

Asmens reakcijų į gamtos ir miesto centro aplinkas testavimas modeliuojant aplinkas virtualioje realybėje ir pasitelkiant neurosensorinius duomenis

Tyrimo ataskaita

Užsakovas: UAB „KOG institutas“

Tyrimą atliko: KTU Elgsenos tyrimų
laboratorija Neuro LAB ir KTU Biomedicininės
inžinerijos instituto tyrėjų komanda

2026 m. gegužės 30 d.

Tyrimo tikslas ir uždaviniai

Tyrimo tikslas

nustatyti, kaip tiriamieji reaguoja į gamtos ir miesto centro vaizdų elementus (stimulus), atspindinčius nekilnojamo turto pasirinkimo miesto centre ir / ar gamtoje preferencijas lemiančius veiksnius.

Tyrimo uždaviniai:

1

Parengti ir su partneriais suderinti tyrimo metodologiją, kuri neprieštarautų tyrimo etikos principams.

2

Palyginti tiriamųjų emocinę būseną prieš eksperimentą ir po jo.

3

Identifikuoti, kokį efektą tiriamųjų emocinei būsenai, smegenų veiklai, širdies ritmui ir kraujotakos ypatumams turi virtualioje realybėje modeliuojama gamtos aplinka.

4

Identifikuoti, kokį efektą tiriamųjų emocinei būsenai, smegenų veiklai, širdies ritmui ir kraujotakos ypatumams turi virtualioje realybėje modeliuojama gamtos aplinka.

5

Nustatyti tiriamųjų preferencijas gamtos ir miesto centro aplinkoms ir savijautą jose, kai renkiasi laisvalaikio praleidimo būdą.

TURINYS

1. Asmens reakcijų į gamtos ir miesto centro aplinkas testavimo modeliuojant aplinkas virtualioje realybėje ir pasitelkiant neurosensorinius duomenis tyrimo metodologija	6
1.1 Tyrimo poreikis, metodai ir eiga	7
1.2 Tyrimo vieta, laikas, etika ir tiriamieji	14
2. Tyrimo duomenų paruošimas ir apdorojimas	17
2.1 fNIRS duomenų paruošimas ir pirminis apdorojimas	18
2.2 fNIRS duomenų analizė	23
2.3 Fiziologinių signalų apdorojimas	29
3. Tyrimo rezultatai	31
3.1 fNIRS duomenų analizės rezultatai	32
3.2 Fiziologinių signalų analizės rezultatai	40
3.3 Apklausos duomenų analizės rezultatai	43
Išvados	53
Literatūra	56
Priedai	58

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Sisteminiai veiksniai, kintantys ilgų fNIRS sesijų metu, ir tikėtina jų įtaka	8
2 lentelė. VR vaizdo įrašų AB ir BA struktūra	9
3 lentelė. Tiriamųjų charakteristikos bei tyrimo detalės	15
4 lentelė. Homer3 duomenų apdorojimo funkcijos ir eiga	18
5 lentelė. Laiko langų apibrėžtys (stimulo pradžios atžvilgiu)	24
6 lentelė. Amplitudės pokyčių krypties interpretacija atsižvelgiant į fNIRS chromoforus	25
7 lentelė. LMM išvesties rodiklių paaiškinimas	26
8 lentelė. ROI kanalų LMM rezultatai (S2–D1 ir S3–D1, kairioji šoninė PFC)	34
9 lentelė. Pirmieji 5 kanalai pagal nekoreguotą HbO p reikšmę, plius apibendrinta paskutinė eilutė likusiems 17 kanalams	36
10 lentelė. Sąveikos analizės rezultatai ROI kanaluose (HbO chromoforas)	37
11 lentelė. Jautrumo analizės rezultatai pagrindiniuose kanaluose (HbO)	38
12 lentelė. S3–D1 (HbO) konvergencija per pirminę analizę ir tris jautrumo analizes	39
13 lentelė. Tiriamųjų pozityvių ir neigiamų emocinių būsenų suminė raiška prieš tyrimą ir po jo	45
14 lentelė. Tiriamųjų atsakant į atvirus klausimus išreikšta savijauta gamtos aplinkoje: turinio analizė	48
15 lentelė. Tiriamųjų atsakant į atvirus klausimus išreikšta savijauta miesto aplinkoje: turinio analizė	50

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Optodų išdėstymo schema	11
2 pav. Užregistruotų EKG ir FPG signalų pavyzdžiai: a) 10 s EKG II derivacijos signalas, b) 10 s dešinės rankos rodomojo piršto FPG signalas, c) 10 s kairės rankos rodomojo piršto FPG signalas	12
3 pav. Tyrimo grafikas	14
4 pav. Stimulų žymų laiko juosta visiems 17 tiriamųjų. Vertikalūs brūkšneliai žymi stimulų pradžią, spalvotos juostos – sąlygų blokus	16
5 pav. Širdies pulsacija optiniame tankyje	19
6 pav. Trijų pavyzdinių tiriamųjų signalo galios spektrinis tankis	20
7 pav. SQI pavyzdžiai	21
8 pav. Amplitudės apskaičiavimo vizualizacija	25
9 pav. Nufiltruotų EKG ir FPG signalų pavyzdžiai: a) 10 s EKG II derivacijos signalas, b) 10 s dešinės rankos rodomojo piršto FPG signalas, c) 10 s kairės rankos rodomojo piršto FPG signalas	29
10 pav. Kairiosios šoninės PFC aktyvumas vaizdo įrašų žiūrėjimo metu	33
11 pav. fNIRS tyrimo radinys: gamtoje tiriamieji labiau atsipalaiduoja, o mieste smegenų veikla suaktyvėja (76 % tiriamųjų atveju užfiksuotas neigiamas Gamtos – Miesto skirtumas S3–D1 kanale)	35
12 pav. Tyrimo rezultatas, rodantis vidutinį, prie didelio artėjantį efekto dydį ($d = 0,74$) pagal standartinę Cohen skalę	36
13 pav. Širdies susitraukimų dažnio ir širdies ritmo variabilumo parametrų pokyčiai miesto ir gamtos vaizdų stebėjimo metu: a) širdies susitraukimų dažnis, b) SDNN, c) RMSSD. Punktyrinė linija žymi normalizavimo lygį (100%)	40
14 pav. Fotopletizmogramos signalo morfologinių parametrų pokyčiai miesto ir gamtos vaizdų stebėjimo metu: a) FPG amplitudė, b) IPA, c) T1. Punktyrinė linija žymi normalizavimo lygį (100%)	42
15 pav. Tiriamųjų emocinės būsenos įsivertinimas prieš ir po tyrimo pagal PANAS skalę	44
16 pav. SAM emocinių būsenų kaita tyrimo eigoje	46
17 pav. Tiriamųjų savijautą VR miesto ir gamtos aplinkose apibendrinantys žodžių debesys	51

PRIEDŲ SĄRAŠAS

A priedas. Apklauso anketa	59
B priedas. KTU Mokslinių tyrimų etikos komisijos pritarimas atlikti mokslinį tyrimą	63
C priedas. SQI karščio žemėlapiai ir skaičiavimai kiekvienam tiriamajam	64
D priedas. SS regresijos diagnostika	67
E priedas. Benjamini-Hochberg FDR korekcijos procedūra	68
F priedas. Duomenų struktūra	69
G priedas. Cohen's d (d_z) efekto dydžio apskaičiavimas	69
H priedas. LMM visiems kanalams HbO ir HbR chromoformams	70
I priedas. Jautrumo analizė	72
J priedas. SAM skalės emocinių būsenų kaita tyrimo eigoje	76
K priedas. Atsakymų į atvirus anketos klausimus suvestinė lentelė	76

1.

**Asmens reakcijų į gamtos
ir miesto centro aplinkas
testavimo modeliuojant
aplinkas virtualioje realybėje ir
pasitelkiant neurosensorinius
duomenis tyrimo metodologija**

Tyrimo poreikis, metodai ir eiga

Pagal MTEP darbų sutartį Nr. SV9250604 (užsakovas UAB „KOG institutas“) atliekamo **tyrimo poreikis** grindžiamas tuo, kad toks tyrimas leis:

- Skirtingais metodais, kombinuojant tiek tradicinius, tiek vartotojų neuromokslą atstovaujančius neinvazinius duomenų rinkimo metodus, tirti tą patį reiškinį – asmens reakcijas į gamtos ir miesto centro vaizdų elementus. Tai įgalins tiksliau pagrįsti nagrinėjamų stimulų poveikio tendencijas.
- Patikrinti skirtingų metodų tinkamumą panašaus pobūdžio tyrimams atlikti ir suprasti, kurie iš jų tikslingesni taikyti. Kadangi tokio pobūdžio tyrimai iki pastarojo meto, tyrėjų žiniomis, nebuvo atliekami, taip bus pasiektas ir metodologinis tyrimo naujumas.
- Gauti verslo praktikoje aktualių įžvalgų, kaip panaudoti skirtingus gamtos ir miesto centro stimulus siekiant sužadinti nekilnojamą turtą šiose vietovėse besirenkančių vartotojų preferencijas, suteiks pagrindą marketingo komunikacijos sprendimams priimti.

Duomenims rinkti pasitelktas **eksperimento tyrimo dizainas**, jis bus įgyvendinamas laboratorinėmis sąlygomis. Įgyvendinamo eksperimento tikslui pasiekti bus kombinuojami tiek tradiciniai, tiek vartotojų neuromokslą atstovaujantys neinvaziniai duomenų rinkimo metodai.

Eksperimento tyrimo duomenims rinkti naudojami šie duomenų rinkimo metodai:

1. Apklausos duomenų rinkimo metodas bus naudojamas visų trijų etapų metu, atliekant pirminį, vidurio ir pabaigos testus.

2. Smegenų veiklos registravimas naudojant neinvazinį artimųjų infraraudonųjų spindulių spektroskopijos (fNIRS) metodą.

3. Širdies ritmo ir kraujotakos ypatumų matavimas.

Eksperimento tyrimui įgyvendinti pasitelkta KTU M-Lab Simuliacijų laboratorijoje SMART Lab, Virtualios ir papildytos realybės technologijų laboratorijoje ir Biomedicininės inžinerijos institute esanti įranga:

1. Artimųjų infraraudonųjų spindulių spektroskopijai (fNIRS) atlikti bus naudojama Artinis įranga (Brite ir PortaSync).

2. Virtualios aplinkos modeliavimui bus naudojami virtualios realybės akiniai Meta Quest 3.

3. Širdies ritmui ir kraujotakos ypatumams matuoti bus naudojamas Biopac MP150.

VR vaizdo įrašų paruošimas taikant atsvarą

Vienas iš svarbių žingsnių ruošiantis eksperimentui buvo virtualios realybės akiniams pritaikytų miesto centro (A) ir gamtos (B) vaizdo įrašų paruošimas. Nors vaizdo įrašų kūrimas ir paruošimas buvo derintas per daug iteracijų, galutiniai įrašai ne visiškai atitiko tyrėjų komandos reikalavimus dėl stimulų kokybės ir įrašų trukmės. Kad būtų užtikrinta kiek galima didesnė surinktų duomenų kokybė, be to, atsižvelgiant į sprendimą vertinti kiekvieno tiriamojo reakciją į miesto centro ir gamtos vaizdus per vieną duomenų rinkimo sesiją, nuspręsta sukurti du įrašus AB ir BA, kurie skirtųsi miesto centro ir gamtos

vaizdo įrašų eiliškumu. Pavyzdžiui, jei visi tiriamieji pirmiausia būtų matę miesto centro įrašą, išmatuoti skirtumai tarp sąlygų galėtų atspindėti ne tik tikrąjį smegenų atsaką į skirtingas aplinkas, bet ir pašalinius veiksnius – pavyzdžiui, tai, kad pirmojo bloko metu tiriamieji buvo atidesni arba mažiau pavargę. Ilgos fNIRS įrašo sesijos metu tam tikri fiziologiniai ir techniniai veiksniai natūraliai kinta (dreifuoja) (1 lentelė).

1 lentelė

Sisteminiai veiksniai, kintantys ilgose fNIRS sesijos metu, ir tikėtina jų įtaka

Kas keičiasi sesijos metu	Tikėtina įtaka / kryptis
Tiriamųjų nuovargis / nuobodulys	Mažesnės atsako amplitudės antrame bloke.
Pripratimas (habituacija)	Mažesnis nuostabos ar sujaudinimo atsakas antrame bloke.
Stimulo naujumas	Pirmasis blokas atrodo naujesnis, antrasis – labiau nuspėjamas.
Ryšio tarp optodo ir odos kaita	Nežymiai prastėjanti šviesos signalo kokybė sesijos pabaigoje
Odos temperatūra / kraujotaka	Lėta kaita, galinti sistemingai iškreipti vėlyvųjų blokų vertes.
Žemo dažnio įrangos dreifas	Lėtai kintantis foninis lygis, nepriklausantis nuo konkrečios sąlygos.

Atsvaros dizainas užtikrina, kad šių veiksnių įtaka tolygiai pasiskirstytų tarp abiejų sąlygų. Dėl minėtų priežasčių AB ir BA įrašai atsitiktinai rodomi tiriamiesiems, taip tikintis neutralizuoti „šleifo“ efektą, kuris gali atsirasti pereinant iš vienos aplinkos peržiūros į kitos. 2 lentelėje pateikiamas įrašų AB ir BA struktūrų aprašymas, kur indikuojami visi įvykiai ir jų pradžios laikas. Kaip matyti, tiriamiesiems buvo rodomi du vaizdų blokai: miesto centro (~9 min.) ir gamtos

(~7 min.). Tarp šių blokų buvo taikomos ramybės būsenos (angl. *baseline*) pertraukos bei trumpi perėjimai (angl. *fade*). Trukmės skirtumą lėmė pirminių vaizdo įrašų ilgis: miesto centro įrašas truko 542 s, o gamtos įrašas – 423 s. Kadangi trukmė skyrėsi, vėlesnei duomenų analizei (žr. 2.2 skyriaus 2 punktą) abiem sąlygoms buvo išskirti vienodos trukmės (300 s) analizės langai.

2 lentelė

VR vaizdo įrašų AB ir BA struktūra

Vaizdo įrašas AB		Vaizdo įrašas BA	
Įvykis	Pradžia, s	Pradžia, s	Pradžia, s
B1: Baseline1	0	B1: Baseline1	0
F: Fade	225	F: Fade	225
C: City	240	C: City	240
F: Fade	782	F: Fade	662
B2: Baseline2	840	B2: Baseline2	722
F: Fade	1050	F: Fade	930
N: Nature	1064	N: Nature	946
F: Fade	1487	F: Fade	1487
B3: Baseline3	1500	B3: Baseline3	1500
End	1642	End	1642

Apklaustos anketos sudarymas

Kitas svarbus žingsnis metodologijos rengimo eigoje yra apklaustos anketos sudarymas. Norint įvertinti tiriamųjų emocinę būseną prieš virtualios realybės įrašų poveikį ir po jo, rekomenduojama taikyti neurofiziologinių ir psichometrinių matavimų derinį. Tai leidžia gauti ir objektyvių, ir subjektyvių duomenų apie emocijas, kognityvinę apkrovą ir VR patirties poveikį. Apklaustos anketa (A priedas) sudaryta iš trijų pagrindinių dalių.

Pirmąją apklaustos anketos dalį, kurią sudaro du klausimai, tiriamasis pildo prieš eksperimentą, ji skirta tiriamojo emocinei būsenai įvertinti. 1-ame klausime tam pasitelkiama teigiamų ir neigiamų emocijų vertinimo skalė (angl. *Positive and Negative Affect Schedule*, PANAS) (Watson ir kt., 1988; Brdar, 2014), tuo tarpu 2-ame klausime – savęs įvertinimo įrankis (angl. *Self-Assessment Manikin*, SAM).

Teigiamų ir neigiamų emocijų skalė (angl. *Positive and Negative Affect Schedule*, PANAS) – tai trumpasis Watson ir kt. (1988) skalės variantas, kuriuo matuojama 20 emocinių būsenų (A priedas). PANAS matuoja du bendruosius emocijų matmenis: teigiamą ir neigiamą afektą. Teigiamas afektas (PA) rodo, kiek žmogus jaučiasi aktyvus, entuziastingas ir budrus. Aukštas PA balas reiškia didelę energiją, susitelkimą ir malonumo pojūtį, o žemas PA balas siejamas su liūdesiu ir vangumu (Watson ir kt., 1988). Neigiamas afektas (NA) apibūdina bendrą stresą ir nemalonius emocinius išgyvenimus, o žemas NA balas rodo vidinę ramybę. Tyrimo dalyviai, naudodami 5 balų Likerto tipo skalę nuo 1 (Visai ne / labai mažai) iki 5 (ypač stipriai), įvertina, kiek stipriai jie patiria kiekvieną iš pateiktų emocinių būsenų. Aukšti kiekvieno matmens balai rodo intensyvesnį atitinkamų emocijų išgyvenimą, o žemi balai – silpnesnį jų pasireiškimą. PANAS skalė gali būti naudojama tiek momentinei emocinei būsenai (angl. *state*), tiek pastovesniam emociniam polinkiui (angl. *trait*) vertinti (Brdar, 2014). Taikant trumpalaikes instrukcijas, pavyzdžiui, „šiuo momentu“ arba „šiandien“, ši skalė yra jautri nuotaikos svyravimams (Watson ir kt., 1988).

Savęs vertinimo įrankis (angl. *Self-Assessment Manikin*, SAM) yra vaizdinė emocinės būsenos vertinimo technika, tiesiogiai matuojanti malonumą, susijaudinimą ir situacijos kontroliavimą (dominavimą), susijusius su žmogaus emocine reakcija į įvykius (Bradley ir Lang, 1994). Tyrime naudojome devynbalę šios skalės versiją, adaptuotą iš Iturregui-Gallardo ir Méndez-Ulrich (2020) patobulinto SAM įrankio (A priedas). SAM metodas jau buvo taikytas ankstesniuose tyrimuose, nagrinėjusiuose tylos poveikį (Pfeifer ir kt., 2023) eksperimento dalyviams. SAM traktuojamas kaip „veiksmingas metodas esamoms emocinėms būsenoms matuoti, susieti jas su kitais emocinės reakcijos rodikliais ir vertinti pokyčius, atsirandančius dėl laiko, <...> intervencijos ar kitų procesų, veikiančių afektines reakcijas į kontekstinius stimulus“ (Bradley ir Lang, 1994, p. 58).

Antrąją apklaustos anketos dalį (žr. 3-ą anketos klausimą, A priedas) sudaro trys (a, b ir c) klausimai iš SAM savęs vertinimo įrankio, kurie užduodami tyrimo dalyviams žodžiu iš karto po pirmojo vaizdo įrašo peržiūrėjimo. Patys tiriamieji šios anketos dalies nepildo dėl uždėtų VR akinių. SAM įrankio klausimus tiriamieji jau būna matę pildydami pirmąją anketos dalį prieš eksperimentą, todėl atsakyti į žodžiu pateikiamus tuos pačius klausimus jiems nėra sudėtinga. Po atsakymų tiriamieji lieka ramiai sėdėti, pereidami į ramybės būseną (angl. *baseline*).

Trečiąją apklaustos anketos dalį (A priedas) tyrimo dalyviai pildo patys, atsakant į klausimus, kurie leidžia nustatyti jų emocinę būseną po VR aplinkų peržiūros (4–7 anketos klausimai) bei demografiniai klausimai (10–12 klausimai).

4-ame klausime pateikiamas SAM įrankis, 5-ame – PANAS skalė. SAM įrankiu siekiama nustatyti tiriamųjų emocinę būseną prieš eksperimentą, iš karto po pirmo vaizdo įrašo bei po eksperimento. PANAS skalės tikslas – nustatyti emocinę tiriamųjų būseną prieš prasidedant eksperimentui ir po jo (peržiūrėjus abu vaizdo įrašus).

6-u anketos klausimu tiriamųjų prašoma įvertinti savijautą gamtos ir miesto centro vaizdų apsup-tyje. 7-ame klausime prašoma įvertinti, kurioje aplinkoje tiriamasis jautėtųs ramiau, geriau; ku-rios aplinkos patirtį norėtų pakartoti dar kartą; taip pat prašoma apibūdinti papildomus pastebėji-mus, jeigu tokių yra. 8-as ir 9-as

anketos klausimas skirtas išsiaiškinti kokiam atsipalaidavimo ir laisvalaikio leidimo būdui tiri-ameji teikia pirmenybę. Anketą užbaigia klausimai apie amžių, lytį bei gyvenamą vietą (atitinkamai 10–12 kl.).

fNIRS įrangos paruošimas: optodų išdėstymas kepurėlėje

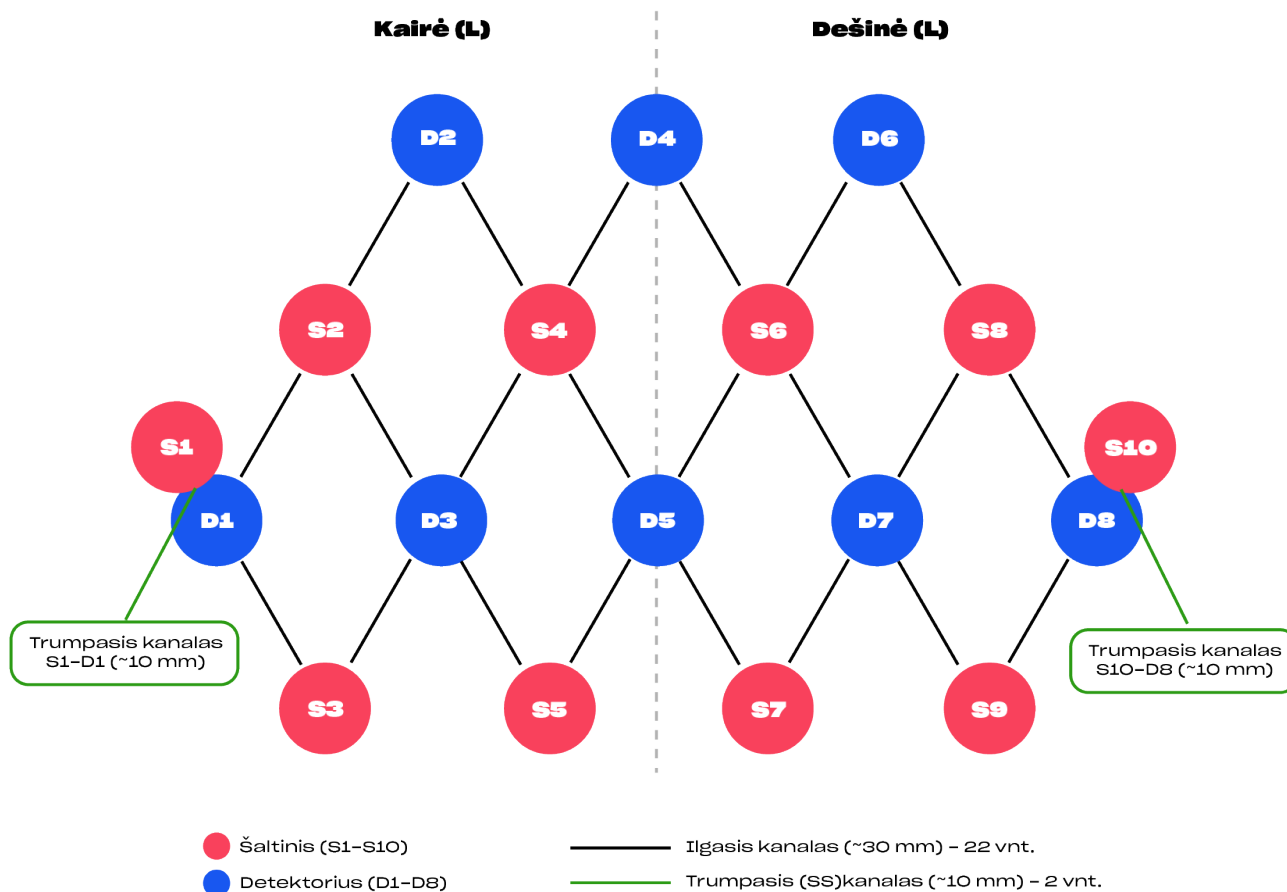
Hemodinaminiam atsakui prefrontalinėje žievėje matuoti naudota fNIRS sistema. Kaip pavaizduo-ta 1 pav., ją sudarė 24 kanalų konfigūracija (10 šaltinių ir 8 detektorių). Kanalai sugrupuoti į dvi kategorijas pagal šaltinio ir detektoriaus atstumą:

- 22 ilgieji kanalai (~30 mm): pagrindiniai mata-vimo kanalai, fiksuojantys žievės hemodinaminį atsaką.
- 2 trumpojo atstumo (angl. *short separation*, SS) kanalai (~10 mm): S1-D1 (kairėje) ir S10-D8 (dešinėje), naudojami sisteminio triukšmo regresijai.

1 pav.

Optodų išdėstymo schema

Pastaba. Raudona spalva žymi šaltinius (S1-S10), mėlyna – detektorius (D1-D8). Matomi 22 ilgieji kanalai (~30 mm) ir 2 trumpojo atstumo kanalai (~10 mm, išsitiesinės linijos: S1-D1 ir S10-D8).



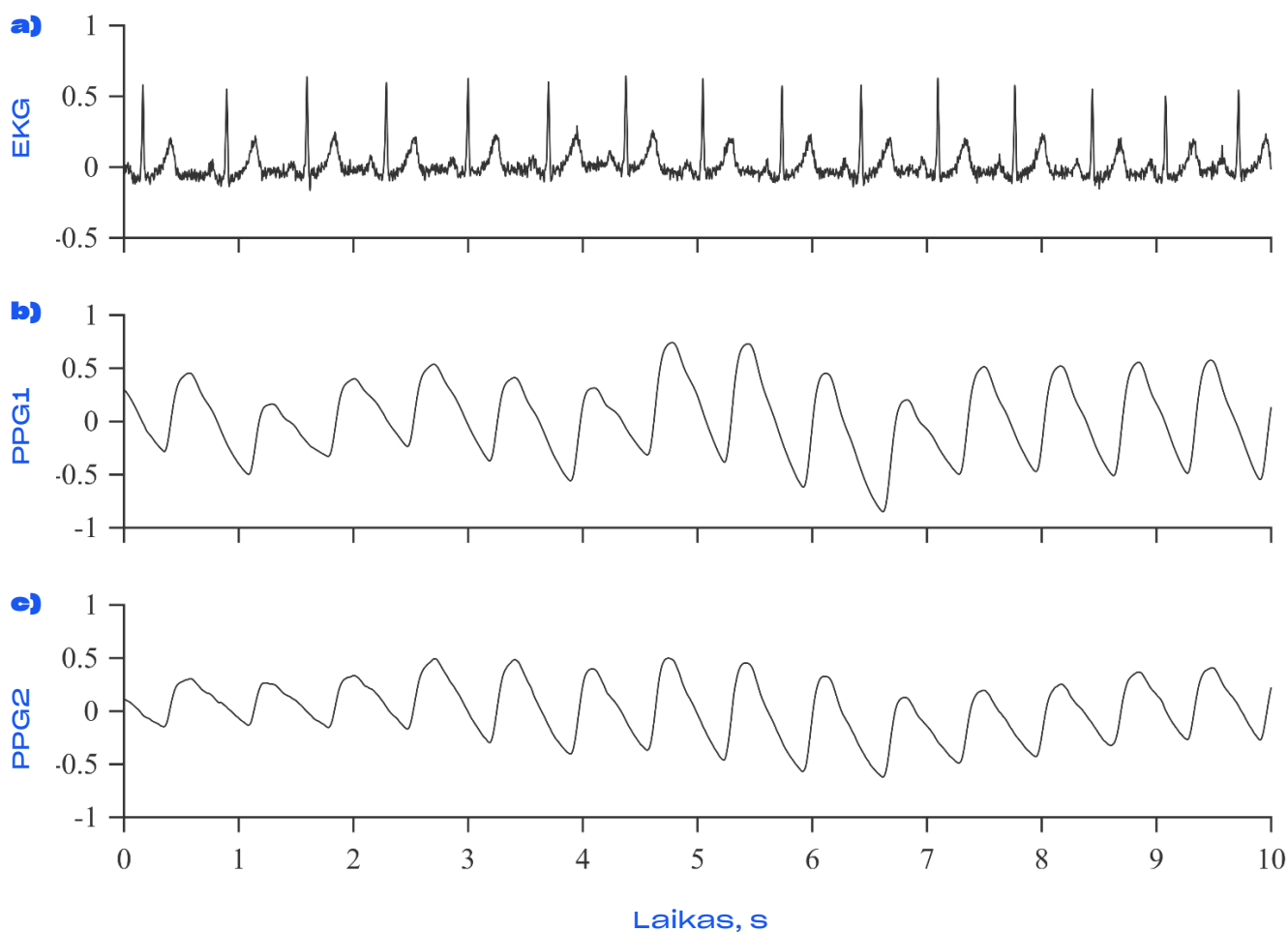
Biopac MP35 įrangos paruošimas

Fiziologiniams signalams registruoti buvo naudota Biopac MP35 sistema (BIOPAC Systems, JAV). Elektrokardiogramos (EKG) signalas (II galūnių derivacija) registruotas pasitelkiant SS29L modulį ir Ag/AgCl vienkartinius klijuojamus elektrodus. Elektrodai buvo klijuojami virš kairės ir dešinės rankų riešų ir virš kairės ir dešinės kojų čiurnų. EKG signalas buvo registruotas naudojant 1000 Hz diskretizavimo dažnį ir naudojant aparatinį juostinį filtrą (pjūvio dažniai 0,05 ir 100 Hz). Fotopletizmogramos (FPG) signalai buvo

registruoti ant abiejų rankų rodomųjų pirštų naudojant SS4LA peršvietimo tipo jutiklius, kurių bangos ilgis buvo artimoji infraraudonoji šviesa (890 nm). FPG signalai buvo registruoti naudojant 1000 Hz diskretizavimo dažnį ir aparatinį aukšto dažnio filtrą (pjūvio dažniai 0,05 Hz). Užregistruotų signalų pavyzdžiai pateikiami 2 pav.

