



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

INSENERITEADUSKOND

Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

VÄLISKESKKONNA LEEDEKRAANIDE MÕÕDISTAMISE METOODIKA VÄLJATÖÖTAMINE

DEVELOPMENT OF METHODOLOGY FOR MEASURING OUTDOOR LED
SCREENS

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Rauno Merila

Üliõpilaskood: 177064AAAM

Juhendaja: Toivo Varjas, doktorant-nooremteadur

Tallinn, 2020

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“.....” 2020

Autor:

/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

“.....” 2020

Juhendaja:

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”2020.

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

LÕPUTÖÖ LÜHIKOKKUVÕTE

Autor: Rauno Merila

Lõputöö liik: Magistritöö

Töö pealkiri: Väliskeskonna leedekraanide mõõdistamise meetodika väljatöötamine

Kuupäev: 20.05.2020

96 lk (lõputöö lehekülgede arv koos lisadega)

Ülikool: Tallinna Tehnikaülikool

Teaduskond: Inseneriteaduskond

Instituut: Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

Töö juhendaja: doktorant-nooremteadur Toivo Varjas

Sisu kirjeldus: Töö eesmärgiks on mõõtemetoodika väljatöötamine ning olemasolevate ekraanide kontroll. Uuritakse, millised on välireklaami tehnoloogiad ning nende arengud ja mõju linnakeskkonnale. Uuritakse, millised määrused ja seadused on kehtestatud Eestis ja lähiriikides. Tuuakse ära valgustehnilised parameetrid, mida on võimalik mõõta ning mida oleks vajalik mõõta. Tuuakse ära soovitused, kuidas leedekraanide mõõdistamisi läbi viia. Uuritakse, millised võiksid olla ekraanide heledused pimedal ajal ning valgel ajal. Teostatakse mõõtmised Tallinna leedekraanidele ning valgustustehnika labori poolt teostatud Tartu mõõdistamise analüüs. Lõputöös tehakse ettepanekud ekraanide tehnilistele parameetritele ja paigaldustele. Leedekraanide tehnilise lisainformatsiooni saamiseks on teostatud intervjuud välireklaami ettevõtetega ning küsitud nende nägemust tulevikust.

Märksõnad: leedekraan, heledus, valgustustihedus, mõõtemetoodika

ABSTRACT

Author: Rauno Merila

Type of the work: Master Thesis

Title: Development of methodology for measuring outdoor led screens

Date: 20.05.2020

96 pages (the number of thesis pages including appendices)

University: Tallinn University of Technology

School: School of Engineering

Department: Department of Electrical Power Engineering and Mechatronics

Supervisor of the thesis: early stage researcher Toivo Varjas

Abstract: The master thesis aims to develop a measurement method and control the existing screens. The technologies of outdoor advertising and their developments and impacts on the urban environment are studied. It is examined which regulations and laws have been established in Estonia and neighbouring countries. The lighting parameters that can and should be measured are indicated. Recommendations on how to perform LED screen measurements are provided. It examines what the luminance of the screens could be in the dark and in the white. Measurements on Tallinn LED screens and analysis of Tartu surveying performed by the lighting technology laboratory are performed. In the thesis, the technical parameters and installations of the screens are proposed. To get additional technical information about LED screens, interviews with outdoor advertising companies have been conducted and their vision of the future has been asked.

Keywords: led screen, luminance, illuminance, measurement methodology

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Lõputöö teema:	Väliskeskkonna leedekraanide mõõdistamise meetodika väljatöötamine
Lõputöö teema inglise keeles:	Development of methodology for measuring outdoor LED screens
Üliõpilane:	Rauno Merila, 177064AAAM
Eriala:	Energiamuundus- ja juhtimissüsteemid
Lõputöö liik:	magistritöö
Lõputöö juhendaja:	Toivo Varjas
Lõputöö ülesande kehtivusaeg:	20.05.2021
Lõputöö esitamise tähtaeg:	20.05.2020

Üliõpilane (allkirjastatud digitaalselt)

Juhendaja (allkirjastatud digitaalselt)

Õppekava juht (allkirjastatud digitaalselt)

1. Teema põhjendus

Järjest enam paigaldatakse linnakeskkonda reklaamide ja informatsiooni edastamiseks ekraane, kuid puudub regulatsioon, kuidas teostada kontrollmõõtmisi ja millised peaksid olema ekraanide heleduse väärtused ning ekraanist kindlal kaugusel valgustustiheduse väärtuse muutused reklaamide vaheldumisel. Liiklusohutuse seisukohast oleks vaja, et ekraanid ei oleks üle valgustatud. Omapoolne panus on mõõtemetoodika väljatöötamine ja olemasolevate ekraanide mõõdistamine Tallinnas.

2. Töö eesmärk

Töö eesmärgiks on mõõtemetoodika väljatöötamine ning olemasolevate ekraanide kontroll.

3. Lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

- Teoreetilises osas uurida, kuidas on reguleeritud välireklaamide nõuded ja piirangud
- Teoreetilises osas uurida lähiriikide regulatsioone
- Praktilises osas teha mõõdistamised ekraanidele
- Mõõtemetoodika välja töötamine
- Uurida välireklaami pakkuvate ettevõtete käest lähteandmeid nii ekraanide kohta kui ka nende nägemus

4. Lähteandmed

Ekraanide informatsiooni küsida otse välireklaami ettevõtete käest või nende kodulehelt, kus on ära toodud ekraanide andmed.

5. Uurimismeetodid

Töö tulemusteni plaanin jõuda mõõtmiste ja nende andmete analüüsil. Samuti välireklaami pakkuvate ettevõtete küsitlemisel. Andmete analüüsiks kasutan Excelit.

6. Graafiline osa

Joonised, mida mõõtetulemuste andmete põhjal saab teha on ekraanide heleduse väärtused pimedal ajal ning valgustustiheduse muutus ekraanist kaugenedes pimedal ajal. Lisadesse tulevad mõõdetud ekraanide asukohad ning mõõtekohtadest tehtud fotod.

7. Töö struktuur

SISSEJUHATUS

VÄLIREKLAAMI TEHNOLOOGIAD

EKRAANIDE TEHNOLOOGILISED ARENGUD JA NENDE MÕJUD LINNAKESKKONNALE

LEEDEKRAANIDELE KEHTESTATUD MÄÄRUSED NING SEADUSED EESTIS JA LÄHIRIIKIDES

LEEDEKRAANIDE VALGUSTEHNILISED PARAMEETRID

MÕÕTETULEMUSED NING NENDE ANALÜÜS

ETTEPANEKUD EKRAANIDE TEHNILISTELE PARAMEETRITELE JA PAIGALDUSTELE

INTERVJUUDE ANALÜÜS

KOKKUVÕTE

8. Kasutatud kirjanduse allikad

Teadusartiklid, raamatud, internet.

9. Lõputöö konsultandid

Lõputöö tegemisel ei kasutada konsultandi abi.

10. Töö etapid ja ajakava

- Kirjanduse läbitöötamine, lähteandmete kogumine, teoreetilise osa kirjutamine
31.03.2020
- Arvutuste/mõõtmiste/modelleerimise teostamine, uuringu tulemuste kirjeldamine, järelduste kirjutamine 19.04.2020

- Kokkuvõtte koostamine 27.04.2020
- Töö esimene versioon valmis, juhendajale läbilugemiseks saatmine 30.04.2020
- Paranduste sisseviimine 04.05.2020
- Juhendajale teiseks läbilugemiseks saatmine 11.04.2020
- Töö lõplik versioon valmis 18.05.2020

SISUKORD

LÕPUTÖÖ LÜHIKOKKUVÕTE	3
ABSTRACT.....	4
LÕPUTÖÖ ÜLESANNE	5
EESSÕNA	9
LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU	10
SISSEJUHATUS	11
1. VÄLIREKLAAMI TEHNOLOOGIAD	12
2. EKRAANIDE TEHNOLOOGILISED ARENGUD JA NENDE MÕJUD LINNAKESKKONNALE	14
3. LEEDEKRAANIDELE KEHTESATUD MÄÄRUSED NING SEADUSED EESTIS JA LÄHIRIIKIDES	18
4. LEEDEKRAANDIDE VALGUSTEHNILISED PARAMEETRID	26
4.1 Valgustehniliste parameetrite mõõtmiseks vajalikud mõõteriistad	27
4.2 Mõõtemetoodika valgustehniliste parameetrite mõõtmiseks	28
4.3 Soovitused mõõtmiste läbiviimiseks	29
4.4 Valgustustiheduse väärtuste näited	30
4.5 Ekraanide heledused valgel ajal	31
5. MÕÕTETULEMUSED NING NENDE ANALÜÜS.....	34
6. ETTEPANEKUD EKRAANIDE TEHNILISTELE PARAMEETRITELE JA PAIGALDUSTELE.....	52
7. INTERVJUUDE ANALÜÜS.....	53
KOKKUVÕTE	54
SUMMARY	56
KASUTATUD KIRJANDUS	59
LISAD	62
Lisa 1 Leedekraanide asukohad.....	63
Lisa 2 Leedekraanid pimedal ajal	66
Lisa 3 Tallinn, Haabersti, Paldiski mnt JCDecaux mõõtetulemused	71
Lisa 4 Intervjuud.....	72
Lisa 5 Tallinna leedekraanide mõõdistamised mõõteprotokoll.....	78
Lisa 6 Tartu mõõdistamise mõõteprotokoll	84

EESSÕNA

Antud lõputöö teema on välja pakutud Tallinna Tehnikaülikooli elektroenergeetika ja mehhatroonika instituudi valgustustehnika doktorant-nooremteadur Toivo Varjase poolt. Autor tänab Toivo Varjast lõputöö juhendamisel. Veel tahaksin tänada koostöö eest inimesi, kellega teostati intervjuud ja saadi ekraanide kohta lisateavet, kelleks on JCDecauxi arendus- ja tehnikadirektor Jaanus Kadak ning Linnaekraanide tegevjuht ja juhatuseliige Peeter Merivälja. Lisaks tahaksin tänada Tartu linnakujunduse spetsialisti Anna-Liisa Unti, kelle käest on saadud informatsiooni Tartu linna kohta.

LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU

cd kandela

LCD vedel kristall ekraan

LED valgust kiirgav diood

lx luks

PDP plasma ekraan

RGB liitvärvi mudel, kus värvid saadakse kolme põhivärvi (punase, rohelise, sinise) järgi

SISSEJUHATUS

Tehnika arenguga muutub linnakeskkond. Ühe enam paigaldatakse reklaamtahvlite asemel ekraane, et edastada informatsiooni ja reklaame. Seoses ekraanide paigaldamisega on vajalik, et oleks reguleeritud ekraanide valgustehnilised parameetrid, selleks et valesti seadistatud ekraanid ei põhjustaks liiklusohtlike olukordi ja õnnetusi. Teaduslikes andmebaasides ei ole artikleid või uurimustöid, kuidas teostada väliekraanide mõõdistamisi, küll on aga ära toodud liiklusohutusele kaasnevad mõjud. Lõputöö eesmärgiks oleks mõõdistamise metoodika väljatöötamine, mida oleks võimalik kohalikel omavalitsustel kasutada, et kontrollida paigaldatud ekraane ning oleksid reeglid, kuidas ja kuhu paigaldada ekraane ja mis oleksid vajalikud piirangud ja nõuded.

Antud lõputöö käsitleb ekraanide valgustustehnilisi parameetreid, mida oleks vajalik mõõdistada, kuidas teostada mõõdistamisi ning millised mõõteriistad oleksid vajalikud mõõdistamiste läbiviimiseks. Lisaks analüüsitakse, millised piirangud ja nõuded on kehtestatud ekraanidele nii Eesti kui ka lähiriikides. Samuti teostatakse mõõdistamisi väliekraanidele ja nende tulemuste analüüs. Kuna väliekraanidele ei ole kehtestatud näiteks ekraanide heleduse väärtuste piire, siis oleks mõõtetulemuste põhjal võimalik anda hinnangud, mis vahemikes võiksid olla ekraanide heleduste väärtused. Lisaks uuritakse, missugused tehnoloogilised arengud võivad väliekraane mõjutada ning omakorda analüüsida, kuidas need mõjutavad linnakeskkonda.

Lõputöös kasutatakse teaduslike andmebaase. Andmete kogumist teostatakse nii teaduslike andmebaaside kaudu kui ka läbi intervjuude. Mõõtetulemuste saamiseks viiakse läbi mõõdistamised välistingimustes. Mõõtetulemuste graafikute koostamine toimub Exceli abil.

1. VÄLIREKLAAMI TEHNOLOOGIAD

Reklaami mõte on edastada informatsiooni, kas elektrooniliselt või paberkuul, selleks et suurendada ettevõtete käivet või tutvustada enda brändi rohkematele inimestele [1]. Reklaami saab edastada mitmete vahendite kaudu, milleks võib olla ajaleht, ajakiri, raadio, televisioon või internet. Lisaks on võimalik edastada reklaami väliskeskkonnas nii ekraanide kui ka plakatite kaudu, kus on kasutusel mitmeid tehnoloogiaid. Välireklaam saab olla staatiline kui ka dünaamiline. Staatiline reklaam on ajas muutumatu, mille näiteks võib tuua neonreklaamid, valgustähed, valguskastid ja -postid, reklaamtahvlid ja -bännerid [2]. Samuti on staatilisteks reklaamideks bussiootepaviljonidesse paigaldatud reklaamplakatid, valgusvitriinid [3]. Dünaamilised reklaamid on ajas muutuvad, mida on võimalik edastada digitaalsete ekraanidega, nagu näiteks leedekraanid ja LCD ekraanid. On ka olemas stendid, kus reklaamplakateid keritakse ehk on võimalik reklaame muuta teatud aja tagant, kuid reklaamplakat ise on staatiline.

Reklaamplakateid on võimalik valgustada kahte moodi. Üheks võimaluseks on plakatit valgustada välise valgusallikaga. Teiseks võimaluseks on plakatit valgustada sisemise valgusallikaga. Mõlema valgusallikaga on probleem selles, et plakati tervet pinda ei ole võimalik valgustada ühtlaselt. Kuigi plakat ei ole ühtlaselt valgustatud, siis liiklejate seisukohast on sellised reklaamikandjad ohutumad kui ekraanid, sest valgustus on kongsante.

Reklaampindade konstruktsioonid on erinevad. Levinumad lahendused on sellised, et reklaampinnad on püstitatud ühe postiga või siis kahe postiga.

JCDecauxi kodulehelt on võimalik välja lugeda, millised on suurusjärgud erinevatel ekraanidel või reklaamivormide edastamisel. Suurused ja valgustid on ära toodud tabelis 1.1.

Tabel 1.1 JCDecauxi näitel erinevate reklaamikandjate suurused [3]

Reklaami edastamise viis	Pindala [m ²]	Valgustid
Bussiootepaviljonid (Reklaamplakat)	2,2	Päevavalguslambid (luminofoorlambid), millest enamus vahetatud kahepoolsete leedtorude vastu
Valgusvitriinid (Reklaamplakat)	2,2	
Valgusvitriin-scrollerid (Reklaamplakat)	2,2	
Reklaamtahvlid (Reklaamplakat)	18	
Premiumid (Reklaamplakat)	7,2	
DigiCity (Digitaalne)	8,6	Leedekraanid
Digiroad (Digitaalne)	18	Leedekraanid

Leedekraanid kasutavad hulgaliselt valgusdioode (punane, roheline, sinine valgusdiodid), et tekitada pikseid, mis omakorda on aluseks pildi või video kuvamiseks. LCD [4] kasutab valgusallikana valget

taustavalgust või küljevalgust ning erinevaid kihte, et valgus muuta üksikuteks piksliteks. LCD ekraanides kasutatakse polarisatsioonikihte. Polariseerimine on nähtus, kus valguselaine võngub või liigub sama kiirusega edasi-tagasi. Tausta valgus ise ei ole polariseeritud. Vedelkristall muudab seda läbiva valguse polarisatsiooni. Vedelkristall väljalülitatud olekus on paigutatud nii, et valguse polarisatsioon ei muutu. See tähendab, et kui valgus jõuab teise polarisaatorini, mis on esimesest polarisaatorist vastassuunas, blokeeritakse kogu tuli. Kuid pinge rakendamisel muudetakse vedelkristallide olek sisse lülitatud olekusse teatud protsendi ulatuses. See muudab läbiva valguse polarisatsiooni protsenti, et see vastaks teise polarisaatori orientatsioonile, võimaldades sel läbi pääseda ja seejärel kuvatakse ekraanile pilt. Värvide saamiseks on vaja vaid kolme värvifiltrit punast, rohelist ja sinist, mis blokeerivad kogu valguse, välja arvatud selle värvi läbimise.

2. EKRAANIDE TEHNOLOOGILISED ARENGUD JA NENDE MÕJUD

LINNAKESKKONNALE

Landmark Dividend nägemus digitaalsetest stendidest ja välireklaami tulevikust. Reklaamid, kas plakati kujul või elektroonsed, on loodud selleks, et püüda inimeste tähelepanu. Kuigi ekraanidega on võimalus pakkuda suurt dünaamilisust, on võimlaus et dünaamilisi ekraane on endiselt lihtne ignoreerida [5]. Selleks, et reklaam tõepoolset inimese tähelepanu köidaks, peab reklaam rääkima vaatajaga nii sõna-sõnalt kui ka piltlikult, mille lahenduseks on nutikad stendid.

Nutikas reklaam suudab dünaamiliselt reageerida ümbritsevale keskkonnale selliselt, et saates ja saades kogutakse andmeid infovõrgu kaudu. Igat reklaami, mida saab oma sõnumi aja, kuupäeva või ilmastiku alusel kohandada, saab pidada nutikaks reklaamiks. Tuleviku ekraanid reageerivad dünaamiliselt ümbritsevale keskkonnale, muutes ekraanil kuvatavat sisu vastavalt liiklejate kohta kogutavale teabele [5]. Selle ülesande täitmiseks varustatakse tulevased ekraanid mitmesuguste tehnoloogiatega, nagu näiteks kaamerad, radarid, infrapunakiirgus ja antennid, mis võimaldavad reageerida ümbritsevale keskkonnale ja koguda informatsiooni, mis sellest keskkonnast tuleb [5]. Selleks, et sellised lahendused ei võtaks liialt autojuhtide tähelepanu, peab olema paigas, kui kaua tohib reklaami ajaliselt näidata.

Selleks, et ekraan reageeriks ümbritsevale keskkonnale, peab ekraani loogikasüsteem suutma teha otsuseid ekraanist mööda sõitvate autode põhjal. Keerulist olukorda saab ette kujutada järgmiselt. Seistakse maanteel viaduktil ja proovitakse hinnata all sõitvaid autosid ja nende sõitjaid ning teha järelduse nende asjade kohta, mis neile võiksid meeldida. Mitmed ettevõtted töötavad selle probleemi jaoks uute lahenduste kallal, sealhulgas *Clear Channel Outdoor* koos oma programmiga „Radar” [5]. „Radar” on keeruline süsteem, mis analüüsib mööduvates sõidukites mobiiltelefonidest kogutud anonüümseid andmeid [5]. Kui neid andmeid on süsteemi kaudu töödeldud, saab süsteem digitaalsete ekraanide sisu dünaamiliselt muuta selliselt, et kuvada grupi reklaamijatele asjakohane reklaam. Näiteks kui juhuslikult möödub sõidukirühm, mille enamik sõitjaid on koos lastega, võib reklaamida linastuvaid lastefilme. Lisaks anonüümsete andmete vaatamisele võimaldab see tehnoloogia tuvastada ka sõidukeid, mis sõidavad ekraanist mööda [5]. Kui peaks juhtuma, et mööda sõidab suur grupp Audisid, võib reklaami nihutada ja kuvada Volkswagen grupi sõidukite eripakkumisi.

Lähitulevikus välireklaami pakkujad teevad suuremat koostööd linnadega. Linnad soovivad investeerida nutika linna infrastruktuuri ning välireklaami ettevõtted näevad selles võimalust oma

tegevust laiendada [6]. Välireklaami ettevõtted saavad kaasa aidata nutika linna arendamisel integreerides ekraani külge erinevaid andureid: saasteandurid, liikluse jälgimine andurid. Ekraanidega on võimalik pakkuda erinevaid teenuseid: interaktiivsed ekraanid, tasuta wifi või erineva informatsiooni edastamine, milleks võib olla liiklusummikute olemasolu ja asukoht, õhusaaste [6].

Suureks probleemiks on erinevused ekraanide regulatsioonides nii riikide vahel kui ka riikide siseselt. Peaksid olema kindlad regulatsioonid, millised ekraane paigalda. On välja toodud, et maanteeametid peaksid paika panema, millal kasutada kõrge kvaliteediga või madala kvaliteediga ekraane [6]. Kõrge kvaliteedi all on mõeldud ekraanide võimalust ekraani heledust muuta vastavalt keskkonna tingimustele. Suuremad reklaamiettevõtted kasutavad alati kõrge kvaliteediga ekraane ning rakendatakse tõhusaid hooldusprotseduure. Ametiasutused ei tee vahet kahe ruutmeetristel ekraanidel, mis on mõeldud jalakäijatele ja suurematel ekraanidel, mis on mõeldud autojuhtidele [6]. Ametiasutused peaksid kirja panema, kus ja mis tüüpi ekraane võib paigaldada. Kuna madalama kvaliteediga ekraanid on odavamad, siis võib nende ekraanide paigaldus lähiaastatel suureneda ning see võib omakorda tuua kaasa liiklusohutlike olukordi, kuna ekraanid võivad olla valesti seadistatud.

Suurte teeäärsete reklaamtahvlite arv väheneb [6]. Kuna ekraane on kulukam üleval pidada kui paberreklaame, siis reklaamtahvlid jäävad alles. Ettevõtted on valmis arendama ja investeerima ekraanidesse, mis on integreeritud tänavamööblisse ehk mõeldud jalakäijatele ning investeeritakse vähestesse teeäärsetesse stendidesse, mis on mõeldud autojuhtidele [6]. Suuremad ekraanid tahetakse paigalda parematesse asukohtadesse, mis annavad võimaluse reklaamida suuremale grupile inimestele. Nendeks kohtadeks võivad olla jaemüügikohad, kus jalakäijad on ostukeskkonnas liiklemas ning liikluses, kus on suur liiklusintensiivsus ja väike kiirus.

Digital signage ennustab, et ekraanid on tõusu teel [7]. Suurimad turuosad jäävad Ameerika Ühendriikidele ja Euroopale veel mitmeks aastaks, kuid on oodata Aasia-Vaikse ookeani piirkonna kiiret kasvu Indias ja Hiinas [7]. Reklaamide edastamine ekraanide kaudu muutub üha populaarsemaks ettevõtete jaoks, sest selles nähakse potentsiaali oma bränditeadlikkuse suurendamiseks, klientide kaasamiseks.

Möötmete trendid ekraanidel avalduvad selliselt, et ekraanid muutuvad suuremaks. Üheks näiteks on Samsungi ekraan, mis on paigaldatud Lõuna-Koreasse. Antud ekraani suurus on 1620 m², resolutsioon on peaaegu kaksorda suurem kui UHD 7,840 x 1,952 [7] ja heleduse võime on 9000

cd/m² [8]. See on hea näide sellest, kui suuri ekraane on võimalik paigaldada linnakeskkonda. Joonisel 2.1 ja 2.2 on toodud antud ekraani fotod.



Joonis 2.1 Samsungi ekraan Lõuna-Koreas [8]



Joonis 2.2 Samsungi ekraan Lõuna-Koreas [8]

Kuigi ekraani suuruste trend on suuremate ekraanide poole tänava pildis, siis on leitud, et jalakäijate jaoks mõeldud ekraanid suuruses 32- kuni 75-tollil on piisavad, et kliendid saaksid meeldejääva kogemuse. 32- kuni 75-tolliste ekraanide suuruse juures on võimalik rakendada rohkem tehnoloogiat ilma, et ekraanid rohkem ruumi võtaks [7].

Vastuvõtvad ekraanid [7], mis on ühendatud interneti võrguga, võimaldavad kuvada reaalaia informatsiooni kohast reklaami. Näiteks kui sajab vihma, siis reklaamitakse vihmamantleid ja kui on päikeseline ilm, siis reklaamitakse päikesekreeme.

Üheks trendiks on veel näotuvastus ja tehisintellekt [7], mis suudab seostada kliendid ja nende huvid, võimaldades kliendid ära tunda ja kuvada ekraanile vastava kliendile tooteid ja teenuseid tema ostuajaloo põhjal. Lisaks on võimalus, et tehisintellekt analüüsib kliendi välimust ja reklaamib vastava vanuse tooteid, mida kanda. Selline lähenemine lubab välistingimustes passiivsed ekraanid muuta isikupärastatuks ekraanideks. Näotuvastus pakub lisaks reaalaia müügi suurendamisele ka võimaluse analüüsiks ettevõtetele. Näiteks kaua inimene vaatas ekraani, mis vanuses ja soost klient oli, mis olid nende näoilmed [7].

Üheks võimaluseks, kuidas välireklaamide ekraanid oma toite saavad on võimalus kasutada päikesepaneelide ning akusid. Üheks probleemiks, mis päikesepaneel võib tekitada on valguse peegeldus, mis tekitab autojuhtidele pimestamist. Päikeseelemendid (*solar cell*) on kapselatud ja kaetud läbipaistva kattekilega [9]. Kattekiled vähendavad tagasi kiirava valguse hulka. Enamus päikesepaneelide on disainitud vähemalt ühe kattekihiga ning mõned ka rohkem kui ühe kattekihiga. Päikesepaneelid võivad kindlatel tingimustel olenevalt päikse kaldenurgast või päevaalgustingimustes siiski põhjustada pimestamist. Pimestamine võib põhjustada avariisi või liiklusohutlikke olukordi, kuna autojuht on sunnitud päikesepaneelidest eemale vaatama, mis omakorda võib autojuhi pilgu viia teest eemale. Joonisel 2.3 on näha võimalik valguse peegeldus, mis võib autojuhtidel tekitada pimestamist.



Joonis 2.3 Päikesepaneelid põhjustamas pimestamist [9]

3. LEEDEKRAANIDELE KEHTESATUD MÄÄRUSED NING SEADUSED

EESTIS JA LÄHIRIIKIDES

Ekraanidele, mis on mõeldud reklaami ja informatsiooni edastamiseks, ei ole Eestis kehtestatud ühtegi määrust ega seadust, milles oleks ära toodud ekraanide valgustehnilised parameetrid ja asukohast sõltuvad iseärasused, mida võiks jälgida. Tallinnas on transpordiameti poolt koostatud dokument „Nõuded liiklusohutuse tagamiseks LED, LCD ja PDP ekraanide paigaldamisel Tallinnas“ [10]. Üheks probleemiks, mis valesti paigaldatud ekraanidega saab juhtuda on see, et ekraanid on paigaldatud ristmikel valgusfooridega samale taustale. Dokumendis on ära toodud, et valgusfoorid Tallinnas kasutavad leed tehnoloogiat valgussignaali edastamiseks [10]. Kui kasutatakse samu tehnoloogiaid nii ekraanide kui ka valgusfooride puhul, siis asjaolude kokku langemisel võib juhtuda olukord, kus valgusfoorides on punane valgussignaal, aga ekraanidel on samaaegselt domineeriv roheline värv või ekraanil on nii rohelist kui ka punast värvi, mis võib valgusfooride lugemist raskendada. Üheks võimaluseks, kuidas lahendada olukord, et ekraanide ja valgusfooride värvid üksteist ei segaks, oleks võimalik kehtestada piirangud värvide osas. Näiteks keelata domineeriva rohelise ja punase valgusega reklaamide edastamine ekraanidel, mis jäävad valgusfooride taustale.

