

# SISUKORD

<b>1. Üldised lähtekohad .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Seletuskirja käsitlusala .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Alusandmed .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Valgustusdisaini üldised põhimõtted .....</b>	<b>1</b>
2.1. Valgustusdisaini kvaliteedi näitajad.....	2
2.2. Valgustusdisaini vajadused ja võimalused .....	3
2.3. Valgustusdisaini eesmärk.....	4
<b>3. Valgustusdisaini strateegia .....</b>	<b>4</b>
3.1. Valgusruumi funktsionaalne analüüs.....	4
3.1.1. Üldvalgustus .....	4
3.1.2. Fookusvalgustus .....	6
3.2. Valgustuse stseenide põhimõtted .....	9
3.3. Põhinõuded valgustitele ning valgustehnilistele parameetritele .....	9
3.4. Ülevaade valgustusarvutustest.....	11

## Üldised lähtekohad

### 1.1. Seletuskirja käsitlusala

Esitatakse info Kadrina keskväljaku valgustuse kohta.

Seletuskirja koostajad: Liina Einla

**Töö ei sisalda valgustite elektrivarustuse ja valgustite lülituse ning juhtimise elektrotehnilisi lahendusi.**

### 1.2. Alusandmed

Eelprojekti koostamisel on lähtutud all-loetletud lähteülesannetest ja tingimustest.

**Ehitusprojekti tellija lähteülesanne**

- Ehitusprojekti tellija on esitanud ehitusprojekti koostajale taasesitatavas kirjalikus vormis lähteülesande.

**Eskiis**

- Kadrina keskväljaku arhitektuur ja maastikuarhitektuur. ARHITEKTA OÜ

## 2. Valgustusdisaini üldised põhimõtted

Iga projekteerimise etapi juures on Töö eesmärgiks anda piisavalt detailne raamistik nii, et valgustuse kontseptsiooni saaks viia disaini väljatöötamise järgmisele tasandile.

## 2.1. Valgustusdisaini kvaliteedi näitajad

Tulenevalt kaasaja praktikatest on võimalik sõnastada valgustusdisaini kvaliteedi näitajad. Need on aluseks ka käesoleva töö ettevalmistamisel ja läbi viimisel, arvestades just Raadi keskuse tee kooli konteksti.

**Valgustusdisaini kvaliteedi näitajad:**



Joonis 1. Valgustusdisaini kvaliteedi näitajad

### Mugavus

Valgustusdisain tagab hämara ja pimedaga aja loetava ruumi siis kui on tagatud:

- Visuaalne mugavus – pimestusvaba valgustus.
- Füüsiline mugavus – elementaarne ruumis orienteerumiseks.
- Funktsionaalne mugavus – alale kavandatud tegevuste toetamine
- Psühholoogiline mugavus – emotsionaalne tugi vastavalt olukorrale/ajahetkele

### Terviklikkus ja hämara ja pimedaga aja linnaruumi loetavus

Valgustusdisain on terviklik kui:

- Ala on visuaalselt terviklikult hoomatav ning mõjub maamärgina ka distantsilt.
- Ruumi erinevad skaalad, mõõtmed ja perspektiivid on toetatud.
- Valgustus arvestab alal katkematu kulgemisega. Valgustuse pausid peavad olema kavandatud põhjendatult.

### Tehnoloogiad

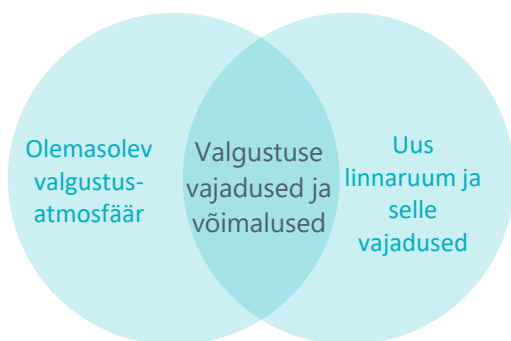
- Tehnoloogiliste võimaluste ja olemasolevast keskkonnast ning kontseptsioonist tulenevate vajaduste kokku viimine.
- Valgustuse kontseptuaalne ja parameetriline sidusus (st valgustuse kavatsuste ja tehnoloogiliste vahendite/valgustite sobiv valik).

### Identiteet

- Arhitektuuri, sisearhitektuuri ja maastikuarhitektuuri toetamine ja täiendamine
- Kogukonna kultuuriliste ja ajalooliste tunnuste toetamine ja täiendamine

## 2.2. Valgustusdisaini vajadused ja võimalused

Selleks, et teha valgustamiseks põhjendatud valikuid on vajalik analüüsida olemasolevat valgustusatmosfääri ning mõista milliseks on kujunemas tulevane kooli vahetus välisruum.



Joonis 2. Valgustusdisaini ülesehitus

### Olemasolev valgustusatmosfäär

Parkla ja sõiduteede alal tagavad üldvalgustuse ca 7-meetrised mastvalgustid, pargi alal ca 4-meetrised mastvalgustid.

### Uued linnaruumi funktsioonid

Uus kujunev linnaruum on terviklik, mitmekülgne ja hubane keskkond, mis kõnetaks nii ümbritsevaid elanikke, kohalikke ettevõtjaid kui ka külalisi. Ala loob võimalusi selle külastamiseks ja kogemiseks ka õhtusel ja öisel ajal. Perioodilised sündmused, atraktiivne linna- ja loodusruum vajab kaalutletud, meeleolukat, vaheldusrikast ja loetavat valgusruumi.

### Linnaloodus

Loodav maastikuarhitektuurne lahendus ja uus funktsionaalne välisruum väärtustab linnaloodust. Sarnane suund on ka valgustusdisaini strateegial. Looduskeskkonnale (sh inimesele) on parim loomulik ööpäeva valguse-pimeduse tsükkel. Öine pimedus on vajalik. On liike, mida suurenev ööaja heleduses mõjutab väga dramaatiliselt. Need samad olendid on aga lülid elus organismide ahelas, mis kõik sõltuvad üksteise ellu jäämisest. Kunstlik valgus võib põhjustada ebalooslikku külgetõmmet või tõrjumist, mis toob kaasa mitmesuguseid loomadel täheldatud häireid. See hõlmab paljunemise, toitumise, liikumise ja suhtlemise tsükleid. Valgustusdisaini strateegia seab kriteeriumid, mis aitavad tehisvalgust kavandada nii, et selle negatiivne mõju oleks võimalikult väike.

