

Reklaam-leedekraanide mõju juhtidele elavas liikluses

Uuringu aruanne

Tellijä: Tallinna
Transpordiamet
Registrikood: 75028252
Vabaduse väljak 10,
10146 Tallinn
Telefon: 640 4618
e-post: tta@tallinnlv.ee

Täitja: Natalia Järv
Intelligent Vision OÜ
Registrikood: 12586241
Telefon: 56151880
e-post: info@intelviz.com

Täitja: Toivo Varjas
Minotec DC OÜ
Registrikood: 10394566
Telefon: 5034836
e-post: toivo@minotec.ee

Sisukord

Uuringu lühikokkuvõte	3
1. Sissejuhatus	4
1.1. Taust	4
1.2. Uuringu eesmärk	4
1.3. Uurimisobjektid	4
1.4. Ülesande püstitus	4
1.5. Kasutatud metoodika kirjeldus	5
1.5.1. Eye Tracking tehnoloogia ja seadmed	5
1.5.2. Valgusmõõtmise tehnoloogia ja seadmed	7
1.6. Uuringu läbiviijad	14
2. Uuringu koondtulemused	15
2.1. Valgusemõõtmise koondtulemused	15
2.2. Juhtide tähelepanu fookuse uurimine liikluses	19
2.3. Inimeste tähelepanu fookuse uurimine liiklussimulatsioonis	21
3. Uuringu tulemused objektide kohta	29
3.1. Tammsaare - Kadaka tee ristmik	29
3.1.1. Objekti kirjeldus	29
3.1.2. Valgusemõõtmise andmed	30
3.1.3. Eye tracking andmed	32
3.2. Tammsaare tee 85	44
3.2.1. Objekti kirjeldus	44
3.2.2. Valgusemõõtmise andmed	44
3.2.3. Eye tracking andmed	45
3.3. Tondi - Tammsaare tee ristmik	54
3.3.1. Objekti kirjeldus	54
3.3.2. Valgusemõõtmise andmed	54
3.3.3. Eye tracking andmed	58
3.4. Kristiine keskuse ristmik	68
3.4.1. Objekti kirjeldus	68
3.4.2. Valgusemõõtmise andmed	68
3.4.3. Eye tracking andmed	70
3.5. Sõpruse pst 210	83
3.5.1. Objekti kirjeldus	83
3.5.2. Valgusemõõtmise andmed	84
3.5.3. Eye tracking andmed	84
4. Uuringu kokkuvõte ja soovitused	90

Uuringu lühikokkuvõte

Leedreklaamide mõju uuring viidi läbi Tallinna Transpordiameti tellimisel.

Uuring koosnes mitmest etapist:

- 1) viidi läbi uuringud autojuhtidega Tallinna teedel pimedal ajal, et analüüsida ja kirjeldada võimalikku leedreklaamide mõju juhtide tähelepanule elavas liikluses liigeldes;
- 2) viidi läbi testimised, et selgitada välja, mida inimesed jälgivad liiklusvideot vaadates;
- 3) teostati mõõdistustööd leedreklaamide valgustuse tasemest ja vastavusest normdokumentidele ning võimalikust mõjust juhtide tähelepanule liikluses.

Uuringutes osalesid erinevas vanuserühmas, erineva juhtimiskogemuse ja juhtumissagedusega inimesed, kokku 8 inimest elavas liikluses ning 7 liiklussimulatsiooni testis. Uuriti 5 objekti, kus lisaks juhtide tähelepanu testimisele teostati ka leedekraanide valguse mõõdistused.

Kõige rohkem tõmbasid tähelepanu leedekraanid järgmistel ristmikel: Endla – Sõpruse – Tulika, Tammsaare – Kadaka – Ehitajate ning Tondi – Tammsaare – Rahumäe. Tammsaare tee 85 olev leedekraan ning Sõpruse pst 210 söögikoha reklaam nii palju juhtide tähelepanu ei mõjutanud. Kuigi just need reklaamid olid heleduselt märgatavalt üle normide, tekitades pimedal taustal autojuhtidele vaateväljas nn pimestava ääre räiguse (*indirect disability glare*).

Kokkuvõtteks võib öelda, et uuritud objektide valgusenäitajad ületavad norme ning leedreklaamid satuvad paljudel juhtudel juhtide tähelepanu keskpunkti ning viib nende tähelepanu olulisemast kõrvale. Reklaamidega leedekraanid paigutuvad paljudel juhtudel liiklusmärkide või valgusfooride taustale ning juhtidele jäävad need paratamatult jälgitavasse alasse. Tähelepanu koondub ekraanidele momendil, millal pilt asendub teise vaatega. Uuringust ilmnes, et väiksema sõidukogemusega juhid pööravad sagedamini tähelepanu valgustatud ekraanidele kui kogemustega juhid.

Juba esialgsed uuringud reklaamidest ja leedekraanidest liiklussõlmedes näitavad üsna selgelt, et pikema pimedal perioodil kui ilmastikutingimused loovad ühe halvima hämaruskonna liiklemiseks on linnaruumi paigaldatud valgusreklaamid üks ohtlikumaid juhtide tähelepanu hajutavaid ning räiguse või vilkumisega segavaid objekte linnatänavail. Täiendavad uuringud ekraanide jälgitavuse ja paigutuse sobivuse kohta liiklussõlmedes annavad kindlasti lisainformatsiooni valgusreklaamide asjakohaseks paigutamiseks linnaruumi.

1. Sissejuhatus

1.1. Taust

Tallinna Transpordiamet soovis välja selgitada, kas linnas paigaldatud leedekraanid vastavad kehtestatud nõuetele ning kas ja kuidas nimetatud reklaamid mõjutavad juhtide tähelepanu.

1.2. Uuringu eesmärk

Selgitada välja reklaam-leedekraanide mõju juhtide tähelepanule elavas liikluses. Kas leedekraanide valgusenäidud vastavad normidele ning kas reklaamid osutavad olulist mõju juhtide tähelepanule või mitte.

1.3. Uurimisobjektid

Uurimise objektideks on 5 reklaam-leedekraani, mis on paigaldatud järgmistes Tallinna kohtades:

1. Tammsaare - Kadaka tee - Ehitajate tee ristmik (Tammsaare tee Õismäe sõidusuunas)
2. Tammsaare tee 85 (Sõpruse pst sõidusuund)
3. Tondi - Tammsaare tee - Rahumäe tee ristmik (Sõpruse pst sõidusuund)
4. Endla - Sõpruse - Tulika ristmik (Endla tn kesklinna sõidusuunas)
5. Sõpruse pst 210 (Vilde tee sõidusuund)

1.4. Ülesande püstitus

Uuringu käigus tuleb koguda andmeid erinevatest allikatest ning seejärel need analüüsida.

Uurimise teostamiseks kogutakse vajalikud lähteandmed:

- Eye Tracking mõõteseadet kasutades sõidul elavas liikluses;
- Eye Tracking mõõteseadet kasutades sõidu simulaatoris;
- Digitaalset heleduse mõõtekaamerat kasutades sõidul elavas liikluses;
- Punktheledusmõõtekaamerat kasutades leedekraanide heledust;
- Spektripõhist valgustiheduse mõõteriista kasutades objektide valgustihedust.

Kahes esimeses punktis nimetatud andmete kogumisel osaleb vähemalt 5 inimest.

Uurimise analüüsist peab selguma:

- kas ja kui palju hajutavad lähteülesandes nimetatud ristmikel ja suundadest sõitvate juhtide tähelepanu seal asuvad reklaam-leedekraanid;
- kas ja kui palju hajutab tähelepanu rohkem liikuv pilt staatilisest pildist reklaam-leedekraanil.

1.5. Kasutatud metoodika kirjeldus

Antud uuringus kasutatakse silmaliikumise jälgimise ning erinevaid valgusmõõtmise tehnoloogiaid.

1.5.1. Eye Tracking tehnoloogia ja seadmed

Eye Tracking, ehk silmaliikumise jälgimise uudse tehnoloogia abil saab jälgida inimese tähelepanu fookust erinevates olukordades, mis lubab analüüsida kasutamise- ja käitumismustreid. Saadav informatsioon võimaldab luua inimese käitumisele sobivamaid kasutajasõbralikke nii tarkvara- kui ka reaalse maailma lahendusi.

Eye Tracking töötab nii, et vastavad vahendid jälgivad inimese pupilli liikumist. Eye Tracking seade jälgib infrapuna peegeldusi inimeste pupillidelt ning salvestab vaatamistrajektoori arvutisse. Eritarkvara abil on võimalik neid andmeid analüüsida ja järeldusi teha.

Antud uuringus on kasutatud kahte veidi erinevat silma liikumise jälgimise seadet: Eye Tracker ekraaniseade ning Eye Tracking prillid. **Tobii X2-30 Eye Tracker ekraaniseade** on mõeldud kasutatavuse testimise, kasutajakogemuse ning turunduse uuringute läbiviimiseks, mida saab teha arvuti ekraanil.



Tobii X2-30 Eye Tracker ekraaniseade

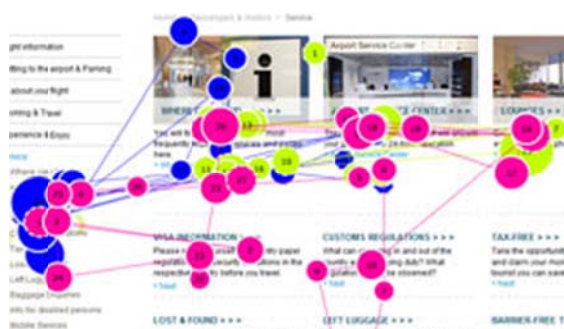
Tobii Eye Tracking prillide peamine erinevus ekraaniseadmest on see, et prillidega on suurem liikumisvabadus ning prillidesse sisse ehitatud kaamera salvestab seda, mida näeb inimene. Ehk uuringuid saab läbi viia realses keskkonnas ning salvestada pilti ümbruskonnast, mitte vaid ekraanil nähtust. Prillidega saab minna nt kaubanduskeskusesse, poodi või jälgida inimeste tähelepanu liikluses, autot juhtides.



Tobii Eye Tracking prillid

Tobii Studio tarkvara võimaldab koguda silma liikumise andmeid, visualiseerida ning analüüsida tulemusi. Rakenduses on mitu erinevat võimalust, kuidas vaatamisstatistikat visualiseerida: vaatamistrajektor (*gaze plot visualization*), vaatamise intensiivsus (*heat maps*) ning tähelepanu piirkond (*gaze opacity*).

Vaatamistrajektor näitab kuhu oli inimese pilk suunatud (värvilised ringid), mis järjekorras ta midagi vaatas (numbrid ringides) ning kui kaua tema pilk mingil objektil peatus (ringi suurus). Allpool oleval pildil on visualiseeritud kolme erineva inimese vaatamistrajektorid.



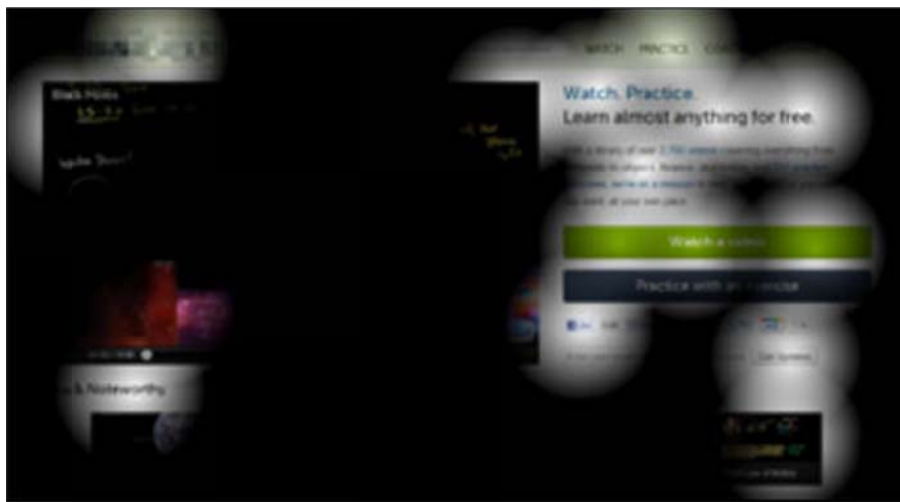
Vaatamistrajektoori visualiseerimine

Vaatamise intensiivsus on visualiseeritud nn „termopildina“, mille järgi saab aru, kui palju või kui pikalt inimesed teatud piirkonda vaatasid (**punane** – kauem, **roheline** – vähem). Selline visualiseerimise viis võimaldab kokku võtta paljude inimeste andmed ning ühele pildile peale kanda.



Vaatamise intensiivsuse visualiseerimine

Tähelepanu piirkond visualiseeritud kujul näitab, millist osa kogu vaatest testis osalenud inimesed kõige rohkem jälgisid. Kogu ülejäänud osa vaatest on värvitud mustaga.



Tähelepanu piirkonna visualiseerimine

Tähelepanu fookuse mõõtmisi teostati Tallinna Tehnikaülikoolist (Mektory innovatsiooni- ja ettevõtluskeskusest) renditud Eye Tracking seadmetega.

1.5.2. Valgusmõõtmise tehnoloogia ja seadmed

Objektikohased teostusjuhised

Töövõtu pakkumisel on arvestatud Eestis kasutusel olevate viimaste elektrinormidega ja -juhistega, kui ka kohalike ametkondade normidega.

Alljärgnevalt lühiloetelu olulisematest normdokumentidest.

EVS-EN 12464-2:2007. Töökohavalgustus. osa 2: Välistöökohad.

EVS-EN 891:2007. Töökohtade tehisvalgustuse mõõtmine ja hindamine

EVS-EN 12665:2005 Valgus ja valgustus. Põhioskussõnad ja valgustusnõuete valiku alused

EVS-EN 13032-2:2007 Valgus ja valgustus. Lampide ja valgustite fotomeetriliste suuruste mõõtmine ja esitamine. Osa 2: Sise- ja välistöökohade andmete esitamine

CEN/TR 13201- 1:2007. Teevalgustus. Osa 1: Valgustusklasside valik

EVS-EN 13201- 2:2007. Teevalgustus. Osa 2: Teostusnõuded

EVS-EN 13201- 3:2007. Teevalgustus. Osa 3: Valgustussuuruste arvutamine

EVS-EN 13201- 4:2007. Teevalgustus. Osa 4: Valgustuse mõõtemetodid

Juhul, kui ülalloetletud alusdokumentide nõuded on vastuolus tuleb arvestada eespoolmainitud normi nõudeid. Juhul, kui antud juhendi nõuded on alusdokumentatsiooni nõuetest rangemad tuleb täita antud juhendi nõudeid.

Aruandes kasutatavate sümbolite, terminite ja lühendite tähendused

Protokollis kasutatavate sümbolite, terminite ja lühendite tähendused on järgmised:

- **teepinna keskmine heledus (L)** on teepinna heleduse aritmeetiline keskmine sõidutee etteantud lõigu pindalal. Keskmine heledus L määrab heledustaseme, millele sõidukijuhi silm on kohanenud (silma *adaptatsioonitaseme*). Teevalgustuses kasutataval suhteliselt madalal valgustustasemel tõstab heleduse suurendamine kontrastitundlikkust ja nägemisteravust ning vähendab rägust. Ühik – kandela ruutmeetri kohta (cd/m^2),
- **teepinna heleduse üldühtlus U_0** heleduse vähima ja keskväärtuse jagatis. Üldühtlus U_0 iseloomustab üldisel viisil heleduse muutumist ning seda, kui hästi teepind toimib taustana teemärgistuse, esemete ja teiste liiklejate eristamisel.
- **sõiduraja pinna heleduse pikiühtlus** on sõiduraja keskjoone vähima ja suurima heleduse suhe.
- **sõidutee pinna heleduse pikiühtlus (U_1)** on sõidutee sõiduradade heleduse pikiühtluse vähim väärtus. Pikiühtlus U_1 iseloomustab teepinna heledate ja tumedate osade vaheldumisel tekkiva nägemist segava toime vähesust pikkadel katkematutel teosadel.
- **keskmine valgustustihedus ($\bar{E}$)** - tee rõhttasandilise valgustustiheduse aritmeetiline keskväärtus. Ühik – luks (lx).
- **valgustusklass** on määratletud fotomeetriliste nõuete kogumiga, mis arvestavad tänaval liikleja nägemisnõudeid antud tänavaliigi ja selle ümbruse korral. Valgustusklasside valik sõltub teede ja tänavate liigist ning liikluspiirkonna iseloomust ja tähistatakse tähtedega ME, CE, S, A, ES ja EV.

Enimalt lubatav häiriv valgus välisvalgustuspaigaldistes EVS-EN 12464-2:2007

Keskkonnatsoon	Kinnistule langev valgus		Valgusti valgustugevus		Üleskiirgav valgus	Heledus	
	E_v lx		I cd		URL %	L_b cd/m^2	L_s cd/m^2
	Enne piiranguaega	Piiranguajal	Enne piiranguaega	Piiranguajal		Ehitise fassaad	Valgusmärgid
E1	2	0	2500	0	0	0	50
E2	5	1	7500	500	5	5	400
E3	10	2	10000	1000	15	10	800
E4	25	5	25000	2500	25	25	1000
Kui piiranguaega sätestavad normatiivid ei ole teada, ei tohi valgustihedus olla üle suurima esitatud väärtuse; soovitatavaks tuleb võtta vähim esitatud väärtus							

E1 – loomulikult pimedad alad, nt rahvuspargid ja kaitsealused paigad;

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

E3 – keskmise paistvusega alad, nt maal tööstus- ja elamueeslinnad;

E4 – kõrge paistvusega alad, nt kesklinnad ja kaubanduspiirkonnad;

E_v – püstpinna suurim valgustihedus kinnistul lx ;

L – iga häirivat valgust tekitada võiva valgusallika valgustugevus häirivas suunas cd ;

URL – valgusti(te) valgusvoo suhteline osa, mis kiirgub horisontaal tasandist ülespoole, kui valgusti8d) on kinnitatud oma paigalduskohal ja paigaldusasendis;

L_b – ehitise fassaadi enimalt lubatav keskmine heledus cd/m^2

L_s – valgusmärgi enimalt lubatav keskmine heledus cd/m^2

Nõuded mõõteriistadele

Mõõteriistade täpsust iseloomustav klassitähis, mis on käibel Saksamaal ja ka muudes Kesk-Euroopa maades ja on määratletud Saksa standardis DIN 5032-7:1985-12. Valgustuspaigaldiste kontrollmõõtmistel tuleb kasutada vähemalt klassi B kuuluvaid mõõteriistu.

Mõõtetehnika

Mõõtevahendid ja mõõtmiste teostamine

Mõõtevahendina on kasutatud firma TechnoTeam GmbH digitaalset heleduse mõõtekaamerat LMK 98-3Color ning sama firma poolt väljatöötatud tarkvaraprogrammi LMK LabSoft. Kaamera on vastavalt rahvusvahelisele valgustuse mõõtestandardile kalibreeritud.



Mõõtekaamera LMK 98-3 Color üldvaade

Kasutusvaldkond

LMK 98-3Color kaamerat kasutatakse üldjuhul teede valgustuse mõõtmistel, kui soovitakse kaardistada pikki teelõike. Kaamera asetatakse statiivile või autole (teepinnast määratud kõrgusele). Autost pildistamisel sõidetakse kiirusega maksimaalselt kuni 80 km/h ja pildistatakse tee- või tänavalõike. Kaamera LMK 98-3 Color pildid kantakse üle LMK LabSoft programmi, milles pildimaterjal töödeldakse piksel-piksli haaval.



Kaamera LMK 98-3 on mõõtmisteks paigaldatud statiivile



Mõõtmine käsiheledusmõõtjaga Konica Minolta CS-100

Tarkvaraprogramm

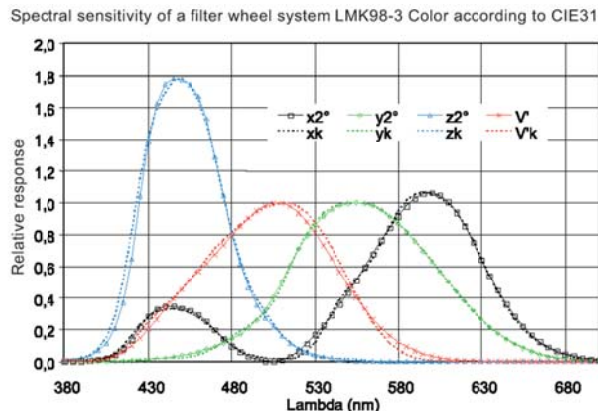
Kaameraga pildistatakse teekatet vastavalt määratletud mõõtemetodile. Pildid viiakse programmi, mille abil alustatakse mõõtmistega. Programm annab võimalused määratleda teelõik, "pöörata teelõik püsti" ja jagada teelõik vastavalt mõõtepunktideks, nihutades neid vastavalt mõõtmise eesmärgile.

LMK mõõtmismeetod ning tarkvaraprogramm võimaldavad mõõtmistest säilitada pildi, so pildistatud mõõteobjekti võib millal iganes mõõta uuesti. Heleduspildid, mõõtepiirkonnad ja olukorrad võib salvestada DVD'le või mõnele teisele andmekandjale. Antud meetod välistab inimlikud eksimused, mõõtmiskeskkonna muutumised ning fikseerib teostatud tööd lühikese ajaperioodiga.

Mõõtekaamera LMK 98-3 tehnilised andmed

Eraldusvõime	1380 × 1030 pikslit
Sensor	CCD SONY ICX 285 AL
Sensori mõõteala	8.9 × 6.64 mm ²
Videosignaali	12 bit
Liides	FireWire liides (IEEE1394, iLink)
Spektraalne kohandamine	kasutusel neli filtrit värvide spektraalseks kohandamiseks vastavalt CIE31'le (2 filtrit X, 1 filter Y/V(λ) ja 1 Z)
Mõõteparameetrid	Heledus L (cd/m ²); värvuse väärtused: x, y Värvusruum RGB, sRGB, EBU-RGB, Lxy, Luv, L*a*b, HIS, domineeriv lainepikkus, küllastatus, skotoopiline heledus L' (cd/m ²);
Mõõteala nurk	valitav
Objektiivid	objektiivid fikseeritud avaga Makroobjektiivid fookuskaugustega: 8mm, 25mm, 50mm, 100mm muudetava fookuskaugusega 25mm, 50 mm
Mõõtmisaja vahemik	100μs ... 15s, sõltuvalt objektiivist
Mõõtevahemik	sõltuvalt objektiivist 0,1 ... 10 000 cd/m ² ; >300 000 000cd/m ² filtritega
Lineaarne viga	f3<0.2%
Mõjud ümb.keskkonnast	f2(u)<2%
Kalibreerimise määramatus	fikseeritud fookusega <2% Muudetava fookusega objektiividega <2.5%

Korratavus	$x, y < 0.0001$ $L < 0.1\%$
Mõõtmiste ebatäpsus	3% (L, standard A)
Ühtlus	< 2 %
Mõõtmed:	185 × 70 × 90 mm
Toide	Arvutist, lisa toiteadapter
Operatsioonisüsteem	Windows XP/7
Tarkvara	LMK 2000/ LMK LabSoft
Kasutus	Labor; välistöökohad; sõidukilt



Joonis Mõõtekaamera LKM 98-3 Color spektraaltundlikkuse kõver

Mõõtemetoodika

Eesti Vabariigi standard EVS-EN 13201-4:2007 TEEVALGUSTUS. Osa 4: Valgustuse mõõtemetodid punkt 3 Valgustehnilised mõõtmised esitab nõudmised selliste mõõtmiste kohta alljärgnevalt.

Mõõtmiste sooritamise viis peab vastama mõõtmiste otstarbele.

Kui mõõtmiste eesmärk seisneb arvutatud ja mõõdetud suuruste võrdlemises, siis tuleb mõõtmised, et võrdlus oleks korrektne, sooritada täpselt samades punktides, milles toimusid arvutused.

Kui mõõtmiste eesmärk seisneb mingi olemasoleva valgustuspaigaldise kontrollimises, võib neid teha väiksemas arvus, suurema vahemaaga võetud punktides. Sel juhul on tähtis, et kõik edaspidised mõõtmised sooritataks samal viisil. Mõnikord võib osutuda piisavaks valgustuse kontrollimine üksnes teatavates vähestes paigaldist iseloomustavates punktides.

Kui mõõtmiste eesmärgiks oleks mõõte- ja arvutustulemuste võrdlemine, mida tehakse valgustuspaigaldise kasutuselevõttueelse tehnilise kontrolli jaoks akrediteeringut omava mõõtelabori poolt, siis peaks kaamera ja mõõtepunktide paigutus vastama standardis EVS-EN 13201-3:2007 toodule, kuna nende järgi toimusid arvutused.

Antud juhul on tegemist Tallinna linna olemasoleva valgustuspaigaldise praeguse olukorra seirega. Seega ei pea arvutuslikud ja mõõtepunktid kokku langema. Kuid mõõtmisi tuleb läbi viia kõigil juhtudel ühel ja samal viisi. Nii on ka teostatud antud mõõtmised.

Kaamera LMK mõõtemetoodika on nii üles ehitatud, et seda saab lihtsalt kohandada standardite või muude dokumentide nõuetele nii mõõteala ulatuse kui ka mõõtepunktide arvu ja asukoha järgi.

Antud mõõtmised teostati mõõteobjektidel teepinna heleduse hindamisega. Mõõtekaamerat kasutati elavas liikluses ümbritseva keskkonna heledusandmestiku üles võtmisel.

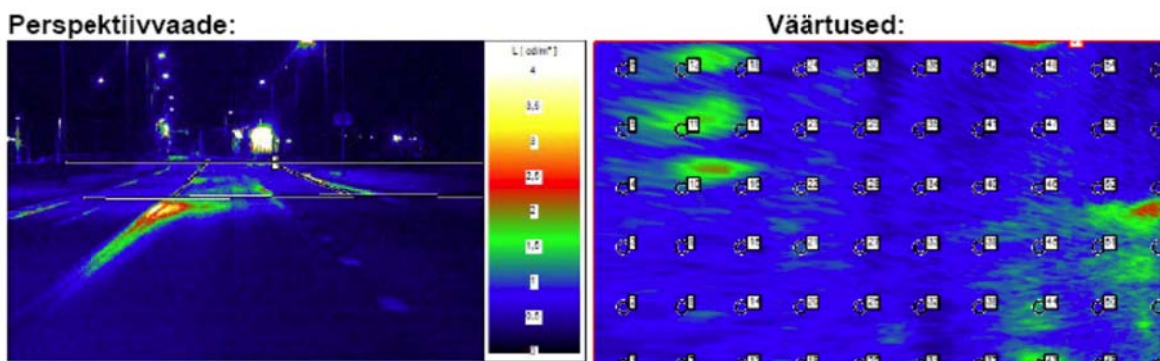
LMK mõõtekaamera põhineb kalibreeritud mõõteriistal. Kaameraga pildistatud kaadritest on võimalik eriprogrammiga LMK LabSoft abil välja lugeda heleduse väärtusi ja teha nii erinevaid

mõõtmisi. Teel tehtavad keskmise heleduse, aga ka üld- ja pikiühtluse mõõtmised põhinevad standardil 13201-4.

Punktheledusmõõtjaga mõõtes tähendaks selline mõõtmine vähemalt 60 üksikmõõtmist, mis võtaks palju aega. Pildistava heledusmõõtekaameraga mõõtes piisab ühest mõõteala keskele suunatud ja fokuseeritud mõõtmisest. Kaameraga tehtud heleduspildilt on võimalik programmi abil välja valida need mõõtepunktid, milles oleks pidanud tegema punktheledusmõõtjaga üksikmõõtmised. Nii saadakse ajasäästlikult standardikohasele mõõtmisele vastavad tulemused. Pildistava heledusmõõtekaameraga tehtud mõõtmised kujutavad endast pakkimata formaadis pilte, mida on võimalik analüüsida.

Näide:

Heleduse mõõteväljaks on võetud kahe ühes samas reas paikneva valgusti vahemik, kusjuures esimene valgusti jäi 60 m kaugusele kaamerast, mis vastab ka standardi nõudele.



Mõõtevälja määramise näide digitaalse heledusmõõtekaameraga

Teepinna mõõteala asukoha valikul püütakse viia miinimumini kõrvaliste valgusallikate mõju, samuti välditakse teepinnal paiknevate märgistusribade jms heledate pindade sattumist mõõtevälja mõõtepunktide alale. Kogu mõõteinfo salvestatakse operatiivselt kaasasolevasse arvutisse.

Kogu ülejäänud info töötlemine toimub arvutis vastava programmi abil. Valitakse mõõtepunktide arv mõõtealal. Vastavalt valitud mõõtepunktide arvule paneb programm automaatselt standardipõhiselt mõõteväljal paika mõõtepunktid. Neid punkte võib mõõtja ka ise määratlada, nt arvutustulemuste kontrollimiseks standardiga etteantud punktides.

Edasi keeratakse perspektiivvaade püsti, mille tulemusena saadakse mõõtevälja pealtvaate riskülik, millele on märgitud mõõtepunktid. Kõikide väärvärvides alade mõõtepunktide heledusväärtused on võimalik kanda üle exceli tabelisse. Selle tabeli koostamise aluseks on standardipõhised väärtuste arvutusvalemid, millede alusel esitatakse teepinna olulised parameetrid: keskmine heledus, üldühtlus ja pikiühtlus. Väljatrükk moodustab teepinna mõõtmiste mõõteprotokolli.

Käesolevas uuringus on toodud ära heledusmõõtekaameraga teostatud ülesvõtted mõõteskaalas, mis vastab nende objektide teeklassi nõuetele ning samas annab ülevaate ümbritseva keskkonna objektide heleduse tasemest.

Mõõtmisi reklaam leedekraanidelt teostati paraleelselt ka kõigil mõõdetavatel objektidel käsiheledusmõõtjaga Konica Minolta CS-100 (kalibreeritud 11.2012). Mõõtepunktideks valiti mõõterastri mõõtepunktid ekraanide keskel ning nurkades. Mõõtmistulemused märgiti üles käsitsi. Reklaam leedekraanidel vaheldusid reklaamid tihedalt ning mõõtmisi tuli teostada korduvalt et saada keskmisi väärtusi ning fikseerida maksimaalsed näidud. Mõõtmistulemused on esitatud tabelites.

Mõõtmistel kasutati ka valgustiheduse hindamisel spektipõhist luksmeetrit Gigahertz-Optik BTS256-E, mis võimaldas ülesvõtta digitaalse andmestiku leedekraanide all olevast valgustihedusest ning selle tajust skotoopilises valgustuskeskkonnas.

Valgustuse mõõtmisel hindame ka inimese tajutavat valgustust ning inimese (autojuhi) silmade kohanemist erinevate valgustustingimustega ehk adaptatsiooni, millega kaasneb silma tundlikkuse muutumine.

Valguse adaptatsioon on visuaalse tundlikkuse langus üldise valgustustaseme tõusu vastu. Kestvusega mõnikümmend sekundit. Pimeduse adaptatsioon on visuaalne silmade tundlikkuse kasv valgustatuse kahanedes. Kestvusega mõnikümmend minutit.

Tajuteoorias nimetatakse fotoopiliseks päevavalguses nägemist, mesoopiliseks hämarasnägemist ja skotoopiliseks nägemiseks öist ehk videvikunägemist (n-ö must-valget). Kromaatiline adaptatsioon on nägemismehhanismis toimiv iseseisev tundlikkuse regulatsioon. Silmade viibimisel teatud aja kindlas valgustugevuses, aktsepteerib nägemismehhanism seda normaalsena ja töötleb kõiki värvide intensiivsusi selle suhtes. Kromaatiline adaptatsioon on tagasiviidav värvikonstantsusele, nägemissüsteemi võimele säilitada objektide ühesugune tajutav väljanägemine erinevates valgustustingimustes.

Mõõteriistad

TechnoTeam LMK 98-3 Color: s nr DXP2100 objektiiviga TT25 – C201091



Konica Minolta CS-100 s.nr 13411031



Gigahertz-Optik BTS256-E s. nr 14399M



1.6. Uuringu läbiviijad

Natalia Järv

Vastutav täitja, projektijuht, silmaliikumise jälgimise uuringu osa täitja

Kasutusmugavuse ja kasutajakogemuse ekspert, Tallinna Tehnikaülikooli IT teaduskonna doktorant

Telefon: 56151880

E-post: natalia.jarv@intelviz.com

Toivo Varjas

Valgusemõõtmistööde täitja

Tallinna Tehnikaülikooli elektrotehnika instituudi juures tegutseva Eesti Moritz Hermann Jacobi Seltsi valgustehnika sektsiooni juhatuse liige ja diplomeeritud insener

Telefon: 5034836

E-post: toivo@minotec.ee

Jekaterina Ivask

Uuringute läbiviimise assistent

Tallinna Tehnikaülikooli IT teaduskonna doktorant

2. Uuringu koondtulemused

Uuring koosnes mitmest etapist: 1) viidi läbi uuringud autojuhtidega Tallinna teedel pimedal ajal, et analüüsida ja kirjeldada võimalikku leedreklaamide mõju juhtide tähelepanule elavas liikluses liigeldes; 2) viidi läbi testimised, et selgitada välja, mida inimesed jälgivad liiklusvideot vaadates; 3) teostati mõõdistustööd leedreklaamide valgustuse tasemest ja vastavusest normdokumentidele ning võimalikust mõjust juhtide tähelepanule liikluses. Järgmisena on välja toodud kokkuvõtvad andmed iga läbiviidud uuringu osa kohta.

2.1. Valgusemõõtmise koondtulemused

Punktheledusmõõtekaamera mõõteandmestik, leedekraanide heledus

Heledus mõõdeti leedreklaamidelt minimaalselt viies erinevas mõõtepunktis. Leedekraanidel olid reklaamid vahelduvad ning seetõttu on heleduste mõõteandmed kõikumad väga suurtes piirides.

Tammsaare - Kadaka tee – Ehitajate tee ristmik

Ekraani heledus cd/m ²	Ekraani heledus (maksmaalne) cd/m ²	Tausta heledus cd/m ²
342	420	20

Tammsaare tee 85 (Sõpruse pst sõidusuund)

Ekraani heledus cd/m ²	Ekraani heledus (maksmaalne) cd/m ²	Tausta heledus cd/m ²
1680	2310	42

Tondi - Tammsaare tee - Rahumäe tee ristmik (Sõpruse pst sõidusuund)

Ekraani heledus cd/m ²	Ekraani heledus (maksmaalne) cd/m ²	Tausta heledus cd/m ²
410	622	64

Endla - Sõpruse - Tulika ristmik

Ekraani heledus cd/m ²	Ekraani heledus (maksmaalne) cd/m ²	Tausta heledus cd/m ²
320	574	58

Sõpruse pst 210 (Vilde tee sõidusuund)

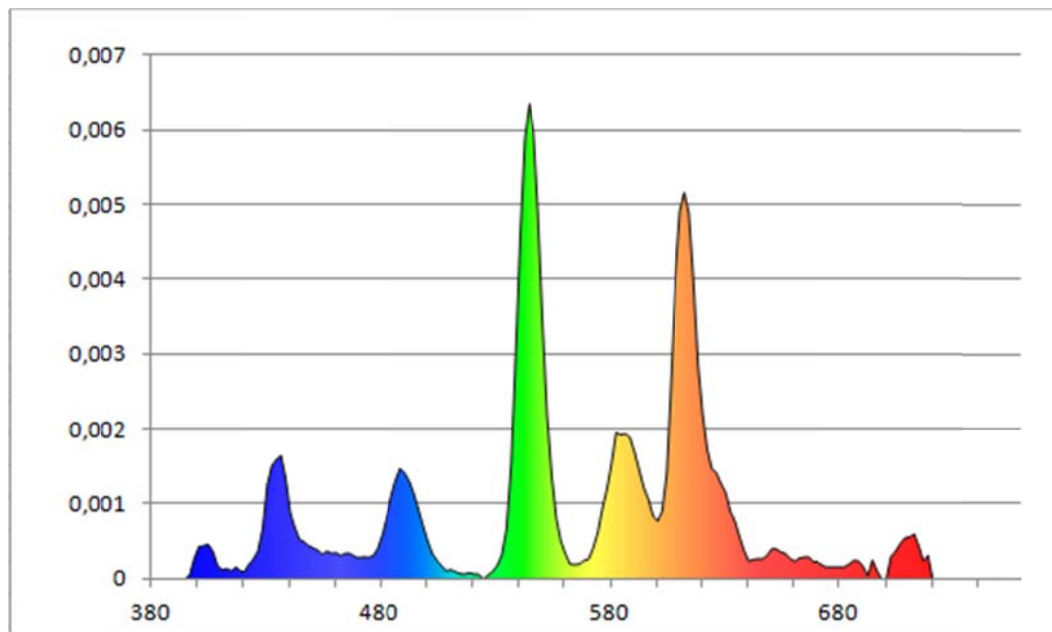
Ekraani heledus cd/m ²	Ekraani heledus (maksmaalne) cd/m ²	Tausta heledus cd/m ²
720	1548	8

Märgatavalt kõrgemad heleduse mõõteandmed tulid mõõdetavatelt objektidelt aadressidel Tammsaare tee 85 ja Sõpruse pst 210.

Valgustiheduse mõõteandmestik spektripõhise luksmeetriga mõõtmisel

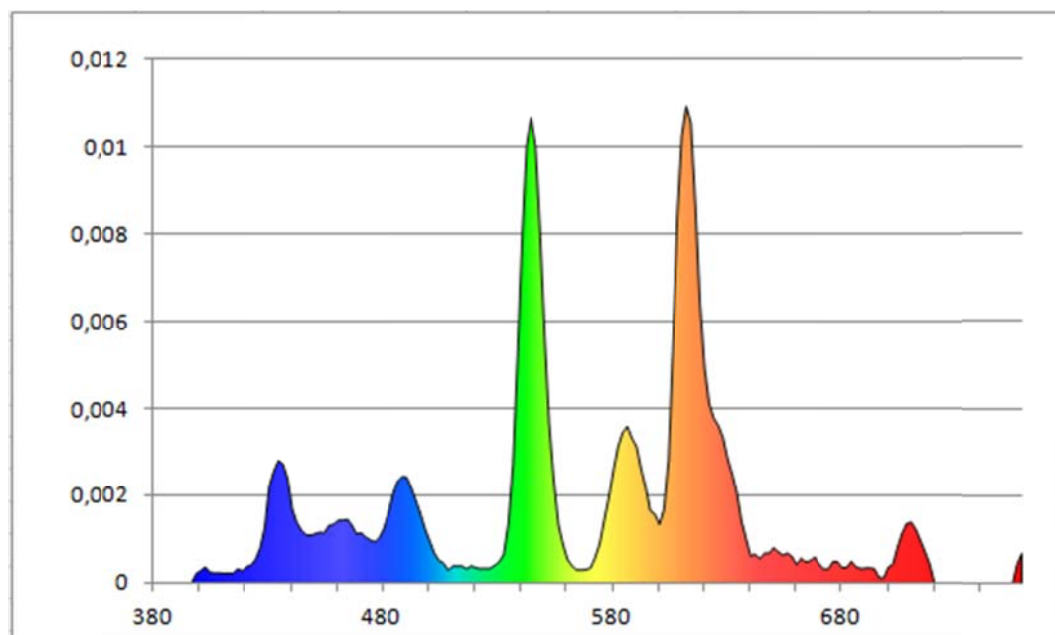
Tammsaare - Kadaka tee – Ehitajate tee ristmik

Kuupäev		18.12.2013
Valgustihedus	E	110
Värviesituse üldindeks	Ra	79
Lähim värvsüsteem	CCT	3486
Dominantlainepikkus	WI	578



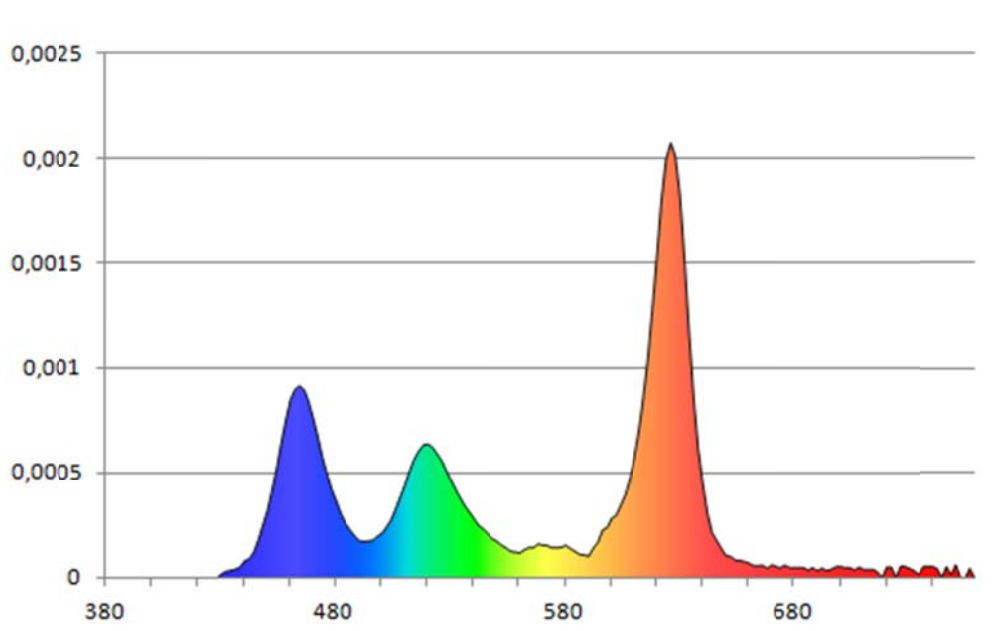
Tammsaare tee 85

Kuupäev		17.12.2013
Valgustihedus	E	203
Värviesituse üldindeks	Ra	88
Lähim värvsüsteem	CCT	3219
Dominantlainepikkus	WI	583



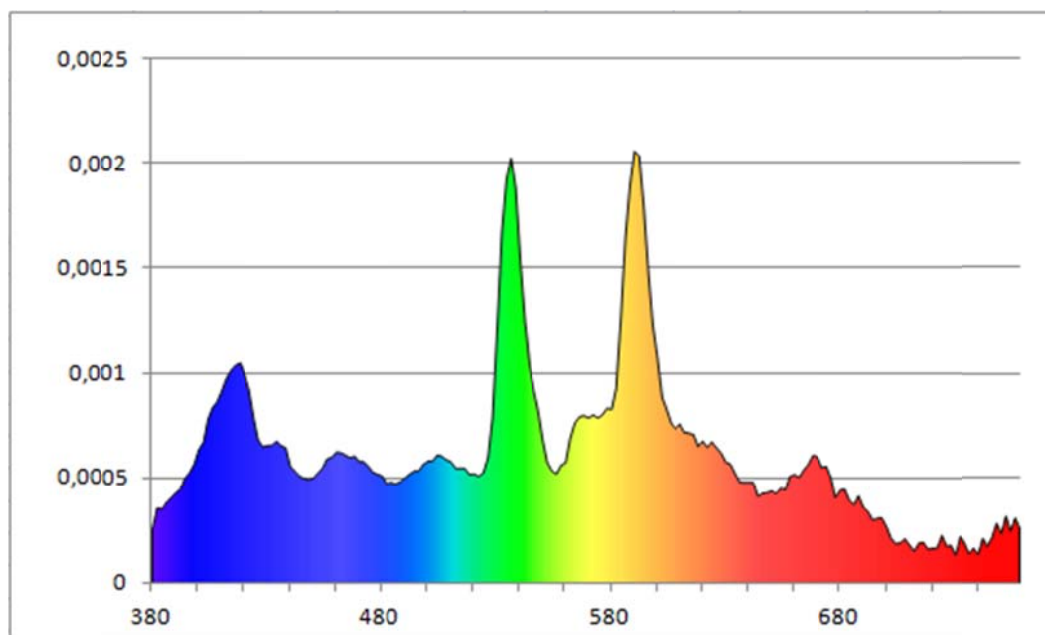
Tondi - Tammsaare tee - Rahumäe tee ristmik

Kuupäev		18.12.2013
Valgustihedus	E	27
Värviesituse üldindeks	Ra	29
Lähim värvsustemperatuur	CCT	3036
Dominantlainepikkus	WI	616



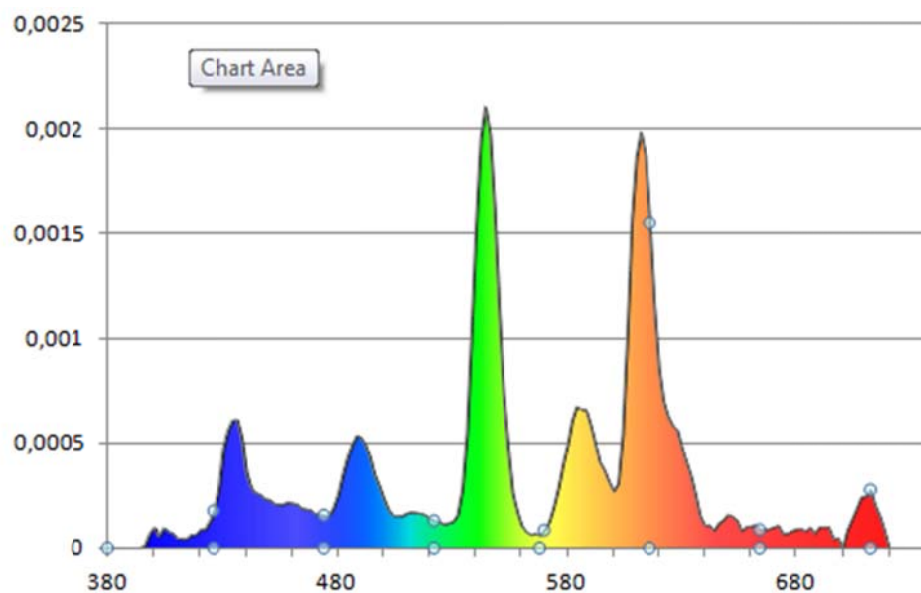
Kristiine keskus - Endla - Sõpruse - Tulika ristmik

Kuupäev		17.12.2013
Valgustihedus	E	66
Värviesituse üldindeks	Ra	78
Lähim värvsustemperatuur	CCT	4524



Sõpruse pst 210 (Vilde tee sõidusuund)

Kuupäev		26.12.2013 0:20
Valgustihedus	E	40
Värviesituse üldindeks	Ra	88
Lähim värvsüsteemtemperatuur	CCT	3549
Dominantlainepikkus	WI	580



Ülesvõtted digitaalse heleduse mõõtekaameraga on lisatud iga objekti kohta eraldi 3. peatükis.

