ulkotilaan pitkäksikin ajoiksi lasten tullessa yhtäaikaaisesti välitunneilta sisälle. Vaikka tuulikaappi nimityksenä antaa mielen kuvan suljetusta ja pienestä tilasta, tulisi tuulikaapit mitoitaa riittävän suuriksi oppilasmäärään nähden sekä suljetuiksi, jottei lämmin ilma karkaa ulos. Tuulikaapin sijaan voitaisiinkin puhua enemmän esimerkiksi välittävästä tilasta. Tämän lisäksi merkittävä tilallisuuteen, toiminnallisuuteen ja energiatehokkuuteen merkittävästi vaikuttava suunnitteluratkaisu on ovien lukumäärä, joka niin ikään vaikuttaa vaipan ominaisuuksiin, mahdollisuuksiin tulla ja poistua rakennuksesta sekä tilojen käytettävyyteen.

## 5. YHTEENVETO



Peruskoulujen rooli energiatehokkuusnäkökulmasta on keskeinen, sillä koulut ovat ensimmäisten joukossa ottamassa käyttöön lähes nollaenergiakäytäntöjä ja -direktiiviä. Näin ollen koulujen suunnittelussa kehitetään ja otetaan käyttöön ensimmäisinä uudenlaisia suunnitteluratkaisuja, jotka ovat toisinaan suotuisia ja toisinaan eivät. Peruskoulujen suunnittelua ja toteuttamista ovat viime vuosina värittäneet myös muuttuneen opetussuunnitelman tuomat muutokset. Peruskoulujen on vastattava tilallisesti ja toiminnallisesti paitsi uudenlaisen opetussuunnitelman sekä energiatehokkuuden, niin myös muiden laatutekijöiden, kuten arkkitehtonisen näyttävyuden kriteereihin; Koulut ovat useilla paikkakunnalla identiteettiä tuovia ja ulkoasultaan toisistaan sekä muusta rakennuskannasta poikkeavia yksilöitä.

Tässä julkaisussa tarkasteltiin peruskouluja ja energiatehokkuutta sekä näiden välistä suhdetta toisaalta nykytilan ja tulevaisuuden, ja toisaalta tilallisen ja toiminnallisen näkökulmaparin kautta. Suomalaisten peruskoulujen nykytilaan johtaneiden tekijöiden selvitys osoitti, että koulujen ratkaisumallit ovat kautta historian olleet hyvin erilaisia kaupungeissa ja maaseudulla. Eron voidaan ajatella värittävän myös peruskoulusuunnittelun tulevaisuutta kaupungistumisen myötä. Toisaalta koulujen arkkitehtisuunnittelu on aina heijastellut uudenlaisia opetusmetodeja ja toiminnallisuutta. Tämä on edelleen havaittavissa uuden opetussuunnitelman myötä kokemusperäisen oppimisen vaatiessa uudenlaista avointa oppimisympäristöä, jolloin arkkitehtisuunnittelun on vastattava nykypäivän tarpeisiin. Tämä toiminnallisuuden perustuva, opetusstrategioiden mukana muuttuva suunnittelu toimii edelleen lähtökohtana koulujen energiatehokkuudelle.

Selvityksen lisäksi tutkimuksessa tarkasteltiin useita 2000-luvun peruskouluja Suomessa ja muualla Euroopassa, joiden perusteella koulurakennukset ryhmiteltiin seitsemään ryhmään esimerkkikohteiden tilallisten ja toiminnallisten ratkaisujen perusteella. Nämä tilalliset ja toiminnalliset ratkaisut muodostavat osaltaan koulurakennusten muotokieltä. Ryhmittelyiden avulla voidaan tunnistaa ja hyödyntää energiatehokkuutta parantavia yhtäläisiä piirteitä ja suunnitteluratkaisuja. Merkittävänä toiminnallisena yhtäläisyytenä 2000-luvun esimerkkikohteissa mainittakoon niiden toimiminen pelkän koulutoiminnan sijaan pikemminkin useita käyttötarkoituksia yhdistelevinä monitoimi- tai kylätaloina. Tilallisilta ratkaisuilta tällainen monikäyttöisyys vaatii erityisesti muuntojoustavuutta sen eri muodoissaan. Muuntojoustavuus vaatii puolestaan systemaattisempaa, kiinteää yhteistyötä arkkitehti-, rakenne- ja talotekniikkasuunnittelijoiden kesken muun muassa sopivien sisäolosuhteiden ja energiatehokkuuden saavuttamiseksi.

Esimerkkikohteiden ja -ratkaisumallien perusteella tutkimuksessa eriteltiin peruskoulujen energiatehokkuuteen vaikuttavia tilallisia ja toiminnallisia suunnitteluperiaatteita. Näitä ovat poimitut tilatehokkuus, käyttötehokkuus, tilojen sijoittelu, muuntojoustavuus, avoimuusaste, tilavöhykkeet ja ulkotilat. Tilalliset ja toiminnalliset periaatteet ovat kiinteästi sidoksissa toisiinsa tilaratkaisujen pyrkiessä vastaamaan ennen kaikkea toiminnallisiin tarpeisiin. Keskeinen viesti on, että peruskoulujen käyttöä ja siihen perustuvaa tilasuunnittelua tulisi edistää energiatehokkuuden parantamiseksi.

Tutkimus osoitti, että peruskoulujen tilalliset ja toiminnalliset tarpeet muuttuvat jatkuvasti aiheuttaen haasteita sekä arkkitehti- että energiasuunnittelulle. Lisäksi peruskoulujen voidaan ajatella olevan jokaisessa suunnittelutapauksessa yksilöitä,

*Vasemman sivun kuva: Nissilä, 2017.*

joille edes energiatehokkuuden puitteissa on haastavaa osoittaa yksittäisiä oikeita tai välttämättömiä suunnitteluratkaisuita havaituista yhtäläisyyksistä ja tehdyistä ryhmittelyistä huolimatta. Sen sijaan voidaan esittää joukko ratkaisuja, joista kussakin tapauksessa hyödynnetään mielekkäät vaihtoehdot, sekä ennakoita ja kehittää tulevaisuuden ratkaisumalleja.