Valgustuslahendus programmeerib teadlikult ka valgustuse pause, valgustuse täpset suunamist ning sobilikke valgustustehniliste parameetrite kasutamist.

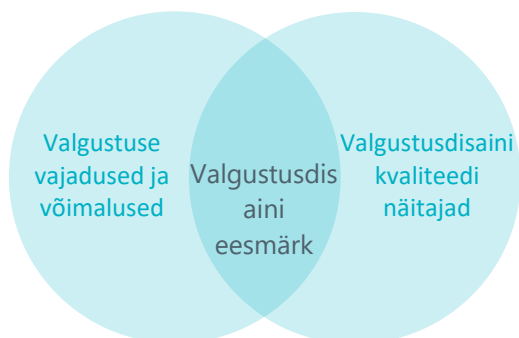
### Looduskeskkonna kaitsmise eesmärgil loodud põhimõtteid:

- Valida varjestatud seadmed.
- Kasutada sinise valguse emissiooni vähendamiseks "sooja valget" või filtreeritud valgustust. CCT 2200-2700K.
- Valida tooted, mis võimaldavad hämardamist, häälestamist, taimereid, liikumisandureid ja võrguühendust.
- Valgustuse juhtimine ja stsenaariumite loomine.
- Teostada grupiti valgustuse hämardamist või väljalülitamist öösel.
- Valida valgustid, millel on saadaval varuosad.
- Valgustada ainult konkreetsete ülesannete jaoks vajalikku ruumi.
- Luua valgustuse sorteerimise põhimõtteid

## 2.3. Valgustusdisaini eesmärk

Kadrina keskväljakust ja vahetust ümbrusest saab elav keskkond, mis hakkab meelitama ka öhtusel ja öisel ajal. Uus valgusruum ei kavatse end vastandada ajaloole ega seda matkida, pigem olla harmoneerivaks lüliks – olla hubane, hooliv kõigi kasutajate suhtes, ruumi ja kasutajaid toetav ja inspireeriv.

Austades olemasolevat ja kujunevat looduskeskkonda, tehakse kaalutletud valikuid varjulisuse loomiseks, et hoida elurikkust jätkusuutlikuna.



Joonis 3. Valgustusdisaini ülesehitus

## 3. Valgustusdisaini strateegia

### 3.1. Valgusruumi funktsionaalne analüüs

Ruum on pimedal ajal turvalisem kui see on kõigile selle kasutajatele loetav. Valgusruumi funktsionaalse analüüsi käigus selgitati välja, millised valgustuse põhimõtteid on vaja rakendada Kadrina keskuse välisruumi loetava valgusruumi loomiseks.

#### Valgusruumi sorteerimise põhimõte

**Peamine valgustamise loogika põhineb valgustasemete õigel positsioneerimisel ning valgustuse kihilisel lahendamisel.**

Valgustust õigesti kasutades on võimalik luua hierarhiaid avarate tsoonide, hubaste nurkade, hoonete ja nende mastaapide vahel. Valgustuse sorteerimine tagab ruumi parema loetavuse ja visuaalse hierarhia hämaras ja pimedas – mida me näeme esimesena, mida teisena, kolmandana. Kaks peamist kihti on **fookusvalgustus (horisontaalne või vertikaalne) ja üldvalgustus (horisontaalne).**

#### 3.1.1. Üldvalgustus

Üldvalgustuse alla mõistame peamiselt horisontaalset ja vertikaalset valgustus. Horisontaalne valgustus (maapinnal) stimuleerib liikumist, kui protsessi, või annab märku peatumisest. Projektala ulatuses moodustub liikumisest ja peatumisest erinevate atmosfääride ja ehedate elamusruumide kogum.

Vertikaalne valgustus piiritleb ruumi, loob sihte ja suunatunnetust.

Valgustusdisaini märgiline osa on katkematu valgustatud teekonna loomine ja atmosfääride sidumine üheks võrgustikuks. Valgustus on kui teejuht ja orientiir.

Lähtuvalt elamusruumi iseloomust ja valgustuse vajaduse proportsioonidest kujuneb 3 peamist valgustamise tüpoloogiat.

- Tüpoloogia nr 1 – 4 meetrised mastvalgustid
- Tüpoloogia nr 2 – 6-8 meetrised mastvalgustid
- Tüpoloogia nr 3 – vertikaalne valgustus kooli hooneel

#### Tüpoloogia nr 1 – 4 meetrised mastvalgustid

Laia pehme valgusjaotusega luuakse maapinnale ühtlane valgustaust, mis tagab funktsionaalselt mugava kulgemisruumi nii jalakäijale kui ka ratturile Kadrina keskkooli ja bussijaama vahelisele pargialale. Kuldne reflektoroptika tagab mugava ning sooja (2700K) valgusatmosfääri, mis arvestab ka tehisvalguse suhtes tundlikku looduskeskkonda.



Joonis 4. Pargiala. Tüpoloogia nr 1 – 4 meetrised mastvalgustid

#### Tüpoloogia nr 2 – 6-8 meetrised mastvalgustid

Parklate ja sõiduteede peamine valgustusülesanne on tagada valgustuse hea ühtlus ja piisav valgustustihedus maapinnal. Valgustus lahendatakse 6 või 8-meetrise mastvalgustitega. Parklavalgustitel on ette ja külgedele ulatuv valgusjaotus, et jaotada valgust võimalikult laiuvalt ja ühtlaselt.

Sõiduteede valgustite optiline ülesanne on suunata valgus külgedele, et tagada vajalik valgustuse ühtlus ja tihedus piki tee pinda.



Joonis 5. Parkla ja sõidutee. Tüpoloogia nr 2 – 6 meetrised mastvalgustid

Töö tähis: 202411  
Töö nimetus: Kadrina keskväljak  
Stadium: EP

Koostaja:  
Vastutav isik:  
Kuupäev:  
Muudatus:

Silmani Elekter AS  
Liina Einla  
08.04.2025  
v02 / 08.04.2025

### Tüpoloogia nr 3 – vertikaalne valgustus kooli hoone

Kadrina keskkooli hoone on keskuse üheks strateegiliselt olulisemaks hooneks. Kooli eest platsilt hargnevad mitmed liikumisteed. Valgusruumi loetavuse huvides on oluline markeerida seda maamärki mõõduka vertikaalse valgustusega, et ka hämaras ja pimedas saaks hoone oma suunavat rolli täita. Kooli esifassaadi valgustatakse maavalgustitega, millel on asümmeetriline optika. Mainitud optiline lahendus tagab kooli seinale maheda valguskuma.