2.2. Juhtide tähelepanu fookuse uurimine liikluses

Testimine liikluses oli läbi viidud ajavahemikus 17.-20.12.2013 pimedal ajal.

Kokku uuringus elavas liikluses osales 8 inimest, nende andmed on välja toodud järgmises tabelis:

Juht	Sugu	Vanus	Juhtimiskogemus (aastates)	Juhtimissagedus
Juht1	mees	35	16	iga päev
Juht2	mees	30	13	iga päev
Juht3	naine	43	8	kord kuus
Juht4	mees	46	20	iga päev
Juht5	mees	27	10	iga päev
Juht6	mees	26	10	iga päev
Juht7	mees	28	2	iga päev
Juht8	naine	25	2	kord nädalas

Iga testimise käigus paluti uuringus osalejail kanda Eye Tracking prille ning autojuhina läbida autoga eelnevalt kokku lepitud liikumistrajektor, mis hõlmas kõiki viit uurimisobjekti. Enne testi kõik osalejad läbisid individuaalse Eye Tracking seadme kalibreerimise protseduuri. Prillidesse sisse ehitatud kaamera salvestas autojuhi teekonnal läbitud vaateväljast video ning selle, millele tema tähelepanu oli fookuseeritud. Pärast kokkulepitut teekonna läbimist salvestati andmestik arvutisse, et hiljem neid analüüsida ja järeldusi teha. Testi jooksul ning pärast seda esitati juhtidele mõned küsimused läbisõidetud piirkondade, valgustuse ja turvalisuse kohta.

Eye Tracking prillide abil kogutud andmestik sai koondatud arvutisse ning seejärel analüüsitud.

Vaatamise statistika

Antud tabelis on koondandmed selle kohta, kas autojuhid on vaadanud uurimisobjekti või mitte.

Jah – on vaadanud pikemalt, **ei** – ei ole üldse vaadanud, **korra** – eemalt korra fikseerisid objekti, kuid pärast rohkem ei vaadanud.

Uurimisobjekt	Juht1	Juht2	Juht3	Juht4	Juht5	Juht6	Juht7	Juht8
1. Kadaka	ei	jah	jah	jah	jah	jah	jah	jah
2. Tammsaare	ei	korra	jah	korra	korra	korra	jah	jah
3. Tondi	--	--	--	jah	jah	korra	jah	jah
4. Kristiine	jah	ei	jah	jah	jah	jah	jah	jah
5. Sõpruse	korra	--	jah	ei	korra	ei	ei	ei

Sellest võib järeldada, et kõige enam jäid juhtide vaatevälja suured leedekraanid liikuva reklaamiga Tammsaare-Kadaka ristmikul, Tondi-Tammsaare ristmikul ning Kristiine keskuse ristmikul.

Tammsaare teel olev ere ekraan ning burgeri kiosk Sõpruse pst-l nii palju ei satu juhi tähelepanuvälja.

Juhtide hinnangud

Pärast uurimispiirkonda läbisõitmist juhte paluti anda hinnanguid:

1. Läbitud ristmiku valgustus oli (puudulik = 1 kuni piisav = 5)
2. Valgustuse värvus oli (ebameeldiv = 1 kuni meeldiv = 5)
3. Kas kõik liiklusmärgid olid (halvasti = 1 kuni hästi = 5) märgatavad?
4. Kas on olnud segavaid faktoreid? Kui palju nad segasid (palju = 1 kuni vähe = 5)

5. Nimetage segavaid faktoreid, kui neid oli.
6. Kui turvaline ristmik oli Teie arvates? (ebaturvaline = 1 kuni turvaline = 5)
7. Kui tuttav oli läbi sõidetav piirkond? (tundamtu = 1 kuni väga tuttav = 5)
8. Kuidas te hindate üldiselt ristmike valgustatust? (väga kehv = 1 kuni väga hea = 5)
9. Kuidas te hindate leedreklaame? (väga segasid = 1 kuni ei seganud üldse = 5)

Juhtide vastuste keskmised väärtused on koondatud järgmisesse tabelisse:

Küsimus	Tammsaare - Kadaka tee	Tammsaare tee 85	Tondi - Tammsaare	Kristiine keskus	Sõpruse pst 210
Läbitud ristmiku valgustus oli (puudulik = 1 kuni piisav = 5)	3,25	2,13	4,00	3,50	3,25
Valgustuse värvus oli (ebameeldiv = 1 kuni meeldiv = 5)	3,25	2,75	3,63	3,38	3,25
Kas kõik liiklusmärgid olid (halvasti = 1 kuni hästi = 5) märgatavad	3,88	2,75	4,00	3,38	3,38
Kas on olnud segavaid faktoreid ristmikul? Kui palju nad segasid (palju = 1 kuni vähe = 5)	2,75	3,38	3,00	2,50	3,75
Kui turvaline ristmik oli Teie arvates? (ebaturvaline = 1 kuni turvaline = 5)	3,25	2,13	3,63	2,88	3,50
Kui tuttav oli läbi sõidetav piirkond? (tundamtu = 1 kuni väga tuttav = 5)	4,50	4,13	4,63	4,50	4,38
Kuidas te hindate üldiselt ristmike valgustatust? (väga kehv = 1 kuni väga hea = 5)	3,50	2,50	4,00	3,25	3,00
Kuidas te hindate leedreklaame? (väga segasid = 1 kuni ei seganud üldse = 5)	2,63	3,25	3,25	2,75	3,88

Juhtide kommentaarid ülevalpool mainitud küsimustele olid:

1. Kõige kehvemateks hindasid juhid Tammsaare tee ja Sõpruse pst valgustust, kus osa tänavavalgustusest oli välja lülitatud, kõnnitee ei olnud valgustatud ning kohati oli sõidutee üsna pime.
2. Valgustuse värvus oli kõikides piirkondades üsna sama.
3. Liiklusmärke oli kõige halvemini näha Tammsaare teel, kus oli üsna hämar.
4. Segavaid faktoreid oli kõige rohkem Kristiine keskuse ristmikul, Tammsaare- Kadaka tee ristmikul ning Tondi – Tammsaare ristmikul.
5. Segavateks faktoriteks nimetati liiga eredaid, suuri, vilkuvaid leedekraane.
6. Kõige vähem turvalised piirkonnad olid Tammsaare tee ja Sõpruse pst, sest seal pole piisavat valgustust. Teised suuremad ristmikud ei saanud ka väga kõrgeid hinnanguid, sest seal olid suured leedreklaamid, mis juhtisid liiklusest tähelepanu kõrvale.
7. Peaaegu kõigile olid läbi sõidetavad piirkonnad tuttavad.
8. Kõige kehvemini valgustatud olid Tammsaare tee ja Sõpruse pst.
9. Kõige enam segasid juhte leedreklaamid Tammsaare – Kadaka tee ristmikul ning Kristiine keskuse ristmikul. Tondi – Tammsaare ristmiku üldine valgustus oli veidi parem. Seega tundus, et leedekraan ei seganud nii palju. Tammsaare teel olev staatiline leedekraan oli hinnatud väga segavaks mõne juhi poolt, kelle tähelepanu see köitis. Teised juhid ei märganud seda. Sõpruse pst-l oleva burgeri kioski ere valgus ei hakanudki kõigile silma.

2.3. Inimeste tähelepanu fookuse uurimine liiklussimulatsioonis

Liiklussimulatsiooni testimine oli läbi viidud ajavahemikus 26.-30.12.2013.

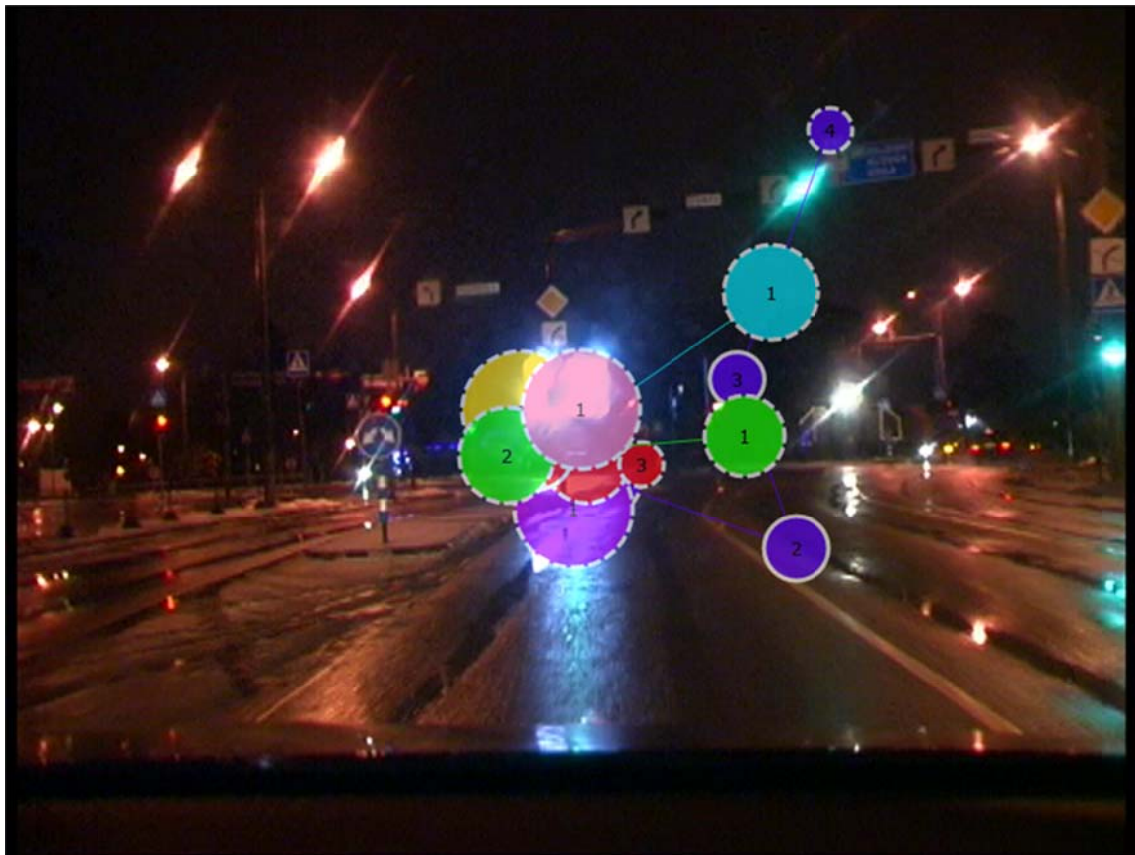
Kokku osales videosimulatsiooni testimises 7 inimest, nende andmed on esitatud järgmises tabelis:

Testija	Sugu	Vanus	Juhtimiskogemus (a)	Juhtimissagedus
Testija1	mees	35	16	iga päev
Testija2	naine	32	2	mõned korrad aastas
Testija3	naine	27	6	kord nädalas
Testija4	mees	46	20	iga päev
Testija5	mees	51	8	iga päev
Testija6	mees	30	13	iga päev
Testija7	naine	28	3	kord kuus

Testimise sessioonil paluti osalejatel kujutada ette, et nad on autoroolis ning läbi vaadata 5 videolõiku, kus oli ülesvõetud uurimisobjektide autoga läbisõit. Testimised viidi läbi kasutades Eye Tracking ekraaniseadet. Enne testi kõik osalejad läbisid Eye Tracking seadme kalibreerimise protseduuri, et seade kohaneks testija silmadega. Vastav tarkvara salvestas iga testis osalenud inimese vaatamistrajektoori videolõiguna arvutisse, ning seejärel visualiseeritud andmeid analüüsiti ja kirjeldati.

Järgnevalt on esitatud testimise tulemused summeritud kujul ühel välja valitud hetkel: inimeste vaatamistrajektoorid (värvilised erineva suurusega ringid), vaatamise intensiivsus (väärvärvides pildina) ning millist osa kogu vaatest testis osalenud rohkem jälgisid.

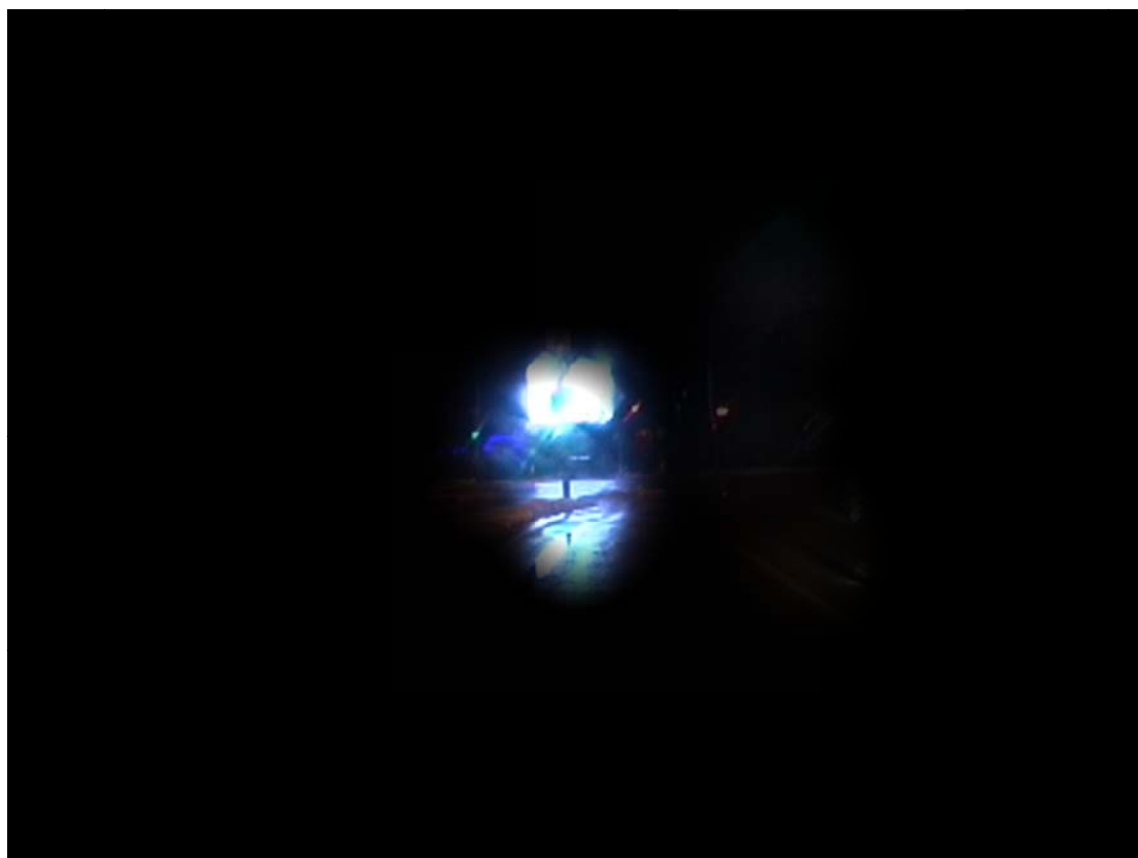
Tammsaare – Kadaka tee ristmik



Sellelt pildilt on näha, et leedekraan jäi kõigi testis osalenute vaatevälja. Mõnele lühemaks, teistele, kauemaks ajaks.



Sama vaade vaatamise intensiivsuse järgi (*heatmap*).



Sama vaade selle järgi, kuhu inimeste pilk oli kõige rohkem suunatud antud hetkel.

Tammsaare tee 85



Pildilt on näha, et osa pilkudest on suunatud vastu tulevate autode tuledele ning osa – eredalt valgustatud reklaamidele. Mõned inimesed on vaadanud algul üht, ja pärast teist objekti.

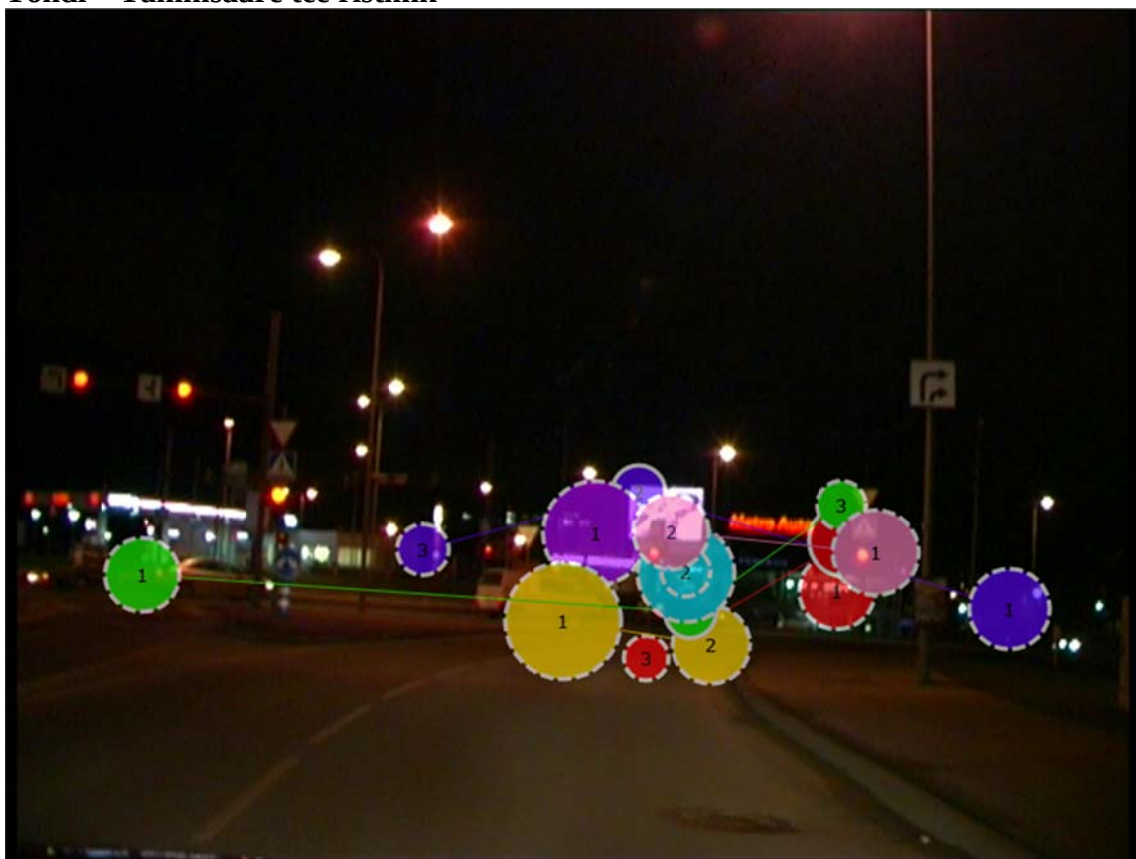


Sama vaade vaatamise intensiivsuse järgi (*heatmap*).



Sama vaade selle järgi, kuhu inimeste pilk oli kõige rohkem suunatud antud hetkel.

Tondi – Tammsaare tee ristmik



Enim vaadatakse leedekraani (suuremad ringid), see on hetk pärast seda kui reklaam on muutunud. Mõned inimesed on suunanud oma pilgu hiljem parempoolse valgusfoori peale.



Sama vaade vaatamise intensiivsuse järgi (*heatmap*).



Sama vaade selle järgi, kuhu inimeste pilk oli kõige rohkem suunatud antud hetkel.

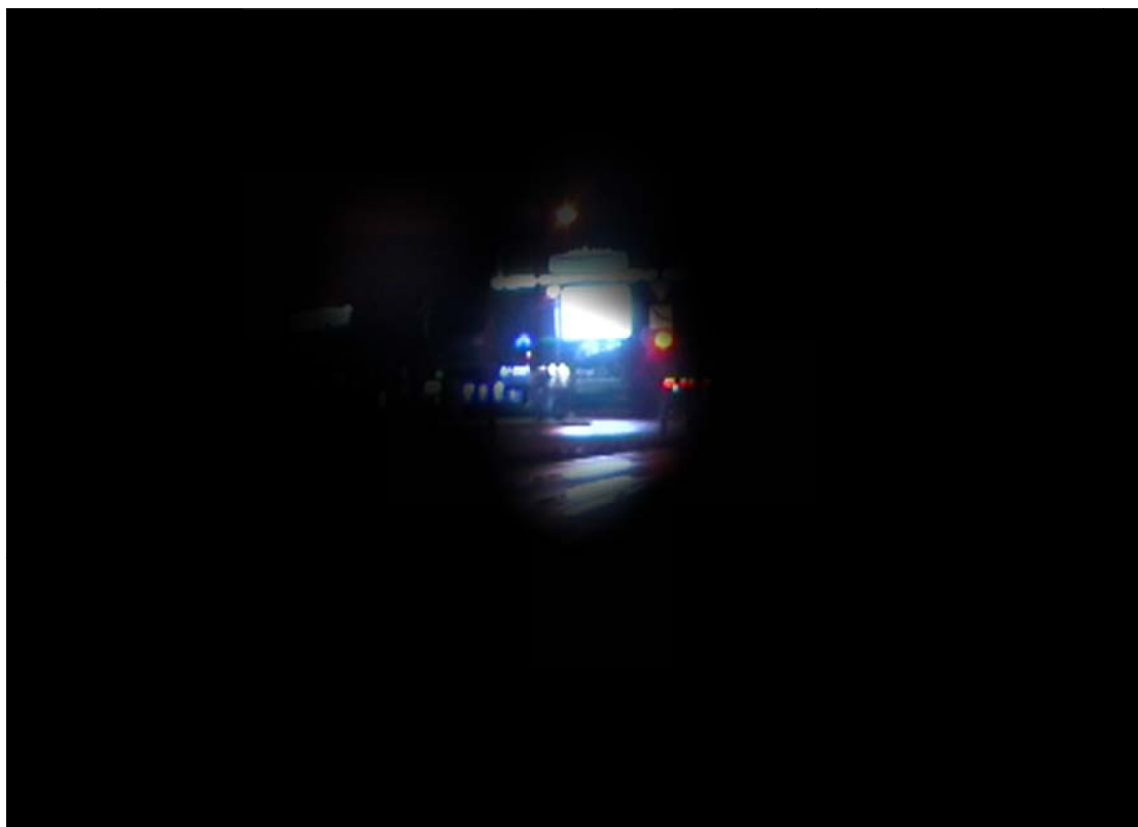
Kristiine keskuse ristmik



Vihmase ilmaga Kristiine ristmiku leedekraan peegeldub sõiduteele. On näha, et inimeste pilgud on suunatud kas reklaamile, peegeldusele asfaldil või valgusfoorile.

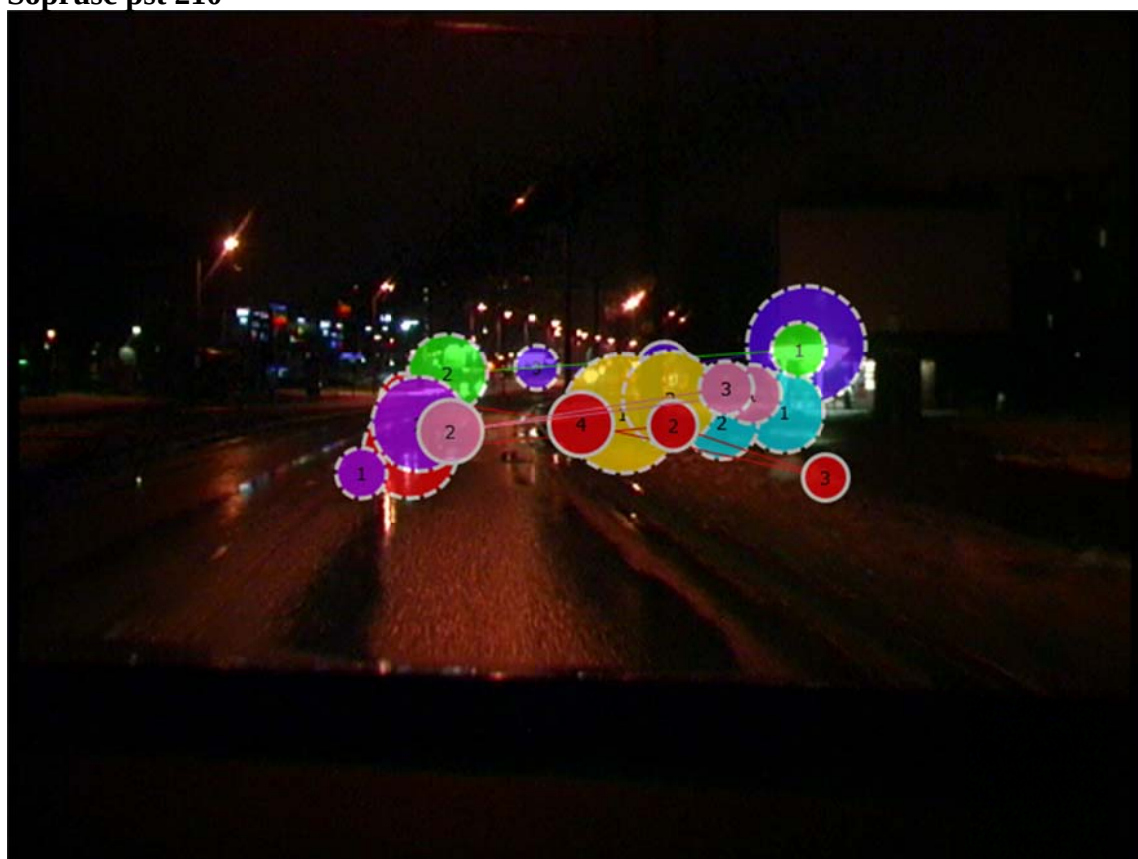


Sama vaade vaatamise intensiivsuse järgi (*heatmap*).

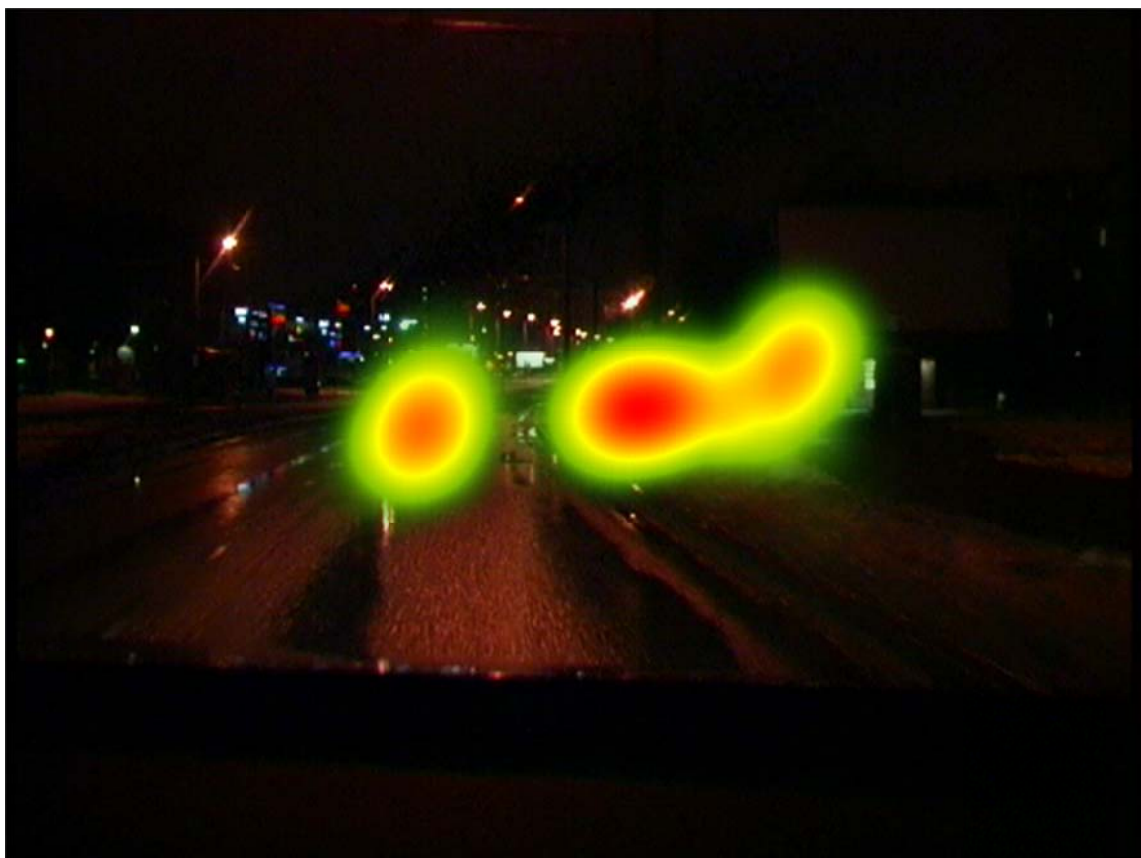


Sama vaade selle järgi, kuhu inimeste pilk oli kõige rohkem suunatud antud hetkel.

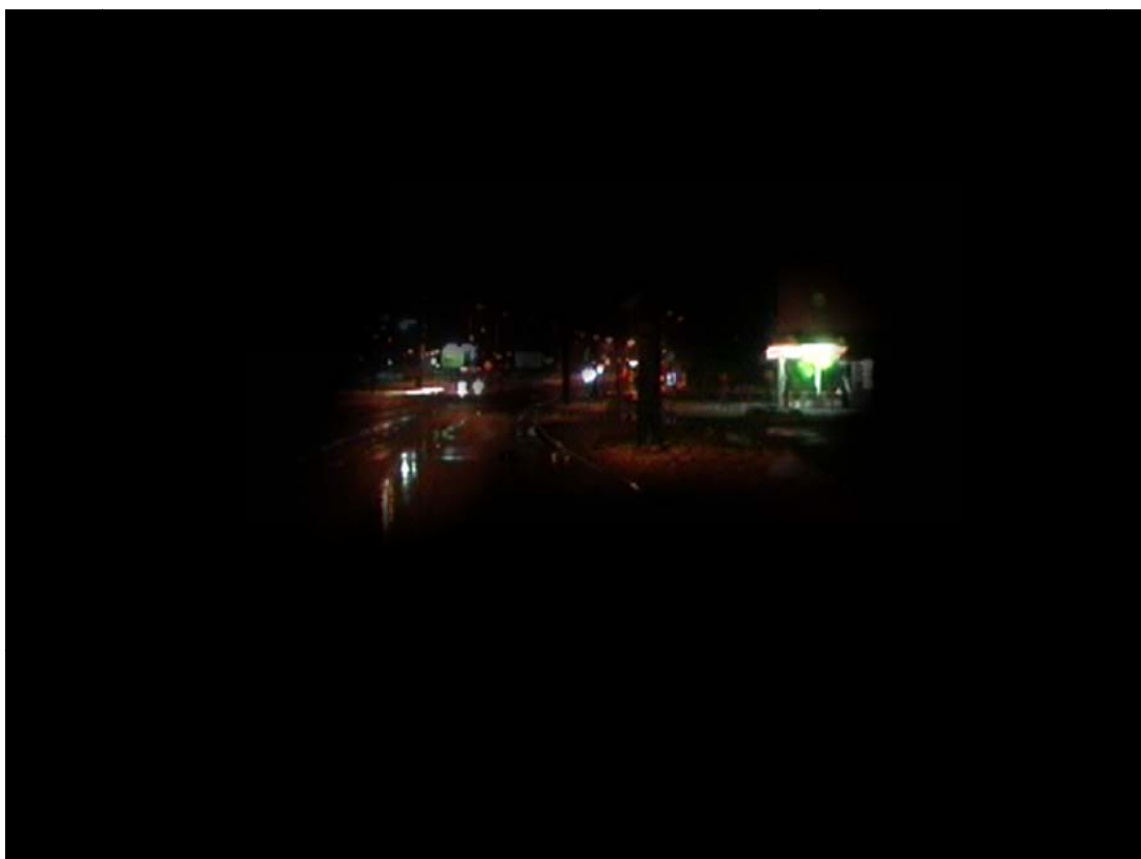
Sõpruse pst 210



Burgeri kiosk tõmbab peaaegu kõigi testis osalejate pilgud endale. Kasvõi korra viskub pilk sinna.



Sama vaade vaatamise intensiivsuse järgi (*heatmap*).



Sama vaade selle järgi, kuhu inimeste pilk oli kõige rohkem suunatud antud hetkel.

3. Uuringu tulemused objektide kohta

Järgnevalt on välja toodud täpsemad andmed iga uurimisobjekti kohta. Esmalt on kirjeldatud uuritud objekti, lisatud valgusemõõtmise andmed ning seejärel lisatud pildid Eye Tracking uuringust. Nendel piltidel olevad värvilised nummerdatud ringid tähistavad juhi vaatamistrajektoori. Eraldi välja toodud väärvärvides pildi („termopildi“) järgi saab aru, kui palju või kui pikalt inimene teatud punkti vaatas (**punane** – kauem, **roheline** – vähem). Iga pildiseeria juures on selgitus.

3.1. Tammsaare - Kadaka tee ristmik

3.1.1. Objekti kirjeldus

Uurimisobjektiks on suur leedekraan pidevalt vahetuva reklaamiga.

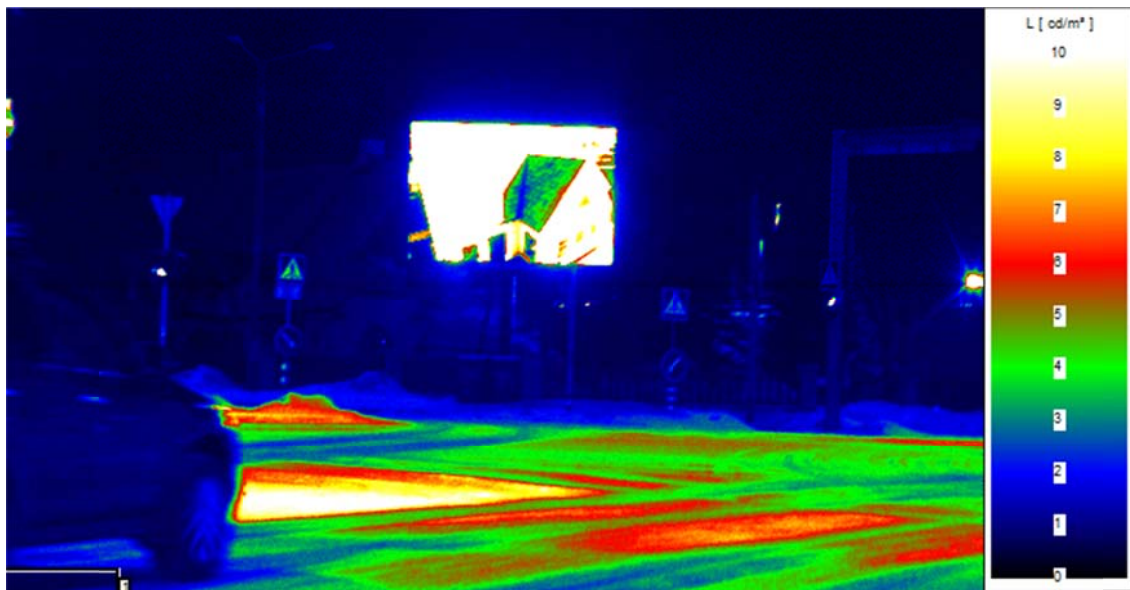
Asukoht: Tammsaare - Kadaka - Ehitajate tee ristmik (Tammsaare tee Õismäe sõidusuunas)



Uurimisobjekt: Tammsaare - Kadaka - Ehitajate tee ristmik

3.1.2. Valgusemõõtmise andmed

Lisatud pildid videoülesvõttelt, mis oli tehtud digitaalse heleduse mõõtekaameraga.



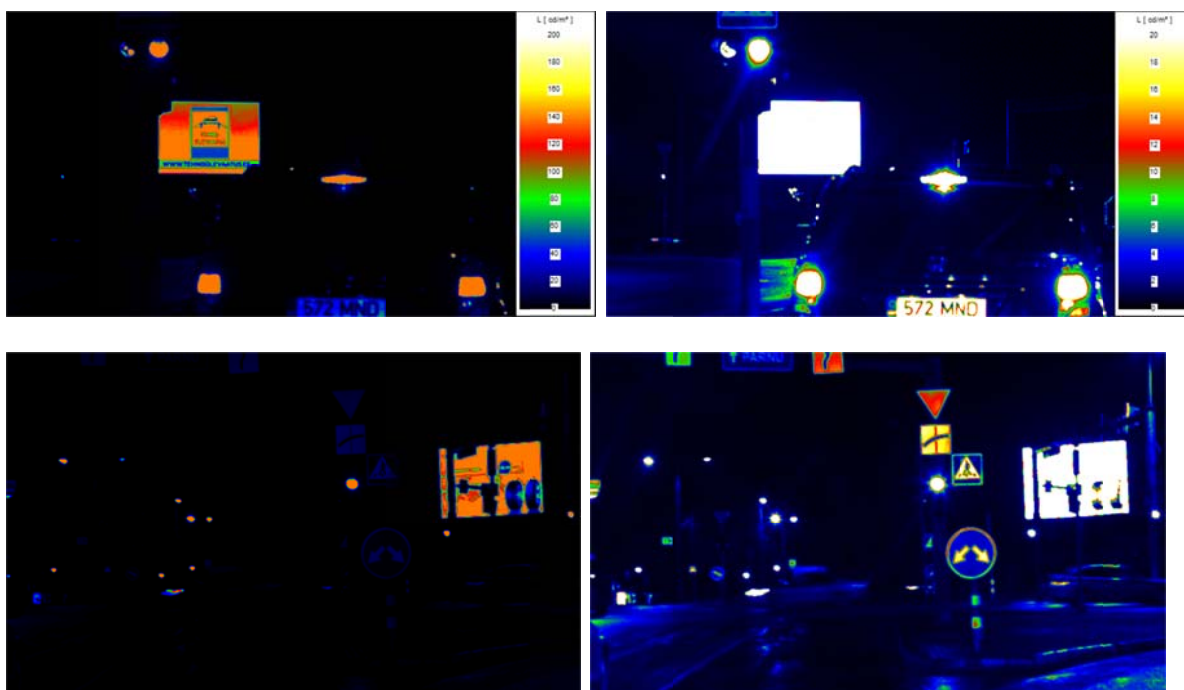
Ristmik erinevates ilmastikutingimustes on tajutav erinevalt. Lumekate tõstab üldist tausta heledust ning tajutav heledustase võib tõusta seitse kuni kümme korda. Leedekraani kõrgem heledustase ei ole häiriv.



26.detsembril 2013 teostatud mõõtmistel oli ekraani heledustase märgatavalt madalam (342 cd/m^2) võrreldes varasemate mõõtmistulemustega (611 cd/m^2)



Uuringutel osalenud autojuhid juhtisid tähelepanu häirivale olukorrale, kus reklaamekraan vilkus häirivalt valgusfoori taustal.

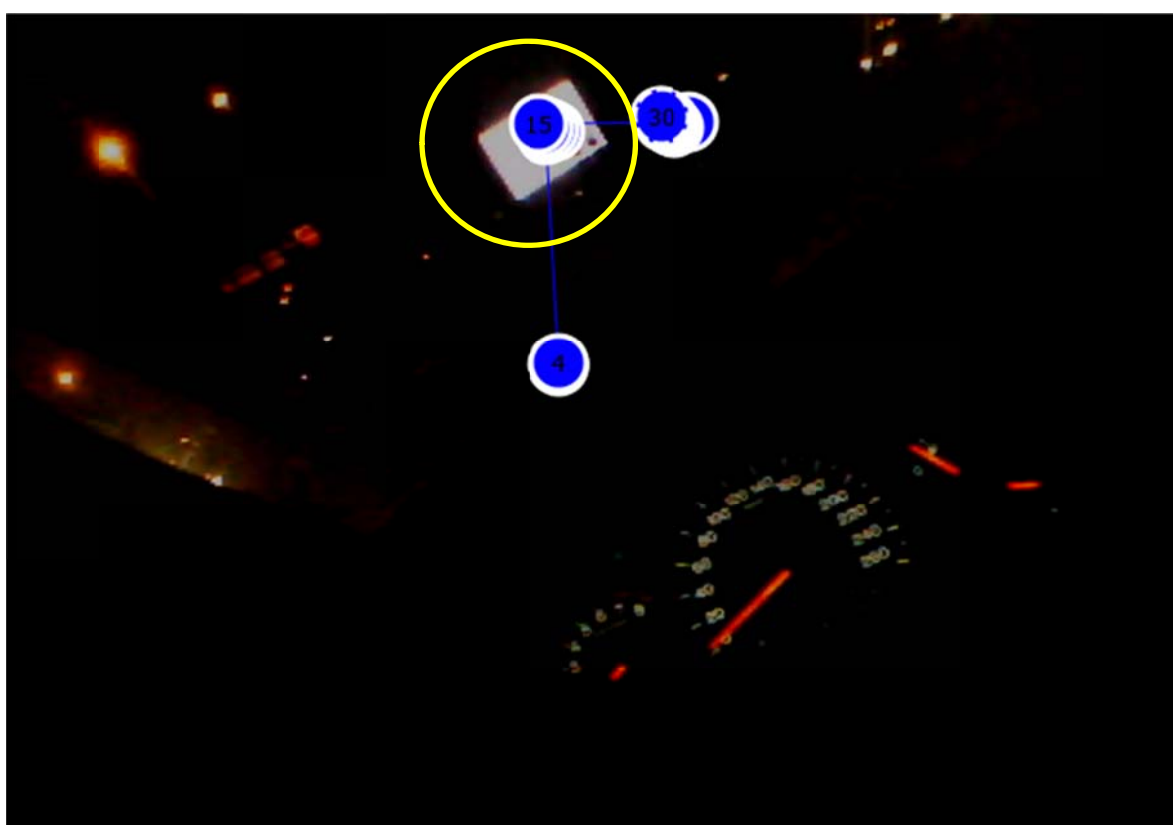


Valgusfoori tulede heledustase oli võrreldav leedekraani heledustasemega.

