



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Joona Löllö

# DIALUX EVON HYÖDYNTÄMINEN VALAISTUSSUUNNITTELUSSA

Tekniikka  
2020

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Joona Löllö
Opinnäytetyön nimi	DIALux evon hyödyntäminen valaistussuunnittelussa
Vuosi	2020
Kieli	suomi
Sivumäärä	48
Ohjaaja	Tapani Esala

---

Opinnäytetyöni tavoitteena oli suunnitella valaistus Kokkolan uuteen koulurakennukseen käyttäen apuna valaistuslaskennassa DIALux evoa. Koulurakennukseen tulevat tilat päiväkodille, esikoululle sekä alakoulun luokille 1-6. Valaistus on merkittävä osa oppimisympäristön viihtyvyyttä ja toimivuutta, joten suunnittelussa tulee olla erityisen huolellinen.

Valaistuslaskennan suoritin DIALux evon avulla ja perehdyinkin tarkemmin työvälineen laskennan toteutuksen toimivuuteen. Opinnäytetyössä käsitellään DIALux evon IFC-mallinnuksen tämänhetkisiä mahdollisuuksia sekä esitellään DWG-pohjakuvan avulla rakennettavaa koulurakennuksen syntyä. Opinnäytetyössä käydään myös läpi valaistuslaskennan suoritus DIALux evolla sekä laskennan dokumentointi.

Valaistussuunnittelu koulun uusiin tiloihin onnistui erinomaisesti. Opinnäytetyöstä käy myös ilmi, että tämänhetkiset mahdollisuudet DIALux evon IFC-mallinnuksella ovat rajalliset ja rajoittuvat vain ulkovalaistuksen suunnitteluun. DIALux evolla on kuitenkin mahdollista luoda erinomaiset valaistuslaskelmat hyödyntäen DIALux evon DWG-pohjakuvan avulla rakennettua laskentaympäristöä.

Opinnäytetyö ja koulun valaistussuunnittelu tehtiin yhteistyössä Granlund Pohjanmaan kanssa.

## ABSTRACT

Author	Joona Löllö
Title	Utilising DIALux Evo in Lighting Planning
Year	2020
Language	Finnish
Pages	48
Name of Supervisor	Tapani Esala

---

The aim of this thesis was to do a lighting plan for a new school building in Kokkola. The new school will have facilities for day-care center, pre-school and for classes from the first to sixth grade. This thesis as well as the lightning plan was made in cooperation with Granlund Pohjanmaa.

This thesis illustrates how to use DIALux evo to calculate the amount of lightning needed and how to document it. Some general directions for use were also devised. The current possibilities of DIALux evo IFC-simulation were also studied. The DWG floor plan was utilized in planning the lighting for the entire school building.

Lightning plays a big role in the learning environment and for that reason it is important to plan it accordingly. Good lighting will increase the pupil's comfort and concentration. Overall, the lightning plan for the new school building was successful. However, the current possibilities of DIALux evo IFC-simulation is limited and it works only well when planning outdoor lightning. DIALux evo has nonetheless potential of making excellent lightning calculations when using a calculation environment made by the DWG floor plan.

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

1	VALAISTUKSEN YLEISET PERUSSUUREET JA VAATIMUKSET.....	8
1.1	Valovoima.....	8
1.2	Luminanssi.....	8
1.2.1	Luminanssijakauma .....	8
1.3	Valovirta .....	8
1.4	Valaistusvoimakkuus.....	9
1.5	Väriämpötila .....	9
1.6	Värintoistoindeksi .....	10
1.7	Häikäisy .....	11
2	VALAISTUSSUUNNITTELU.....	12
2.1	Aloitusvaihe .....	12
2.2	Valaistuksen suunnittelun perusteet.....	12
2.3	Tilat ja niiden vaatimukset.....	12
2.3.1	Toimistotilat .....	13
2.3.2	Opetustilat .....	14
2.3.3	Päiväkodit ja leikkihuoneet .....	17
2.3.4	Liikuntasalit.....	17
2.3.5	Teknisen työn opetuksen tilat.....	19
2.3.6	Ruokalat ja keittiöt.....	20
2.4	Valaisinvalinnat ja laskennan periaatteet .....	20
2.4.1	Opetustilat ja toimistotilat .....	21
2.4.2	Liikuntasali .....	22
2.4.3	Teknisen työn opetuksen tilat.....	22
2.4.4	Ruokala ja keittiö.....	23
2.4.5	Soluaulat.....	23
3	DIALUX EVON KÄYTTÖÖNOTTO.....	25
3.1	DIALux evon käyttö DWG-pohjakuvalalla. ....	25

3.1.1	Valaistuksen lisääminen sekä laskennan käyttö .....	31
3.2	IFC-mallin tuominen DIALux evoon.....	35
3.3	Ulkovalojen sijoittelu ja laskenta DIALux evon-mallinnuksen avulla... ..	37
3.4	Tulostusasetukset. ....	44
4	YHTEENVETO .....	47
	LÄHTEET .....	48

## KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

<b>Kuva 1.</b> xy-väriavaruus Kelvin-asteikolla. /10/ .....	10
<b>Kuva 2.</b> Nimellinen korreloitu värilämpötila. (CCT) /10/.....	10
<b>Kuva 3.</b> Valaisinvalmistajien käyttämä kuvio urheilutiloihin soveltuvasta valaisimesta. /14/ .....	18
<b>Kuva 4.</b> D-merkintä viittaa valaisimen pintalämpötilan rajoittamiseen. /14/.....	20
<b>Kuva 5.</b> Glamox C95R 600x600. /11/.....	21
<b>Kuva 6.</b> Liikuntasalin valaisin. /12/ .....	22
<b>Kuva 7.</b> Proton lightongin Naiad led-valaisin. /13/ .....	22
<b>Kuva 8.</b> Ruokalan valaisin. /17/.....	23
<b>Kuva 9.</b> Soluulaan valittu valaisin /18/.....	24
<b>Kuva 10.</b> DIALux evoon muodostettuja tiloja. /19, 20/.....	25
<b>Kuva 11.</b> Käyttötason hallinta. /19/.....	26
<b>Kuva 12.</b> Alakaton luonti. /19/.....	26
<b>Kuva 13.</b> Tilaelementtien esimerkiksi portaiden tai pylväiden piirto. /19/.....	27
<b>Kuva 14.</b> Rakennusten aukkojen esimerkiksi ovien tai ikkunoiden piirto. /19/ ...	27
<b>Kuva 15.</b> Materiaalien piirtoon käytettävät työkalut. /19/.....	28
<b>Kuva 16.</b> Huonekalujen piirtoon käytettävät työkalut. /19/ .....	28
<b>Kuva 17.</b> Aukkojen tekemiseen käytettävät työkalut. /19/.....	29
<b>Kuva 18.</b> Kotipesä 3. /19, 20/ .....	30
<b>Kuva 19.</b> Ruokalan korkea tila. /19, 20/.....	30
<b>Kuva 20.</b> DIALux evon valaisimien sijoittelutoimintoja. /19/ .....	31
<b>Kuva 21.</b> Tilaan sijoitetut valaisimet. /19, 20/.....	32
<b>Kuva 22.</b> Valaisimen ominaisuuksia. /19/.....	32
<b>Kuva 23.</b> Energiankulutuksen seuranta. /19/ .....	33
<b>Kuva 24.</b> Käyttötason laskennan tulokset isolux-käyrillä sekä vääräväreillä. /19, 20/ .....	34
<b>Kuva 25.</b> IFC-tuontiohjelman ohjeet. /19/.....	35
<b>Kuva 26.</b> IFC-tuotavat kerrokset. /19/.....	35
<b>Kuva 27.</b> IFC-tuotavat objektityypit. /19 .....	35
<b>Kuva 28.</b> IFC-mallin luoma rakennus. 1/2. /19, 20/.....	36
<b>Kuva 29.</b> IFC-mallin luoma rakennus. 2/2. /19, 20/.....	37

<b>Kuva 30.</b> Alueen määrittely. /19, 20/ .....	37
<b>Kuva 31.</b> Alueen asetelut. /19/.....	38
<b>Kuva 32.</b> Began ulkovalaisin DIALuxissa. /19/ .....	39
<b>Kuva 33.</b> Esimerkkikuvia ulkovalaistustilanteista. 1/2. /19, 20/ .....	40
<b>Kuva 34.</b> Esimerkkikuvia ulkovalaistustilanteista. 2/2. /19, 20/ .....	40
<b>Kuva 35.</b> Materiaalivalikko. /19/ .....	41
<b>Kuva 36.</b> Koulun ulkovalaistus. 1/3. /19, 20/ .....	42
<b>Kuva 37.</b> Koulun ulkovalaistus. 2/3. /19, 20/ .....	42
<b>Kuva 38.</b> Koulun ulkovalaistus. 3/3. /19, 20/ .....	43
<b>Kuva 39.</b> Tulostusasetusten muokkaaminen. /19/.....	44
<b>Kuva 40.</b> Mallivalikoima. /19/.....	44
<b>Kuva 41.</b> Oman mallin luominen 1/2. /19/ .....	45
<b>Kuva 42.</b> Oman mallin luominen 2/2. /19/ .....	45
<b>Kuva 43.</b> Dokumenttiin lisätty näkymä. /19, 20/ .....	46
<b>Taulukko 1.</b> Värintoistoluokat /1/ .....	10
<b>Taulukko 2.</b> Standardin EN12464-1-2011 määrittämät valaistusvaatimukset toimistotiloille. /8/.....	14
<b>Taulukko 3.</b> Standardin EN12464-1-2011 määrittämät valaistusvaatimukset opetustiloihin. /7/ .....	16
<b>Taulukko 4.</b> Standardin EN12464-1-2011 määrittämät valaistusvaatimukset päiväkotiin. /7/ .....	17
<b>Taulukko 5.</b> Standardin EN12464-1-2011 määrittämät valaistusvaatimukset liikuntasalituloille. /7/ .....	18
<b>Taulukko 6.</b> Standardin EN12464-1-2011 määrittämät valaistusvaatimukset teknisen työn opetuksen tiloille sekä käsityöluokille. /15/.....	19
<b>Taulukko 7.</b> Standardin EN12464-1-2011 määrittämät valaistusvaatimukset kouluruokaloille sekä keittiöille. /7/ .....	20

# 1 VALAISTUKSEN YLEISET PERUSSUUREET JA VAATI- MUKSET

## 1.1 Valovoima

”Valovoima (I) kuvaa valonlähteestä tiettyyn suuntaan lähtevää valon voimakkuutta, intensiteettiä. Valovoima on valaisutekniikan perussuure, josta muut yksiköt on johdotettu. Valovoiman yksikkö on kandela (cd). Yksi kandela vastaa likimain yhden kynttilän valovoimaa.” /1/

## 1.2 Luminanssi

” Luminanssi (L) eli valotiheys määritellään pinnasta havaitsijan suuntaan lähtevän valovoiman ja projektiopinta-alan suhteena. Luminanssin yksikkö on  $\text{cd/m}^2$ .” /1/. Ihmissilmä havaitsee luminanssin pinnankirkkautena eli mitä suurempi luminanssi pinnalla on, sitä kirkkaammalta pinta näyttää. Luminanssi ilmaisee siis kohdekappaleen pintakirkkauden. /5/

### 1.2.1 Luminanssijakauma

Silmien sopeutumistaso määräytyy näkökentässä luminanssijakauman avulla. Luminanssijakauma vaikuttaa suoraan kohteen näkyvyyteen. Liian suuret luminanssit aiheuttavat häikäisyä, jotka johtuvat suurista valaistusvoimakkuuksista sekä paljon heijastavista pinnoista. Voimakkaat luminanssierot aiheuttavat silmien väsymystä jatkuvien sopeutumistasojen muuttamisen takia. Luminanssieroja voidaan vähentää mahdollisimman tasaisella valaistusvoimakkuudella. /5/

## 1.3 Valovirta

”Valovirta ( $\Phi$ ) kuvaa valonlähteen lähettämää valon määrää määrätyllä hetkellä. Se saadaan, kun valonlähteen säteilytehoa painotetaan silmän tappisolujen suhteellisella silmänherkkyydellä. Valovirran yksikkö on lumen (lm).” /1/

## 1.4 Valaistusvoimakkuus

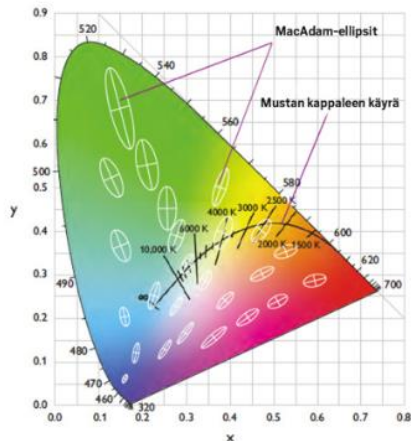
”Valaistusvoimakkuus (E) kertoo pinnalle saapuvan valovirran tiheyden. Valaistusvoimakkuuden yksikkö on luks (lx), jonka valovirran avulla lausuttuna on  $\text{lm/m}^2$ . Valaistussuunnittelu perustuu osittain riittävän valaistusvoimakkuuden saavuttamiseen näkökohteessa. Useimmiten näkökohde on vaakatasossa olevalla pinnalla, mutta erilaisissa näkötehtävissä valaistusvoimakkuus voidaan määrittää myös muilta pinnoilta, esimerkiksi