Joonis 6. Tüpoloogia nr 3 – vertikaalne valgustus kooli hoone

#### 3.1.2. Fookusvalgustus

Valgustatud fookuselemendid hoolitsevad selle eest, hämaras/pimedas keskkonnas meie tähelepanu oleks juhitud. Need on viited tegevustele või ruumile iseloomulikele elementidele. Selleks, et fookuselemendid mõjuksid kutsuvatena, vajavad need taustafoonist tundlikku esile tõstmist

Kadrina keskuse fookuselementideks on: pargiäärsed ja -sised istumispesad, parki kavandatavad mänguelemendid, lipumastid, bussijaama vahetu ümbruse tegevusruum.

#### Pargiäärsed ja -sised istumispesad ja mänguelemendid

Fookusvalgustus lahendatakse pargivalgusti külge integreeritud prožektoritega. Mõõduka kontrastsuse loob keskmise valgusjaotuse kasutamine.



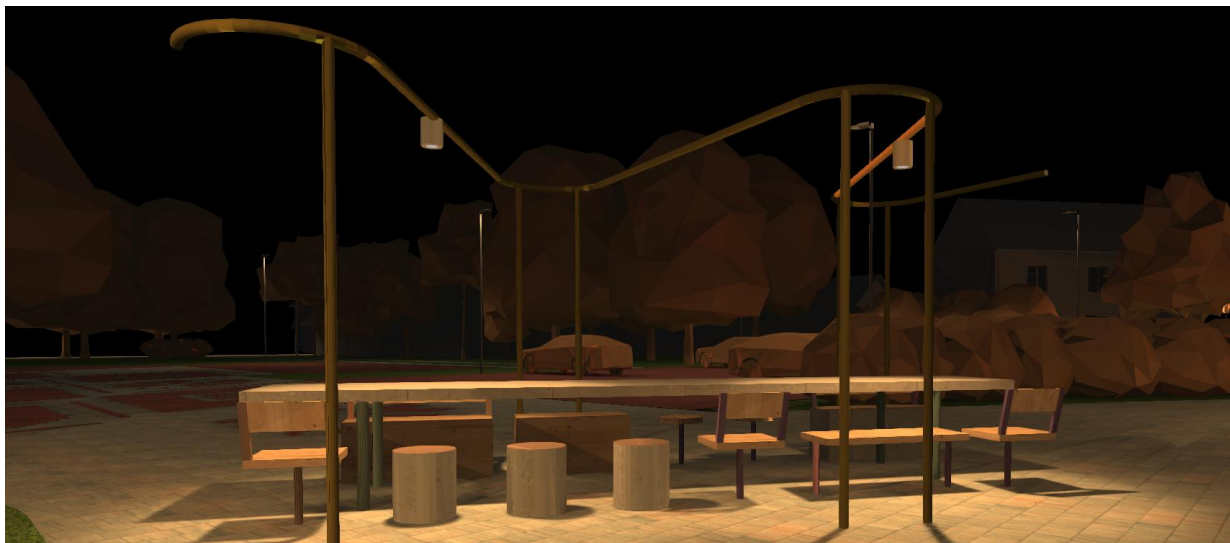
Joonis 7. Pargi äärsed ja sised istumispesad ja mänguelemendid

Töö tähis: 202411  
Töö nimetus: Kadrina keskväljak  
Staadium: EP

Koostaja: Silmani Elekter AS  
Vastutav isik: Liina Einla  
Kuupäev: 08.04.2025  
Muudatus: v02 / 08.04.2025

### Arhitektuurne väikevorm kooli esisel platsil

Fookusvalgustus lahendatakse laua kohal oleva struktuuriga integreeritud prožektoritega. Vajaliku funktsionaalse valgustatuse laua tasapinnal tagatakse laia valgusjaotusega.



Joonis 8. Arhitektuurne väikevorm kooli esisel platsil

### Lipumastid

Lipumastid valgustatakse kitsa valgusjaotusega suundvalgustitega, mis kinnitatakse lipumasti külge. Valgustite paigutamisel arvestatakse Eestis valdavate lääne tuultega. Valgusti peab lipumasti suhtes paiknema mastist ida pool.

### Bussijaama silt

Bussijaama sildi valgustus lahendatakse koos toote (sildi) disainiga. Valguskomponendi värvsustemperatuur peab olema 2700K; värviedastusindeks CRI peab olema vähemalt 80. Valguskomponent peab olema DALI võimekusega.

### Bussijaama varikatus ja siseruum

Bussijaama varikatuse alune funktsionaalne tsoon tuuakse esile varikautuesse süvistatud laevalgustitega. Valgustite valgusjaotus on lai, mis tagab maapinnal ühtlase maapinna heleduse. Sarnane valgustamise meetod jätkub bussijaama siseruumides. Valgustuse värvsustemperatuur on soe – 2700K.



Joonis 9. Bussijaam



*Joonis 10. Bussijaam**Joonis 11. Bussijaam**Joonis 12. Bussijaam*

Töö tähis: 202411  
Töö nimetus: Kadrina keskväljak  
Staadium: EP

Koostaja:  
Vastutav isik:  
Kuupäev:  
Muudatus:

Silmani Elekter AS  
Liina Einla  
08.04.2025  
v02 / 08.04.2025



### 3.2. Valgustuse stseenide põhimõtted

Valgustus on kavandatud nii, et seda on võimalik kohandada erinevate perioodiliste ja ajutiste sündmuste jaoks. Samuti luuakse sobivad valgustuse stseenid regulaarse ööpäeva rütmi jaoks vastavalt aastaajale. Kõik välisvalgustid on juhtimisvõimekusega. Kõik valgustid liidetakse juhtimisprotokolli (DALI). **Gruppide hämardusväärtused antakse paigaldusjärgselt.**

### 3.3. Põhinõuded valgustitele ning valgustehnilistele parameetritele

Transpordiameti haldusalasse kuuluval maal vastab valgustus tee klassile M4 (sõidutee) ja P3 (kergliiklustee).

Valgustusdisaini iga positsiooni valgustustehnilised ja vormilised parameetrid on loodud spetsiifiliselt maastikuruumi funktsioonist, iseloomust ja kasutaja vajadusest lähtuvalt.

