

MAGYAR AGRÁR-ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS TECHNOLÓGIAI INTÉZET

**BŐRELLENÁLLÁS ÉS SZEMMOZGÁS ADATOK
KOMPLEX ÉRTÉKELÉSE**

Complex data evaluation of skin resistance and eyetracking measurements

TDK dolgozat



Készítette:

Boncsarovszki Ferenc Balázs

Élelmiszermérnöki mesterképzés

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Budai Campus

Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem

Témavezetők:

Dr. habil. Gere Attila, egyetemi docens

Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Budai Campus

Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Árukezelés, Kereskedelem, Ellátási Lánc

és Érzékszervi Minősítési Tanszék

Szakál Dorina, tudományos segédmunkatárs

Budapesti Gazdasági Egyetem

Kereskedelem Vendéglátás és Idegenforgalmi Kar

Vendéglátás Tanszék

PhD hallgató

Agrár és Élelmiszergazdasági Intézet

Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Vállalat Gazdaságtan Tanszék

Budai Campus

Budapest

2024

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS	3
2. CÉLKITŰZÉS	5
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	6
3.1 GALVANIKUS BŐR ELLENÁLLÁS (GALVANIC SKIN RESPONSE) BIOLÓGIAI HÁTTERE.....	6
3.2 EMBERI SZEM ÉS A SZEMKAMERA MŰKÖDÉSÉNEK HASONLÓSÁGAI.....	10
4. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK	14
4.1. FELHASZNÁLT STIMULUSOK	14
4.2. RÉSZTVEVŐK.....	15
4.3. MÉRÉS MENETE	17
4.4. ADATELEMZÉS.....	18
5. EREDMÉNYEK ÉS KIÉRTÉKELÉSÜK.....	21
5.1. ADATOK FELDOLGOZÁSA.....	21
5.2. KLASZTEREK EREDMÉNYEINEK KIÉRTÉKELÉSE	26
5.2.1. HEINZ® REKLÁM.....	32
5.2.2 CHEETOS® REKLÁM	32
5.2.3. DORITOS® REKLÁM.....	32
5.2.4. M&M'S® REKLÁM.....	33
5.2.5 TOYOTA® REKLÁM.....	33
5.2.6. PRINGLES® REKLÁM	34
5.2.7. LITTLE CAESAR® REKLÁM.....	34
5.2.8. CHEVROLET® REKLÁM	34
5.2.9. OLD SPICE® REKLÁM.....	35
6. ÖSSZEFOGLALÁS	38
7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	39
8. IRODALOMJEGYZÉK	40
9. MELLÉKLETEK:	45
I. MELLÉKLET.....	45
II. MELLÉKLET:.....	46
III. MELLÉKLET	47
IV. MELLÉKLET:.....	50

1. Bevezetés

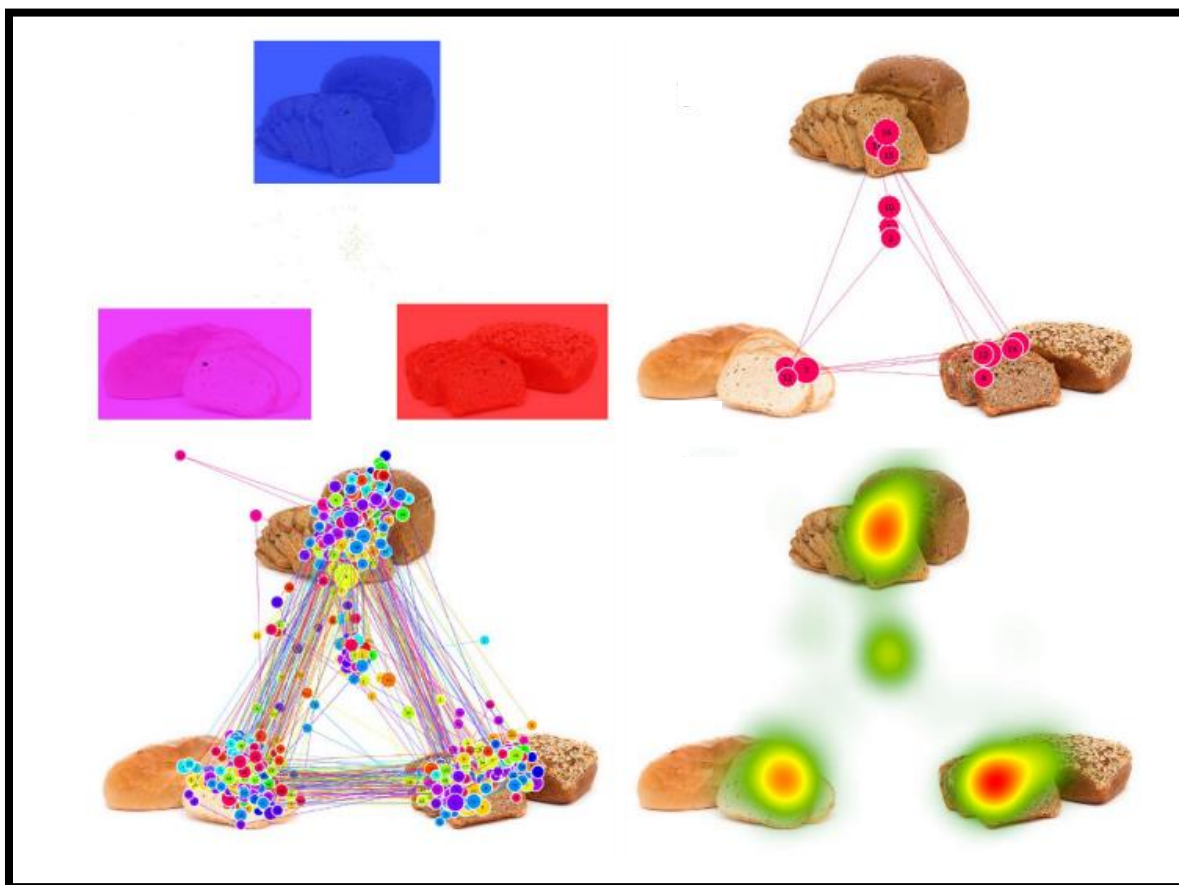
Az emberi szervezet már az ősidők óta a környezeti hatásoknak való kitételek között él, amelyek mértékét és súlyosságát különböző érzékszerveink receptoraival eltérő módon érzékeljük és dolgozzuk fel. A vizuális információkat (fotoreceptorokkal) a szemünk fogadja, a környezetben lévő íz és illatanyagokat az orr és száj szervek érzékelik (chemoreceptorok), míg az orientációt a fülben található szervecskék (mechanoreceptor) segítik. Ezen szerveink mérete azonban jelentősen kisebb, mint azon testalkotó, amely a leginkább találkozik a környezettel – ezáltal létesítve elsődleges kapcsolatot a külvilággal, ez az emberi bőrszövet. A több rétegből álló mechanoreceptorokat tartalmazó sejtfelületnek a védelmi – (mechanikai hatások, kórokozók, káros sugárzások stb. ellen – hőszabályozói (hőszigetelés, hőcsere (thermoreceptorok) szerepek mellett érzékszervi funkciókkal is rendelkezik a bennük található több milliónyi idegvégződés segítségével. Ugyanakkor mint minden anyagnak, úgy a bőrfelszínnek is vannak olyan fizikai tulajdonságai, melyek adott körülmények között változnak, ilyen például az elektromos áram vezetése is (*McCleary, 1950; Wake et al., 2016.*)

A bőr elektromos áramvezetését a fizikai és biológiai tényezőkön túl pszichés, emocionális érzetek jelenléte és súlyossága is befolyásolja, például eltérő értékeket kapunk „nyugalmi” állapotban a bőr ezen tulajdonságára, mint egy vizsgaszituációban vagy vezetés közben (*Martin et al., 2011, Cho et al., 2017*). Ebből következik, hogy ezen értékek alakulása nagyban függ az egyén aktuális „testi és szellemi” állapotától, hiszen ugyanazon impulzus jelekre más mértékben és módon fog a vegetatív idegrendszer reagálni: ilyen lehet az emelkedő vérnyomás és szívritmus, valamint a hőérzet változásából levezethető, verejtékmirigyek tevékenységéből adódó nedvesség-kibocsátása is (*Wingo et al., 2010*), utóbbinak következtében a bőrréteg konduktivitása változik. Ezen sajátosságot az igazságszolgáltatásban is használják: a poligráfos vizsgálatok („hazugságvizsgáló”) során a feltételezett elkövetőre pulzusmérő szenzorokat helyeznek el, majd zárt kérdéseket tesznek fel a bűnügyi esettel kapcsolatban, amelynek esetében füllentés / bizonytalanság során a pulzusszám megemelkedik (*Lykken, 1959, Steinbrook, 2010.*)

Ezek mellett a másik, érzelmi állapotunkat kimutató, paraszimpatikus idegekkel behálózott szervrendszerünk az emberi szem. A „lélek tükréként” emlegetett, a látásért felelős „szervrendszeréről” régóta ismeretes, hogy akartunk ellenére is képes fizikai jelet mutatni a fizikai hatások mellett az érzetekre és érzelmekre is (*Dunlap, 1927, Ruiz-Padial et al., 2003.*)

Az elektrodermális aktivitás vizsgálata (EDA, ismertebb nevén: galvanikus bőrreakció (Galvanic Skin Response, GSR) mögött a test elektromos tulajdonságainak változásának mérése, nyomon követése és értelmezése áll, amelyet az igazságszolgáltatás mellett orvosdiagnosztikai és a vásárlói magatartás feltérképezésekre (neuromarketing kutatások) keretein belül is használnak. Napjainkra az ilyen módszerek jelentős részét képezik a fogyasztói magatartás megismerésének. Ennek okát több dologban kereshetjük, de a vizsgált tényezők egy dologban közősek: jellemzően az ilyen vizsgálatok a korszerű eszközök segítségével nagyban lerövidíti a fogyasztók megismeréséhez és elsődleges válaszgyűjtéséhez szükséges időt (hiszen gyorsabb, „tudatalattiságából” adódóan őszintébb és mérhető, objektív információkhoz jutunk). Ezen – napjainkra- komfortos és gyors vizsgálatok a mindennapi emberek számára vonzóvá teszik a részvételt (futurisztikus jellege miatt).

A téma aktualitását és relevanciáját alátámasztja a témával foglalkozó kutatások számának ugrásszerű növekedése.



1. ábra: Szemkamerás mérések kiértékelése (illusztráció, Gere, 2022)

2. Célkitűzés

A pályamunkában gondosan összeválogatott és illesztett reklámanyagok levetítésén keresztül kerestem a választ, megoldási lehetőségeket a következőkre.

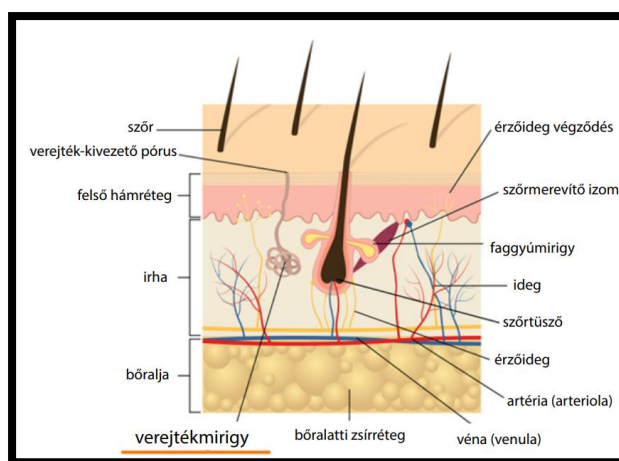
- A pályamunka során olyan, a bőrellenállás-adatok hatékony elemzésére alkalmas adatelemzési eljárás („workflow”) kidolgozását kíséreltük meg, amely képes akár nagy elemszámú, kiugró adatok kezelésére is.
- A pályamunka során megkíséreltük a levetített reklámokra mutatott bőrellenállás-értékek alapján a résztvevőket csoportosítani („klaszterezni”).
- A dolgozat során a fentebb ismertetett módon létrehozott klaszterek összetételének, demográfiai és pszichográfiai tulajdonságai alapján elemzését végeztük el, valamint arra kerestük a választ, hogy a fentebb említett tényezők közül az egyes reklámok esetében van-e szignifikáns különbség az adott reklámra leadott pontszámok értékelés és az előzetes reklámismeret, valamint a reklámra történő visszaemlékezés között.
- A pályamunka utolsó részében a létrehozott klaszterek résztvevői közötti összehasonlítást végeztük el: arra kerestük a választ, hogy melyek azok az audiovizuális hatások, amelyek a bőrellenállás-értékek változását és a tekinteten keresztül észlelhető inger-válasz reakciókat befolyásolták.

3. Irodalmi áttekintés

3.1 Galvanikus bőr ellenállás (Galvanic Skin Response biológiai háttere)

Valamennyi természeti anyag sajátos tulajdonsága a különböző közegek¹ transzportálása, „A” pontból „B” pontba való eljuttatása, melyek hajtóerejét valamely sajátos közegtulajdonság adja. A közeget alkotó komponensek állapotának változása biztosítja az élő szervezetek működését. Ebből és a különböző közegek kapcsolatából interakciók alakulnak ki, melyek kimenetelétől függően a válaszjel különböző lehet: vagy abbamarad az aktuális részfolyamat vagy továbbításra kerül valamely hajtóerő szerinti irányba, így garantálva a kontinuitást. Ezek lehetnek különböző kémiai, mikrobiológiai komponensek (például koncentrációgradiens), de leggyakrabban fizikai hajtóerővel találkozunk (például nyomás, hőmérsékletgradiens) és ami az emberi test -és jelen tanulmány aspektusából- a legjelentősebb, az az elektromos feszültségen alapuló hajtóerő (*Horswill et al., 1989*).

Az emberi test, mint fizikai szervrendszerek összessége és mint természetbéli anyag elektromos vezetőképességgel rendelkezik, ugyanakkor ezek értéke sejtalkotók mennyiségétől, típusától és a szervkörüli elektromos mezőtől függően változik (lásd *I. melléklet*) (*Hirata et al., 2010*). Ezért érdemes a bőrre, mint összetett szervre tekinteni, hiszen ahogy látjuk a **2.ábrán**, valamint a *Wake és munkatársai (2016)* által szerkesztett grafikonon (**3.ábra**), a vezetőképesség nagyban befolyásolt a közvetítő anyagok elemi összetételétől és azok kondukciós tulajdonságaitól (*Peters et al. 2001, Martin et al. 2011.*).

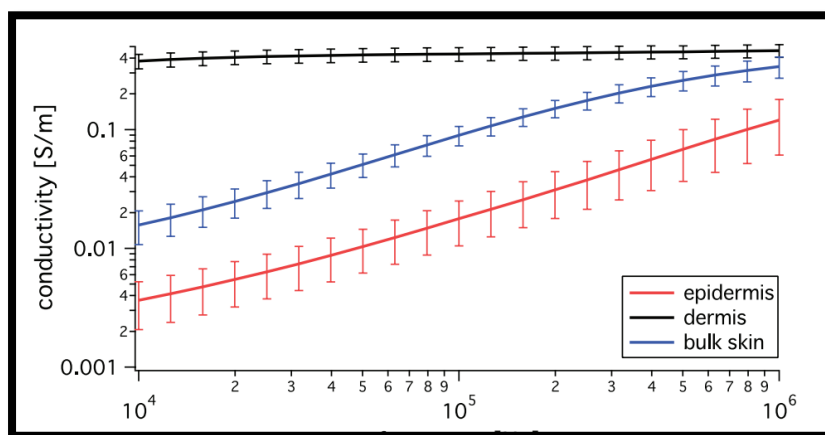


2. ábra: Az emberi bőrszövet felépítése (*internet1* alapján saját szerkesztés)

¹ közeg (flow): Jellemzően makro – és mikrométerű mozgásban lévő, speciális halmazállapotú anyagi részecskék összessége, melyen keresztül különböző fizikai, kémiai, mikrobiológiai és egyéb folyamatok játszódnak le és amelyek anyagi természetük révén hatással van a környezet valamely tulajdonságára, paraméterére.

Az emberi bőr konduktivitásával való kutatások hosszú időkre nyúlnak vissza, amelyről elsősorban orvostudományi, másrésről pedig igazságszolgáltatással kapcsolatos alkalmazási területek elterjedtek. Az első kutatásokról való feljegyzés a XX. század elejéről származtathatók, amelyeket *Montagu és Coles (1966)* összefoglalása szerint a galvanikus bőrellenállást három főbb vizsgálati területre osztották: az izommunkával kapcsolatos elmélet szerint a hatást elsősorban muszkuláris tényezőkre vezetik vissza, az „érelmélet” szerint a vaszkuláris változások okozzák a bőr vezetőképességének alakulását, míg a „szekréción” elmélet szerint (amely a pályamunka későbbi részében jobban kifejtésre kerül) a verejtékmirigyek működése eredményezi az ingerületátvitelt (*Montagu és Coles, 1966*).

Ahogy a **3.ábrán** is látható, összetételéből és idegi rétegződéséből (vastagság) adódóan az egyes rétegeken (felhám (epidermis), irha (dermis), bőralja (bulk skin)) az ingerületátvitel változó, melynek oka az eltérő mennyiségű, fémes kémiai elemek és azok ionjai között fellépő elektromos potenciál adja. A jelenség okát *Plate (2016)* azzal magyarázta, hogy a sejtállományt a külvilágtól jellemzően lipidekből álló, szemipermeábilis hártya választja el, melynek külső oldalán inkább pozitív töltésű, míg sejten belüli oldalán negatív töltésű ionok találhatóak. Mivel ezek elektrokémiai szempontból fizikai kapcsolódásra törekszenek, ezért ezen ionok a hártyán található fehérjék által kialakított ion-csatornákon keresztül folytonosan változtatják helyüket és ez a mozgás pedig elektromos potenciál kialakulását eredményezi (*Plate, 2016*.)



3. ábra: Az emberi bőr rétegi vezetőképességének alakulása a mérési frekvencia függvényében
(illusztráció, *Wake et al., 2016*)

Ebből adódóan a szöveti összetétel (pontosabban annak víztartalma), a szöveteket körülvevő egyéb közegek (pl. verejték, vér iontartalma és az egyes sejtek permeabilitása is befolyásolja az elektromos vezetőképességet (*Lee et al., 2022*). *Chirtey (2002)* levezetése alapján a paraszimpatikus idegrendszer a különböző környezeti

ingerek hatására megkezdődik egyrészt a vér áramlását gyorsítani (emelkedő vérnyomás, magasabb pulzus, másrészt a különböző endokrin sejtek működésének intenzitás-növelését. Utóbbi hatására megkezdődik az verejtékmirigyek által termelt váladék („izzadtság”) bőrfelületre való kiválasztása, amely amellet, hogy elsődlegesen az emberi testfelszín hűtésére szolgál, a termelt váladék által kiválasztott ionok változtatják az elektromos vezetőképességet és így a bőr ellenállását (*Critchley, 2002*).

