



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

HABILITÁCIÓS TÉZISFÜZET

DR. SZABÓ GYULA

Ergonómiai követelmények érvényesítése a munkaeszközként használt gépeknél

BIZTONSÁGTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA	Budapest, 2022. augusztus 16.
--	-------------------------------

TARTALOMJEGYZÉK

I. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI	3
II. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK	5
1. A biztonsági és egészségmegőrzési követelmények kettőssége	5
2. A kockázatértékelési módszerek géptervezés és munkaeszközhasználat során	8
3. A munkavédelmi követelmények becsatolása a géptervezésbe	12
4. A géptervezési követelmény munkavédelmi alkalmazása	17
III. KUTATÁS ÉS AZ EREDMÉNYEK HATÁSA, VISSZHANGJA	24
IV. IRODALMI HIVATKOZÁSOK LISTÁJA	25
V. TÉZISPONTOKHOZ KAPCSOLÓDÓ TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK	28
VI. TOVÁBBI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK	29

I. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI

Az ergonómiai szemléletnek megfelelően a kutatás fókusza az emberi tényező figyelembevétele, a biztonságos és egészséges tevékenységet lehetővé tévő munkarendszer kialakítása, a technikai fejlődés lehetőségeinek kiaknázásával. A párhuzamosan folyó kutatások, módszertani fejlesztések és megvalósított projektek általában az ismétlődéssel járó munkatevékenységekre vonatkoztak, pl. kézi összeszerelés, gépkiszolgálás, számítógépes irodai munkavégzés.

Az irodai munka ergonómiai kérdéseivel kutatói pályafutásom kezdetétől foglalkozom, amikor az – akkoriban digitális forradalmi változásokon átmenő – távközlési szolgáltatások megvalósításához használt irodai és számítógépes munkahelyeket értékeltük, fejlesztettük, beleértve pl. a szolgáltatási folyamatot, a létesítményi környezetet, a munkatartalmat, a bútorzatot, a használt hardvert és szoftvert, és a dolgozói kiválasztási rendszert is. Az eredményeket a Budapesti Műszaki Egyetemen megvédett egyetemi doktori értekezésemben foglaltam össze [Szabó, 1996].

Az összeszerelő és autóiparban nemzetközi háttérű vállalatok megjelenésével a kilencvenes években megnőtt az igény az ergonómiai szolgáltatásokra, elsősorban a teljeskörű felmérésen alapuló fejlesztőprogramok bevezetésére. Több ergonómiai vizsgálóeszköz tanulmányozása és értékelő módszerek adaptálását követően szakmai irányítással kidolgoztuk az Összetett Ergonómiai Kockázat Értékelést (CERA). A CERA történetét és térhódítását tanulmányban foglaltam össze. [Szabó, 2019c]

Kutatói pályafutásom harminc éve alatt többször volt lehetőségem kamatoztatni az eredeti - automatizálás és műszertechnika – végzettségem, és a legmodernebb eszközökkel ergonómiai vizsgálatokat folytatni. Az itt elért eredmények a maguk idejében hazai szinten egyedülállóak voltak, és hozzájárultak a kockázatértékelés szerepének későbbi átértékeléséhez és a dinamikus munkahelyi biztonság koncepciójához.

A közvetlen szakmai munka mellett tudatosan foglalkoztam a munkavédelem, ergonómia és biztonságtechnika oktatásával, ezen belül a tananyagfejlesztéssel, továbbá az e-learning és a projektalapú oktatás lehetőségeivel.

A nemzetközi és hazai szakmai közösség tagjaként erőfeszítést tettem a szakmakultúra fejlesztésére, továbbá a szakmai értékek is ismeretek széleskörű terjesztésére.

A 2018-1.3.1-VKE-2018-00034 számú, „Vészhelyzetekben alkalmazható, konténerbe épített, moduláris kommunikációs infrastruktúra és technológia kialakítására és a fejlesztés fenntartására képes kutatási együttműködés létrehozása, valamint prototípus termékcsalád kifejlesztése” című projekt keretében a kialakítás egészségi és biztonsági követelményeinek meghatározása volt a feladatom. [Szabó 2019b] Ez az alkalmazott kutatás, a konténerből kialakított munkahely példája integráltan mutatja be jelentősebb kutatási eredményeim.

II. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Az európai szabályozásban termékek (pl. gépek) tervezése és forgalomba hozatala teljesen elkülönül a munkavégzésre (pl. munkavédelemre) vonatkozó szabályozástól. Az áruk szabad mozgása érdekében előbbire az egész Európai Unióban egységes a szabályozás, gépek esetében a gép direktíva [2006/42/EK, 2016], míg a munkavédelemre vonatkozóan – bár EU irányelvek alapján - de mégis nemzetállam szintű szabályozások vonatkoznak. A konténerből kialakított munkahely mindkét szabályozásnak eleget kell tennie: egyrészt szállítható termékként a tervezés során a forgalomba hozatalhoz tartozó szabályozást, másrészt az üzembe helyezés után a munkavédelmi követelményeket kell kielégítenie. Bár a konténerből kialakított munkahelyre további termék és használati előírások is vonatkoznak, a kutatásban a humán szempontokat vettem alapul: egyrészt termékként a gépek alapvető egészségi és biztonsági követelményeit másrészt munkahelyként a biztonságos és egészséget nem veszélyeztető munkavégzés követelményeit. Téziseim a következő területekre vonatkoznak:

- A biztonsági és egészségmegőrzési követelmények kettőssége
- A kockázatértékelési módszerek géptervezés és munkaeszközhasználat során
- A munkavédelmi követelmények becsatolása a géptervezésbe
- A géptervezési követelmény munkavédelmi alkalmazása

1. A biztonsági és egészségmegőrzési követelmények kettőssége

A vizsgált konténer egymással összekapcsolt szerkezeti elemeket tartalmaz – pl. antennamozgató szerkezet, pozicionáló szerkezet -, melyeket önálló beépített erőforrással működtet, így gépnek minősíthető forgalomba hozatalához elengedhetetlen a gépdirektívának [2006/42/EK, 2016] való megfelelés. Mivel a konténer nem szerepel a gépdirektíva négyes mellékletében, ezért nem szükséges kijelölt szervezetet bevonni a megfelelőségi eljárásba, a megfelelőségi nyilatkozatot a gyártó is kibocsáthatja.

Mivel a gépdirektíva lesz a meghatározó a konténer használhatósága, biztonsága szempontjából, részletesen értékelni kell az alapvető egészségi és biztonsági követelményeket, ideértve az általános követelményeket az esetlegesen alkalmazandó különleges kockázatokat vagy alkalmazási helyzeteket lefedő követelményeket. Az alapvető egészségi és biztonsági követelmények teljesítéséhez a vonatkozó harmonizált szabványok azonosítását és a tervezés során célszerűen követendő szabványok kijelölését is el kell végezni. [Szabó 2019b]

Ha munkavégzés vagy szolgálatteljesítés során történik a konténer használata, akkor a munkavégzéssel kapcsolatos szabályozásokat is alkalmazni kell. A nemzeti szintű szabályozás miatt itt a munkavégzésből adódó ország követelményeivel kell számolni.

Az EU munkavédelmi szabályozás címzettjei a nemzetállamok, melyek saját szabályozást hoznak a közös szabályozás nemzeti bevezetésére, ez akár szigorúbb vagy részletesebb lehet. Magyarországon az alap a 1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről [Mvt. 1993] és az egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról szóló 5/1993. (XII. 26.) MüM rendelet [5/1993 Müm 1993], melyet több – egyes irányelveknek megfelelő - rendelet egészít ki. Magyarországon rendeletek formájában tovább élnek a Biztonsági Szabályzatok, illetve a foglalkozás-egészségügy is részletesen szabályozott.

Már a keretdirektíva sem terjed ki az életük kockáztatásával szolgálatot teljesítők egészségére és biztonságára - pl. a fegyveres testületek tagjaira -, így Magyarországon külön rendeletek szabályozzák azokat a nem-civil használati helyzeteket, melyek a konténer bevetése során várhatóan előfordulnak. A követelmények meghatározásakor figyelembe kell venni a felhasználás helyét – azaz a konténert csak itthon, vagy misszióban is bevetik-e -, de csak hazai felhasználáskor várhatóan a meghatározó a 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól [BM 2011], az 1/2009. (I. 30.) HM rendelet a Magyar Honvédségre, illetve a katonai nemzetbiztonsági szolgálatokra vonatkozó eltérő munkavédelmi követelményekről, eljárási szabályokról [HM 2009] és a 70/2011. (XII. 30.) BM rendelet a belügyminiszter irányítása alá tartozó rendvédelmi szervek munkavédelmi feladatai, valamint foglalkozás-egészségügyi tevékenysége ellátásának szabályairól [BM 2011b].