Valgustustehnilised parameetrid ja põhinõuded valgustitele on antud täpsemalt maastiku valgustite spetsifikatsioonis - 202411\_PP\_VV-8-01\_v01\_spets.

Juhul, kui hankedokumentides on nimetatud või viidatud kindlale ostuallikale, protsessile, kaubamärgile, standardile, patendile, tüübile, päritolule ning tootmisviisile, on pakkujal õigus pakkuda samaväärset samade tehniliste omadustega toodet. Samaväärsete valgustite pakkimisel tuleb arvestada uute valgusarvutuste teostamise ja kooskõlastamisega sh projekteerija, tellija ja täitjaga. Samaväärsuse juures hinnatakse lisaks tehniliste omadustele ka valgusti disaini ja selle sobivust linnaruumi ja antud tänavale.

Järgnevalt on selgitatud valgustuse peamisi parameetreid, mis väljendavad maastiku valgustuse kvalitatiivseid omadusi.

#### Värvustemperatuur (CCT)

CCT on mustkiirguri (Plancki kiirguri) temperatuur, mille puhul värvsus on seotud spektraaljaotusega graafikul, millel kujutatakse CIE 1931 standardvaatlejal põhineva Plancki kõvera  $u'$ ,  $\frac{2}{3}v'$  koordinaate ja katsetatavaid stiimuleid.

Vastavalt peatükis 2.2 seatud kriteeriumitele on valgustuse värvustemperatuurid väärtused järgnevad:

- Projektorid 2700 K
- 4 meetrised mastvalgustid 2700K
- 6 meetrised mastvalgustid kooli juures parklas 2700K
- 6-8 meetrised mastvalgustid tänavatel ja parklates 3000K
- Maavalgustid kooli juures 2700K
- Bussijaama valgustid 2700K
- Lipumastide valgustid 4000K

#### Värviedastusindeks (CRI)

CRI on kaheksa kindla testvärvi (R1-R15) näidise järgi määratud CIE 1974 aasta värviesituse erindeksite keskvärtus, mille eesmärk on määratleda, kui tõetruult on valgusallikas võimeline esitama materjalide värve. Värviedastuse üldindeksit väljendatakse skaalal 1 kuni 100, kus 100 on lähim päevavalgusele.

Kõikide valgustite värviedastusindeks on **CRI  $\geq 70$**  või **CRI  $\geq 80$**

#### Värvsuse standardhälve MacAdam indeks (SDCM)

Leedvalgustitele antavad SDCM väärtused näitavad, kuidas sama tootesarja leedvalgustid erinevad standardväärtustest värvsuse poolest. SDCM on ametlik mõõtühik, mida kasutatakse valgustuses

värvsustemperatuuride kõrvalekaldumiste kirjeldamiseks. Kõrvalekaldumise defineerimiseks kasutatakse MacAdami ellipseid ning nende astmeid. MacAdami ellipse astmed näitavad, kui tajutavad on valguse värvsuse erinevused. Mida suurem on MacAdami ellipsi suurus, seda tajutavam on erinevus. Näiteks, astmete 1 kuni 3 puhul on vaevu märgatavad erinevate valgusallikate värvsuste erinevused või nende eristamiseks on vajalik kasutada täpsemaid mõõteriistaid, kui suuremate astmete puhul hakkavad erinevused olema tajutavad juba inimsilmaga.

Väliskeskkonnas suuremate mõõtmete ja distantside tõttu ei ole väiksed värvsuste kõrvalekalded tajutavad ega tekita ruumitajus olulisi muutusi. Samas on eesmärk luua ruum, kus inimesed veedaks aega ning naudiks keskkonda võimalikult palju ning seega valguskeskkonna kvaliteet ei peaks palju alla jääma siseruumide valguskeskkonna kvaliteedile. Tajutav valguse värvsuste erinevus võib alavääristada hoone ja seda ümbritseva keskkonna olulisust. Seda efekti tuleb kindlasti vältida.

Tulenevalt on valgustite valikus seatud sihiks kasutada tooteid astmega minimaalselt **SDCM 3**.

### Valgustustihedus

Valgustustihedus näitab pinnaühikule langevat valgusvoogu luksides ruutmeetri kohta.

Vt 202411\_PP\_VV-9-01\_v01\_arvutus ja 202411\_PP\_VV-9-02\_v01\_arvutus.

### Ühtlus

Ühtlus on pinna vähima ja keskmise valgustustiheduse suhe, parameeter mis iseloomustab valguse ja varju sujuvat või mitte sujuvat vaheldumist.

Vt 202411\_PP\_VV-9-01\_v01\_arvutus ja 202411\_PP\_VV-9-02\_v01\_arvutus.

### Nõuded materjalidele

Prožektorid peavad olema varustatud vajalike valgusräigust vähendavate lisadega (vt 202411\_PP\_VV-8-01\_v01\_spets).

Kõikidel valgustitel peab olema kõrgsurve merendusaluminiiumist korpus; PCS kinnitustarvikud; turvaklaas; integreeritud LED-elementide jahutid. LED-elemente peab saama lihtsalt eemaldada ja vahetada. Maavalgustitel ja seinavalgustitel ning fassaadidele kinnitatavatel prožektoritel peavad olema PMMA läätсед valguse täpseks suunamiseks ja pimestuse kontrollimiseks.