Tallinna transpordiameti dokumendis ära toodud järgnev: „Ebaõige heleduse korral on oht liikleja pimestamine ning mida suurem on ekraanide ja tänava heleduse suhe, seda rohkem läheb liiklejal kohanemiseks [10]“. „Adaptatsioon on silma võrkkesta omaduste ja silmaava läbimõõdu muutumine sõltuvalt valgustuse tugevusest [11]“. Inimesel kulub rohkem aega kohanemiseks kui minnakse valgust pimedasse. Kui ekraanid on üle valgustatud võrreldes tänavavalgusega, siis võib juhtuda, et tähelepanu reaktsiooniaeg muutub aeglasemaks ning võib põhjustada ohtlikke olukordi. Ekraanide valgustuse kohta on ära toodud järgnev: „Arvestama ekraani taustale jäävat looduslikku valgust ning olema automaatse reguleerumisega ning stabiilse- ja mittehäiriva heledusega (ei sähvi, ei plingi, ei virvenda jms)“. Ei ole ära toodud konkreetseid heleduste väärtusi või vahemikke, mis ekraanidel võiksid olla.

Eesti standardis EVS 613:2001 on ära toodud, et liiklusväliste teabevahendite ja liiklusmärkide vaheline kaugus piki teed peab olema asulas vähemalt 25 meetrit [10]. Liiklusohutuse kontekstis on oluline, et ekraanid ei segaks liiklusmärkide nägemist ehk võib olla olukord, kus ekraan segab liiklusmärgi lugemist, kus piirkiirus 70 km/h läheb üle 50 km/h ning sõidetakse ikkagi suurema kiirusega edasi.

Järgnevalt on ära toodud nõuded, mida ekraanide paigaldamisel peab arvestama ja mis on vajalikud ekraanide töötamisel meeles pidada [10]:

- asuma sõiduteede lõikumisalast vähemalt pikima lõikumisala nurkade diagonaali mõõdu kaugusel;
- asuma ülekäigukohast või ülekäigurajast vähemalt ülekäigukoha või ülekäiguraja pikkuse kaugusel;
- asuma enne sõiduteede lõikumisala, ülekäigukohta ja ülekäigurada vähemalt 30 meetrit lubatud 50 km/h sõidukiiruse alas ja 80 meetrit lubatud 70 km/h sõidukiiruse alas;
- asuma sõiduteest vähemalt 5 meetri kaugusel ega tohi ohustada kergliiklejaid;
- asuma vähemalt 25 meetri kaugusel teisest liiklusvälisest teabevahendist ja liiklusmärgist;
- olema vähemalt poole väiksem sõidukijuhli vaatesektorist ja mitte domineerima;
- olema paigaldatud selliselt, et see ei asetseks fooride või liiklusmärkide taustal;
- olema konstruktsiooniga, mis tagab leed reklaamkandja püsivuse ja ohutuse ning vastab linna üldisele ilmele ja arhitektuurile;
- vastama fotobioloogilise ohutuse standardile;
- olema tootja poolt märgistatud tooteohutuse märgisega CE-märgiga ega tohi tekitada fotosensitiivset epilepsiat;
- kasutamisel kuvama üksnes staatilisi pilte ja igat staatilist pilti peab kuvama vähemalt 10 sekundit, millele on lubatud üks teksti animeerimine iga pildi kohta (kasutada tuleb rahvusvaheliselt tunnustatud formaati "*fade in, fade out ja crossfade*" sulatusi või analooge);
- kasutamisel kuvama pilte/reklaami, mis ei eksita ega tekita liiklejates pettekujutelma liiklusolukorrast või liikluskorraldusvahenditest;
- arvestama ekraani taustale jäävat looduslikku valgust ning olema automaatse reguleerumisega ning stabiilse- ja mittehäiriva heledusega (ei sähvi, ei plingi, ei virvenda jms);
- olema välja lülitatud (ajavahemik kella 22.00-st kuni 6.00-ni, puhkepäevale eelneval ööl kella 00.00-st kuni 7.00-ni, v.a. ööl vastu 1. jaanuari, ööl vastu 25. veebruari ja 24. juunit);
- ja selle kasutamine olema hinnatud liiklusohutuse auditeerimiseks tõendatud kvalifikatsiooniga pädeva isiku poolt taotluses soovitud suuruses, asukohta ning tee suhtes antud nurga all, ohte liikluses mitte põhjustavaks, liikluse sujuvust mittehäirivaks ning keskkonda minimaalselt kahjustavaks.

Teostatud intervjuu käigus selgus, et Tartus ei ole konkreetset dokumenti, millest lähtutakse ekraanide paigaldamisel ning millised on nõuded töötavale ekraanile. Ühte konkreetset dokumenti ei ole, mistõttu kaasatakse erinevaid raamdokumente, mis lahendavad erinevaid temaatikaid. Peamiselt lähtutakse linna üldplaneeringust, liikluskorralduslikest piirangutest ja põhimõttest, et mida vähem seda parem. Üldplaneering keelab ekraanitüüpi reklaamid vanalinna muinsuskaitsealal. Mujal seab piiranguid ekraani paiknemine sõidukijuhi tähelepanuväljas, millele annab hinnangu liikluskorraldusteenistus. Ekraane ei lubata ka asukohtadesse, kus valgus ning piltide vaheldumine häiriks otseselt eluruume. Linna maale paigaldatavate ekraanitüüpi reklaamikandjate püstitamiseks korraldatakse reklaamiettevõtetele konkurss, kuna selliselt on reklaamikandjaid lihtsam hallata, kui nendega tegeleb üks vahendaja. Siiani ollakse olude sunnil toimetatud ilma õigusaktita. Kuna ekraane tekib järjest juurde, siis ei pruugi Tartu linn nende ohjeldamiseks varsti ilma õigusaktita enam läbi saada.

Tartu kodulehel on ära toodud enampakkumine Tartu linnale kuuluva maa üürile andmiseks reklaamikandjate paigaldamiseks [12]. Enampakkumise Lisa 2 all on ära toodud tehnilised nõuded ekraanile. Ekraanid peavad olema täisvärvilise tehnoloogiaga (RGB), pikslivahega 8 mm või väiksem [12]. Ekraanil oleks võimalus reguleerida heledust, kontrastust, gamma ja musta korrektsiooni, kõikidel värvidel ühiselt ning igal värvil eraldi [12]. Heleduse automaatne reguleerimine on vajalik, et ei tekiks valguseräigust, kui ekraani ümbritsev tausta valgus peaks muutuma. Pimedal ajal ekraani heleduse maksimaalseks väärtuseks on lubatud 150 cd/m^2 , valge ekraani puhul 200 cd/m^2 [12]. Pimedal ajal on valgustustiheduse lubatud tõus pimedast näidust reklaamnäiduni 4 luksit (kui pime ekraanipind muutub kirkalt helendavaks reklaamiks) [12]. Valgel ajal on ekraani lubatud heleduse maksimaalne väärtus 5000 cd/m^2 [12]. Võrreldes Tallinna transpordiameti koostatud juhendiga, on toodud Tartu linnapakkumises ära toodud konkreetset heleduse väärtused, mis valgel ja pimedal ajal tohivad ekraanidel olla.

Fotod ja tekstid peavad olema liiklejatele võimalikud kergesti arusaadavad, selleks et ei tekiks olukorda, kus liiklejad jäävad reklaami süvenema ajaliselt kauem, mis võib liikluselt tähelepanu ära viia. Üheks piiranguks on see, et teineteisele järgnevad reklaamid ei tohi suuri heledusi muutusi sisaldada, mis võib autojuhte segada [12]. Näiteks musta taustaga reklaami vahetumine valge taustaga reklaami vastu. Animatsioonid, videoklipid, tekstide või piltide liikuvad eriefektid ja välkumised on ekraanidel keelatud [12]. Lubatud on kasutada muutumatuid ehk staatilisi reklaampilte [12]. Liiga väike tekst võib autojuhtidelt nõuda suuremat tähelepanu ning seetõttu on oluline, et näidatava reklaamide tekst oleks piisava suuruseks, et oleks lihtne ja arusaadav.

Reklaamide vähim nähtavana oleku aeg on kümme sekundit ning reklaamid peavad vahelduma sujuvalt, nii et ekraani pind ei muutu reklaamide vahelistel aegadel mustaks [12].

Piirangud ja nõuded Riias on ära toodud seadusega Riias reklaami, siltide ja muude informatiivsete materjalide paigutamise korra ning plakatite ja stendide kasutamise korra kohta [13]. Ekraanide kohta on ainult ära toodud määruses, et ekraanid kasutamine on keelatud, kui ekraan asetseb hoone fassaadiga risti. Määruses ei ole ära toodud heleduse väärtusi ega vahemikke. Lisaks on ära toodud määruses, et kõik reklaami tüübid peavad tagama linna omase arhitektuuri ja keskkonna säilimise.

Soomes on vastu võetud määrus 24. augustil 2016 regulatsioonid teeäärsete reklaaminduse jaoks. Antud määrust kohaldatakse teeäärse reklaami ja väljaspool linnaplaneerimise piirkonda asuva reklaami või maakasutuse ja linnaplaneerimise piirkonnas kasutatava reklaami suhtes [14]. Võrreldes Eestiga on Soomes kehtestatud piirangud täpsemad. Määruses on toodud konkreetsed asukohad, kuhu ekraane ei tohi paigaldada. Ära on toodud asukohad, mis vajavad liiklejate poolt suurendatud tähelepanu, mis on seotud suure kiirusega või ristmikudega.

Soomes ei tohi reklaame paigaldada järgnevatesse asukohtadesse [14]:

- mitmetasandilised ristmikud ja ristumiskohad
- kiirtee või kiirteede alguse või lõpu lähedal või möödasõidu või rööbasteelõigu alguse või lõpu lähedal (200 m)
- tunneli lähedal (200 m) või silla alguses või lõpus läheduses (200 m)
- nii, et reklaam varjab või halvendab fooride, liiklusmärkide või teemärgistuse nähtavust, müratõkke piirkonda ning tee ja müratõkke vaheline ala
- ulukitara ava- või lõpp-punkti läheduses (200 m)
- valgustamata teelõigul, kui reklaam on isevalgustav
- kohta või teelõigule, kus on vaja erilist tähelepanu pöörata. Lisaks ülaltoodule:
 - hädamaandumiskohad
 - kohad, kust kõnnitee/jalgrattatee algab või ristub
 - künklikel või õnnetustele ohtlikel teelõikudel
 - maanteeületuspunktid

Määruses on ära toodud, et kuulutus ei tohi sisaldada pimestavaid elemente või peegeldavat materjali või pinda [14]. See aitab välistada, et autode tuled või tänavavalgustus tekitaks ekraanide

pindale peegeldumis rägust. Määruse ära toodud, et reklaami/ekraanide maksimaalne pindala on 50 m² [14].

Valgustuse kohta on Soome määruises toodud ära järgnevad piirangud [14]:

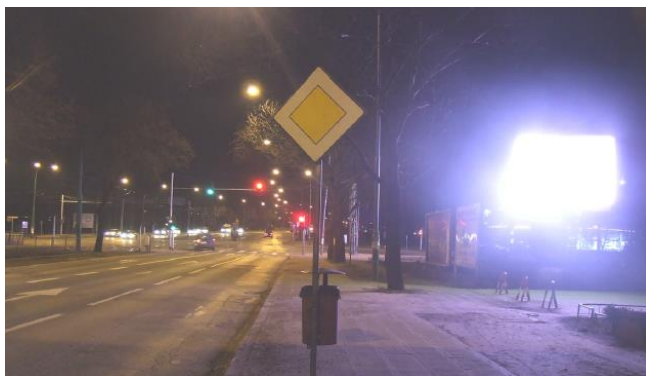
- helendavat reklaami ei tohi katkestada
- pimedal ajal võib reklaampinna keskmine heledus olla kuni 300 cd/m²
- videvikus ei tohi reklaampinna heledus olla viis korda suurem kui tausta heleduses
- helendav stend peaks automaatselt oma heledust reguleerima olenevalt ümbritsevast valgust, astmeline või sujuv
- helendava reklaami omanik peab olema valmis reklaami välja lülitama koheselt, kui lülitatakse välja teevalgustus öösel
- valgustusega reklaam tuleb rikke korral välja lülitada, kui häired üle seadme või osaliselt või muul viisil (näiteks erandjuhul valguspunktid vilguvad või põlevad erineva intensiivsusega)
- kui seadmes ei kuvata reklaami, peab reklaampind olema täiesti välja lülitatud
- muutuva sisuga reklaamid peavad jääma samaks vähemalt 30 sekundit korraga
- reklaam ei tohi sisaldada liikuvaid pilte ega välku
- kuulutust ei tohi otse üle viia järgmisele reklaamile või läbi lühikese pimedate ruumi, üheks võimaluseks võib järgmist reklaami libistada eelmise reklaami peale ülalt alla või vasakult paremale kahe sekundi jooksul.

Poola linnas Pozanis [15] on uuritud väliekraane, sest nii auto-, bussi- kui rongijuhid kaebavad ekraanide üle, mida on ebamugav vaadata ja häirivad sõiduülesandeid eriti õhtul ja öösel. Praegune Poola standard välisvalgustuse ja teevalgustuse ei anna piiranguid leedekraanide kohta [15]. On ära toodud Poola infrastruktuuriministeriumi määrus, mille nõuded ei ole täpsed ega anna alust ekraanide tekitatud ebamugavuse tasemete hindamiseks, eriti autojuhtidele tekitatud ebamugavus. Määrus täpsustab valge valguse valgustustiheduse viis luksit ja värvilise valguse valgustustiheduse kolm luksit, kuid ei ole ära toodud mõõtmismeetodit, kuidas neid väärtusi kontrollida [15].

Liiklusohutust mõjutab reklaamile keskenduv aeg. Mida kauem autojuht keskendub reklaamile seda suurem on oht liiklusõnnetuse tekkimisele. Uuringud on tõestanud, et autojuhid hakkavad reklaamitekste lugema, mis asuvad 250 m kaugusel, kui teksti tähed on 45 cm kõrged [15]. Lugemise kiiruseks eeldatakse ühe sõnaga sekundis, mis annab maksimaalse arvu kaheksa sõna kiirusel 90 km/h, seitse sõna kiirusel 100 km/h ja kuus sõna kiirusel 115 km/h. Ebasoodsates oludes peaks

sõnade arv olema väiksem [16]. On oluline, et ekraanid ei sisaldaks liigseid sõnu ehk reklaam peab olema konkreetne ning välistama olukorra, et autojuht keskenduks reklaamile liiga kaua.

Pimedal ajal on oluline, et ekraanide heledused oleks õigesti reguleeritud. Koi efekt (*Moth effect*) kirjeldab olukorda, kus nägemine tahtmatult vaatab heledamate objektide poole [15]. Mida suurem heledus, seda suurem on võimalus, et autojuht keerab oma pilgu teelt ära. Ekraanide pindade heledust ei pruugita täpselt määratleda, kuna heledus sõltub ekraani pindalast ja ümbruse heledusest. Dokumendis nimega „*Technical Memorandum: Evaluation of Billboard Sign Luminances*“ koostatud 2008. aastal Renssealari valgustustehnika uuringute keskuse polütehnilise instituudi poolt New Yorgi transpordi ametkonna poolt on viide simulatsioonide tulemustele, kus soovitatakse ekraanide valgustustiheduseks heleda tausta korral 1000 lx ja tumeda tausta korral 500 lx [15]. Eeldades, et valgusvoo peegeldusteguri koefitsient on 0,8, siis ekraanide heledus heleda ümbruse korral on 250 cd/m² ja tumeda ümbruse korral 130 cd/m² [15]. Ekraani heleduse automaatjuhtimine on oluline lisaks pimedale ajale ka päevasel ajal, mil tingimused on tavapärasest olukorrast erinevad, nagu näiteks udu korral, mil hele ekraan võib segada autojuhi nägemist. Joonisel 3.1 on ära toodud ekraan, mis on selgelt üle valgustatud ja võib häirida autojuhte.



Joonis 3.1 Näide ekraanist, mis on üle valgustatud Poola linnas [15]

Pozani linna teostatud mõõtetulemuste analüüsis selgus, et kaks ekraani 18-st mahtusid soovitatud väärtuse piiri 500 cd/m² [15]. Nende kahe ekraani maksimaalsed heleduse väärtused olid 377 ja 388 cd/m², kuue ekraani maksimaalse heleduse väärtused olid vahemikus 544 kuni 814 cd/m², kümne ekraani maksimaalsed heledused väärtused olid üle 1000 cd/m² ehk 1051 kuni 7953 cd/m² [15]. Keskmise tausta heledus 10 cd/m² ning tee heledus 3 cd/m² [15]. Suuremaks kontrasti ekraani ja tausta väärtuseks oli 4000 [15]. Tulemuste põhjal saab väita, et on oluline kehtestada piirväärtused ekraanide heledustele, kuna on näha, et suurem osa mõõdetud ekraanidest on üle soovitatud väärtuse piiri.

On teostatud projekt [6], kus on uuritud nii Euroopa kui ka Euroopast väljaspool asuvate riikide maanteeäärsete reklaamide tavasid. On ära toodud, et kümnes riigis (Flandria piirkond, Holland, Põhja-lirimaa, Rootsi, Itaalia, Luksemburg, Eesti, Soome, Ungari, Malta) on liikumise kohta piirangud. Liikuvad pildid või dünaamilised reklaamid on enamasti keelatud või ei soovitata. Osades riikides ainult piirangud kiirteede jaoks (suurema kiirusega teed). Eestis sujuvad ja aeglased reklaami üksikud elemendid on lubatud [6]. On üksmeel, et teeäärse reklaamid vilkuvad või katkendlikud tuled/pildid ei tohiks olla lubatud, eriti kiirteedel [6]. Liikuvad või dünaamilised reklaamid võtavad juhtidelt rohkem tähelepanu ja seega on oht, et kaob valvsus liiklemisel. Kaheteistkümnes riigis ära toodud värvikriteeriumid selliselt, et teeäärne reklaam ei tohi sarnaneda ametlike liiklusmärkidega ega neid segi ajada. Mõni riik viitab konkreetselt "ei pruugi sarnaneda/jäljendada liiklusmärkide värve" ja teised on üksikasjalikumad, näiteks Flandrias 75 m kaugusel valgusfoorist ei tohi rohelist ega punast värvi kuulutusi üles panna [6].

Tabelis 3.1 on ära toodud Hollandi piirangud ekraanide heleduste kohta, vastavalt ekraani suuruse ja asukoha järgi.

Tabel 3.1 Ekraanide heleduse väärtused Hollandis vastava ekraani pindala ja asukoha alusel [6]

Ekraani pind [m ²]	Looduskaitseala [cd/m ²]	Maapiirkond [cd/m ²]	Linnapiirkond [cd/m ²]	Linnakeskused/tööstuspiirkonnad [cd/m ²]
<0,4	50	500	750	1000
0,4-2	30	300	500	750
2-5	20	200	300	500
5-10	15	150	200	300
10-20	0	100	150	200
20-50	0	75	100	150
50-100	0	50	75	100
≥100	0	5	10	25

Tabelis 3.2 on ära toodud täpsemalt kriteeriumid ekraanide heleduste kohta Euroopa riikides.

Tabel 3.2 Ekraanide heleduse väärtuste kriteeriumid [6]

Riik/Piirkond	Heledus
Flandria	Ekraanide heledustase ei tohi olla suurem kui tausta heledustase. Ekraanidel peab olema automaatne heledusejuhtimine vastavalt ümbritsevale keskkonnale. Ekraanid peavad olema välja lülitatud vahemikus 22:00 kuni 06:00.
Holland	Oleneb ekraani suurusest ja asukohast (toodud ära tabelis 4.1).
Sloveenia	On ära toodud seadusega, et seadmed, mis pimestavad liiklejad eemaldatakse.
Itaalia	Ekraanid ei tohi pimestav ega sisaldada visuaalseid häireid. Keelatud on reklaamid, mis peegeldavad valgust. Ekraanide heledus ei tohi olla suurem kui 150 cd/m ² .
Luksemburg	Mittepeegelduvad ekraanid lubatud. Heleduse piirväärtusi ei ole ära määratud.
Eesti	Ei tohi pimestada liiklejad.
Soome	Pimedal ajal ei tohi heledus olla üle 300 cd/m ² ning videviku ajal ei tohi heledus olla suurem kui viis korda tausta heledus.
Ungari	Peegeldumismaterjalid ei ole lubatud, ei või olla vilkuv/pimestav valgus.
Malta	Valgustatud lubatud sel juhul, kui ei põhjustata ohtlikke sõidutingimusi. Heledus peab olema reguleeritud selliselt, et liiklusmärgid ei oleks ebamõistlikult eredad. Ekraanide heledus pimedal ajal ei tohi ületada 300 cd/m ² ning valgel ajal 100 cd/m ² . Elektroonilised stendid või märgid ei tohi põhjustada pimestamist.
Norra	Ei tohi olla helkurmaterjale, peeglid kui ka klaasid peaks olema välditud. Ei tohi olla valgusallikaid kui puudub teevalgustus. Ei tohi olla kõrgemat valgustustaset kui ümbritsev keskkond. Ei tohi sisse ja välja lülitada pimedal ajal.

Tabelist 3.2 on näha, et osades riikides ära toodud konkreetsed heleduse väärtused. Üheks kriteeriumiks on heleduse väärtus võrreldes ekraani taustaga selliselt, et ekraanide heledus ei või ületada tausta valgustaset. Selline korraldus aitab vähendada ohtu, et liiklejad oleksid pimestatud. Lisaks on ära toodud, et ei tohi kasutada materjale, mis valgust peegelduvad. Selliste materjalide kasutamine aitab ära hoida teiste valgusallikate poolt tekitatud valguse peegeldumist liiklejatele.

4. LEEDEKRAANDIDE VALGUSTEHNILISED PARAMEETRID

Leedekraanidel on võimalik mõõta mitmeid valgustustehnilisi parameetreid: valgustustihedus, heledus, valgusvärvsus, värviedastus üldindeks, rägus, valguse väreelus. Peatükist kaks ja kolm saab järeldada, et on vajalik mõõta ekraanide heledust ja anda hinnangud, millised väärtused võiksid ekraanidel olla.

„Heledus iseloomustab valgustugevuse näivat tihedust valgust andval pinnal või peegeldaval pinnal, see tähendab valgustatud ala heledust, mis jõuab vaataja silma. Heleduse ühik on kandela ruutmeetri kohta cd/m^2 [11]“. Praktilises osas mõõdetakse nii ekraanide pinna heledust kui ka ekraanide juures olevat tausta heleduste väärtusi. Ekraani tausta ja ekraani pinna heleduse võrdlus annab ülevaate, kas ekraanid on üle valgustatud või mitte. Inimene kogub suurema koguse informatsiooni nägemise kaudu. Silm reageerib pindade heledustele, mistõttu on oluline liiklusohutuse tagamiseks, et linnakeskkonnas ei oleks heleduste virvarri tõttu suuri heleduste suhteid, kuna see võib liigselt koormata autojuhte. Liigselt väsinud autojuhid võivad põhjustada liikluses vigu. Liigselt heledad alad põhjustavad nägemisväljas rägust [11, 17].

Praktilise osa käigus mõõdetakse lisaks heledusele ka valgustustihedust. Valgustustihedus on valgussuurus, mis iseloomustab valgustava pinna ühikule langevat valgusvoogu [11]. Valgustustiheduse ühik on luks. Valgustustiheduse mõõtmisel on võimalik hinnata, kuidas muutub valgus autojuhi silmade kõrgusel ekraanist teatud kaugusel.

Veel on valgustehniliseks parameetriks värvustemperatuur. Värvustemperatuur võimaldab iseloomustada valgusallikate värvi, võrreldes seda mustkiirguri värviga mingil temperatuuril. Mustkiirgur on termiline kiirgur, mille antud temperatuuril on suurim võimalik kiirgavuse spektraaltihedus ja mille kiirgavus vastab Plancki kiirgusseadusele [11]. Näiteks on laava valgustemperatuur umbes 1000 Kelvinit, päikese värvustemperatuur umbes 6000 Kelvinit [11]. Seda teemat ei ole praktilises osas mõõdetud, sest väliekraanidelt on keeruline mõõta värvustemperatuuri, sest ekraanid on enamasti paigaldatud posti otsa või seinale, mistõttu mõõtetulemus sisaldab endast nii ekraani värvustemperatuuri kui ka tausta värvustemperatuuri. Tausta valgus võib sisaldada välisvalgustust, mille värvustemperatuur võib oluliselt erineda ekraani enda omast. Värvustemperatuuri täpset väärtust oleks võimalik mõõta selliselt, kui näiteks välja lülitada kõik teised valgusallikad, mis ekraani juures asetsevad. Keeruline on ekraani värvustemperatuuri mõõta, kuna reklaamid ise sisaldavad erinevaid värve ehk saaks teostada kontrollmõõtmist teha, kui ekraan on mõnes testrežiimis.

Lisaks on üheks valgustehniliseks parameetriks värviedastus üldindeks. Erinevalt värvsustemperatuurist, mis kirjeldab valgusallika poolt tekitatud valguse näivat värvi, näitab värviedastus indeks, kui palju valgusallika poolt valgustatud objekti värvid erinevad etalonvalgusallika poolt tekitavatest värvidest [11]. Värviedastuse üldindeksi maksimaalne väärtus on 100. Hõõglampide väärtus on ligikaudu 100. Praktilises osas ei ole värviedastus üldindeksit mõõdetud, kuna sellel ei ole suurt mõju liiklusõnnetuse põhjustamisel ning ei sega autojuhte.

Valgustehniline parameeter on lisaks eelnevatele ka värelus. Värelus on nägemisaistingu ebapüsiv mulje, mis on tingitud valgusstiimuli heleduse või spektraaljaotuse ajaliselt vaheldumisest [11]. Kuna autojuhid ja kõnniteel olevad liiklejad ei ole ekraani eest piisavalt kaua, siis värelus ei sega keskendumist ja tähelepanu hajumist, mistõttu ei ole seda parameetrit töö praktilises käigus mõõdetud.

4.1 Valgustehniliste parameetrite mõõtmiseks vajalikud mõõteriistad

Heledust on võimalik mõõta nii pildistava heledusmõõteseadmega kui ka punktheledus mõõteseadmega. Pildistava mõõteseadme eeliseks on suurema koguse mõõtetulemuste kätte saamine korraga ning võimalus vastava tarkvara abil kuvada tehtud objektist pilt arvutis, mis annab täpsemad tulemused. Lisaks on pildistava mõõteseadme eeliseks mõõtmise kiirus. Hinnalt kallim kui punktheledus mõõteseadme. Punktheledus mõõteseadme on võrreldes pildistava mõõteseadmega aeglasem, kuna korraga saab mõõta ainult ühe punkti ning näidud tuleb kirjutada käsitsi üles. Mõõtmiste läbiviimiseks on valitud punktheledus mõõteseadme, sest seda on lihtne käsitleda ja ei ole vajalik tarkvarade olemasolu, et teostada analüüse.