A munkahelyként használt konténer minimális követelményeit a 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről [SzCsM-EüM 2002] és a 10/2016. (IV. 5.) NGM rendelet a munkaeszközök és használatuk biztonsági és egészségügyi követelményeinek minimális szintjéről [NGM 2016] tartalmazzák.

Az 1. táblázat tartalmazza a munkahelyként használt konténer egészségi és biztonsági követelmények összefoglalását a két megközelítés alapján.

Konténert, mint gép	Konténer, mint munkahely
<ul style="list-style-type: none"> • Anyagok • Világítás • Anyagmozgatási követelmények • Ergonómia • Munkaállások • Ülés • A vezérlés általános egészségi és biztonsági követelményei • Kezelőelemek • Csatlakoztatások • Szélsőséges időjárás • Működési feltételek • Tűz és robbanás • Zaj és rezgések • Sugárzás és külső sugárzás, lézersugárzás • Veszélyes anyagok • Kezelők közlekedése 	<ul style="list-style-type: none"> • Stabilitás és szilárdság • Villamos berendezések • Emelőszerkezetek • Berendezések, gépek, felszerelések • Menekülési útvonalak és vészkijáratok • Tűzjelzés és tűzoltás • A konténer szellőzése • A konténer hőmérséklete • A helyiségek természetes és mesterséges megvilágítása • A konténer padlója, fala, mennyezete és teteje • Ablakok és tetőablakok • Ajtók és szerelvényílások • Közlekedési útvonalak – veszélyes területek • A konténer mérete és légtere – a mozgás szabadsága a munkaállomásokon • Pihenőhelyiségek • Higiénés helyiségek • Egyéni különbségek • Elsősegélynyújtás • A konténer körzetében végzett munka • Vegyes rendelkezések

1. táblázat: A tervezési és használati egészségi és biztonsági követelmények

Forrás: saját szerkesztés

TÉZIS:

Konténerből kialakított munkahelyek tervezése és használata során legalább (1) az Európai Unió gépek forgalomba hozataláról szóló egységes szabályozását és (2) a tervezett

használatnak megfelelő nemzetállami (a munkahelyekre és munkaeszközökre vonatkozó minimális) követelményeket tartalmazó szabályozást kell figyelembe venni.

2. A kockázatértékelési módszerek géptervezés és munkaeszközhasználat során

A kritikus védelmi kutatások projekt kiemelt kutatási terület kutatásai során tanulmánykötetben foglaltuk össze a kockázatkezelés általános elméletét [Fregan 2013], és a munkahelyi ergonómiai kockázatok csökkentésének lehetőségeit [Szabó 2013].

Konténerből kialakított munkahelyek tervezése során kockázatelemzést kell végezni a vonatkozó egészségvédelmi és biztonsági követelmények meghatározásához, majd ezek alapján kell a konténert legyártani.

A kockázatcsökkentő intézkedéseknél az alábbi fontossági sorrendet (prioritás) kell figyelembe venni:

- elsődleges a beépített biztonság, azaz a veszélyek / ártalmak teljes kiküszöbölése, helyettesítése kevésbé veszéllyessel (eleve biztonságos gép tervezése és gyártása),
- műszaki védelmek, melyek a felhasználótól függetlenül is igazolt védelmet nyújtanak
- jobb megoldás hiányában a felhasználók tájékoztatása a fennmaradó kockázatokról, a kockázatcsökkentés egyéni lehetőségeiről, ideértve az egyéni védőeszközök szükséges használatát.

A konténert úgy kell kialakítani, hogy funkciójának megfeleljen, és kezelése, beállítása, karbantartása ne veszélyeztesse a kezelőket a teljes egész élettartama alatt.