2 pav.

Užregistruotų EKG ir FPG signalų pavyzdžiai: a) 10 s EKG II derivacijos signalas, b) 10 s dešinės rankos rodomojo piršto FPG signalas, c) 10 s kairės rankos rodomojo piršto FPG signalas



Tyrimo eiga

Kiekvieno tiriamojo dalyvavimas eksperimente bus nenutrūkstamas, eksperimentas bus vykdomas nuosekliai sujungiant tris jo etapus (etaapai bus vykdomi vienas po kito tą pačią tyrimo dieną):

Ižanga: tiriamasis supažindinamas su tyrimu, jo tikslu ir duomenims rinkti taikomais metodais. Tiriamasis paprašomas užpildyti informuoto asmens sutikimą dalyvauti tyrime.

1 etapas: tiriamasis pildo apklausos anketos pirmąją dalį, kuri skirta suprasti tiriamojo pradinę emocinę būseną.

2 etapas: pasitelkiant VR akinius, tiriamasis dalyvauja simuliuojamose gamtos ir miesto vaizdų aplinkose (jų rodymo eiliškumas skirtingiems tiramiesiems yra keičiamas), o reakcija į aplinkų elementus bus matuojama taikant funkcinę artimųjų infraraudonųjų spindulių spektroskopiją (fNIRS), širdies ritmo ir kraujotakos ypatumų matavimą. Po pirmosios aplinkos vaizdo įrašo peržiūros tiriamasis žodžiu atsako į apklausos anketos klausimus, susijusius su emocinės būsenos vertinimu.

3 etapas: pratęsiamas apklausos anketos pildymas siekiant suprasti, kaip pasikeitė tiriamojo emocinė būsena ir įvertinti jo preferencijas gamtos ir miesto centro aplinkoms pagal SAM skalę.

Eksperimento pabaiga: tiriamajam padėkojama už dalyvavimą tyrime, paklausama, kaip jie jaučiasi ir suteikiama kompensacija už sugaištą laiką dalyvauti tyrime.

Planuojama, kad vienas tiriamasis tyrime dalyvaus ne ilgiau nei 2 valandas, įskaitant pasiruošimo, supažindinimo su tyrimo eiga ir įrangą, duomenų rinkimo ir padėkojimo bei išlydėjimo laiką.

1.2

Tyrimo vieta, laikas, etika ir tiriamieji

Tyrimo vieta. Eksperimento duomenų rinkimas bus įgyvendinamas tokio pobūdžio duomenims rinkti pritaikytose patalpose (KTU M-Lab Simuliacijų laboratorijoje SMART Lab, Studentų g. 63 A, 215 kab., Kaunas).

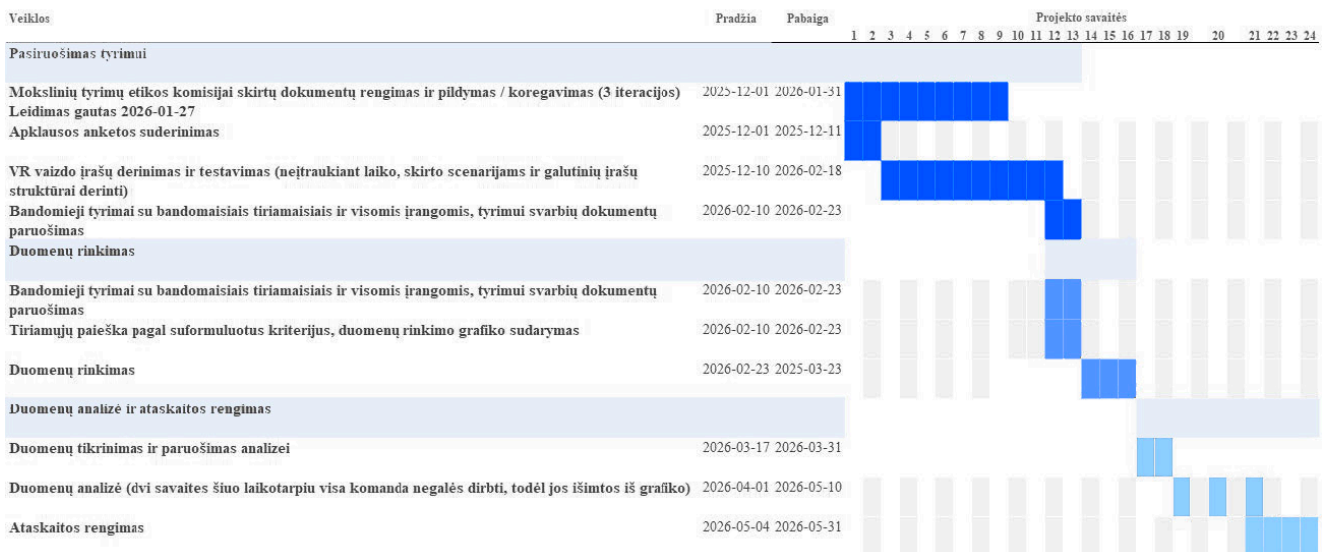
Bendra šio [projekto trukmė](#) nuo sutarties pasirašymo laiko yra apie 6 mėn. (2025 m. gruodžio 10 d. – 2026 m. gegužės 30 d.). Detalus tyrimo grafikas pademonstruotas 3 pav. Paminėtina,

kad dėl užsitęsusio VR vaizdo įrašų derinimo, duomenų rinkimas prasidėjo šiek tiek vėliau nei planuota sutarties pasirašymo metu, todėl eigoje projekto laikas buvo pratęstas vienu mėnesiu, pasirašius tam reikalingą sutarties pakeitimo priedą.

3 pav.

Tyrimo grafikas

Asmens reakcijų į gamtos ir miesto aplinkas mokslinio tyrimo metodologija ir testavimas modeliuojant aplinkas virtualioje realybėje ir pasitelkiant neurosensorinius duomenis



Tyrimo etika. Šis projektas įgyvendinamas vadovaujantis moksliniams tyrimams keliamais etikos reikalavimais. KTU mokslinių tyrimų etikos komisijos pritarimas vykdyti šį tyrimą gautas 2026 m. sausio 27 d. (Nr. M62026-01, B priedas).

Tiriamieji. Tiriamiesiems atrinkti taikytas kvotinės atrankos metodas, siekiant, kad imtis proporcingai reprezentuotų skirtingose vietose (mieste / priemiestyje, rajone) gyvenančius asmenis ir skirtingas preferencijas dėl laisvalaikio leidimo gamtoje ar miesto centre turinčių asmenų grupes. Eksperimento dalyviais gali būti suaugę 18-50 metų amžiaus asmenys, neturintys rimtų neurologinių ar širdies-kraujagyslių sutrikimų, didelių regos ar klausos sutrikimų. Jokie tiriamųjų sveikatos duomenys nerenkami ir netvarkomi, tiriamųjų tik bendrai pasiteiraujama apie minėtus sutrikimus.

Tyrimo metu bus renkami šie tiriamųjų duomenys:

- fiziologiniai duomenys: fNIRS hemodinaminiai signalai (HbO, HbR), širdies ritmo ir kraujotakos pokyčių duomenys,
- VR aplinkų peržiūros metu generuojami techniniai duomenys (laiko žymos, blokų seka),

- anoniminiai sociodemografiniai duomenys: amžius, lytis, gyvenamoji vietovė,

- anoniminiai antropometriniai rodikliai: ūgis, kūno masė,

- tiriamojo emocinės būklės ir subjektyvaus patyrimo įverčiai.

Iš viso eksperimente dalyvavo 17 tiriamųjų, iš kurių 13 gavo numatytą kompensaciją už dalyvavimą tyrime (100 eurų prekybos centro „Akropolis“ dovanų kuponus), o keturi tiriamieji dalyvavo tyrime savanoriškai. Tiriamiesiems atsitiktinai buvo rodomas arba AB (devyni tiriamieji), arba BA (aštuoni tiriamieji) VR vaizdo įrašas.

Pagrindinės tiriamųjų charakteristikos (3 lentelė) rodo, kad 10 tiriamųjų (58,8 proc.) gyvena miesto teritorijoje, o 7 tiriamieji (41,2 proc.) - priemiestyje. Tyrimo imtis buvo gana tolygiai pasiskirsčiusi pagal lytį: tyrime dalyvavo 8 vyrai ir 9 moterys. Pagal amžių tiriamieji pasiskirstė į tris grupes: 5 asmenys priklausė 21-30 metų amžiaus grupei, 7 - 31-40 metų grupei, o 5 - 41-50 metų grupei.

3 lentelė

Tiriamųjų charakteristikos bei tyrimo detalės

			Tiriamųjų charakteristikos		
Kodas	Tyrimo data	Dovanų kupono numeris	Lytis	Amžius	Gyvenamoji vieta
Žiūrėtas įrašas: AB (MiestoFirst)					
Sub01	02-23	-	Moteris	29	Miestas
Sub02	02-27	15642629	Moteris	33	Miestas
Sub03	03-05	15642633	Vyras	33	Miestas
Sub04	03-05	15642634	Vyras	29	Priemiestis
Sub05	03-05	-	Moteris	36	Priemiestis
Sub06	03-06	15642635	Moteris	45	Priemiestis
Sub07	03-09	15642639	Vyras	25	Miestas
Sub08	03-09	-	Vyras	39	Priemiestis
Sub09	03-23	-	Moteris	42	Miestas
Žiūrėtas įrašas: BA (GamtosFirst)					
Sub10	03-02	15642630	Vyras	25	Miestas
Sub11	03-02	15642631	Vyras	31	Miestas
Sub12	03-02	15642632	Moteris	41	Priemiestis
Sub13	03-06	15642636	Moteris	37	Miestas
Sub14	03-06	15642637	Vyras	38	Priemiestis
Sub15	03-09	15642638	Moteris	46	Priemiestis
Sub16	03-09	15642640	Moteris	25	Miestas
Sub17	03-23	15642641	Vyras	50	Miestas

Tiriamieji skaidomi į dvi grupes pagal tai, kokį VR įrašą žiūrėjo (detali stimulų žymų laiko juosta kiekvienam tiriamajam pateikiama 4 pav.):

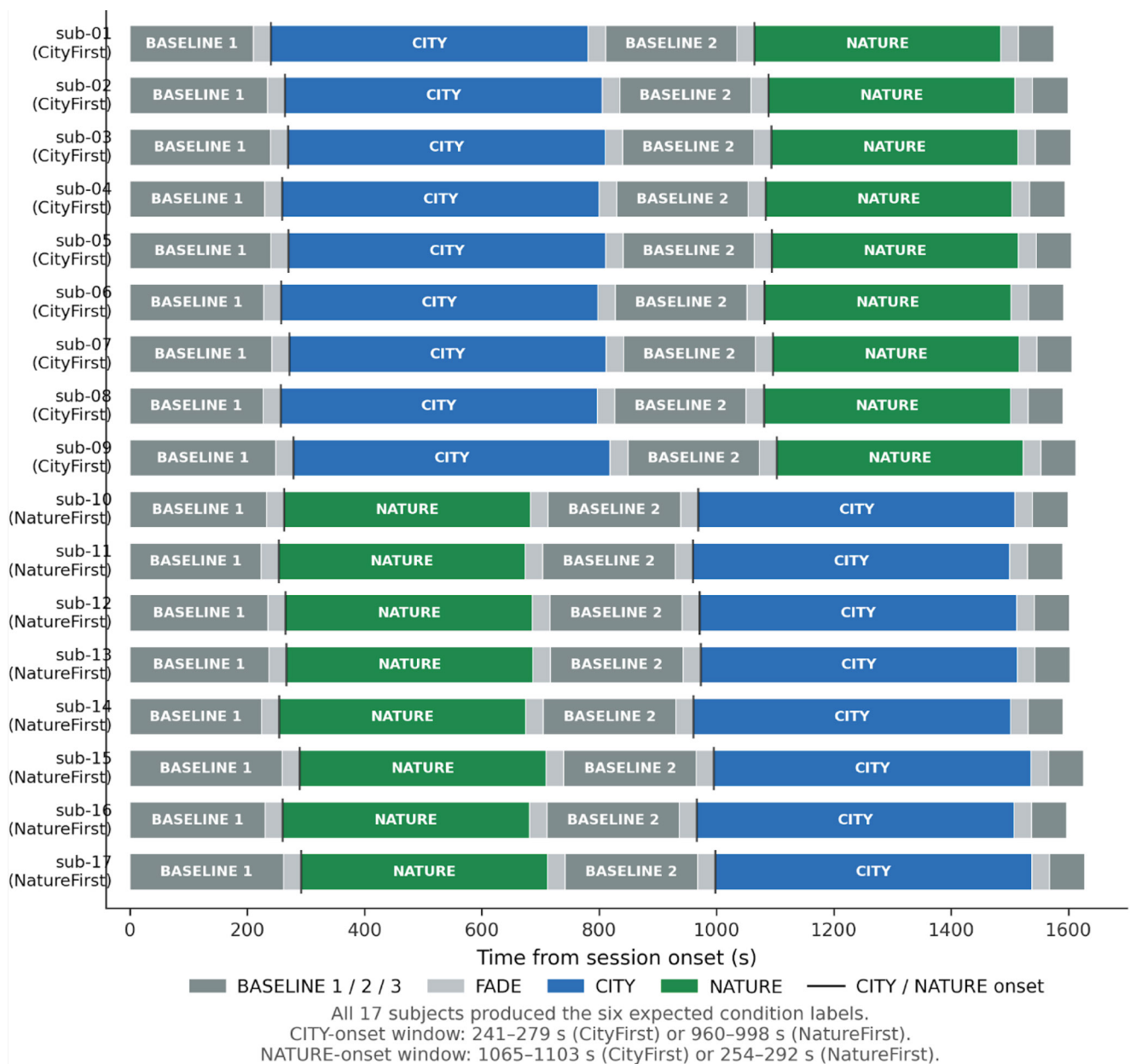
BA grupė (Gamta → Miestas): BASELINE 1 → FADE → Gamtos įrašas → BASELINE 2 → FADE → Miesto įrašas → BASELINE 3

AB grupė (Miestas → Gamta): BASELINE 1 → FADE → Miesto įrašas → BASELINE 2 → FADE → Gamtos įrašas → BASELINE 3

4 pav.

Stimulų žymų laiko juosta visiems 17 tiriamųjų. Vertikalūs brūkšneliai žymi stimulų pradžią, spalvotos juostos – sąlygų blokus

Stimulus-marker integrity across all 17 subjects (real onsets)



2.

Tyrimo duomenų paruošimas ir apdorojimas

fNIRS duomenų paruošimas ir pirminis apdorojimas

fNIRS duomenys buvo apdorojami naudojant „Homer3“ (Bostono universiteto Neurofotonikos centras, versija v1.87.0) – standartinį, MATLAB aplinka pagrįstą fNIRS duomenų analizės įrankių rinkinį (angl. *toolbox*). Visos statistinės analizės atliktos naudojant „MATLAB R2026a“ programinę įrangą (*Statistics and Machine Learning Toolbox*).

Apdorojimo eigą sudarė septynios operacijos, kurių metu neapdoroti šviesos intensyvumo signalai buvo paversti hemoglobino koncentracijos pokyčiais, reikalingais tolesnei analizei (4 lentelė).

4 lentelė

Homer3 duomenų apdorojimo funkcijos ir eiga

Žingsnis	Funkcija	Nustatymai
1	hmrR_Intensity2OD	(nėra)
2	hmrR_PreprocessIntensity_NAN	(nėra)
3	hmrR_MotionArtifactByChannel	tMotion=0.5, tMask=1.0, STDEVthresh=50, AMPthresh=5.0
4	hmrR_MotionCorrectSpline	p=0.99, turnon=1
5	hmrR_BandpassFilt	hpf=0.005 Hz, lpf=0.5 Hz
6	hmrR_OD2Conc	ppf=[6.0, 6.0]
7	hmrR_BlockAvg	trange=[-60.0, 360.0] s

Programoje „Homer3“ vykdyto duomenų apdorojimo proceso konfigūracijos ir MATLAB skriptų, naudotų tolimesnei analizei failas gali būti patei-

kiamas pagal atskirą pareikalavimą. Visų procedūrų išvestys pateikiamos ataskaitoje.

Signalų konvertavimas

Pirmajame etape neapdorotas (žalias) šviesos intensyvumo signalas buvo konvertuotas į optinį tankį (angl. *optical density*, *OD*) naudojant `hmrR_Intensity2OD` funkciją. Ši funkcija užfiksuoja šviesos intensyvumą išreiškia absorbcijos vienetais, kurie yra būtini vėlesniam hemoglobino koncentracijų apskaičiavimui.

Visi trūkstami duomenų fragmentai (NaN reikšmės) buvo apdoroti pasitelkiant `hmrR_PreprocessIntensity_NAN` funkciją, taip užtikrinant duomenų tęstinumą tolesniuose analizės žingsniuose.

Pirminė duomenų patikra

Prieš pradėdant pagrindinį duomenų apdorojimą, atsitiktinės atrankos būdu keliems tiriamiesiems ir atskiriems fNIRS kanalams buvo patvirtinti šie fiziologinio patikimumo rodikliai:

Širdies pulsacija. Matoma širdies pulsacija neapdorotame (žaliame) optinio tankio signalo yra pagrindinis optinio ryšio kokybės indikato-

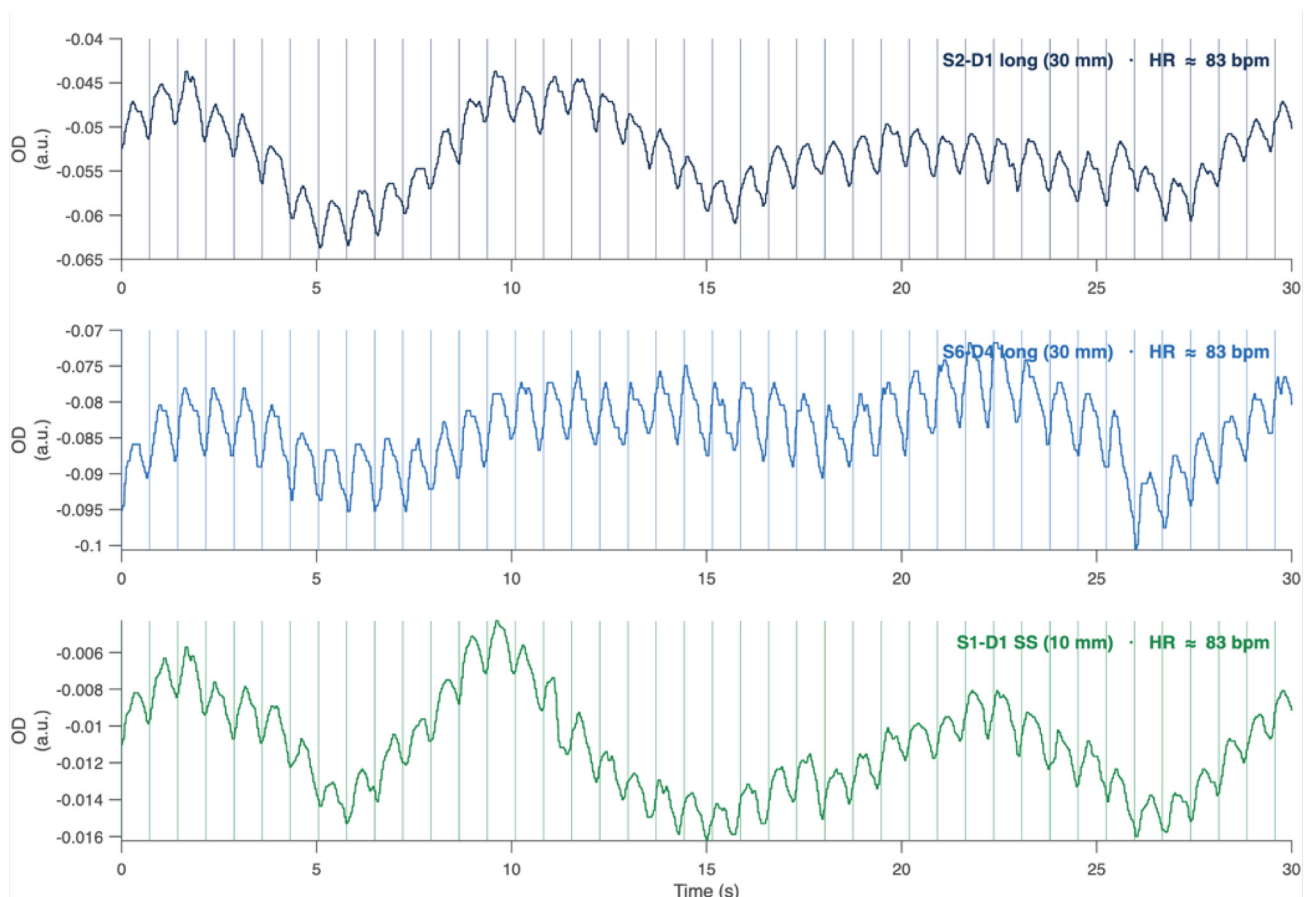
rius, patvirtinantis tinkamą detektorių ir šaltinių (optodų) kontaktą su galvos oda. Atrinktų tiriamųjų kanaluose buvo aiškiai užfiksuoti širdies ritmo pikai ties 1,0-1,4 Hz dažniu (žr. 5 pav.).

5 pav.

Širdies pulsacija optiniame tankyje

Pastaba. Pateikiami 30 sek. trukmės optinio tankio fragmentai iš dviejų ilgųjų kanalų (kiekviename pusrutulyje; viršuje ir viduryje) bei vieno trumpojo atstumo kanalo (apačioje). Blankios vertikalios linijos žymi numatomus širdies ritmo pikus

Cardiac pulsation in raw optical density



Galios spektras. Atlikus optinio tankio konvertavimą ilgiesiems kanalams, buvo apskaičiuotas Welch galios spektrinis tankis (angl. *Power Spectral Density, PSD*). Fiziologiškai patikimame fNIRS įrašė privalo būti matomi pikai širdies pulsacijos (1,0–1,4 Hz), kvėpavimo ($\approx 0,25$ Hz) ir Mayerio bangų ($\approx 0,10$ Hz) dažnių juostoje. Visi 17 tyrimo dalyvių atitiko šį kriterijų (žr. 6 pav.).

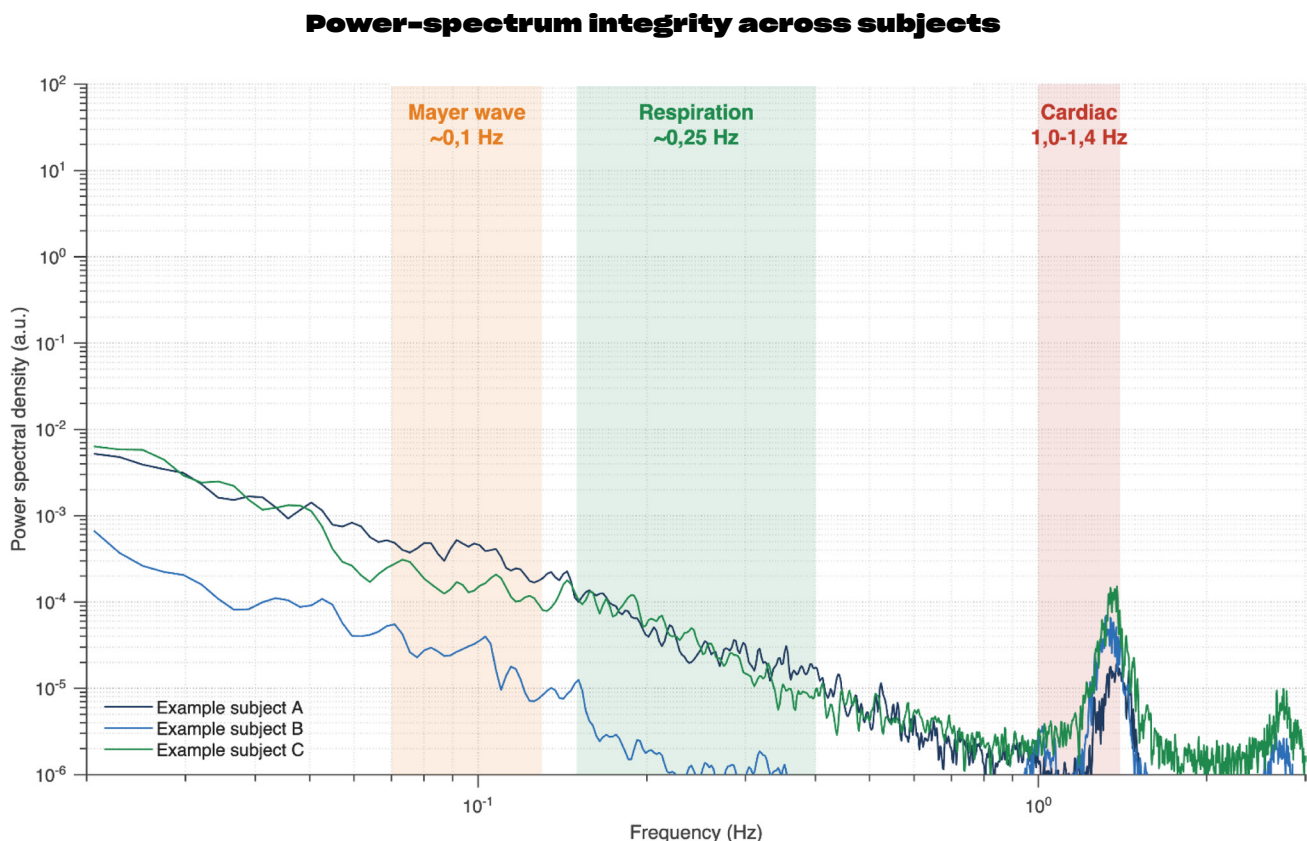
Signalų kokybės indeksas. Papildomai, remiantis „Artinis“ metodika, kiekvienam kanalui buvo apskaičiuotas signalo kokybės indeksas (angl. *Signal Quality Index, SQI*). Buvo nustaty-

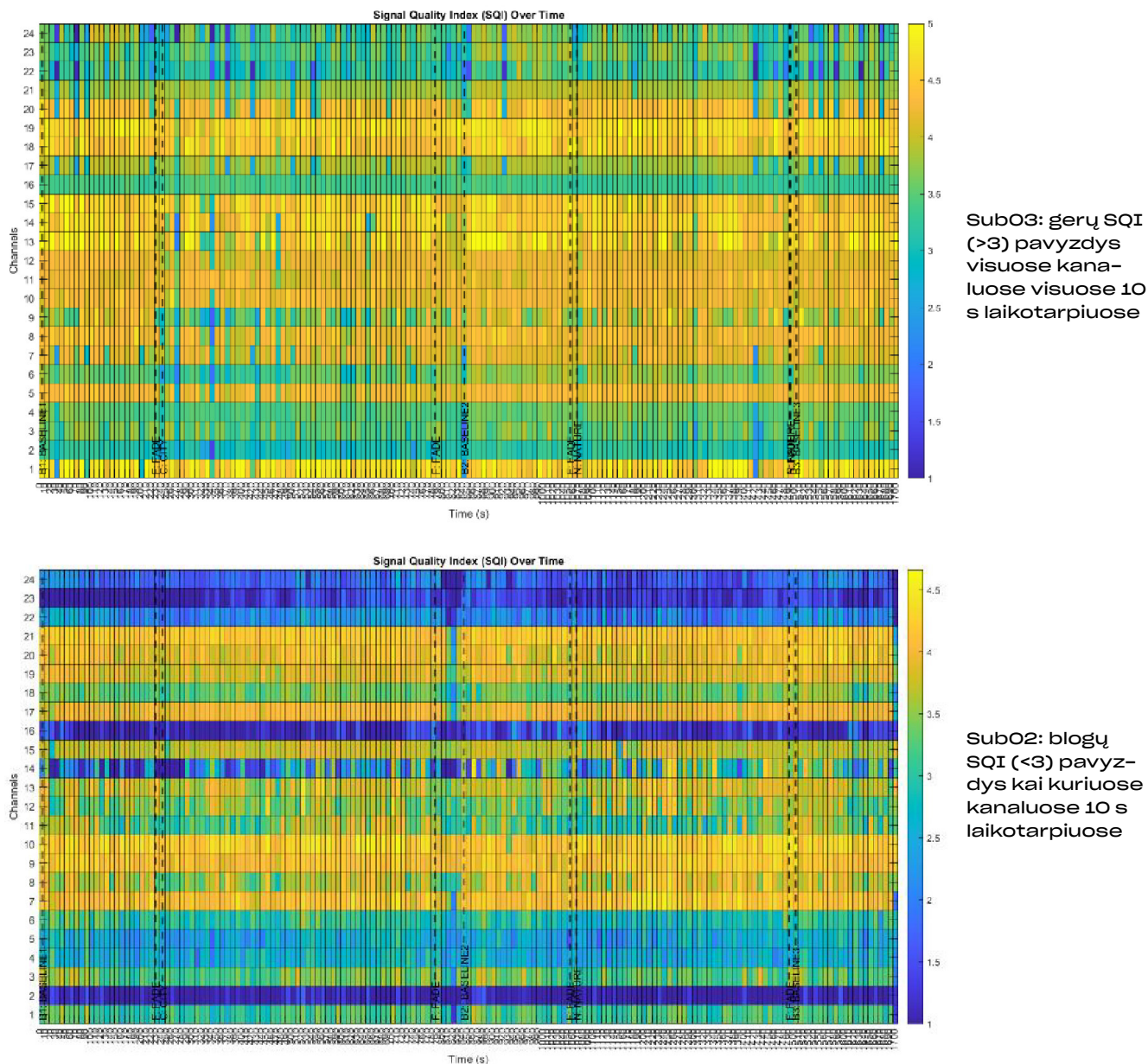
tas 30 proc. atmestinių duomenų slenkstis: jei kanalo prastos kokybės duomenų dalis viršijo šią ribą, jis buvo maskuojamas atliekant jautrumo analizę (platesnis aprašymas 2.2 skyriaus 5 punkte ir 3.1 skyriaus 5 punkte). Karščio žemėlapiu vizualiai atvaizduoja SQI skaičiavimus, gerų SQI visiems kanalams ir blogų SQI keliems kanalams pavyzdžiai pateikiami 7 pav. Detalus SQI atmetimo duomenys pagal tiriamąjį ir atskirus kanalus pateikiami C priede ir I priedo I.4. lentelėje.