Praktilise osa heleduse mõõtmised on teostatud punktheledus mõõteseadmega Hagner Model S3-ga. Joonisel 4.1 on ära toodud mõõtmiseks kasutatud mõõteseadme. Antud mõõteseadmega on võimalik mõõta nii heledust kui ka valgustustihedust. Valgustustiheduse mõõtmiseks on vajalik ühendada seadmega lisaseade. Antud mõõteseadet on lihtne käsitleda. Mõõteseadet on kasutatud ainult heleduse mõõtmiseks. Hagneri mõõteseadmega on võimalik mõõta heledust vahemikust üks kuni 6000 cd/m^2 [18]. Suuremate väärtuse mõõtmiseks on vajalikud lisafiltrid. Vaatevälja nurk Hagneri mõõteseadmel on üks kraad. Kui on vaja mõõta suuremat pinda, siis tuleb mõõteseadmele lisada lisaseadmed.



Joonis 4.1 Hagner Model S3

Allikas: Autori poolt pildistatud mõõteseade laboris

Valgustustihedust on võimalik mõõta nii luksmeetriga kui ka spektraalvalgusmõõturiga. Luksmeetrid on üldjuhul kalibreeritud hõõglambi valgusallika valgusele, mistõttu mõõtes hõõglampe, siis on üldjuhul mõõtetulemused täpsed. Kui luksmeetriga mõõta muid valgusallikaid, siis mõõtetulemused ei pruugi olla täpsed. Spektraalvalgusmõõturiga on võimalik mõõta igat liiki valgusallikaid. Joonisel 4.2 on ära toodud Gigahertz-Optic MSC15, millega on võimalik mõõta nii valgustustihedust, valguse värvsüsteemtemperatuuri, valguse värelust, valguse spektrit kui ka värviedastusindeksit. Antud mõõtmeseadme valgustustiheduse mõõtmevahemik on üks kuni 350 000 luksi [19].



Joonis 4.2 Gigahertz-Optik MSC15

Allikas: Autori poolt pildistatud mõõteseade laboris

4.2 Mõõtemetoodika valgustehniliste parameetrite mõõtmiseks

Mõõtmisel tuleb lähtuda standartist EVS-NE 12464-2 2014, milleks on välistöökoha valgustus [20]. Kontrolltoimingute peatükis on ära toodud punkt valgustustiheduse mõõtmise kohta järgnev: „Valgustustiheduse nõuete vastavuse kontrollil peavad mõõtepunktid ühte langema

projekteerimisel kasutatud rasterpunktidega või rastriga. Kontroll tuleb sooritada asjakohastele pindadele vastavate kriteeriumite järgi. Järgnevatel mõõtmistel tuleb alati kasutada samu mõõtepunkte. Antud nägemisülesande valgustustihedust tuleb mõõta töö sooritamise tasandil. Valgustustiheduse kontrollimisel tuleb kindlaks teha, kas kasutatavad luksmeetrid on kalibreeritud, kas lambid ja valgustid vastavad nende kohtade avalatatud fotomeetrilistele andemetele ja kas projekteerimisel tehtud eeldused vastavad tegelikele väärtustele“. Sellest tulenevalt võiks ekraanide valgustustiheduse kontrollmõõtmisi teha 1,5 meetri kõrguselt, mis oleks autojuhtide silmade paiknemise kõrgus. Mõõtmise kaugust ekraanist võiks olla kümme meetrit. Luksmeeter või spektraalvalgus mõõtur on ekraaniga risti. Heleduse mõõtmist ei mõjuta kaugus mõõdetavast pinnast. Ettepanek oleks teha heleduse mõõtmisi samal kaugelt, kui tehakse valgustustiheduse mõõtmisi. Ekraani heledust on lihtsam mõõta pildistava heledus mõõteseadmega. Punktheledus mõõteseadmega on raskem mõõtmisi korrata, sest ekraani pind on vaja jaotada võrdseteks osadeks ning igal mõõtmisel kasutada samu punkte (rasteri kasutamine).

4.3 Soovitused mõõtmiste läbiviimiseks

Selleks, et mõõtmised oleksid võrreldavad, tuleb teha mõõtmised samades tingimustes. Päeval ja hämaral ajal tehtud mõõtmised tuleks teha pilvitu ja kuiva ilma korral või olukorras, kus on pilvine ja kuiv ilm. Pimedal aja ei ole oluline, kas on pilvine või mitte, aga on oluline, et oleks kuiv ilm ehk mõõtmise ajal ei ole sademeid. Selleks, et näha, kas ekraanide heleduse juhtimine toimib tuleks teha mõõtmised nii päeval, hämaral kui ka pimedal ajal. Päevane aeg oleks päikese kulminatsiooni ajal, hämara aja mõõtmine jaoks tuleks oodata päikese loojangust kuni 15 minutit või hommikul ajal 15 minutit enne päikese tõusu ning pimedal ajal mõõtmine, kui on päikese loojangust möödunud kolm kuni neli tundi. Kolmel erineval ajal mõõtmine annab võimaluse näha, kas ekraanide heleduse automaatjuhtimine töötab. Hämaral ajal mõõtmisega saab näha, kas ekraani heledus on ka üle reguleeritud juhul kui ekraan on pimedal ajal üle reguleeritud.

Kuna ekraanide pildid on kiires muutuses, siis mõõtmised tuleks võimaluse korral teha pildistava heledusmõõteseadmega. Pildistav heledusmõõteseadme annab võimaluse samaaegselt saada mõõtetulemused üheaegselt ning võimalus teha arvutusi ja analüüse hiljem arvutis. Punktheledus mõõteseadme negatiivseks omadusteks on punkthaaval mõõtmine, kogu piirkonna mõõtmise aeglus, ilmastiku- ja liiklusolude kiired muutused, andmete käsitsi üleskirjutamine ning lisaks võimalikud mõõtmisvead. Pildistava heledusmõõteseadmega teha ekraanist fotod reklaamidest nende tsükli jooksul, mis tähendab seda, et teha igast reklaamist foto kuni esialgne reklaam hakkab uuesti pihta. Pildistava heledusmõõteseadmega saab hetke olukorra ekraanist ja selle ümbrusest,

see tähendab, et saab ka informatsiooni ekraani ümbrusest, valgusfooridest. Mõõtetulemustes ära tuua ekraani heleduse maksimaalne väärtus, minimaalne heleduse väärtus ja ekraani heleduse keskmine väärtus.

Ekraanid, mis asuvad sõidutee kõrval ning ei asu ristmike juures, nendel heleduse mõõtekauguseks 30 meetrit, et jääks mõõtetulemuste piirkonda nii ekraan kui ka ekraani ees olev teepind. Kui ekraan asetseb ristmikul, siis heleduse mõõtmine teha enne ristimiku kümme meetrit, et jääks lisaks ekraanile ka fooride heleduste mõõtetulemuste tulemuste alla. Valgustustiheduse esimesed mõõtmised teha selliselt, et ekraan on välja lülitatud, mis annab ülevaate valgustuse mõjust, mis ei ole ekraaniga seotud, nagu näiteks tänavavalgustus.

Juhul kui mõõtmisi ei ole võimalik teha pildistava heledus mõõteseadmega, siis tuleks heledust mõõta punktheledus mõõteseadmega. Sellisel juhul tuleks mõõtmisi teha kolme erineva pinna kohta. Esiteks ekraani enda pind, teiseks ekraani tausta pind ning viimaseks ekraani ette jääv pind. Erinevate pindade mõõtmine ekraani juures annab võimaluse hinnata, kas ekraan on võrreldes taustaga üle valgustatud või mitte.

4.4 Valgustustiheduse väärtuste näited

Tabelis 4.1 on ära toodud valgustustiheduse väärtuste näited välistingimustes.

Tabel 4.1 Valgustustiheduse väärtuse näited välistingimustes [21]

Valgustuse allikas	Valgustustihedus [lx]
Päikesevalgus	107527
Täis päevavalgus	10752
Pilvine päev	1075
Väga tume päev	107
Videvik	10,8
Sügav hämarus	1,08
Täiskuu	0,108
Veerandkuu	0,0108
Tähevalgus	0,0011
Pilves öö	0,0001

Tabelis 4.2 on ära toodud valgustustiheduse väärtuste soovituslikud suurused siseruumides.

Tabel 4.2 Valgustustiheduse soovituslikud väärtused siseruumides [21]

Tegevus	Valgustustihedus [lx]
Pimeda ümbrusega üldkasutatavad ruumid	20-50
Lihtne orienteerumine lühikesteks visiitideks	50-100
Töölalad, kus visuaalseid ülesandeid täidetakse vaid aeg-ajalt	100-150
Laod, kodud, teatrid, arhiivid	150
Lihtne kontoritöö, klassid	250
Tavaline kontoritöö, arvutitöö, õpperaamatukogu, toidukauplused, näitusetoad, laborid	500
Supermarketid, mehaanikatöökojad, kontorid	750
Tavaline joonestustöö, detailsed mehaanikatöökojad	1000
Detailsed joonestustööd, väga detailsed mehaanilised tööd	1500-2000
Madala kontrastsusega ja väga väikeste visuaalsete ülesannete täitmine pikaajaline periood	2000-5000
Väga pikaajaliste ja nõudlike visuaalsete ülesannete täitmine	5000-10000
Väga eriliste visuaalsete ülesannete täitmine, eriti madala kontrasti ja väike suurus	10000-20000

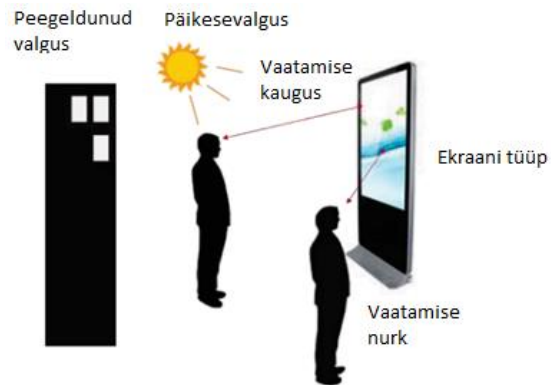
4.5 Ekraanide heledused valgel ajal

On tehtud töö, mille käigus on uuritud, mis oleksid minimaalsed ekraanide heleduse väärtused valgel ajal. On uuritud väliekraane, mis on mõeldud kaubanduskeskustele ja kiirtoidu restoranidele (*commercial displays*). LCD areng on kaasa toonud võimaluse panna ekraanid tööle kõrge heledusega. Kaubandusliku ekraanide heledus varieerub vahemikus 500-7000 cd/m² [22]. Ekraanide loetavaus on raskendatud, kui väliskeskkonna heledus on kõrge, mistõttu on vajalik leida minimaalsed heleduse väärtused, mis võiksid sobida, et ekraanidelt oleks mugav informatsiooni lugeda. Inimesed tunnevad end ebamugavalt, kui ekraanid on liiga suure heledusega. Valgustustihedus sõltub erinevatest tingimustest, milleks on ümbritsev valgus, kuvari suurus, vaatekaugus, vaatenurk ja kuvatud pildid. Seetõttu on heleduse nõuete väljatöötamisel oluline uurida erinevaid vaatamistingimusi [22]. Päevasel ajal ekraanide kõrgeid heleduse väärtused ei mõjuta autojuhte, sest nagu näha tabelist 4.3, kus on ära toodud on päeavalguse intensiivsus erinevates tingimustes, on päevasel ajal intensiivsus 1000-120000 lx olenevalt sellest, kas on pilvine või päikseline ilm.

Tabel 4.3 Päeavalguse intensiivsus erinevates tingimustes [22]

Tingimus	Valgustustihedus [lx]
Ere päikesevalgus	100000-120000
Selge sinine taevas	20000-100000
Tavaline pilves taevas	1000-20000
Päikeseloojang või -tõus	<400

Joonisel 4.3 on ära toodud erinevad tegurid, mis mõjutavad ekraani heleduse määramist.



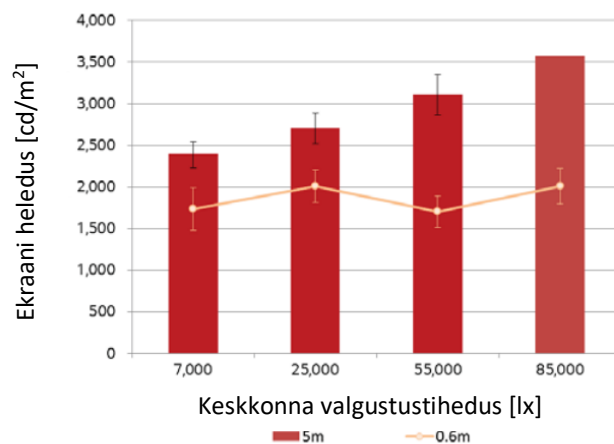
Joonis 4.3 Ekraani heleduse määramist mõjutavad tegurid [22]

Korea transpordi eeskirjades on ära toodud, et jalakäijatele mõeldud tee laiused on kaks kuni neli meetrit, siis kaubanduslike ekraanide vaatamiskaugused on sarnased samale vahemikule ehk kaks kuni neli meetrit. Samas on ära toodud inimfaktorite kujundamise standardis, et suure ekraani vaatamiskaugus ei tohi olla lähemal kui pool ekraani laiusest või kõrgusest, olenevalt sellest kumb suurus on suurem. Tabelis 4.4 on ära toodud 4-6-8 reegel, mis võiks olla vaatamise kaugus sõltuvalt vaatamise eesmärgist. [22]

Tabel 4.4 Reegel 4-6-8 ekraani vaatamise kaugus [22]

Vaatamise eesmärk	Kaugus	Näide (55 tolli)
Analüütiline	4 korda ekraani kõrgusest	4,9 m
Tavaline	6 korda ekraani kõrgusest	7,3 m
Passiivne	8 korda ekraani kõrgusest	9,7 m

Joonisel 4.4 on ära toodud katse tulemused, kus on näha, mis võiks olla ekraani heledus valgel ajal erinevatel tingimustel.



Joonis 4.4 Ekraani heledus valgel ajal [22]

Punasena on ära toodud, kui vaatleja on ekraanist viie meetri kaugusel ning kollasega, kui vaatleja on ekraanist 0,6 meetri kaugusel [22]. Kombineerides tulemusi jooniselt 4.4 ning tabelit 4.3 võiksid päevasel ajal ekraanide heledused olla maksimaalselt 4000 cd/m².

5. MÕÕTETULEMUSED NING NENDE ANALÜÜS

Praktilise osa käigus mõõdeti Tallinnas leedekraanide heledust ning valgustustihedust leedekraanide juures. Valgustustiheduse esimese mõõtepunkti kaugus ekraanist oli kümme meetrit ning iga järgnev mõõtepunkt oli eelmisest mõõtepunktist viie meetri kaugusel, välja arvatud Škoda esinduse ekraan, mille mõõtmist alustati viie meetri kauguselt ekraanist. Põhjus selleks oli see, et ekraan asetseb paralleelselt sõiduteega ning viimane mõõtepunkt oleks asunud sõiduteel. Mõõdetud leedekraane Tallinnas oli kokku kümme. Kaks leedekraanid mõõdeti A.H.Tammasaare ning Sõpruse pst ristmiku juures. Üks leedekraan mõõdeti Vabaduse väljaku bussipeatuse juures. Üks leedekraan mõõdeti Luise ja Villardi tänava ristmiku juures. Kaks leedekraani mõõdeti Paldiski maantee ja Lahepea ristmiku juures. Üks leedekraan mõõdeti Škoda esinduse ees olev ekraan, mis asub Paldiski maantee juures. Kaks leedekraani mõõdeti Teliä majal asuvad kaks ekraani, millest üks Mustamäe tee tänava poole ning teine ekraan Endla tänava poole. Mõõtmised tehti nii valgel ajal, hämaral ajal kui ka pimedal ajal. Lisaks mõõdeti tausta valgust, mis oli ekraani kõrval. Lisa 1 joonistel on ära toodud täpsemalt leedekraanide asukohad *Google Maps* asukohavaatega. Lisa 2 joonistel on ära toodud leedekraanid pimedal ajal, mida mõõdeti.

Tabelis 5.1 ning tabelis 5.2 on ära toodud A.H.Tammasaare ning Sõpruse pst ristmiku juures oleva leedekraani heleduse ja valgustustiheduse mõõdetud väärtused, mis asub hoone A.H.Tammasaare tee 73 maja seinal. Nii pimedal ajal, hämaral ajal kui ka valgel ajal oli taevas pilvine ning päike ei paistnud. Reklaamid vahetusid selliselt, et kahe reklaami vahel oli korraks must taust. Ekraan ei häirinud.

Tabel 5.1 A.H.Tammsaare tee 73 leedekraan maja seinal

Mõõtmise number	Pime aeg 17:36 08.02.2020			Hämar aeg 16:56 08.02.2020		Valge aeg 12:00 08.02.2020	
	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]	Taust [cd/m ²]	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]
1	121,50	0,51	0,77	136,13	0,68	252,00	60,75
2	99,00	0,26	0,73	118,13	1,69	185,63	43,88
3	84,38	0,68	0,87	115,88	3,26	262,13	42,75
4	122,63	0,75	0,69	106,88	7,65	266,63	41,63
5	123,75	0,54	0,65	120,38	1,01	355,50	42,75
6	147,38	0,35	0,61	111,38	4,73	250,88	42,75
7	101,25	0,93	0,63	115,88	2,14	239,63	43,88
8	120,38	0,21	0,77	109,13	8,33	257,63	46,13
9	96,75	0,88	0,63	110,25	0,79	304,88	46,13
10	126,00	0,52	0,56	126,00	2,03	244,13	56,25
Kesk	114,30	0,56	0,69	117,00	3,23	261,90	46,69
Min	84,38	0,21	0,56	106,88	0,68	185,63	41,63
Max	147,38	0,93	0,87	136,13	8,33	355,50	60,75

Tabel 5.2 A.H.Tammsaare tee leedekraan 73 maja seinal

Mõõtmise number	Valgustustihedus 10 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 15 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 20 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 25 meetri kaugusel [lx]
1	9,567	6,082	8,865	5,935
2	9,337	11,39	12,20	7,055
3	18,46	7,159	9,187	3,915
4	8,606	6,862	8,495	5,707
5	7,878	10,88	8,969	7,285
6	13,65	10,81	7,367	6,038
7	6,659	9,980	11,78	6,596
8	9,879	9,172	9,385	7,104
9	7,784	9,951	12,95	4,396
10	9,941	8,502	8,250	5,590
Kesk	10,176	9,079	9,745	5,962
Min	6,659	6,082	7,367	3,915
Max	18,460	11,390	12,950	7,285

Tabelis 5.3 ning tabelis 5.4 on ära toodud A.H.Tammsaare ning Sõpruse pst ristmiku juures oleva leedekraani heleduse ja valgustustiheduse mõõdetud väärtused, mis asub Sõpruse 202 hoone ees. Nii pimedal ajal, hämaral ajal kui ka valgel ajal oli taevas pilvine ning päike ei paistnud. Reklaamid vahetusid selliselt, et kahe reklaami vahel oli korraks must taust. Väikesed leedpaneelid on vananenud võrreldes teiste paneelidega, kuna ekraanil on näha risküliku kujulisi kohti, mis on tumedamad kui teised paneelid ekraanil. Ekraan ei häirinud

Tabel 5.3 Sõpruse 202 hoone ees olev leedekraan

Mõõtmise number	Pime aeg 18:02 08.02.2020			Hämar aeg 17:06 08.02.2020		Valge aeg 12:10 08.02.2020	
	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]	Taust [cd/m ²]	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]
1	239,63	6,86	0,53	236,25	0,90	370,13	29,25
2	231,75	1,35	0,64	163,13	1,35	366,75	27,00
3	191,25	1,01	0,52	207,00	2,36	465,75	24,75
4	182,25	4,95	0,51	122,63	2,59	459,00	28,13
5	185,63	2,36	0,24	108,00	0,68	454,50	36,00
6	183,38	0,68	0,40	108,00	1,13	365,63	27,00
7	183,38	0,45	0,40	248,63	2,59	360,00	25,88
8	243,00	2,14	0,38	199,13	1,13	349,88	27,00
9	153,00	1,01	0,45	243,00	1,58	414,00	28,13
10	249,75	1,35	0,51	181,13	2,48	448,88	31,50
Kesk	204,30	2,22	0,46	181,69	1,68	405,45	28,46
Min	153,00	0,45	0,24	108,00	0,68	349,88	24,75
Max	249,75	6,86	0,64	248,63	2,59	465,75	36,00

Tabel 5.4 Sõpruse 202 hoone ees olev leedekraan

Mõõtmise number	Valgustustihedus 10 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 15 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 20 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 25 meetri kaugusel [lx]
1	31,91	25,41	25,23	22,26
2	30,96	26,51	27,14	14,81
3	42,94	32,21	20,41	17,92
4	41,39	44,04	20,23	17,47
5	37,05	29,10	20,81	15,51
6	25,33	6,29	17,30	19,19
7	30,93	27,78	17,96	15,00
8	35,73	27,24	18,95	14,32
9	21,44	26,22	22,08	18,92
10	25,95	31,20	18,47	21,76
Kesk	32,363	27,600	20,858	17,716
Min	21,440	6,290	17,300	14,320
Max	42,940	44,040	27,140	22,260

Tabelis 5.5 ning tabelis 5.6 on ära toodud Škoda esinduse ekraani heleduse ja valgustustiheduse mõõdetud väärtused, mis asub Paldiski maantee ja Pirni tänava ristmiku juures. Valgel ajal oli pilvine ning päike ei paistnud. Reklaamide vahel kasutatakse *fade on*, *fade out* ehk reklaamide vahel ekraan oli osaliselt tumedam. Hämaral ajal oli pilvitu. Ekraan ei häirinud.

Tabel 5.5 Škoda esinduse leedekraan

Mõõtmise number	Pime aeg 19:20 13.02.2020			Hämar aeg 17:13 13.02.2020		Valge aeg 11:36 09.02.2020	
	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]	Taust [cd/m ²]	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]
1	209,25	1,01	1,40	303,75	11,25	2486,25	87,75
2	221,63	4,73	20,40	523,13	5,63	1563,75	104,63
3	149,63	4,16	2,00	315,00	5,63	2441,25	75,38
4	151,88	1,80	2,10	211,50	4,50	1586,25	83,25
5	214,88	5,40	12,70	220,50	6,75	2520,00	93,38
6	132,75	0,79	1,40	162,00	12,38	2103,75	81,00
7	156,38	2,25	1,60	219,38	7,88	2250,00	86,63
8	132,75	4,50	1,40	135,00	5,63	2497,50	77,63
9	198,00	2,48	1,10	211,50	5,63	1575,00	86,63
10	171,00	4,50	2,60	216,00	9,00	2486,25	111,38
Kesk	173,81	3,16	4,67	251,78	7,43	2151,00	88,76
Min	132,75	0,79	1,10	135,00	4,50	1563,75	75,38
Max	221,63	5,40	20,40	523,13	12,38	2520,00	111,38

Tabel 5.6 Škoda esinduse leedekraan

Mõõtmise number	Valgustustihedus 5 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 10 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 15 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 20 meetri kaugusel [lx]
1	61,25	17,36	13,06	8,291
2	83,67	25,63	17,34	9,637
3	42,21	31,5	11,75	11,74
4	59,03	30,64	13,66	8,131
5	20,71	30,26	13,44	9,45
6	49,28	26,39	14,15	6,351
7	42,01	29,15	12,14	8,374
8	60,2	40,22	13,88	9,717
9	89,06	19,52	13,44	9,401
10	48,77	31,16	17,25	8,327
Kesk	55,619	28,183	14,011	8,942
Min	20,710	17,360	11,750	6,351
Max	89,060	40,220	17,340	11,740

Tabelis 5.7 ning tabelis 5.8 on ära toodud Mustamäe tee 4b maja kõrval oleva leedekraani heleduse ja valgustustiheduse väärtused. Valgel ajal oli pilvine ning päike ei paistnud. Kahe reklaami vahe must. Hämaral ajal oli pilvine.

Tabel 5.7 Mustamäe tee 4b maja kõrval oleva leedekraan

Mõõtmise number	Pime aeg 18:10 12.02.2020			Hämar aeg 17:01 12.02.2020		Valge aeg 11:55 09.02.2020	
	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]	Taust [cd/m ²]	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]
1	193,50	0,68	0,70	184,50	5,51	2047,50	74,25
2	183,38	2,48	0,60	131,63	5,29	2497,50	25,88
3	175,50	1,24	0,40	199,13	10,69	2497,50	54,00
4	193,50	1,58	0,20	190,13	1,91	1777,50	28,13
5	155,25	3,15	1,50	151,88	3,26	2070,00	37,13
6	190,13	10,46	0,90	186,75	2,93	2497,50	97,88
7	191,25	3,04	0,50	184,50	1,35	2351,25	42,75
8	196,88	1,35	0,60	192,38	2,14	2272,50	27,00
9	183,38	0,56	0,60	174,38	1,69	2272,50	61,88
10	159,75	2,36	0,70	182,25	1,35	2272,50	33,75
Kesk	182,25	2,69	0,67	177,75	3,61	2255,63	48,26
Min	155,25	0,56	0,20	131,63	1,35	1777,50	25,88
Max	196,88	10,46	1,50	199,13	10,69	2497,50	97,88

Tabel 5.8 Mustamäe tee 4b maja kõrval oleva leedekraan

Mõõtmise number	Valgustustihedus 10 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 15 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 20 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 25 meetri kaugusel [lx]
1	28,28	31,59	22,53	16,44
2	32,67	26,1	22,48	12,16
3	33,58	31,84	19,61	14,91
4	29,95	29,13	23,68	17,83
5	34,09	30,05	18,72	15,67
6	34,43	28,93	23,84	14,43
7	31,73	26,04	23,29	15,34
8	35,07	33,51	23,47	11,64
9	29,39	29,54	22,92	15,11
10	30,97	29,15	21,69	14,1
Kesk	32,016	29,588	22,223	14,763
Min	28,280	26,040	18,720	11,640
Max	35,070	33,510	23,840	17,830

Tabelis 5.9 ning tabelis 5.10 on ära toodud Luise ja Villardi ristmiku juures asuva leedekraani heleduse ja valgustustiheduse väärtused. Nii valgel ajal, hämaral ajal ning pimedal ajal oli taevas pilvine ning päike ei paistnud. Ekraan ei häirinud.

Tabel 5.9 Villardi ja Luise ristmiku leedekraan

Mõõtmise number	Pime aeg 19:02 14.02.2020			Hämar aeg 07:34 15.02.2020		Valge aeg 09:05 15.02.2020	
	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]	Taust [cd/m ²]	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]
1	164,25	1,91	304,00	182,25	1,13	316,13	17,44
2	181,13	1,46	1,20	183,38	1,01	370,13	15,64
3	154,13	2,36	0,90	208,13	12,60	253,13	19,69
4	146,25	1,58	3,30	136,13	1,46	315,00	23,40
5	166,50	7,54	2,20	144,00	9,90	335,25	23,51
6	154,13	1,24	0,30	122,63	2,25	375,75	23,74
7	142,88	1,69	0,60	127,13	2,14	347,63	20,25
8	155,25	3,71	2,00	121,50	0,79	340,88	38,59
9	168,75	0,23	1,50	148,50	1,01	327,38	22,39
10	198,00	1,01	6,30	221,63	1,13	333,00	20,93
Kesk	163,13	2,27	32,23	159,53	3,34	331,43	22,56
Min	142,88	0,23	0,30	121,50	0,79	253,13	15,64
Max	198,00	7,54	304,00	221,63	12,60	375,75	38,59

Tabel 5.10 Villardi ja Luise ristmiku leedekraan

Mõõtmise number	Valgustustihedus 10 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 15 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 20 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 25 meetri kaugusel [lx]
1	9,877	9,575	8,499	10,42
2	5,896	8,389	9,325	8,525
3	11,38	3,695	5,516	7,948
4	13,75	19,46	6,965	5,773
5	6,962	6,478	5,660	4,506
6	12,48	9,211	7,292	9,615
7	11,90	6,587	11,19	7,664
8	6,927	10,81	13,96	9,487
9	10,01	12,35	4,546	6,974
10	7,393	8,686	8,295	7,490
Kesk	9,658	9,524	8,125	7,840
Min	5,896	3,695	4,546	4,506
Max	13,750	19,460	13,960	10,420

Tabelis 5.11 ning tabelis 5.12 on ära toodud Vabaduse väljaku leedekraani heleduse ja valgustustiheduse väärtused, mis asetseb bussipaviljoni juures suunaga väljakule. Nii valgel ajal, hämaral ajal ning pimedal ajal oli taevas pilvine ning päike ei paistnud. Ekraan, mis häiris kõige rohkem.

