

# Szemmozgás-követés módszertana

Előadó: Szabó Bálint  
[szabobalint@erg.bme.hu](mailto:szabobalint@erg.bme.hu)



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Ergonómia és Pszichológia Tanszék

Ergonómiai elemzések 2016 ősz

## Használhatóság

Az emberi szem felépítése  
Szemmozgás-követés

# Használhatóság

A használhatóság egy olyan minőségi mutató, amely azt jellemzi, hogy a felhasználói felületeket mennyire egyszerűen lehet használni.

## Használhatósági tényezők:

**Megtanulhatóság** : Amikor a felhasználó először találkozik a felülettel, mennyire egyszerű számára az alapvető feladatok elvégzése?

**Hatékonyság** : Ha a felhasználó már megismerkedett a felülettel, akkor milyen gyorsan tud különböző feladatokat megoldani?

**Megjegyezhetőség** : Amennyiben a felhasználó egy ideig nem használta a felületet, a korábban megszerzett tudását mennyire gyorsan tudja újra felidézni?

**Hibák** : Hány hibát vét a felhasználó, milyen mértékűek ezek, és mennyire tudják a hibáikat könnyen javítani?

**Élégedettség** : Mennyire megfelelő, kényelmes a felület használata a felhasználó számára?



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

## Használhatóság fontossága

**Internet** – a használhatóság a túlélés szükséges feltétele

- nehéz használat
  - kezdőoldal üzenete nem egyértelmű
  - rossz navigáció
  - nehezen olvasható információ
- } **Lemorzsolódó**  
felhasználók

Az e-kereskedelem első „törvénye”, hogyha a felhasználó nem tudja megtalálni a terméket, akkor megvenni se tudja azt.

**Intranet** – a használhatóság a munkaerő termelékenységének kérdése

Jelenlegi legjobb gyakorlat: a projektek költségvetésének 10%-ának használhatósági tesztesre fordítása

- Weboldal ( 2x)
- Intranet (~2x)
- Szoftver és tényleges termék (kisebb, de előremutató)



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

# Legrosszabb weboldalak 2013

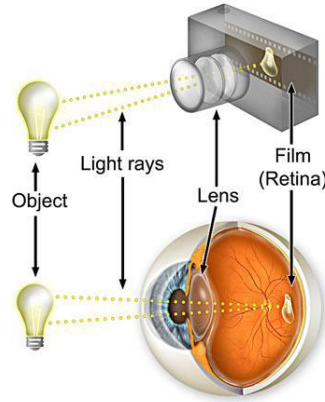


Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
[www.erg.bme.hu](http://www.erg.bme.hu)

Használhatóság  
 Az emberi szem felépítése  
 Szemmozgás-követés

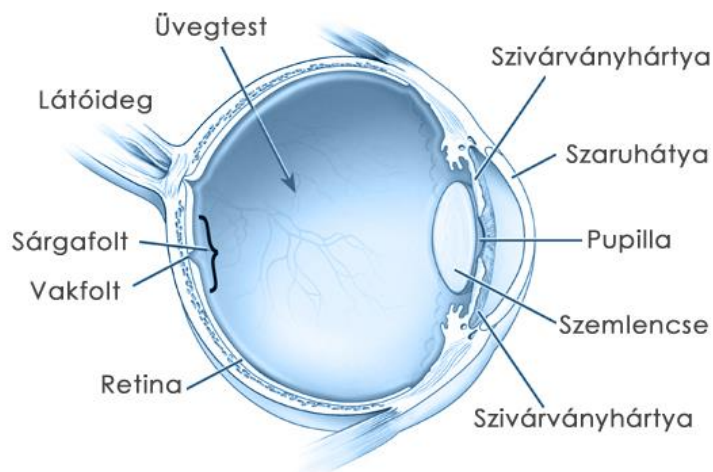
# Látás és az emberi szem

Az **emberi szem** a látás érzékszerve, amely – a kamerához hasonlóan – a környezeti objektumokról származó (az azokból eredő vagy róluk visszaverődő) fénysugarak érzékelésére szolgál, és optikai rendszerével leképezi azok alakját, térbeli helyzetét és színét. Ez a kép idegi ingerületek formájában továbbítódik a központi idegrendszerbe, ahol feldolgozásra kerül, és szükség szerint tudatosul. Az embernél a látás a külvilágról való tájékozódásban és az ahhoz való alkalmazkodásban alapvető szerepet játszik.