Az emberi szervezet verejtékmirigyei elsősorban sók formájában, de Na^+ , Cl^- , K^+ , Ca^{2+} , Mg^+ ionok jelenléte mellett termeli az izzadtságot, melyek pótlása elengedhetetlen a szervezet normális működéséhez (hiányuk kognitív és fizikai elégtelenségekhez vezet), mely kihat a szellemi és fizikai munkavégzés hatásosságára is (*Meyer et al. 1992, Maughan és Shirreffs, 2010*). Az emberi szervezet a verejtékezés mellett több más, szimpatikus és paraszimpatikus idegrendszer által irányított reakciót is lefolytat, ilyen például az izgalmi állapotban (pld. eltérő nehézségű feladatok megoldása) való pulzusszám-emelkedés és a pupilla-átmérő változása. (*Kahneman et al., 1969, internet1*)

A galvanikus bőrellenállás tehát az emberi bőr aktuális elektromos potenciáljától függő érték, amelyet számos, környezeti tényező befolyásol, például az időjárás és a környezet által nyújtott ingergazdagság. Utóbbi esetében *Yang et al. (2021)* azt tapasztalták, hogy azon személyek esetében, akik életmódjukból fakadóan aktívan vesznek részt a közlekedésben (például kerékpároznak, gépjárművet vezetnek), sokkal alacsonyabb stressz-szint és ebből adódóan bőrellenállás figyelhető meg, mint azon embereknél, akik valamilyen tömegközlekedést vagy egyéb, passzív utazást végeznek (*Yang et al. 2021*).

Ezen felül *Dindo és Fowles (2008)* kutatása jól rávilágít arra, hogy az aktuális pihentség, agyi aktivitás és az érzelmek is befolyásolják a reakciót. (*Dindo és Fowles 2008*).

Geršak et al., (2012) tanulmányából kiderül, hogy az agyi aktivitás hatással van az emberi test hőmérsékletére, így a bőrellenállásra is (*Geršak et al., 2012*). A bőrellenállásból, pontosabban az ingerület-keletkezésből számos információ áll rendelkezésre, amelyet a különböző pszichofiziológiai területeken alkalmaznak és akár azonosításra, akár terápia előrehaladottságának megfigyelésére is használható (például Alzheimer-kór, stroke-utáni kezelés, anorexia, ADHD, skizofrénia, Frey-szindróma stb. (*Ogorevc et al., 2013, Tuzemen et al., 2013*)). Ezek mellett a neuromarketing² tudományának egyik jellemző mérőszáma a galvanikus bőrellenállás is (*Baraybar-Fernández et al., 2017*), ugyanakkor a napjainkra több

² neuromarketing: olyan, a fogyasztói igények jövedelmező kielégítésére szolgáló tudományág, melynek alapkonceptiója, hogy az ember fizikai reakcióiból következtetnek a fogyasztó által még nem felismert igényeire (*Agarwal és Dutta, 2015*)

tízezer tudományos publikációt számláló diszciplína olyan orvostechikai módszertanon alapuló mérési eljárásokat használ, mint például az EEG (elektroenkefalográfia) és az EMG (elektromiográfia), fMRI (funkcionális mágneses rezonancián alapuló eljárások) vagy egyéb bioszenzorok alkalmazása (véroxigénszint-mérés, stresszint-mérés) (Golnar-Nik et al., 2019; Shaari et al., 2019; Tomasino et al., 2022).

A galvanikus bőrellenállás mérését neuromarketingi alkalmazáson előszeretettel használják az oktatás területén is a különböző oktatásmódszertani fejlesztések érdekében (Geršak et al., 2012).

A galvanikus bőrellenállást, mint beérkező fizikai jel, érdemes két részre bontani: a lassan, fokozatosan emelkedő jelet az irodalom bőrellenállási szintnek (SCL, skin conductance level), míg a gyorsan megjelenőt bőrellenállás-reakciónak (SCR, skin conductance response) nevezi. Az előbbi érték az általános agyi aorusal-ról ad információt, míg utóbbi az impulzusra mutatott eredményről tájékoztat. Ökölszabályként elmondható, hogy akkor tekinthető aktívnek egy személy, hogyha percenként legalább 20 impulzusjelet produkál a mérések során (Geršak és Drnovšek, 2020).

A galvanikus bőrellenállás mérése tudományterülettől függően eltérő módon történhet, napjainkra azonban a fentebb ismertetett okok miatt hordozható, újra illeszthető elektródákkal rendelkező eszközöket választanak, ugyanakkor más testtájakon is ismert a bőrellenállás mérése, például háton, fülcimpán is (Amano et al., 2017). Ezek nem csak azért előnyösek, mert mobilisak és minimális mennyiségű vezetékre van szükség az alkalmazásukhoz, hanem mert nagy mérési frekvenciával rendelkeznek, mindemellett érzékenységük is kiemelkedően jó. Egy ilyen hordozható eszköz látható a **4. ábrán**.



4. ábra: Shimmer 3+ bőrellenállás mérő készülék a csatlakoztatható érzékelőkkel (saját fénykép)

3.2 Emberi szem és a szemkamerák működésének hasonlóságai

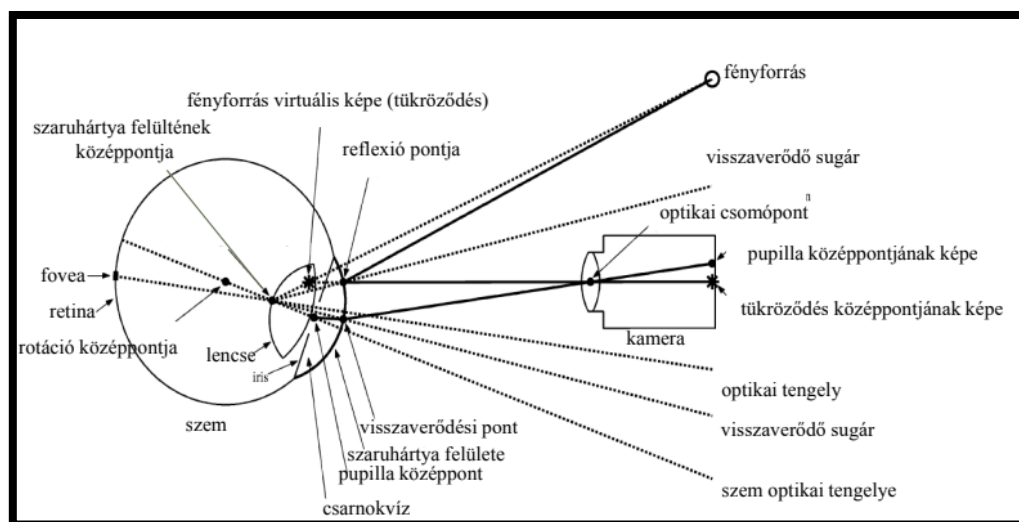
Ahogy a bevezetőben is olvasható volt, minden élőlény kapcsolatban van a környezetével: interakción keresztül különböző folyamatok részeként önmaga működésének kulcsa a beérkező hatásokra való reagálás. Ilyen érzékelési lehetőség a látás is, amelynek fizikai megvalósulása (felépítése más attól függően, hogy az adott állat vagy ember milyen mikrokörnyezetben van jelen, illetve mely életkori szakaszban van (*Balazsi et al., 1984; Kobayashi és Kohshima, 1997*). A szem fotoreceptorai által az idegeken keresztül az elme által alkotott kép (amely úgy jön létre, hogy a tárgyakról beérkező fénysugarak intenzitása függvényében a pupilla által szabályozott pálcikák és csapok ingerületi állapotba kerülnek és az ideghártyán összpontosítva egy komplex jelet adnak le a látóidegen (*nervus opticus*) át a központi idegrendszeren keresztül a középagyig a bőrünk mellett elsődleges érzékszervként ad információt a körülöttünk zajló világról, valamint a létrejött vizuális kép és a társított környezeti hatás emlékként rögzül az elmében (*Brouwer és Knill, 2009*). Utóbbit előszeretettel javasolják gyermekek tanulásmódszertani oktatásához (*Hannibal, 2018*). Ezek mellett az eltérő színek egymás melletti szinergens hatását és ezek hirtelen váltakozását számtalan esetben mesterséges módon alkalmazzák a marketing területektől a szórakoztatóiparon át egészen a videójáték gyártásig (*Zamani et al., 2016; Wallengren és Strukelj, 2015; Gu et al., 2022*).

A fentiekből látszik tehát hogy a látás nagyban befolyásolja az észlelést, érzékelést és így a kiváltott válaszreakciót, ugyanakkor ezek olyan szubjektív tényezők, amelyből adatokat kinyerni nehézkes (hiszen nincs egy adott szituációra-jelenségre két tökéletesen egyformán reagáló ember), ezért az így elérhető digitális adatfeldolgozás megfelelő kihívást jelent a XXI. században. Ez ugyanakkor nem jelenti azt, hogy nem voltak kísérletek a szemmozgás leírására, az ezt feldolgozó tudományos publikációk száma a 2000-es évektől elkezdve exponenciális növekedésbe kezdett, 2018-ban már az 1200-at is meghaladta (*Carter és Luke, 2020; Hu et al., 2022*).

Napjainkra a legkorszerűbb szemmozgás-követő eszközök a szemkamerák lettek, amelyek működése -jellemzően- infravörös fénnel történik (a kiválasztott fényforrás előnye az olcsósága és a szemkímélő tulajdonsága mellett az alacsony hardver-igény) (*Ferhat és Vilariño, 2016*). A vizsgálat távolságmérésen és reflexión alapszik: az emberi pupilla a beérkező fénysugarakat a tekintet szerinti irányba reflexióval összesűríti, majd a képernyőről az érzékelőbe (a szemén keresztül való) visszaérkezés ideje alapján kalkulálja a tekintet „helyét”. Ahhoz, hogy ez eredményes legyen, valamennyi, a képrögzítés során fellépő külső paramétert standard módon kell tartani, ilyen például a szem és az érzékelő közötti távolság, a környezet

fényereje (Paulus et al., 2017).

A 5.ábra az ehhez hasonló mérési elrendezést és elvet mutatja be (szaruhártya reflexió, pupil centre corneal reflection, PCCR). A módszer alapja, hogy egy külső fényforrás (infravörös fény) segítségével reflexiót hoznak létre a szaruhártyán és a pupillán, amelynek helyét geometriailag rögzítik. Az ebből a pontból irányított vektorok a tekintet irányát, míg a kameránál lévő szenzorok a visszaverődött fény alapján képesek a pillantás helyét kalibrációt követően meghatározni (Guestrin és Eizenman, 2006; Gere, 2015).

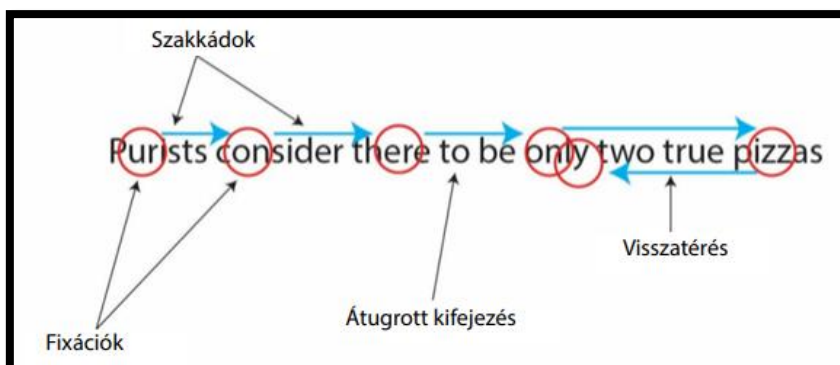


5. ábra: PCCR alapú szemtérekpezés elvi ábrája (Gere, 2015)

Az így megfigyelt jelenségek közül több olyan, szemkamerás vizsgálatoknál releváns fogalmat tudunk megkülönböztetni, amely mentén sok információt tudunk következtetni. Az egyik ilyen kulcsfogalom azok a fixációk, melyek azon területeket kívánják megmutatni, amelyre a tekintet fókuszált. Ehhez tartozik a darabszámon felül a fixációk hossza, amely az egy ponton eltöltött időt jelöli. Egy fixáción jellemzően 0,2-1 mp időt tölt az emberi szem, attól függően, hogy mennyi ideig tart az agynak feldolgozni a vizuális információt. Ehhez kapcsolódik az ún. Dwell count és Dwell duration, amely az adott fixációra való visszatérések számát és hosszát mutatják meg, értelemszerűen minél nagyobbak ezek az értékek, annál érdekesebb, nehezebben feldolgozható információval találkozunk az illető (Andrychowicz-Trojanowska 2018).

Ezen felül fontos tudni még a szakkádok jelentését is, amely az egyes fixációk közötti utat jelölik, legtöbbször darabszámmal és időtartammal jellemzik. Ezen 0,02-0,1 mp közötti hosszúságú útvonalak során a tekintet „cikázik”, az ezalatt nyert információk mennyisége csekély a fixációkhoz képest, ezért gyakran több szakkád figyelhető meg az egyes fixációk között (visszatekintés, ugyanakkor megfelelő empíria és kognitív fejlettség mellett a fixációk

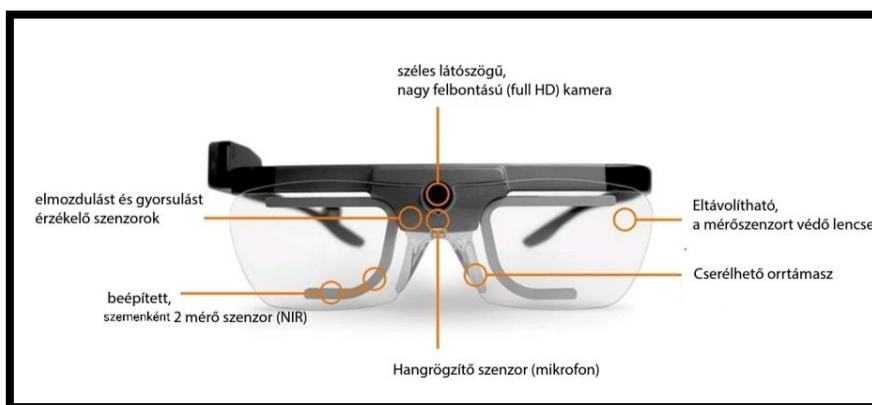
információtartalma közötti összefüggések ismeretében a szakkádok által szerzett információ kikövetkeztethető. (Paulus et al. 2017). A szakkádok és fixációk közötti különbséget jól mutatja be a 6. ábra.



6. ábra: Fixációk és szakkádok (Carter és Luke, 2020 nyomán alapján saját szerkesztés)

Ezekon felül további alkalmazott fogalmakkal is találkozunk: az Area of Interest (AOI), mely megmutatja, hogy a fixáció során mekkora területet „pásztáz” a szem, a Timing Of Interest (TOI) pedig ezen értékhez időpont rendelését foglalja magában (Vehlen et al., 2022).

A szemmozgás nyomon követésére többféle technikai megoldás létezik, amelyet célnak megfelelően kiválasztva használhatunk. Napjainkra elterjedt megoldás közé tartozik a viselhető és hordozható (dinamikus, a tekintetet figyelő („eye-tracking”) kamera (melynek kinézete jellemzően egy szemüveghez hasonlít. Ezt a megoldást akkor érdemes használni, hogyha a megfigyelt személy folytonos fizikai mozgásban van (például termékválasztási attitűdök, viselkedések megfigyelése vásárlásnál (Casson és Trimble, 2018), előadói magatartás vizsgálata (Coskun és Cagiltay, 2021). Az ilyen eszközök korlátjai elsősorban hardver eredetűek (akkumulátoridő, rögzítési gyakoriság és minőség). Egy hordozható szemkamera felépítését mutatja be a 7. ábra.



7. ábra: Tobii® Pro 2 dinamikus szemkamera (internet2 alapján saját szerkesztés)

A szemkamerás mérésekhez elérhető eszközök másik típusa, amikor helyhez kötött (statikus) eszközt használunk. Akkor érdemes ezt választanunk, hogyha a megfigyelt személy nincs fizikai mozgásban, valamint nagy adatrögzítési gyakoriságot szeretnénk elérni (az eszköz hardveres limitációi jóval alacsonyabbak) továbbá az ilyen típusú eszköz olcsóbb a hordozható társaikhoz képest. Az ilyen típusú szemkamerákkal digitális tartalmak (fotók, ábrák, videók, weblapok) elemzésére nyílik lehetőség, mivel jól kombinálhatók bármilyen megjelenítővel (laptop, monitor, tablet, mobiltelefon, projektoros kivetítő). Egy statikus szemkamerát mutat be a **8. ábra**.



8. ábra Tobii® Pro Nano típusú statikus szemkamera *(saját fénykép)*

4. Anyagok és módszerek

A kutatás során 9 darab, összességében 409 másodperc hosszúságú videó jellemzően az Egyesült Államokban lévő SuperBowl amerikai futballesemény reklámszünetének tematikája köré épített reklámfilm került levetítésre a következő sorrend szerint: HEINZ[©], Cheetos[©], Doritos[©], M&M's[©], Toyota[©], Pringles[©], Little Caesars[©], Chevrolet[©], Old Spice[©] (*internet3-11*). A levetített videó a dolgozat további értelmezéséhez elérhetővé tettük: [szövegnélkül_GSR_tesztmérés.mp4](#).