- pystypinnan valaistusvoimakkuus
- pallovalaistusvoimakkuus
- puolipallovalaistusvoimakkuus
- sylinterivalaistusvoimakkuus
- puolisynterivalaistusvoimakkuus” /1/

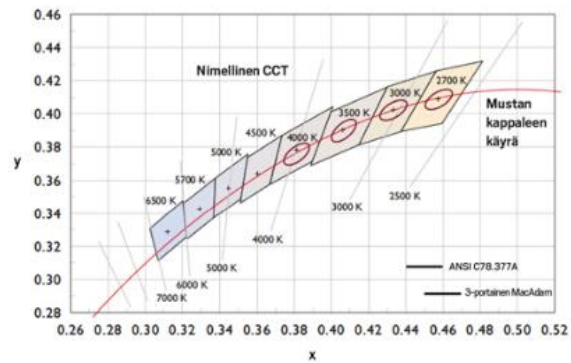
## 1.5 Värilämpötila

Valon värilaji määritellään värilämpötilan avulla. Värilämpötilayksiköinä käytetään Kelvin-asteita (K). Kelvin-asteikko on suunniteltu alun perin hehkuvan mustan kappaleen värin mittaamiseen. Hehkulampussa kelvinarvon värilämpötila on sama kuin hehkulangan todellinen lämpötila, kun taas loisteputkissa sekä ledeissä käytetään korreloitua värilämpötilaa (CCT). /2/

Ledit luokitellaan niiden värikoordinaattien perusteella. Luokittelua kutsutaan binning-järjestelmäksi. Luokittelu perustuu tiedemiehen nimeltä MacAdam:in luomaan MacAdamien ellipsien malliin, jolla määritellään ihmissilmän herkyys tunnistaa värejä, kun liikutaan värikoordinaatistossa X- ja Y-suunnassa. Kuvassa 1 näemme värilämpötilan xy-väriavaruus asteikolla. /9/



**Kuva 1.** xy-väriavaruus Kelvin-asteikolla. /10/



**Kuva 2.** Nimellinen korreloitu väriämpötila. (CCT) /10/

## 1.6 Värintoistoindeksi

Värintoistoindeksillä kuvataan valonlähteen kykyä toistaa värejä vertailuvalonlähteeseen. Yleinen värintoistoindeksi eli  $R_a$ -indeksi määritellään arvojen 0-100 väliin. Indeksien määrittäminen perustuu kahdeksaan testiväriin värin vertaillaan Plancin säteilijään tai päivänvalostandardeihin. Alle 5000 kelvinin valonlähteitä vertaillaan Plancin säteilijään eli mustaan kappaleeseen. Yli 5000 kelvinin valonlähteitä vertaillaan päivänvalostandardeihin. Taulukossa 1 nähdään värintoistoluokat ja niiden värintoisto-ominaisuuden sekä  $R_a$  arvot. /1/

**Taulukko 1.** Värintoistoluokat /1/

Värintoistoluokka	Värintoisto-ominaisuudet	$R_a$
1A	erittäin hyvät	$R_a \geq 90$
1B	hyvin hyvät	$80 \leq R_a < 90$
2	hyvät	$60 \leq R_a < 80$
3	tyydyttävät	$40 \leq R_a < 60$
4	välttävät	$20 \leq R_a < 40$

## 1.7 Häikäisy

Suora häikäisy on valonlähteestä suoraan silmään tulevaa häikäisyä, kun taas epäsuora häikäisy on pinnalta heijastuvaa häikäisyä. Häikäisy aiheuttaa silmässä ikävää tunnetta sekä heikentää yksityiskohtien näkemistä. Häikäisyn kaksi eri muotoa ovat kiusahäikäisy sekä estohäikäisy. Kiusahäikäisy aiheuttaa epämiellyttävää tunnetta silmässä, mutta ei estä kohteen näkemistä. Estohäikäisy on häikäisy, joka aiheuttaa verkkokalvolla olevan kuvan päälle harsoluminanssin ja täten vaikeuttaa kohteen näkemistä. Sisätilojen häikäisyä arvioidaan kiusahäikäisyindeksin eli UGR (=Unified glare rating) avulla. Ulkovalaistuksen häikäisyä arvioidaan estohäikäisyindeksin eli GR (=glare rating) arvon avulla. Häikäisy syntyy, kun ympäristön luminanssimäärä on niin suuri, ettei silmä enää totu siihen. Häikäisy johtuu usein väärin suunnatusta tai sijoitetusta valaisimesta, myös valaisimen valonjaolla on suuri vaikutus häikäisyyn. /1, 5, 6/

## 2 VALAISTUSSUUNNITTELU

### 2.1 Aloitusvaihe

Valaistussuunnittelu koulurakennukseen aloitettiin tutustumalla tiloihin, tilojen asettamiin vaatimuksiin sekä tilaajan vaatimuksiin tiloista ja ratkaisuisista.

### 2.2 Valaistuksen suunnittelun perusteet

Tällä hetkellä Suomessa ja muualla EU:n alueilla käytetään valaistussuunnittelun perusteena sisävalaistusstandardia SFS-EN 12464-1-2011.

Työssä suunniteltu valaistus pohjautuu SFS-EN 12464-1-2011 standardin määräyksiin. /3/

### 2.3 Tilat ja niiden vaatimukset

Valaistussuunnittelun kohteena toimi koulurakennus, jonka pääkäyttäjiä ovat opettajat, alakoululaiset sekä päiväkotikäiset lapset.

Rakennuksen tärkeimmät tilat listattuna sekä tilaajan asettamat vaatimukset tilan valaistusvoimakkuudelle:

• Toimistotilat	500-600lx
• opetustilat	500-600lx
• liikuntasali	300-400lx
• käsityö ja teknisen työn tilat	400-500lx
• tekniset tilat	700-1000lx
• sosiaalitilat	200-300lx
• käytävätilat, aulatilat ja ruokala	200-300lx
• keittiöt	400-500lx
• varastot	150-200lx

Tilaajan vaatimuksissa myös kiellettiin riippuvat pölyä keräävät valaisimet.

### 2.3.1 Toimistotilat

Toimistotiloissa suora-/epäsuora valonjaon valaisin on hyvä ratkaisu. Epäsuora valo, esimerkiksi ripustettava ylävalollinen valaisin, saa huoneen tuntumaan suuremmalta ja valoisaammalta. Ihanteellinen paikka ripustettavalle valaisimelle on oikeakätisen työntekijän takavasemmalle sijoitettuna, mutta usein kuitenkin tämä ei ole mahdollista liikuteltavien työpisteiden takia. Upotettavaa valaisinta täydennetään usein työpistevalaisimella, jotta työntekijä voi asettaa itselleen sopivan valaistuksen ja suunnan. Mikroprismaoptiikka ehkäisee häikäisyä ja tuottaa tasaisen valaistuksen ja on suosittu optiikka toimistovalaisimissa.

Taulukossa 2 näkyy standardin EN12464-1-2011 asettamat vaatimukset valaistusvoimakkuuden häikäisyarvon tasaisuuden ja värintoistoindeksin kannalta.

Toimistoissa, joissa työskennellään paljon ihmisten kanssa, on tärkeä ottaa huomioon visuaalisen viestinnän olosuhteet. Tämä tarkoittaa sitä, että keskustelukumppanit pystyvät näkemään toistensa kasvot ja lukemaan niistä ilmeitä. Keskustelukumppanin tarkka näkeminen ehkäisee siis väärinymmärryksiä. Visuaalisen viestinnän olosuhteita voidaan mitata katto- ja seinäpintojen valaistusvoimakkuudella sekä sylinterivalaistusvoimakkuudella. Avotoimistoissa vähimmäisvaatimus seinäpintojen valaistusvoimakkuudeksi on 75 luksia. Kattopinnoissa vähimmäisvaatimukseksi on annettu 50 luksia. Sylinterivalaistusvoimakkuudeksi 1,6 metrin korkeudella henkilön seisoessa ja 1.2 metrin korkeudella henkilön istuessa, on vähimmäisvaatimukseksi annettu 150 luksia. /8/

**Taulukko 2.** Standardin EN12464-1-2011 määrittämät valaistusvaatimukset toimistotiloille. /8/

Tila, tehtävä tai toiminta	Valaistusvoimakkuus (E <sub>m</sub> )	Häikäisyarvo (UGR <sub>L</sub> )	Tasaisuus (U <sub>0</sub> )	Värintoistoindeksi (R <sub>a</sub> )
Toimistot, kirjoittaminen, konekirjoittaminen, lukeminen, tietojenkäsittely	500	19	0,6	80
Kokous- ja neuvotteluhuoneet	500	19	0,6	80

### 2.3.2 Opetustilat

Opetustilojen valaistustekniikka on tärkeä oppilaiden ja opettajien jaksamisen sekä keskittymisen kannalta. On siis tärkeää, että opetustilojen valaistus on hiottu huippuunsa sekä ohjauksen että valaisinten osalta.

Valaistusvoimakkuudelle tavallisimmissa opetustiloissa annetaan standardissa 300 luksista 500 luksiin työtasoilla. Aikuisopiskelussa vaaditaan hieman tehokkaampaa valaistusta, kun taas perusopetuksessa pärjätään vähän vähemmällä valaistusvoimakkuudella. Taideoppilaitokseen suositellaan vaativan työskentelyn takia valaistusvoimakkuudeksi 750 luksia. Teknisen piirtämisen luokat ovat ennen vaatineet 750 luksin valaistusvoimakkuuden, mutta nykyään suurin osa piirtämisestä tapahtuu tietokoneavusteisesti, jolloin valaistusvoimakkuudeksi riittää 500 luksia. Ammatillisten oppilaitosten valaistusvoimakkuuksiin ei standardissa juuri oteta kantaa, mutta tarpeelliseksi valaistusvoimakkuudeksi voidaan tarkkuutta vaativien näkötehtävien takia suositella 500-750 luksia. Valaistusvoimakkuutta voidaan madaltaa työalueen välittömässä lähiympäristössä. Opetustilojen kirjoitustauluille pystysuora valaistus on tärkeä, jottei valaistus häikäise ja sotke kirjoitustaululle näkemistä. Kirjoitustauluille valaistusvoimakkuussuositus on 500 luksia.

Tasaisuus opetustilassa tulee olla vähintään  $U = 0,6$  työalueella. Opiskelutilojen tasainen valaistus on suositeltavaa myös työpisteiden sijoittelu muutosten kannalta.

#### Opetustilojen väriominaisuudet

Opetustiloissa tärkeää on, että valaistus toistaa pintavärejä luonnollisesti sekä tasapainoisesti. Valon värintoiston tulee olla hyvä tai erinomainen värintoistoluokissa 1A ja 1B. Pääsääntöisesti oppilaitoksissa käytetään valaisimia, joiden väriämpötila on 4000 K viileä valkoinen, mutta on huomattu, että vaativaa keskittymistä tarvittavissa tiloissa väriämpötila voisi olla korkeampi, 5000 K tai jopa 6000 K.

Oppimista tukevia valaistusjärjestelmiä on saatavissa myös väriämpötilan säädöllä, jolloin voidaan tehdä asetteluja eri väriämpötiloihin. Rauhoittavia tilanteita varten valittaisi 2700 K, 4000 K tavallisia tilanteita varten, 6000 K keskittymistä parantava tilanteita varten sekä 12000 K virkistäviä tilanteita varten.

#### Häikäisy ja heijastukset

Opetustiloissa häikäisyn rajoittaminen on erityisen tärkeää näkötehokkuuden sekä silmien väsymisen kannalta. Suurimassa osassa opetustiloja käytetään nykyään tietoteknisiä laitteita, jolloin huonetta on suositeltavaa käsitellä näytepäätetyötilana Standardin EN12464-1-2011 mukaan.

UGR eli häikäisyindeksiä käytetään sisätilojen valaistuksen kiusahäikäisyn arviointiin. UGR-arvot ovat 10-28 välissä, mikä tarkoittaa, että mitä suurempi UGR-arvo sitä suurempi kiusahäikäisy. Opetustiloissa UGR-arvon tulee olla pienempi kuin 19 Standardin EN12464-1-2011 mukaan.

Häikäisyn vähentämiseksi on monia vaihtoehtoja. Häikäisyä voidaan vähentää epäsuoralla valaistuksella, jolloin kasvatetaan esimerkiksi kattopinnan valoisuutta.

Suoraa valaistusta käytettäessä tulee häikäisyn pienentämiseksi käyttää hyvin häikäisysojattuja valaisimia. Loisteputkivalaisimia käytettäessä matalaluminanssi-

tai lamellihäikäisysuojat toimivat parhaiten. Jos taas käytetään esimerkiksi alakattoon asennettavaa led-paneelia, mikroprismahäikäisysuojat ovat hyvä vaihtoehto.