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

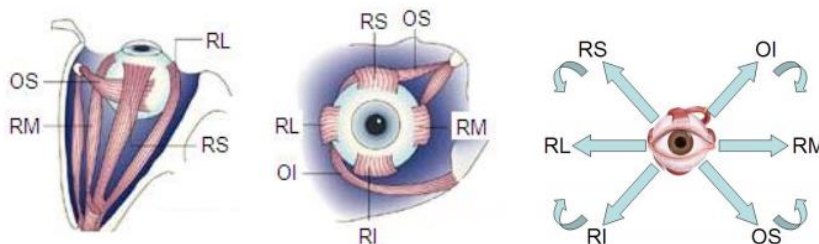
## Az emberi szem felépítése



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

## Szemizmok

- **Rectus Lateral** (a szemet kifelé mozgatja az orrtól)
- **Rectus Medial** (a szemet befelé mozgatja az orr fele)
- **Rectus Superior** (a szemet felfelé és kissé kifelé mozgatja)
- **Rectus Inferior** (a szemet lefelé és kissé befelé mozgatja)
- **Oblique Superior** (a szemet befelé és lefelé mozgatja)
- **Oblique Inferior** (a szemet kifelé és felfelé mozgatja)



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

## Szemmozgások

- Lehetővé teszik, hogy információt szerezzünk környezetünk fontos részleteiről.
- Általában a szemek nem tudatos mozgásának eredménye
- Cél: fixációkon keresztül a tárgyak képe az éles látás területére essen.
- Sokféle szemmozgás létezik
  - Tremor (remegés, rezgés)
  - Drift (vesztibo-okuláris mozgás)
  - Szökellő (szakkadikus szemmozgás)
  - Követő szemmozgás
  - Vergens szemmozgás
- Legfontosabbak:
  - **Fixációk**
  - **Szakkádok**



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

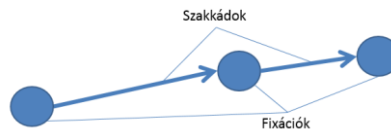
# Fixációk és szakkádok

## Fixációk

- Az információfelvétel „ideje”
- Időtartama: 120-1000 ms
- Tipikusan 200-600 ms hosszúságú
- „Szünet” - a fixáció helyén lévő inger a foveára esik

## Szakkádok

- Gyors szemmozgás, a szakkád a vizuális keresés, pásztázás egyik jellegzetes eszköze.
- Rövid, gyors ugrásszerű mozgás
- Tipikus időtartama: 40-120 ms, sebessége akár 600 °/s)
- Feltehetően nem történik információfelvétel
- Ha 30 foknál nagyobb mozgás szükséges, akkor a fej együtt mozog szemmel.



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

# Olvasás

## DANS, KÖN OCH JAGPROJEKT

På jakt efter ungdomars kroppsspråk och den "synkretiska dansen", en sammansmältning av olika kulturers dans, har jag i mitt fältarbete under hösten rönt mig på olika arenor inom skolans värld. Nordiska, afrikanska, syd- och östeuropeiska ungdomar gör sina röster hörd genom sång, musik, skrik, skrift och gestaltar känslor och uttryck med hjälp av kroppsspråk och dans.

Den individuella estetiken framträder i kläder, frisyer och symboliska tecken som förstärker ungdomarnas "jagprojekt" där också den egna stilen i kroppsrörelserna spelar en betydande roll i identitetsprövningen. Upphållsrummet fungerar som offentlig arena där ungdomarna spelar upp sina performance-liknande kroppsspråk.



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

## Olvasási esettanulmány



How we read shown  
through eyetracking



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
[www.erg.bme.hu](http://www.erg.bme.hu)

Használhatóság  
Az emberi szem felépítése  
Szemmozgás-követés

# Szemmozgás-követés

A szemmozgás-követés (eye tracking) lehetővé teszi a tekintet irányának (ahova nézünk) mérését, illetve a szem fejhez viszonyított mozgásának rögzítését.