3.1.3. Eye tracking andmed



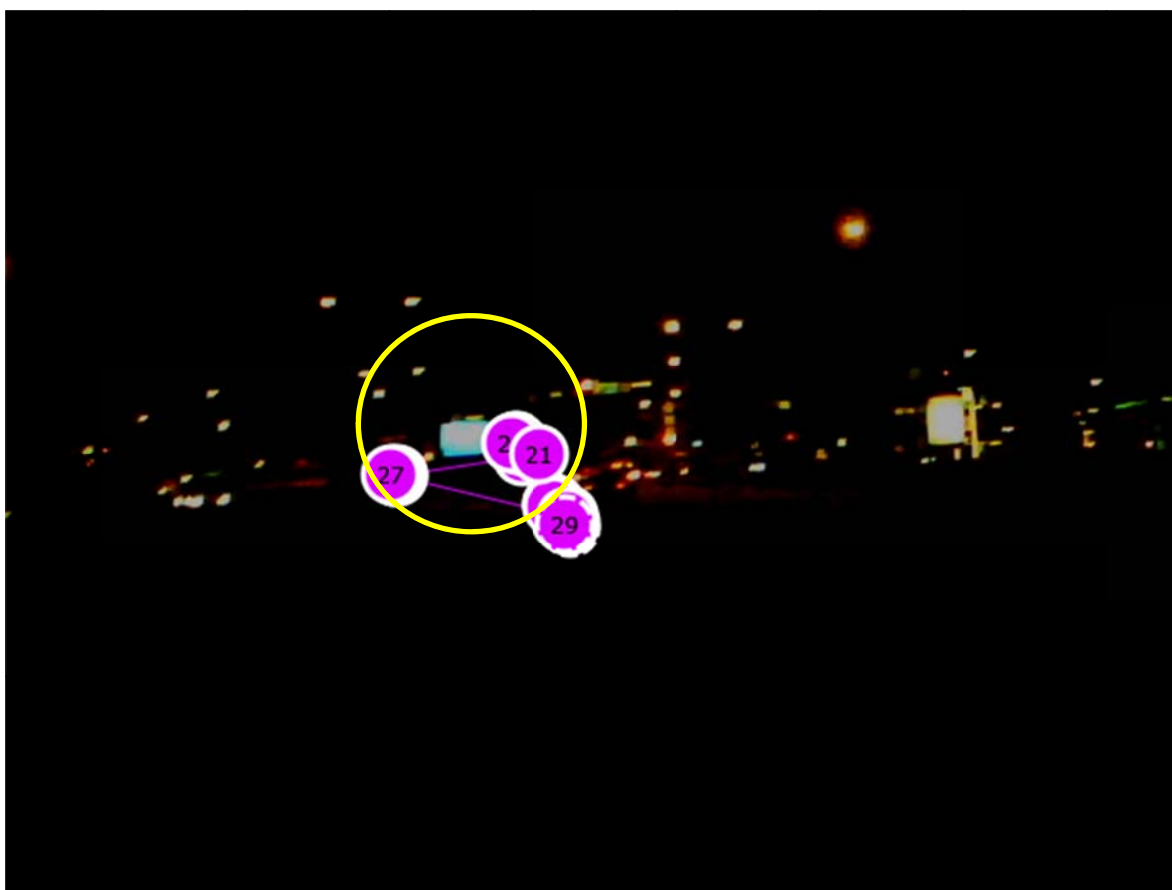
Kogenum juht teadlikult väldib liiga eredaid alasid ning suunab oma pilgu nendest eemale.



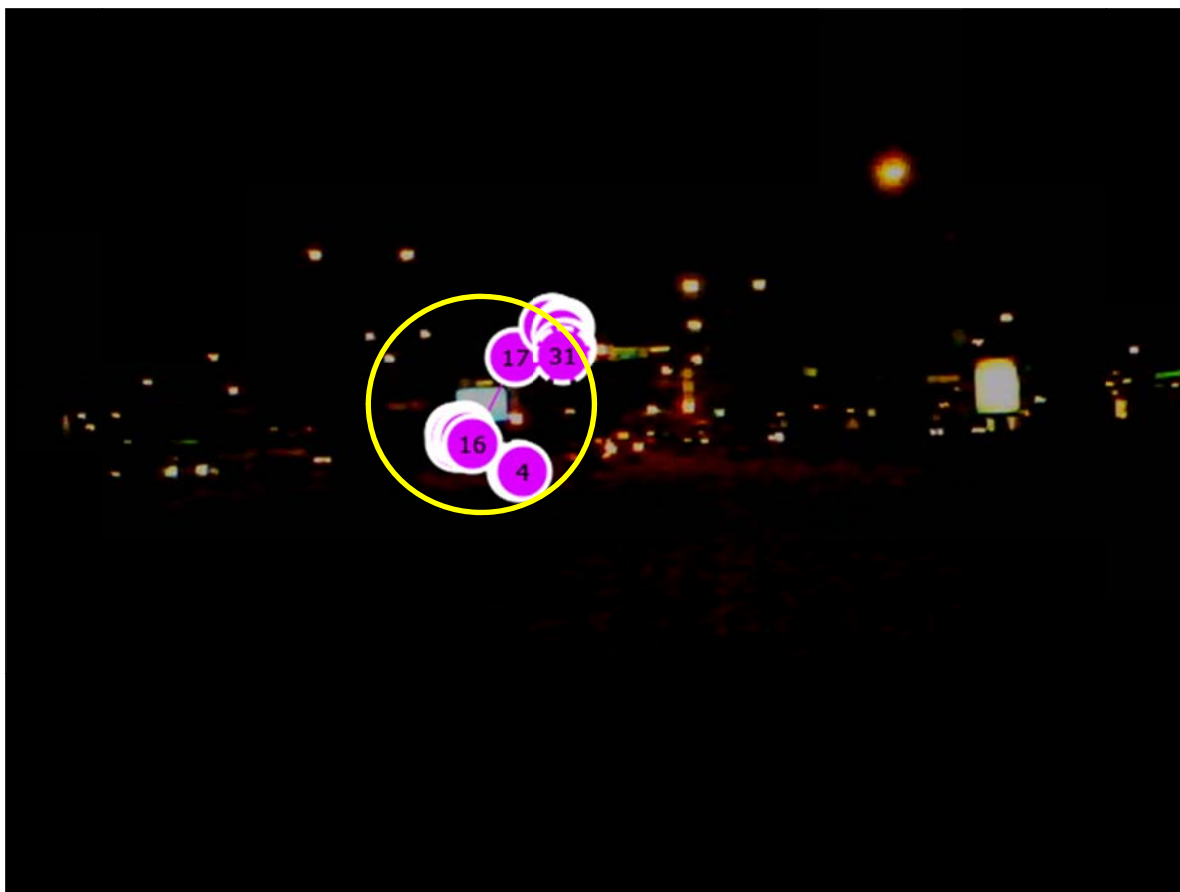
Juhi pilk peatub selgelt leedekraanil.



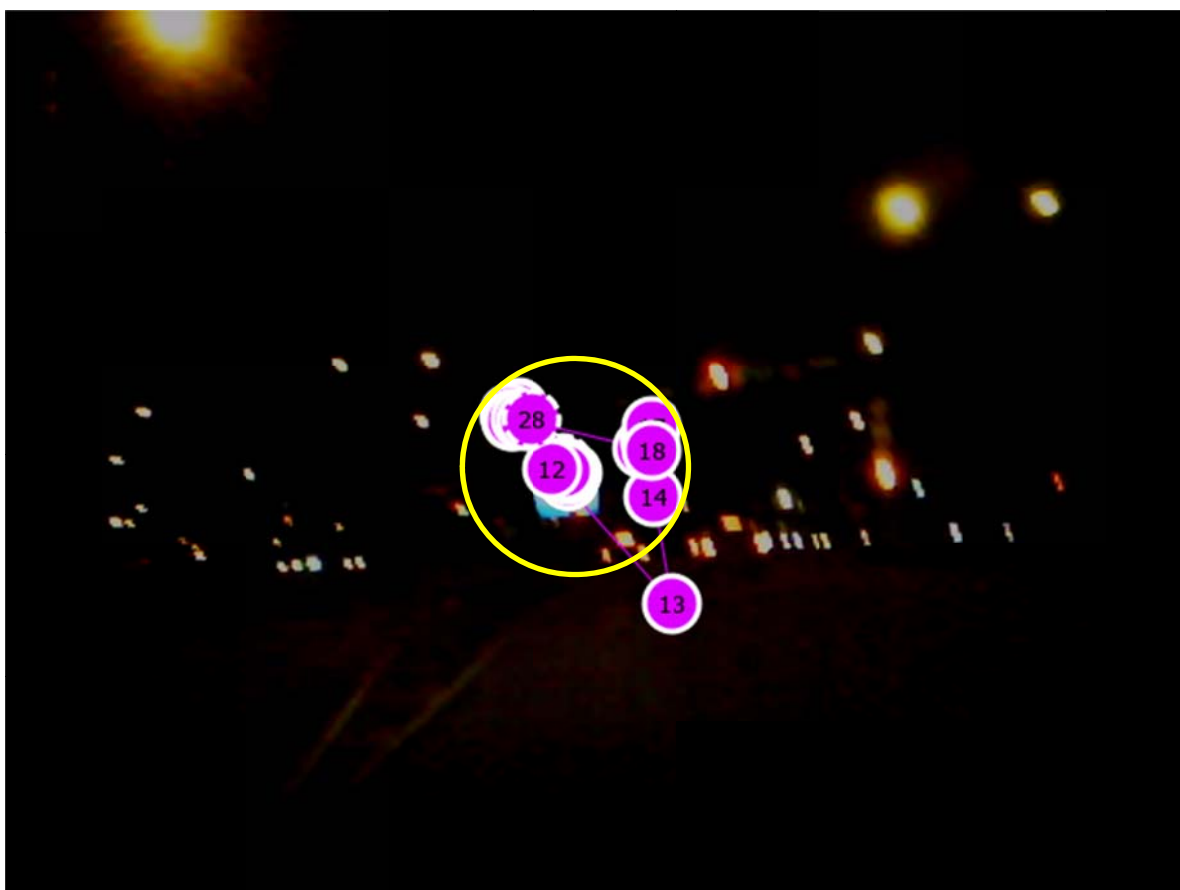
Juht jälgib ekraani mõned korrad veel.



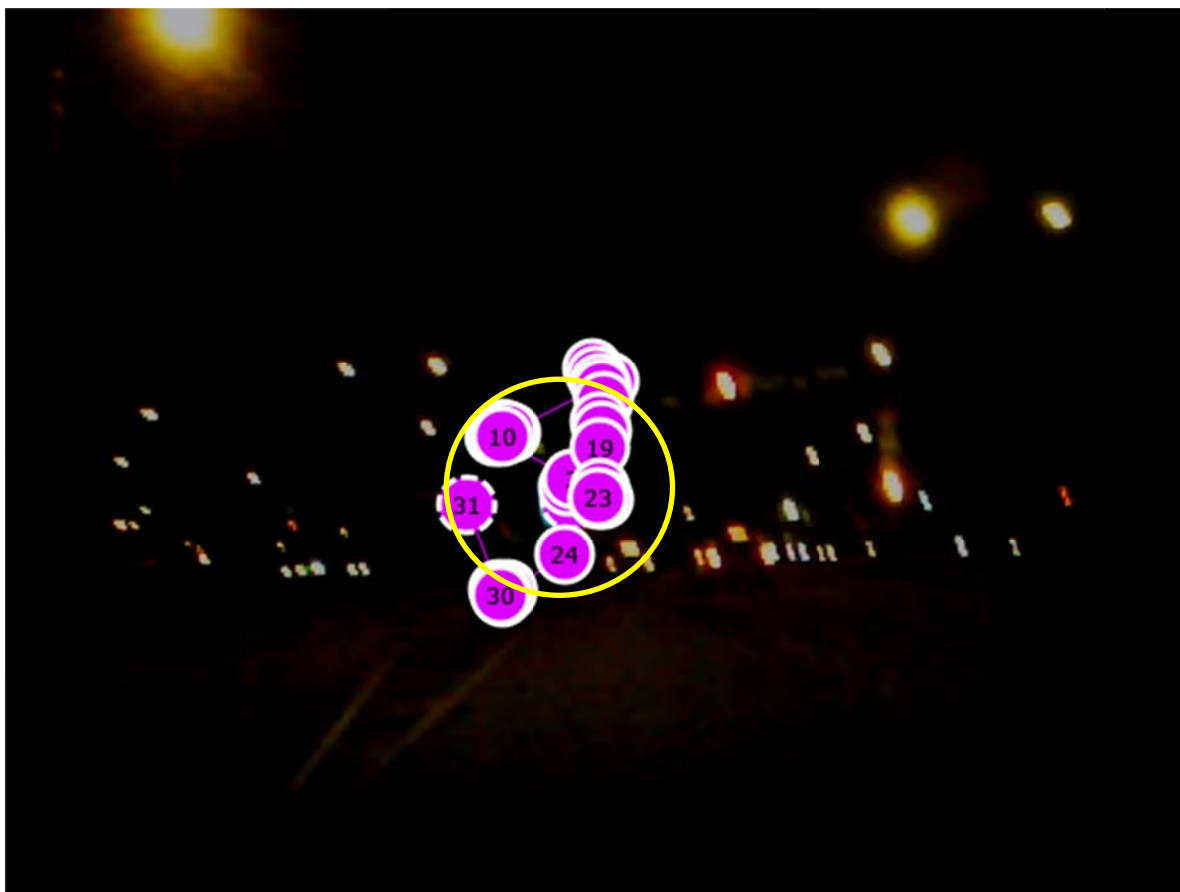
Vähem kogenud juht jälgib ekraani üsna palju.



Vähem kogenud juht jälgib ekraani üsna palju.



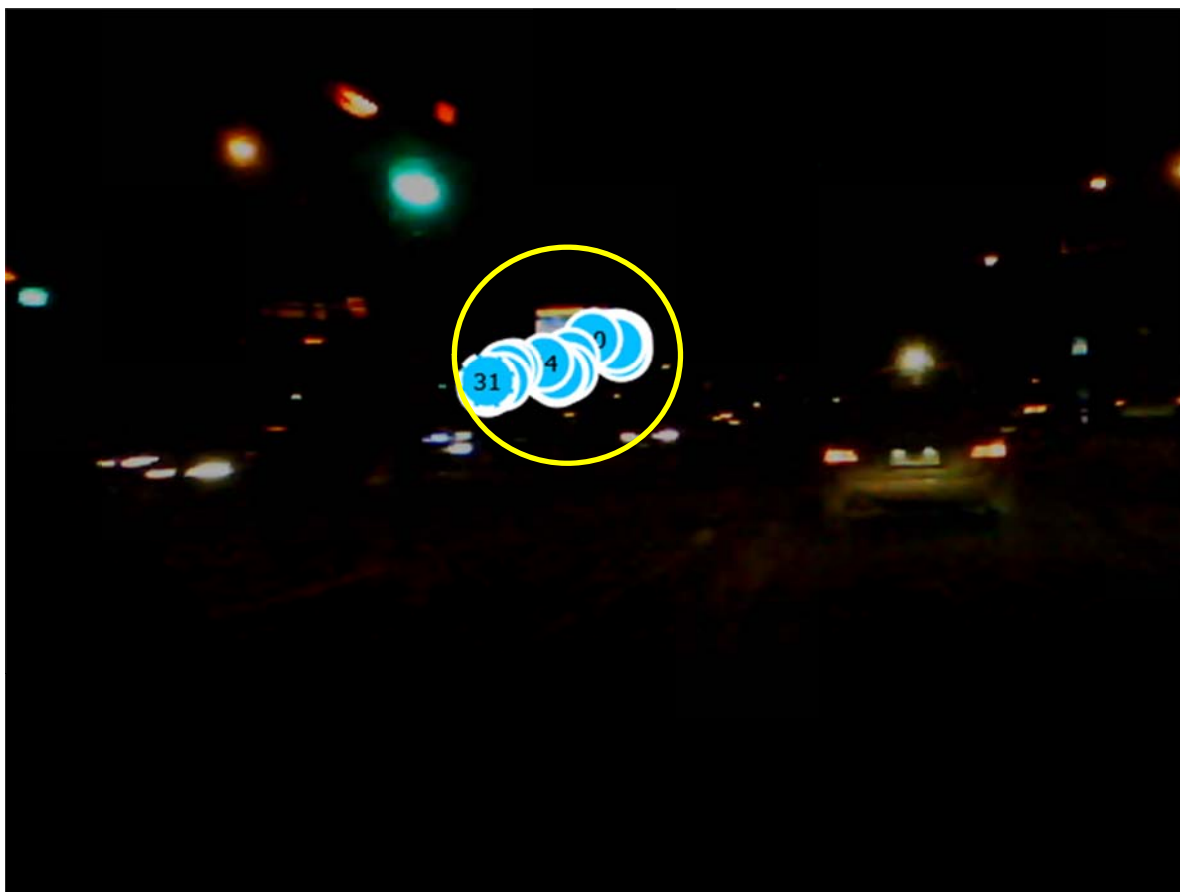
Vähem kogenud juht jälgib ekraani üsna palju.



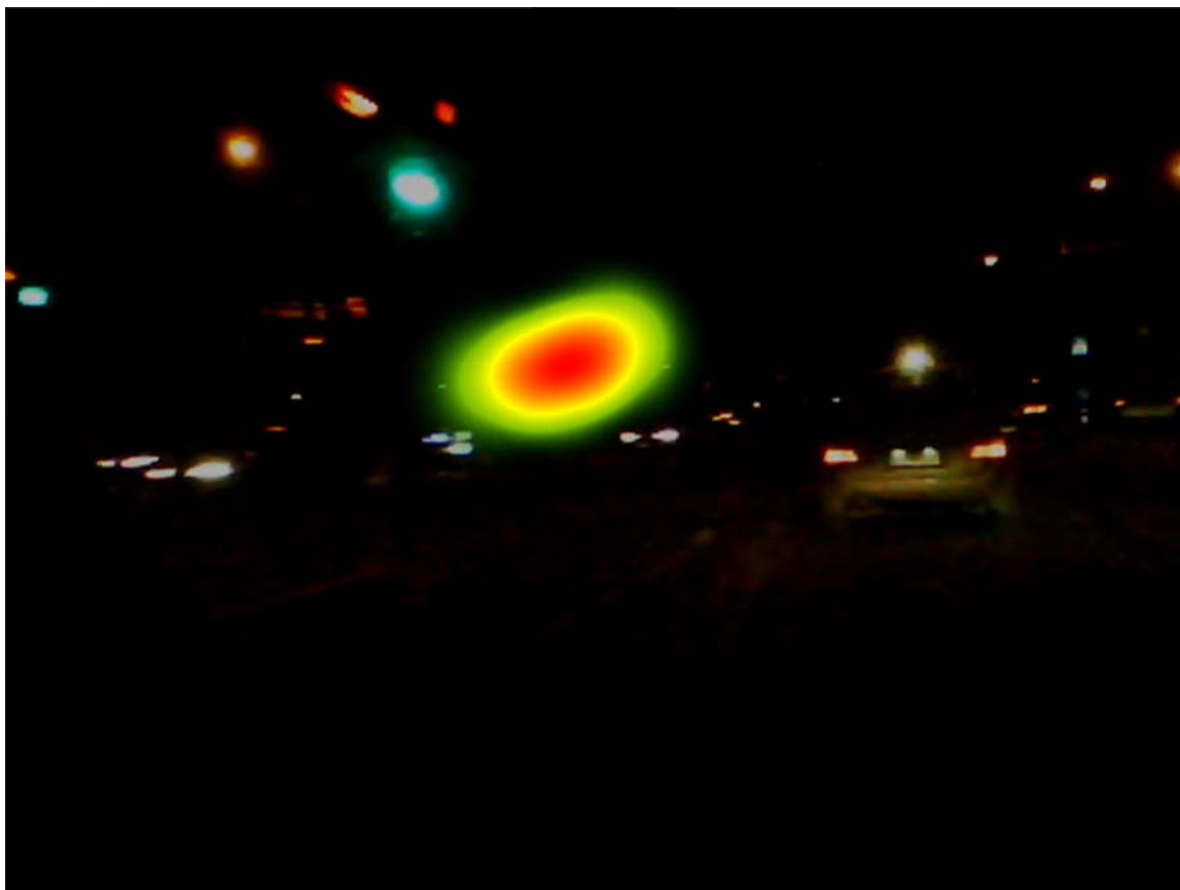
Vähem kogenud juht jälgib ekraani üsna palju.



Autojuht jälgib leedekraani mõnda aega.



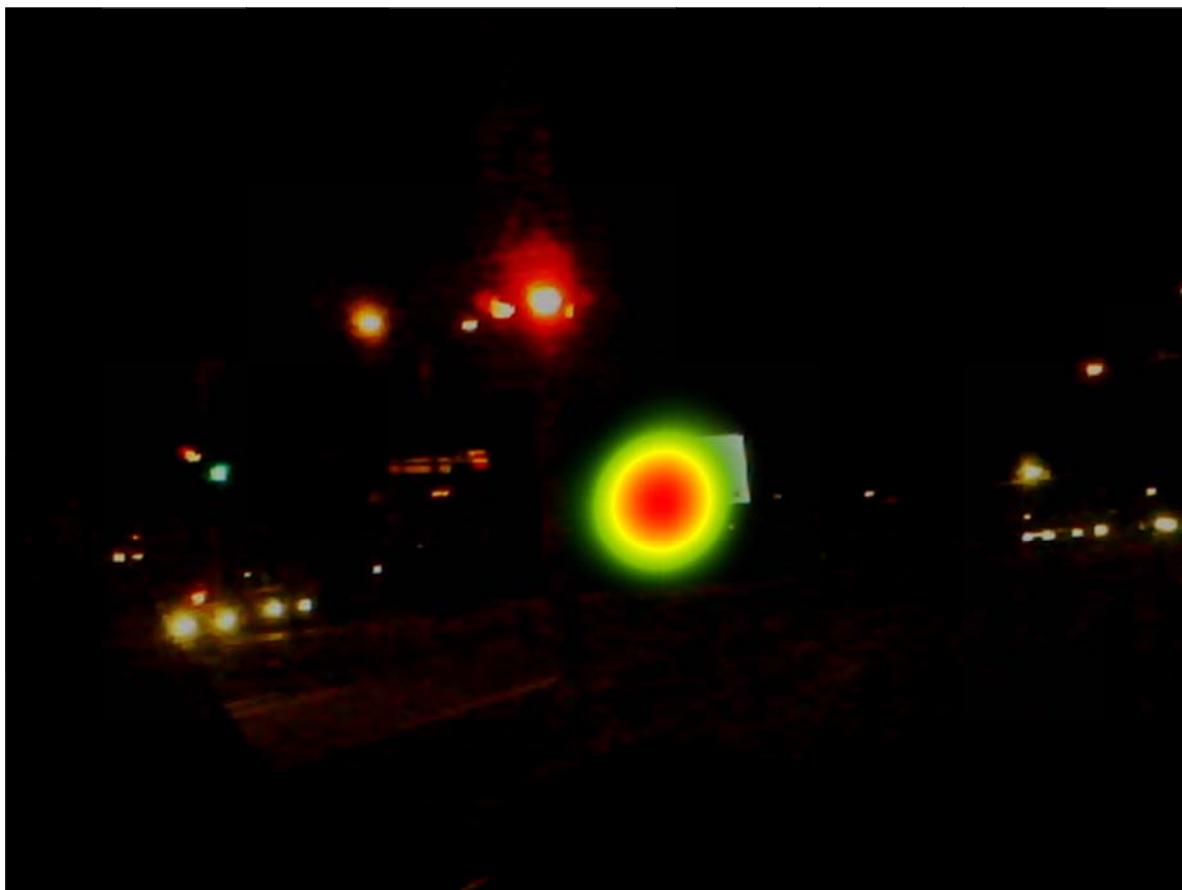
Autojuht jälgib leedekraani mõnda aega.



Sama pilt tähelepanu intensiivsuse järgi.



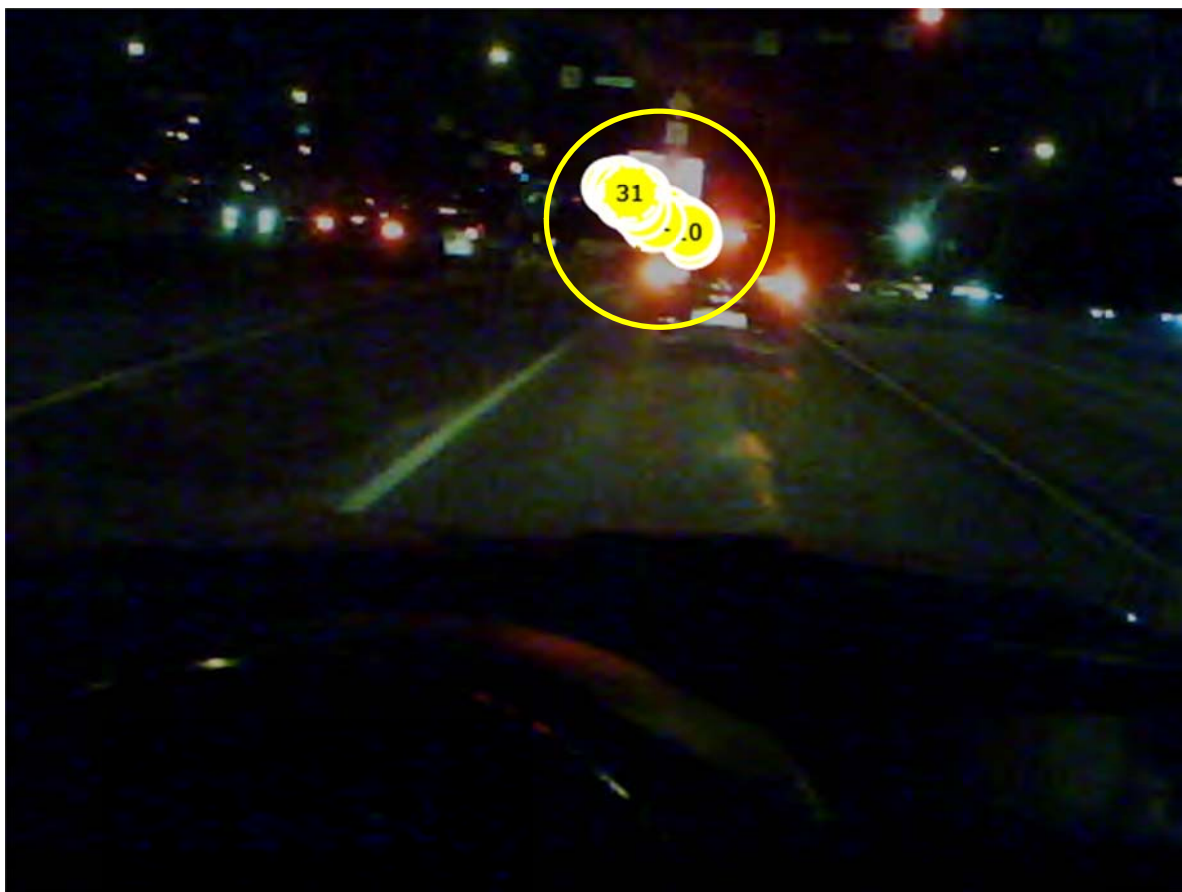
Valgusfoori taga seistes juhi pilk korraaks peatub ekraanil.



Sama pilt tähelepanu intensiivsuse järgi.



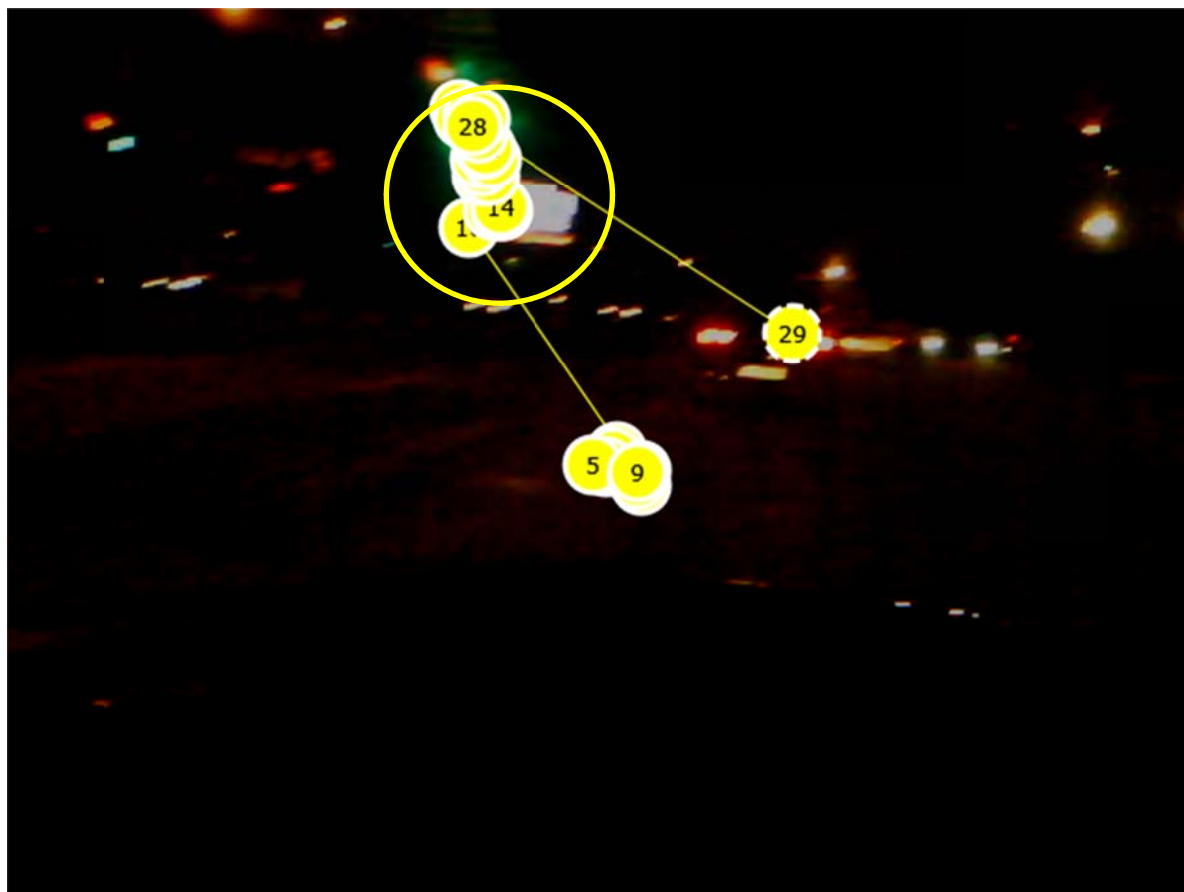
Valgusfoori taga seistes juhi pilk korraaks peatub ekraanil, kuid hiljem ta enam ei jälgi reklaami.



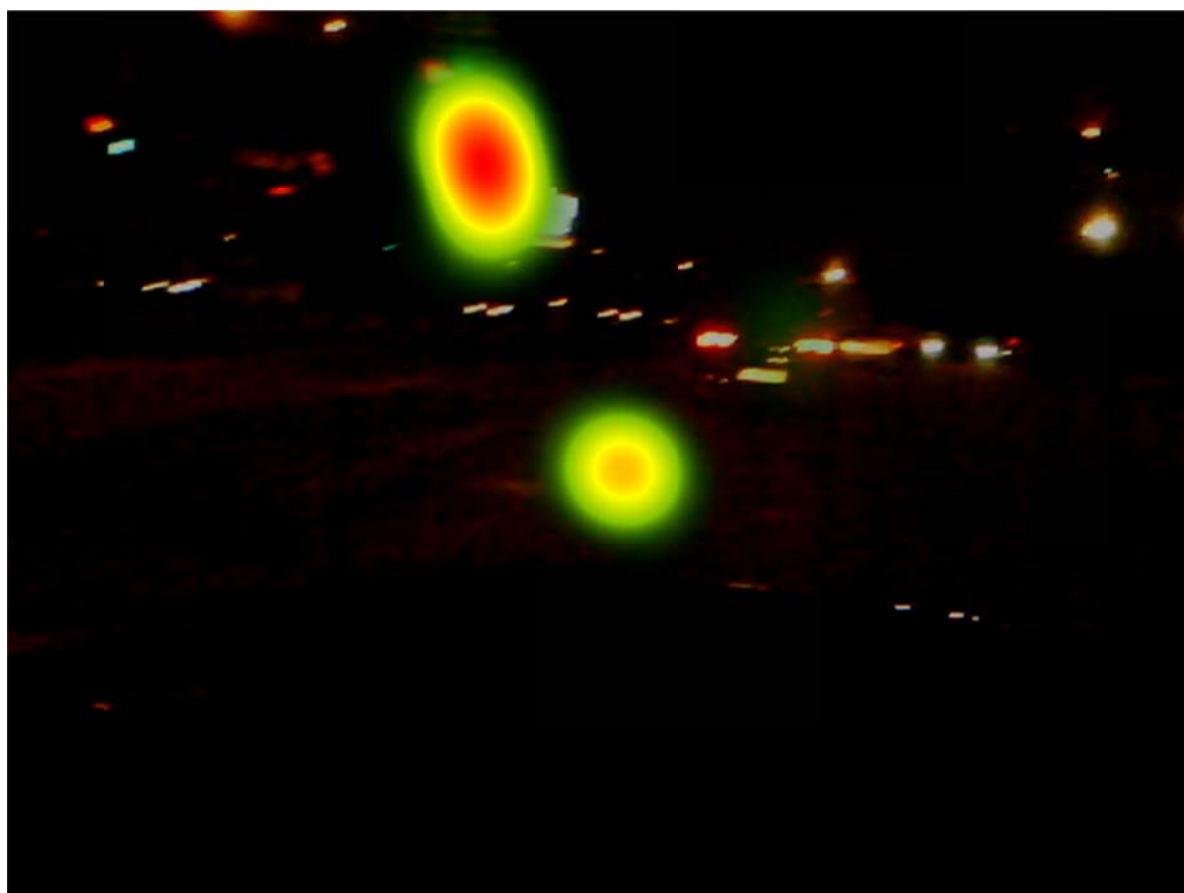
Kuna valgusfoor jääb ristmikul leedekraani taustale, siis on raske öelda, mida juht täpselt jälgib.



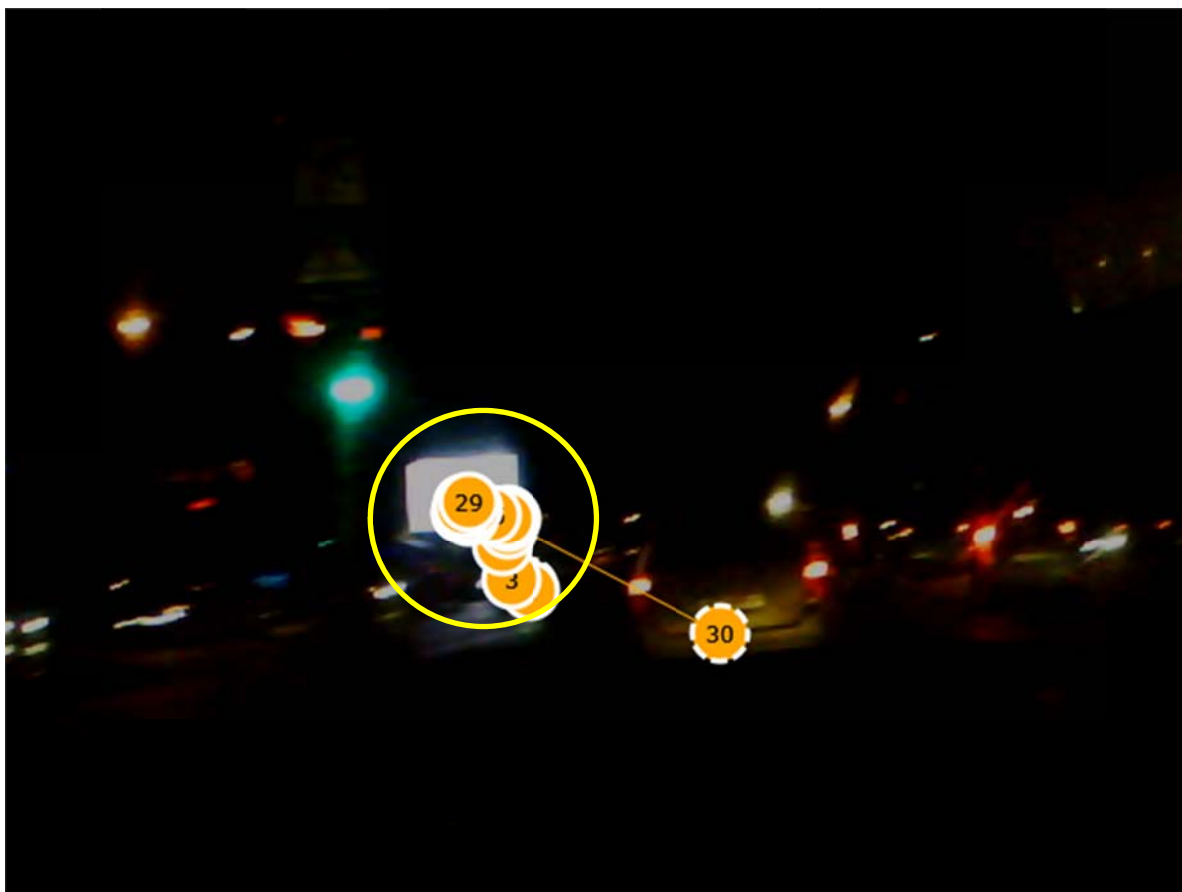
Sama pilt tähelepanu intensiivsuse järgi.



Kuna valgusfoor jääb ristmikul leedekraani taustale, siis on raske öelda, mida juht täpselt jälgib.



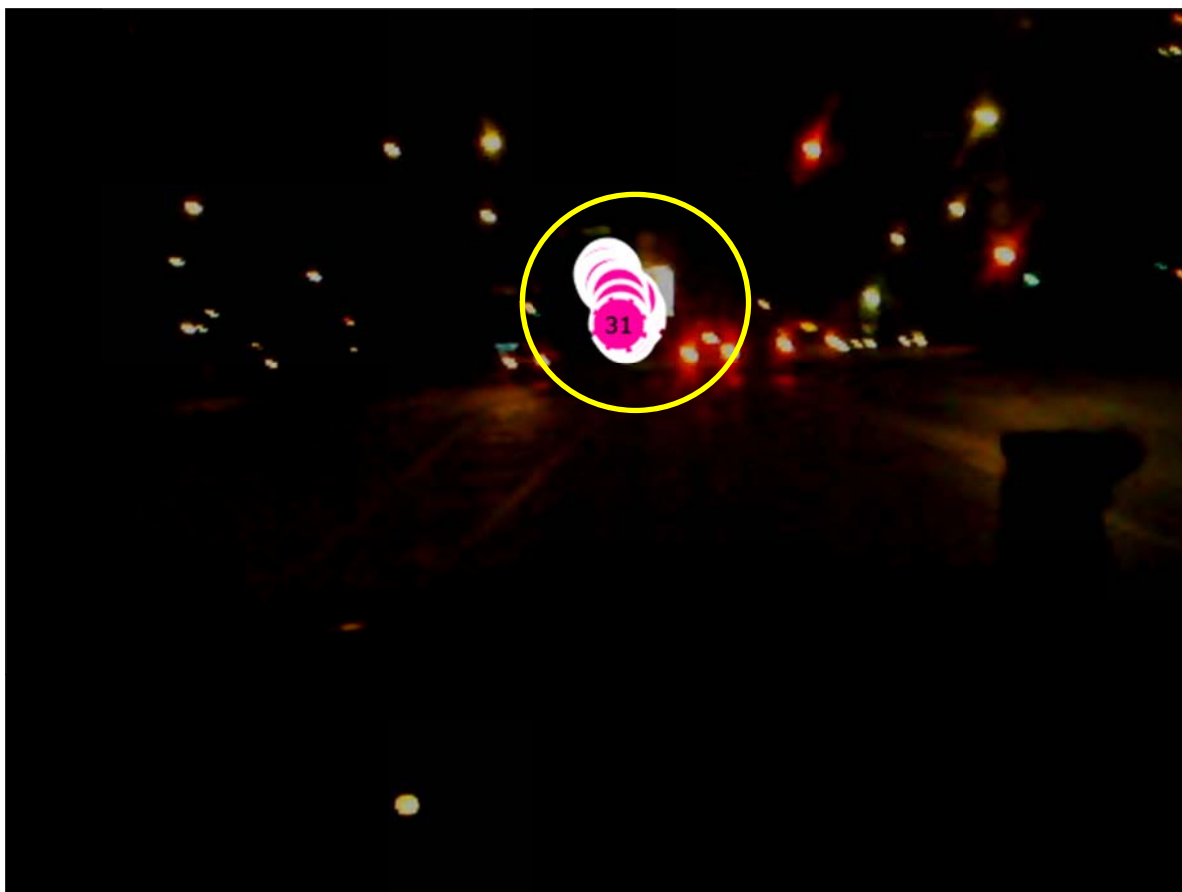
Sama pilt tähelepanu intensiivsuse järgi.



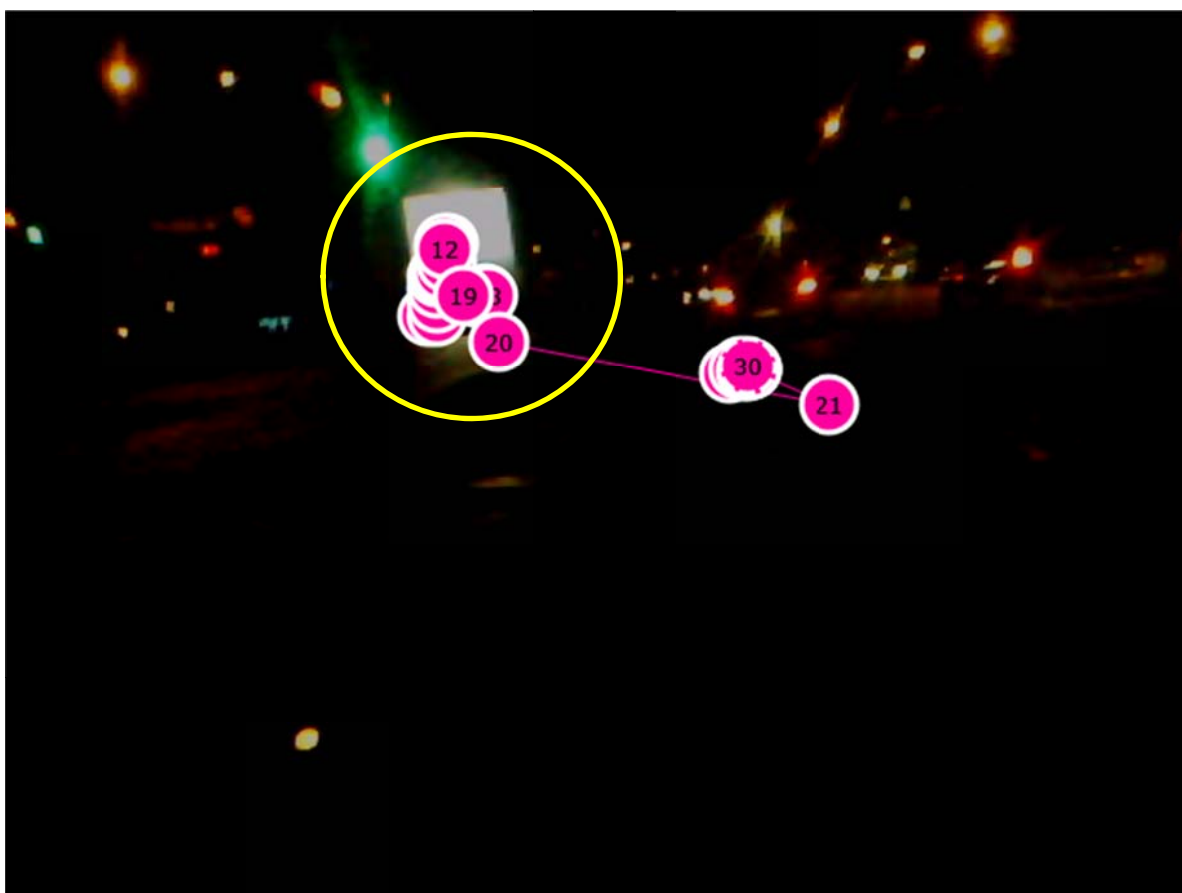
Noorem algaja juht vaatas samuti korraks leedekraani.



Leedekraan tõmbab päris palju algaja juhi tähelepanu.