## 5.1. SOVELLETTAVUUS JA RAJOITTEET

Tutkimuksen lähdeaineistona luvussa 3.1. käytetyt esimerkkikohteet valittiin ensisijaisesti COMBI-hankkeen ja WP2-työpaketin tarkempien rajausten mukaisesti. Esimerkkikohteiksi valikoituivat siten 2000-luvun puolella rakennetut peruskoulut COMBI-hankkeen yhteistyökaupungeista Tampereelta ja Helsingistä, sekä yhteistyöyrityksen koulu Laukaalla. Lisäksi esimerkkikohteisiin on otettu hankkeen ekskursion kohteita WP2-työpaketin pääkaupunkiseudun ekskursion lisäksi Espoosta, sekä hankkeen kaikkien työpakettien yhteiseltä Länsi-Euroopan ekskursion Norjasta ja Hollannista. Näiden lisäksi kohteita on täydennetty muilla rajauksen mukaisilla ajankohtaisilla kohteilla. Lähdeaineiston kokoamisen perusteet vaikuttavat eittämättä tuloksiin, sillä esimerkiksi muualla Euroopassa on toteutettu lukuisia kiinnostavia energiatehokkaita peruskouluja, mikäli rajauksena olisi ollut esimerkiksi 2000-luvun peruskoulut koko Euroopassa.

Luvussa 3.2. muodostetut ryhmittelyt perustuvat edellä mainittuihin esimerkkikohteisiin, eivätkä siis pyri olemaan kaiken kattava luokittelu, vaan nimenomaan case-joukkoa analysoiva ja koostava ryhmittely. Ryhmittelyä voidaan käyttää apuna muiden kohteiden tilallisessa ja toiminnallisessa analysoimisessa ja yhteisten energiatehokkuuspiirteiden tunnistamisessa.

Edelleen esimerkkikohteiden sekä COMBI-hankkeeseen liittyvän laajemman tutkimuksen pohjalta luvussa 4.2. eriteltiin tilallisia ja toiminnallisia energiatehokkuuteen linkittyviä suunnitteluperiaatteita. Tämän listauksen tarkoitus ei ole olla aukoton toimenpideluettelo, vaan tähän on koottu joitakin esiin nousseita arkkitehtisuunnittelun ja energiatehokkuuden kannalta keskeisiä tai tutkimuksen myötä esiin nousseita, uusia tai ajankohtaisia suunnitteluperiaatteita.

## 5.2. JATKOTARKASTELUAIHEITA

Vaikka julkaisu toimii itsenäisenä julkaisuna, on julkaisu osa laajempaa COMBI-hankkeen WP2-työpaketin julkaisukokonaisuutta, joka on esitetty esipuheen yhteydessä sivulla V. Tähän julkaisuun keskeisesti liittyviä julkaisuja ovat ”Energiatehokkaan arkkitehtisuunnittelun ohjekortisto” (Moisio et al., 2018), joka täydentää tämän julkaisun havaintoja sekä esittää energiasimulointi- ja laskentatuloksia tarkastelluista suunnitteluratkaisuksista. Luvussa 4.2.2. esiteltiin käyttötehokkuuteen ja luvussa 4.2.6. esitettiin tilavyöhykkeisiin puolestaan perehdytään tarkemmin englanninkielisessä journaliartikkelissa ”Potential of space zoning for energy efficiency through utilization efficiency” [Tilavyöhykkeiden potentiaali energiatehokkuuteen käyttötehokkuuden



kautta] (Lindberg et al., 2018). Tärkeässä roolissa ovat myös luvussa 4.1. esiteltyihin koulusuunnitelmiin liittyvät diplomityöt: ”Monikäyttöinen koulu – Joustavuudella ekologisuutta tilasuunnitteluun” (Mustila, 2017) perehtyy koulusuunnitelman lisäksi peruskoulujen käyttötehokkuuteen ja muuntojoustavuuteen monikäyttöisyyden kautta. ”Energiatehokas kyläkoulu puusta – Lähes nollaenergiakoulu Laukaalle” (Nissilä, 2017) tarkastelee koulusuunnitelman lisäksi CLT-puuelementtitekniikan ja aurinkoenergian mahdollisuuksia. ”Tulevaisuuden koulu – Arkkitehtuurin neljä näkökulmaa ekologisen rakentamiseen” (Vuorinen, 2017) esittää koulusuunnitelman lisäksi energiatehokkuuden rinnalle muitakin ympäristönäkökulmia ja -tavoitteita.

Liittyvien julkaisujen ja näiden muodostaman kokonaisuuden lisäksi jatkotarkasteluaiheina voidaan nähdä myös muut ekologisuuden näkökulmat, kuten elinkaaren hiilijalanjälkitarkastelut. Lisäksi tässä julkaisussa esitettyjen ratkaisumallien ryhmitelyjen sekä suunnitteluperiaatteiden tutkimusta voitaisiin syventää ja laajentaa kattamaan useampia esimerkkikohteita ja niistä saatuja käytännön kokemuksia, laskentatuloksia ja mittarointeja. Koulujen edelläkävijyyseroolin myötä toteutettuja suunnitteluratkaisuja tulee seurata ja analysoida yhä parempien ratkaisumallien luomiseksi ja kehittämiseksi.

# 6. LÄHTEET



## 6.1. KIRJALLISUUSLÄHTEET

**A 1/14.** *Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta annetun Ympäristöministeriön asetuksen muuttamisesta.* Viitattu: 13.12.2018. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/{5B200F3E-0AC1-4018-8F07-D84CD79B0CF6}/134381>.

**A 5/13.** *Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta annetun Ympäristöministeriön asetuksen muuttamisesta.* Viitattu: 14.12.2018. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/{5B200F3E-0AC1-4018-8F07-D84CD79B0CF6}/134381>.

**A 176/2013.** *Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta.* Viitattu: 13.12.2018. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130176>.

**A 1010/2017.** *Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta.* Viitattu: 13.12.2018. Saatavissa: <https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/sk20171010.pdf>.

**Betoni. 2013.** *Vuoden betonirakenne 2012 Kunniainaininta: Saunalahden koulu.* Viitattu 4.12.2018. Saatavissa: [https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/09/BET1301\\_20-29.pdf](https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/09/BET1301_20-29.pdf).

**Betoni. 2015.** *Korttelitalo Viikinmäen kukkulakaupunkiin.* Viitattu 4.12.2018. Saatavissa: [https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/12/BET1504\\_48-56.pdf](https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/12/BET1504_48-56.pdf).

**Betoni. 2016.** *Opinmäki on rakentuvan Suurpellon keskeinen julkinen rakennus.* Viitattu 3.12.2018. Saatavissa: [https://betoni.com/wp-content/uploads/2016/03/BET1601\\_18-25.pdf](https://betoni.com/wp-content/uploads/2016/03/BET1601_18-25.pdf).

**Betoni. 2018a.** *Saunalahden koulu.* Viitattu 4.12.2018. Saatavissa: <https://betoni.com/referenssi/saunalahden-koulu/>.