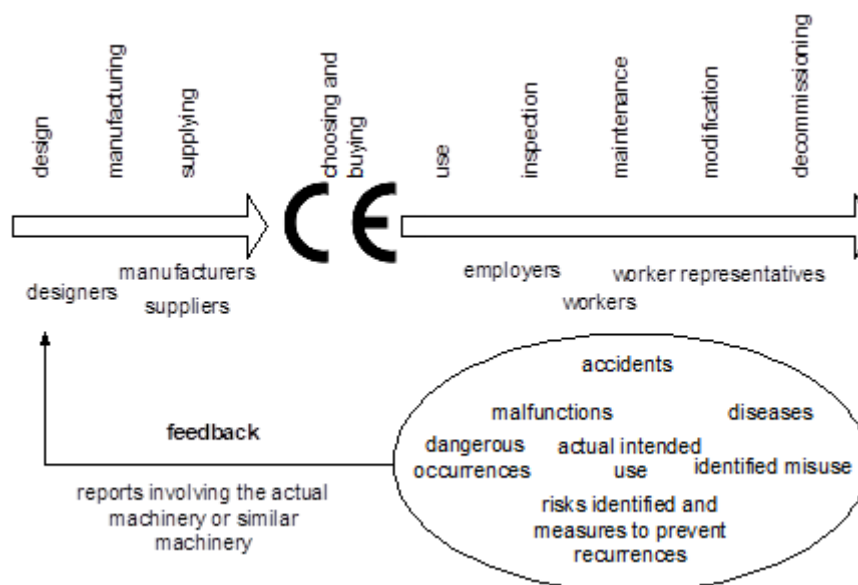
A kockázatértékelésre az „MSZ EN ISO 12100:2011 Gépek biztonsága. A kialakítás általános elvei. Kockázatértékelés és kockázatcsökkentés (ISO 12100:2010)” jelzetű szabványt [MSZ EN ISO 12100] kell alkalmazni. A kockázatelemzéssel és kockázatcsökkentéssel

- meg kell határozni a konténer határait, ideértve a rendeltetésszerű használatot és az előre látható kezelő viselkedésből adódó hibázásokat,
- azonosítani kell a konténer működéséből adódó veszélyes helyzeteket és veszélyeket,
- a lehetséges egészségkárosodások vagy ártalmak valószínűsége és súlyossága alapján meg kell becsülni a kockázatokat,

- a kockázatokat össze kell vetni a kockázatfogadás küszöbértékével (kockázat értékelés), és dönteni a további kockázatsökkentés szükségességéről,
- további kockázatsökkentő intézkedést kell megvalósítani.

A konténer életciklus fázisai:

- összeszerelés: a használatra kész állapot létrehozása, és igazolása,
- tárolás: telephelyen, rendszeres ellenőrzés, karbantartás, a személyzet gyakorlottságát fenntartó üzem,
- szállítás: közúti, vízi, légi szállítás szállító eszközön, mely kihasználható a beüzemelés részleges végrehajtására,
- beüzemelés: az üzemi állapot létrehozása terepi körülmények között,
- bevetési működés: az alap és kiegészítő funkciók tartós megvalósítása,
- áttelepítés: a bevetési körülmények miatt üzemszerű vagy korlátozott működéssel a konténer átmozgatása,
- üzemből kivonás és helyreállítás: mindazon a tevékenységek, melyek a bevetés után az ismételt rendelkezésre állásig szükségesek,
- szétszerelés és leselejtezés: a hasznos élettartamot követő műveletek.



1. ábra: A gépek tervezési és működési környezete

Forrás: saját szerkesztés

A géphasználati biztonságról és egészségvédelemről szóló ILO-gyakorlati kódex összeilleszti a tervezési és az üzemeltetési fázisokat [ILO 2013]. Egy gép életciklusa a **1. ábra** bal oldalán

a tervezéssel kezdődik és a jobb oldalon a leszereléssel ér véget. A termelési oldalon a tervezők, beszállítók és gyártók a kulcsszereplők, míg a dolgozók a felhasználói szerepet töltik be, a munkaadók pedig a biztonságért felelősek az üzemeltetési oldalon.

A gyakorlati kódex elvárja a tervezőktől, gyártóktól, beszállítóktól, munkaadóktól, munkavállalóktól és képviselőiktől, hogy aktívan működjenek együtt a géphasználat biztonsága és egészsége terén. A meghibásodásokról, veszélyes eseményekről, balesetekről és betegségekről szóló információkat össze kell gyűjteni, jelenteni kell a munkahelyen, és vissza kell adni a tervezőknek, valamint minden új kockázatot és intézkedést, amely a megismétlődés megelőzésére szolgál. A balesetekről és betegségekről összegyűjtött információknak segíteniük kell a gyártókat és a tervezőket abban, hogy jobban megértsék termékeiket, a felhasználókat, a felhasználást, a veszélyeket, és ezeket fel kell használni a gépek biztonságának javítására. A munkahelyi visszajelzésekből származó információk lehetővé teszik a tervezők számára, hogy megfelelően meghatározzák a kötelező kockázatértékelés által megkövetelt gépek korlátait, lefedve gépeik teljes felhasználási körét, beleértve a rendeltetésszerű használatot és az ésszerűen előrelátható helytelen használatot is.