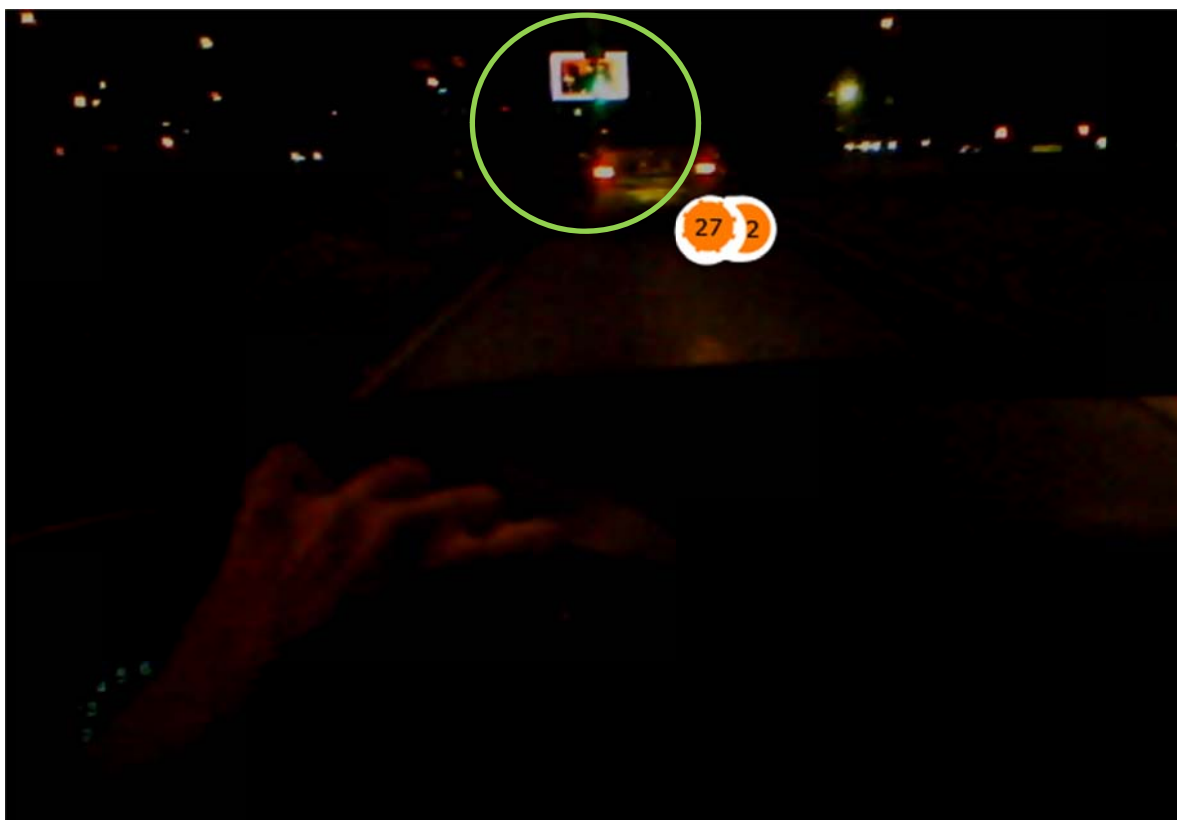


Leedekraan tõmbab päris palju algaja juhi tähelepanu.

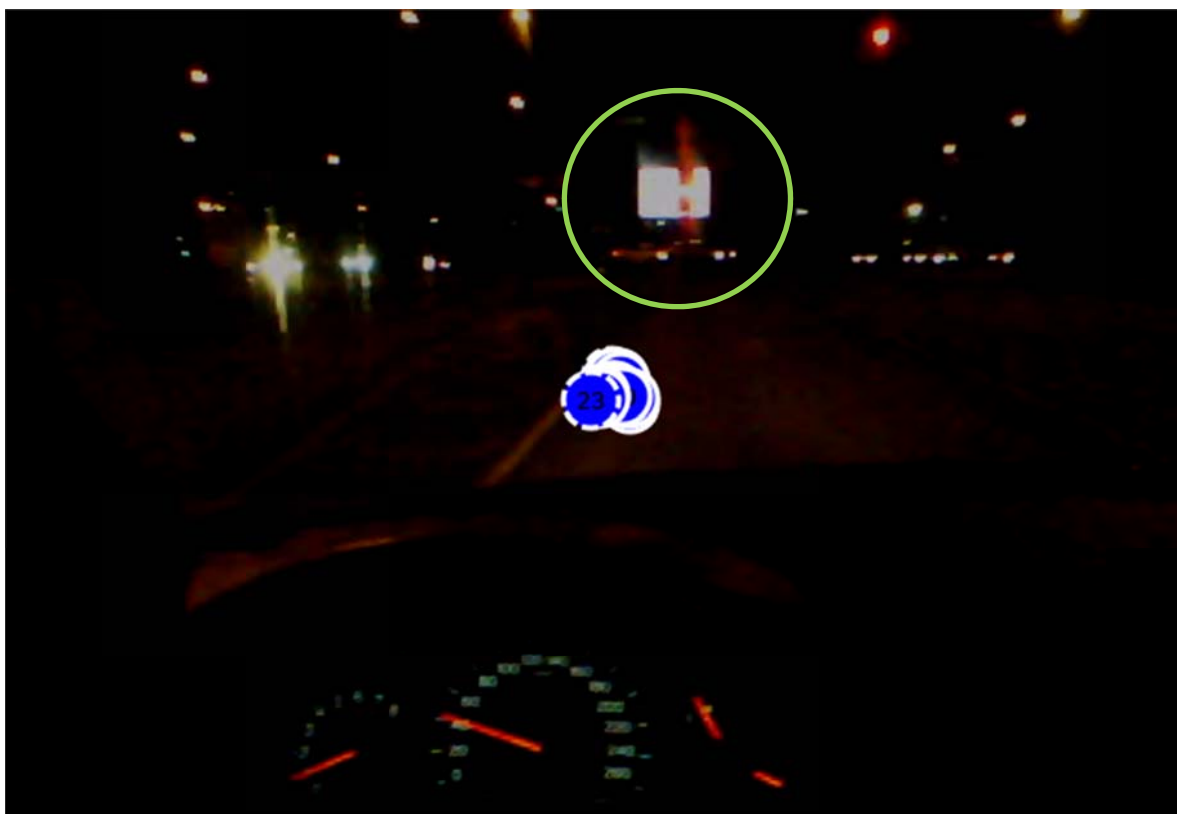


Leedekraan tõmbab päris palju algaja juhi tähelepanu.

Juhtide kommentaarid



Valgusfoor jääb leedreklaami taustale.



Valgusfoor jääb leedreklaami taustale.

3.2. Tammsaare tee 85

3.2.1. Objekti kirjeldus

Uurimisobjektiks on leedekraan suures osas staatilise infoga.

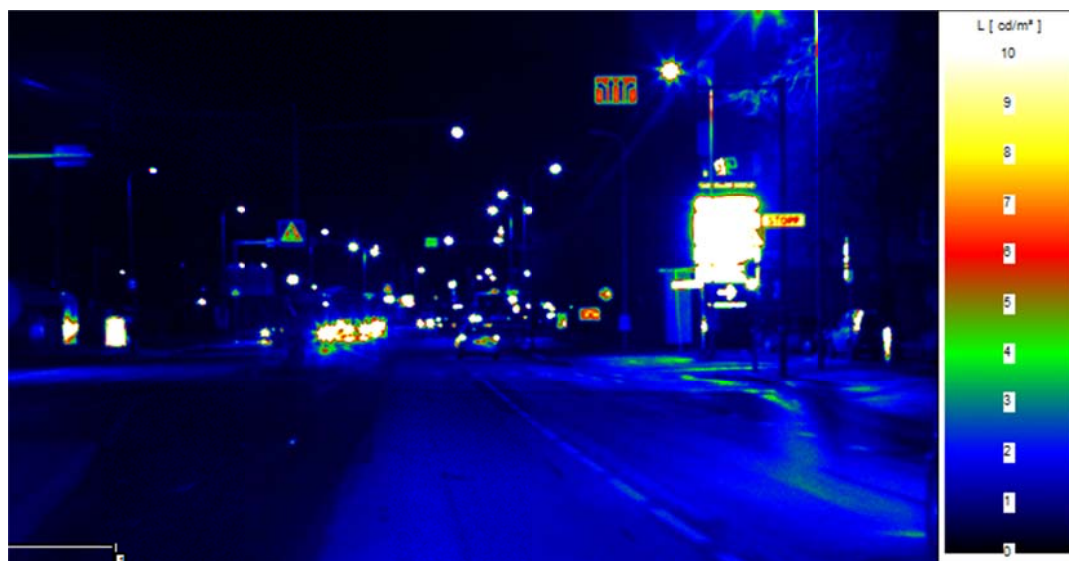
Asukoht: Tammsaare tee 85 (Sõpruse pst sõidusuund)



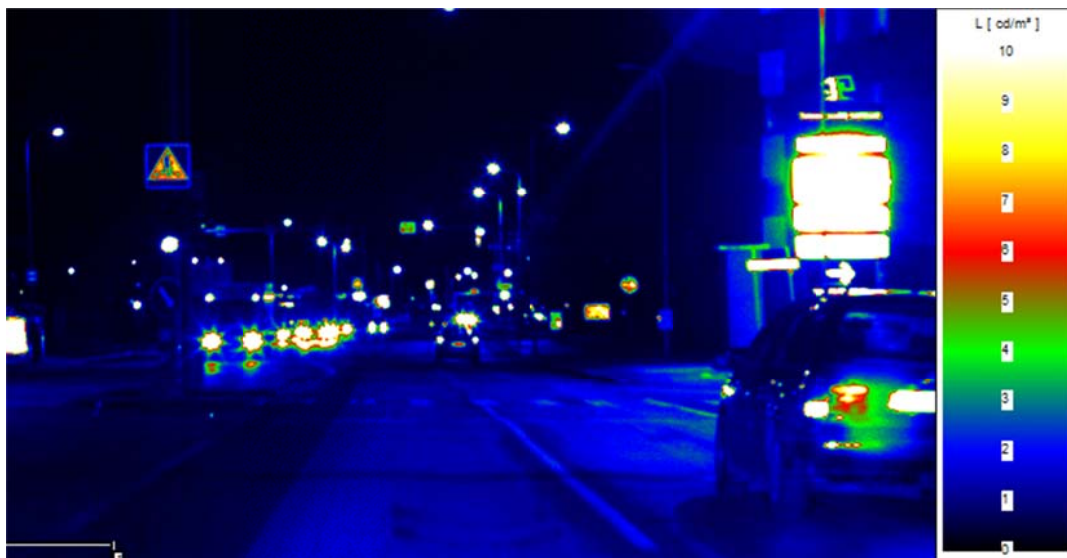
Uurimisobjekt: Tammsaare tee 85

3.2.2. Valgusemõõtmise andmed

Lisatud pildid videoülevõttelt, mis oli tehtud digitaalse heleduse mõõtekaameraga.

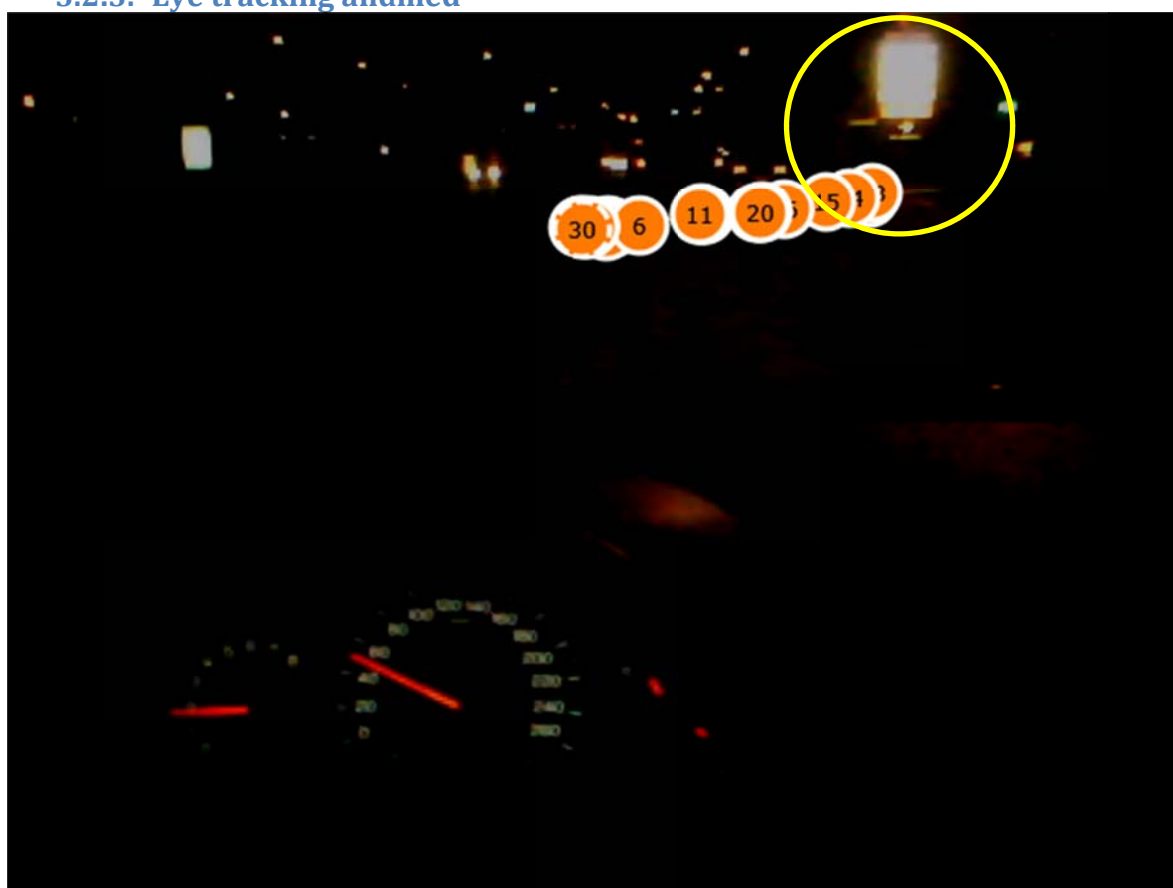


Sõidutee heledustase 2-5 cd/m^2 ; leedreklaami pinna maksimaalne heledustase oli 2300 cd/m^2 ;

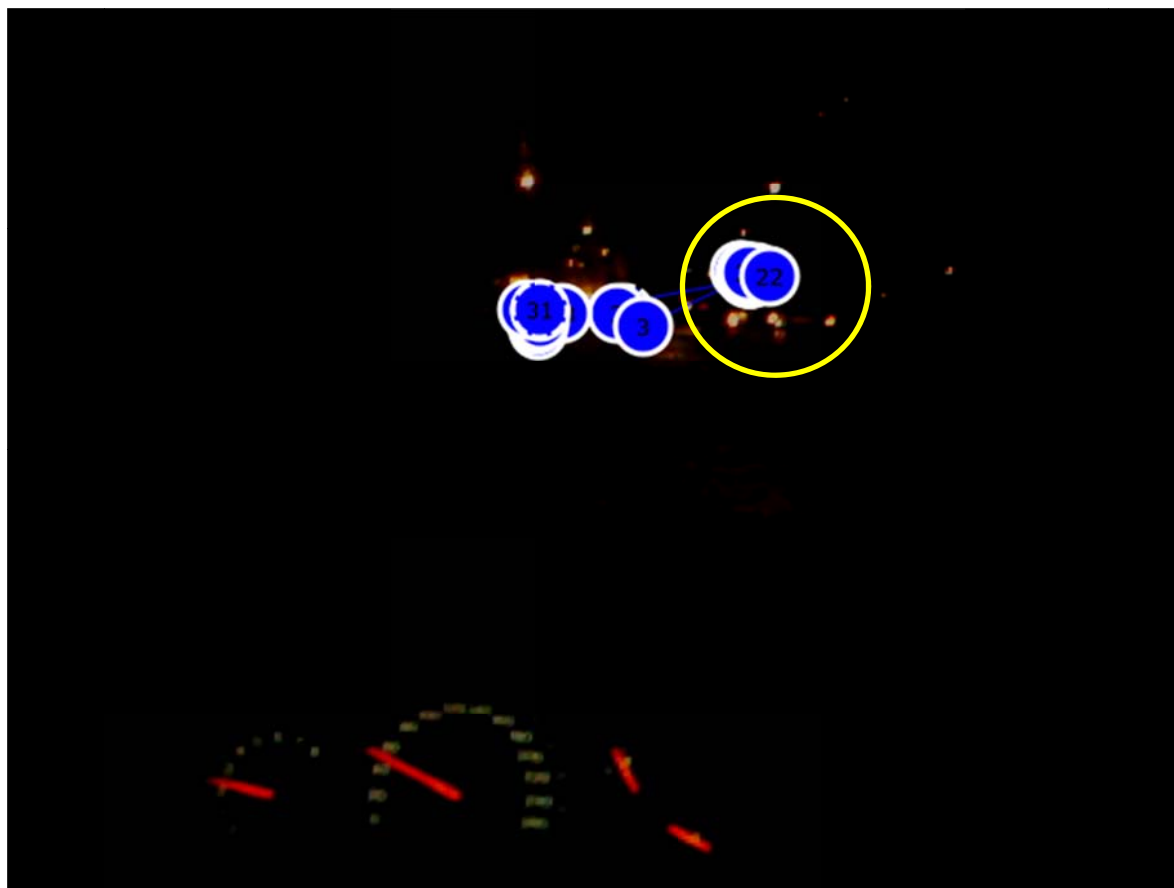


Kõrge heledustasemega reklaamiga pimestatakse juhti, kellel ei ole võimalik jälgida liiklusmärke ning teetähiseid. Ülekäigurada on eraldi valgustamata ning üks sõidutee pooltest on tunduvalt hämaram.

3.2.3. Eye tracking andmed



Kogenum juht teadlikult väldib liiga eredaid, pimestavaid alasid ning suunab oma pilku nendest eemale.



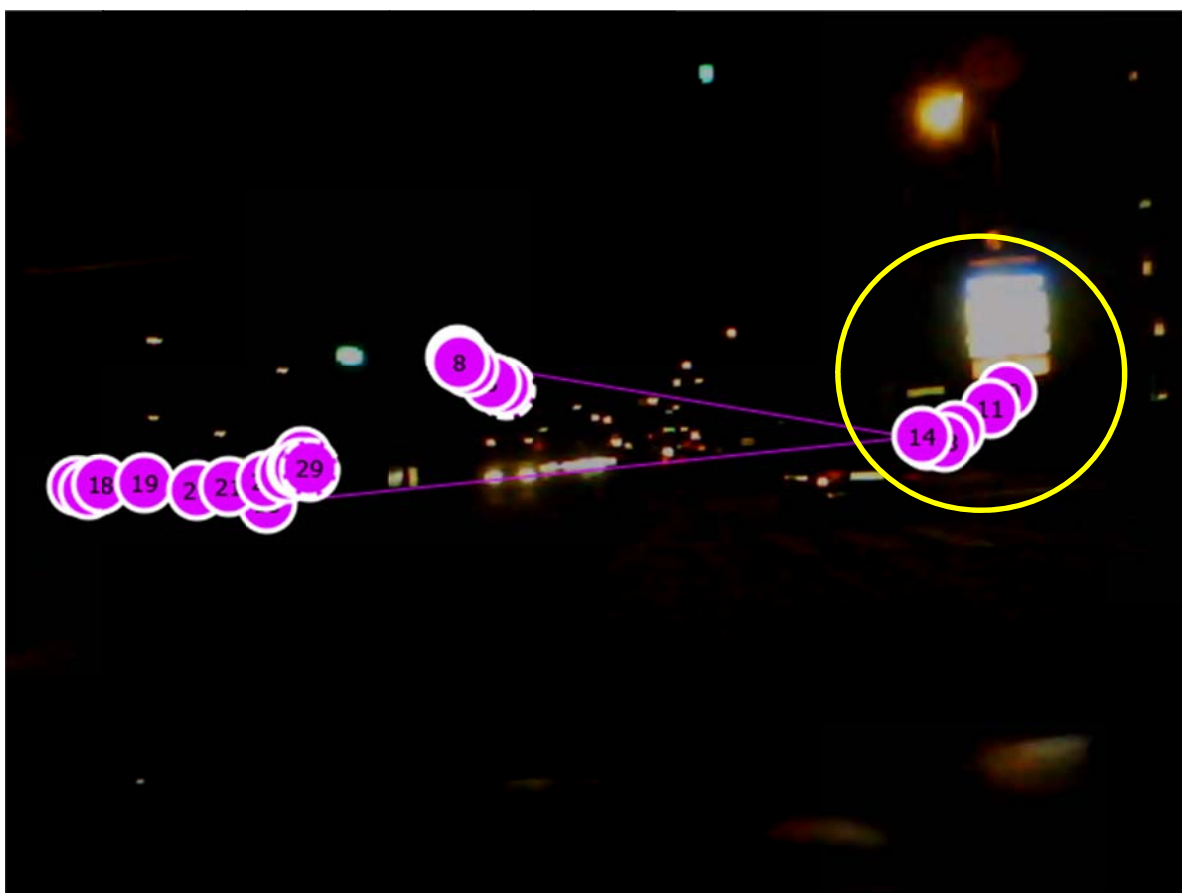
Kaugelt lähenedes juhi pilk fikseerib leedekraani ära.



Kaugelt lähenedes juhi pilk fikseerib leedekraani ära, kuid lähemale sõites suunab pilku eemale.



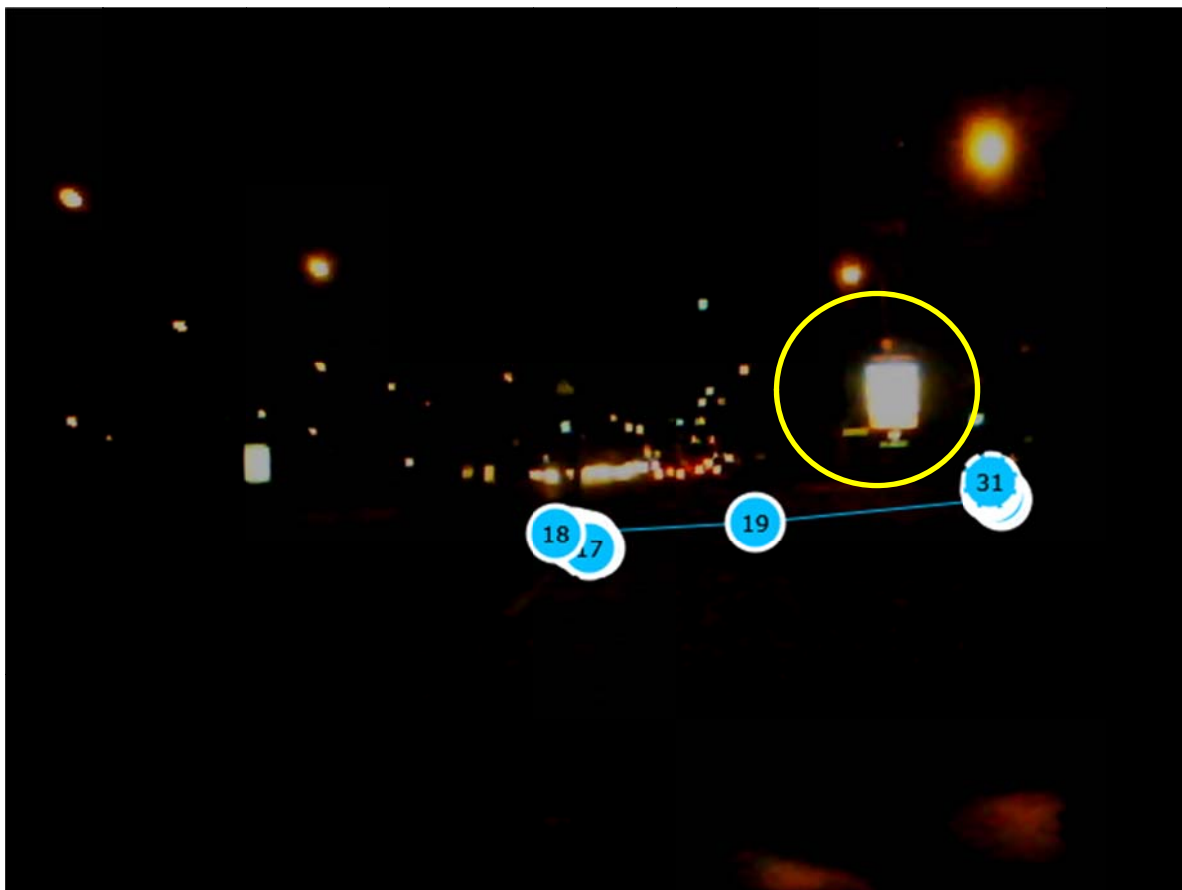
Kaugelt lähenedes juht vaatab leedekraani poole.



Lähemale tulles, vaatab mõned korrad veel.



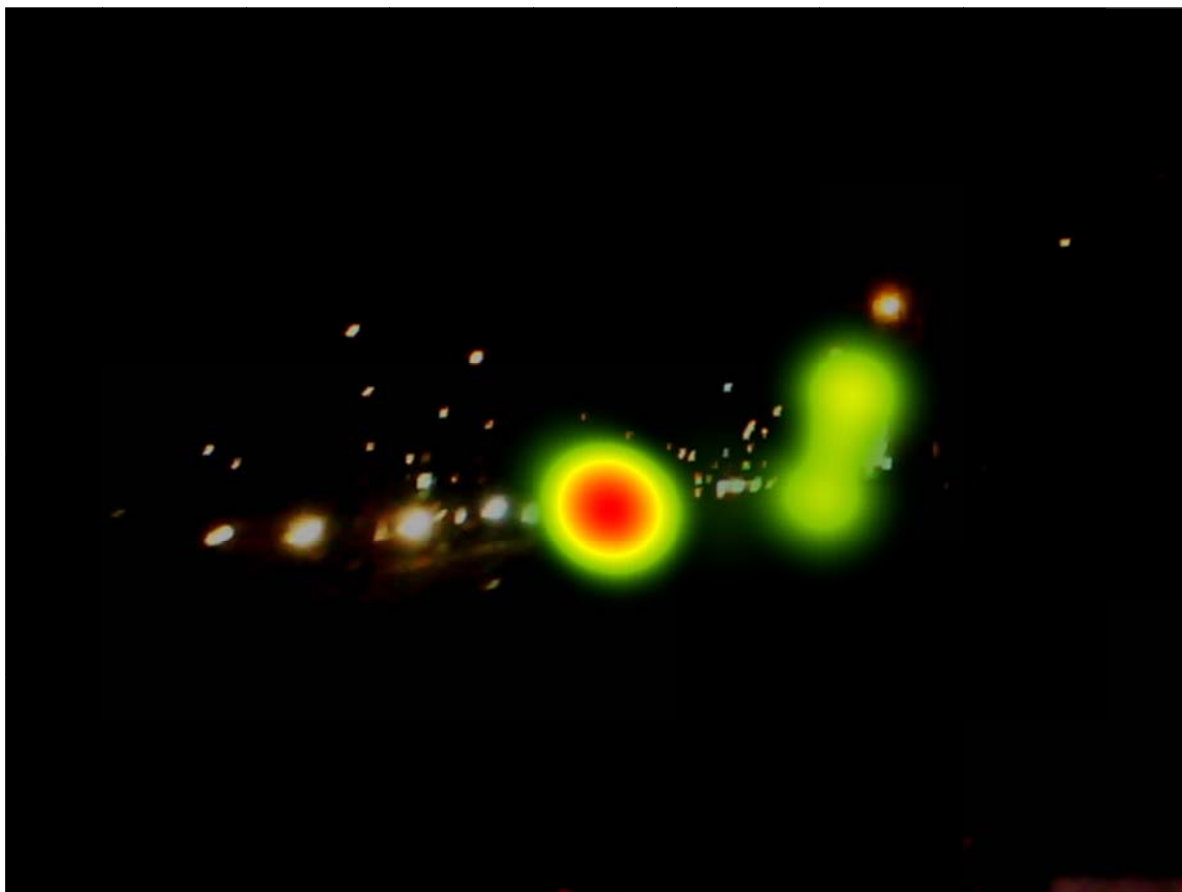
Juht jälgib eemalt tumedalt taustalt selgelt eristuvat eredat laiku.



Lähemale sõites juht ei vaata enam sinna poole.



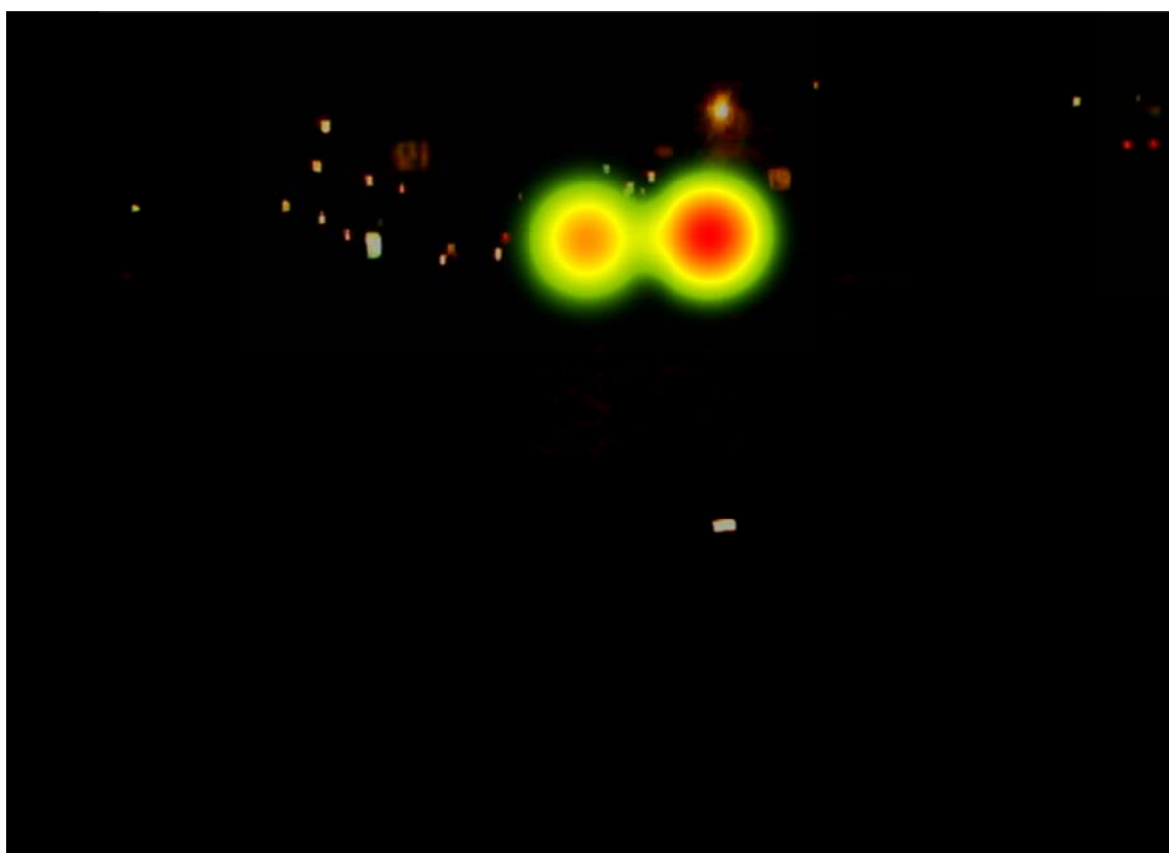
Juht korraaks vaatab ekraani, kuid mitte kaua, tema tähelepanu on suunatud teele.



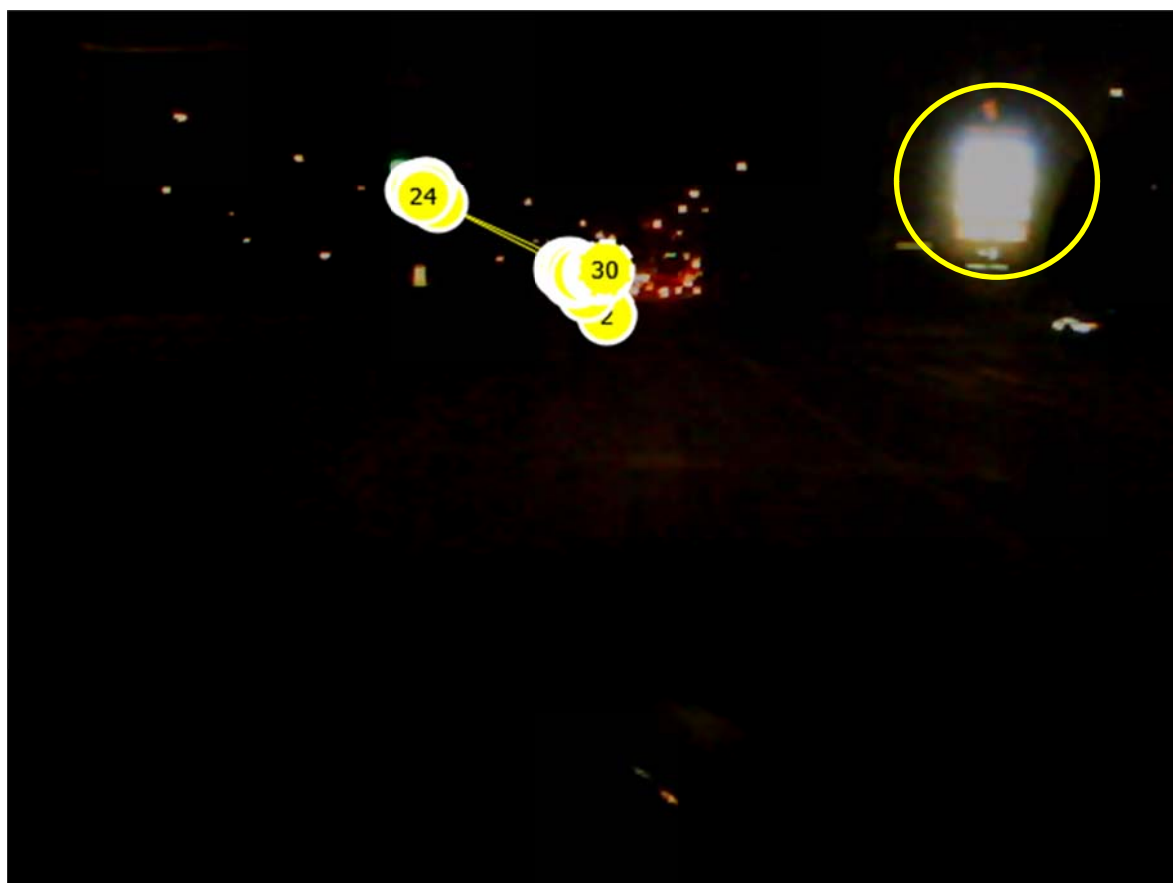
Sama pilt tähelepanu intensiivsuse järgi.



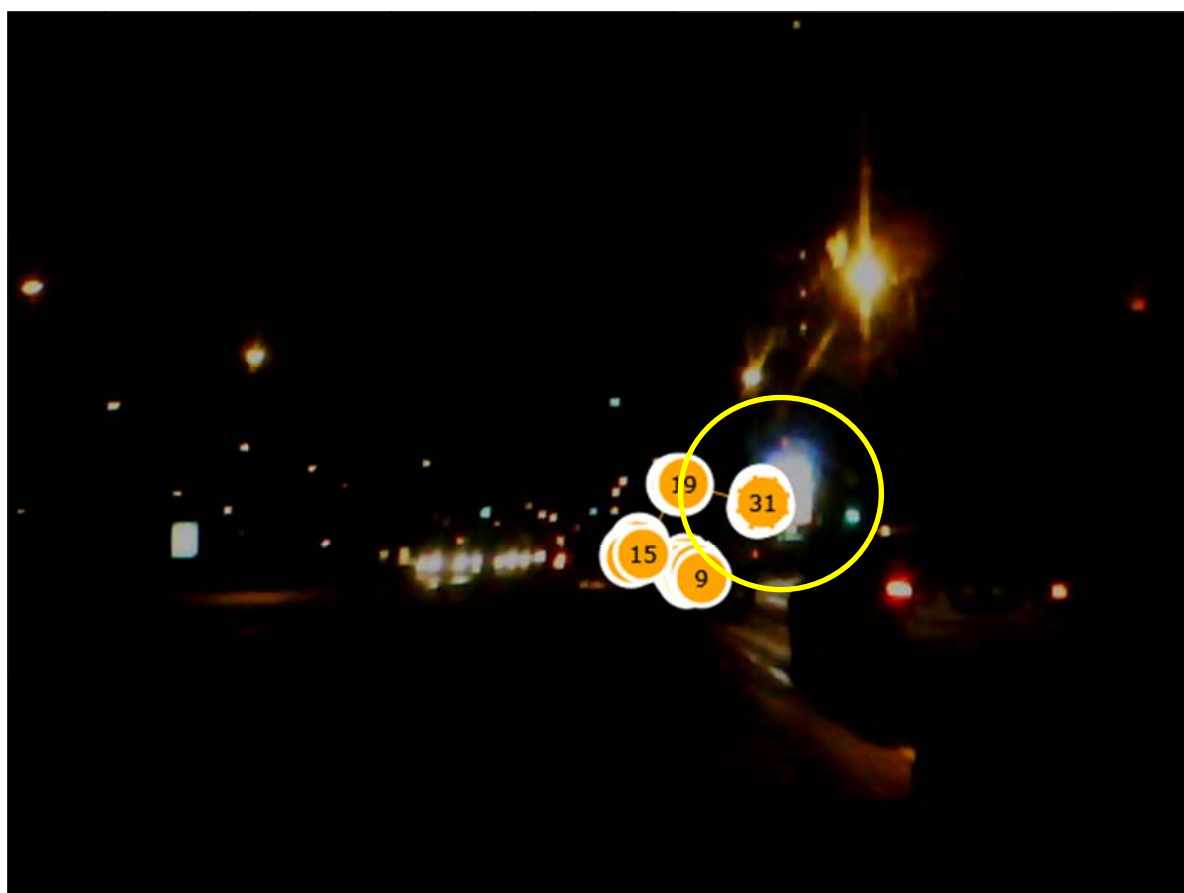
Juht eemalt korraldaks fikseeris eredat laiku eespool.



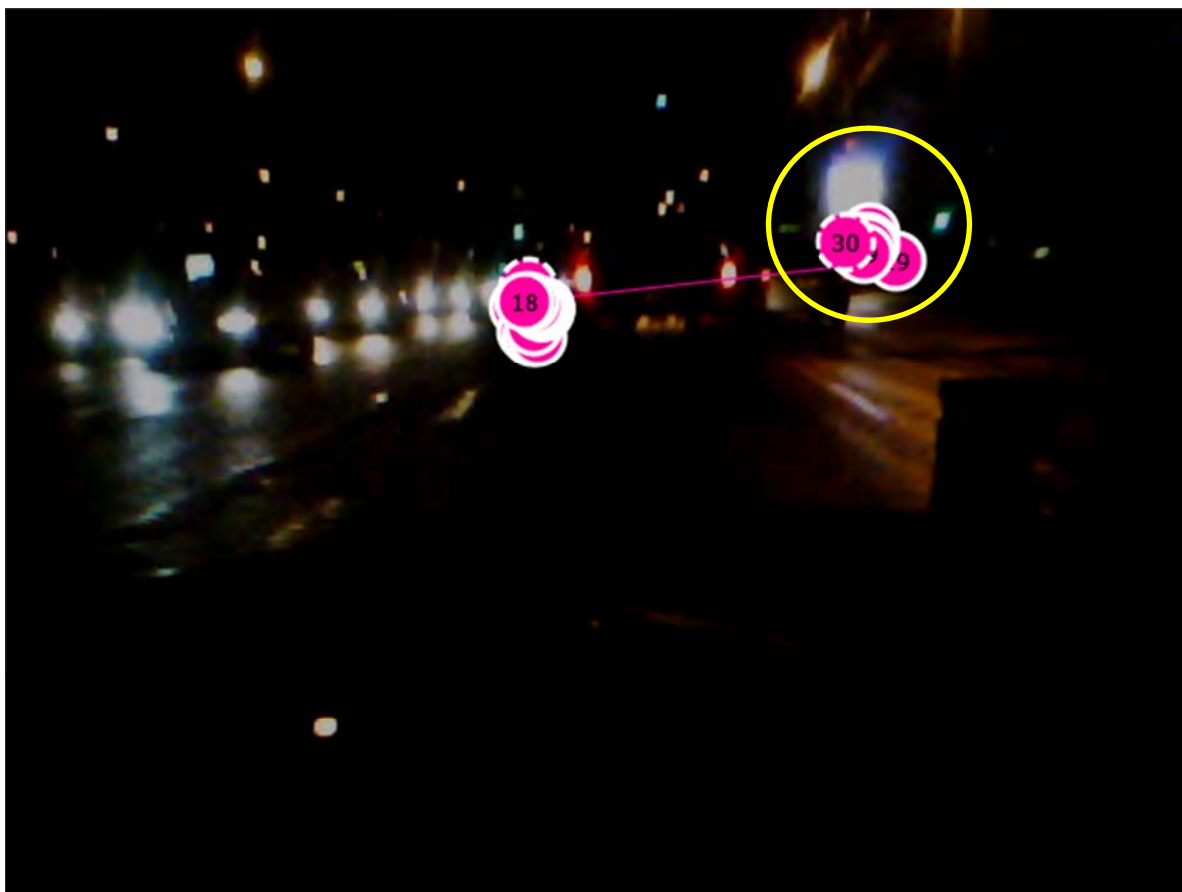
Sama pilt tähelepanu intensiivsuse järgi.



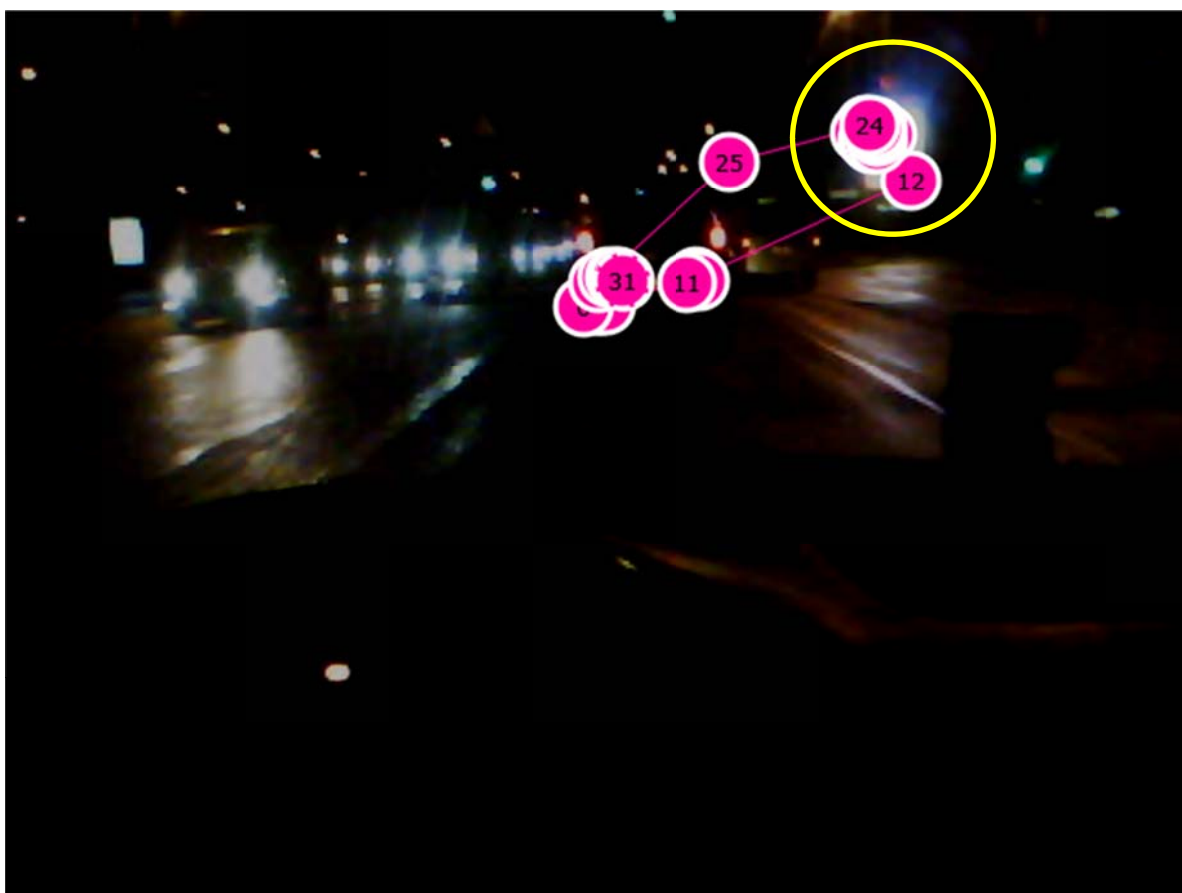
Juht eemalt korraaks fikseeris eredat laiku eespool, kuid rohkem selle suunas ei vaadanud.