**Betoni. 2018b.** *Opinmäen oppimiskeskus.* Viitattu 3.12.2018. Saatavissa: <https://betoni.com/referenssi/opinmaen-oppimiskeskus/>.

**Bionova Oy. 2017.** *Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjaljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa.* Viitattu 13.12.2018. Saatavissa: [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Rakentamisen\\_ohjaus/Vahahiilinen\\_rakentaminen/Tiekartta\\_rakennuksen\\_elinkaaren\\_hiilijalanjaljen\\_huomioimiseksi](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Rakentamisen_ohjaus/Vahahiilinen_rakentaminen/Tiekartta_rakennuksen_elinkaaren_hiilijalanjaljen_huomioimiseksi).

**Direktiivi 2010/31/EU.** *Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta (uudelleenlaadittu).* Euroopan unionin virallinen lehti 18.6.2010. Viitattu: 13.12.2018. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:fi:PDF>.

**Direktiivi 2012/27/EU.** *Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta.* Euroopan unionin virallinen lehti 14.11.2012. Viitattu: 13.12.2018. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:fi:PDF>.

**Direktiivi SWD/2016/4040** *Commission staff working document: Good practice in energy efficiency. Part 1/4: Accompanying the document Proposal for a Directive of European Parliament and of the Council amending Directive 2012/27/EU on Energy Efficiency.*

**González, A. B. R., Díaz, J. J. V., Caamaño, A. J., & Wilby, M. R. 2011.** *Towards a universal energy efficiency index for buildings* [Kohti rakennusten yleistä energiatehokkuusindeksiä]. Energy and Buildings, 43, 980–987.

**Helsingin kaupunki. 2011.** *Viikinmäen korttelitalo (ala-asteen koulu ja päiväkotit), Uudisrakennus, Tarveselvitys ja hankesuunnitelma 11.10.2011.* Tilakeskus, HKR-rakennuttaja, Opetusvirasto, Sosiaalivirasto. Viitattu 4.12.2018. Saatavissa: <https://docplayer.fi/24100176-Viikinmaen-korttelitalo-ala-asteen-koulu-ja-paivakoti-uudisrakennus.html>.

**Helsingin kaupunki. 2015.** *Jätkäsaaren peruskoulu ja Busholmens Grundskola, Yleinen kaksivaiheinen arkkitehtuurikilpailu, Kilpailuohjelma.* Kiinteistövirasto, Tilakeskus, Opetusvirasto. Viitattu 3.12.2018. Saatavissa: <https://www.hel.fi/static/kv/Tilakeskus/jatkasaari/kilpailuohjelma.pdf>.

**Helsingin kaupunki. 2016.** *Jätkäsaaren peruskoulu, hankesuunnitelma.* Kiinteistövirasto, Tilakeskus, Opetusvirasto. Viitattu 3.12.2018. Saatavissa: <https://dev.hel.fi/paatokset/media/att/95/95a37c4401821659081d13890ae0a01a8b945fdb.pdf>.

**Investment Property Databank. 2010.** *IPD environment code: Measuring the environmental performance of buildings* [IPD ympäristökoodi: Rakennusten ympäristövaikutukset]. Viitattu: 13.12.2018. Saatavissa: <http://www.sballiance.org/wp-content/uploads/2014/04/IPDEnvironment-Code-2010.pdf>.

**Jääskeläinen, M. 2010.** *Hyvin suunniteltu pientalo – Työkalu pientalon suunnitteluun.* Oulun rakennusvalvonta.

**Kaasalainen, T., Lehtinen, T., Moisio, M. & Hedman, M. 2018.** *Ikääntyneiden tehostettu palveluasuminen – Tilallisten ratkaisujen tehokkuudesta ja toimivuudesta.* Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin laboratorio, Asuntosuunnittelu, Julkaisu 33, Juvenes Print – Suomen yliopistopaino Oy: ISBN 978-952-15-4286-2, ISSN 2242-4598.

**Kallioharju, K. & Harsia, P. 2015.** *Valaistuksen laadullisten tekijöiden ja energialaskennan määrittely FlnZEB-hankkeelle.* Tampereen ammattikorkeakoulu, ISBN 978-952-5903-69-0 (pdf).

**Karlsson, N. 2013.** *Air Infiltration through Building Entrances* [Ilmavirtaukset rakennusten sisäänkäyntien kautta] (Diplomityö). Chalmersin teknillinen yliopisto, Rakennus- ja ympäristötekniikan laitos, Talotekniikan osasta, Rakennusfysiikka, Diplomityö 2013:109. Viitattu: 13.12.2018. Saatavissa: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/184752/184752.pdf>.

*Vasemman sivun kuva:*

*Aarti Ollila Ristola Arkkitehdit, 2015.*

**Krokfors, K. 2017.** *Time for Space – Typologically Flexible and Resilient Buildings and the emergence of the Creative Dweller* [Aika ja tila – Typologisesti joustavat ja kestävät rakennukset ja Luovan Asukkaan nousu] (Väitöskirja). Aalto yliopisto, Arkkitehtuurin laitos, Aalto yliopiston julkaisusarja, Väitöskirjat 76/2017, Unigrafia: ISBN 978-952-60-7397-2 (pdf), ISBN 978-952-60-7398-9 (nid.), ISSN 1799-4942 (pdf) ISSN 1799-4934 (nid.), ISSN 1799-4934 (ISSN-L).

**Kuuskorpi, M. 2012.** *Tulevaisuuden fyysinen oppimisympäristö – Käyttäjälähtöinen muunneltava ja joustava opetustila* (Väitöskirja). Turun yliopisto, Kasvatustieteiden tiedekunta, Kasvatustieteiden laitos, Painosalama Oy: ISBN 978-951-29-4955-7 (nid.) ISBN 978-951-29-4956-4 (PDF).

**L 50/2013.** *Laki rakennuksen energiatodistuksesta.* Viitattu: 13.12.2018. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130050>.

**L 422/2012.** *Valtioneuvoston asetus perusopetuslaissa tarkoitettujen opetuksen valtakunnallisista tavoitteista ja perusopetuksen tuntijaosta.* Viitattu: 13.12.2018. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20120422>.

**L 1998/628.** *Peruskopetuslaki, 6 luku, Työaika, 23 §, Lukuvuosi.* Viitattu: 14.12.2018. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1998/19980628>.

**Lindberg, T. 2015.** *Vihreä asuinkerrostalo – Selvitys ekologisen asuinkerrostalon passiivisista suunnitteluratkaisuista energiatehokkuuden ja hiilijalanjäljen näkökulmista* (Diplomityö). Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin laitos, Asuntosuunnittelu, Julkaisu 21, Tammerprint Oy: ISBN 978-952-15-3644-1 (nid.), ISBN 978-952-15-3645-8 (PDF), ISSN 2242-4598.

