

Számítógépes ergonómia

Sikné Dr. Lányi Cecília, Dr. Schanda János



2014

A tananyag a TÁMOP-4.1.2.A/1-11/1-2011-0104 "A felsőfokú informatikai oktatás minőségének fejlesztése, modernizációja" c. projekt keretében a Pannon Egyetem és a Szegedi Tudományegyetem együttműködésében készült.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Tartalom

Előszó	6
1. Az ergonómia fogalma	7
Az ergonómia általános területeivel foglalkozó nemzetközi folyóiratok:.....	9
A szoftverergonómiára vonatkozó folyóiratok a következők:	9
Összefoglalás.....	10
Kérdések az 1. fejezethez	10
Feladat az 1. fejezethez	10
Irodalom az 1. fejezethez	10
2. Az ergonómia fejlődéstörténete	12
A múlt század elejének ergonómiája, a kezdetek.....	12
Ergonómia az 1945-1960-as években	12
Ergonómia a múlt század hatvanas éveiben	12
Ergonómia a múlt század hetvenes éveiben.....	13
Ergonómia a múlt század nyolcvanas éveiben	13
Ergonómia a múlt század kilencvenes éveiben	13
Ergonómia az új évezred kezdetén.....	14
Összefoglalás.....	14
Kérdések a 2. fejezethez.....	14
Feladat a 2. fejezethez	15
Irodalom a 2. fejezethez	15
3. Az ergonómia feladata	16
Az ergonómia területei	18
Összefoglalás.....	20
Kérdések a 3. fejezethez.....	20
Feladata 3. fejezethez	20
Irodalom a 3. fejezethez	20
4. Az emberi információfeldolgozás	21
Az ember információfeldolgozó rendszerének általános modellje	21
Tevékenységeink kognitív szabályozásának Rasmussen-féle megközelítése.....	23
Az emberi hibázás Reason-féle modellje	25
Összefoglalás.....	26
Kérdések a 4. fejezethez.....	26
Feladat a 4. fejezethez	27

Irodalom a 4. fejezethez	27
5. Vizuális ergonómia	28
Bevezetés.....	28
Az emberi szem és a látás	28
Látásélesség és akkomodáció.....	29
Kontraszt	30
Káprázás.....	31
Adaptáció	32
Világosban látás – sötétben látás.....	32
Vizuális ergonómia és csökkent látás.....	33
Összefoglalás.....	33
Irodalom az 5. fejezethez	34
6. A számítógépes környezet vizuális ergonómiai kialakítása	35
Bevezetés.....	35
Beltéri számítógépes környezet.....	35
A munkahely világítási környezete	36
Ember a képernyős munkahelyen	38
Kültéri és termelési számítógépes munkahely	39
Összefoglalás.....	39
Kérdések a 6. fejezethez.....	39
Feladat a 6. fejezethez	40
Irodalom a 6. fejezethez	40
7. A számítógép egyes elemeinek ergonómiai kialakítása	41
Bevezetés.....	41
Az egyes számítógépelemek összehangolt elhelyezése	41
A billentyűzet	43
További beviteli eszközök.....	44
A számítógép kimeneti egységei.....	44
Összefoglalás.....	45
Kérdések a 7. fejezethez.....	45
Feladatok a 7. fejezethez	45
Irodalom a 7. fejezethez	45
8. Képernyőergonómia	47
Bevezetés.....	47
A képernyő láthatósága – kontraszt	47

Írásjelek mérete és láthatósága	49
A képernyőkép fénysűrűségének és színességének irányfüggése	51
Összefoglalás	52
Kérdések a 8. fejezethez	52
Feladatok a 8. fejezethez	52
Irodalom a 8. fejezethez	52
9. A színínger metrika elemei	53
Bevezetés	53
Színíngerek leírása	53
Egyenlőközű szinterek	56
Képernyőszínek	58
Színtévesztés	58
Összefoglalás	59
Kérdések a 9. fejezethez	59
Feladat a 9. fejezethez	59
Irodalom a 9. fejezethez	59
10. Színek ergonomikus alkalmazása számítógép-programokban	60
Bevezetés	60
Jelszínek és háttérszínek	60
Színek használata a képernyőn	61
Szokásos színkódok	64
Színíngerek a képernyőn – színtévesztő észlelők	65
Összefoglalás	66
Kérdések a 10. fejezethez	66
Feladatok a 10. fejezethez	66
Irodalom a 10. fejezethez	66
11. Szoftver-ergonómiai alapfogalmak	67
A szoftver-ergonómia fogalma	67
A szoftver-ergonómia történelme	67
Az ergonómia helye az információs technológia világában	68
Minőségbiztosítás és a szoftver-ergonómia	68
Szoftverek minőségét vizsgáló szabványok	69
Szoftver-ergonómiai ajánlások	72
Összefoglalás	73
Kérdések a 11. fejezethez	73

Feladat a 11. fejezethez	74
Irodalom a 11. fejezethez	74
12. Felhasználói felület tervezésének általános elvei	75
Az ISO 9241 szabvány	75
A dialógus elvei (Dialogue principles).....	77
Az információ megjelenítése (Presentation of information)	78
A megjelenített információ jellemzői.....	79
Az információ használható megjelenítésére vonatkozó elvek, ajánlások az ablakok tervezésre vonatkozóan	79
Ablakon belüli területek	80
Összefoglalás.....	81
Kérdések a12. fejezethez.....	81
Feladatok a 12. fejezethez	82
Irodalom a 12. fejezethez	82
13. Weblapok akadálymentes tervezésének irányelvei (WCAG 2.0)	83
Alapelvek és irányelvek	84
Sikerfeltételek és megfelelőségi tanúsítványok	84
WCAG 1.0 vs. WCAG 2.0	85
Kérdések a 13. fejezethez.....	86
Irodalom a 13. fejezethez	86
14. Szoftverek és weblapok tesztelése	87
Szoftvertermékek tesztelési és minősítési módszerei.....	87
Hogyan bonyolítható le egy leendő felhasználókkal való tesztelés?	90
Weblapok tesztelése	91
Összefoglalás.....	91
Kérdések az 14. fejezethez	92
Feladatok a 14. fejezethez	92
Irodalom az 14. fejezethez.....	92

Előszó

Ez a jegyzet elsősorban a Pannon Egyetem mérnök informatikus, programozó informatikus, és gazdaságinformatikus alapszakos, valamint a műszaki informatika mesterszakos hallgatóknak készült, de szándékaink szerint más egyetemek hallgatói is haszonnal forgathatják, akik bevezető szinten szeretnének ismerkedni az ergonómia, azon belül is kicsit részletesebben a szoftver ergonómia témájával.

Ez a jegyzet elsősorban az *Ergonómia* törzsanyagának a minimálisan megismerendő eszenciája. A jegyzet a mai bolognai oktatási rendszerben megfelel egy fél éves 2 kredites tárgynak.

Az ergonómia, mint interdiszciplináris ismeretek témáját 3 részre, 14 fejezetre bontottuk.

Az első rész tartalmazza az általános ismereteket: az ergonómia fogalmát, feladatait és fejlődéstörténetét. Ezen rész zárásaként tárgyaljuk az emberi információfeldolgozás témakörét is.

A második nagy csoport ismerteti a látás ergonómiáját, a vizuális számítógépes környezet ergonómiai kialakítását. Külön kitérünk a számítógép egyes elemeinek ergonómiai kialakítására. Egy külön fejezetet szentelünk a képernyő ergonómiájának, valamint a szintani információknak. Majd ezt a részt a színes képernyő ergonómiai kialakítása című fejezet zárja.

A harmadik rész a szoftverergonómiával, a felhasználófelület-tervezéssel, a web-lapok akadálymentes tervezésével és a szoftverek és web-lapok tesztelésével foglalkozik.

Minden fejezet végén részletes irodalomjegyzék és ellenőrző kérdések találhatóak, valamint minden fejezet feladatokat is tartalmaz. Ezért feldolgozása nemcsak az előadások után egyénileg hasznos, hanem ajánlott szeminárium, csoportos foglalkozás keretében is.

Igyekeztünk a közérthető megfogalmazásra. Ahol fontosnak tartottuk, az angol elnevezéseket is megadtuk a magyar elnevezés mellett zárójelben. A mélyebben érdeklődő hallgatók a Tanszék honlapján található publikációs listából tovább tájékozódhatnak. Valamint választhatnak olyan szakdolgozat és diplomamunka témát, ahol a Tanszék kutatási projektjeihez alkalmazhatják az itt megismert, megtanult elméleti és gyakorlati ismereteket.

Veszprém, 2013. július

A szerzők

Pannon Egyetem, Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék

1. Az ergonómia fogalma

Ebben a fejezetben nemcsak az ergonómia fogalmával ismerkedünk meg, hanem megértjük, miért van szükség ergonómiai kutatásokra. Bemutatjuk miért interdiszciplináris tudomány az ergonómia, és kitérünk az ergonómiával foglalkozó szervezetekre is.

Az ergonómia szó az ergos=munka, projekt és nomos=törvények szavak kombinációjából adódik. Az ergonómia az a diszciplína, amely azt tanulmányozza, hogy az emberek tulajdonságaihoz hogyan illeszkednek az embert körülvevő berendezések, eszközök.

Az ergonómia, más néven az emberi tényezőket figyelembe vevő tudomány arra törekszik, hogy megértse és javítsa az ember (felhasználó) és őt körülvevő tárgyak, eszközök, berendezések kölcsönhatását. Az ergonómia felhasználja mind az antropológiai, pszichológiai, mérnöki és tervezői tudást, hogy olyan termékek kerüljenek használatba, melyek optimalizálják a rendszerek teljesítményét oly módon, hogy figyelembe veszik a felhasználók egészségét és biztonságát. Ezáltal az ergonómia nemcsak a munkahelyeken, otthonokban, hanem a szabadidős tevékenységekben, ezáltal az életünk minden területén jelen van.

Az ergonómia (angolul ergonomics vagy human factors) a Nemzetközi Ergonómiai Társaság definíciója szerint egyrészt tudományág, amely egy rendszerben az ember és a rendszer más elemei közötti interakciók vizsgálatával foglalkozik, másrészt szakma, mely elméleteket, elveket, adatokat és módszereket alkalmaz a tervezés folyamán abból a célból, hogy optimalizálja az ember jó közérzetét és a rendszer teljesítőképességét [10].

Stramler [21] szerint a Human Factors (szinonim kifejezésként Ergonomics) feladata az ember pszichológiai, szociális, fizikai és biológiai sajátosságainak kutatása, továbbá a kutatás során feltárt információk rendszerezése, valamint ezen ismeretek alkalmazása a termékek vagy rendszerek tervezése, működtetése vagy használata során, az emberi teljesítmény, az egészség, a biztonság és/vagy a komfortérzés optimalizálása céljából ([1]; 16. oldal).

Ezen definíciók értelmében az ergonómia multidiszciplináris területet ölel fel, hiszen figyelembe kell vennie az ember testfelépítését (antropometria, orvostudomány), az ember képességeit (pedagógia), viselkedését (pszichológia) és a számára, mint felhasználónak tervezett eszközöket (terméktervezés), rendszereket (mérnöki tudományok). Tehát az alkalmazott tudományok közül az egyik rész alkotórész mindig az emberrel foglalkozó tudomány(ok) a másik alkotórész pedig valamilyen műszaki terület(ek). Ezért a gyakorlatban az ergonómia, az ergonómusok szorosan együtt dolgoznak más szakmák képviselőivel és együttesen járulnak hozzá, hogy a termékek, munka- és szabadidős eszközök, a körülöttünk lévő tárgyak könnyen használhatók legyenek. A gyakorlatban megoldandó ergonómiai problémák mindig az emberek, felhasználók valamilyen tárggyal, eszközzel, géppel, berendezéssel, rendszerrel történő kapcsolatából, kölcsönhatásából fakadnak. Ezen termékek tervezésekor figyelembe kell venni az ember, a felhasználó képességeit és korlátait. A testi biztonság garantálása mellett fontos a komfortérzés és jó közérzet biztosítása is. A termék tervezése első időszakától fogva ajánlatos a leendő felhasználók véleményét kikérni, és teszteltetni a terméket.

A fenti definíciókat figyelembe véve a kutatás és az alkalmazás szoros kapcsolatban áll egymással, ahogy erre az 1.1. ábra is rávilágít.



1.1. ábra: Az ergonómia multidiszciplinaritása ([1] alapján, pp. 14)

Az európai szakirodalomban az ergonómiát az ergonomics címszó alatt kereshetjük, míg az amerikai szakirodalomban a human factors elnevezés az elterjedtebb. A human factors elnevezés utal az emberi képességekre és korlátokra. De használatos még a Human Engineering, Human Factors Engineering, Bioengineering megnevezés is a szakterület jelölésére.

Az ergonómiai ismeretek, amik az előzőekben tárgyaltak alapján elvek, módszerek és alapadatok szintézise, ezáltal folyamatos fejlődésén mennek át, melyet a kutatás és alkalmazás egyaránt szolgál, és újabb és újabb kihívások elé állítja a szakembereket. Gondoljunk csak arra, hogy az ezredforduló után szinte természetes mindennapjainkban a személyi számítógépek, laptopok és okostelefonok használata, ezen eszközök 50 évvel ezelőtt, a múlt század derekán nem is léteztek. Ahhoz, hogy ezek felhasználóbarátok legyenek, az ergonómiának lett egy új kutatási és alkalmazási területe: a szoftver ergonómia.

Ahhoz, hogy a termékek valóban könnyen kezelhetők legyenek és a rendszerek optimálisan működhessenek, különböző szabványoknak és ajánlásoknak kell megfelelniük. Ezeket az ajánlásokat, szabványokat olyan szakemberek állítják össze, akik az ergonómia valamelyik területén kutatnak, vagy gyakorlati szakemberek. A továbbiakban lássunk néhány ilyen szervezetet.

A Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (angolul International Organization for Standardization) 1946-ban alakult, központja Genfben található [16]. Ha az ISO honlapján rákeresünk az „ergonomics” kifejezésre, 83 találatot kapunk. Ezen szabványok a szoftverek akadálymentességétől a fizikai input eszközök tervezésének kiértékelési módszeréig nagyon sokrétűek. Például a felhasználóbarát megjelenítés ISO-szabványa a „User centred design process” ISO 13407, rövid összefoglalója ingyenesen elérhető a Usability Net oldalán [24].

A Nemzetközi Ergonómia Szövetség / International Ergonomics Association [9] az a szervezet, amely az ergonómiával foglalkozó szervezeteket öleli fel a világ minden tájáról.

Az International Society of Automotive Engineers [18] azon műszaki szakemberek egyesülete, akik a repülőgépipar, az autóipar és a gépjárműipar területén dolgoznak. 1905-ben alapították.

A Human Factors and Ergonomics Society [7] a világ egyik legnagyobb interdiszciplináris nonprofit szervezete. 1957-ben alapították ergonómiával foglalkozó szakemberek számára. Az Egyesület küldetése, hogy elősegítse a kutatást és a tudástranszfert az ergonómia területén.

Európában a szakmai minősítés az Európai Ergonómusok Regisztrációs Központja / Centre for Registration of European Ergonomists [6] kezeli.

Magyarországon a Magyar Szabványügyi Testülettől [20] és a Magyar Ergonómiai Társaságtól [19] kaphatunk információt.

Nem elég az ergonómiai ismereteket leendő mérnökként, tervezőként megszerezni, hanem a vállalati és társadalmi döntéshozóknak is tisztában kellene lenni velük. Az ergonómia – az emberi használatra tervezés tudománya – az elmúlt 40-60 évben jelent meg a cégek világban. Nyugat-Európában azonban régebben számolnak a jelentőségével. Külföldön a nem megfelelő munkahelyi környezet miatt maradandó egészségkárosodást szenvedett dolgozók pert indítanak munkaadóik ellen, és ezeket rendszerint meg is nyerik [22].

Nemcsak az irodai berendezésekre és a munkakörülményekre kellene figyelnie a vezetőknek, hanem a piacra szánt termékek használhatóságára is. Ugyanis nagyon sok termék azért nem lesz nyereséges, mert a felhasználóknál nem válik be. Ennek egyik oka lehet az, hogy nem fordítottak a tervezés és gyártás során kellő időt és kutatást a termék tesztelésére. Ez akárhogy is nézzük, súlyos hiba, ugyanis nagyon sok anyagi veszteséget okozhat. A jegyzet utolsó fejezete részletesen foglalkozik a tesztelés témakörével.

Az ergonómia általános területeivel foglalkozó nemzetközi folyóiratok:

Ergonomics folyóirat [4, 5]	megjelenik havonta, több mint 50 éve, a Taylor and Francis kiadásában
International Journal of Industrial Ergonomics [14]	2 havonta jelenik meg az Elsevier kiadásában
Applied Ergonomics [2]	2 havonta jelenik meg az Elsevier kiadásában
International Journal of Human Factors and Ergonomics [13]	megjelenik évente négyszer az Inderscience Publishers gondozásában
Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society [8]	a Human Factors and Ergonomics Society [7] hivatalos lapja kéthavonta jelenik meg
Journal of Ergonomics [17]	2011 óta jelenik meg ingyenesen letölthető számokkal
The Ergonomics Open Journal [23]	ingyenesen letölthető
International Journal of Occupational Safety and Ergonomics(JOSE) [25]	a lengyel munkavédelmi intézet által kiadott nemzetközi folyóirat, 1995 óta évente négyszer jelenik meg; a 2000 utáni számok az aktuális évfolyam kivételével ingyenesen letölthetők

A szoftverergonómiára vonatkozó folyóiratok a következők:

Behaviour and Information Technology [3]	havonta jelenik meg a Taylor and Francis kiadásában
Interactions [15]	kéthavonta megjelenő magazin az ACM gondozásában
IEEE Software [11]	kéthavonta megjelenő folyóirat
International Journal of Human-	havonta megjelenő folyóirat az Elsevier kiadásában

Computer Studies [12]	
Interacting with Computers Computers: The Interdisciplinary Journal of Human-Computer Interaction [26]	kéthavonta jelenik meg 1989-től eredetileg az Elsevier, 2013 óta az Oxford Journals (Oxford University Press) kiadásában; szerkesztőbizottságában a szoftverergonómia nagy nevei szerepelnek, például John Carroll, Jakob Nielsen, Jennifer Preece, Ben Shneiderman
International Journal of Human- Computer Interaction [27]	havonta megjelenő folyóirat a Taylor and Francis kiadásában
Human-Computer Interaction [28]	kéthavonta megjelenő folyóirat a Taylor and Francis kiadásában; a szakterület legnagyobb impakt faktoral rendelkező folyóirata

Összefoglalás

Az első fejezetben megismerkedtünk az ergonómia fogalmával, megértettük miért van szükség ergonómiai kutatásokra. Azt is megértettük, hogy miért interdiszciplináris tudomány az ergonómia és megismertünk pár ergonómiával foglalkozó szervezetet és folyóirattal is.

Kérdések az 1. fejezethez

- 1/1. Mi az ergonómia definíciója?
- 1/2. Milyen angol elnevezések használatosak az ergonómiára?
- 1/3. Miért multidiszciplináris kutatási terület az ergonómia?
- 1/4. Milyen nemzetközi és hazai szervezetektől kaphatunk ergonómiai ismeretekre információt?

Feladat az 1. fejezethez

- Nézzen szét a Magyar Ergonómiai Társaság honlapján: <http://met.ergonomiavilaga.hu/>, olvassa el a legutóbbi 5 hírlevelet, valamint a partnerek fülön nézze meg az ergonómiával foglalkozó szervezetek honlapjait!

Irodalom az 1. fejezethez

- [1] Antalovits M.: Bevezetés az ergonómiába. In: Hercegfői K., Izsó L.: Ergonómia, Typotex Kiadó, Budapest, 2007.
- [2] Applied Ergonomics: <http://www.journals.elsevier.com/applied-ergonomics/>
- [3] Behaviour and Information Technology: <http://www.tandf.co.uk/journals/tf/0144929x.html>
- [4] Ergonomics Journal: <http://www.tandf.co.uk/journals/titles/00140139.asp>
- [5] Ergonomics: <http://www.tandfonline.com/toc/terg20/current>
- [6] Centre for Registration of European Ergonomists: <http://www.eurerg.org/>
- [7] Human Factors and Ergonomics Society: <https://www.hfes.org/>
- [8] Human Factors: <http://hfs.sagepub.com/>
- [9] International Ergonomics Association: <http://www.iea.cc/>
- [10] International Ergonomics Association: What is Ergonomics: http://iea.cc/01_what/What%20is%20Ergonomics.html

- [11] IEEE Software: <http://www.computer.org/portal/web/computingnow/software>
- [12] International Journal of Human-Computer Studies:
<http://www.journals.elsevier.com/international-journal-of-human-computer-studies/>
- [13] International Journal of Human Factors and Ergonomics:
<http://www.inderscience.com/browse/index.php?journalCODE=ijhfe>
- [14] International Journal of Industrial Ergonomics:
<http://www.journals.elsevier.com/international-journal-of-industrial-ergonomics/>
- [15] Interactions: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=J373>
- [16] International Organization for Standardization: <http://www.iso.org/>
- [17] Journal of Ergonomics: <http://omicsgroup.org/journals/jerhome.php>
- [18] International Society of Automotive Engineers :<http://www.sae.org/>
- [19] Magyar Ergonómiai Társaság: <http://met.ergonomiavilaga.hu/>
- [20] Magyar Szabványügyi Testület: <http://www.mszt.hu/>
- [21] Stramler, J.H. Jr.: The dictionary for Human Factors / Ergonomics, CNN Press 1993
- [22] Takács G.: Hallgatnia kell a vezetőnek az ergonómus tanácsaira:
<http://www.hrportal.hu/c/hallgatnia-kell-a-vezetonek-az-ergonomus-tanacsaira-20061211.html>
- [23] The Ergonomics Open Journal: <http://www.benthamscience.com/open/toergj/>
- [24] Usability Net: <http://www.usabilitynet.org/tools/13407stds.htm>
- [25] International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE):
<http://www.ciop.pl/757.html>
- [26] Interacting with Computers: The Interdisciplinary Journal of Human-Computer Interaction:
<http://iwc.oxfordjournals.org/>
- [27] International Journal of Human-Computer Interaction:
<http://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=hihc20>
- [28] Human-Computer Interaction: <http://www.tandfonline.com/toc/hhci20>

2. Az ergonómia fejlődéstörténete

Az előző fejezetben megismerkedtünk az ergonómia fogalmával, megértettük miért van szükség ergonómiai kutatásokra. Azt is megértettük, hogy miért interdiszciplináris tudomány az ergonómia és megismertünk pár ergonómiával foglalkozó szervezetet és folyóirattal is. Ebben a fejezetben áttekintjük az ergonómia kialakulását és fejlődését a kezdetektől napjainkig. Az ergonómia több mint 50 éves „történelmét” Antalovits Miklós [1] jegyzete és könyve [2] alapján mutatjuk be.

A múlt század elejének ergonómiája, a kezdetek

Az ergonómia, mint fogalom megszületése a múlt század elejére esik az iparosodás fellendülésével egy időben. Bár akkor még a kutatók elsősorban nem az ember-gép kapcsolatokat, hanem az emberi mozgulatsort figyelték, és munkaelemzéssel foglalkoztak. Az akkori úttörők közé tartozik Frank és Lillian Gilbert is, akik Frederick Winslow Taylor munkatársai voltak. Frank Gilbert-et karrierje elején nagyon érdekelte a szabványosítás. Érdekességként megemlíthetjük, hogy észrevette, hogy egy építkezésen, ahol dolgozott, nem volt két egyforma kőműves, aki ugyanazt a mozgást, ugyanazt a módszert használta volna munka közben. Ő kitalálta a jobb munkamódszert és ezzel a napi teljesítményt 1000-2700 téglával emelte [6]. Bár az ilyen és ehhez hasonló példák nem általánosak, hogy a munka közben felmerülő problémát az ember sajátjához viszonyítsák, mégis előfutárai a „human factors” problémákra való figyelésnek. A szemléletet a II. világháborúban előfordult repülőgépbalestek formálták. Az amerikai légierő több mint 400 repülőgépet veszített el [1, 2], mert a pilótafülke tervezése során nem vették figyelembe az emberi tényezőket. Gondoljunk bele, ma természetes, hogy egy gépkocsiba beleülve az igényeinknek megfelelően tudjuk beállítani a vezetőülés távolságát, magasságát, a tükröket, a kormányt, hogy csak a legszükségesebbeket említsük. Mennyivel kényelmesebb egy jó műszerfallal ellátott autót vezetni, mint régen egy Trabantot. Az ergonómia megszületése a háború utánra tehető.

Ergonómia az 1945-1960-as években

A II. világháborúban az amerikai hadsereg légierőjénél és tengerészeténél történt szomorú balesetek világítottak rá az emberi tényezők vizsgálatának fontosságára, ezért megalapították az első „engineering psychology” laboratóriumokat. Sajnos továbbra is a kutatásokban a hadiipar, az űrkutatás volt a húzó ágazat, míg ma a hardver- és szoftverfejlesztésben még ehhez hozzájárul a játék és szórakoztató ipar is. De akkor a háború utána végre létrejöttek az első nem hadi célú laboratóriumok. Angliában megalakult az első tudományos testület, az Ergonomics Research Society. A hidegháborús versengés az űrkutatással újabb fejlődést hozott. 1957-ben megszületett az első tudományos folyóirat, az Ergonomics, valamint 1959-ben létrejött a Nemzetközi Ergonómiai Társaság (International Ergonomics Association) is. Ezt az időszakot szokás a „fogantyúk és skálák” ergonómiájának is nevezni [1, 5].

Ergonómia a múlt század hatvanas éveiben

Ettől az időszaktól számítva az ergonómiai kutatások, alkalmazások már nem csak a hadiipar és az űrkutatás privilégiuma, hanem egyre inkább a nagyvállalatok is létrehozzák saját ergonómiai kérdésekkel foglalkozó laboratóriumait. Ettől az időtől fogva az emberi tényezőket már nemcsak a gépek és technikai eszközök tervezésénél veszik figyelembe, hanem a munkakörnyezet kialakításában és a gyártás, termelés optimalizálásában is. Tehát a hatvanas években kezd fellendülni az ergonómia ipari alkalmazása, ugyanis a vállalatok felismerik, hogy hatalmas anyagi előny számukra, ha az emberi tényezőket is figyelembe veszik nemcsak a munkakörnyezetnél, hanem a gyártott termékeknél is. Példamutató

fejlődésként említhető Svédország, ahol ebben az időszakban a munkakörnyezet humanizálását támogatta a kormányzat is, és Európában elsőként munkáltatók kötelezettségeként törvénybe is iktatták a környezetergonómiát [2]. Magyarországon is ez az időszak számít az ergonómiai kutatások és alkalmazások bölcsőjének. Ekkor alakultak a nagyvállalatoknál és a megfelelő ágazati minisztériumoknál az ergonómiai, elsősorban munkapszichológiai részlegek.

Ergonómia a múlt század hetvenes éveiben

Ettől az évtizedtől kezdve az ergonómia már nemcsak a munkahelyi és munkafolyamatok optimalizálására vonatkozik, hanem egyre inkább a mindennapi életben is jelen van. Ettől kezdve egyre nagyobb verseny van az autóipar és minden más fogyasztási cikk vásárlóinak a kegyeiért. Ezért természetes, hogy a vásárlók azokat a termékeket részesítik előnyben, amiknek a kialakítása ergonomikus. Figyelembe veszi nemcsak az átlagemberre vonatkozó kialakítást, hanem figyelembe veszi az eltérő adatokat is: méret, nem, kor stb. Ezenkívül a divat, a stílus, a presztízs mellett már vezető szempont a könnyű kezelhetőség. Ekkor jelenik meg a köztudatban a termékergonómia, ami a termék tervezésétől annak lejárta után az újrahasznosítására is vonatkozik.

Hazánkban is ekkortól számítható az ergonómia fejlődése. Azonban ekkor még szorosan összefüggött az alkalmasságvizsgálatot végző munkapszichológiával, ezért hiányzott az interdiszciplináris jelleg, azaz hiányzott a tervezéshez használt mérnöki jelenlét. Mégis elindult a fejlődés, ugyanis 1971-ben rendezték meg az első ergonómiai konferenciát, majd 1976-ban elindult a Budapesti Műszaki Egyetemen a mérnökök szakirányú továbbképzése. Abban az időben a volt szocialista országokban nem volt árubőség, mint manapság, sőt inkább szinte minden hiánycikknek számított, ezért a termékek kelendőségének nem volt fontos szempontja az ergonomikus kialakítás. Így Magyarországon az ergonómia elsősorban a munkaergonómiára vonatkozott, és a vállalatok munkavédelemmel és személyzeti-szociális kérdésekkel foglalkozó szabályzatai foglalkoztak vele.

Ergonómia a múlt század nyolcvanas éveiben

Sajnos nagyon sok ipari katasztrófa következett be ezeken az években: a Three Mile Island atomerőműben lévő súlyos baleset 1979-ben, az indiai Bhopal vegyi üzemben lévő robbanás 1984-ben (3500 halálos áldozat, 200000 súlyos sérülés), a csernobili atomkatasztrófa Ukrajnában 1986-ban, a Challenger űrkatasztrófa, de sorolhatnánk tovább is. A katasztrófák leírásaiból és elemzéseiből kiderül, hogy mindegyikben egy közös vonás van, azaz az emberi tényezőknek a figyelmen kívül hagyása vagy alulértékelése a rendszerek tervezésénél. Ezek a katasztrófák ráirányították a tervezők figyelmét az emberi információfeldolgozásra és a kognitív ergonómiára, ezen területek ötvözésére, a bonyolult rendszerek, technológiák tervezési és irányítási folyamatira. A másik rohamosan fejlődő ágazat a számítástechnikai ipar, ahol egyre kelendőbbek lettek a felhasználóbarát megoldások. Így indult útjára a szoftverergonómia. A szoftverergonómia feladata egy interfészprobléma megoldása. Ennek az interfésznek az ember–gép összeillesztés problémáját nem elsődlegesen szenzomotoros, hanem kognitív szinten kell megoldania. Ezért a szoftverergonómia a kognitív ergonómia egy részhalmaza. Így lett a szoftverergonómia valóban multidiszciplináris terület, mert az ember–számítógép kapcsolat felhasználóbarát tervezése már elsődlegesen a szoftverkészítők, és nem a pszichológusok feladata lett.

Ergonómia a múlt század kilencvenes éveiben

Az ötvenes évek közepétől a kilencvenes évek elejéig jelentek meg a későbbi műveket megalapozó, első korszakalkotó ergonómiai szakkönyvek [1, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17].

A kilencvenes évek ergonómiájára leginkább jellemző a termék-ergonómia előtérbe kerülése. Ez érthető is, hiszen annak a terméknek van nagyobb piaca és hoz nagyobb hasznot a gyártónak, aminek „ergonomikus” a kialakítása. Ez már nem csak a termék kézbevitelére, a fizikai paraméterekre vonatkozik, hanem, mint a szoftverek estében is, a könnyű használhatóságra is. A fejlett piacgazdaságok a következő fejlődési tendenciákat hozták magukkal [7]:

- Súlypontáthelyeződés a termelési rendszerek ergonómiájáról a termékergonómiára.
- A biztonsági és környezetvédelmi szempontok fokozottabb érvényesítése a termelési folyamatok/rendszerek, a munkahelyek és a termékek tervezése és kialakítása során.
- A speciális-, vagy rétegigények fokozottabb figyelembe vétele és érvényesítése a tervezés során.
- A felhasználók növekvő arányú közvetlen részvétele az ergonómiai tervezés és értékelés folyamatában.
- A számítógépesítés lefékezhetetlen áradata magával sodorja az ergonómiát is; népszerűsíti, valamint újabb és újabb igényeket támaszt mind a kutatás, mind pedig az ergonómia alkalmazása iránt.
- A műszaki szakképzettséggel rendelkezők növekvő érdeklődése és részvétele az ergonómiai tervezésben.

Ergonómia az új évezred kezdetén

Bár már a nyolcvanas évek közepétől beszélhetünk a virtuális valóság (virtual reality) és a kevert valóság (mixed reality, vagy augmented reality) rendszerekről, mégis az ezredforduló környékére tehető az az kutatások, amelyek az ilyen alkalmazások ergonómiai vonatkozásaival foglalkoznak [9]. Ezen kívül elterjedtek az okostelefonok (smart phones, pl. iPhone), különböző táblagépek (pl.: iPad) stb. Ezek felhasználói felületének a tervezése is a szoftverergonómia feladata lett.

Rohamos gyorsasággal nőtték ki magukat a különböző közösségi oldalak (social websites), többek között az iWiW, Facebook, MySpace stb. Az egy újabb kutatási terület lett, hogy mennyire akadálymentesek ezek a közösségi oldalak [3, 10].

2002-ben jött létre a European Design for All e-Accessibility Network az Európai Unió megbízásából, mely hálózat tagja több mint 160 szervezet, köztük kutató egyetemek, ipari cégek, vállalatok az EU 24 tagországból és Norvégiából [4]. Ezen nonprofit szervezet feladata ajánlások, kutatások, oktatási, képzési anyagok létrehozása.

Összefoglalás

Ebben a fejezetben áttekintettük az ergonómia kialakulását és fejlődését az ergonómia, mint tudományág megszületésétől napjainkig.

Kérdések a 2. fejezethez

2/1. Mi jellemző az ergonómia fejlődésére a múlt század kezdetétől a hatvanas évekig?

2/2. Mi jellemző az ergonómia fejlődésére a múlt század hetvenes éveiben?

2/3. Mi jellemző az ergonómia fejlődésére a múlt század nyolcvanas éveiben?

2/4. Mi jellemző az ergonómia fejlődésére a múlt század kilencvenes éveiben?

2/5. Mi jellemző az ergonómia fejlődésére az új évezred első évtizedében?

Feladat a 2. fejezethez

- Nézzen szét az EDeAN honlapján: <http://www.edean.org> , és keressen ergonómiára vonatkozó publikációkat!

Irodalom a 2. fejezethez

- [1] Antalovits M.: Bevezetés az ergonómiába, Oktatási segédlet, Budapesti Műszaki Egyetem, Ergonómia és Pszichológia Tanszék, Budapest, 1994
- [2] Antalovits M.: Bevezetés az ergonómiába. In: Hercegfı K., Izsó L.: Ergonómia, Typotex Kiadó, Budapest, 2007
- [3] Czank, N., Sık, A., Sık Lányi C.: Testing the Accessibility of WEB Sites, International Journal of Knowledge and Web Intelligence (IJKWI), 2011, 2(1): 87-98.
- [4] European Design for All e-Accessibility Network: <http://www.edean.org>
- [5] Hercegfı K., Németh E., Izsó L.: Irodaergonómia. In: Hercegfı K., Izsó L.: Ergonómia, Typotex Kiadó, Budapest, 2007
- [6] Historical perspective on productivity improvement:
http://www.accel-team.com/scientific/scientific_03.html
- [7] Izsó L., Antalovits M.: Bevezetés az információ-ergonómiába, BME Ergonómia és Pszichológia Tanszék, Budapest, 2000
- [8] Sanders M.S., McCormick E.J.: Human Factors Engineering, McGraw-Hill, New York, 1982
- [9] Sık Lányi, C.: Virtual Reality in Healthcare, *Intelligent Paradigms for Assistive and Preventive Healthcare*, Ichalkaranje, A., et al. (Eds.), Springer-Verlag, 2006, pp. 92-121
- [10] Sık Lányi, C.: Accessibility Testing of Social Websites, Handbook of Social Network Technologies and Applications by Furth B. (Eds.) Springer Science + Business Media, LLC 2010, ISBN: 978-1-4419-7141-8, pp. 409-426.
- [11] Murell, K. F. H.: Ergonomics. Chapman & Hall, 1959.
- [12] Murell, H: Ember és gép. Gondolat Kiadó, 1982.
- [13] Woodson, W. E.: Human Engineering Guide for Equipment Designers. University of California Press, Berkeley, CA, 1954.
- [14] Woodson, W. E.: Ember-gép-üzem. Munkahelytervezés. Műszaki Könyvkiadó, 1973.
- [15] Shneiderman, B.: Software Psychology: Human Factors in Computer and Information Systems. Little, Brown and Co., Boston, MA, 1980.
- [16] Shneiderman, B.: Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction. Addison-Wesley, Reading, MA, 1987.
- [17] Card, S. K., Moran, T. P., Newell, A.: The Psychology of Human-Computer Interaction. Lawrence Elbaum, Hillsdale, NJ, 1983.