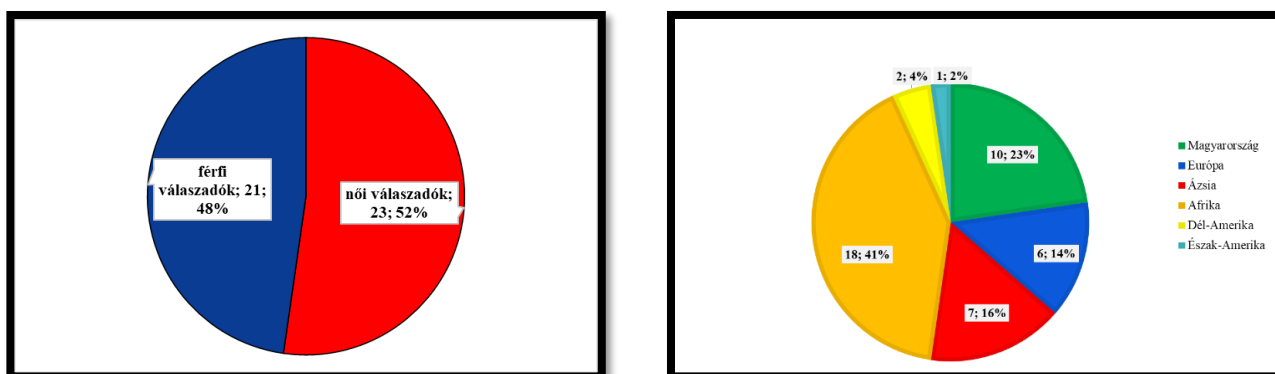
4.1. Felhasznált stimulusok

A reklámanyagok kiválasztása és szekvenciájának kapcsán több szempontot vettünk figyelembe:

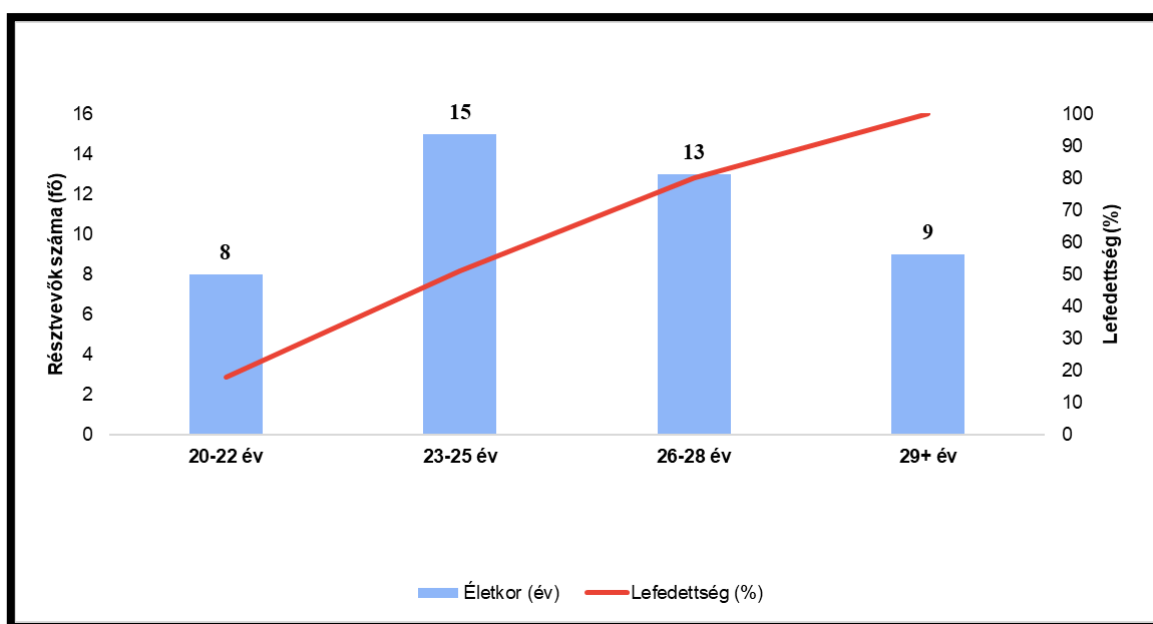
- A reklámoknak nem szabad zavaróan hosszúaknak lennie, mert a felvétel végére a résztvevő elfáradhat, csökkenhet figyelme, emiatt sérül a mérés minősége is. Irodalmi kutatások alapján az ideális reklámhosszúság tematikától függően 10-30 másodperc közötti, a reklámblokkok pedig 0,5-5 perc közötti hosszúság alatt nem váltják ki a fentebb részletezett hatást (*Gaur et al., 2009; Mundorf et al., 1991*).
- A reklámok elhelyezése során figyelembe vettük azok általános ismertségét tematikáját, általunk vélt humorosságát / komolyságát: amennyiben érzelmi ráhatás (stimulus) éri a résztvevőt, a bőrellenállás értékének csökkenésére számítunk, míg kevés új inger esetén növekedésére. Az ingerintenzitás és arousal összefüggés megjelenik a szemkamerás mérésekben is: „idegen”, nagy intenzitású ingerek esetén több fixáció és szakkád jelentkezik, míg „ismert”, alacsony intenzitású hatások során inkább nagyobb AOI, TOI adatokra lehet számítani.

4.2. Résztevők

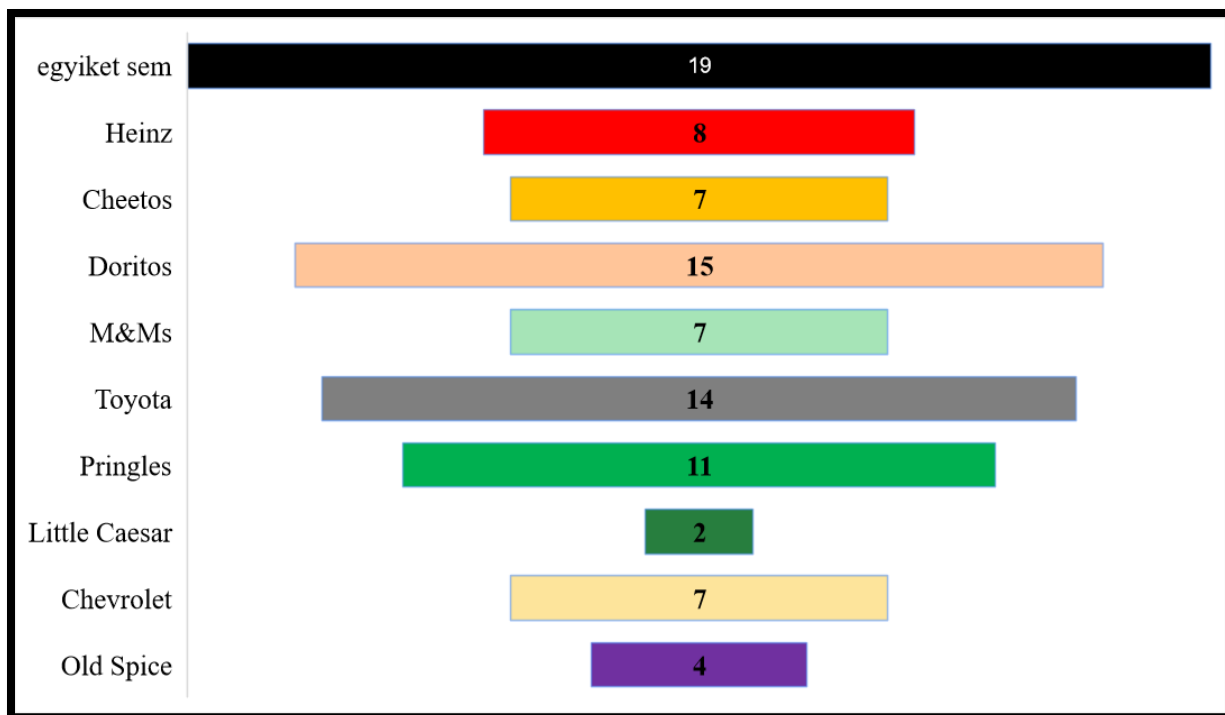
A kutatás során 44 főt tudtunk lemérni, akik eltérő demográfiai és pszichográfiai tulajdonságokkal rendelkeznek (9.1-9.5. ábra). Ahogy látható, a mérés során azonos nem eloszlású résztvevőket tudtunk toborozni, akik mindegyike ismerte a reklám nyelvét (angol). A 9.5. ábrán azonban egy érdekes esetet láthatunk: a beérkező válaszok alapján nem a legkomolyabb hangvétellű reklámot (Toyota®) értékelték a legkevésbé viccesnek.



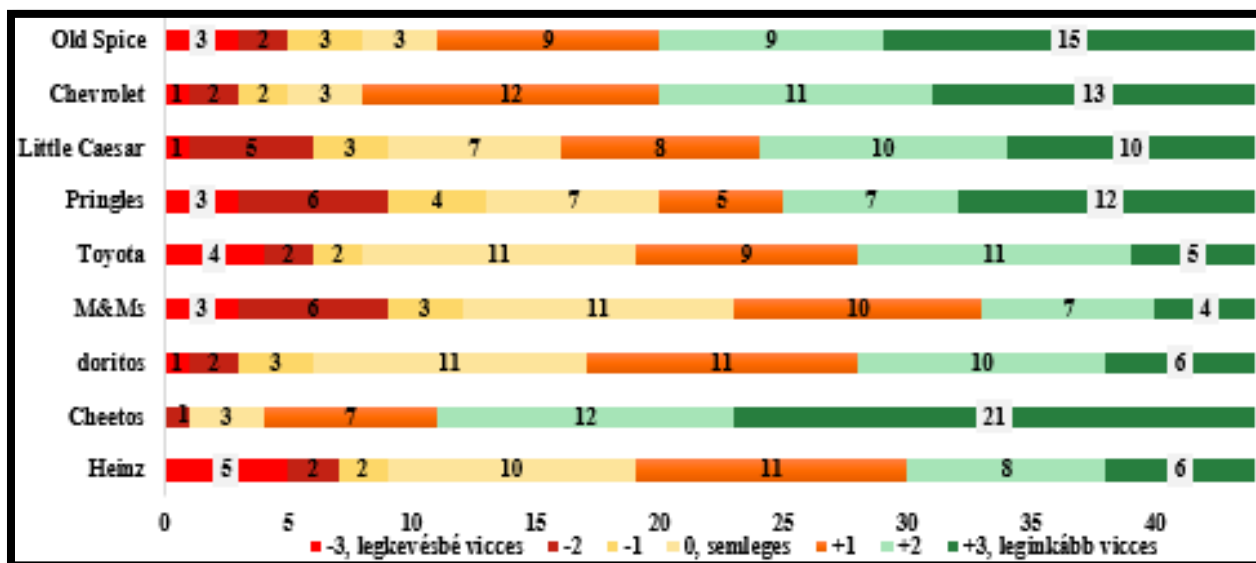
9.1. és 9.2. ábra: Résztvevők nem szerinti és származási hely alapján történő megoszlása (N=44)



9.3. ábra: Résztvevők életkor szerinti megoszlása (N=44)



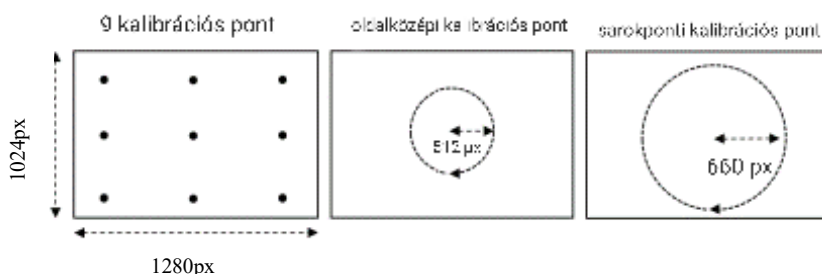
9.4. ábra: Résztevők előzetes reklám ismerése (N=44)



9.5. ábra: Résztevők reklám értékelése (N=44 fő, saját szerkesztés)

4.3. Mérés menete

Méréseink során a célkitűzésnek megfelelően két eszközt alkalmaztunk. Az egyik a Tobii® (*Tobii AB, Danderyd, Svédország*) Pro Nano típusú statikus szemkamerája, amelyhez szoftveresen kapcsoltuk a Shimmer® (*Shimmer, Dublin, Ireland*) 3+ GSR készülékét. A bőrellenállás mérő szenzorait a domináns kéz mutató és középső ujjának középső porcaira, valamint fülcimpára illesztettünk (*az eszközök legfontosabb paramétereit a dolgozat II. melléklete tartalmazza*). Ezt követően megkértük a résztvevőket, hogy egy fejhallgatót felvéve végezzék el a szoftver kalibrációs programját, melynek lényege, hogy a szemkamerától kb. 50-60 cm távolságra ülő személy tekintetének változását a készülék infravörös sugarakkal felmérje és a kapott eredmény alapján kalkulálja át a mérési pontokat (elvi elrendezést a **10. ábra** mutatja be, az általunk használt képernyőfelbontás 1024x1280 px volt). Ezalatt a bőrellenállást mérő készülék is képes volt standard (nyugalmi) adatpontok rögzítésére, amelyhez képest a változást tudjuk mérni. A felvételek során szobahőmérséklet (24°C) és közepes páratartalom volt a mérő helyiségekben, hideg hőmérsékletű irodai fénymennyiség mellett. A felvételek rögzítése hétköznapi 10:00 – 15:00 óra között zajlott. A mérésekhez nem használtunk semmilyen közvetítésre alkalmas gél, így az elektródok tisztán a bőrfelülettel érintkeztek (a résztvevők lemerése között az elektródokat fertőtlenítettük).

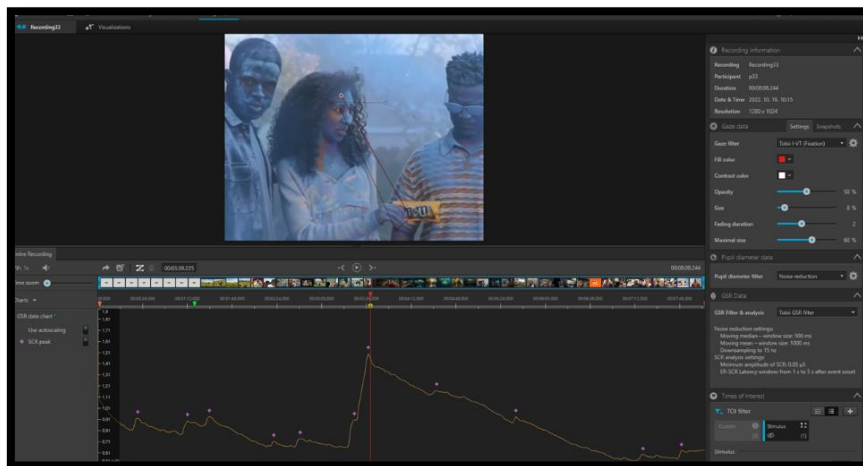


10. ábra: A mérés előtti kalibráció elvi bemutatása (*Drewes et al., (2019.)* alapján saját szerkesztés)

A GSR szenzorok jellemzően a bal kézfejre kerültek felhelyezésre, pontosabban a középső- és mutatóujjak elülső és középső ujjperceire. Ennek oka nem csupán az, hogy a szenzorok felhelyezése itt a legegyszerűbb, hanem hogy az itt található bőrréteg kevésbé vastag, amely mellé jó beidegzés is társul (sok idegvégződés, amelyek ugyanazon gerincvelői ideggel vannak összeköttetésben) (*Scerbo et al., 1992.*).

A reklámfilmek végeztével összegyűjtöttük az általános demográfiai adatokat, majd megkértük a résztvevőket, véleményezzék a reklámokat, amelyekhez nyílt és zárt kérdéseket tettünk fel és amelyet 7 pontos JAR (Just-About-Right)-skálán értékelhettek a kutatást segítő személyek. A kérdéssor az alábbi linken elérhető: [kérdéssor_GSR](#)

4.4. Adatelemzés



11. ábra: Tobii Pro Lab szoftver kiértékelést segítő felülete SCR (GSR) görbével és szakkádokkal (saját szerkesztés)

Az alkalmazott Tobii® Pro Lab szoftver beépített funkciójának köszönhetően a mérési eredmények vizuálisan és „analitikus” megközelítéssel is megközelítéssel is jó kiértékelést biztosítanak (egy ilyen vizuális kiértékelést mutat be a **11.ábra**). Előbbi variáció során több lehetőség is áll rendelkezésünkre.

- A hő térkép (heatmap) – amelyet a **12. ábra** illusztrál - különböző színekkel jelöli azon területeket, amelyekre a résztvevők tekintete esett. Zöld színnel indikálja azon területeket, melyekre rövid ideig tekintett a néző, piros színnel pedig a hosszabb (~ 1 mp.) rápillantásokat mutatja.
- A pásztázást („scan path”) a fixációk és szakkádok irányát mutatják meg, adott AOI-n eltöltött időt arányosan növekvő körrel jelöli a szoftver.
- A méhrács („Bee swarm”) pontok egyénenként mutatja a résztvevők tekintetét az adott időpillanatban. Alkalmazása akkor javasolt, ha korlátozott (alacsony) mintaszámmal dolgozunk, ugyanis, ha nem „sliding window” eljárást alkalmazunk, nehezítheti a kiértékelést a sok, összefolyó jelölés.



12. ábra: Tobii® Pro Lab analízis "heatmap" alapú elemzése (saját szerkesztés)

A mérésből származó nagy adatmennyiség miatt azonban érdemes különböző „zajszűrő” metódusokat alkalmazni a kiértékelésnél (pld. mozgóátlag) és megfigyelni, hogy az eltérő eljárások esetében a kapott eredmény egyrészt mennyivel tér el a szüretlen adatok által adott eredményről, másrészt mely paraméterek mellett kapható az optimálisan jól kezelhető adatsor. Egy alapértelmezett zajszűrést a Tobii® Pro szoftvere is végez, melynek paraméterei a következők:

- mintavételi gyakoriság: 15 Hz
- minimálisan érzékelt GSR jel: $0,03\mu\text{S}$.

A szűrt és a kinyert adatsorokat először átlagoltuk (hiszen adott időpillanathoz a szoftver az adott szenzorok által mért jelek mindegyikét rögzítette, majd az adatsoron standardizálást követően főkomponens-analízist, valamint klaszterelemzést végeztünk R Studio® (*R Studio 4.2.1., PBC, Boston, Massachusetts, USA*) és az alábbi könyvtárak könyvtárak, package-g segítségével:

- ggfortify (verziószám: 0.4.16)
- ggplot2 (verziószám: 3.4.0.)
- cluster (verziószám: 2.1.3.)

A kiértékeléshez használt kódsort a dolgozat *IV. melléklete* tartalmazza.

A főkomponens-elemzés célja, hogy felleljük az adatsorainkban lévő mintázatot és redukálhassuk azon folytonos változók számát (így egymással nem korreláló változókat hozzunk létre). Fontos, hogy nem felügyelt módszerről van szó, azaz a kalkulációk során a legfontosabb integrált változókat (főkomponenseket) kizárólag a minta sajátosságából eredő tényezők, nem pedig az előre meghatározott változók adják.

A főkomponens elemzést követően követően a klaszterek kedveltség és reklámismertség közötti összefüggéseit vizsgáltuk SPSS® szoftver segítségével (IBM Corp. Released 2023. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 29.0.1.0 Armonk, NY, USA).

5. Eredmények és kiértékelésük

5.1. Adatok feldolgozása

A vizsgálat során 44 fő vett részt a mérésben. A bőrellenállást mérő eszköz nagy mintavételi frekvenciájának és érzékenységének köszönhetően (másodpercenként közel 100-120 mérési eredmény közel 40.000 pont keletkezett résztvevőnként, amelyet, ha ábrázolni szeretnénk a felvételi idő függvényében egy nehezen értelmezhető, zajos eredménysort kapnánk.