Tabel 5.11 Vabaduse väljaku leedekraan

Mõõtmise number	Pime aeg 19:24 14.02.2020			Hämar aeg 07:55 15.02.2020		Valge aeg 08:40 15.02.2020	
	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]	Taust [cd/m ²]	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]
1	3240,00	47,81	12,10	3161,25	27,00	3442,50	33,75
2	3352,50	29,25	3,40	2531,25	7,88	3060,00	13,50
3	2722,50	20,03	4,70	3251,25	43,88	3375,00	13,50
4	2486,25	24,86	4,10	3656,25	61,88	3442,50	52,88
5	2767,50	3,83	5,80	2936,25	78,75	3476,25	45,00
6	2891,25	31,16	2,50	3082,50	39,38	3566,25	106,88
7	2328,75	48,26	1,60	3386,25	28,13	3420,00	110,25
8	2846,25	41,63	1,80	2396,25	20,25	3375,00	37,13
9	3217,50	41,63	2,30	258,75	33,75	3015,00	33,75
10	2700,00	17,44	4,00	3442,50	73,13	3521,25	16,88
Kesk	2855,25	30,59	4,23	2810,25	41,40	3369,38	46,35
Min	2328,75	3,83	1,60	258,75	7,88	3015,00	13,50
Max	3352,50	48,26	12,10	3656,25	78,75	3566,25	110,25

Tabel 5.12 Vabaduse väljaku leedekraan

Mõõtmise number	Valgustustihedus 10 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 15 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 20 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 25 meetri kaugusel [lx]
1	84,75	153,7	55,97	70,19
2	356,7	129,3	185,6	118,0
3	288,9	124,6	168,1	92,99
4	285,1	142,8	172,7	86,95
5	276,2	286,8	300,8	98,35
6	516,8	169,3	150,6	62,56
7	244,7	155,7	53,84	136,8
8	89,58	175,9	191,0	198,1
9	307,0	109,0	226,8	65,04
10	282,7	266,7	115,4	44,32
Kesk	273,243	171,380	162,081	97,330
Min	84,750	109,000	53,840	44,320
Max	516,800	286,800	300,800	198,100

Tabelis 5.13 ning tabelis 5.14 on ära toodud Paldiski maantee ja Lahepea ristmiku juures oleva Linnaekraanide leedekraani heleduse ja valgustustiheduse väärtused. Hämaral ajal taevast osaliselt pilvine. Ekraan ei häirinud. Kahe reklaami vahel must taust.

Tabel 5.13 Paldiski maantee ja Lahepea ristmiku Linnaekraani leedekraan

Mõõtmise number	Pime aeg 20:10 13.02.2020			Hämar aeg 17:27 14.02.2020		Valge aeg 16:45 14.02.2020	
	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]	Taust [cd/m ²]	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]
1	156,38	1,91	-	186,75	5,63	565,88	77,63
2	181,13	2,81	-	182,25	3,94	577,13	96,75
3	175,50	1,91	-	184,50	4,95	590,63	104,63
4	181,13	2,25	-	186,75	3,04	562,50	92,25
5	155,25	1,35	-	182,25	3,94	598,50	92,25
6	181,13	1,91	-	168,75	4,16	601,88	67,50
7	176,63	3,38	-	178,88	2,25	583,88	23,63
8	164,25	1,58	-	183,38	5,06	590,63	79,88
9	180,00	1,35	-	184,50	1,13	598,50	61,88
10	177,75	3,71	-	183,38	2,03	581,63	100,13
Kesk	172,91	2,22	-	182,14	3,61	585,11	79,65
Min	155,25	1,35	-	168,75	1,13	562,50	23,63
Max	181,13	3,71	-	186,75	5,63	601,88	104,63

Tabel 5.14 Paldiski maantee ja Lahepea ristmiku Linnaekraani leedekraan

Mõõtmise number	Valgustustihedus 10 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 15 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 20 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 25 meetri kaugusel [lx]
1	5,657	8,942	6,045	2,316
2	9,974	6,199	3,883	3,081
3	21,48	5,176	2,152	2,250
4	6,869	2,068	2,867	4,447
5	6,151	5,340	2,777	3,530
6	7,661	3,864	1,793	1,795
7	7,692	4,244	4,640	2,766
8	5,474	2,162	7,812	2,164
9	9,459	4,566	2,326	2,349
10	11,560	7,920	7,699	1,535
Kesk	9,198	5,048	4,199	2,623
Min	5,474	2,068	1,793	1,535
Max	21,480	8,942	7,812	4,447

Tabelis 5.15 ning tabelis 5.16 on ära toodud Paldiski maantee ja Lahepea ristmiku juures oleva JCDecaux leedekraani heleduse ja valgustustiheduse väärtused. Hämaral ajal taevas osaliselt pilvine. Ekraan ei häirinud. Kahe reklaami vahel must taust.

Tabel 5.15 Paldiski maantee ja Lahepea ristmiku juures oleva JCDecaux leedekraan

Mõõtmise number	Pime aeg 20:20 13.02.2020			Hämar aeg 17:35 14.02.2020		Valge aeg 16:45 14.02.2020	
	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]	Taust [cd/m ²]	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]
1	211,50	0,79	-	283,50	1,80	958,50	36,00
2	212,63	1,58	-	275,63	4,39	1095,75	57,38
3	165,38	5,40	-	239,63	3,60	943,88	75,38
4	204,75	1,91	-	307,13	1,69	934,88	49,50
5	243,00	3,04	-	266,63	0,79	978,75	57,38
6	290,25	1,80	-	289,13	2,03	932,63	95,63
7	216,00	1,69	-	254,25	2,70	860,63	55,13
8	291,38	1,13	-	262,13	6,86	1008,00	79,88
9	183,38	0,68	-	250,88	9,56	1197,00	64,13
10	220,50	4,16	-	259,88	4,16	1083,38	65,25
Kesk	223,88	2,22	-	268,88	3,76	999,34	63,56
Min	165,38	0,68	-	239,63	0,79	860,63	36,00
Max	291,38	5,40	-	307,13	9,56	1197,00	95,63

Tabel 5.16 Paldiski maantee ja Lahepea ristmiku juures oleva JCDecaux leedekraan

Mõõtmise number	Valgustustihedus 10 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 15 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 20 meetri kaugusel [lx]	Valgustustihedus 25 meetri kaugusel [lx]
1	23,13	13,07	3,301	3,455
2	9,539	8,546	8,537	5,910
3	7,887	5,322	4,087	3,055
4	14,64	8,539	6,013	4,099
5	10,63	8,324	4,035	2,392
6	6,358	6,812	5,906	4,119
7	23,03	1,523	5,134	3,377
8	36,73	19,88	3,386	6,816
9	8,720	5,412	8,263	8,360
10	14,48	8,506	12,37	2,773
Kesk	15,514	8,593	6,103	4,436
Min	6,358	1,523	3,301	2,392
Max	36,730	19,880	12,370	8,360

Tabelis 5.17 on ära toodud Telia maja leedekraani heleduse väärtused, mis asetseb maja külje peal suunaga Mustamäe tee poole. Valgel ajal taevast pilvine ning päike ei paistnud. Reklaamide vahel must taust. Hämarl ajal taevast pilvitu. Telia maja ekraanid häirivad kõige vähem. Peale 19:00 ekraanid ei tööta.

Tabel 5.17 Telia maja leedekraan suunaga Mustamäe tee poole

Mõõitise number	Pime aeg 18:25 17.02.2020			Hämar aeg 17:43 17.02.2020		Valge aeg 12:10 09.02.2020	
	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]	Taust [cd/m ²]	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]
1	54,11	1,46	1,10	59,29	1,46	345,38	42,75
2	53,89	2,81	0,40	55,13	2,36	254,25	47,25
3	53,66	1,24	2,30	56,59	1,46	347,63	42,75
4	53,78	1,13	0,30	55,35	0,79	340,88	48,38
5	52,99	0,68	0,70	54,79	2,48	313,88	49,50
6	53,89	1,91	0,20	55,69	1,35	339,75	49,50
7	54,34	0,23	0,40	54,11	1,35	336,38	48,38
8	57,71	1,01	0,30	45,34	6,75	312,75	49,50
9	54,23	0,56	4,40	55,13	0,68	331,88	52,88
10	54,90	1,80	3,50	54,34	0,79	333,00	49,50
Kesk	54,35	1,28	1,36	54,57	1,95	325,58	48,04
Min	52,99	0,23	0,20	45,34	0,68	254,25	42,75
Max	57,71	2,81	4,40	59,29	6,75	347,63	52,88

Tabelis 5.18 tabelis Telia maja leedekraan suunaga Endla poole. Valgel ajal taevas pilvine ning päike ei paistnud. Reklaamide vahel must taust. Hämaral ajal oli taevas pilvitu. Telia maja ekraanid häirivad kõige vähem. Peale 19:00 ekraanid ei tööta.

Tabel 5.18 Telia maja leedekraan suunaga Endla poole

Mõõitise number	Pime aeg 18:18 17.02.2020			Hämar aeg 17:37 17.02.2020		Valge aeg 12:16 09.02.2020	
	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]	Taust [cd/m ²]	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]	Ekraani heledamad kohad [cd/m ²]	Ekraani tumedamad kohad [cd/m ²]
1	93,38	0,34	1,60	94,50	4,61	396,00	31,50
2	85,28	3,60	1,50	89,33	1,58	383,63	32,63
3	92,93	2,25	2,80	78,98	2,81	401,63	32,63
4	87,86	2,48	1,40	97,88	0,56	426,38	69,75
5	77,18	2,70	1,60	93,71	1,24	421,88	60,75
6	94,73	1,69	0,70	96,86	2,25	396,00	36,00
7	81,23	5,29	0,50	97,54	3,71	407,25	32,63
8	96,98	1,91	1,00	98,44	0,90	415,13	33,75
9	97,65	2,59	0,60	98,33	1,91	410,63	31,50
10	94,50	2,25	0,50	98,21	2,59	411,75	32,63
Kesk	90,17	2,51	1,22	94,38	2,22	407,03	39,38
Min	77,18	0,34	0,50	78,98	0,56	383,63	31,50
Max	97,65	5,29	2,80	98,44	4,61	426,38	69,75

Tabelis 5.19 on ära toodud mõõdetud ekraanide mõõtmed ja kõrgused.

Tabel 5.19 Ekraanide mõõtmed

Ekraan	Mõõtmed [m]	Kõrgus maapinnast [m]	Ekraani pindala [m ²]
Tammsaare ekraan [23]	10x5	8	50,00
Sõpruse ekraan [24]	4x8	3	32,00
Škoda ekraan	4x3	0	12,00
Mustamäe tee 4b ekraan [25]	3,8x2,9	3	11,02
Villardi ekraan [26]	3,6x7,2	4	25,92
Vabaduse ekraan [27]	2x(6,4x3,6)	3	46,08
Paldiski Linnaekraani ekraan [28]	4,8x3,2	3	15,36
Paldiski JCDecaux ekraan [29]	5,76x2,88	3	16,59
Telia maja Mustamäe tee ekraan [30]	12,8x6,4	20	81,92
Telia maja Endla ekraan [30]	24,96x5,12	3	127,80

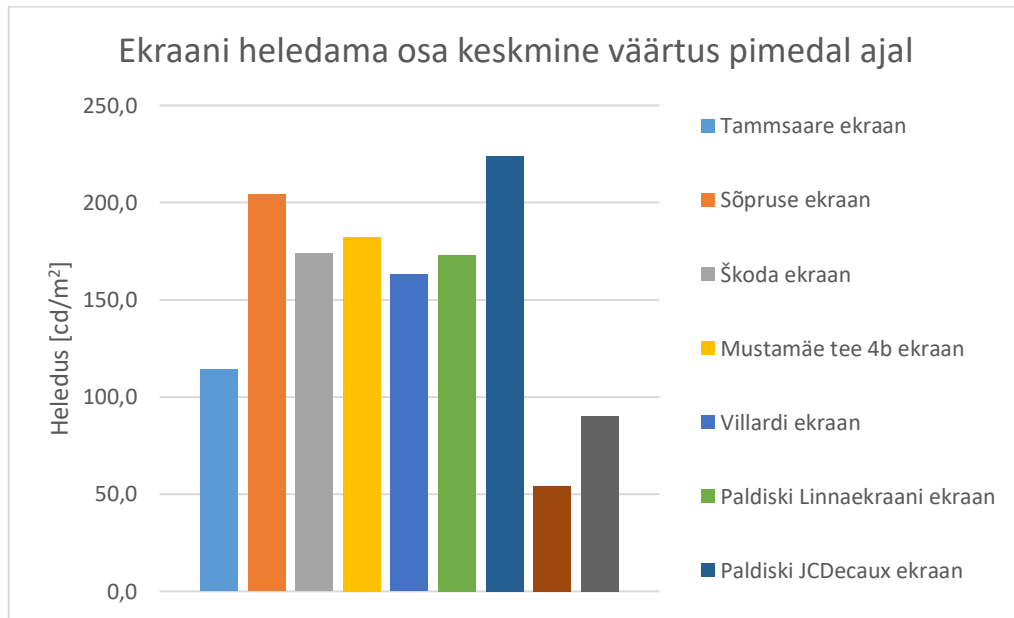
Tabelis 5.20 on ära toodud ekraanide heledama osa keskmised väärtused pimedal ajal.

Tabel 5.20 Ekraanide heledama osa keskmine väärtus pimedal ajal

Ekraan	Ekraani heleduse heledama osa keskmine väärtus [cd/m ²]
Tammsaare ekraan	114,30
Sõpruse ekraan	204,30
Škoda ekraan	173,81
Mustamäe tee 4b ekraan	182,25
Villardi ekraan	163,13
Vabaduse ekraan	2855,25
Paldiski Linnaekraani ekraan	172,91
Paldiski JCDecaux ekraan	223,88
Telia maja Mustamäe tee ekraan	54,35
Telia maja Endla ekraan	91,17

Analüüsist on välja jäetud ekraanide heleduste analüüs hämaral ja valgel ajal, kuna mõõtmiste ajal olid erinevad tingimused, siis neid ei saa omavahel võrrelda. Mõõtetulemused olid erinevad, sest ühel päeval paistis päike ja oli pilvitu ning teisel päeval oli pilvine ilm ja päike ei paistnud. Tabelist 5.20 on näha, et kõige suurem heledama ekraani keskmine väärtus 2855,25 cd/m² oli Vabaduse väljaku ekraanil, mis küll ei ole suunatud autoteele, aga siiski on tegemist liiga kõrge väärtusega. Ekraanidest, mis on suunatud autoteedele või asuvad ristmikutel, olid kõige suuremad heledama ekraaniosa keskmised väärtused Sõpruse ekraanil 204,30 cd/m² ning Paldiski maantee JCDecauxi ekraanil 223,88 cd/m². Kõige väiksemad väärtused ekraaniosa keskmised väärtused olid kahel ekraanil, mis asuvad Telia maja seintel, üks suunaga Endla tänava poole 91,17 cd/m² ning teine suunaga Mustamäe tänava poole 54,35 cd/m². Mõõtetulemused näitavad, et ekraanide mõõteväärtuste vahemik on suur, mistõttu on oluline kehtestada heleduste väärtused vahemikud või väärtused.

Mõõtetulemuste põhjal on koostatud neli graafikut, millest joonisel 5.1 ja 5.2 on näha ekraanide heledamate kohtade keskmised väärtused. Kuna Vabaduse väljaku ekraani heledamate kohtade keskmine väärtus oli ligikaudu 10 korda suurem võrreldes teiste ekraanidega, siis on Vabaduse ekraani tulemus toodud välja eraldi graafikul, sest kui panna kõik väärtused ühele graafikule, siis teiste ekraanide heleduse väärtusi oleks raske välja lugeda.

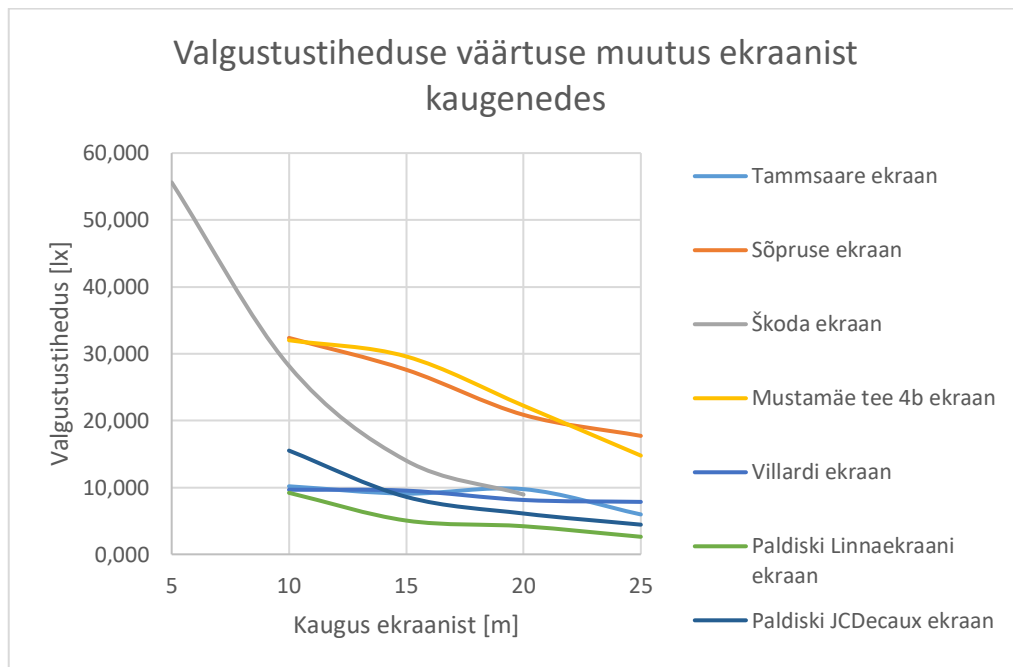


Joonis 5.1 Ekraanide heledama osa keskmine väärtus pimedal ajal

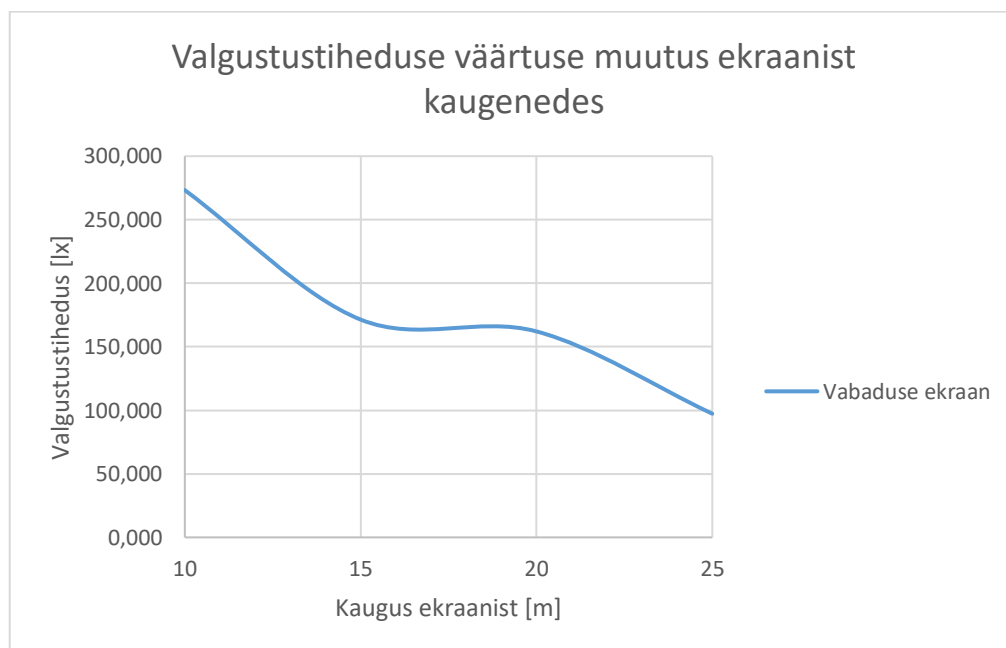


Joonis 5.2 Ekraani heledama osa keskmine väärtus pimedal ajal

Joonisel 5.3 ja 5.4 on näha, kuidas muutub valgustustihedus ekraanist kaugemale minnes.



Joonis 5.3 Ekraani valgustustiheduse väärtuse muutus ekraanist kaugenedes



Joonis 5.4 Ekraani valgustustiheduse väärtuse muutus ekraanist kaugenedes

Selleks, et paremini välja lugeda, kuidas muutub valgustustiheduse väärtus, on need väärtused välja toodud tabelis 5.21, samuti on ära toodud igas mõõtepunktis minimaalse ja maksimaalse väärtuse vahe.

Tabel 5.21 Valgustustiheduse väärtuste vahed esimeses ja viimases mõõtepunktis ning igas mõõtepunktis maksimaalse ja minimaalse väärtuse vahe

Ekraan	Valgustusti- duse esimese ja viimase mõõtepunkti vahe [lx]	Valgustusti- dus minimaalse ja maksimaalse vahe kaugusel 10 meetrit [lx]	Valgustusti- dus minimaalse ja maksimaalse vahe kaugusel 15 meetrit [lx]	Valgustusti- dus minimaalse ja maksimaalse vahe kaugusel 20 meetrit [lx]	Valgustusti- dus minimaalse ja maksimaalse vahe kaugusel 25 meetrit [lx]
Tammsaare ekraan	4,214	11,801	5,308	5,583	3,370
Sõpruse ekraan	14,647	21,500	37,750	9,840	7,940
Mustamäe tee 4b ekraan	17,253	6,790	7,470	5,120	6,190
Villardi ekraan	1,817	7,854	15,765	9,414	5,914
Vabaduse ekraan	175,913	432,050	177,800	246,960	153,780
Paldiski Linnaekraani ekraan	6,574	16,006	6,874	6,019	2,912
Paldiski JCDecaux ekraan	11,079	30,372	18,357	9,069	5,968
Ekraan	Valgustusti- duse esimese ja viimase mõõtepunkti vahe [lx]	Valgustusti- dus minimaalse ja maksimaalse vahe kaugusel 5 meetrit [lx]	Valgustusti- dus minimaalse ja maksimaalse vahe kaugusel 10 meetrit [lx]	Valgustustihedus minimaalse ja maksimaalse vahe kaugusel 15 meetrit [lx]	Valgustustihedus minimaalse ja maksimaalse vahe kaugusel 20 meetrit [lx]
Škoda ekraan	46,677	68,350	22,860	5,590	5,389

Tabelist 5.21 on näha, et valgustustiheduse esimese ja viimase mõõtepunkti kõige suuremad vahed on neljal ekraanil, milleks on Vabaduse, Škoda, Sõpruse ning Mustamäe tee 4b ekraan. Valgustustiheduse minimaalse ja maksimaalse vahe on ekraanist kümne meetri kaugusel on suuremad Sõpruse, Škoda (ekraanist viie meetri kaugusel), Vabaduse ning Paldiski JCDecauxi ekraanide juures. Ekraanist 15 meetri kaugusel on suuremad vahed ekraanidel, mis on eelmises lauses välja toodud. Mida kaugemale ekraanist minna, seda väiksemaks vahed lähevad minimaalse ja maksimaalse vahel. Liiklusohutuse konteksti lähtudes ei tohiks valgustustiheduse väärtuse vahed liiga suured olla, sest selline olukord võib autojuhte, kas pimestada või häirida.

Tabelis 5.22 on ära toodud pimedal ajal ekraani heledama ja tumedama valguse suhe.

Tabel 5.22 Ekraanide heledama ja tumedama valguse suhe pimedal ajal

Ekraan	Ekraani heledama ja tumedama valguse suhe
Tammsaare ekraan	203,2
Sõpruse ekraan	92,2
Škoda ekraan	55,0
Mustamäe tee 4b ekraan	67,8
Villardi ekraan	71,8
Vabaduse ekraan	93,3
Paldiski Linnaekraani ekraan	78,0
Paldiski JCDecaux ekraan	101,0
Telia maja Mustamäe tee ekraan	42,4
Telia maja Endla ekraan	35,9

Tabelist 5.22 on näha, et ekraani heledama ja tumedama valguse suhe on suurem Tammsaare, Sõpruse, Vabaduse ning Paldiski JCDecaux ekraanidel ning väiksem Škoda ja Telia maja mõlemal ekraanidel.

Tabelis 5.23 on ära toodud ekraani pindala ja valgustustiheduse väärtus mõõdetud kümne meetri kaugusel. Tabeli viimase veerus on ära toodud pindala ja valgustustiheduse suhe.

Tabel 5.23 Ekraanide pindalad ja valgustustihedus kümne meetri kaugusel

Ekraan	Pindala [m ²]	Valgustustihedus 10 kaugusel [lx]	Valgustustiheduse ja pindala suhe	Ekraani heleduse heledama osa keskmine väärtus [cd/m ²]
Mustamäe tee 4b ekraan	11,02	32,02	2,91	182,25
Škoda ekraan	12,00	28,13	2,34	173,81
Paldiski Linnaekraani ekraan	15,36	9,20	0,60	172,91
Paldiski JCDecauxi ekraan	16,59	14,48	0,87	223,88
Villardi ekraan	25,92	9,66	0,37	163,13
Sõpruse ekraan	32,00	32,36	1,01	204,30
Vabaduse ekraan	46,08	273,24	5,93	2855,25
Tammsaare ekraan	50,00	10,18	0,20	114,30
Telia maja Mustamäe tee ekraan	81,92	-	-	54,35
Telia maja Endla ekraan	127,80	-	-	91,17

Tabeli 5.23 valgustustiheduse ja pindala suhte väärtused saab võtta aluseks, et määrata ekraani heleduse väärtus. Ekraanid, mille valgustustiheduse ja pindala suhe on üle ühe, nende ekraanide heleduse väärtuse võiks muuta madalamaks. Mõõtmiste ajal nende ekraanide juures oli ka tunda, et ekraanid võiksid olla madalama heleduse väärtusega. Antud mõõtetulemuste põhjal võiksid

pimedal ajal ekraanide, mis asuvad tee ääres või ristmikute juures, heleduse väärtused olla vahemikus 100-300 cd/m². Näiteks 200 cd/m² ekraani heledus võiks olla teeääres, kus teisi valgusallikaid läheduses ei ole ja 300 cd/m² ristmikel ja nende läheduses. Ekraanide tumedamate ja heledamate värvide suhe võiks olla maksimaalselt reguleeritud 50 kordseks nagu seda on Telia maja ekraanidel.

Tabelis 5.24 on võrdlus Hollandis kehtestatud ekraanide heleduse ja Tallinnas mõõdetud väärtuste vahel. Hollandis kehtestatud väärtused on ära toodud tabelis 4.1.