3. Az ergonómia feladata

Ebben a fejezetben áttekintjük, hogy mi az ergonómia klasszikus értelemben vett feladata.

Az ergonómia szó, mint ahogy már az első fejezetben bemutattuk, az ergos=munka, projekt és nomos=törvények szavak kombinációjából adódik. Az ergonómia a Nemzetközi Ergonómiai Társaság (International Ergonomics Association - IEA) definíciója szerint egyrészt tudományág, amely egy rendszerben az ember és a rendszer más elemei közötti interakciók vizsgálatával foglalkozik, másrészt szakma, mely elméleteket, elveket, adatokat és módszereket alkalmaz a tervezés folyamán abból a célból, hogy optimalizálja az ember jó közérzetét és a rendszer teljesítőképességét [1]. Tehát az ergonómia az ember – gép – munkakörnyezet kapcsolatát vizsgáló tudományág.

Az IEA 2000-ben megfogalmazott definíciója szerint figyelembe kell venni fizikai, kognitív, szociális, szervezeti, környezeti és más releváns tényezőket. Ergonómusok sokfélegazdasági ágazatban, illetve alkalmazási területen dolgoznak. Ezen alkalmazási területek nem zárják ki egymást, és folyamatosan fejlődnek, sokszor újak jönnek létre, mint ahogy a számítógépek megjelenésével létrejött a szoftverergonómia.

Az ergonómia fő szakterületei a következők: fizikai ergonómia, kognitív ergonómia és szervezeti ergonómia.

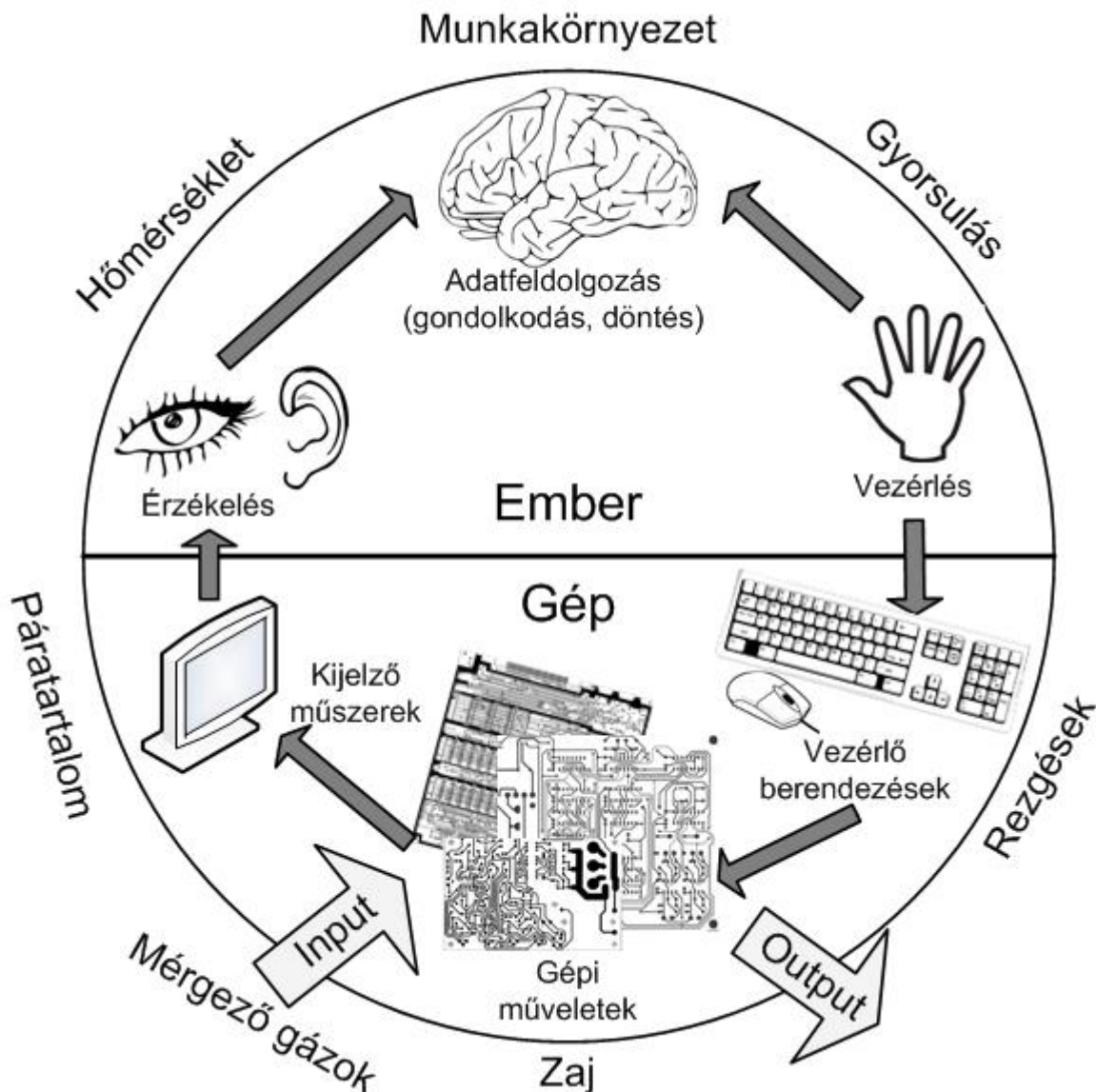
A *fizikai ergonómia* (physical ergonomics) az emberi anatómiai, antropometriai, fiziológiai és biomechanikai tulajdonságaival foglalkozik. Ezekben a területeken vizsgálja például a testtartást, az anyagmozgatással való fizikai aktivitást, az ismétlődő mozdulatokat, a munkához kapcsolódó váz- és izomrendszeri megbetegedéseket, a munkahelyi elrendezést, a biztonsághoz és egészségvédelemhez kapcsolódó kérdéseket.

A *kognitív ergonómia* (cognitive ergonomics) tárgya a mentális folyamatok, észlelés, memória, érvelés, motoros válasz, mentális munkaterhelés, döntéshozatal, ember-számítógép interakció, emberi megbízhatóság, munkahelyi stressz.

A *Szervezeti ergonómia* (organizational ergonomics) az optimális szervezeti struktúrák és folyamatok kialakításával foglalkozik. Ide értendő a kommunikáció, emberierőforrás-gazdálkodás, munka és munkafolyamatok tervezése, a munkaidő és a csapatmunka megszervezése, kooperatív munka, szervezeti kultúra, távmunka és a munkafolyamatok minőségbiztosítása.

Bár ezt a három szakterületet megkülönböztettük, mégsem lehet abszolút elválasztani egymástól, hiszen szorosan összefüggnek. Az egyik legfontosabb tényező ezekben a folyamatokban az ember, és ezt nem szabad figyelmen kívül hagyni, mert például az ember nem automata, nem egy ipari rendszer, az ember hibázhat. Ezért szükség van az ember számára megfelelő környezeti feltételek megteremtésére is. Így az ember képességeinek és az automatika, a gépek összekapcsolásával és összehangolásával lényegesen megnövekszik a rendszerek hatékonysága. Egy-egy munkahelyi rendszer kialakításában az egyik legfontosabb feladat az emberközpontúság. Mivel az ember hibázhat, ezért az emberi adottságokhoz kell igazítani az ember – gép – munkakörnyezet rendszer elemeit. Hogy mennyire lesz hatékony az adott munkafolyamat, nagyban függ attól mennyire vették figyelembe a rendszer kialakításánál az emberre, illetve a gépre jellemző lehetőségeket és korlátokat.

Tehát az ergonómia egyaránt támaszkodik a pszichológia, a szociológia, a pedagógia, a műszaki tudományok, az orvostudományok és a munkaszervezés ismereteire.



3.1. ábra: Ember – gép – munkakörnyezet kapcsolata

Az ergonómiai kutatásoknak, fejlesztéseknek az elsődleges célja, hogy az embert állítsa mind a munkafolyamatok, mind a szabadidős tevékenységek központjába. Ugyanis ő a felhasználó, ő az adott eszközt működtető, a gépeket felülbíráló eleme minden folyamatnak. Tehát az ergonómia célja a munkakörnyezet, az eszközök stb. emberhez, mint felhasználóhoz való igazítása. Teszi mindezt abból a célból, hogy mind az ember fizikai méreteihez, mind egyéb adottságaihoz, képességeihez olyan eszközök készüljenek, amik kiteljesítik az ember fizikai és szellemi képességét megőrizve az ember egészségét és testi épségét, azaz maximálisan biztonságra törekedve. A biztonság, a baleseti kockázatok csökkentése, hosszú távon a munkavégző képesség megőrzése mellett az ergonómia célja, hogy az emberi hibákat és tévedéseket a lehető legminimálisabbra csökkentse. Másik fontos célja az ergonómiának, hogy a fentebb felsoroltak mellett az ergonómia sikeres alkalmazása következtében megnövekszik a termelékenység, a dolgozók elégedettsége is.

Az ergonómia területei

A Sulinet Tudásbázis az ergonómia címszónál az ergonómiát, attól függően, hogy milyen részfeladatokat old meg, három területre osztja: termék-, munkafolyamat- és szoftver-ergonómia [2].

A *termék-ergonómia* azt a szemléletet tükrözi, amit a termék fejlesztésekor a tervezők figyelembe vettek azon célból, hogy az új termék növelje a használhatóságot, a kezelhetőséget, az egyszerűbb működtetést és karbantartást a maximális biztonság szem előtt tartásával. Ezáltal a felhasználónak könnyebb lesz az új terméket használni, működtetni. A tervezők már kezdetektől figyelembe veszik az emberi sajátosságokat, ami kiterjed az új termék méretére, alakjára, tömegére, különböző kezelőelemek elhelyezésére stb. Fontos szempont a tervezésénél, hogy az új termék használata ne legyen fárasztó, természetes testtartásban lehessen használni, ne legyen megerőltető.

A *munkafolyamat-ergonómia* célja, hogy az ember–gép–környezet alkotta rendszert a legjobb feltételekkel lehessen működtetni. A munkafolyamat-ergonómia, más néven munkavégzés-ergonómia a tevékenységek ergonómiai szemléletű kialakítására fókuszál. Azzal foglalkozik, hogy a munkahelyek, a munkaeszközök, a munkakörnyezet, a munkafolyamatok kialakításakor a munkavégzés során fellépő terhelő hatásokat meghatározza, ezeket értékeli és a lehető legnagyobb mértékben csökkentse. A munkafolyamat-ergonómia célja ezért elsődlegesen a baleseti kockázatok csökkentése az ember fizikai terhelésnek csökkentésére és a munka hatékonyságának növelésére terjed ki.

A *szoftver-ergonómia* célja, hogy a különböző szoftvereket a felhasználók a lehető legegyszerűbb módon tudják használni. Már közhelynek számít, de a legjobb elnevezés erre, hogy a szoftverek felhasználóbarátok legyenek. Nagyon fontos, hogy a számítástechnikai rendszerek, programok illeszkedjenek az ember észlelési, megismerési, gondolkodási tulajdonságaihoz. A szoftver-ergonómia egyik fő feladata, hogy olyan módon legyen kialakítva az információközlés, hogy a felhasználó és a számítógép közötti párbeszéd az ember igényeihez igazodjon. A szoftver-ergonómia alkalmazásával csökkenthető a felhasználók pszichés terhelése, megteremthetők a kevésbé fárasztó folyamatos munka feltételei, növelhető a felhasználók munkájának hatékonysága.

Egy szoftver akkor jó, ha könnyen megtanulható és egyszerűen használható. A felhasználóbarát szoftverek ergonómiai követelményei a következők [2]:

- információja közvetlenül felhasználható legyen;
- a felhasználó abban az időpontban kapja az információt, amikor éppen szüksége van rá;
- a felhasználó annyi információt kapjon, amennyire éppen szüksége van;
- az információ olyan formában és ott jelenjen meg, ahol leginkább felismerhető és felhasználható.

Eddig röviden áttekintettük az ergonómia célját és alkalmazási területeit. Az alapvető ergonómiai célok lényegében minden területen egységesek, de az ember – gép – környezet rendszer jellege, az alkalmazott módszerek különbözőek lehetnek.

A munkafeladatok és a munkahelyek kialakításában az ergonómiai célok teljesítéséhez számos elvet kell érvényesíteni. Ezek az elvek a munkahelyi rendszer kialakításának az alapjai [3].

- *Elvégezhetőség:* Az elvégezhetőség elve akkor teljesül, ha a munkát végző ember megfelel a legszükségesebb követelményeknek, illetve a munka nem követel túlzott elvárásokat az embertől.
- *Elviselhetőség:* Az elviselhetőség elve akkor teljesül, ha a munkát végző ember megfelel az adott terheléseknek, illetve a terhelések nem haladják meg a munkavégző képességét, valamint a munkafeladat tartósan és egészségkárosodás veszélye nélkül végezhető.
- *Kívánatosság:* Pl. tiszta, világos, csendes munkahely, kényelmes bútorok, könnyen használható eszközök stb. Ha az ember a munkahelyét vonzósnak ítéli, nagyobb valószínűséggel marad ott, kevesebbet hiányzik, egyenletesebb teljesítményt nyújt.
- *Elégedettség:* Az elégedettség elve azt jelenti, hogy a munkavállaló mennyi örömet talál a munkájában. Ez azt is jelenti, hogy a munka milyen lehetőségeket nyújt képességeinek, készségeinek kihasználására, fejlesztésére, mekkora önállóságot, milyen karrierlehetőségeket biztosít.

Az ergonómiának szerves részét képezik az ergonómiai problémák megelőzése és az ergonómiai elemzések, ezért a következőkben erre térünk ki. Akkor merül fel ergonómiai probléma, ha az ember–gép–környezet alkotta rendszerben a munkafeladat, a munkahely, a munkakörnyezet, illetve a munkát végző ember nem felelnek meg egymásnak. Ezért az ergonómiai problémamegoldás célja, hogy a munkavállalói igényeknek jobban megfelelő munkaköröket és munkahelyeket biztosítsanak. Ehhez meg kell vizsgálni az elvégzendő munkafeladatokat, a munkaköröket, a munkakörülményeket, a munkavállaló képességeit, adottságait, szakismeretét, szakmai tapasztalatát, érdeklődését. Mint látjuk, ez egy nagyon összetett folyamat. Ezért az ergonómiai problémamegoldás folyamatos odafigyelést igényel a munkafeltételekre a munkahely vezetői részéről, és feltételezi a résztvevők aktív közreműködését az ergonómiai problémák feltárásában és megoldásában [3]. Hogy ezek a problémák felszínre kerüljenek, és jó megoldások szülessenek, ergonómiai elemzésekre van szükség. Az ergonómiai elemzés célja az, hogy meghatározza az ember helyét és szerepét az ember–gép–környezet alkotta rendszerben. Ezen kívül feltárja az emberi tevékenységet és annak hatékonyságát befolyásoló tényezőket. Az elemzés során fel kell térképezni az ember egészségét veszélyeztető tényezőket, a hatékony munkavégzés feltételeiben a hiányosságokat, azok tényleges vagy várható következményeit, valamint az ember–gép–környezet jellemzőit [3]. Az elemzésben fel kell sorolni a munkavégzés során fellépő terhelő hatásokat is.

A változó munkahelyi feltételek és a műszaki fejlődés, változások miatt az ergonómiai fejlesztések egyáltalán nem tekinthetők véglegeseknek, hanem ezek rendszeres felülvizsgálatot igényelnek. Mivel az ergonómiai elemzés és fejlesztés sokszor a már meglévő, működő rendszerekben utólag dolgoz ki javaslatokat az ergonómiai problémák megoldására, így a rendszer elemei adottak, megváltoztatásuk, fejlesztésük csak kompromisszumok árán valósítható meg. Ezért csak részben van lehetőség az elemzés során feltárt problémák megoldására. Ha még fizikailag az ember–gép–környezet rendszer nem létezik, a rendszer csak a tervezés fázisában van, akkor még ebben a tervezési fázisban optimális kialakítás kidolgozásával megelőzhetők a későbbi ergonómiai problémák.

Annak megállapítására, hogy az adott számítógépes munkakörnyezetet, szoftvert hogy kell ergonómiai szempontból megtervezni, a jegyzet további fejezeteiben foglalkozunk, ahol kitérünk a különböző szabványokra is.

Összefoglalás

Ebben a fejezetben áttekintettük az ergonómia feladatkörét. Részletesebben megnéztük mit jelent a fizikai ergonómia, kognitív ergonómia és szervezeti ergonómia.

Kérdések a 3. fejezethez

3/1. Mik az ergonómia fő szakterületi?

3/2. Hogy jellemezhető az ember–gép–munkakörnyezet kapcsolata?

3/3. Mik azok az elvek, amelyeket ergonómiai célok teljesítéséhez a munkafeladatok és a munkahelyek kialakításában érvényesíteni kell.

3/4. Mit jelent az ergonómia problémák megelőzése?

3/5. Miért van szükség ergonómiai elemzésre?

Feladata 3. fejezethez

- Nézzon szét a Magyar Szabványügyi testület honlapján (<http://www.mszt.hu/>), és keressen szabványokra vonatkozó híreket, dokumentumokat!
- Nézzon szét az International Organization for Standardization (ISO) honlapján (<http://www.iso.org/>), és keressen irodaergonómiára vonatkozó ajánlásokat!

Irodalom a 3. fejezethez

[1] International Ergonomics Association: <http://www.iea.cc/>

[2] Sulinet Tudásbázis, Az ergonómia főbb területei:

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/az-egeszseges-életmod/az-egeszseges-életmod/bevezetes-az-ergonomiaba/az-ergonomia-fobb-teruletei>

[3] Sulinet Tudásbázis, Az ergonómiai elvek:

<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/az-egeszseges-életmod/az-egeszseges-életmod/bevezetes-az-ergonomiaba/az-ergonomiai-elvek>

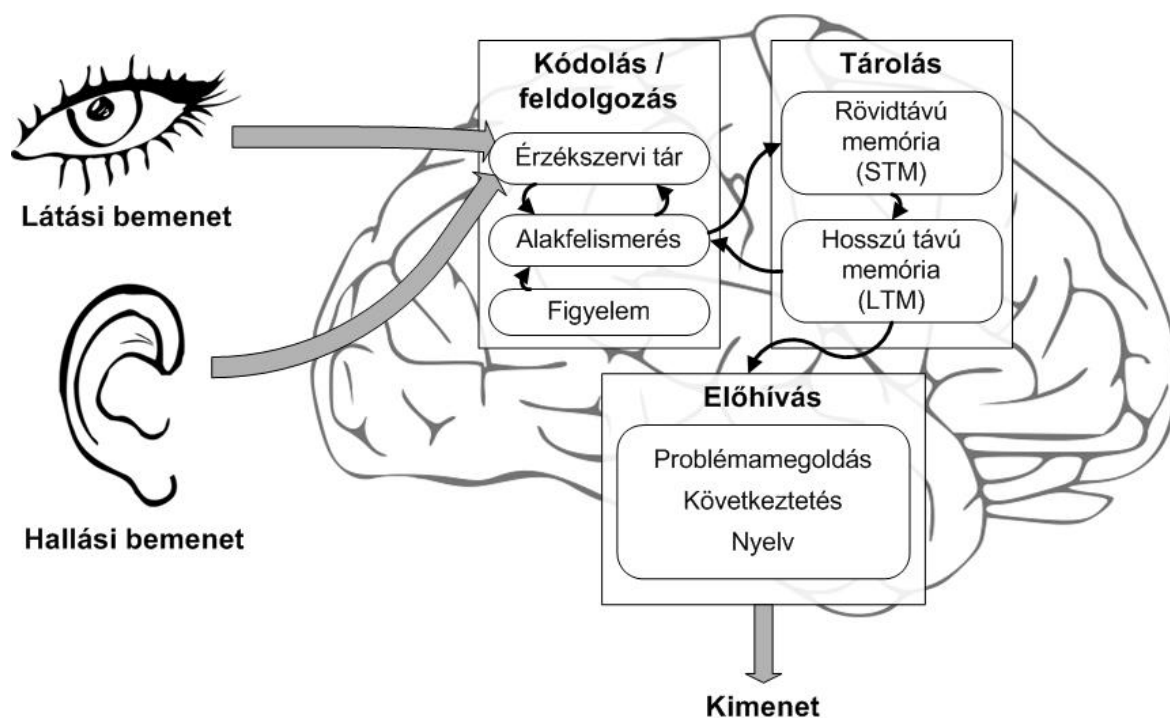
4. Az emberi információfeldolgozás

Az eddigi fejezetek során áttekintettük az ergonómia fogalmát, történetét és feladatát, azonban ahhoz, hogy e tudományterület „miértjeit” megértsük, fontos megismernünk és megértenünk az emberi információfeldolgozás folyamatát. ([2, 7] alapján.)

Az ember információfeldolgozó rendszerének általános modellje

Az ember információfeldolgozó rendszerének alapja a memóriánk, melyben az eddigi életünk során megtapasztalt, megtanult és átélt dolgokat tárolja agyunk.

Emlékezésünknek három fő szakasza van, a kódolás, a tárolás és az előhívás. Kódolás során agyunk elhelyezi az érzékelt dolgot a memóriában. A tárolás azt jelenti, hogy agyunk megőrzi az eltárolt dolgokat. Előhívás alatt pedig azt értjük, hogy az eltárolt dolgokat visszanyerjük a memóriából.



4.1. ábra: Az emberi információfeldolgozó rendszer modellje [1]

Ahogy az a 4.1-es ábrán is látszik, az egyes főbb szakaszok további részekre bonthatók. Az ezek közötti kapcsolatokat, és az információ feldolgozásának irányát a nyilak szemléltetik.

Az első feldolgozási szakasz, a kódolás három részre bontható: az érzékszervi tárra, az alakfelismerésre, valamint a figyelemre. Az érzékszervi tárban tárolja agyunk az érzékszerveinkből közvetlenül érkező, nyers információt addig, amíg az feldolgozásra nem kerül. Két fő tulajdonsága, hogy nagy terjedelmű, illetve hogy tartalmát nagyon rövid ideig őrzi meg. Ebben a tárban még a tartalom nem rendelkezik jelentéssel. Az alakfelismerés lényege, hogy az érzékszervi tár tartalmához – az eddigi tapasztalataink alapján – jelentést rendeljen hozzá. A figyelem dolga az, hogy az érzékelt dolgokból kiválassza a „hasznos” információt. Amire „odafigyelünk”, illetve amit „észreveszünk”, csak az kerül be a rövidtávú memóriába, tehát csak az tudatosul bennünk.

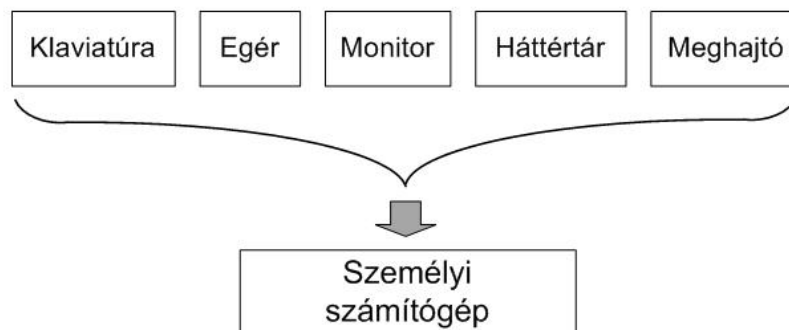
A második szakasz, a tárolás, két fő részből, a rövid idejű (STM – Short Time Memory) és a hosszú idejű memóriából (LTM – Long Time Memory) áll. Az itt jelenlevő dolgok már

konkrét jelentéssel rendelkeznek, ezért tudatosan értelmezhetők. Ezeket az információegységeket a következő kifejezésekkel nevezhetjük meg: információ-tömb vagy -csomag, tétel vagy kognitív séma. Tételek alatt a memóriánkban eltárolt információegységeket értjük, kognitív sémának pedig ezek közül azokat nevezzük, melyek az általunk konkrétan megragadott, visszaidézett dolgok. Emlékezni csak olyan információ-csomagokra vagyunk képesek, melyek a hosszú távú memóriánkban konkrét kognitív sémaként léteznek.

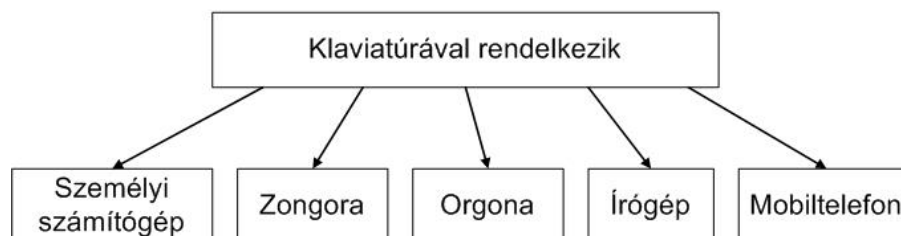
George Armitage Miller tudóstársai és saját kísérletei nyomán megállapította, hogy rövidtávú memóriánk összesen 7 ± 2 kognitív sémát képes tárolni, valamint hogy ez a mennyiség minden embernél egységesnek tekinthető [3]. A rövidtávú memóriáról fontos tudni továbbá, hogy tudatos, szelektív, soros szervezésű, lassan működik, szakaszosan analitikus, használata erőfeszítést igényel, és hogy főképp következtetésekre, logikai műveletekre specializálódott.

A hosszú távú memória tárolja az életünk során összegyűjtött összes információt, tudást, érzést és tapasztalatot. Mivel ez hihetetlen mennyiségű adatot jelent, ezért a hosszú idejű memóriánk kapacitását – ellentétben a rövid idejűvel – végtelennek tekinthetjük. Bár kapacitása szinte végtelen, hosszú távú memóriánk – figyelmünkhöz hasonlóan – meglehetősen szelektív: csak a számunkra fontosnak tartott információkat fogja hosszú ideig eltárolni. Ellis és Hunt szerint, ha egyszer valamit agyunk eltárolt a hosszú idejű memóriánkban, akkor azt sosem felejtjük el – felidézni inkább az előhívási szakasz hibái miatt nem tudjuk [1]. Hosszú idejű memóriánkról fontos tudni, hogy mindezen tulajdonságok mellett gyors működésű, különösebb erőfeszítés nélkül használhatjuk, automatikusan működik, és párhuzamos szervezésű.

Konvergens keresés:



Divergens keresés:



4.2. ábra: Konvergens és divergens heurisztikák [6]

Hosszú távú memóriánk az eltárolt kognitív sémákat három fő csoportba kategorizálja; egy információegység lehet az epizodikus memóriában (átélt események), a szemantikus memóriában (tanulás által elsajátított általános ismeretek), illetve a procedurális memóriában

(a megtanult mozgásos vagy gondolati készségek). Az első két csoportot összefoglaló néven explicit memóriának, a harmadik típust pedig más néven implicit memóriának nevezzük. A legtöbb cselekvésünk persze annyira összetett, hogy mindhárom típusra egyszerre van szükség az elvégzésükhöz. Ahhoz, hogy egy ilyen cselekvéshez a megfelelő kognitív sémákat előkeresse számunkra, agyunk kétféle heurisztikát használ: a konvergens és a divergens keresést [6]. A két keresési eljárást a 4.2-es ábrán láthatjuk.

A konvergens heurisztika lényege, hogy agyunk az érzékelt tulajdonságok alapján keresse ki azt a tételt, melyre a legjobban illenek a megadott jellemzők. Ezt a keresést más néven hasonlósági illesztésnek nevezzük. A divergens keresés pont ellentétesen működik: érzékelünk egy konkrét dolgot, és ehhez kell agyunknak kikeresnie az összes lehetséges információ-csomagot, melyre az érzékelt dolog jellemző lehet. Mivel e heurisztika eredménye nagyban függ az eddig átélt tapasztalatoktól, ezért ez egy gyakoribbra tevés heurisztika (például – az ábrát alapul véve –, ha valaki még nemigen látott személyi számítógépet, akkor az agya a „klaviatúrája van” jellemzőhöz nem fogja a személyi számítógép kifejezést társítani). Ez a két keresési módszer az alapja a döntéseinknek olyan helyzetben, ahol nem rendelkezünk az összes szükséges információval egy döntés meghozásához.

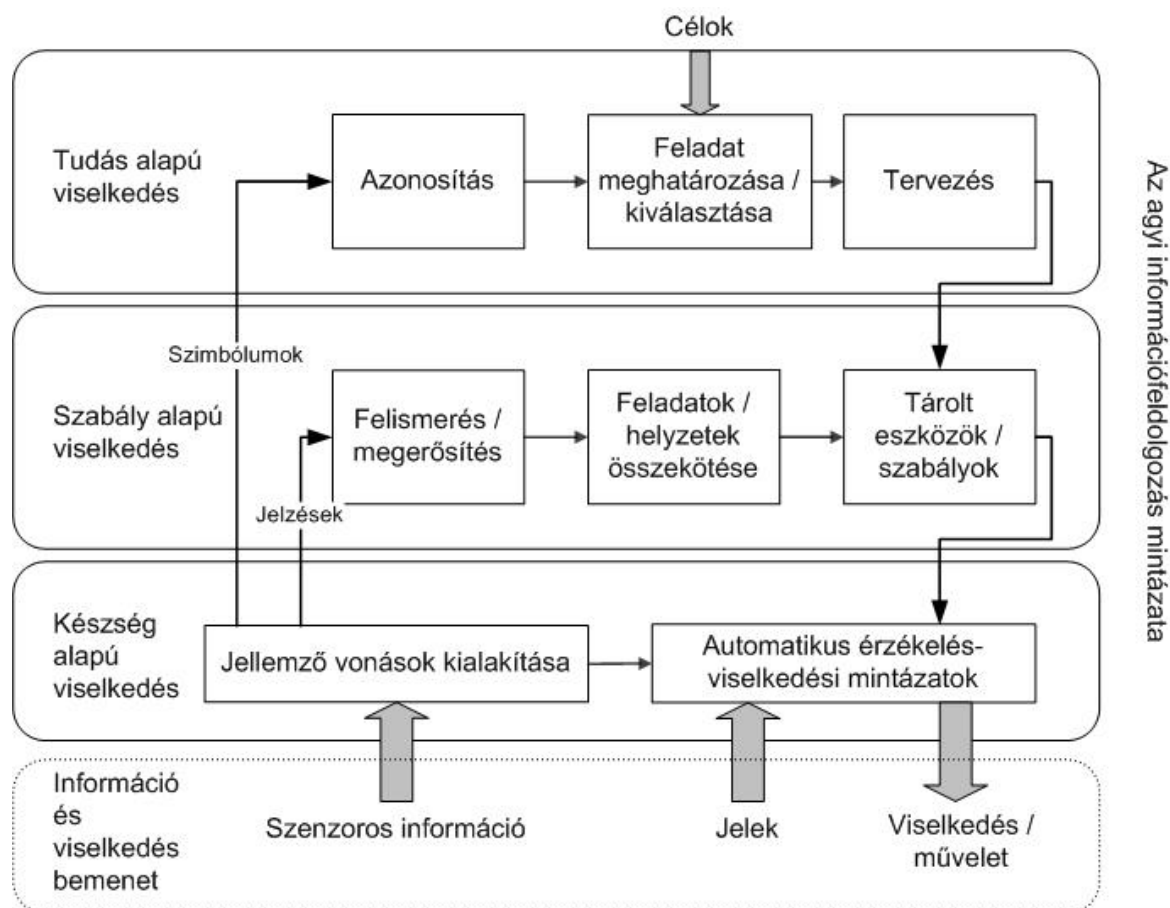
A következő lépés az emberi agy információfeldolgozási folyamatában az előhívás, mely egy magasabb kognitív működést igénylő eljárás. Az előhívás legfontosabb részei a nyelv, a következtetés és a problémamegoldás. A nyelvet leginkább gondolataink közlésére használjuk; ez gondolkodásunk legalapvetőbb eszköze, mely szorosan beleágyazódott a hosszú idejű memóriánkba. A következtetési rész gondolkodásunk alapját jelenti; egy kezdeti szituációból ugyanis az agyunk által kiválasztott szabályok mentén jutunk el egy megfelelő végállapothoz. A problémamegoldás lényege, hogy egy adott problémánk van, melyből egy, attól különböző megoldásig kell eljutnunk; ez az út nem evidens, sőt, megtalálása és a probléma megértése komoly szellemi kihívást jelenthet. Az egyes megoldási módszerek helyességének ellenőrzéséhez különböző feltételezéseket kell felállítania agyunknak, illetve ellenőriznie kell a kitalált feltételek teljesülését. Egy probléma megoldása során általában a kezdeti problémát könnyen feldolgozható részproblémákra bontjuk, és a részproblémák megoldásával adjuk meg a fő eredményt. Agyunk az egy problématerülethez tartozó feladatok megoldásához különböző mentális modelleket használ, melyeket kognitív sémákból és azok összekapcsolásából építi fel. Ahogy újabb és újabb problémákkal szembesülünk, és változatos dolgokat tapasztalunk meg, agyunk úgy finomítja és tökéletesíti ezeket a mentális modelleket. Ezeknek a modelleknek a folyamatos fejlődésével az elénk táruló problémákat is egyre sikeresebben oldhatjuk meg.

Tevékenységeink kognitív szabályozásának Rasmussen-féle megközelítése

Az eddigiek során végignéztük az információfeldolgozás folyamatát, egy általános megközelítést arra, hogy milyen lépések egymásutánja zajlik le egy új információ feldolgozásakor, raktározásakor és előhívásakor az agyunkban. Most tekintsük át, hogy ez a feldolgozási folyamat milyen szinteken mehet végbe, a Rasmussen-féle megközelítés segítségével [4].

Jens Rasmussen volt az, aki az információfeldolgozás hierarchikus kognitív szintjeit definiálta. Rasmussen elsősorban az ember-gép rendszereken belül a folyamatirányító rendszerek vizsgálatával foglalkozott, és ért el komoly eredményeket, klasszikussá vált modelljét is az ezen a területen folytatott kutatásai során állította fel.

Az információfeldolgozás Rasmussen-féle hierarchikus kognitív szintjeit bemutató modell lényegét legjobban a 4.3-as ábra szemlélteti.



4.3. ábra: Az információfeldolgozás Rasmussen-féle hierarchikus kognitív szintjeit bemutató modell [4]

Tevékenységeinket valamilyen külső utasításból, feladtból, élethelyzetből, stb., illetve belső igényből vagy törekvésből származó célok vezérik. A fenti modell azt írja le, hogy az adott célok eléréséhez milyen belső folyamatok játszódhatnak le agyunkban.

Az információfeldolgozás alapvetően három szinten hajtható végre: képesség alapú, szabály alapú vagy tudás alapú szinten. A készség alapú szinten az előre beprogramozott és tárolt utasítások aktivációja révén, automatikusan végbemenő tevékenységek zajlanak le. A szabály alapú szinten a korábbi helyzetekből, tapasztalatokból agyunk ha <állapot> akkor <diagnózis> és ha <állapot> akkor <megfelelő cselekvés> alakú szabályokat hoz létre és tárol el, illetve ha szükséges, ezeket hívja elő és valósítja meg. A tudás alapú szint felelős az eddigi életünkben nem tapasztalt, új helyzet esetén történő azonnali beavatkozásokért, melyeket a korábbi ismeretekre és a megszerzett képességekre támaszkodva tervezünk meg és hajtunk végre.

Az első, azaz a készség alapú szint fogadja a külvilágból érkező információkat, azaz jeleket, melyek ekkor még konkrét jelentéssel nem bírnak. Amennyiben ez a szint nem kell, hogy automatikusan reagáljon rájuk, tehát valamilyen szabály vagy tudásalapú viselkedést igénylő reakcióra van szükségünk, akkor jelzés vagy szimbólum formájában továbbítja agyunk az immár jelentéssel bíró jeleket a felsőbb szintek felé.

Ha a jelek valamilyen kézenfekvő és egyezményes szabályrendszerbe illeszthetők, akkor agyunk jelzéssé alakítva azokat a szabály alapú szint felé továbbítja. A szabály alapú viselkedésforma során agyunk a kapott jelzésre illesztett megfelelő szabályok alapján választ a helyzethez legjobban illő végrehajtandó akciót.