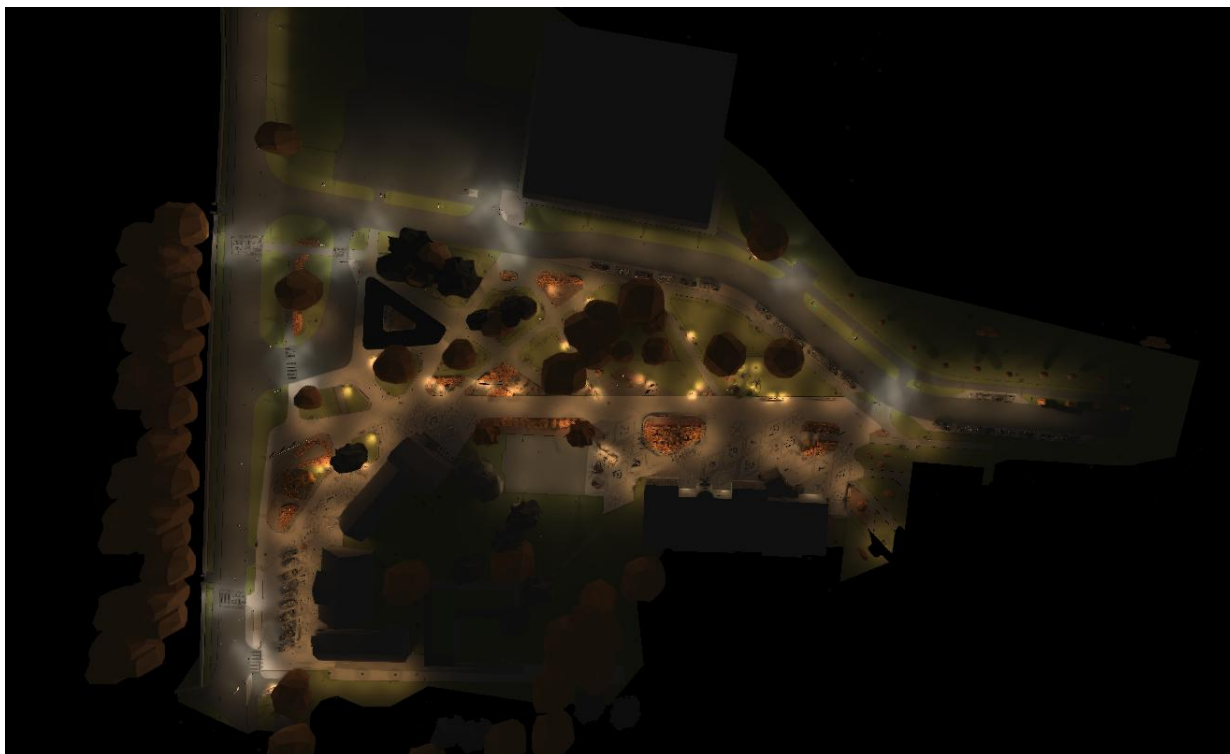
Maavalgustitel peab olema silikoonkummist CCG tihend.

Kõik komponendid peavad olema eraldi vahetatavad ja saadaval varuosadena vähemalt 10 aasta jooksul peale paigaldamist.

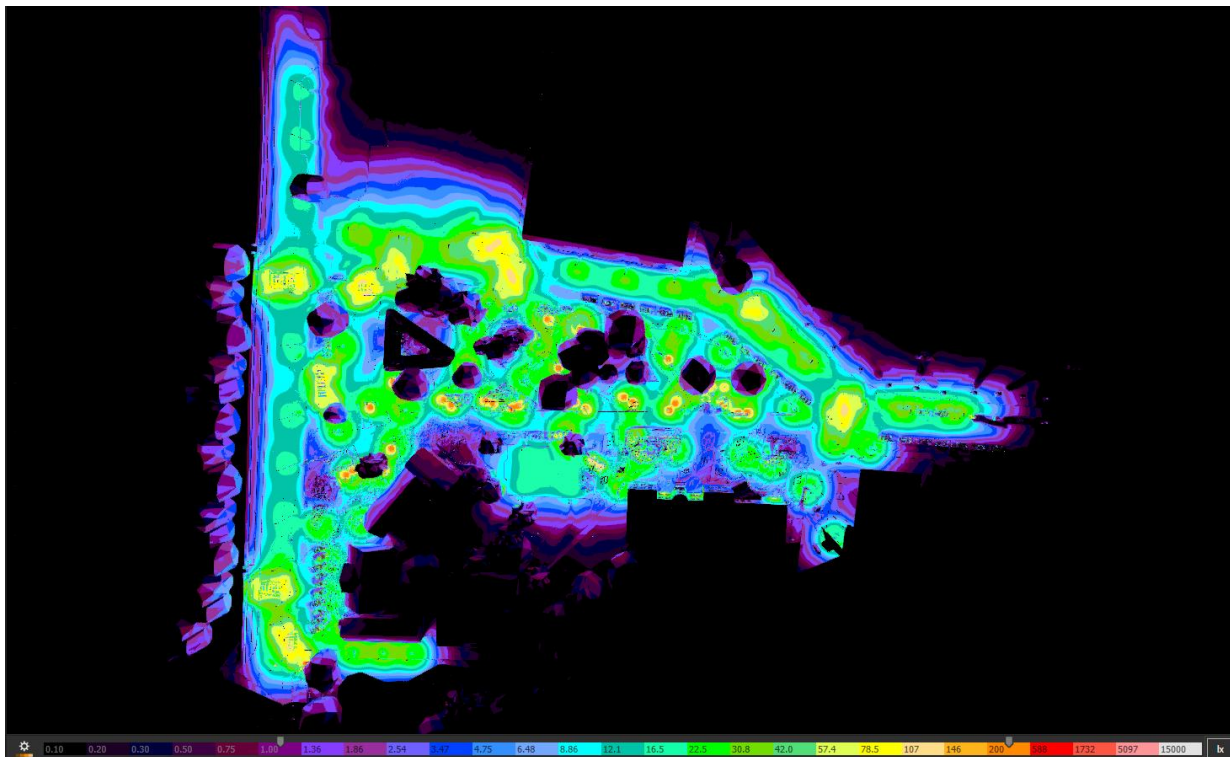
Töö tähis: 202411  
Töö nimetus: Kadrina keskvaljak  
Staadium: EP

Koostaja: Silmani Elekter AS  
Vastutav isik: Liina Einla  
Kuupäev: 08.04.2025  
Muudatus: v02 / 08.04.2025

### 3.4. Ülevaade valgustusarvutustest



Joonis 13. Vaade alale (väljavõtte valgustusarvutuse mudelist)



Joonis 14. Vaade alale (väljavõtte valgustusarvutuse mudelist valevärvidega)