Tabel 5.24 Ekraanide heleduse väärtused ja Hollandi kehtestatud väärtused vastavalt ekraani suurusele ja asukohale

Ekraan	Pindala [m ²]	Ekraani heleduse heledama osa keskmine väärtus [cd/m ²]	Ekraani heleduse väärtus Hollandis kesklinna alal [cd/m ²]	Ekraani heleduse väärtus Hollandis tiheasutusega alal [cd/m ²]
Mustamäe tee 4b ekraan	11,02	182,25	200	150
Škoda ekraan	12,00	173,81	200	150
Paldiski Linnaekraani ekraan	15,36	172,91	200	150
Paldiski JCDecauxi ekraan	16,59	223,88	200	150
Villardi ekraan	25,92	163,13	150	100
Sõpruse ekraan	32,00	204,30	150	100
Vabaduse ekraan	46,08	2855,25	150	100
Tammsaare ekraan	50,00	114,30	150	100
Telia maja Mustamäe tee ekraan	81,92	54,35	100	75
Telia maja Endla ekraan	127,80	91,17	25	10

Hollandi ekraanidele määratud heleduse väärtuste alusel tuleks kõikidel ekraanidel muuta heledust. Mida suurem on ekraani pindala, seda suuremaks lähevad vahed mõõdetud väärtuste ja Hollandis kehtestatud väärtuste vahel. Samas selline süstematiseeritus nagu seda on Hollandis, annab võimaluse kehtestada ekraanide heleduse väärtused vastavalt ekraani pindalale. Tallinna ekraanide heleduse määramiseks võiks eeskujuna võtta Hollandi kesklinna väärtustest.

Valgustustehnika labori poolt on läbiviidud mõõtmised aastal 2016 leedekraanide kohta. Sel ajal olid ekraanidel tava töörežiimis heledused kõrgemad, kui aastal 2020 mõõdetud ekraanide heledused. Näiteks Mustamäe keskuse ekraani heledus 800 cd/m², Villardi 22 ekraani heledus 800 cd/m², Norde Centrumi leedekraani heledus 750 cd/m², Rävala 3 leedekraani heledus 797 cd/m²,

Ülemiste ristmiku leedekraani heledus 805 cd/m^2 . Aastal 2016 mõõdetud ekraanide heledused on ligikaudu 600 cd/m^2 võrra suurema heledusega, kui on mõõdetud ekraanid aastal 2020.

Tallinna Tehnikaülikooli valgustustehnika labori poolt teostatud Tartu mõõtetulemustest, mis on ära toodud Lisa 6 lehel, on võimalik näha, et Riia ja Ülikooli tänava nurgal ühel mõõdetud bussipaviljoni reklaamplakati keskmine heledus oli 105 cd/m^2 ning teisel mõõdetud keskmine heledus 168 cd/m^2 . Mõõdetud on ka Vanemuise teatri ees olevat leedekraani, mille keskmine heleduse väärtus oli 1437 cd/m^2 . Selline heleduse kõrge väärtus on häiriv ning rikub ka linna keskkonda. Selline väärtus on autojuhtidele häiriv, kuna ekraan taustal on puud, mistõttu on heleduse kontrast võrreldes taustaga suur. On mõõdetud lisaks Jalaka 58H ekraani, mille keskmine heledus väärtus oli 123 cd/m^2 . On näha, et ka Tartus puudub ekraanide heleduste kohta piirangud, kuna kahe ekraani keskmise heledus on ligikaudu 11 korda suurem.

Teostati ka katse nägemaks, millisest ekraani heledus väärtusest hakkab heledus häirima pimedal ajal. Ekraan, kus katse läbi viidi, asub Paldiski maanteel Rocca al Mare ja Audi esinduse ristmikul. Katse on läbi viidud 26.03.2020 kell 20:30. Mõõtmised teostati ekraanist kümne meetri kauguselt, kus mõõdeti nii ekraani heledust kui ka valgustustihedust. Ekraani heledust on muudetud nullist kuni saja protsendini intervalliga kümme protsenti. Ekraan oli valges režiimis. Mõõdetud tulemused on ära toodud Lisa 3 tabelis. Joonisel 5.5 on ära toodud ekraan, mille heledus on 100 protsendi peal.



Joonis 5.5 JCDecauxi ekraan Paldiski mnt ja Audi esinduse juures, ekraani heledus 100%

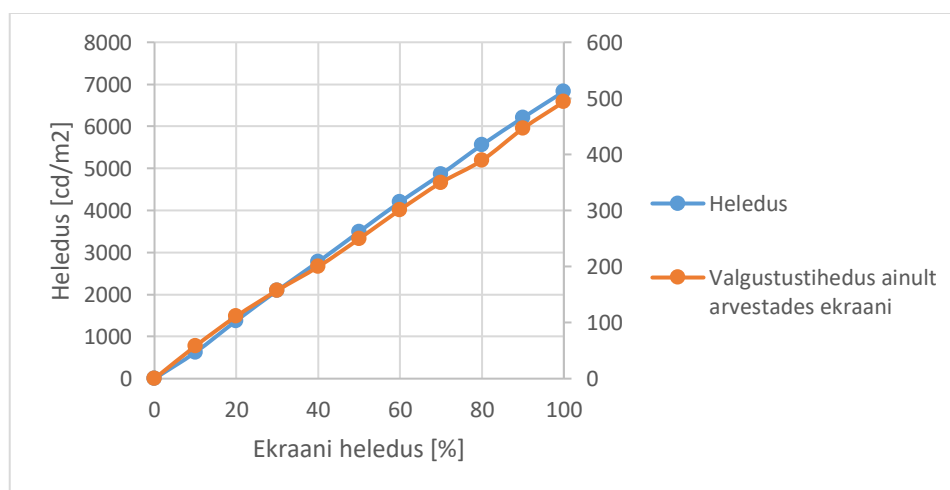
Tabelis 5.25 on ära toodud mõõtetulemuste keskmised väärtused.

Tabel 5.25 JCDecaux ekraani heleduse muutmine minimaalsest maksimaalseni

Ekraani heledus [%]	Heledus [cd/m ²]	Valgustustihedus [lx]	Valgustustihedus ainult arvestades ekraani [lx]
0	-	22,4	0
10	628,9	80,5	58,2
20	1378,4	133,8	111,4
30	2096,8	179,8	157,4
40	2780,8	222,0	199,7
50	3495,4	271,8	249,4
60	4203,2	323,7	301,4
70	4862,4	372,2	349,8
80	5561,6	411,8	389,4
90	6206,6	468,6	446,2
100	6826,8	516,1	493,8

JCDecauxi tehnika sõnul on ekraani heledus langenud 25 protsenti ehk mõõtetulemus 100 protsenti peal vastab 75 protsenti kohta. Esialgne plaan oli katse juurde kutsuda kümme inimest, et saada teada keskmine tulemus, mis väärtuse juures hakkab ekraani heledus häirima. Seoses koroonaviirusega oli mõõtmiste ajal ekraani juures lõputöö autor, lõputöö juhendaja ja JCDecauxi hooldustehnik. Mõõtmiseks kasutati Gigahertz-Optik MSC15 spektraalvalgusmõõturit ja heleduse jaoks Luminance Meter LS-100. Mõõtmise käigus hakkas häirima ekraan, mille heleduse protsent oli 50 protsenti peal. Antud katse ekraani heledus mõõdetud väärtus 3495,4 cd/m² ja valgustustihedus 271,8 lx. Kui arvestada ainult ekraani valgustustiheduse väärtust kümne meetri kaugusel, siis mõõdetud väärtus on 249,4 lx.

Tabeli 5.25 põhjal on koostatud graafik, kus on näha, millise seosega ekraani heledus ja valgustustiheduse väärtus kasvab. Graafik on ära toodud joonisel 5.6.



Joonis 5.6 Ekraani heleduse muutmine

6. ETTEPANEKUD EKRAANIDE TEHNILISTELE PARAMETRITELE JA PAIGALDUSTELE

Ekraanidel oleks võimalik reguleerida heledust, kontrastsust, gamma ja musta korrigeerimise kõigidel värvidel (RGB) ühiselt ja igal värvil (R, G, B) eraldi automaatselt ja käsitsi.

Ekraanidel võiks lisaks olla ära määratud minimaalne IP klass. IP44, mis tähendaks, et oleks kaitstud võõrkehade vastu, mis on suuremad kui 1 mm ja kaitstud piisakade eest, mis langevad mistahes nurga all [11].

Ekraanide paigaldamisel või asukoha määramisel tuleks arvestada selliselt, et oleks võimalik teostada hooldustöid. Ehk oleks tagatud ligipääs. Ekraanid, mis on paigaldatud tee äärde või ristmikule oleks ekraani hoolduseks teha ekraani tagant hooldust. Ekraanid, mis on paigaldatud seinte külge on oleks võimalik hooldust teha eest.

Värvide osas võiks eeskujuna võtta Flandria piirkonnas kehtestatud nõudest, kus fooride läheduses olevatel ekraanidel ei tohi näidata rohelist ja punast värvi ehk valgusvooridega seotud värvid, mis aitab vähendada ohtu, et ei panda valgusvooride valgusteid tähele.

Ekraanide paigaldamisel linnas tuleks arvestada ekraani juures olevat keskkonda. Juhul kui ekraan on üle valgustatud ning ekraani kõrval on valguse peegeldumist soodustavad pinnad, siis ekraan võib tekitada valgusreostust peegeldumisega ehk räigusega. Räigus võib tekitada ohtlikke olukordi nii autojuhtidele kui ja jalakäijatele.

Lisaks võiks lisada teeäärsete ekraanide paigaldamise kõrguse ehk ekraani jala pikkus. Teostatud intervjuude vastuste põhjal võiks olla defineeritud jala kõrguseks kaks ja pool kuni kolm meetrit. Sellega mõtlen ekraane, mis on mõeldud autojuhtidele. Ekraanid, mis on kõrgele paigaldatud võib põhjustada olukorra, kus autojuht vaatab ekraani ja ei pane tähele, mis on toimumas nii autoteel kui ka kõnniteel. Valgustustiheduse mõõtetulemuste põhjal, mis on ära toodud tabelis 5.21, on näha, et enamike ekraanide valgustustiheduse maksimaalse ja minimaalse vahe on 15 meetri kaugusel alla 10 luksi. Kui arvestada autotee laiuseks 3,5 meetrit, siis ekraani kaugus tee keskkohast võiks olla 15 meetrit ning teeservast 11,5 meetrit. Lõputööga ei jõutud tegeleda maanteed ääres olevate ekraanidega, mille all on mõeldud linnast väljas pool paigaldatud ekraane ning millised väärtused peaksid nendel ekraanidel olema või uurima, kas maanteed ääres olevad ekraanid mõjutavad kuidagi liiklusohutust.

7. INTERVJUUDE ANALÜÜS

Lõputöö raames on kahe ettevõttega läbi viidud intervjuud, et aru saada millised piirangud ja nõuded on Tallinna linnavalitsus välireklaamile pakkuvale ettevõttele kehtestanud. Samuti on küsitud ekraanide tehnilisi parameetreid. Lisaks on uuritud tuleviku plaanide kohta. Intervjuu viidi läbi järgnevate ettevõtetega: JCDecaux, Linnaekraanid.

Tuukse välja, et Tallinnas on tehtud transpordiameti poolt dokument „Nõuded liiklusohutuse tagamiseks LED, LCD ja PDP ekraanide paigaldamisel Tallinnas“, kuid selles dokumendis ei ole näiteks ära toodud, mis heleduste väärtuste juures ekraanid võivad või peavad olema. Antud dokument ei ole määrus ega korraldus. Dokumendis on ära toodud, et ekraanid ei tohi pimestada, olla häiriva heledusega, ei sähvi, ei plingi, ei virvenda. Kui ei ole kindlaks määratud heleduste väärtusi, siis võib juhtuda, et üksteise järel paigaldatud ekraanide heleduste väärtused on erinevad ja võivad põhjustada liigselt müra, oleks parem kui sellistel kohtades oleks ekraanidel sama heleduse väärtus.

Intervjuude käigus tuleb välja, et erinevates riikides on kehtestatud erinevad piirangud ekraanidel sisu näitamisele liikumise osas. Näiteks Oslos on igasugune liikumine keelatud, paberplakat ei tohi ka vahetuda. Lätis võib ekraanidel näidata nii pilte kui ka videoid. Kui oleks võimalik, siis võiks kehtestada, kas piirkondade kaupa (näiteks Balti riikides ühiselt, Põhjamaade riikides ühiselt) ühised reeglid, kuidas ekraanide kaudu reklaame edastada või terves Euroopas ühiste reeglite kaudu.

Ekraanide heleduse juhtimiseks on ära toodud erinevaid mooduseid. JCDecauxi heleduse juhtimine toimub nii valgussensori kui ka astronoomilise kella järgi, mis annab võimaluse heledust sujuvalt reguleerida. Sellise lahenduse puhul ei pea heleduse piirväärtusi ise reguleerimas käima. Näiteks pimedal kui autod valgustavad valgussensorit, siis ekraani heleduse väärtust ei tõsteta, kuna ajaline kontroll on kontrolliks, et praegu ei ole päev. Linnaekraanidel heleduse juhtimine sensori abil. Pannakse ekraani heleduse piirväärtused paika. Piirväärtusi muudetakse käsitsi vastavalt aastaajale. Ühe minuti jooksul valgussensor reageerib ümbritsevale valgusele, et muuta ekraani heledust vastavalt madalamaks või kõrgemaks.

Tuleviku kohta nähakse pigem seda, et leedid tulevad ning nende efektiivsemaks muutmine. Paberplakati reklaamid jäävad alles. Suuremate formaatide puhul leed ning väiksemate formaatide puhul LCD.

KOKKUVÕTE

Lõputöö eesmärk oli väliskeskkonna leedekraanide mõõdistamise metoodika väljatöötamine. Lisaks uuriti, millised seadused ja määrad on kehtestatud nii Eestis kui ka lähiriikides. Lõputöös toodi ära, millised on leedekraanide valgustehnilised parameetrid, mida on võimalik mõõta ning mida antud lõputöö käigus mõõdeti. Töö praktilises osas mõõdeti Tallinnas leedekraane ning analüüsiti Tallinna Tehnikaülikooli valgustustehnika labori poolt saadud mõõtetulemusi, mis on teostatud nii Tallinnas kui ka Tartus.

Üheks tehnoloogiliseks arenguks on ekraani mõõtmete ja heleduse suurenemine, mistõttu on oluline seada piirangud heledusele. Ekraanide mõõtmete võimalustest on võimalik näha Lõuna-Koreasse paigaldatud Samsungi ekraan, mille ekraani pindala on 1620 m² ning heleduse võime on 9000 cd/m².

Praktilises osas mõõdeti nii ekraanide heledust kui ka valgustustihedust. Värvsüsteemtemperatuuri ei mõõdetud, sest ekraanid on enamasti paigaldatud posti otsa või seinale, mistõttu mõõtetulemus sisaldab endas nii ekraani värvsüsteemtemperatuuri kui ka tausta värvsüsteemtemperatuuri. Värviedastus üldindeksit ei mõõdetud, kuna sellel ei ole suurt mõju liiklusõnnetuse põhjustamisel ning ei sega autojuhte. Valgustehnilist parameetrit värelust ei mõõdetud, kuna autojuhid ja kõnniteel olevad liiklejad ei ole ekraani eest piisavalt kaua, et värelus segaks keskendumist ja põhjustaks tähelepanu hajumist.

Eestis ei ole kehtestatud määrust ega seadust, mis seaksid piirangud ekraanide heledustele ehk ei ole ära toodud konkreetseid väärtusi või vahemikke. Osades lähiriikides on ära toodud, millised tohivad olla ekraanide heledused pimedal ajal. Flandrias on ainult ära toodud, et ekraani heledus ei tohi olla suurem kui ekraani tausta heledus ning peab olema automaatne heledusejuhtimine vastavalt ümbritsevale keskkonnale. Hollandis on ära toodud ekraanide heleduse väärtused vastavalt ekraani asukohale ja pindalale. Sloveenias seadmed, mis pimestavad liiklejaid, eemaldatakse. Itaalias ei tohi olla ekraani heledus olla suurem kui 150 cd/m². Luksemburgis ei ole heleduse piirväärtusi ära toodud. Soomes ei tohi ekraanide heledus olla suurem kui 300 cd/m² ning videviku ajal ei tohi ekraani heledus olla suurem kui viis korda tasuta heledus. Maltal ei tohi ekraani heledus olla pimedal ajal suurem kui 300 cd/m² ning valgel ajal 100 cd/m².

Mõõtmisel tuleb lähtuda standartist EVS-NE 12464-2 2014, mis on mõeldud välistöökoha valgustuse mõõtmiseks. Ekraanide valgustustiheduse kontrollmõõtmisi tuleks teha 1,5 meetri

kõrguselt, mis oleks autojuhtide silmade paiknemise kõrgus. Mõõtmise kaugust ekraanist võiks olla kümme meetrit. Luksmeeter või spektraalvalgus mõõteseade on ekraaniga risti. Kuna heleduse mõõtmist ei mõjuta kaugus mõõdetavast pinnast, siis võiks teha heleduse mõõtmisi samal kaugelt, kui tehakse valgustustiheduse mõõtmisi. Ekraani heledust on lihtsam mõõta pildistava heledus mõõteseadmega. Punktheledus mõõtmeseadmega on raskem mõõtmisi korrata, sest ekraani pind on vaja jaotada võrdseteks osadeks ning igal mõõtmisel kasutada samu punkte (rasteri kasutamine).

Päevasel ajal ekraanide heledused võiksid olla maksimaalselt 4000 cd/m^2 , mis tugineb projektile, kus on uuritud, millised oleksid sobilikud heleduse väärtused päevasel ajal. Analüüsist on välja jäetud ekraanide heleduste analüüs hämaral ja valgel ajal, kuna mõõtmiste ajal olid erinevad tingimused, siis neid ei saa omavahel võrrelda. Kõige suurem heledama ekraani keskmine väärtus $2855,25 \text{ cd/m}^2$ oli Vabaduse väljaku ekraanil, mis küll ei ole suunatud autoteele, aga siiski on tegemist liiga kõrge väärtusega. Teiseks kõrgeks väärtuseks oli Vanemuise ees olev ekraan, mille heledus oli 1437 cd/m^2 . Ekraanidest, mis on suunatud autoteedele või asuvad ristmikutel, olid kõige suuremad heledama ekraaniosa keskmised väärtused Sõpruse ekraanil $204,30 \text{ cd/m}^2$ ning Paldiski maantee JCDecauxi ekraanil $223,88 \text{ cd/m}^2$. Kõige väiksemad väärtused ekraaniosa keskmised väärtused olid kahel ekraanil, mis asuvad Telia maja seintel, Endla tänava poolne $91,17 \text{ cd/m}^2$ ning Mustamäe tänava poolne $54,35 \text{ cd/m}^2$. Antud mõõtetulemuste põhjal võiksid pimedal ajal ekraanide, mis asuvad tee ääres või ristmikute juures, heleduse väärtused olla vahemikus $100\text{-}300 \text{ cd/m}^2$. Näiteks 200 cd/m^2 ekraani heledus võiks olla teeääres, kus teisi valgusallikaid läheduses ei ole ja 300 cd/m^2 ristmikel ja nende läheduses. Ekraanide tumedamate ja heledamate värvide suhe võiks olla maksimaalselt reguleeritud 50 kordseks nagu seda on Telia maja ekraanidel. Teiseks võimaluseks oleks ekraanide heleduste väärtuste kehtestamisel eeskuju võtta Hollandist, kus on ära määratud ekraanide heleduste väärtused vastavalt asukohtadele ja ekraanide pindaladele.

Kuna 2019-2020 aasta talv oli lumevaene, siis ei olnud võimalik teha mõõtmisi lumekattega. Lumekatte olemasolul oleks võimalik uurida, kas lumine pind mõjutab kuidagi ekraani heledust või põhjustab räigust lume peegelduse tõttu. Lisaks tuleks uurida, kuhu ei tohiks ekraane paigalda. Lähtuda linnakujunduse arhitektuurist, näiteks keelata ekraanide paigaldamine vanalinna või kuurortidesse ajaloolise atmosfääri säilitamiseks. Uurida võiks uute leed valgusfooride mõju, sest nende heledused on kõrgemad kui 800 cd/m^2 (vanematel $200\text{-}400 \text{ cd/m}^2$). Täpsemalt uurida, kuidas valgusvoorid mõjutavad teekatte valgustust, majadele peegelduvat valgust. Tuleks uurida põhjalikumalt, millised oleksid lubatud valgustustiheduse tõusud reklaamide ajal. Lisaks saaks uurida tulevikus veel ekraanide eluigade kohta ning kuidas see mõjutab valgustehnilisi parameetreid.

SUMMARY

The thesis aimed to develop a methodology for measuring LED screens in the outdoor environment. Also, it was examined which laws and regulations have been established both in Estonia and in neighbouring countries. The thesis indicated the lighting parameters of LED screens which can be measured and what parameters were measured during this thesis. In the practical part of the work LED screens were measured in Tallinn and the measurement results obtained by the lighting technology laboratory of Tallinn University of Technology which have been performed in both Tallinn and Tartu were analyzed.

One technological development is the increase in screen size and luminance, so it is important to set luminance limits. The screen size options show the Samsung screen installed in South Korea which has a screen area of 1620 m² and a luminance capacity of 9000 cd/m².

In practice, both the luminance and the illuminance of the screens were measured. The colour temperature was not measured because the screens are usually mounted on top of a post or a wall, so the measurement result includes both the screen colour temperature and the background colour temperature. The overall colour rendering index was not measured as it does not have a major impact on the accident and does not disturb drivers. The lighting parameter flicker was not measured because drivers and road users were not in front of the screen long enough for the flicker to interfere with focus and cause distraction.

No regulation or law in Estonia would set limits the luminance values to screens no specific values or ranges are given. In some neighbouring countries, the luminance of the screens at night is indicated. In Flanders, it is only stated that the luminance of the screen must not exceed the luminance of the background of the screen and that there must be automatic luminance control according to the surrounding environment. In the Netherlands, the luminance values of the screens are given according to the location and area of the screen. In Slovenia, devices that dazzle road users are being removed. In Italy, the luminance of the screen must not exceed 150 cd/m². No luminance limits are given in Luxembourg. In Finland, the luminance of the screens must not exceed 300 cd/m² and at dusk, the luminance of the screen must not exceed five times background luminance. In Malta, the luminance of the screen shall not exceed 300 cd/m² in the dark and 100 cd/m² in the white.

Measurements shall be based on the standard EVS-NE 12464-2 2014, which is intended for measuring the lighting of an outdoor workplace. Control measurements of the illuminance of the screens should be made at a height of 1.5 meters, which is the height of the drivers' eyes. The measurement distance from the screen could be ten meters. The lux meter or spectral light measuring device is perpendicular to the screen. Since the luminance measurement is not affected by the distance from the surface to be measured, luminance measurements could be made at the same distance as the illuminance measurements. It is easier to measure the luminance of the screen with a luminance meter. Spot luminance with a meter is more difficult to repeat measurements because the screen surface needs to be divided into equal parts and the same points used for each measurement (using a raster).

During the day, the luminance of the screens could be a maximum of 4000 cd/m^2 , based on a project that has studied what would be suitable luminance values during the day. The analysis of screen luminance in low light and white time has been excluded from the analysis, because there were different conditions during the measurements, they cannot be compared with each other. The highest average value of the brightest screen was 2855.25 cd/m^2 on the Freedom Square screen, which is not aimed at the highway but is still too high a value. Another high value was the screen in front of Vanemuine, which had a luminance of 1437 cd/m^2 . Of the screens aimed at motorways or located at intersections, the highest values of the brightest part of the screen were 204.30 cd/m^2 on the Sõpruse screen and 223.88 cd/m^2 on the JCDecaux screen on Paldiski Road. The lowest values were the average values of the screen part on two screens located on the walls of Telia building, 91.17 cd/m^2 on Endla Street and 54.35 cd/m^2 on Mustamäe Street. Based on these measurements, the luminance values of screens located at the roadside or intersections could be in the range of $100\text{-}300 \text{ cd/m}^2$ at night. For example, a screen luminance of 200 cd/m^2 could be at a roadside where there are no other light sources nearby and 300 cd/m^2 at and near intersections. The ratio of darker to lighter colours on the screens could be adjusted to a maximum of 50 times, as is the case on Telia House screens. Another possibility would be to follow the example of the Netherlands when setting screen luminance values, where screen luminance values are determined according to locations and screen areas.

As the winter of 2019-2020 was snow-poor, it was not possible to make measurements with snow cover. If there is a snow cover, it would be possible to investigate whether the snowy surface affects the luminance of the screen in any way or causes glare due to the reflection of the snow. Also, it should be investigated where screens should not be installed. Follow the architectural architecture of the city, for example, prohibiting the installation of screens in the old town or resorts to preserve

the historic atmosphere. The effect of new LED traffic lights could be studied, as their luminosities are higher than 800 cd/m^2 ($200\text{-}400 \text{ cd/m}^2$ for older ones). To study in more detail how light circuits affect the lighting of the road surface, the light reflected in the houses. The allowable increases in luminance during advertising should be further investigated. Also, future research into the lifespan of screens and how it affects lighting parameters could be investigated. The dissertation did not deal with roadside screens which mean screens installed outside the city and what value these screens should have or investigate whether roadside screens have any effect on road safety.

KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] Reklamiseadus vastu võetud 12.03.2020. [WWW]
<https://www.riigiteataja.ee/akt/109012018008> (07.05.2020)
- [2] JAA Disain OÜ [WWW]
<https://www.jaadisain.ee/valireklaamid/> (07.05.2020)
- [3] JCDecaux Eesti OÜ [WWW]
<https://www.jcdecaux.ee/> (07.05.2020)
- [4] <https://www.tomshardware.com/reviews/lcd-led-led-oled-panel-difference,5394.html>
(08.05.2020)
- [5] Digital Billboards & The future of Outdoor Advertising [WWW]
<https://www.landmarkdividend.com/how-digital-billboards-are-changing-the-face-of-outdoor-advertising/> (30.03.2020)
- [6] Boets, S.; Vandemeulebroek, F.; Daniels, S.: Roadside advertising: an inventory of current practices and future trends. Assessing Distraction of Vehicle drivers in Europe from Roadside Technology-based Signage. 2016
- [7] Doyle, K.; Cooper, B.; Warren, B.; Hobbs, P.: Digital Signage future trends 2019. Network Media Group. [WWW]
https://www.necdisplay.com/documents/MediaCoverage/010419_FutureTrends2019_DigitalSignageToday.pdf (01.04.2020)
- [8] SAMSUNG. COEX SM Town/K-Pop Square. The giant smart LED signage enhances Korea's time square. [WWW]
https://displayolutions.samsung.com/pdf/success-stories/3439/CaseStudy_CoexSMTown_181010_v2.pdf (09.02.2020)
- [9] Paudel, A.; Hirsch, A.: Potential impacts of solar arrays on highway environment, safety and operations. 2015
- [10] Tallinna linnavalitsus. Nõuded liiklusohutuse tagamiseks LED, LCD ja PDP ekraanide paigaldamisel Tallinnas [WWW]
<https://www.tallinn.ee/est/otsing?sona=13602> (01.03.2020) (load ja kooskõlastused)
- [11] Tamm, T. (2009). Valgustustehnika I. Esitrükk 2009. Tallinn:Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus
- [12] Tartu Linnavalitsus [WWW]
<https://www.tartu.ee/et/enampakkumine-tartu-linnale-kuuluva-maa-uurile-andmiseks-reklaamikandjate-paigaldamiseks-ii> (18.04.2020) (enampakkumine)
- [13] Riia linnavolikogu määrus. Riias reklaami, siltide ja muude informatiivsete materjalide paigutamise korra ning plakatite ja stendide kasutamise korra kohta. [WWW]

<https://likumi.lv/ta/id/263561-par-reklamu-izkartnu-un-citu-informativo-materialu-izvietosanas-un-afisu-stabu-un-stendu-izmantosanas-kartibu-riga> (06.03.2020) (määrus)

[14] Soome transpordiamet. Määrus maanteeäärse reklaami ja teiste reklaamide kohta. [WWW] https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lm_2016_tienvarsimainos_web.pdf (07.03.2020) (määrus)

[15] Domke, K.; Zalesinska; M., Wandachowicz, K.; Skrzypczak, P.; Mroczkowska, S.: Digital billboards and road safety. Poznan University of Technology, Institute of Electrical Engineering and Electronics, Poland. City Road Administration Poznań, Poland. 2011

[16] Dudek, C.L.: Changeable Message Sign Displays During Non-Incident, Non-Roadwork Periods: A Synthesis of Highway Practice. NCHRP Synthesis 383. Washington, DC: Transportation Research Board. 2008

[17] Sirge, T.; Merisalu, E.; Raimla, R.; Reinvee, M.; Teras, E.: Ruumi tehisvalgustite mõju tööviljakusele, Tartu. 2017

[18] Hagneri mõõteseadme digitaliseeritud kasutus juhend. Hagner Universal Photometer. [WWW] https://www.cameramanuals.org/flashes_meters/hagner_photometer.pdf (10.03.2020)

[19] Gigahertz-Optik kasutusjuhend. [WWW] https://www.gigahertz-optik.de/en-us/product/msc15#_specification (09.02.2020)

[20] Valgus ja valgustus. (2014). Töökohavalgustus. Osa 2: Välistöökoha valgustus. Standardised kvaliteedinõuded: EVS-EN 12464-2:2014. Tallinn: Standardiamet. (standard)

[21] Recommended Light Levels [WWW] https://www.noao.edu/education/QLTkit/ACTIVITY_Documents/Safety/LightLevels_outdoor+indoor.pdf (08.03.2020) (veebiartikkel)

[22] Eun, L.H.; Hong, K.,J.: How bright of luminance is needed for outdoor commercial display? A study of luminance requirements on preferences for outdoor commercial display. 2016

[23] Tammsaare ekraani informatsioon. [WWW] <https://www.digiekraanid.ee/ekraan/tammsaare-led/> (26.02.2020)

[24] Sõpruse ekraani informatsioon [WWW] <https://www.digiekraanid.ee/ekraan/sopruse-led/> (26.02.2020)

[25] Talleks ekraani informatsioon [WWW] <http://www.linnaekraanid.ee/ekraanid/talleks-led/> (26.02.2020)

[26] Villardi ekraani informatsioon [WWW] <https://www.digiekraanid.ee/ekraan/villard-led/> (26.02.2020)

[27] Vabaduse väljaku ekraani informatsioon [WWW] <https://epl.delfi.ee/eesti/vabaduse-valjaku-led-ekraanid-lahevad-maksma-kolm-miljonit?id=51171355> (26.02.2020)

[28] Paldiski ekraani informatsioon [WWW]

<http://www.linnaekraanid.ee/ekraanid/paldiski-led/> (26.02.2020)

[29] Paldiski ekraani informatsioon [WWW]

<https://www.jcdecaux.ee/> (26.02.2020)

[30] Telia maja ekraani informatsioon [WWW]

<https://www.telia.ee/partnerile/reklaam/> (26.02.2020)

[31] Google Maps ekraani asukoht [WWW]

<https://www.google.com/maps/@59.4050046,24.7007941,18z> (09.02.2020)

[32] Google Maps ekraani asukoht [WWW]

<https://www.google.com/maps/@59.4336226,24.7437519,19z> (09.02.2020)

[33] Google Maps ekraani asukoht [WWW]

<https://www.google.com/maps/@59.4292379,24.7268266,18.96z> (09.02.2020)

[34] Google Maps ekraani asukoht [WWW]

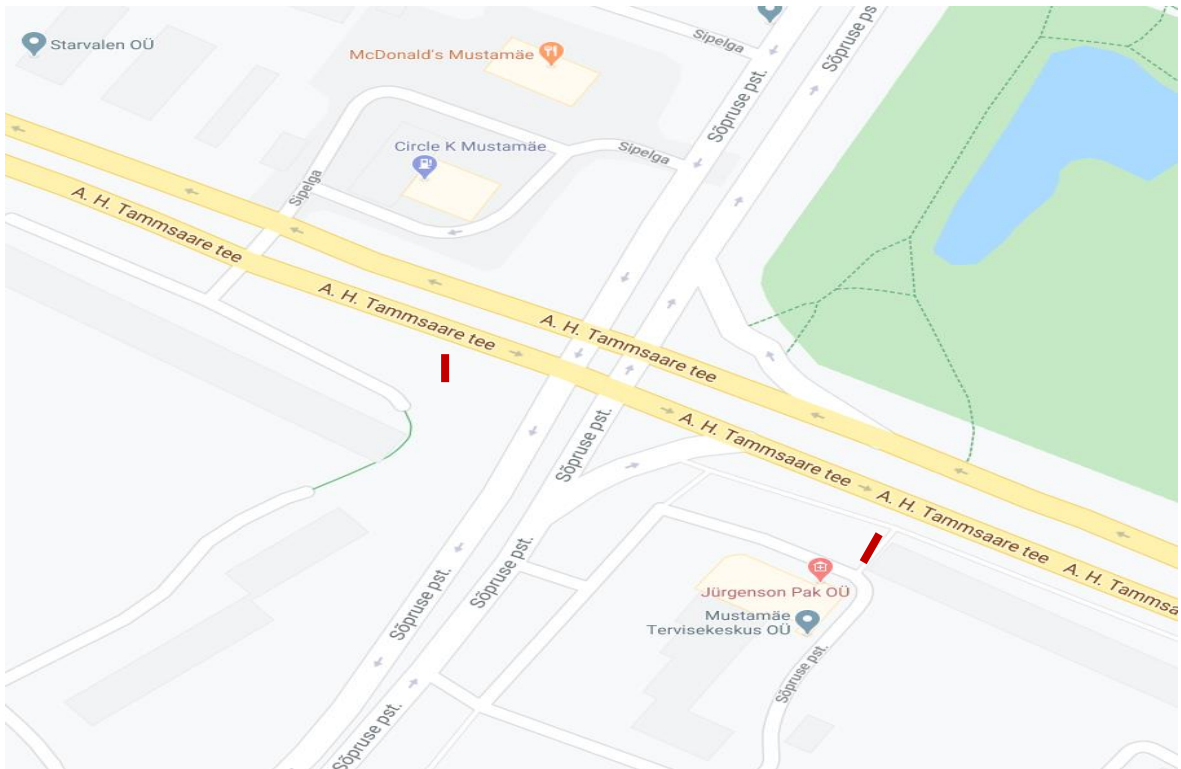
<https://www.google.com/maps/@59.429675,24.6870618,17.71z> (09.02.2020)

[35] Google Maps ekraani asukoht [WWW]

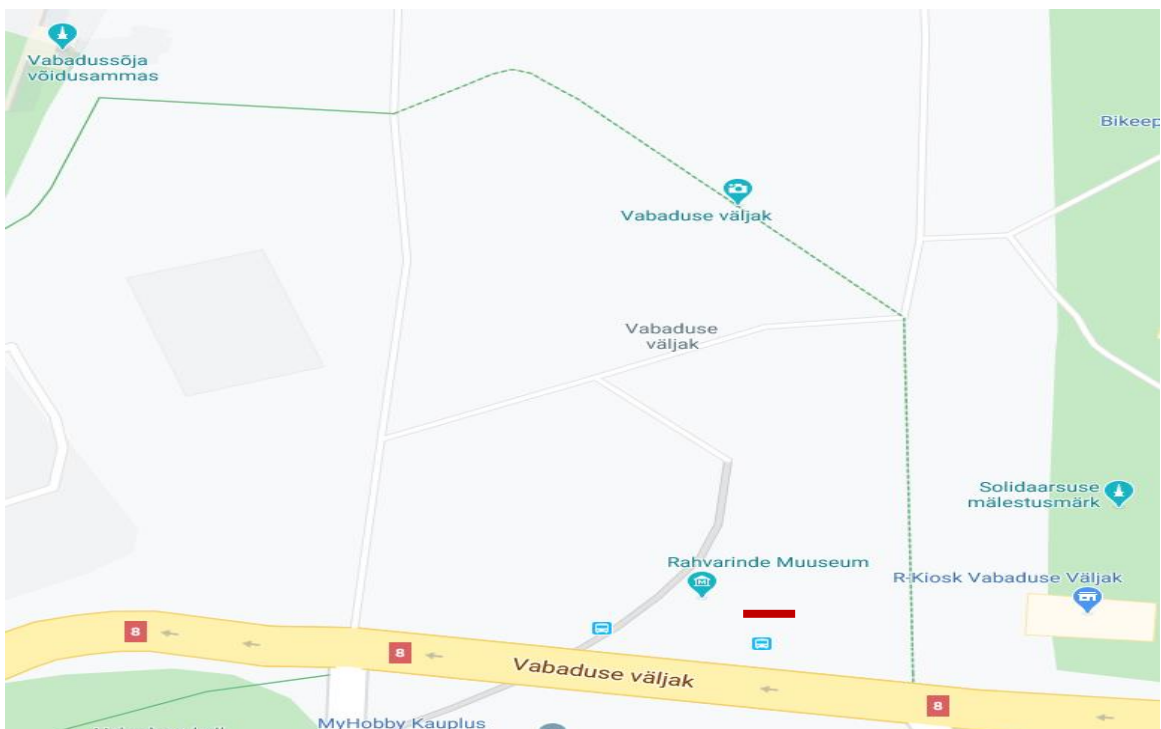
<https://www.google.com/maps/@59.4284301,24.7028062,18z> (09.02.2020)

LISAD

Lisa 1 Leedekraanide asukohad



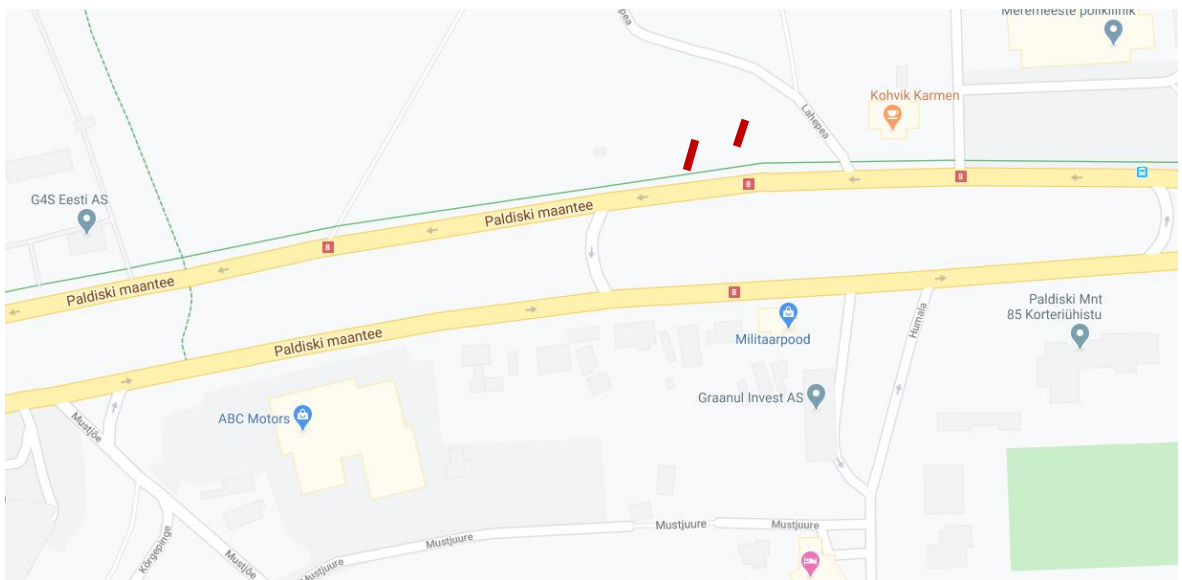
Joonis Lisa 1.1 A.H.Tammsaare ja Sõpruse pst leedekraanid [31]



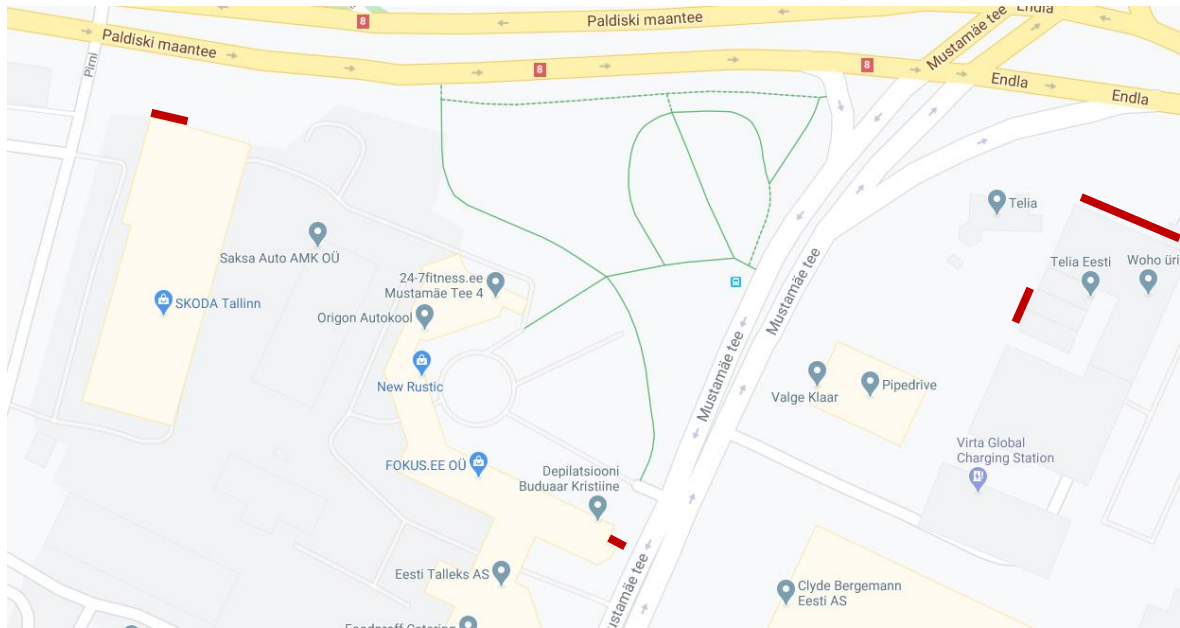
Joonis Lisa 1.2 Vabaduse väljaku leedekraan [32]



Joonis Lisa 1.3 Luise ja Villardi ristmiku leedekraan [33]



Joonis Lisa 1.4 Paldiski maantee ja Lahepea ristmiku leedekraanid [34]



Joonis Lisa 1.5 Paldiski mnt, Mustamäe tee ja Endla ristmiku leedekraanid [35]

Lisa 2 Leedekraanid pimedal ajal



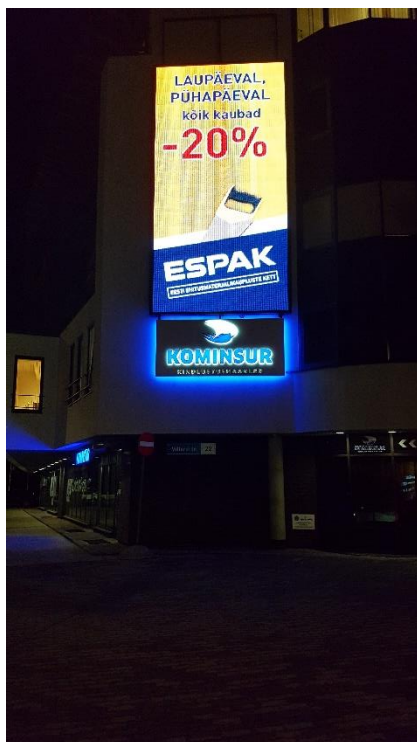
Joonis Lisa 2.1 Sõpruse 202 hoone ees olev leedekraan

Allikas: Autori poolt pildistatud kuupäeval 08.02.2020 kell 17:36



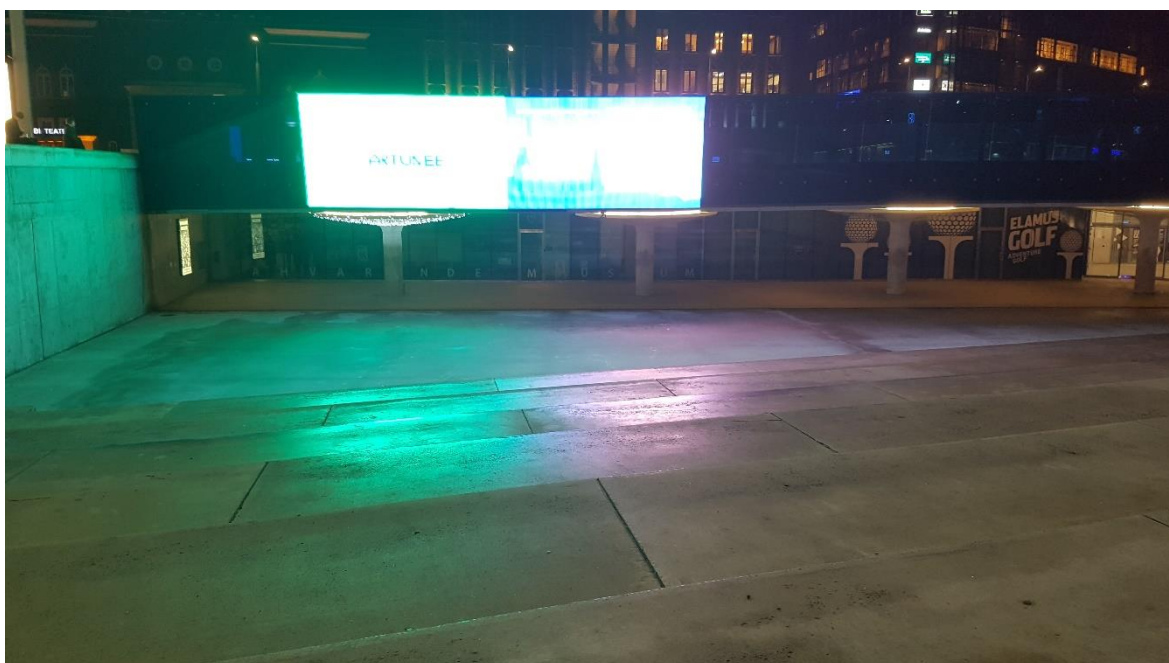
Joonis Lisa 2.2 A.H.Tammsaare tee 73 leedekraan maja seinal

Allikas: Autori poolt pildistatud kuupäeval 08.02.2020 kell 17:36



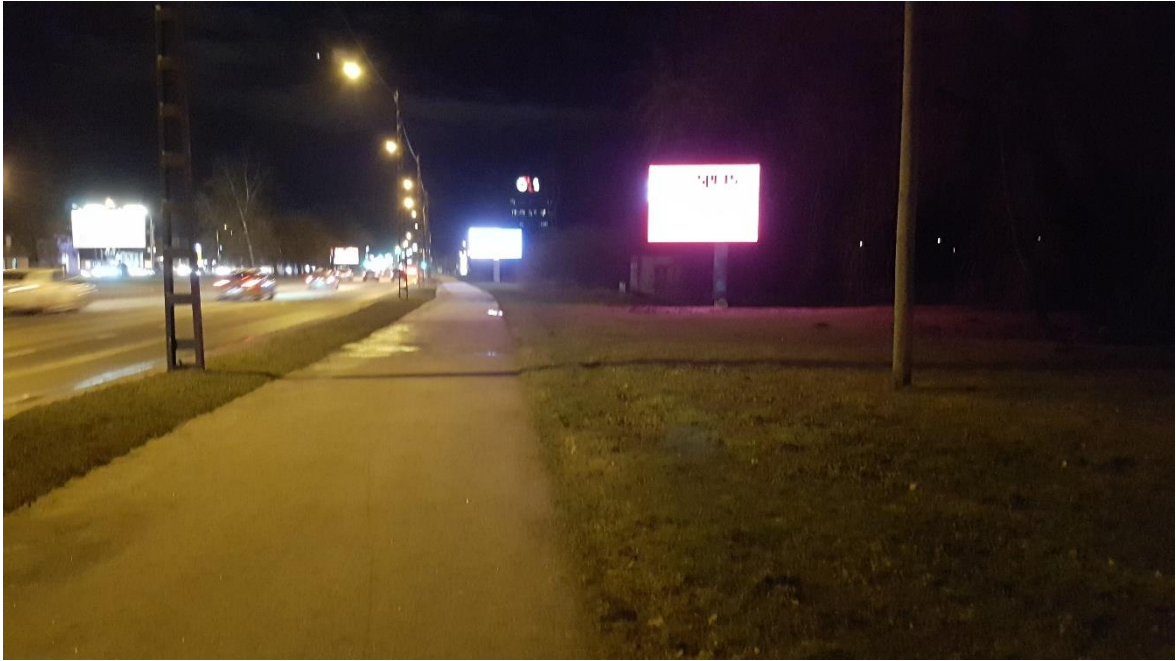
Joonis Lisa 2.3 Villardi ja Luise ristmiku leedekraan

Allikas: Autori poolt pildistatud kuupäeval 14.02.2020 kell 19:02



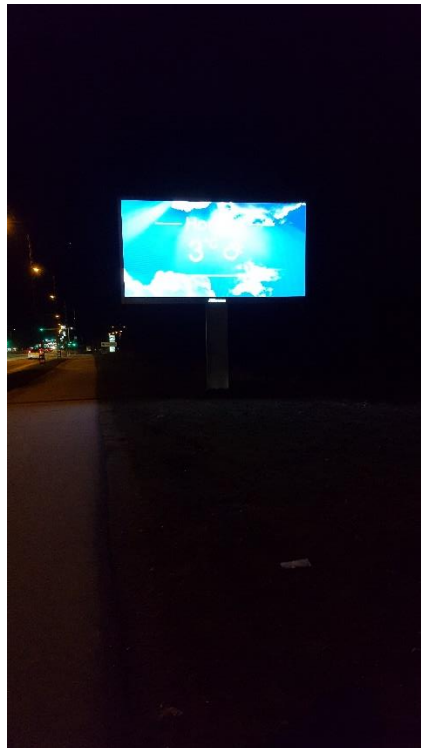
Joonis Lisa 2.4 Vabaduse väljaku leedekraan

Allikas: Autori poolt pildistatud kuupäeval 14.02.2020 kell 19:24



Joonis Lisa 2.5 Paldiski maantee ja Lahepea ristmiku Linnaekraani leedekraan (Ees pool)

Allikas: Autori poolt pildistatud kuupäeval 13.02.2020 kell 20:10



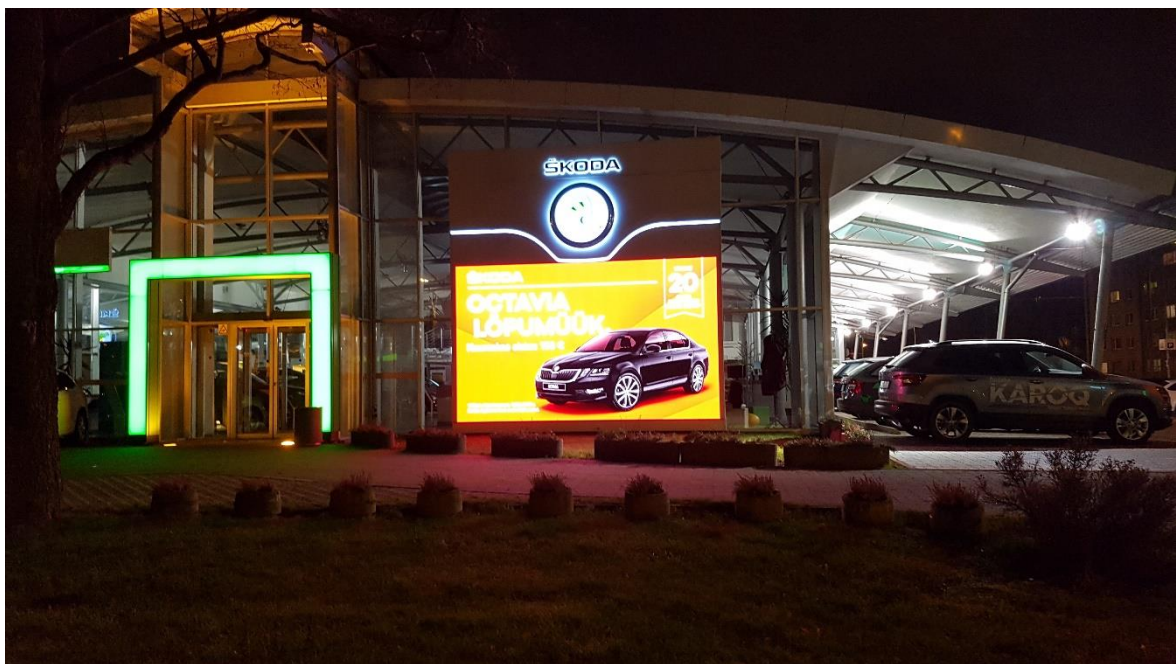
Joonis Lisa 2.6 Paldiski maantee ja Lahepea ristmiku juures oleva JCDecaux leedekraan

Allikas: Autori poolt pildistatud kuupäeval 13.02.2020 kell 20:20



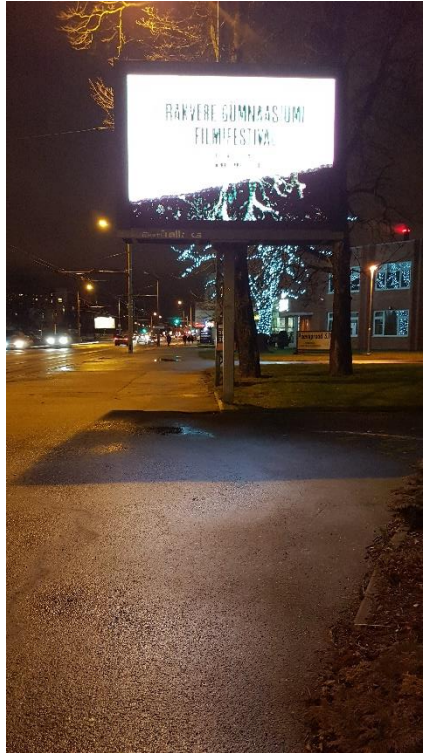
Joonis Lisa 2.7 Telia maja leedekraan suunaga Endla poole

Allikas: Autori poolt pildistatud kuupäeval 13.02.2020 kell 17:25



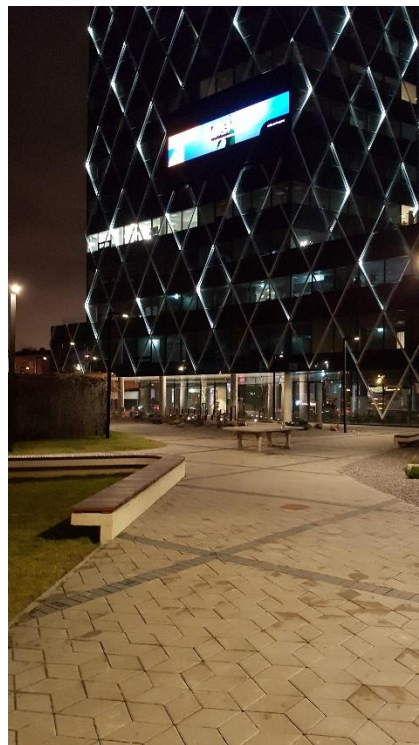
Joonis Lisa 2.8 Škoda esinduse leedekraan

Allikas: Autori poolt pildistatud kuupäeval 13.02.2020 kell 19:20



Joonis Lisa 2.9 Mustamäe tee 4b maja kõrval oleva leedekraan

Allikas: Autori poolt pildistatud kuupäeval 12.02.2020 kell 18:10



Joonis Lisa 2.10 Telia maja leedekraan suunaga Mustamäe tee poole

Allikas: Autori poolt pildistatud kuupäeval 13.02.2020 kell 17:31

Lisa 3 Tallinn, Haabersti, Paldiski mnt JCDecaux mõõtetulemused

Tabel Lisa 3 JCDecaux ekraani heleduse muutmine minimaalsest maksimaalseni

Ekraani heledus [%]	Heledus [cd/m ²]	Valgustustihedus [lx]	Ekraani heledus [%]	Heledus [cd/m ²]	Valgustustihedus [lx]
0	-	22,43	60	4232	325,3
		23,39		4264	324,4
		22,26		4200	322,2
		22,09		4170	323,4
		21,75		4150	323,4
10	688,7	83,09	70	5000	375,1
	691,7	78,61		4848	374,0
	387,2	80,24		4814	372,2
	690,2	80,25		4831	368,9
	686,5	80,53		4819	370,9
20	1377	135,6	80	5552	416,7
	1371	133,4		5571	413,2
	1398	132,7		5636	410,6
	1370	134,4		5537	404,8
	1376	132,9		5512	413,7
30	2084	180,7	90	6178	467,3
	2096	178,5		6103	469,
	2114	182,2		6165	470,5
	2099	179,1		6310	469,1
	2091	178,5		6277	466,9
40	2766	223,3	100	6874	519,7
	2791	219,3		6784	514,0
	2803	224,0		6784	514,7
	2763	222,0		6846	515,2
	2781	221,6		6846	517,1
50	3479	269,1			
	3588	271,1			
	3469	271,6			
	3482	272,3			
	3459	274,9			

JCDecauxi küsimustele vastas arendus- ja tehnikadirektor Jaanus Kadak.