Ha a jelek számunkra eddig ismeretlenek, tehát nem alakíthatók jelzéssé, akkor agyunk egy, a jelzéshez képest sokkal komplexebb tartalommal bíró szimbólumként adja azt tovább a tudás alapú szintnek. Ez a szint a rendelkezésre álló háttértudás segítségével kidolgoz egy megoldási módszert az általunk korábban még nem ismert problémára, hogy aztán aszerint cselekedhessünk. Ennek a részfolyamatnak azonban előfeltétele az, hogy az adott problématerületen rendelkezünk korábbi, széleskörű tudással, azaz hogy a problématípushoz kapcsolódó mentális modellünk megfelelően részletes és teljes legyen.

Az emberi hibázás Reason-féle modellje

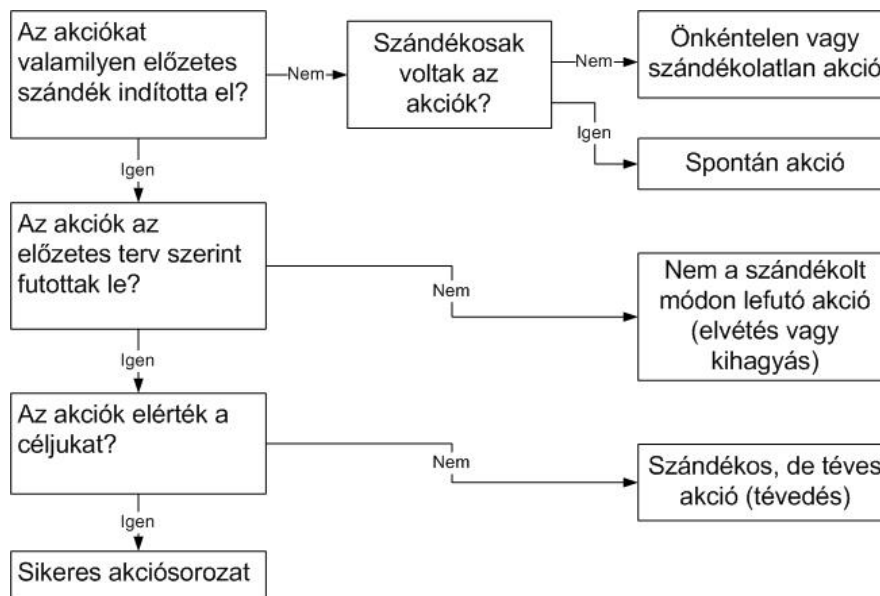
Miért is van szükség az emberi hibázás Reason-féle alapmodelljére? Az előző bekezdésekben áttekintettük az elménk működésének alapvető lépéseit és szintjeit, azonban ahhoz, hogy az ergonómia lényegét megértsük, fontos megismernünk az emberi hibázás mibenlétét is.

James Reason szerint egy cselekvéssorozatot csak akkor nevezhetünk hibának, ha azt valamilyen előzetes szándéknak megfelelően hajtottuk végre [5].

Mit nevezünk emberi hibának? „Az emberi hiba általános fogalom, amely magában foglal minden olyan helyzetet, amelyben a mentális vagy fizikai cselekvések megtervezett sorozata nem éri el előre eltervezett szándékozott célját és ez a kudarc nem tulajdonítható valamilyen rendkívüli véletlenszerű körülménynek.”[2] Emberi hiba tehát, ha valamilyen kitűzött célt nem sikerül elérnünk, kivéve, ha valamilyen szokatlan és előre nem látható esemény következtében vallunk kudarcot.

A fentiek alapján kétféle hibát különböztethetünk meg: a tévesztést, vagy kihagyást, mely szerint az általunk végzett cselekvéssorozat nem az előre eltervezettek szerint halad, valamint a hibázást, ahol már a cél elérésében kidolgozott cselekvési tervünk rossz.

Ezekon kívül a hibákat háromféleképpen osztályozhatjuk: egy tévedésünk lehet viselkedésbeli, összefüggésbeli vagy fogalmi hiba. A 4.4-es ábrán látható folyamatábrán végighaladva a fentiek szerint kategorizálhatjuk hibáinkat:



4.4. ábra: Algoritmus az emberi hibák osztályozására [2]

Reason és Rasmussen eredményeiből kiindulva kétféle hibafajtát különböztetünk meg: beszélhetünk hibákról szabályokon alapuló, illetve tudáson alapuló szinten. Az elvétel vagy kihagyások mindig a készség alapú szinten következnek be.

Ha a képesség alapú szinten elvétünk valamit, az azért lehet, mert nem figyelünk eléggé az aktuális tevékenységünkre, hanem rutinból „rosszul” dolgozunk. Például előfordulhat, hogy egy jól megszokott feladatot most kicsit máshogy kell végrehajtanunk, viszont nem figyelünk oda, és ezért azt a berögződött módon, jelen helyzetben nem megfelelően visszük véghez.

Hibát a szabályalapú szinten akkor követhetünk el, ha a környezetünk nem várt módon megváltozik. Emiatt a módosulás miatt rosszul reagálunk, és az így létrejött új szituációra valójában nem érvényes szabályokat alkalmazunk, hibát vétve ezzel.

A tudás alapú szinten vétett tévedéseink a minket körülvevő világ hirtelen és rendkívüli módon változik meg, hogy az elénk táruló teljesen új probléma megoldásához agyunknak nem áll rendelkezésre megfelelő tudás.

Összefoglalás

Ebben a fejezetben megismerkedtünk az emberi információfeldolgozás alapvető lépéseivel és szintjeivel, valamint az emberi hibázás természetével, melyeket nagyon fontos megismernünk és átlátnunk ahhoz, hogy igazán megérthessük az ergonómia miértjeit és hogyanjait.

Kérdések a 4. fejezethez

- 4/1. Sorolja fel az emberi emlékezés fő szakaszait! Röviden ismertesse ezek funkcióját!
- 4/2. Írja le, hogy az emlékezésünk fő szakaszai milyen további részekre bonthatók! Röviden írja le ezek feladatát is!
- 4/3. Milyen kifejezéseket használhatunk a rövid illetve hosszú idejű memóriában tárolt információtömbök megnevezésére?
- 4/4. Ismertesse a rövidtávú memória tulajdonságait!
- 4/5. Írja le a hosszú távú memória jellemzőit!
- 4/6. Sorolja fel a hosszú idejű memória által megkülönböztetett kognitív séma típusokat! Hogyan csoportosíthatjuk ezeket másként?
- 4/7. Ismertesse részletesen a hosszú távú memória keresési heurisztikáit! Hozzon rá példát is!
- 4/8. Sorolja fel az előhívás folyamatának legfontosabb mozzanatait! Ismertesse is ezeket!
- 4/9. Mi az a mentális modell?
- 4/10. Magyarázza el az információfeldolgozás Rasmussen-féle hierarchikus kognitív szintjeit bemutató modell lényegét! Segítségül idézze fel a hozzá tartozó ábrát!
- 4/11. Alapvetően mik vezérlik tevékenységeinket? Ezeket mik válthatják ki?
- 4/12. Az információfeldolgozás Rasmussen-féle modelljében mik az egyes szintek, és ezek miért felelősek?
- 4/13. Mi a különbség a jel, a jelzés és a szimbólum közt? Melyiket melyik kognitív szinten dolgozza fel agyunk?
- 4/14. Mit nevezünk Reason-féle modell szerint hibának?
- 4/15. Mit nevezünk emberi hibának?
- 4/16. Sorolja fel az egyes hibatípusokat! Melyik milyen kognitív szinten következhet be?
- 4/17. Nevezze meg a hibák osztályozási kategóriáit!
- 4/18. Miből eredhetnek az egyes kognitív szinteken bekövetkező hibák vagy elvétések?

Feladat a 4. fejezethez

- Írjon fel a konvergens és a divergens heurisztikákra egy-egy példát a 4.2. ábrához hasonlóan!

Irodalom a 4. fejezethez

- [1] Ellis, C. H., Hunt, R. R.: Fundamentals of Human Memory and Cognition. Wm. C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa, USA, 1983.
- [2] Izsó L., Antalovits M.: Bevezetés az információ-ergonómiába, Egyetemi jegyzet. BME Ergonómia és Pszichológia Tanszék. 2000. pp. 29-50.
- [3] Miller, G. A.: The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity of processing information. Psychological Review, 63, pp. 81-97. 1956.
- [4] Rasmussen, J.: Skills, Rules, and Knowledge; Signals, Signs, and Symbols, and Other Distinctions in Human Performance Models. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. Smc-13, No. 3, May/June. 1983.
- [5] Reason, J.: Human Error. Cambridge University Press. 1994.
- [6] Reber, A. S.: Dictionary of Psychology. Penguin Books. 1985.
- [7] Izsó L.: A tervezés során figyelembe veendő emberi jellemzők 5.: Az észlelés, az emberi megismerés. In: Hercegfői K., Izsó L. (szerk.): Ergonómia. 7. fejezet, pp. 113-124. Typotex, Budapest, 2007.

5. Vizuális ergonómia

Bevezetés

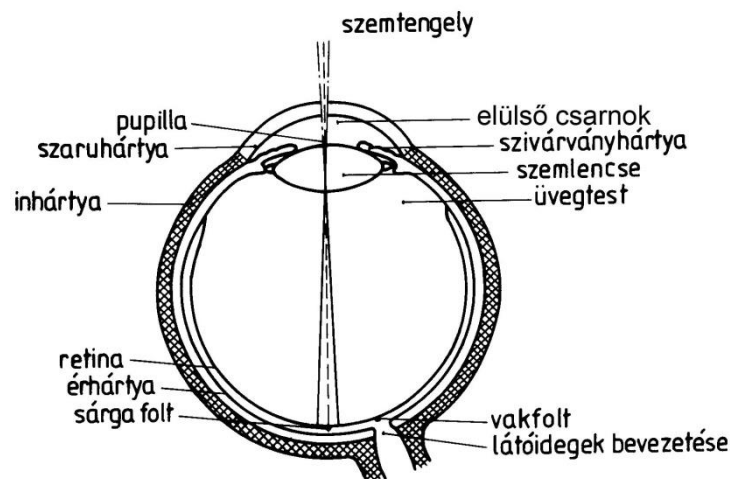
Miként azt az első fejezetben kifejtettük, az ergonómia az "ember – gép (vagy tágabb értelemben véve eszköz) – környezet" rendszerét vizsgáló tudomány és gyakorlat, melynek végső célja az emberi tevékenység sikerességének elősegítése. Mivel az ember és környezete közötti információcserének az ember felé való információ áramlás legfontosabb eszköze a látás, a vizuális ergonómiával (visual ergonomics) kitérően is foglalkoznunk kell. A látás, mint szenzoros és perceptuális (érzékelési és észlelési) jellemző, több szempontból vizsgálható, melyek közül témánk szempontjából a két legfontosabb a tér-idő látás és a színlátás. A szintani információkkal egy külön alfejezetben fogunk foglalkozni, jelen helyen először a térlátást és annak időfüggő fő jellemzőit vesszük szemügyre.

Az emberi látás alapvetően két szemmel történő látás. Az emberi látás két szemmel horizontálisan (álló embert feltételezve) kb. 180°-os szögtartományt zár be, amiből kb. 120°-os tartományban látunk mindkét szemünkkel, így ebben a tartományban van térlátásunk. Az erre merőleges irányban látásunk kb. 100°-os tartományt tud befogni. A látásélességünk, azaz, hogy milyen finom részleteket tudunk megkülönböztetni egymástól, azonban nem egyenletes, élesen csak egy nagyon kis szögtartományon belül látunk (néhány fokon belül), a szélek felé (perifériális látás) rohamosan csökken a látásélességünk. A látásélesség egyedi változása mellett függ a világosságtól és világosság kontraszttól is. Az alábbiakban szemünk tulajdonságaiból kiindulva ezen összetevőket vesszük szemügyre.

Az emberi szem és a látás

Az emberi szem kb. 24 mm átmérőjű, közelítőleg gömb alakú páros szerv, szerkezetét az 5.5.1. ábra szemlélteti. Az ergonómia számára a fontosabb részek a következők:

A *pupilla* a fényképezőgép rekesznyílásához hasonlít, reflexszerűen a pupillanyílás változásával alkalmazkodik szemünk a fény mennyiség változásához (átmérője 2-8 mm között változik, így a külvilág egy a sokmillióhoz nagyságrendű fénysűrűség változásainak hatását csak tört részben tudja áthidalni, azaz az idegi feldolgozásnak nagy a szerepe.)



5.1. ábra: Az emberi szem felépítése.

Az ínhártya belső oldalát borítja az érhártya, ez táplálja a kezdeti jel feldolgozást végző *retinát*. A retinán helyezkednek el az érzékelő sejtek (csapok és pálcikák), amelyek a szembe jutó sugárzást ingerületté alakítják. Bonyolult sejszerkezet végzi a beérkező optikai jel

előfeldolgozását, majd végül a ganglion sejtek közvetítésével a látóidegfőnél (*vakfolt*) hagyják el az idegpályák a szemet, s juttatják el az agyba az információt.

A szem fénytörő közegei a szaruhártya, az elülső csarnokban elhelyezkedő csarnokvíz és a szemlencse. Ezek közül a szaruhártya a legfontosabb leképező elem. A *szemlencse* kristálytiszta, rugalmas anyagú bikonvex lencse, domborúságának változtatásával fókuszálja a különböző távolságban lévő tárgyak képét a retinára.

A szemlencse nem tökéletes lencse, törésmutatója a különböző hullámhosszúságokra más és más. Ezt nevezzük kromatikus aberrációnak. Ha egyidejűleg nézünk fehér/fekete, vagy zöld színű tárgyat és kék és/vagy vörös tárgyat, szemünk a fehér (vagy zöld) tárgyra fókuszál élesen és a rövidebb hullámhosszúságú, kék fényt jobban törí, ezért a kék térrész képe a retina elé esik, a szem tehát mintegy „rövidlátó”-ként viselkedik ezen képrészletre vonatkozóan. A hosszú hullámhosszúságú vörös fény ezzel szemben a retina mögé esik, azaz szemünk „távollátó”-ként viselkedik. Ezekből következik, hogy a megfigyelő a vörös tárgyat szubjektíven közelebbinek érzi, mint az ugyanolyan messze lévő kéket. Ezen jelenségnek a számítógépes képmegjelenítésben való problémájára a 10. fejezetben (Jel színek és háttér színek) még visszatérünk.

A szemlencse nem csak színi korrekció szempontjából nem tökéletes (nem akromát), hanem geometriai leképezés szempontjából sem. A lencse ún. szférikus aberrációja következtében a tengelytől távolabb, a lencse szélén áthaladó sugarak nem a foveára képződnek le, s ezért nagy pupilla átmérő esetében (sötét környezethez akkomodált állapotban) kevésbé éles kép vetül a retinára, mint jó megvilágítás esetén, amikor a pupilla beszűkül és a lencse széle már nem vesz részt a leképezésben.

Látásélesség és akkomodáció

Az éleslátáshoz a szemlencse görbületét kell, hogy a sugárizmok (belső szem-izmok) változtassák. Ez a jelenség az akkomodáció. Két szemmel látásnál a két szemtengelyt is állítani kell, úgy, hogy a két szemmel létrehozott kép fedésbe kerüljön. A szem éleslátásra állításához idő kell, az izommunka pedig fáradáshoz vezethet. Ugyanakkor a szem végez apró mozgásokat, ami nagyon fontos, mert csak akkor látunk, ha a retinán a kép időben állandóan változik. Az olyan feladatok, ahol gyakran kell az akkomodálási távolságot változtatni, – ilyen pl. a számítógépes munkánál a rosszul, különböző távolságban elhelyezett jegyzet és a képernyő, vagy pl. az autóvezetés – fárasztóak.

A látásélesség meghatározására Magyarországon a Kettesy féle látásélesség vizsgáló táblát használják. Ezt a táblát 6 m távolságból mutatva a jó látásélességű személy 9 egyre csökkenő betűméretet ismer fel hibátlanul. Ez a 6/6-s látásélesség (hívják még 20/20-as látásélességnek is, mert a 6 m-es távolság kb. megfelel a 20 láb távolságnak). A pl. 6/18 szám azt jelenti, hogy azt a sort látja az illető élesen, amit az ép szemű 18 m-ről.

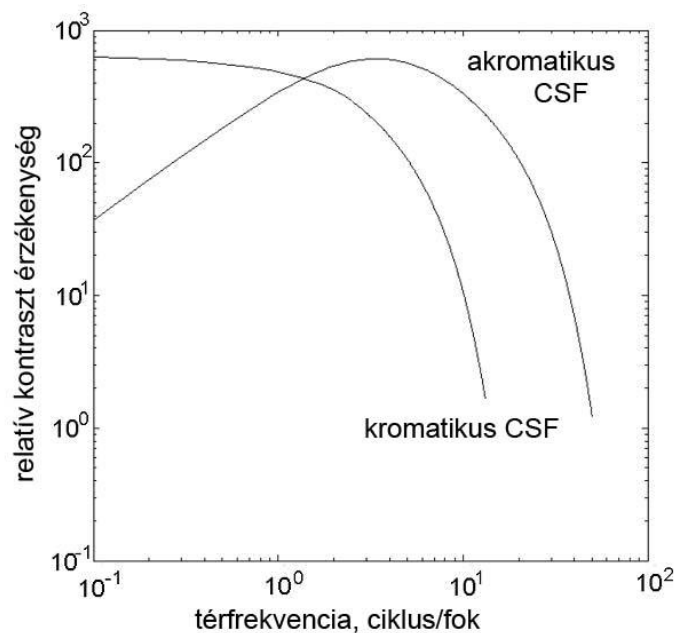
Fiatal korban a szemlencse rugalmas, a sugárizmok közeli tárgyak élesen látásához a szemlencse görbületét megnövelik. Így 20 éves korban a jó látásélességű személy kb. 11 cm-re lévő tárgyra is tud fókuszálni. Az életkor előrehaladtával a szemlencse rugalmassága csökken, és a közelpont egyre távolodik, kb. 50 éves korban a közelpont 50 cm. Ha megfelelő szemüveggel ezt a közelpontot ismét 11 cm-re korrigáljuk, a szemüveg nélküli távolpont kb. 50 cm-re csökken. Ezért olvasó szemüveget használó személy nem látja élesen a távoli tárgyakat, az egyes távolságok optimális látásához különböző fókusz-távolságú szemüvegre van szüksége (erre a kérdésre „A számítógép környezet látásergonómiai kialakítása” fejezetben még visszatérünk).

Kontraszt

A látásélesség függ a világítási viszonyoktól és a vizsgálandó jel kontrasztjától. A kontrasztot pl. a jel és háttér fénysűrűségével a következő formában írhatjuk le:

$$K = \frac{L_t - L_h}{L_h} = \frac{\Delta L}{L_h}$$

ahol L_t a tárgy, L_h a háttér fénysűrűsége. Az éppen észlelhető kontraszt határértékére jó közelítésben érvényes a Weber – Fechner törvény, azaz $\Delta L/L = \text{állandó}$ ¹. Az a legkisebb kontraszt, amit még meg tudunk különböztetni, függ az adaptációs fénysűrűségtől (lásd „Káprázás” című fejezet a következő oldalon), a jel méretétől, attól, hogy akromatikus (fekete – szürke - fehér) jeleket, vagy színes jeleket vizsgálunk-e stb. Szokásos a kontraszt reciprokát kontrasztérzékenységnek nevezni. A különböző külső feltételek függvényében az éppen megkülönböztethető kontrasztérzékenység a jelenség jellegzetes mennyisége. Különbség adódik az akromatikus és kromatikus kontraszt határérzékenység között a jelméret függvényében. Ezt a jelenséget általában szinuszosan változó fénysűrűségű jelekkel szokás vizsgálni. Az **5.5.2. ábra** kromatikus és akromatikus kontrasztérzékenység függéseket szemléltet a jelsűrűség (térfrekvencia) függvényében. Az ábra szerint az akromatikus jelek esetében az éppen megkülönböztethető kontraszt 2 – 3 ciklus/fok körül a legjobb, míg színes jelek esetén szemünk aluláteresztő szűrőként viselkedik.



5.2. ábra: Kromatikus (színes) és akromatikus kontraszt határérzékenységi függvény (contrast sensitivity function, CSF) változása a szinuszosan változó fénysűrűségű rács esetén a látott rácsvonal frekvencia függvényében.

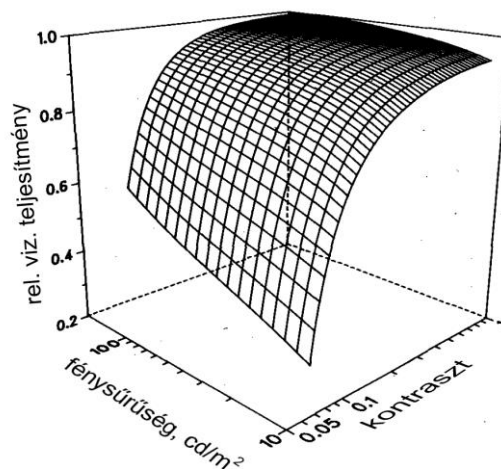
¹ A Weber – Fechner törvény a látás tekintetében első közelítés, pontosabb függvénykapcsolat a köbgyökös.

Szokásos még a *kontrasztviszony* fogalma is, mely a tárgy és háttér fénysűrűségének viszonya:

$$K = \frac{L_t}{L_h}$$

Kellemes látási viszonyokhoz szükséges, hogy a kontrasztviszony a $0,3 < K < 3$ közötti érték legyen.

A *látási teljesítmény* (visual performance) kifejezi azt, hogy adott vizuális feladatot milyen könnyen, mennyire hibamentesen tudunk elvégezni. Kísérletek azt mutatták, hogy a vizuális teljesítmény a kontraszton kívül függ a (fehér fényű) világítás fénysűrűségétől. Az **5.5.3. ábra** Rea vizsgálatai alapján szemlélteti a relatív vizuális teljesítmény fénysűrűség és kontraszt függését [1].



5.3. ábra: A látási (vizuális) teljesítmény fénysűrűség és kontraszt függése.

Miként az ábrából látható, mind a kontraszt, mind a fénysűrűség növelésével a relatív vizuális teljesítmény telítésbe megy, azaz nem érdemes minden határon túl növelni a kontrasztot és a fénysűrűséget. Jó látási teljesítményt érhetünk el, ha a fénysűrűség 50 és 100 cd/m^2 között van, és a kontraszt 0,7-nél nagyobb.

Káprázás

Ha kisebb fénysűrűségű tárgyat szemlélünk, és a látómezőben megjelenik egy sokkal nagyobb fénysűrűségű fényforrás, úgy ez megnehezíti a tárgy felismerését, káprázás lép fel. Kétféle káprázást különböztetünk meg: rontó káprázást, amely rontja a tárgyak látását anélkül, hogy szükségképpen kényelmetlenséget okozna, és zavaró káprázást, amely kényelmetlenséget okoz anélkül, hogy szükségképpen rontaná a tárgy látását. Belsőtéri munkahelyeken elsősorban a zavaró káprázás lép fel, melynek mérőszáma a nemzetközileg elfogadott “egységesített káprázási osztályozás” (unified glare rating: UGR) alapján az alábbiak szerint határozandó meg:

$$UGR = 8 \log \frac{0,25}{L_b} \sum \frac{L_s^2 \omega}{p^2}$$

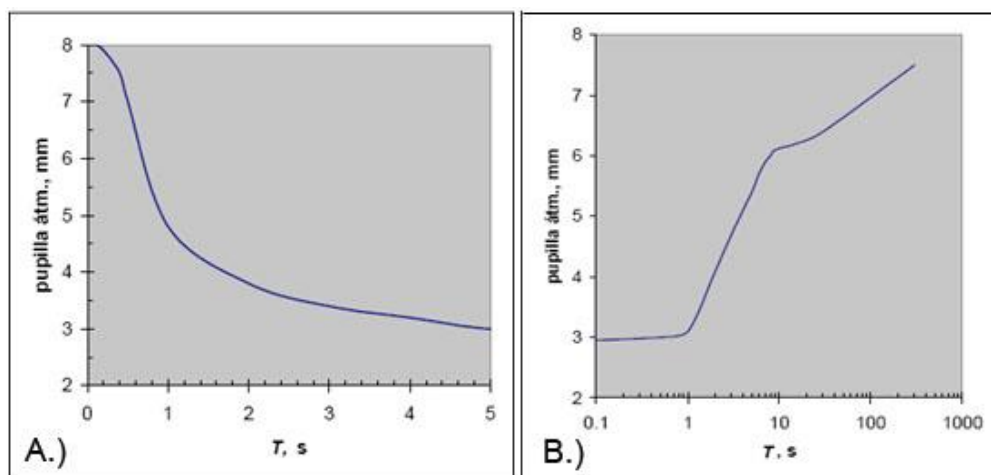
ahol L_b a háttér fénysűrűség, melyet a szem síkjában mért indirekt vertikális megvilágításból (E_{ind}) az alábbiak szerint kell számítani:

$$L_b = E_{\text{ind}} / \pi.$$

L_s az egyes, a látótérben lévő kápráztató fényforrások fénysűrűsége, ω az a térszög, mely alatt a kápráztató forrás látszik, p pedig egy ún. pozíció index, mely függ a nézési irány és a kápráztató forrás közti szög értékétől.

Adaptáció

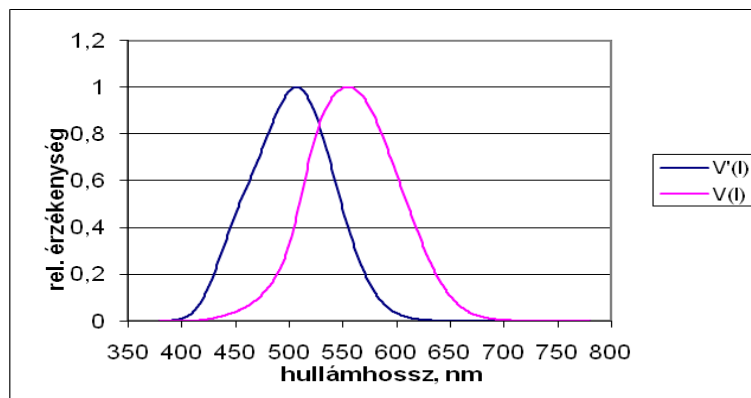
A látórendszer fontos tulajdonsága a külső fényviszonyokhoz való alkalmazkodás, az adaptáció. A nagyobb megvilágítás hatására a pupilla szűkül, és ennek következtében a látásélesség (két pont megkülönböztethetősége) növekszik (kivéve, ha a nagyobb fénysűrűséget egy kápráztató forrás okozza). Az adaptációnál fontos megjegyezni, hogy a világosról sötétre adaptálás ideje lényegesen nagyobb, mint fordított esetben (lásd 5.5.4. ábra). Meg kell jegyezni, hogy az adaptáció nagyobb részét neurális mechanizmusok hozzák létre.



5.4. ábra: A pupilla átmérő változásának ideje: A: sötét – világos adaptáció, B világos - sötét adaptáció esetén.

Világosban látás – sötétben látás

Az előző fejezetekben tárgyaltak elsősorban a világosban látásra (kb. 10 cd/m^2 felett) érvényesek. Ilyen körülmények között a csapok a működő fényérzékeny receptorok (lásd „Színtani információk” fejezetet). A képképzésben a csapokon kívül a pálcika receptorok is részt vesznek. Ezek sokkal érzékenyebbek, a *világosban látás (fotopos látás)* körülményei között telítésbe mennek. A fénysűrűség csökkenésével a pálcikák is működésbe lépnek, majd kb. 10^{-3} cd/m^2 alatt az egyedüli fényérzékőink (*sötétben, vagy skotopos látás*). A kétféle receptor színeképi érzékenysége különböző, a látásélesség szempontjából lényeges fénysűrűségi érzékenységet a $V(\lambda)$ (világosban látás) és a $V'(\lambda)$ (sötétben látás) görbe írja le, lásd 5.5. ábrán.



5.5. ábra: A világosban látás $V(\lambda)$ és a sötétben látás $V'(\lambda)$ színképi érzékenysége.

A $V(\lambda)$ és a $V'(\lambda)$ görbék jól jellemzik, hogy adott hullámhosszúságú és sugársűrűségű fény mellett hányszor nehezebb a feladatot ellátni, mintha azonos sugársűrűségű a görbe maximumának hullámhosszán sugárzó fényvel világítottuk volna meg a feladatot, így pl. az olvasási nehézségre, a reagálás sebességére következtethetünk ezek felhasználásával.

A fotopos és szkotopos látás fénysűrűségi tartománya között helyezkedik el a mezopos látás tartománya (az $5 \cdot 10^{-3}$ cd/m² és az 5 cd/m² közötti tartományt nevezzük a mezopos fénysűrűség tartományának). Sok ergonómiailag fontos feladat (éjszakai munkavégzéssel, közlekedéssel kapcsolatos feladatok, röntgen és más orvosi képek kiértékelése stb.) a mezopos látás fénysűrűség viszonyai közt történik, de ezen feladatokkal kapcsolatos ergonómiai kérdések kívül esnek a jelen tanulmány keretein.

Vizuális ergonómia és csökkent látás

Az eddig leírtak átlagos, ép látással rendelkező személyre vonatkoznak. Csökkent látás lehet veleszületett tulajdonság, de kialakulhat betegség következtében, illetve lehet korral járó elváltozás. A tisztánlátás távolságának változását már említettük, de a szem törőközegeinek rendellenes fejlődése következtében is kialakulhatnak képalkotási zavarok, melyek napjainkban már nagyrészt megfelelő szemüveggel korrigálhatók.

A szem közegeinek fényszórása betegség és/vagy a kor előrehaladásával megnő, átérésztése csökken. Ez látásélességi csökkenéssel jár, mely bizonyos esetekben nagyobb megvilágítással részben korrigálható. Ezzel azonban körültekintően kell eljárni, mert ugyanakkor a fényérzékelő sejteket erősebben terheli, csak szakértő szemorvossal közreműködve szabad az optimális világítást beállítani.

Összefoglalás

Jelen fejezetben a vizuális ergonómia legalapvetőbb jelenségeivel foglalkoztunk. Áttekintettük az akkomodáció és adaptáció jelenségeit, megismertedtünk a kontraszt és a káprázás fogalmával. Mindezekre a képernyős munkahelyek optimális kialakítása, illetve a képernyőn való információ megjelenítés szabályainak áttekintése során szükségünk lesz.

Kérdések az 5. fejezethez

- 5/1. Az emberi szem szerkezete, hogyan történik a leképezés a szemben?
- 5/2. Mit értünk látásélesség alatt? Hogyan lehet a látásélességet meghatározni?
- 5/3. Mi a kontraszt és mi a kontrasztviszony?
- 5/4. Hogyan változik a kontraszt határérzékenység akromatikus és kromatikus jelek esetén?

5/5. Mi a látási teljesítmény, és hogyan függ a fénysűrűségtől és a kontraszttól?

5/6. Milyen káprázási formákat ismer?

5/7. Mit értünk adaptáció alatt, hogyan változik az időben, ha világosból sötétbe, vagy sötétből világosba megyünk?

5/8. Mik a fotopos/mezopos/szkotopos látás főbb jellemzői?

Irodalom az 5. fejezethez

- [1] Rea, MS: Toward a model of visual performance: Foundations and data. J. IES Summer 1986
41-57.

6. A számítógépes környezet vizuális ergonómiai kialakítása

Bevezetés

Napjainkban a számítógépes környezet a munkavégzés szinte minden területére betört. Legyen az az irodai munka, a kereskedelmi vagy orvosi terület, de még a kül- és beltéri gyártási környezetben is számos számítógépes környezettel találkozunk. A számítógép feladata az lenne, hogy a munkavégzést megkönnyítse, ezért igen fontos, hogy ezt a környezetet úgy alakítsuk ki, hogy az valóban a munkavégzés hatékonyságát növelje, és ugyanakkor a munkát végző ember számára könnyebb, balesetmentes környezetet biztosítson, melyben a hosszan tartó munkavégzés során sem alakul ki betegség. Jelen fejezetben csak a vizuális ergonómiai kialakítás kérdéseivel foglalkozunk, a számítógép egyes elemeinek ergonómiai kialakításával más fejezet foglalkozik.

Beltéri számítógépes környezet

A számítógépes munkahelyek zöme beltéri alkalmazások számára készül. Ezeknél viszonylag könnyebb általános érvényű vizuális ergonómiai követelményrendszert kialakítani és annak betartását biztosítani, ezért először ezzel foglalkozunk részletesen.

A legáltalánosabban használt számítógépes környezet személyi számítógépből (PC – personal computer), s hozzá kapcsolódó perifériális eszközökből, első sorban a képernyőből (képmegjelenítő, monitor, display), és a billentyűzetből (klaviatúra, keyboard) áll. (Újabban egyre inkább terjed, hogy a dolgozók laptopon vagy notebook-on dolgoznak, melyhez esetleg külső képmegjelenítőt és/vagy klaviatúrát csatlakoztatnak; utóbbi esetben vizuális ergonómiai szempontból a berendezés a PC-s alkalmazással azonos, de ha csak a hordozható számítógépet használjuk, úgy fokozottan kell ügyelni az ergonómiai követelmények betartására). Ezekhez kapcsolódhat még más beviteli eszköz, pl. szkener és más megjelenítő eszköz, pl. nyomtató. A számítógépes környezet vizuális ergonómiai kialakításával kapcsolatban ezek egymáshoz való helyzetét és a szoba egészéhez, elsősorban annak világításához illeszkedő helyzetét kell áttekintenünk.

A számítógépes munka során szükség van arra, hogy a képernyőről kényelmesen tudjunk olvasni, és esetleg a klaviatúra használatával jegyzeteket tudjunk készíteni, valamint arra, hogy más hordozón (pl. nyomtatott vagy kézírásos papíron) megjelenő szöveget vagy más jeleket olvassunk és a számítógépbe ezekkel kapcsolatos információt tároljunk. A számítógépes környezetben ezért megfelelő világításról (természetes és elektromos) kell gondoskodni, mely biztos, fáradtság- és káprázás-mentes olvasást biztosít. Ezen kívül szükség lehet arra is, hogy a gép mellett dolgozó a munkában résztvevő további személyekkel kommunikáljon, amihez szintén biztosítani kell a szükséges világítást. Alapvető kísérleti tény, hogy a látómező kb. 60°os tartományában a kontrasztviszony az 1/3 vagy 3 körüli érték legyen, és perifériálisan se lépje túl az 1:10 viszonyt.

A munkahelyen fellépő fénysűrűség viszonyokról, és az ezekhez szükséges megvilágításokról az **6.1. ábra** nyújt tájékoztatást. Mai modern képernyők háttér fénysűrűsége (fehér alapon történő fekete írás olvasása számára, vagy színes kép esetén) 100 cd/m² nagyságrendjében van. A képernyő körüli asztalfelület (klaviatúra, jegyzet stb.) fénysűrűsége célszerűen hasonló nagyságú, hogy a szemnek ne kelljen minden képernyő – munkafelület pillantás-váltás esetén újra adaptálni. Felételezhetjük, hogy a képernyő körüli asztalfelület szórt visszaverésű, és így a fénysűrűsége (L) a megvilágítással (E) a következő összefüggésben áll:

$$L = \frac{\rho E}{\pi}$$

ahol ρ a felület szórt visszaverési tényezője, világos felületek esetén 0,5 és 0,8 közötti érték, így a szükséges megvilágítás 400 lx – 600 lx közötti érték. Miként az 5. fejezetben tárgyaltuk a fő nézési irányhoz képest a környezetben lévő felületek kontrasztviszonyát célszerű az $1/3 < K < 3$ közötti értéknek választani, így a falak megvilágítása célszerűen 200 lx körüli.



6.1. ábra: Képernyős munkahely optimális fénysűrűség viszonyai (cd/m^2).

A mennyezet lehet ennél világosabb, $\rho=0,8$ -at és a fő nézési irányban mért fénysűrűség háromszorosát feltételezve 1000 lx – 1200 lx megvilágítású mennyezet világos szobabelsőt biztosít.

A távolabbi perifériában elhelyezkedő felületek kontrasztviszonya lehet ennél szélsőségesebb: $0,1 < K < 10$. Így az ablakfelületek fénysűrűségét célszerű a $10 \text{ cd}/\text{m}^2$ és $1000 \text{ cd}/\text{m}^2$ között tartani. Ehhez, ha kint sötét van, az ablak előtt elhelyezett függönyt deríteni kell, nappal pedig gondoskodni arról, hogy a függöny leárnyékolja a túlzottan nagy külső fénysűrűséget, mely elérhet a több tízezer cd/m^2 értéket, és káprázást okozhat (lásd 5. fejezet „Káprázás” pontja).