## Alkalmazási terület

- Alapkutatás (látás és olvasás)
- Marketing kutatás
- Asszisztív technológiák
- Web- és szoftverergonómia
- Általános termékfejlesztés



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

# A szemmozgás-követés történelme

1800-as évek: Közvetlen megfigyelés

1898: *Delaberre* – Mechanikai fogantyú

1901: *Dodge and Cline*

- A szaruhártyáról visszatükröződő fény képének fotografikus rögzítése
- A vizsgálat idejére a fejet mozdulatlanul kell tartani
- Bevetett módszer a következő 50 évben
  - 1920: *Buswell* (hangos olvasás – 1935 szemmozgások rögzítésre képnézegetés közben).
  - 1932: *Butsch* (szemmozgás rögzítése gépelés közben)
  - 1943: *Weaver* (zongoristák szemmozgása)
  - 1950: *Ratliff and Riggs* (kis mértékű fejmozgás megengedett)

1962: *Mackworth and Thomas*

- A fejre erősített kamera egyszerre rögzíti (filmre) a vizsgált személy látóterét, illetve a szaruhártyáról történő visszatükröződést
- Nehéz, pontatlan, kis látószögű



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

## Elektrookulogram (EOG)

### Alapvető tény:

A szaruhártya pozitív töltésű a szem hátsó részéhez képest.

### Mérési technika:

Potenciálkülönbség indirekt mérése

A potenciál különbség a környező szövetekben is mérhető

A potenciál mező a szemmel együtt forog, így meghatározható a szem helyzete

### Hátrányok:

- Az elektródák közvetlenül érintkeznek
- Laboratóriumi körülmények



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

## Videó-alapú technológiák

1980-as évek: A videó kamerák kisebbé és könnyebbé váltak

- Kereskedelmi forgalomban kapható szemmozgás-követő eszközök megjelenése
- Infravörös ledet (általában 3 db)
- Szaruhártyáról történő visszatükröződés rögzítése
- Szaruhártyai tükröződés és a pupilla helyzetének ismeretében a szemmozgás iránya meghatározható

Fő kategóriák:

- Horozható
- Monitorhoz rögzített

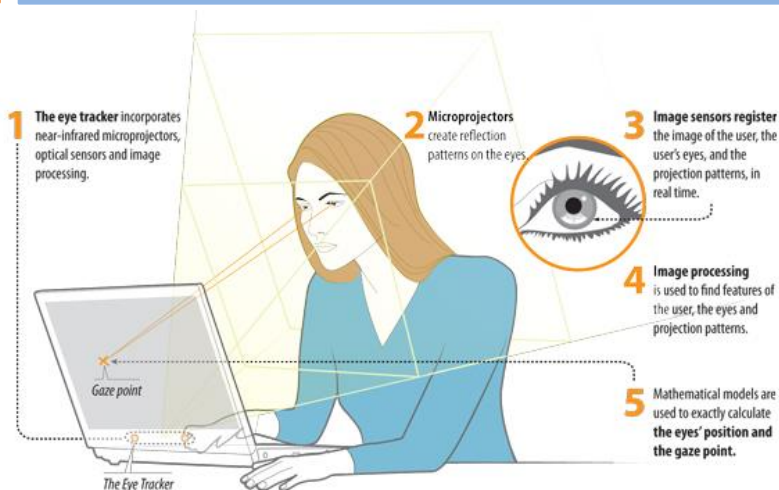
Alkategóriák:

- ambiens
- infravörös (NIR)



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

## Szemmozgás-követés lépésről lépésre



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

## Milyen adatokat kapunk, mi mérhető?

**A tekintet iránya és pontja** – az eye tracker segítségével részletes és pontos adatot kaphatunk. Ezeket gyakran használják viselkedés tudományok kísérleteiben, hogy jobban megértsék mikor mire figyelünk.