A kapott adatokat az alábbi mozgóátlagok szerint vizsgáltuk:

- „nyers”, azaz szűrés nélküli adatsor (0,007995s feltételi gyakoriság
- 0,1, azaz másodpercenként 10 felvételi gyakoriság.
- 0,2, azaz másodpercenként 5 felvételi gyakoriság.
- 0,3 azaz másodpercenként 3,33 felvételi gyakoriság.
- 0,5, azaz másodpercenként 2 felvételi gyakoriság.
- 0,75 azaz másodpercenként 1,5 felvételi gyakoriság.
- 1, azaz másodpercenként 1 felvételi gyakoriság.
- 2, azaz másodpercenként 0,5 felvételi gyakoriság.
- 3, azaz másodpercenként 0,33 felvételi gyakoriság.

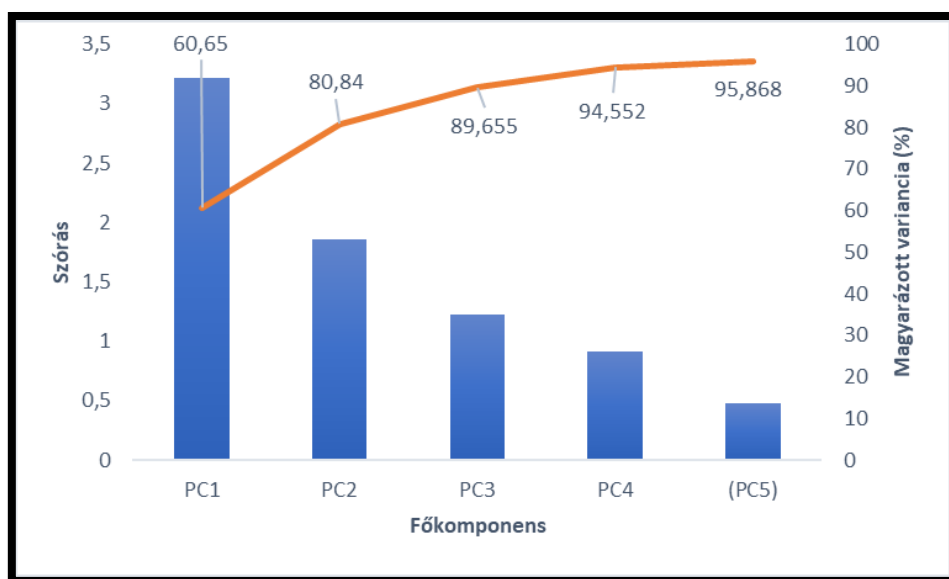
A kapott adatokat a szoftver segítségével Microsoft® Excel-ben (verziószám: 2309, programcsomag: Office 16, Microsoft, Redmond, Washington, Egyesült Államok) kimentettük, majd elvégeztük az előszűrő eljárásokat. Ezt követően a standardizált időpontokhoz (melynek alapját az időpontokban fellépő GSR értékek különbsége adja) hozzárendeltük a felvételben résztvevők adatsorait, ugyanakkor azt tapasztaltuk, hogy 3 fő mérése során a felvétel 8. másodpercétől áll csupán rendelkezésre adat, amelynek oka két okra vezethető vissza: vagy nem változott a felvétel kezdetétől a bőrellenállás-érték, vagy kontakthiba volt az érzékelők és az eszköz között (az adatvesztés elkerülése érdekében a mérési eredményeket elcsúsztatva megtartottuk). Az így kapott görbéket a dolgozat *III. mellékletében* lehet megtekinteni.

Transzponálást követően soraink a résztvevőket, míg oszlopaink az időpontokat tartalmazzák.

A standardizálást (amely a relatív bőrellenállás-különbségeket vette alapul) követően elvégzett főkomponens-analízis eredményét az **5. táblázat** és a **13. ábra** tartalmazza. A táblázatban ugyan a legjobb magyarázott variancia értéket a 3s rögzítési gyakoriság mellett végzett főkomponens-elemzés adja, viszont ott már túlságosan nagy az adatvesztés és nem rajzolódna ki a -lényeges- bőrellenállás különbségek.

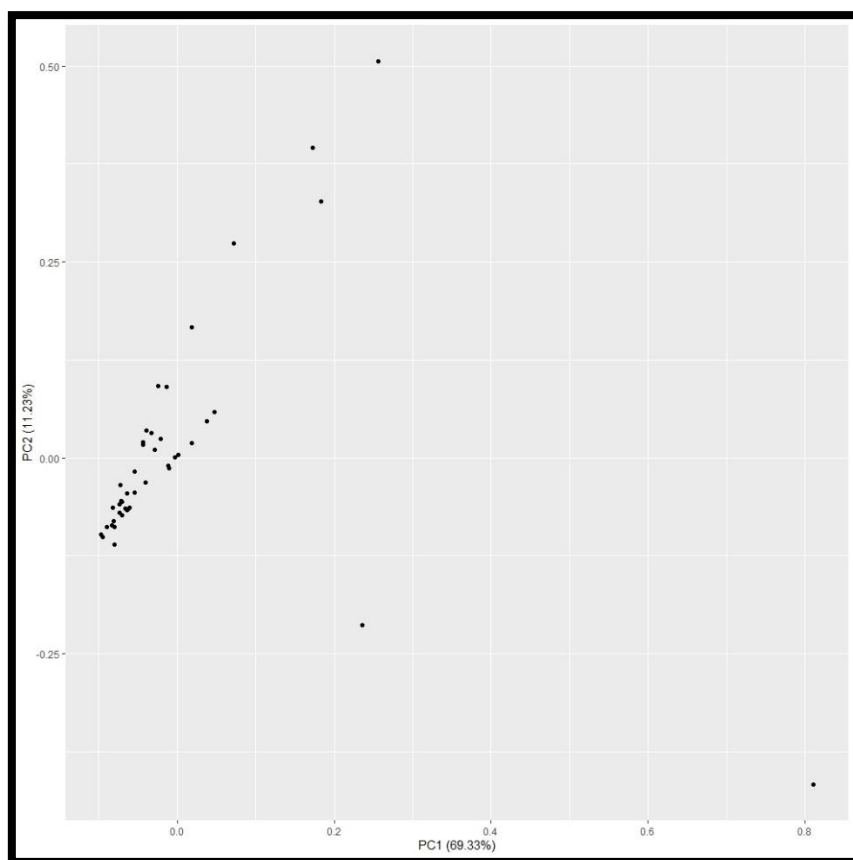
5 táblázat: Főkomponens analízis eredményei a rögzítési gyakoriság függvényében standardizálást követően

Rögzítési gyakoriság	Főkomponens száma	Szórás	Magyarázott variancia
1/0,007995s 99,27	PC1	52,1214	0,9184
	PC2	12,81361	0,05551
	PC3	7,15142	0,01729
	PC4	2,35726	0,00188
1/0,1s 82,58%	PC1	3,5198	0,6675
	PC2	1,2502	0,08421
	PC3	0,8658	0,04039
	PC4	0,7917	0,0337
1/0,2s 73,48%	PC1	1,9321	0,4308
	PC2	1,1201	0,1448
	PC3	0,86285	0,08592
	PC4	0,79688	0,07329
1/0,3s 82,96%	PC1	3,2377	0,5596
	PC2	1,5945	0,1357
	PC3	0,98734	0,0823
	PC4	0,87705	0,05204
1/0,5s 92,96%	PC1	3,2396	0,5299
	PC2	2,2549	0,2567
	PC3	1,3363	0,09017
	PC4	1,02253	0,05279
1/0,75s 93,99%	PC1	3,2158	0,6933
	PC2	1,2942	0,1123
	PC3	1,0835	0,07871
	PC4	0,91105	0,05565
1s 91,71%	PC1	3,5291	0,7113
	PC2	1,3750	0,1080
	PC3	0,99861	0,05695
	PC4	0,84537	0,04081
2s 93,30%	PC1	3,7518	0,7148
	PC2	1,6313	0,1351
	PC3	0,98433	0,04921
	PC4	0,81721	0,03392
3s 95,97%	PC1	2,6709	0,7858
	PC2	1,0688	0,1258
	PC3	0,4997	0,02751
	PC4	0,43263	0,02062



13. ábra: Főkomponensek szórása és magyarázott varianciája az 1/0,75s rögzítési gyakorisággal vett adatsor esetében

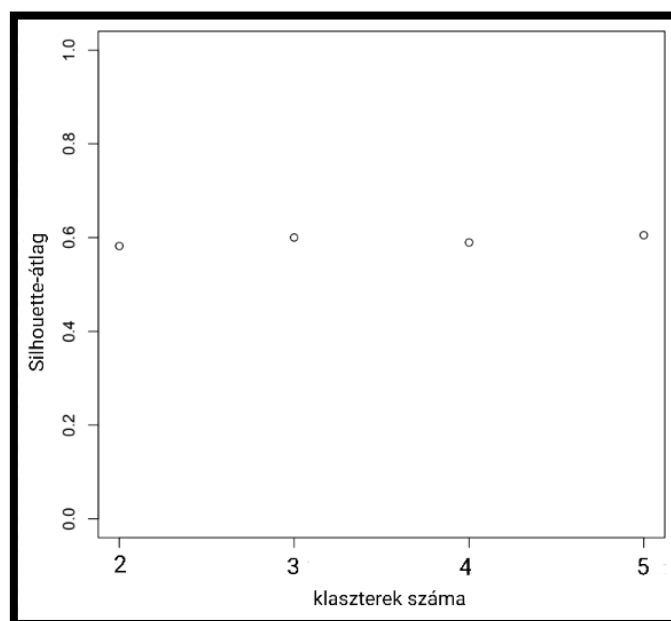
A főkomponens elemzésből kapott sorvektorokat a 1/0,75s különbség-értékek esetében („scores”) ha az első és második főkomponens szerint ábrázoljuk, úgy érdekes eredményeket láthatunk, amelyet a **14.ábra** szemléltet.



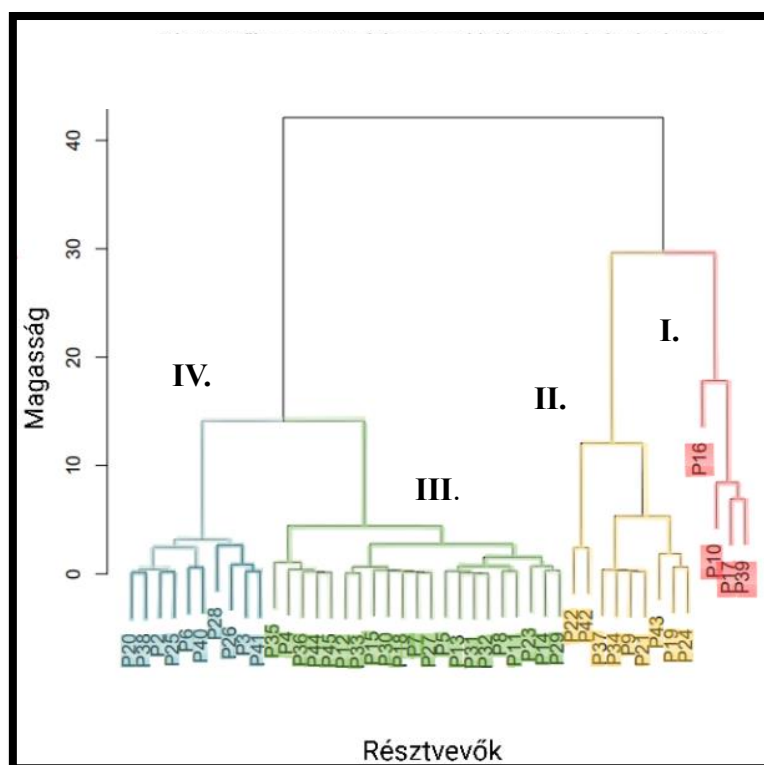
14. ábra: Résztvevők PC1-PC2 mentén történő feloszlása

A főkomponens elemzését követően klaszterelemzést végeztünk, melynek célja a résztvevők csoportba sorolása valamilyen közös tényező alapján (esetünkben a bőrellenállás-különbség értékekből levezetett főkomponensek szerint). Az objektívan történő csoportkialakításhoz az agglomeratív (hierarchikus), euklidészi távolságon alapuló varianciamódszert használtuk. Utóbbinak használatát (Ward-módszer) indokolja a klasztercsoportok tagjai között lévő, belső szórásnégyzetösszeg (Fülöp, 2006; Gere, 2023). Hatékonyságát a Silhouette-átlagok mutatják meg: ez az érték minél magasabb, annál inkább sikerült egymástól elkülönülő (térben) csoportokat létrehozni.

A klaszterezés megfelelőségét a **15.ábra**, míg a csoportosítást ábrázoló dendrogramot a **16. ábra** mutatja be. A végső klaszterszám kialakításánál figyelembe vettük azok összetételét, amelynél a hasonló eloszlás felé törekedtünk (így adódott az, hogy az I. klaszterben 1 helyett 4 fő található).



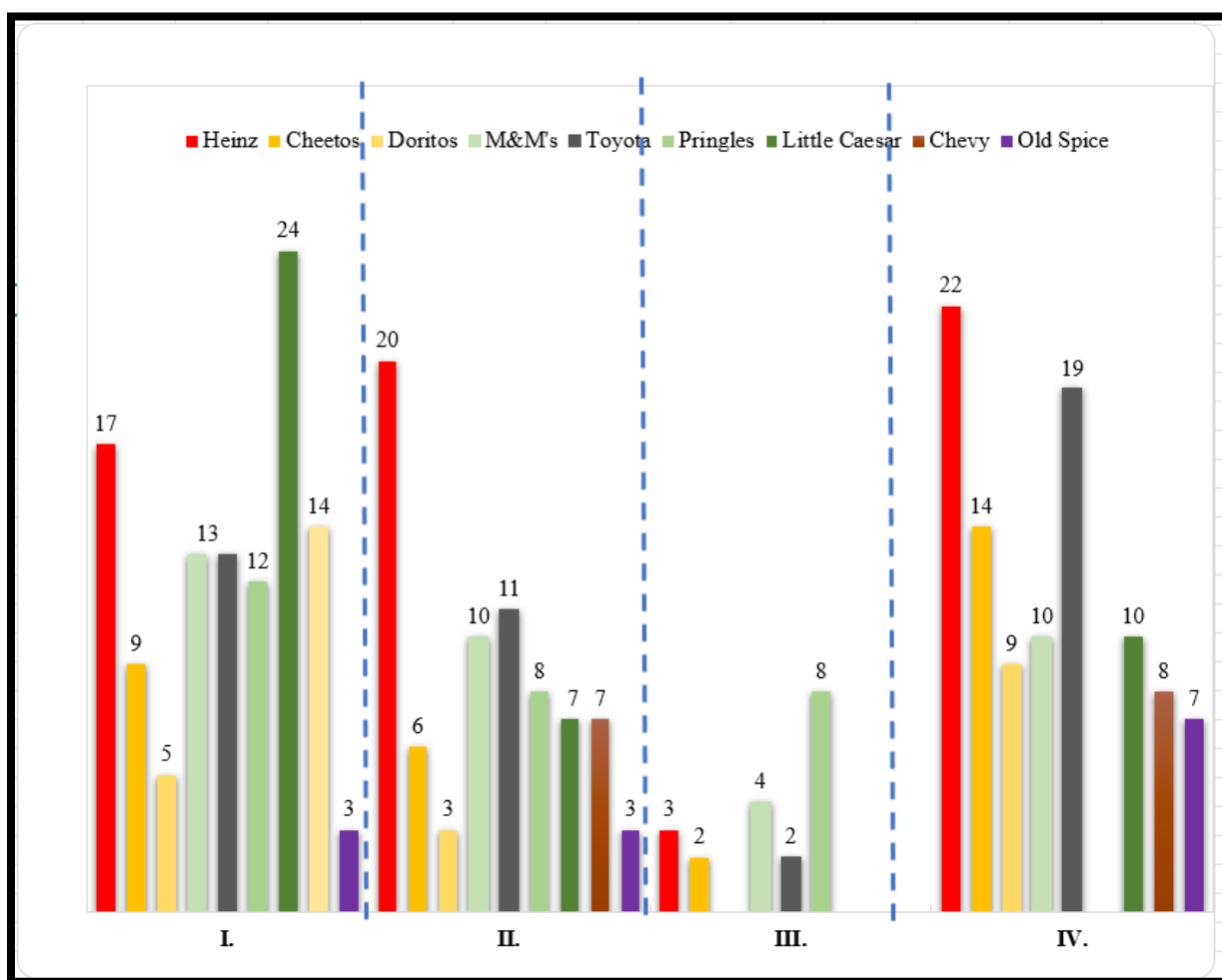
15. ábra: A klaszterezés megfelelőségét igazoló Silhouette átlagok



16. ábra: Résztevők csoportosítása az euklidészi távolságok alapján, Ward módszerrel és a klaszterek „sorszámával” (GSR075dif) (saját szerkesztés)

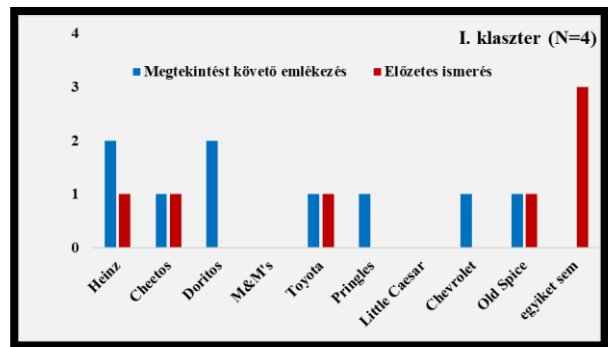
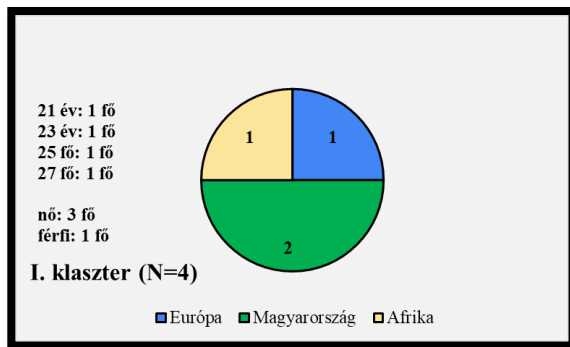
5.2. Klaszterek eredményeinek kiértékelése

A klaszterekbe történő besorolást követően összevetettük az átlagos bőrellenállás-különbség adatsorokat, majd megnéztük, hogy hol jelentkeznek csúcsok (pozitív eltérés) és völgyek (csökkenések). Csúcsnak tekintjük azokat a pontokat, amelyek esetében teljesül, hogy a különbségértékek a maximális érték 20%-ánál nagyobbak. Ezek összefoglalását a **17. ábra** tartalmazza: elmondható, hogy a legtöbb pozitív stimulust a Heinz® reklámanyaga váltotta ki (62 db), viszont csoport tekintetében az I. klaszter produkálta a legtöbb csúcsot (110). Fontos megjegyezni, hogy a pozitív stimulusok nem jelentenek közvetlen kedveltséget, hiszen csak bőrellenállás-változásról van szó.