Valaisimen häikäisysuojien pintakirkkaus ei saa luminanssiltaan ylittää yli 65 asteen kulmissa  $3000\text{cd/m}^2$ . Pintakirkkauden suositusarvot ovat viime vuosina nousseet näyttöpäätteiden erottelukyvyn ja heijastamattoman pinnan parantuessa. /4/

Taulukosta 3 näemme eri opetustilojen valaistusvaatimukset standardin EN12464-1-2011 mukaan.

**Taulukko 3.** Standardin EN12464-1-2011 määrittämät valaistusvaatimukset opetustiloihin. /7/

Tila, tehtävä tai toiminta	Valaistusvoimakkuus ( $E_m$ )	Häikäisyarvo (UGR <sub>L</sub> )	Tasaisuus ( $U_0$ )	Värintoistoindeksi ( $R_a$ )
Luokkahuoneet, opetustilat	300	22	0,6	80
Luokkahuoneet iltakäytössä tai käyttö aikuisopiskelijoille	500	19	0,6	80
Liitutaulut ja kirjoitustaulut	500	19	0,7	80
Auditorio, luentosali	500	19	0,6	80

### 2.3.3 Päiväkodit ja leikkihuoneet

Päiväkodeissa lapset opettelevat uusia asioita maailmasta näkö- ja tuntoaistin avulla. Onkin tärkeää, että valaistus lisää uteliaisuutta. Visuaalinen havainnointikyky sekä hienomotoriset taidot kehittyvät 12 ikävuoteen asti. Syvyysnäön parantamiseksi on tiloissa tärkeää käyttää suoraa valoa. Suora valo luo erimuotoisia varjoistumia, jotka parantavat huoneen syvyysvaikutelmaa ja mahdollistavat kolmiulotteisten esineiden hahmottamisen sekä niiden etäisyyksien arvioimisen. Tärkeää on, että valaisimen häikäisykyky on vähäinen ja värinointo on hyvä. Valaistus huoneessa tulee suunnitella monikäyttöiseksi. Valaistus tulee olla säädettävissä eri tilanteita varten omanlaisekseen, esimerkiksi rentoutumista, lukemista sekä syömistä varten tulee olla mahdollisuus säätää valaistusvoimakkuutta. Värilämpötilan säädöllä on todistetusti hyvä vaikutus lasten kehittymiskykyyn sekä ylivilkkauden vähentämiseen. Taulukosta 4 näemme eri päiväkodin ja leikkihuoneiden valaistusvaatimukset Standardin EN12464-1-2011 mukaan. /7/

**Taulukko 4.** Standardin EN12464-1-2011 määrittämät valaistusvaatimukset päiväkotiin. /7/

Tila, tehtävä tai toiminta	Valaistusvoimakkuus (E <sub>m</sub> )	Häikäisyarvo (UGRL)	Tasaisuus (U <sub>0</sub> )	Värinointoindeksi (R <sub>a</sub> )
Päiväkoti, leikkihuoneet ja lastenhuoneet	300	22	0,4	80
Päiväkoti, askarteluhuoneet	300	19	0,6	80

### 2.3.4 Liikuntasalit

Liikuntasalit ovat suunnittelun kannalta hieman erilaisia. Liikuntasalit ovat korkeita tiloja, joissa sekä urheillaan että järjestetään erilaisia tilaisuuksia. Valaistuksessa on otettava huomioon monipuolinen valaistuksen käyttö sekä valaisinten kestävyys ja turvallisuus. Valaistuksen sijoittelussa otetaan huomioon pallot sekä muut urheiluvälineet. Valaisimet tulee sijoittaa siten, että valaisinten päälle ei voi

jäää urheiluvälineitä sekä valaisinten turvallisuus on taattava, jotta valaisimisesta ei tipahda osuman takia mitään alas. Valaisin on siis hyvä varustaa turvavaijereilla, suojaritilöillä sekä erikoispidikkeillä. Valaisinvalmistajat ovat ottaneet hyvin huomioon liikuntapaikkojen tarpeet ja useiden valaisinvalmistajien valaisintiedoissa nähdäänkin kuvan 3 mukainen pallokuvio, joka takaa valaisimen turvallisen käytön urheilutiloissa.



**Kuva 3.** Valaisinvalmistajien käyttämä kuvio urheilutiloihin soveltuvasta valaisimesta. /14/

Liikuntasalin käyttö on yleistä myös muissa tapahtumissa urheilun lisäksi, joten valaistuksessa tulee olla huomioituna tilan jakaminen sekä himmennys, esimerkiksi näytöstä tai muuta tilaisuutta varten.

Valaistustekniset periaatteet yleisellä tasolla vastaavat opetustiloissa käytettävää valaistusta. Liikuntasuoritusta ajatellen riittää keskimäärin 300 luksia työtasolta mitattaessa. Jos taas liikuntasalia käytetään tutkinto- tai luentosalina, tulee noudattaa luentosalin valaistussuositusta, joka on 500 luksia työtasolta mitattuna. Valon häikäisy on tärkeä huomioida, sillä kirkkaat valopisteet voivat tietyissä urheilulajeissa häikäistä pelaajan, jolloin urheilusuoritus häiriintyy. Standardissa EN 12464 määritellään häikäisyn minimivaatimukseksi  $UGR_L = arvoksi 22$ .

**Taulukko 5.** Standardin EN12464-1-2011 määrittämät valaistusvaatimukset liikuntasalitaloille. /7/

Tila, tehtävä tai toiminta	Valaistusvoimakkuus ( $E_m$ )	Häikäisyarvo ( $UGR_L$ )	Tasaisuus ( $U_0$ )	Värinointoindeksi ( $R_a$ )
Urheiluhallit, voimistelusalit, uima-altaat.	300	22	0,6	80

Tärkeä huomio on, että käytetäänkö liikuntasalia kilpaurheiluun, jolloin valaistuksen suunnitteluun käytetään standardia EN12193. Suurin vaikutus valaistukseen on kuitenkin, jos kilpaurheilua kuvataan esimerkiksi televisiota varten, jolloin valaistusvaatimukset muuttuvat erittäin tiukoiksi. Enemmän aiheesta löydät kansainvälisen valaistuskomission suosituksista CIE 83. /4/

### 2.3.5 Teknisen työn opetuksen tilat

Tilanteessa, jossa teknisen työn tilat luokitellaan palovaaralliseksi tiloiksi palavien pölyjen ja kuitujen takia, on huomioitava palovaarallisten tilojen säädökset valaisimille. Palovaarallisissa tiloissa valaisinten pintalämpötila vikatapauksessa tulee olla rajoitettu sekä valaisinten tulee olla muodoltaan sen tyyppisiä että pölyä tai kuituja ei valaisinten päälle voi kerääntyä vaarallista määrää. Valaisin, joka on merkitty kuvan 4 mukaisella D kirjaimella tai standardinumerolla EN 60598-2-24 soveltuu palovaarallisiin tiloihin, sillä valaisimen pintalämpötila on rajoitettu 90 asteeseen alueille, joille pölyä voi kerääntyä. /16/ Taulukosta 6 selviää oppilaitokseen määritellyt Standardin EN12464-1-2011 mukaisia valaistusvoimakkuuden, häikäisyn ja värinointi-ominaisuuksien vähimmäisvaatimuksia teknisen työn tiloihin sekä käsityöluokkiin.

**Taulukko 6.** Standardin EN12464-1-2011 määrittämät valaistusvaatimukset teknisen työn opetuksen tiloille sekä käsityöluokille. /15/

Tila, tehtävä tai toiminta	Valaistusvoimakkuus (E <sub>m</sub> )	Häikäisyarvo (UGRL)	Tasaisuus (U <sub>0</sub> )	Värinointiindeksi (R <sub>a</sub> )
Teknisen työn opetus-tilat	500	19	0,6	80
Käsityöluokat	500	19	0,6	80



**Kuva 4.** D-merkintä viittaa valaisimen pintalämpötilan rajoittamiseen. /14/

### 2.3.6 Ruokalat ja keittiöt

Keittiö on ruokalan kokkien työaluetta, joten ruokala on hyvän hygienian ja työturvallisuuden kannalta valaistava hyvin. Ruuan esillepanon ja houkuttelevuuden kannalta korkea värinointo tuo ruuan oikeat värit esille. Taulukossa 7 esitetään Standardin EN12464-1-2011 määrittämät valaistusvaatimukset koulun ruokalalle sekä keittiölle.

**Taulukko 7.** Standardin EN12464-1-2011 määrittämät valaistusvaatimukset kouluruokaloille sekä keittiöille. /7/

Tila, tehtävä tai toiminta	Valaistusvoimakkuus (E <sub>m</sub> )	Häikäisyarvo (UGR <sub>L</sub> )	Tasaisuus (U <sub>o</sub> )	Värinointoindeksi (R <sub>a</sub> )
Kouluruokala	200	22	0,4	80
Koulukeittiö	500	22	0,6	80

### 2.4 Valaisinvalinnat ja laskennan periaatteet.

Valaisinvalinnat aloitettiin kartoittamalla tilojen vaatimuksia ja tilojen yleisilmettä. Karkeasti ajateltiin, että kaikkiin alakatollisiin toimisto- ja luokkahuoneisiin tulisi upotettavaa 600x600 led-paneelia. Käytävälle pienempää upotettavaa neliön muotoista valaisinta. IV-konehuoneeseen, varastoihin ja muihin säilytystiloihin pintamallin led-valaisinta. Erikoisempia valaistusratkaisuja ajateltiin yhdessä arkitehdin kanssa ruokalan korkeaan tilaan sekä soluauloihin. Kaikki valaisimet va-

rustetaan Dali-liitännällä varasto- ja WC-tiloja lukuun ottamatta. WC- ja varastotilat varustetaan liiketunnistinvalaisimella tai erillisillä liiketunnistimilla. Värilämpötilana käytettiin koko koulun alueella 4000 K, joka on suositeltu värilämpötila opetusympäristöihin. Tilojen valaistusvoimakkuus laskettiin käyttäjän määrittelemien arvojen mukaan. Värintoistoindeksi valaisimiin valittiin sisävalaistusstandardin EN12464-1-2011 mukaan. Laskennassa huomioitiin standardin EN12464-1-2011 mukaiset tasaisuuden ja häikäisyn vaatimukset.

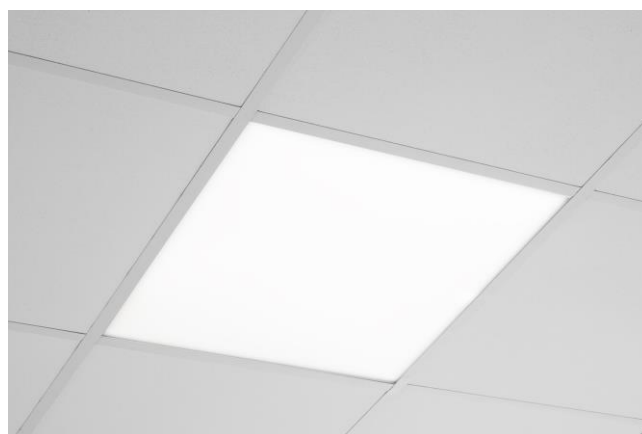
Tilaajan vaatimuksissa mainittiin riippuvien pölyä keräävien valaisimien välttämistä, joten valaisinsuunnittelussa karsittiin pois kaikki ripustettavat valaisimet.

Valitsemani valaisimet ovat esimerkkejä. Saman tyyppisiä valaisimia löytyy myös muilta valaisintoimittajilta.

#### **2.4.1 Opetustilat ja toimistotilat**

Koulurakennuksessa on opetustiloja sekä koululaisille että päiväkotilaisille. Opetustiloihin sekä toimistoihin laskettiin valaistusvoimakkuudeksi tilaajan määrittämä 500-600 luksia. Optiikkana käytettiin mikroprismaa häikäisyn minimoimiseksi. Värintoistoarvoksi määrätään standardissa oppilaitoksiin  $R_a > 80$ .

Valaisimeksi valikoitui Glamoxin upotettava C95R 600x600 led-paneeli. Valaisin on kuvan 5 mukainen.



**Kuva 5.** Glamox C95R 600x600. /11/

## 2.4.2 Liikuntasali

Liikuntasaliin valittiin Glamoxin upotettava C51-R korkealaatuinen urheiluhalli-valaisin. Valaisimen värintoisto  $R_a > 80$ . Liikuntasaliin laskettiin valaistusvoimakkuudeksi 400 luksia.



**Kuva 6.** Liikuntasalin valaisin. /12/

## 2.4.3 Teknisen työn opetuksen tilat

Teknisen työn tiloihin valittiin Proton lightongin Naiad led. Valaisin on matalarakenteinen led-valaisin D-merkinnällä. Valaisimen värintoisto  $R_a > 80$ . Teknisen työn tiloihin laskettiin valaistusvoimakkuudeksi käyttäjän määrittämä 400-500 luksia.



**Kuva 7.** Proton lightongin Naiad led-valaisin. /13/

#### 2.4.4 Ruokala ja keittiö

Ruokalaan haettiin yhdessä arkkitehdin kanssa hieman erilaista valaistuksen ilmettä normaaliin verrattuna ja lopulliseksi valinnaksi päätyi valoviiva. Ruokala on noin 7 metrin huonekorkeudella iso avoin tila, jonka kattomateriaali on puurimaa. Valaisimen asennus toteutettaisiin pintamallin valaisimella, joka asennettaisiin puuriman väleihin.