6 pav.

Trijų pavyzdinių tiriamųjų signalo galios spektrinis tankis

Pastaba. Raudona juosta žymi aiškiai matomą širdies pulsacijos piką (1,0–1,4 Hz). Oranžinė ir žalia juostos žymi atitinkamai Mayerio bangų ir kvėpavimo dažnius, kurie fNIRS signaluose matomi kaip tolydūs galios padidėjimai $1/f$ spektro fone. Visi 17 tyrimo dalyvių atitiko šį signalo kokybės kriterijų.





Judesio artefaktų aptikimas ir šalinimas

Kadangi tiriamieji tyrimo metu sėdėjo užsidėję VR akinius, jų judesiai buvo minimalūs. Judesio artefaktams identifikuoti naudota hmrR_MotionArtifactByChannel funkcija. Pasirinktos parametų vertės atitinka standartines „Homer3“ rekomendacijas (Yücel ir kt., 2021). Nors dažnai taikomi griežtesni parametrai (pvz., STDEVthresh=15 arba AMPthresh=3.0), mūsų atveju jie klaidingai žymėjo net iki 70 % duomenų kaip artefaktus, kas nėra

realistiška vertinant ramaus sėdėjimo su VR akinių sąlygas. Todėl pasirinkti optimalūs slenksčiai (4 lentelė), kurie leido identifikuoti realistiškesnę - 10-15 proc. - triukšmo dalį. Artefaktų korekcijai taikyta hmrR_MotionCorrectSpline funkcija ($p = 0,99$).

Filtravimas ir koncentracijų skaičiavimas

Optinis tankis buvo filtruojamas (`hmrR_Band-passFilt`) pritaikant 0,005-0,5 Hz dažnių juostos filtrą. Apatinė filtro riba (angl. *high-pass filter*) buvo nustatyta ties 0,005 Hz (žemiau nei standartinė 0,01 Hz riba), siekiant išsaugoti labai žemo dažnio hemodinaminius atsakus ilguose, kelias minutes truncančiuose eksperimento blokuose (0,005 Hz atitinka ~200 s periodą). Viršutinė filtro riba (angl. *low-pass filter*) nustatyta ties 0,5 Hz, leidžiant sėkmingai pašalinti širdies pulsacijos (~1 Hz) ir kitą aukštadažnį triukšmą.

Filtruotas optinis tankis buvo paverstas oksihemoglobino (HbO) ir deoksihemoglobino (HbR) koncentracijos pokyčiais, naudojant `hmrR_OD-2Conc` funkciją ir pritaikius modifikuotą Beer-Lambert dėsnį (sklaidos koeficientai nustatyti ties [6.0, 6.0]). HbO ir HbR yra pagrindiniai fNIRS signalo chromoforai: kadangi jie skirtingai sugeria artimosios infraraudonosios (NIR) šviesos bangas, tai leidžia atskirai įvertinti kiekvieno iš jų koncentracijos pokyčius smegenų žievėje.

Blokų vidurkių skaičiavimas

Galutiniame etape, pritaikius `hmrR_BlockAvg` funkciją, buvo išskirtos ir suvidurkintos atsako laiko sekos, apimančios [-60, +360] s intervalą aplink kiekvieno stimulo pradžią. Šis laiko langas susideda iš 60 s priešstimulinės ramybės fazės

ir 360 s (6 min.) ilgio analizės lango po stimulo pateikimo. Išsamesnė informacija apie tikslių analizės periodų pasirinkimą pateikiama 2.2 skyriaus 2 punkte (5 lentelė).

fNIRS duomenų analizė

Po pradinio duomenų apdorojimo „Homer3“ programinėje įrangoje, tolesnė analizė atlikta

naudojant pritaikytus MATLAB skriptus, kurių tikymo išvestys pristatomos ataskaitoje.

Trumpojo atstumo ir ilgųjų kanalų skirtumai

Kiekvienas fNIRS įrašytas signalas yra kompleksinis suminis atsakas, kurį sudaro smegenų veikla, hemodinaminiai procesai galvos odoje, širdies pulsacija, kvėpavimas, kraujospūdžio bangos ir atsitiktinis triukšmas. Tyrime naudota fNIRS sistema turi dviejų tipų kanalus:

Trumpojo atstumo (angl. *short-separation*, SS) kanalai (10 mm atstumas): šviesa nepasiekia smegenų žievės, todėl šie kanalai fiksuoja išskirtinai paviršinių audinių (galvos odos) signalą.

Ilgieji kanalai (30 mm atstumas): šviesa prasiskverbia giliau, todėl fiksuojamas mišrus – tiek smegenų žievės, tiek paviršinių audinių – signalas.

Paviršinis signalas, kuris užteršia ilguosius kanalus, yra iš esmės tas pats sisteminis triukšmas, kurį tiesiogiai įrašo SS kanalai, nes abiem atvejais fiksuojami tų pačių kraujagyslių tinklų sisteminiai svyravimai. Šis persidengimas leidžia naudoti SS kanalą kaip atskaitos signalą ir taikant regresinę analizę išvalyti ilguosius kanalus, paliekant tik tikrąjį žievinį atsaką.

- HbO atveju, kuris jautriausias sisteminiams trikdžiams (odos kraujotaka, pulsacija, Mayerio bangos), SS regresija pašalino didelę dalį pašalinės dispersijos. Liekamosios dispersijos mediana sumažėjo 22 % (IQR 8–39 %), o koreliacija tarp ilgojo ir atitinkamo SS kanalo nukrito nuo 0,49 iki beveik nulio. Visuose 22 kanaluose užfiksuotas teigiamas dispersijos sumažėjimas.

- HbR atveju, kuris natūraliai turi mažiau sisteminių trikdžių, SS regresijos poveikis buvo atitinkamai mažesnis (dispersijos sumažėjimo mediana ~3 %, mediana $\beta \sim 0,10$). Tai atitinka fNIRS literatūroje aprašomus dėsningumus (Saager ir Berger, 2005; Gagnon ir kt., 2012, 2014) ir patvirtina, kad SS metodas tikslingai šalina tik paviršinius trikdžius, neiškraipydamas žievinio signalo.

SS regresijos diagnostikoje pagal kanalus (D priedas). Kiekviena eilutė atitinka vieną iš 22 ilgųjų kanalų. Pateikiamos reikšmės yra 34 matavimų (17 tiriamųjų $\times$ 2 sąlygos) medianos. Kanalai išrikiuoti mažėjančia tvarka pagal HbO dispersijos sumažinimą.

$$\text{long}(t) = \beta * \text{ss}(t) + \text{residual}(t) \quad (1)$$

Liekamasis signalas (angl. *residual*) laikomas išvalytu smegenų atsaku, pašalinus sisteminius ir odos sluoksnio trikdžius (Saager ir Berger, 2005; Gagnon ir kt., 2011, 2014). Šiame duomenų rinkinyje SS regresija veikė pagal numatytus lūkesčius, o abu chromoforai pasižymėjo fiziologiškai pagrįstomis savybėmis:

Analizės periodų pasirinkimas

Siekiant objektyviai įvertinti hemodinaminį atsaką, kiekvieno stimulo pradžios (miesto arba gamtos bloko) atžvilgiu buvo išskirti du nesidengiantys laiko langai (5 lentelė):

- Bazinis langas (nuo -60 iki -30 s): 30 sekundžių ramybės intervalas prieš stimuliaciją. Šis langas apima laiką prieš vizualinio vaizdo išryškėjimą (angl. *fade-in*), todėl užtikrina stabilų atskaitos lygį be išorinių trikdžių.

5 lentelė

Laiko langų apibrėžtys (stimulo pradžios atžvilgiu)

Langas	Laiko intervalas	Trukmė	Aprašymas
Bazinis langas	nuo -60 iki -30 s	30 s	Ramybės būsenos atskaita prieš vizualinio stimulo išryškėjimą.
Analizės langas	nuo -60 iki +360 s	300 s (5 min.)	Nusistovėjusios būsenos atsakas bloko viduryje (be perėjimo efektų).
Neįtrauktas intervalas	nuo -30 iki +60 s	90 s	Pereinamoji fazė ir pradinio hemodinaminio atsako formavimosi laikas.

90 s intervalas tarp šių dviejų langų (nuo -30 iki +60 s) į analizę nebuvo įtrauktas, nes jis apima perėjimo fazes (vaizdo išryškėjimą, pradinį

- Analizės langas (nuo +60 iki +360 s): 5 minučių intervalas stimulo rodymo metu. Praleidžiamos pirmosios 60 s, kad hemodinaminis atsakas spėtų pilnai susiformuoti ir pasiekti nusistovėjusį lygį (angl. *steady-state*). Langas baigiasi ties 360 s, paliekant saugų 62 s buferį iki bloko pabaigos ir vaizdo blukimo (angl. *fade-out*).

hemodinaminį šuolį) ir potencialius individualių tiriamųjų reakcijos skirtumus.

Amplitudžių apskaičiavimas

Hemodinaminio atsako amplitudė šiame tyrime apibrėžiama kaip signalo verčių skirtumas tarp analizės ir bazinio laiko langų. Norint gauti vieną reprezentatyvią reikšmę kiekvienam duomenų laukui (tiriamasis x sąlyga x ilgasis kanalas x chromoforas), taikyta tokia procedūra:

1. Duomenų paruošimas: Naudojamas išvalytas (po SS regresijos) signalas, reprezentuojantis tikrąją žievės veiklą.

2. Vidurkio apskaičiavimas: Apskaičiuojamas signalo vidurkis baziniame lange (ramybės būsena) ir analizės lange (nusistovėjęs stimulo poveikis).

3. Amplitudės išvedimas: Apskaičiuojamas šių dviejų vidurkių skirtumas (išreikštas mikromoliais, μM).

Matematinė išraiška:

$$\text{amplitudė} = \text{vidurkis (analizės langas)} - \text{vidurkis (bazinis langas)} \quad (2)$$

Kadangi vertinami dviejų skirtingų sąlygų skirtumai, papildomai skaičiuojamas pokytis tarp grupių (Δ):

$$\Delta = \text{amplitudė}_{\text{gamtos}} - \text{amplitudė}_{\text{miesto}} \quad (3)$$

Šių skirtumų interpretacija priklauso nuo chromoforo tipo (6 lentelė). Tikro žievės suaktyvėjimo metu HbO ir HbR paprastai kinta priešingomis kryptimis: HbO kyla (atiteka daugiau deguonies prisotinto kraujo), o HbR krenta (deguonis pasisavinamas greičiau, nei jis išplau-

namas). Šis priešpriešinis pokytis patvirtina, kad registruojamas tikrasis smegenų žievės, o ne sisteminės kraujotakos atsakas. Amplitudės apskaičiavimo vizualizacija pateikiama 8 pav.

6 lentelė

Amplitudės pokyčių krypties interpretacija atsižvelgiant į fNIRS chromoforus

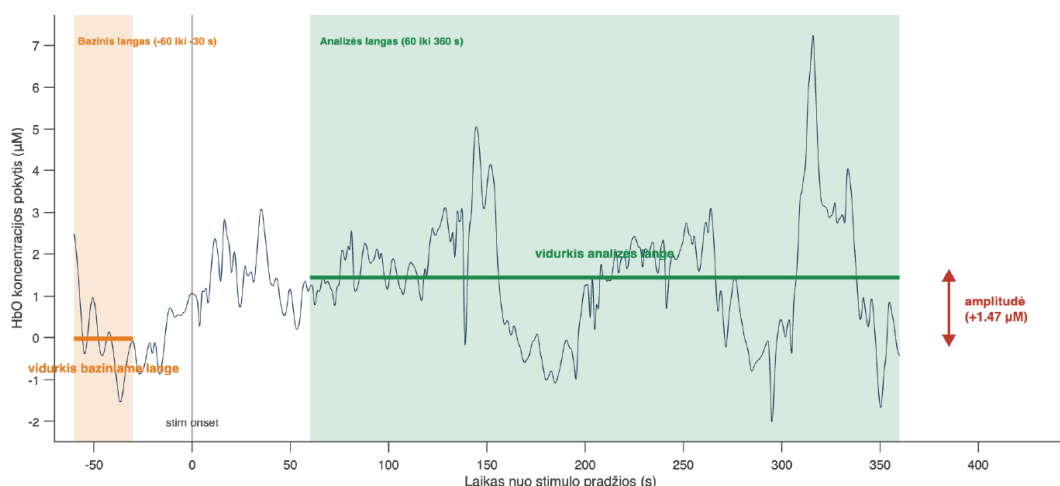
Kryptis	HbO pokytis	HbR pokytis	Fiziologinė interpretacija
Teigiama (+)	Daugėja oksihemoglobino	Daugėja deoksihemoglobino	Aktyvacija (HbO kilimas); HbR atveju gali rodyti netipinį atsaką.
Neigiama (-)	Mažėja oksihemoglobino	Mažėja deoksihemoglobino	Deaktyvacija (HbO kritimas); HbR atveju rodo deguonies suvartojimą (įprasta aktyvacija).
Artima 0	Nėra ženklaus pokyčio	Nėra ženklaus pokyčio	Kanalas neaktyvus arba atsakas išsilygino.

8 pav.

Amplitudės apskaičiavimo vizualizacija

Pastaba. Pavyzdinė (po SS regresijos apdorota) HbO kreivė. Oranžinė zona žymi bazinį langą (-60 iki -30 s), žalia - analizės langą (+60 iki +360 s). Horizontalios linijos nurodo langų vidurkius, o dviguba raudona rodyklė - galutinę amplitudę (jų skirtumą).

Kaip apskaičiuojama viena amplitudė - vidurkis analizės langa, vidurkis baziniame lange (sub-04, S3-D1, CITY)



Apie matavimo vienetus (μM). fNIRS sistema tiesiogiai nematuoja smegenų veiklos, o registruoja infraraudonųjų spindulių slopinimą audiniuose. Taikant modifikuotą Beer-Lambert dėsnį, šios vertės paverčiamos hemoglobino koncentracijos pokyčiais. Mikromoliai ($\mu\text{M} = 10^{-6} \text{ mol/L}$) yra standartinis

fNIRS matavimo vienetas. Suaugusiųjų fNIRS amplitudė paprastai svyruoja tarp 0,05 ir 1 μM . Toks matavimo vienetas leidžia objektyviai palyginti rezultatus su fMRI BOLD (angl. *Blood-oxygen-level-dependent*) tyrimų literatūra ir suteikia fiziologinę prasmę „žaliame“ optiniam signalui.

Tiesinis mišriųjų efektų modelis (LMM)

Siekiant įvertinti, ar Gamtos ir Miesto vaizdų sąlygos sukėlė skirtingo dydžio hemodinaminius atsakus (amplitudes), kiekvienam iš 22 ilgųjų kanalų – atskirai oksihemoglobino (HbO) ir deoksihemoglobino (HbR) chromoforams – buvo pritaikytas tiesinis mišriųjų efektų modelis (angl. *Linear Mixed-Effects Model*, LMM). Šis

modelis ypač tinka duomenims su pakartotiniais matavimais, nes leidžia atskirti vidinę tiriamųjų variaciją (mums aktualų skirtumą tarp Gamtos ir Miesto sąlygų) nuo tarpasmeninės variacijos (individualių bazinio lygio skirtumų tarp tiriamųjų, kurie modelyje laikomi atsitiktiniais).

Modelio matematinė išraiška kiekvienam kanalui:

$$\text{amplitudė} = \text{intercept} + \beta_{\text{condition}} + \beta_{\text{order}} + \text{subject}_{\text{random offset}} + \varepsilon \quad (4)$$

Čia *intercept* – bazinis modelio lygis (Miesto sąlyga ir MiestoFirst eiliškumo grupė); $\beta_{\text{condition}}$ – pridedamas, kai sąlyga yra Gamtos; β_{order} – pridedamas, kai tiriamasis priklauso GamtosFirst eiliškumo grupei; *subject_random_offset* – atsitiktinis efektas, atspindintis kiekvieno tiriamojo individualų lygmenį; ε – atsitiktinė paklaida (matavimo triukšmas).

Atskaitos lygmenys (angl. *reference levels*) šioje parametrizacijoje yra Miesto sąlyga ir MiestoFirst

grupė. Dėl tokios struktūros koeficientas $\beta_{\text{condition}}$ tiesiogiai išreiškia vidutinį amplitudės pokytį perėinant iš Miesto į Gamtos sąlygą, o *subject_random_offset* „sugeria“ prigimtinius skirtumus tarp tiriamųjų, užtikrinant, kad jie neiškreiptų pagrindinio efekto vertinimo.

Tiesinio mišriųjų efektų modelio rodikliai. Kiekvienam analizuojamam kanalui modelis apskaičiuoja keturias pagrindines vertes (jas apibendrina 7 lentelė).

7 lentelė

LMM išvesties rodiklių paaiškinimas

Rodiklis	Paaiškinimas
β (beta)	Vidutinis skirtumas tarp Gamtos ir Miesto sąlygų amplitudžių, išreikštas mikromoliais (μM). Tai pagrindinis efekto dydžio ir krypties rodiklis.
SE (standartinė paklaida)	Nurodo β įvertio tikslumą. Kuo mažesnė SE, tuo įvertis patikimesnis.
t reikšmė	$t = \beta / \text{SE}$. Rodo, per kiek standartinių paklaidų β reikšmė yra nutolusi nuo nulio.
p reikšmė	Nekoreguota tikimybė gauti tokią (arba ekstremalesnę) t reikšmę vien dėl atsitiktinumo, darant prielaidą, kad tikro efekto nėra.

Koeficientas β yra esminis modelio rezultatas, tiesiogiai išreiškiantis skirtumą tarp sąlygų (apskaičiuojamas kaip Gamtos minus Miesto):

- Neigiama β rodo, kad Gamtos amplitudė buvo mažesnė nei Miesto (t. y. miesto vaizdai sukėlė stipresnę aktyvaciją).
- Teigiama β rodo, kad Gamtos amplitudė buvo didesnė nei Miesto.

Pavyzdžiui, analizuojant mūsų tyrimo duomenis (kanalas S3–D1, HbO), gauta $\beta = -0,176 \mu\text{M}$. Tai reiškia, kad oksihemoglobino koncentracija Gamtos bloko metu buvo vidutiniškai $0,176 \mu\text{M}$ mažesnė nei Miesto bloko metu, atsižvelgus į stimulo pateikimo eiliškumą. Pats β dydis nepatvirtina statistinio reikšmingumo – tai įvertinama atsižvelgiant į t , p ir, galiausiai, į koreguotą q reikšmę, kuri paaiškinta toliau aptariant daugkartinio testavimo problemą ir lyginimų korekcijos sprendimus.

Daugkartinio testavimo problema ir lyginimų korekcija. Ilgasis fNIRS kanalas yra šaltinio ir detektoriaus pora, nutolusi apie 30 mm atstumu. Kiekvienas kanalas registruoja hemodinaminį atsaką iš konkretaus po juo esančio smegenų žievės ploto. Mūsų naudota sistema apėmė 22 ilguosius kanalus, dengiančius (ir iš dalies persidengiančius) skirtingas prefrontalinės žievės sritis. Kadangi smegenų veikla yra heterogeniška, hipotezė, jog atsakas į gamtos ir miesto vaizdus skiriasi, gali pasitvirtinti vienuose kanaluose, bet ne kituose. Todėl LMM modelis buvo taikomas kiekvienam iš 22 kanalų atskirai ir nepriklausomai.

Atliekant 22 nepriklausomus statistinius testus taikant tradicinį reikšmingumo lygmenį $\alpha = 0,05$, iškyla statistinė pirmojo tipo klaidos (klaidingai teigiamo rezultato) rizika. Net darant prielaidą, kad jokio tikro efekto nėra nė viename kanale, vien dėl atsitiktinumo tikėtina gauti klaidingai reikšmingą rezultatą: $22 \times 0,05 \sim 1$. Tai reiškia, kad remiantis tik nekoreguotomis p reikšmėmis, vidutiniškai bent vienas kanalas būtų klaidingai pripažintas statistiškai reikšmingu. Dėl šios priežasties būtina pritaikyti daugkartinio testavimo korekciją.

Šiai problemai spręsti pritaikyta [Benjamini-Hochberg klaidingo atradimo dažnio](#) (angl. *False Discovery Rate, FDR*) [korekcijos procedūra](#) (Benjamini ir Hochberg, 1995). Ši procedūra nekoreguotas p reikšmes paverčia koreguotomis q reikšmėmis, užtikrinant, kad klaidingai reikšmingais paskelbtų kanalų dalis neviršys nustatyto lygmens. Tyrime nustatyta reikšmingumo riba – $q < 0,05$. FDR korekcija buvo taikoma atskirai HbO ir HbR rezultatams. Kiekvieno chromoforo 22 p reikšmės sudarė savarankišką testų šeimą (angl. *family of tests*) ir buvo koreguojamos nepriklausomai. E priedas pateikia detalią BH-FDR algoritmo schemą bei pritaikymo mūsų duomenims pavyzdį.

Iš anksto numatytos jautrumo analizės

Siekiant patikrinti gautų pirminių rezultatų atsparumą duomenų kokybės užtikrinimo sprendimams, buvo numatytos (a priori) trys jautrumo (angl. *sensitivity*) analizės. Visose jose taikytas tas pats anksčiau aptartas bazinis LMM modelis, tačiau jis buvo perskaičiuotas naudojant modifikuotus duomenų rinkinius:

- **Jautrumas A (SQI Mode A, ilgųjų kanalų kokybės filtras).** Ilgojo kanalo matavimas (konkreto tiriamojo ir kanalo kombinacija) pažymimas kaip trūkstamas (išmetamas iš analizės), jei to kanalo signalo kokybės indeksas (SQI) rodo, kad daugiau nei 30 % duomenų yra prastos kokybės. LMM perskaičiuojamas su sumažintu duomenų kiekiu.

- **Jautrumas B (SQI Mode B, SS kanalų atžvilgiu jautrus filtras).** Taikomas toks pats principas kaip A analizėje, tačiau matavimas papildomai atmetamas, jei priskirto trumpojo atstumo (SS) kanalo SQI atmetimo procentas viršija 30 %. Šis griežtesnis kriterijus remiasi prielaida, kad SS regresija gali būti veiksminga tik tuomet, kai pats SS signalas yra patikimas.

- **Jautrumas C (Išskirčių (angl. *Outlier*) pašalinimas).** Tiriamasis pašalinamas iš analizės, jei 7 ar daugiau jo ilgųjų kanalų yra prastos kokybės – t. y. jų signalo kokybės indeksas (SQI) rodo, kad daugiau nei 30 % duomenų yra atmetini. Pagal šį a priori kriterijų buvo pašalinti trys tiriamieji (Sub01, Sub02 ir Sub08), o LMM perskaičiuotas su likusia $N = 14$ imtimi. Šis kriterijus remiasi vien tik objektyvia signalo kokybe ir yra visiškai neutralus efekto krypties bei dydžio atžvilgiu: tiriamasis pašalinamas dėl prastos duomenų kokybės, neatsižvelgiant į tai, ar jo atsako šablonas atitinka tiriamąją hipotezę, ar jai prieštarauja. Toks dizainas užkerta kelią post-hoc (atgaliniam) tiriamųjų atrankos manipuliavimui siekiant norimo rezultato.

Fiziologinių signalų apdorojimas

Fiziologiniai signalai (elektrokardiograma ir fotopletizmograma) buvo apdorojami naudojant MATLAB programinį paketą.

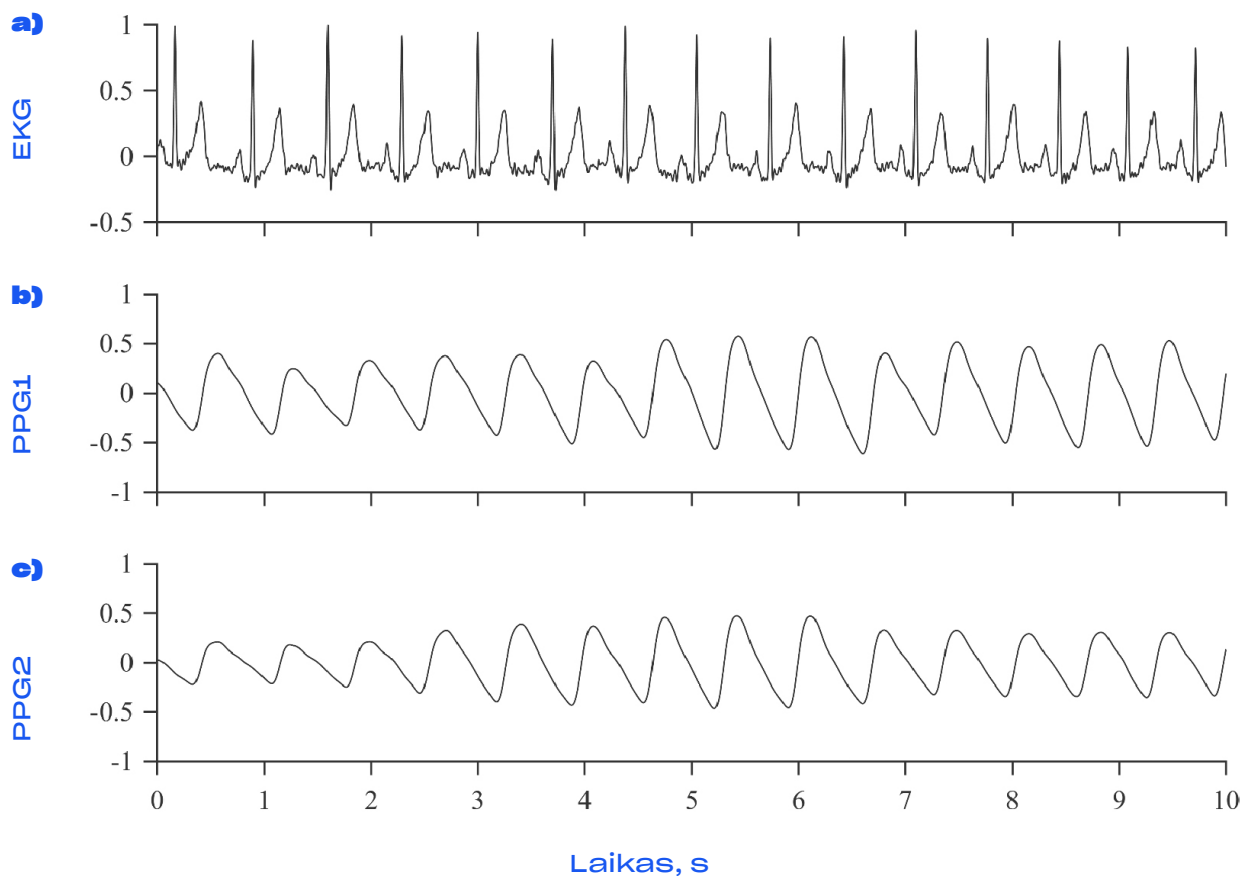
Signalų filtravimas

Užregistruoti elektrokardiogramos signalai buvo filtruojami naudojant antros eilės aukšto ir žemo dažnio Butterworth'o filtrus (atitinkamai pjūvio dažniai 0,4 ir 35 Hz) su nuliniu fazės poslinkiu. Užregistruoti fotopletizmogramos signalai buvo

filtruojami naudojant antros eilės aukšto ir žemo dažnio Butterworth'o filtrus (atitinkamai pjūvio dažniai 0,5 ir 7 Hz) su nuliniu fazės poslinkiu. Nufiltruotų signalų pavyzdžiai pateikiami 9 pav.

9 pav.

Nufiltruotų EKG ir FPG signalų pavyzdžiai: a) 10 s EKG II derivacijos signalas, b) 10 s dešinės rankos rodomojo piršto FPG signalas, c) 10 s kairės rankos rodomojo piršto FPG signalas



Parametrų išskyrimas

Nufiltruotame II derivacijos elektrokardiogramos signale R danteliai buvo aptikti naudojant modifikuotą Tompkinso algoritmą (Hamilton ir Tompkins, 1986). RR intervalas buvo apskaičiuotas kaip laiko intervalas tarp dviejų iš eilės einančių R dantelių. Turint RR intervalus buvo apskaičiuoti trys parametrai (Electrophysiology, 1996):

1. Širdies susitraukimų dažnis (k/min), kuris apibūdina, kiek kartų per minutę susitraukia širdis. Šis parametras leidžia įvertinti bendrą širdies ritmo sumažėjimą arba padidėjimą.

$$HR = \frac{60}{RR} \quad (5)$$

čia HR - širdies susitraukimų dažnis (k./min.); RR - laiko intervalas tarp dviejų gretimų R dantelių (s).

2. Širdies ritmo variabilumo parametras SDNN (ms), kuris apskaičiuojamas kaip normaliai įvertintų RR intervalų standartinis nuokrypis. Šis parametras parodo bendrą širdies ritmo variabilumą, t.y. atspindi tiek simpatinės, tiek parasimpatinės autonominės nervų sistemos įtaką širdies susitraukimų dažniui. Mažesnė SDNN reikšmė gali rodyti sumažėjusį širdies ritmo variabilumą ir stipresnį fiziologinį streso atsaką.

$$SDNN = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (RR_i - \overline{RR})^2} \quad (6)$$

čia SDNN - normalių RR intervalų standartinis nuokrypis (ms); RR_i - i -asis RR intervalas (ms); $\overline{RR}$ - RR intervalų vidurkis (ms); N - RR intervalų skaičius.