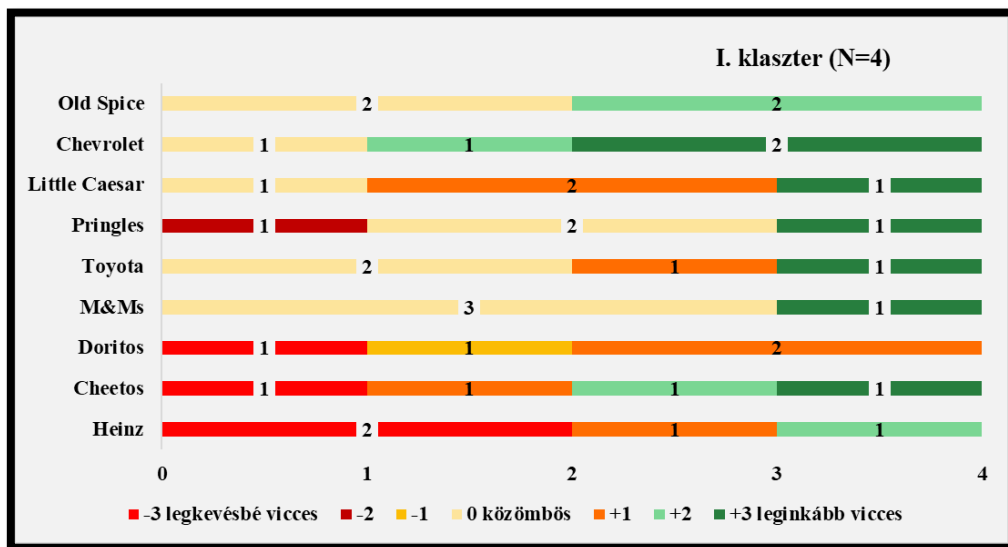


17. ábra: Pozitív stimulusok száma az egyes klaszterek esetében

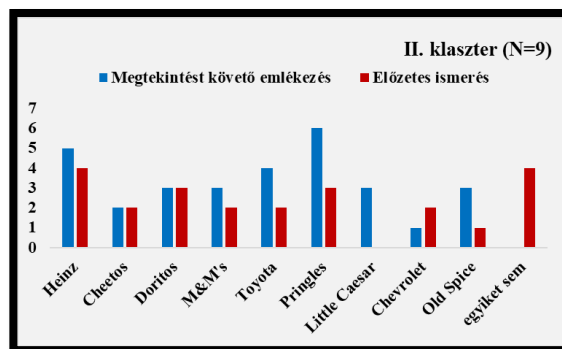
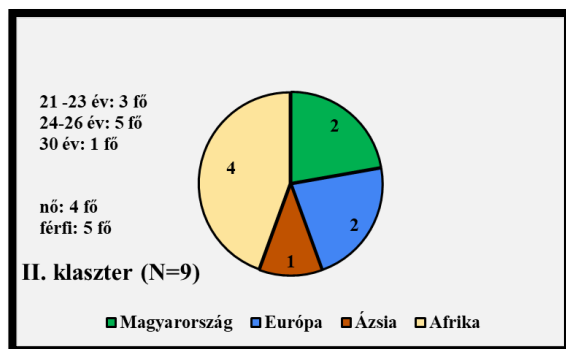
Az egyes klaszterek összetételét és legfontosabb információit a **18.1-21.1.** ábrák mutatják be.



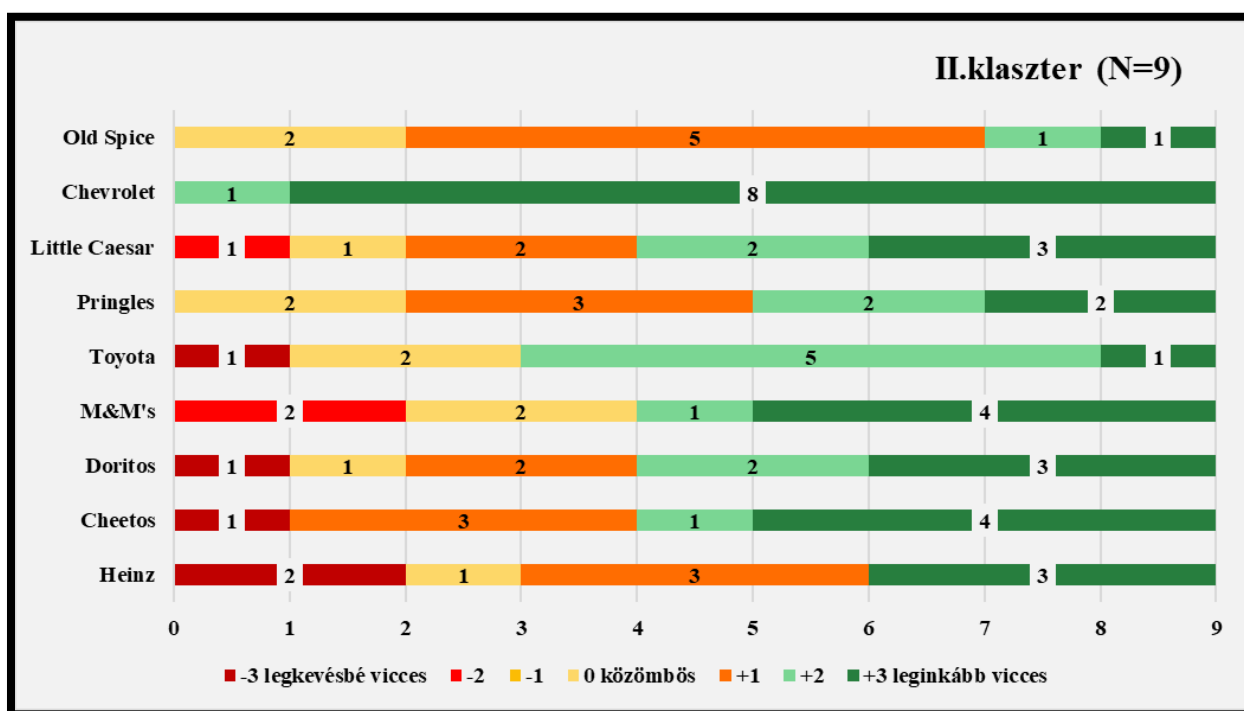
18.1 és 18.2. ábra: I. klaszter tagjainak nem szerinti és származási hely alapján történő megoszlása (N=4)



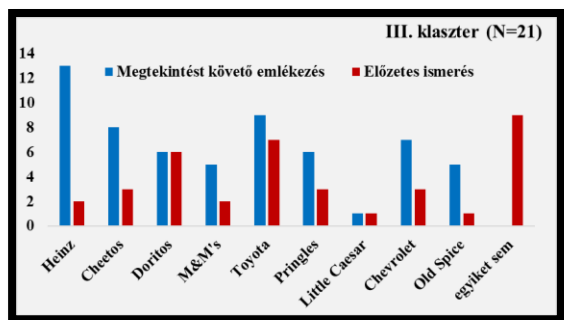
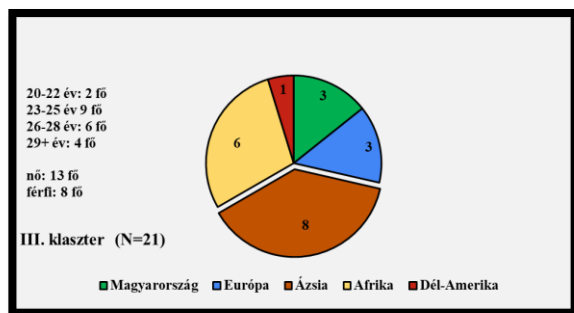
18.3. ábra: I. klaszter tagjainak reklám értékelése (N=4)



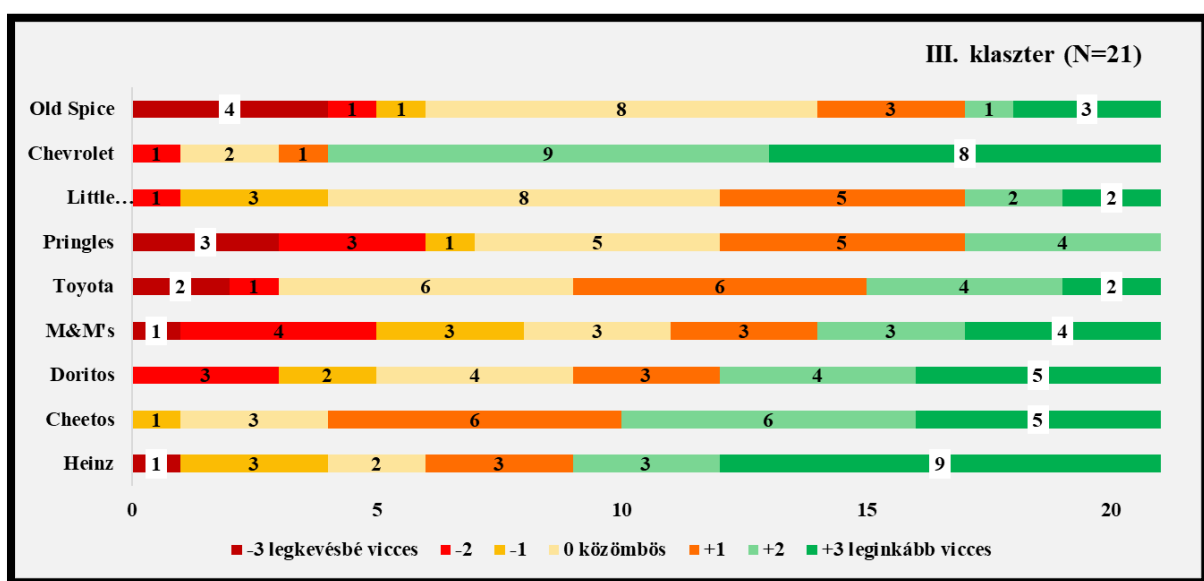
19.1. és 19.2. ábra: II. klaszter tagjainak nem szerinti és származási hely alapján történő megoszlása (N=4)



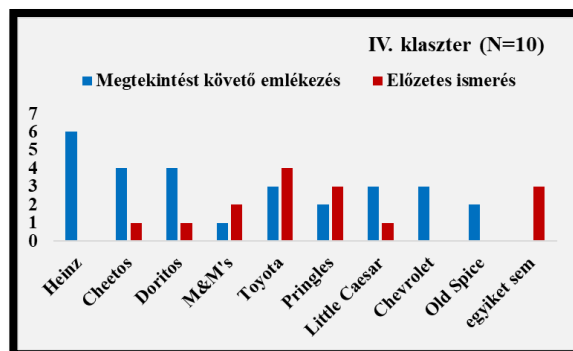
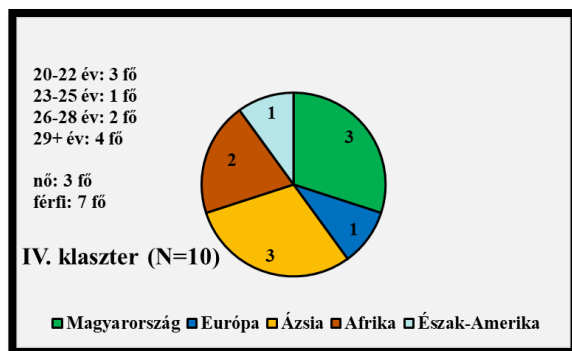
19.3. ábra: II. klaszter reklám kedveltsége (N=9)



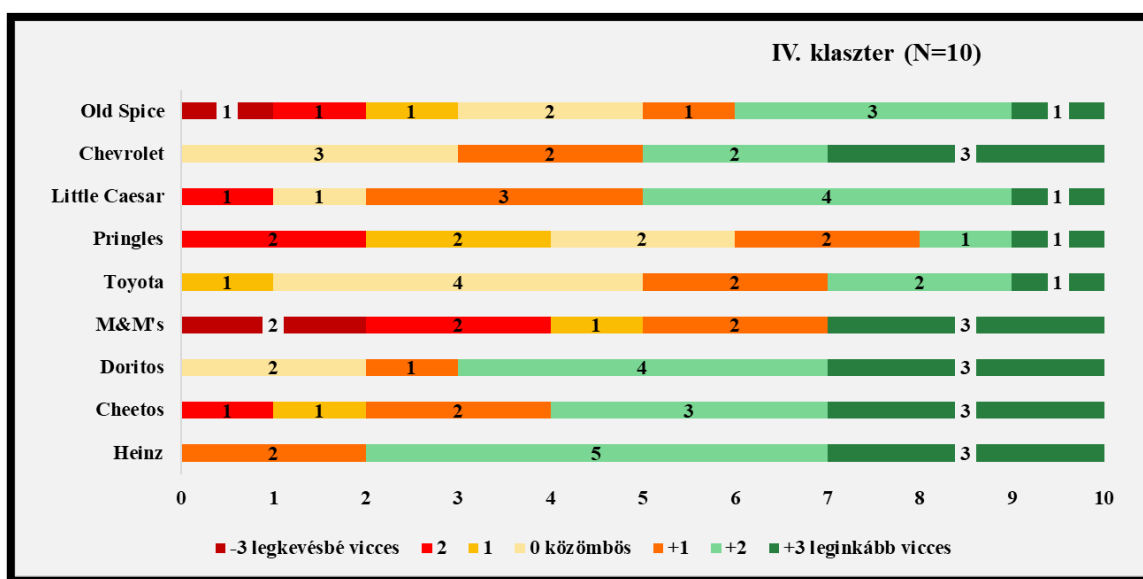
20.1. és 20.2. ábra: III. nem szerinti és származási hely alapján történő megoszlása (N=21)



20.3. ábra: III. klaszter reklám kedvelése (N=21)



21.1. és 21.2. ábra: IV. klaszter nem szerinti és származási hely alapján történő megoszlása (N=10)



21.3. ábra: IV. klaszter reklám értékelése (N=10)

A résztvevők reklámok megtekintését követő adatfelméréseket követően az alábbi, általános következtetéseket vonhatjuk le 95%-os konfidenciaszint mellett:

- Az életkor a legtöbb reklám esetében nem, de a Cheetos® ($p=0,075$), Doritos® ($p=0,038$) és Old Spice® ($p=0,097$) filmek esetében különbséget mutatott. A 20 és 22 év közötti résztvevők több esetben emlékeztek a reklámban szereplő márkára, mint 29 évet meghaladók, a 26-28 év közöttiek és 23-25 év közöttiek. Ugyanakkor az életkor egy esetben (reklám kedveltség tekintetében) további szignifikanciát mutatott (M&M's®, $p=0,004$). A 26-68 év közöttiek adták a legmagasabb pontszámot a kedveltségre (1,83), míg a legrosszabbat a 29+ éves korcsoport (-0,78).
- A nemzetiség (származási hely) a Cheetos® ($p=0,011$), Doritos® ($p=0,02$), Pringles® ($p=0,01$), Chevrolet® ($p=0,02$) és Old Spice® ($p=0,01$) reklámokra való emlékezés esetében szignifikáns hatással rendelkezik: Jellemzően a magyarországi résztvevők emlékeztek helyesen, de a Pringles® reklám esetében ez inkább az európai (nem magyarországi résztvevőkre igaz).

A reklámértékelés esetében az M&M's® ($p<0,001$), a Little Caesar® ($p=0,07$) és Old Spice® ($p=0,019$) reklámoknál volt jelentősége a nemzetiségnek: az említett filmeknél az afrikai országból származó résztvevők adták átlagosan a legtöbb pontot (1,76 1,46, 1,38).

- A nemnek nincs szignifikáns hatása a reklámokra történő visszaemlékezésre, ugyanakkor a reklámkedveltségre igen: a Doritos® ($p=0,003$), Little Caesar® ($p=0,059$), Chevrolet® ($p=0,091$) és Old Spice® ($p=0,074$) filmek esetében a férfiak adtak nagyobb pontszámot, viszont mindkét nem -az Old Spice® reklámot leszámítva- inkább kedvelte a vetített anyagot.
- Több, előzetesen ismert és a reklám kedveltség esetben korrelációt mutattak a résztvevők: például a Doritos® reklámra jobb értékelést adtak azok, akik már egyszer látták ugyanezt a reklámot ($p=0,054$). Hasonlót tapasztaltunk a Little Caesar® reklám esetében is azzal a kiegészítéssel, hogy itt a reklámra való visszaemlékezés és a reklám kedveltsége között van összefüggés ($p=0,054$). Ezen kivételes eseteket leszámítva megállapítható, hogy a reklámokra adott értékelés és az előzetes reklám ismeret, valamint reklám visszaemlékezés között nincs szignifikáns különbség.

5.2.1. Heinz® reklám

A tesztvideók közül elsőként ezen, vidám hangulatú 61 másodperces anyag került levetítésre, melyben törpetacskó kutyák hot-dog jelmezben futottak a gazdáik felé, miközben a háttérben Harry Nilsson „Without You” című száma szólt. Ahogy a klaszter-görbékből (lásd **22.1-22.4 ábra**) kiderült, az első 10 másodpercben a kutyák megjelenésével hirtelen gyorsan növekedtek GSR értékek, a fókusz az első kutyán szerepelt. Szintén ugrás volt tapasztalható a gazdák és a kisgyermek megjelenése során.

A II. klaszter tagjai számottevő különbséget produkálnak a többiekhez képest: kizárólag a képernyő középső 70%-át nézték sokáig (lásd **12.ábra**) és csak az első állat mozgását követték le a tekintetükkel, a háttérben futókra rá sem néztek. Ugyanakkor észlelést tapasztalhattak a mozgó testekről, mert a GSR értékek emelkedtek (átlagosan 40%-kal). A III. klaszter résztvevői keresték a hölgy résztvevőt, míg a többieknél ez a jelenség nem volt megfigyelhető.

Abban mindegyik klaszter egyezést mutatott, hogy a széleken álló szósz-embert (BBQ és mustár) rá sem tekintettek, először a logót, majd a képernyő alján lévő feliratot olvasták el. Összességében kedveltnek értékelték a résztvevők a reklámot (melynek oka a szószok-hotdogok- „I can't live, if living is without you” hármas hatás lehetett).