**A szemek jelenlétének felismerése** – a szemek megkeresése és beazonosítása az első dolog amit az eye tracker elvégez

**A szemek helyzete** – az, hogy a szemek helyzetét az eye tracker pontosan és valós időben képes meghatározni az alanyok szabad mozgása közben az eye tracking legfontosabb tényezője. A Tobii gépek ebben a folyamatban 3D-s szemmodellt használnak

**A szem beazonosítása** – az eye tracker a kalibrálás segítségével megállítja a szemek egyedi tulajdonságait és geometriáját

**Pislogás** – a nyert adatokból pontosan megállapítható a pislogások gyakorisága, hossza

**Szemmozgás és minták** – az emberi viselkedés és figyelem mérésének fontos része

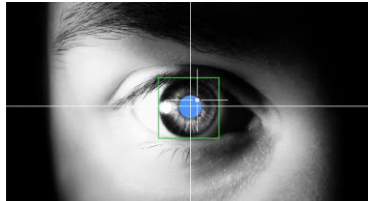
**Pupilla méret és pupilla tágulás** – a pupilla méretének változása (a fények megfelelő szabályozása mellett) a figyelem, zavartság, érzelmek, stb. változását indikálják.



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

## Számszerűen meghatározható adatok

- Fixáció hossza
- Fixációk száma
- Összes fixáció időtartama
- Első fixációig eltelt idő
- Első fixáció helye
- Fixációk alatti vizuális információfelvétel (200-600 ms hosszan)
- Fixációk aránya a vetítéshez hosszához viszonyítva
- Pupillaátmérő változásai



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

## Vizualizációk



**Gaze plot**



**Heat map**



**Cluster**

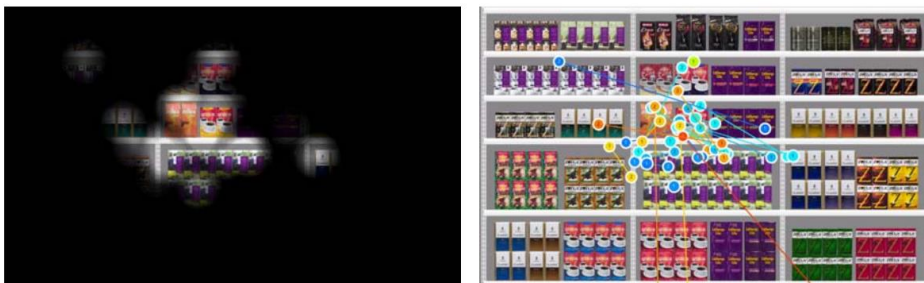


**AOI**



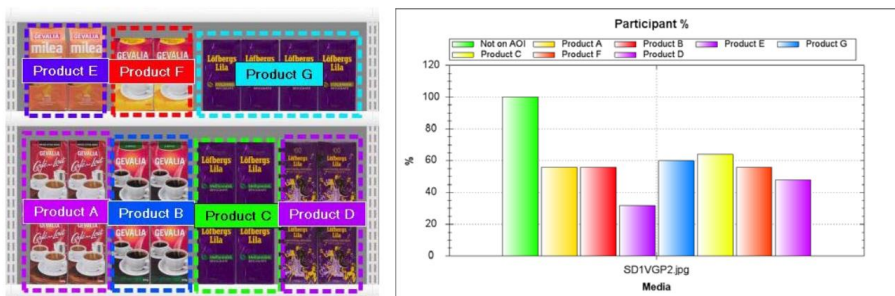
Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

## Első tekintet



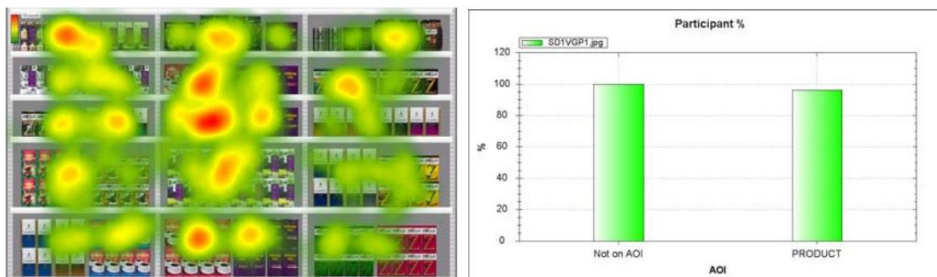
Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