3. Širdies ritmo variabilumo parametras RMSSD (ms), kuris apskaičiuojamas kaip kvadratinė šaknis iš nuoseklių RR intervalų skirtumų kvadratų vidurkio. Šis parametras daugiausia parodo trumpalaikę širdies ritmo variaciją ir parasimpatinės nervų sistemos aktyvumą. Mažesnė RMSSD reikšmė gali parodyti susilpnėjusią parasimpatinės autonominės nervų sistemos aktyvumą.

$$RMSSD = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} (RR_{i+1} - RR_i)^2} \quad (7)$$

čia RMSSD - nuoseklių RR intervalų skirtumų kvadratų vidurkio kvadratinė šaknis (ms); RR_i - i -asis RR intervalas (ms); RR_{i+1} - po jo einantis RR intervalas (ms); N - RR intervalų skaičius.

Iš nufiltruotų fotopletizmogramos signalų buvo apskaičiuoti trys parametrai (Rinkevičius ir kt., 2024):

1. FPG signalo amplitudė, kuri apskaičiuojama kaip skirtumas tarp pulso bangos sistolinio maksimumo ir pulso bangos pradinio taško. Šis parametras parodo periferinės kraujotakos ir kraujagyslių tonuso pokyčius. Mažesnė FPG amplitudės reikšmė gali rodyti periferinių kraujagyslių susitraukimą, kuris savo ruožtu gali būti susijęs su padidėjusiu simpatinės autonominės nervų sistemos aktyvumu ir stipresniu fiziologiniu streso atsaku.

2. FPG pulso bangos formos parametras IPA, kuris apskaičiuojamas kaip diastolinės ir sistolinės pulso bangos dalių plotų santykis. Šis parametras parodo pulso bangos morfologijos pokyčius, t. y. kaip kinta diastolinės bangos dalis sistolinės bangos dalies atžvilgiu. Parametras gali būti naudingas vertinant periferinės kraujotakos ir kraujagyslių atsako pokyčius skirtingų eksperimentinių sąlygų metu.

3. FPG sistolinės bangos kilimo trukmė T1, kuri apskaičiuojama kaip laiko intervalas nuo pulso bangos pradinio taško iki sistolinio maksimumo. Šis parametras parodo pulso bangos kilimo greitį ir gali būti susijęs su kraujagyslių tonuso, arterijų elastingumo bei hemodinaminės reakcijos pokyčiais.

3.

Tyrimo rezultatai

fNIRS duomenų analizės rezultatai

Tiesinio mišriųjų efektų modelio (LMM) rezultatai

Siekiant įvertinti, ar Gamtos ir Miesto vaizdų sąlygos sukėlė skirtingo dydžio hemodinaminius atsakus (amplitudes), kiekvienam iš 22 ilgųjų kanalų – atskirai oksihemoglobino (HbO) ir deoksihemoglobino (HbR) chromoforams – buvo pritaikytas tiesinis mišriųjų efektų modelis (LMM). Šiame tyrime LMM modelis ypač tinka, nes leidžia patikrinti aktualų skirtumą tarp Gamtos ir Miesto sąlygų ir jį atskirti nuo tarpasmeninės variacijos (individualių bazinio lygio skirtumų tarp tiriamųjų, kurie modelyje laikomi atsitiktiniais). Taikant LMM, visuose kanaluose buvo tikrinama, ar po SS kanalų regresijos išvalyto atsako (amplitudės) vidurkis per 5 minučių trukmės analizės langą skiriasi tarp Gamtos ir Miesto sąlygų.

Visi 17 tiriamųjų (Sub01 iki Sub17) prisidėjo galiojančiais duomenimis pirminei analizei – nei vienas tiriamasis nebuvo a priori atmestas. Kiekvienas tiriamasis pateikė amplitudes 22 ilgiems kanalams per kiekvieną sąlygą, iš viso $17 \times 22 \times 2 = 748$ eilutės amplitudžių lentelėje (struktūros pavyzdį pateikia F priedas). Atsvara buvo nesimetriška: [9 tiriamieji MiestoFirst grupėje](#) ir [8 tiriamieji GamtosFirst grupėje](#).

Rezultatai pateikiami atskirai oksihemoglobinui (HbO) ir deoksihemoglobinui (HbR), pritaikius Benjamini-Hochberg klaidingo atradimo dažnio (FDR) korekciją 22 ilgiesiems kanalams (E priedas).

Pagrindinis radinys: kryptinis efektas kairiojoje šoninėje prefrontalinėje smegenų žievėje

Po Benjamini-Hochberg FDR korekcijos joks kanalas nepasiekė $q < 0,05$ ribos nei HbO, nei HbR chromofore:

- HbO: 0 / 22 kanalų FDR-reikšmingų;
- HbR: 0 / 22 kanalų FDR-reikšmingų.

Mažiausia stebėta q reikšmė buvo $q = 0,101$ kanale [S3-D1](#) HbO chromofore, kuris taip pat parodė stipriausią nekoreguotą efektą ($\beta = -0,176 \mu M$, $t = -3,06$, $p = 0,0046$) (10 pav.). Trys kanalai pasiekė nekoreguotą $p < 0,05$ ribą HbO chromofore ([S3-D1](#), [S2-D1](#), [S9-D8](#)), tačiau

atliekant 22 nepriklausomus testus, vienas klaidingai teigiamas rezultatas tikėtinas dėl atsitiktinumo (žr. 2.2 skyriaus 4 punktą), todėl FDR korekcija yra būtina interpretacijai.

Pagrindinis fNIRS tyrimo radinys:

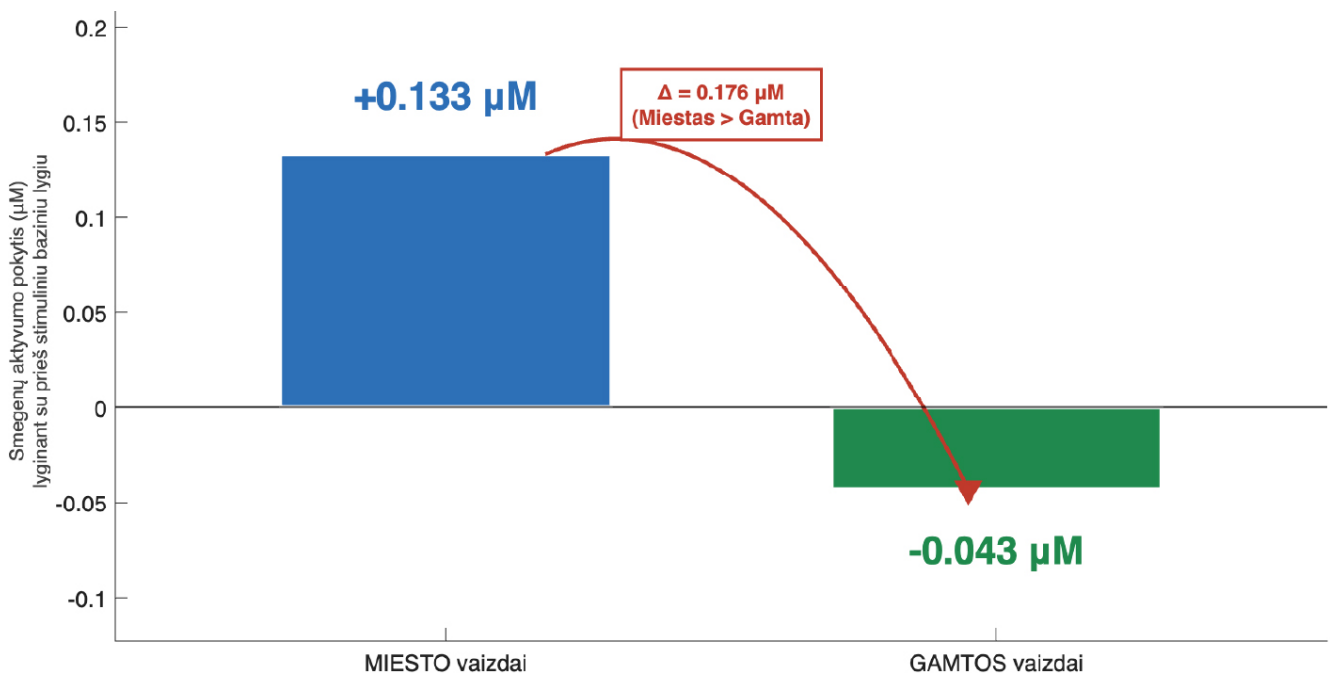
kairiojoje šoninėje prefrontalinėje smegenų žievėje – smegenų srityje, atsakingoje už dėmesį – gamtos vaizdų stebėjimo metu užfiksuotas išmatuojamas aktyvumo sumažėjimas, palyginti su miesto vaizdais.

Efekto dydis yra vidutinio–didelio stiprumo (Cohen's $d \approx -0,7$), tačiau formali FDR-koreguota reikšmingumo riba nebuvo pasiekta. Toks krypties radinys yra reikšmingas, nes jo dydis viršija atsitiktinumo lygį. Vis dėlto dėl ribotos statistinės galios jis negali būti laikomas statistiškai reikšmingu vertinant pagal patį griežčiausią statistinio reikšmingumo lygmenį. Tai gali būti nulemta sąlyginai nedidelės tiriamųjų imties.

10 pav.

Kairiosios šoninės PFC aktyvumas vaizdo įrašų žiūrėjimo metu

Pastaba. S3–D1 kanale (kairioji šoninė PFC) išmatuotas grupės lygmens aktyvumas Miesto sąlygos metu siekė $+0,133 \mu\text{M}$ (virš ramybės bazinio lygio), o Gamtos sąlygos metu nukrito iki $-0,043 \mu\text{M}$ (prie ramybės ar šiek tiek žemiau)



Stipriausias sąlygos efektas susikoncentravo dviejuose gretimuose kanaluose virš kairiosios šoninės prefrontalinės žievės: S2-D1 ir S3-D1 (8 lentelė). Abiejuose kanaluose **HbO amplitudė buvo žemesnė Gamtos nei Miesto sąlygoje (neigiama β)** ir abu rodė kanoninį

priešingo ženklo HbR atsaką (HbR amplitudė taip pat žemesnė Gamtos sąlygoje, bet su didesne paklaida).

8 lentelė

ROI kanalų LMM rezultatai (S2-D1 ir S3-D1, kairioji šoninė PFC)

Kanalas	Chromoforas	β (μ M)	SE	t	p (nekoreg.)	q (BH)	Cohen's d
S3-D1★	HbO	-0,176	0,058	-3,06	0,005	0,101	-0,74
S3-D1★	HbR	-0,115	0,073	-1,57	0,126	0,740	-0,38
S2-D1★	HbO	-0,089	0,034	-2,63	0,013	0,145	-0,64
S2-D1★	HbR	-0,059	0,061	-0,98	0,337	0,740	-0,24

Pastabos:

- HbO ir HbR pateikiami atskirose eilutėse – kanoninė priešingo ženklo HbO/HbR pora yra svarbi žievinės kilmės įrodymo dalis.
- ★ žymi du ROI kanalus.
- β – Gamtos – Miesto viduje–tiriamosios skirtumas mikromoliais (μ M).
- Neigiama β reiškia, kad Miesto sąlyga sukėlė didesnę amplitudę nei Gamtos.
- p – nekoreguota dvipusė p reikšmė.
- q – Benjamini-Hochberg koreguota q reikšmė per 22 to paties chromoforo kanalus.
- Cohen's d (d_z) apskaičiavimo formulė pateikiama G priedas.
- Pilnos 22 kanalų lentelės (HbO ir HbR) pateikiamos H priedase.

Abu kanalai dengia panašią žievės sritį (kairioji dorso-/ventrolateralinė prefrontalinė žievė), yra erdviniai kaimynai (dalijasi šaltinį S2 arba detektorių D1) ir buvo regresuoti prieš tą patį artimiausią SS kanalą (S1-D1; žr. 2.2 skyrių). Šis anatominis artumas tvirtina interpretaciją, kad efektas atspindi žievinį, o ne sisteminį dispersijos komponentą.

HbO ir HbR judėjimas priešingomis kryptimis ROI (angl. *Region of Interest*) kanaluose yra kanoninis žievinio aktyvumo požymis (Yücel et al., 2021): tikrai aktyvuojant žievę, atplūsta deguo-

nies prisotinto kraujo (HbO didėja) ir deguonis pasisavinamas greičiau, nei venomis išplaunamas (HbR mažėja). Mūsų ROI duomenyse: Miesto > Gamtos HbO, ir kartu šiek tiek silpnesnis (bet ta pačia kryptimi) HbR atsakas. Tai sumažina tikimybę, kad efektas yra sisteminės kraujotakos artefaktas.

Efekto dydis ir tiriamųjų pasiskirstymas

Coheno d (d_z) apskaičiuotas tiesiai iš skirtumų Δ = amplitudė_Gamtos – amplitudė_Miesto (žr. 2.2 skyriaus 3 punktą ir formulę G priedas):

$$d_z = \text{mean}(\Delta) / \text{sd}(\Delta) \quad (8)$$

S3–D1 HbO Cohen's d = –0,74 atitinka vidutinio–didelio dydžio within-subject efektą pagal Cohen (1988) standartus (d ≈ 0,5 vidutinis; d ≈ 0,8 didelis). 95 % pasitikėjimo intervalas vidutiniam Δ – [–0,29; –0,06] μM neapima nulio,

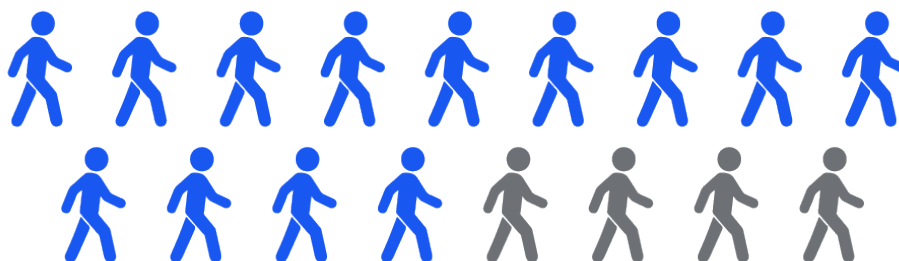
patvirtinant, kad efektas yra tvirtas grupės lygmenyje, nepriklausomai nuo formalaus FDR rezultato (11 pav.; 12 pav.). S2–D1 demonstruoja panašų, šiek tiek silpnesnį šabloną (d = –0,64, 95 % CI [–0,15; –0,02] μM).

11 pav.

fNIRS tyrimo radinys: gamtoje tiriamieji labiau atsipalaiduoja, o mieste smegenų veikla suaktyvėja (76 % tiriamųjų atveju užfiksuotas neigiamas Gamtos – Miesto skirtumas S3–D1 kanale)

Apie 3 iš 4 dalyvių parodė numatytą kryptį

Parodė sumažintą PFC aktyvumą per Gamtą – 13 iš 17 (76 %)



- Parodė sumažintą PFC aktyvumą per Gamtą – 13 iš 17 (76 %)
- Parodė silpną / jokios preferencijos – 4 iš 17 (24 %)

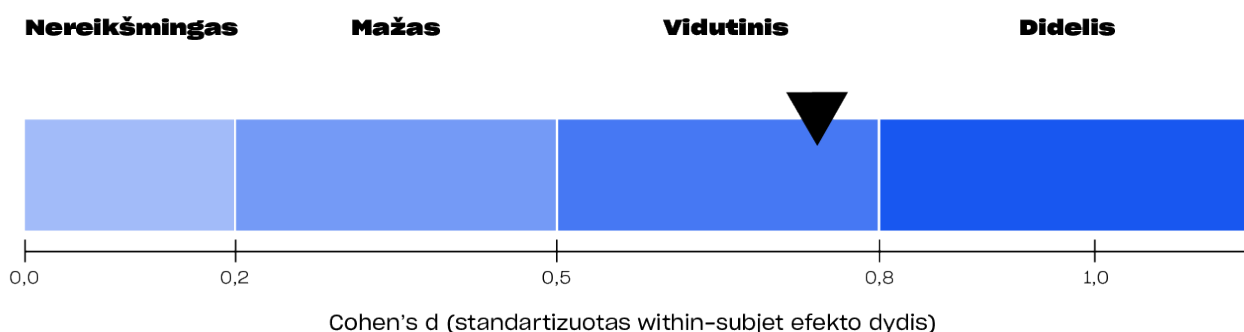
76 %
dalyvių

12 pav.

Tyrimo rezultatas, rodantis vidutinį, prie didelio artėjantį efekto dydį ($d = 0,74$) pagal standartinę Cohen skalę

Mūsų efekto dydis pagal standartinę Cohen skalę

Mūsų radinys $d = 0,74$



Tikrinant visus 22 ilgus kanalus, neigiamas β (kai laikoma, kad miesto aplinka labiau aktyvino pre-frontalinę smegenų dalį, o gamtos – atvirkščiai, jos aktyvumą mažino (Miesto > Gamtos)) efektas susikoncentravo virš kairiosios šoninės PFC

(9 lentelė). Kanalai, dengiantys medialinius frontalius ir daugumą dešiniojo pusrutulio pozicijų, rodė žymiai mažesnius ir nenuoseklius efektus.

9 lentelė

Pirmieji 5 kanalai pagal nekoreguotą HbO p reikšmę, plius apibendrinta paskutinė eilutė likusiems 17 kanalams

Kanalas	Hemisfera	β HbO (μ M)	t	p (nekoreg.)	q (BH)	Pastaba
S3-D1 ★	L	-0,176	-3,06	0,005	0,101	ROI
S2-D1 ★	L	-0,089	-2,63	0,013	0,145	ROI
S9-D8 †	R	-0,212	-2,05	0,049	0,358	žr. žemiau
S3-D3	L	-0,041	-1,33	0,192	0,842	–
S4-D4	L	-0,053	-1,29	0,207	0,842	–
Likę 17 kanalų	–	$ \beta < 0,05$	$ t < 1,1$	$p > 0,28$	$q > 0,84$	–

Pastabos:

- Pilna rūšiuota 22 kanalų lentelė pateikiama H priedas.
- ★ žymi du ROI kanalus.
- † žymi S9-D8 (žr. paaiškinimą žemiau).
- Hemisfera išvesta iš šaltinio pozicijos zonde (L = kairė, R = dešinė).

S9–D8 kanale stebima didžiausia HbO β amplitudė visame optodų masyve ($\beta = -0,212 \mu\text{M}$) ir ribinis HbR atsakas ($t = -2,03$, $p = 0,051$) (H priedas). Tačiau abu chromoforai kinta ta pačia kryptimi (abu neigiami), o ne įprastai priešingomis kryptimis. Tai rodo sisteminį užterštumą (Tachtsidis & Scholkmann, 2016), o ne žievinę aktyvaciją. Remiantis SS regresijos diagnostika (2.2 skyriaus 1 punktą), S9–D8 kanalas išsiskyrė didžiausia reikšme ($\beta = 0,58$) SS regresoriaus atžvilgiu, o tai patvirtina didelę sisteminę įtaką.

Todėl šis kanalas traktuojamas kaip žvalgomasis (angl. *exploratory*) radinys, kurį reikėtų interpretuoti atsargiai, o ne kaip vienakryptis pirminis radinys.

Erdvinis signalų susitelkimas dviejuose gretimuose kairiosios prefrontalinės žievės (PFC) kanaluose, atskyrus sisteminio užterštumo signalus dešiniajame pusrutulyje, sustiprina interpretaciją, jog pagrindinis radinys yra lokalizuotas, biologiškai pagrįstas atsakas, o ne atsitiktinai visame masyve pasiskirstęs triukšmas.

Atsvaros ir sąlygos $\times$ vaizdo įrašų eiliškumo sąveika

Atsakydami į klausimą, ar Miesto > Gamtos efektas priklauso nuo vaizdo įrašo pateikimo eiliškumo (AB – MiestoFirst vs BA – GamtosFirst), atlikome papildomą analizę dviem ROI kanalams (S2–D1, S3–D1): (1) pakartotinai pritaikėme pirmąjį LMM atskirai MiestoFirst ($n = 9$) ir GamtosFirst ($n = 8$) grupėms; (2) pritaikėme pilną mėginio LMM su sąveikos terminu $\text{condition} \times \text{order}$.

10 lentelė rodo išryškėjusius du svarbius dėsningumus:

- Efekto kryptis (Miestas > Gamta) išliko abiejose grupėse, abiejuose dominančių sričių (ROI) kanaluose. Šis nuoseklumas atmeta paprasčiausią naujumo (angl. *novelty*) artefakto hipotezę, pa-

gal kurią grupėje „Gamta pirmiau“ (NatureFirst) efektas turėtų pakeisti kryptį.

- Efekto dydis (amplitudė) priklauso nuo eiliškumo. S3–D1 kanale „Miestas pirmiau“ grupės efektas ($\beta = -0,276$) yra apie 4 kartus didesnis nei „Gamta pirmiau“ grupės efektas ($\beta = -0,064$), o sąveikos narys (angl. *interaction term*) yra statistiškai reikšmingas ($p = 0,049$). S2–D1 kanalas rodo analogišką dėsningumą („Miestas pirmiau“ $\beta = -0,129$ vs. „Gamta pirmiau“ $\beta = -0,043$), tačiau sąveika nepasiekia statistinio reikšmingumo ($p = 0,194$).

10 lentelė

Sąveikos analizės rezultatai ROI kanaluose (HbO chromoforas)

Kanalas	Analizė	β HbO (μM)	t	p (nekoreg.)	q (BH)
S3–D1	Pilna imtis	17	-0,176	-3,06	0,005
S3–D1	MiestoFirst	9	-0,276	-2,95	0,009
S3–D1	GamtosFirst	8	-0,064	-2,06	0,058
S3–D1	Sąveika ($\text{cond} \times \text{order}$)	17	+0,212	+2,06	0,049
S2–D1	Pilna imtis	17	-0,089	-2,63	0,013
S2–D1	MiestoFirst	9	-0,129	-2,57	0,021
S2–D1	GamtosFirst	8	-0,043	-1,13	0,277
S2–D1	Sąveika ($\text{cond} \times \text{order}$)	17	+0,086	+1,33	0,194

Šis radinys turi tris konkuruojančias interpretacijas:

- Sustiprėjimas dėl naujumo (angl. *novelty*): kai miesto blokas buvo rodomas pirmas, pirmojo bloko šviežumas ir naujumas galėjo sustiprinti prefrontalinės smegenų žievės atsaką. Tuo tarpu „Gamta pirmiau“ grupėje miesto blokas buvo rodomas vėliau, kai pati užduotis ir sąlygos tiriamajam jau tapo įprastos.
- Atkuriamojo efekto perkėlimas (angl. *carry-over*): jei gamta iš tikrųjų atkuria dėmesio sistemą (kaip teigia Dėmesio atkūrimo teorija), „Gamta pirmiau“ grupės tiriamieji miesto bloką

galėjo pradėti turėdami atkurtą bazinę būseną, o tai natūraliai sumažino kontrastą tarp sąlygų. Toks paaiškinimas teorinę interpretaciją ne silpnintų, o atvirkščiai – ją patvirtintų.

- Mažos imties nulemti svyravimai: kai atskirai vertiname AB ir BA įrašus žiūrėjusių tiriamųjų duomenis ($n = 9$ ir $n = 8$), imties mažumas gali turėti įtakos rezultatams, nes mažos imtys ne labai tinkamos stratifikuotai tiesinių mišriųjų modelių (LMM) analizei, galimai todėl gauta sąveika ($p = 0,049$) yra ties pat statistinio reikšmingumo riba.

Praktinė reikšmė:

fNIRS tyrimo efekto dydį (Coheno $d = 0,72$) iš dalies nulemia „Miestas pirmiau“ grupė. Pirminėje analizėje pagrindinis eiliškumo efektas (angl. *order main effect*) LMM modelyje nebuvo statistiškai reikšmingas nė viename kanale (0 iš 22 kanalų fiksavo $p < 0,05$ HbO arba HbR signalams; vidutinis $|\beta_{\text{order}}| = 0,038 \mu\text{M}$, min $p = 0,257$). Tai patvirtina, kad bendras atsako amplitudės lygis tarp eiliškumo grupių nesiskyrė – sąveikos efektas yra specifinis tik „sąlyga x eiliškumas“ dimensijai.

Jautrumo analizė

Trys iš anksto numatytos jautrumo analizės buvo atliktos siekiant patikrinti, ar ankstesniuose šio skyriaus punktuose pristatytas kryptinis radinys priklauso nuo signalo kokybės (SQI) atrankos prielaidų arba nuo atskirų įtakingų tiri-

mujų. Visos trys analizės perskačiuotos MATLAB skriptu (I priedas).

11 lentelėje pateikiami A, B ir C jautrumo analizės rezultatai pagrindiniuose kanaluose (HbO).

11 lentelė

Jautrumo analizės rezultatai pagrindiniuose kanaluose (HbO)

Kanalas	n (celių)	β (μM)	t	p	q (BH-FDR)
A jautrumo analizė					
S3-D1	20	-0,177	-0,185	0,064	0,82
S2-D1	20	-0,047	-1,08	0,295	0,82
S9-D8	16	-0,086	-1,48	0,162	0,82
B jautrumo analizė					
S3-D1	16	-0,098	-0,46	0,146	0,62
S2-D1	18	-0,030	-0,66	0,509	0,71
S9-D8	16	-0,086	-1,48	0,162	0,65
B jautrumo analizė					
S3-D1	28	-0,137	-2,04	0,052	0,82
S2-D1	28	-0,072	-1,83	0,067	0,82
S9-D8	28	-0,046	-0,73	0,472	0,82

A jautrumo analizė – SQI filtras ilgiesiems kanalams

A režimas užmaskuoja tiriamojo $\times$ kanalo celę, jei to ilgojo kanalo SQI atmetimo procentas viršija 30 %, ir perskaičiuoja LMM su likusiais duomenimis. Vidutinis celių skaičius kanalui sumažėjo nuo 34 (17 tiriamųjų $\times$ 2 sąlygos) iki 14–34, priklausomai nuo kanalo. Kaip matyti iš 11 lentelės, S3–D1 β magnitudė lieka praktiškai nepakitusi, palyginti su pirmine analize ($-0,177$ prieš $-0,176$), o tai patvirtina, kad efekto dydis nėra nulemtas tiriamųjų su prastos kokybės ilgaisiais kanalais. Tačiau dėl celių skaičiaus sumažėjimo ($34 \rightarrow 20$) t-statistika silpsta ($t = -1,85$, $p = 0,064$). Joks kanalas nepasiekia FDR reikšmingumo (0/22; mažiausia $q = 0,82$).

B jautrumo analizė – į SS atsižvelgiantis SQI filtras

B režimas papildomai užmaskuoja ilgąjį kanalą, jei jo artimiausio SS atskaitos kanalo (S1–D1 kairiajame pusrutulyje, S10–D8 dešiniajame) SQI atmetimo procentas viršija 30 %. Šis kriterijus pripažįsta, kad SS regresija yra prasminga tik tuomet, kai pats SS signalas yra patikimas. B režimas yra konservatyvesnis: užmaskuojama maždaug trečdalis visų ilgųjų kanalų celių.

Pagal B režimą S3–D1 HbO efektas susilpnėja maždaug 45 % (nuo $\beta = -0,176$ iki $-0,098$), o S2–D1 efektas iš esmės išnyksta ($\beta = -0,030$)

12 lentelė

S3–D1 (HbO) konvergencija per pirminę analizę ir tris jautrumo analizes

Analizė	n / dydis	β (μ M)	t	p	q
Pirminė (N = 17)	34	$-0,176$	$-3,06$	0,005	0,10
A režimas (SQI ilgiems)	20	$-0,177$	$-1,85$	0,064	0,82
B režimas (SQI Ilgiems+trumpiems)	16	$-0,098$	$-1,46$	0,146	0,65
C analizė (N = 14)	28	$-0,137$	$-2,04$	0,052	0,82

Apibendrinant galima teigti, kad Miestas > Gamta kryptis kairiojoje šoninėje PFC HbO yra išlaikoma visose keturiuose analizėse – β lieka neigiamas visur ($-0,18$; $-0,18$; $-0,10$; $-0,14$). β magnitudė yra ypač stabili pagal A režimą ir C analizę; pagal griežčiausią B režimą ji susilpnėja maždaug 45 %. Nors nė viena jautrumo analizė nepateikia FDR reikšmingo kanalo – visos q reikšmės yra virš

(11 lentelė). Efekto kryptis (neigiama) S3–D1 išlaikoma, o sumažėjusi magnitudė vis dar atitinka nedidelį-vidutinį efektą. Joks kanalas nepasiekia FDR reikšmingumo (0/22).

C jautrumo analizė – išskirčių pašalinimas

C režime iš anksto numatyta atrankos taisyklė: tiriamasis pašalinamas, jei 7 ar daugiau jo ilgųjų kanalų yra blogos kokybės (SQI > 30 %). Pagal šį kriterijų buvo pašalinti trys tiriamieji – Sub01, Sub02 ir Sub08 – ir LMM perskaičiuotas su likusia N = 14 imtimi.

Pašalinus tris tiriamuosius su didžiausiu blogų kanalų skaičiumi, S3–D1 β magnitudė lieka stabili ($-0,137$; pirminėje analizėje $-0,176$), o nekoreguota p reikšmė yra ties riba ($p = 0,052$) (11 lentelė). Tačiau po Benjamini-Hochberg korekcijos joks kanalas nepasiekia $q < 0,05$ ribos (0/22; mažiausia $q = 0,82$). S2–D1 demonstruoja tą pačią kryptį ($p = 0,067$, $q = 0,82$).

Jautrumo analizės apibendrinimas

12 lentelė sujungia pagrindinio kanalo S3–D1 rezultatus per pirminę analizę ir tris jautrumo analizes.

0,05 ribos, pažymėtina, kad kryptinis efektas yra tvirtas ir nuoseklus. Kita vertus, atsižvelgiant į imties dydį, tai nepaneigia radinio – vietoj to jis pabrėžia, kad reikalinga didesnės galios replikacija, kad efekto dydis būtų tinkamai įvertintas ir patvirtintas.

Fiziologinių signalų analizės rezultatai

Po pradinio duomenų apdorojimo ir parametru išskyrimų, visi įvertinti parametrai analizuoti naudojant MATLAB programinį paketą.