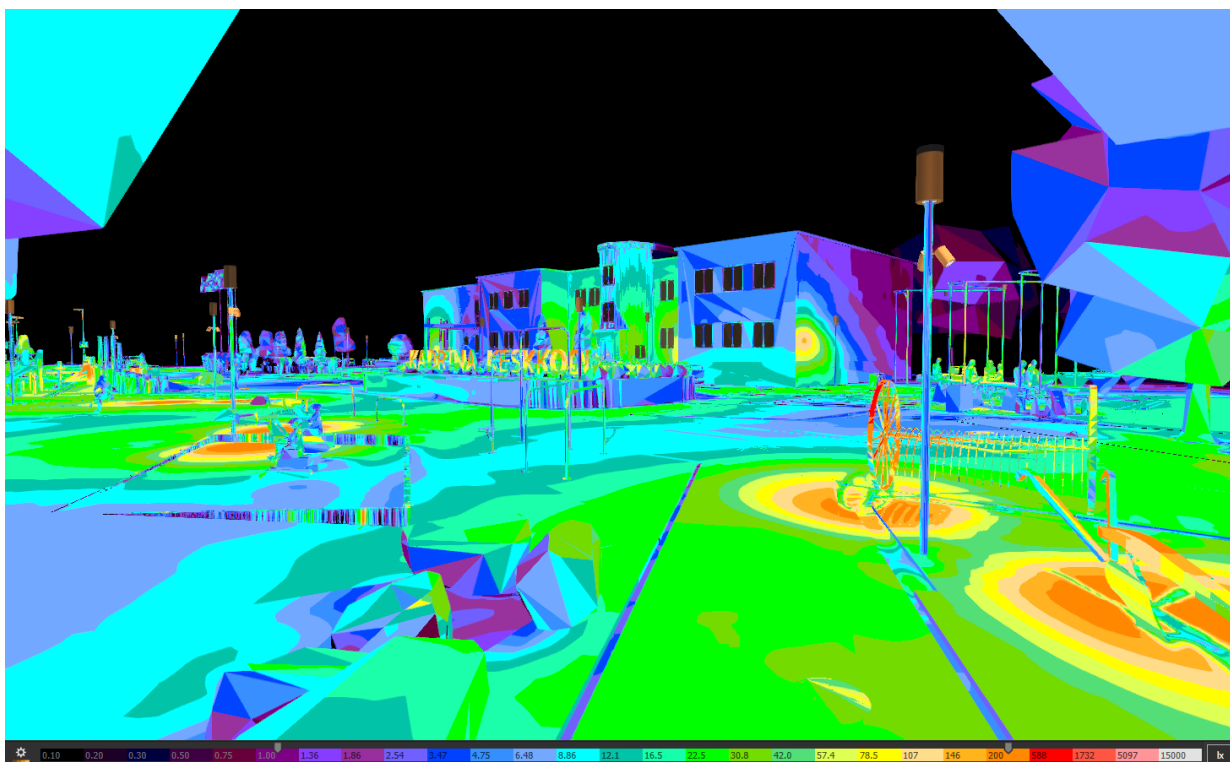
Töö tähis: 202411  
Töö nimetus: Kadrina keskväljak  
Stadium: EP

Koostaja:  
Vastutav isik:  
Kuupäev:  
Muudatus:

Silmani Elekter AS  
Liina Einla  
08.04.2025  
v02 / 08.04.2025



Joonis 15. Vaade alale (väljavõtte valgustusarvutuse mudelist)



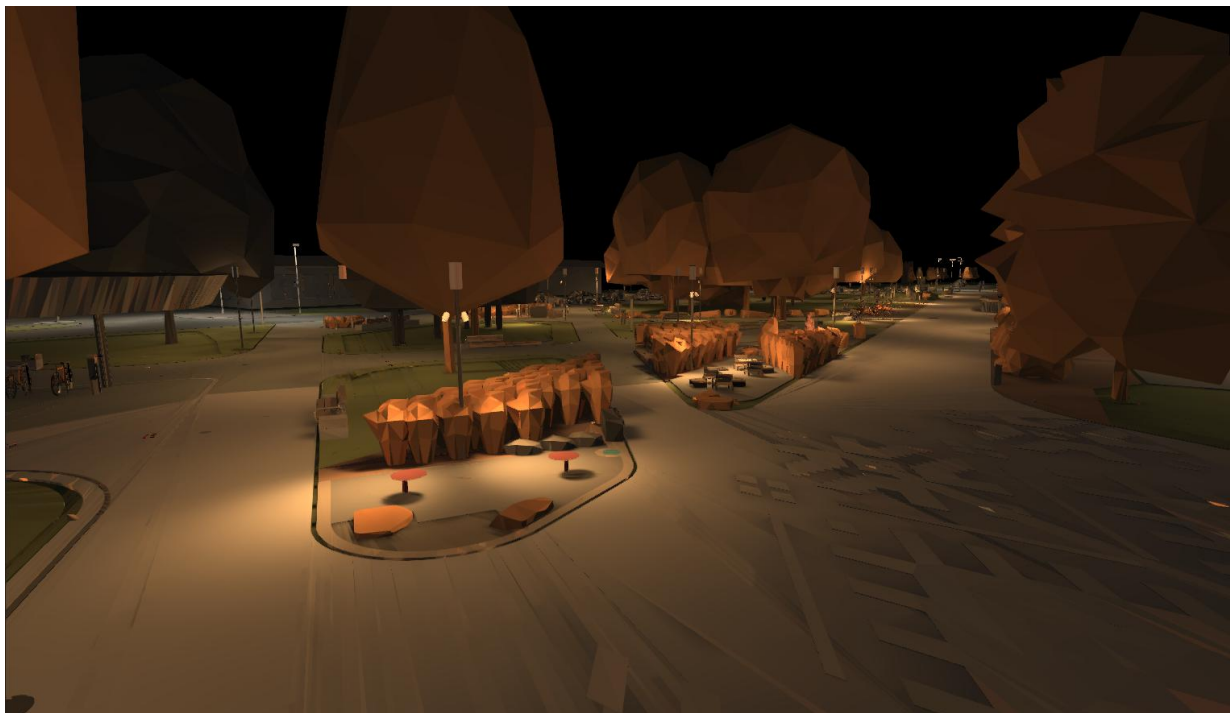
Joonis 16. Vaade alale (väljavõtte valgustusarvutuse mudelist valemvärvidega)