Käyttöön valikoitui Purson SNEP MODE CR-valaisin. Kuvassa 8 näemme SNEP MODE CR upotettavan mallin. Ruokalaan laskettiin käyttäjän määrittämä 200-300 luksia. Valaisimen värintoisto ja laskennan tasaisuus ja häikäisy määritettiin Standardin EN12464-1-2011 mukaan.



**Kuva 8.** Ruokalan valaisin. /17/

#### 2.4.5 Soluaulat

Soluaulat ovat sisääntuloaulan ja luokkahuoneiden välissä yhdisteltäviä tiloja. Soluauloihin haettiin ilmettä pyöreillä pintamallin erivärisillä ja erikokoisilla valaisimilla. Käyttöön valikoitui elektro-valon pyhimys -mallisto. **(Kuva 9.)** Soluauloihin laskettiin valaistusvoimakkuudeksi opetustilojen mukainen 500-600 luksia. Optiikkana käytettiin luokkahuoneiden tapaan mikroprismaa, jotta luokkahuoneiden yhdistely soluauloihin olisi toimiva myös valaistuksen osalta.



**Kuva 9.** Soluulaan valittu valaisin /18/

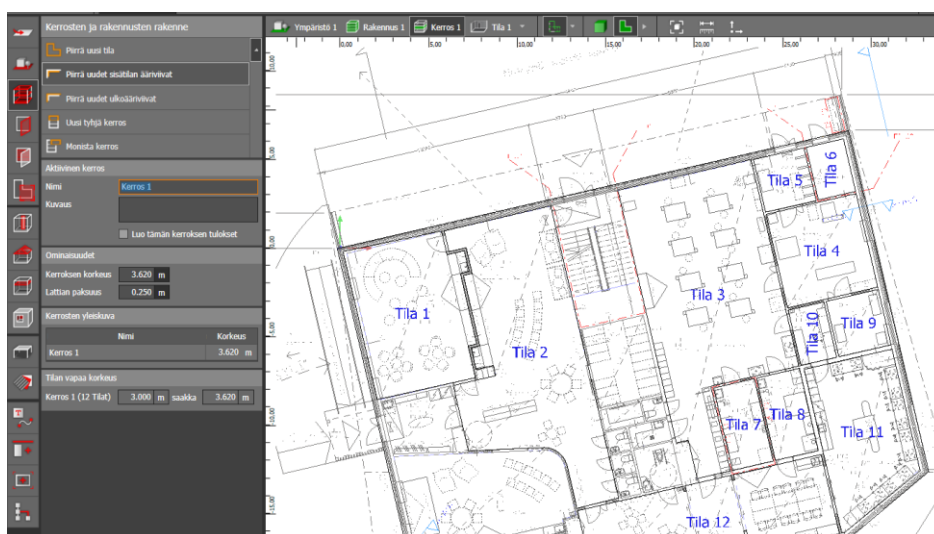
### 3 DIALUX EVON KÄYTTÖÖNOTTO

Käytössämme oli DIALux evon versio 8.2, joka on IFC-mallin tuomiseen BETA-versio.

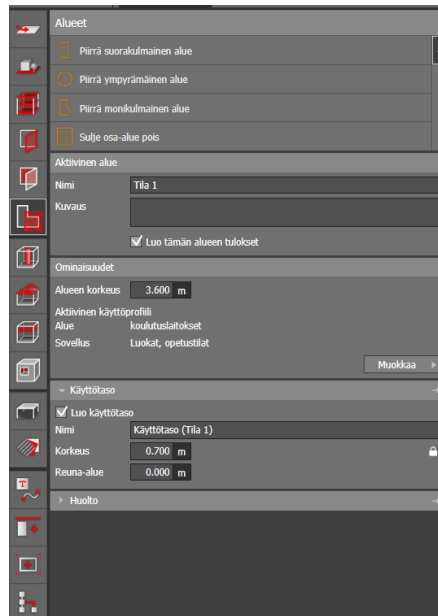
#### 3.1 DIALux evon käyttö DWG-pohjakuvalla.

Haetaan suunniteltavan projektin DWG-pohjakuva ja liitetään projektiin, jonka jälkeen piirretään rakennuksen ulkoelementit sekä määritellään kerroksen korkeus. Seuraavaksi luodaan tilat. Tilojen luonti on suhteellisen nopeaa ja helppokäyttöistä. Tilan luonti toteutetaan piirtämällä huoneen ääriviivat DWG-pohjan mukaan. Tilojen käyttötasoja eli ”laskentapintoja” voi hallita kohdasta ”alueet” ja ”käyttötaso”. Käyttötasolla voi hallita käyttötason korkeutta sekä reuna-alueita. On myös mahdollista piilottaa käyttötaso. (Kuva 11.)

Toisen kerroksen luonti onnistuu lisäämällä valikosta uusi tyhjä kerros, jonka jälkeen piirretään toisen kerroksen ulkorajat. Kerroksen korkeuden ja lattian korkeuden voit määrittellä seuraavaksi. Jos käytät kerrokseen samaa pohjakuvaa voit määrittellä, ”näytä suunnitelmat”-kohdassa näkymään pohjakuvan. Jos taas kerroksen 2 pohjakuva eroaa 1. kerroksen pohjakuvesta, lataat suunnitelmaan uuden pohjakuvan, jota voit hallita ”näytä suunnitelmat”-kohdasta. Kuvassa 10 näet ensimmäiseen kerrokseen muodostettuja tiloja.

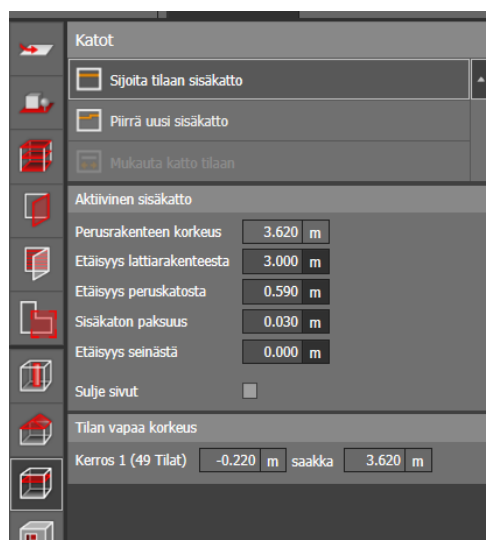


Kuva 10. DIALux evoon muodostettuja tiloja. /19, 20/



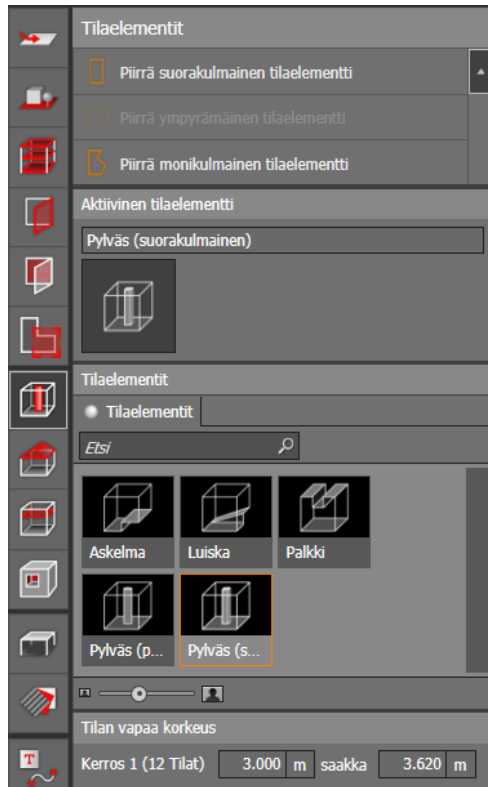
**Kuva 11.** Käyttötason hallinta. /19/

Tiloissa, joissa on alakattoja, valitaan ”huone”, jonka jälkeen valitaan, ”sijoita tilaan sisäkatto” ja merkataan huoneen sisäkaton korkeus. Nyt tilan alakatto on luotu. Alakattoja voi myös piirrellä eri tasoihin saman tilan alueella. Kuvassa 12 sisäkaton tekemiseen tarvittavat työkalut.

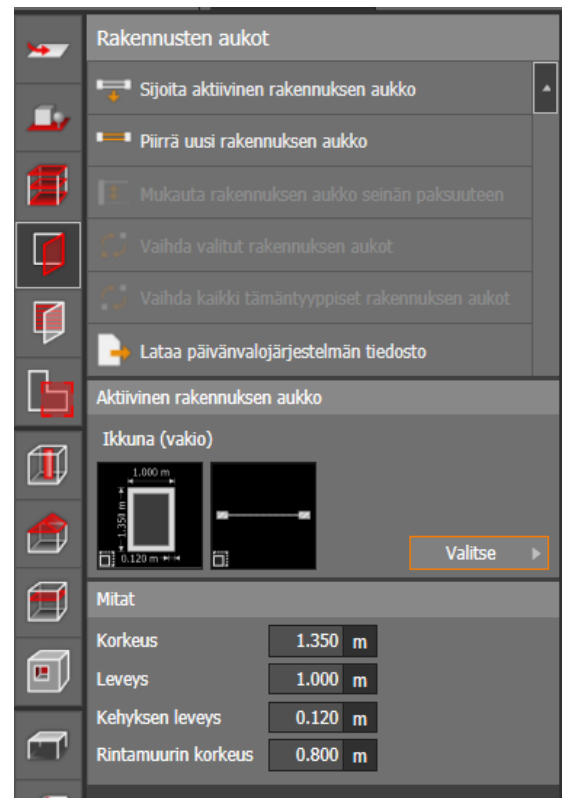


**Kuva 12.** Alakaton luonti. /19/

DIALux evolla on mahdollista piirtää lähes täydellinen rakennus. Tämä tarkoittaa sitä, että voit piirtää rakennusten ikkunat, ovet ja muut rakennusten tilaelementit. Eri materiaalien valinta mahdollistaa myös tarkemman valaistuslaskennan. Kuvissa 13 ja 14 näet eri tilaelementtien piirron työkaluja.



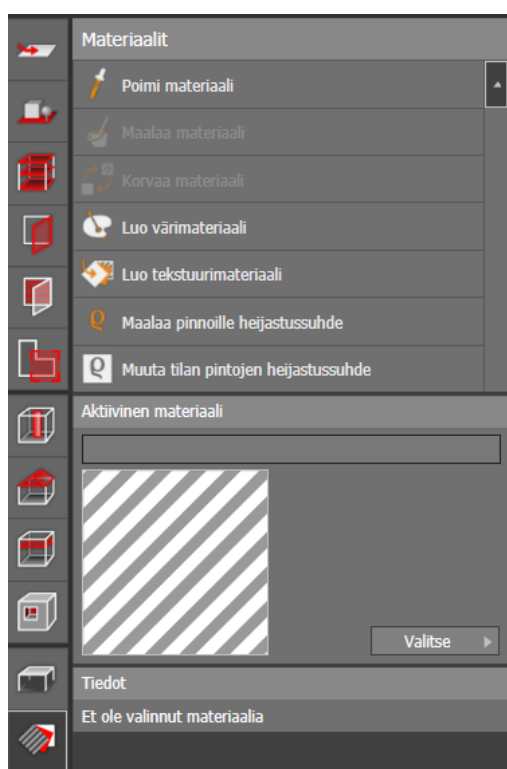
**Kuva 13.** Tilaelementtien esimerkiksi portaiden tai pylväiden piirto. /19/



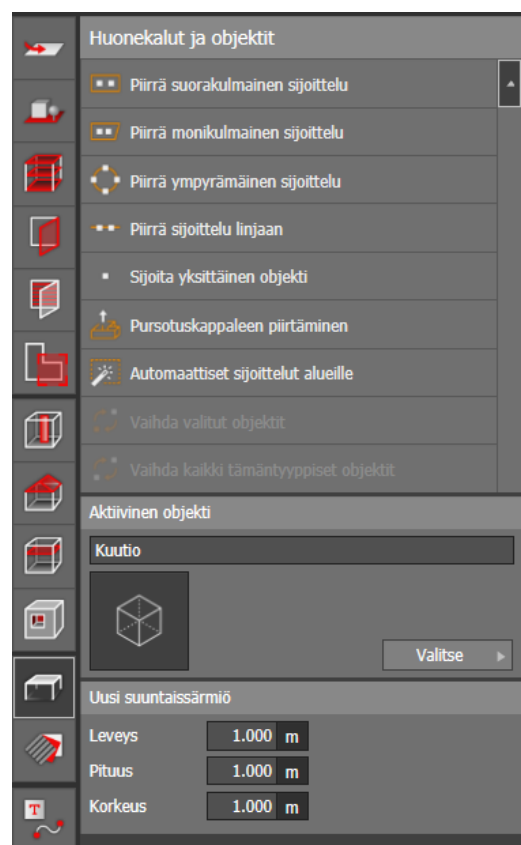
**Kuva 14.** Rakennusten aukkojen esimerkiksi ovien tai ikkunoiden piirto. /19/

Huonekalujen lisääminen onnistuu kuvan 16 valinnan alla. Eri huonekaluja löydät DIALux evon laatimasta objektiluettelosta lataamalla. Objektiluettelosta löydät paljon erilaisia huonekaluja, joiden leveyksiä ja korkeuksia on mahdollista muokata. Pursotuskappaleen piirto on hyvä vaihtoehto sermien ja muiden huoneessa olevien valaistusta häiritsevien esteiden piirtoon.