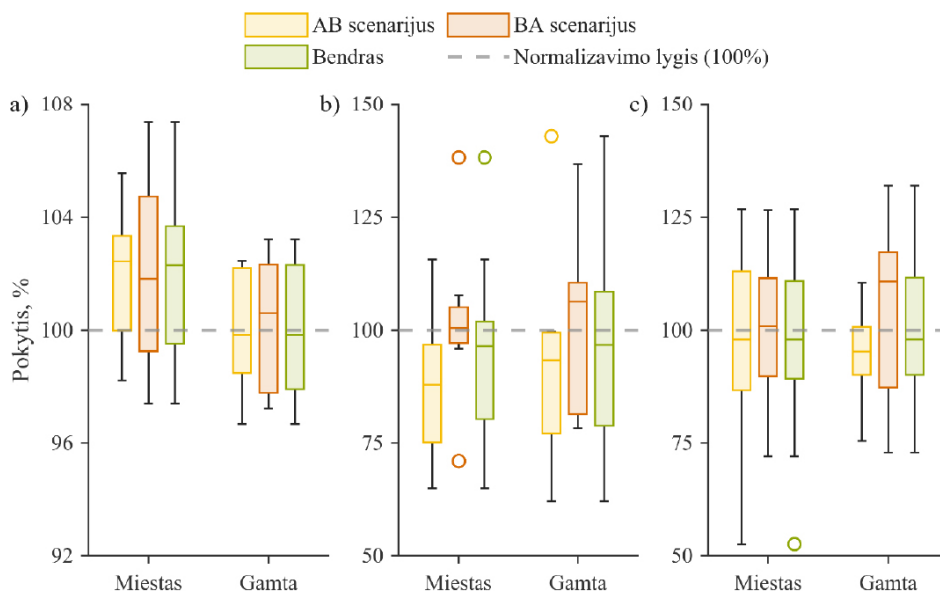
Širdies susitraukimo dažnio ir širdies ritmo variabilumo analizė

13 pav. pateikiami širdies susitraukimų dažnio ir širdies ritmo variabilumo parametru pokyčiai miesto ir gamtos vaizdų stebėjimo metu. Visi parametrai buvo normalizuoti pagal prieš atitinkamą epizodą buvusį ramybės lygį: miesto vaizdų epizodas buvo lyginamas su pirmuoju ramybės epizodu, o gamtos vaizdų epizodas – su antruoju ramybės epizodu. Punktyrinė linija žymi normalizavimo lygį (100%). Reikšmės virš 100% rodo parametro padidėjimą, o reikšmės žemiau 100% – parametro sumažėjimą, lyginant su atitinkamu ramybės epizodu.

Širdies susitraukimų dažnio mediana miesto sąlygoje buvo 102,28% [tarpkvartilinis intervalas 99,52–103,69%], o gamtos sąlygoje – 99,83% [tarpkvartilinis intervalas 97,92–102,29%]. Tai rodo nedidelį širdies susitraukimų dažnio padidėjimą miesto vaizdų stebėjimo metu, palyginti su atitinkamu ramybės lygiu. Gamtos vaizdų metu širdies susitraukimų dažnio mediana buvo artima 100% normalizavimo lygiui, todėl ryškaus širdies ritmo padidėjimo šioje sąlygoje nepastebėta. Skirtumas tarp miesto ir gamtos sąlygų buvo nedidelis, todėl šį rezultatą reikėtų vertinti kaip tendenciją, o ne kaip aiškų fiziologinio atsako skirtumą.

13 pav.

Širdies susitraukimų dažnio ir širdies ritmo variabilumo parametru pokyčiai miesto ir gamtos vaizdų stebėjimo metu: a) širdies susitraukimų dažnis, b) SDNN, c) RMSSD. Punktyrinė linija žymi normalizavimo lygį (100%)



SDNN parametro mediana miesto sąlygoje buvo 96,49% [tarpkvartilinis intervalas 80,25-101,86%], o gamtos sąlygoje - 96,78% [tarpkvartilinis intervalas 78,77-108,46%]. Abi medianos buvo mažesnės už 100% normalizavimo lygį, o tai rodo nedidelį bendro širdies ritmo variabilumo sumažėjimą abiejose sąlygose. Tačiau miesto ir gamtos sąlygų medianos buvo labai panašios, todėl pagal SDNN parametą aiškaus skirtumo tarp šių sąlygų nepastebėta.

RMSSD parametro mediana miesto sąlygoje buvo 97,96% [tarpkvartilinis intervalas 89,32-110,77%], o gamtos sąlygoje - 97,97% [tarpkvartilinis intervalas 90,16-111,51%]. Šios reikšmės beveik nesiskyrė ir buvo tik šiek tiek mažesnės už 100% normalizavimo lygį. Kadangi RMSSD daugiau sia atspindi trumpalaikę, parasimpatinės nervų

sistemos reguliuojamą širdies ritmo variaciją, šie rezultatai leidžia manyti, kad parasimpatinės reguliacijos pokytis miesto ir gamtos sąlygomis buvo panašus.

Apibendrinant galima teigti, kad širdies susitraukimų dažnio, SDNN ir RMSSD parametrų pokyčiai miesto ir gamtos vaizdų stebėjimo metu buvo nedideli. Ryškiausias, nors ir nedidelis, skirtumas buvo stebimas širdies susitraukimų dažnio parametre, kurio mediana miesto sąlygoje buvo šiek tiek didesnė nei gamtos sąlygoje. SDNN ir RMSSD parametrų medianos abiejose sąlygose buvo beveik vienodos, todėl pagal širdies ritmo variabilumo parametrus aiškaus skirtumo tarp miesto ir gamtos sąlygų nenustatyta.

Fotopletizmogramos signalo morfologinių parametrų analizė

14 pav. pateikiami fotopletizmogramos signalo morfologinių parametrų pokyčiai miesto ir gamtos vaizdų stebėjimo metu. Visi parametrai buvo normalizuoti pagal prieš atitinkamą epizodą buvusį ramybės lygį: miesto vaizdų epizodas buvo lyginamas su pirmuoju ramybės epizodu, o gamtos vaizdų epizodas - su antruoju ramybės epizodu. Punktyrinė linija žymi normalizavimo lygį (100%). Reikšmės virš 100% rodo parametro padidėjimą, o reikšmės žemiau 100% - parametro sumažėjimą, lyginant su atitinkamu ramybės epizodu.

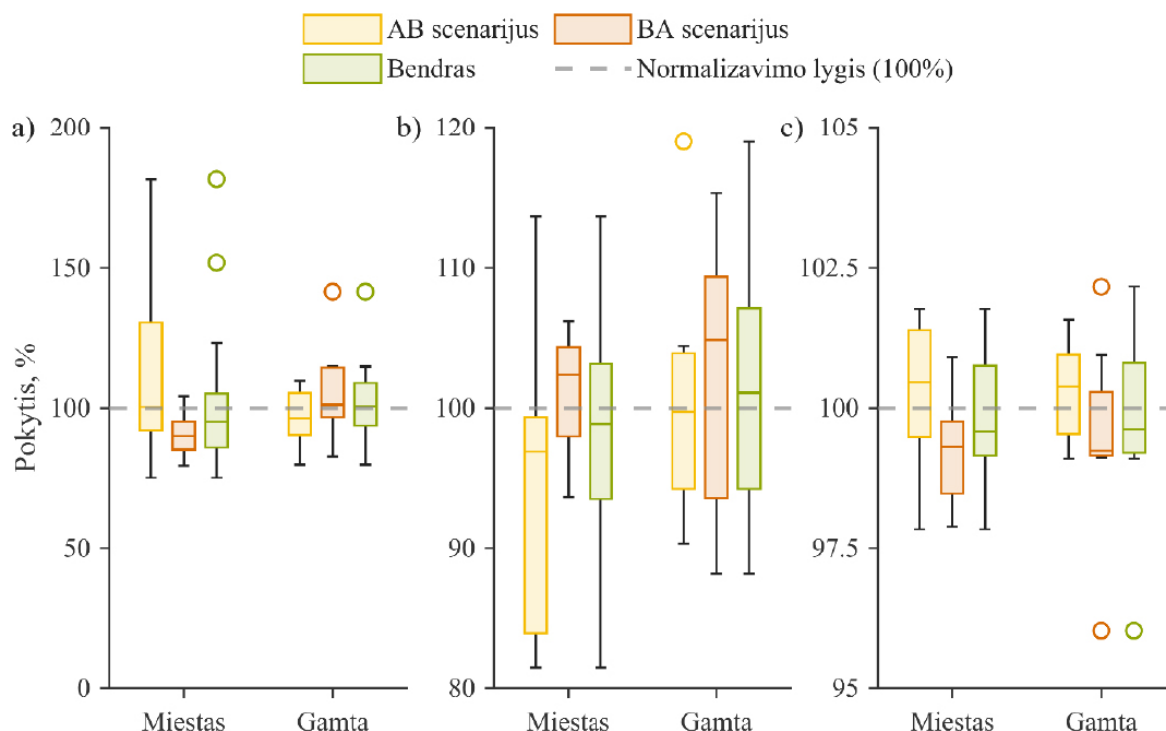
FPG amplitudės mediana miesto sąlygoje buvo 95,13% [tarpkvartilinis intervalas 86,03-105,09%], o gamtos sąlygoje - 100,59% [tarpkvartilinis intervalas 93,83-108,85%]. Tai rodo, kad miesto vaizdų stebėjimo metu FPG amplitudė buvo šiek tiek mažesnė už 100% normalizavimo lygį, o gamtos vaizdų metu ji buvo artima normalizavimo lygiui. Kadangi FPG amplitudė yra susijusi su periferinės kraujotakos ir kraujagyslių tonuso pokyčiais, jos sumažėjimas gali rodyti silpnesnę periferinę pulso bangą arba periferinių kraujagyslių susitraukimą. Vis dėlto tarpkvartiliniai intervalai tarp miesto ir gamtos sąlygų persidengia, todėl šį skirtumą reikėtų vertinti atsargiai, kaip nedidelę tendenciją.

IPA parametro mediana miesto sąlygoje buvo 98,88% [tarpkvartilinis intervalas 93,48-103,13%], o gamtos sąlygoje - 101,08% [tarpkvartilinis intervalas 94,28-107,16%]. Abi medianos buvo artimos 100% normalizavimo lygiui, todėl ryškių pulso bangos formos pokyčių tarp miesto ir gamtos sąlygų nepastebėta. IPA apibūdina diastolinės ir sistolinės pulso bangos dalių plotų santykį, šie rezultatai leidžia manyti, kad santykinė FPG bangos morfologija abiejų sąlygų metu kito nedaug.

T1 parametro mediana miesto sąlygoje buvo 99,58% [tarpkvartilinis intervalas 99,16-100,75%], o gamtos sąlygoje - 99,62% [tarpkvartilinis intervalas 99,21-100,80%]. Šios reikšmės beveik nesiskyrė ir buvo labai artimos 100% normalizavimo lygiui. T1 apibūdina sistolinės bangos kilimo trukmę nuo pulso bangos pradinio taško iki sistolinio maksimumo, todėl šie rezultatai rodo, kad sistolinės bangos kilimo trukmė miesto ir gamtos vaizdų stebėjimo metu iš esmės nepakito.

14 pav.

Fotopletizmogramos signalo morfologinių parametų pokyčiai miesto ir gamtos vaizdų stebėjimo metu: a) FPG amplitudė, b) IPA, c) T1. Punktyrinė linija žymi normalizavimo lygį (100%)



Apibendrinant galima teigti, kad FPG signalo morfologinių parametų pokyčiai miesto ir gamtos vaizdų stebėjimo metu buvo nedideli. Labiausiai išsiskyrė FPG amplitudė, kurios mediana miesto sąlygoje buvo mažesnė nei gamtos sąlygoje, tačiau dėl persidengiančių tarpkvartilių intervalų šis skirtumas neturėtų būti in-

terpretuojamas kaip aiškus fiziologinio atsako skirtumas. IPA ir T1 parametų reikšmės abiejose sąlygose buvo artimos normalizavimo lygiui, todėl pagal šiuos parametrus ryškaus pulso bangos morfologijos pokyčio tarp miesto ir gamtos sąlygų nenustatyta.

Apklaustos duomenų analizės rezultatai

Emocinės tiriamųjų būsenos prieš tyrimą ir po jo įvertinimas pagal PANAS

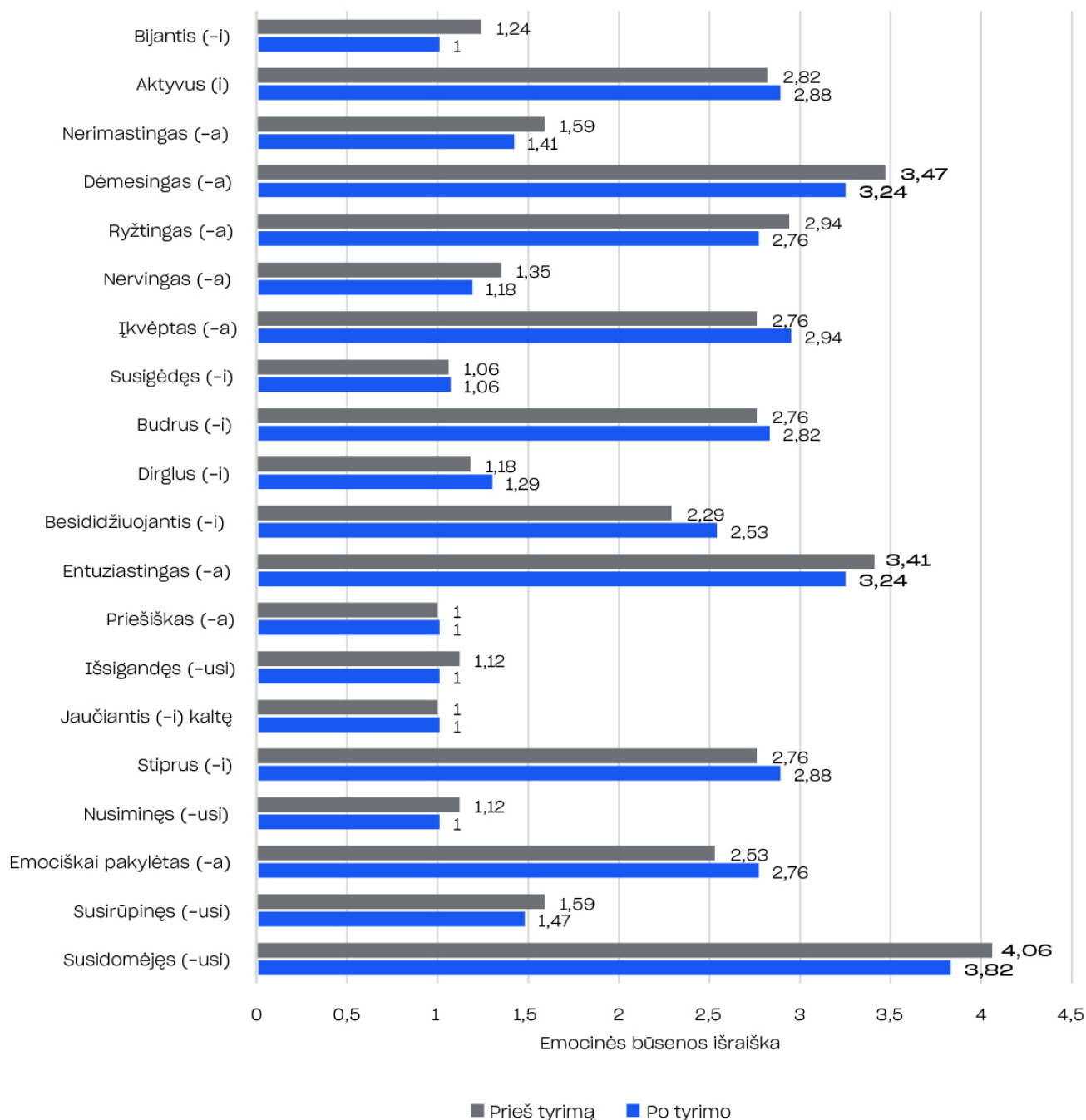
Analizuojant atsakymus į anketoje pateiktus klausimus apie emocinę tiriamųjų būseną, 15 pav. pateikiami tiriamųjų atsakymų į 1-ą anketos ir 5-ą anketos klausimus analizės rezultatai, kurie atspindi jų emocinę būseną prieš tyrimą ir po jo. Kaip minėta emocinė būsena šiuo atveju vertinta pasitelkus PANAS skalę, kur tyrimo dalyviai turėjo nurodyti, kiek jiems būdinga kiekviena iš įvardytų emocinių būsenų, vertindami savo savijautos atitikimą emocinei būsenai skalėje nuo 1 „Visai ne / labai mažai“ iki 5 „Ypač stipriai“.

Iš 15 pav. matome, kad tiek prieš dalyvavimą eksperimente, tiek ir po jo, dominuojanti emo-

cinė būsena yra „susidomėjimas“ (vidutiniškai 4,06 prieš ir 3,82 po tyrimo), nuo jos kiek atsilieka „dėmesingumas“ (3,47 ir 3,24) ir „entuziastingumas“ (3,41 ir 3,24).

Mažiausiai tiriamiesiems tiek prieš tyrimą, tiek po jo buvo būdingas „priešiškumas“ (1 ir 1), „kaltės pojūtis“ (1 ir 1), panašios išraiškos matomos ir prie tokių emocinių būklių kaip „išsigandęs(-usi)“ bei „nusiminęs(-usi)“ (1,12 prieš ir 1 po tyrimo), „bijantis“ (1,24 ir 1) atitinkamai.

Tiriamųjų emocinės būsenos įsivertinimas prieš ir po tyrimo pagal PANAS skalę



Vertinant tiriamųjų emocinių būsenų suminius teigiamo ir neigiamo afekto įverčius, pastebėta, kad kai kuriems tiriamiesiems būdingas didesnis emocinis reaktyvumas: jų atsakymuose stipriau išreikštos tiek teigiamos, tiek neigiamos emocinės būsenos. Vis dėlto aiškių tendencijų lyginant tiriamųjų būsenas prieš tyrimą ir po jo nustatyti

šiuo metodu nepavyko, nes pokyčiai yra labai nežymūs (13 lentelė), o juos nulemti galėjo ne eksperimentas, o bendras tiriamųjų nusiteikimas ir jų būsena tyrimo dieną.

13 lentelė

Tiriamųjų pozityvių ir negatyvių emocinių būsenų suminė raiška prieš tyrimą ir po jo

Tiriamasis	PA_prieš	PA_po	NA_prieš	NA_po
Sub01	32	29	10	10
Sub02	31	30	10	10
Sub03	28	21	11	13
Sub04	29	37	10	10
Sub05	26	27	11	11
Sub06	32	33	13	14
Sub07	26	21	16	14
Sub08	31	32	12	10
Sub09	33	36	11	10
Sub10	17	18	13	11
Sub11	33	32	17	11
Sub12	31	34	12	14
Sub13	36	37	13	13
Sub14	30	22	10	11
Sub15	46	45	18	12
Sub16	21	23	10	10
Sub17	25	31	11	10
VIDURKIS	29,82	29,88	12,24	11,41

Pastaba:

PA - pozityvus afektas prieš ir po tyrimo, kuo tamsesnė žalia spalva tuo teigiamo afekto įvertis aukštesnis; NA - negatyvus afektas, kuo ryškesnė rausva spalva, tuo neigiamo afekto įvertis aukštesnis.

Emocinės tiriamųjų būsenos prieš tyrimą, per jį ir po jo įvertinimas pagal PANAS

Tiriamųjų emociniai būsenai *prieš* tyrimą, *per* tyrimą ir *po* jo įvertinti buvo skirti 2 -as, 3-ias ir 4-as anketos klausimai; šiam tikslui naudota SAM skalė. 2-ame ir 4-ame klausime, t. y. prieš tyrimą ir po jo, naudota vaizdinė SAM skalė, šalia pateikiant po vieną tuos vaizdus atitinkantį ir skirtingą emocinę būklę nusakantį klausimą, o 3-iame klausime (per tyrimą, iš karto po pirmo vaizdo įrašo peržiūros, prieš pereinant į ramybės būseną) dėl tyrimo specifikos, tyrimo dalyviams buvo užduodami minėti klausimai žodžiu.

J priedas pateikta detali tyrimo dalyvių atsakymų į 2-ą, 3-ią ir 4-ą anketos klausimus aprašomosios statistikos lentelė, grupuojant duomenis pagal žiūrėtojų vaizdo įrašo variantą (AB atspindi įrašų seką MiestoFirst, BA atspindi seką GamtosFirst). Apibendrintai duomenys pateikti 16 pav. a) ir b) variantuose.

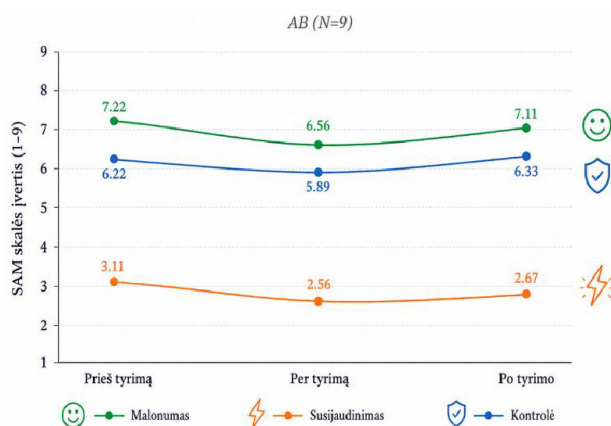
Aprašomosios statistikos rezultatai parodė, kad dalyvių *malonumo* lygis (žr. SAM įrankio klausimą „*Kaip maloniai jaučiatės?*“) AB (MiestoFirst) seka vaizdo įrašą žiūrėjusių tiriamųjų grupėje prieš stimulų pateikimą buvo aukštas ($M = 7,22$, $SD = 0,67$). Po miesto įrašo malonumo vidurkis sumažėjo ($M = 6,56$, $SD = 1,13$), o po gamtos įrašo vėl padidėjo ($M = 7,11$, $SD = 0,93$). Tuo tarpu BA (GamtosFirst) seka vaizdo įrašą žiūrėjusių tiriamųjų grupėje, prieš stimulų pateikimą malonumo lygis buvo dar aukštesnis ($M = 7,50$, $SD = 1,19$), po gamtos įrašo peržiūros malonumo vidurkis nežymiai sumažėjo ($M = 7,25$, $SD = 1,49$), tačiau vis tiek išliko aukštas, lyginant su pirma grupe. Po miesto įrašo peržiūros malonumo vidurkiai, skirtingai nuo pirmos grupės, šioje tiriamųjų grupėje ne pakilo, o dar sumažėjo ($M = 7,00$, $SD = 1,31$).

Ši tendencija leidžia manyti, kad miesto vaizdai galėjo būti susiję su mažesniu malonumo jausmu, tuo tarpu gamtos vaizdai buvo susiję su emocinės būsenos pagerėjimu. Tokie rezul-

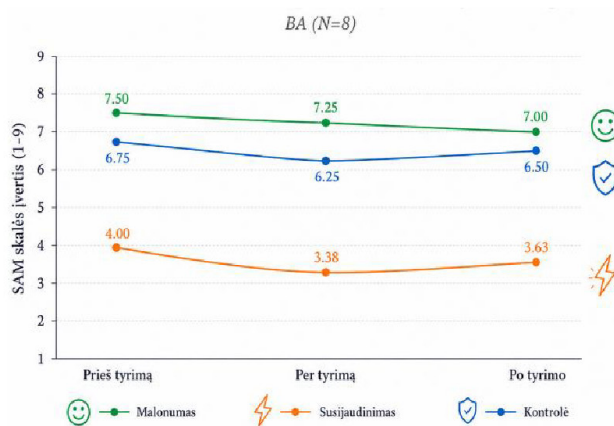
tatai siejasi ir su vėliau pateikiamais tiriamųjų atsakymais į jiems pateiktus atvirus anketos klausimus.

16 pav.

SAM emocinių būsenų kaita tyrimo eigoje



a) vaizdo įrašas AB (MiestoFirst)



b) vaizdo įrašas BA (GamtosFirst)

Analizuojant tiriamųjų atsakymus į SAM įrankio klausimą „*Kaip stipriai susijaudinęs (-usi) jaučiatės?*“, matyti, kad dalyvių susijaudinimo lygis prieš stimulų pateikimą AB (MiestoFirst) grupėje buvo žemas ($M = 3,11$, skalėje nuo 1 iki 9; $SD = 1,27$). Po miesto įrašo parodymo susijaudinimo vidurkis sumažėjo ($M = 2,56$, $SD = 1,24$), o po gamtos įrašo šiek tiek padidėjo ($M = 2,67$, $SD = 1,23$). Aprašomosios statistikos rezultatai, analizuojant tiriamųjų atsakymus grupėje BA (GamtosFirst) parodė, kad dalyvių susijaudinimo lygis prieš stimulų pateikimą buvo žemesnis už vidutinį ($M = 4,00$, $SD = 1,60$). Po gamtos įrašo susijaudinimo būsenos išraiška dar sumažėjo ($M = 3,38$, $SD = 1,69$), o po miesto įrašo parodymo šiek tiek padidėjo ($M = 3,63$, $SD = 2,00$), tačiau nei vienoje grupėje nepasiekė buvusio pirminio lygio.

Atsakymų į SAM įrankio klausimą „*Kiek jaučiate kontroliuojantis (-i) situaciją?*“ analizė rodo, kad dalyvių kontrolės pojūtis prieš stimulų pateikimą AB (MiestoFirst) grupėje buvo gana aukštas ($M = 6,22$, $SD = 1,92$). Po miesto įrašo kontrolės vidurkis sumažėjo ($M = 5,89$, $SD = 2,09$), o po gamtos įrašo vėl padidėjo ($M = 6,33$, $SD = 2,00$). BA (GamtosFirst) tiriamųjų grupėje dalyvių kontrolės pojūtis prieš stimulų pateikimą buvo gana aukštas ($M = 6,75$, $SD = 1,75$), aukštesnis, nei pirmoje grupėje. Po gamtos įrašo kontrolės lygis sumažėjo ($M = 6,25$, $SD = 1,75$), o po miesto įrašo šiek tiek padidėjo ($M = 6,50$, $SD = 2,00$).

Rezultatai rodo, kad abiejose grupėse kontrolės pojūtis išliko gana aukštas viso tyrimo metu, tačiau jo pokyčiai priklausė nuo stimulų pateikimo sekos:

- AB (MiestoFirst) grupėje po miesto įrašo kontrolės pojūtis sumažėjo, o po gamtos įrašo padidėjo ir nežymiai viršijo pradinį lygį. Tikėtina, kad gamtos vaizdai, pateikti po miesto stimulų, galėjo turėti atkuriamąjį poveikį ir padėti sustiprinti situacijos valdymo jausmą.
- BA (GamtosFirst) grupėje po gamtos įrašo peržiūros kontrolės pojūtis sumažėjo, o po miesto įrašo vėl šiek tiek padidėjo, tačiau nepasiekė pradinio lygio. Šis pokytis gali rodyti, kad gamtos vaizdai, parodyti pirmiausia, buvo labiau susiję su atsipalaidavimu, o miesto vaizdai vėliau galėjo

padidinti budrumą ar aktyvesnę situacijos vertinimą.

Atsakymų išsibarstymas rodo, kad miesto stimulai abiejose grupėse sukėlė nevienodas dalyvių reakcijas, o tai leidžia teigti, kad miesto aplinkos poveikis kontrolės pojūčiui gali būti labiau individualus nei gamtos vaizdų poveikis. Šios įžvalgos vertintinos tik kaip tendencijos, nes statistinės analizės metodai neleido patvirtinti statistiškai reikšmingų skirtumų tarp skirtingų tiriamųjų grupių.

Atsakymų į atvirusius apklausos anketos klausimus analizė

Toliau, atliekant turinio analizę, analizuojami tyrimo dalyvių atsakymai į 6-ą ir 7-ą anketos klausimus (14 lentelė, 15 lentelė, K priedas).

14 lentelė pateikti dalyvių atsakymai į atvirus klausimus rodo, kad gamtos aplinka daugiausia buvo siejama su teigiamomis emocijomis ir atsipalaidavimu. Dominuojanti kategorija – ramybė / atsipalaidavimas, kurioje itin dažnai kartojosi

tokios frazės kaip „ramu“, „ramiai“, „ramus“, „atsipalaidavęs“, „ramesnė savijauta“. Tai leidžia teigti, kad VR gamtos aplinka daugumai dalyvių sukėlė emocinio nusiramavimo, saugumo ir psichologinio komforto būseną.