A munkavédelem elmúlt 25 évében természetessé vált, hogy a munkahelyi egészség és biztonság érdekében végzett tevékenységek alapja a kockázatértékelés. A kockázatok ismerete mind a munkáltatók, mind a munkavállalók számára lehetővé teszi, hogy közösen megvalósítsanak célszerű intézkedéseket a balesetek megelőzése és a foglalkozási megbetegedések megelőzése, illetve a fokozott expozíció csökkentésére. [EGK 1989]

A kockázati kép a kockázatelemzés eredménye. A biztonság tudomány nyelvén a kockázatok teljes körű meghatározásával írja le a helyzetet, így a biztonság fenntartásához célszerű döntés előkészítésének és meghozatalának alapja. [Szabó 2020b] A kockázati képben, a kontextusban meghatározott kiterjedéssel szerepelnek a veszélyforrások, a lehetséges kimenetek, a valószínűségek, azaz – az esetleges összegződések és kereszthatásokat is figyelembe véve – a kockázatok, különböző pontossággal és időbeli csúszással a kockázatindikátorok, a működő védelmek, a meglévő intézkedések, a rendelkezésre álló védelmi és kárenyhítő intézkedési lehetőségek. [Szabó 2020a]

A munkavédelemben a védendő érték a dolgozók és a munkahelyen megjelenők testi épsége-egészsége, míg a veszélyek közül azokkal foglalkoznak, amelyek a munkahelyből, a munkavégzésből, a munkahelyzetből adódnak. A munkahely a munkáltató érdekkörében

működik, ő rendelkezik az erőforrásokkal, övé a szabályalkotás joga, a munkahelyi biztonság gazdája, így ő a probléma gazda, azaz övé kockázatkezelés felelőssége is. [Mvt 1993]

A munkahelyi kockázatértékelés alapján olyan intézkedéseket kell hozni, mellyel a munkavégzés elfogadható kockázatú marad a tényleges, teljes munkarendszerre kiterjedően, az időközben bekövetkező technológiai, szervezeti és egyéb változások mellett is.

A 2. táblázat összegzi a kockázatértékelések jellemzőit a konténer tervezése és munkaeszközként használata során.

	Konténert, mint gép	Konténer, mint munkahely
Kockázatértékelés célja	A konténer elfogadható kockázatának igazolása, intézkedés ennek érdekében	A konténer elfogadható kockázatának igazolása, intézkedés ennek érdekében
Ki végzi a kockázatértékelést?	A gép tervezője	Munkavédelmi szakember
Ki a felelős a kockázatértékelést?	Forgakomba hozó (gyártó, importőr)	Munkáltató
Mikor végzik a kockázatértékelést?	Tervezés során	Üzembehelyezés előtt és használat közben rendszeresen
Hogyan végzik a kockázatértékelést?	Szabványban előírtak alapján	Alkalmas útmutatók és módszerek alapján
Tevékenység	Tervezett (a dokumentációban előírt) és bejósolt (valós)	Előírt és valóságban megismerhető
Felhasználó	Tervezett (a dokumentációban előírt) felhasználó	Munkavállaló, a munkavalóságban megismerhető
Használati körülmények	Tervezett (a dokumentációban előírt)	Célszerűen kialakított, a valóságban megismerhető
Kockázatértékelés vonatkozási ideje	Forgalombahozatal időpontja (adott időpont)	Munkavégzés ideje (folyamatos)

2. táblázat: A kockázatértékelések a konténer munkaeszközként használatakor

Forrás: saját szerkesztés

TÉZIS:

A biztonsági és egészségmegőrzési követelmények teljesítése a gépek tervezése-forgalomba hozatalakor ill. munkaeszközként történő használat során két különböző sajátosságú kockázatértékelést kell végrehajtani.

3. A munkavédelmi követelmények becsatolása a géptervezésbe

A géphasználatból eredő súlyos munkahelyi balesetek a visszaszorításra tett erőfeszítések ellenére továbbra is előfordulnak. A kezelő helytelen viselkedése a balesetek egyik gyakran azonosított kiváltó oka. Másrészt a hibás dolgozói magatartás az azonosítatlan lehetséges kezelői cselekvéseket vagy a kezelői magatartás előrejelzésének elmulasztását jelenti.