**Lindberg, T., Kaasalainen, T., Moisio, M., Mäkinen, A., Hedman, M. & Vinha, J. 2018.** *Potential of space zoning for energy efficiency through utilization efficiency* [Tilavyöhykkeiden potentiaalinen vaikutus energiatehokkuuteen käytön kautta]. *Advances in Building Energy Research*. DOI: 10.1080/17512549.2018.1488619.

**Lylykangas, K., Andersson, A., Kiuru, J., Nieminen, J. & Päätaalo, J. 2015.** *Rakenteellinen energiatehokkuus: Opas 2015.* Helsinki: Ympäristöministeriö.

**Meskanen, S. 2008.** *Future School – 2000-luvun koulusuunnittelun teemoja ja typologioita* (Diplomityö). Teknillinen korkeakoulu (TKK), Arkkitehtiosasto, Arkkitehtuurin perusteet ja teoria.

**Moisio, M., Kaasalainen, T., Lehtinen, T. & Hedman, M. 2018.** *Energiatehokkaan arkkitehtisuunnittelun ohjekortisto.* Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin laboratorio, Asuntosuunnittelu, Julkaisu 32, Juvenes Print – Suomen yliopistopaino Oy: ISBN 978-952-15-4284-8 (nid.), ISBN 978-952-15-4285-5 (PDF), ISSN 2242-4598.

**Mustila, L. 2017.** *Monikäyttöinen koulu – Joustavuudella ekologisuutta tilasuunnitteluun* (Diplomityö). Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin laboratorio, Asuntosuunnittelu, Julkaisu 30, Juvenes Print – Suomen yliopistopaino Oy: ISBN 978-952-15-3963-3, ISSN 2489-429X.

**Nissilä, K. 2017.** *Energiatehokas kyläkoulu puusta – Lähes nollaenergiakoulu Laukaalle* (Diplomityö). Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin laboratorio, Asuntosuunnittelu, Julkaisu 28, Juvenes Print – Suomen yliopistopaino Oy: ISBN 978-952-15-3961-9, ISSN 2489-429X.

**Opetushallitus. 2014a.** *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet, Määräykset ja ohjeet 2014:96.* 4. painos, Helsinki 2016, Next Print Oy: ISBN 978-952-13-5998-9 (nid.), ISBN 978-952-13-5999-6 (PDF).

**Rakennustietosäätiö RTS. 2008.** *RT 96-10939 Koulurakennus, tilasuunnittelu.* Ohjetiedosto.

**RakMK D3 2012.** *Rakennusten energiatehokkuus – Määräykset ja ohjeet 2012.* Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto, Helsinki.

**Ruusala, A., Laukkarinen, A. & Vinha, J. 2018.** *Energy consumption of Finnish schools and daycare centers and the correlation to regulatory building permit values* [Suomalaisten koulujen ja päiväkotien energiankulutus ja sen korrelaatio rakentamismääräysten arvoihin]. *Energy Policy*, Volume 119, August 2018, Pages 183-195.

**Säteri, J. 2008.** *Sisäilmastoluokitus 2008: Sisäympäristön uudet tavoitearvot.* Sisäilmayhdistys ry.

**Tarpio, J. 2015.** *Joustavan asunnon tilalliset logiikat – Erilaisiin käyttöihin mukautumiskykyisen asunnon tilallisista lähtökohdista ja suunnitteluperiaatteista* (Väitöskirja). Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin laitos, Asuntosuunnittelu, Julkaisu 18. Tammerprint Oy: ISBN 978-952-15-3509-3 (nid.), ISBN 978-952-15-3510-9 (pdf), ISSN 2242-4598.

**Vainoa, L. & Viteli, J. 2012.** *Matkalla kohti avointa oppimisympäristöä.* Teoksessa: Sihvonen, M. & Saloniemi, K. (toim.). 2012. Apuja aktiivisuuteen, välineitä verkostoihin: Avoimissa oppimisympäristöissä aktiiviseksi kansalaiseksi – kehittämisohjelman hankkeiden hyviä ja lupaavia käytäntöjä. Hämeen ammattikorkeakoulu, HAMKin julkaisuja 1/2012: ISBN 978-951-784-566-3 ISSN 1795-4231 (nid.), ISBN 978-951-784-563-2 (PDF) ISSN 1795-424X, s. 11–16.

**Vehviläinen, I., Pesola, A., Jääskeläinen, S., Kalenoja, H., Lahti, P., Mäkelä, K. & Ristimäki, M. 2010.** *Rakennetun ympäristön energiankäyttö ja kasvihuonekaasupäästöt.* Sitran selvityksiä 39, Helsinki: ISBN 978-951-563-739-0, ISSN 1796-7112, ISBN 978-951-563-738-3 (nid.), ISSN 1796-7104 (nid.).

**Vuorinen, J. 2017.** *Tulevaisuuden koulu – Arkkitehtuurin neljä näkökulmaa ekologiseen rakentamiseen* (Diplomityö). Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin laboratorio, Asuntosuunnittelu, Julkaisu 29, Juvenes Print – Suomen yliopistopaino Oy: ISBN 978-952-15-3962-6, ISSN 2489-429X.

## 6.2. WWW-LÄHTEET

**Aamulehti. 2018.** *”Tampereen hienoin” – Oppilaat pääsevät tänään kouluun, jossa seinät liikkuvat ja sisäilmaongelmat on estetty huipputekniikalla: Katso miten upea Tesoman uudesta koulutalosta tuli.* Viitattu 6.12.2018. Saatavissa: <https://www.aamulehti.fi/a/200784215>.

**Aarti Ollila Ristola Arkkitehdit Oy (AOR). 2018.** *School of the future for 800 pupils in the new urban district of Jätkäsaari in downtown Helsinki* [800 oppilaan tulevaisuuden koulu uudella urbaanilla Jätkäsaaren alueella Helsingissä]. Viitattu 3.12.2018. Saatavissa: <https://www.aor.fi/School-of-the-future-for-800-pupils-in-the-new-urban-district-of>.

**Arkkitehtipalvelu Oy. 2018.** *Satavuon koulu ja päiväkot.* Viitattu 3.12.2018. Saatavissa: <https://www.arkkitehtipalvelu.fi/referenssit/satavuon-koulu-ja-paivakoti/>.

**Arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy (LPV). 2018a.** *Härmälän Talvitien päiväkot ja koulu, uudisrakennus.* Viitattu 4.12.2018. Saatavissa: <http://lpv.fi/portfolio/harmalan-talvitien-paivakoti-ja-koulu-uudisrakennus/>.

**Arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy (LPV). 2018b.** *Tesoman koulun ja päiväkodin peruskorjaus ja uudisrakennus.* Viitattu 4.12.2018. Saatavissa: <http://lpv.fi/portfolio/tesoman-koulun-ja-paivakodin-peruskorjaus-ja-uudisrakennus/>.

**Arkkitehtitoimisto JKMM Oy. 2018.** *Kalasadama School and Day Care* [Kalasataman koulu ja päiväkot]. Viitattu 4.12.2018. Saatavissa: <https://jkmm.fi/case/kalasadama-school-and-day-care/>.

**Arkkitehtitoimisto Tilatakomo Oy. 2018.** *Ruusutorpan koulu.* Viitattu 3.12.2018. Saatavissa: <http://www.tilatakomo.fi/projektit/ruusutorpan-koulu/>.

**Arkkitehtuurimuseo. 2012a.** *Koulurakentamisen historiaa.* Viitattu: 13.12.2018. Saatavissa: <http://www.mfa.fi/koulurakentaminen>.

**Arkkitehtuurimuseo. 2012c.** *Oppimisen tilat.* Viitattu: 13.12.2018. Saatavissa: <http://www.mfa.fi/koulurakennuksia>.

**Cembrit. 2016.** *Kalasadaman korttelitalo.* Viitattu 4.12.2018. Saatavissa: [http://cembrits-tudio.fi/images/830/Cembrit\\_case\\_kalasadama\\_netti.pdf](http://cembrits-tudio.fi/images/830/Cembrit_case_kalasadama_netti.pdf).

**Espoon kaupunki. 2012.** *Opinmäki, Hankesuunnitelma 23.4.2012.* Tilakeskus, Liikelaitos Talonsuunnittelu. Viitattu 3.12.2018. Saatavissa: <https://docplayer.fi/10641304-Opinmaki-hanke-4313-hankesuunnitelma-23-4-2012.html>.

**Espoon kaupunki. 2014.** *Saunalahden koulu, energiakortti.* Viitattu 4.12.2018. Saatavissa: <http://www.espoonrekry.fi/download/noname/%7BB8AEA4D6-2465-46A6-B189-783147F204CA%7D/53659>.

**Finnish Architecture Navigator. 2018.** *Opinmäki School and Learning Centre* [Opinmäen koulu ja oppimiskeskus]. Viitattu 3.12.2018. Saatavissa: <http://navi.finnisharchitecture.fi/en/opinmaki-school-and-learning-centre/>.

**FutureBuilt. 2018a.** *What is FutureBuilt* [Mikä on FutureBuilt]. Viitattu 3.12.2018. Saatavissa: <https://www.futurebuilt.no/english>.

**FutureBuilt. 2018b.** *Brynseng skole* [Brynseng koulu]. Viitattu 3.12.2018. Saatavissa: <https://www.futurebuilt.no/Forbildeprosjekter#!/Forbildeprosjekter/Brynseng-skole>.

**FutureBuilt. 2018c.** *Bjørnsletta skole.* [Bjørnslettan koulu]. Viitattu 3.12.2018. Saatavissa: <https://www.futurebuilt.no/Forbildeprosjekter#!/Forbildeprosjekter/Bjoernsletta-skole>.

**Helsingin yliopisto. 2017.** *Puolet kouluista katosi. Mitä saatiin aikaan?* Viitattu: 14.12.2018. Saatavissa: <https://www.helsinki.fi/fi/uutiset/koulutus/puolet-kouluista-katosi-mita-saatiin-aikaan>.

**JKMM. 2018.** *Kalasadama School and Day Care* [Kalasataman koulu ja päiväkot]. Viitattu 14.12.2018. Saatavissa: <https://jkmm.fi/case/kalasadama-school-and-day-care/>.

**L2 Arkitekter. 2018.** *Bjørnsletta skole* [Bjørnslettan koulu]. Viitattu 3.12.2018. Saatavissa: <https://www.l2.no/prosjekt/bjoernsletta-skole>.

**Laukaan kunta. 2015.** *Laukaan ekokoulu, Hankesuunnitelma.* Kasvun ja oppimisen lautakunta, Tekninen lautakunta. Viitattu 3.12.2018. Saatavissa: <https://docplayer.fi/15771446-Laukaan-ekokoulu-hankesuunnitelma-15-09-2015.html>.

**Loukaskorpi, J. 2017.** *Puhe Talvitien päiväkodin ja koulun avajaisissa 17.11.2017.* Viitattu 4.12.2018. Saatavissa: <https://www.johannaloukaskorpi.net/blogi/2017/11/17/21839>.

**Marlies Rohmer Architects & Urbanists. 2018.** *Energy-neutral Community School in the Houthavens* [Energianeutraali yhteiskoulu Houthavenissa]. Viitattu 3.12.2018. Saatavissa: <http://www.rohmer.nl/en/project/energieneutrale-bredeschool-in-de-houthavens/>.

**Motzke, B. & Kallhovd, M. 2016.** *Visit from Tampere University of Technology – 03.06.2016.* Undervisningsbygg Oslo KF.

**Opetushallitus. 2014b.** *Opetussuunnitelman ydinasiat.* Viitattu: 13.12.2018. Saatavissa: [https://www.oph.fi/koulutus\\_ja\\_tutkinnot/perusopetus/opetussuunnitelma\\_ja\\_tuntijako/perusopetus\\_nyt](https://www.oph.fi/koulutus_ja_tutkinnot/perusopetus/opetussuunnitelma_ja_tuntijako/perusopetus_nyt).

**Pihlajamäki.info. 2018.** *Uusi korttelitalo ja sivukoulu Viikimäkeen.* Viitattu 4.12.2018. Saatavissa: <https://pihlajamaki.info/pihlajamen-lhilehti-mainmenu-937/kolmni-mainmenu-939/2821-uusi-korttelitalo-ja-sivukoulu-viikimkeen>.

**Plein Oost basic school. 2018.** *Welkom op onze website van obs de Martin Luther Kingschool en sbo de Hildebrandschool* [Tervetuloa Martin Luther Kingin ja Hildebrandin koulujen sivuille]. Viitattu 6.12.2018. Saatavissa: <http://www.pleinoost.nl/>.

**Prointerior. 5/2017.** *Talvitien päiväkotijä ja koulu.* Viitattu 4.12.2018. Saatavissa: <https://view.joomag.com/prointerior-5-2017/0171522001512129432?page=42>.