14 lentelė

Tiriamųjų atsakant į atvirus klausimus išreikšta savijauta gamtos aplinkoje: turinio analizė

Kategorija	Subkategorija	Žodžiai / frazės iš tiriamųjų atsakymų
Teigiamos emocijos ir gamtos poveikis	Ramybė / atsipalaidavimas	„Atsipalaidavimas“, „Savijauta gera“, „Jausmas ir tekantis vanduo irgi atrodė švelninančiai“, „Savijauta ramesnė“, „Bendra būseną gerokai ramesnė“, „Lengviau atsipalaiduoti“, „Jaučiausi ramiai“, „Neįsitempęs“, „Buvo ramu“, „Rami“, „Atsipalaidavus“, „Ramus“, „Ramus ir besidomintis aplinka“, „Kelia lėtumo pojūtį“, „Savijauta rami“, „Teigiama [savijauta]“, „Tekanti upė asocijuojasi su poilsiu“, „Jaukiai“, „Ramu, laikas neprailgo“, „Nesijaučiu „svetima““, „Buvo ramu“, „Jaučiausi ramus“, „Jautėsi atsipalaidavimas“, „Malonu girdėti gamtos vaizdus“, „Veikiančiai raminančiai“, „Gamta ir dangus“, „Baigoje jaučiausi atsipalaidavęs“, „Rami, patenkinta, atsipalaidavus“, „Jaučiausi ramiai, atsipalaidavęs“, „Ramus, atsipalaidavęs“, „Atsipalaidavusi“, „Rami“, „Labai ramu stebėti gamtos vaizdus“, „Gamtos vandens ir paukščių garsai labai maloniai ir raminančiai nuteikė“, „Rudeninės medžių spalvos ir mėlynas dangus nuteikė raminančiai“, „Leido sugrįžti „čia ir dabar““
	Malonumas / pozityvus emocinis fonas	„Malonu matyti gyvūnus“, „Linksma“, „Smalsi“, „Susidomėjęs“, „Besidomintis aplinka“, „Įdomu buvo stebėti, kas plaukioja vandenyje“, „Įdomu buvo stebėti“, „Malonūs prisiminimai“, „Poilsis“, „Patenkinta“, „Labiau pažįstamoje aplinkoje“
	Dėmesio atkūrimas / mentalinis poveikis	„Mintys nuklysdavo“, „Laikui bėgant“, „Tyrinėjanti judančius objektus“, „Leido sugrįžti „čia ir dabar““
Neigiamos emocijos ir gamtos poveikis	Nuobodulys / mieguistumas	„Stiprus nuobodulys“, „Per didelė ramybė“, „Labai norėjosi miego“, „Kažkiek ėmė nuobodulys“
	Trikdymas / diskomfortas	„Šiek tiek trikdė“, „Kitame upės krante vaikščiojantis žmonės“, „Vandens čiurlenimas [trikdė]“, „Kėlė nerimą“
Dviprasmiškos / Mišrios emocijos ir poveikis		„Per didelė ramybė“, „Šiek tiek trikdė kitame upės krante vaikščiojantis žmonės bei vandens čiurlenimas“, „Mintys nuklysdavo į kasdienio gyvenimo aktualijas“, „Kažkiek ėmė nuobodulys“, „Jaučiau atsipalaidavimą, kažkiek ėmė nuobodulys“, „Jausmas ir tekantis vanduo atrodė švelninančiai“

Svarbiu aspektu išryškėjo ir sensorinis gamtos poveikis – dalyviai teigiamai reagavo į tekančią vandenį, paukščių garsus, gamtos spalvas bei dangų, kurie buvo apibūdinami kaip „*raminantys*“, „*švelninantys*“ ir padedantys „*sugrįžti čia ir dabar*“. Tai rodo, kad ne tik pati aplinka, bet ir jos garsiniai bei vizualiniai elementai prisidėjo prie emocinės būsenos gerėjimo. Be ramybės, gamtos aplinka skatino ir pozityvų emocinį foną bei smalsumą. Dalyviai mini *susidomėjimą, smalsumą, malonumą stebėti aplinką ar gyvūnus, taip pat asociacijas su poilsiu ir pažįstamumu*. Tai leidžia manyti, kad gamta ne tik ramino, bet ir palaikė švelnų įsitraukimą į aplinką, nesukeldama perteklinės stimuliacijos.

Vis dėlto lentelė atskleidžia ir pavienės neigiamas reakcijas. Kai kuriems dalyviams gamtos aplinka sukėlė *nuobodulį, mieguistumą ar perteklinės ramybės pojūtį, kai ramybė buvo suvokiama kaip pernelyg monotoniška* („*per didelė ramybė*“, „*norėjosi miego*“). Taip pat keli tiriamieji paminėjo trikdančius aplinkos elementus, pavyzdžiui, kitus žmones ar vandens garsą.

Svarbu pažymėti, kad dalis atsakymų buvo dviprasmiški arba mišrūs. Kai kuriais atvejais gamta vienu metu veikė ir raminamai, ir šiek tiek trikdančiai, arba atsipalaidavimą lydėjo nuobodulio elementai. Pavyzdžiui, „*mintys nuklysdavo*“ gali būti interpretuojama tiek kaip atsipalaidavimo ženklas, tiek kaip dėmesio išsisklaidymas.

Apibendrinant, galima teigti, kad VR gamtos aplinka daugiausia skatino ramybę, atsipalaidavimą ir emocinį komfortą, o neigiamos reakcijos buvo retesnės ir mažiau intensyvios. Tai rodo bendrą tendenciją, kad gamtos vaizdai VR aplinkoje daugumai dalyvių turėjo teigiamą emocinį ir potencialiai atkuriamąjį poveikį.

15 lentelė pateikti dalyvių atviri atsakymai rodo, kad miesto aplinka dažniausiai buvo siejama su neigiamomis emocijomis, didesne įtampa ir sensoriniu apkrovimu. Dominuojanti kategorija – įtampa / nerimas / stresas, kurioje dažnai kartojosi tokios frazės kaip „*įtemptesnė*“, „*nerimastingai*“, „*įsitempęs*“, „*erzino*“, „*dirglumas*“, „*jaučiau chaosą*“, „*šurmuly aplink save*“. Tai leidžia teigti, kad VR miesto aplinka daugumai dalyvių sukėlė padidėjusio budrumo, emocinės įtampos ir psichologinio aktyvumo būseną.

Svarbiu aspektu išryškėjo ir sensorinis miesto poveikis – dalyviai dažnai minėjo triukšmą, žmonių ir transporto judėjimą, gausius garsinius bei vizualinius dirgiklius, kurie buvo apibūdinami kaip „*blaškantys*“, „*erzinantys*“ ar „*varginantys*“. Tokios frazės kaip „*daug įvairių garsų*“, „*aktyvūs automobilių garsai blaško*“, „*daug dirgiklių tiek garsais, tiek vaizdu*“, „*trikdė viešojo transporto garsas*“ rodo, kad miesto aplinka daliai tiriamųjų sukėlė sensorinio perkrovimo pojūtį.

Taip pat dalis dalyvių miesto aplinką apibūdino kaip nepatrauklią ar monotonišką, minėdami „*nuobodų*“, „*nejdomą*“, „*labiau laukiau pabėgti nei gamtoje*“, „*pilkuma ir betonas neatrodė patraukliai*“. Tai leidžia manyti, kad kai kuriems tiriamiesiems miesto scena ne tik kėlė įtampą, bet ir buvo mažiau emociškai patraukli bei sunkiau išlaikanti komforto pojūtį.

Nepaisant vyraujančių neigiamų reakcijų, miesto aplinka taip pat skatino smalsumą ir susidomėjimą aplinka. Kai kurie dalyviai *mini norą stebėti žmones, mašinas, klausytis garsų ar suprasti, kas vyksta aplink*. Tokios frazės kaip „*buvo įdomu apžiūrėti žmones ir mašinas*“, „*smalsu*“, „*susidomėjęs veiksmais prieš akis*“ rodo, kad miesto aplinka daliai tiriamųjų buvo dinamiška ir įtraukianti.

Vis dėlto teigiamos emocijos mieste pasireiškė rečiau nei gamtos aplinkoje. Pavieniai dalyviai mini „*ramų*“, „*savo vietoje*“, „*pažįstamai*“, „*savijauta normali*“, kas leidžia manyti, kad kai kuriems miesto aplinka buvo pažįstama ir nekelianti diskomforto. Svarbu pažymėti, kad dalis atsakymų buvo dviprasmiški. Kai kuriais atvejais miesto aplinka vienu metu buvo ir įdomi, ir varginanti, arba *ramybę lydėjo budrumas ir atsargumas*. Pavyzdžiui, frazės „*jaučiausi ramiai, bet budriai*“ ar „*buvo įdomu, tačiau po kiek laiko pabodo ir erzino*“ rodo, kad miesto poveikis buvo nevienareikšmis ir dinamiškas.

Apibendrinant, galime teigti, kad VR miesto aplinka daugumai dalyvių dažniau sukėlė įtampą, budrumą ir sensorinę apkrovą nei atsipalaidavimą, o teigiamos emocijos buvo retesnės ir dažniau susijusios su smalsumu ar pažįstamumo jausmu.

15 lentelė

Tiriamųjų atsakant į atvirus klausimus išreikšta savijauta miesto aplinkoje: turinio analizė

Kategorija	Subkategorija	Žodžiai / frazės iš tiriamųjų atsakymų
Teigiamos emocijos ir gamtos poveikis	Ramybė / pažįstamumas / kontrolės jausmas	„Savijauta normali“, „Įdomu. Ramu. Savo vietoje“, „Ramu“, „Savo vietoje“, „Jaučiausi ramiai“, „Pradžioje jaučiausi labai ramiai“, „Pažįstamai“, „Savijauta normali“
	Smalsumas / susidomėjimas / budrumas	„Įdomu“, „Buvo įdomu apžiūrėti žmones ir mašinas“, „Buvo įdomu stebėti“, „Smalsu“, „Susidomėjęs“, „Susidomėjęs veiksmiais prieš akis“, „Buvo įdomu, ar jie mane mato“, „Klausiausi, kokius dar garsus išgirsiu“, „Kėlė smalsumą kas vyksta“, „Įdomu stebėti aplinką“, „Aktyvesnė“, „Budrus tam, kas vyksta aplinkui“, „Daugiau dėmesio į kuo daugiau aplink vykstančių dalykų“
	Stimuliacija / aktyvumas	„Vertė likti budresniu“, „Budriai“, „Susijaudinęs“, „Aktyvus“, „Labiau atsargi“
Neigiamos emocijos ir gamtos poveikis	Įtampa / nerimas / stresas	„Savijauta kiek įtemptesnė“, „Įtemptesnė“, „Įtampa“, „Dirglumas“, „Erzinantys garsai“, „Erzino“, „Po kiek laiko pabodo ir erzino“, „Pradėjo erzinti“, „Pradėjau jaustis nerimastingai“, „Neramus“, „Įsitempęs“, „Stresuojanti“, „Piktas“, „Išsigandęs“, „Įtampęs“, „Kėlė įtarimą“, „Jaučiau šurmulį aplink save“, „Nuolatinis žmonių ir aplinkos judėjimas [...] vargino“, „Jaučiau chaosą“, „Turėjau stebėti aplink“, „Būti atsargiam“, „Neišsigąsti šalia pralenkiančio paspirtuko“
	Sensorinis perkrovimas / triukšmas	„Skirtingi triukšmai“, „Daug įvairių garsų“, „Žmonių ir mašinų judėjimas“, „Trikdė viešojo transporto garsas“, „Nenurinkti indai“, „Daug dirgiklių tiek garsais, tiek vaizdu“, „Aktyvūs automobilių garsai blaško“, „Auto triukšmo“
	Nuobodulys / nepatrauklumas	„Nuobodu“, „Neįdomu“, „Bandanti surasti veiklos“, „Labiau laukiau pabaigos“ nei gamtoje“, „Pilkuma ir betonas neatrodė patraukliai“
Dviprasmiškos / mišrios emocijos ir poveikis	Įtampa / nerimas / stresas	„Jaučiausi ramiai, bet budriai“, „Buvo įdomu apžiūrėti žmones ir mašinas, tačiau po kiek laiko pabodo ir erzino“, „Laikasėjo lėčiau, buvo smalsu [...], labiau laukiau „pabaigos“ nei gamtoje“, „Budrus tam, kas vyksta aplinkui [...] buvo nuotaika stebėti aplink, kas dedasi, būti atsargiam“, „Pradžioje jaučiausi labai ramiai [...]. Ilgainiui įgriso, pradėjo erzinti“, „Kėlė smalsumą kas vyksta, tačiau kartu kiek vargino“, „Buvo įdomu stebėti aplinką, nes viskas kartojasi“, „Aktyvesnė, labiau atsargi“

Apibendrinant turinio analizės rezultatus, galime pateikti tiriamųjų savijautą VR gamtos ir miesto aplinkose apibūdinančius žodžių debesis (17 pav.).

Tiriamųjų savijautą VR miesto ir gamtos aplinkose apibendrinantys žodžių debesys



a) Savijauta VR gamtos aplinkoje



b) Savijauta VR miesto aplinkoje

Atsakymų į 7 anketos klausimą analizė: Aplinka, kurioje tiriamieji jautėsi ramiau, geriau. Aplinka, kurios patirtį norėtų pakartoti. Papildomi pastebėjimai.

Iš dalyvių atsakymų į atvirus apklausos anketos klausimus išryškėjo aiški tendencija, kad gamtos aplinka daugumai siejosi su didesne ramybe, emociniu komfortu ir atsipalaidavimu. Tiriamieji VR gamtos aplinką dažniau apibūdino kaip raminančią, saugią ir emociškai malonią. Tai atskleidė per tokias frazes kaip „ramiau, geriau“, „atsipalaidavus“, „jautėsi sava vieta“, „norėčiau sugrįžti“, „norėčiau pakartoti gamtos vaizdus“, „ramūs garsai nuteikė ramiau“. Tokie atsakymai leidžia teigti, kad VR gamtos aplinka daugeliui dalyvių sukėlė emocinio nusiramavimo, saugumo ir psichologinio komforto būseną bei buvo suvokiama kaip tinkamesnė poilsiui.

Tuo tarpu miesto aplinka dažniau buvo siejama su aktyvumu, budrumu ir funkcionalumu, tačiau ne su poilsiu ar emociniu atsistatymu. Nors miestas ne visada buvo vertinamas neigiamai, jis dažniau suvoktas kaip veiklos, kasdienybės ir nuolatinio dėmesio reikalaujanti erdvė. Tai atsispindi tokiuose pasisakymuose kaip „Viena – darbo, kita – poilsio“, „miesto aplinkoje jaučiausi kaip stotelėje, kad turiu pralaukti kažką“, „mieste patiko gyvybė“, „stebėti žmones jame buvo įdomu“. Šie atsakymai leidžia daryti išvadą, kad VR miesto aplinka dažniau aktyvino dėmesį,

socialinį smalsumą ir aplinkos stebėjimą, tačiau rečiau buvo siejama su atsipalaidavimu ar emociniu atokvėpiu.

Vis dėlto nustatyti ir individualūs skirtumai tarp dalyvių, rodantys, kad aplinkos poveikis nebuvo vienareikšmis. Nors dauguma aiškiau favorizavo gamtos aplinką, keli dalyviai geriau jautėsi mieste arba negalėjo aiškiai išskirti, kurioje aplinkoje savijauta buvo geresnė. Tai atskleidžia tokie pasisakymai, kaip „ramiau gamtoje, bet geriau mieste“, „miestą kartočiau“, „negaliu įvardinti, kur jaučiausi geriau“, „abi patirtys įdomios“. Tokie rezultatai leidžia manyti, kad miesto aplinka daliai dalyvių buvo artimesnė dėl pažįstamumo, gyvybingumo ar asmeninių preferencijų, todėl svarbu vengti absoliutaus teiginio, kad gamta visiems yra geresnė patirtis.

Taip pat pastebėta, kad gamtos aplinka dažniau buvo siejama su noru joje pasilikti ilgiau ir pakartoti patirtį. Dalyviai mini tokias frazes kaip „norėčiau pakartoti“, „norėčiau sugrįžti“, „norisi ilgiau būti“, „pakartočiau tik šią patirtį“. Tuo tarpu miesto aplinka kai kuriems sukėlė priešingą reakciją – „laukiau pabaigos“, „pralaukti kažką“, kas rodo trumpesnio toleravimo pojūtį.

Tai leidžia teigti, kad gamtos VR aplinka pasižymėjo didesniu emociniu patrauklumu ir ilgesnio pasinėrimo potencialu nei miesto scena.

Svarbiu aspektu išryškėjo ir sensorinių elementų reikšmė emocinei būsenai. Dalyviai dažnai akcentavo garsus, spalvas ir vizualinius elementus, kurie darė reikšmingą įtaką jų patirčiai. Gamtoje ypač teigiamai buvo vertinami *ramūs garsai, gamtos vaizdai, tekantis vanduo, medžiai, paukščiai ir spalvos*, o miesto aplinkoje – triukšmas ir didelis dirgiklių kiekis dažniau buvo minimi kaip varginantys. Tai leidžia teigti, kad emocinį VR aplinkų poveikį reikšmingai formavo sensoriniai stimulai, ypač garsinis fonas ir vizualinė estetika.

Be to, miesto aplinka sukėlė daugiau kognityvinės apkrovos nei gamta. Mieste dalyviai dažniau mini aktyvų aplinkos stebėjimą, budrumą ir poreikį reaguoti į vykstančius procesus – stebėti žmones, analizuoti garsus ar išlikti atsargiems. Tuo tarpu gamtoje dominavo atsipalaidavimo, buvimo „čia ir dabar“ bei nereikalavimo aktyviai veikti motyvai, pavyzdžiui, „tiesiog būti“, „nereikia nieko veikti“, „atsipalaiduoti“. Tai leidžia daryti išvadą, kad gamta skatino pasyvų poilsį ir emocinį atsistatymą, o miestas – aktyvų dėmesį ir didesnę aplinkos stebėjimą.

Galiausiai, dalis tiriamųjų nurodė, kad patiriamą poveikį galėjo veikti ne tik pati aplinka, bet ir VR technologijos naujumas ar neįprastumas. Kai kurie dalyviai reflektavo, kad emocinius vertinimus galėjo lemti bendras VR „gluminimas“ ir buvo sunku atskirti pačios aplinkos poveikį nuo technologinės patirties. Pavyzdžiui, vienas tiriamasis teigė: „Nežinau, kiek paskutinio testo atsakymus įtakojo vaizdai, kiek VR aplinkos bendras gluminimas.“ Ši įžvalga leidžia manyti, kad VR naujumo efektas galėjo turėti įtakos emociniams vertinimams ir turėtų būti aptariamas kaip vienas tyrimo ribotumų.

Visi 17 tiriamųjų nurodė, kad geriausiai atsipalaiduoja gamtoje. Iš jų 10 nurodė, kad labiausiai vertina aktyvų laisvalaikį gamtoje. Po 6 tiriamuosius nurodė, kad prioritetą laisvalaikio metu teikia pasyviui buvimui gamtoje ir pasivaikščiojimams mieste. 5 tiriamieji kaip vieną iš mėgstamų laisvalaikio praleidimo formų nurodė veiklas namuose. Mažiausiai patrauklios veiklos yra susijusios su renginiais ir socialinėmis miesto pramogomis: dalyvavimą miesto renginiuose

ar už miesto vykstančiuose renginiuose rinkosi tik pavieniai respondentai (3), o buvimą kavinėje, bare ar klube – taip pat nedidelė dalis (2). Galima teigti, kad tiriamųjų grupė labiau linkusi rinktis ramų arba aktyvų poilsį gamtinėje aplinkoje, o ne intensyvias socialines ar kultūrines veiklas mieste.

Analizuojant pagal gyvenamąją vietą matyti, kad tiek mieste, tiek priemiestyje gyvenantys respondentai prioritetą teikia gamtai. Mieste gyvenantys dažniau mini aktyvų laisvalaikį gamtoje, pasivaikščiojimą mieste ir veiklas namuose, o priemiestyje gyvenantys gana tolygiai pasiskirs-to tarp aktyvaus ir pasyvaus buvimo gamtoje. Tai rodo, kad gyvenamoji vieta nekeičia pagrindinės tendencijos: gamta išlieka svarbiausia atsipalaidavimo erdve visiems respondentams.

Apibendrinant galima teigti, kad VR gamtos aplinka dažniau siejosi su ramybe, atsipalaidavimu, emociniu komfortu ir noru pakartoti patirtį, o VR miesto aplinka dažniau aktyvino budrumą, smalsumą, sensorinį apkrovimą ir emocinę įtampą. Vis dėlto dalis dalyvių miesto aplinką vertino teigiamai dėl jos pažįstamumo, gyvybingumo ar asmeninio artumo, todėl aplinkos poveikis išlieka individualus ir priklausomas nuo asmeninių preferencijų.

Išvados

1. Parengta originali tyrimo metodologija neurosensoriniams duomenims rinkti ir analizuoti.

Ji leido kompleksiskai vertinti tiriamųjų reakcijas į gamtos ir miesto centro aplinkas, derinant VR stimulus, fNIRS smegenų veiklos matavimus, EKG ir FPG fiziologinius signalus bei apklausos duomenis. Tyrimas atliktas laikantis etikos reikalavimų, o stimulų pateikimo seka buvo subalansuota AB / BA principu, siekiant sumažinti eiliškumo, nuovargio ir pripratimo poveikį.

Tyrimas pagrindžia MTEP vertę ir metodologinį naujumą. Tyrimas parodė, kad VR aplinkų, neurosensorinių ir apklausos duomenų derinimas gali būti taikomas vertinant vartotojų reakcijas į skirtingose aplinkose patiriamus stimulus. Ši metodologinė prieiga įgalino ne tik fiksuoti deklaruojamas preferencijas, bet ir analizuoti objektyvesnius smegenų veiklos bei fiziologinius atsakus.

2. Bendra emocinė būseną prieš ir po eksperimento reikšmingai nepakito.

Tiriamųjų emocinei būsenai matuoti skirtos PANAS skalės rezultatai rodo, kad prieš tyrimą ir po jo tiriamųjų emocinė būseną išliko panaši: pozityvaus afekto vidurkis beveik nepakito, o neigatyvaus afekto vidurkis šiek tiek sumažėjo. Aiškių bendros emocinės būsenos pokyčių pagal PANAS skalę nenustatyta, todėl galima teigti, kad pats eksperimentas nesukėlė stipraus emocinio diskomforto ar neigiamo poveikio.

Gamtos aplinka tiriamiesiems dažniau siejosi su ramybe, atsipalaidavimu ir emociniu komfortu.

Tiriamųjų atsakymų į atvirus anketos klausimus rezultatai rodo, kad VR gamtos aplinka tiramiesiems dažniau kėlė ramybės, atsipalaidavimo, buvimo „čia ir dabar“ bei emocinio atsistatymo jausmus. Savęs įsivertinimo įrankio SAM taikymo rezultatai taip pat rodo, kad gamtos vaizdai kai kuriais atvejais buvo susiję su didesniu malonumo ar kontrolės pojūčiu, ypač kai gamtos aplinka buvo pateikta po miesto aplinkos stimulus reprezentuojančio vaizdo įrašo peržiūros.

Miesto centro aplinka labiau aktyvino tiriamųjų dėmesį, budrumą ir kognityvinę apkrovą. Miesto aplinka tiriamųjų atsakymuose dažniau siejosi su aktyviu stebėjimu, poreikiu reaguoti į aplinką, garsų ir žmonių analizavimu, didesniu sensoriniu apkrovimu ir budrumu.

Tai suponuoja, kad miesto centro stimulai labiau aktyvina kognityvinius ir dėmesio procesus, o gamtos aplinka labiau palaiko pasyvų poilsį.

3. fNIRS rezultatai rodo kryptingą tendenciją: miesto aplinka aktyvino kairiąją prefrontalinę smegenų žievę labiau nei gamtos aplinka.

Stipriausias skirtumas tarp gamtos ir miesto sąlygų nustatytas S2-D1 ir S3-D1 kanaluose virš kairiosios lateralinės prefrontalinės žievės: HbO rodiklis rodė didesnę aktyvaciją miesto aplinkoje nei gamtoje, o efekto dydis buvo vidutinis arba artėjantis prie didelio. Pritaikius daugkartinių pa-lyginimų korekciją, rezultatas nepasiekė griežto statistinio reikšmingumo, tačiau galima konstatuoti, kad net ir trumpas gamtos vaizdų stebėjimas padeda smegenims pailsėti. Pastebėta, kad tuo metu nuosekliai sumažėja aktyvumas toje smegenų dalyje, kuri yra atsakinga už intensyvių susikaupimą (kairiojoje prefrontalinėje žievėje). Matomas efektas buvo gana didelis, o smegenų reakcija – labai nuosekli. Tai rodo, kad atrastas poveikis yra tikras, o ne atsitiktinis.

4. Fiziologiniai rodikliai leidžia įžvelgti šiek tiek didesnę aktyvumą miesto aplinkoje, tačiau įrodymai nėra pakankamai stiprūs aiškiam streso atsako skirtumui patvirtinti.

Miesto aplinkoje širdies susitraukimų dažnis buvo šiek tiek didesnis nei gamtos aplinkoje, o fotopletizmogramos amplitudė buvo mažesnė, kas gali rodyti silpną periferinę pulso bangą arba periferinių kraujagyslių susitraukimą. Vis dėlto SDNN, RMSSD, IPA ir T1 parametrai tarp aplinkų iš esmės nesiskyrė, o tarpkvartiliniai intervalai persidengė, todėl šiuos pokyčius reikėtų vertinti kaip silpną tendenciją, o ne kaip aiškiai išreikštą fiziologinio streso atsaką.

5. Apklausos rezultatų pagrindu identifikuotos gamtos aplinkai palankesnės tiriamųjų preferencijos, tačiau miesto aplinka kai kuriems dalyviams taip pat turėjo teigiamą poveikį.

Apklausos rezultatų apibendrinimas rodo, kad gamtos aplinka dažniau buvo siejama su geresne savijauta ir noru pakartoti patirtį. Pastebima, kad dalis tiriamųjų miesto aplinką vertino teigiamai dėl jos pažįstamumo, gyvybingumo ar asmeninio artumo. Tai suponuoja, kad aplinkų poveikis nėra vienareikšmis ir priklauso nuo individualių patirčių, gyvenimo būdo bei asme-

ninių preferencijų. Tiriamiesiems patraukliausia atsipalaidavimo forma yra buvimas gamtoje, ypač aktyvus laisvalaikis joje, o miesto socialinės ir kultūrinės veiklos pasirenkamos gerokai rečiau. Gyvenamoji vieta šios tendencijos iš esmės nekeičia – tiek miesto, tiek priemiesčio gyventojams gamta išlieka pagrindine poilsio ir atsipalaidavimo erdve.

6. Šio MTEP projekto rezultatai turi taikomąją vertę siekiant suprasti, kaip gamtos ir miesto centro aplinkos veikia vartotojų emocines, fiziologines ir neurosensorines reakcijas.

Siekiant sustiprinti mokslinį pagrįstumą ir padidinti statistinę rezultatų galią, ateityje rekomenduojama atlikti didesnės apimties replikaciją. Taip pat svarbu kontroliuoti VR technologijos naujumo ar neįprastumo efektą, nes dalis tiriamųjų nurodė, kad jų emocinius vertinimus galėjo veikti ne tik aplinkos turinys, bet ir pati VR patirtis.

Literatūra

1. Brdar, I. (2014). Positive and Negative Affect Schedule (PANAS). In: Michalos, A.C. (eds) Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0753-5_2212
2. Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54(6), 1063-1070. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.54.6.1063>
3. Yücel, M. A., Lühmann, A. V., Scholkmann, F., Gervain, J., Dan, I., Ayaz, H., Boas, D., Cooper, R. J., Culver, J., Elwell, C. E., Eggebrecht, A., Franceschini, M. A., Grova, C., Homae, F., Lesage, F., Obrig, H., Tachtsidis, I., Tak, S., Tong, Y., ... Wolf, M. (2021). Best practices for fNIRS publications. *Neurophotonics*, 8(1), 012101. <https://doi.org/10.1117/1.NPh.8.1.012101>
4. Saager, R. B., & Berger, A. J. (2005). Direct characterization and removal of interfering absorption trends in two-layer turbid media. *Journal of the Optical Society of America A*, 22(9), 1874. <https://doi.org/10.1364/josaa.22.001874>
5. Gagnon, L., Perdue, K., Greve, D. N., Goldenholz, D., Kaskhedikar, G., & Boas, D. A. (2011). Improved recovery of the hemodynamic response in diffuse optical imaging using short optode separations and state-space modeling. *NeuroImage*, 56(3), 1362-1371. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.03.001>
6. Gagnon, L., Cooper, R. J., Yücel, M. A., Perdue, K. L., Greve, D. N., & Boas, D. A. (2012). Short separation channel location impacts the performance of short channel regression in NIRS. *NeuroImage*, 59(3), 2518-2528. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.08.095>
7. Gagnon, L., Yücel, M. A., Boas, D. A., & Cooper, R. J. (2014). Further improvement in reducing superficial contamination in NIRS using double short separation measurements. *NeuroImage*, 85, 127-135. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.01.073>
8. Benjamini, Y., & Hochberg, Y. (1995). Controlling the false discovery rate: A practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society Series B (Statistical Methodology)*, 57(1), 289-300. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1995.tb02031.x>
9. Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
10. Tachtsidis, I., & Scholkmann, F. (2016). False positives and false negatives in functional near-infrared spectroscopy: issues, challenges, and the way forward. *Neurophotonics*, 3(3), 031405. <https://doi.org/10.1117/1.NPh.3.3.031405>
11. Hamilton, P. S., & Tompkins, W. J. (1986). Quantitative investigation of QRS detection rules using the MIT/BIH Arrhythmia Database. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, BME-33(12), 1157-1165. <https://doi.org/10.1109/tbme.1986.325695>
12. Electrophysiology, T. F. O. T. E. S. O. C. T. N. A. (1996). Heart rate variability. *Circulation*, 93(5), 1043-1065. <https://doi.org/10.1161/01.cir.93.5.1043>
13. Rinkevičius, M., Charlton, P. H., & Marozas, V. (2024). Uncertainty in Photoplethysmography-Based Cuffless Blood Pressure Trend Monitoring: A Personalized approach. *Computing in Cardiology*, 51. <https://doi.org/10.22489/cinc.2024.098>
14. Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49-59. [https://doi.org/10.1016/0005-7916\(94\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9)
15. Iturregui-Gallardo, G., & Méndez-Ulrich, J. L. (2020). Towards the Creation of a Tactile Version of the Self-Assessment Manikin (T-SAM) for the Emotional Assessment of Visually Impaired People. *International Journal of Disability, Development and Education*, 67(6), 657-674. <https://doi.org/10.1080/1034912X.2019.1626007>
16. Pfeifer, E., Pothmann, K., Claaßen, S., & Wittmann, M. (2023). Increased relaxation, less boredom, and a faster passage of time during a period of silence in the forest. *Progress in Brain Research*, 277, 157-180. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2022.12.010>

Priedai

Eksperimento dalyvių emocinės būsenos prieš reakcijos į gamtos ir miesto centro vaizdų elementus tyrimą ir po jo vertinimas

EKSPERIMENTO DALYVIO ANKETA

Gerbiamas eksperimento dalyvi,

Dėkojame, kad sutikote dalyvauti eksperimente, kurio tikslas - nustatyti, kaip tiriamieji reaguoja į gamtos ir miesto centro vaizdų elementus. Tyrėjų komanda įsipareigoja neatskleisti Jūsų asmens duomenų jokioms trečiosioms šalims. Tyrimą vykdo KTU Elgsenos tyrimų laboratorijos Neuro LAB tyrėjai, bendradarbiaujant su Virtualios ir papildytos realybės technologijų laboratorijos bei Biomedicininės inžinerijos instituto kolegomis.