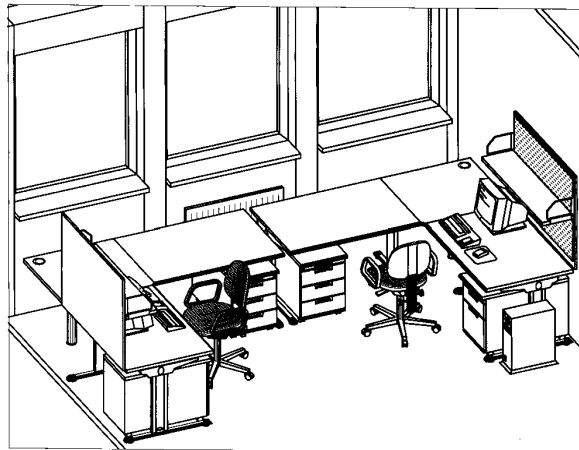
A munkahely világítási környezete

A számítógépes munkahelyek három fő csoportját különböztethetjük meg: nagytermes munkahely, melyben napjainkban általában kisebb egységeket választanak le egy-egy munkahely számára, kis létszámú, valamint egy- vagy kétszemélyes dolgozószobák. A 6.2-es ábra szerinti munkahelynek általában nincs természetes világítása, legfeljebb egy távoli falon vannak ablakok, az általános világítást a mennyezeten elhelyezett lámpatestek biztosítják; azon terület számára, ahol olvasási vagy írási feladatot kell végezni, helyi világítást biztosítanak.



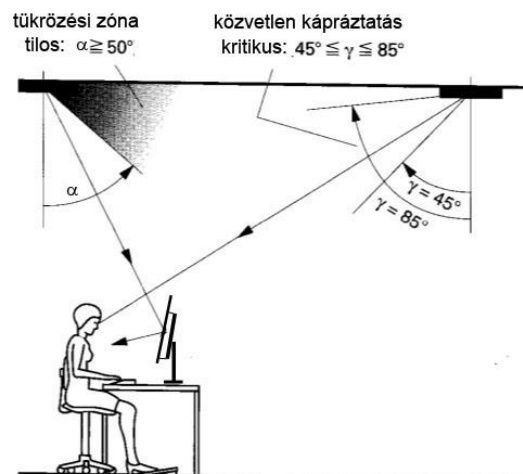
6.2. ábra: Egyszemélyes munkahely nagytermes irodai elrendezés esetén.

A **6.3. ábra** a két munkahelyes dolgozósoba lehetséges elrendezését szemlélteti. A képernyő felállítása itt megfelelő, az ablak síkjára merőleges. Ez fontos, mert a képernyő felülete, ha kismértékben is, de tükrösen reflektál, s ha a nagy fénysűrűségű ablak tükröződik a képernyőben, ez nagyon lerontja a kontrasztot. Hasonlóképp rossz elrendezés, ha a képernyő és az ablak egyszerre van a látómezőben, mert akkor a két felület közötti nagy fénysűrűségkülönbség okoz káprázást.



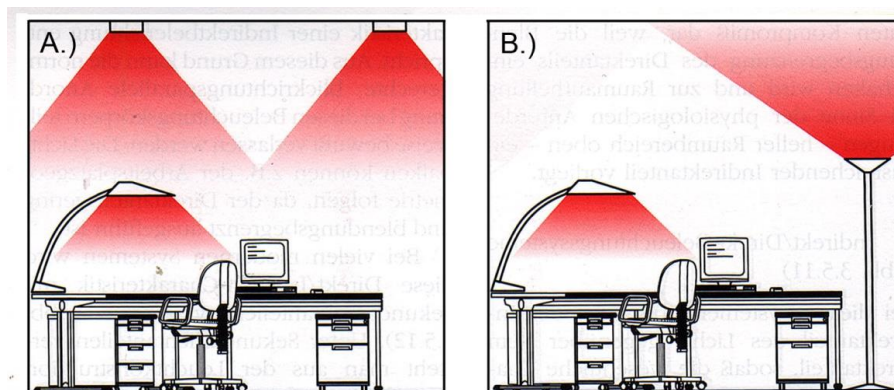
6.3. ábra: Két munkahelyes dolgozósoba célszerű elrendezése.

Továbbá arra is ügyelni kell, hogy a szoba elektromos világítását létrehozó lámpatestek ne tükröződjenek a képernyőben, mert ez is leronthatja a kontrasztot és káprázást okoz. A **6.4. ábra** képernyős munkahely esetén szemlélteti azt a két szögtartományt, melyből tükröződés és káprázás léphet fel. A dolgozó feje fölött, vagy valamivel mögötte lévő lámpatestből a ferdén felállított képernyőn tükröződhet a lámpatest fénye, ezért $\alpha \geq 50^\circ$ alatt ne világítson a lámpatest. A dolgozó előtt lévő lámpatest esetén a dolgozó feltekintve rálát a lámpatestre, ezért a $45^\circ < \gamma < 85\%$ -os tartományban a lámpatest fénysűrűségét úgy kell korlátozni, hogy annak az 5. fejezet („Káprázás” alfejezetében) tárgyaltak szerinti UGR értéke 19 alatt maradjon.



6.4. ábra: A szobát megvilágító lámpatestek elhelyezése képernyős munkahely esetén.

A munkahely világításának két formáját mutatja a **6.5. ábra**. Az A.) ábrában mélysugárzókat látunk, melyek elhelyezésére a **6.4. ábra** szerint kell vigyázni. Ezen esetben a mennyezet fénysűrűsége általában kisebb, mint azt ezen fejezet „Beltéri számítógépes környezet” pontja alapján optimálisnak éreznék. A B.) ábrában indirekt világítást látunk, ennek segítségével a mennyezet optimális derítését lehet elérni, a szoba egészében lágy árnyékok keletkeznek. Mindkét esetben a munkafelület megfelelő megvilágításáról íróasztal lámpa gondoskodik.



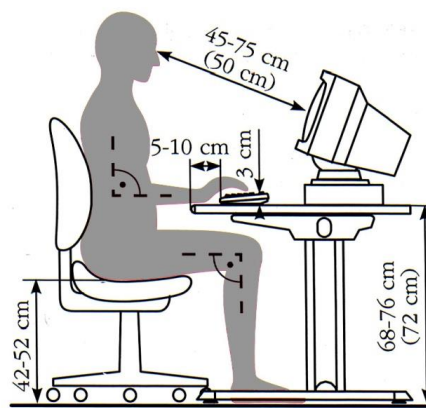
6.5. ábra: A munkahely világításának két megoldása [1]. Munkahelyi világítás és: A.) mélysugárzók, B.) indirekt szobavilágítás.

Ember a képernyős munkahelyen

A számítógépes munkahelyen csak akkor fog a dolgozó hosszantartóan, egészségesen dolgozni tudni, ha azt az ő testméretéhez igazították. Ennek főbb pontjai a következők:

Az asztal magasságát és a szék ülőfelületének magasságát úgy kell beállítani, hogy a dolgozó lábai biztosan elérjék a talajt, és a térdhajlatban az alsó és felső lábszár közti hajlásszög 90° legyen. Ugyanakkor az asztalfelület a klaviatúrával úgy helyezkedjék el, hogy az alsó és felsőkar közti hajlásszög is 90° körüli érték legyen. A **6.6. ábra** Wichtl és Molnár alapján [2] mutatja a szék és asztal szükséges állítási tartományát.

A képernyő elhelyezésénél az optimális távolságon kívül fontos a fejtartáshoz való hozzáigazítás is. A kényelmes fejtartás esetén enyhén lefelé nézünk. Erre a következő fejezetben még visszatérünk.



6.6. ábra: Számítógépes munkahely célszerű méretei [2]

Kültéri és termelési számítógépes munkahely

Termelési körülmények között, akár beltéren, akár kültéren kerül felállításra a számítógépes munkahely, az optimális ergonómiai körülmények betartása sokkal nehezebb. Az előzőekben elmondottak természetesen ezen körülmények között is irányelvként szolgálnak, de sokszor a technológiai folyamat ergonómiai optimalizálásához képest alárendelt fontosságúak. Megengedhetővé teszi ezt az is, hogy technológiai körülmények között általában a dolgozó nem folyamatosan dolgozik a számítógépen, azt egyes vezérlési feladatok elvégzésére, a technológiai folyamat egyes paramétereinek figyelemmel kísérésére használja. Utóbbi cél érdekében fő hangsúlyt a jó látási feltételek biztosítására kell fordítani; azaz a képernyő káprázásmentes megfigyelése elsőrendűen fontos. Ezzel a kérdéssel és a képernyőn szükséges kontraszt kérdésével a 8. fejezetben (Képernyőergonómia) foglalkozunk.

Termelési körülmények között fontos lehet, hogy a figyelemfelkeltést ne csak a monitoron megjelenő információra bizzuk, hanem biztosítsuk az ember további szenzoros modularitásaink ingerlését is. Így pl. hangjelzéssel hívhatja fel a számítógép a kezelő figyelmét arra, hogy a technológiai folyamat veszélyes fázisba került, vagy más okból válik szükségessé a személyes beavatkozás. Természetesen a számítógép által vezérelt külső fényjelzés használata is biztonságosabbá teheti a figyelemfelkeltést.

Hangsúlyozni kell azonban, hogy a számítógép által kiváltott ilyen figyelemfelkeltő jelzéseket gondosan kell megtervezni, figyelembe véve az adott technológiai háttérrel, mert a túlzottan sok jelzés a dolgozó túlterheléséhez vezethet.

Összefoglalás

Ezen fejezetben a számítógépes munkahely világítástechnikai és vizuális ergonómiai kérdéseivel foglalkoztunk. Tisztáztuk a munkahely mikroszintű vizuális ergonómiai követelményeit, a szükséges világítástechnikai megoldásokat és az ember-gép kapcsolat egyes kérdéseit. A következő két fejezetben a számítógép bemenő és kimenő egységeivel szemben támasztandó ergonómiai követelményeket foglaljuk össze.

Kérdések a 6. fejezethez

6/1. Hogyan függ össze, diffúz felületek esetén, a felület megvilágítása és fénysűrűsége?

6/2. Mi az optimális átlagos fénysűrűség számítógépes munkahely esetén?

6/3. Milyen kontrasztviszonyok optimálisak a munkahelyen?

6/4. Mi a legfőbb ergonómiai előírás a képernyő elhelyezésére vonatkozóan a szobában, és miért?

6/5. Mi a mennyezeti lámpatestek elhelyezésével és világítási karakterisztikájával kapcsolatos követelmény?

6/6. Milyen ergonómiai követelményeket ismer az ülő dolgozó és a képernyő egymásra vonatkozó elhelyezésével kapcsolatban?

Feladat a 6. fejezethez

- Tervezze meg egy egyszemélyes iroda munkahelyét: a számítógép, a monitor és a klaviatúra, valamint a fényforrások helyét, ha a szoba alapterülete 3 x 4 méter, magassága 2,7 m.

Irodalom a 6. fejezethez

- [1] Wichtl, M.: 3.5 Im richtigen Licht, Abb. 3.5.13, Der Mensch am Bildschirm-Arbeitsplatz, Hrsg. F Blaha, Springer Wien – New York 1995.
- [2] Wichtl, M., Molnar, M.: 3.6 Arbeiten in der richtigen Position, Abb. 3.6.3, Der Mensch am Bildschirm-Arbeitsplatz, Hrsg. F Blaha, Springer Wien – New York 1995.

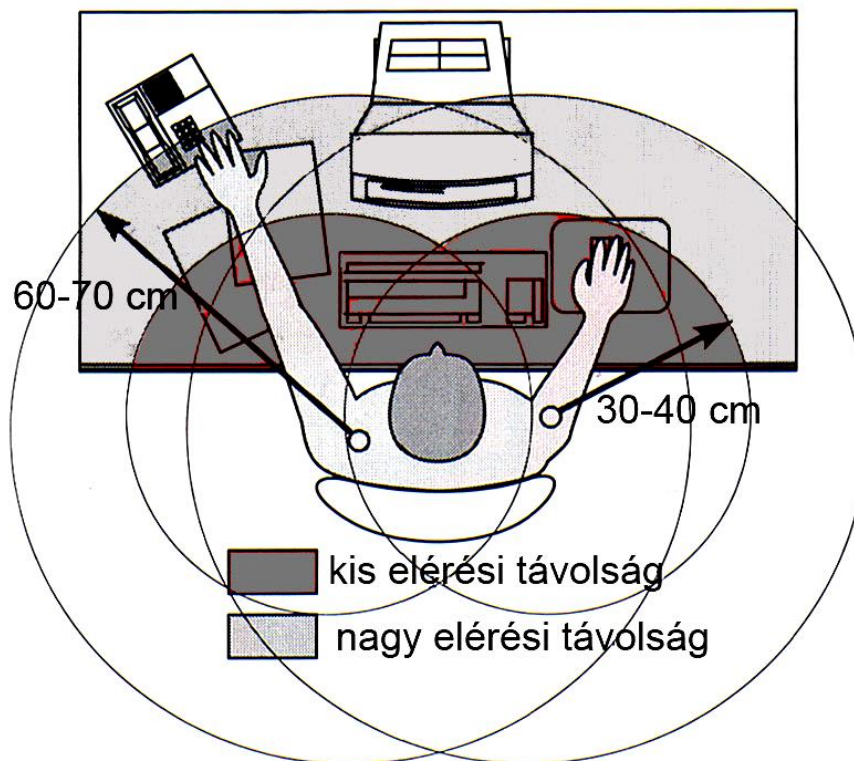
7. A számítógép egyes elemeinek ergonómiai kialakítása

Bevezetés

A számítógépes rendszer több részegységből áll: maga a számítógép, mely általában tartalmazza a háttértárat, esetleg beépített hordozható tároló egység működtetésére alkalmas eszközt (pl. CD vagy DVD meghajtó), a különböző beviteli egységeket, mint pl. a billentyűzetet (klaviatúrát) és a szkennert, további vezérlő egységeket (egér, joystick, trackball stb.), valamint megjelenítőket (képernyő, nyomtató, kivetítő (projektor)). A képernyő ergonómiájával külön fejezetben foglalkozunk, ezen a helyen a többi egységgel kapcsolatos főbb ergonómiai kérdést foglaljuk össze.

Az egyes számítógépelemek összehangolt elhelyezése

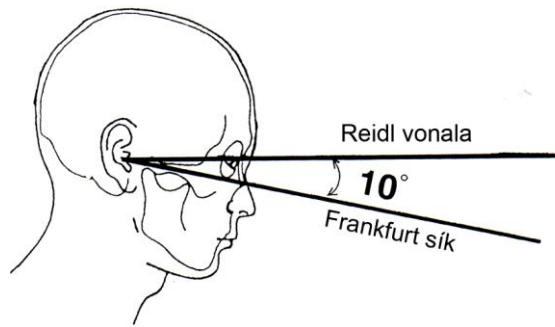
A teljes számítógépes munkahely alaprajzi elhelyezését az **7.1. ábra** szemlélteti. Megkülönböztetünk egy kis elérési távolságot (behajlított karral elérhető távolság, 30-40 cm), ezen belül célszerű a klaviatúra, egér és már sűrűn használt egységeket elhelyezni, és egy nagy elérési távolságot (nyújtott karral elérhető távolság, 60-70 cm); ezen belül lehetnek további kezelőszervek, a nyomtató stb.



7.1. ábra: Számítógépes munkahely elérési távolságai [4].

Fontos az optimális fejtartás is. A **7.2. ábra** az ergonómiában a fejtartás két szokásos referenciavonalát tünteti fel: A Reidl vonal a fülkagyló és a szem vonalán átmenő egyenes,

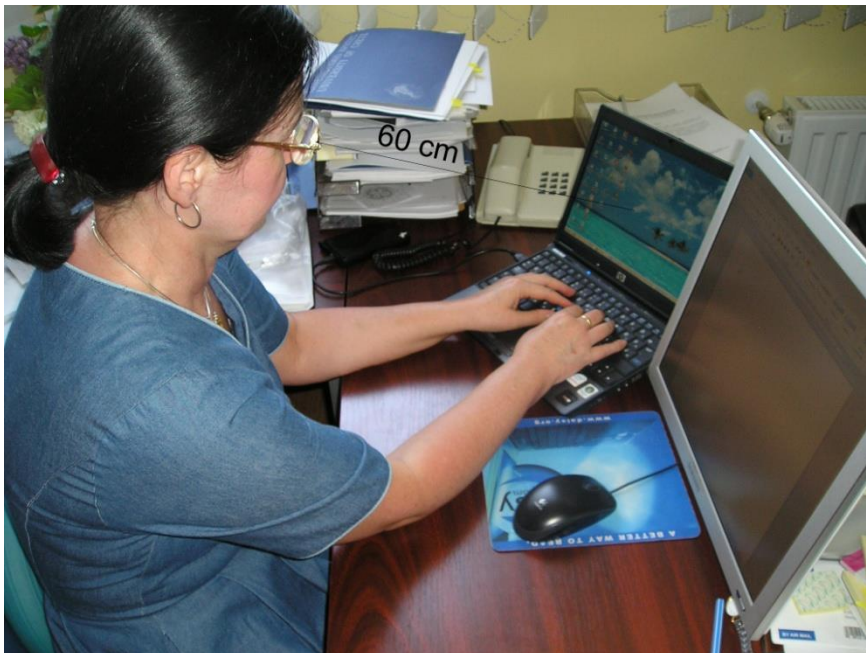
optimális fejtartás esetén, az újabb ergonómiai kutatások szerint, ez a vonal legyen vízszintes,



7.2. ábra: A koponya „Frankfurt síkja” és a nézési irány [1]

ezt az irányt tekintjük optimális nézési iránynak. Ennek megfelelően a Reidl vonal mutasson a képernyő felső szélé felé, a 7.2. ábra szerint a vízszintesnél 10°-kal lejjebb mutató Frankfurt sík pedig mutasson a képernyő középvonala felé. Más, elterjedtebb források szerint a képernyő középvonalára mutató optimális nézési irány a vízszintesnél 20°-kal [5] (vagy 15-35°-kal [6]) van lejjebb.

A 7.3. ábra ma sokszor szokásos kétképernyős munkahelyet mutat. Sokan szeretik, ha a számítógépük könnyen mozgatható, ezért szívesen választanak a dolgozók laptop gépet. A tartós munkához azonban szükség van a képernyőn való jobb tájékozódásra is, ezért második, nagyobb képernyőt csatlakoztatnak a laptophoz. Fontos, hogy a két képernyőt úgy helyezzük el a munkaasztalon, hogy közel azonos távolságban legyenek a dolgozótól, s így újra-akkomodálás nélkül tudjon az egyik, vagy a másik képernyőre tekinteni. Feltüntettük az optimálisnak tekinthető 60 cm-es szem – képernyő távolságot is.



7.3. ábra: Optimális szem–képernyő távolság.

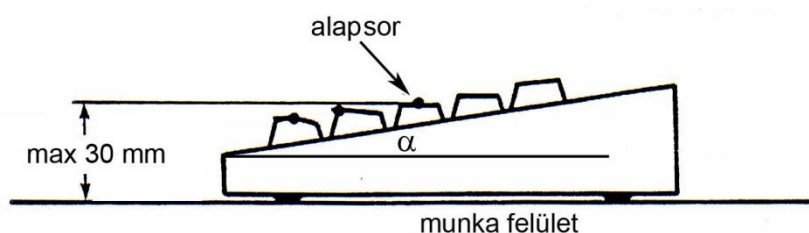
A billentyűzet

A legfontosabb számítógépes beviteli eszköz a billentyűzet (klaviatúra). A számítógépes munka során szinte folyamatosan használjuk, ezért fontos az ergonómikus kialakítása és elhelyezése. Számos klaviatúrakialakítás van forgalomban, leggyakrabban a **7.4. ábra** szerinti elrendezést használjuk Magyarországon. Alternatív megoldás pl. a laptopok beépített klaviatúrája, mely gyors, tartós munkára kevésbé alkalmas. Irodai munkánál nyilvánvaló - elvárás, hogy a klaviatúra tegye lehetővé az összes, a magyar ábécéhez tartozó betű egyetlen billentyű lenyomásával történő bevitelét. Számolási feladatok megoldásához a független számjegy-klaviatúra is hasznos része a klaviatúrának. Ergonómiai szempontból fontos még, hogy a klaviatúrát könnyen el tudjuk mozdítani, azt optimális helyzetben lehessen felállítani (laptop tartós használata esetén ezért külső klaviatúra csatlakoztatása előnyös).



7.4. ábra: Gyakran alkalmazott klaviatúra képe.

Kényelmes munkához az egyes klaviatúraterületeket (abc, számok, parancs-terület) az egyes billentyű méretének fele méretű közzel célszerű elválasztani a jobb áttekinthetőség kedvéért. A jó munkavégzés szempontjából fontos, hogy a klaviatúra elég lapos legyen: az alapsor magasságát az ISO 9241 szabvány ≤ 30 mm-ben rögzíti (lásd **7.5. ábra**) [2]. A felhasználóhoz közelebbi billentyűsorok magassága célszerűen nem haladja meg az alapsor magasságát. A szabvány azt is előírja, hogy az egyes billentyűsorok α emelkedési szöge célszerűen 0° és maximálisan 25° között állítható legyen.



7.5. ábra: Az egyes billentyűsorok magassága. Az alapsornak a munkafelületről való magasság ≤ 30 mm kell, hogy legyen.

Fontos követelmény a kényelmes munkavégzés számára az is, hogy milyen könnyen és milyen mechanikus és esetleg auditív visszajelzéssel szolgáljon a klaviatúra az egyes billentyűk lenyomására. Így a billentyű mozgására 1,5 mm és 6 mm közötti értéket ír elő a szabvány (célszerű értékek 2 mm és 4 mm közöttiek), és ideális erő kifejtésként a 0,5 N és 0,8 N közötti értéket adja meg a szabvány. Célszerű az is, hogy a billentyű lenyomása során kezdetben növekedjék az ellenállás, majd hirtelen váltással lecsökkenjen az ellenállás, és a

parancs végrehajtása ezt követően még az előtt jöjjön létre, hogy a szükséges erő ismét elérje azt az értéket, mint ami a hirtelen váltás előtti utolsó fázisban volt.

A szabvány még számos részletkérdést taglal, a célszerű klaviatúra-felépítéstől kezdve az egyes tulajdonságok vizsgálatáig. A felhasználó számára a legfontosabb részleteket a fentiekben érintettük, ezen kívül csak arra szeretnénk a figyelmet nyomatékosan felhívni, hogy a tartós munkavégzéshez fontos a jó testtartás, és ehhez hozzátartozik, hogy a klaviatúra kezeléséhez ne kelljen a vállunkat felhúzni, az al- és felkar között a közel derékszögű testhelyzetet biztosítani tudjuk (lásd 6.6. ábra). Ehhez sokszor a klaviatúrát az asztalon egy lesüllyesztett „fiókba” helyezik.

További beviteli eszközök

A klaviatúrán kívül számos más információ- és parancsbeviteli eszközt használnak a számítógépes munkahelyeken. Ilyenek az egér, a joystick (botkormány), vagy pl. az érintőképernyők [3].

Az egérnél és a hasonló célra szolgáló beviteli eszközöknél fontos, hogy a dolgozó kényelmes testtartásban tudja azokat kezelni, azaz munka közben az al- és felső kar közötti 90°-os szöveget be tudjuk tartani, ne kelljen a dolgozónak a vállát felhúzni a munka során, és az eszközök a „kis elérési távolságon” (lásd 7.1. ábra) belül helyezkedjenek el.

A felhasználó számára is fontos megkötés az érintőképernyők használata során, hogy közel függőleges képernyő elhelyezés esetén az érintési terület legyen a vállmagasság alatt, közel vízszintes elhelyezés esetén a könyökmagasság alatt. Fontos pl. még, hogy a parancs akaraton kívüli megismétlésének elkerülésére az érintéstől számított 500 ms – 750 ms-on belül ne váltódjék ki ismételt parancs. Érintőképernyős bevittel sokszor találkozunk szabadtéri és ipari cél-számítógépeknél, melyeket nem folyamatos használatra terveztek (pl. készpénz-automaták). Ezeknél a képernyő láthatósága (lásd 8. fejezet) és az ismételt parancs-kiváltás elkerülése a legfontosabb követelmények.

Beviteli eszközök még a szkennerek. Ezekre vonatkozó ergonómiai előírás legfőleg az, hogy a „nagy elérési távolságon” belül célszerű azokat elhelyezni. A szokásos munkahelyi feladatoktól függően a szkennerek használata szélsőséges gyakorisággal változhat, ezért ezen túlmenő ergonómiai követelményt nehéz lenne megfogalmazni. Sok esetben a munkavégzés szempontjából előnyös lehet, ha a szkennerek fel kell állnia a dolgozónak, s ezzel a monoton ülő helyzetét rövid időre meg kell szakítania. Ennek ellentmond, hogy sokszor egyik kézzel a szkennert kell elérni, a másikkal a számítógép klaviatúrán parancsot adni.

A számítógép kimeneti egységei

A számítógép legfontosabb kimeneti eszköze a képernyő (monitor), ezzel részletesen a 8. fejezetben foglalkozunk. A másik két fontosabb kimeneti eszköz a nyomtató (printer) és a kivetítő (projektor). Utóbbi általában nem közvetlenül tartozik a számítógépes feladat megoldásának munkahelyéhez, ezért ezzel ezen a helyen nem foglalkozunk. A nyomtatók ergonómiájával kapcsolatban két kérdésre kell figyelemmel lenni:

- A nyomtató elérése: bár modern nyomtatók felügyelet nélkül el kell, hogy tudják látni a feladatukat, de sok nyomtatás esetén a papíradagolóból kifogyó papír újratöltése vagy a tintapatron-csere rendszeres kézi feladatot adhat. Ezért folyamatos nyomtatási feladatok esetén célszerű lehet, ha a nyomtató a „nagy elérési távolságon” belül van, és jó rálátása van a dolgozónak.
- A másik – a fentiekkel részben ellentétes – probléma, hogy a nyomtatók, még a modern tintasugaras és lézernyomtatók is, nem teljesen csendes eszközök.

A zajterhelés csökkentése érdekében sokszor igyekeznek a nyomtatót a munkahelytől messzebb felállítani, főleg, ha több munkahely közös nyomtatóval dolgozik. Ez az esetleges téves nyomtatások elkerülése végett kérdéses, így mindig az adott munkafolyamatok optimalizálásának figyelembevételével kell dönteni a legcélszerűbb elrendezésről.

Összefoglalás

A számítógép használata során számos beviteli és kimeneti eszközzel dolgozik a felhasználó. Ezek optimális elhelyezése előfeltétele a kevésbé fárasztó munkavégzésnek, az akkut bántalmak elkerülésének. Részletesebben foglalkoztunk a billentyűzettel kapcsolatban támasztandó követelményekkel. Fontos azonban az egyéb eszközök (egér, track-ball stb.) optimális elhelyezése is, hogy a váll, kar és csukló kényelmes tartása mellett tudjon a dolgozó azokkal bánni.

A kimeneti egységek közül a legfontosabb a képernyő. Annak megkívánt tulajdonságaival, az azon megjelenítendő jelekkel kapcsolatos kívánalmakkal a következő fejezetben foglalkozunk. A többi kimeneti egység (nyomtató, kivetítő stb.) általában nem igényel folyamatos kapcsolatot, így a munkavégzés ergonómiai követelményei szempontjából kisebb jelentőségűek.

Kérdések a 7. fejezethez

7/1. Mely számítógépes eszközöket kell a kis- és mely eszközöket a nagy elérési távolságon belül elhelyezni?

7/2. Mi a célszerű fej- és kartartás számítógépes munka esetén?

7/3. Ismertesse a klaviatúrával szemben támasztandó ergonómiai követelményeket!

7/4. A klaviatúrán kívül milyen számítógépes beviteli eszközöket ismer?

7/5. Mik a szokásos számítógépes kimeneti eszközök, és ezekre vonatkozó főbb ergonómiai követelmények?

Feladatok a 7. fejezethez

- Az előző fejezet kérdéséhez kapcsolódóan adjon meg egy kedvező asztal - klaviatúra - monitor - egér elhelyezést, méretezze az egyes bútorokat.

Irodalom a 7. fejezethez

- [1] Abe S, Sotoyama M, Taptagaporn S, Saito S, Villaneuva MBG, Saito S: Relationship between vertical gaze direction and tear volume. in Work with Display Units 94. p.96. Ed.: A Grieco, G. Molteni, E. Occhipinti, B Piccoli, Elsevier Amsterdam-Éausanne-New York – Oxford – Shannon – Tokyo 1995.
- [2] ISO: Ergonomics of human--system interaction -- Part 400: Principles and requirements for physical input devices. ISO 9241-400:2007, korábbi verzió: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 4. Keyboard requirements ISO 9241-4.
- [3] ISO: Ergonomics of human-system interaction -- Part 411: Evaluation methods for the design of physical input devices, ISO/TS 9241-411:2012, korábbi verzió: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 9.3. Requirements for non-keyboard input devices ISO 9241-9.3
- [4] Wichtl, M., Molnar, M.: 3.6 Arbeiten in der richtigen Position, Abb. 3.6.4, Der Mensch am Bildschirm-Arbeitsplatz. Hrsg. F Blaha, Springer Wien – New York 1995.

- [5] Hercegfı K., Kristóf K.: A tervezés során figyelembe veendő emberi jellemzık 2.: Testfelépítés és egyes fiziológiai jellemzık. In: Hercegfı K., Izsó L. (szerk.): Ergonómia. Typotex, Budapest, 2007. 4. fejezet, pp. 59-76.
- [6] Ankrum, D. R.: Visual Ergonomics in the Office — Guidelines. Occupational Health & Safety. 68, 7, 64-74.

8. Képernyőergonómia

Bevezetés

A számítógépes munkahely legfontosabb kimeneti egysége, melyen a végzett munka eredményeit folyamatosan megjelenítjük, a képernyő (monitor), ezért a számítógépes munka kezdeti ideje óta az ergonómia figyelmének középpontjában állt. A személyes számítógépek 40 évvel ezelőtti megjelenése óta a monitorok óriási fejlődésen mentek keresztül. Az első monokróm katódsugárcsőes monitorokat hamarosan felváltották a színes monitorok, fokozatosan nőtt a monitor képernyőjének mérete, vált jobbá a felbontása, csökkent a képek remegése, villogása stb.

A lapos képernyők megjelenése lehetővé tette a számítógép hordozható válfajainak (laptop, majd notebook) kidolgozását. A folyadékkristályos kijelző (Liquid Chrystal Display, LCD) elvén működő monitorok kezdeti fogyatékoságait napjainkra szinte teljesen kiküszöbölték, ma már mind az asztali-, mind a hordozható monitorok szinte kivétel nélkül LCD képernyőt használnak. A jelen tanulmányban csak az LCD képernyőkkel foglalkozunk, bár a legnagyobb igényű színhű képfeldolgozást igénylő munkahelyeken napjainkban is még elsősorban katódsugárcsőes monitorokat használnak. Ugyanakkor kezdenek megjelenni számítógépes munkahelyeken is a más elveken, elsősorban a szerves félvezetős világító diódás (Organic Light Emitting Diode: OLED) kijelzők. Ezek minden bizonnyal jelentős szerephez jutnak majd a jövőben, de ergonómiai sajátosságaik még annyira kiforratlanok, hogy azokkal jelen helyen nem foglalkozunk. Ugyanakkor a soron következő tárgyalás számos kérdése az OLED képernyők esetén is helytálló megállapításokhoz vezet majd.

A képernyő felállításával, a felhasználóhoz képesti elhelyezésével a korábbi fejezetekben foglalkoztunk. Ismétlésképpen csak annyit szeretnénk megállapítani, hogy a képernyőt úgy kell elhelyezni, hogy abban se ablak, se mesterséges fényforrás ne tükröződjék, a képernyő a felhasználótól kb. 45 cm – 75 cm távolságban legyen, és a képernyő felső széle úgy helyezkedjék el, hogy a vízszintes „Reidl vonal” (lásd 7.2. ábra) fölé ne essen a képernyő hasznos része.

A képernyő láthatósága – kontraszt

A képernyő legkülső felületi egysége egy lezáró üveg (vagy műanyag) lemez. A fény e mögött keletkezik, a mai LCD monitor esetén pl. az által, hogy a hidegkatódos fénycső, vagy újabban LED fényárama egyenletesen terül a képernyőn, s azt pixelenként az LCD a videojeltől függő mértékben modulálja. Az áthaladt fényáramot sub-pixelenként színszűrők szűrik. Ma általában még a vörös-, zöld- és kék színbontást használják, bár a színességi terület növelése érdekében már készülnek több szín-csatornás monitorok is (egy ergonómiai tárgyú jegyzet keretében nem áll módunkban a színes pixelek létrehozásának különböző válfajaira kitérni, némileg bővebb ismereteket majd a 9. fejezetben (Színtani információk) találunk. A képernyő felületén az egyes pixelekből így megjelenő fénysűrűséget L_0 -val jelöljük, lásd 8.1. ábra. A szoba világítása reflektálódik a képernyő felületéről. Napjainkban kétféle képernyőfelület-kiképzés a szokásos: tükrös felületek, amelyeknek szórt (diffúz) reflexiója csekély, és enyhén mattított képernyőfelületek, melyek tükrös (reguláris) reflexiója kisebb, viszont jelentős szórt reflexiója van. A képen a reguláris reflexiót L_r -vel, a diffúz reflexiót L_d -el jelöltük.

A megfigyelő szemébe tükrös reflexió során a képernyőt megvilágító fényforrás adott irányú fénysűrűségének (L_{ff}) ρ_r szerese jut:

$$L_r = L_{ff} \rho_r,$$

ahol ρ_r a tükrös (reguláris) reflexiók tényező.

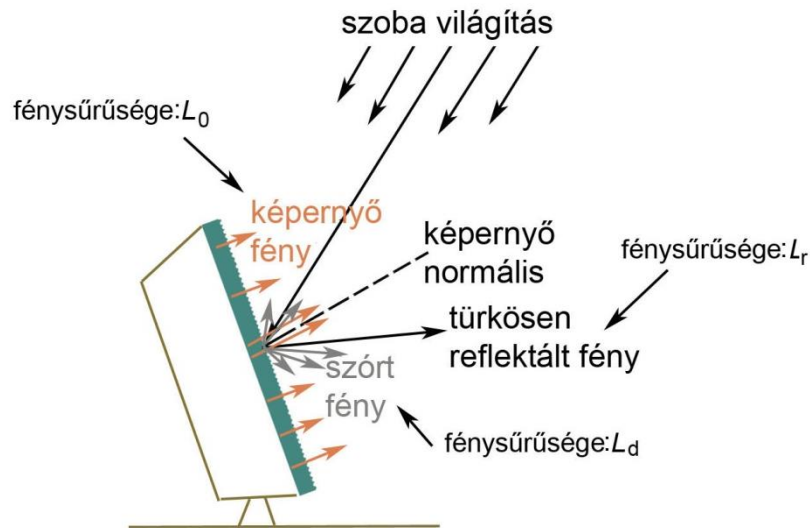
A szórt fénysűrűséget a képernyő felületét érő megvilágításból (E) számoljuk, figyelembe véve a képernyő fénysűrűségi együtthatóját (q , egysége a $\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$):

$$L_d = qE$$

A fentiek alapján a megfigyelő szemébe jutó fénysűrűség:

$$L = L_0 + qE + \rho_r L_{ff}$$

ahol L_0 a képernyő hasznos fénysűrűsége.



8.1. ábra: Képernyő felületének fénysűrűsége.

A képernyő fénysűrűségét és a környezetben lévő fényforrások által a képernyőn keltett tükröződések és megvilágítást úgy kell beállítani, hogy a képernyő világos (nagy L_0) és sötét (kis L_0) részei között a jó leolvasáshoz szükséges kontraszt fennálljon.