Az EU-OSHA jelentése az emberi-gép interfészeiről (HMI) mint újonnan megjelenő kockázatról is összefoglalta, hogy terepvizsgálatokra van szükség a szervezeti és környezeti tényezők megértéséhez, hogy csökkentsék az emberi-gép interfészekkel kapcsolatos kockázatokat. Kimondja, hogy a használhatósági tervezést a versenyelőny ellenére sem ismerik el, és a felhasználókat leginkább a validációs tesztek vonják be. Lépéseket kell tenni pl. [EU-OSHA 2010]

- javítani és harmonizálni kell a balesetek kivizsgálását és jelentését,
- használhatósági teszteket kell alkalmazni és ki kell terjeszteni a normál működésen túl, beleértve a vészhelyzeteket is,
- a különböző munkavállalói csoportok sajátosságainak megértése,
- felhasználóbarát rendszerek fejlesztése,
- az optimális HMI pénzügyi következményeinek meghatározása,
- a fejlesztőknek, a felhasználóknak és a beszállítóknak fokozniuk kell az együttműködést.

A konténer esetében a bevetési helyzetek teljes körű kockázatértékelése során a kezelőszemélyzet lehetséges viselkedését is figyelembe kell venni. A helyzet sajátossága, hogy jól felkészült válogatott személyzet, de mégis extrém körülmények között, nagy felelősség és időnyomás mellett végzi a feladatokat.

A kezelők használati körülményeit meghatározzák konténer bevetési körülménye, így ezeket a bevetési forgatókönyvek alapján kell pontosítani. Figyelembe veendő pl. a környezeti – kémiai, biológiai, fizikai - tényezők, az időbeosztás, egyéni védőeszközök használata, szervezési kérdések stb.

A bevetési körülmények sokszínűsége miatt megfontolandó bizonyos moduláris kialakítás, melyet a tárolási helyen lehet érvényesíteni (konfigurálás), például árvízi bejelentésnél gumicsónak, vegyvédelmi bevetésnél mentesítő sátor behelyezésével.

Ha a konténert nem önállóan, hanem egy konténertelep részeként használják, akkor tervezni kell a kapcsolódási lehetőségeket és számolni kell a korlátozott külső hozzáféréssel.

Rendeltetésszerű használat

Konténer tervezésekor elengedhetetlen a funkciók rögzítése. A terepi adatátviteli központ funkció történhet autonóm módon, de megvalósításához szükség lehet állandó operátori jelenlétre. Bizonyos operátori beavatkozások történetnek a konténer belsejében és külső felületén.

A rendeltetésszerű használat jelentősen függ attól, hogy milyen események és körülmények között lesz bevethető a konténer. Az alap funkció mellett további feladatok megvalósítására is alkalmas lehet a konténer, például infrastruktúraként szolgálhat a beavatkozó személyzet részére, alkalmas lehet anyagok és mobil eszközök helyszínre továbbítására és bázisául.

Észszerűen előrelátható rendellenes használat és a használati körülmények

Gépek kockázatértékelése során rendeltetésszerű használatként a meghatározott munkafeladatot, míg észszerűen előrelátható rendellenes használatként minden más tevékenységet tekinthetünk, amelyet akár balesetelemzésekéből, hasonló termékek elemzéséből, vagy használhatósági vizsgálatokból határozhatunk meg. A használhatóság fejezi ki azt munkaeszközként használt gépek esetén, hogy a dolgozó az adott gépet mennyire hatékonyan, hatásosan és kielégítően tudja használni a munkafeladat elérésére meghatározott munkakörülmények között.

A kockázatmegelőzés elvei szerint a mérnöki intézkedések prioritást élveznek a dolgozók által a munkahelyeken használt gépek tervezésében, ezért kiemelt cél a beépített biztonság megteremtése. Ha elmarad az előre látható kezelői magatartások azonosítása a gép tervezésekor, akkor nem a lehetséges következmények beépített biztonság elvének megfelelő kezelése sem történhet meg, így munkáltatói intézkedésekre lesz szükség.

A valóságban olyan koncepciók és módszerek állnak rendelkezésre, amelyek segítenek a tervezőknek megérteni a dolgozók viselkedését, előre jelezni a lehetséges cselekedeteket és azonosítani az előre látható viselkedéseket.