Noorem algaja juht korraaks vaatas reklaami poole, kuid see teda ei seganud.



Algaja juhi tähelepanu on pidevalt suunatud reklaami suunas.



Algaja juhi tähelepanu on pidevalt suunatud reklaami suunas.



Algaja juhi tähelepanu on pidevalt suunatud reklaami suunas. Samal ajal kommenteerides, et see on eriti räigelt ere reklaam, lausa „lööb“ silmadesse.

Juhtide kommentaarid

Tammsaare tee on kohati väga pime, jalakäijad ei ole näha. Inimesi on näha alates sellest hetkest, kui nad juba on sõidutee ülekäigurajal.

3.3. Tondi - Tammsaare tee ristmik

3.3.1. Objekti kirjeldus

Uurimisobjektiks on suur leedekraan pidevalt vahetuva reklaamiga.

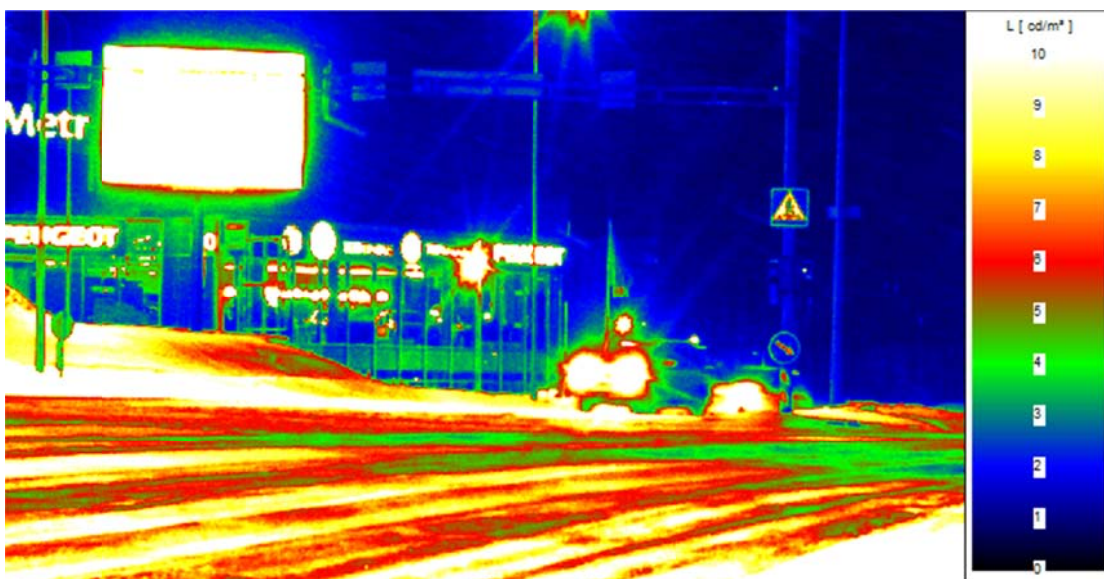
Asukoht: Tondi - Tammsaare tee - Rahumäe tee ristmik (Sõpruse pst sõidusuund)



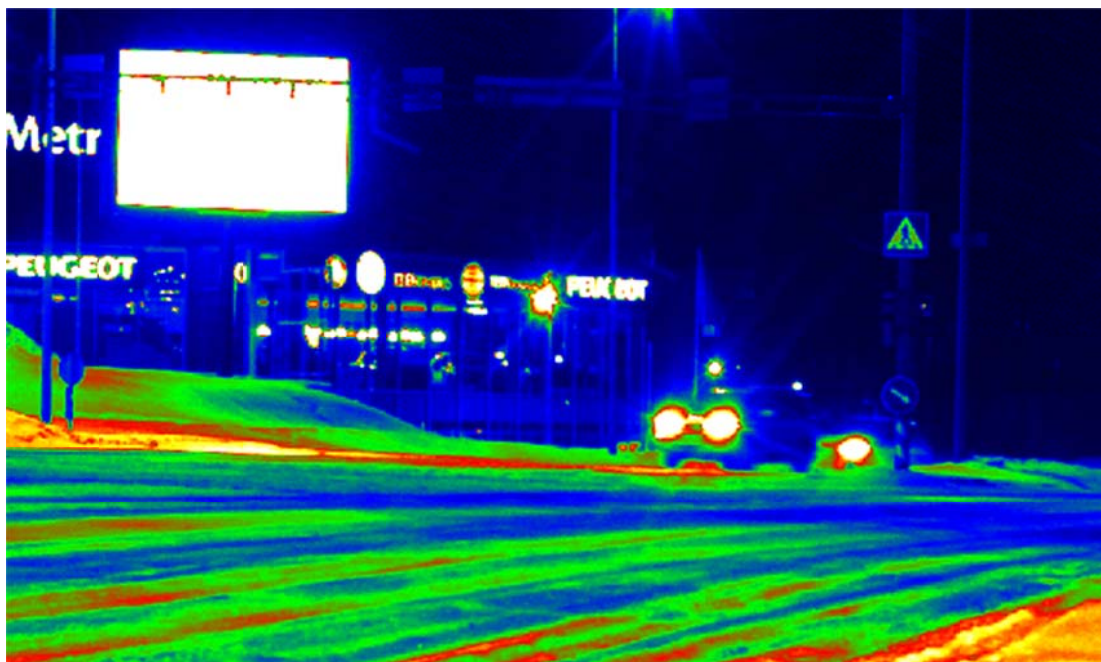
Uurimisobjekt: Tondi - Tammsaare - Rahumäe tee ristmik

3.3.2. Valgusemõõtmise andmed

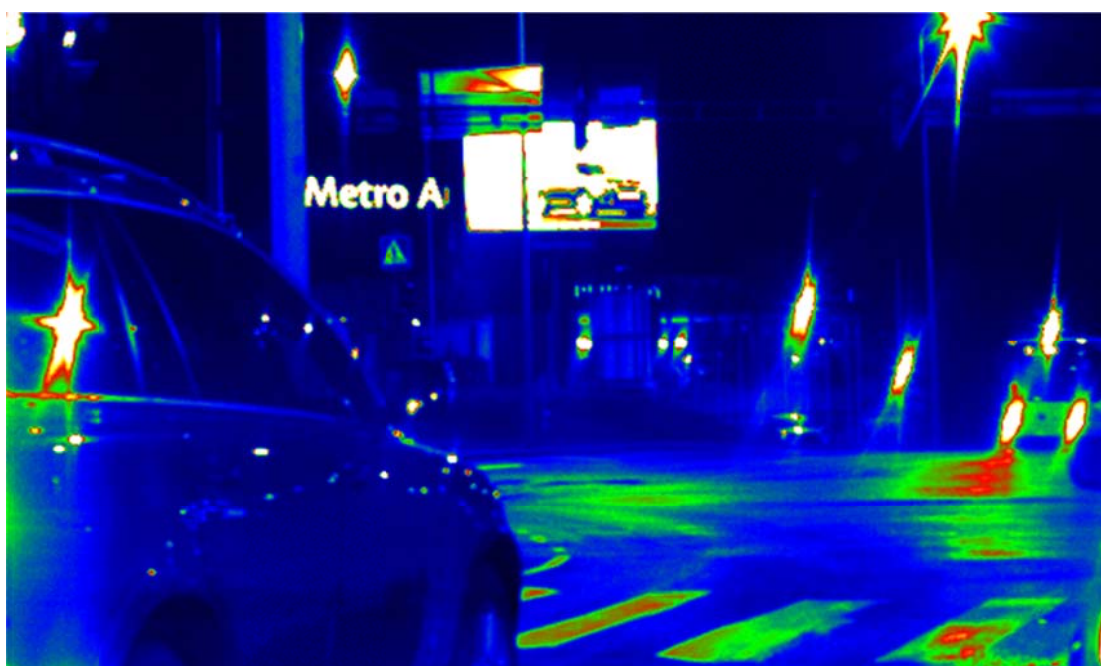
Lisatud pildid videoülesvõttelt, mis oli tehtud digitaalse heleduse mõõtekaameraga.



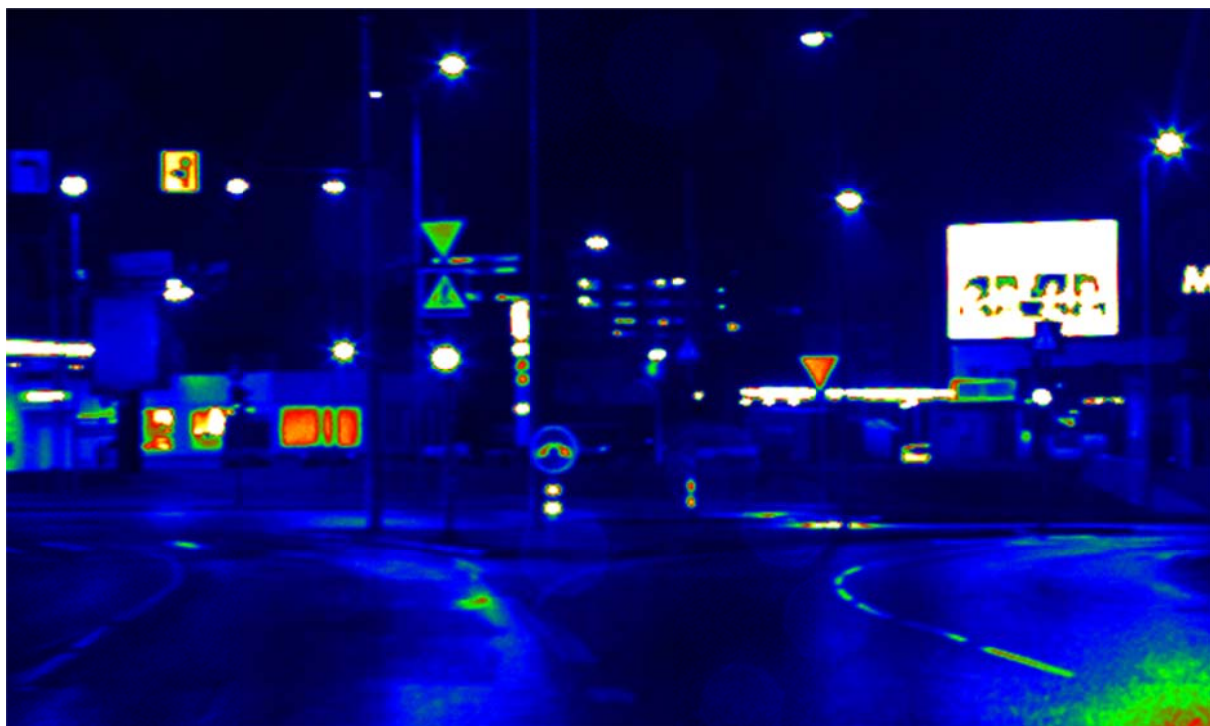
Ristmikul asetsev leedreklaam on erinevates ilmastikutingimustes erinevalt tajutav. Lumekate tõstab üldist tausta heledust. Ülesvõte oli tehtud varasemal ajal.



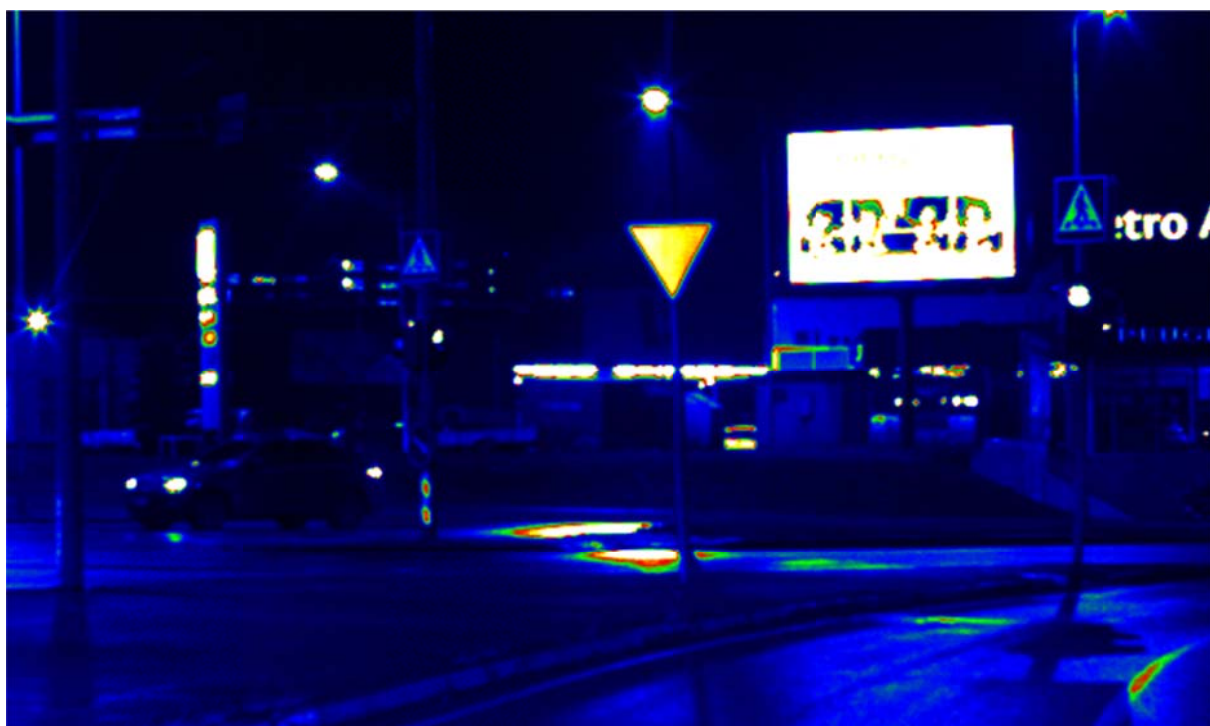
Leedekraanilt mõõdetud heledus oli 576 cd/m^2 . Ülesvõtte oli tehtud varasemal ajal.



Leedekraam märja teekattega.



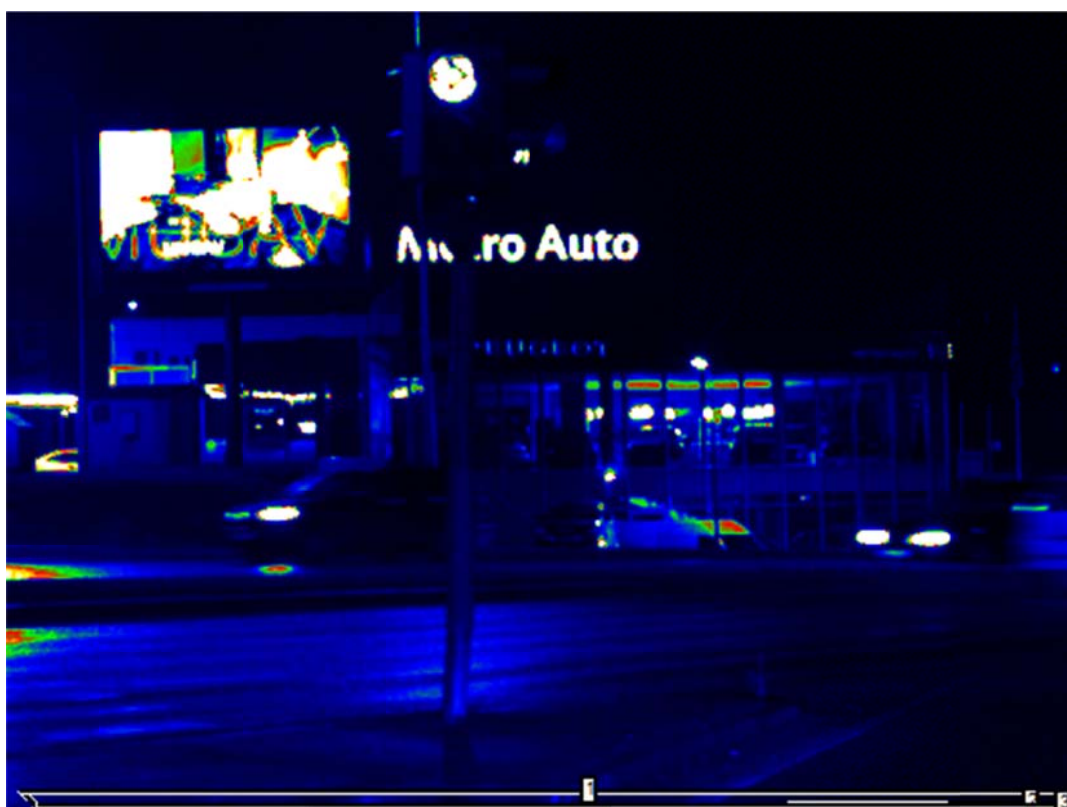
Liiklusmärgid ning valgusfoorid on reklaamide taustal. Juht ei taju ohtu kui silmad ei adapteeru ümbritseva hämarvalguse muutusega.



Liiklusmärgid ning valgusfoorid on reklaamide taustal. Juht ei taju ohtu kui silmad ei adapteeru ümbritseva hämarvalguse muutusega.

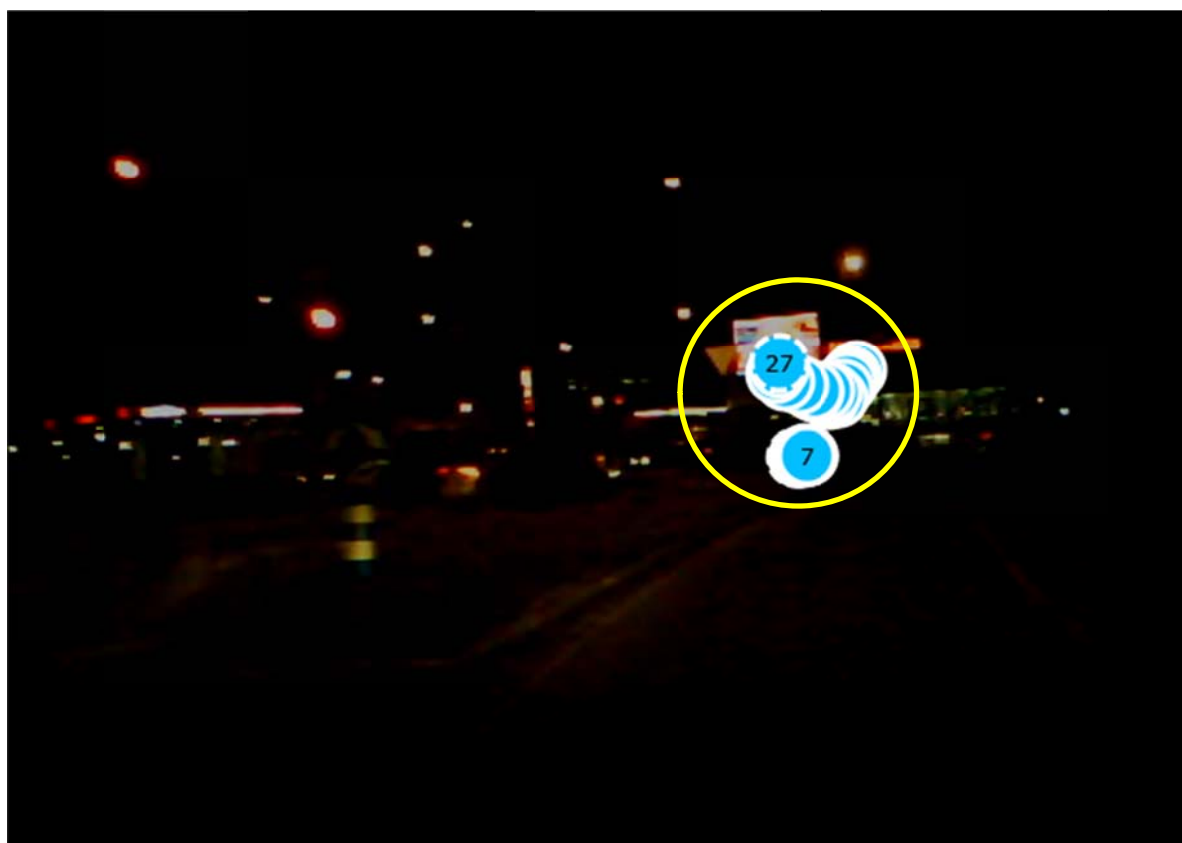


Valgusfoori tulede mõõdetud heledustase oli vahemikus 246 - 321 cd/m², samas leedekraanil 340 -480 cd/m².

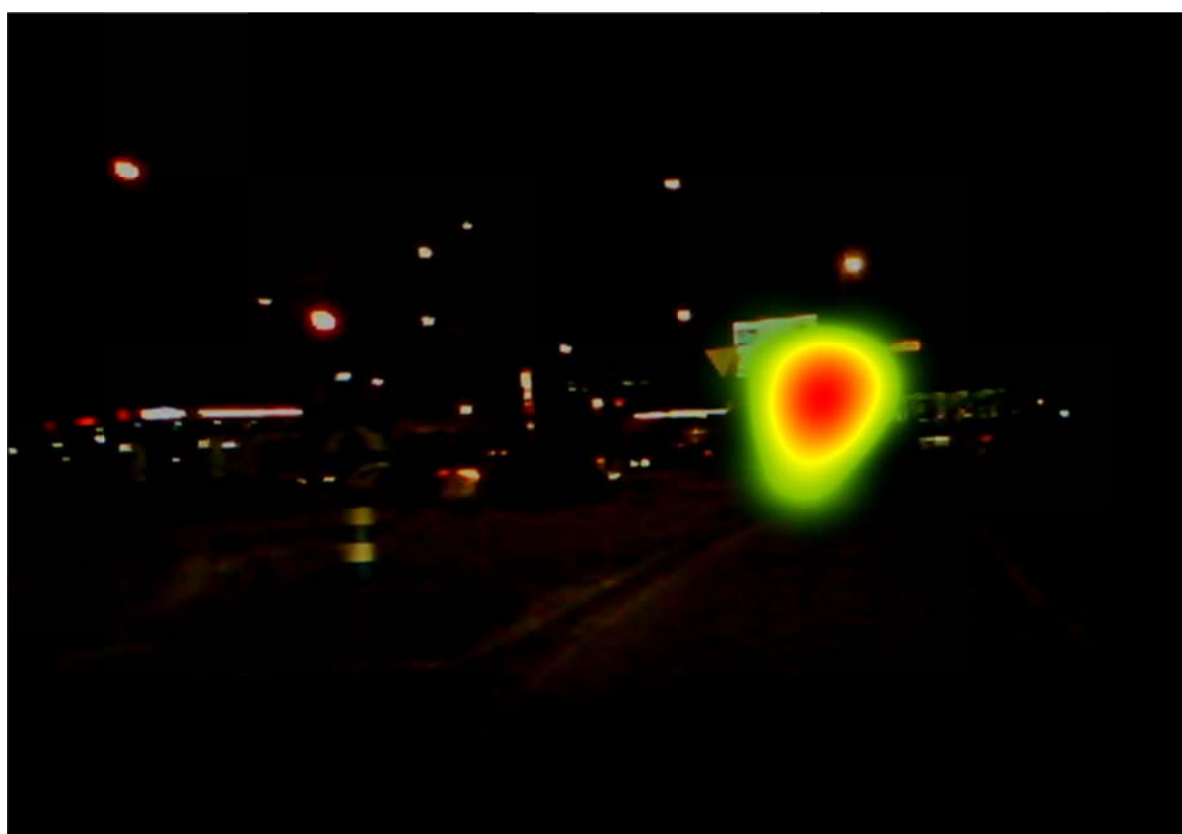


Valgusfoori tulede mõõdetud heledustase oli vahemikus 246 - 321 cd/m², samas leedekraanil 340 -480 cd/m².

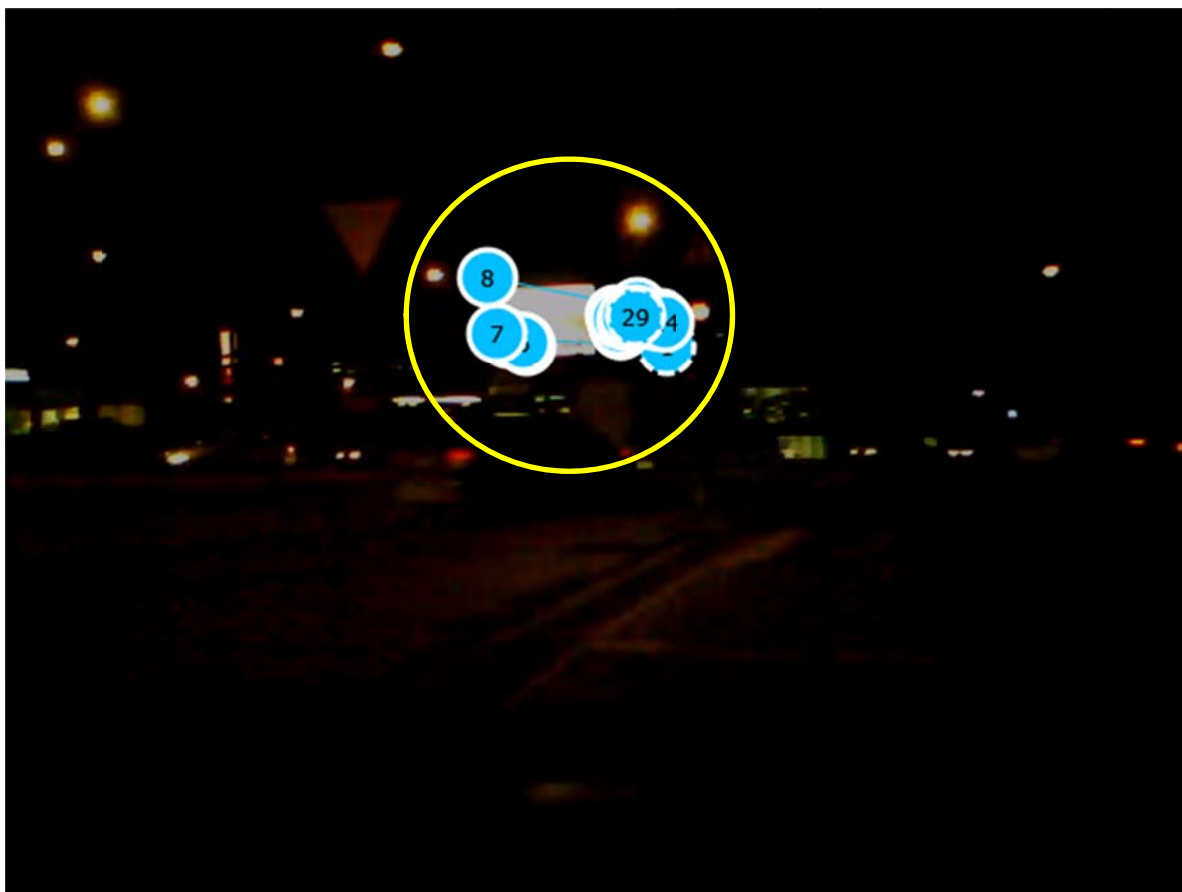
3.3.3. Eye tracking andmed



Valgusfoori taga seistes kõidab muutuva pildiga leedekraan üsna palju juhi tähelepanu.



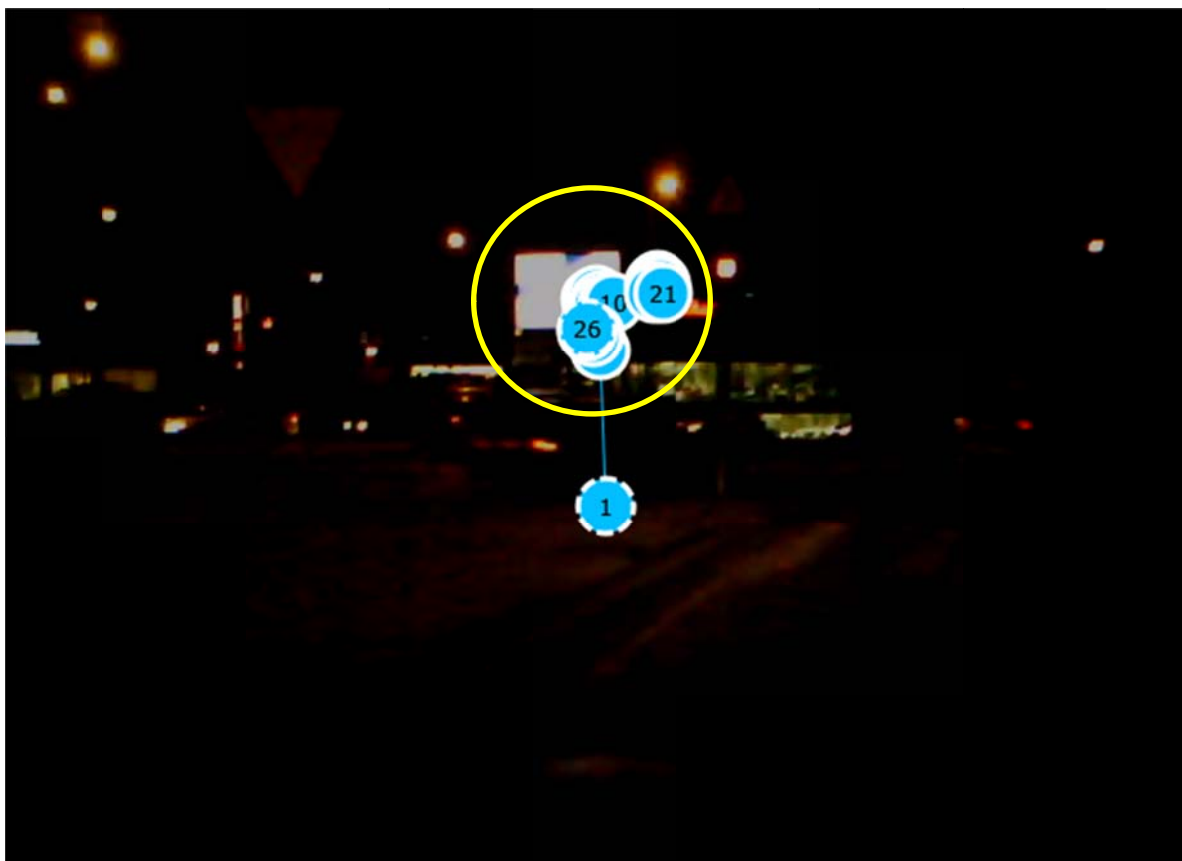
Sama pilt tähelepanu intensiivsuse järgi.



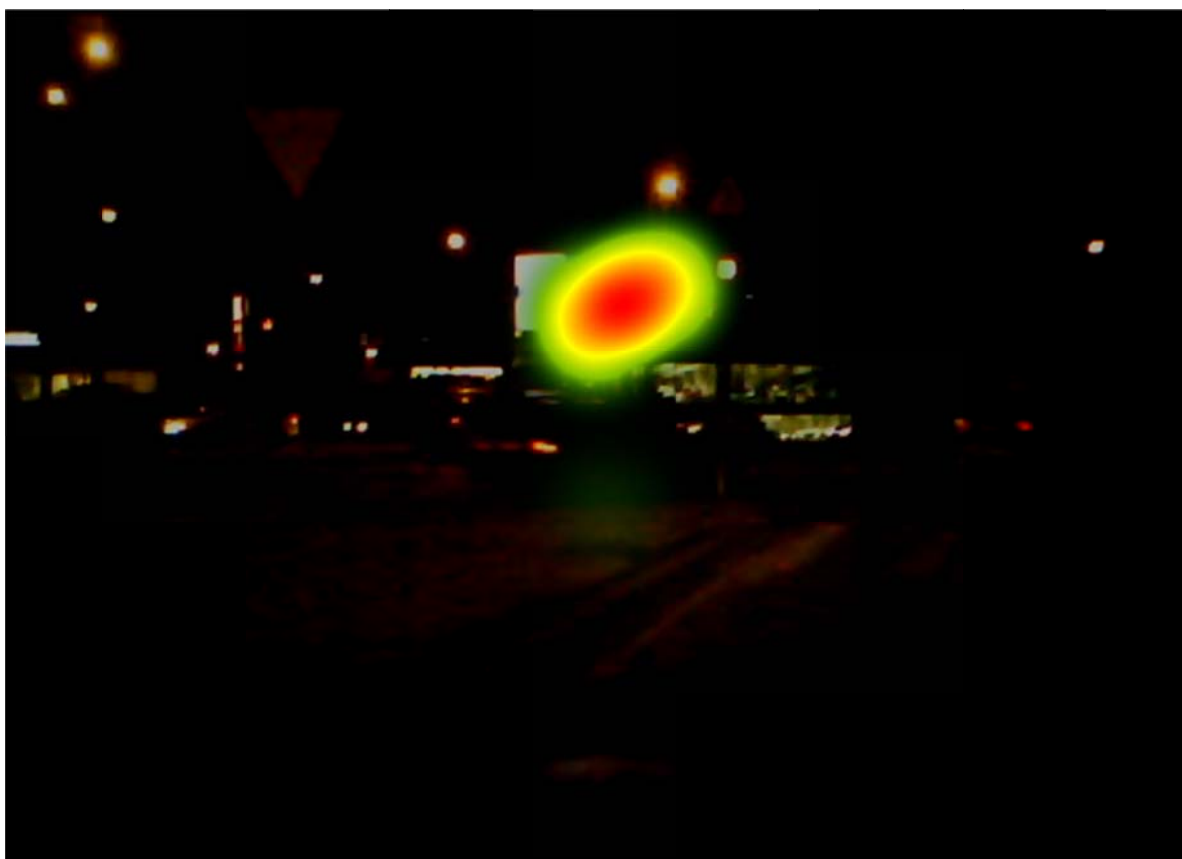
Valgusfoori taga seistes köidab muutuva pildiga leedekraan üsna palju juhi tähelepanu.



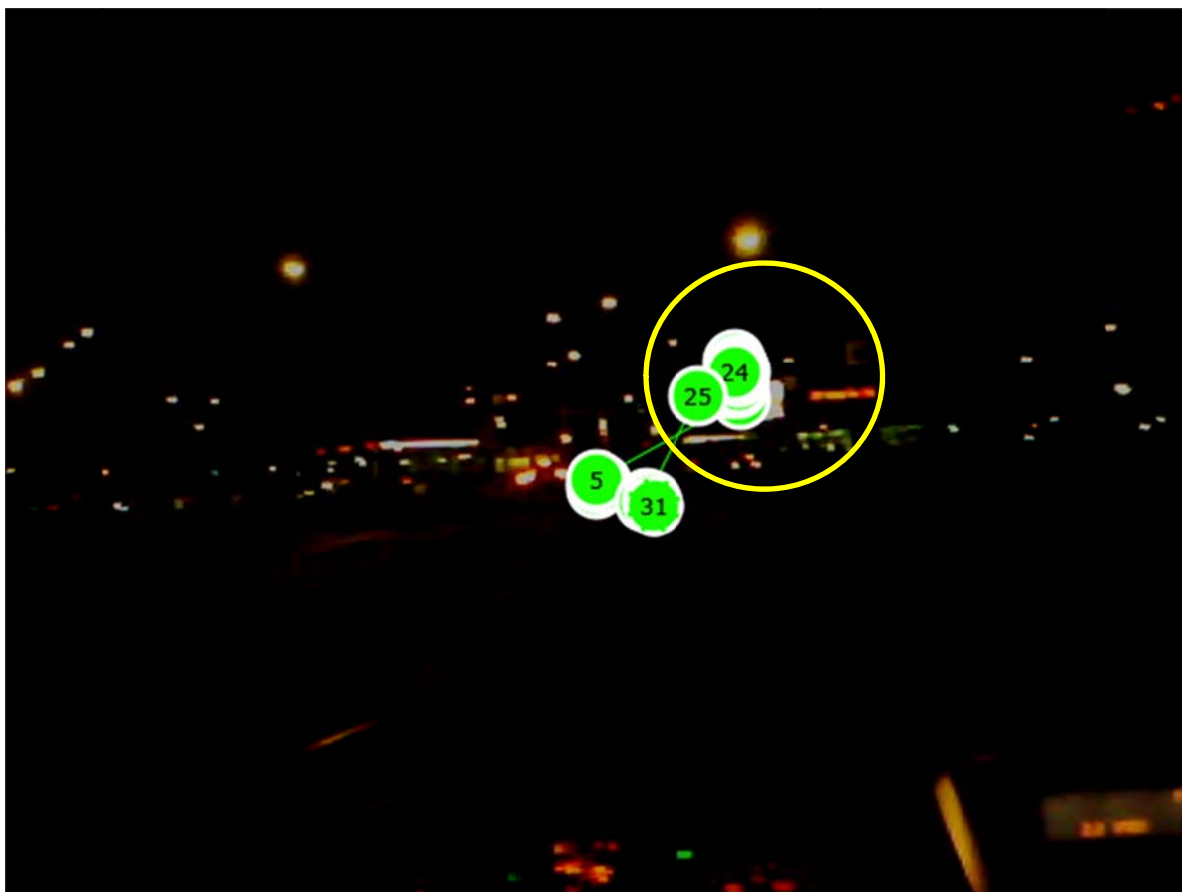
Sama pilt tähelepanu intensiivsuse järgi.



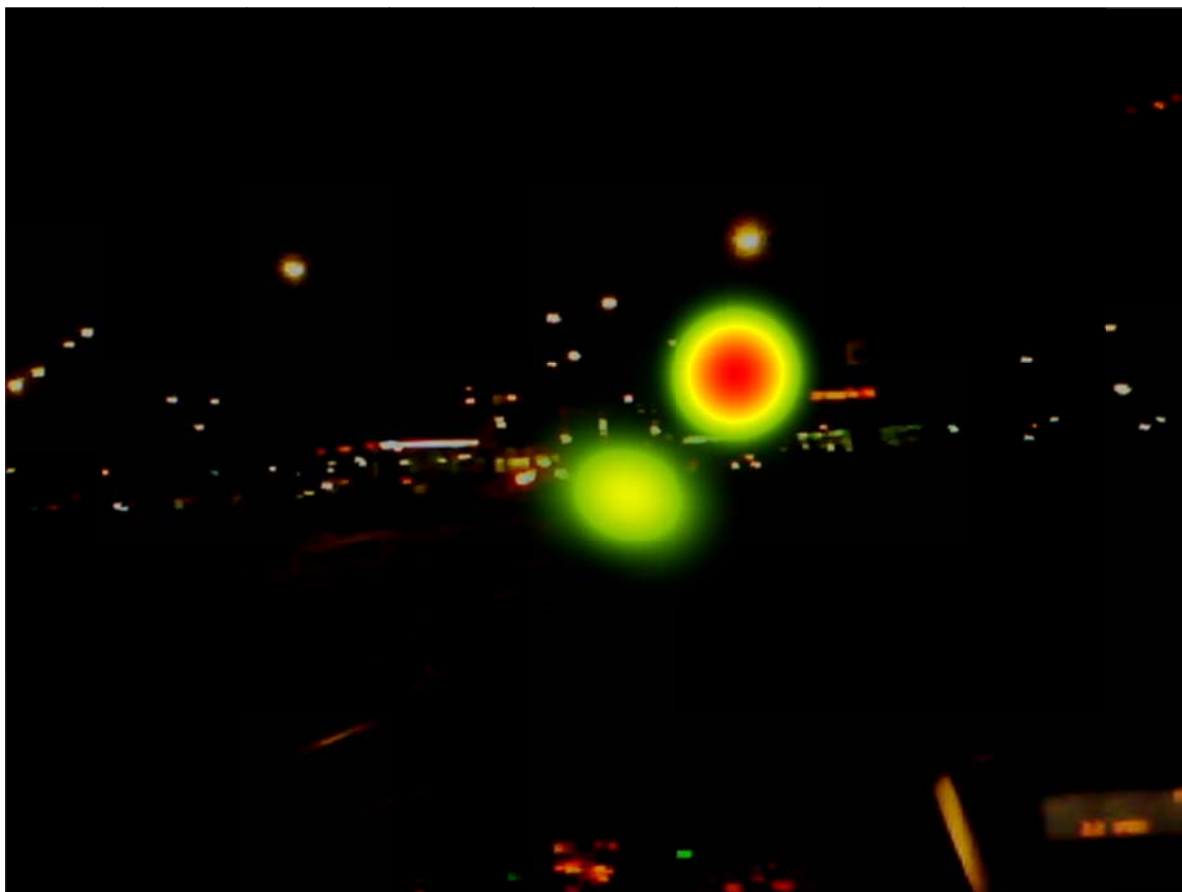
Valgusfoori taga seistes kõidab muutuva pildiga leedekraan üsna palju juhi tähelepanu.



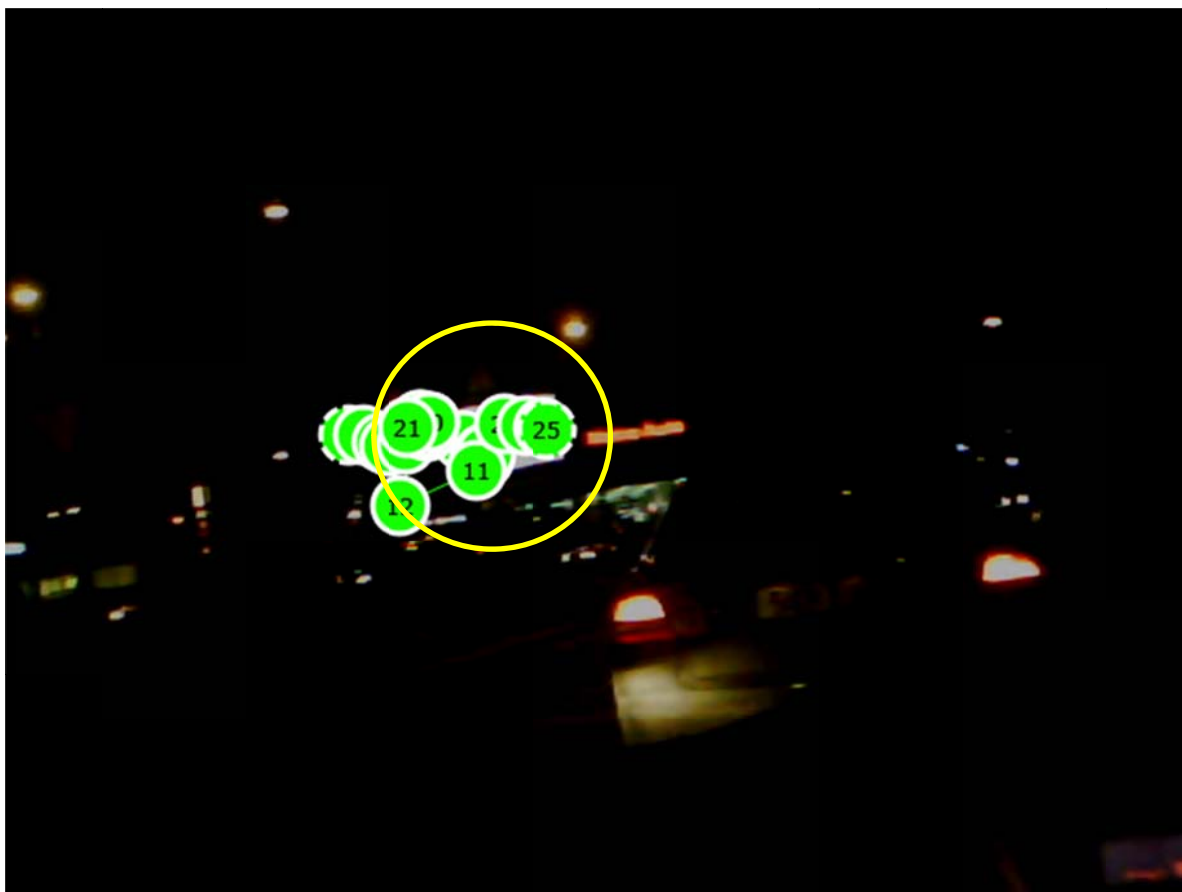
Sama pilt tähelepanu intensiivsuse järgi.