## Észrevett termékek száma (AOI)



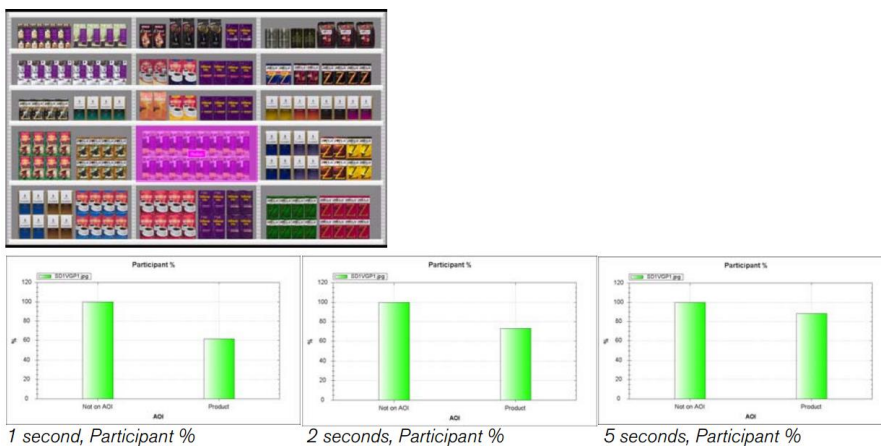
Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

## Észrevett termékek száma (Heatmap)



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

## Figyelemfelkeltés mérése



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

## Esettanulmány I.

- Cég profil: Fajátékok gyártása és eladása
- Cél: A webáruház felhasználói élményének növelése
- 9 feladat (navigáció, menü egyszerűsége, vásárlási folyamat, felhasználói profil szerkesztése, keresés)
- 3 laikus és 3 tapasztalt felhasználó

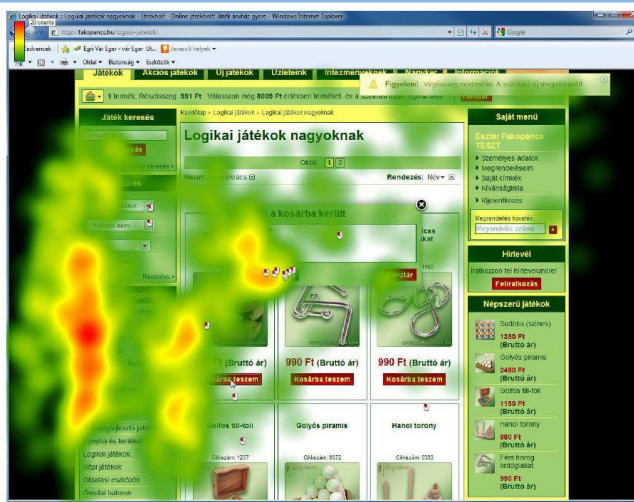
Felhasználó	Kor	Végrehajtási idő [perc:másodperc]
Teszt	23	25:47
Tapasztalt_1	25	20:33
Tapasztalt_2	26	28:05
Tapasztalt_3	27	18:40
Laikus_1	57	31:42
Laikus_2	58	42:42
Laikus_3	37	26:14



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

## Esettanulmány I.

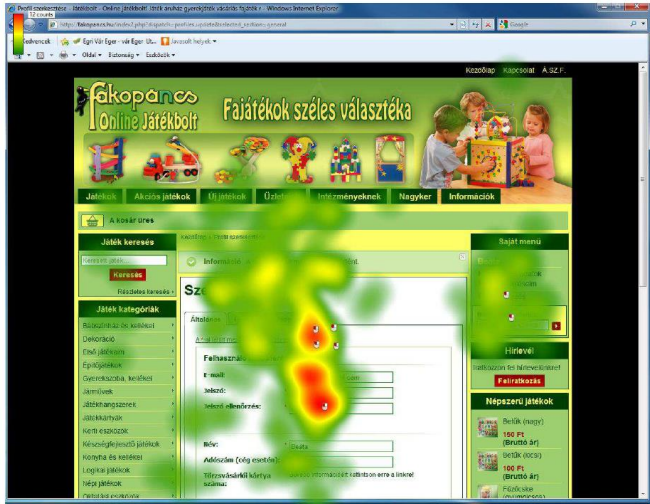
### Figyelmeztető üzenet



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

# Esettanulmány I.

## Visszajelző üzenet



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

# Esettanulmány I.

## Regisztráció



Felhasználó	Első fixációig eltelt idő[mp]	Fixáció hossza[mp]	Összes fixáció időtartama [mp]	Fixációk száma	Kattintásig eltelt idő [mp]
Teszt	3,27	0,85	1,33	3	11,73
Tapasztalt_1	N/A	N/A	N/A	N/A	15,23
Tapasztalt_2	0,91	0,07	0,34	2	8,37
Tapasztalt_3	N/A	N/A	N/A	N/A	6,33
Laikus_1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Laikus_2	9,7	0,07	0,38	5	24,31
Laikus_3	4,47	0,15	0,39	2	66,31