1. Kas tänase seisuga on JCDecaux ettevõtetele teadaolevalt Tallinna linnavalitsus on kehtestanud leedekraanide kohta nõudeid?

Ei ole ette kirjutanud. Vaid on teinud dokumendi, mis on pandud Tallinna kodulehele üles. See ei ole ametlik määrus ega korraldus, lihtsalt transpordimehed on teinud, millel ei ole juriidilist jõudu, aga kes tahab ekraani panna, siis nad viitavad sellele dokumendile, milleks on „Nõuded liiklusohutuse tagamiseks LED, LCD ja PDP ekraanide paigaldamisel Tallinnas [10]“. Juhtisime tähelepanu, vaidlustasime seda. Probleemsus selle sisu ja siin hakkab neid kaugusi rääkima, millega me ei ole nõus. Aga ta ei räägi sellest nagu numbrilistest väärtustest, mis ta peab pimedal ajal olema, vaid ta ütleb ta ei tohi pimestada, mitte olla häiriva heledusega, ei sähvi, ei blingi, ei virvenda. Peab pimedal ajal väljas olema ehki liiklusejuhid on öelnud, et kui ta on Järvevana teel, kus pole elumaju, kelle aknasse ta võib sähvida, siis las ta olla öö otsa, aga öösel on kontakte väga vähe.

2. Millistes lähi naaberriikides (Soome, Rootsi, Läti, Leedu) on kasutusel JCDecaux ettevõtte poolt paigaldatud leedekraane?

Vaata see on niimoodi Soomes, Rootsis, nüüd ka Lätis, Leedus üldse Euroopa linnades on digitaalne areng on just eelkõige väiksed formaadid, aga need ei ole leedid, need on LCD-d, need on nagu bussipaviljonid, valgusfiltriinid. Riiga just pandi ülesse. Kaheruutmeetrised, kas bussipaviljoni koosseisus või eraldiseisev, et need on levinud LCD tehnoloogial (seal ei ole leedlampe) nende maksimaalne heledus 2000-3500 cd/m². Leedil kuni 6000 cd/m². Aga seal lastakse sisu kõike, et piiranguid ei ole. Väikestel ei mõelda. Meil siin Eestis ei ole üks väike on Stockmanni kõrval kõnnitee peal on üks pandud prooviks. Aga neid suuri ei ole meil, Lätis, Leedus ja Soomes ei ole suur formaat.

3. Milliseid Eestist erinevaid tingimusi on kehtestatud neis riikides?

Saksamaal samasugused nagu meie omad. Oslos on igasugune liikumine keelatud, paberplakat ei tohi ka vahetuda. Seal rohelised võimul, reklaam hästi halb. Regulatsiooni ei ole Lätis, Leedus, ei ole Soomes. On üks kogemus Rootsist. Kui Rootsi tahtis teha väiksed reklaamfiltriinid digitaalseks, siis tehti uuring. Mitu aastat olnud ülevad ja öeldud, et mitte midagi ei ole juhtunud. Keegi ei ole kaevanud. Avariisi ei ole olnud. Võisid ülesse panna. Filmiti üles, et kuidas kellelgi mõjuvad, aga jällegi väike formaat, mida on palju rohkem. Kas jalgratturid on tähtsad, neid häirivad, näed et 700 jalgratturit analüüsit. Kaks protsenti fikseeris oma pilgu sinna reklaamile.

Uuringuid on tehtud. Meie oleme niimoodi aru saanud, et näiteks Poola on väga halb reklaami mõistes. Palju reklaami, puudub igasugune regulatsioon. Kõik eramaja aiad on täis. Hästi suur segadus ja ise olen sõitnud väga häirivad ja suure valgusega. Nendes maades, kus on reguleeritud, öösel 400 cd/m², päeval 5000 cd/m². Kümme sekundit liikumine keelatud. Euroopa praktika liikumine väga aeglane, minimaalne virvarri lisaks valgusele teine aspekt.

4. Kas oleks võimalik saada üleval pool toodud ekraanide tehnilised andmed, nagu näiteks pikslitihedus (mm), ekraani mõõt, ekraani keskmine voolutarve, ekraani maksimaalne voolutarve, heledus, füüsiline resolutsioon?

Kõik ekraanid on piksel kaheksa. Kodulehel mõõdud. Suurusjärk keskmine 200 W/m². 100 % valgeks üheksa ruutmeetrise 12 kW võib taga olla. 16 amprit läheb täis. Ööseks keerame välja. Väikse protsendiga kui ta töötab, voolutarve nii väike. Euroopas päikest rohkem, tarbib palju rohkem voolu. Heledus maksimaalselt paremad 6000, lahjemad 5000. Piksel kaheksa parem kui teised. Üks ekraan on 3600 x 2400 väiksem formaat. Teine ekraan on 5760 x 2880 suurem formaat.

5. Kas teil on informatsiooni kui kõrgele üleval pool toodud ekraanid on paigaldatud?

Suuremal ekraanil on kolmemeetrine jalg, väiksemal on kahe ja poole meetrine jalg.

6. Mis on ülal toodud ekraanide töötamise ajad?

Töötamise ajad on jällegi 6:00-23:00/24:00. Pime aeg, kus kontakti pole lükkame välja. Ekraanid ei ole sellistes kohtades, kus majaelanike häiriks.

7. Kuidas on lahendatud üleval välja toodud leedekraanide heleduse juhtimine?

Kahesüsteemne, et on valgussensorid ning ka ajaga graafik. Ajaga saab ära piirata. Et on kell GPS/astronoomiline, mis päikesetõusu arvestab, et ise reguleerib, et ei pea käima ise muutmas. Hästi stabiilne, töötab väga ilusti, pole ühtegi muret olnud. Meil uutega on, kus seadistasime parameetrid vaja, hoidsime alguses tugevamat, nõrgemat valgust, et graafiku paika saada. Et kui keegi laseb sulle pahatahtlikult sensorile valgust peale (nt taskulambiga), siis ajaline on turvakontroll, et praegu ei ole päev. Talvel teab, et pimeaeg on sellest kellaajast selleni ja suvel pimeaeg lühem. Aga ma olen kuulnud, et odavamad ekraanid võivad muuta 20 % valgust, aga meie saame nullist sajani reguleerida. Kui päike paistab. No ütleme ikkagi nii kui see muutub, tuleb pilv ette ta mingi keerab. Jällegi kus valgussensor. Need on suht head.

8. Tuleviku plaanid? Nii Eestis kui ka lähi naaberriikides. Uut tüüpi ekraanide kasutuselevõtt. Uute tehnoloogiate, juhtimissüsteemide arendamine. Kui palju on nemad esindajatena

sellega kursis? Kas JCDecaux Eestis saab kohalike omavalitsuste regulatsioonidest lähtuvalt ekraanide toimimisviisides/väljatöötlustes kaasäräkida) Millist teavet omate ekraanide kasutatavuse e sealt info saamise kohta? Kui palju on JCDecaux kursis konkurentide tehnoloogiliste lahendustega? Milles näevad nemad konkurentide eelseid puudusi? Millist infot nad ootaksid kohalike omavalitsustelt (KOV-delt)? Kas nad näevad antud reklaaminduse (leedekraanid) turul lähimatel aegadel olulisi tehnoloogilisi uuendusi ja mis need oleksid? Millistes ekraanilahendustes tunneb JCDecaux ennast turuliidrina? Milles näete eelseid/puudusi (tehnoloogias, regulatsioonides, informatsioonis kasutatavuse kohta)? Teie isiklikud ja/või esindatava ettevõtte seisukohad leedekraanide ohutuse hinnangule liikluskeskonnas

Eestis tuleb leede peale. Regulatsioon on vajalik. Läheb eramajadele, mille fassaadid rikutakse ära. Aga mina näen, et tulevik on see, et olemasolevat tavareklaamid, paremad kohad lähevad digitaalseks, ma ei ütle, et see on leed. Väikeformaad on LCD. Suur on leed. Kuna LCD ei saa nii suureks teha kui leede tehnoloogiliselt. Ja see ongi naaberriikides. Läti, Leedu on teinud oma väiksed võrgud. Soomes on valgusfiltriinid. Keslinna alad, et ega see paber või staatiline kandja jääb ikka, et välja ei sure. Meil on ka oluline, kui tulevad uued. Need paviljoni lepingud lõppevad. Selleks digitaaliks on vaja 24 tundi voolu. See on probleem, et meil ei ole siin elektriühendust keskkonnas kusagile vedada. See on nii hullumeelne suur. Pildid lihtsalt Soomes, need ei ole tavaplakatid, need on digitaalsed reklaamkapid ja need näitavad seal igasugust. Pole üldse piirangut, mida nad tohivad. Uut tüüpi me ei võta. Välja töötatud formaadid.

Uusi tehnoloogiaid me ei tea. Me kindlasti räägime kaasa, sest ei saa teha ebaloomuliku regulatsiooni, mis väga piirab midagi, pärsib tehnoloogia arengut. See peab olema ikkagi. Välireklaam on ainuke reklaami liik, mis toob kohalikule omavalitsusele raha, me maksame renti, selle linnaloa kasutuse eest. Kõikide reklaamide eest makstakse reklaamimaksu ja need on suured rahad linnale. Linn ei saa raha ei raadiost ega televisioonist, ajakirjandusest, aga välireklaamid otseselt seotud. Linn peaks just oma linnamaad kaitsma, ei lase eramajadele nii palju panna neid ekraane ja reklaame. Siin peab olema reklaamifirmadega ikkagi koostöös välja töötatud regulatsioonid, et ma otsustan ei sobi üldse turule. Konkurentide lahendused me teame, et neil on palju, kõik ekraanid teistel on oluliselt odavamad, lihtsamad, kõik see reguleerimise, monitooring, et suvel lähevad kuumaks, näevad et temperatuur on kõrge, peab minema välja lülitama, keerama. Meil automaatselt reguleerib. Läheb kuumaks keerab valguse maha, siis jahtub maha kohe, niikaua kui ta on kriitiline keerab ennast välja.

Konkurenti eelis ongi nad on odavad, panevad neid palju, nad lähevad läbi. Odavamad leedid kestavad viis aastat, kallimad kümme aastat. Ekraanidel peaksid olema kvaliteedi standardid linna poolt juba. Nendel ka rakse mõelda, mis see on. See ei ole ainult pikslid, vaid kõik protsessorid, kullast juhtmed, ühe leedlambid on Jaapani omad, teisel on Hiina omad, isegi kui lamp on sama, siis protsessor taga või kiip, mis reguleerib seal tulevad need vahed. Reklaami leed tuleb peale. Praegu Tallinnas 80 leedekraani ma pakun. Aga ma ütlen, siis on olemasolevate väljavahetamine. Elekter seab piirangu. Me oleme ekraanidega olema ainult linnamaal tänavaruumis. Megameedial on üksikud reklaamtahvlid leedi vastu välja vahetanud. Aga digiekraanid on puhtalt igal pool nagu eraseintel. Nad hakkasid sellest pihta, kus vanasti ei olnud reklaami, keegi ei väärtustanud neid, aga leed paistab nii palju kaugemale, enam ei pea plakateid vahetama tõstukiga, saab lihtsamalt. Aga linnasisest turgu arendanud. Välireklaamiturg on tänu Digiekraanile suur ja tugev.

Maailm on virvarri täis, kui see reklaami valgus on kontrolli all, et ei pimesta ja see sisu on rahulikult vahetub oma seda, see ei häiri mitte kedagi. Kui me tulime turule, hakkasime töötama sellega, et sisu läheks ennem oli vilkumist, sähvimist, vahetusi oli palju rohkem, valgus oli palju tugevam. Me oleme seda turgu palju reguleerinud ja rääkinud konkurentidega, et peate selle maha võtma ja me oleme ka arutanud konkurentidega, et kujundusi, et liikumise peab väga rahulikuks saada. Tehnoloogiat kartma ei peab, et tuleb kujundusest ja valgusest. Hoia pilt staatiline, mingi element liigub ja ongi kõik. Rahulik aeglane liikumine. Plaan on koos konkurentidega seda, et seda asja kuidagi. Raske on panna liikuvust sõnadesse. Peab jääma reklaamplakatiks. Väike element liigub (*slow animation*). Ühte klienti hoiad kümme sekundit. *Cross fade, Fade in, fade out* reklaamide üleminek. Konkurentidel läheb pilt mustaks ja siis tekib uus. Meil sulandub ühest pildist teise.

Linnaekraanide küsimustele vastas tegevjuht ja juhatuse liige Peeter Merivälja.

1. Kas tänase seisuga on Linnaekraanidele teadaolevalt Tallinna linnavalitsus kehtestanud leedekraanide kohta nõudeid?

1 jaanuaril 2019 on juhend kokku pandud „Nõuded liiklusohutuse tagamiseks LED, LCD ja PDP ekraanide paigaldamisel Tallinnas“. Juhendis on kirjas, kui kaugel ekraan võib teest olla, ülekäigurajast, palju võib pilt liikuda. Lisaks on see, et enne taotlemist tuleb tellida erapooletu liiklusspetsialisti audit. Peab ära hindama, kas see kuhu ekraan paigaldatakse, et kuidas see liiklusele mõjub. Sellel aastal oleme igakord tellinud ja seda peab tegema.

2. Kas Tallinna linnavalitsus on kehtestanud piirangud: piirangud paigutusele; ekraani heledusele; ajaline piirang jne?

Ajaline piirang tuleb seadusest. Seaduses on kirjas, et peale öörahu ei tohi häirida. See tähendab seda, et ekraani ei pea kinni panema, aga ta ei tohi häirida. Näiteks kui ta on elumaja vastas ja seal peale 22:00 tööpäevadel midagi vilgub/kedagi häirib, siis tuleb sellega tegeleda. Aga iseenesest seadusest tulenevalt tegelikult ei pea kinni panema. Ekraanid töötavad 06:00-23:00, öösel ei tööta. Lisaks sellele, et ei taha kedagi häirida öösel, juhuslikud elavadki inimesed lähedal, siis ei tahaks aknasse vilgutada. Teiseks öösel niipalju liiklejaid ei ole ja ei olegi öösel mõtet käijata. Selles mõttes seadusandlik ja ärijuhi kokku, pole mõtet öösel. Pigem see, et ei taha häirida. Öörahu inimesed tahavad magada, kui seal midagi vilgub. Iseenesest kui heledus paigas, et siis aknasse ei paista, aga juhul kui midagi juhtub, näiteks sensor ei tööta, siis ta võib väga ere öösel olla, seda ei ole vaja.

3. Millistes lähi naaberriikides (Soome, Rootsi, Läti, Leedu) on kasutusel Linnaekraanide ettevõtte poolt paigaldatud leedekraane?

Lätis on meil tütarettvõte. Paigaldatud on 12 ekraani.

4. Milliseid Eestist erinevaid tingimusi on kehtestatud neis riikides?

Pigem on jah. Eestisse jõudsid ekraanid varem. Lätis täna minu andmetel ei ole mingeid nõudeid sellele, kuidas seda materjali näidata, kas või videot näidata või mitte. Video on nii öelda televisiooni video. Seal täna neid nõudeid ei ole, et meil ei tohi ja see on Tallinnas ainult, mujal Eestis tohib. Täna on olukord selline, et Tallinnas on selliselt. Positiivne külg on see, et me ei tahagi videot näidata, sellepärast et see video esiteks välimeedias ei tööta, reklaami sõnum jääb edastamata. Iseenesest tavalise televisiooni video ülesehitus on väga lihtne lugu hakkab pihta (algus, keskpaik, lõpp), aga meie ekraane keegi niikaua kunagi ei vaata ehk meie sõnum peab olema hästi lihtne, lakooniline, et kui inimese pilk peale jääb üldiselt paariks sekundiks, siis ta peab arusaama millega tegu on. Kui aru ei saa, siis reklaam ei tööta. Selles vaates meil ei ole vaja neid videoklippe näidata, väljaspool Tallinnast võime näidata, aga ei näita. Meie huvi on ka see, et reklaamiosaja midagi saaks, et sõnum on edasi antud, et vastavalt sellele on need klipid on ka tehtud.

5. Kas oleks võimalik saada ekraanide tehnilised andmed (Paldiski mnt 74c), nagu näiteks

Pikslitihedus kaheksa mm. Ekraani mõõt 4,8 x 3,2 m. Ekraani keskmine voolutarve 2-3 kW.

6. Kas teil on informatsiooni kui kõrgele üleval pool toodud ekraanid on paigaldatud?

Kolm meetrit on alumine osa.

7. Kuidas on lahendatud üleval välja toodud leedekraanide heleduse juhtimine ning kas erinevatel tüüpi lahendusega ekraanidel on heleduse juhtimine erinev ja mis on sel juhul erinevat?

Heleduse juhtimine sensori abil. Heledus sensor vahel. Sensorite puhul saame paika panna/sättida alumist-ülemist piiri heledust. Panna välisvalgustusele ka alumise-ülemise piiri ehk siis kui täna näiteks päikeseline ehk saab panna 12 000 cd/m². Saab panna 12 000 cd/m² peal on ekraan 40 protsendilise heledusega. Ehk saab vahemikud paika panna ja me muudame vastavalt, suvel on heledused suuremad, talvel tõmbame jälle maha, sest pime ning samuti ekraani heleduse protsenti maha. Üks minut on see aeg, kui ta korrigeerib. Kui hakkab pimedaks minema, siis minuti jooksul tõmbab heledust alla. Kui läheb valgemaks, siis tõstab heledust ülesse. Automaatne sensor on vahel. Juhtimiseks logime ekraani arvutisse sisse ja saab parameetreid muuta. Üldiselt paneme paika ja toimub automaatselt. Öhtul kui on alla 20 luksi, siis maksimaalne heledus kolm protsenti ja päeval 5000 luksi 40 protsendi heleduse peale. Kevadel hakkame muutma ehk muudame välisvalgustuse parameetri ära, kui eredaks ta võib minna, kui valgemaks läheb. Kogu juhtimine on üle võrgu, et seal on oma juhtarvuti ja kui on vaja midagi muuta, siis muudame.

8. Leedekraani heleduse juhtimine, kui ekraani läheduses on tänavavalgustus?

Kui on konstante valgusallikas sensori lähedal, siis muudetakse välisvalgustuse ja heleduse väärtused vastavalt ära.

9. Tuleviku plaanid? Nii Eestis kui ka lähi naaberriikides. Uut tüüpi ekraanide kasutuselevõtt.

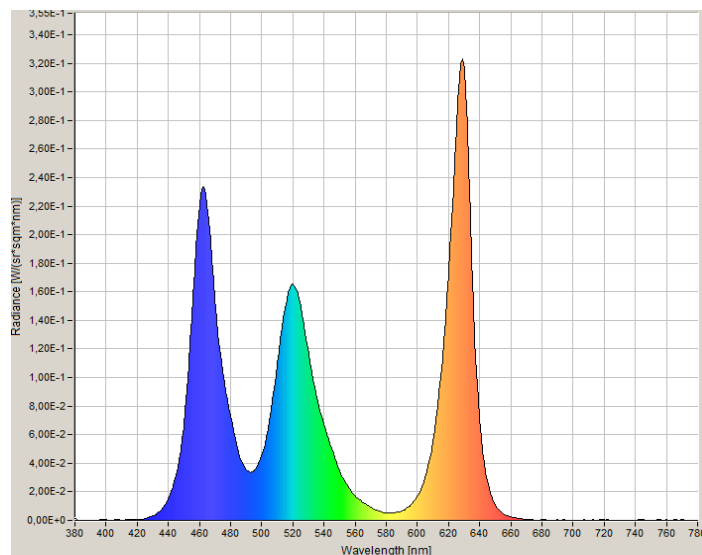
Leedekraanid jäävad alles ning nende efektiivsemaks muutumine. Plakatite asendumine ekraanidega.

10. Millist teavet omate ekraanide kasutatavuse ehk sealt info saamise kohta?

Juhtimine toimub üle võrgu, saadakse ekraanide heledused ja välisvalgustuse informatsioon.

Mõõtmised teostatud 08.2016

3.1 Mustamäe keskus



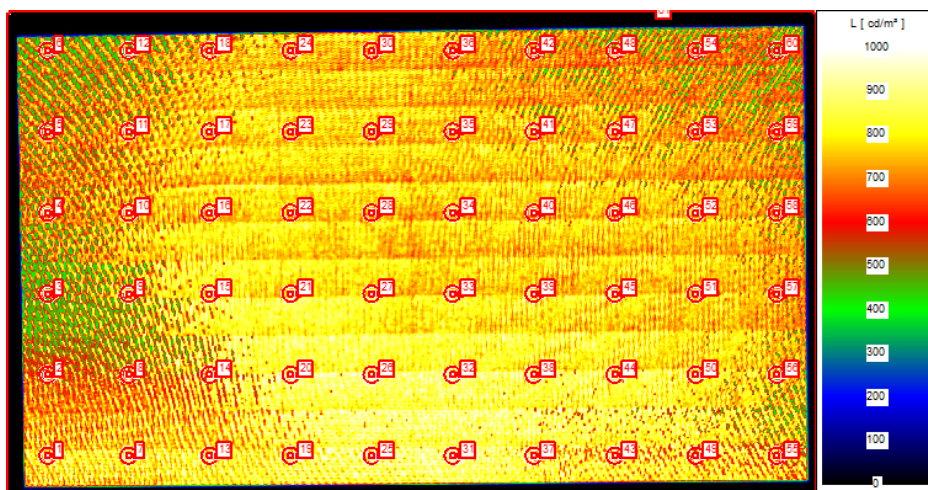
Joonis 3.1.1 Mustamäe keskuse leedekraani valguse kiirguse spektraaljaotus

Mõõteväärused

Mõõdetud objekt	Heledus, cd/m ²	Värvustemp. K
Leedekraan 7680x3840 maks.	4571	6915
Leedekraan 7680x3840 50%	2312	6821
Leedekraan 7680x3840 17%	800	6798

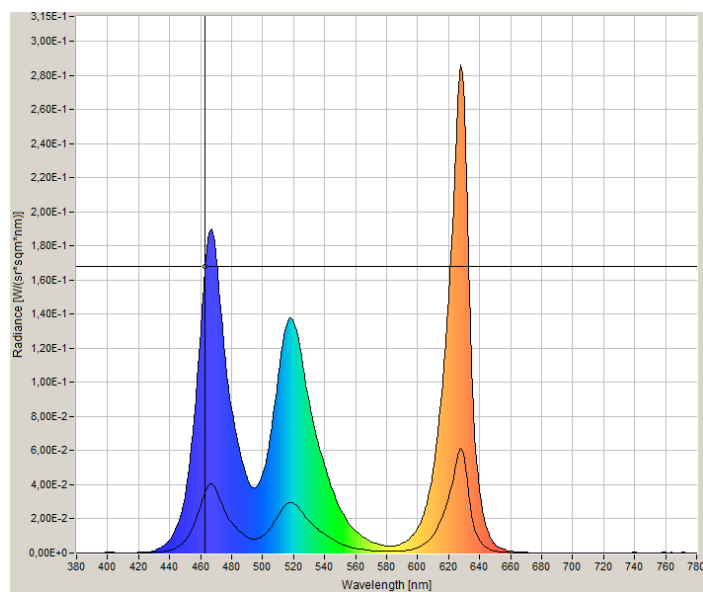
Valgustustiheduse väärtus

Mõõdetud objekt	Valgustustihedus lx
Leedekraan 7680x3840 17%	14,52



Joonis 3.1.2 Heleduse jaotus leedekraanil

3.2 Villardi 22 leedekraan



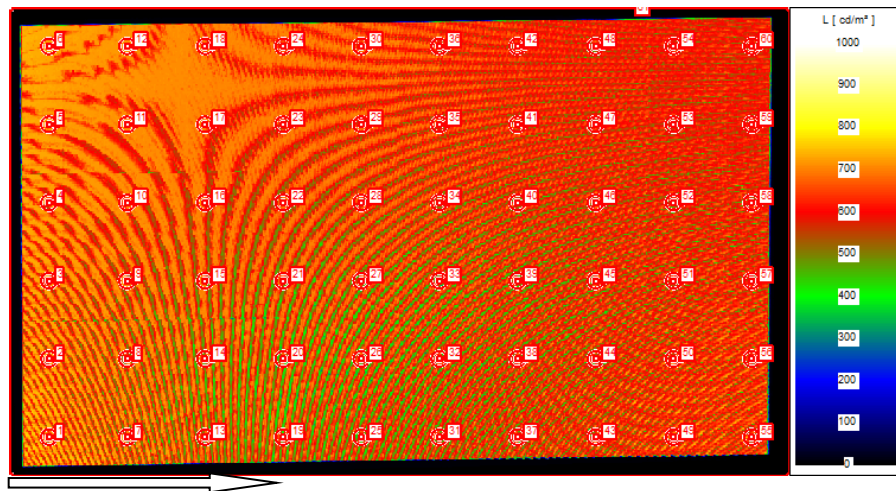
Joonis 3.2.1 Villardi 22 leedekraani valguse kiirguse spektraaljaotus

Mõõteväärtused

Mõõdetud objekt	Heledus, cd/m ²	Värvsustemp. K
Leedekraan 3600x7200 maks.	3774	6793
Leedekraan 3600x7200 21%	800	6751