Materiaalien käyttöä voit hyödyntää DIALuxissa oman mielen mukaan. **(Kuva 15.)** DIALux evossa on DIALuxin luomat perusluettelot materiaaleille sekä väreille. Mahdollisuus on myös luoda itse värimateriaaleja sekä tekstuurimateriaaleja.

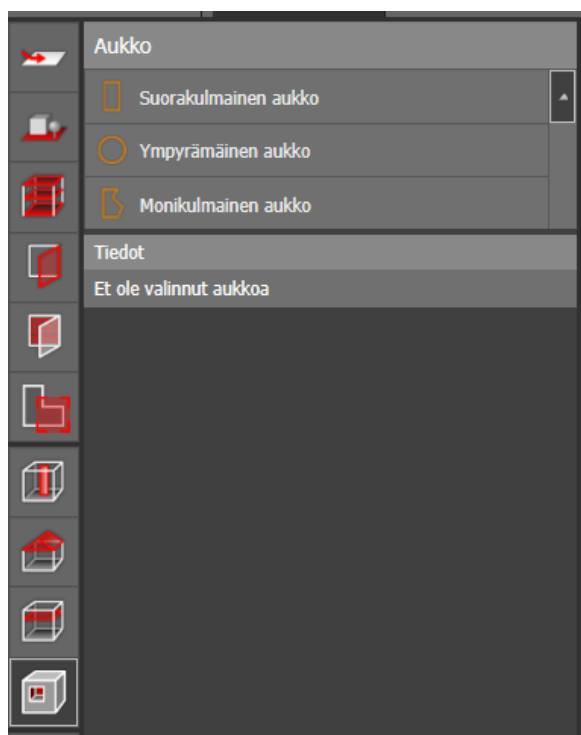


**Kuva 15.** Materiaalien piirtoon käytettävät työkalut. /19/



**Kuva 16.** Huonekalujen piirtoon käytettävät työkalut. /19/

Aukkotoimintoa voi käyttää huoneiden seinienvälisten aukkojen tekoon. Aukkotoimintoa on hyvä ja helppo käyttää myös korkeiden tilojen tekoon, jotka ovat rakennuksessa kahden kerroksen korkeudessa. Aukkotoiminnolla poistetaan 2. kerroksen lattia, jolloin huonekorkeus on kahden kerroksen korkuinen. Kuvassa 17 näette aukkojen tekemiseen käytettävät työkalut.

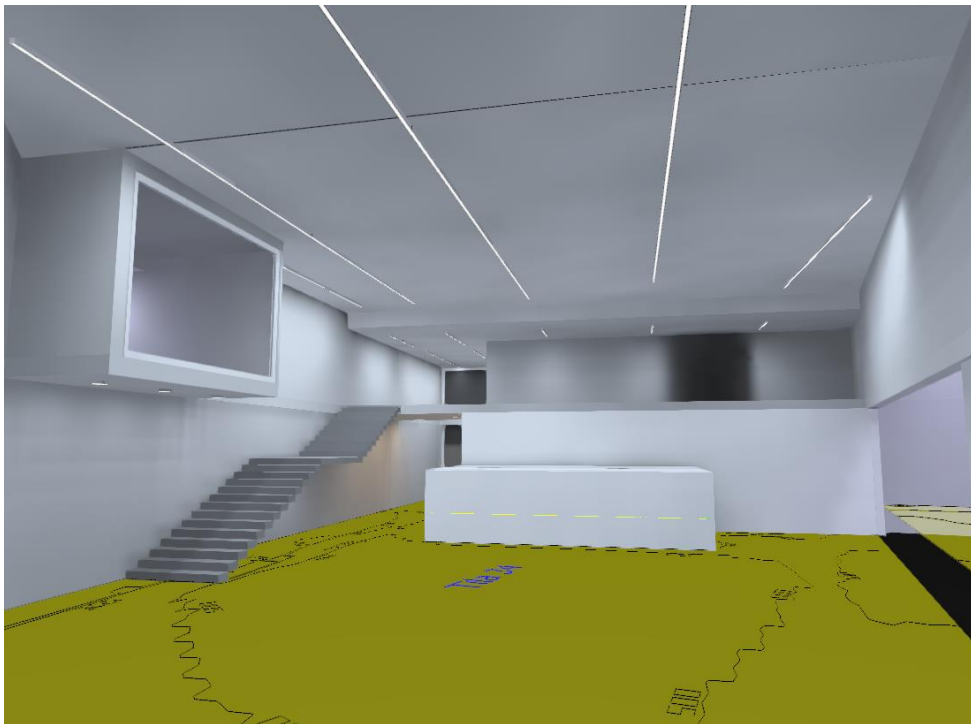


**Kuva 17.** Aukkojen tekemiseen käytettävät työkalut. /19/

Kuvissa 18 ja 19 näette esimerkkituloja, joissa on käytetty DIALux evon eri työkaluja.



**Kuva 18.** Kotipesä 3. /19, 20/

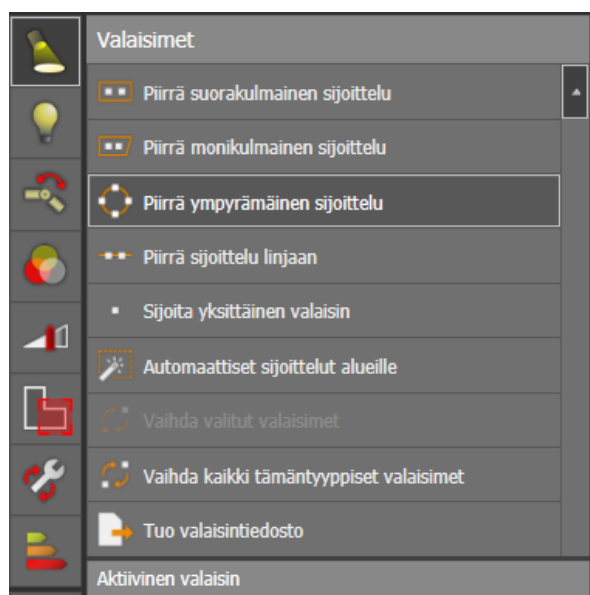


**Kuva 19.** Ruokalan korkea tila. /19, 20/

### 3.1.1 Valaistuksen lisääminen sekä laskennan käyttö

Valaistuksen lisääminen sisätiloissa on tehty helpoksi. Ensimmäisenä tuodaan haluttu valaisin ”tuo valaisintiedosto”. (Kuva 20.) On myös mahdollista käyttää DIALuxin omia kirjastoja ja etsiä oikeat valaisimet sieltä, mutta mielestäni varmemmin oikean valaisimen valaisintoimittajien nettisivuilta.

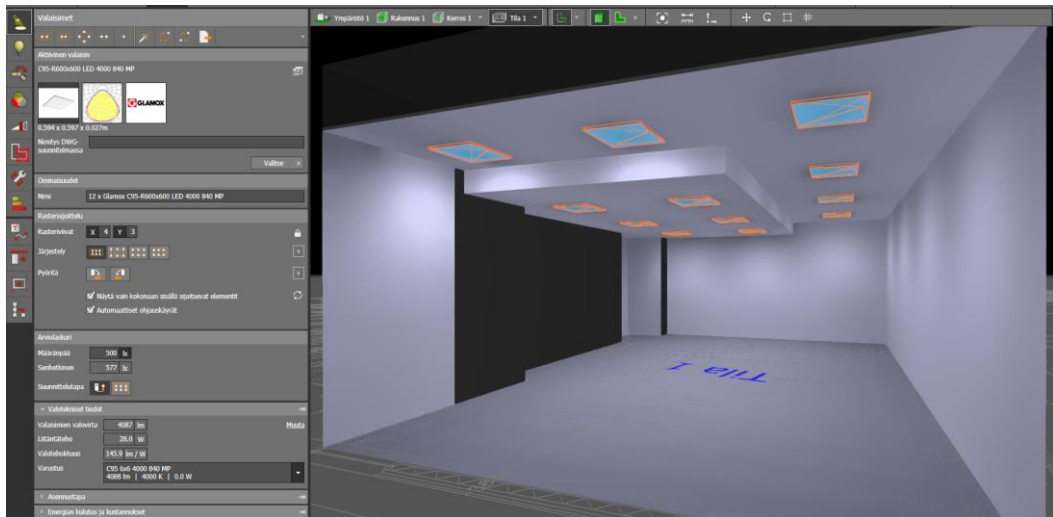
Valaisin voidaan sijoittaa tiloihin monella eri tavalla. Eri tavat on esitetty kuvassa 20. Huomasin parhaaksi tavaksi soveltaa eri sijoittelutyökaluja eri tilanteisiin. Automaattinen sijoittelu toimi yllättävän hyvin eri alueilla, mutta jos tiloihin oli tarkoitus sijoittaa valaisimia eri korkeuksille ja eri kulmiin, parhaana tapana oli piirtää eri alueita monikulmaisella- ja suorakulmaisella sijoittelulla.



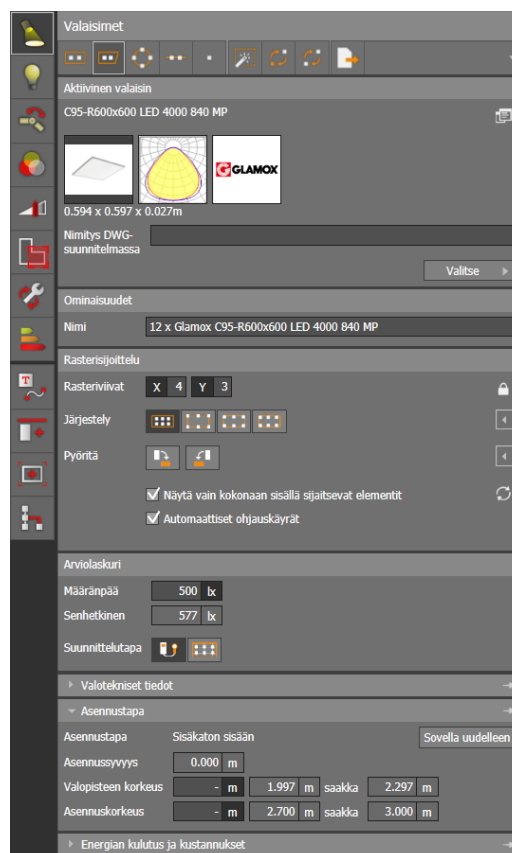
**Kuva 20.** DIALux evon valaisimien sijoittelutoimintoja. /19/

Hyvänä ominaisuutena valaisimen sijoitteluun DIALux evossa on, että valaisimen asennustapa tulee valaisintiedostossa mukana ja näin ollen valaisin löytää paikan alakatossa joko upotettuna tai pinta-asennuksena ilman erityisiä valaisimen korkeuksien asettelua. Valaisin menee omalle paikalleen suoraan sijoittelukomennolla. Kuvissa 20 ja 21 näkyy DIALux evoon lisätyn valaisimen eri toimintoja. Jos lisätään tai vähennetään valaisimia rasteriviivatoiminnon avulla, valaisimien

asennustapa saattaa mennä sekaisin, varsinkin jos käytössä on viisto kattorakenne. Korjaus löytyy kuvasta 22 näkyvästä asennustapa-asetuksesta ”sovelta uudelleen”, jolloin DIALux korjaa valaisinten paikat.