5.2.2. Cheetos® reklám

A tesztvideók második alanya a Cheetos® volt, akik popcorn-chips termékfejlesztéssel rukkoltak elő. Tematika szerint az összekoszolódott kéz miatt a beérkező „megbízásokat” az alanyoknak nem kellett teljesítenie és erre hoz a reklám humorosabb példákat (nem kell segítenie költözésnél, edzés közben, pók leütésében) és minden ilyen jelenet végén megjelent egy sötétbőrű, éneklő ember („You can't touch this”). A 30 másodperces videó során a II és IV. klaszter tagjait leszámítva senki nem vetett pillantást sem a termékre, sem pedig a felmutatott ujjakra, a beszélő arcára fókuszálnak. A legnagyobb ugrást a megjelenő pók és a kerti kosárból való hirtelen átalakulás produkálta (40-50%). Összességében egy kedveltebb videóról volt szó a humorosabb és gyerekesebb szituációkkal együtt.

5.2.3. Doritos® reklám

A harmadik videó a Doritos® vidámabb hangvétellű reklámanyaga volt, amely 21 másodpercben mutatott be egy ultrahangos vizsgálatot. A várandós anyuka ultrahanggal nézte a fejlődő kisbabát, míg az apuka közben Doritos®-t rágsált. A vidámságot ebben az a jelenet eredményezte, mikor az apuka észreveszi, hogy a kisbaba úgy mozog, ahogy ő az anyuka hasa körül mozgatja a kivett chips-et. Az anyuka ezen felháborodott, majd az ágy végére dobja a

chipsdarabot, aminek hatására a gyermek is a dobás irányába indult. A jelenet pedig közös sikítással és a márka logójának bejövételével zárult.

Itt már a II., III., IV. klaszter tagjai is ránéztek a termék csomagolására és elsősorban arra fókuszáltak, valamint a megjelenő ultrahang felvételre. A videó végi hangzavar nem váltott ki intenzív szemmozgást egyik klaszter tagjai esetén sem, ugyanakkor némi ugrást (22-24%) jelentett a bőrellenállás-értékben is.

5.2.4. M&M's® reklám

A 30 másodperces videó során különböző jeleneteken ment végig a felvétel, amelynek lényege, hogy valamilyen mondvacsínált valamilyen tévedés, megzavarás, károkozás esetén a károsult kapott egy csomagot a termékből. A résztvevők ezt a reklámot nem találták túlságosan izgalmasnak, jellemzően beszélgetők arcára fókuszáltak, mintsem a termékre.

Ugyanakkor az első 10 másodpercben jelentkezik egy csúcs, amelyet nem tudunk beazonosítani, hogy mi válthatta ki. Ezek mellett itt is elmondható volt, hogy amely szereplő a képernyő oldalára esett, vagy sötét színű volt (lásd. barna M&M's® figura), nem vettek róla tudomást.

5.2.5 Toyota® reklám

Az ötödik, körülbelül 60 másodperc hosszú videóban egy komolyabb hangvételű audiovizuális anyag került levetítésre, melynek fókuszában Jessica Long, amerikai paralimpikon állt. A videó egy -feltehetően orvostól a szülő irányába zajló- telefonhíváson és gyermekből felnőtté váláson keresztül mutatta be Jessica-t, melynek csattanójaként a sportoló megnyeri az olimpiát és a szülei az amputáció hírére is örömmel várják a gyermek hazaengedését a kórházból. A jelenetek során a IV. klasztert leszámítva minden résztvevő közvetlenül az úszásra koncentrált, az említett csoportba tartozók pedig észlelik és megtekintik a környező képi világot (kórházi ágy, öltöző). Abban viszont minden klaszter egyezést mutatott, hogy hamarabb nézték meg az amerikai zászlót és az olimpiai szimbólumot, mintsem a Toyota® emblémát. A legnagyobb hatást a szülők támogató üzenete („It might not be easy, but It would be amazing. I can't wait to meet her” valamint a jelenet záró gondolata („We believe there is hope and strenght in all of us”, A bőrellenállás értékek közel 60%-os emelkedést mutattak valamennyi klaszter esetében. Ezek mellett irányított fókuszálást lehetett tapasztalni a narrátor „amplutated” szó elhangzását követően. Meglepő módon az értékelések során sok „legviccesebb” reakció érkezett a résztvevőktől, amely esetében érdekes lehet megfontolni azt, hogy a résztvevők közül volt-e olyan, aki félreértelmezte az erre irányuló kérdést („saddest-funniest”).

5.2.6. Pringles® reklám

A jelenetsor során közel 30 másodperc hosszúságban azt tapasztaltuk, hogy egy bűvárcsapat a központ jelentésére vár, ahol valójában különböző Pringles® chipsek összeillesztése alapján lévő új kompozíció születik meg. Ennek ők örültek és a hír hallatára a bűvárcsapathoz érő, más halászhajón is rájönnek erre a kompozícióra, ahol táncra perdülnek és végül otthagyják a merülő csapatot. A reklám maga nehezen volt értelmezhető a résztvevők számára, ahogy ez a szemkamerán és az AOI-ból is kiderül: a jellemző eltekintések mellett nagyon beszélő-centrikusak voltak, a termékre rá sem tekintettek (a III. klasztert leszámítva). GSR csúcs jellemzően a 16. másodpercnél, valamint a 25. másodpercnél jelentkezett, utóbbit az emberek táncolása és a háttérben szóló zene válthatta ki.

5.2.7. Little Caesar® reklám

A reklám arról szólt, hogy egy amerikai hölgy a fenti cégtől pizzát rendelt, amelynek tésztáját a szeletelt kenyérhez hasonlítja („sliced bread”). A következő jelenetekben pedig a főnök különböző termékfejlesztési ötleteit láthattuk, majd a különböző heves reakcióit a kellemetlen hasonlat megcáfolására. A reklám csúcspontját a részvények beesése és a főnök humorosabb reakciói (kancsóból való ivászat, irodai papírok felgyújtása, struccmadár rohanása, főnök futárnak állása) adta. Ugyanakkor a reakciók látványossága nagyban befolyásolja a fókuszált területet: a beszéd vonzza a tekintetet, ugyanakkor a lángra, a strucc rohanására alig tekintenek a résztvevők.

Viszont az a reakciókból és a felmérés végi kérdőívből jól kiderült a reklám (és esetleg a vállalat alacsonyabb ismertsége), hiszen először a gyártó nevét tekintik meg és csak utána vizsgálják a mozgó vállalati logót (a II. klasztert leszámítva). Bőrellenállást tekintve jelentős csúcsot a főnök futárként való megjelenése és „megbolondult” reakciójánál volt tapasztalható.

5.2.8. Chevrolet® reklám

A reklám alatt egy egyetemi diplomát követően a szülők ajándékkal kedveskedtek a friss diplomásnak: egy új kombihűtőt adtak volna át számára az udvaron, viszont a garázsikjára a szomszéd úr citromsárga Chevrolet® kabriója ékesedett. Az ifjú azt hitte, hogy az autó az ajándéka, amelyre különösen gyerekesen reagált: kiabált, rohanguált az autók körül, odahívja a barátait (akik közül egy lány egyből felajánlja magát feleségként), majd úgy ünnepelnek, mintha egy sporteseményt nyert volna meg a fiú. A mit sem sejtő szomszéd pedig közben beül az autóba és elhajt, a szülők pedig inkább nem szóltak a srácnak, nem ők akarták elvenni a lelkesedésüket. A humorosabb hangvételt 60 másodpercben tartalmazó reklámanyag során az I. klasztert leszámítva nem vették észre a hűtőt, hanem az autóra fókuszáltak. Ugyanakkor itt a

főszereplő-centralizáltság csupán részben figyelhető meg, a II. és a IV. klaszter figyelte a diplomás mozgását, míg a másik két csoportosulás a „haverok” ünneplését követte le a tekintettel. A videó végén a résztvevők nem néztek rá a logóra, hanem egyből a szövegre fókuszáltak.

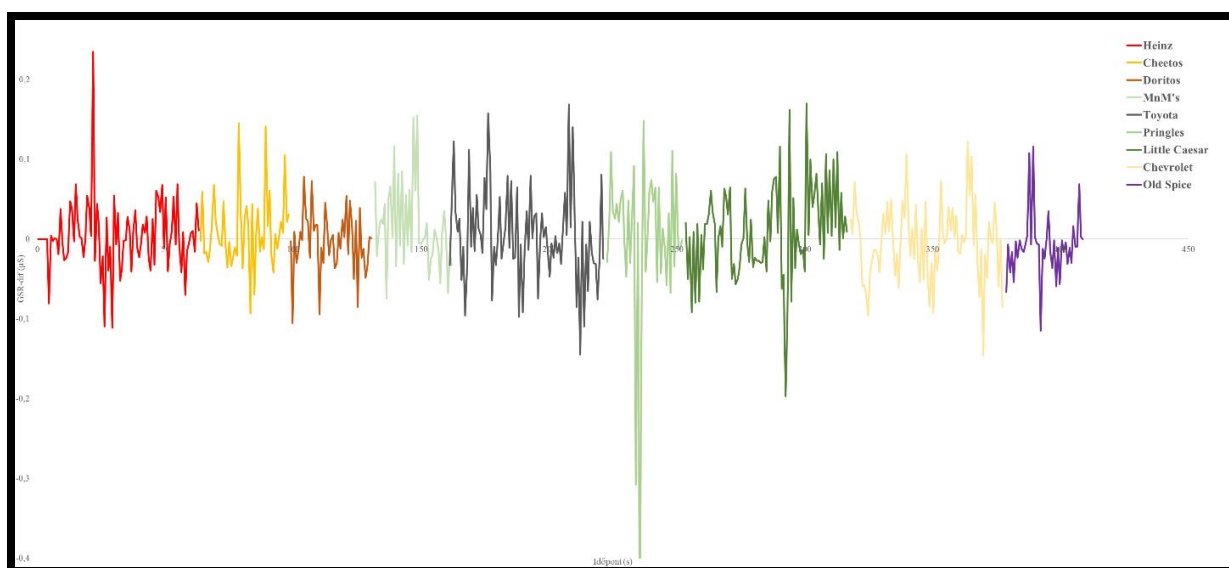
A legnagyobb bőrellenállást a lánybarát megjelenése és sikítása, a szomszéd megjelenése (ez magyarázza a hűtőre való asszociáció hiányát és az autóval való elhajtást) okozta.

5.2.9. Old Spice® reklám

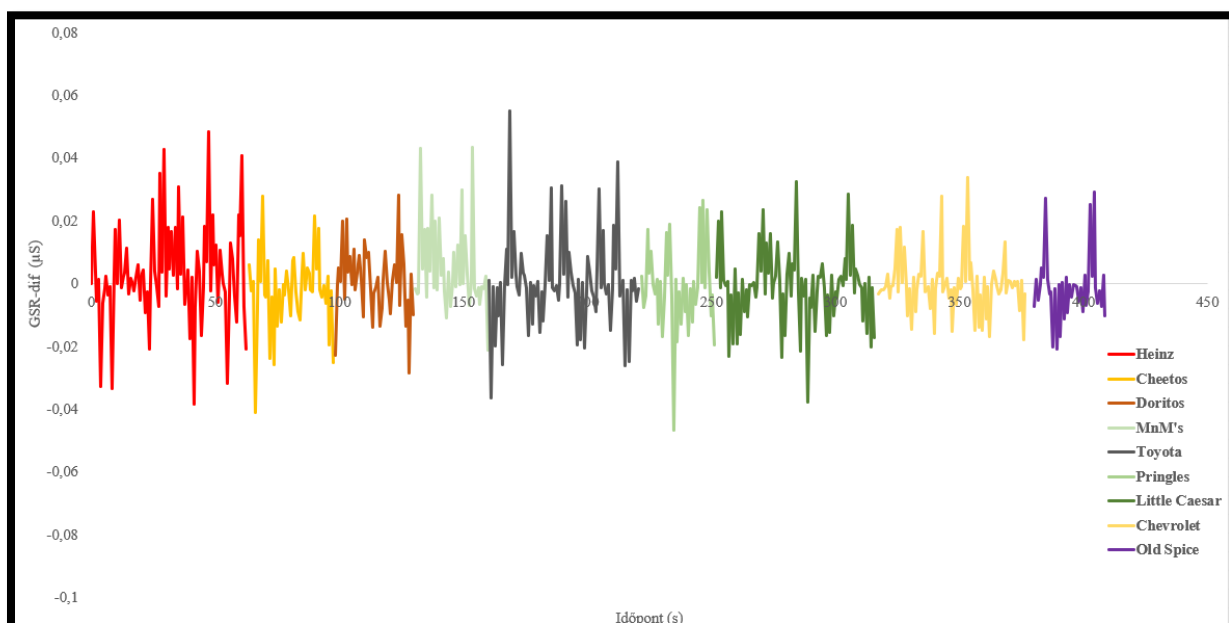
A reklám egy átlagos mosópor bemutatásával kezdődött, melynek közepén nagy hang- és fényrobbanás közepette megjelent egy izmos férfi, aki kiabálással közli a bemondóval, hogy unalmas a reklám. Ezt követően megrázta izmos testét, majd a plafonon keresztül kirepült a képből, a végén pedig néhány snitt erejéig megmutatásra kerül a reklámozni kívánt termékcsalád.

Első érdekességként jelent meg, hogy a férfi narrátor megjelenését kísérő jelenetre nem reagáltak a tekintetükkel, hanem egyből a férfit keresték (ez magyarázat lehet az előzetes ismertségre). Ezt követően alig néztek már a hölgyre, minden tekintet a férfi arcára vagy a kidolgozott és mozgatott mellizmaira szegeződött.

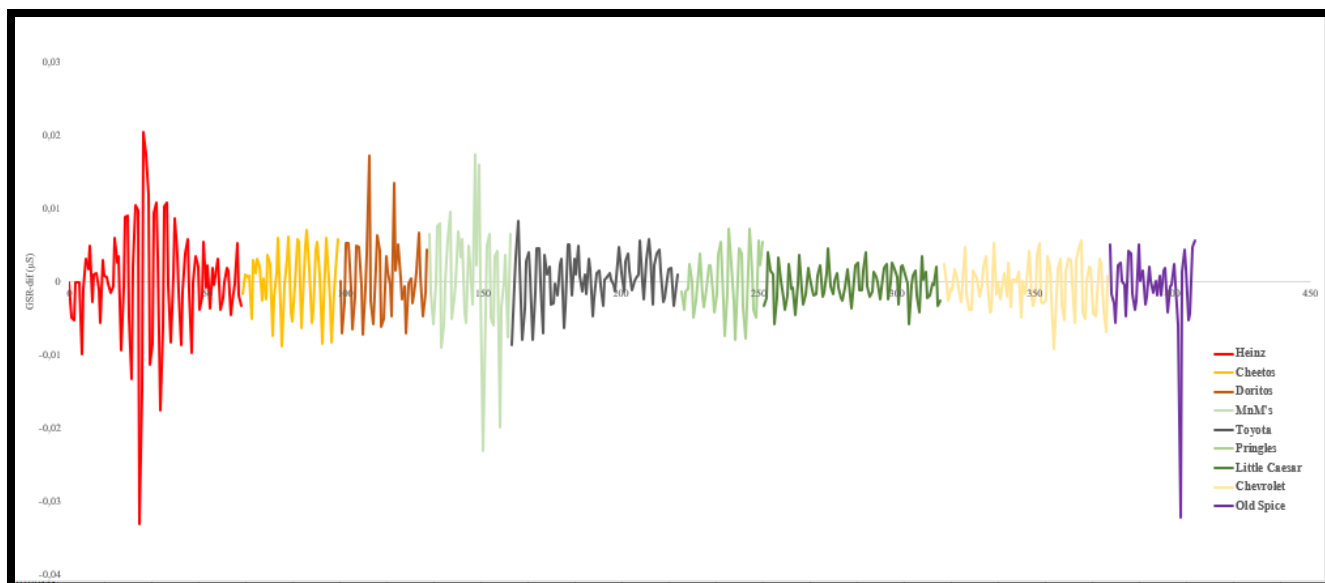
Ezt követő általános jelenség, hogy a termékcsalád bemutatásakor senki sem nézett rá a termékekre, hanem kizárólag a logóra koncentráltak -arra sem reagálnak, hogy a főhős „elrepült” az utolsó másodpercekben a képernyőn keresztül. A legintenzívebb bőrellenállás ugrás a végső elsötétülés és a felvétel lezárása adta (40%).



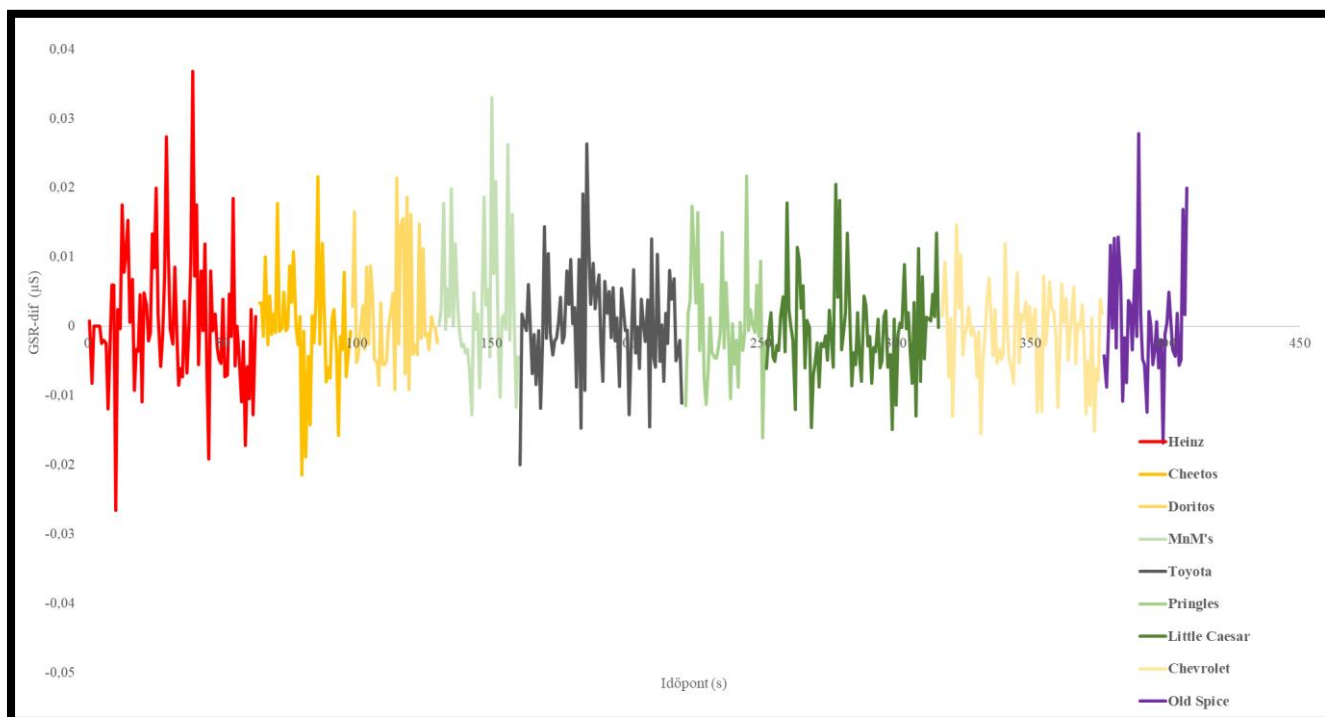
22.1. ábra: I. klaszterbe tartozó résztvevők bőrellenállás-különbsége (saját szerkesztés)



22.2. ábra: II. klaszterbe tartozó résztvevők bőrellenállás-különbsége (saját szerkesztés)



22.3. ábra: III. klaszterbe tartozó résztvevők bőrellenállás-különbsége (saját szerkesztés)



22.4. ábra: IV. klaszterbe tartozó résztvevők bőrellenállás-különbsége (saját szerkesztés)

6. Összefoglalás

A bőrellenállás és szemkamerás vizsgálatok relevanciája napjainkra megkérdőjelezhetetlenné vált az érzékszervi minősítés és neuromarketing tudományában. Ezek a gyorsan, paraszimpatikusan működtetett, fiziológiai eredetű, elektromos vezetőképességen, valamint fotoreceptorokra eső inger-intenzitáson alapuló eljárások képesek feltárni az elsősorban külső környezetből származtatható hatásokat (érzelmeket, érzeteket, amelyeket elsősorban külső környezetből származtatható. A fentiek mérésére számtalan eljárás ismeretes, de napjainkban a leginkább elterjedt az ujjközépi és ujjvégi porcokra elhelyezett szenzorokkal működtetett, hordozható bőrellenállás mérő (Shimmer[®]3+GSR), valamint a különböző statikus és dinamikus szemkamerák.