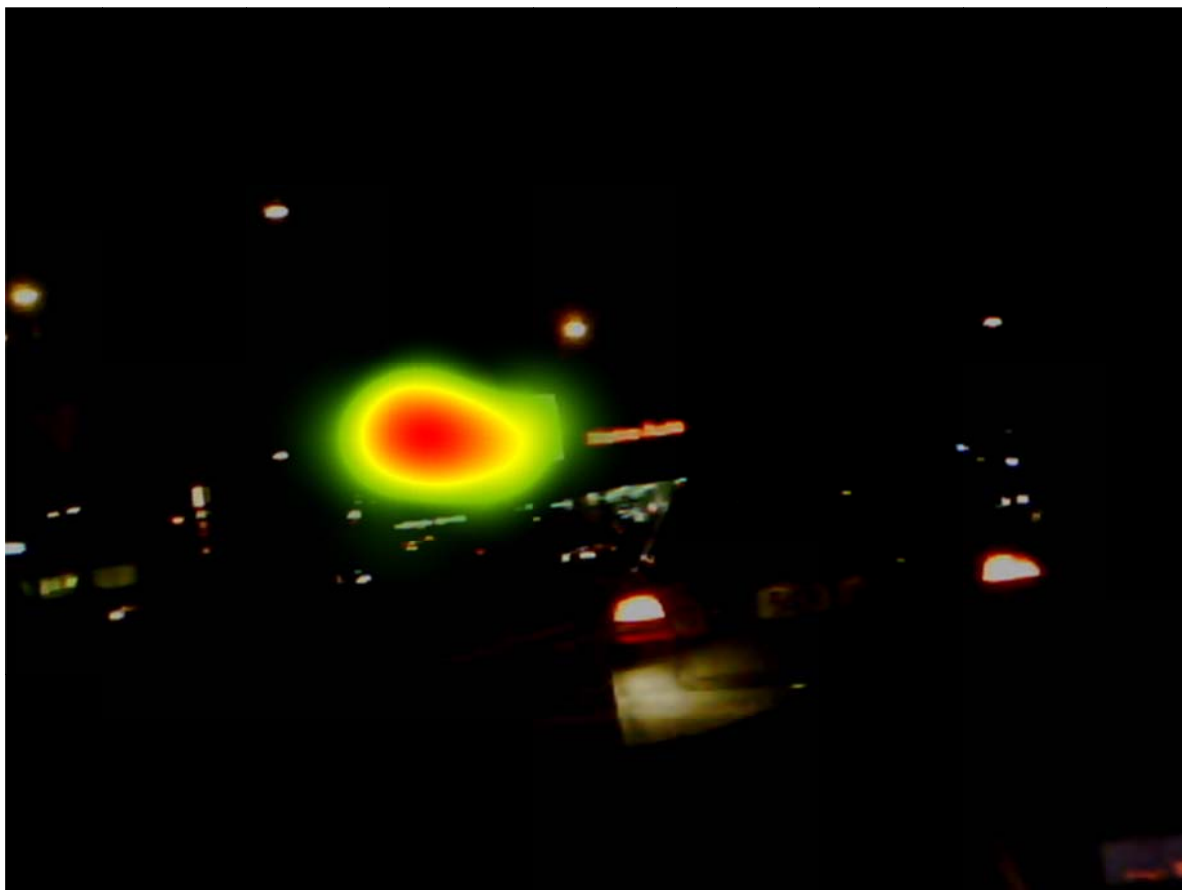
Valgusfoori taga seistes uurib juht leedekraani päris mitu korda.



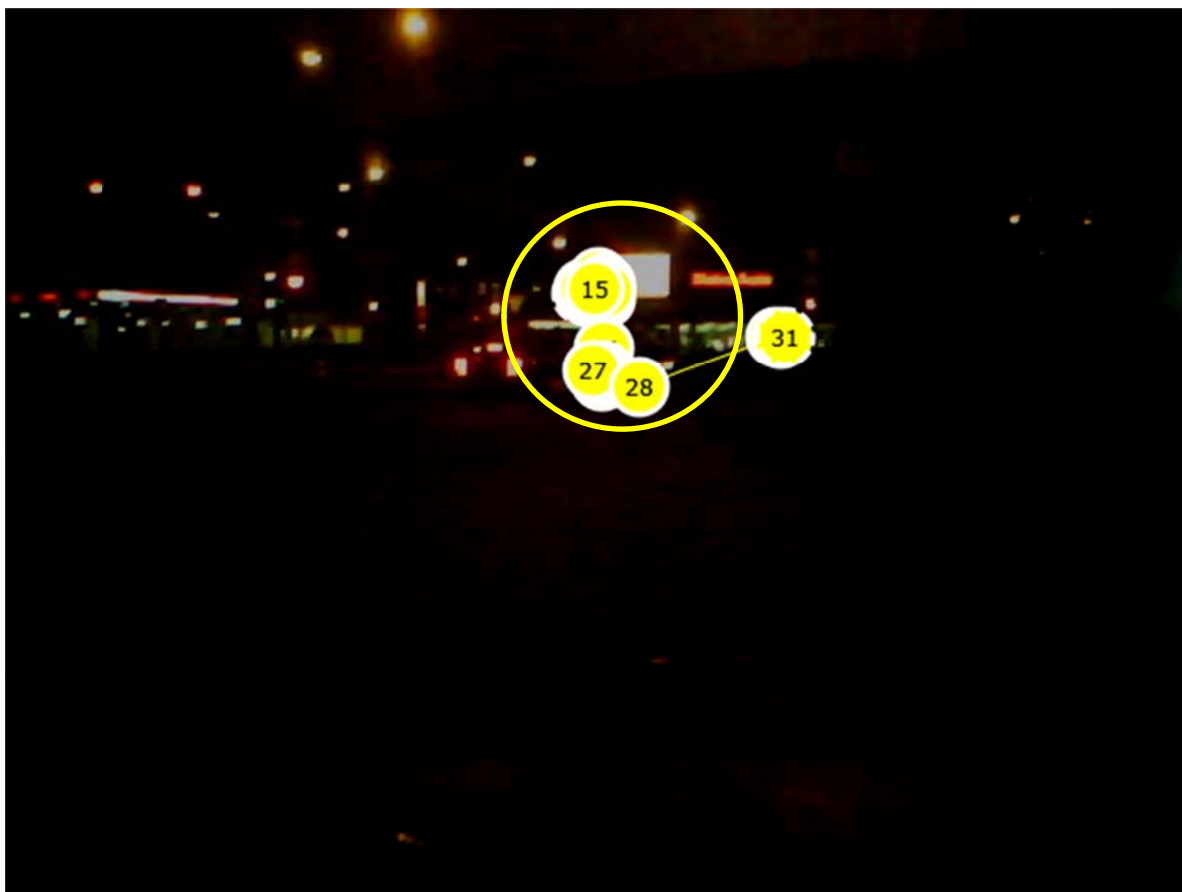
Sama pilt tähelepanu intensiivsuse järgi.



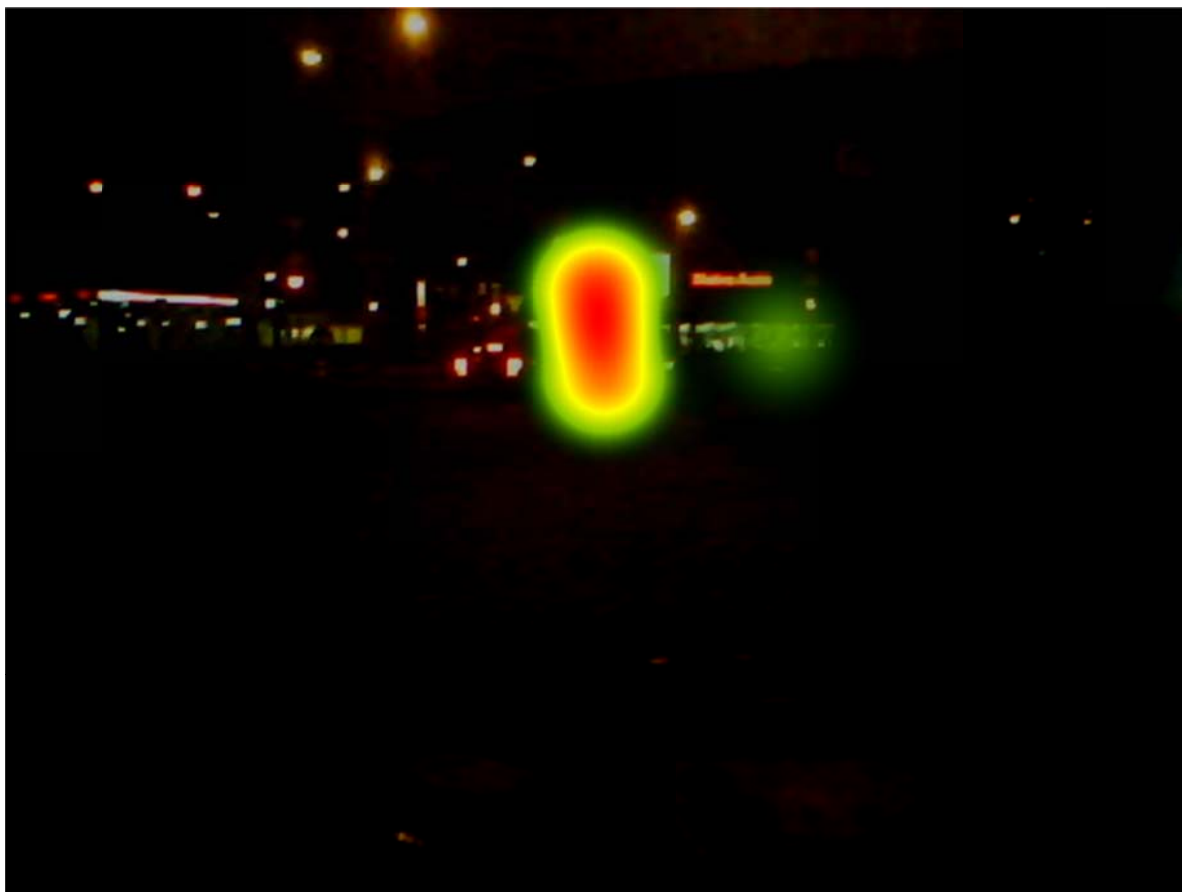
Valgusfoori taga seistes uurib juht leedekraani päris mitu korda.



Sama pilt tähelepanu intensiivsuse järgi.



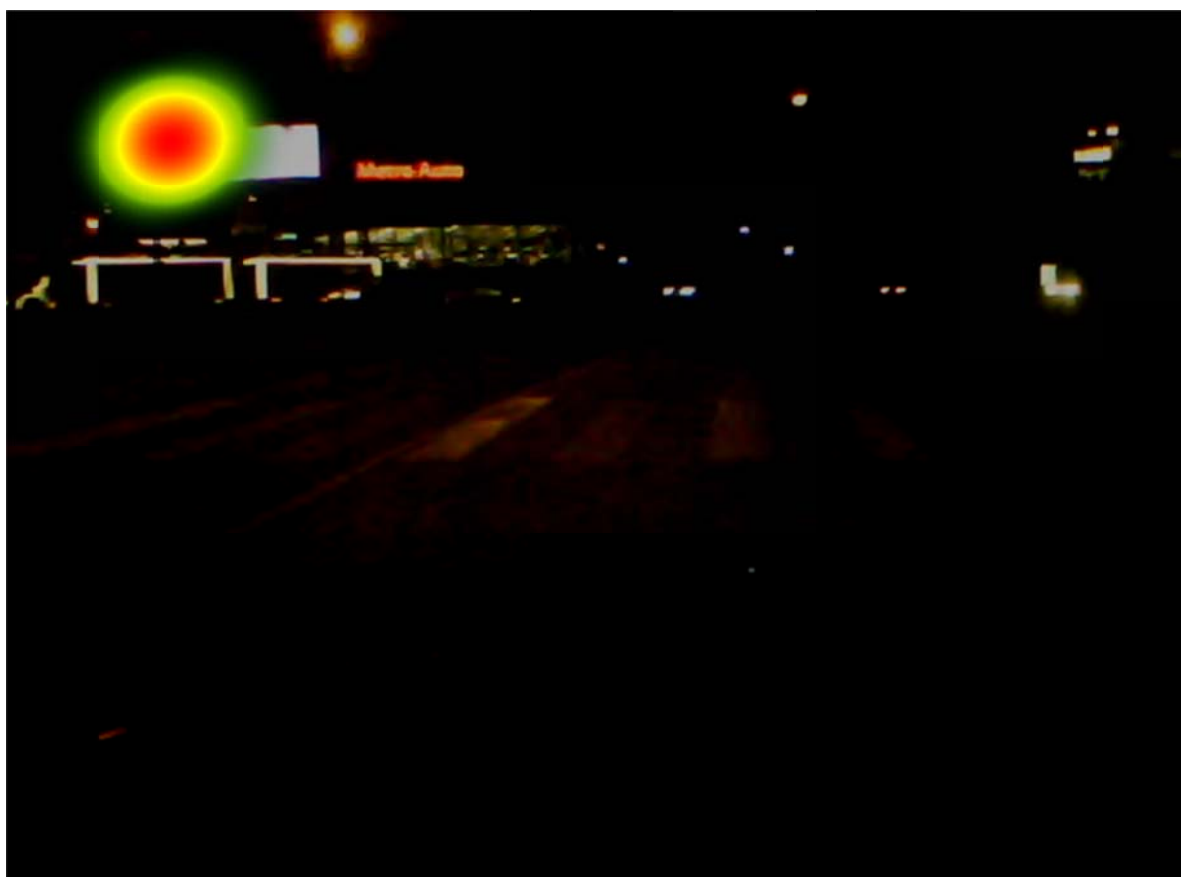
Juht korraaks vaatab leedekraani.



Sama pilt tähelepanu intensiivsuse järgi.



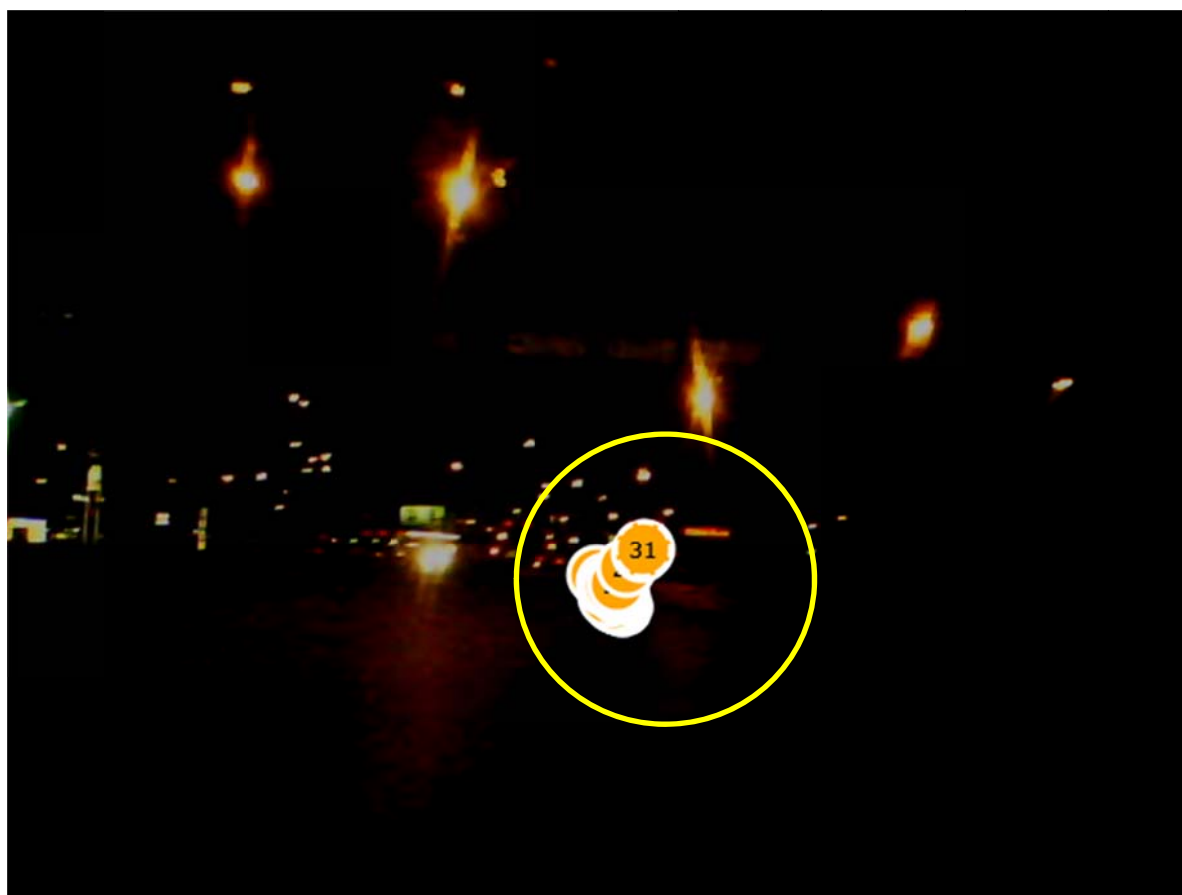
Juht korraaks vaatab leedekraani.



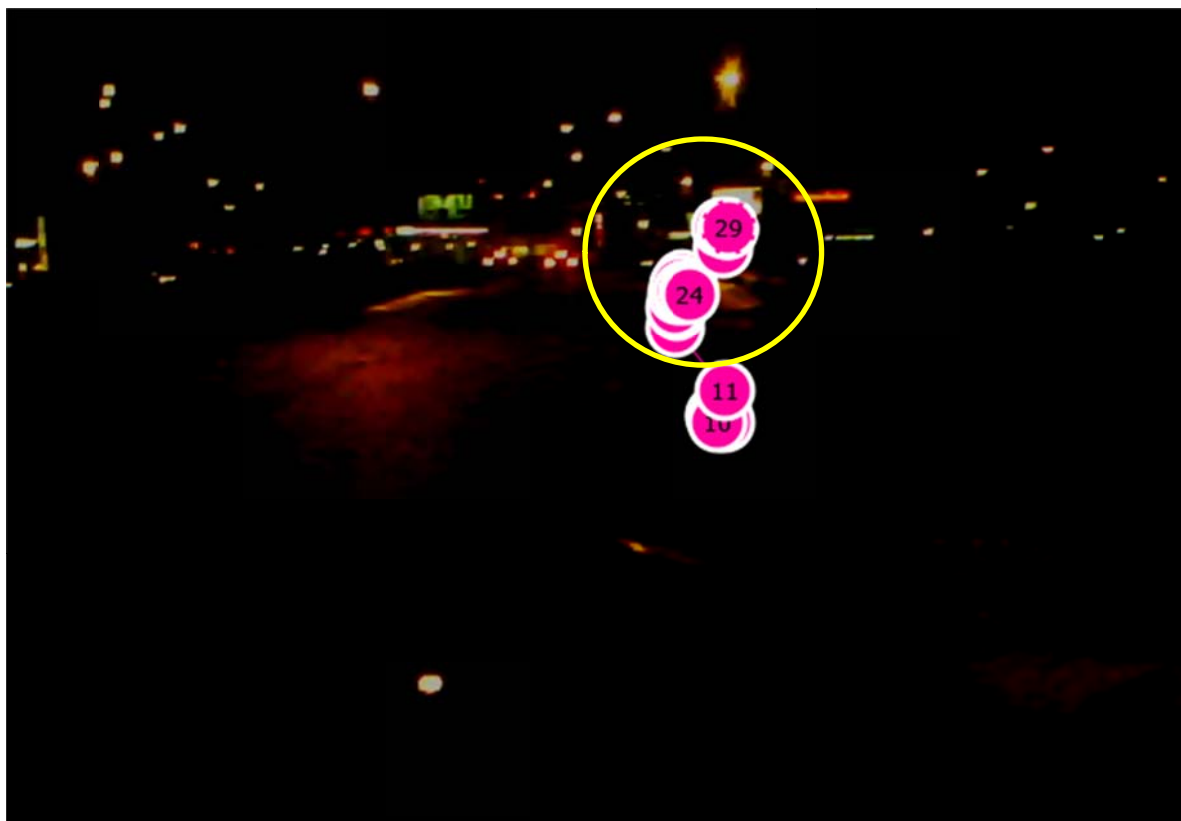
Sama pilt tähelepanu intensiivsuse järgi.



Juht korraaks vaatab leedekraani, kuid hiljem rohkem jälgib valgusfoori ning teed.



Noorema algaja juhi pilk keskendub kohe suurele reklaamekraanile.



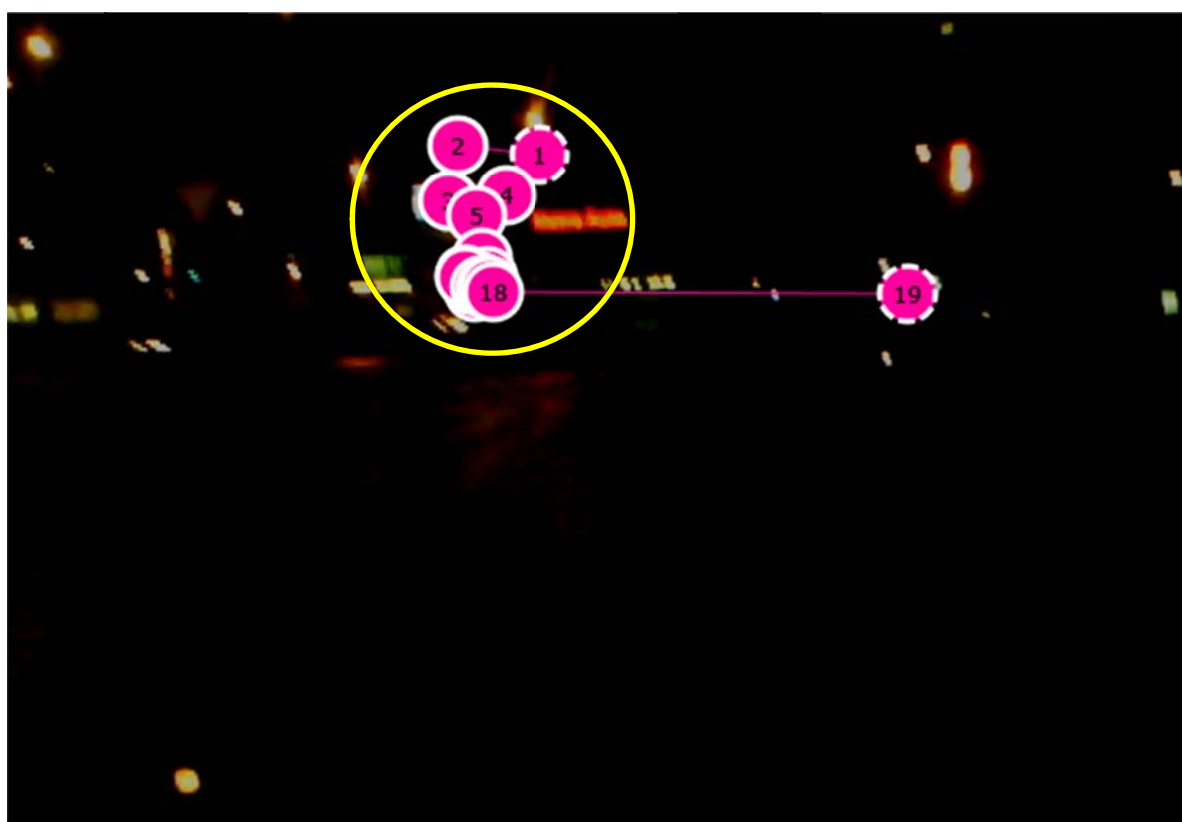
Algaja juhi tähelepanu on leedekraanil.



Algaja juhi tähelepanu on leedekraanil.



Algaja juhi tähelepanu on leedekraanil.



Algaja juhi tähelepanu on leedekraanil.

Juhtide kommentaarid

Suur ere ekraan viib tähelepanu liiklusest eemale.

3.4. Kristiine keskuse ristmik

3.4.1. Objekti kirjeldus

Uurimisobjektiks on suur leedekraan pidevalt vahetuva reklaamiga.

Asukoht: Endla - Sõpruse - Tulika ristmik (Endla tn kesklinna sõidusuunas)



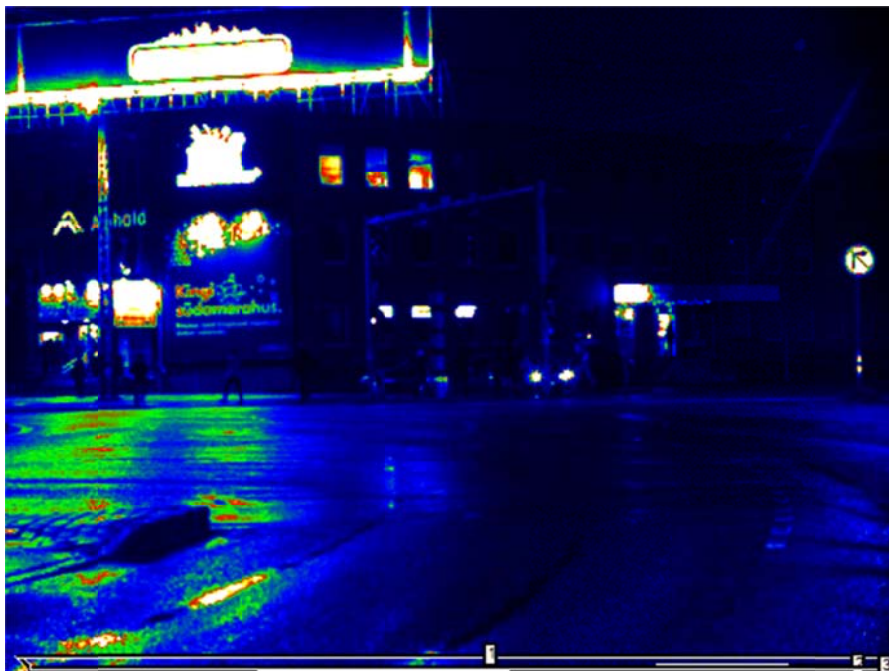
Uurimisobjekt: Endla - Sõpruse - Tulika ristmik

3.4.2. Valgusemõõtmise andmed

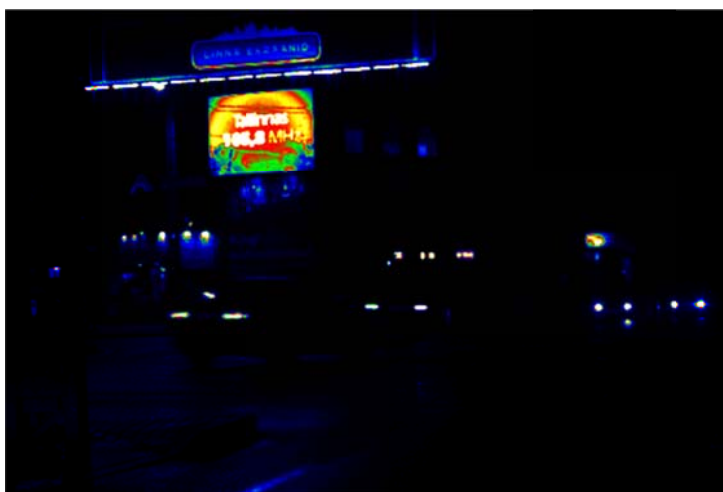
Lisatud pildid videoülesvõttelt, mis oli tehtud digitaalse heleduse mõõtekaameraga.



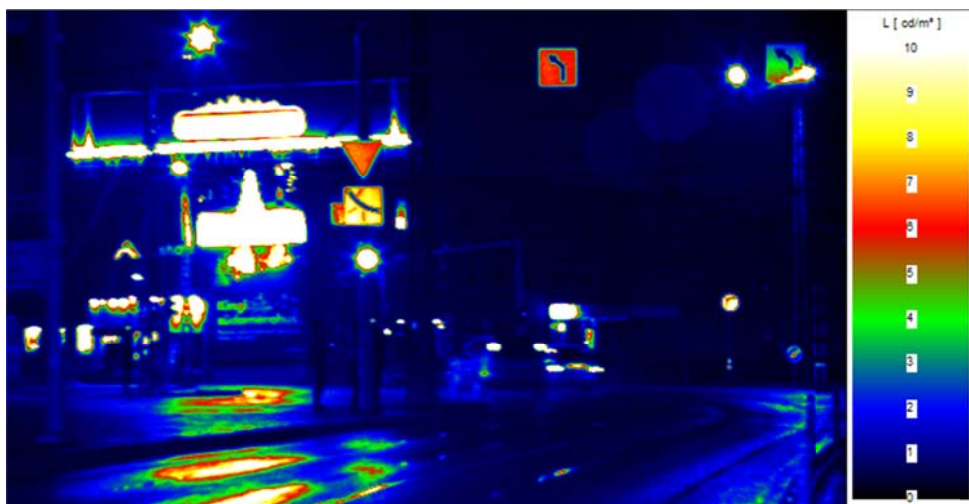
Märja teekattega tekitavad reklaamid häiriva peegelduse teepinnale ja ristmikul on ohuolukorrad raskesti tajutavad.



Märja teekattega tekitavad reklaamid häiriva peegelduse teepinnale ja ristmikul on ohuolukorrad raskesti tajutavad.



Kiirelt vahelduvad reklaamid ei võimalda jälgida muutuvaid liiklussituatsioone.

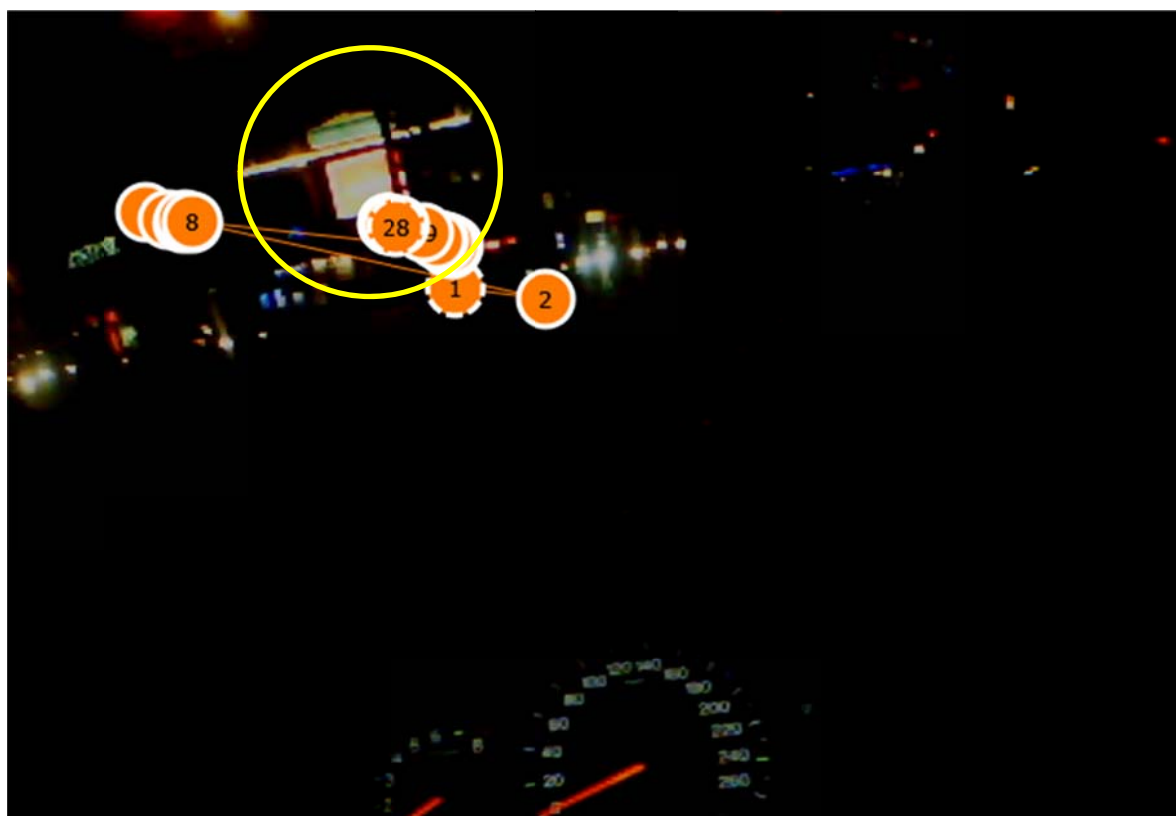


Kiirelt vahelduvad reklaamid ei võimalda jälgida muutuvaid liiklussituatsioone.

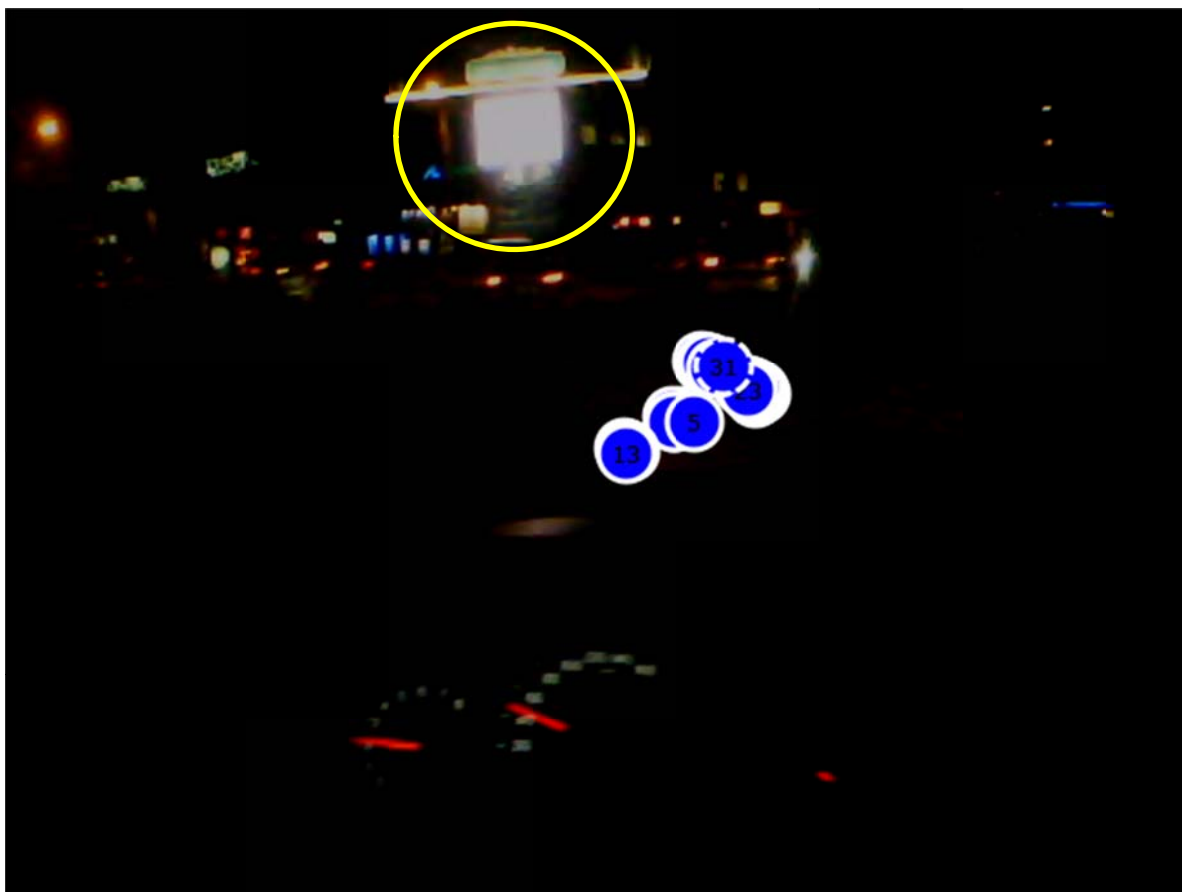
3.4.3. Eye tracking andmed



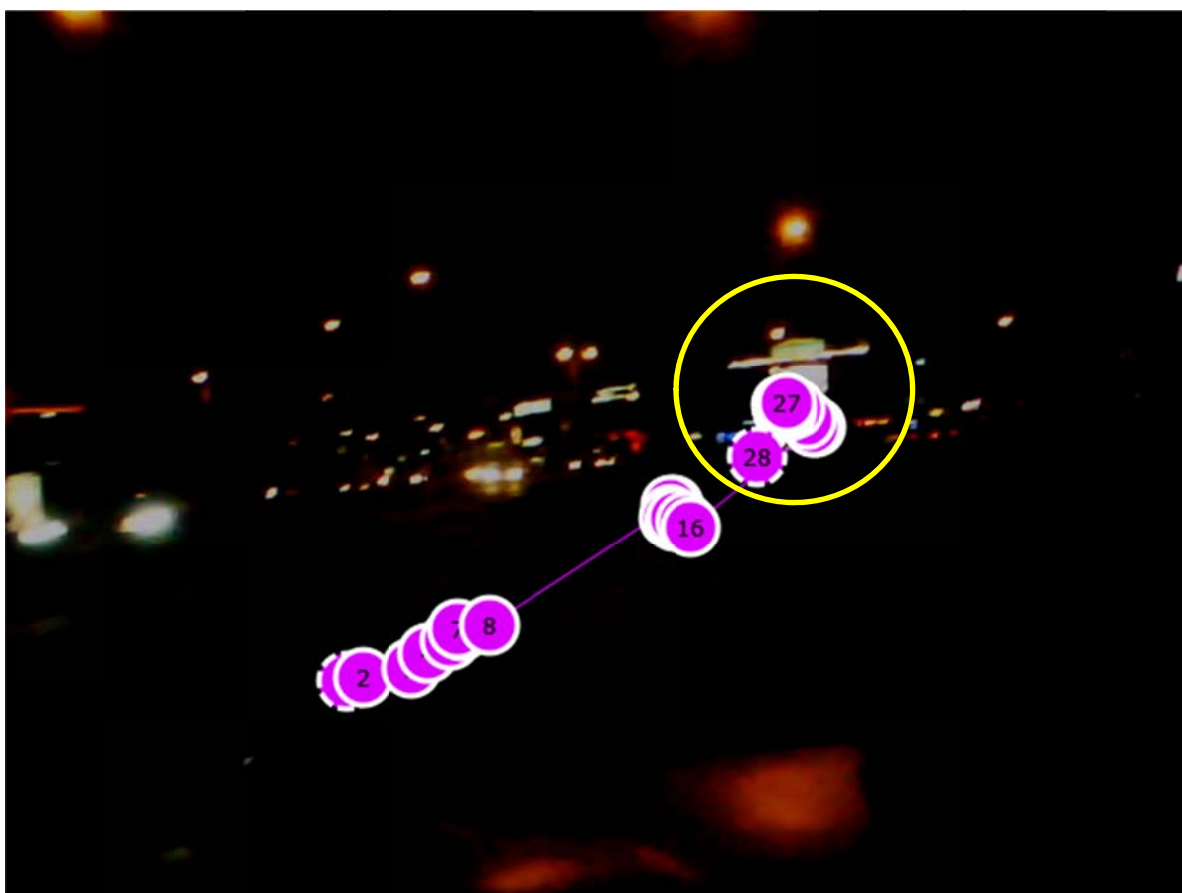
Kogenud juht vaatab leedekraani poole.



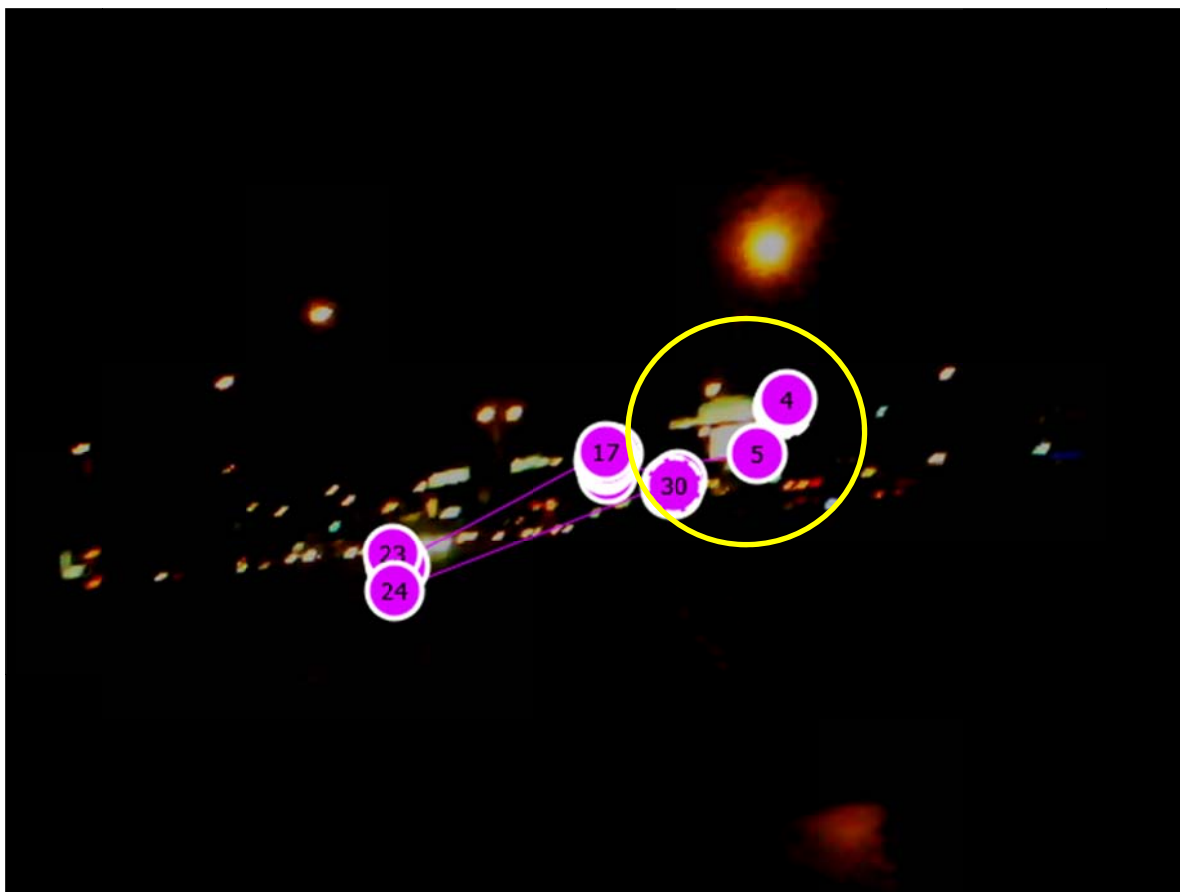
Isegi kogenud juhil, ristmikul seistes satub Kristiine keskuse reklaam tähelepanu keskpunkti, kuigi muidu ta on üritanud liiga eredaid ja vilkuvaid alasid vältida.