**Projektiutiset. 2015.** *Opinmäki, monitoimitalo ja koulu.* Viitattu 3.12.2018. Saatavissa: <http://www.projektiutiset.fi/opinmaki/>.

**Projektiutiset. 2016.** *Kalasadaman kaupunginosa sai värikkään korttelitalon.* Viitattu 4.12.2018. Saatavissa: <http://www.projektiutiset.fi/kalasadaman-kaupunginosa-sai-varikkaan-korttelitalon/>.

**Reynaers Aluminium. 2018.** *Brede school Houthaven* [Breden koulu Houthavenissa]. Viitattu 3.12.2018. Saatavissa: <https://www.reynaers.com/fabricators/get-inspired/brede-school-houthaven>.

**Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. 2018.** *Plein Oost #Top 15 scholen Haarlem, Noord-Holland* [Olein Oost #Top 15 koulu Haarlemissa, Pohjois-Hollannissa]. Viitattu 6.12.2018. Saatavissa: <https://www.rvo.nl/initiatieven/energiezuiniggebouwd/plein-oost-top-15-scholen>.

**Schooldomein. 2018.** *Plein Oost in Haarlem is fris, energieneutraal én betaalbaar* [Plein Oost Haarlemissa on raikas, energieneutraali ja kohtuuhintainen]. Viitattu 6.12.2018. Saatavissa: <https://www.schooldomein.nl/plein-oost-in-haarlem-is-fris-energieneutraal-en-betaalbaar/>.

**Tampereen kaupunki. 2018a.** *Tesoman koulun oppilaat muuttavat uuteen koulutaloon.* Viitattu 4.12.2018. Saatavissa: [https://www.tampere.fi/tampereen-kaupunki/ajankohtaista/tiedotteet/2018/02/22022018\\_6.html](https://www.tampere.fi/tampereen-kaupunki/ajankohtaista/tiedotteet/2018/02/22022018_6.html).

**Tampereen kaupunki. 2018b.** *Vuorestalo, Vuoreksen koulukeskus.* Viitattu 6.12.2018. Saatavissa: <https://www.tampere.fi/varhaiskasvatus-ja-koulutus/koulutilat/hankeet/vuoreksen-koulukeskus.html>.

**Tampereen Tilapalvelut Oy. 2014.** *Tesoman yhtenäiskoulu ja päiväkotijä, Perusparannus ja laajennus, Hankesuunnitelma 28.2.2014.* Liikelaitos, Kiinteistökehitys. Viitattu 6.12.2018. Saatavissa: <https://docplayer.fi/3259914-Hanke-tesoman-yhtenaiskoulu-ja-paivakoti-perusparannus-ja-laajennus.html>.

**Tampereen Tilapalvelut Oy. 2018a.** *Tesoman yhtenäiskoulu ja päiväkotijä, Perusparannus ja uudisrakennus.* Viitattu 4.12.2018. Saatavissa: <http://www.tampere.fi/tilakeskus/rakennuttaminen/kaynnissaolevatrakennushankeet/tesomanpaivakodin-perusparannusjallaajennusekapaivakodinrakentaminen.html>.

**Tampereen Tilapalvelut Oy. 2018b.** *Vuorestalo, 2-vaihe uudisrakennus, Toteutussuunnitelma 21.2.2018.* Viitattu 6.12.2018. Saatavissa: <http://tampere.cloudnc.fi/download/noname/%7B75eea17f-bf0f-43ed-bb32-ad2efe-434902%7D/2182796>.

**Tamperelainen. 2014.** *Vuores-talo vihittiin – Näin paljon sinne mahtuu.* Viitattu 6.12.2018. Saatavissa: <https://www.tamperelainen.fi/artikkeli/140884-vuores-talo-vihittiin-nain-paljon-sinne-mahtuu>.

**Työ ja elinkeinoministeriö. 2018.** *Energiatihokkuus.* Viitattu: 13.12.2018. Saatavissa: <https://tem.fi/energiatihokkuus>.

**Uutta Helsinkiä. 2014.** *Viikinmäen korttelitalo aloittaa tammikuussa toimintansa.* Viitattu 4.12.2018. Saatavissa: <https://www.uuttahelsinki.fi/fi/uutiset/2014-12-12/viikinmaen-korttelitalo-aloittaa-tammikuussa-toimintansa>.

**Verstas Arkkitehdit Oy. 2018.** *Saunalahti school* [Saunalahden koulu]. Viitattu 4.12.2018. Saatavissa: <http://verstasarkkitehdit.fi/projects/saunalahti-school>.

**Vuores. 2018.** *Vuores-talon tilojen käyttö.* Viitattu 6.12.2018. Saatavissa: <https://vuores.fi/vuores/vapaa-aika/342-vuores-talon-tilojen-kaytto>.

**YLE. 2018a.** *Muistatko, millaista oli olla ekaluokkalainen? Näin suomalainen koulu on muuttunut 60-luvulta aina 2010-luvulle.* Yle uutiset, Koulutus ja kasvatus. Viitattu: 13.12.2018. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10333061>.

**YLE. 2018b.** *Suomen ekologisin koulu löytyy Laukaasta: sähköä aurinkopaneeleista, verhot paikalliselta ompelijalta ja lapset popsivat lähiruokaa.* Viitattu 3.12.2018. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10366721>.

**Ympäristöministeriö. 2015.** *Lähes nollaenergiarakentamisen lainsäädännön valmistelu.* Viitattu: 13.12.2018. Saatavissa: [http://www.ympari.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ohjeet/Maankayton\\_ja\\_rakentamisen\\_valmisteilla\\_oleva\\_lainsaadanto/Lahes\\_nollaenergiarakentamisen\\_lainsaadanto](http://www.ympari.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ohjeet/Maankayton_ja_rakentamisen_valmisteilla_oleva_lainsaadanto/Lahes_nollaenergiarakentamisen_lainsaadanto).

## 6.3. KUVALÄHTEET

Muut kuin alla listatut kuvat tekijöiden omia.

### Kansikuva

Kansi: **Vuorinen, J. 2017.** *Tulevaisuuden koulu – Arkkitehtuurin neljä näkökulmaa ekologiseen rakentamiseen* (Diplomityö). Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin laboratorio, Asuntosuunnittelu, Julkaisu 29, Juvenes Print – Suomen yliopistopaino Oy: ISBN 978-952-15-3962-6, ISSN 2489-429X.