A terméktervezés területén alkalmazott használhatósági módszerek adaptálása és alkalmazása lehetővé teszi a géptervezők számára, hogy megértsék a kezelők előre látható viselkedését, beleértve az esetleges működési hibákat, és teljesítsék az irányelvekben és szabványokban

meghatározott tervezési követelményeket. A használhatóság értékelő útmutatók bemutatják a vonatkozó definíciókat, fogalmakat, jogszabályi környezetet, és megvitatják az új szabványok bevezetését, alkalmazási példákat. [Szabó 2016a]

A munkahelyeken használt berendezések munkavállalók általi használatára vonatkozó adatok gyűjtésének módszereire vonatkozó harmonizált szabványok, amelyek segítik a tervezőket a valódi használat megértésében, javítják a kockázatértékelést, és biztonságosabb és egészségesebb termékekhez vezetnek.

A konténer, mint gép tervezése során a harmonizált gépbiztonsági szabványokban részletezett alapvető egészségi és biztonsági követelmények teljesülését kell a kockázatértékeléssel igazolni. Kiemelt jelentőségű tehát, hogy az ergonómiai követelmények a gépbiztonság harmonizált szabványaiban kellő módon megjelenjenek, akár önálló B, vagy C típusú szabványok részeként. [Szabó 2016b]

A gépdirektíva bevezeti a harmonizált szabvány fogalmát, mely egy meghatározott szabványügyi testület által elfogadott, és az Európai Unió Hivatalos Lapjában kihirdetett szabvány. A harmonizált szabványok alkalmazása nem kötelező, de a megfelelés feltétele a bennük megfogalmazott alapvető egészségvédelmi és biztonsági követelmények teljesítése az irányelv I. mellékletének megfelelően.

A gépek biztonsága szabványokat három kategóriába sorolják. Az egyetlen A típusú harmonizált szabvány a MSZ EN ISO 12100:2011 Gépek biztonsága. A kialakítás általános elvei. Kockázatértékelés és kockázatcsökkentés (ISO 12100:2010) az összes gépkategóriára fogalmaz meg előírásokat. [MSZ EN ISO 12100]

A B típusú szabványok a gépek biztonságának egyes tényezőjére vagy a több gépkategóriánál is alkalmazható biztonsági megoldásokra vonatkoznak. Jelenleg a CEN által kiadott 94 és tíz CENELEC szabvány tartozik ide. Példaként friss elfogadású B típusú szabvány az MSZ EN ISO 14122-1:2016 Gépi berendezések helyhez kötött feljárói sorozat és az MSZ EN ISO 19353:2016 Gépek biztonsága. Tűzmelegelőzés és tűzvédelem szabványok.

C típusú szabványok a gépek egy meghatározott körére vonatkoznak, és ezekre részletes specifikus követelményeket írnak elő. A CEN 593, a CENELEC 116 harmonizált szabványt jegyez. Példaként friss elfogadású C típusú CEN szabvány az MSZ EN ISO 4254-14:2016 Mezőgazdasági gépek. Biztonság. 14. rész: Bálacsomagolók vagy az MSZ EN 16743:2016 Élelmiszeripari gépek. Automata ipari szeletelőgépek. Biztonsági és higiéniai követelmények vagy az MSZ EN ISO 17916:2016 Termikus vágógépek biztonsága CEN szabvány.

Nem minden szabványt harmonizálnak, így számos további nemzeti és nemzetközi szervezet által elfogadott gépek biztonságával foglalkozó szabvánnyal dolgozhatunk.

A szabványok nemzetközi osztályozási rendszere (ICS) szerint a „13. Környezet. Egészségvédelem. Biztonság” területen belül található a 13.110 Gépek biztonságával és az 13.180 Ergonómiával foglalkozó szabványok.

A 13.110 Gépek biztonságánál több, a 13.180 Ergonómia csoportban is szereplő érvényes magyar szabvány is található, és ezek közül harmonizáltak az alábbiak:

Az ember fizikai teljesítménye:

Fogalom meghatározások [MSZ EN 1005-1:2001+A1:2009]

- A gépek és a géprészek kézi kiszolgálása [MSZ EN 1005-2:2003+A1:2009]
- A gépkezeléshez ajánlott erőhatárok [MSZ EN 1005-3:2002+A1:2009]
- A géphez viszonyított, munka közbeni testtartások és mozgások értékelése [MSZ EN 1005-4:2005+A1:2009]

Az emberi test méretei:

- Alapelvek a nyílások szükséges méreteinek meghatározásához gépeken az egész testtel való bejutás céljából [MSZ EN 547-1:1996+A1:2009]
- A hozzáférési nyílások méretezésének alapelvei [MSZ EN 547-2:1996+A1:2009]
- Testméretek [MSZ EN 547-3:1996+A1:2009]