Töö tähis: 202411  
 Töö nimetus: Kadrina keskvaljak  
 Staadium: EP

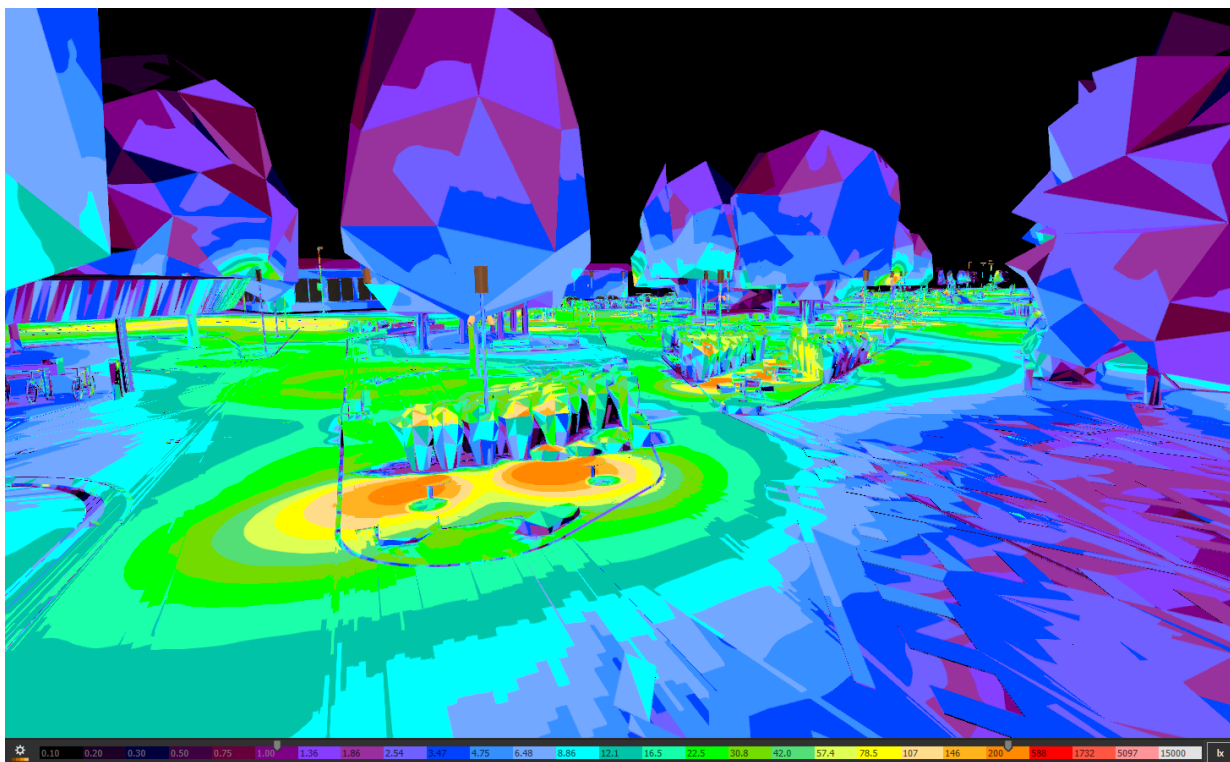
Koostaja:  
 Vastutav isik:  
 Kuupäev:  
 Muudatus:

Silmani Elekter AS  
 Liina Einla  
 08.04.2025  
 v02 / 08.04.2025





Joonis 17. Vaade alale (väljavõtte valgustusarvutuse mudelist)



Joonis 18. Vaade alale (väljavõtte valgustusarvutuse mudelist valevärvidega)

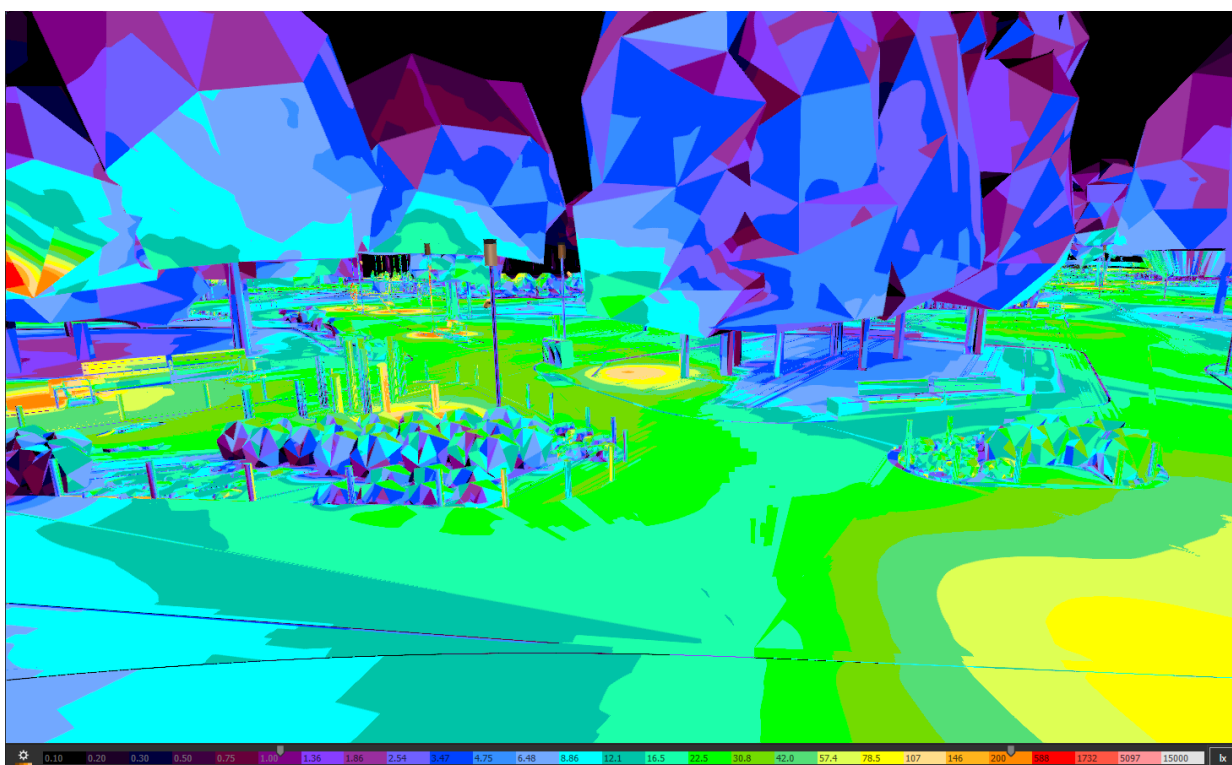
Töö tähis: 202411  
Töö nimetus: Kadrina keskvaljak  
Stadium: EP

Koostaja:  
Vastutav isik:  
Kuupäev:  
Muudatus:

Silmani Elekter AS  
Liina Einla  
08.04.2025  
v02 / 08.04.2025



Joonis 19. Vaade alale (väljavõtte valgustusarvutuse mudelist)