Modern képernyők maximális fénysűrűsége fehér fény esetén a $100 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ körüli érték. Ha a képernyőt tükröző felülettel készítették, akkor általában $\rho_r < 0,01$; a 6. fejezetben tárgyaltaknak megfelelően a fal megvilágítását 200 lx körülinek tetelezhetjük fel, és $0,6$ körüli fal szórt visszaverési tényezővel számolva a falfelület fénysűrűsége $L_{ff} = 40 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ körüli érték lesz. Ez a képernyőn $0,4 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ fénysűrűséget hoz létre, ez elhanyagolhatóan kicsiny érték. Ugyanakkor, ha egy $6000 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$ fénysűrűségű fénycső reflektálódik a képernyőn, úgy az már nagyon elrontja a képernyő láthatóságát.

A szórtan reflektált fény az enyhén mattított képernyő felületeken keletkezik. A fénysűrűségi együttható értéke általában $0,01$ és $0,1 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$ közötti érték. $0,03 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$ -es fénysűrűségi együtthatót feltételezve (kikapcsolt állapotban eléggé sötét benyomást keltő képernyő), ha a képernyőre is ugyanakkora megvilágítás jut, mint a falakra, azaz 200 lx , úgy a keletkező szórt fénysűrűség $7 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$, azaz hasonló nagyságú, mint a tükrösen visszaverődő fényből származó fénysűrűség.

Így a fenti példa esetén, világos háttéren ($100 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$) létrehozott sötét írással az írás fénysűrűsége a $10 \text{ cd}\cdot\text{m}^{-2}$, és a keletkező kontraszt:

$$C = \frac{|L_t - L_b|}{L_b} = 0,9$$

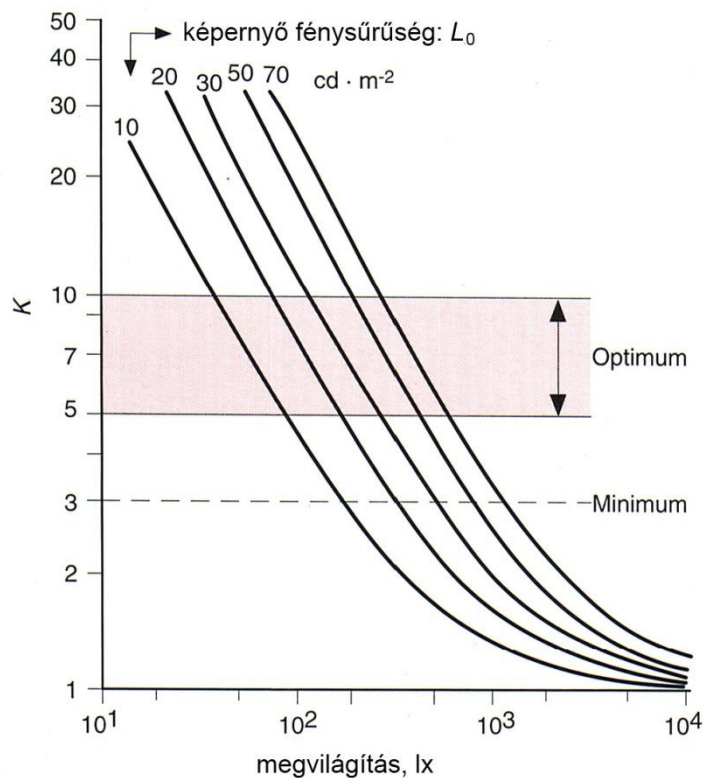
ahol L_t a tárgy (írásjel) fénysűrűsége

L_b a háttér (background) fénysűrűsége

Szokás még a kontrasztviszony fogalmát is használni; világos háttér, sötét jel esetén értéke:

$$K = \frac{L_b}{L_t} = 10$$

A kontrasztviszony optimális értéke 5 és 10 közötti, színes jelek esetén polikormatikus képernyőn minimálisan 3. Ennek megfelelően a 7.2. ábra szemlélteti képernyő saját fénysűrűségének függvényében az optimális és minimális kontraszt elérése érdekében betartandó megvilágítás értékeit.



7.2. ábra: A kontrasztviszony, a képernyőt érő megvilágítás és a képernyő saját fénysűrűségének (L_0) kapcsolata, optimális és minimális értékek [1].

Írásjelek mérete és láthatósága

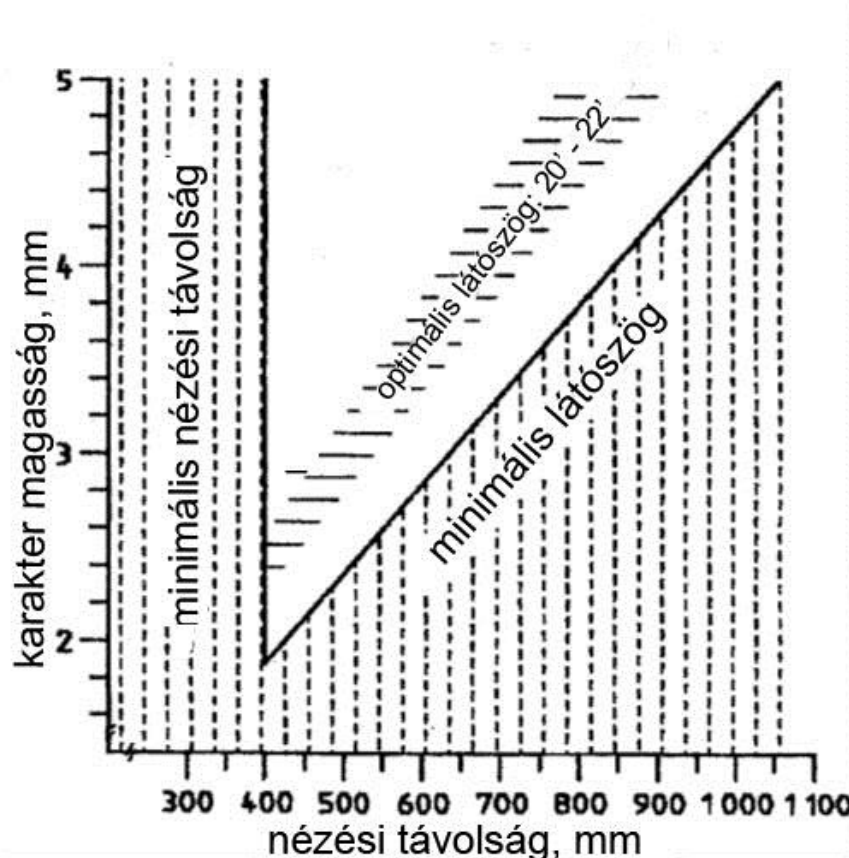
A számítógépet gyakran használjuk arra, hogy azon szövegeket tároljunk, gépelési hibákat javítsunk, a papírmentes irodában szövegeket olvassunk. A gyors és kényelmes olvasáshoz fontos, hogy a szövegek jól, könnyen olvashatók legyenek. Ehhez mind a betűtípust, mind annak méretét, a képernyőn a szöveg elhelyezését a képernyős olvasáshoz kell optimalizálni.

Hagyományosan könyvnyomtatáshoz talpakkal (serifekkel) rendelkező betűtípust (szokásos megnevezése „Roman”), pl. „Times New Roman”, használtak, mint ebben a bekezdésben látjuk). Ez a betűtípus a számítógép-képernyőn nem nagyon előnyös, mert kisebb betűméret esetén a serif-eket (a betűk talpait) a kis felbontású képernyő már kvázi véletlenszerűen hol megjeleníti, hol nem. A talpas betűtípusok előnye, hogy az egyébként könnyen összetéveszthető „kis l” betű (l) és a „nagy i” betű (I) megkülönböztethető, viszont a „kis l” (l) és az egyes szám (1) szám itt is nehezen, vagy egyáltalában nem megkülönböztethető.

A serif-es betűtípus számítógépes használatra tervezett változata pl. a „Constantia”, melynél a fentiekben jelzett két betű és a szám már megkülönböztethető: 1, l, I. Viszont kérdéses, hogy előnyös-e, hogy a számok csak a kisbetűk alap-törzsének magasságával rendelkeznek.

A serif nélküli (sans-serif) betűtípusok szokásos megnevezése „Grotesque” vagy „Gothic”. Ilyen pl. az „Arial” vagy „Helvetica”, mely egyesek szerint képernyőn jobban olvasható. Valójában régen volt általánosan igaz, hogy a képernyőn jobban olvashatók voltak, hiszen – az előbb leírtak szerint – a kis talpas betűk kis képernyőfelbontásnál zavaros képet eredményeznek; manapság azonban terjednek az igen nagy felbontású képernyők (full HD, Apple „Retina Display”, e-ink/e-paper stb.), ahol a végső cél az, hogy a képernyőfelbontás ne legyen rosszabb a papíryomtatványok felbontásánál, ill. a retina ne legyen képes a kis képpontokat elkülöníteni – és ilyen ideális nagyfelbontású képernyőn a serif típusok ilyen hátránya eltűnik, és előnyeik érvényesülnek. A sans-serif „1” szám és a „kis l” betű jól megkülönböztethető, viszont a „kis l” és a „nagy i” (l) betű azonos megjelenésű.

A „Calibri” pl. képernyőn való olvasás számára kidolgozott „sans-serif” betűtípus, ennél az „1” és a „kis l” megkülönböztethető, viszont a „kis l” és a „nagy i” (l) csak méretben tér el egymástól. Azért így is jobban megkülönböztethető, mint az „Arial” esetén.



8.3. ábra: A nézési távolság és a betűmagasság összefüggése (ISO 9241-3 szabvány alapján [2]).

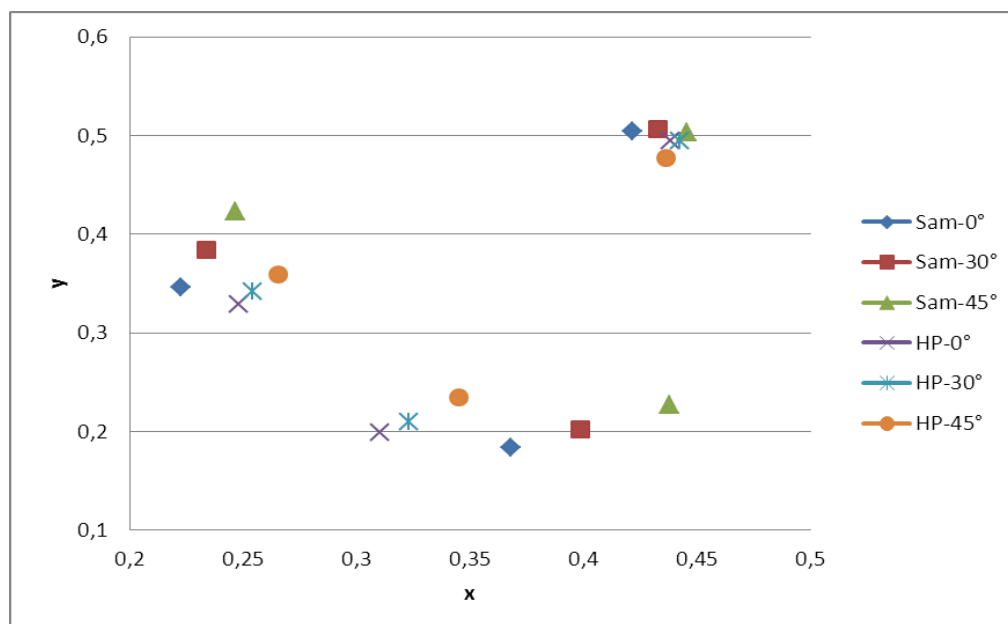
Jó látásélességgel rendelkező személy a 20-22’ (szögperc) méretű betűt tudja kényelmesen olvasni. Az ezen látószöghöz tartozó optimális betűméretet különböző képernyő–megfigyelő távolságok esetén a vonalkázott terület szemlélteti a 8.3. ábrán. Ugyanitt feltüntettük a minimális látószöghöz tartozó karaktermagasság – nézési távolság összefüggést. Átlagosnál gyengébb látású személy számára nagyobb betűmagasságot kell biztosítani. Ezt általában a mai modern szoftverek már lehetővé teszik. A túlzottan nagy betűmagasság viszont nehezíti az olvasást, mert a szöveg „szétesik”, a megfigyelő kénytelen betűről betűre olvasni.

A vonatkozó ISO szabvány [2] részletesen foglalkozik a monitoron megjelenítendő karakterek méretével, különböző felbontásokat figyelembe véve, a karakterek és sorok között betartandó közök méretével, a jó megkülönböztetéshez szükséges kontrasztértékekkel. Mindezek a katódsugárcsöves képmegjelenítők korában fontos követelmények voltak, a mai modern LCD képernyők a gyári beállításban is teljesítik a követelményeket, ezért azokkal ezen a helyen nem foglalkozunk.

A szövegnek a képernyőn való elhelyezésével kapcsolatban figyelemmel kell lenni arra a tényre, hogy a képernyő méretaránya eltér a szokásos papír alapú hordozótól. A képernyő általában fekvő téglalap alakú (kivéve a legmodernebb hordozható kijelzőket, melyek már mind fekvő, mind álló elrendezést biztosítani tudnak). A legáltalánosabban használt LCD képernyők fekvő téglalap alakúak 16:9 (1,78:1) arányúak, bár még akadnak kisebb arányú képernyők, és már előfordulnak nagyobb aránnyal rendelkező képernyők is. Széles képernyők esetében, ha a teljes vízszintes képernyőméretet kihasználjuk az íráskép megjelenítésére, nagyon hosszú sorokhoz jutunk, ami megnehezíti a szemnek a következő sor elejére való ugrását. Ezért ilyen esetekben célszerűbb a két-oszlopos íráskép használata.

A képernyőkép fénysűrűségének és színességének irányfüggése

A klasszikus katódsugaras monitor képernyőjének fénysűrűsége gyakorlatilag irányfüggetlen, azaz „Lambert sugárzó” karakterisztikájú volt. Az LCD képernyők fénysűrűsége erősen irányfüggő, és színes képernyők esetén az irányfüggés az egyes alapszínekben eltérő, így a keverékszín nem csupán erősségében, de színezetében is változik a nézési iránnyal. Ezért LCD képmegjelenítők esetén definiálták a „nézési kúpot”, melyen belül adott pixel fénysűrűsége nem csökken egy megengedett érték alá. A modern LCD kijelzők már elég tág határok között tűrhető színtartásúak. A 8.4. ábra két, függőleges állású LCD képmegjelenítő estére szemlélteti, hogy a sárga (yellow), a bíbor (magenta) és a türkiz (cyan) keverékszín színpontjai hogyan változnak a nézési iránnyal. A méréseket merőleges beállítás (0°), a merőlegetől 30°-os és 45°-os nézési irányból végeztük. Jól látszik, hogy a bíbor színtartományban igen nagy változások lépnek fel.



8.4. ábra: Hidegkatódos fénycsöves és RGB-LED-es LCD képmegjelenítő színinger koordinátáinak szögfüggése a vízszintes síkban mérve.

Összefoglalás

A képernyős munkahely legfontosabb információkimeneti eszköze a képernyő. Hagyományosan katódsugárcsőes kép megjelenítőket használtak az informatika területén. Napjainkban ezek használata visszaszorult a legigényesebb színmegjelenítési területekre, míg az általános felhasználás területén az LCD megjelenítőket használják, melyek ergonómiailag sok előnnyel rendelkeznek (nagyobb fénysűrűség, kép-remegés- (jitter-) és villogás- (flimmer-) mentesség.

A képernyőn a jó láthatóságot egyrészt a megfelelő kontraszt beállításával, a környezetből érkező fény szórt és tükrös reflexiójának elkerülésével, másrészt megfelelő betűméret alkalmazásával érhetjük el.

LCD kép megjelenítők esetén gondoskodni kell arról, hogy a képernyőt csak a merőlegestől kis szögeltéréssel lássa a megfigyelő, mert a nézési irány változásával változhat a kontraszt és színes képek esetén azok színezete is.

Kérdések a 8. fejezethez

8/1. Milyen külső hatás befolyásolja a képernyő kontrasztját, mi az optimális kontrasztviszony?

8/2. Hogyan lehet a képernyőről reflektálódó fénysűrűséget meghatározni, milyen fajtái ismeretesek?

8/3. Ismertesse a képernyőn használatos írásképek előnyeit – hátrányait!

8/4. Mi az optimális betűméret képernyős megjelenítés esetén?

8/5. Mit kell tudni a képernyők sugárzásának irányfüggéséről?

Feladatok a 8. fejezethez

- A 6. fejezetben tervezett munkahelyen a fényforrás legyen a mennyezeten elhelyezett, diffúzan sugárzó lámpa, a falak reflexiók együtthatója legyen 0,8. A képernyő fénysűrűségi együtthatója legyen $0,05 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$. Mekkora képernyő-fénysűrűség szükséges a 3:1-es kontrasztarány eléréséhez?
- 45 cm-es nézési távolság számára mi a kedvező karaktermagasság?

Irodalom a 8. fejezethez

- [1] Handbuch für Beleuchtung, Innenbeleuchtung, 5., völlig neu bearbeitete Auflage/Besondere Anwendungen II-3.2 Bildschirmarbeitsplätze, Abb. II-3.2/4. SLG-KiTG-LTAG-NSVV ECOMED 1992.
- [2] ISO: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 3: Visual display requirements. ISO 9241-3:1992(E).

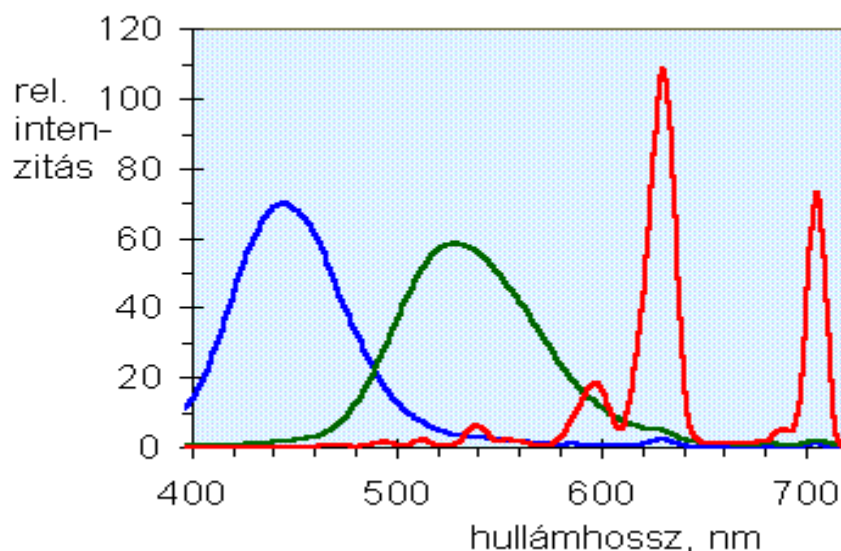
9. A színinger metrika elemei

Bevezetés

Ahhoz, hogy a számítógépet ergonómiailag helyesen tudjuk használni, és annak színes kép- és írásmegjelenítési lehetőségét optimálisan használjuk ki, meg kell ismerkednünk a színek leírásának alapjaival.

Előjáróban rögzítenünk kell, hogy a szín az agyunkban a szemünket érő látható sugárzás hatására keletkező érzet. Látható sugárzásról beszélünk, amikor a beérkező elektromágneses sugárzás hullámhossza a 380 nm és 780 nm között van. Lehet ez a sugárzás monokromatikus, azaz csak egy nagyon szűk hullámhossztartományból érkezik sugárzás a szemünkbe, de lehet sávós, folytonos is.

9.1. ábra katódsugárcsöves monitor három alapszínének (vörös (R: red), zöld (G: green) és kék (B: blue)) színeképét szemlélteti. A kék és zöld emisszió sávós, a vörös több keskeny sávból áll, mely már közelít a monokromatikushoz. A szintanban a szemünkbe érkező sugárzást színingernek nevezzük.

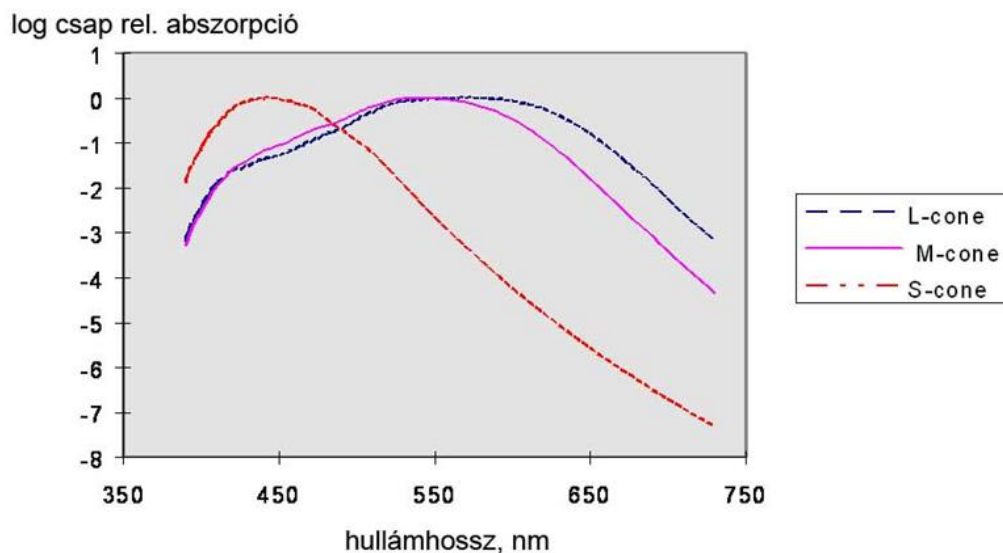


9.1. ábra: Katódsugárcsöves monitor vörös, zöld és kék csatornájának emissziós színeképe.

Színingerek leírása

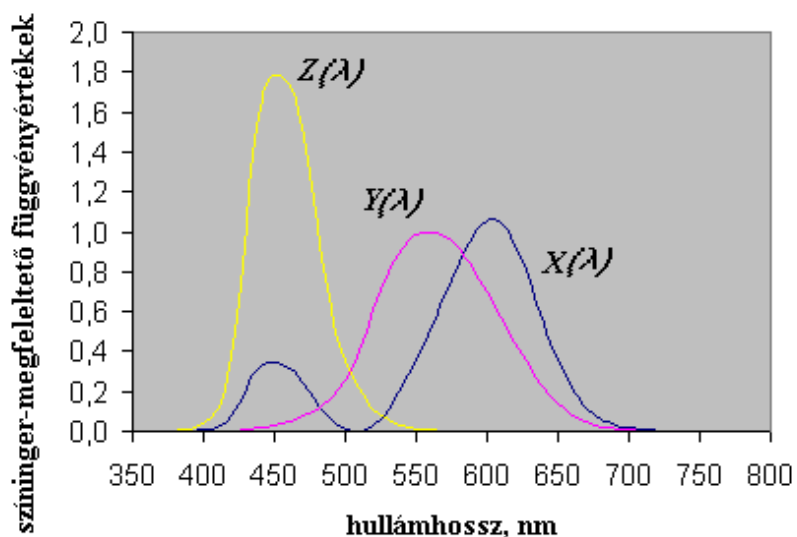
Szemünk a beérkező sugárzást három csatornában, különböző színeképi érzékenységgel érzékeli. A **8.2. ábra** az emberi szem három csapféleségének (cones) színeképi érzékenységét szemlélteti. Ezeket a csap érzékenységeket a színeképben elfoglalt helyük alapján az angol nyelvű megnevezés rövidítése alapján L-csapnak (long wavelength sensitive cone), M-csapnak (medium wavelength sensitive cone) és S-csapnak (short wavelength sensitive cone) nevezik. Mint látható, elsősorban az L- és M-csap színeképi érzékenysége nagyon átlapol, így, ha ezeket próbálnánk leutánozni színeképmérő berendezésben, úgy erősen redundáns információhoz jutnánk. Ezért a gyakorlatban ezen színeképi érzékenységek mátrix transzformáltját használjuk méréseinkben, melyeket színinger-megfeleltető függvényeknek (colour matching functions – CMF) hívnak².

² A történelmi hűséghez tartozik, hogy a CMF-ek meghatározását nem neurofizikai módszerekkel végzik, hanem három kiválasztott színinger (vörös–zöld–kék ún. alapszíninger) additív keverékének (a fények egymásra



8.2. ábra: Az emberi szem L-, M-, S-csapjainak színeképi érzékenysége.

Napjainkban legelterjedtebben az ún. CIE³ 1931 2°-os színészlelőt használjuk⁴, ennek színeképi érzékenységi görbéit a 9. ábra szemlélteti.



9. ábra: A CIE XYZ színrendszer színinger-megfeleltető függvényei.

Mivel a csapok az elnyelt fotonok számával arányos jelet szolgáltatnak, különböző hullámhosszakon beérkező sugárzás hatása az elnyelt sugárzással arányos. Ezért összetett $S(\lambda)$ színeképi teljesítmény által kiváltott ingerület az alábbiak szerint írható fel:

vetítése) és az ismeretlen színinger egymás mellé vetített sugárzásának összehasonlítása alapján, addig változtatva a három alapszíninger intenzitását, míg színegyezést nem észleltek; lásd TAMOP jegyzet [1].

³ CIE a Nemzetközi Viágítástechnikai Bizottság, Commission Internationale d'Eclairage rövidítése, e szervezet végzi a világítástechnika és színtan területén a szabványosítást.

⁴ Nagy felületek színének leírására használatos a 10°-os látómezőre meghatározott CIE 10°-os színrendszer is.

$$X = k \int_{380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} S(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda, \quad Y = k \int_{380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda, \quad Z = k \int_{380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} S(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda$$

ahol $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$ a színinger-megfeleltető függvényeket jelöli. A látható színek tartományát általában 380 nm és 780 nm közötti tartományra értelmezzük. A X, Y, Z jellemzőket színinger összetevőknek, vagy tristimulusos értékeknek hívjuk.

A 9. ábra $\bar{y}(\lambda)$ függvénye megegyezik a fotometria $V(\lambda)$ függvényével, ezért fényforrások (ún. önvilágítók, mint pl. a monitor sugárzása) számára szokásos k értékét $K_m = 683 \text{ lm/W}$ -ként megválasztani. Így a fotometriai mennyiséget az Y színinger-összetevő szolgáltatja.

Megvilágított felületekről a szemünkbe érkező sugárzás esetén az $S(\lambda)$ színinger a megvilágító sugárforrás $S_n(\lambda)$ színeképi teljesítmény eloszlásának és a felület $\rho(\lambda)$ reflexiós tényezőjének szorzata. A k értéke ezen esetben

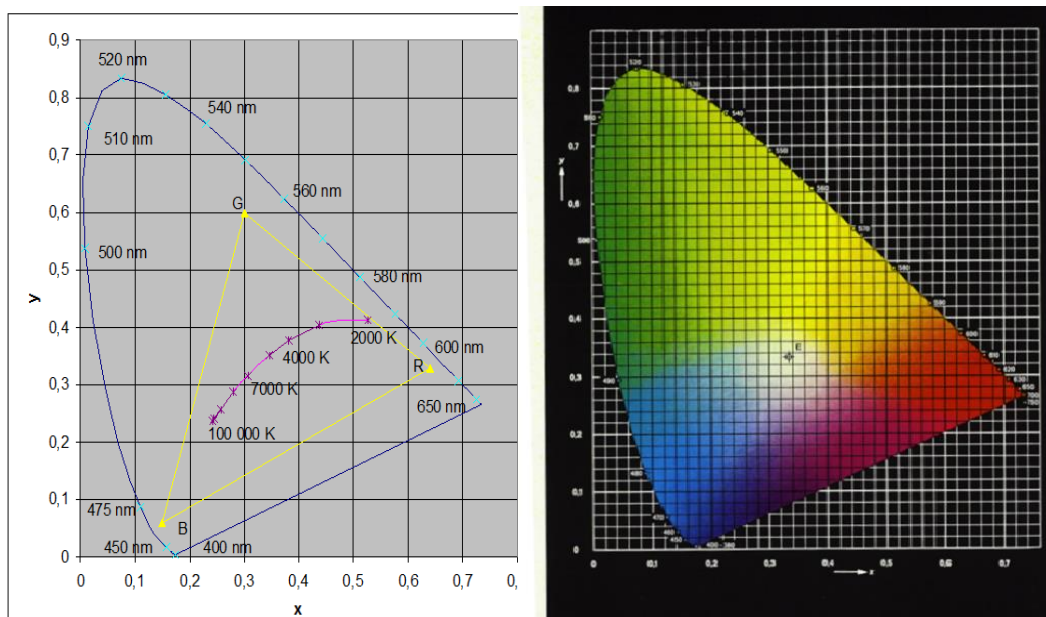
$$k = \frac{100}{\int_{380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} S_n(\lambda) d(\lambda)}$$

Gyakorlatban sokszor nem az X, Y, Z értékkel számolunk, hanem abból két-dimenziós ábrázolást vezetünk le az alábbiak szerint:

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}, \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z}$$

A teljes színinger jellemzéséhez ekkor még az Y értéket is meg kell adni. Az x,y koordináta csak az ún. színességet jellemzi, a színinger erősségét (fénysűrűségét) nem adja meg.

A színességet közelítően szemléltethetjük a következő ábrával: a bal oldali ábrába berajzoltuk szokásos monitor R,G,B alapszíneit: a valóságban a színeket csak ezen háromszögön belül tudjuk láthatóvá tenni. A jobb oldali ábra a színek hozzávetőleges helyét szemlélteti a színdiagramban.



10 ábra: x,y színességi diagram (vagy más néven szín-diagram).

Az x,y diagramban a patkó alakú görbe mentén helyezkednek el a monokromatikus spektrumszínek. A patkó közelében lévő színeket sokszor az ún. domináns hullámhosszal

jellemezzük: egyenest fektetünk át az adott színponton, melynek talppontja az E equienergetikus pont (olyan sugárzó színpontja, mely minden hullámhosszon azonos teljesítményt emittál). Ahol ez az egyenes átdöfi a spektrumszínéek vonalát, az ahhoz a színpontához tartozó hullámhosszat nevezzük az adott színpontához tartozó domináns hullámhossznak (λ_D). A bal oldali ábrába berajzoltuk az izzó fekete testek színességi vonalát is. Mint láthatjuk, 2000 K körüli hőmérsékleten sárgás színű fényt kapunk, kb. 3000 K-en világít az átlagos halogén izzólámpa, a természetes nappali sugárzás (ég + Nap fénye) 6500 K körüli. Részletesebb színinger leírást lásd az irodalomjegyzék [1] hivatkozásában.

Egyenlőközü színterek

Mint látható, az x,y-diagram különböző részén kis színkülönbségekhez más-más koordinátakülönbségek tartoznak (a zöldes szín-tartományban sokkal lassabban változik a színesség, mint pl. a kékbén), azaz az x,y-diagram nem egyenlőközü. Sok kísérlet született olyan transzformáció megalkotására, hogy a színeket egyenlőközü diagramban tudjuk ábrázolni. Napjainkban a legelterjedtebb az ún. CIELAB diagram. Ezt a rendszert felületszínéek, azaz megvilágított tárgyak színének leírására fejlesztették ki, de használatos monitorokon megjelentett színes felületek színjellemezésére is. A vizsgált felület X,Y,Z színinger összetevőin kívül szükségesek még a megvilágító fényforrás X_n, Y_n, Z_n színinger-összetevői (monitor esetén a képmegjelenítőn megvalósított fehér pont színinger-összetevői).

L^* a CIELAB világosság: az emberi észlelést jobban követő skálázású világosság jellemző:

$$L^* = 116 f(Y/Y_n) - 16$$

és a két derékszögű koordináta rendszerben ábrázolt szín-koordináta:

$$a^* = 500 [f(X/X_n) - f(Y/Y_n)]$$

$$b^* = 200 [f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)]$$

ahol

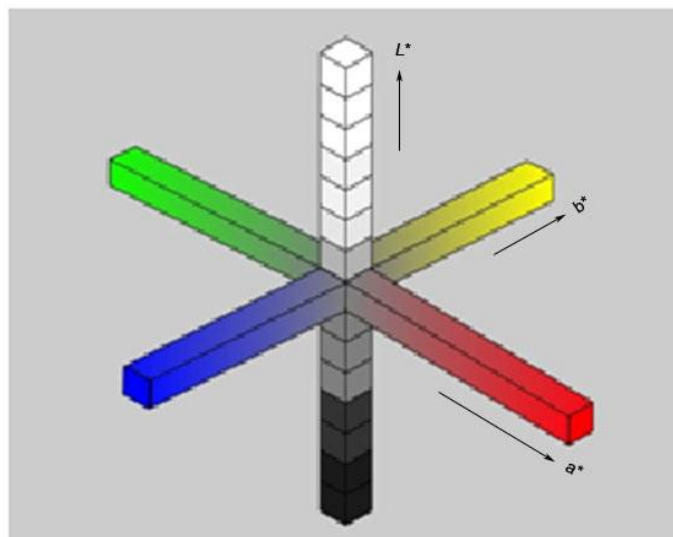
$$f(X/X_n) = (X/X_n)^{1/3}$$

$$f(X/X_n) = 841/108 (X/X_n) + 4/29$$

$$\text{ha } (X/X_n) > (6/29)^3$$

$$\text{ha } (X/X_n) \leq (6/29)^3$$

és hasonlóan $f(Y/Y_n)$ és $f(Z/Z_n)$ esetében.



11. ábra: CIELAB színrendszer tengely-szerkezete.

Ezen színinger jellemzőkkel a színesség erősségére jellemző krómát és a színezetre (vöröses-e, sárgás-e stb. a szín) jellemző színezeti szöget az alábbiak szerint lehet számítani:

CIELAB króma: $C^*_{ab} = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$

CIELAB színezeti szög: $h_{ab} = \arctan(b^*/a^*)$

Ebben a térben, melyet a **11. ábra** szemléltet, színinger-különbséget is definiálhatunk, azaz olyan jellemző számot, mely megmutatja, hogy két-két színben nem nagyon eltérő színpár közül mely kettő között nagyobb a színinger különbség:

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

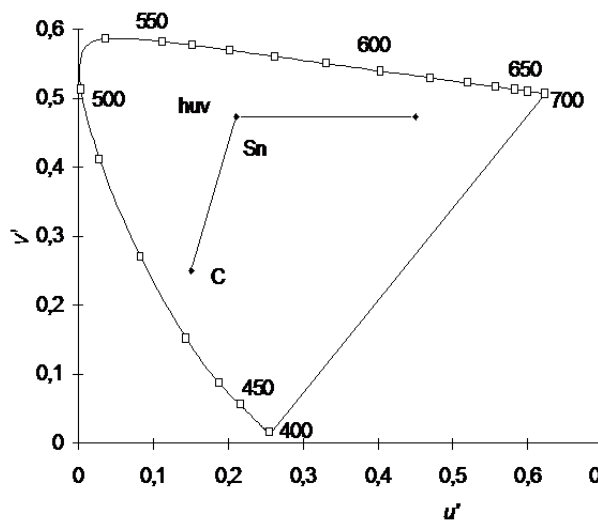
ahol ΔE^*_{ab} -vel a kérdéses két színinger koordináta-különbségét jellemezzük.

A színingereknek a látáshoz még jobban igazodó leírására ún. színmegjelenési modelleket dolgoztak ki (pl. CIECAM02 modell), ezek ismertetése azonban túlmegy a jelen jegyzet határain.

Foglalkoznunk kell azonban a színességi diagram egyenlőközű változatával, az u', v' -diagrammal, melyet az X, Y, Z , illetve x, y értékekből a következők szerint származtatunk:

$$u' = \frac{4X}{X + 15Y + 3Z} = \frac{4x}{-2x + 12y + 3}; \quad v' = \frac{9Y}{X + 15Y + 3Z} = \frac{9y}{-2x + 12y + 3}$$

A **12. ábra** szemlélteti a CIE u', v' -diagramot. Itt feltüntettük az equienergetikus pontot (Sn), a színezeti szöget a vízszintes irányból kezdődően számítjuk; ettől mért távolság a C színponthoz jellemzi a színtelítettséget.



12. ábra: CIE u', v' -diagram

Az u', v' -diagramban rajzolt Planck görbe (különböző hőmérsékletű fekete testek színpontjai) mentén jellemezzük a fehér színű fényforrások színhőmérsékletét, és, ha a fényforrás színességi koordinátái nem esnek pontosan a Planck görbére, úgy az adott fényforrás színpontjához legközelebb fekvő fekete-test hőmérsékletét a fényforrás korrelált színhőmérsékletének nevezzük. A Planck görbétől való távolság ($\Delta(u, v)$) a fényforrás fehérségére jellemző. Ha a Planck görbe fölött van a színpont, úgy zöldes színű a fényforrás, ezt általában nem találjuk kedvezőnek, míg ha a Planck görbe alatt van a fényforrás színpontja, úgy enyhén rózsaszínes, amit kedvezőnek érzünk.