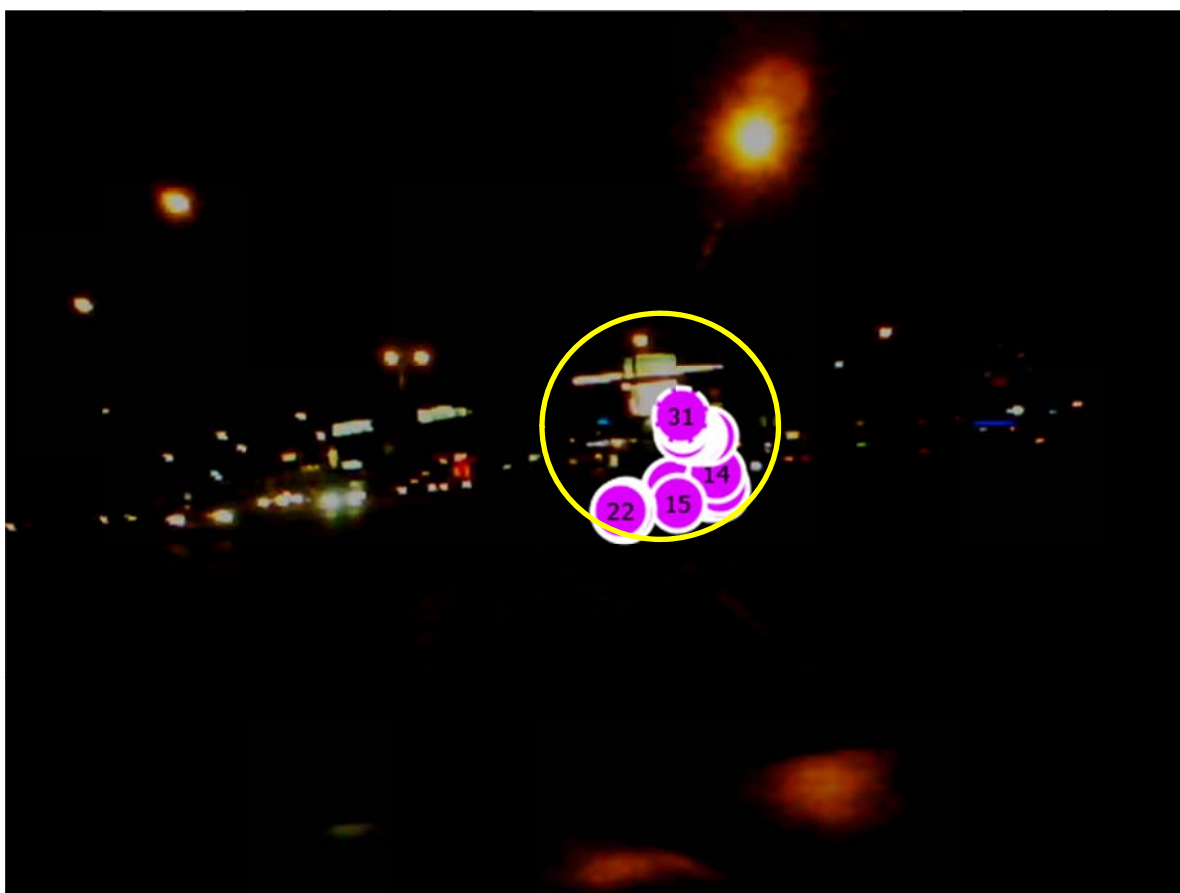
Juht teadlikult väldib leedekraani poole vaatamist, kuigi mainis, et see on liiga suur ja ere.



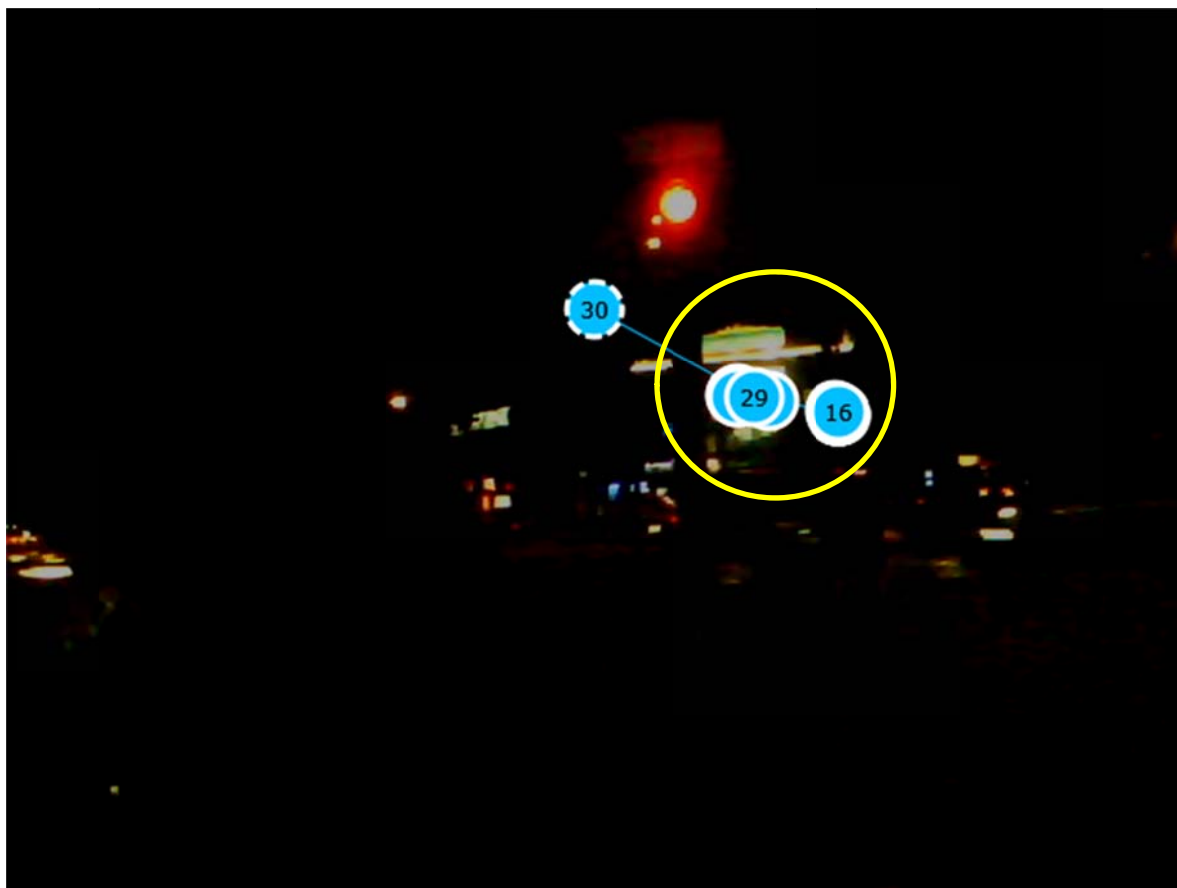
Vähem kogenud juht mitu korda vaatab leedekraani poole.



Vähem kogenud juht mitu korda vaatab leedekraani poole.



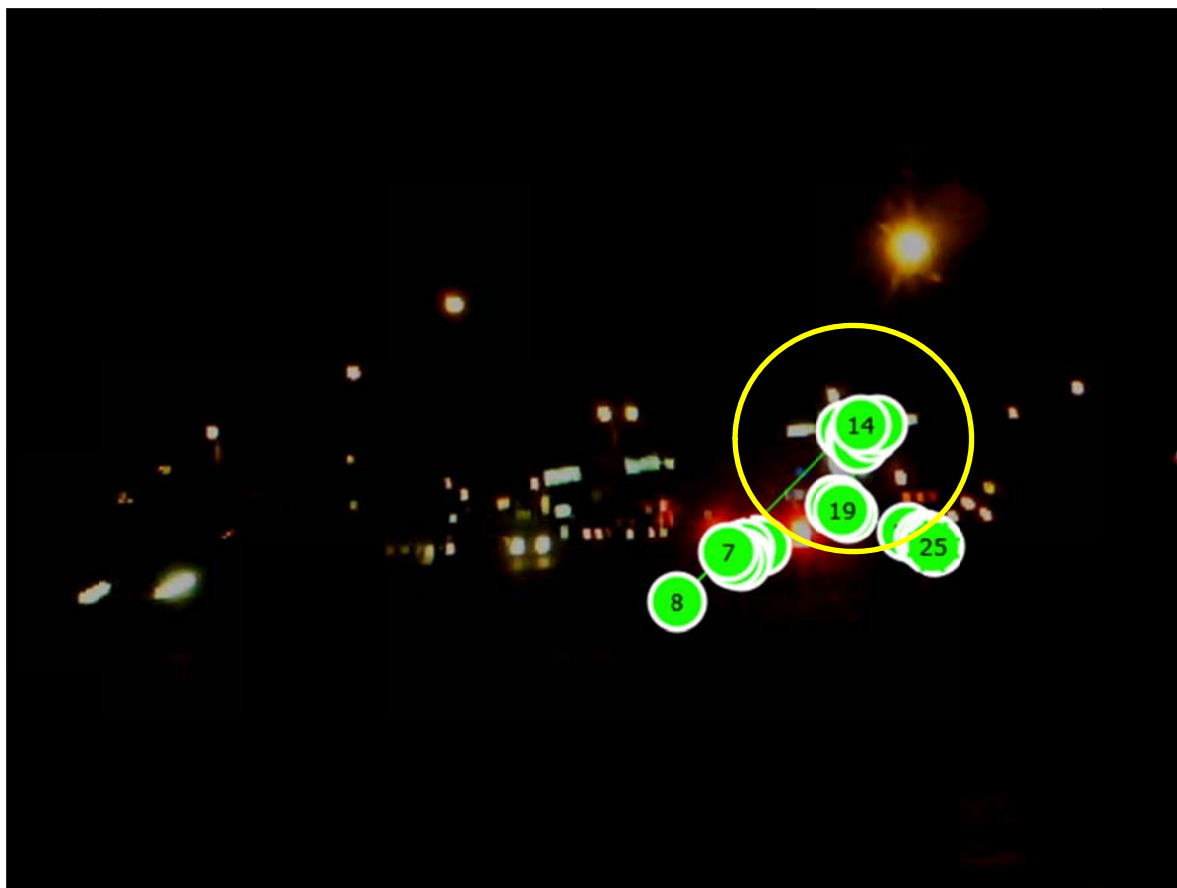
Vähem kogenud juht mitu korda vaatab leedekraani poole.



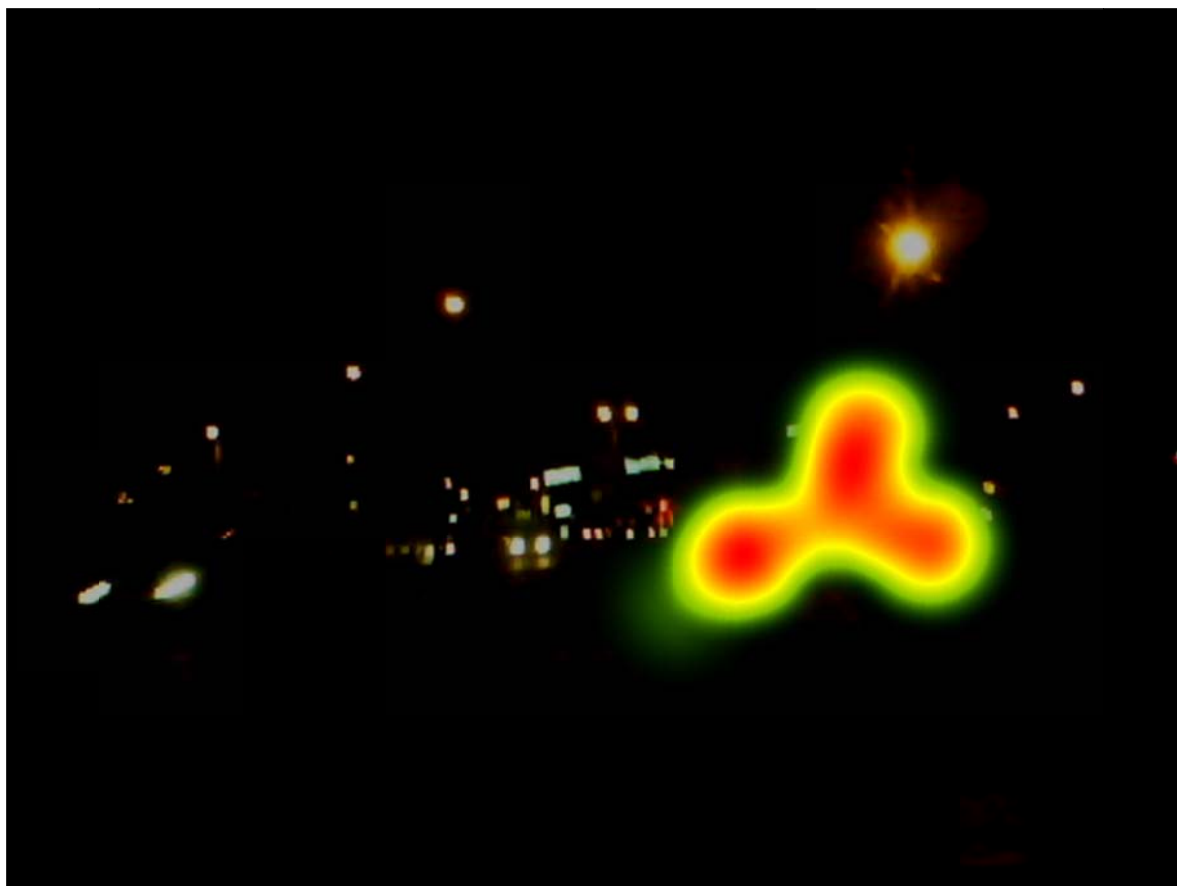
Valgusfoori taga seistes juht vaatab mõned korrad leedekraani poole.



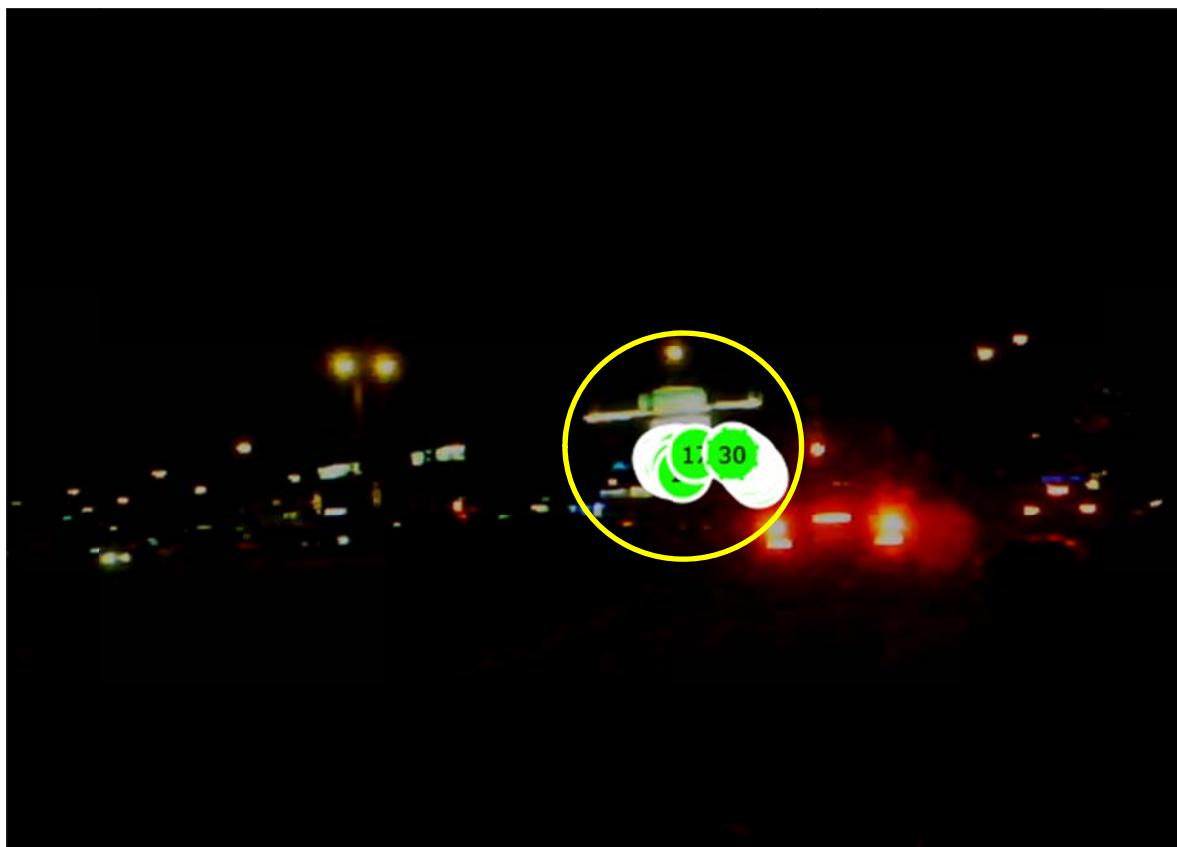
Sama pilt tähelepanu intensiivsuse järgi.



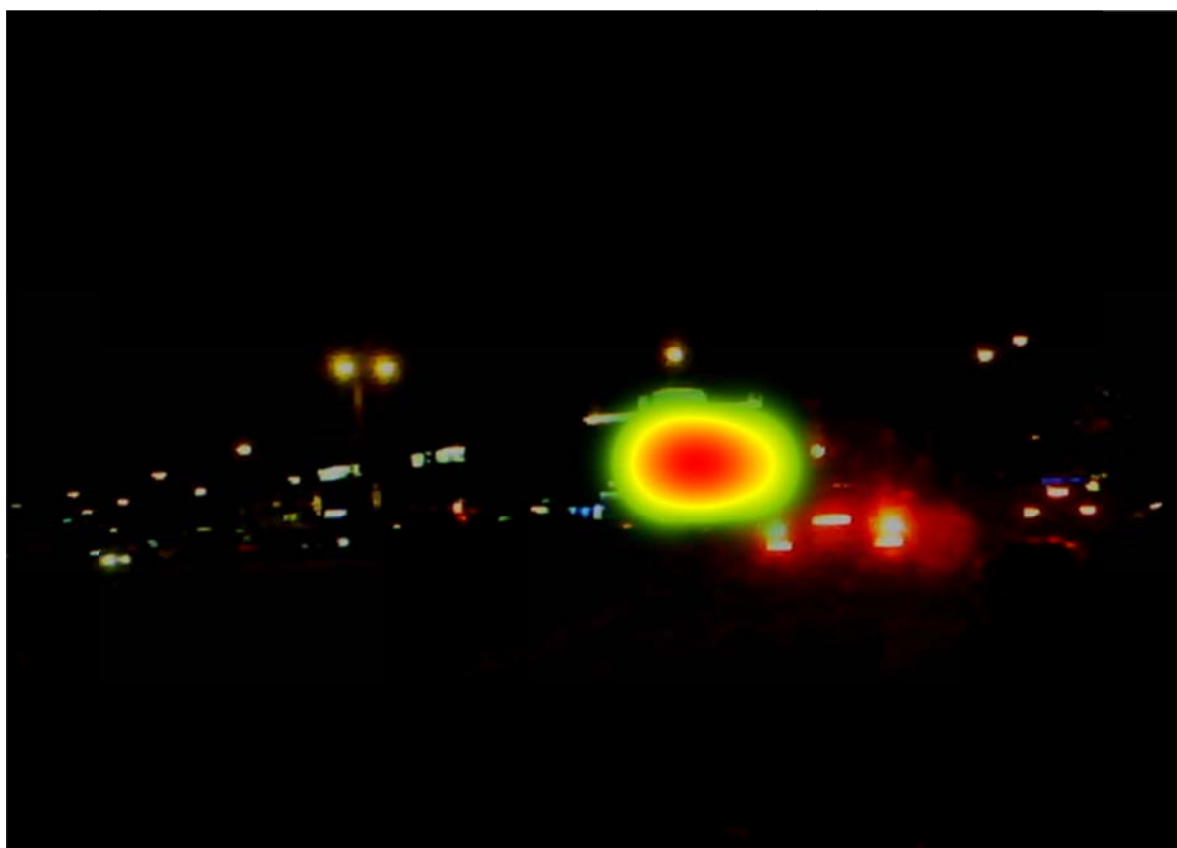
Valgusfoori taga seistes juht uurib leedekraani päris mitu korda.



Sama pilt tähelepanu intensiivsuse järgi.



Valgusfoori taga seistes juht uurib leedekraani päris mitu korda.



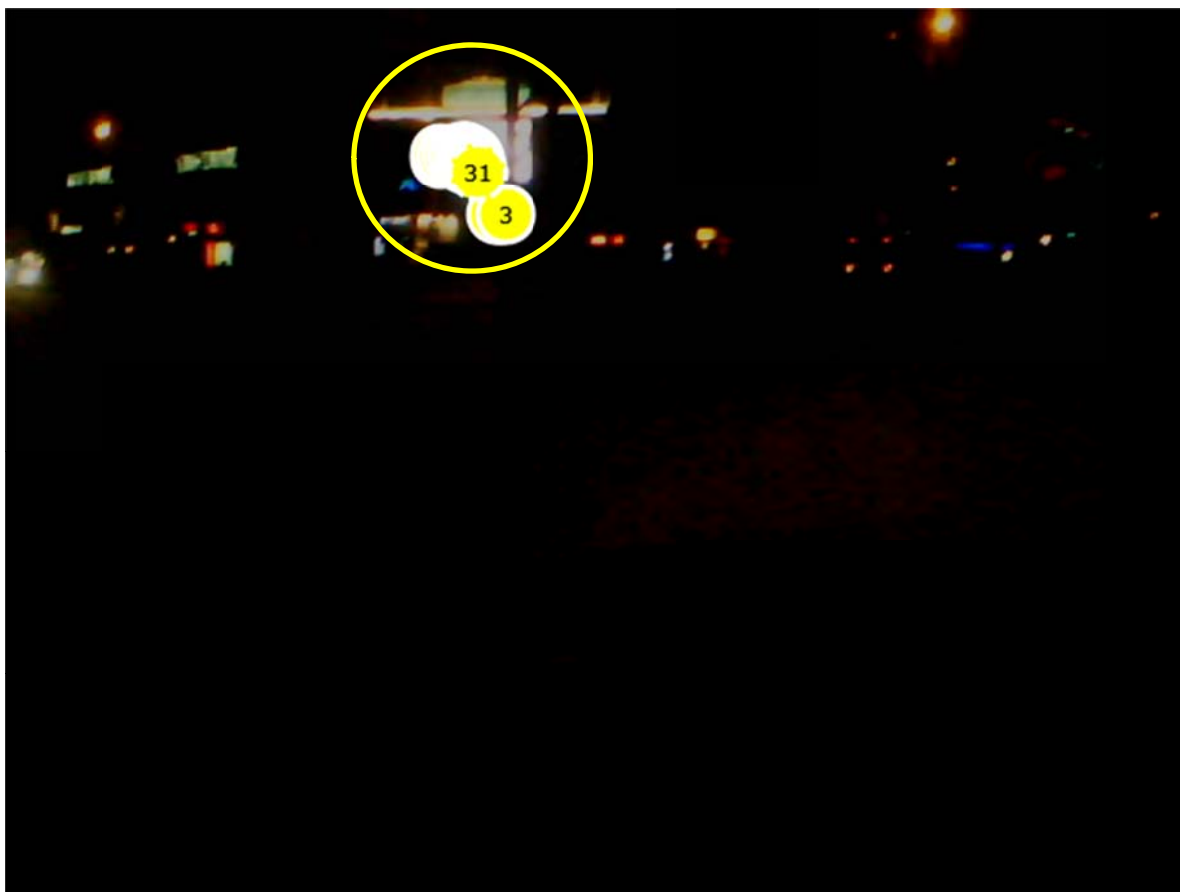
Sama pilt tähelepanu intensiivsuse järgi.



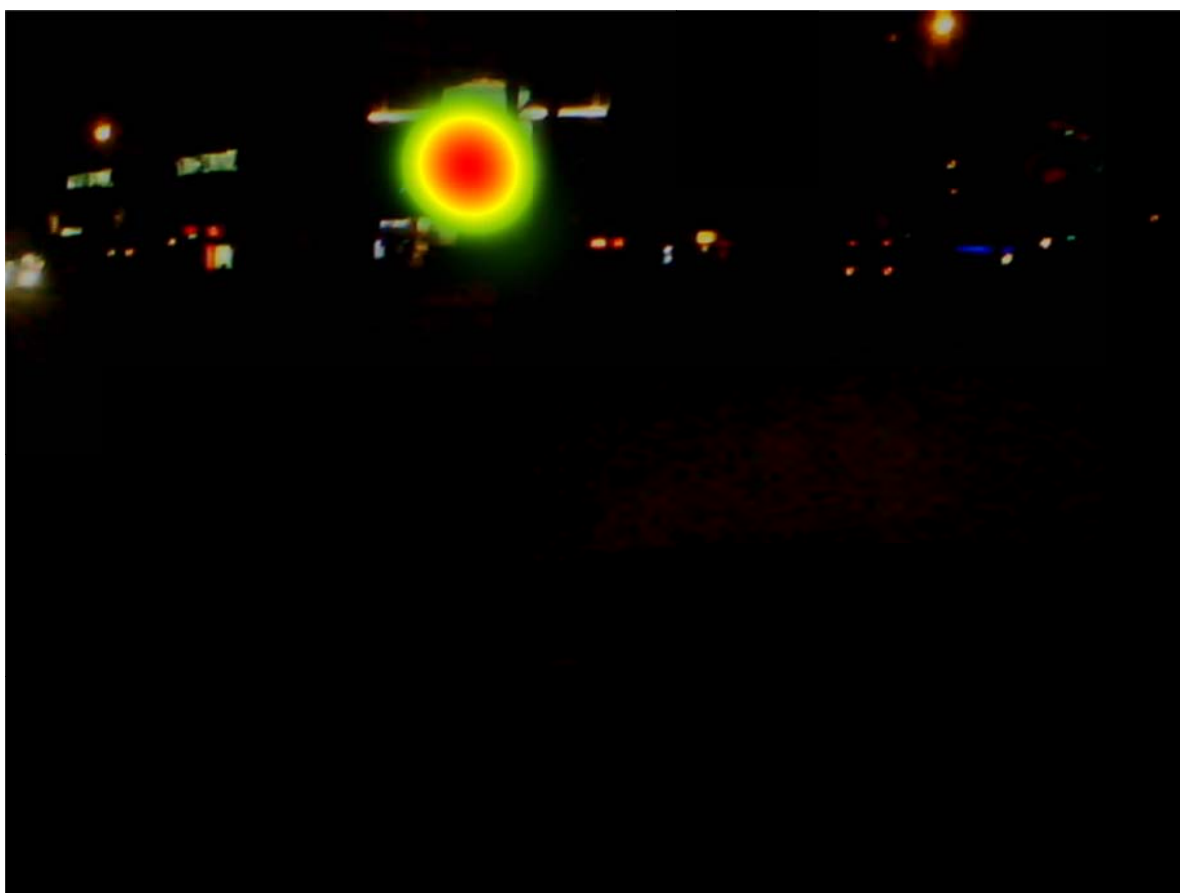
Valgusfoori taga seistes juht uurib leedekraani päris mitu korda.



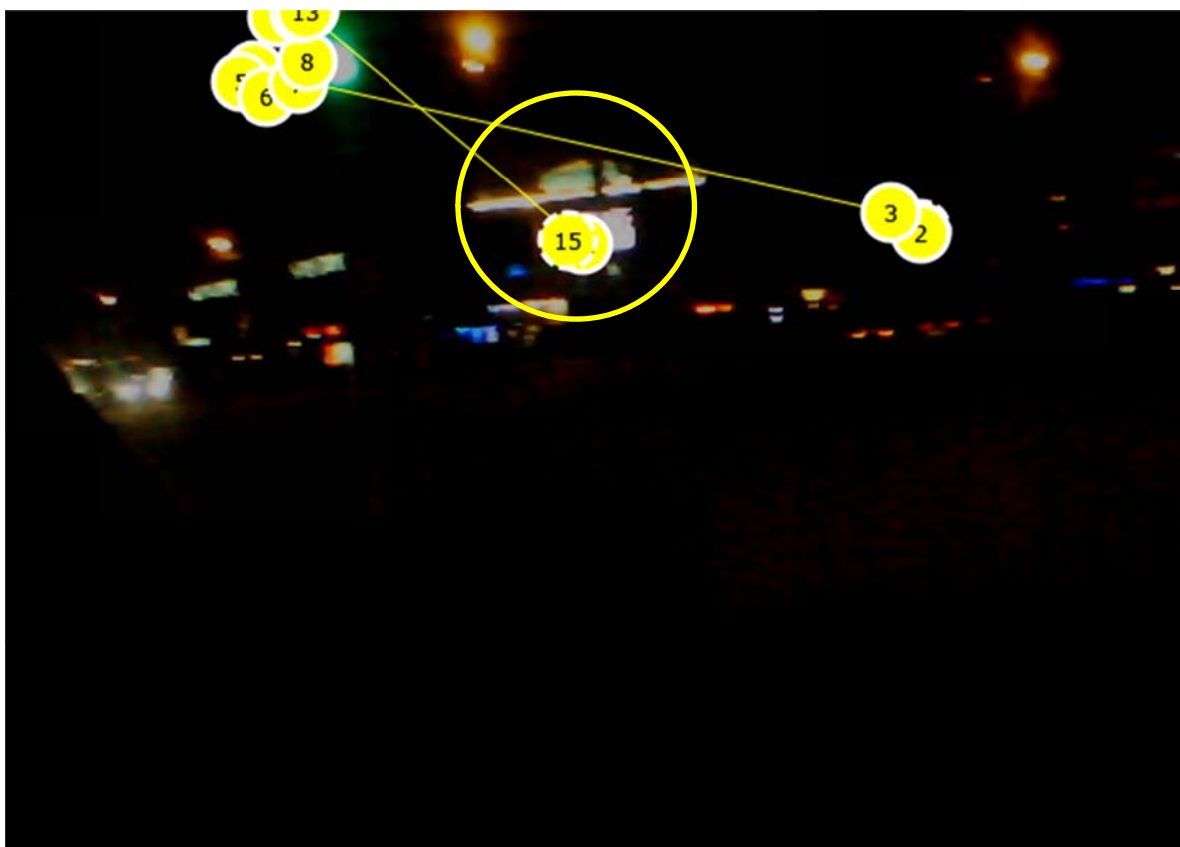
Sama pilt tähelepanu intensiivsuse järgi.



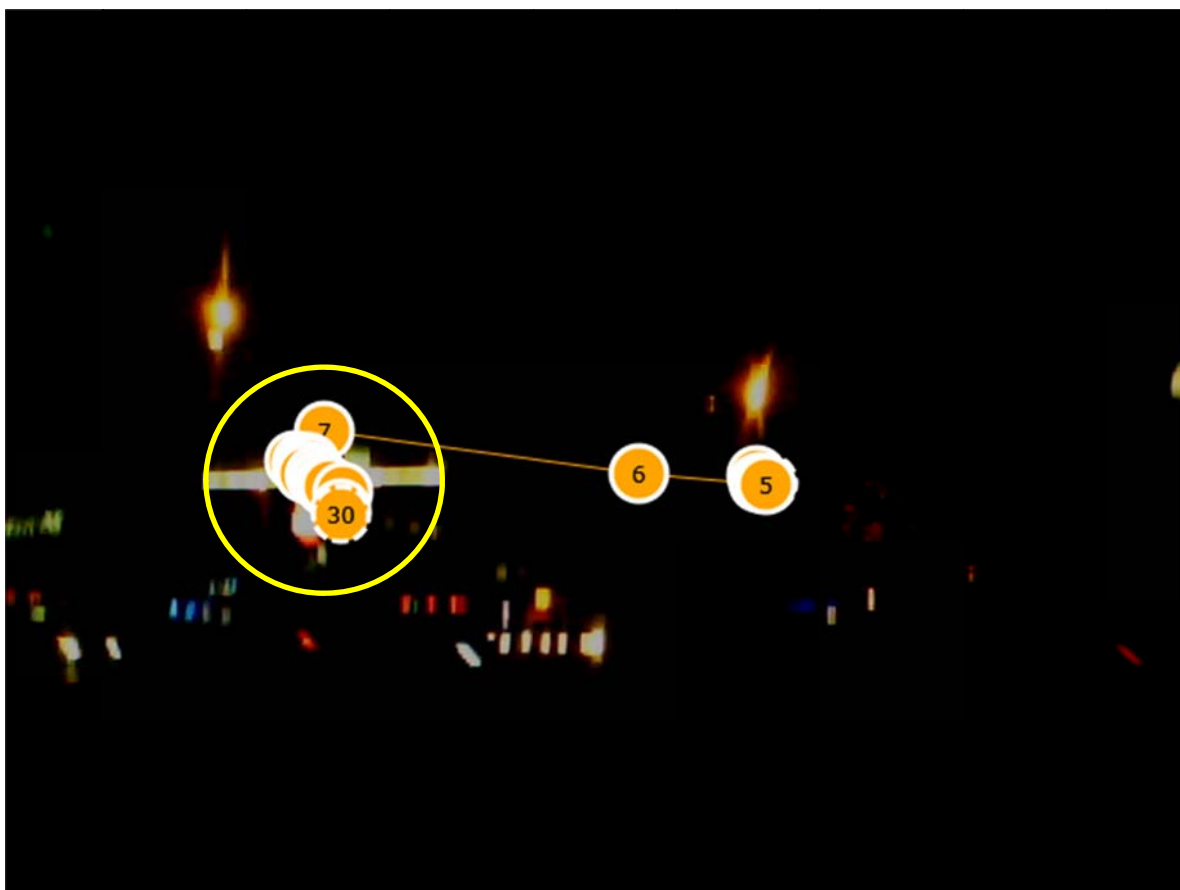
Alguses juht jälgib mõnda aega leedreklaami.



Sama pilt tähelepanu intensiivsuse järgi.



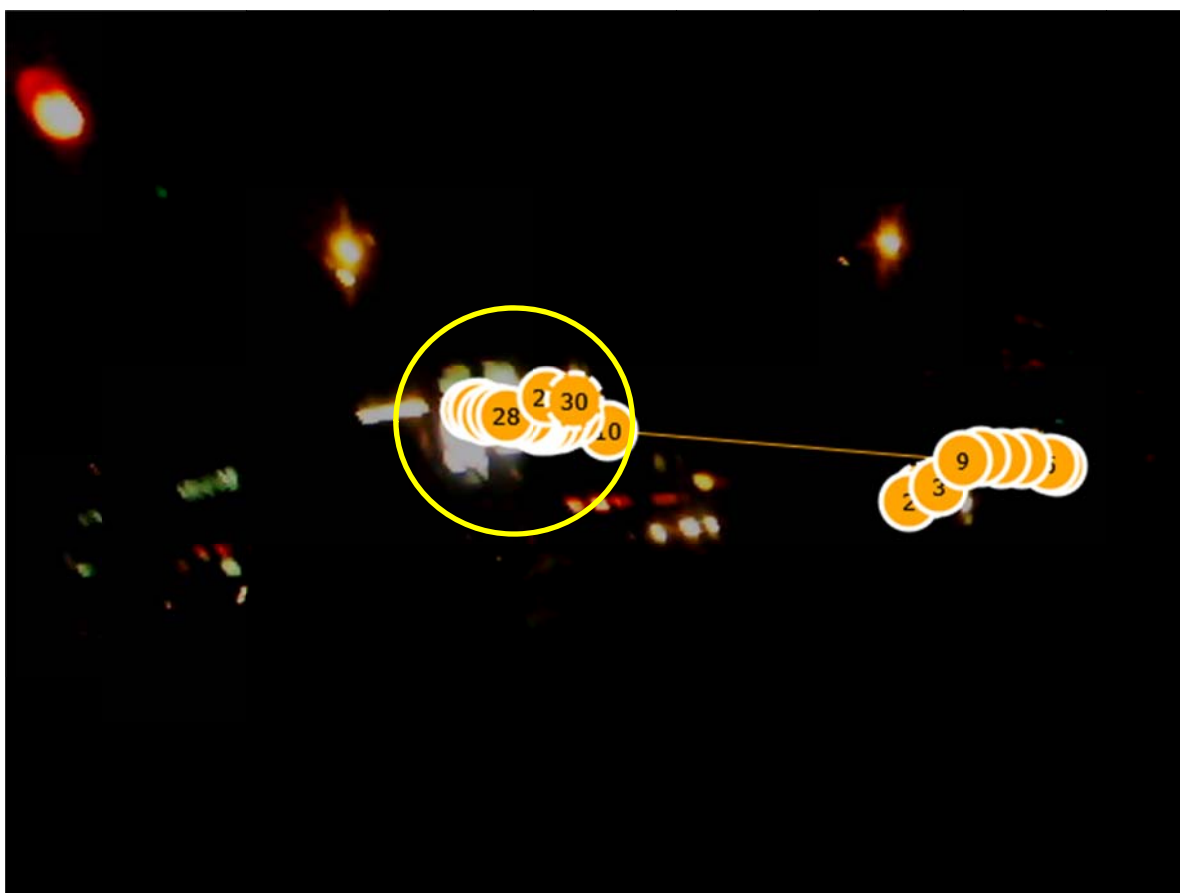
Alguses juht jälgib mõnda aega leedreklaami, kui hiljem tema tähelepanu keskpunktis on valgusfoor. Kui süttib roheline tuli, siis veel korra viskab pilgu ekraanile.



Juht jälgib pidevalt leedekraani.



Juht jälgib pidevalt leedekraani.



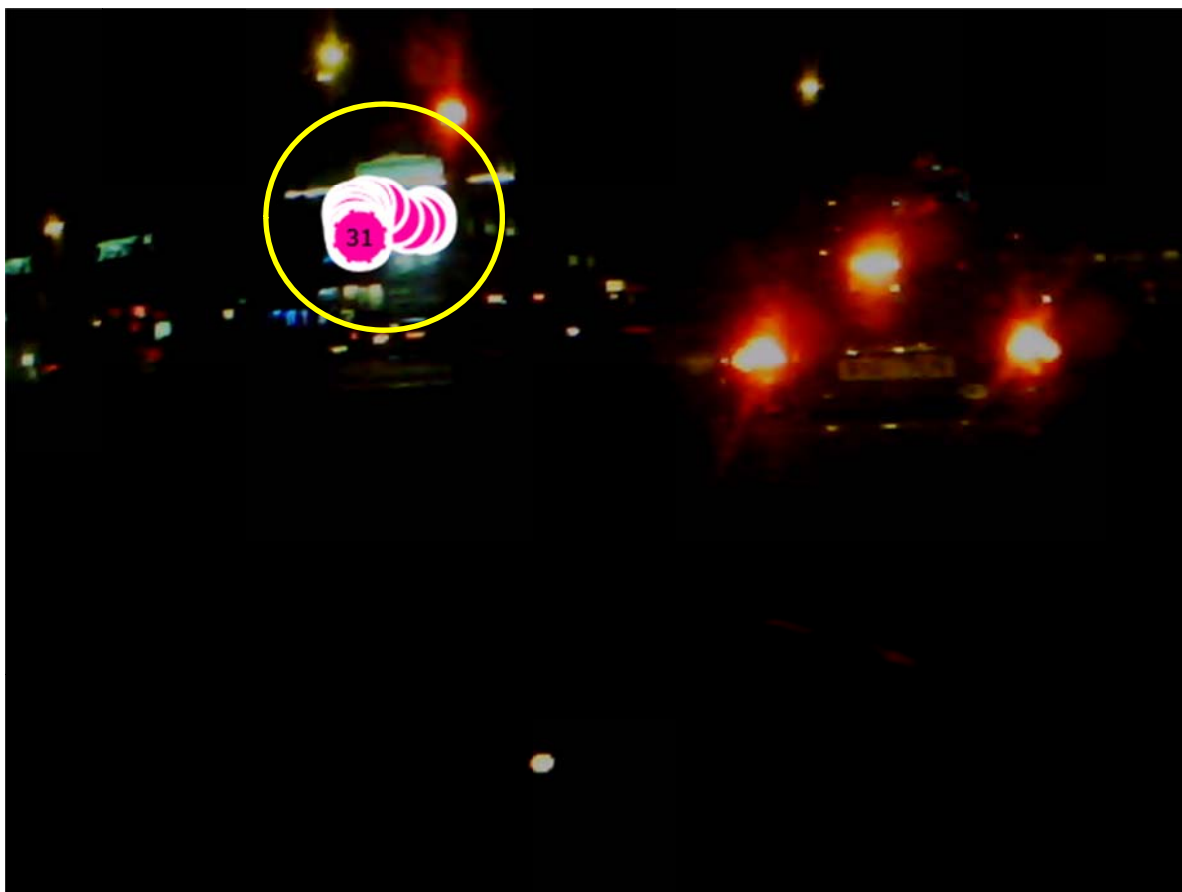
Juht jälgib pidevalt leedekraani.



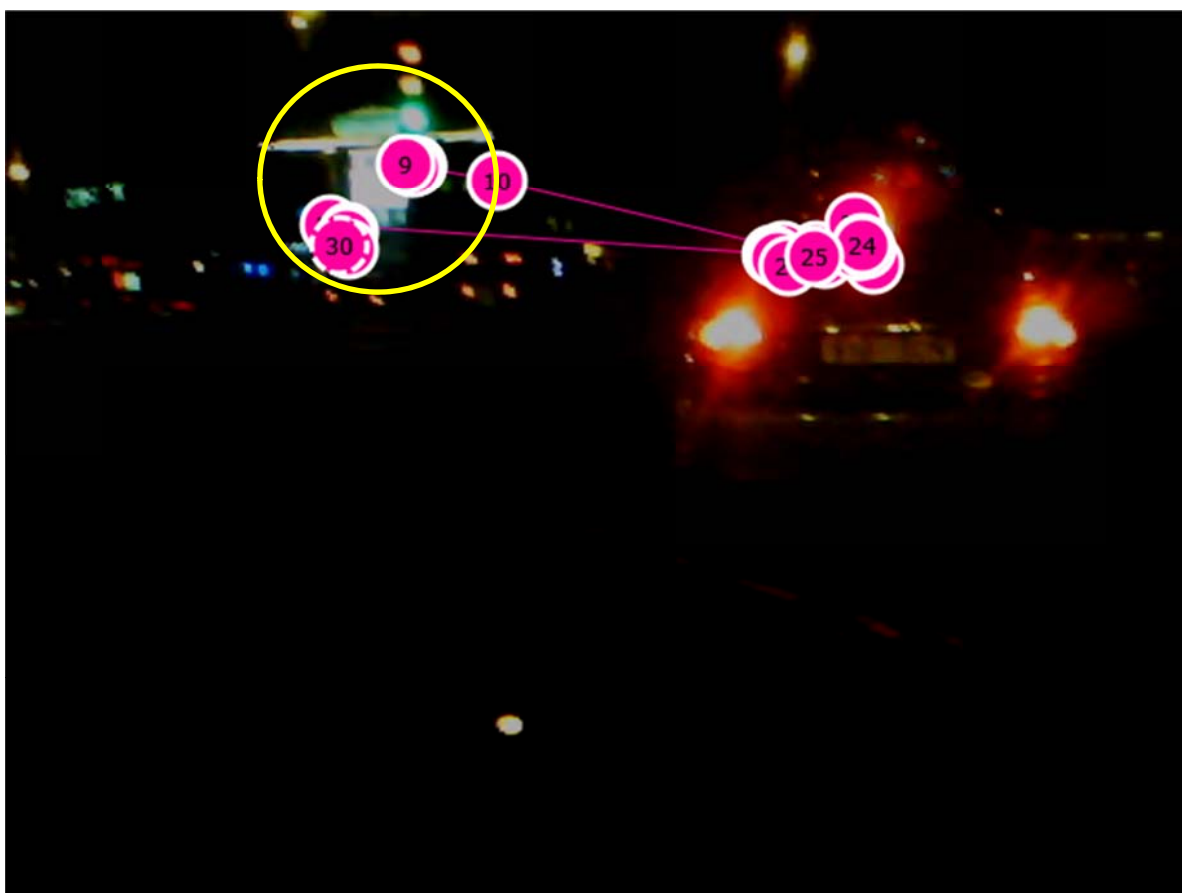
Valgusfoori taga seistes on näha, et suur pidevalt muutuv pilt tõmbab endale päris palju tähelepanu.