A dolgozat során a fentebb említett eszközzel, valamint a Tobii[®] gyártó Pro Nano szemkamerájával vizsgáltuk, hogy a különböző hosszúságú, eltérő komplexitással rendelkező reklámok esetében melyek azok az audiovizuális hatások, amelyek az eltérő életkorú (20-48 év), származási helyű résztvevőknél bőrellenállás-változást, valamint megváltozott szemlélt területet (AOI, TOI) eredményezett, nagyobb számú fixációt váltott ki. Ezen felül azt vizsgáltuk, hogy a különböző zajsűrű eljárások alkalmazása miként befolyásolja a mérési eredményeink kiértékelését, valamint, hogy mely demográfiai és pszichográfiai adatok befolyásolhatják a reklámokra adott kedveltség értékeket.

44 fő bevonásával azt tapasztaltuk, hogy a megfelelő felvételi gyakoriság kiválasztása után, a főkomponens-elemzést és klaszter-analízist követően euklidészi távolságon alapuló, Ward módszerével végzett agglomeratív hierarchikus klaszterezés során 4 csoportba különíthetők el a résztvevők, akik eltérően reagáltak a különböző reklámokra (például a klasztereket alkotó résztvevők figyelmének tompulása, narrátor-fókuszáltság). Ezek mellett jellemzően elmondható, hogy a többség érzékeli, de nem követi le a hirtelen mozgásokat és effekteket, nagyon reklámközép-centrikusak, leginkább a beszélőre fókuszálnak, mintsem a termékre. Ez utóbbi a felmérésből is látszik: kevesen tudták pontosan beazonosítani a hirdetésben szereplő márkákat, amely több esetben is szignifikáns különbséget okozott a kedveltségi értékelésben. Az is megállapítható, hogy a reklámok többségében az előzetes ismeret és a megtekintést követő visszaemlékezés nem befolyásolta a reklámokra adott értékelést, viszont jelentős különbséget kell tenni az életkor, származási hely és nem között, amikor a reklámokra való reakciók elemzését végezzük.

7. Köszönetnyilvánítás

Dolgozatom elkészüléséhez valamennyi intézmény dolgozója közvetlenül és közvetett módon hozzájárult, amelyet ezúton is köszönöm minden olyan személynek, aki hozzájárult ezen tudományos munka megalkotásához.

Elsősorban szeretném megköszönni konzulenseimnek, Dr. habil. Gere Attila egyetemi docens Úrnak és Szakál Dorina PhD hallgatónak a tőlük kapott szakmai segítséget, támogatást, bizalmat, a nehéz időkben mutatott hitet és rendelkezésre állást.

Köszönöm az Élelmiszeripari Műveletek és Folyamatirányítás Tanszék, valamint a Méréstechnika és Automatizálás Tanszék valamennyi oktatójának az élelmiszermérnöki mesterképzés során nyújtott munkájukat.

Másodsorban szeretném megköszönni az élelmiszermérnöki (kiemelve Madácsi Csengét, Rédey Ágnes és Stefaniga Tamást) és agrármérnök-tanári szaktársaimnak a biztatást, motiválást, a „hajszolást”, az egészségi, szellemi hullámvölgyből való kitörés támogatását.

További hálaáradat illeti meg a családomat, barátaimat és ismerőseimet, akik támogattak a pályamunka elkészítése során.

8. Irodalomjegyzék

Szakirodalmi hivatkozások:

- Agarwal, S., & Dutta, T. (2015). Neuromarketing and consumer neuroscience: Current understanding and the way forward. *DECISION*, 42(4), 457–462. <https://doi.org/10.1007/s40622-015-0113-1>
- Allen, F., & Schwartz, M. (1940). THE EFFECT OF STIMULATION OF THE SENSES OF VISION, HEARING, TASTE, AND SMELL UPON THE SENSIBILITY OF THE ORGANS OF VISION. *The Journal of General Physiology*, 24(1), 105–121.
- Amano, T., Hirose, M., Konishi, K., Gerrett, N., Ueda, H., Kondo, N., & Inoue, Y. (2017). Maximum rate of sweat ions reabsorption during exercise with regional differences, sex, and exercise training. *European Journal of Applied Physiology*, 117(7), 1317–1327. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3619-8>
- Andrychowicz-Trojanowska, A. (2018). Basic terminology of eye-tracking research. *Applied Linguistics Papers*, 25/2, 123–132.
- Baraybar-Fernández, A., Baños-González, M., Barquero-Pérez, Ó., Goya-Esteban, R., & de-la-Morena-Gómez, A. (2017). Evaluation of emotional responses to television advertising through neuromarketing. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, 25(52), 19–28. <https://doi.org/10.3916/C52-2017-02>
- Brouwer, A.-M., & Knill, D. C. (2009). Humans use visual and remembered information about object location to plan pointing movements. *Journal of Vision*, 9(1), 24. <https://doi.org/10.1167/9.1.24>
- Carter, B. T., & Luke, S. G. (2020). Best practices in eye tracking research. *International Journal of Psychophysiology*, 155, 49–62. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2020.05.010>
- Casson, A. J., & Trimble, E. V. (2018). Enabling Free Movement EEG Tasks by Eye Fixation and Gyroscope Motion Correction: EEG Effects of Color Priming in Dress Shopping. *IEEE Access*, 6, 62975–62987. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2877158>
- Cho, D., Ham, J., Oh, J., Park, J., Kim, S., Lee, N.-K., & Lee, B. (2017). Detection of Stress Levels from Biosignals Measured in Virtual Reality Environments Using a Kernel-Based Extreme Learning Machine. *Sensors*, 17(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/s17102435>
- Coskun, A., & Cagiltay, K. (2021). Investigation of classroom management skills by using eye-tracking technology. *Education and Information Technologies*, 26. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10368-0>
- Critchley, H. D. (2002). Review: Electrodermal Responses: What Happens in the Brain. *The Neuroscientist*, 8(2), 132–142. <https://doi.org/10.1177/107385840200800209>
- Dindo, L., & Fowles, D. (2008). The skin conductance orienting response to semantic stimuli: Significance can be independent of arousal. *Psychophysiology*, 45, 111–118. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2007.00604.x>
- Drewes, H., Pfeuffer, K., & Alt, F. (2019). Time- and space-efficient eye tracker calibration. *Proceedings of the 11th ACM Symposium on Eye Tracking Research & Applications*, 1–8. <https://doi.org/10.1145/3314111.3319818>
- Dunlap, K. (1927). *The role of eye-muscles and mouth-muscles in the expression of the emotions*.

- Ferhat, O., & Vilariño, F. (2016). Low Cost Eye Tracking: The Current Panorama. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2016, e8680541. <https://doi.org/10.1155/2016/8680541>
- Fülöp, A. (2006). Klaszteranalízis: Alapvető fogalmak és algoritmusok. In *Bevezetés az adatbányászatba*.
- Gaur, D. R., Krishnamurti, R., & Kohli, R. (2009). Conflict Resolution in the Scheduling of Television Commercials. *Operations Research*, 57(5), 1098–1105. <https://doi.org/10.1287/opre.1080.0635>
- Gere, A. (2015). *MÓDSZERFEJLESZTÉS A PREFERENCIA-TÉRKÉPEZÉSSEN*. <https://doi.org/10.14751/SZIE.2016.048>
- Gere, A. (2022). *Szemkamerás vizsgálatok*. Korszerű fogyasztói érzékszervi vizsgálati módszerek, Budapest, MATE, Budai Campus, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet Árukezelés, Kereskedelem, Ellátási Lánc és Érzékszervi Minősítési Tanszék.
- Gere, A. (2023). Recommendations for validating hierarchical clustering in consumer sensory projects. *Current Research in Food Science*, 6, 100522. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100522>
- Geršak, G., & Drnovšek, J. (2020). Electrodermal activity patient simulator. *PloS One*, 15(2), e0228949. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228949>
- Geršak, G., Geršak, V., & Drnovšek, J. (2012). *PSYCHOPHYSIOLOGICAL MASUREMENTS IN EDUCATION*.
- Golnar-Nik, P., Farashi, S., & Safari, M.-S. (2019). The application of EEG power for the prediction and interpretation of consumer decision-making: A neuromarketing study. *Physiology & Behavior*, 207, 90–98. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.04.025>
- Gu, C., Chen, J., Lin, J., Lin, S., Wu, W., Jiang, Q., Yang, C., & Wei, W. (2022). The impact of eye-tracking games as a training case on students' learning interest and continuous learning intention in game design courses: Taking Flappy Bird as an example. *Learning and Motivation*, 78, 101808. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2022.101808>
- Guestrin, E. D., & Eizenman, M. (2006). General theory of remote gaze estimation using the pupil center and corneal reflections. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 53(6), 1124–1133. <https://doi.org/10.1109/TBME.2005.863952>
- Hannibal, S. (2018). The effect of photo taking on student visual and auditory memory of material presented. *South Carolina Junior Academy of Science*. <https://scholarexchange.furman.edu/scjas/2018/all/197>
- Hirata, A., Takano, Y., Kamimura, Y., & Fujiwara, O. (2010). Effect of the averaging volume and algorithm on the in situ electric field for uniform electric- and magnetic-field exposures. *Physics in medicine and biology*, 55, N243-52. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/55/9/N03>
- Horswill, C. A., Geeseman, R., Boileau, R. A., Williams, B. T., Layman, D. K., & Massey, B. H. (1989). Total-body electrical conductivity (TOBEC): Relationship to estimates of muscle mass, fat-free weight, and lean body mass. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 49(4), 593–598. <https://doi.org/10.1093/ajcn/49.4.593>
- Hu, T., Wang, X., & Xu, H. (2022). Eye-Tracking in Interpreting Studies: A Review of Four Decades of Empirical Studies. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2022.872247>
- Kahneman, D., Tursky, B., Shapiro, D., & Crider, A. (1969). Pupillary, heart rate, and skin resistance changes during a mental task. *Journal of Experimental Psychology*, 79(1, Pt.1), 164–167. <https://doi.org/10.1037/h0026952>

- Kobayashi, H., & Kohshima, S. (1997). Unique morphology of the human eye. *Nature*, 387(6635), Article 6635. <https://doi.org/10.1038/42842>
- Lee, J. H., Yoon, Y. C., Kim, H. S., Lee, J., Kim, E., Findekle, C., & Katscher, U. (2022). In vivo electrical conductivity measurement of muscle, cartilage, and peripheral nerve around knee joint using MR-electrical properties tomography. *Scientific Reports*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-03928-y>
- Lykken, D. T. (1959). The GSR in the detection of guilt. *Journal of Applied Psychology*, 43(6), 385–388. <https://doi.org/10.1037/h0046060>
- Martin, A., Hellhammer, J., Hero, T., Max, H., Schult, J., & Terstegen, L. (2011). Effective prevention of stress-induced sweating and axillary malodour formation in teenagers. *International Journal of Cosmetic Science*, 33(1), 90–97. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2494.2010.00596.x>
- Maughan, R. J., & Shirreffs, S. M. (2010). Dehydration and rehydration in competitive sport. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(s3), 40–47. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01207.x>
- McCleary, R. A. (1950). The nature of the galvanic skin response. *Psychological Bulletin*, 47, 97–117. <https://doi.org/10.1037/h0059810>
- Meyer, F., Bar-Or, O., MacDougall, D., & Heigenhauser, G. J. (1992). Sweat electrolyte loss during exercise in the heat: Effects of gender and maturation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(7), 776–781.
- Montagu, J. D., & Coles, E. M. (1966). Mechanism and measurement of the galvanic skin response. *Psychological Bulletin*, 65(5), 261–279. <https://doi.org/10.1037/h0023204>
- Mundorf, N., Zillmann, D., & Drew, D. (1991). Effects of Disturbing Televised Events on the Acquisition of Information from Subsequently Presented Commercials. *Journal of Advertising*, 20(1), 46–53. <https://doi.org/10.1080/00913367.1991.10673206>
- Ogorevc, J., Geršak, G., Novak, D., & Drnovšek, J. (2013). Metrological evaluation of skin conductance measurements. *Measurements*, 46, 2993–3001. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2013.06.024>
- Paulus, Y. T., Hiramatsu, C., Syn, Y. K. H., & Remijn, G. B. (2017). Measurement of viewing distances and angles for eye tracking under different lighting conditions. *2017 2nd International Conference on Automation, Cognitive Science, Optics, Micro Electro-Mechanical System, and Information Technology (ICACOMIT)*, 54–58. <https://doi.org/10.1109/ICACOMIT.2017.8253386>
- Peters, M., Stinstra, G., & Hendriks, M. (2001). Estimation of the Electrical Conductivity of Human Tissue. *Electromagnetics*, 21. <https://doi.org/10.1080/027263401752246199>
- Plate, A. (2016, february 10). *How the human body uses electricity—University of Maryland Graduate School*. <https://www.graduate.umaryland.edu/gsa/gazette/February-2016/How-the-human-body-uses-electricity/>
- Ruiz-Padial, E., Sollers III, J. J., Vila, J., & Thayer, J. F. (2003). The rhythm of the heart in the blink of an eye: Emotion-modulated startle magnitude covaries with heart rate variability. *Psychophysiology*, 40(2), 306–313. <https://doi.org/10.1111/1469-8986.00032>
- Scerbo, A. S., Freedman, L. W., Raine, A., Dawson, M. E., & Venables, P. H. (1992). A Major Effect of Recording Site on Measurement of Electrodermal Activity. *Psychophysiology*, 29(2), 241–246. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1992.tb01693.x>
- Shaari, N. a. S., Syafiq, M. M. J., Amin, M. K. M., & Mikami, O. (2019). ELECTROENCEPHALOGRAPHY (EEG) APPLICATION IN NEUROMARKETING-EXPLORING THE SUBCONSCIOUS MIND. *Journal of*

- Steinbrook, R. (2010, január 19). *The Polygraph Test—A Flawed Diagnostic Method* (world) [Editorial]. [Http://Dx.Doi.Org/10.1056/NEJM199207093270212](http://Dx.Doi.Org/10.1056/NEJM199207093270212); Massachusetts Medical Society. <https://doi.org/10.1056/NEJM199207093270212>
- Tomasino, B., Del Negro, I., Garbo, R., Gigli, G. L., D’Agostini, S., & Valente, M. R. (2022). Multisensory mental imagery of fatigue: Evidence from an fMRI study. *Human Brain Mapping*, 43(10), 3143–3152. <https://doi.org/10.1002/hbm.25839>
- Tuzemen, G., Basut, O., Ozmen, O. A., & Coskun, H. H. (2013). Galvanic skin response test: A new quantitative diagnostic method for Frey syndrome. *The Journal of Craniofacial Surgery*, 24(4), 1280–1284. <https://doi.org/10.1097/SCS.0b013e318286038d>
- Vehlen, A., Standard, W., & Domes, G. (2022). How to choose the size of facial areas of interest in interactive eye tracking. *PLOS ONE*, 17(2), e0263594. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263594>
- Wake, K., Sasaki, K., & Watanabe, S. (2016). Conductivities of epidermis, dermis, and subcutaneous tissue at intermediate frequencies. *Physics in Medicine and Biology*, 61(12), 4376–4389. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/61/12/4376>
- Wallengren, A.-K., & Strukelj, A. (2015). Film Music and Visual Attention: A Pilot Experiment using Eye-Tracking. *Music and the Moving Image*, 8(2), 69–80. <https://doi.org/10.5406/musimoviimag.8.2.0069>
- Wingo, J. E., Low, D. A., Keller, D. M., Brothers, R. M., Shibasaki, M., & Crandall, C. G. (2010). Skin blood flow and local temperature independently modify sweat rate during passive heat stress in humans. *Journal of Applied Physiology*, 109(5), 1301–1306. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00646.2010>
- Yang, X., McCoy, E., Anaya-Boig, E., Avila-Palencia, I., Brand, C., Carrasco-Turigas, G., Dons, E., Gerike, R., Goetschi, T., Nieuwenhuijsen, M., Pablo Orjuela, J., Int Panis, L., Standaert, A., & de Nazelle, A. (2021). The effects of traveling in different transport modes on galvanic skin response (GSR) as a measure of stress: An observational study. *Environment International*, 156, 106764. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106764>
- Zamani, H., Abas, A., & M.Amin, M. K. (2016). Eye Tracking Application on Emotion Analysis for Marketing Strategy. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, 8(11), Article 11.