Képernyőszínek

A számítógép monitor alapszíneinek színességi diagramban való helyzetét a **10 ábra** szemléltette. Mai általános használatú monitorokon az alapszíneket 8 bit mélységben ábrázoljuk, azaz 0-tól 255-ig állíthatók a színek erőssége. Ez a skála a számítógépek egyszerűsített – a CIELAB színtérhez hasonlító – de nem egyenközü Hue – Saturation – Luminance (HSL) színrendszerében a következőképpen alakul:

A vörös alapszín $R = 255, G = B = 0$ értékéhez $H = 0, S = 240, L = 120$ tartozik

A zöld alapszín $G = 255, R = B = 0$ értékéhez $H = 80, S = 240, L = 120$ tartozik,

A kék alapszín $B = 255, R = G = 0$ értékhez $H = 160, S = 240, L = 120$ tartozik.

A 3 alapszín keverékéhez $S = 0$ és $L = 240$ tartozik.

A vörös és zöld alapszínt maximumra állítva, azaz $R = G = 255, B = 0$ estén „a legerősebb” sárga színt nyerjük, $H = 40, S = 240, L = 120$ értékkel.

A zöld és kék alapszínt maximumra állítva, azaz $G = B = 255, R = 0$ estén „a legerősebb” türkiz (cyan) színt nyerjük, $H = 120, S = 240, L = 120$ értékkel.

A vörös és kék alapszínt maximumra állítva, azaz $R = B = 255, G = 0$ estén „a legerősebb” bíbor (magenta) színt nyerjük, $H = 200, S = 240, L = 180$ értékkel.

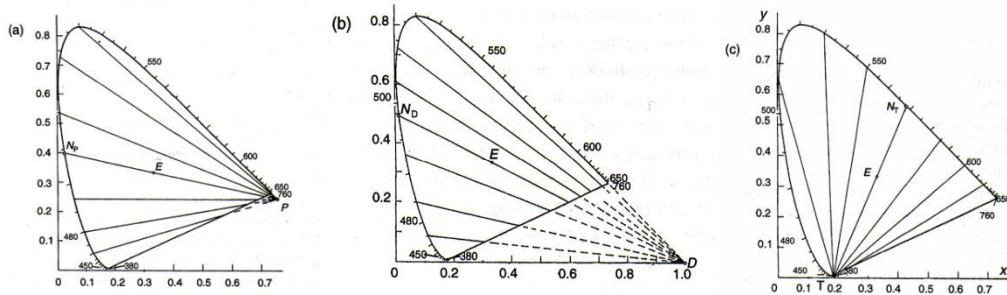
Ha a **13. ábra** színeit megnézzük (még a többszörös átmásolás során bekövetkező színtorzulásokat is figyelembe véve) azt látjuk, hogy a fenti világosság (L) értékek messze nem fedik az észleletet. A kék alapszín lényegesen sötétebb, mint pl. a zöldalapszín, a három alapszín tényleges telítettsége eltérő, a kettős keverék színek esetében sokkal kisebb telítettségeket érzékelünk. Erre ergonómiailag helyes színkeverékek létrehozásakor gondolni kell. Közelebb áll a valósághoz, ha a fehér relatív világosságát 100 %-nak tekintjük, és az egyes összetevők színeknek a következő relatív világosságértékeket rendeljük: sárga 90 %, türkiz (cyan) 70 %, bíbor (magenta) 40 %, zöld 60 %, vörös 30 %, kék 10 %.



13. ábra: Képernyő-alapszínek és keverékszínek.

Színtévesztés

Az ergonómikus színhasználat szempontjából fontos, hogy figyelembe vegyünk, hogy a lakosság nem elhanyagolható része színtévesztő. Vörös és zöld színeket téveszthet valaki, akinek az L- vagy az M-csapja hiányzik, vagy gyenge. Ezek a protanopok (a férfi lakosság kb. 1%-a, nők között kb. 0,02%), illetve deuteranopok (a férfi lakosság kb. 1,1%-a, nők között kb. 0,01%). Az S-csap hiánya nagyon ritka. Ha az L- vagy M-csap érzékenysége csak kevéssel tér el az átlagostól, úgy protanomáliáról, illetve deuteranomáliáról beszélünk. Az európai férfi lakosság kb. 8%-a deuteranomál. Számítógépes színhasználatban okvetlenül figyelemmel kell lenni arra, hogy ezen észlelők számára a színen kívül más jelzőrendszert is biztosítsunk (lásd következő fejezet).



14. ábra: Vonalak az x,y-diagramban, melyek mentén elhelyezkedő színpontokat a különböző szintévesztő típusok nem, vagy csak nehezen tudnak megkülönböztetni [2].

a.) protanop, b.) deuteranop, c.) tritanop tévesztési vonalak.

Összefoglalás

A szín érzet, mely agyunkban keletkezik, a színingerek leírása csak közelítés, mely a lakosság nagy átlagának érzetét kívánja közelíteni. A legegyszerűbb XYZ színinger-rendszer csak arra alkalmas, hogy segítségével megállapítsuk, hogy két színinger – azonos környezeti körülmények között – azonosnak látszik-e. A színességi távolságokat az u',v' -diagramban tudjuk értelmezni, míg ha két szín közötti különbséget kell leírni, úgy a CIELAB színrendszer használható.

Fontos a színek ergonómiailag korrekt használata szempontjából a szintévesztők igényének figyelembevétele, azaz a számítógépes megjelenítés során a figyelmet nem csak színnel, de más kódolási módszerrel is fel kell hívni, hogy azt a szintévesztők is érzékeljék.

Kérdések a 9. fejezethez

- 9/1. Mely érzékelő sejtek felelősek a színlátásért?
- 9/2. Számítógépes gyakorlatban mely színrendszert használjuk?
- 9/3. Mi a különbség a tristimulusos érték és a színességi koordináta között?
- 9/4. Milyen egyenlőközű színrendszert ismer, és mit ért egyenlőközűség alatt?
- 9/5. Milyen egyszerű színinger leírást ismer, melyet monitorokon létrehozott színingerek leírására használnak, mi ennek kapcsolata a számítógép színcsatorna vezérlő jeleivel?

Feladat a 9. fejezethez.

- Adva van egy monitor, melynek fehér pontjának színességi koordinátái: $x=y=1/3$; fehér pontjának fénysűrűsége 100 cd.m^{-2} . Két színpont a képernyőn $x_1=0,400$, $y_1=0,300$, $Y=60$ és $x_2=0,405$, $y_2=0,300$, $Y=60$. Mekkora a két színinger Delta E_{ab} különbsége?

Irodalom a 9. fejezethez

- [1] Schanda J.: Szín és észlelet, egyetemi jegyzet, http://tananyagfejlesztes.mik.uni-pannon.hu/images/stories/vegleges_tananyagok/masodikreszlet/schanda_szin_eszlelet.pdf
- [2] A Valberg: Light Vision Color, John Wiley & Sons, 2005.

10. Színek ergonomikus alkalmazása számítógép-programokban

Bevezetés

Az előző fejezetben áttekintettük, hogy miként lehet a színingereket definiálni. Ahhoz, azonban, hogy a képernyőn a közölni kívánt információ hatékonyan és esztétikusan jelenjék meg, még néhány a színlátással, a színek érzékelésével kapcsolatos kérdést kell tisztáznunk.

Az egy képernyőképen használt színingerek számát ésszerű határok között kell tartani, mert a felhasználási körülmények között megkülönböztethető színek száma véges.

Szemünk szerkezetéből adódóan nem tud egyszerre különböző, nagyon eltérő színekre fókuszálni, ezért az alkalmazott színek elrendezése, mit-mire használunk szintén fontos kérdés.

Az egyik fontos kérdés, melyet figyelembe kell vennünk, miként arra már az előző fejezetben is utaltunk, az, hogy nem mindenki ép színlátó. A képernyőn az információt úgy kell megjelölni, hogy azt szintévesztők is helyesen tudják értékelni.

Az alábbiakban ezekkel a kérdésekkel fogunk megismerkedni.

Jelszínek és háttérszínek

A számítógépes technológia fejlődése során kezdetben fekete-zöld színek kombinációt tudtak készíteni, és a katódsugár túlterhelésének elkerülésére sötét alapon zöld írásjeleket használtak. A fehér színű képernyők kidolgozásával felmerült az igény a fehér alapon fekete betűk megjelenítésére, mivel ez a szokásos papír alapú írásképhez jobban hasonlított, és a szem a világosabb fehér felületre tudott adaptálni, így jobb látásélességet biztosított (kisebb pupilla átmérőt). A három elektronógysz, színes fényporokat használó katódsugárcsővek kidolgozásával vált valóra a színes háttér – színes jel használata. Számos dolgozat foglalkozott a különböző szín-kombinációk előnyeivel és hátrányaival. Ezeket a következőkben foglalhatjuk össze:

Legfontosabb – a szintévesztők számára is – a megfelelő világosságkontraszt biztosítása. Ezzel a kérdéssel a 8. fejezetben foglalkoztunk. A kezdeti lehetőségeket figyelembe véve a szabványok legalább 1:3 fénysűrűség kontrasztarányt követelnek meg. Kísérletek azt mutatják, hogy optimális olvasási körülményekhez jutunk, ha a kontrasztarány 1:8 körüli.

Legegyszerűbb, ha akromatikus háttéren akromatikus írást, képet készítünk (fehér alapon fekete írásjelekkel), és a szövegben vagy képen a kiemelő részekre színnel hívjuk fel a figyelmet. Kimutatták pl., hogy keresési feladatoknál, ha a megkeresendő részletre színnel is felhívjuk a figyelmet, a keresési idő lényegesen lecsökken, szemben azzal, ha csak alakzatokkal hívnánk fel a figyelmet a kérdéses jelre. Ugyanakkor, ha több különböző jelet kell megjelölni, úgy 4 – 6 színnél többet ne alkalmazzunk, mert ez már áttekinthetlenné teszi a keresőképet. Fontos továbbá, hogy a háttér és az írás között a megfelelő fénysűrűség-különbséget is biztosítsuk. Sötét háttéren világos színeket használjunk, világos háttéren sötéteket. A különböző írásszínek láthatóságára sötétkék, illetve világos sárga háttéren eltérő, lásd **10.15. ábra** (vigyázat: az ábrán csak példaként mutatunk több írásszínt, sohase használjunk egy képen szükségtelenül sok színt!). Soha se használjunk vörös feliratot kék háttéren és viszont, mert a chromo-stereopsis miatt ez fárasztó, nehezen olvasható (agyunk nem tudja, hogy szemünk mire fókuszáljon, a vörös és kék részlet élesen látásához a szemlencse eltérő görbületére lenne szükségünk).

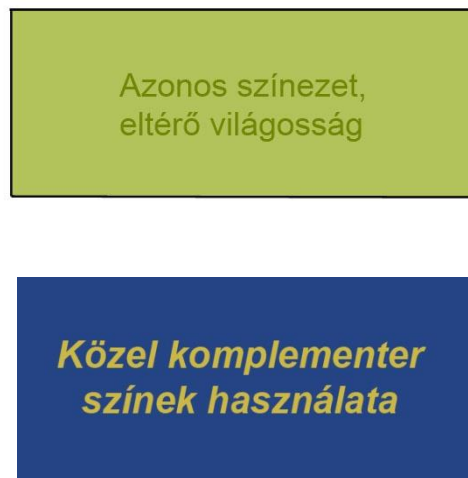
Korai kísérletek – még a kezdeti fotokémiai diaposzitiv készítés idejéből örököelve – a kék alapon sárga írásképet kellemesnek és jól olvashatónak találták. Ma is számos vetítési

segédprogram kínál kék háttér színt. Ez rosszul világított (nem elég sötét) vetítési termekben lehet előnyös, vagy hozzásegíthet, hogy az íráskép és háttér közötti kontraszt ne legyen túlzottan nagy (>10), mert ez is lehet fárasztó. Továbbá vigyázat: komplementer előtér-szín-háttérszín kombináció (pl. kék-sárga, piros-zöld) esetén a két szín határvonala a receptorok fotokémiai fáradása következtében létrejövő komplementer utókép és a remegő (tremor) szemmozgások összjátéka következtében elmosódik, így az apró betűk, főleg talpas (sans) betűk homályosabbak lesznek, mint más színekombináció esetén [3].



10.15. ábra: Különböző színekkel készített írásképek olvashatósága eltérő sötét illetve világos háttér

Kellemes – harmonikus – képernyőképeket kaphatunk, ha a háttér és a jel színezetét azonosra választjuk, de a háttér pl. az adott színezet pasztell változata, az írás pedig ugyanezen színezet telített, sötét változata, ezzel kellő fénysűrűség kontrasztot érve el. Bizonyos esetekben komplementer színek (egymást fehérre kiegészítő színek) is harmonikus színes írásképet hozhatnak létre (de vigyázat, az előző bekezdésben említett ok miatt a komplementer színpárokkal óvatosan kell bánni).



10.2. ábra: Két példa azonos színezetű háttér-előtér-szín, továbbá egy példa színezetkontraszt használatára.

Színek használata a képernyőn

Színek használatával az olvasó figyelmét

- különösen lényeges kérdésekre irányíthatjuk;
- összetartozó részletek közt a kapcsolatot biztosíthatjuk;
- különböző egységeket egymástól elválaszthatunk;
- az eligazodást elősegíthetjük, pl. különböző ablakok között.

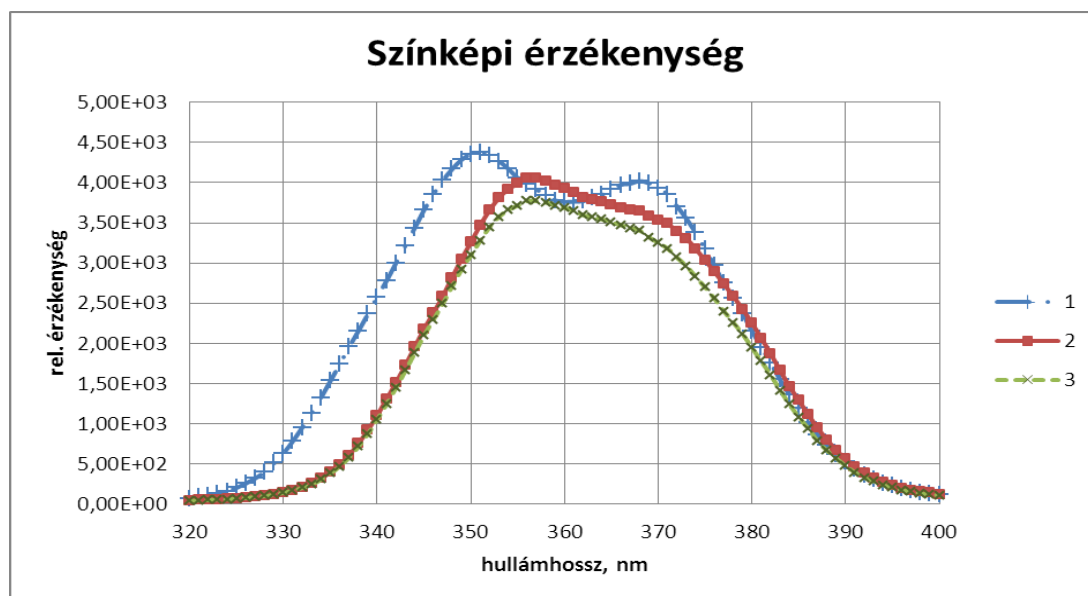
Az alábbiakban a fenti felsorolás egy-két elemére mutatunk példát. Egy információs rendszer felépítésénél a fő csoportokat elkülöníthetjük egymástól különböző háttérszínek alkalmazásával; ezt követően valamelyik csoportra kattintva a felnyíló ablakban a fő csoportra

jellemző színek használatával az összetartozás érzését erősíthetjük, és jelezzük, hogy a kereső a megfelelő irányban lépett tovább. További al-ablakokban célszerű ezt a színkódolást megőrizni. Ilyen fő- és al-ablakra mutat példát a **10.16. ábra**.



10.16. ábra: Információs rendszer ablakainak hierarchiája színes kódolással.

Grafikus információ érthetőségét nagyban növelhetjük színes grafikonok készítésével. Színek alkalmazását tekintve célszerű, ha az általános információt, mint pl. a tengelyek és egységek, fekete-fehér színnel készítjük (pl. fehér alapon fekete tengelyek és feliratok (lásd **10.17. ábra**)).

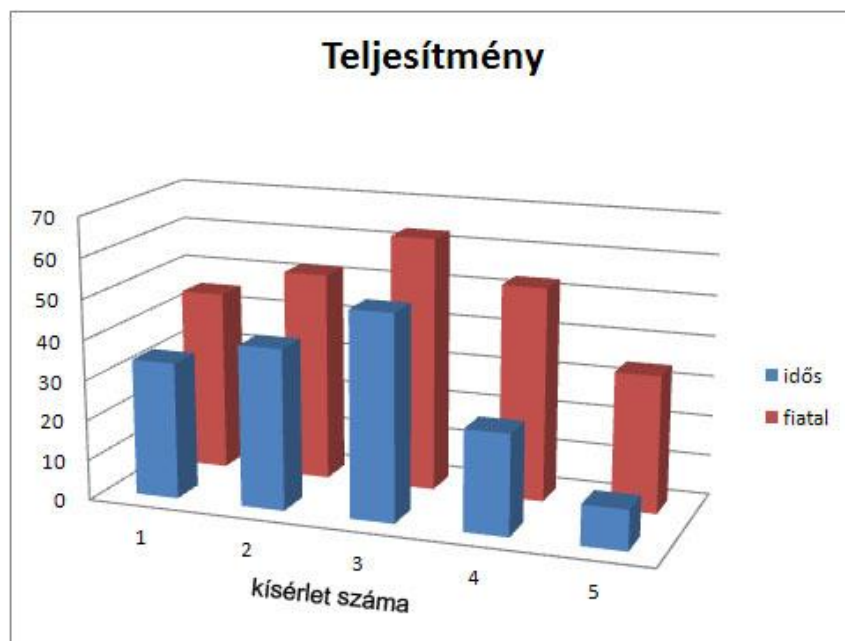


10.17. ábra: Példa színes grafikon színválasztására.

A színek alkalmazása területén ugyanarra kell ügyelni, mint az alfanumerikus információ használata esetén:

- Sötét háttér alkalmazása esetén világos színeket használjunk, és viszont. Számítógép-programok sokszor automatikusan szürke háttérrel kínálnak, ez prezentációk készítésénél jól alkalmazható, mert mind sötét színekkel, mind világos színekkel készített grafikonok láthatók lesznek; ha azonban az ábrát nyomtatott formában szeretnénk közzé tenni, úgy célszerű a háttérrel fehérre váltani (vigyázat, ilyenkor pl. a sárga színű vonalak szinte láthatatlanná válnak!).
- Színes háttér használata rendszerint zavaró, csak kivételes esetekben használjuk, és akkor is csak nagyon kis telítettségű színekkel.
- Egy grafikonon ne használjunk 4-6 színnél többet (pl. az R,G,B alapszíneket és ezek páros keverékét (sárga, bíbor (magenta), türkiz (cyan))).
- Gondoljunk mindig a színtévesztő felhasználókra és a hibás színmegjelenítésű kivetítőkre is, és jelöljük a görbéket jól láthatóan eltérő formájú jelölőkkel.
- Ha az ábrázolandó jelenség valamilyen módon kapcsolatba hozható színnel, úgy célszerű az adott színt választani (pl. mentálisan kapcsolódó színeket, mint pl. ha a görbén szerepel hideg és meleg állapotú megfigyelés eredménye, akkor a meleg állapothoz tartozót piros, a hideg állapothoz tartozót kék színű vonallal célszerű ábrázolni).
- Ha több grafikonon azonos jellegű ábrázolást végzünk, akkor az összetartozó görbék számára válasszuk az azonos színt.
- Ügyeljünk továbbá arra, hogy szemünk a legélesebb látás tartományában (foveola) kék színű, a fovea ezen részén nincsenek S-csapok, ezért ne használjunk nagyon apró vagy vékony kék vonalakat, ezeket nehezebben látjuk majd meg az ábrán.

Oszlopgrafikonok készítésénél különösen fontos, hogy ne terheljük túl a szemet a sok telített színnel. Igyekezzünk inkább csak a legfontosabb eltérésekre színek alkalmazásával utalni. Így pl. a **10.18. ábra** szerint két kísérletsorozat közt teszünk különbséget a színnel (és esetleg a térben külön síkban történő elhelyezéssel), de az egyes kísérleteket nem jelezzük eltérő színekkel.



10.18. ábra: Oszlopdiagram, melyben két kísérletsorozat adatait különböztettük meg színnel; az egyes észleléket nem különböztetjük meg színekkel, elég az ábraaláírás.

Más esetben, ha egyes személyeknek különböző kísérletekben való eltérésére szeretnénk a figyelmet felhívni, a megfigyelőket jelölhetjük színnel. Adott megfigyelőhöz ilyenkor mindig azonos színt rendelünk.

Összefoglalva színkódot használunk a közölni kívánt összefüggések bemutatására, legyen az összefüggések szétválasztása, jelölése vagy jelenségek kiemelése.

A fentiek igazak blokk-diagramok színezésére is: fő összefüggések bemutatására használhatjuk a színeket.

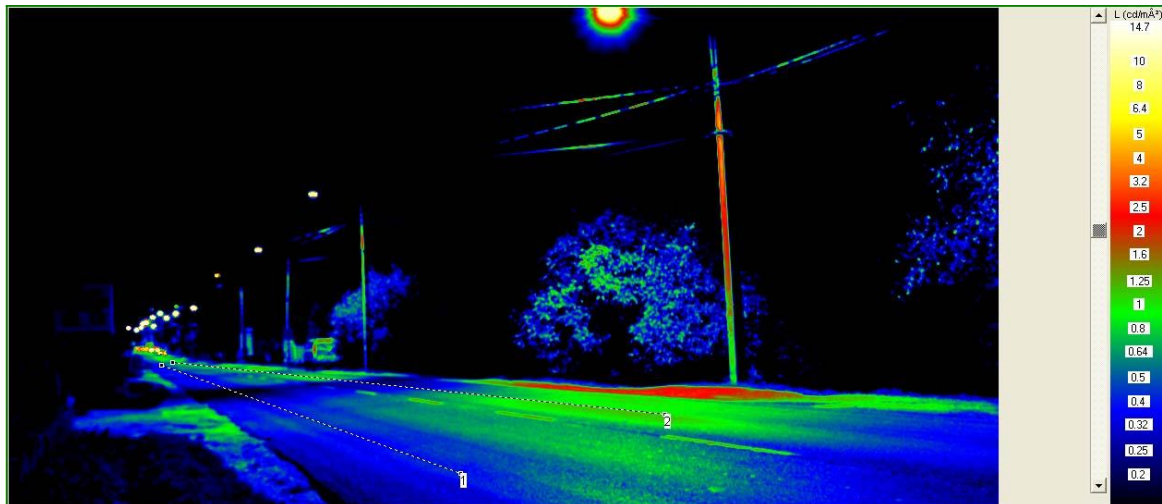
Hatásos lehet trendek bemutatására számsorok esetén is a háttérszín szisztematikus használata. A **10.19. ábra** táblázata szemlélteti a háttérszín használatát. A növekvő számértékeket zöldtől vörösig változó háttérszín teszi láthatóvá még mielőtt a számértékeket sorra kiolvastuk volna. Így pl. láthatóvá válik, hogy az 1. sor eredményeihez leginkább a 4. és 6. sor eredményei hasonlítanak, és a 2. és 5. sor eredményei nem.

	7: X11	3: X15	5: X13	2: X16	6: X12	4: X14
1	28.7	29.3	52.8	61.8	65.5	76.8
2	0.004	0.0028	0.0025	0.0033	0.0022	0.0035
3	0.0021	0.0023	0.0016	0.0015	0.0027	0.0022
4	0.0021	0.0032	0.0025	0.0026	0.0038	0.0035
5	7.66	6.52	5.68	5.09	6.65	4.62
6	1.28	2.02	2.24	4.15	2.52	6.61

10.19. ábra: Táblázatban háttérszínnek jelzik a számértékek növekvő értékeit.

Szokásos színkódok

A **10.19. ábra** példáján már láttunk egy kódolási lehetőséget: növekvő számokhoz a zöldtől a vörös felé történt hozzárendelés a színkör mentén. Szokásos még a fagyos hideg (kék) és tűzmeleg (vörös) közti skálázást használni, amikor pl. hamis színekkel írunk le változásokat. A **10.20. ábra** útvilágítás-mérés eredményét mutatja, ahol az útburkolat mért fénysűrűségét ábrázoltuk hamis színekkel. A kép jobb szélén látható skála szemlélteti, hogy mely színhez mekkora fénysűrűség tartozik.



10.20. ábra: Közút fénysűrűségképe hamis színekkel.

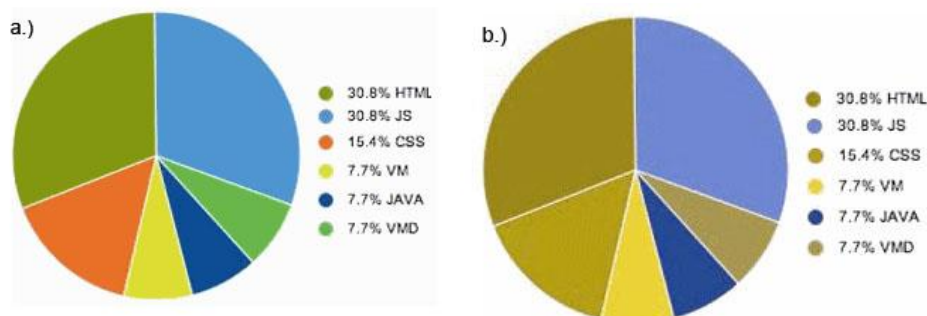
További szokásos színek pl. a térképeknél használt kód, ahol a vizek ábrázolásához a kék színt használják, a tengerszint közeli szárazföld jelölésére pl. a zöldet, majd a szárazföld egyre magasabb régiói számára a sárgás – barnás, majd nagy hegyek számára lilás, végül (hófedte) csúcsok számára a fehér színt választva.

Térképek színekódjánál is fontos – amint a következő alfejezetben tárgyalunk majd –, hogy a térkép színtévesztők számára is olvasható legyen.

Színingerek a képernyőn – színtévesztő észlelők

Miként azt az előző fejezetben láttuk, az európai férfilakosság közel 10 %-a kisebb-nagyobb mértékben vörös-zöld színtévesztő. Leggyakoribb a deuteranómia (zöld-gyengeség). Miként a 9.fejezet „Színtévesztés” pontjában láttuk, a protanop és deuteranop színtévesztési vonalai hasonlóak, ezért a deuteranop számára jól látható színeket a protanop is meg tudja különböztetni, csak arra kell ügyelni, hogy elég élénk színeket használjunk, mert telítetlen vörös színek szürkés benyomást keltenek a protanopnak, s telítetlen zöld színek szürkébe hajlanak a deuteranopnak (protanomál és deuteranomál megfigyelőknél a helyzet hasonló, csak kisebb mértékben).

Nem elég élénk színekkel készült kör-diagram ép színlátó számára jól olvasható⁵ [2] lehet (ld. **10.21. ábra a.)** ábra), de színtévesztőnek már nehézséget okozhat (ld. **10.21. ábra b.)** ábra): az eredetileg zöld és narancs-sárga színeket a deuteranop nem tudja megkülönböztetni.



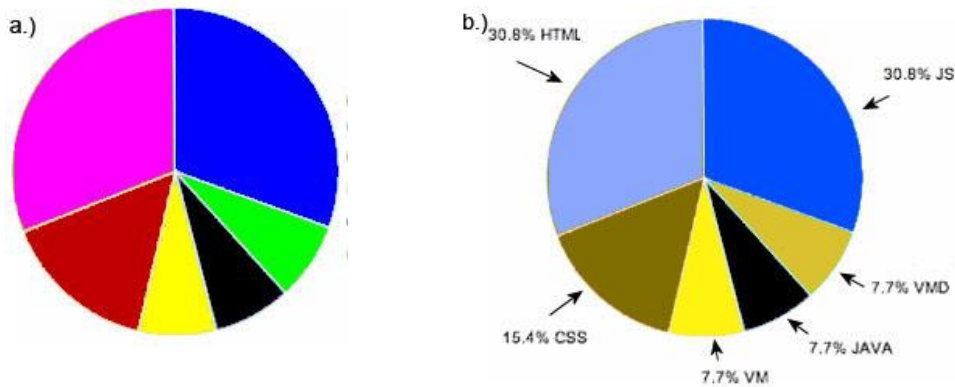
10.21. ábra: Kördiagram, ahogy az ép színlátó és a deuteranop felhasználó látja. [2]

⁵ Az itt következő ábrákat Dr. Bourne Murray [1], az IntMath.com [2] interaktív matematikai honlap készítője bocsátotta rendelkezésünkre, ezért külön köszönetet mondunk neki

Ha telítettebb színeket használunk, úgy az ép színlátó számára talán nem annyira tetszetős, de jól látható képet kapunk (

10.22. ábra a.) kép), és a deuteranop felhasználó is meg fogja tudni különböztetni az egyes részeket (10.

10.22. ábra. ábra b.) kép). Ezen utóbbi képen a 10.21. ábra színkódex-magyarázatát nyilakkal jelzett feliratok formájában tettük a felhasználó számára még egyértelműbbé.



10.22. ábra: Kördiagram telítettebb színekkel: a.) ép színlátó, b.) deuteranop felhasználó. [2]

Összefoglalás

Képernyőn történő színalkalmazásnál a legfontosabb szempont, hogy a képet érthetővé kell tenni színek alkalmazása nélkül is, csak a vonalak, ábrák megfelelő jelekkel való kódolásával. Célszerű színes ábrák készítésénél ellenőrizni, hogy az fekete-fehérben érthető-e.

Vannak tiltott színek: egy ábrában egymás mellett ne használjunk vörös és kék színt, mert a szemet sorozatos átkomódásra kényszeríti, és ez fárasztó.

Harmonikus háttér–jel kombinációt kapunk, ha azonos színezetet használunk, de pl. a háttér számára világos, telítetlen formában, a jel számára pedig telített, sötétebb tónust.

Kérdések a 10. fejezethez

- 10/1. Mekkora a célszerű világosságkontraszt képernyős megjelenítés esetén?
- 10/2. Milyen jel-színeket célszerű használni világoskék háttérszín esetén?
- 10/3. Milyen feladat megoldására célszerű színes kódolást használni?
- 10/4. Színes grafikon készítésénél mire ügyeljünk?
- 10/5. Milyen színsorokat ismer, melyekkel sorrendet tudunk vizualizálni?
- 10/6. Mikre ügyeljünk, hogy szintévesztő felhasználók is jól értelmezhessek a képernyő információját?

Feladatok a 10. fejezethez

- Sötétbarna jel színhez tervezzen kétféle háttérszínt! Indokolja meg választását!

Irodalom a 10. fejezethez

[1] Dr. Bourne Murray Bourne2Learn oktatási képző és tanácsadó vállalkozásának honlapja: <http://bourne2learn.com>

[2] IntMath.com interaktív matematikai honlap: <http://www.intmath.com/>

- [3] Izsó L., Hercegfői K.: A tervezés során figyelembe veendő emberi jellemzők 4.: Az érzékelés.
In: Hercegfői K., Izsó L. (szerk.): Ergonómia. Typotex, Budapest, 2007. 6. fejezet, pp. 95-112.

11. Szoftver-ergonómiai alapfogalmak

Az előző fejezetekben körbejártuk az ergonómia témakörét többféle nézőpontból is. Ebben a fejezetben ezúttal a szoftverek szemszögéből ismerjük meg az ergonómia kérdéseit, illetve szó lesz a minőségbiztosításról és az ide kapcsolódó szabványokról is.

A szoftver-ergonómia fogalma

Szoftver-ergonómiáról alapvetően kétféle, egy bővebb és egy szűkebb szemléletben beszélhetünk. Tág értelemben a szoftver-ergonómia alatt egy szoftver elkészítésének és az az utáni felhasználásának ergonómiáját értjük, szűk értelemben pedig csak a szoftver használatát tekintjük szoftver-ergonómiának ([5], pp. 77-87.). A legtöbb esetben a szoftver-ergonómia fogalom alatt csak az utóbbi, szűkebb megfogalmazást értjük.

A szoftver-ergonómia a nagyobb ergonómiai témák közül az emberi információfeldolgozással (ld. 4. fejezet) foglalkozó kognitív ergonómia részét képezi, valamint szoros kapcsolatban van az ember-gép rendszereket elemző rendszer-ergonómiával is.

A szoftver-ergonómia célja az, hogy olyan szoftvereket fejlesszünk az embereknek, melyek használatakor a felhasználó számára a számítógéppel történő interakció ne legyen a szükségesnél megerőltetőbb, valamint amennyire lehetséges, támogassuk a munkáját.

A szoftver-ergonómia kulcsfogalma a használhatóság, ami nem csak kezelhetőséget jelent, hanem magába foglalja a használat kényelmét, a felhasználói felület és a mélyebb rendszer ember-rendszer megközelítésű biztonságát és a felhasználói elégedettséget. A szoftver-ergonómia alatt érthetjük többek közt a felhasználói igények felmérését és meghatározását, az interfész-tervezést, a felhasználók támogatásának kialakítását, valamint a használhatóság tesztelését.

A szoftver-ergonómia történelme

A „klasszikus” ergonómia-fogalom 1950-es kialakulása után szoftver-ergonómiáról először az 1970-es évek végén beszélhetünk, habár az első számítógép, az ENIAC 1946-ban készült el. [5]

A szoftverfejlesztés történetében három fő szakaszból beszélhetünk: [5]

1. A gép-centrikus korszak
2. A programozó-centrikus korszak
3. A felhasználó-centrikus korszak

A gép-centrikus szakasz a számítógépek akkori fejlettsége miatt nem is lehetett volna másmilyen; a kezdetleges gépek ugyanis megkívták a használóiktól a teljes körű hardveres és szoftveres ismereteket.

A programozó-centrikus korszakban a fejlesztők legfőképp a saját szemszögükből, a felhasználók teljes figyelmen kívül hagyásával készítették el szoftvereiket. Ennek egyik fő jellemzője, hogy a programozók nem készítettek (megfelelő) felhasználói dokumentációt. A másik komoly hátrány pedig, hogy a fejlesztő a készítendő szoftverről sem rendelkezett elegendő információval, nemhogy annak a későbbi felhasználásáról, így nem is tudta azt ennek megfelelően elkészíteni.

Az utóbbi időben már igen elterjedt nézet a felhasználó-centrikus szoftver-ergonómia. Az ergonómiai szakértők a felhasználói igények szerint alakítják ki a szoftver-ergonómiai elvárásokat, melyeknek a fejlesztőknek meg kell felelniük, ha egy felhasználóbarát szoftvert szeretnének előállítani.

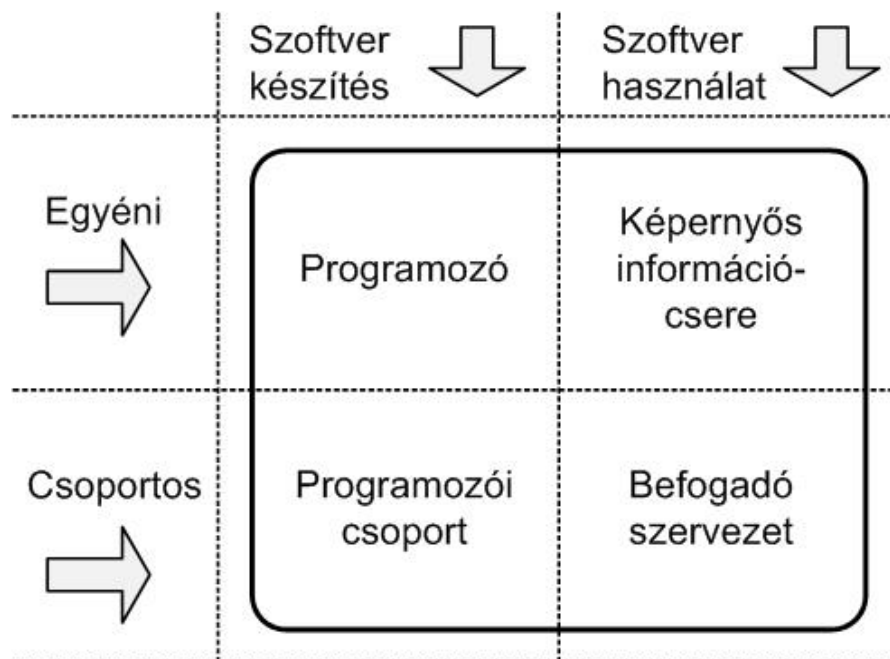
Fontos megjegyezni, hogy bár egyre jobban háttérbe szorul, a második, programozó-központú szakasz még mindig jelen van a piacon, dacára a felhasználó-centrikus szoftverek térhódításának.