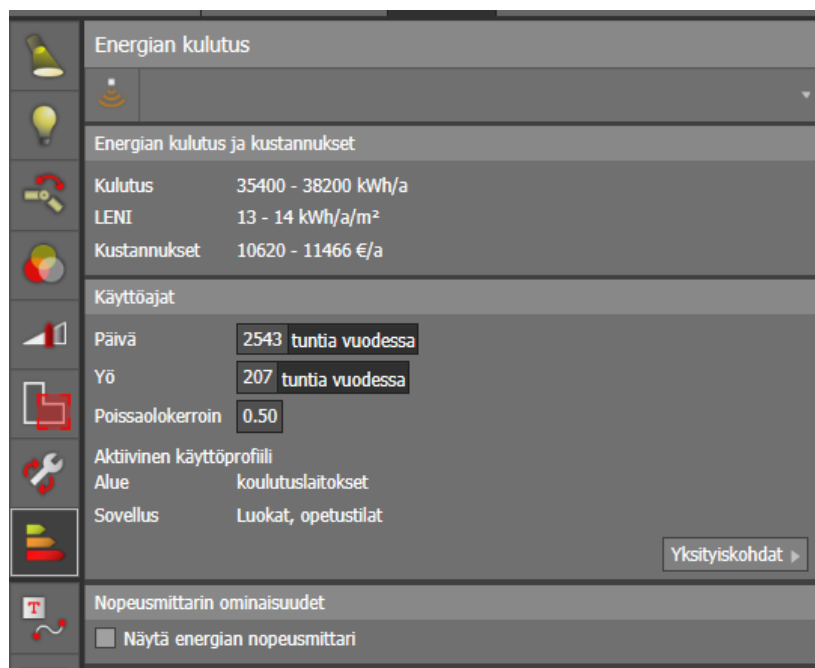


**Kuva 21.** Tilaan sijoitetut valaisimet. /19, 20/



**Kuva 22.** Valaisimen ominaisuuksia. /19/

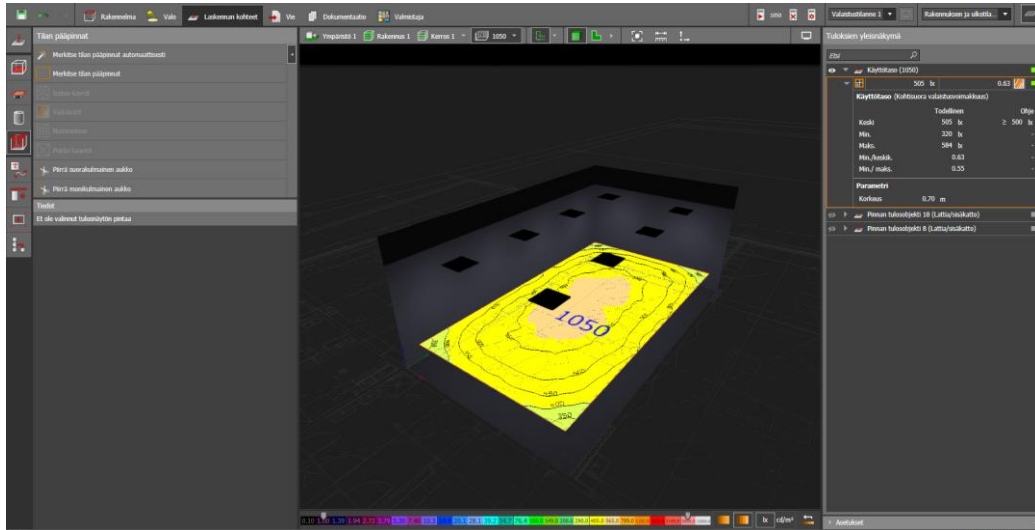
Valaistuksen laskemisen hallintaan on myös muita valintamahdollisuuksia. On mahdollisuus muokata lampun tietoja, mutta nykyään kun käytetään paljon led-paneeleita ei lampun ominaisuuksia kannata vaihtaa, vaan valita oikea paneeli oikeilla värilämpötilalla sekä valovirran määrällä. DIALuxissa on myös mahdollisuus lisätä valaistustilanteita, joilla voi havainnollistaa esimerkiksi Dalin tuomia mahdollisuuksia. On myös mahdollista seurata energian kulutusta. Huomioitavaa on, että DIALuxissa pystyt valitsemaan tilan käyttötarkoituksen, joka omassa työssäni oli koululaitoksen luokat/opetustilat. (**Kuva 23.**) Tilan käyttötarkoituksen valitseminen tuo standardissa mainitut arvot suoraan DIALuxiin raja-arvoiksi. Näin ollen esimerkiksi energian kulutuksessa saadaan tilan käyttöajat lähentelemään totuudenmukaisia käyttöaikoja.



**Kuva 23.** Energiankulutuksen seuranta. /19/

Laskennan voi suorittaa ympäristölle, rakennukselle, kerrokselle tai tilalle. Usein jos rakennus on suuri ja valaisinmäärät on kasvaneet, laskenta hidastuu ja tällöin karkean laskelman voi suorittaa kerros- tai tilatasolla. Kun laskenta on suoritettu, antaa DIALux tuloksien yleisnäkymään käyttötason tasaisuuden sekä kohtisuoran valaistusvoimakkuuden. Tulosten havainnollistamiseksi voi valita haluaako poh-

jassa näkymään isolux-käyrät, väärävärit, numeerisen esitystavan tai kaikki nämä. (Kuva 24.)

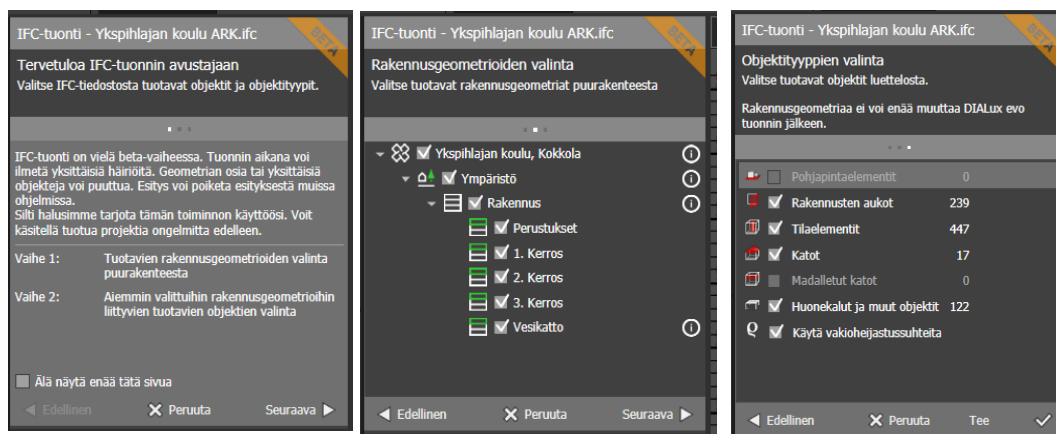


**Kuva 24.** Käyttötason laskennan tulokset isolux-käyrillä sekä vääräväreillä. /19, 20/

Tarkemman laskennan pystyy tekemään valitsemalla pintoihin mitä laskentoja suoritetaan. Tiloihin on mahdollista laskea tilan pääpinnat, työkohteet, työalueet ja käyttötasot. Pintoihin, esimerkiksi lattia-/kattopintaan tai seiniin, voi valita laskentapinnan. Laskentapintaan saa valittua laskentaparametrit, joita haluaa laskennassa suorittaa. Esimerkiksi lattia-/kattopintoihin sekä käyttötasolle voidaan valita kohtisuora valaistusvoimakkuus sekä kiusahäikäisyindeksi (UGR). Jos tilaa käytetään esimerkiksi avoimena toimistotilana, voi laskentaan mukaan ottaa sylinterivalaistusvoimakkuuden. Pinnasta mahdollisia laskentaparametrejä, joita voi DIALux evon avulla laskea on, horisontaali valaistusvoimakkuus, kohtisuora valaistusvoimakkuus, kohtisuora valaistusvoimakkuus (sopeutuva), vertikaalivalaistusvoimakkuus, kiusahäikäisyindeksi (UGR), estohäikäisyindeksi (GR), sylinterivalaistusvoimakkuus, puolisynterivalaistusvoimakkuus, puolipallovalaistusvoimakkuus, kameraan perustuva valaistusvoimakkuus, päivävalokerroin ja vapaa laskentasuunta.

### 3.2 IFC-mallin tuominen DIALux evoon.

DIALux evoon IFC-mallin tuominen tapahtuu seuraavanlaisesti. Avataan DIALux evo-ohjelma. Valitaan IFC import. Tuodaan BIM-malli, jolloin DIALux avaa mallin käsiteltäväksi, jonka jälkeen valitaan kuvaan tuotavat asiat mallista. Mallista valitaan ensin kerrokset, jotka haluaan tuoda. **(Kuva 26.)** Kerrosten valinnan jälkeen valitaan kuvaan tuotavat objektityypit. Objektityyppien valinnassa on mahdollista tuoda mallista suoraan pohjapintaelementit, rakennusten aukot, tilaelementit, katot, madalletut katot, huonekalut ja muut objektit sekä halutaanko laskelmissa käyttää vakioheijastussuhteita. **(Kuva 27.)**



**Kuva 25.** IFC-tuontiohjelman ohjeet. /19/

**Kuva 26.** IFC-tuotavat kerrokset. /19/

**Kuva 27.** IFC-tuotavat objektityypit. /19/

On hyvä ottaa huomioon, että DIALux evo 8.2 on vielä IFC-mallin tuomiseen Beta-versio, joten ongelmia IFC-mallin toimimisessa vielä on.

Suurena puutteena IFC-mallin tuomisessa on, että jos mallinnus alkaa olemaan pitkällä ja malli alkaa olemaan valmiin näköinen, ei DIALux evo saa IFC-mallia ollenkaan auki mallin suuren koon vuoksi.

Mallin onnistuneen latauksen ja käsittelyn jälkeen on hyvä tarkkailla mallia, onko huoneet ja elementit kohdillaan.

Omassa työssäni huomasin heti ongelmakohtana alakatollisten huoneiden kohdalla, että ohjelma oli sekoittanut huoneen alakatollisen tilan itse huoneen kanssa.

Ratkaisuna päädyin piilottamaan alakattotasot IFC-mallista. Alakattojen lisäys onnistuu DIALux evossa jälkikäteen, jolloin mallista ei alakattoja tarvitse tuoda.

Jotta ohjelmaa pystyisi käyttämään valaistuslaskentaan, on IFC-mallin oltava todella hyvin luotu, sillä mallin tuonnin jälkeen ei DIALuxissa pysty tiloja muokkaamaan. Tämä tarkoittaa sitä, että jos mallin tilat ovat kesken ja DIALux evon mallinnusohjelma ei tunnista tiloja, valaistuslaskentaa ei pysty DIALux evon mallinnuksella suorittamaan. DIALux evo ei käyttämäämme mallia osannut lukea oikein ja loi tiloja sekä kerroksia, joita ei ole olemassa, tiloja oli myös yhdistynyt sekä poistunut kokonaan. Mallissa oli vain muutama tila, joka oli laskentakelpoinen. Tässä kohteessa ei DIALux evo suoriutunut sisävalaistuksen kattavasta ja hyvästä valaistussuunnitelman luomisesta.

Kuvissa 28 ja 29 on malliin tuotu rakennus DIALuxissa. Kuvissa nähdään hyvin tilanne. Osa seinistä puuttuu ja kuvassa 28 ja 29 näkyvät vihreät ”laatikot” ovat tiloja. Kuvista voidaan siis jo rakennuksen ulkopuolelta havaita, että DIALux ei ole luonut tiloja oikein.



**Kuva 28.** IFC-mallin luoma rakennus. 1/2. /19, 20/



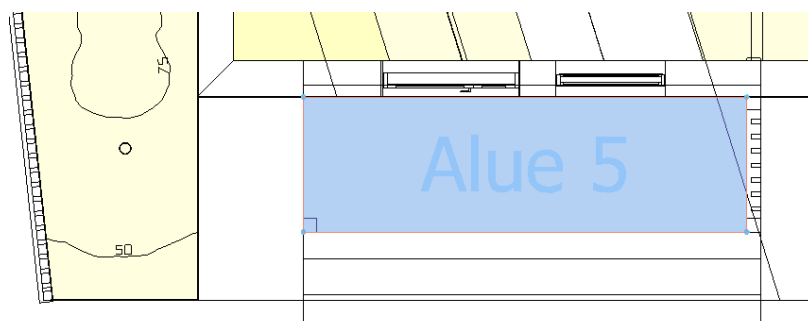
**Kuva 29.** IFC-mallin luoma rakennus. 2/2. /19, 20/

### 3.3 Ulkovalojen sijoittelu ja laskenta DIALux evon-mallinnuksen avulla.

Ulkovalaistuksessa IFC-malli toimi omasta mielestäni paremmin kuin sisävalaistuksessa. IFC-mallin etu DWG-pohjalla piirtämiseen on, että malli luo kaikki rakennuksen ulkoelementit, joiden käsin piirtäminen on työlästä.

Huomioitavaa on, että ulkovalaistus tehdään DIALux evossa ”ympäristö”-tasolle.

Rakennuksen julkisivujen valaisuksen laskenta IFC-mallilla aloitetaan luomalla alue, jonne halutaan ulkovalaisimet sijoitettavan. (**Kuva 30.**) Alueen määrittely tarkoittaa, että vain tälle alueelle voi sijoittaa valaisimia. Alueita voi tehdä monia, joten voi valita alueeksi esimerkiksi sisääntuloalueen. Alueen luonnin jälkeen valitaan käyttötaso, jota voidaan pitää niin sanottuna laskentapintana



**Kuva 30.** Alueen määrittely. /19, 20/

**Alueet**

- Piirrä suorakulmainen alue
- Piirrä ympyrämainen alue
- Piirrä monikulmainen alue
- Sulje osa-alue pois

**Aktiivinen alue**

Nimi: Alue 5

Kuvaus:

Luo tämän alueen tulokset

**Ominaisuudet**

Alueen korkeus: 6.500 m

Aktiivinen käyttöprofiili

Alue: DIALux-esiasetus

Sovellus: Vakio (ulkona oleva liikennealue)

Muokkaa

**Käyttötaso**

Luo käyttötaso

Nimi: Käyttötaso (Alue 5)

Korkeus: 3.500 m

Reuna-alue: 0.000 m

Huolto

Sijoitus

Muokkaa alueen ääriviivoja

**Kuva 31.** Alueen asettelut. /19/

Seuraavaksi voi liittää alueelle valaisimet. Valaisinten sijoittelu toimii samaan tapaan kuin sisävalaistuksessa DWG- tai IFC-mallilla.