## Taustakuva

Taustakuva s. IV, Esipuhe: **Mustila, L. 2017. Monikäyttöinen koulu – Joustavuudella ekologisuutta tilasuunnitteluun** (Diplomityö). Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin laboratorio, Asuntosuunnittelu, Julkaisu 30, Juvenes Print – Suomen yliopistopaino Oy: ISBN 978-952-15-3963-3, ISSN 2489-429X. Taustakuvat, s. VIII, Käsitteet & s. 49, Peruskoulujen tulevaisuuden kehitysnäkymiä: **Vuorinen, J. 2017. Tulevaisuuden koulu – Arkkitehtuurin neljä näkökulmaa ekologiseen rakentamiseen** (Diplomityö). Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin laboratorio, Asuntosuunnittelu, Julkaisu 29, Juvenes Print – Suomen yliopistopaino Oy: ISBN 978-952-15-3962-6, ISSN 2489-429X.

Taustakuvat, s. 1, Johdanto & s. 79, Lähteet: **Aarti Ollila Ristola Arkkitehdit Oy. 2018. School of the future for 800 pupils in the new urban district of Jätkäsaari in downtown Helsinki** [800 oppilaan tulevaisuuden koulu uudella urbaanilla Jätkäsaaren alueella Helsingissä]. Viitattu 3.12.2018. Saatavissa: <https://www.aor.fi/School-of-the-future-for-800-pupils-in-the-new-urban-district-of>.

Taustakuvat, s. 5, Peruskoulujen taustasta ja nykytilasta; s. 13, Peruskoulujen nykyisiä ratkaisumalleja & s. 75, Yhteenvedo: **Nissilä, K. 2017. Energiatohokas kyläkoulu puusta – Lähes nollaenergiakoulu Laukaalle** (Diplomityö). Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin laboratorio, Asuntosuunnittelu, Julkaisu 28, Juvenes Print – Suomen yliopistopaino Oy: ISBN 978-952-15-3961-9, ISSN 2489-429X.

## Muut kuvat

Kuva 2.1.a., 2.1.b., 2.1.c. & 2.1.e. **Arkkitehtuurimuseo. 2012a. Koulurakentamisen historiaa**. Viitattu: 14.12.2018. Saatavissa: [http://www.mfa.fi/koulurakentaminen\\_1800](http://www.mfa.fi/koulurakentaminen_1800).

Kuva 2.1.d. **Arkkitehtuurimuseo. 2012b. Tapiolan yhteiskoulu, 1958 / 1960**. Viitattu: 14.12.2018. Saatavissa: [http://www.mfa.fi/jormajarvi\\_tapiola](http://www.mfa.fi/jormajarvi_tapiola).

Kuvat 3.1.1.a & 3.1.1.c. **Aarti Ollila Ristola Arkkitehdit Oy. 2018. School of the future for 800 pupils in the new urban district of Jätkäsaari in downtown Helsinki**. Viitattu 3.12.2018. Saatavissa: <https://www.aor.fi/School-of-the-future-for-800-pupils-in-the-new-urban-district-of>.

Kuvat 3.1.1.b. ja 4.2.5.a. **Aarti Ollila Ristola Arkkitehdit Oy. 2015. Nemo (Kilpailuehdotus). Jätkäsaaren peruskoulu ja Busholmens grundskola – 2. vaihe**.

Kuvat 3.1.2.a & 3.1.2.c. **S11. 10/2014. Energy Neutral Community School, Houthaven Amsterdam** [Energianeutraali yhteiskoulu, Houthaven, Amsterdam].

Kuva 3.1.2.b. **Reynaers Aluminium. 2018. Brede school Houthaven** [Breden koulu Houthavenissa]. Viitattu 14.12.2018. Saatavissa: <https://www.reynaers.com/fabricators/get-inspired/brede-school-houthaven>.

Kuva 3.1.3.a. **Undervisningsbygg**.

Kuvat 3.1.3.b., 3.1.3.c. & 3.1.3.d. **HRTB Arkitekter**.

Kuvat 3.1.4.a., 3.1.4.b. & 3.1.4.c. **Betoni. 2015. Korttelitalo Viikinmäen kukkulakaupunkiin**. Viitattu 4.12.2018. Saatavissa: [https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/12/BET1504\\_48-56.pdf](https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/12/BET1504_48-56.pdf).

Kuvat 3.1.5.a., 3.1.5.b. & 3.1.5.c. **Kristinsson Architecten**.

Kuva 3.1.6.a., 3.1.6.b. & 3.1.6.c. **JKMM. 2018. Kalasatama School and Day Care** [Kalasataman koulu ja päiväkotit]. Viitattu 14.12.2018. Saatavissa: <https://jkmm.fi/case/kalasatama-school-and-day-care/>.

Kuva 3.1.7.a. **Arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy. 2018. Härmälän Talvitien päiväkotit ja koulu, uudisrakennus**. Viitattu 14.12.2018. Saatavissa: <http://lpv.fi/portfolio/harmalan-talvitien-paivakoti-ja-koulu-uudisrakennus/>.

Kuvat 3.1.7.b. & 3.1.7.d. **Prointerior. 5/2017. Talvitien päiväkotit ja koulu**. Viitattu 14.12.2018. Saatavissa: <https://view.joomag.com/prointerior-5-2017/0171522001512129432?page=42>.

Kuvat 3.1.7.c. & 3.1.7.e. **Arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy**.

Kuvat 3.1.8.a., 3.1.8.c. & 3.1.8.d. **Arkkitehtitoimisto Tilatakomo. 2018. Ruusutorpan koulu**. Viitattu 14.12.2018. Saatavissa: <http://www.tilatakomo.fi/projektit/ruusutorpan-koulu/>.

Kuva 3.1.8.b. **Hellström. 2012. Pedagogiikkaa ja koulupolitiikkaa**. Viitattu 14.12.2018. Saatavissa: <http://pedagogiikkaa.blogspot.com/2012/09/espolauskoululaisten-vanhemmat.html>.

Kuvat 3.1.9.a., 3.1.9.b. & 3.1.9.d. **L2 Arkitekter. 2018. Bjørnsletta skole** [Bjørnslettan koulu]. Viitattu 14.12.2018. Saatavissa: <https://www.l2.no/prosjekt/bjornslatta-skole>.

Kuva 3.1.9.c. **L2 Arkitekter**.

Kuvat 3.1.10.a. & 3.1.10.c. **Arkkitehtipalvelu Oy. 2018. Satavuon koulu ja päiväkotit**. Viitattu 14.12.2018. Saatavissa: <https://www.arkkitehtipalvelu.fi/referenssit/satavuon-koulu-ja-paivakoti/>.

Kuva 3.1.10.b. **Arkkitehtipalvelu Oy**.

Kuvat 3.1.11.a., 3.1.11.b. & 3.1.11.d. **ArchDaily. 2013. Saunalahti School / VERSTAS Architects**. Viitattu 13.12.2018. Saatavissa: <https://www.archdaily.com/406513/saunalahti-school-verstas-architects>.