Az ergonómia helye az információs technológia világában

Ebben a szakaszban a különböző felhasználói és fejlesztői szemszögekből fogjuk megvizsgálni a szoftvereket ahhoz, hogy el tudjuk helyezni a szoftver-ergonómiát az ergonómia és az információs technológiák összefüggéseiben.

Az alábbi, 11.1-es ábrán látható az ergonómia és az információs technológiák kapcsolata.

„Az egyéni szoftverhasználat eredményességét elsősorban a képernyős információcsere minősége határozza meg, a csoportos (szervezetbe integrált) szoftverhasználat sikere a



11.1. ábra: Az ergonómia információs technológiákkal kapcsolatos területei [5]

befogadó szervezeten is múlik az információcsere (párbeszéd) minősége mellett, az egyéni szoftver-készítés kulcsszereplője a programozó, a csoportos szoftver-készítésé pedig a programozói csoport.” [5]

Minőségbiztosítás és a szoftver-ergonómia

Most, hogy megismerkedtünk a szoftver-ergonómia fogalmával, már össze tudjuk kötni azt a minőségbiztosítással és a minőségüggyel.

Mi is az a minőségügy? A minőségügy gyakorlatilag a minőséggel, minőségbiztosítással, és az ezekkel kapcsolatos tevékenységekkel foglalkozó tudományterület. Minőség alatt a gazdaságban lezajló termelési és fogyasztási folyamatokban érdekelték igényeinek kielégítése által átadott értéket értjük. Önmagában egy termék nem rendelkezik minőséggel, csak minőség-képességgel, minőségről ugyanis csak annak megtermelése vagy elfogyasztása alatt beszélhetünk. A minőség tehát az átadott érték. [7, 8]

Egy termék (pl. egy szoftver) minőségképességét többféleképpen értelmezhetjük és mérhetjük. Az egyik ilyen módszer lehet a teljes körű minőségmenedzsment (TQM – Total Quality Management), melyet a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO – International Organization for Standardization) ISO 8402 jelű nemzetközi szabványában definiált a következőképpen:

„A teljes körű minőségmenedzsment (TQM) olyan vállalkezési módszer, amelynek középpontjában a minőség áll, a szervezet valamennyi tagjának részvételén alapul, és hosszú távú sikerekre törekszik a fogyasztó elégedettségének, valamint a vállalat összes tagja és a társadalom hasznának figyelembevételével.” [10]

A TQM a vevők megelégedettségét, a dolgozók elégedettségét, a társadalomra és a környezetre gyakorolt hatásokat, valamint az üzleti eredményeket méri. [10] Ennek részét képezi a szoftver-ergonómia is, melynek a vevők elégedettsége (használhatóság, azaz kezelhetőség, megtanulhatóság, komfort, stb.) ugyanúgy része, ahogy a környezetre gyakorolt hatások (felhasználói és rendszer-szintű biztonság) is.

A következő bekezdésben áttekintünk néhány (régebbi és újabb), a szoftverek minőségét vizsgáló szabványt.

Szoftverek minőségét vizsgáló szabványok

Elsőként a legrégebbi ISO 9000-es szabványsorozatot fogjuk tárgyalni, mely először 1987-ben jelent meg. Ezt a sorozatot az ISO már többször átdolgozta, a legutóbbi módosításokat pedig 2008-ban hajtotta végre rajta. Az ISO 9000 szabványcsalád elsősorban minőségbiztosítási rendszerekkel foglalkozik. [9]

A teljes ISO 9000-es szabványcsaládkhoz az ISO/IEC 90003:2004 szabványt az ISO a Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottsággal (IEC – International Electrotechnical Commission) karöltve alkotta meg, erre utal a nevében az „IEC” jelölés. Az új szabvány célja, hogy támogatást nyújtson a vállalatoknak ahhoz, hogy az ISO 9001-es szabvány 2000-ben átdolgozott verzióját a számítógépes szoftverek beszerzéséhez, ellátásához, fejlesztéséhez, működtetéséhez és karbantartásához is használhassák. Az ISO 90003:2004-es szabványt olyan szoftverek esetén alkalmazhatjuk, melyek:

- részei valamilyen kereskedelmi szerződésnek egy másik vállalattal,
- egy adott piaci szektor számára elérhető termékek,
- egy szervezet folyamatainak támogatására használhatók,
- valamilyen hardveres termékbe ágyazottak, vagy
- szoftveres szolgáltatásokhoz kapcsolódnak.

A szabvány alapvetően technológiától, fejlesztési folyamattól, cselekvéssorozatoktól, stb. független ajánlásokat tartalmaz fontos ajánlásokat a szoftverfejlesztésre vonatkozóan. [4]

A következő, általunk megvizsgált szabvány az ISO és az IEC új kezdeményezésének, a „Rendszer- és szoftverfejlesztés - Rendszer- és szoftverminőségi követelmények és értékelés” (SQuaRE – Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation) nevű szabványcsaládknak a tagja. A szabvány alapjául annak kidolgozása során a korábbi, a szoftverfejlesztés minőségével foglalkozó ISO/IEC 9126:1991 szabvány szolgált. [3]

Az **ISO/IEC 9126:1991** „Information Technology: Software Product Evaluation – Quality Characteristics and Guidelines for their Use” szabvány (magyar változata MSZ ISO/IEC

9126: 2000) keletkezése óta több revízió is átesett mégis érdemes megjegyezni, hogy 6 fő értékelési szempontra helyezi a hangsúlyt. Ezek a :

- *Funkcionalitás* (Functionality): „Azon tulajdonságok összessége, amelyek a funkciók és ezek konkrét tulajdonságjegyeinek meglétére vannak hatással.” Ezen belül aldimenziói: alkalmasság, pontosság, együttműködés, alkalmazhatóság és a biztonság.
- *Megbízhatóság* (Reliability): „Azon tulajdonságok összessége, amelyek a szoftver ama képességére vannak hatással, hogy teljesítmény-szintjét fenntartsa – adott feltételek között és adott időszakon belül.” Ezen belül aldimenziói: kiforrottság, hibatűrés és a helyreállíthatóság.
- *Használhatóság* (Usability): „Azon tulajdonságok összessége, amelyek a használathoz szükséges ráfordításra, és az ilyen használat egyedi felmérésére vannak hatással, a felhasználók közvetlenül vagy közvetetten meghatározó körében.” Ezen belül aldimenziói: érthetőség, megtanulhatóság és az üzemeltethetőség.
- *Hatékonyosság* (Efficiency): „Azon tulajdonságok összessége, amelyek a szoftver teljesítmény-szintje és az ehhez felhasznált erőforrások mennyisége között – adott feltételek mellett – fennálló kapcsolatra vannak hatással.” Ezen belül aldimenziói: időigény és az erőforrásigény.
- *Karbantartathatóság* (Maintainability): „Azon tulajdonságok összessége, amelyek a konkrét változások elvégzéséhez szükséges ráfordításokra vannak hatással.” Ezen belül aldimenziói: elemezhetőség, változtathatóság, stabilitás és a tesztelhetőség.
- *Hordozhatóság* (Portability): „Azon tulajdonságok összessége, amelyek a szoftver ama képességére vannak hatással, hogy egyik környezetből a másikba lehessen átvinni.” Ezen belül aldimenziói: adaptálhatóság, telepíthetőség, műszaki megfelelés és a kiválthatóság.

Az ISO „Rendszer- és szoftverfejlesztés - Rendszer- és szoftverminőségi követelmények és értékelés” (SQuaRE – Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation) nevű szabványcsaládnak, az ISO/IEC 25010:2011 a SQuaRE-en belül a minőségmodellekkel foglalkozó 2501n szabványcsoport része.

Az ISO/IEC 25010:2011 szabvány fő feladata részletes, szoftvertermékekkel és a használatuk közbeni minőséggel foglalkozó minőségügyi modellek meghatározása, valamint a definiált modellek felhasználásához gyakorlati tanácsadás nyújtása. A szabvány definiál egyrészt egy részletes, használat közbeni modellt, mely öt, a termék adott környezetben történő felhasználása esetén adódó kimenettel kapcsolatos jellemzőt fogalmaz meg. Másrészt meghatároz egy termékminőségi modellt, ami nyolc, a szoftver statikus tulajdonságaira vonatkozó jellemzőből áll. Ezek a jellemzők bármely szoftvertermék esetén relevánsak. [3]

A használat közbeni modell azokat a termék által gyakorolt hatásokat jellemzi, melyek az érdekeltekre hatnak. A szoftver, a hardver, a működtetési környezet, a felhasználók jellegzetességei, a feladatok és a társas környezet határozzák meg a modellt, ugyanis ezek a tényezők határozzák meg a rendszer használat közbeni minőségét.

A termékminőségi modellt akár egy önálló szoftvertermékre, akár egy szoftvert is tartalmazó számítógépes rendszerre is alkalmazhatjuk, szoftver-ergonómiai, illetve minőségbiztosítási céllal.

Hatékonyság	
Hatásosság	
Elégedettség	
	Hasznosság
	Bizalom
	Élvezet
	Kényelem
Kockázatmentesség	
	Gazdasági kockázat csökkentése
	Egészségi és biztonsági kockázat csökkentése
	Környezeti kockázat csökkentése
Kontextus-lefedettség	
	Kontextus-teljesség
	Rugalmasság

11.2. ábra – A használat közbeni jellemzők és aljellemzők [3]

A használat közbeni minőségmodell szabvány által definiált jellemzőit és aljellemzőit, valamint ezek hierarchiáját a 11.2-es ábra mutatja be.

A következő, 11.3-as ábra szemlélteti a termékminőségi modell szabványban leírt jellemzőit, és aljellemzőit, illetve ezek kapcsolatát.

Funkcionális alkalmasság	Megbízhatóság
Funkcionális teljesség	Érettség
Funkcionális helyesség	Rendelkezésre állás
Funkcionális megfelelés	Hibatűrés
Működés hatékonysága	Helyrehozhatóság
Időbeli viselkedés	Biztonság
Erőforrás-hasznosítás	Titkosság
Kapacitás	Integritás
Kompatibilitás	Letagadhatatlanság
Együttélés	Felelősségre vonhatóság
Interoperabilitás	Hitelesíthetőség
Használhatóság	Karbantarthatóság
Megfelelés felismerhetősége	Modularitás
Tanulhatóság	Újrahasznosíthatóság
Működtethetőség	Elemezhetőség
Felhasználói hibák elleni védelem	Módosíthatóság
Felhasználói felület esztétikája	Tesztelhetőség
Elérhetőség	Hordozhatóság
	Adaptálhatóság
	Telepíthetőség
	Csereszabotosság

11.3. ábra – A termékminőséghez kapcsolódó jellemzők és aljellemezők [3]

Az ISO/IEC 25010:2011 jelzésű szabványban szereplő minőségügyi modellek a termékfejlesztés alábbi tevékenységei során használhatók fel: [3]

- a szoftver követelményeinek azonosításakor,
- a követelménydefiníciók széleskörűségének ellenőrzésekor,
- szoftvertervezési célkitűzések azonosításakor,
- szoftvertesztelési célkitűzések feltérképezésekor,
- a minőségbiztosítás részeként a minőség-irányító kritériumok megállapításakor,
- szoftvertermékkel kapcsolatos beleegyezési kritériumok azonosításakor,
- a minőségügyi karakterisztikák mérhetőségének kialakításakor.

A benne szereplő ajánlás szerint az ISO/IEC 25010:2011 szabványt vagy a SQuaRE szabványcsalád többi tagjával együtt, vagy az ISO/IEC 12207 és ISO/IEC 15288 szabványokkal kiegészítve érdemes használni. [3]

Szoftver-ergonómiai ajánlások

A rengeteg tanács, tapasztalat és tudás erdejében elveszve nyilván nehéz megtalálni az „arany középutat”, melynek mentén szoftvereinket valóban ergonomikussá, azaz felhasználóbaráttá tehetjük. Mivel minden szoftver más és más, máshogy használják fel őket, eltérő lesz a célközönség és a felhasználás helye, stb., ezért nehéz lenne örökérvényű szabályokat felállítani; a szoftver-ergonómiai szabványok is csak ajánlások! Viszont a következő néhány

irányelvet szemünk előtt tartva a tervezés és a fejlesztés során sokkal inkább ergonomikus szoftvereket készíthetünk:

- Törekedjünk a terminológiai és strukturális konzisztenciára!
- Támogassuk a haladósintű felhasználókat gyorsbillentyűkkel, makrókkal, parancsikonokkal és gyorselérési-eszközökkel!
- Szoftverünk mindig adjon megfelelő visszajelzést!
- Használjunk egyértelmű párbeszédet!
- Fontos a megfelelő hibakezelés, mi is törekedjünk erre!
- Adjunk lehetőséget a felhasználónak visszavonni a korábbi lépéseit! (Undo)
- A folyamat irányítását igyekezzünk a felhasználóra bízni! (Máskülönben úgy érezheti, hogy kicsúszott a kezéből az irányítás, ami nagyon zavaró lehet számára.)
- Ne terheljük túl a felhasználó rövidtávú memóriáját! (7 ± 2)

(Shneiderman nyolc arany szabálya [1] és Hercegi et al [2] alapján)

Összefoglalás

Ebben a fejezetben megismerkedtünk a szoftver-ergonómia alapjaival, fő témáival, történelmével, átvezettük és összekötöttük a szoftver-ergonómiát a minőségbiztosítással, illetve áttekintettünk néhány, szoftverfejlesztésre vonatkozó ISO szabványt.

Kérdések a 11. fejezethez

- 11/1. Mit nevezhetünk szoftver-ergonómiának?
- 11/2. Mi a szoftver-ergonómia célja?
- 11/3. Milyen témákat ölel fel a szoftver-ergonómia?
- 11/4. Mikortól beszélhetünk szoftver-ergonómiáról?
- 11/5. Ismertesse a szoftver-ergonómia három fő korszakát!
- 11/6. Mit értünk minőség alatt?
- 11/7. Mi az a minőségügy?
- 11/8. Melyik szabvány definiálja a teljes körű minőségmenedzsmentet?
- 11/9. Mit mér a teljes körű minőségmenedzsment?
- 11/10. Soroljon fel néhány, szoftverfejlesztéssel foglalkozó ISO szabványt!
- 11/11. Mire használhatjuk az ISO 9003:2004 szabványt? Milyen szoftverek esetében használhatjuk?
- 11/12. Minek a rövidítése a SQuARE?
- 11/13. Mi az ISO/IEC 25010:2011 szabvány fő feladata?
- 11/14. Mire szolgálnak az ISO/IEC 25010:2011 szabvány által definiált minőségmodellek?
- 11/15. Sorolja fel az ISO/IEC 25010:2011 szabvány két minőségmodelljének minőségjellemzőit!
- 11/17. Milyen tevékenységeknél használható az ISO/IEC 25010:2011 szabvány?

11/18. Mik a fő szoftver-ergonómiai ajánlások?

Feladat a 11. fejezethez

- Hozzon az ergonómia információs technológiákkal kapcsolatos négy területére két-két példát! Beszélje meg csoporttársaival, hogy ki mit hozott fel példának, és hogy az miért sorolható az adott területhez!

Irodalom a 11. fejezethez

- [1] Shneiderman, B.: Designing the User Interface. Addison-Wesley, Reading, MA, USA, 1987.
- [2] Hercegfı K., Németh E., Izsó L.: Irodaergonómia. In: Hercegfı K., Izsó L. (szerk.): Ergonómia, Typotex Kiadó, Budapest, 2007
- [3] ISO 25010:2011 International Standard, Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – System and software quality models. 2011.
- [4] ISO 90003:2004 International Standard, Software engineering - Guidelines for the application of ISO 9001:2000 to computer software, forrás: http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=35867, letöltve: 2012. 07. 23.
- [5] Izsó L., Antalovits M.: Bevezetés az információ-ergonómiába, Egyetemi jegyzet. BME Ergonómia és Pszichológia Tanszék, Budapest. 2000.
- [6] Praxiom Research Group Limited: ISO 9000-3 1997 Standard in Plain English, Guidelines for Applying ISO 9001 1994 to Computer Software, forrás: <http://www.praxiom.com/iso-9000-3.htm>, letöltve: 2012. 07. 23.
- [7] Veress G.: A minőségügy alapjai. Műszaki Könyvkiadó – Magyar Minőség Társaság, Budapest, 1999.
- [8] Veress G., Birher N., Nyilas M.: A minőségbiztosítás filozófiája. Jel Kiadó, Budapest, 2010.
- [9] Wikipedia - ISO 9000 szócikk az angol Wikipédián, forrás: http://en.wikipedia.org/wiki/ISO_9000, letöltve: 2012. 07. 24.
- [10] Wikipédia - TQM szócikk a Wikipédián, forrás: <http://hu.wikipedia.org/wiki/TQM>, letöltve: 2012. 07. 24.

12. Felhasználói felület tervezésének általános elvei

Ebben a fejezetben megismerkedünk a felhasználói felület tervezésének alapelveivel. Azért hasznos ezeket a „klasszikusnak” tűnő alapelveket megismerni, mert célunk, hogy a leendő felhasználóink könnyen kezelhető szoftvert kaphassanak a kezükbe. Leendő felhasználóink elégedettek legyenek, hosszú távon jó teljesítménnyel tudjanak dolgozni az általunk készített szoftverrel.

Az ISO 9241 [5] szabványsorozat élete az 1980-es években kezdődött, ezt később bővítették és módosították többször is. Befolyással van az egész világra, számos ország rendeleteiben szerepel [8]. Eredeti címe “Ergonomic requirements for office work with visual display terminals”, magyarul „Képernyős terminállal végzett irodai munka ergonómiai követelményei”. Egyes részek 2001-ben magyar szabványként is megjelentek MSZ EN ISO 9241 jelöléssel.

A szabványsorozat naprakész áttekintése annak szerkezete és a témakörök aktuális állapota megjelentetés megtalálható az ISO honlapján [3]. A szerkezet számozása követi az eredeti ISO 9241 szabványt, például kijelzőkről eredetileg a 3. részben volt szó, az ehhez kapcsolódó részeket most a 300-as sorozatként jelölik. Minden szakasznak van egy "100"-as bevezetés szakasza, például a 100. rész bevezetést nyújt a szoftverergonómiai részekbe. Mi ezen belül a 10-17. rész rendszerét követve emelünk ki egy-egy részt részletesebben. Annak ellenére, hogy ez a szabványsorozat „ösréginek” tűnhet, minden aggályok ellenére továbbra is kiindulási pontnak tekinthető a felhasználói felület tervezése szempontjából.

Az ISO 9241 szabvány szoftverekre vonatkozó részeinek rövid áttekintését Hercegfői doktori disszertációja [4] és az Európai Unió által támogatott UsabilityNet [9] alapján tesszük.

Az ISO 9241 szabvány

10. része: *Dialogue principles* (1996) „A dialógus elvei” az ember-számítógép párbeszéddel kapcsolatos alapelveket fogalmaz meg. Az egyes alapelvekhez ajánlásokat ad meg:

- a feladatra való alkalmasság (9 ajánlás)
- önmagáért beszélő legyen (10 ajánlás)
- kontrollálhatóság (8 ajánlás)
- a felhasználók elvárásainak való megfelelés (7 ajánlás)
- hibatűrés (6 ajánlás)
- testreszabhatóság (6 ajánlás)
- tanulhatóság (4 ajánlás)

12. része: *Presentation of information* (1998) az „Információ megjelenés”-ről három témakörben ad meg ajánlásokat:

- információszerzés (53 ajánlás)
- grafikus objektumok (11 ajánlás)
- kódok alkalmazása (39 ajánlás)

13. része: *User guidance* (1998) a „Felhasználási irányelvek” a felhasználót segítő eszközökre vonatkozóan ír le ajánlásokat:

- a felhasználó általános segítése (15 ajánlás)
- a parancssori bevitel promptjai (9 ajánlás)
- a visszajelzés általában (9 ajánlás)
- állapotinformációk (14 ajánlás)
- hibakezelés (29 ajánlás)
- on-line segítség és súgó (59 ajánlás)

14. része: *Menu dialogues* (1997) „Menüpárbeszéd” a menükre vonatkozóan fogalmaz meg ajánlásokat:

- menüstruktúra (13 ajánlás)
- navigáció a menükben (10 ajánlás)
- a menüpontok kiválasztása (35 ajánlás)
- a menük megjelenítése (47 ajánlás)

15. része: *Command dialogues* (1997) a „Parancsnyelvi interakciók”-ra vonatkozóan fogalmaz ajánlásokat:

- struktúra és szintaxis (17 ajánlás)
- parancsszavak (17 ajánlás)
- input és output megkötések (14 ajánlás)
- visszajelzés és súgó (12 ajánlás)

16. része: *Direct manipulation dialogues* (1999) a „Közvetlen manipulációs interakciók”-ra vonatkozóan ad meg ajánlásokat:

- általános információk (20 ajánlás)
- az objektumok manipulálása általában (44 ajánlás)
- szöveges objektumok közvetlen manipulációja (9 ajánlás)
- ikonok közvetlen manipulációja (6 ajánlás)

17. része: *Form filling dialogues* (1998) az „Űrlapkitöltésen alapuló interakciók”-ra vonatkozóan ír le ajánlásokat:

- űrlapstruktúra (24 ajánlás)
- beviteli megkötések (40 ajánlás)
- visszajelzés (5 ajánlás)
- navigáció az űrlapon belül (18 ajánlás)

A fenti szabvány a 12-estől 17-es rész 82 oldalán írja le az ajánlásait, ebben a jegyzetben mi nem mutatjuk be az összeset, csak kiemelünk néhányat, amit korábbi jegyzet [2] alapján kiegészítünk a saját szoftverfejlesztési tapasztalatunkkal, valamint szakirodalom klasszikusainak tanácsaival [1, 6, 7].

A dialógus elvei (Dialogue principles)

Ez a rész a dialógus-típusok általános és speciális tervezési elveivel foglalkozik. Ezeket az elveket szem előtt tartva hatékony ember-gép párbeszéd tervezhető, és ezáltal jól használható felhasználói felület jön létre. A dialógus-elvek a dialógus-típusok kombinációira is vonatkoznak; továbbá a dialógus elvek nem függetlenek, gyakran alkalmazási sorrendet kell felállítani, a következő szempontok szerint:

- a felhasználó célja;
- a felhasználói csoport, akinek a felhasználói felület készül;
- a felhasználói felület által lefedett szakterület, illetve szakmai feladatok;
- a rendelkezésre álló technológiák;
- a választott dialógus-típusok.

A dialógus-elvek a felhasználó következő tulajdonságait és képességeit veszik figyelembe:

- a figyelem időtartama;
- a rövid távú memória korlátai;
- a tanulás módszere;
- a tapasztalat foka;
- a felhasználó belső modellje a rendszer struktúrájáról és céljáról.

A dialógus-elvek a következők:

- A szakmai feladat megoldására való alkalmasság
- Magától értetődőség
- Ellenőrizhetőség
- Megfelelés a felhasználó elvárásainak
- Hibatűrés
- Testreszabhatóság
- Tanulhatóság

A szakmai feladat megoldására való alkalmasság: azt jelenti, hogy a felhasználót támogatni kell abban, hogy szakmai feladatát hatékonyan végrehajtsa. A dialógusban csak olyan szakmai alapelemek legyenek, amelyekre a felhasználónak valóban szüksége van az aktuális szakmai feladat végrehajtása során.

Magától értetődőség: azt jelenti, hogy minden dialógus-lépés azonnal érthető, mert azonnal érkezik visszajelzés a rendszertől, és magyarázat a rendszer állapotáról.

A visszajelzések és magyarázatok

- segítsék a felhasználót abban, hogy általános képet nyerjen a felhasználói felületről;
- a felhasználó feltételezett tudásszintjének feleljenek meg;
- hossza és típusa a felhasználó igénye szerint változtatható legyen;
- bármikor elérhetőek legyenek;

- általános és példán keresztül bemutatott formában egyaránt álljanak rendelkezésre.

Ellenőrizhetőség: azt jelenti, hogy a felhasználó irányítja a párbeszédet: a dialógus sebességét a felhasználó szabja meg, és nem a rendszer. A felhasználó állíthatja be, hogyan szeretné a dialógust folytatni. Ha a dialógus megszakadt, a felhasználó mondja meg, mely ponton akarja folytatni. Fontos, hogy legyen visszaállítási funkció (undo).

Megfelelés a felhasználó elvárásainak: azt jelenti, hogy a felhasználói felület megfelel a felhasználó kultúrájának, műveltségi és tapasztalati szintjének, tudásának, illetve szokásainak. A dialógusban a felhasználó által jól ismert (szakmai) terminológiát kell használni.

Hibatűrés: azt jelenti, hogy annak ellenére, hogy a felhasználó hibás bemenetet ad meg, célját el tudja érni. A hibaüzenetek legyenek könnyen érthetőek, tárgyilagosak és építő jellegűek. A hibát el kell magyarázni a felhasználónak, és a rendszer segítse a hiba javítását.

Testreszabhatóság: azt jelenti, hogy a dialógus lefolyását meg lehet változtatni az adott felhasználó saját igényei és adottságai szerint:

- nyelv,
- kultúra,
- tudásszint,
- tapasztalat,
- érzékszervi képességek,
- kognitív képességek,
- motoros képességek.

Fontos, hogy a felhasználó maga választhasson a dialógus-típusok között, pl. menü helyett parancs-vezérelt dialógust.

A tanulhatóság azt jelenti, hogy a felhasználói felület tanulása során a rendszer a felhasználót támogatja és kalauzolja: szabályokat és elveket mutat be neki, hogy gyorsabban megjegyezhesse a felhasználói felület működését.

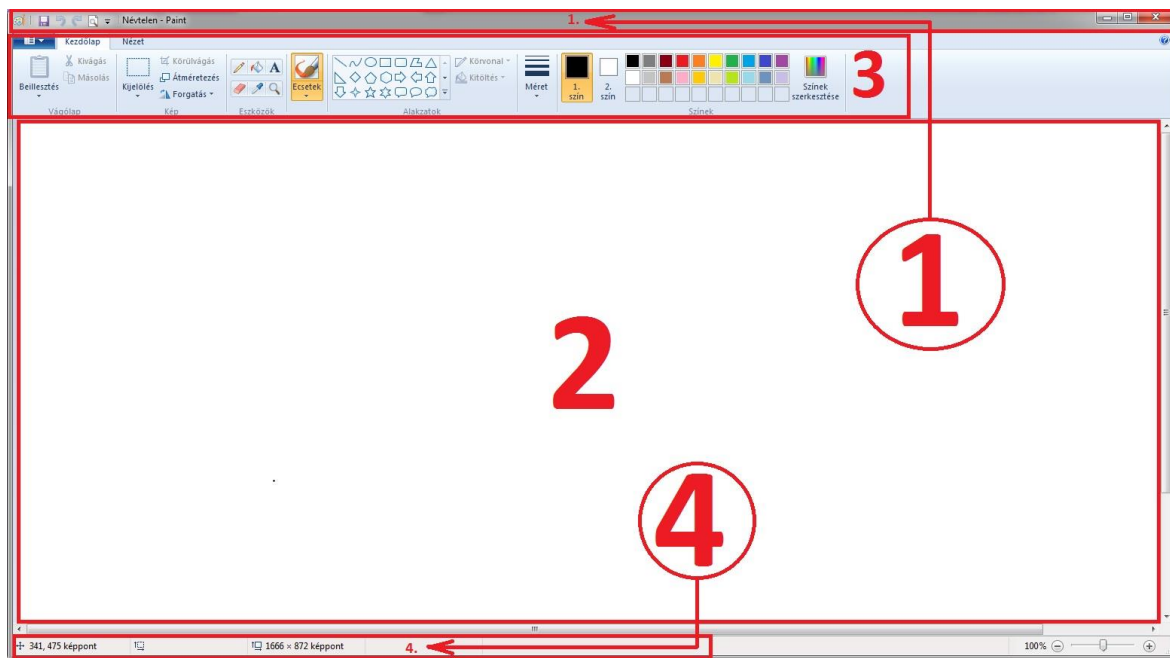
Az információ megjelenítése (Presentation of information)

Ez a rész az ISO 9241-12 [5] alapján tárgyalja az információ vizuális megjelenítésére vonatkozó szoftver-ergonómiai elveket. Ebben a részben csak 2D felületekkel foglalkozunk: a szöveges felületekkel és a grafikus felhasználói felülettel (GUI). Utóbbi a leggyakoribb esetekben a WIMP (windows-icons-menus-pointers) szinonimája.

Az áttekintéshez nézzük a következő minden nap használt fogalmakat:

Területek: A képernyők illetve ablakok következő területeit különböztetjük meg (12.1 ábra)

- Az *azonosítási terület* az ablakban megjelenített információ címe, megnevezése, vagy rövid összefoglalása.
- Az *I/O terület* a dialógus helye, ahol a felhasználó információt ad vagy kap.
- A *kontroll-területen* a dialógus vezérlésére szolgáló kezelőszervek, parancsbevitel vagy parancsválasztás történik.
- Az *üzeneti terület* tartalmazza a rendszer állapotát, a hibaüzeneteket, a program futásának állapotát, illetve bármilyen egyéb visszajelzést a felhasználónak.



12.1. ábra: Az ablakok területei. 1: Azonosítási terület 2: I/O terület 3: Kontroll terület 4: Üzeneti terület

A megjelenített információ jellemzői

Az információt úgy kell megjeleníteni, hogy a felhasználó képes legyen a szakmai és a rendszerrel kapcsolatos feladataihoz szükséges feladatokat hatékonyan, elégedetten, és hosszú távon sem fárasztó módon végrehajtani. Ehhez a megjelenített információnak rendelkeznie kell az alábbi hat tulajdonsággal:

- Pontosság: az információ pontosan és gyorsan jelenik meg.
- Megkülönböztethetőség: az egyes elemek egymástól vizuálisan jól elkülönülnek.
- Tömörség: csak a (szakmai) feladat végrehajtásához szükséges mennyiségű információ jelenik meg.
- Következetesség: hasonló információ ugyanúgy jelenik meg mindig, végig az egész alkalmazásban.
- Észlelhetőség: a felhasználó figyelme a szükséges információ felé terelődik.
- Olvashatóság.
- Érthetőség: az egyszerre több megjelenített információ érthető, egyértelmű, értelmezhető és felismerhető.

Az információ használható megjelenítésére vonatkozó elvek, ajánlások az ablakok tervezésre vonatkozóan

- A felhasználó képes rendszerrel, alkalmazással, vagy program-folyamattal dialógust folytatni.
- Egyikből a másikba könnyen vihető át adat.

- Részfeladatok megoldása közben is látható minden, a tágabb feladatra vonatkozó információ.
- Fontos üzeneteknél (pl. hibaüzeneteknél) a felhasználónak először vissza kell jeleznie (tudomásulvétel, jóváhagyás) és csak utána folytathatja a feladatot.
- A feladat végrehajtásához szükséges kiegészítő információ dialógus-elemei a feladatvégzés vizuális figyelem centrumához közel jelennek meg.
- A felbontás és a képernyőméret legyen akkora, hogy a felhasználó értelmes mennyiségű információt láthasson az ablakokban, anélkül, hogy gyakran kellene az ablakokat mozgatni, újraméretezni, bennük görgetni vagy lapozni.
- A grafikai hardver válasza elég gyors legyen ahhoz, hogy a mozgatni szándékozott ablakok azonnal elmozduljanak.

Ablakon belüli területek

A használhatósághoz fontos, hogy az *azonosítási terület*, az *I/O terület*, a *kontroll terület*, és az *üzeneti terület* az 12.1. ábrán látható következetes helyen legyen az ablakon belül. Erre az alábbi 3 tervezési elv vonatkozik:

- Ha lehetséges, minden, a szakmai feladathoz szükséges információ jelenjen meg. Ha ez nem lehetséges, akkor a szakmai feladatot értelmes al-lépésekre kell bontani, és ezek szerint kell az információt megjeleníteni.
- Ha két megjelenített információhalmaz közötti összefüggést kell a felhasználónak megtalálnia, akkor a két halmaz legyen egyszerre látható: ne kelljen lapozni vagy görgetni.
- Fontos a megjelenített információ relatív pozíciójának kijelzése csúszkával (slider) a gördítősáv (scroll bar), vagy az x. oldal y oldalból jelzéssel, vagy annak jelzésével, hogy hányadik sorban, oszlopban jár a felhasználó az adott szöveges állományban.

Csoportok

Az információ csoportokba rendezése segíti a felhasználót a szükséges információ felismerésében, megtalálásában és megértésében. A különböző csoportokat elhelyezésük, megjelenésük alapján el kell különíteni egymástól. Az információ csoportosításánál a következő szabályokat érdemes betartani:

- Szomszédossági törvény: a térbeli szomszédos elemek egymáshoz tartozónak tűnnek. (párhuzamos vonalak, mezők, jelölők, ablakok és árnyékaik).
- Hasonlóság törvénye: a hasonló elemek egymáshoz tartozónak tűnnek.
- Zártság törvénye: a csoportok a térben teljesen elkülönülnek egymástól.

Listák

Az információ elrendezése a listán belül a feladatnak megfelelően logikai vagy természetes rendezés alapján történik. Az adatoknak vagy adatcsoportoknak a listán belül vizuálisan el kell különülnie, ezzel segítve a keresést.

Táblázatok

A táblázatok vizuális jelentéssel rendelkező információrendező halmazok. Egyik ilyen példa, amikor listákat rendezünk táblázatokba. Ilyenkor arra kell ügyelni, hogy a felhasználó számára legfontosabb információk a bal szélső, a legkevésbé fontos információk a jobb szélső

oszlopba kerüljenek. Ez természetesen balról jobbra olvasott nyelveknél van így. Ha a táblázatok sorai illetve oszlopai fejléccel rendelkeznek, akkor a fejlécnek mindig látszania kell a munka során.

Címkék

A címkék az információegységeket jelzik. Minden a képernyőn megjelenő elem rendelkezhet címkével, ha a felhasználó számára tisztán értelmezhető és egyértelmű. A címkének utalnia kell az információelem rendeltetésére és tartalmára, és következetesen kell elhelyezni az információelemnek megfelelően.

Mezők

Többféle mezőt különböztethető meg, pl. bemeneti mező, ahol pl. parancsot lehet megadni, vagy csak olvasható mező. A különböző mezőtípusokat formailag is meg kell egymástól különböztetni. A hosszabb információelemeknél az információelem kisebb darabokra való osztására van szükség. Ha a bemeneti mezőnél speciális formátumban kell megadni az információt, valamilyen segítséget kell biztosítani erről a felhasználónak.

Grafikai objektumok

Grafikai objektumok közé tartoznak a képernyőn meglévő ikonok, vagy pl. a mutatóhely-őr, kurzor. De ebbe a csoportba sorolhatjuk a különböző ablakok estelegesen eltérő mintázatú kereteit, vagy a gombok állapotainak jelzésére használatos árnyékolási módot is. Ha ugyanolyan grafikai objektum szerepel a felhasználói felületen, akkor valamilyen, általában szöveges címkével meg kell különböztetni őket.

Mutatóhely-őrök

Jellegzetes vizuális tulajdonságokkal kell rendelkezniük, de nem takarhatnak el karaktereket. Csak akkor mozdulhatnak el, ha az elmozdulást a felhasználó kezdeményezi. Ha a kurzornak vagy a mutatóhely-őrnek különböző rendeltetése van (szövegbevitel, műveletvégzés) akkor ezt láthatóan érzékeltetni kell.

Összefoglalás

Ebben a fejezetben áttekintettük az ISO 9241 szabványsorozat felhasználói felületre vonatkozó legfontosabb részeit nagyvonalakban. Ez a fejezet szorosan kapcsolódik a szoftver ergonómia fejezethez.