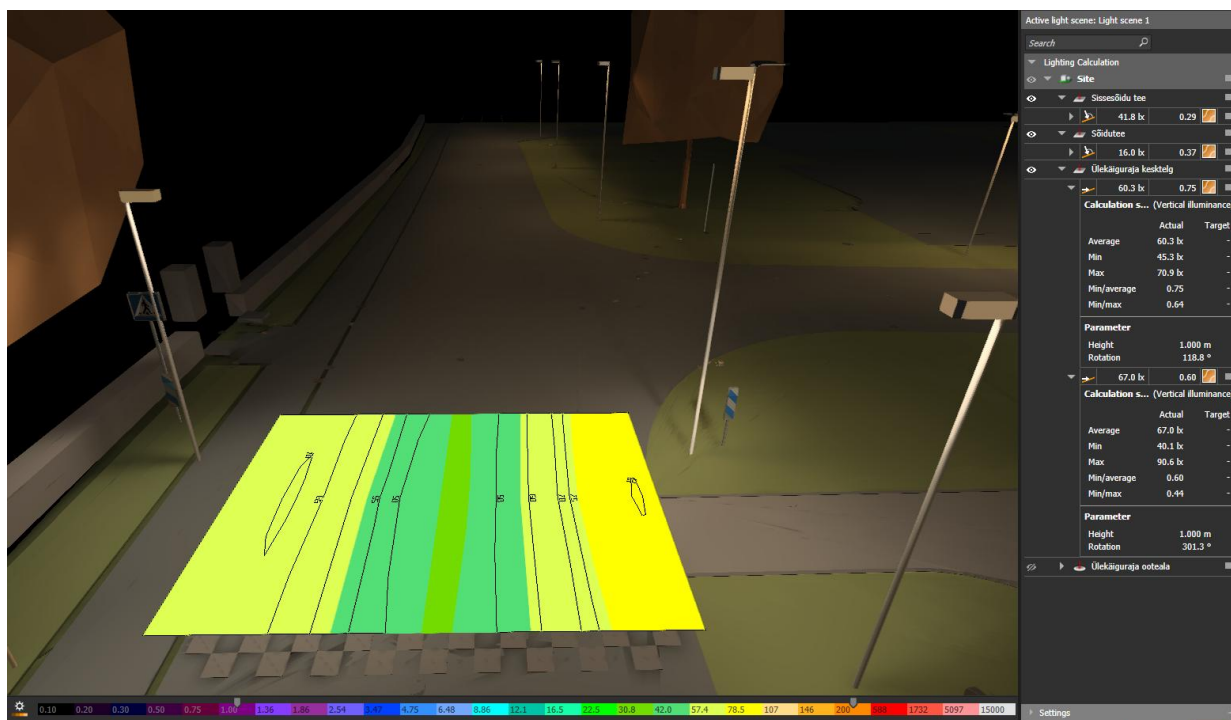
Joonis 20. Vaade alale (väljavõtte valgustusarvutuse mudelist valemvärvidega)

Töö tähis: 202411  
Töö nimetus: Kadrina keskvaljak  
Stadium: EP

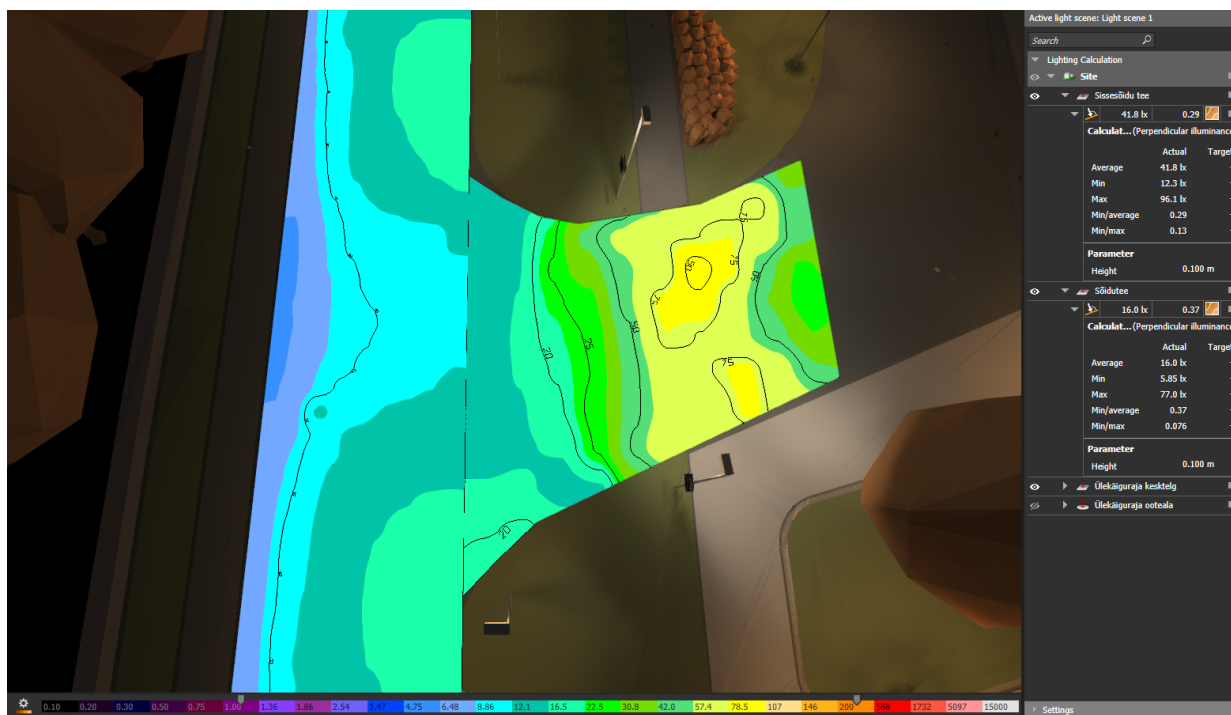
Koostaja:  
Vastutav isik:  
Kuupäev:  
Muudatus:

Silmani Elekter AS  
Liina Einla  
08.04.2025  
v02 / 08.04.2025





Joonis 21. Vaade ülekäigurajale (väljavõtte valgustusarvutuse mudelist valevärvidega)



Joonis 22. Vaade sõidutee ja bussipeatuse sissesõidualale (väljavõtte valgustusarvutuse mudelist valevärvidega)

Töö tähis: 202411  
 Töö nimetus: Kadrina keskvaljak  
 Staadium: EP

Koostaja:  
 Vastutav isik:  
 Kuupäev:  
 Muudatus:

Silmani Elekter AS  
 Liina Einla  
 08.04.2025  
 v02 / 08.04.2025