Kuvassa 32 näkyy Began upotettava ulkovalaisin. Valaisimen tiedoista näkee kaiken oleellisen liittyen valaisimeen. Kuvissa 33 ja 34 on esimerkkikuva lasketuista ulkovalotilanteista.

Valaisimet

Aktiivinen valaisin  
LED 7,1W  
24250K4

0.110 x 0.110 x 0.085m

Nimitys DWG-suunnitelmassa

Ominaisuudet

Nimi 2 x BEGA LED 7,1W

Rasterisijoittelu

Rasteriviivat X 2 Y 1

Järjestely

Pyöritä

Näytä vain kokonaan sisällä sijaitsevat elementit

Automaattiset ohjaukkyrät

Arviolaskuri

Määränpää 50 lx

Senhetkinen 84 lx

Suunnittelutapa

Valotekniset tiedot

Valaisimien valovirta 787 lm

Liitäntäteho 7.1 W

Valotehokkuus 110.8 lm / W

Varustus LED 6,0 W  
787 lm | 4000 K | 6.0 W

Asennustapa

Asennustapa Sisäkaton sisään

Asennussyvyys 0.000 m

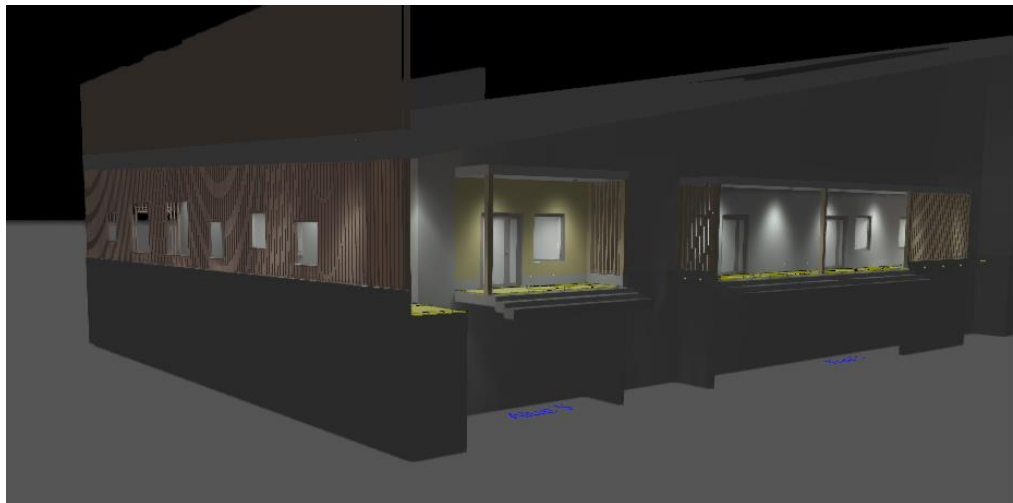
Valopisteen korkeus 3.022 m

Asennuskorkeus 3.325 m

**Kuva 32.** Began ulkovalaisin DIALuxissa.  
/19/



**Kuva 33.** Esimerkkikuvia ulkovalaistustilanteista. 1/2. /19, 20/

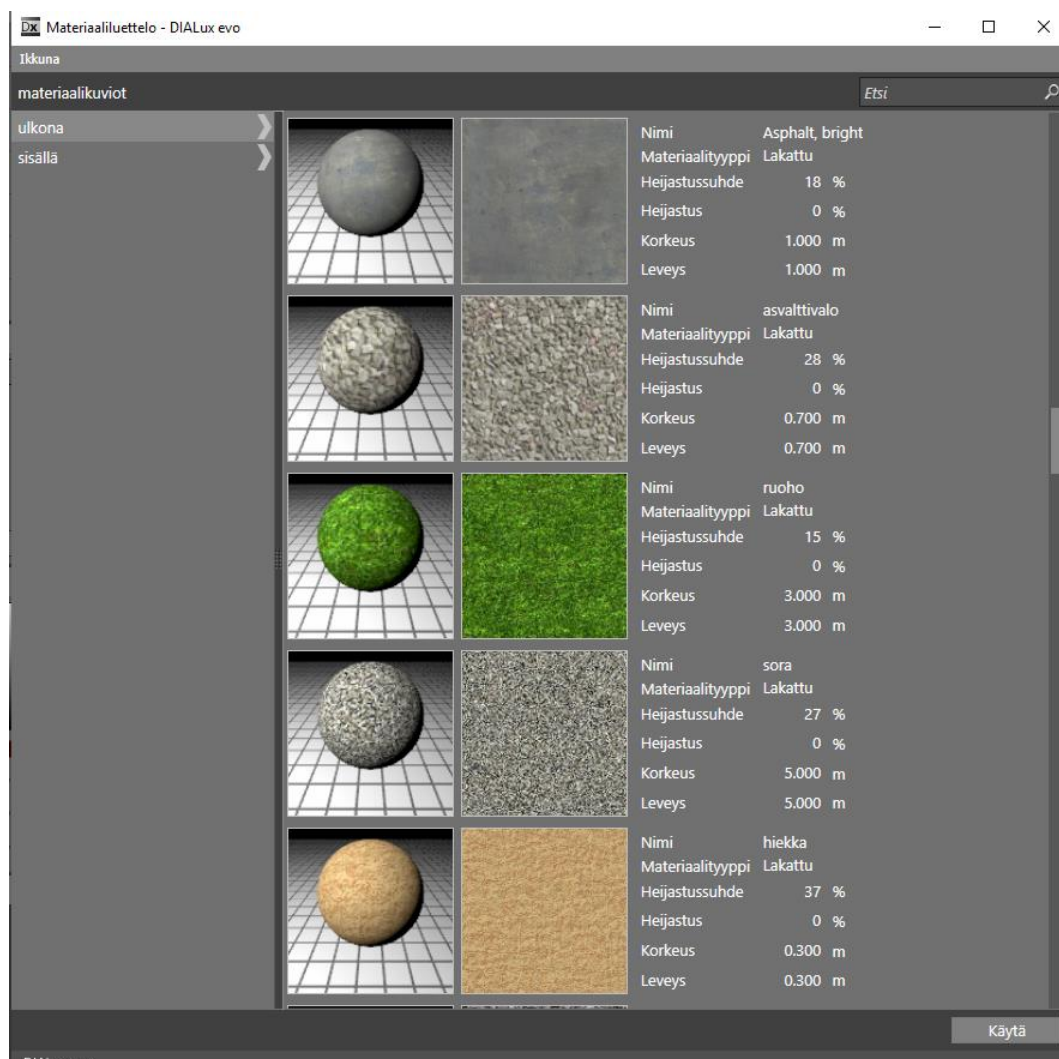


**Kuva 34.** Esimerkkikuvia ulkovalaistustilanteista. 2/2. /19, 20/

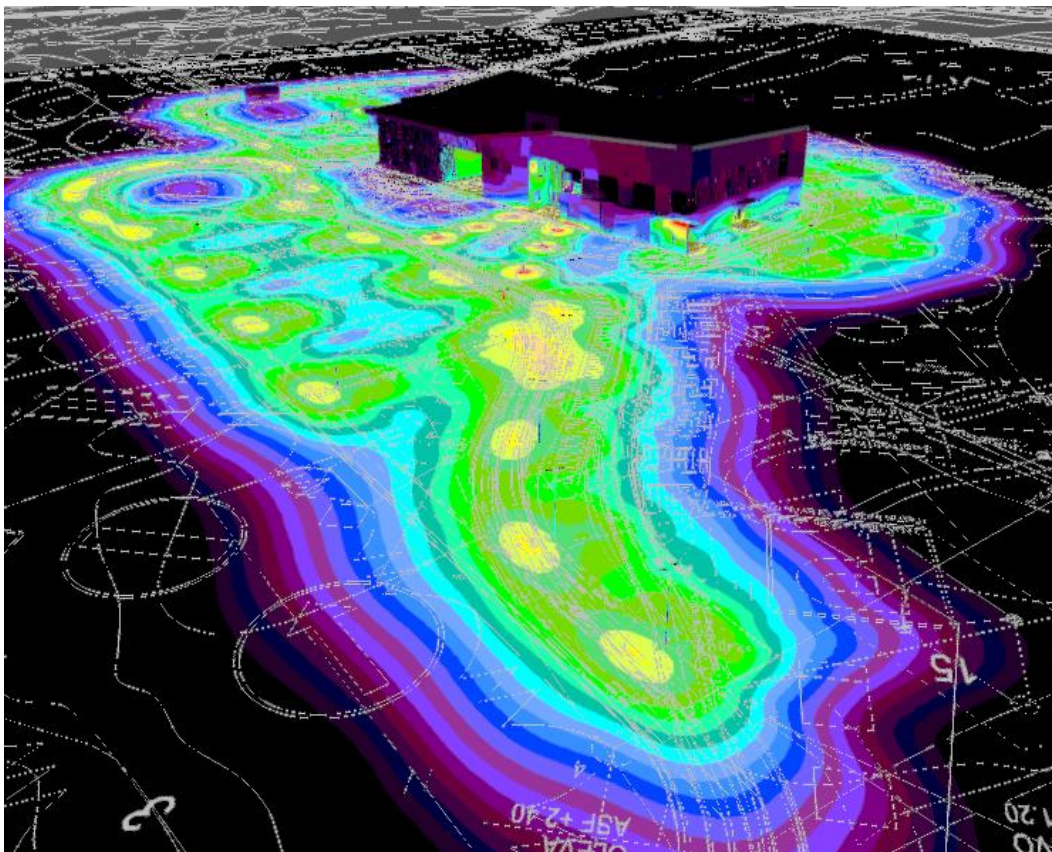
Seuraavaksi siirryin ulkoalueiden valaistuksen laskentaan.

Tässä IFC-mallissa ei maastoa ole mukana, joten aloitin valaistuslaskennan liittämällä asemapiirustuksen DWG-pohjan. Pohjan jälkeen pystyin määrittelemään ympäristöelementin, joka on niin sanottu ”maa”-materiaali. Ympäristöelementin määrittelyn jälkeen piirsin laskentapintoja. Tämän jälkeen saadaan pinta, jolle voi

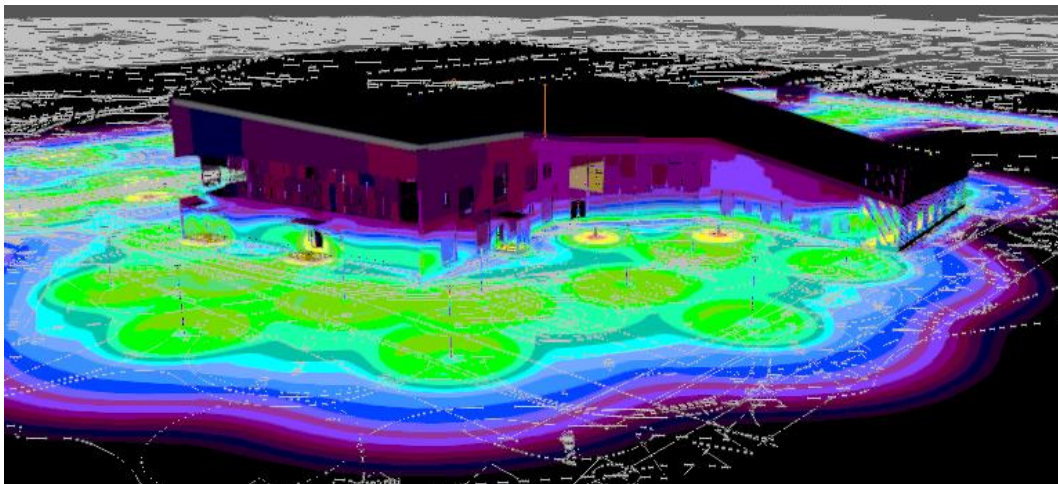
ruveta lisäämään valaisimia. Valaisimet asetellaan laskentapinnoille omien suunnitelmien mukaan. Pylväät ja muut ulkopihan elementit pääsee asettelemaan ”tila-elementit”-valikosta. Pihan materiaaleja pääsee muokkaamaan ”materiaalit”-valikosta esimerkiksi luodessa asfaltti- tai nurmialueita. Materiaaliluettelosta löytyy monia ulkona yleisimmin käytettyjä materiaaleja. (Kuva 35.) Kuvissa 36, 37 ja 38 nähdään suunniteltua koulun piha-aluetta, parkkipaikkoja sekä ajoväyliä.