Internetes források:

internet1: Galvanic skin response GSR https://connect.tobii.com/s/article/galvanic-skin-response-gsr?language=en_US, legutóbbi megtekintés dátuma: 2023.10.01.

internet2: News & Events Tobii Pro Glasses 2 for eye-tracking have arrived. <https://www.mos.ed.tum.de/en/mos/about-us/news-events/article/tobii-pro-glasses-2-for-eye-tracking-have-arrived>, legutóbbi megtekintés dátuma: 2023.10.12

internet3: Heinz hot dog <https://www.youtube.com/watch?v=6igElOW4hUA> elérés dátuma:2022.08.31.

internet4: Cheetos can't touch this: <https://www.youtube.com/watch?v=Yqhfk7Ru4> elérés dátuma:2022.08.31.

internet5: Doritos baby: https://www.youtube.com/watch?v=8jj8ZsN_obY elérés dátuma:2022.08.31.

internet6: M&M's: <https://www.youtube.com/watch?v=A5-lgI4w6A8> elérés dátuma:2022.08.31.

internet7: Toyota with Jessica Long: <https://www.youtube.com/watch?v=zvxqtalk1FU> elérés dátuma:2022.08.31.

internet8: Pringels space: <https://www.youtube.com/watch?v=Meuc2d3SICM> elérés dátuma:2022.08.31.

internet9: Little Caesars: https://www.youtube.com/watch?v=R_qiOuaop8o elérés dátuma:2022.08.31.

internet10: Chevrolet: <https://www.youtube.com/watch?v=V7MT71puZI4> elérés dátuma:2022.08.31.

internet11: Old Spice Power: <https://www.youtube.com/watch?v=Oc4QdfatdVM> elérés dátuma:2022.08.31.

internet12: Visualizations for Tobii Pro Lab versions 1.217 and later (https://connect.tobii.com/s/article/Visualizations-for-Tobii-Pro-Lab?language=en_US) utolsó megtekintés dátuma: 2023.10.24.

internet13: Shimmer 3+ GSR specifikáció <https://shimmersensing.com/product/shimmer3-gsr-unit/>; utolsó megtekintés dátuma: 2023.10.24

internet 14: Shimmer 3+ GSR specifikáció https://shimmersensing.com/wpcontent/docs/support/documentation/GSR_User_Guide_rev1.13.pdf; utolsó megtekintés dátuma: 2023.10.24.

internet15 <https://shimmersensing.com/wp-content/uploads/2022/08/Shimmer3-GSR-Spec-Sheet.pdf>, utolsó megtekintés dátuma: 2023.10.24.

9. Mellékletek:

I. melléklet

1. és 2. táblázat: Az emberi szervek elektromos vezetőképessége (*Hirata et al., 2010* alapján saját szerkesztés)

Szerv	Vezető képesség (S/m)	Szerv	Vezető képesség (S/m)
Láb	0,1	hasnyálmirigy	0,35
Kar	0,1	proszтата	0,4
Gerinc	0,01	vékonybél	0,35 - 0,5
Szív	0,7	lép	0,1
Agy	0,7	gyomor	0,35-0,5
Fej	0,05		
		here	0,35
Máj	0,1	pajzsmirigy	0,5
Vese	0,1	légcső	0,35
bőr	epidermisz (felhám)	vizelet	0,7
	dermisz (irha)		
	zsíros réteg (bőralja)	vér	0,7
kisagy	0,1	csont	0,02
agy-gerincvelői folyadék (C.S.F.)	2	kéregállománya	0,06
szaruhártya	0,4	csontvelő	0,18
csarnokvíz	1,5	porc	0,04
agyi szürkeállomány	0,1	zsírréteg (többi testtáj)	0,35
hipotalamusz	0,08	izom	0,03
szemlencse	0,25	gerincvelő	0,02
topozmirigy	0,08	fog	0,3
agyalapi mirigy	0,08	ínszalag	0,35
nyáltermelő mirigy	0,35		
talamusz	0,08		
nyelv	0,3		
agyi fehérállomány	0,06		
mellékvese	0,35		
vastagbél	0,1-0,35		
patkóbél	0,5		
nyelőcső	0,5		
epehólyag	1,4		
szív	0,1		
vese	0,1		
máj	0,07		
tüdő	0,14		

II. melléklet:

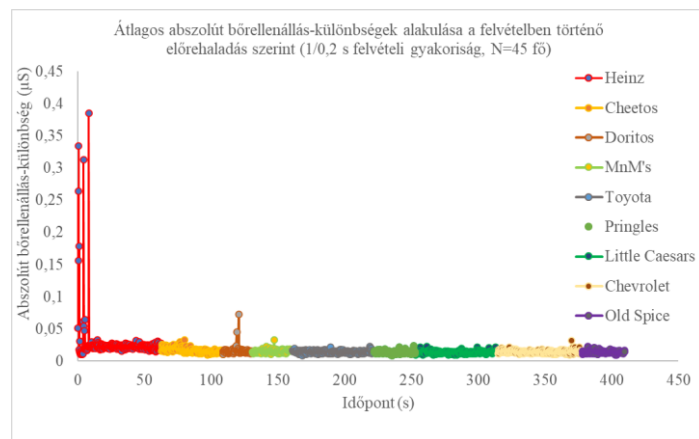
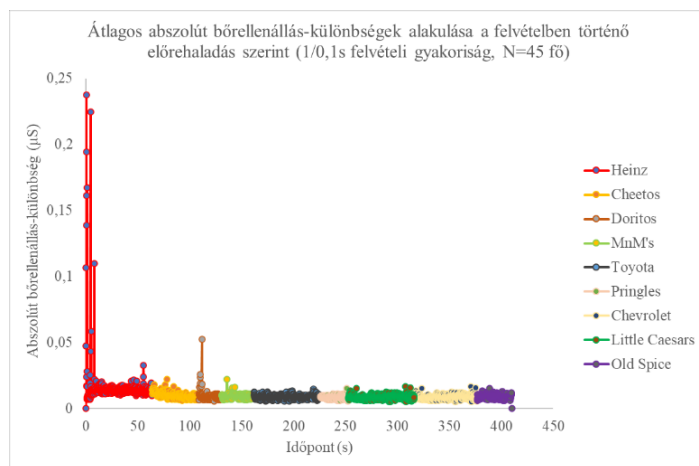
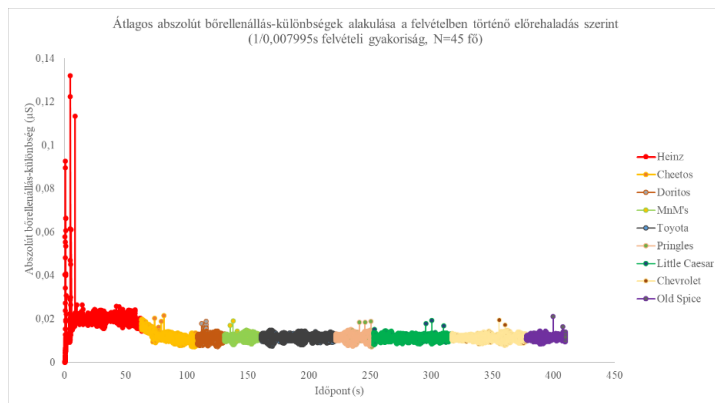
3. és 4. táblázat: A méréshez használt bőrellenállás mérő készülék és szemkamera (*internet13*, *internet14* és *internet15* alapján saját szerkesztés

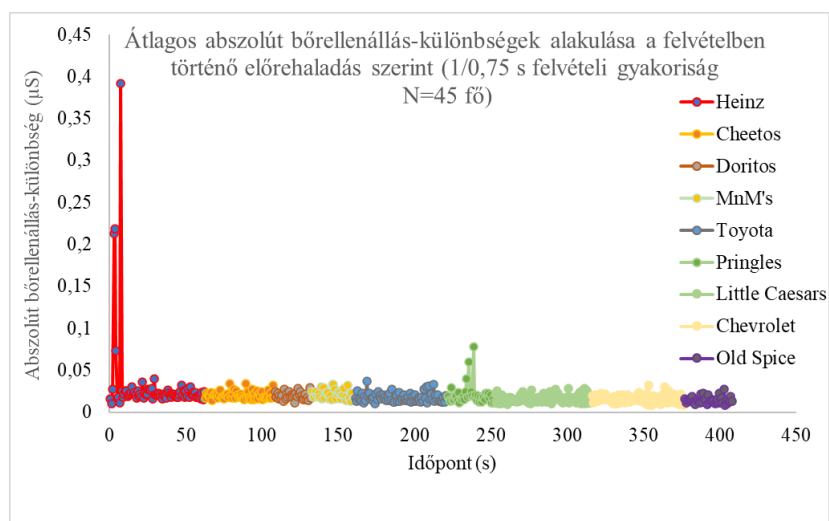
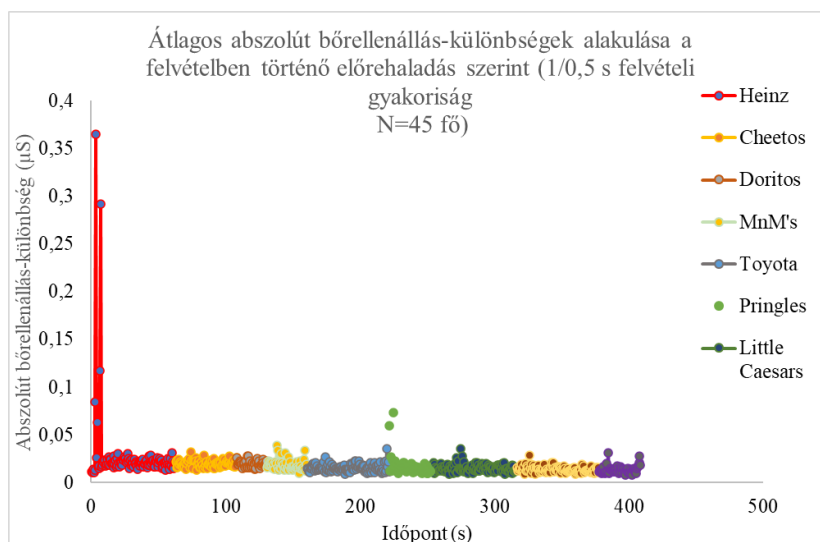
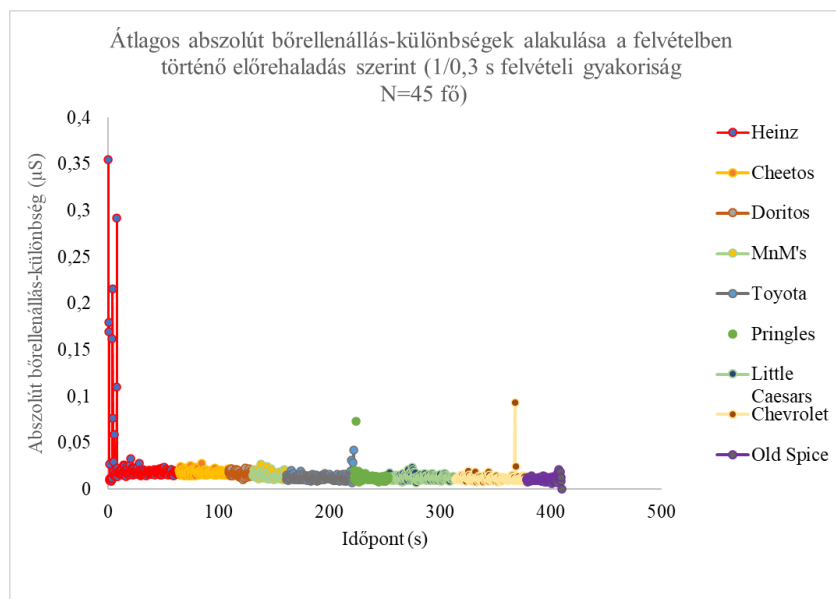
Shimmer GSR 3+ bőrellenállás mérő készülék	
Fizikai méretek:	65*32*12 (mm)
Áramfogyasztás:	60 mikroA
Mérési feszültség	0,5 V
Mérési tartományok (szórással)	0.2 - 100 (+-10%) S
	0.5 - 45 (+-3%) S
Mérési frekvencia	DC - 15.9 Hz
Csatlakozások	érintésvédelmi (IE/EN60601-1) szabványnak megfelelő 1mm jack csatlakozó
Szoftveres kommunikáció	Bluetooth 4.0
Tárhely	8GB mikro SD
Akkumulátor	450 mAh Li-ion

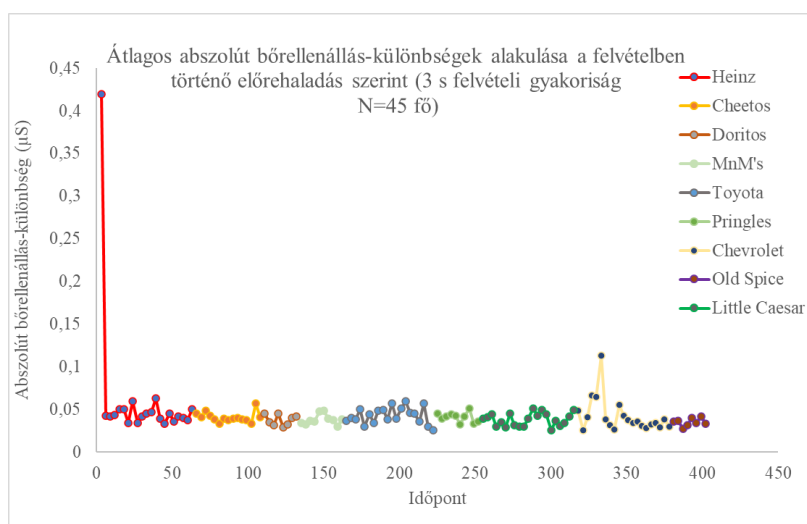
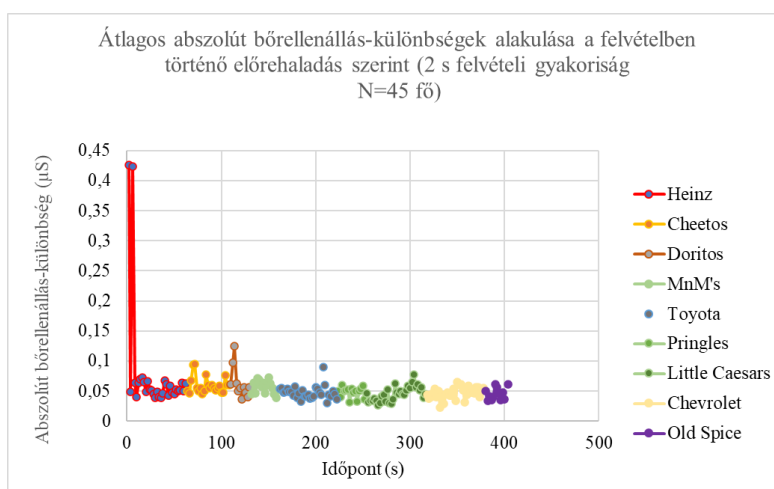
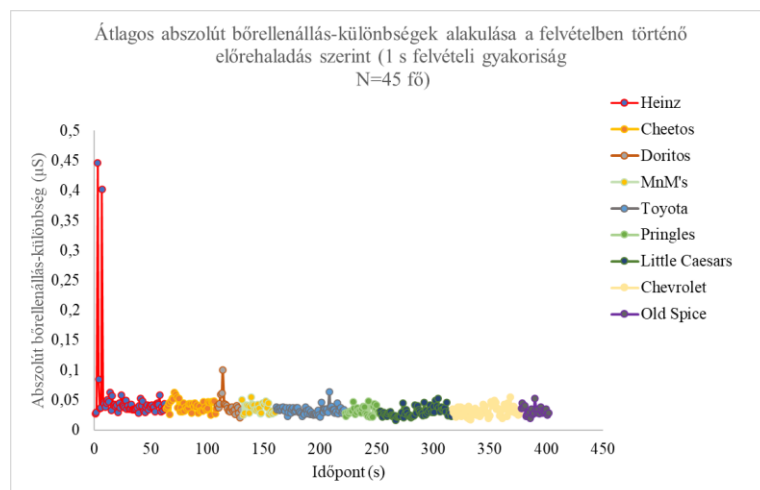
Tobii Pro Nano szemkamera	
Mintavételi gyakoriság	60 Hz (1/s)
Precizitás	0,1 fok
Pontosság	0,3 fok
Pillantási késés	1/60 s
Szemkamera késése	1/60 s
Kinyerhető adatok	időpontok, fixációk, szakkádok, pupilla átmérő
Mód	Kétszemes (binokulár)
Javasolt kalibrációs távolság	45-85 cm
Javasolt képernyőméretek	24" vagy nagyobb
Elmozdulási tolerancia	35*35 cm (65 cm távolság esetén)
	45*45 cm (80 cm távolság esetén)

III. melléklet

23.1 – 23.8. ábra: Átlagos abszolút bőrellenállás különbségek alakulása a felvételen történő előrehaladás szerint eltérő felvételi gyakoriság mellett (1/0,007995s -> 3s, N=44 fő, saját szerkesztések)







IV. melléklet:

```
library(readxl)
GSR075dif_C <- read_excel("GSR075dif_C.xlsm")
pdf("results/GSR075dif.pdf")
#editing data table
GSR075dif_C [is.na(GSR075dif_C)] <- 0
GSR075dif <- GSR075dif_C[, -1]
tp_GSR075dif <- t(GSR075dif)
GSR075dif <- tp_GSR075dif [1:44,]

library(ggfortify) # calculate PCA
pcaListGSR075dif <- prcomp(GSR075dif, center = TRUE, scale = FALSE)
pcaScoresGSR075dif <- predict(pcaListGSR075dif)
pcaLoadingsGSR075dif <- pcaListGSR075dif$rotation
pcaInfoGSR075dif <- summary(pcaListGSR075dif)
#coloring PCA scores
colors <- c("blue", "green", "orange", "red")
plot(scoreplot[,1], scoreplot[,2], col=colors[cuts2], cex=1, pch = 16)
text(scoreplot[,1], scoreplot[,2], labels=row.names(scoreplot), pos=4)
#prepare cluster
clusterInpGSR075dif <- data.frame (pcaListGSR075dif$x[,1:4])
distGSR075dif<-dist(clusterInpGSR075dif,method = "euclidean") # compute the Euclidean distance
ahcGSR075dif<-hclust(distGSR075dif, "ward.D") #run agglomerative hierarchical clustering with Euclidean distance and Ward's method
plot(ahcGSR075dif, main="Résztvevők csoportosítása euklidészi távolság alapján, Ward módszerével (GSR075dif)", xlab="Résztvevők", ylab="Magasság", sub=" ") # plot the dendrogram of ahc1

##Compare Silhouette indices between clusters 2 to 5
library(cluster)

mean_silhouettes<-c() # compute the mean Silhouette index for cluster numbers 2 to 5.
for (i in 2:5){
  cuts<-cutree(ahcGSR075dif,k=i)
  silhouettes<-silhouette(as.integer(cuts), distGSR075dif)
  mean_silhouettes[i-1]<-mean(silhouettes[,3])
}
plot(mean_silhouettes, xaxt='n', ylim=c(0:1), main="Silhouette átlagok az euklidészi távolság alapján, Ward módszerével GSR075dif", xlab="klaszterek", ylab="Silhouette átlag", sub=" ")
axis(side=1, labels = c("2", "3", "4", "5"), at=c(1:4)) # plot the changes of Silhouette indices
dev.off()
```