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

# Esettanulmány I.

## Megjegyzés küldése

[illegible]

Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

# Esettanulmány I.

### Message to the delivery system - Solution

## 4. Áttekintés és megrendelés

Megrendelésre váró termékek

Nyomda (katicás)  
Cikkszám: 2002-C

1 x 250 Ft = **250 Ft**

Kedvezmények ▶

Végösszeg módosítás  
A szállítási díj megváltozott!

Részösszeg: **250 Ft**  
Szállítási díj: **990 Ft**

**Végösszeg: 1240 Ft**

☐ Megjegyzés az ügyfélszolgálat részére:

☐ Megjegyzés a csomagküldő szolgálatnak (max 50 kar.):

☐ Jelölje be ezt a négyzetet, ha elfogadja az Általános Szerződési Feltételeket

Megrendelem



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

## Esettanulmány II.

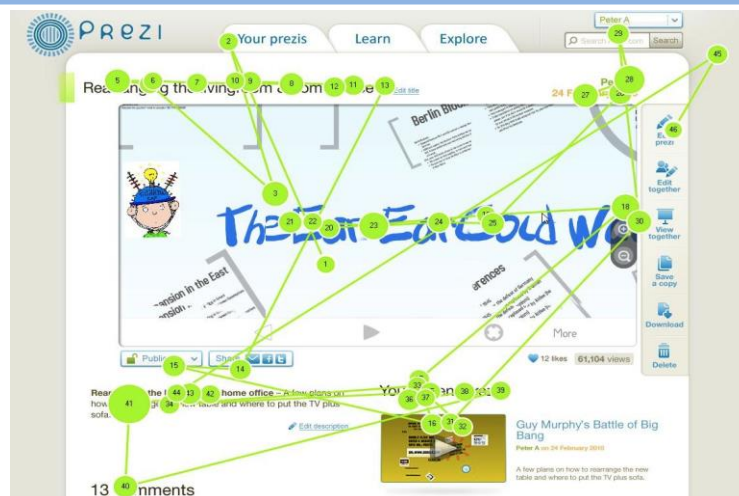
### Jegyvásárlás



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

## Esettanulmány III.

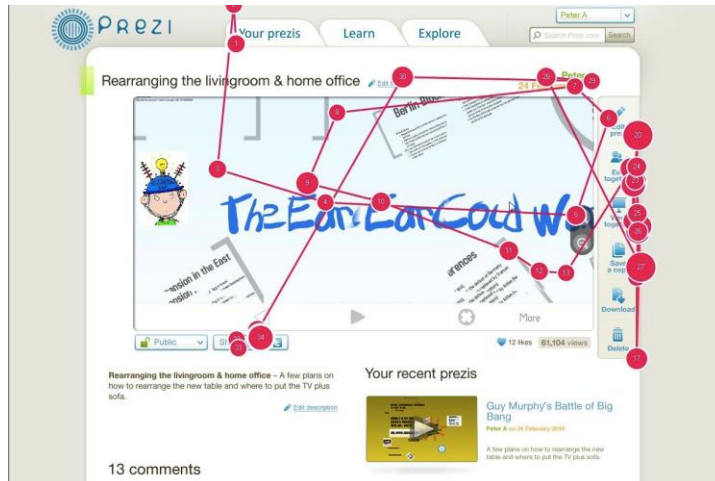
### Szerkesztés



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
www.erg.bme.hu