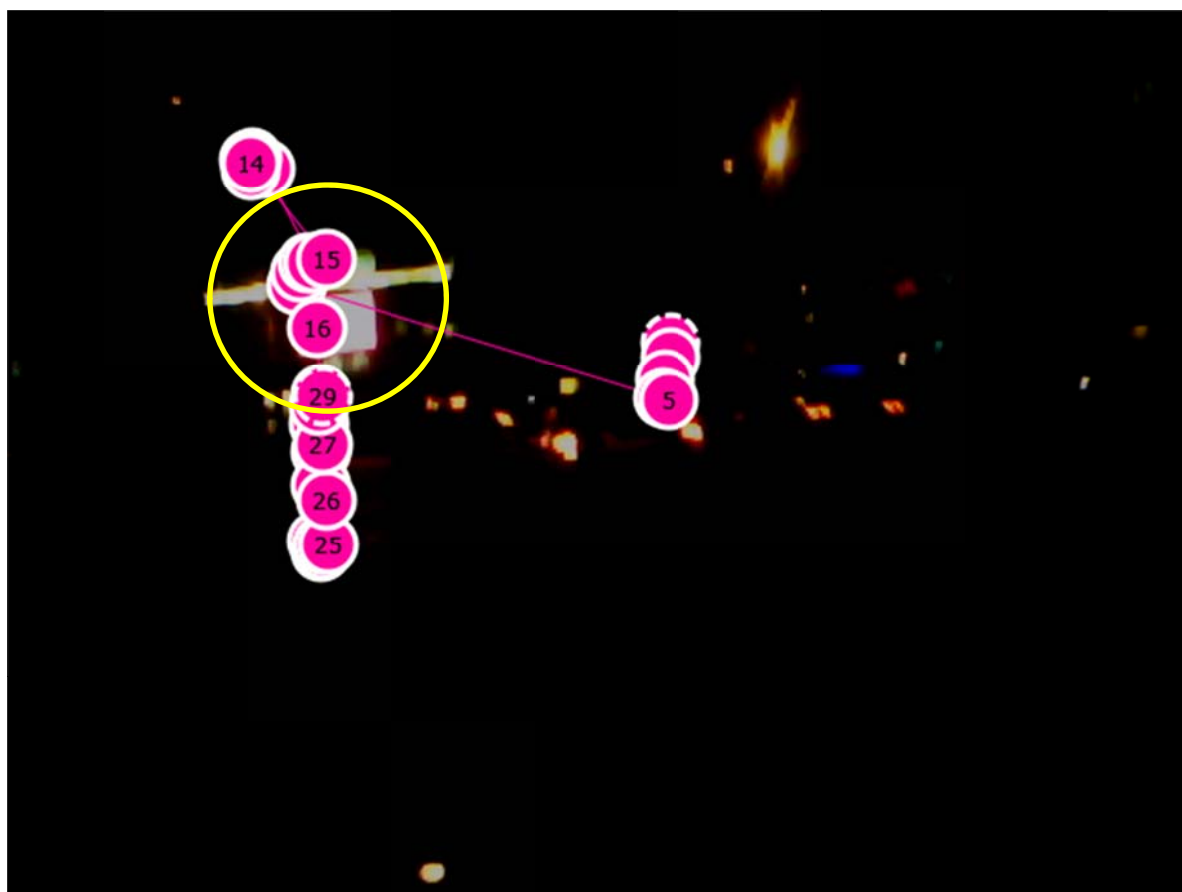
On näha, kuidas algaja juhi pilk eksleb ning pidevalt püüab reklaami tähelepanu fookusesse.



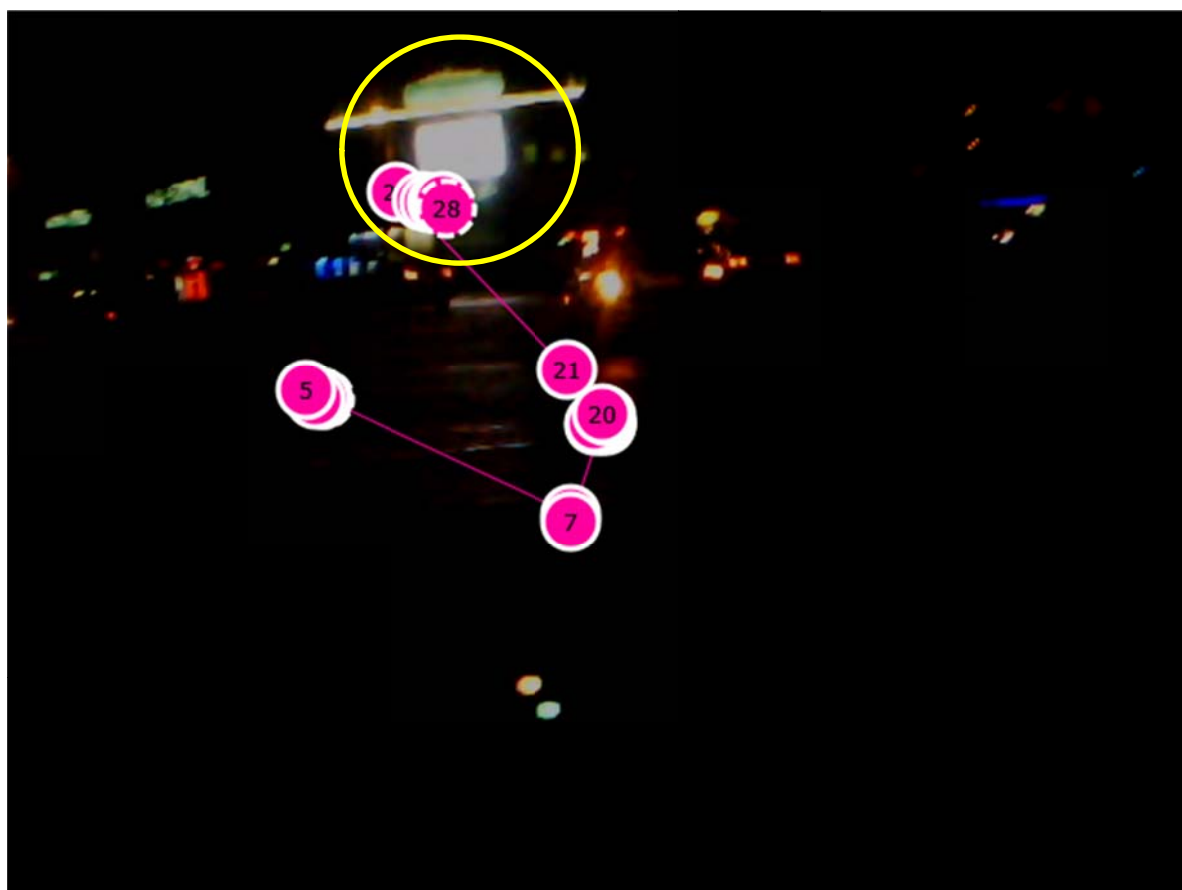
Algaja juhi tähelepanu on ekraani poole suunatud.



On näha, kuidas algaja juhi pilk eksleb ning pidevalt püüab reklaami tähelepanu fookusesse.



Isegi ristmikul pöörates algaja juht vaatab leedekraani liiga palju.



Isegi ristmikul pöörates algaja juht vaatab leedekraani liiga palju.

Juhtide kommentaarid

Suur pidevalt vilkuv liiga ere reklaam tõmbab kohe tähelepanu endale. Vasakpoolne valgusfoor jääb ekraani taustale.

Sõidutee on valgustatud hästi, lisaks autode oma tuledele, kuid jalakäijate kõnnitee on täiesti pime, mitte midagi ei ole näha.

Mõnes kohas liiklusmärgid ei ole piisavalt hästi valgustatud, eemalt on kehvalt nähtavad.

3.5. Sõpruse pst 210

3.5.1. Objekti kirjeldus

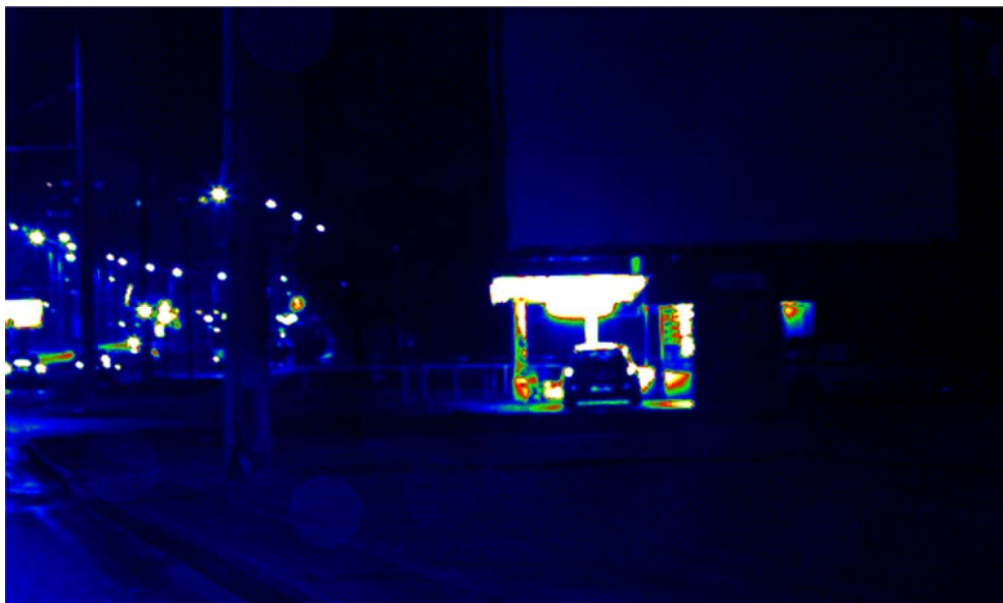
Uurimisobjektiks on ereda valgusega valgustatud söögikoha kiosk.
Asukoht: Sõpruse pst 210 (Vilde tee sõidusuund)



Uurimisobjekt: Sõpruse pst 210

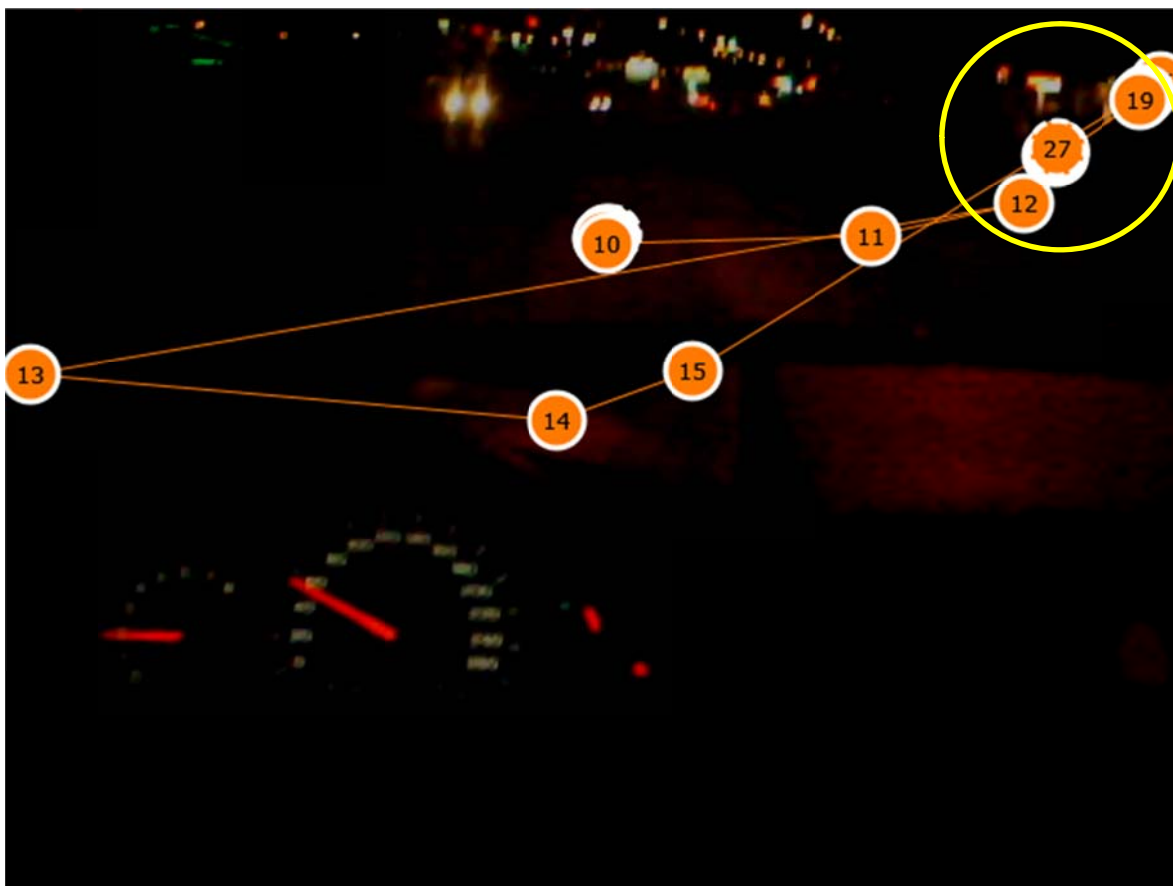
3.5.2. Valgusemõõtmise andmed

Lisatud pildid videoülesvõttelt, mis oli tehtud digitaalse heleduse mõõtekaameraga.

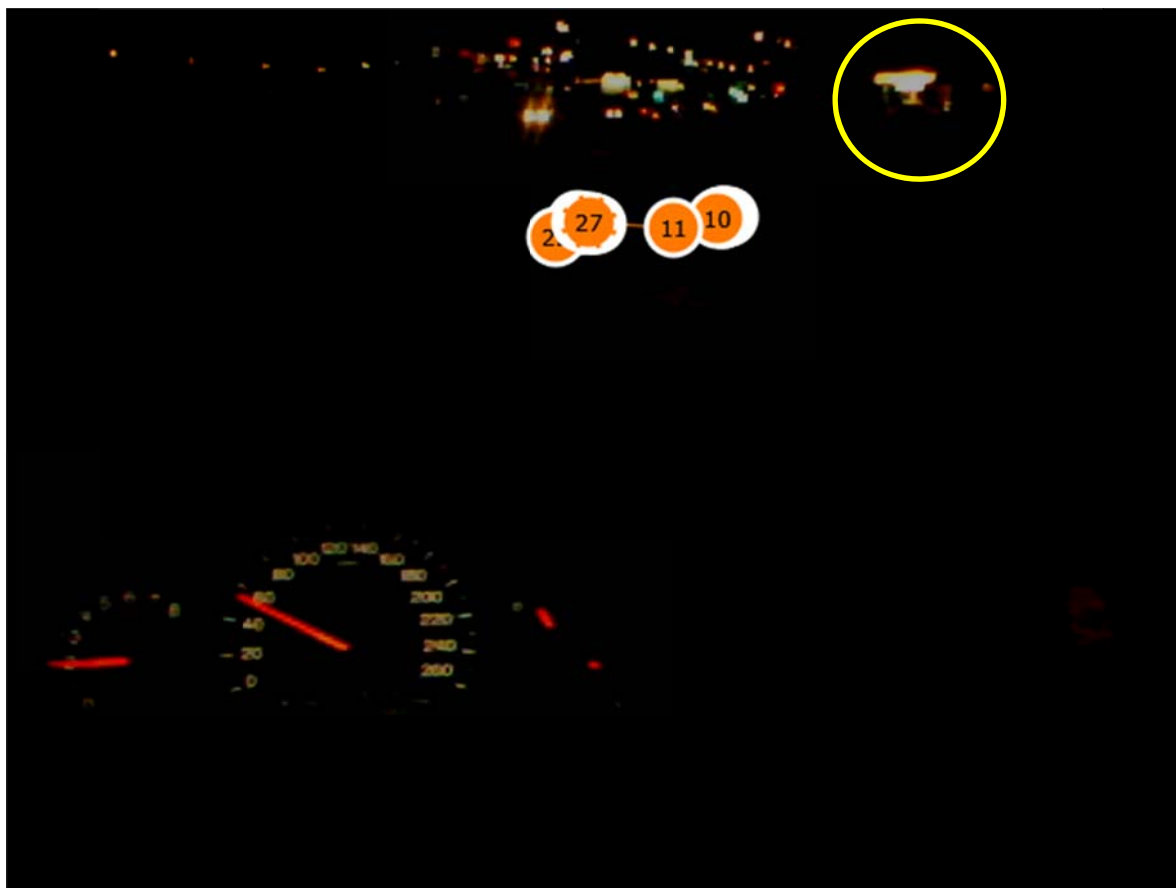


Teelõik on ühtlaselt valgustamata ning sõidutee kõrval asetsev, tunduvalt tugevama valgustustasemega söögikoha reklaam tõmbab tähelepanu kõrvale.

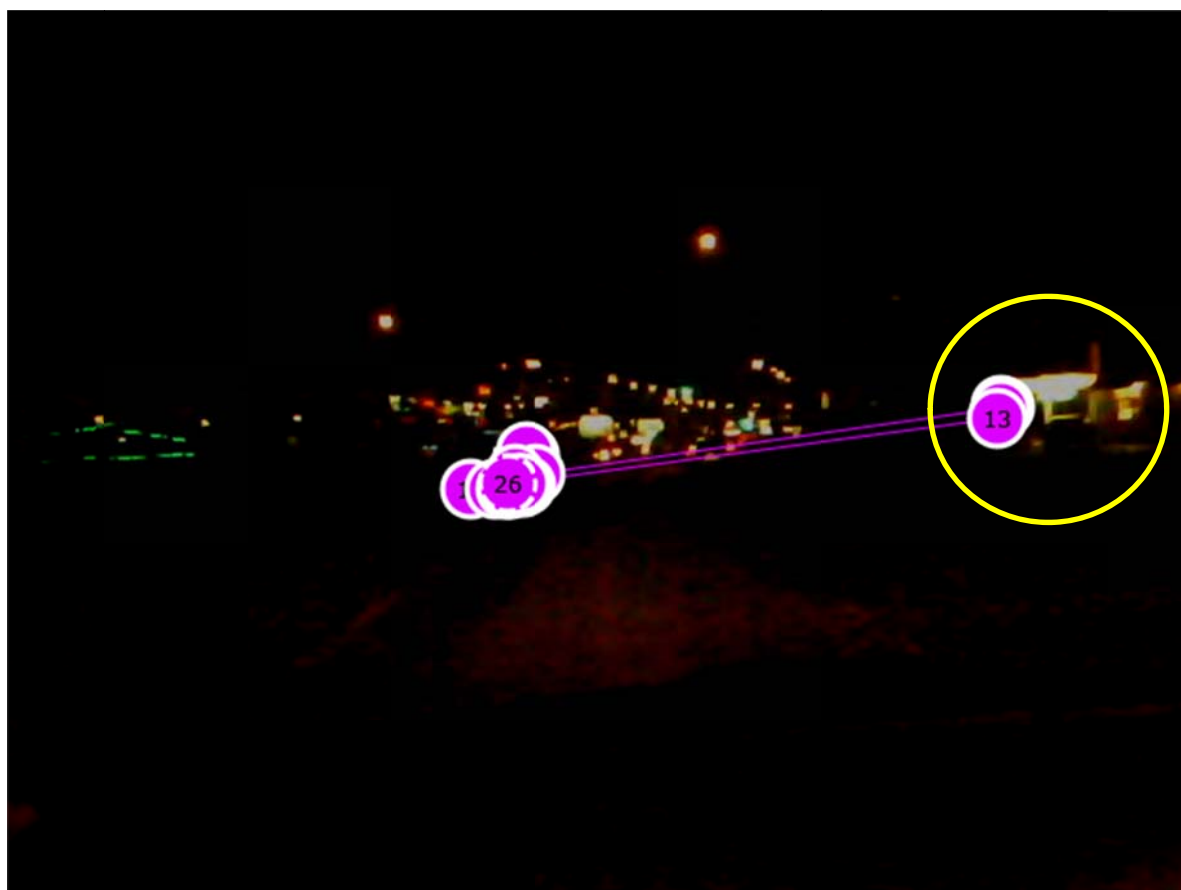
3.5.3. Eye tracking andmed



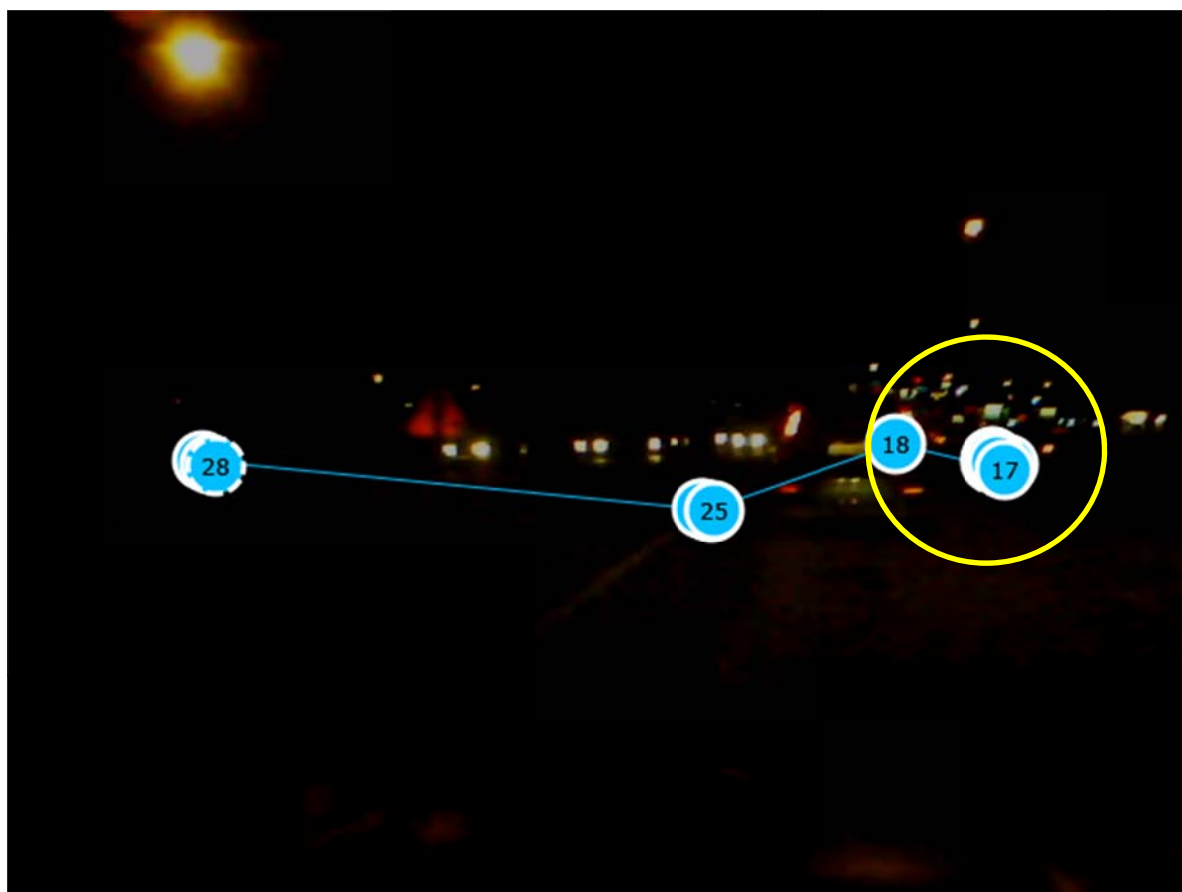
Korraks vilksamisi juht viskas pilku ka kioski poole.



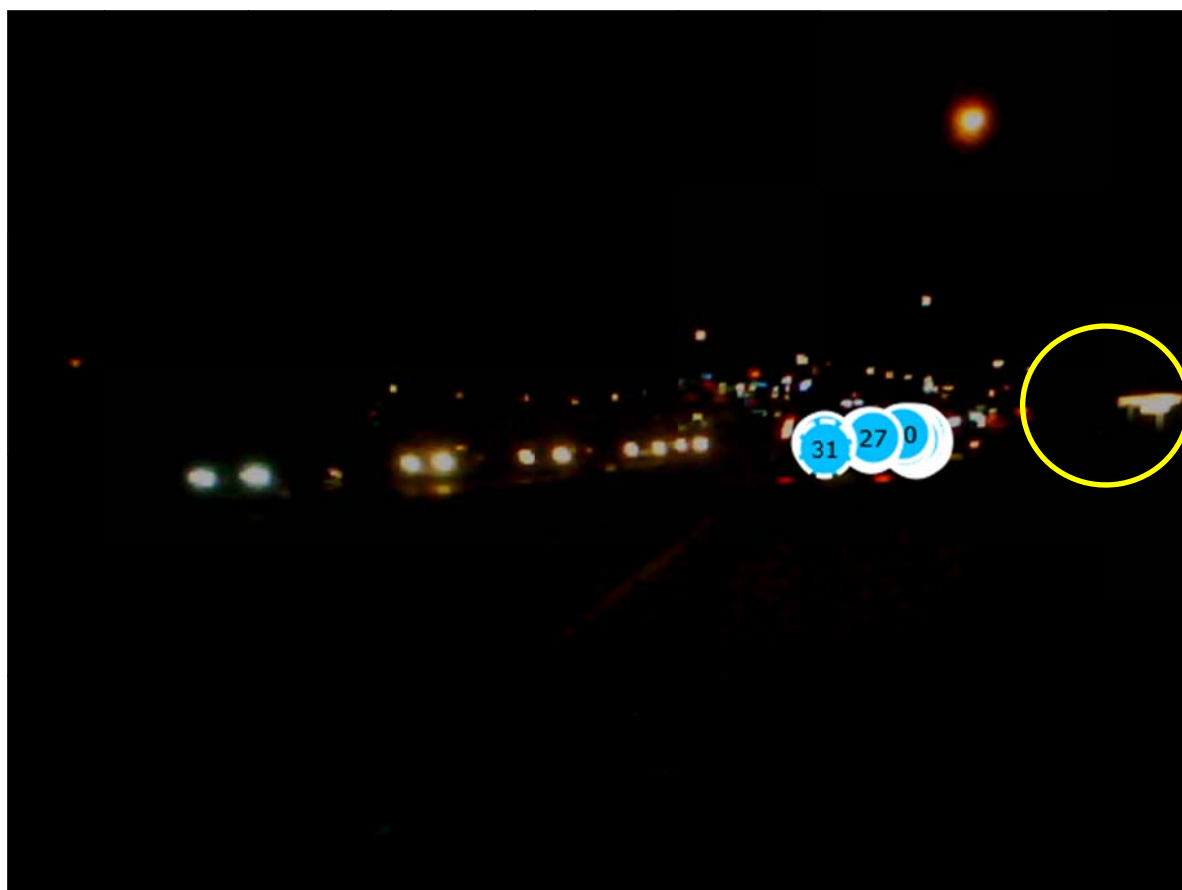
Teisel rajal sõites ei jää Sõpruse pst Burgeri kiosk juhi vaateväljale.



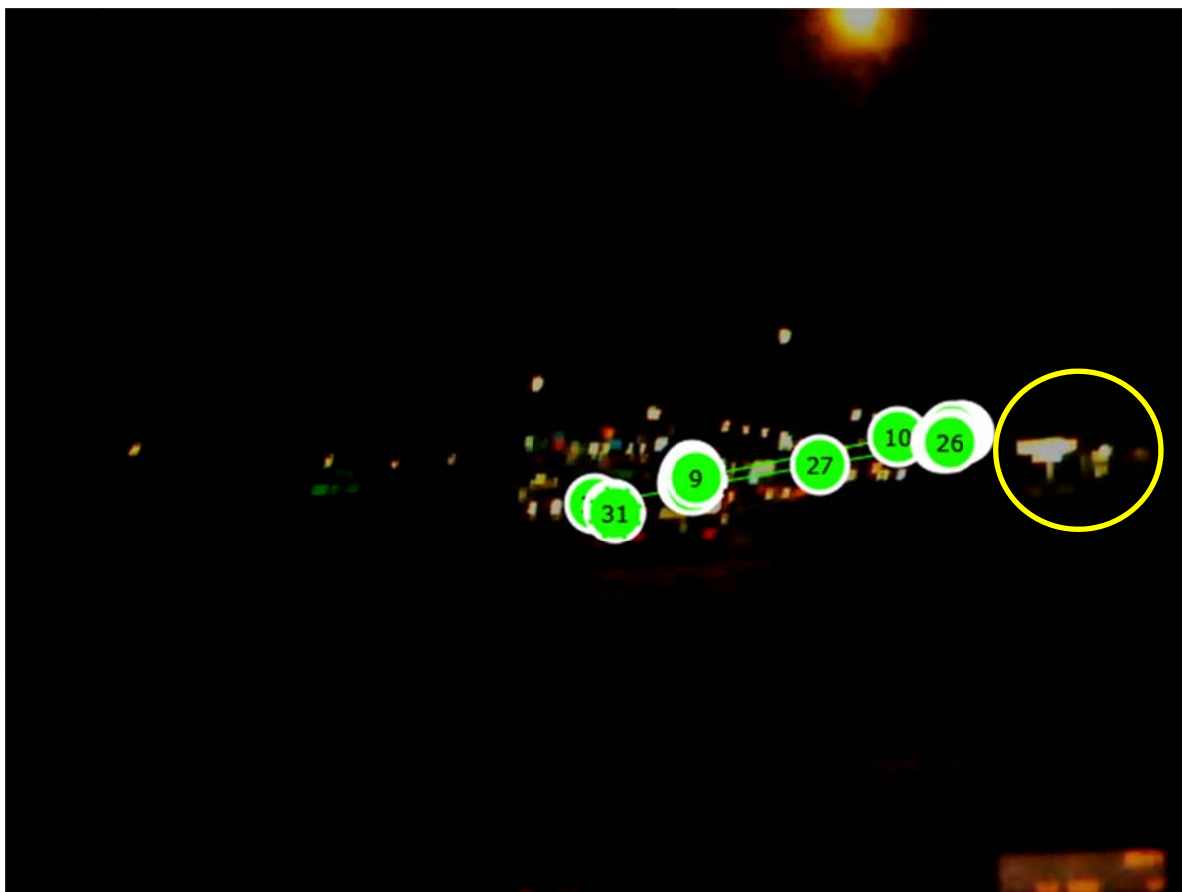
Burgeri kiosk tõmbab oma ereda valgusega vähem kogunud juhi tähelepanu endale.



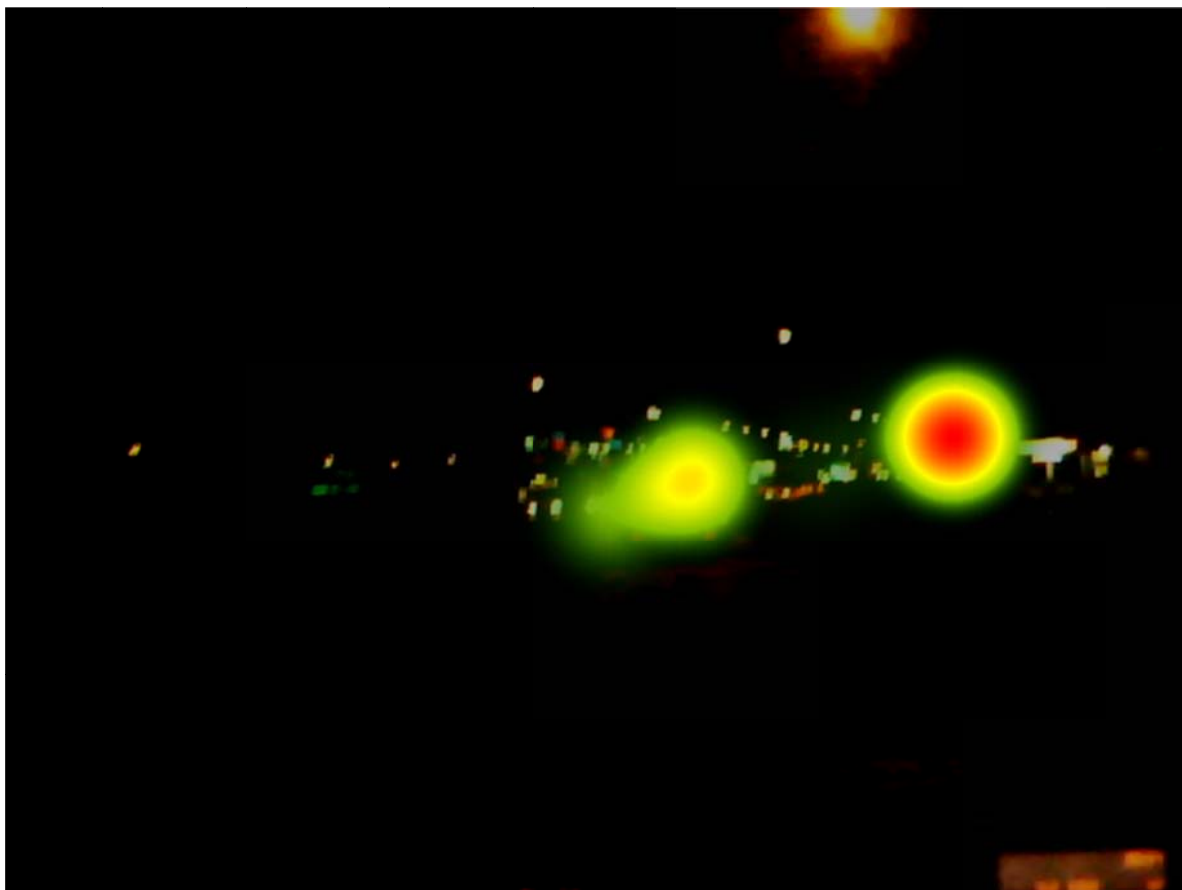
Teises reas sõites ei märka juht eredat reklaami.



Teises reas sõites ei märka juht eredat reklaami.



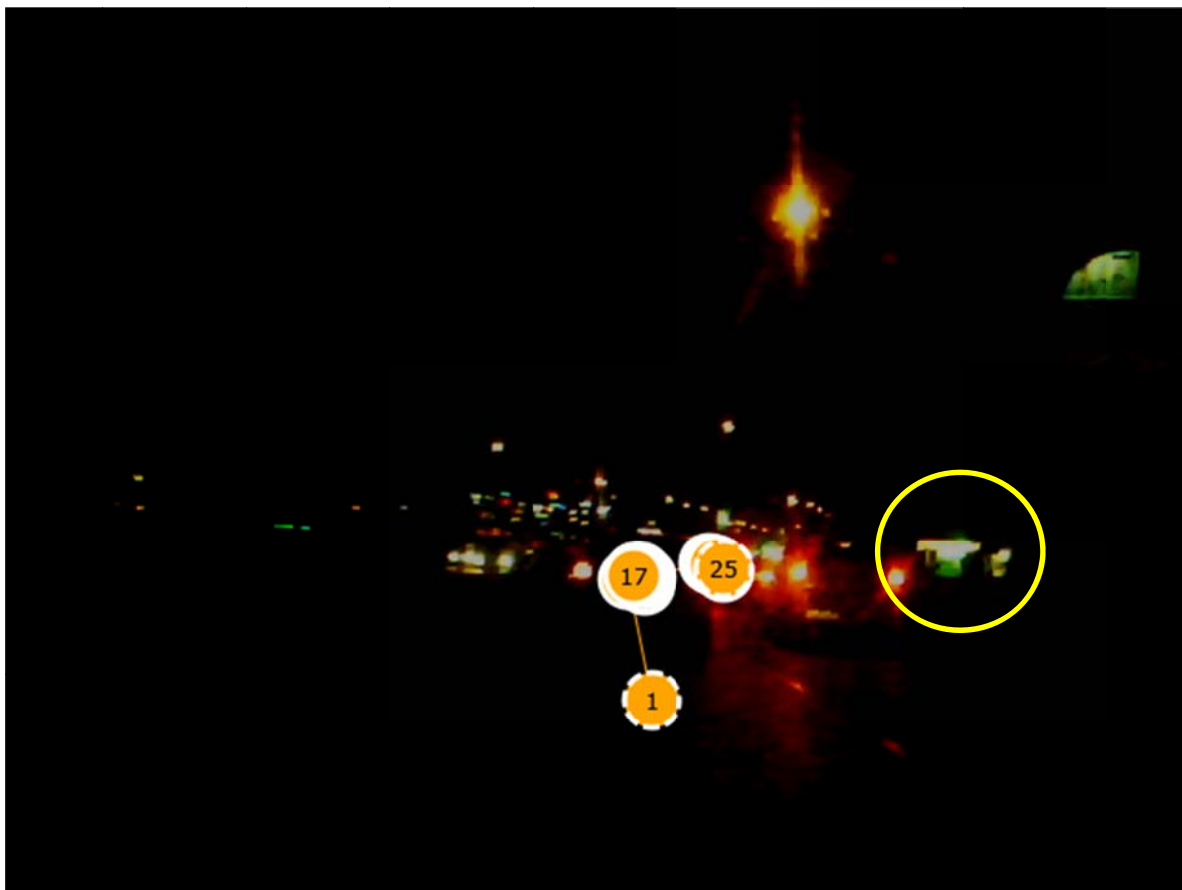
Juht korraks vaatas burgeri kioski suunas, kuid see ei tõmmanud tähelepanu liiklusest kõrvale.



Sama pilt tähelepanu intensiivsuse järgi.



Juht ei vaadanud üldse kioski poole.



Teises reas sõites jääb burgeri kiosk juhi tähelepanust välja.



Teises reas sõites ei märka algaja juht kioski eredat reklaami.

Juhtide kommentaarid

Sõpruse pst on kohati liiga pime, isegi sõidutee. Auke ega jalakäijaid ei ole üldse näha.

Kui tänavavalgustus on välja lülitatud, kuid reklaamid on eriti hästi valgustatud, siis teed ei ole näha. Samuti pole valgustatud kõnniteed ning isegi ühistranspordi peatused, jalakäijaid, lapsi pole üldse näha. Kui üldtaust on liiga pime, siis isegi valgusfoorid tunduvad liiga ereda valgusega, mille tõttu jalakäijaid pole näha.

4. Uuringu kokkuvõte ja soovitusel

Leedreklaamide mõju uuring viidi läbi Tallinna Transpordiameti tellimisel.

Uuring koosnes mitmest etapist:

- 1) viidi läbi uuringud autojuhtidega Tallinna teedel pimedal ajal, et analüüsida ja kirjeldada võimalikku leedreklaamide mõju juhtide tähelepanule elavas liikluses liigeldes;
- 2) viidi läbi testimised, et selgitada välja, mida inimesed jälgivad liiklusvideot vaadates;
- 3) teostati mõõdistustööd leedreklaamide valgustuse tasemest ja vastavusest normdokumentidele ning võimalikust mõjust juhtide tähelepanule liikluses.

Uuringutes osalesid erinevas vanuserühmas, erineva juhtimiskogemuse ja juhtumissagedusega inimesed, kokku 8 inimest elavas liikluses ning 7 liiklussimulatsiooni testis. Uuriti 5 objekti, kus teostati leedekraanide valguse mõõdistused.

Elavas liikluses läbiviidud testimise tulemused näitasid, et kõige rohkem tõmbasid tähelepanu leedekraanid järgmistel ristmikel: Endla – Sõpruse – Tulika, Tammsaare – Kadaka – Ehitajate ning Tondi – Tammsaare – Rahumäe. Tammsaare tee 85 olev leedekraan ning Sõpruse pst 210 söögikoha reklaam nii palju juhtide tähelepanu ei mõjutanud. Sama võib järeldada ka juhtide poolt antud hinnangute põhjal. Kuigi Tammsaare tee 85 ning Sõpruse pst 210 leedekraanid ei sattunud tihti juhtide tähelepanuvälja, olid just need reklaamid heleduselt märgatavalt üle normide, tekitades pimedal taustal autojuhtidele vaateväljas nn pimestava ääre räiguse (*indirect disability glare*).

Uuringuga läbi viidud testid, kus selgitati välja, mida sõidukijuhid jälgivad liiklusvideot vaadates ei andnud uurimustöös samasugust tulemust kui prillidega elavas liikluses ülesvõetud juhtide reageeringud erinevatele liiklussituatsioonidele ning keskkonna jälgimisele. Seega võib oletada, et liiklusvideo jälgimine on paljuski sarnane reaalses liiklussituatsioonis juhi kõrvalistuja kogemusliku tunnetusega liiklusest.

Paljude uuringutega on tõestatud, et nägemistaju adaptatsiooni ehk kohanemine ümbritseva keskkonna keskmise valgustatuse muutumisel olulisel määral ei kohane nägemissüsteemi tundlikkus muutunud tingimustega. (Inimese füsioloogia. R.F.Schmidt. Tartu 1997). Hämarkeskkonnaga harjunud autojuht, kes satub heleda leedvalgusega reklaami mõju piirkonda, kohaneb oma nägemissüsteemiga uue valgustatusega mõne sekundi jooksul. Kui valgustuse muutus on väga suur, siis võivad ajutiselt esineda ka pimestuseefektid, mille vältel vormitaju nõrgeneb. Uuringust ilmnes, et kogenud autojuhid püüavad liikluses alateadlikult vältida valgusreklaamidesse vaatamist. Vastupidisel juhul valgustatud reklaamil tähelepanu koondanud autojuhi pilk, mis üritab naasta liikluse jälgimisse ehk taaskord pimedusega adapteeruda on ekslev. Siin on põhjuseks inimese nägemissüsteemi toime, mis pimedusega kohanemisel (enam kui mõnisada kandelat ruutmeetri kohta) on tunduvalt pikem (kümneid minuteid). Seega algajate autojuhtidega on ohtlike liiklussituatsioonide teke kõige tõenäolisem. Pimedusega kohanemisel jääb nägemisteravus alati tunduvalt väiksemaks valges nägemisest. Nägemisseisund halveneb ka heledatest pindades tingitud räiguse tõttu ehk nende omadus rikkuda nägemiskomforti, vähendada kontrastitundlikkust või avaldada korraga mõlemat toimet, kui nende heledus ja valgustugevus ei ole sobivas vahekorras ümbritseva keskkonna heledusega. Tumedal taustal liiga ere objekt pimestab juhti, seega ta enam väga hästi ei näe ei liiklusmärke, ega jalakäijaid.

Kokkuvõtteks võib öelda, et uuritud objektide valgusenäitajad ületavad norme ning leedreklaamid satuvad paljudel juhtudel juhtide tähelepanu keskpunkti ning viib nende tähelepanu olulisemast kõrvale. Reklaamidega leedekraanid paigutuvad paljudel juhtudel liiklusmärkide või valgusfooride taustale ning juhtidele jäävad need paratamatult jälgitavasse

alasse. Tähelepanu koondub ekraanidele momendil, millal pilt asendub teise vaatega. Ehk teisisõnu, võib järeldada, et liikuv reklaam tõmbab rohkem tähelepanu enda peale võrreldes staatilise reklaamiga. Uuringust samuti ilmnes, et väiksema sõidukogemusega juhid pööravad sagedamini tähelepanu valgustatud ekraanidele kui kogemustega juhid.

Juba esialgsed uuringud reklaamidest ja leedekraanidest liiklussõlmedes näitavad üsna selgelt, et pikemal pimedal perioodil kui ilmastikutingimused loovad ühe halvima hämarakeskonna liiklemiseks on linnaruumi paigaldatud valgusreklaamid üks ohtlikumaid juhtide tähelepanu hajutavaid ning räiguse või vilkumisega segavaid objekte linnatänavail. Täiendavad uuringud ekraanide jälgitavuse ja paigutuse sobivuse kohta liiklussõlmedes annavad kindlasti lisainformatsiooni valgusreklaamide asjakohaseks paigutamiseks linnaruumi.

Lisaks sellele leedekraanide valgustugevus ei ole pidevalt sama väärtusega, seda reguleeritakse vahel madalamaks ja vahel kõrgemaks. Sellega seoses tuleb teostada aeg-ajalt valgusreklaamide kontrollmõõtmisi ja juhtide tähelepanu uuringuid. Eriti oluline on läbi viia uuringud ekraanide paigutuse ning valgustustaseme kohta enne lõplikke paigaldusi. Liiklusohutusele mõeldes tuleb uurida, kuidas reklaamid linnaruumis ja tänavatel ülejäänud liiklusskeemiga sobituvad. Sest eredate liikuvate leedreklaamide jälgimine elavas liikluses on võrreldav mobiiltelefoni kasutamisega, mis autoroolis olles on seadusega keelatud.

Tallinna Transpordiameti andmetel leedekraanide valgustugevus ei ole pidevalt sama väärtusega, seda reguleeritakse vahel madalamaks ja vahel kõrgemaks. Vahetult enne antud uuringu läbiviimist leedreklaamide omanikule oli saadetud meeldetuletus, et leedekraanide valgustugevus Kristiine ristmikul, Tondi-Tammsaare ristmikul ning Tammsaare-Kadaka tee ristmikul on liiga kõrge ning see tuleb madalamaks reguleerida, mis oli ka tehtud. Sellega seoses tuleb teostada aeg-ajalt valgusreklaamide kontrollmõõtmisi ja juhtide tähelepanu uuringuid. Eriti oluline on läbi viia uuringud ekraanide paigutuse ning valgustustaseme kohta enne lõplikke paigaldusi. Liiklusohutusele mõeldes tuleb uurida, kuidas reklaamid linnaruumis ja tänavatel ülejäänud liiklusskeemiga sobituvad. Sest eredate liikuvate leedreklaamide jälgimine elavas liikluses on võrreldav mobiiltelefoni kasutamisega, mis autoroolis olles on seadusega keelatud.