Kérdések a12. fejezethez

- 12/1. Melyik az a szabványsorozat, amelyik a „Képernyős terminállal végzett irodai munka ergonómiai követelményei”-vel foglalkozik?
- 12/2. Mi a felhasználói felületeken alkalmazható dialógusok 4 típusa?
- 12/3. Milyen módon lehet információt megjeleníteni, kiemelni?
- 12/4. Mivel segíthetjük a vizuális keresést?
- 12/5. Melyek a felhasználói kézikönyv írásának alapelvei?
- 12/6. Hogyan könnyíthető meg a tájékozódás a menüstruktúrában?
- 12/7. Milyen esetekben érdemes parancs-vezérelt dialógust használni?
- 12/8. Milyen esetekben érdemes közvetlen dialógust használni?

Feladatok a 12. fejezethez

- Készítsen felhasználói képernyőtervet pl. egy menetrendi keresőhöz olyan felhasználóknak, akik nem ismerik az adott ország nyelvét, mégis tudjanak a menetrendben keresni!
- Készítsen felhasználói kézikönyvet egy előző félévi programozási, szoftver fejlesztési feladatához, vagy az aktuális félévi munkájához!

Irodalom a 12. fejezethez

- [1] Alan J. Dix, Janet E. Finlay, Gregory D. Abowd, Russell Beale, Human-Computer Interaction, Second Ed., Prentice Hall Europe, 1998.
- [2] Bodrogi Péter, Tarczali Tünde: Számítógép ergonómia II, meg nem jelent oktatási segédlet, Veszprémi Egyetem, 2004.
- [3] ISO 9241 - Series Overview:
<http://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=5719755&objAction=browse&sort=name>
- [4] Hercegfő Károly, Multimédia oktatóanyag fejlesztésének és bevezetésének minőségbiztosítási kérdései, doktori (PhD) értekezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 2005.:
http://www.omikk.bme.hu/collections/phd/Gazdasag_es_Tarsadalomtudomanyi_Kar/2006/Hercegfő_Karoly/ertekezes.pdf
- [5] ISO 9241 International Standard, Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs), Parts 10-17.
- [6] Jakob Nielsen (Ed) and Robert L. Mack (Ed): Usability Inspection Methods, Wiley 1994.
- [7] Ben Shneiderman, Designing the User Interface, Third Edition. Addison-Wesley, 1998.
- [8] The structure of ISO-9241: <http://www.system-concepts.com/articles/usability-and-ergonomics-standards/the-structure-of-iso-9241.html>
- [9] UsabilityNet: http://www.usabilitynet.org/tools/r_international.htm

13. Weblapok akadálymentes tervezésének irányelvei (WCAG 2.0)

Minden technikai eszközre léteznek szabványok és ajánlások. Ez alól az Internet sem kivétel. Míg az informatikai szabványok sem kötelezőek, de széleskörűen elfogadottak, addig az egyéb ajánlásokat csak „illik” betartani. A World Wide Web Consortium (W3C) [9] szervezet célja, hogy a legtöbb, a web-bel kapcsolatos technológiáról vagy azzal kapcsolatosan ajánlásokat fogalmazzon meg, mely ajánlásokat széles iparági és tudományos szakemberektől vitatja meg előzetesen. Többek között az akadálymentességgel is foglalkoznak és fogalmaztak meg ajánlásokat (WCAG 1.0 [5] és WCAG 2.0. [6, 7]). Ebben a fejezetben áttekintjük a WCAG 2.0 ajánlásait. Sajnos ezeket a web-fejlesztők, informatikusok nem nagyon ismerik, vagy nem veszik a fáradságot, hogy megismerjék őket?

WCAG 1.0: A fenti betűszó a „Web Content Accessibility Guidelines” kifejezést takarja. Magyar fordításban a „Web Akadálymentesítési Útmutató” [5] címet kapta (14 ajánlást tartalmaz 3 prioritási szinten. Részletesen itt nem ismertetjük, mert elkészült a WCAG 2.0 ajánlás. Sajnos azonban kutatásunk alapján azt is megállapítottuk, hogy még ezeket az elveket is a weblapok több mint 70%-a megsérti [1, 2].

WCAG 2.0 Web Content Accessibility Guidelines 2.0 [6] 2008 decemberében látott napvilágot. Magyar fordítását a W3C Magyar Irodája [10] készítette. A WCAG 2.0 magyarul Web Akadálymentesítési Útmutató 2.0 [7].

A WCAG 2.0 meghatározza, hogyan lehet a webtartalmat jobban elérhetővé tenni a hátrányos helyzetűek számára. Az akadálymentesítés a fogyatékos emberek széles körét érinti, beleértve a látási, hallási, testi, beszéddel kapcsolatos, kognitív, nyelvi, tanulási és neurológiai fogyatékosokat.

Habár ezek az irányelvek széles területet fednek le, nem képesek arra, hogy az összes típusú, fokozatú és kombinációjú fogyatékos ember igényeinek megfeleljenek. Ezek az irányelvek használhatóbbá teszik a webtartalmat az idősebb felhasználók részére is, akiknek az öregedés következtében változnak a képességeik, és természetesen segítik a használhatóságot a mindennapi felhasználók számára is.

A WCAG 2.0 fejlesztése a W3C folyamat részeként, az egész világon egyének és intézmények együttműködésében folyik, azzal a céllal, hogy olyan, a webtartalom elérhetőségét biztosító közös szabványt biztosítson, amely nemzetközi szinten megfelel a magánszemélyek, intézmények és kormányok igényeinek. A WCAG 2.0 a WCAG 1.0-ra épül, és azzal a szándékkal készült, hogy napjainkban és a jövőben is széles körben alkalmazható legyen a különböző web-technológiákhoz, valamint, hogy az automatizált ellenőrzés és emberi értékelés kombinációjával tesztelhető legyen.

Az ajánlás a webes tartalmak készítésében nyújt segítséget azáltal, hogy megfogalmazza azokat az elveket, amelyek betartása a hozzáférhetőséget szavatolja. Ha ezeket az elveket semmibe vesszük, akkor megfosztjuk magunkat a látogatók egy részétől, valamint a hátrányos helyzetűek (fogyatékosok, alacsony iskolázottságú emberek, valamint a technikailag akadályozottak) és a weblapunkon található tartalom közé emelünk gátat.

A szabvány megfogalmazza a hozzáférhetőség négy alapelvét (Érzékelhetőség, Működőképesség, Érthetőség és Robosztusság, amelyekre az irányelvek (összesen tizenkettő) épülnek. Az irányelvekhez sikerfeltételek kapcsolódnak, amelyek három szinten helyezkednek el. A sikerfeltételek különböző szintjeinek való megfeleléssel, megfelelési tanúsítványokat nyerhetünk a webes anyagunk részére.

Alapelvek és irányelvek

Az alábbiakban felsoroljuk a négy alapelvet és a rájuk épülő irányelveket. Az egyes elvek részletesebb leírásai a felsorolás után láthatók és olvashatók. Bővebb teljes körű információ a W3C Magyar Iroda honlapján található [7].

Első alapelv: A tartalomnak érzékelhetőnek kell lennie

- **1.1 irányelv:** A nem szöveg típusú tartalom mellett biztosítsuk azok szöveges megfelelőit, amelyek ugyanazt a célt szolgálják vagy ugyanazt az információt közvetítik, mint a nem szöveges tartalom; kivéve, amikor annak egyedüli célja, hogy sajátos érzékszervi tapasztalatokat nyújtson (például zene vagy vizuális művészet), amely esetben kielégítőnek mutatkozik egy szöveges felirat vagy leírás.
- **1.2 irányelv:** Az időhöz kötött megjelenítésekhez biztosítsunk szinkronizált média megfelelőket.
- **1.3 irányelv:** Biztosítsuk az információ, a funkcionalitás és a szerkezet a megjelenítéstől való elkülöníthetőségét.
- **1.4 irányelv:** A felhasználók számára könnyítse a tartalom megtekintését, illetve hallását, beleértve az előtér és háttér elválasztását.

Második alapelv: A tartalom interfész-elemeinek működőképesnek kell lenniük.

- **2.1 irányelv:** Tegyük lehetővé, hogy minden funkciót a billentyűzeten keresztül lehessen működtetni.
- **2.2 irányelv:** Tegyük a felhasználók számára lehetővé, hogy az olvasást vagy az interakciót érintő időhatárokat szabályozhassák.
- **2.3 irányelv:** Tegyük a felhasználók számára lehetővé, hogy távol tudják tartani magukat olyan tartalomtól, ami fényérzékeny epileptikus rohamot idézhet elő.
- **2.4 irányelv:** Könnyítsük meg a felhasználók tartalom belüli tájékozódási és mozgási képességét.

Harmadik alapelv: A tartalomnak és a vezérlőelemeknek érthetőnek kell lenniük.

- **3.1 irányelv:** Tegye a szöveges tartalmat olvashatóvá és érthetővé.
- **3.2 irányelv:** Következésképpen rendezzük el a tartalmat lapról lapra, és úgy készítjük el az interaktív összetevőket, hogy azok megjósolhatóan működjenek.
- **3.3 irányelv:** Segítse a felhasználókat a hibák elkerülésében és javításában..

Negyedik alapelv: A tartalomnak elég szilárdnak (robosztusnak) kell lennie ahhoz, hogy a jelenlegi és jövőbeni technológiákkal együtt tudjon működni.

- **4.1 irányelv:** Maximalizálja az összeférhetőséget a jelenlegi és jövőbeni felhasználói programokkal, beleértve a kisegítő technológiákat is.

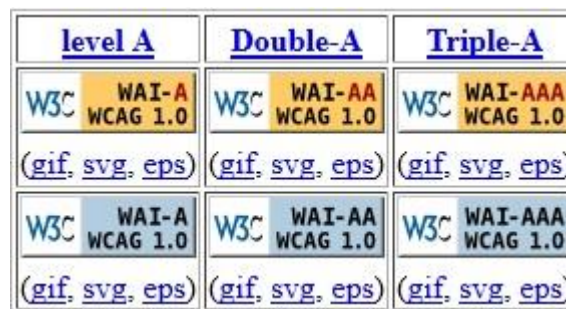
Sikerfeltételek és megfelelőségi tanúsítványok

A megfelelési tanúsítványhoz jutás *minimálisan elvárt szintje*, hogy teljesítsünk minden első szintű sikerfeltételt. Az alap tanúsítványt a **WCAG 2.0 A** jelöli. Az **A** az a minimum követelmény ahhoz, hogy egy oldalt akadálymentesnek nevezzünk.

Közepesen szigorú szint a második. A második szint eléréséhez természetesen minden második szintű sikerfeltételen túl minden első szintűt is teljesíteni kell. Ezek teljesítése esetén, a **WCAG Dupla A (WCAG 2.0 AA)** minősítést nyerhetjük el.

A *legszigorúbb szinten* minden sikerfeltételnek meg kell felelni. Ezen a szinten elképzelhető, hogy weboldalunk újratervezésére is szükség lehet, hogy az olyan speciális (esetleg halmozottan) fogyatékos felhasználók is elérhessék oldalaink tartalmát, mint a kéz nélkül, vakon élő embertársaink, vagy az értelmi fogyatékos gyermekek (természetesen lehetetlen lenne minden eshetőséget felsorolni, ez nem is célunk). Ennek a szintnek a megfelelési tanúsítványa: **WCAG 2.0 Tripla A (WCAG 2.0 AAA)**.

Az akadálymentesség szintjét jelző, a szintnek megfelelő logót ki lehet tenni a honlapra, jelezve, hogy ez egy akadálymentes honlap.



13.1. ábra: WAI logók [4], ahol a WAI a Web Accessibility Initiative rövidítéséből származik [3].

WCAG 1.0 vs. WCAG 2.0

„A WCAG 2.0 alkotói igyekeztek úgy megfogalmazni az ajánlást, hogy a WCAG 1.0 ajánlásnak megfelelő oldalak gazdáinak minél kevesebb munkát (vagy semennyit se) jelentsen az átállítás. A két szabvány azonban természetesen eltérő kódot igényelhet, abból adóan is, hogy míg az 1.0-ban erős volt az eszközfüggőség, a 2.0 inkább elveket kíván megfogalmazni. Egy elv bizonyos esetekben szigorúbb feltételeket határoz meg, máskor azonban könnyebben teljesíthető, mint a kód szintű előírás.” [8]

Ezen kritériumok ellenőrzésére számos szoftveres ellenőrzőeszköz létezik, erről bővebben majd a 14. fejezetben lesz szó.

Saját több éves kutató és fejlesztő munkánk alapján mi is megfogalmaztunk ajánlásokat, amiket a WCAG 1.0 és WCAG 2.0 alkalmazásával több száz weblap tesztelése alapján állítottunk össze [1, 2].

A következő 10 pontos ajánlásaink figyelembe vételével a vizsgált weblapok minimum 50%-a akadálymentes lenne. Ezek betartása nem kerülne senkinek sem több pénzébe, sem jelentős idejébe, csak egy kis odafigyelésre lenne szükség!

1. Minden nem szöveges elemhez (pl. képhez) adjunk meg rövid leírást; ha a rövid szöveges leírás nem tudja visszaadni az eredeti információt, akkor hosszú leírást adjunk meg (*alt* és *longdesc* attribútumok)!
2. Abszolút helyett relatív méretezést és pozicionálást használjunk (pl. betűméret)!
3. Az oldal információtartalma az egér használata nélkül is legyen elérhető (ne JavaScript-es eseménykezelőktől/modális ablakoktól függjön a tartalom megjelenítése)!

4. Az űrlapelemek leírása <label> elemekkel történjen, és ahol ez nem lehetséges, használjuk a „title” attribútumot!
5. A hivatkozások szövegei szövegkörnyezettől függetlenül legyenek érthetők!
6. A <html> elem rendelkezzen „lang” attribútummal a szöveg elsődleges nyelvének azonosítására, valamint „dir” attribútummal a szöveg írási irányának meghatározására!
7. Minden <table> elemnek legyen „summary” attribútuma, amely leírja a táblázat struktúráját és tartalmát!
8. Az egymás mellett szereplő hivatkozások között mindig legyen valamilyen elválasztó karakter!
9. Ellenőrizzük, hogy a weblapok <title> eleme valóban azonosítja-e az adott lapot, utal-e a tartalomra, valamint a fejléc elemek (<h1>, <h2>, ...) is megfelelően leírják-e, csoportosítják-e az oldal tartalmát!
10. A HTML és CSS szabványokat tartsuk be, hogy a segítő technológiáknak ne kelljen inkonzisztens szerkezetek javításával foglalkozniuk!

Ebben a fejezetben röviden áttekintettük a WCAG 2.0 alapeveit és irányelveit, valamint ismertettünk egy minimális 10 pontos saját ajánlási szempont rendszert. A következő fejezetben a szoftverek és web lapok teszteléséről lesz szó.

Kérdések a 13. fejezethez

13/1. Mi a W3C szervezet feladata?

13/2. Melyek a WCAG 2.0 alapelvei?

13/3. Milyen sikerfeltételeket és tanúsítványokat kell teljesíteni ahhoz, hogy egy weblap egy adott szinten akadálymentes legyen?

Irodalom a 13. fejezethez

- [1] Czank, N., Sík, A., Sík Lányi C.: Testing the Accessibility of WEB Sites, International Journal of Knowledge and Web Intelligence (IJKWI), 2011, 2(1): 87-98.
- [2] Sikné Lányi Cecília, Forrai Sándor, Czank Nóra, Hajgató Ágnes: Hogyan lesznek akadálymentesek a weblapok?, Tudományos és Műszaki Tájékoztatás, Könyvtár és információtudományi szakfolyóirat, TMT 55(8): 368-384:
http://tmt.omikk.bme.hu/show_news.html?id=4966&issue_id=496
- [3] Web Accessibility Initiative:<http://www.w3.org/WAI/>
- [4] W3C Web Content Accessibility Guidelines 1.0 Conformance Logos:
<http://www.w3.org/WAI/WCAG1-Conformance>
- [5] Web Content Accessibility Guidelines 1.0: <http://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT/>
- [6] W3C: Web Content Accessibility Guidelines 2.0: angol nyelvű változata:
<http://www.w3.org/TR/WCAG/>
- [7] W3C: Web Content Accessibility Guidelines 2.0: magyar nyelvű fordítása:
<http://www.w3c.hu/forditasok/WCAG20/>
- [8] Akadálymentes weboldalak II – WCAG 1.0 vs. WCAG 2.0:
<http://weblabor.hu/cikkek/akadalymentesweb2>
- [9] World Wide Web Consortium (W3C): <http://www.w3.org/>
- [10] W3C Magyar Iroda: <http://www.w3c.hu/>

14. Szoftverek és weblapok tesztelése

Sajnos az a tapasztalatunk, hogy az életben egy-egy termék esetében – lehet az szoftver vagy akár weblap – a fejlesztők, cégek nagyon kevés időt szánnak a tesztelésre. Ez lehet akár azért is, mert a projekt csúszik, és elszámolási határidők vannak. Be kell látni viszont, hogy amennyiben a készülő termék nincs tesztelve a fejlesztés első lépéseitől fogva, lehet, hogy piacképtelen termék születik. A felhasználók nem fogják kedvelni, ezért nem is fogják megvenni sem használni. Be kell látnunk, hogy ez mekkora anyagi és ráadásul erkölcsi kár az adott cégnek – ezért nagyon fontos a tesztelés. Ebben a fejezetben először röviden áttekintjük a különböző szoftvertermékek tesztelési és minősítési módszereit [2, 3], majd pedig a weblapok tesztelését tárgyaljuk.

Szoftvertermékek tesztelési és minősítési módszerei

A szoftvertermékek használhatóságára vonatkozóan két módszert különböztet meg a szakirodalom. Az egyik az analitikus módszer. Ennél a módszernél a felhasználó tevékenységét valahogy szimulálják, tehát nem kell hozzá valós felhasználó. A másik az empirikus módszer, amikor a szoftverterméket valós felhasználók kezébe adják, velük teszteltetik, és az ő interakcióikat tanulmányozzák.

Az **analitikus módszerek** közé tartozik:

- a GOMS modellre épülő elemzési módszerek,
- a kognitív bejárás technika és
- a heurisztikus elemzési módszerek.

A GOMS rövidítés a modell négy fő részének kezdőbetűjéből tevődött össze: célok (**G**oals), operátorok (**O**perators), módszerek (**M**ethods) és kiválasztási szabályok (**S**election rules). A **GOMS modell** bizonyos egyszerűbb ember-számítógép interakció típusok elemzésre és modellezésére által előrejelzéseket képes adni az adott interakciós módokkal dolgozó felhasználók várható feladat-megoldásainak idejére. Ilyen módon elemezhetők és összevethetők a tervezés során a különböző alternatív megoldások.

A **kognitív bejárás technika** (Cognitive Walkthrough) olyan felhasználói felületek elemzésére használható a legjobban, amelyeket a felhasználók exploratív tanulás (önállóan, felfedezve tanulás) útján sajátítanak el. Ez esetben szimulálják, hogy az előzetes tapasztalattal nem rendelkező felhasználónak rövid idő alatt fel kell fedeznie a szoftver működését. Az elemzés módszertanának feltett kérdései arra keresik a választ, hogy (1.) eléggé nyilvánvaló-e a felhasználó számára, hogy mi a helyes akció? (2.) összekapcsolja-e a felhasználó a helyes akció leírását azzal, amit el szeretne érni? (3.) valamint tudja-e értelmezni a felhasználó a rendszernek a kiválasztott akcióra adott választát? Ha valamelyik kérdésre a válasz „nem”, akkor ott valamilyen probléma van.

Mind a GOMS, mind a kognitív bejárás technika csak bizonyos fajta tervezési problémákra alkalmazható. Ezért szükség van olyan módszerre is, amikor az elemzési technika nem annyira kötött, mint az előbbi kettőnél, valamint a felhasználót sem tekinti abszolút kezdőnek. Egy ilyen elemzési módszer a **heurisztikus elemzés**. A heurisztikus elemzési módszereknél az értékelők általában 4-6 fős csoportban intuitív módon, közvetlenül elemzik az adott felhasználói felület tervét. Az elemzést egymástól függetlenül teszik, informális bejárást végeznek, majd együttesen összesítik a tapasztalataikat. A módszer előnye, hogy olcsó és hatékony, hátránya hogy nem nagyon ismételtető meg, valamint a hiányosságokra koncentrálnak, nem pedig a megoldásokra.

Az **empirikus módszerek**nél valódi felhasználókkal való tesztelés folyik, ezért általában ezek jóval nagyobb ráfordítást igényelnek és ezért drágábbak is. Az empirikus módszereknek három fő típusa van:

- informális felhasználói tesztelés (általában korai prototípussal),
- terepvizsgálatok végzése,
- tesztelés ellenőrzött feltételek között.

Informális felhasználói tesztelés korai prototípussal: Már a legelső prototípust érdemes tesztelni néhány leendő felhasználóval. Számos problémára, hibára fény derülhet. Informális jellege miatt nem annyira költséges. Néhány nap, vagy hét alatt lebonyolítható.

Terepvizsgálatok végzése: Már valamelyik korai változatát a szoftvernek a felhasználók tesztelhetik tényleges munkájuk végzése közben. Fontos a felhasználók tapasztalatainak, véleményüknek, javaslatainak, vagy esetleg a naplózott tevékenységüknek megfelelő gyűjtése és elemzése. Ez a módszer nagyon hatékony lehet kellő számú felhasználó bevonásával, de ezért ez hosszú időt igényel, ami lehet akár több hónap akár év is.

Tesztelés ellenőrzött feltételekkel: Ez a legeredményesebb, de egyben legköltségesebb módszer. A tesztelendő szoftvertermék funkcióiból a tesztet vezető kutató összeállít egy feladatsort. Ennek eredményes végrehajtásához a feladatsor tartalmazza szoftver lényeges funkcióit. Ha teszteléshez kellő számú leendő felhasználó áll rendelkezésre, úgy kvantitatív, statisztikailag is megalapozott eredményekre juthatunk – de kevesebb felhasználóval is lehet értelme ellenőrzött feltételek melletti tesztelést folytatni, kvalitatív eredményekre jutva. A vizsgálatot ellenőrzött körülmények között, általában speciális laboratóriumi háttérrel rendelkező ún. „usability” laboratóriumban végzik, de végezhető „terepen” is, ha ott biztosítható az extra laboratóriumi felszerelés és minden esemény naplózása.

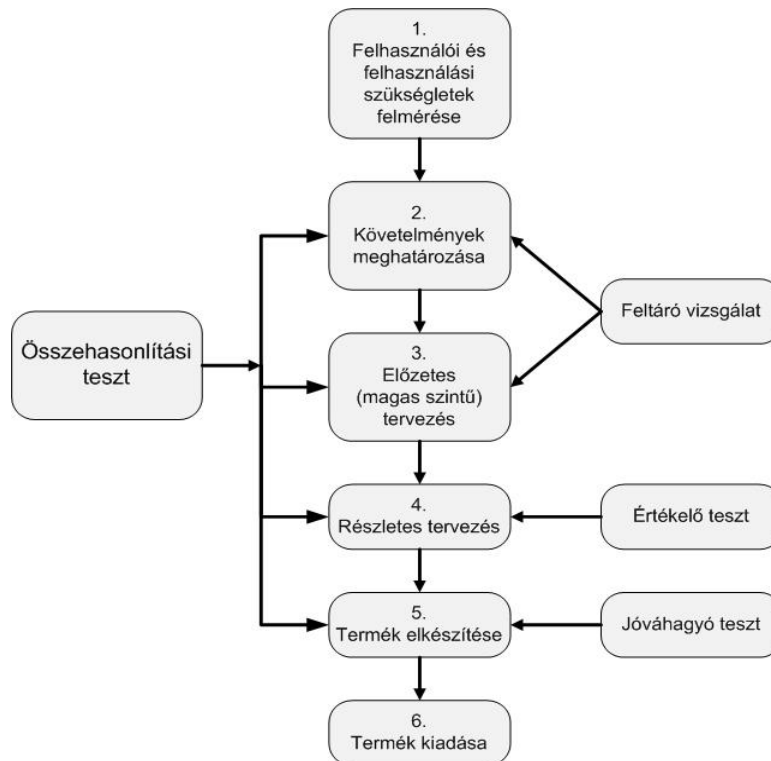
Rögzítik a teszt során:

- a beviteli eszközökön való aktivitást,
- az aktuális képernyőtartalmat,
- a felhasználó viselkedését (arc kifejezés, mimika, gesztusok: pl. feszült, ideges viselkedés, erőfeszítések) videó felvétellel,
- esetlegesen a felhasználó aktuális mentális erőfeszítését jellemző fiziológiai jellemzőket. [2, 3, 10]

A továbbiakban nézzünk néhány gyakorlati kérdést a tesztelés lebonyolításához [6].

Hány emberrel érdemes tesztelni?

A szakirodalom szerint a lehetséges hibák 80%-ának felderítésére 4-5 felhasználó is elegendő, mert a velük való tesztelés során a lehetséges hibák 80%-ára fény derül [4, 9]. Egy statisztikailag értelmezhető, alapos teszteléshez minimum 10-12 felhasználó szükséges. Ha nemcsak általánosságban vagyunk kíváncsiak arra, hogy egy-egy megoldás jó-e vagy nem,



14.1 ábra: A termék életciklusa alatti ajánlott tesztek [5]

hanem felhasználói csoportok közti különbségekre is kíváncsiak vagyunk (kinek melyik megoldás mennyire jó vagy rossz), akkor a statisztikailag elegendő számú mintához 20-40 tesztelő személy szükséges [2, 5].

Mikor érdemes tesztelni?

A **feltáró (exploratory) vizsgálatot** már a fejlesztés korai életciklusában alkalmazzák. Ekkor a specifikáció még be se fejeződött, és a tervezési lépés csak ezután kezdődik.

A feltáró vizsgálat célja kideríteni az előzetes tervezés hatékonyságát vagy/és megszabni a tervezés további irányát.

Néhány tipikus felhasználó-orientált kérdést lehet feltenni a képernyőtervek alapján pl.:

- A művelet vagy a navigációs rendszer, a felhasználói felület egyértelmű és magától értetődő-e?
- Vajon a kezdő felhasználók tudják használni az új, grafikus felhasználói felületet? Ha nem, miért és hol van segítségre szükségük?
- Milyen információ szükséges a felhasználónak az új termék használatához?
- Hogyan kell a tartalmat mind a kezdő és tapasztalt felhasználók számára elrendezni?
- Vajon a vak vagy gyengénlátó felhasználók tudják használni a grafikai elemeket?

Ha a felhasználói igények elemzése hamis, a projekt rossz feltételezésekre alapul. Ezért nagyon fontos elég időt tölteni az elemzésre, kutatásra és tesztelésre, hogy elkerülhetők legyenek a jövőbeli használhatósági problémák.

Az **értékelő (Assessment) teszt** talán a leggyakoribb típusa a használhatósági vizsgálatoknak. Az értékelő teszteket úgy végzik, hogy a fejlesztés korai szakaszában, vagy félúton a magas szintű tervezés után tesztelnek. Ennél a tesztnél már nem csak intuíciókkal dolgoznak, hanem valós felhasználókkal végeztetnek tesztelést reális feladatokon. Így kiderülnek a meglévő hiányosságok. Ez a tesztelés az analitikus és empirikus módszerek ötvözése.

A **jóváhagyó (Validation) tesztet** minőségellenőrző vizsgálatnak is nevezik. Célja, hogy igazolja a termék használhatóságát. Ennek során kerül bizonyításra, hogy a termék megfelel az előre meghatározott szabványoknak vagy kritériumoknak. Ez lehet egy projekttel kapcsolatos műszaki előírás, a belső vállalati vagy akár egy versenytárs minőségi szintje. Az alkalmazandó szabványokat, minőségi előírásokat lefektetik már a projekt kezdetekor. Ezeket a kritériumokat korábbi használhatósági tesztekkel, marketing felmérésekből, felhasználói interjúkból, hatályos szabványokból stb. határozzák meg. Ha ezen teszt során derülnek ki hiányosságok az előírt szabványokra vonatkozóan, vagy hibák a leendő felhasználók bevonásával kérdésként merül fel, lesz-e elég idő ezeket a feladatokat javítani, újratestelni vagy a termék nem felel meg az előírásoknak.

Az **összehasonlító vizsgálat (Comparison test)** nem specifikus pontja a termék életciklusának, bármikor lehet alkalmazni. A fejlesztés korai szakaszában pl. arra, hogy összehasonlítsa néhány teljesen különböző interfészstílust. A középső szakaszban fel lehet használni egy-egy elem hatékonyságának, használhatóságának tesztelésére. A fejlesztési életciklus végén pedig, hogy a kibocsátott termék hogyan viszonyul a versenytárs termékéhez. Az összehasonlító vizsgálat a használhatósági vizsgálatnál a másik három vizsgálatbármelyikével összehangban használható. Arra használják pl., hogy összehasonlítsanak két vagy több alternatív tervet, két alternatív felhasználói felület-stílust stb. Így meg lehet állapítani, hogy melyik design könnyebben alkalmazható vagy tanulható. Ebben a tesztben két csoportban dolgoznak: a kísérleti és a kontrollcsoportban. A teszt során a két csoportnál keletkezett adatokat vetik össze és ezeket elemzik.

Hogyan bonyolítható le egy leendő felhasználókkal való tesztelés?

Mielőtt nekilátunk ellenőrzött körülmények között leendő felhasználókkal tesztelni, sok kérdést kell tisztázni, és számos feladatot kell megvalósítani. Ezek a következők lehetnek (nem minden pontot kell alkalmazni minden teszteléshez).

- A teszthez a résztvevők kiválasztása
 - ahhoz, hogy megállapítsuk, alkalmasak-e a leendő tesztelők, kell egy kérdőív vagy előzetes teszt.
- Tesztelési ütemterv elkészítése: ami a kutató(k) számára kell, milyen feladatot hány résztvevővel mikorra lehet ütemezni.
- A teszt előtti kérdőív kitöltése a tesztalanyokkal, ami megerősít bennünket abban, hogy a megfelelő embereket választottuk-e ki a teszteléshez.
- Hogyan gyűjtjük a teszt során az adatokat? Ez lehet automatikus, objektív adatok gyűjtése (pl. időpontok, felhasználói akciók, videófelvevételek rögzítése), és lehet szubjektív (pl. a felhasználók a kísérlet közben kérdőívet töltenek ki).
- Tisztázni kell, kell-e titoktartási megállapodást kötni a tesztben résztvevőkkel.

- Szükséges-e a tesztelőkkel előtesztet végeztetni?
- A tesztelőknek szóló teszt-, ill. feladat-forgatókönyv elkészítése. Leírja, mi fog történni a vizsgálat során, mit kell tenniük, és megerősíti azt a tényt, hogy a termék, és nem a résztvevők tesztelése történik.
- Szükség van-e vizsgálat utáni kérdőívre, amiben a tesztelő személy teszt közbeni érzéseit, véleményét, javaslatait kérdezzük meg.

Miután elvégeztük a tesztelést megfelelő statisztikai módszerrel elemeznünk lehet a kapott adatokat.

Weblapok tesztelése

Weblapok tesztelését először érdemes automatikus ellenőrző eszközökkel végezni, majd humán tesztelést végezni [1, 7]. Csak a kettő együtt ad elemzésre alkalmas teszt eredményt. A humán tesztelést – attól függően, mennyi idővel és anyagi ráfordítással rendelkezünk – végezhetjük az előbbi „tesztelés ellenőrzött feltételekkel” módon. Ha csekély az anyagi erőforrás, készíthetünk internetes kérdőívet is a tesztelendő web-lap funkciói helyes működésének, könnyű kezelhetőségének megkérdezésére [8]. Ezenkívül érdemes a 13. fejezetben „Weblapok akadálymentes tervezése (WCAG 2.0)” tárgyalt WCAG 2.0 ajánlásai mentén is végigmenni, és a webfejlesztőnek ezeket a szempontokat átvizsgálni.

A következő ellenőrző eszközöket ajánlott használni automatikus teszteléshez:

Total Validator: <http://www.totalvalidator.com/>

WCAG Contrast Checker: http://www.niquelao.net/wcag_contrast_checker/

Wave Toolbar: <http://wave.webaim.org/toolbar>

Web Developer Toolbar: <https://addons.mozilla.org/en-US/firefox/addon/web-developer/>

CSS Validator: <http://jigsaw.w3.org/css-validator/>

Firebug: <https://addons.mozilla.org/hu/firefox/addon/firebug/>

HTML Validator: <https://addons.mozilla.org/hu/firefox/addon/html-validator/>

Link Evaluator: <https://addons.mozilla.org/hu/firefox/addon/link-evaluator/>

TAW3: <https://addons.mozilla.org/en-US/firefox/addon/taw3-with-a-click/>

RDF Validator: <http://www.w3.org/RDF/Validator/>

XML Schema Validator: <http://www.w3.org/2001/03/webdata/xsv>

WCAG 2.0, available at <http://www.w3.org/TR/WCAG20/>

W3C Quality Assurance Tools: <http://www.w3.org/QA/Tools/>

WebXACT: <http://webxact.watchfire.com/>

Összefoglalás

Ebben a fejezetben megnéztük az elméleti háttérét a különböző tesztelési módszereknek. Felsoroltunk pár gyakorlati kérdést a tesztek lebonyolításához, majd röviden rámutattunk azon automatikus ellenőrző eszközökre, amelyekkel a weblapok tesztelhetők.

Kérdések az 14. fejezethez

- 14/1. Szoftver termékek tesztelésénél melyek az analitikus módszerek?
- 14/2. Szoftver termékek tesztelésénél melyek az empirikus módszerek?
- 14/3. Mi a lényege a „Tesztelés ellenőrzött feltételekkel” típusú tesztelési módszernek?
- 14/4. Soroljon fel minimum 5 automatikus ellenőrző eszközt weblapok teszteléshez!

Feladatok a 14. fejezethez

- Végezzen 4-5 felhasználóval tesztelést egy korábbi, vagy ezen félévi programozási/szoftverkészítési feladatával kapcsolatban!
- Készítsen humán kérdőívet egy weblap teszteléséhez!
- Tesztelje kedvenc weboldalát minimum 5 automatikus ellenőrző eszközzel!

Irodalom az 14. fejezethez

- [1] Czank, N., Sík, A., Sík Lányi, C.: Testing the Accessibility of WEB Sites, *International Journal of Knowledge and Web Intelligence (IJKWI)*, 2011, **2(1)**: 87-98.
- [2] Hercegfı Károly, Multimédia oktatóanyag fejlesztésének és bevezetésének minıségbiztosítási kérdései, doktori (PhD) értekezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 2005.: http://www.omikk.bme.hu/collections/phd/Gazdasag_es_Tarsadalomtudomanyi_Kar/2006/Hercegfı_Karoly/ertekezes.pdf
- [3] Izsó L., Antalovits M.: Bevezetés az információs-ergonómiába, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 2010
- [4] Krug, S., Don't Make Me Think! A Common Sense Approach to Web Usability, Second Edition, New Riders Publishing, Berkley, California USA, 2006
- [5] Rubin, J.: Handbook of Usability Testing: How to Plan, Design, and Conduct Effective Tests, John Wiley & Sons Inc., 1994.
- [6] Sík Lányi, C.: Usability Engineering, (unpublished education materials) Joint Study Programme on Accessible Web Design ('web_access'), Life Long Learning Programme, 133818-LLP-1-2007-1-AT-Erasmus-ECDM: <http://www.webaccess-project.net/node>
- [7] Sík Lányi, C.: Accessibility Testing of Social Websites, Handbook of Social Network Technologies and Applications by Furth B. (Eds.) Springer Science + Business Media, LLC 2010
- [8] Sík Lányi, C., Nagy, E., Sík, G.: Accessibility Testing of a Healthy Lifestyles Social Network, *Lecture Notes in Computer Science*, K. Miesenberger et al. (Eds.): ICCHP 2012, Part I LNCS 7382, Springer Verlag Berlin-Heidelberg, pp: 409-416, 2012
- [9] Spolsky, J.: Figuring Out What They Expected, <http://www.joelonsoftware.com/uibook/chapters/fog0000000058.html>
- [10] Hercegfı, K. (2011): Heart Rate Variability Monitoring during Human-Computer Interaction. *Acta Polytechnica Hungarica* Vol.8 No.5. pp.205-224: <http://www.uni-obuda.hu/journal/Issue31.htm>