## Esettanulmány III.

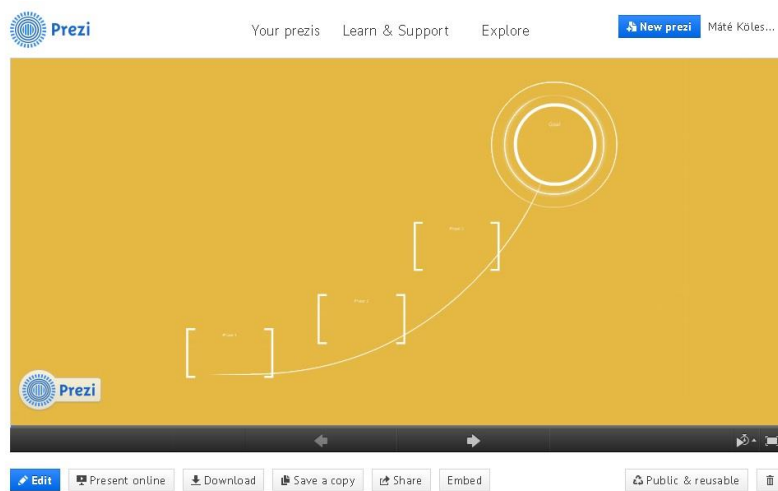
### Megosztás



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
[www.erg.bme.hu](http://www.erg.bme.hu)

## Esettanulmány III.

### Megoldás



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
[www.erg.bme.hu](http://www.erg.bme.hu)

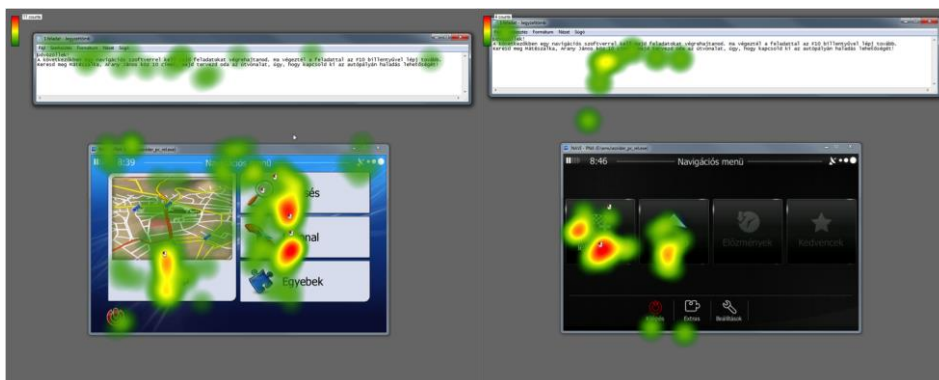


## Esettanulmány VII.



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
[www.erg.bme.hu](http://www.erg.bme.hu)

## Esettanulmányok VIII.



## Esettanulmány IX.



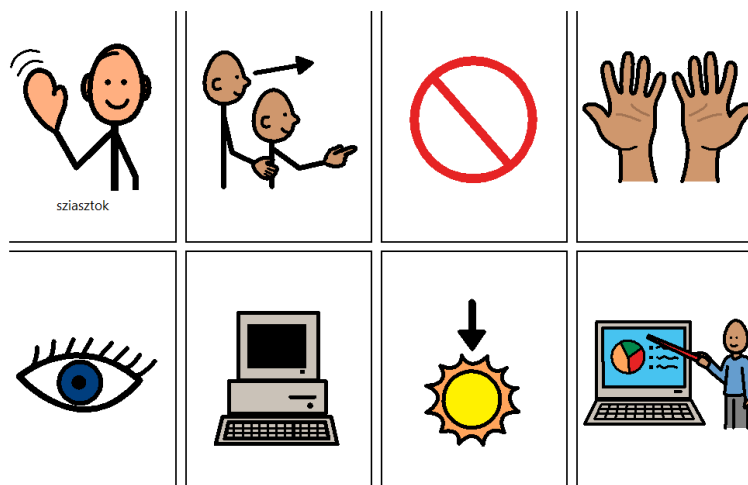
Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
[www.erg.bme.hu](http://www.erg.bme.hu)

## Tobii - I12



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
[www.erg.bme.hu](http://www.erg.bme.hu)

## Tobii - I12 Példa



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
[www.erg.bme.hu](http://www.erg.bme.hu)

## Eye Tribe



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
[www.erg.bme.hu](http://www.erg.bme.hu)

# Köszönöm a figyelmet!



Ergonómia és Pszichológia Tanszék  
[www.erg.bme.hu](http://www.erg.bme.hu)