Tiriamajam suteiktas kodas (ID)_____ (įrašykite)

Pirmajame tyrimo etape kviečiame atsakyti į anketoje pateiktus klausimus, kurie leis suprasti Jūsų dabartinę emocinę būseną.

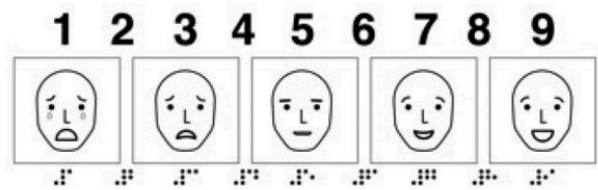
1. Nurodykite, kiek Jums šiuo metu būdinga kiekviena iš žemiau įvardytų emocinių būsenų. Dabartinės savijautos atitikimą emocinei būsenai vertinkite skalėje nuo 1 „Visai ne / labai mažai“ iki 5 „Ypač stipriai“.

Emocinė būsena	Visai ne / labai mažai	Šiek tiek	Vidutiniškai	Stipriai	Ypač stipriai
	1	2	3	4	5
Susidomėjęs (-usi)	☐	☐	☐	☐	☐
Susirūpinęs (-usi)	☐	☐	☐	☐	☐
Emociškai pakylėtas (-a)	☐	☐	☐	☐	☐
Nusiminęs (-usi)	☐	☐	☐	☐	☐
Stiprus (-i)	☐	☐	☐	☐	☐
Jaučiantis (-i) kaltę	☐	☐	☐	☐	☐
Išsigandęs (-usi)	☐	☐	☐	☐	☐
Priešiškas (-a)	☐	☐	☐	☐	☐
Entuziastingas (-a)	☐	☐	☐	☐	☐
Besididžiuojantis (-i)	☐	☐	☐	☐	☐
Dirglus (-i)	☐	☐	☐	☐	☐
Budrus (-i)	☐	☐	☐	☐	☐
Susigėdęs (-i)	☐	☐	☐	☐	☐
Įkvėptas (-a)	☐	☐	☐	☐	☐
Nervingas (-a)	☐	☐	☐	☐	☐
Ryžtingas (-a)	☐	☐	☐	☐	☐
Dėmesingas (-a)	☐	☐	☐	☐	☐
Nerimastingas (-a)	☐	☐	☐	☐	☐
Aktyvus (-i)	☐	☐	☐	☐	☐
Bijantis (-i)	☐	☐	☐	☐	☐
Ramus (-i)	☐	☐	☐	☐	☐

2. Įvertinkite savo dabartinę emocinę būseną skalėje nuo 1 iki 9, apibraukdami ją labiausiai atitinkantį atsakymo į kiekvieną klausimą skaitmenį.

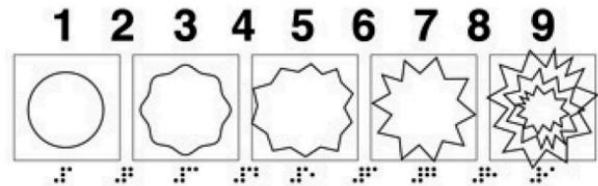
a. Kaip maloniai jaučiatės?

(1 - labai nemaloniai, o 9 - labai maloniai)



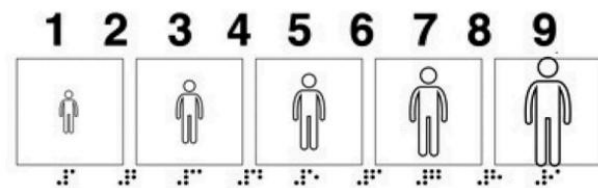
b. Kaip stipriai susijaudinęs (-usi) jaučiatės?

(1 - labai ramiai, 9 - labai susijaudinęs (-usi))



c. Kiek jaučiate kontroliuojantis (-i) situaciją?

(1 - visiškai nekontroliuojate,
9 - visiškai valdote situaciją)



Antrajame tyrimo etape, pasitelkiant VR akinius, bus simuliuojamos gamtos ir miesto centro aplinkos, o reakcija į aplinkų elementus bus matuojama taikant funkcinę artimųjų infraraudonųjų spindulių spektroskopiją (fNIRS) ir širdies ritmo matuoklį. *Po pirmojo video įrašo peržiūros paprašysime Jus atsakyti į kelis trumpus klausimus žodžiu.*

3. Įvertinkite savo dabartinę emocinę būseną skalėje nuo 1 iki 9 (įrašo tyrėjai):

a. Kaip maloniai jaučiatės? (1 - labai nemaloniai, o 9 - labai maloniai) _____

b. Kaip stipriai susijaudinęs (-usi) jaučiatės? (1 - labai ramiai, 9 - labai susijaudinęs (-usi))

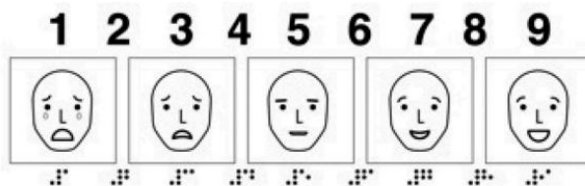
c. Kiek jaučiate kontroliuojantis (-i) situaciją? (1 - visiškai nekontroliuojate, 9 - visiškai valdote situaciją) _____

Trečiajame tyrimo etape kviečiame Jus pratęsti anketos pildymą, atsakant į klausimus, kurie leis nustatyti Jūsų emocinę būseną po VR aplinkų peržiūros.

4. Įvertinkite savo dabartinę emocinę būseną skalėje nuo 1 iki 9, apibraudami ją labiausiai atitinkantį atsakymo į kiekvieną klausimą skaitmenį.

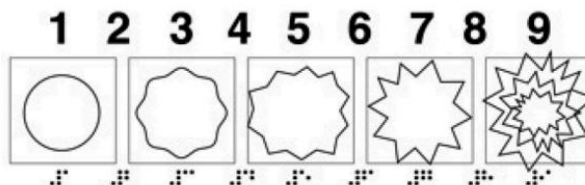
a. Kaip maloniai jaučiatės?

(1 - labai nemaloniai, o 9 - labai maloniai)



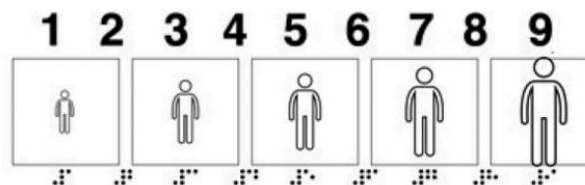
b. Kaip stipriai susijaudinęs (-usi) jaučiatės?

(1 - labai ramiai, 9 - labai susijaudinęs (-usi))



c. Kiek jaučiate kontroliuojantis (-i) situaciją?

(1 - visiškai nekontroliuojate,
9 - visiškai valdote situaciją)



5. Nurodykite, kiek Jums šiuo metu būdinga kiekviena iš žemiau įvardytų emocinių būsenų. Dabartinės savijautos atitikimą emocinei būsenai vertinkite skalėje nuo 1 „Visai ne / labai mažai“ iki 5 „Ypač stipriai“.

Emocinė būsena	Visai ne / labai mažai	Šiek tiek	Vidutiniškai	Stipriai	Ypač stipriai
	1	2	3	4	5
Susidomėjęs (-usi)	☐	☐	☐	☐	☐
Susirūpinęs (-usi)	☐	☐	☐	☐	☐
Emociškai pakylėtas (-a)	☐	☐	☐	☐	☐
Nusiminęs (-usi)	☐	☐	☐	☐	☐
Stiprus (-i)	☐	☐	☐	☐	☐
Jaučiantis (-i) kaltę	☐	☐	☐	☐	☐
Išsigandęs (-usi)	☐	☐	☐	☐	☐
Priešiškas (-a)	☐	☐	☐	☐	☐
Entuziastingas (-a)	☐	☐	☐	☐	☐
Besididžiuojantis (-i)	☐	☐	☐	☐	☐
Dirglus (-i)	☐	☐	☐	☐	☐
Budrus (-i)	☐	☐	☐	☐	☐
Susigėdęs (-i)	☐	☐	☐	☐	☐
Įkvėptas (-a)	☐	☐	☐	☐	☐
Nervingas (-a)	☐	☐	☐	☐	☐
Ryžtingas (-a)	☐	☐	☐	☐	☐
Dėmesingas (-a)	☐	☐	☐	☐	☐
Nerimastingas (-a)	☐	☐	☐	☐	☐
Aktyvus (-i)	☐	☐	☐	☐	☐
Bijantis (-i)	☐	☐	☐	☐	☐
Ramus (-i)	☐	☐	☐	☐	☐

6. Kaip apibūdintumėte savo savijautą gamtos ir miesto vaizdų apsuptyje?

Gamtos vaizdų apsuptyje:

Miesto centro vaizdų apsuptyje:

7. Kurioje aplinkoje jautėtės ramiau, geriau? Kurios aplinkos patirtį norėtumėte pakartoti dar kartą? Gal dar turite kokių nors papildomų pastebėjimų?

8. Kur geriau atsipalaiduojate?

- ☐ Gamtos apsuptyje
☐ Miesto šurmulyje

9. Kokiam laisvalaikio praleidimo būdui teikiate pirmenybę (pažymėkite ne daugiau 2-jų atsakymų variantų):

- ☐ Aktyviam laisvalaikiui gamtoje
☐ Pasyviam laisvalaikiui gamtoje
☐ Pasivaikščiavimams mieste
☐ Pasibuvimui kavinėje / bare / klube
☐ Dalyvavimui mieste vykstančiuose renginiuose
☐ Dalyvavimui už miesto vykstančiuose renginiuose
☐ Laisvalaikio veikloms namuose
☐ Kita _____

10. Jūsų amžius (įrašykite).

11. Jūsų lytis (pasirinkite Jums tinkantį atsakymo variantą). Gamtos apsuptyje

- ☐ Vyras
☐ Moteris
☐ Kita

12. Jūsų gyvenamoji vieta (įrašykite miestą/rajoną bei mikrorajoną).

Ačiū už Jūsų laiką dalyvaujant eksperimente!



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETO MOKSLINIŲ TYRIMŲ ETIKOS KOMISIJA

PRITARIMAS ATLIKTI MOKSLINĮ TYRIMĄ

2026-01-27 Nr. M6-2026-01

Vadovaujantis Kauno technologijos universiteto mokslinių tyrimų etikos vertinimo tvarkos aprašu, patvirtintu Kauno technologijos universiteto rektoriaus 2021 m. balandžio 23 d. įsakymu Nr. A-201, ir Kauno technologijos universiteto mokslinių tyrimų etikos komisijos (toliau – Komisija) 2026 m. sausio 27 d. protokolu Nr. M4-2026-01 pritarta šio mokslinio tyrimo vykdymui:

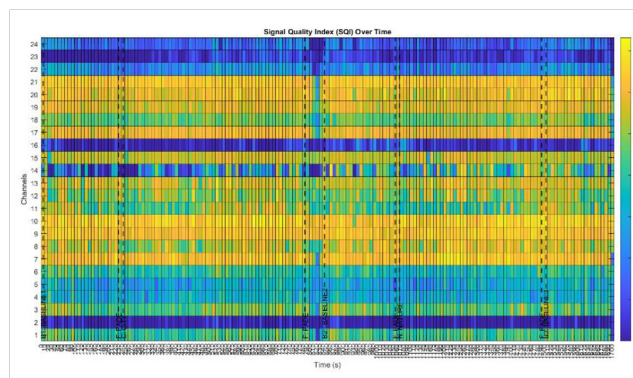
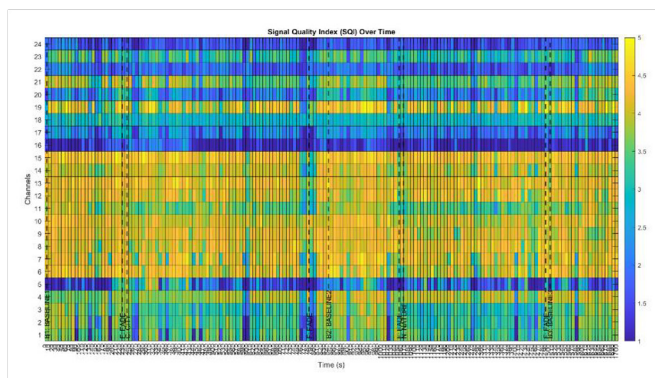
1.	Tyrimo pavadinimas	Asmens reakcijų į gamtos ir miesto centro aplinkas testavimas modeliuojant aplinkas virtualioje realybėje ir pasitelkiant neurosensorinius duomenis
2.	Programa, projekto pavadinimas, numeris	Iš dalies finansuojama iš Mokslinių tyrimų ir eksperimentinės plėtros darbo sutarties Nr. SV9250604 „Žmogaus reakcijų į gamtos ir miesto aplinkas mokslinio tyrimo metodologija ir testavimas modeliuojant aplinkas virtualioje realybėje ir pasitelkiant neurosensorinius duomenis“ lėšų.
3.	Tyrimo trukmė	2026 m. sausio 27 d. – 2026 m. gruodžio 31 d.
4.	Tyrimo vadovė	Dr. Agnė Gadeikienė
5.	Kontaktinė informacija	agne.gadeikiene@ktu.lt;

Planuojamo mokslinio tyrimo projektas neprieštarauja bendriesiems mokslinių tyrimų etikos principams.

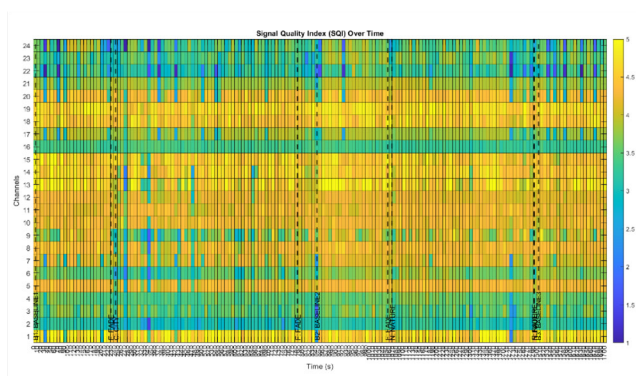
Komisijos pirmininkė

Živilė Stankevičiūtė

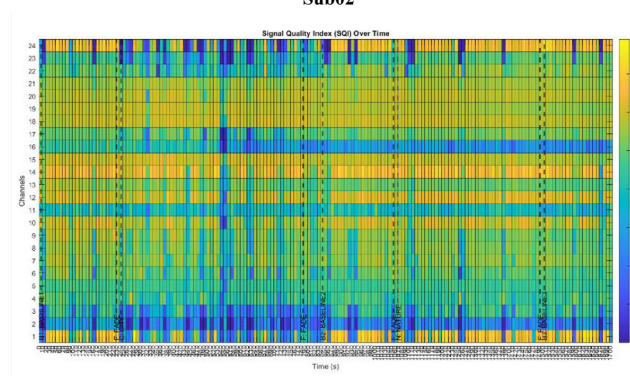
C priedas. SQI karščio žemėlapiai ir skaičiavimai kiekvienam tiriamajam



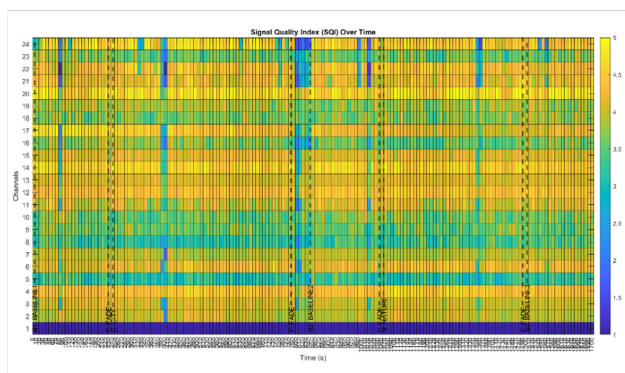
Sub02



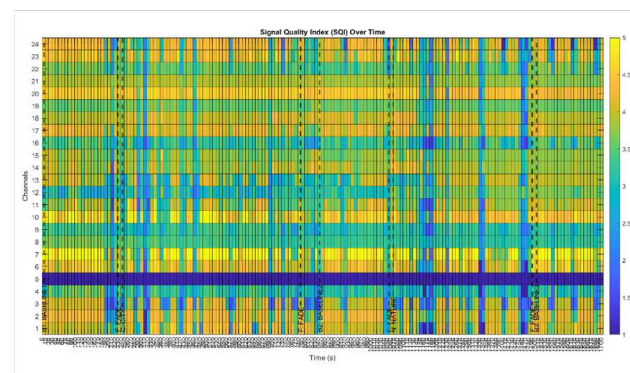
Sub03



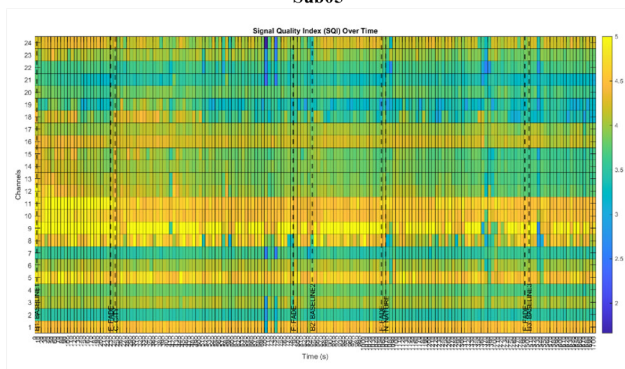
Sub04



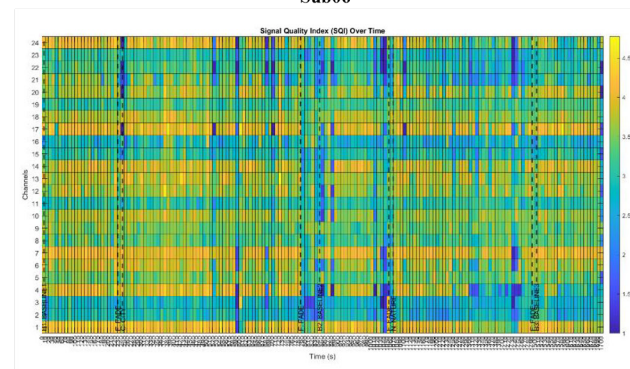
Sub05



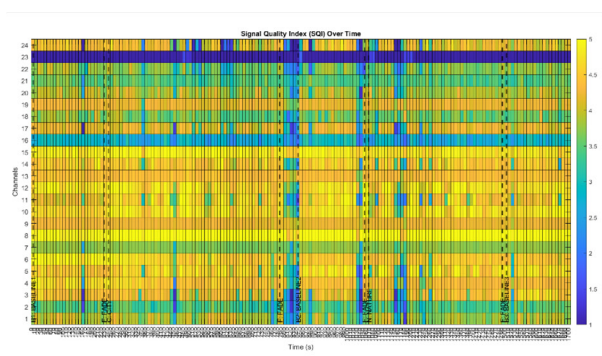
Sub06



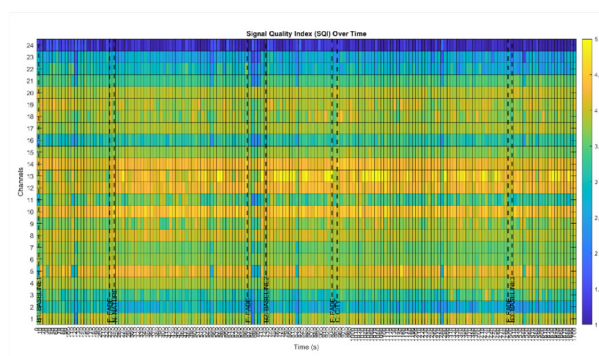
Sub07



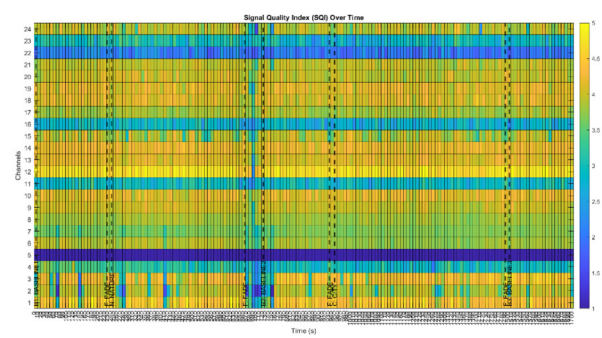
Sub08



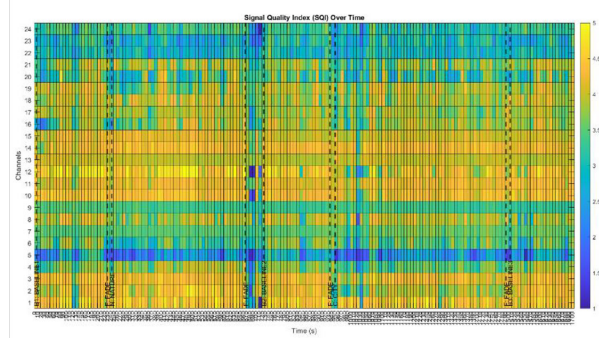
Sub09



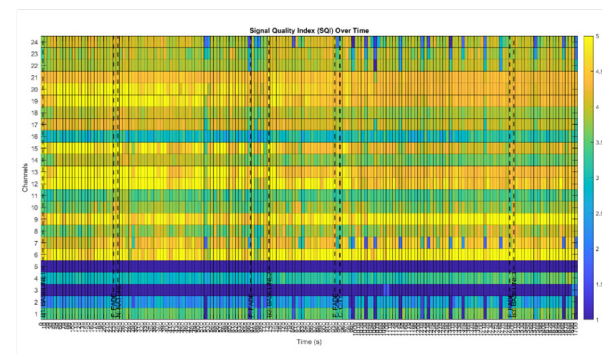
Sub10



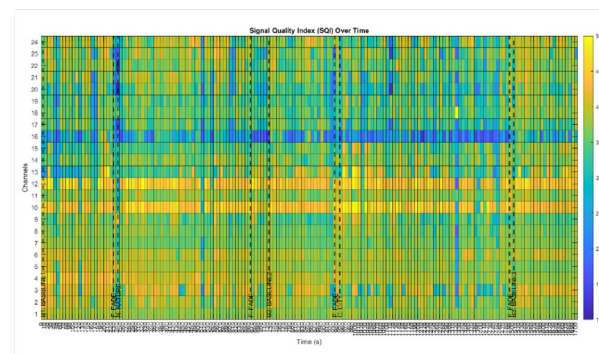
Sub11



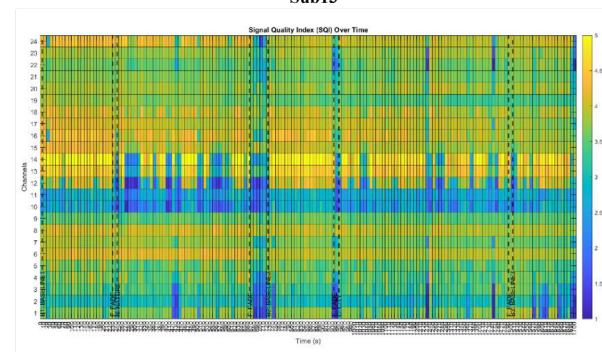
Sub12



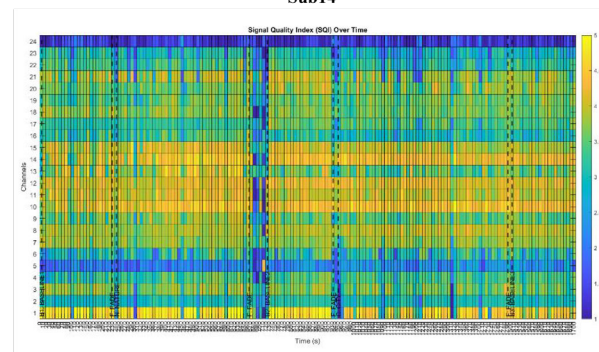
Sub13



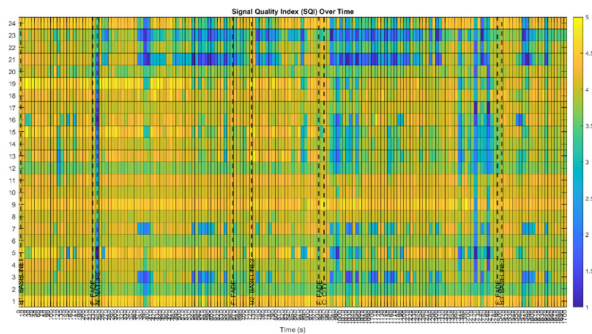
Sub14



Sub15



Sub16



Sub17

Tiriamasis	Kanalų SQIs<3, %																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Sub01	19,30	22,81	27,49	6,43	84,80	2,34	8,19	0,58	0,00	0,00	6,43	1,17	0,00	4,09	0,58	100,00	99,42	72,51	9,94	80,70	14,04	100,00	32,16	100,00
Sub02	31,58	100,00	15,79	92,98	95,32	54,39	1,17	2,92	0,00	0,00	23,39	8,19	0,58	66,08	1,17	100,00	1,17	4,68	0,00	0,58	1,17	100,00	100,00	100,00
Sub03	2,34	26,32	4,09	1,75	1,17	8,19	4,68	0,58	6,43	0,00	0,00	0,58	0,58	2,34	0,58	0,00	8,77	0,00	0,00	7,02	5,26	29,24	13,45	19,30
Sub04	33,33	100,00	53,80	16,96	3,51	14,62	5,26	12,87	11,70	4,09	60,82	2,92	3,51	2,34	0,00	74,85	9,36	1,17	0,00	1,17	0,00	21,64	28,65	27,49
Sub05	100,00	0,58	2,92	0,00	20,47	1,75	0,58	11,11	1,75	0,00	2,34	0,00	0,00	1,17	1,17	5,85	2,34	0,00	0,00	0,00	6,43	4,68	6,43	11,11
Sub06	16,96	11,70	34,50	35,67	100,00	9,94	9,94	10,53	28,65	9,36	12,28	33,33	25,73	4,09	5,26	31,58	5,26	3,51	5,85	2,92	4,09	16,37	12,87	18,71
Sub07	0,00	0,58	0,58	0,00	0,00	0,00	1,17	0,58	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,75	3,51	0,00	1,75	2,92	1,17	1,17
Sub08	2,92	73,68	85,96	25,15	5,26	14,04	4,09	16,96	4,09	7,02	43,86	6,43	8,19	11,11	54,97	74,85	9,94	1,75	25,73	12,28	44,44	32,16	61,40	15,79
Sub09	7,60	11,11	9,94	4,09	5,26	0,58	2,34	0,00	0,00	0,58	8,19	0,58	0,00	2,92	0,00	84,21	9,36	4,09	0,58	5,26	4,68	13,45	100,00	14,04
Sub10	2,92	80,70	12,87	0,00	4,68	0,00	1,17	0,00	0,00	0,00	5,26	0,00	0,00	0,00	0,00	15,20	0,00	0,00	0,00	0,00	4,68	69,59	94,15	100,00
Sub11	4,09	13,45	7,02	44,44	100,00	0,00	0,58	0,00	0,58	0,00	68,42	0,58	0,58	0,00	1,75	81,87	0,00	0,00	0,58	0,00	0,00	100,00	57,31	2,92
Sub12	3,51	2,92	0,58	6,43	87,13	19,88	1,17	4,09	1,17	2,34	0,00	3,51	0,00	0,58	0,58	6,43	2,92	0,00	2,92	31,58	5,26	65,50	57,89	21,05
Sub13	12,28	95,91	100,00	38,01	100,00	0,00	8,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,94	1,17	0,00	0,00	0,00	0,00	3,51	8,19	12,87
Sub14	0,00	1,75	8,77	1,17	0,58	1,17	1,75	1,75	5,26	2,34	0,58	3,51	11,70	4,09	9,94	72,51	19,88	5,85	18,71	26,32	14,04	7,60	12,28	12,87
Sub15	18,71	53,80	18,13	8,19	1,75	0,00	6,43	0,00	0,00	88,89	88,89	32,75	11,11	20,47	0,00	2,34	1,75	0,00	0,00	2,92	4,09	6,43	3,51	4,09
Sub16	10,53	47,37	9,94	18,71	98,25	44,44	1,75	1,17	9,36	1,75	1,75	1,75	9,94	4,68	2,34	40,94	13,45	2,92	11,70	7,02	15,20	28,65	54,39	100,00
Sub17	0,00	3,51	20,47	2,92	10,53	2,34	16,96	0,58	1,17	1,17	1,17	6,43	11,70	6,43	9,36	9,94	1,75	2,34	4,68	1,75	46,78	12,87	45,03	9,94

C.2 lentelė Blogų kanalų skaičius kiekvienam tiriamajam

Tiriamasis	Lygu 1, jei ankstesnėje lentelėje %>=30																								Blogų kanalų sk. tiriamajam
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Sub01	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	8
Sub02	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	10
Sub03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub04	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Sub05	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Sub06	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Sub07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sub08	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	8
Sub09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Sub10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	4
Sub11	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	6
Sub12	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	4
Sub13	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Sub14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Sub15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Sub16	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	6
Sub17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Skaičius	3	7	4	4	7	2	0	0	0	1	4	2	0	1	1	10	1	1	0	2	2	6	9	4	

D priedas. SS regresijos diagnostika

Kiekviena eilutė atitinka vieną iš 22 ilgųjų kanalų. Pateikiamos reikšmės yra 34 duomenų laukų (17 tiriamųjų $\times$ 2 sąlygos) medianos. Stulpeliai: β = SS regresijos slope; Var $\downarrow$ = liekamosios dispersijos sumažinimas; r prieš / po = koreliacija long $\leftrightarrow$ SS prieš ir po regresijos; Cardiac $\downarrow$ = širdies juostos (1,0-1,4 Hz) galios slopinimas. ★ žymi du ROI kanalus.