Kuva 3.1.11.c. **Verstas Arkkitehdit Oy**.

Kuvat 3.1.12.a., 3.1.12.c. & 3.1.12.d. **Finnish Architecture Navigator. 2018. Opinmäki School and Learning Centre** [Opinmäen koulu ja oppimiskeskus]. Viitattu: 13.12.2018. Saatavissa: <http://navi.finnisharchitecture.fi/en/opinmaki-school-and-learning-centre/>.

Kuva 3.1.12.b. **Arkkitehtitoimisto Esa Ruskeepää Oy. Opinmäki**. Viitattu: 13.12.2018. Saatavissa: <http://www.era.fi/index.html>.

Kuvat 3.1.13.a. & 3.1.13.b. **Tampereen Tilapalvelut Oy.**  
*Tesoman yhtenäiskoulu ja päiväkotiki, perusparannus ja uudisrakennus.* Viitattu: 13.12.2018. Saatavissa: <https://tampereentilapalvelut.fi/Asiakastarinat/tesoman-yhtenaiskoulu-ja-paivakoti-perusparannus-ja-uudisrakennus/>

Kuva 3.1.13.c. **Arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy.**

Kuvat 3.1.13.d. & 3.1.13.e. **Tampereen Tilapalvelut Oy.**

Kuvat 3.1.14.a., 3.1.14.d. & 3.1.13.e. **Vuores Palvelu Oy.**

Kuva 3.1.14.b. **Arkkitehtitoimisto Aarne von Boehm Oy.**  
*Vuores-talo, Vuoreksen koulu ja päiväkotiki Tampere.* Viitattu: 13.12.2018. Saatavilla: <http://www.arkboehm.fi/vuorestalo/>.

Kuva 3.1.14.c. **Arkkitehtitoimisto Aarne von Boehm Oy.**

Kuvat 4.1.1.a, 4.1.1.b., 4.1.1.c. & 4.2.4.a. **Mustila, L. 2017.**  
*Monikäyttöinen koulu – Joustavuudella ekologisuuksi tilasuunnitteluun* (Diplomityö). Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin laboratorio, Asuntosuunnittelu, Julkaisu 30, Juvenes Print – Suomen yliopistopaino Oy: ISBN 978-952-15-3963-3, ISSN 2489-429X.

Kuvat 4.1.2.a, 4.1.2.b., 4.1.2.c. & 4.1.2.d. **Nissilä, K. 2017.**  
*Energiätehokas kyläkoulu puusta – Lähes nollaenergiakoulu Laukaalle* (Diplomityö). Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin laboratorio, Asuntosuunnittelu, Julkaisu 28, Juvenes Print – Suomen yliopistopaino Oy: ISBN 978-952-15-3961-9, ISSN 2489-429X.

Kuvat 4.1.3.a, 4.1.3.b, 4.1.3.c & 4.1.3.d: **Vuorinen, J. 2017.**  
*Tulevaisuuden koulu – Arkkitehtuurin neljä näkökulmaa ekologiseen rakentamiseen* (Diplomityö). Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin laboratorio, Asuntosuunnittelu, Julkaisu 29, Juvenes Print – Suomen yliopistopaino Oy: ISBN 978-952-15-3962-6, ISSN 2489-429X.





Koulurakennusten arkkitehtisuunnittelu on kokenut muodonmuutoksen viime vuosina uuden opetussuunnitelman (OPS 2016) ja sen seurauksena uudenlaisen tilasuunnittelun myötä. Lisäksi koulut ovat muiden palvelurakennusten mukana ensimmäisten joukossa ottamassa käyttöön uudet energiatehokkuusmääräykset, sillä kaikkien uusien palvelurakennusten tulee olla lähes nollaenergiarakennuksia vuoden 2019 alusta lähtien. Sen lisäksi, että koulujen on vastattava toiminnallisuudeltaan ja viihtyisyydeltään käyttäjien tarpeisiin, ovat koulurakennukset useilla paikkakunnilla alueen identiteettiä korostavia, arkkitehtoniselta ilmeeltään näyttäviä rakennuksia, joiden ratkaisumallit voivat olla toisiinsa nähden hyvinkin erilaisia.

Tämä julkaisu on laadittu Tampereen teknillisen yliopiston (TTY) Arkkitehtuurin laboratorion Asuntosuunnittelun tutkimusryhmässä (ASUTUT). Tutkimus on toteutettu vuosina 2015–2018 osana TTY:n vetämää ja Business Finlandin (Tekes) rahoittamaa COMBI-haketta, jonka tavoitteena on ollut tarkastella palvelurakennusten energiatehokkuuden parantamista lähes nollaenergiatasoon kokonaisvaltaisesti. Tämän julkaisun takana on COMBI-hankkeen Arkkitehtonisten ratkaisujen vaikutus energiatehokkuuteen -työpaketti, jonka tarkoituksena on puolestaan ollut tarkastella energiatehokkuutta arkkitehtuurin ja tilasuunnittelun kautta tarkempana rajauksenaan muun muassa tämän julkaisun keskiössä olevat peruskoulut. Peruskoulut ja energiatehokkuus -julkaisun lisäksi työpaketti on tuottanut useita muita julkaisuja, kaikki aiheiltaan kytköksissä toisiinsa.

Tässä julkaisussa avataan peruskoulujen taustaa ja nykytilaa ennen kaikkea arkkitehtisuunnittelun näkökulmasta sekä esitellään useita 2000-luvun esimerkkikouluja Suomesta ja muualta Euroopasta. Näiden pohjalta pyritään toisaalta hahmottamaan peruskoulujen ratkaisumallien moninaisuutta ja toisaalta löytämään esimerkkikohteita yhdistäviä tekijöitä muodostetun ryhmittelyn kautta. Näiden lisäksi esimerkkikohteista tehtyjen havaintojen ja tutkimuksen perusteella esitetään tilallisia ja toiminnallisia suunnitteluperiaatteita peruskoulujen energiatehokkaan suunnittelun avuksi. Julkaisun tavoitteena on paitsi avata peruskoulurakentamisen nykytilaa, niin myös esittää tulevaisuuden keinoja energiatehokkaan ja laadukkaan peruskoulurakentamisen toteuttamiselle koulusuunnittelun parissa työskenteleville rakennus- ja energia-alan toimijoille. Näin ollen julkaisun näkökulmapareja ovat otsikon mukaisen peruskoulujen ja energiatehokkuuden lisäksi nykytila ja tulevaisuus sekä tilallisuus ja toiminnallisuus.