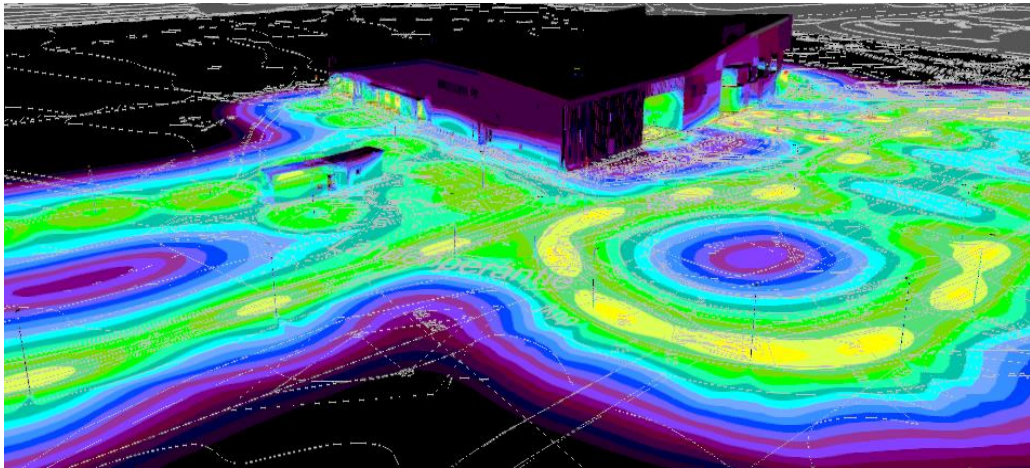
**Kuva 35.** Materiaalivalikko. /19/



**Kuva 36.** Koulun ulkovalaistus. 1/3. /19, 20/



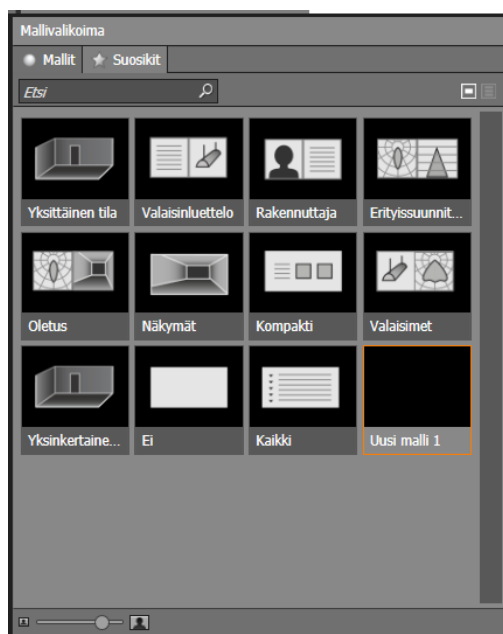
**Kuva 37.** Koulun ulkovalaistus. 2/3. /19, 20/



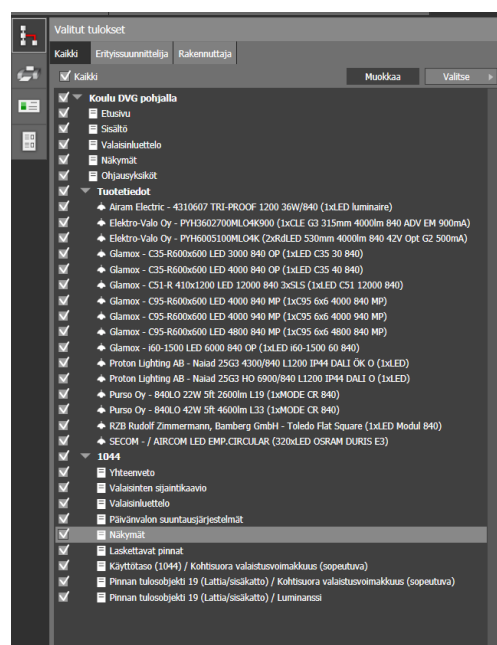
**Kuva 38.** Koulun ulkovalaistus. 3/3. /19, 20/

### 3.4 Tulostusasetukset.

DIALux evolla on mahdollisuus muokata tulostusasetuksia juuri omaan käyttötarkoitukseen. DIALux evossa on valmiina pohjia dokumentaatioon, joihin oikeat asetukset on jo valmiiksi aseteltu. Kuvassa 40 näemme DIALuxissa valmiina olevat tulostusasetukset. DIALuxilla voi myös tehdä omia malleja dokumentaatioon, jotka tallentuvat, jolloin tulostusasetukset ovat aina valmiina oikeanlaisina. Tulostusasetuksia voi kuitenkin helposti muokata vielä ennen tulostusta käyttämällä ”muokkaa valintaa”, jonka jälkeen valitset dokumenttiin valittavat tiedot. (Kuva 39.)

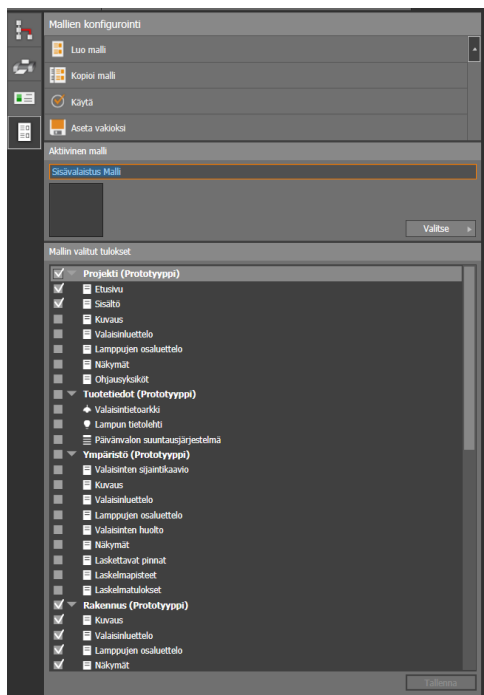


Kuva 40. Mallivalikoima. /19/

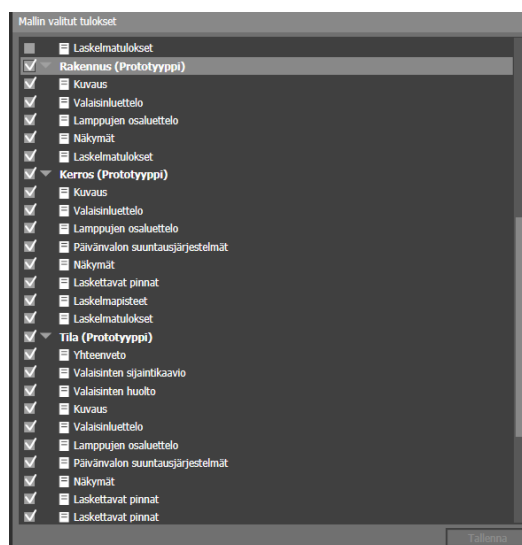


Kuva 39. Tulostusasetusten muokkaaminen. /19/

Oman mallin luominen on helppoa. Valitaan vain haluttavat tiedot mitä dokumenttiin tuodaan ja nimetään malli. Esimerkkinä loin sisävalaistukseen kuvissa 41 ja 42 näkyvän mallin, josta jätin pois valaisinluettelon ja lamppujen osaluettelot sekä muita tietoja, joita en dokumentissani tarvitse.



**Kuva 41.** Oman mallin luominen  
1/2. /19/



**Kuva 42.** Oman mallin luominen 2/2.  
/19/

Dokumenttiin saa myös oman yrityksen logon, asiakkaan tiedot, tekijän tiedot sekä projektin tiedot. Rakennuksen tai tilojen 3D-kuvat eli näkymät on mahdollista liittää dokumenttiin. Näkymän tuonti dokumenttiin ei tule itsestään vaan näkymä on mahdollista tallentaa ”uusi näkymä” käskyllä. Näkymiä voit hallita dokumentaatioissa F2-näppäimellä tai ”kofiguroi sivu”. Jotta saa oikean kuvan oikeaan huoneeseen, kannattaa näkymät nimetä ja lisäillä dokumentaatiota tehdessä oikeille sivuille. Kuvassa 43 on dokumenttiin lisätty näkymä.



**Kuva 43.** Dokumenttiin lisätty näkymä. /19, 20/

## 4 YHTEENVETO

Koulurakennuksen valaistussuunnittelu DIALux evoa hyödyntäen oli opettavainen kokemus. Omasta mielestäni projekti onnistui hyvin. Suunnittelu ja DIALux evon harjoittelu vei isoimman osan projektiin varatusta ajasta, joten osa ajatelluista projektin laajennuksista jäi pois.

Harjoittelin DIALux evon toimintaa tarkoituksena korvata DIALuxin aikaisempi versio DIALux 4.13. Halusin selvittää, onko DIALuxin IFC-mallin hyödyntäminen valaistussuunnittelussa kannattavaa tai edes mahdollista. Tämän projektin pohjalta oma mielipiteeni IFC-mallin hyödyntämisestä valaistussuunnittelussa on kaksijakoinen. En saanut rakennusta toimimaan IFC-mallilla lukuisista yrityksistä huolimatta. Ongelma liittyi itse IFC-malliin, jota ei ollut rakennettu tarpeeksi tarkasti DIALuxin käyttötarkoitusta mukaillen. Tämä onkin omasta mielestäni DIALux evon suurin ongelma IFC-mallinnuksella. Jotta DIALux evo toimii oikein, tulee mallin olla erinomainen ja oikeat tasot mallista suljettu.

DIALux evon mallinnuksessa on kuitenkin huikeita mahdollisuuksia helpottaa ja nopeuttaa suunnittelijan työtä sekä tuottaa tarkempia valaistussuunnittelun tuloksia. Ulkovalaistuksen laskentaan DIALux evon IFC-mallinnus toimi omasta mielestäni erinomaisesti. Erityisesti suunnittelijaa helpottaa rakennusten julkisivujen valaistussuunnittelu, jota ei tarvitse piirtää manuaalisesti, vaan kaikkiin julkisivun hienoimpiinkin yksityiskohtiin on helppo suunnitella valaistus.

Myös DIALux evon DWG-mallin avulla suunnittelu oli positiivinen yllätys. Rakennusten ja huoneiden luonti oli helppoa ja nopeaa. Hienoa oli myös nähdä, että DIALux evo suoriutui koko koulun sisävalaistuksen suunnittelusta yhdellä laskenta-alustalla eikä se hidastunut merkittävästi. Suosittelen kuitenkin pitämään ulko- ja sisävalaistuksen omissa tiedostoissa, sillä ulkovalaistuksen ympäristöelementti hidasti laskentaa hieman. Nämä asiat onkin omasta mielestäni suurin etu DIALux evossa verrattuna DIALux 4.13. Mielestäni DIALux evo on parempi ja nopeakäyttöisempi valaistuslaskentaohjelma kuin DIALux 4.13.

## LÄHTEET

/1/ Kallasjoki, T. 2017. ST 57.40. Valaistustekniikan perussuureet ja määritelmät. Sähkötieto ry. Sähköinfo Oy.

/2/ Fagerhultin verkkosivut. Viitattu 5.3.2020

<https://www.fagerhult.com/fi/osaamiskeskus/LED/Valaistuksen-kokonaisvaikutelma-ja-valon-vari/>.

/3/ Jumppanen, J. 2017. ST 58.02. Valaistuksen toteutus standardin SFS-EN 12464-1 mukaisesti. Päivittäjä Kallasjoki, T. Sähkötieto ry. Sähköinfo Oy.

/4/ Forsman, S. 2017. ST 58.16. Opetustilojen valaistus. Sähkötieto ry. Sähköinfo Oy.

/5/ Nyman, K. 2017. ST 58.04. Ohjeita valaistuksen suunnitteluun ja toteutukseen. Päivittäjä Kallasjoki, T. Sähkötieto ry. Sähköinfo Oy.

/6 / Kallasjoki, T. 2019. ST 57.45. Valaisimen valinnan perusteet. Sähkötieto ry. Sähköinfo Oy.

/7/ Glamoxin verkkosivut. Viitattu 14.3.2020

<https://glamox.com/fi/solutions?c=69>

/8/ Glamoxin verkkosivut. Viitattu 14.3.2020

<https://glamox.com/fi/solutions?c=71> Viitattu 14.3.2020

/9/ Glamoxin verkkosivut. Viitattu 21.3.2020

<https://glamox.com/fi/ledit-ja-valon-laatu1>

/10/ Glamoxin verkkosivut. Viitattu 14.3.2020

<https://www.hidealite.com/fi-fi/tuki/led-koulu> 5.3.2020

/11/ Glamoxin verkkosivut. Viitattu 6.3.2020

<https://glamox.com/fi/products/C95-R/items/c95225454#c65d29558-c63d4275-c84d3936-c124d4397-c124d12823>

/12/ Glamoxin verkkosivut. Viitattu 6.3.2020

<https://glamox.com/fi/products/c51-r>

/13/ Proton lighting verkkosivut. Viitattu 6.3.2020

<https://www.proton.se/fi-FI/Start/Product/ById/Finska-IND-IP44-1250-8?epslanguage=fi-FI>

/14/ Glamoxin verkkosivut. Viitattu 6.3.2020

<https://glamox.com/fi/symbolien-selitykset>

/15/ Glamoxin verkkosivut. Viitattu 30.3.2020

<https://glamox.com/fi/solutions/workshops>

/16/ Tiainen, E. 2017. D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 24., uudistettu painos. Painokurki Oy. Sähköinfo Oy

/17/ Purson verkkosivut. Viitattu 30.3.2020

<https://snep.fi/fi>

/18/ Elektro-valon verkkosivut. Viitattu 30.3.2020

<https://www.elektro-valo.com/tuote/pyhimys/>

/19/ Kuvat Joona Löllö

/20/ Lukkaroinen Arkkitehdit Oy