Kanalas	Ilgas S-D	Hemi	β HbO	β HbR	Var $\downarrow$ % HbO	Var $\downarrow$ % HbR	r prieš (HbO)	r po (HbO)	Cardiac $\downarrow$ % (HbO)
1	S2-D1★	L	+0,43	+0,31	39,6	9,8	+0,65	-0,016	56,9
2	S2-D2	L	+0,31	+0,10	32,1	5,2	+0,57	-0,005	35,6
3	S2-D3	L	+0,32	+0,12	16,8	4,1	+0,42	-0,009	50,1
4	S3-D1★	L	+0,50	+0,57	37,3	15,3	+0,62	-0,027	61,9
5	S3-D3	L	+0,33	+0,11	26,9	3,9	+0,52	-0,022	45,9
6	S4-D2	L	+0,28	+0,13	18,2	3,4	+0,43	-0,021	44,6
7	S4-D3	L	+0,31	+0,11	16,3	2,0	+0,43	-0,016	39,3
8	S4-D4	L	+0,30	+0,07	15,8	1,8	+0,40	+0,001	35,7
9	S4-D5	L	+0,32	+0,05	18,9	1,3	+0,45	-0,008	25,7
10	S5-D3	L	+0,34	+0,09	17,8	2,2	+0,43	-0,018	35,5
11	S5-D5	L	+0,35	+0,08	16,9	1,7	+0,43	-0,013	20,7
12	S6-D4	R	+0,34	+0,04	17,7	2,4	+0,43	+0,003	41,2
13	S6-D5	R	+0,29	+0,04	15,6	2,0	+0,40	-0,002	35,5
14	S6-D6	R	+0,23	-0,02	14,1	2,0	+0,43	-0,019	33,1
15	S6-D7	R	+0,44	+0,08	19,9	2,9	+0,45	-0,017	44,2
16	S7-D5	R	+0,32	+0,06	12,9	0,7	+0,37	-0,011	29,1
17	S7-D7	R	+0,44	+0,08	21,3	1,4	+0,47	-0,009	29,9
18	S8-D6	R	+0,34	+0,08	26,4	4,9	+0,55	-0,007	45,3
19	S8-D7	R	+0,34	+0,07	19,6	2,2	+0,45	-0,007	55,2
20	S8-D8	R	+0,51	+0,21	43,9	12,1	+0,67	-0,025	57,3
21	S9-D7	R	+0,37	+0,04	25,9	2,5	+0,53	-0,020	50,7
22	S9-D8	R	+0,58	+0,53	28,9	13,8	+0,56	-0,062	46,8

E priedas. Benjamini-Hochberg FDR korekcijos procedūra

Daugkartinio testavimo korekcija atlikta **Benjamini ir Hochberg (1995)** klaidingo atradimo dažnio (FDR) procedūra, atskirai 22 ilgiesiems kanalams kiekviename chromofore. Procedūra:

1. 22 nekoreguotos p reikšmės surikiuojamos didėjančia tvarka: $p_{(1)} \leq p_{(2)} \leq \dots \leq p_{(22)}$.
2. Kiekvienam rangui i apskaičiuojama $q_{\varphi} = p_{\varphi} \times 22 / i$.
3. Užtikrinamas monotoniškumas: q reikšmės koreguojamos nuo didžiausios link mažiausios, kad būtų nemažėjančios.
4. Kanalas laikomas FDR-reikšmingu, jei $q < 0,05$.

Žemiau pateikiama pilna $p \rightarrow q$ transformacijos lentelė HbO chromoforui (22 kanalai, suri-
kiuoti pagal nekoreguotą p).

E.1 lentelė. FDR skaičiavimai

Rangas k	Kanalas	P (nekoreg.)	q (BH-FDR)
1	S3-D1	0,0046	0,1008
2	S2-D1	0,0132	0,1450
3	S9-D8	0,0489	0,3583
4	S3-D3	0,1922	0,8415
5	S4-D4	0,2067	0,8415
6	S8-D7	0,2805	0,8415
7	S8-D6	0,4007	0,8415
8	S7-D5	0,4036	0,8415
9	S6-D5	0,4324	0,8415
10	S7-D7	0,4595	0,8415
11	S4-D5	0,4941	0,8415
12	S2-D2	0,5073	0,8415
13	S6-D7	0,5272	0,8415
14	S9-D7	0,5355	0,8415
15	S6-D6	0,5917	0,8670
16	S5-D5	0,6305	0,8670
17	S5-D3	0,7524	0,9523
18	S8-D8	0,8593	0,9523
19	S4-D2	0,9101	0,9523
20	S4-D3	0,9148	0,9523
21	S2-D3	0,9248	0,9523
22	S6-D4	0,9523	0,9523

F priedas. Duomenų struktūra

Statistinė analizė atlikta su amplitudžių lentele, kurioje kiekviena eilutė atitinka vieną tiriamojo $\times$ kanalo $\times$ sąlygos kombinaciją. Pilna lentelė turi $17 \times 22 \times 2 = 748$ eilutes.

F.1 lentelė. Amplitudžių lentelės struktūra - pirmosios eilutės (pavyzdys)

subject	condition	order	src	det	channel idx	hbo amp	hbr amp
Sub01	City	CityFirst	2	1	1	0,182	-0,071
Sub01	City	CityFirst	2	2	2	0,041	-0,012
Sub01	City	CityFirst	3	1	4	0,133	-0,058
Sub01	Nature	CityFirst	2	1	1	0,094	-0,043
Sub01	Nature	CityFirst	3	1	4	-0,043	+0,012
...	...	...	...	...	...	...	...
Sub17	Nature	NatureFirst	9	8	22	-0,021	+0,008

F.2 lentelė. F.1 lentelės stulpelių aprašymas

Stulpelis	Aprašymas
Subject	Tiriamojo identifikatorius (Sub01 ... Sub17).
Condition	Eksperimento sąlyga: City arba Nature.
Order	Atsvaros grupė: CityFirst arba NatureFirst.
src	Šaltinio (source) numeris zonde (1-10).
det	Detektoriaus numeris zonde (1-8).
channel_idx	Ilgąjo kanalo indeksas (1-22).
hbo_amp	SS regresuota HbO amplitudė – analizės lango vidurkis minus bazinio lango vidurkis (μM).
hbr_amp	SS regresuota HbR amplitudė (μM).

Pastaba. channel_idx 1-22 atitinka tik ilgusius kanalus; trumpieji separacijos kanalai (S1-D1, S10-D8) naudojami tik regresijai ir į šią lentelę neįtraukti. Amplitudžių vertės pavyzdyje yra iliustracinės.

G priedas. Cohen's d (d_z) efekto dydžio apskaičiavimas

Within-subject efekto dydis apskaičiuotas tiesiai iš per-tiriamojo skirtumų:

$$\Delta_i = \text{amplitudė}(\text{Nature})_i - \text{amplitudė}(\text{City})_i$$

$$d_z = \text{vidurkis}(\Delta) / \text{standartinis_nuokrypis}(\Delta)$$

Kur Δ_i yra tiriamojo i Nature ir City amplitudžių skirtumas tame pačiame kanale. d_z yra standartizuotas dydis, nepriklausomas nuo matavimo vienetų ir imties dydžio.

Pavyzdys (S3-D1, HbO): $\text{vidurkis}(\Delta) = -0,176 \mu\text{M}$; $\text{standartinis_nuokrypis}(\Delta) = 0,245 \mu\text{M}$; $d_z = -0,176 / 0,245 = -0,72$.

Cohen (1988) ribos: $d \approx 0,2$ - mažas; $d \approx 0,5$ - vidutinis; $d \approx 0,8$ - didelis efektas.

Pastaba. d_z apskaičiuotas tiesiai iš skirtumų ($\text{mean}(\Delta)/\text{sd}(\Delta)$), o ne iš t-statistikos per $t/\sqrt{N}$ aproksimaciją. Abu metodai duoda artimas, bet ne identiškas vertes; visame darbe naudojamas $d_z = -0,72$.

H priedas. LMM visiems kanalams HbO ir HbR chromoforams

Šiame priede pateikiamos pilnos 22 ilgųjų kanalų LMM rezultatų lentelės pirminei analizei (N = 17), atskirai HbO ir HbR chromoforams. Pagrindiniame tekste (3.1 skyriaus 2 punkte) pateikiamos tik ištrauktos lentelės.

H.1 lentelė. LMM visiems kanalams HbO chromofore (surikiuota pagal nekoreguotos p reikšmę)

Kanalas	src	det	β (μ M)	SE	t	p (nekor.)	q (BH)
S3-D1	3	1	-0,176	0,058	-3,06	0,005	0,101
S2-D1	2	1	-0,089	0,034	-2,63	0,013	0,145
S9-D8	9	8	-0,212	0,103	-2,05	0,049	0,358
S3-D3	3	3	-0,041	0,031	-1,33	0,192	0,842
S4-D4	4	4	-0,053	0,041	-1,29	0,207	0,842
S8-D7	8	7	+0,055	0,050	+1,10	0,281	0,842
S8-D6	8	6	+0,031	0,036	+0,85	0,401	0,842
S7-D5	7	5	+0,045	0,054	+0,85	0,404	0,842
S6-D5	6	5	+0,036	0,046	+0,80	0,432	0,842
S7-D7	7	7	+0,050	0,067	+0,75	0,460	0,842
S4-D5	4	5	-0,034	0,049	-0,69	0,494	0,842
S2-D2	2	2	-0,030	0,045	-0,67	0,507	0,842
S6-D7	6	7	+0,036	0,056	+0,64	0,527	0,842
S9-D7	9	7	+0,029	0,047	+0,63	0,536	0,842
S6-D6	6	6	+0,025	0,047	+0,54	0,592	0,867
S5-D5	5	5	+0,028	0,058	+0,49	0,631	0,867
S5-D3	5	3	-0,019	0,061	-0,32	0,752	0,952
S8-D8	8	8	-0,005	0,028	-0,18	0,859	0,952
S4-D2	4	2	+0,006	0,049	+0,11	0,910	0,952
S4-D3	4	3	-0,005	0,049	-0,11	0,915	0,952
S2-D3	2	3	+0,005	0,056	+0,10	0,925	0,952
S6-D4	6	4	-0,003	0,049	-0,06	0,952	0,952

H.2 lentelė. LMM visiems kanalams HbR chromofore (kanalų tvarka pagal H.1 lentelę))

Kanalas	β (μM)	SE	t	p (nekor.)	q (BH)
S3-D1	-0,115	0,073	-1,57	0,126	0,740
S2-D1	-0,059	0,061	-0,98	0,337	0,740
S9-D8	-0,098	0,048	-2,03	0,051	0,740
S3-D3	-0,010	0,024	-0,42	0,679	0,949
S4-D4	-0,007	0,014	-0,48	0,631	0,949
S8-D7	+0,023	0,017	+1,37	0,182	0,740
S8-D6	+0,015	0,008	+1,85	0,074	0,740
S7-D5	-0,005	0,014	-0,38	0,706	0,949
S6-D5	-0,015	0,015	-1,01	0,322	0,740
S7-D7	+0,012	0,020	+0,61	0,548	0,949
S4-D5	-0,009	0,017	-0,54	0,592	0,949
S2-D2	-0,008	0,030	-0,28	0,784	0,949
S6-D7	+0,003	0,019	+0,17	0,863	0,949
S9-D7	-0,020	0,019	-1,05	0,301	0,740
S6-D6	-0,027	0,022	-1,23	0,228	0,740
S5-D5	+0,004	0,014	+0,25	0,805	0,949
S5-D3	+0,013	0,013	+0,98	0,335	0,740
S8-D8	-0,034	0,032	-1,05	0,300	0,740
S4-D2	-0,008	0,020	-0,40	0,693	0,949
S4-D3	-0,004	0,017	-0,21	0,833	0,949
S2-D3	+0,001	0,035	+0,02	0,987	0,987
S6-D4	+0,001	0,018	+0,08	0,938	0,983

Pastaba. Geltonai pažymėti ROI kanalai. Joks HbR kanalas nepasiekia $q < 0,05$.

I priedas. Jautrumo analizē

Pilnos 22 kanālu lentelēs trīs jautruma analizēms (HbO chromoforas).

I.1 lentelē. A jautruma analizē (SQI filtrs ilgiesiems kanālam), visi 22 kanāli, HbO

Kanālas	n (celiņ)	β (μM)	t	p	q (BH)
S2-D1	20	-0,047	-1,08	0,295	0,819
S2-D2	26	-0,057	-1,20	0,244	0,819
S2-D3	26	+0,042	+0,60	0,557	0,819
S3-D1	20	-0,177	-1,85	0,064	0,819
S3-D3	30	-0,025	-0,76	0,454	0,819
S4-D2	34	+0,006	+0,11	0,913	0,954
S4-D3	34	-0,005	-0,10	0,917	0,954
S4-D4	34	-0,053	-1,25	0,220	0,819
S4-D5	32	-0,037	-0,69	0,497	0,819
S5-D3	26	-0,072	-1,02	0,316	0,819
S5-D5	30	-0,005	-0,08	0,934	0,954
S6-D4	34	-0,003	-0,06	0,954	0,954
S6-D5	32	+0,044	+0,88	0,385	0,819
S6-D6	32	+0,003	+0,07	0,947	0,954
S6-D7	14	+0,006	+0,07	0,945	0,954
S7-D5	32	+0,038	+0,65	0,523	0,819
S7-D7	32	+0,043	+0,59	0,558	0,819
S8-D6	34	+0,031	+0,83	0,415	0,819
S8-D7	30	+0,055	+0,96	0,345	0,819
S8-D8	30	+0,007	+0,21	0,835	0,954
S9-D7	22	+0,061	+0,85	0,404	0,819
S9-D8	16	-0,086	-1,48	0,162	0,819

I.2 lentelė. B jautrumo analizė (į SS atsižvelgiantis SQI filtras), visi 22 kanalai, HbO

Kanalas	n (celių)	β (μM)	t	p	q (BH)
S2-D1	18	-0,030	-0,66	0,509	0,715
S2-D2	22	-0,031	-0,60	0,556	0,715
S2-D3	22	+0,049	+0,61	0,550	0,715
S3-D1	16	-0,098	-1,46	0,146	0,701
S3-D3	26	-0,022	-0,58	0,566	0,715
S4-D2	28	-0,045	-1,08	0,289	0,715
S4-D3	28	-0,031	-0,55	0,585	0,715
S4-D4	28	-0,084	-2,01	0,055	0,701
S4-D5	26	-0,077	-1,35	0,191	0,701
S5-D3	22	-0,061	-0,74	0,469	0,715
S5-D5	24	-0,052	-0,81	0,426	0,715
S6-D4	26	+0,002	+0,04	0,970	0,970
S6-D5	26	+0,059	+1,02	0,319	0,715
S6-D6	24	+0,024	+0,44	0,665	0,770
S6-D7	12	+0,041	+0,39	0,703	0,774
S7-D5	26	+0,049	+0,68	0,502	0,715
S7-D7	26	+0,075	+0,85	0,402	0,715
S8-D6	26	+0,046	+0,96	0,346	0,715
S8-D7	24	+0,094	+1,39	0,179	0,701
S8-D8	22	+0,008	+0,18	0,859	0,900
S9-D7	20	+0,102	+1,57	0,135	0,701
S9-D8	16	-0,086	-1,48	0,162	0,701

I.3 lentelė. C jautrumo analizė (išskirčių pašalinimas, N = 14), visi 22 kanalai, HbO

Kanalas	n (celių)	β (μM)	t	p	q (BH)
S2-D1	28	-0,072	-1,83	0,052	0,816
S2-D2	28	-0,024	-0,47	0,641	0,816
S2-D3	28	-0,024	-0,48	0,632	0,816
S3-D1	28	-0,137	-2,04	0,052	0,816
S3-D3	28	-0,036	-1,19	0,245	0,816
S4-D2	28	+0,002	+0,04	0,971	0,971
S4-D3	28	-0,039	-0,73	0,475	0,816
S4-D4	28	-0,074	-1,51	0,144	0,816
S4-D5	28	-0,076	-1,41	0,170	0,816
S5-D3	28	-0,044	-0,61	0,545	0,816
S5-D5	28	+0,003	+0,04	0,971	0,971
S6-D4	28	-0,025	-0,43	0,667	0,816
S6-D5	28	+0,032	+0,58	0,568	0,816
S6-D6	28	+0,017	+0,34	0,735	0,851
S6-D7	28	+0,053	+0,76	0,456	0,816
S7-D5	28	+0,038	+0,57	0,575	0,816
S7-D7	28	+0,062	+0,75	0,462	0,816
S8-D6	28	+0,029	+0,65	0,524	0,816
S8-D7	28	+0,051	+0,83	0,413	0,816
S8-D8	28	-0,002	-0,07	0,943	0,971
S9-D7	28	+0,037	+0,64	0,525	0,816
S9-D8	28	-0,046	-0,73	0,472	0,816

I.4 lentelė. Tiriamųjų signalo kokybės santrauka: blogų kanalų skaičius (SQI > 30 %), užmaskuoti kanalai pagal A ir B režimus, C analizės įtraukimo statusas

Tiriamasis	Blogų kanalų	A režimas (užmask.)	B režimas (užmask.)	C analizė
Sub01	7	7	12	Neįtrauktas
Sub02	8	8	22	Neįtrauktas
Sub03	0	0	0	Įtrauktas
Sub04	4	4	12	Įtrauktas
Sub05	0	0	11	Įtrauktas
Sub06	5	5	5	Įtrauktas
Sub07	0	0	0	Įtrauktas
Sub08	8	8	8	Neįtrauktas
Sub09	2	2	2	Įtrauktas
Sub10	3	3	12	Įtrauktas
Sub11	6	6	6	Įtrauktas
Sub12	4	4	4	Įtrauktas
Sub13	5	5	5	Įtrauktas
Sub14	1	1	1	Įtrauktas
Sub15	4	4	4	Įtrauktas
Sub16	5	5	14	Įtrauktas
Sub17	2	2	2	Įtrauktas

Pastaba. Oranžine spalva pažymėti tiriamieji su ≥7 blogais kanalais, pašalinti C jautrumo analizėje.

J priedas. SAM skalės emocinių būsenų kaita tyrimo eigoje

J.1 lentelė. SAM įrašams AB ir BA

Įrašas	Statistika	Prieš tyrimą: Malo-numas	Prieš tyrimą: Susijau-dinimas	Prieš tyrimą: Kontrolė	Per tyrimą: Malo-numas	Per tyrimą: Susijau-dinimas	Per tyrimą: Kontrolė	Po tyrimo: Malo-numas	Po tyrimo: Susijau-dinimas	Po tyrimo: Kontrolė
AB	Mean	7,22	3,11	6,22	6,56	2,56	5,89	7,11	2,67	6,33
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	Std. Deviation	0,667	1,269	1,922	1,130	1,236	2,088	0,928	1,225	2,000
	Minimum	6	2	3	4	1	2	6	1	2
	Maximum	8	6	9	8	5	8	8	4	9
	Std. Error of Mean	0,222	0,423	0,641	0,377	0,412	0,696	0,309	0,408	0,667
BA	Mean	7,50	4,00	6,75	7,25	3,38	6,25	7,00	3,63	6,50
	N	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	Std. Deviation	1,195	1,604	1,753	1,488	1,685	1,753	1,309	1,996	2,000
	Minimum	6	2	4	5	2	4	5	2	4
	Maximum	9	7	9	9	7	9	9	8	9
	Std. Error of Mean	0,423	0,567	0,620	0,526	0,596	0,620	0,463	0,706	0,707
Total	Mean	7,35	3,53	6,47	6,88	2,94	6,06	7,06	3,12	6,41
	N	17	17	17	17	17	17	17	17	17
	Std. Deviation	0,931	1,463	1,807	1,317	1,478	1,886	1,088	1,654	1,938
	Minimum	6	2	3	4	1	2	5	1	2
	Maximum	9	7	9	9	7	9	9	8	9
	Std. Error of Mean	0,226	0,355	0,438	0,319	0,358	0,458	0,264	0,401	0,470

K priedas. Atsakymų į atvirus anketos klausimus suvestinė lentelė

K.1 lentelė. Atsakymai į atviru klausimus

Dalyvis	6 kl. 1 dalis: Savijauta gamtos apsuptyje	6 kl. 2 dalis: Savijauta miesto apsuptyje	7 kl.: Aplinka, kurioje jautėsi ramiau, geriau. Aplinka, kurios patirtį norėtų pakartoti. Papildomi pastebėjimai.
Sub01	“Labai ramu stebėti gamtos vaizdus, tekančią vandenį. Gamtos vandens ir paukščių garsai labai maloniai ir raminančiai nuteikė. Rudeniškos medžių spalvos ir mėlynas dangus nuteikė raminančiai, leido sugrįžti „čia ir dabar“.”	“Jaučiau šurmulį aplink save. Nuolatinis žmonių ir aplinkos judėjimas aplink mane kėlė smalsumą kas vyksta, tačiau kartu kiek vargino. Ilgainiui buvo nebe taip įdomu stebėti aplinką, nes viskas kartojosi. Kartu ir pilkuma ir betonas neatrodė patraukliai.”	“Jaučiausi kur kas ramiau gamtos vaizdų apsuptyje. Kad ir kaip tai buvo monotoniška, tačiau spalvos, gamtos vaizdai, ramūs garsai, nuteikė kur kas ramiau. Pakankamai skirtingos patirtys abiejose aplinkose, tačiau leidžiančias suprasti kas patinka.”
Sub02	“Atsipalaidavusi, susidomėjusi aplinka, tyrinėjanti judančius objektus (šuo, paukščiai, vandens srovėlė), rami, svajinga (primena rudenį gamtos vaizdai), išskyla malonūs prisiminimai – pasivaikščiojimai su mano šunimi.”	“Daug aktyvesnė, labiau atsargi, išnyrantys praeiviai šiek tiek išgąsdina, aktyvūs automobilių garsai blaško.”	“Ramiau jaučiuosi gamtoje, abi patirtys įdomios ir norėčiau pakartoti, bet gamtoje būti visada norisi ilgiau nei miesto šurmulyje.”

Sub03	“Veikiančiai raminančiai. Gamta ir dangus. Garsai kėlė priešingą jausmą. Nerimą. Lyg niūrumo, ar toliau esančio miesto triukšmą. Pabaigoje jaučiausi atsipalaidavęs.”	“Pradžioje jaučiausi labai ramiai, pažįstamai. Susidomėjęs veiksmu prieš akis. Ilgainiui įgriso, pradėjo erzinti. Pradėjau jaustis nerimastingai.”	“Gamtoje. Situacija savaime šiek tiek vargino abiem atvejais, tačiau gamtoje galėčiau būti ilgiau, prailgo mažiau ir užbaigus jaučiausi ramesnis. Nežinau, kiek paskutinio testo atsakymus įtakojo vaizdai, kiek VR aplinkos bendras glumimasis. Vis tiek stengiausi atsakyti tiesiog kaip jaučiuosi atvirai.”
Sub04	“Jaučiausi ramus, mintys nuklysdavo į kasdienio gyvenimo aktualijas, laikui bėgant. Jautėsi atsipalaidavimas, kažkiek ėmė nuobodulys. Buvo malonu girdėti gamtos vaizdus – tekančią upelį, čiulbančius paukščius, medžių šlamesį.”	“Jaučiausi kiek susijaudinęs ar budrus tam, kas vyksta aplinkui. Jautėsi daugiau chaoso, buvo noras atkreipti dėmesį į kuo daugiau aplink vykstančių dalykų. Tiesiog buvo nuotaika, kad turiu stebėti aplink, kas dedasi, būti atsargiam, nepraleisti kažko svarbaus ar neišsigąsti šalia pralenkiančio paspirtuko.”	“Ramiau tikrai jaučiausi gamtoje, tačiau miesto vaizdas manęs taip pat netrikdė. Miesto šurmulys yra taipogi savotiškai žavus ir ten būdamas, žinau, kad taip bus ir to tikiesi. Stebėti žmones jame, kai pačiam nereikia skubėti yra įdomu. Bet norint pailsėti ar jaustis ramiau rinkčiausi gamtos vaizdą.”
Sub05	“Įdomu buvo stebėti, kas plaukioja vandenyje. Taip pat lyg pastebėjau kitam krante, miške, judantį gyvūną. Galvojau gal tai stirna. Dar mažiau, kad turėjo būti ruduo, nes medžiai įgavę auksinį atspalvį, ir mergina, vedžijusi šunį, vilkėjo striukę. Buvo ramu.”	“Buvo įdomu stebėti, kaip vaikšto žmonės, kaip bendrauja, skuba ar ne, kaip apsirengę, kokios nuotaikos. Galvojau, koks metų laikas tai galėjo būti. Pamaniau, kad ruduo. Dėl aprangos, medžių lapų. Stebėjau automobilius, ar laikosi kelių eismo taisyklių. Klausiausi, kokius dar garsus išgirsiu be auto triukšmo.”	“Vienas pastebėjimas – kaip niekas nematė kamerų? :) Ramiau galbūt jaučiausi gamtoje, bet tikrai nesijaudinau ir mieste. Mieste patiko gyvybė.”
Sub06	“Jaukiai, labiau pažįstamoje aplinkoje. Ramu, laikas neprailgo. Vietos neatpažinau, bet nesijaučiau „svetima“.”	“Laikasėjo lėčiau, buvo smalsu, kuri čia vieta. Labiau laukiau „pabaigos“ nei gamtoje, „skaičiavau“ šviesoforus, apžiūrėjau žmones. Buvo įdomu, ar jie mane mato.”	“Geriau gamtoje. Miesto aplinkoje jaučiausi kaip „stotelėje“, kad turiu pralaukti kažką.”
Sub07	“Jaučiausi ramiai, neįsitempęs. Buvo malonu matyti gyvūnus. Šiek tiek trikdė kitame upės krante vaikščiojantys žmonės bei vandens čiurlenimas.”	“Jaučiausi ramiai, bet budriai. Trikdė viešojo transporto garsas bei šalia ant gretimo stalo nenurinkti indai. Taip pat kai kurie praeiviai kėlė įtarimą.”	“Geriau jaučiausi gamtos aplinkoje. Į tokią aplinką norėčiau sugrįžti.”
Sub08	“Stiprus nuobodulys. Per didelė ramybė. Labai norėjosi miego.”	“Įdomu. Ramu. Savo vietoje.”	“Ramiau gamtoje, bet geriau mieste. Miestą kartočiau”
Sub09	“Savijauta gera. Vėsumo jausmas ir tekantis vanduo irgi atrodo vėsinančiai.”	“Savijauta normali. Šiek tiek erzino skirtingi triukšmai ir labai arti prieinantys žmonės.”	“Abiejuose jaučiausi gerai. Ne-norėčiau kartoti nei vienos. Abi aplinkos nekėlė ramybės.”
Sub10	“Ramus, atsipalaidavęs, susidomėjęs.”	“Piktas, išsigandęs, įsitempęs.”	“Geriau jaučiausi gamtoje. Labiau atsipalaidavau ir galvojau apie ateitį, o mieste stebėjau aplinką, buvau įsitempęs. Gamtos aplinkos patirtį norėčiau kartoti.”

Sub11	“Jaučiausi ramiai, atsipalaidavęs.”	“Jaučiausi šiek tiek besiblašantis ir neramus ypač dėl šalia praeinančių žmonių.”	“Gamtos vaizdai buvo ramesni, tad ir leido jaustis ramiau. Jeigu reikėtų kartoti, rinkčiausi gamtos vaidus.”
Sub12	“Rami, patenkinta, atsipalaidavus.”	“Įsitempus, stresuojanti, susidomėjus.”	“Gamtos.”
Sub13	“Savijauta rami, teigiama matant gamtos vaizdus. Tekanti upė asocijuojasi su poilsiu.”	“Erzinantys garsai, įtampa, dirglumas, noras kuo greičiau atsidurti ramesnėje vietoje.”	“Vienareikšmiškai ramiau ir geriau jaučiausi gamtos apsuptyje, kartočiau tik šią patirtį. Papildomų pastebėjimų neturiu.”
Sub14	“Ramus ir besidomintis aplinka, kuri neerzina, kelia lėtumo pojūtį.”	“Daug dirgiklių tiek garsais, tiek vaizdu. Buvo įdomu apžiūrėti žmones ir mašinas, tačiau po kiek laiko pabodo ir erzino.”	“Ramiau jaučiausi gamtoje – jautėsi sava vieta, kur gali nieko neveikti ir tiesiog būti atsipalaidavus.”
Sub15	“Rami, atsipalaidavus, smalsi, linksma.”	“Nuobodų, neįdomų, bandanti surasti veiklos.”	“Gamtos apsuptyje jaučiausi ramiau, linksma, atsipalaidavus. Pakartoti norėčiau gamtos vaizdus.”
Sub16	“Savijauta ramesnė, garsai ir vaizdai ramūs, ne chaotiški. Bendra būseną gerokai ramesnė, lengviau atsipalaiduoti.”	“Savijauta kiek įtemptesnė, daug įvairių garsų, žmonių ir mašinų judėjimas, kuris verčia likti budresniu.”	“Jaučiausi ramiau gamtos aplinkoje, tačiau įvardinti kur jaučiausi geriau – negaliu. Miesto aplinkoje taip pat jaučiausi gerai. Mieliau pakartočiau patirtį gamtos aplinkoje.”
Sub17	“Atsipalaidavimas, įkvėpimo paieškos. Tapatinimas su laisvalaikio praleidimu.”	“Kasdienybė. Nieko ypatinga.”	“Suprantu, kad abi aplinkos neišvengiamos. Viena darbo, kita poilsio.”