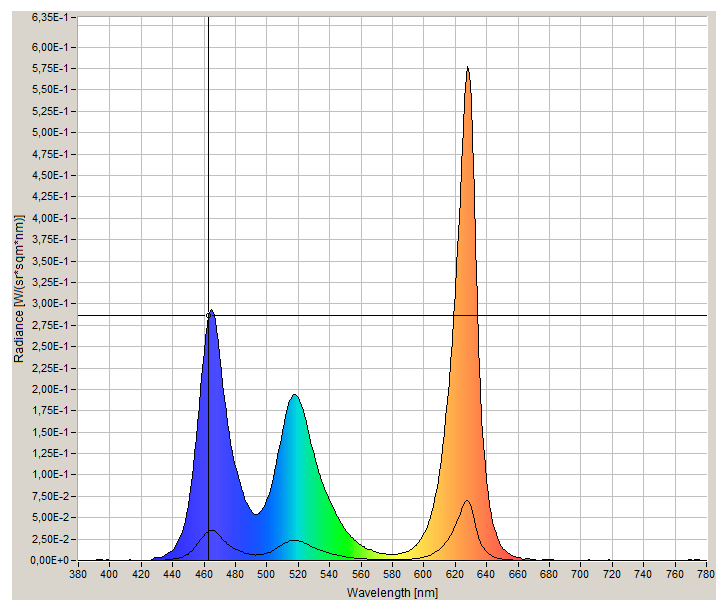
Valgustustiheduse väärtus

Mõõdetud objekt	Valgustustihedus lx
Leedekraan 3600x7200 21%	2,87



Joonis 3.2.2 Heleduse jaotus leedekraanil

3.3 Norde Centrum - leedekraan



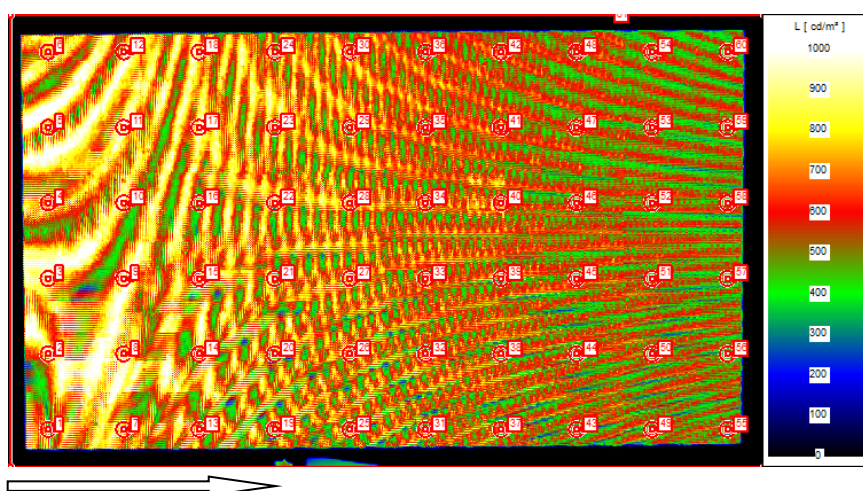
Joonis 3.3.1 Norde Centrum leedekraani valguse kiirguse spektraaljaotus

Mõõteväärtused

Mõõdetud objekt	Heledus, cd/m ²	Värvustemp. K
Leedekraan 2880x5780 maks.	6152	4434
Leedekraan 2880x5780 12%	750	4309

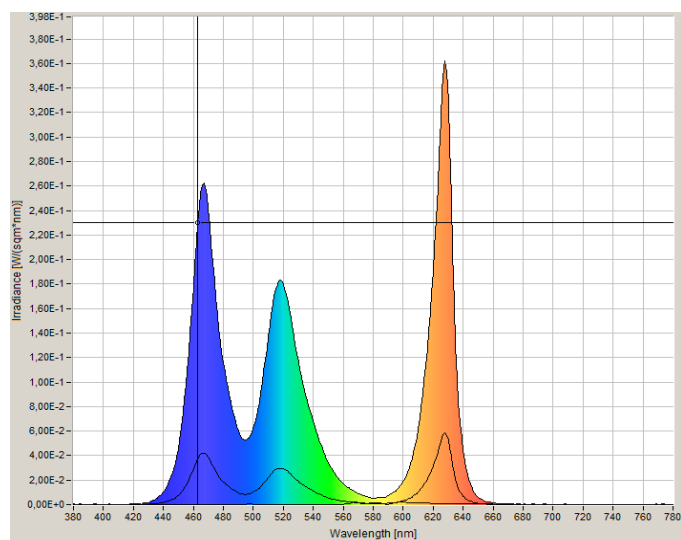
Valgustustiheduse väärtus

Mõõdetud objekt	Valgustustihedus lx
Leedekraan 2880x5780 12%	7,4



Joonis 3.3.2 Heleduse jaotus leedekraanil

3.4 Rävälä 3 - leedekraan



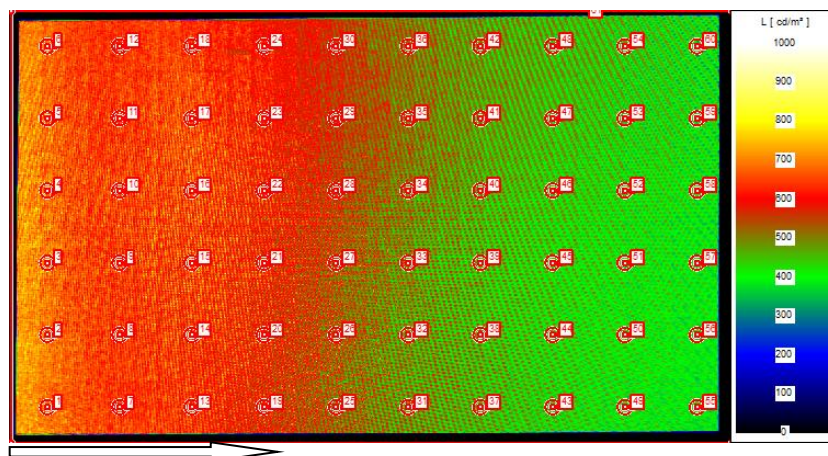
Joonis 3.4.1 Rävälä 3 leedekraani valguse kiirguse spektraaljaotus

Mõõteväärtused

Mõõdetud objekt	Heledus, cd/m ²	Värvustemp. K
Leedekraan 8000x12000 maks.	4949	7402
Leedekraan 8000x12000 16%	797	7358

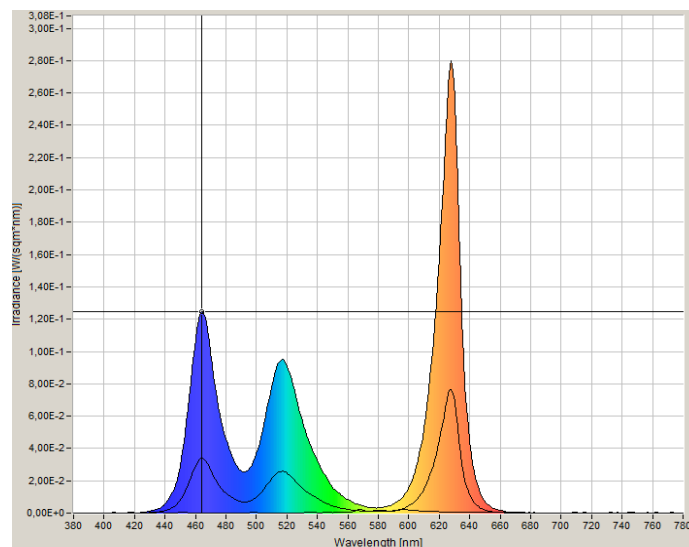
Valgustustiheduse väärtus

Mõõdetud objekt	Valgustustihedus lx
Leedekraan 8000x12000 16%	45,0



Joonis 3.4.2 Heleduse jaotus leedekraanil

3.5 Ülemiste ristmik - leedekraan



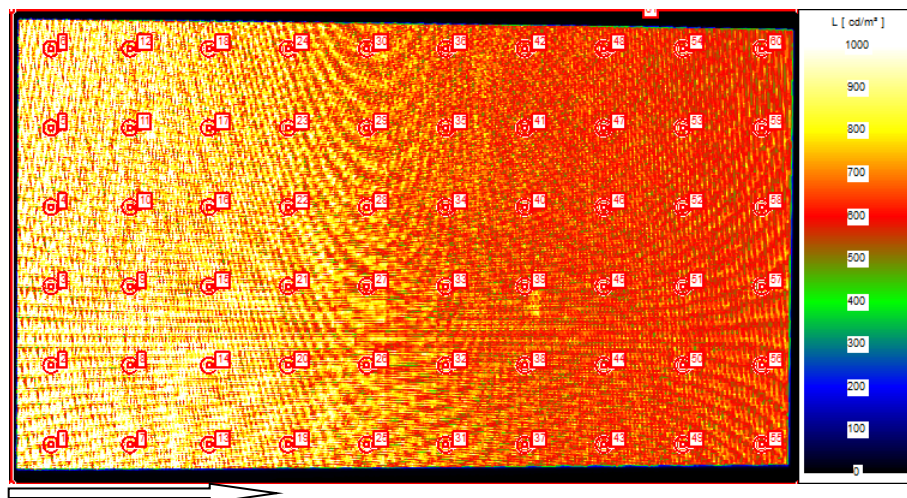
Joonis 3.5.1 Ülemiste ristmik leedekraani valguse kiirguse spektraaljaotus

Mõõteväärtused

Mõõdetud objekt	Heledus, cd/m ²	Värvsustemp. K
Leedekraan 4800x12000 maks.	2956	3972
Leedekraan 4800x12000 16%	805	3876

Valgustustiheduse väärtus

Mõõdetud objekt	Valgustustihedus lx
Leedekraan 8000x12000 16%	58,2



Joonis 3.5.2 Heleduse jaotus leedekraanil

Lisa 6 Tartu mõõdistamise mõõteprotokoll

Mõõtemetoodika: **EVS-EN 12464-2:2014** Valgus ja valgustus. Töökohavalgustus. Osa 2:
Välistöökohad

Mõõtmiste aeg: 01.11.2019 viidi läbi järgmised valgustehnilised mõõtmised:

Jnr	Mõõdetav parameeter	Objekt
1.	Heledus	Valgusreklaam Jalaka tn 58H
2.	Heledus	Valgusreklaam Vanemuise tn 6
3.	Heledus	Valgusreklaam bussipeatus Riia/Ülikooli t. nurgal
4.	Heledus	Valgusreklaam Soinaste bussiootepaviljon/Riia 97

Mõõteprotokolle ei tohi esitada mittetäielikuna ilma labori kirjaliku loata!

VALGUSTEHNILISTE MÕÕTMISTE MÕÕTEPROTOKOLL NR MP_20191105_V_TLV_1

Mõõdistatav objekt:	Valgusreklaam Jalaka tn 58H
Mõõtmiste eesmärk	Valgusreklaami heleduse mõõtmine
Mõõtmised teostasid	Toivo Varjas Taavi Möller
Mõõtmiste aeg: Andmestik	01.11.2019; kell 20:35- 21:00 ; Mõõdistatavad parameetrid stabiliseerunud IMG_2608.CR2 - IMG_2622.CR2

Mõõdistatav parameeter	Heledus
Mõõtemetoodika:	EVS-EN 12464-2:2014 Valgus ja valgustus. Töökohavalgustus. Osa 2: Välistöökohad

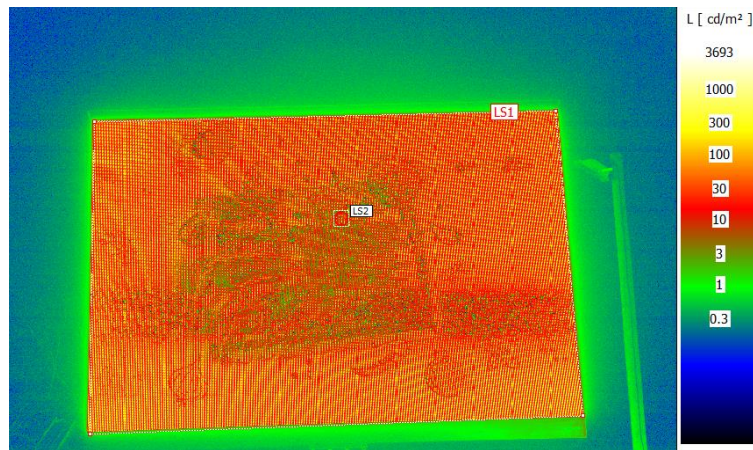
Keskkonnaolud	Teepind kuiv; Ilma- ja keskkonnaolud stabiilsed; Temperatuur 2 °C; Nähtavus hea.		
Mõõteriist	Tootja	Mudel	Number
Heledusmõõtja	Konica Minolta, Inc.	LS100	s/n 37633014
Heledusmõõtja	TechnoTeam Bildverarbeitung GmbH	LMK Mobile Air	nr 143021000582/ nr15788220
Spektroradiomeeter	JETI Technische Instrumente GmbH	Specbos 1211UV- BT	s/nr: 2171138
Mõõteriista asetus	Aadressil Jalaka 58H asetati fotomeeter risti valgustatud leedekraaniga mõõteriista kõrgus 1.5 m teepinnast		

Mõõteprotokolli paljundamine osadena ei ole lubatud.

Mõõtmistulemused kehtivad ainult mõõdetud objekti kohta.



Joonis 1. Valgusreklaampinna heleduse mõõtmine Jalaka 58H



Joonis 2. Heleduspilt reklaamekraanist esitatud värvärvides

Tabel 1. Välisvalgustuspaigaldise – leedvalgustusega reklaampinna heleduse mõõtetulemus ja standardis **EVS-EN 12464-2:2014** Valgus ja valgustus. Töökohavalgustus. Osa 2: Välistöökohad, tabel 2 – Enimalt lubatav häiriv valgus võrdlus.

	Heledus L_s , cd/m^2
L_s maksimaalne	288
L_s keskmine	123
Keskkonnatsoon	Valgus märgid
E1	50
E2	400
E3	800
E4	1000

E1 loomulikult pimedad alad, nt rahvuspargid ja kaitsealused paigad;

E2 madala paistvusega alad, nt maal paiknevad tööstus- ja elamupiirkonnad;

E3 keskmise paistvusega alad, nt tööstus- ja elamueeslinnad;

E4 kõrge paistvusega alad, nt kesklinnad ja kaubanduspiirkonnad;

L_s valgusmärkide enimalt lubatav keskmine heledus cd·m⁻²

VALGUSTEHNILISTE MÕÕTMISTE MÕÕTEPROTOKOLL NR MP_20191105_V_TLV_2

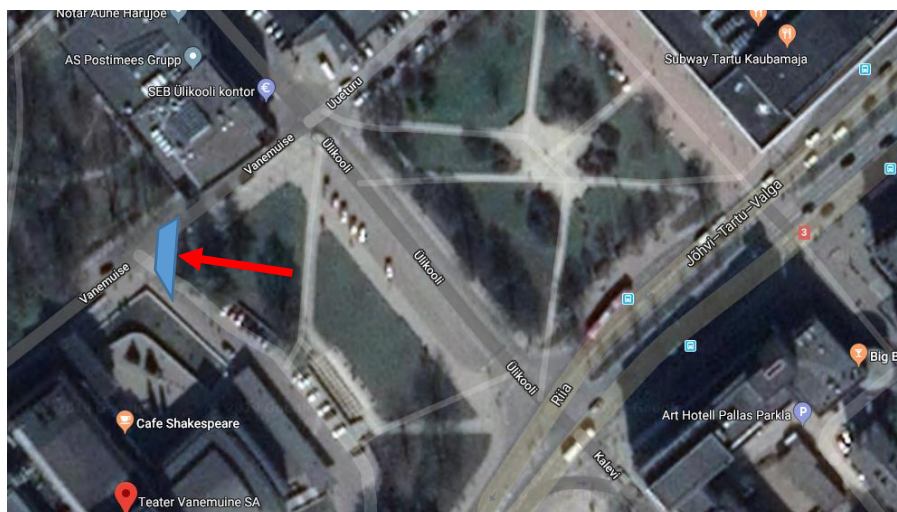
Mõõdistatav objekt:	Valgusreklaam Vanemuise tn 6
Mõõtmiste eesmärk	Valgusreklaami heleduse mõõtmine
Mõõtmised teostasid	Toivo Varjas Taavi Möller
Mõõtmiste aeg: Andmestik	01.11.2019; kell 21:16 - 21:27; Mõõdistatavad parameetrid stabiliseerunud IMG_2629.CR2 - IMG_2649.CR2

Mõõdistatav parameeter	Heledus
Mõõtemetoodika:	EVS-EN 12464-2:2014 Valgus ja valgustus. Töökohavalgustus. Osa 2: Välistöökohad

Keskkonnaolud	Teepind kuiv; Ilma- ja keskkonnaolud stabiilsed; Temperatuur 2 °C; Nähtavus hea.		
Mõõteriist	Tootja	Mudel	Number
Heledusmõõtja	Konica Minolta, Inc.	LS100	s/n 37633014
Heledusmõõtja	TechnoTeam Bildverarbeitung GmbH	LMK Mobile Air	nr 143021000582/ nr15788220
Spektroradiomeeter	JETI Technische Instrumente GmbH	Specbos 1211UV- BT	s/nr: 2171138
Mõõteriista asetus	Aadressil Vanemuise 6 asetati fotomeeter risti valgustatud leedekraaniga mõõteriista kõrgus 1.5 m teepinnast		

Mõõteprotokolli paljundamine osadena ei ole lubatud.

Mõõtmistulemused kehtivad ainult mõõdetud objekti kohta.



Joonis 1. Valgusreklaampinna heleduse mõõtmine aadressil Vanemuise 6



Joonis 2. Heleduspilt reklaamekraanist esitatud värvärvides

Tabel 2. Välisvalgustuspaigaldise – leedvalgustusega reklaampinna heleduse mõõtetulemus ja standardis **EVS-EN 12464-2:2014** Valgus ja valgustus. Töökohavalgustus. Osa 2: Välistöökohad, tabel 2 – Enimalt lubatav häiriv valgus võrdlus.

	Heledus L_s , cd/m^2
Ls maksimaalne	2420
Ls keskmine	1437
Keskkonnatsoon	Valgus märgid
E1	50
E2	400
E3	800
E4	1000

E1 loomulikult pimedad alad, nt rahvuspargid ja kaitsealused paigad;

E2 madala paistvusega alad, nt maal paiknevad tööstus- ja elamupiirkonnad;

E3 keskmise paistvusega alad, nt tööstus- ja elamueeslinnad;

E4 kõrge paistvusega alad, nt kesklinnad ja kaubanduspiirkonnad;

L_s valgusmärkide enimalt lubatav keskmine heledus cd·m⁻²

VALGUSTEHNILISTE MÕÕTMISTE MÕÕTEPROTOKOLL NR MP_20191105_V_TLV_3

Mõõdistatav objekt:	Valgusreklaam bussipeatus Riia/Ülikooli t. nurgal
Mõõtmiste eesmärk	Valgusreklaami heleduse mõõtmine
Mõõtmised teostasid	Toivo Varjas Taavi Möller
Mõõtmiste aeg: Andmestik	01.11.2019; kell 22:01 - 22:10; Mõõdistatavad parameetrid stabiliseerunud IMG_2662.CR2 - IMG_2682.CR2

Mõõdistatav parameeter	Heledus
Mõõtemetoodika:	EVS-EN 12464-2:2014 Valgus ja valgustus. Töökohavalgustus. Osa 2: Välistöökohad

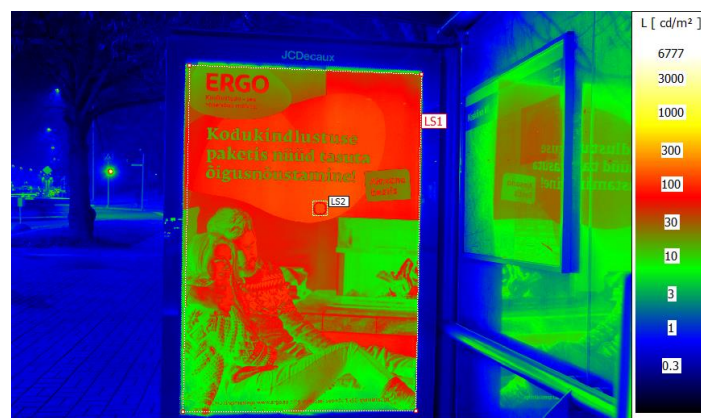
Keskkonnaolud	Teepind kuiv; Ilma- ja keskkonnaolud stabiilsed; Temperatuur 2 °C; Nähtavus hea.		
Mõõteriist	Tootja	Mudel	Number
Heledusmõõtja	Konica Minolta, Inc.	LS100	s/n 37633014
Heledusmõõtja	TechnoTeam Bildverarbeitung GmbH	LMK Mobile Air	nr 143021000582/ nr15788220
Spektroradiomeeter	JETI Technische Instrumente GmbH	Specbos 1211UV- BT	s/nr: 2171138
Mõõteriista asetus	Aadressil Riia/Ülikooli t. nurgal asetati fotomeeter risti valgustatud reklaamekraaniga mõõteriista kõrgus 1.5 m teepinnast		

Mõõteprotokolli paljundamine osadena ei ole lubatud.

Mõõtmistulemused kehtivad ainult mõõdetud objekti kohta.



Joonis 1. Valgusreklaampinna heleduse mõõtmine aadressil Riia/Ülikooli t. nurgal



Joonis 2. Heleduspilt reklaamekraanist esitatud värvärvides

Tabel 3. Välisvalgustuspaigaldise – leedvalgustusega reklaampinna heleduse mõõtetulemus ja standardis **EVS-EN 12464-2:2014** Valgus ja valgustus. Töökohavalgustus. Osa 2: Välistöökohad, tabel 2 – Enimalt lubatav häiriv valgus võrdlus.

	Heledus L_s , cd/m^2
L_s maksimaalne	144
L_s keskmine	105
Keskkonnatsoon	Valgus märgid
E1	50
E2	400
E3	800
E4	1000

E1 loomulikult pimedad alad, nt rahvuspargid ja kaitsealused paigad;

E2 madala paistvusega alad, nt maal paiknevad tööstus- ja elamupiirkonnad;

E3 keskmise paistvusega alad, nt tööstus- ja elamueeslinnad;

E4 kõrge paistvusega alad, nt kesklinnad ja kaubanduspiirkonnad;

L_s valgusmärkide enimalt lubatav keskmine heledus cd·m⁻²

VALGUSTEHNILISTE MÕÕTMISTE MÕÕTEPROTOKOLL NR MP_20191105_V_TLV_4

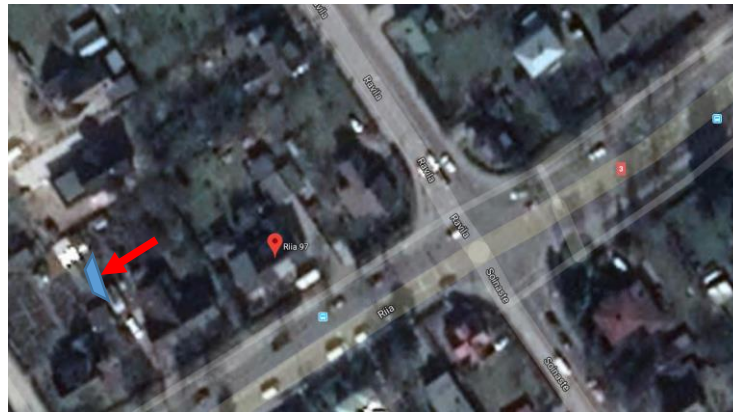
Mõõdistatav objekt:	Valgusreklaam Soinaste bussiootepaviljon/Riia 97
Mõõtmiste eesmärk	Valgusreklaami heleduse mõõtmine
Mõõtmised teostasid	Toivo Varjas Taavi Möller
Mõõtmiste aeg: Andmestik	01.11.2019; kell 22:15 - 22:25; Mõõdistatavad parameetrid stabiliseerunud IMG_2683.CR2 - IMG_2700.CR2

Mõõdistatav parameeter	Heledus
Mõõtemetoodika:	EVS-EN 12464-2:2014 Valgus ja valgustus. Töökohavalgustus. Osa 2: Välistöökohad

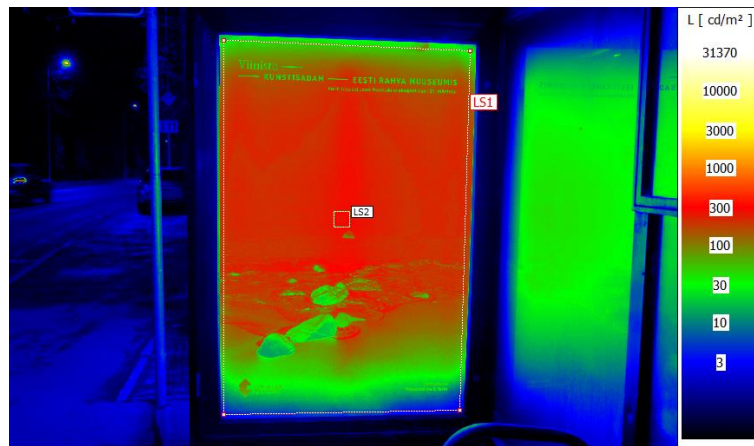
Keskkonnaolud	Teepind kuiv; Ilma- ja keskkonnaolud stabiilsed; Temperatuur 2 °C; Nähtavus hea.		
Mõõteriist	Tootja	Mudel	Number
Heledusmõõtja	Konica Minolta, Inc.	LS100	s/n 37633014
Heledusmõõtja	TechnoTeam Bildverarbeitung GmbH	LMK Mobile Air	nr 143021000582/ nr15788220
Spektroradiomeeter	JETI Technische Instrumente GmbH	Specbos 1211UV- BT	s/nr: 2171138
Mõõteriista asetus	Aadressil Riia97/Soinaste bussiootepaviljon, asetati fotomeeter risti valgustatud reklaamekraaniga mõõteriista kõrgus 1.5 m teepinnast		

Mõõteprotokolli paljundamine osadena ei ole lubatud.

Mõõtmistulemused kehtivad ainult mõõdetud objekti kohta.



Joonis 1. Valgusreklaampinna heleduse mõõtmine aadressil Riia/Ülikooli t. nurgal



Joonis 2. Heleduspilt reklaamekraanist esitatud värvärvides

Tabel 4. Välisvalgustuspaigaldise – leedvalgustusega reklaampinna heleduse mõõtetulemus ja standardis **EVS-EN 12464-2:2014** Valgus ja valgustus. Tökoahvalgustus. Osa 2: Välistöökohad, tabel 2 – Enimalt lubatav häiriv valgus võrdlus.

	Heledus L_s , cd/m^2
L_s maksimaalne	297
L_s keskmine	168
Keskkonnatsoon	Valgus märgid
E1	50
E2	400
E3	800
E4	1000

E1 loomulikult pimedad alad, nt rahvuspargid ja kaitsealused paigad;

E2 madala paistvusega alad, nt maal paiknevad tööstus- ja elamupiirkonnad;

E3 keskmise paistvusega alad, nt tööstus- ja elamueeslinnad;

E4 kõrge paistvusega alad, nt kesklinnad ja kaubanduspiirkonnad;

L_s valgusmärkide enimalt lubatav keskmine heledus cd·m⁻²

Käesolevat aruannet ei tohi esitada mittetäielikuna ilma Tallinna Tehnikaülikooli valgustehnika labori kirjaliku loata!

Kui ei ole teisiti öeldud: käesolevas dokumendis esitatud tulemused viitavad ainult katsetatud objektidele ja neid säilitatakse maksimaalselt kolm kuud.