A kialakítás ergonómiai alapelvei:

- Szakkifejezések és általános alapelvek [MSZ EN 614-1:2006+A1:2009]
- A gépek és a munkafeladatok kialakítása közötti kölcsönhatások [MSZ EN 614-2:2000+A1:2009]
- A kijelzők és a kezelőelemek tervezésének ergonómiai követelményei:
- A kijelzőkkel és a kezelőelemekkel való emberi kölcsönhatások általános elvei [MSZ EN 894-1:1997+A1:2009]
- Kijelzők [MSZ EN 894-2:1997+A1:2009]
- Kezelőelemek [MSZ EN 894-3:2000+A1:2009]
- A kijelzők és a kezelőelemek elhelyezése és elrendezése [MSZ EN 894-4:2010]

A magyar besorolás szerint még további ergonómiai szabványokat is találunk, melyek jól tükrözik a CEN illetve az ISO ergonómiai bizottságainak felépítését. A CEN/TC 122

Ergonómia bizottság eddig 101 szabványt bocsátott ki, és az alábbi munkacsoportokban működik:

- Antropometria
- Fizikai környezet ergonómiája
- Integrált egyéni védőeszközök ergonómia kialakítása és értékelése
- Ergonómiai tervezési elvek
- Bio-mechanika
- Ember-rendszer kölcsönhatás ergonómiája

A Nemzetköz Szabványügyi Szervezet ISO/TC 159 Ergonómia bizottsága 128 szabványt bocsátott ki, és húsz munkacsoportja az alábbi négy albizottsághoz tartozik:

- Általános ergonómia elvek
- Antropometria és a bio-mechanika
- Ember-rendszer kölcsönhatás ergonómiája
- Fizikai környezet ergonómiája

Bár a fenti szabványok meghatározzák az ergonómiai szempontokat a gépek fejlesztése során [ISO/TR 22100-3:2016], az összes ésszerű (vagy lehetséges) viselkedés azonosítása továbbra is kihívást jelent.

A gépek biztonságos kialakítását, a tervezőknek az előre látható viselkedések megismerését teszi lehetővé a tervezés támogatásához kidolgozott munkaelemzési módszertan, melynek alkalmazása szükségessé is vált a harmonizált szabványként történő megjelentetéssel [MSZ EN 16710-2:2016].

A gépek és operátorok fizikai adottságainak megfeleltetése általában a legkönnyebben teljesülő követelmény, és nehezebb az információfeldolgozással kapcsolatos követelmények kielégítése. Több oka is van, hogy a szabályozás és a szabványok ellenére ergonómiai problémák vannak a gépekkel.

C típusú szabványok alkalmazásakor az ergonómiai követelmények annak függvényében teljesülnek, hogy az adott szabványban azok milyen szinten jelennek meg.

Digitalizált környezetben, számítástechnikai alkalmazások és szolgáltatások létrehozásakor elérhetőek informatikailag támogatott ergonómiai módszerek, és illeszkednek a digitális világ termékfejlesztési módszertanához [Szabó 2018c]

A szabvány alapját a munkaelemzés és a dolgozói / felhasználói bevonás jelentik. Keretet ad a munkatevékenység teljes körű megismerésére, és a módszerek, erőforrások, eredmények, következmények hatásának feltárására. A szabvány a munkatevékenység elemzésére a megfigyelés, a leírás és az értelmezés módszerét határozza meg.

A szabvány mellékletében a munkaelemzés lépései és folyamata, illetve a tervezés során az ergonómiai megközelítés és elemzés lehetséges megvalósítási módja is helyt kapott.

A szabvány segíti a kockázatértékelési szabvány alkalmazását, és az előre látható viselkedés tényleges, módszeres feltárását. Bár önmagában is használható, a szabványsorozat másik eleme [CEN/TR 16710-1:2015] részleteiben is bemutatja a feedback eljárást, és alkalmazási példával segíti a tervezőket a géphasználat megismerésében.

A feedback módszer konkrét alkalmazási példái alapján állapították meg, hogy az alkalmas [Strambi et al. 2012]

- a tervezési vagy akár a szabványban lévő hibák azonosítására a már a tervezés során,
- a meglévő eredmények valóságának igazolására és
- a munkahatékonyság javulásának nyomon követésére.

Tagadhatatlan, hogy a visszacsatolós módszerhez hasonlóan a használhatósági módszerek idő- és munkaigényesek, de lehetővé teszik a tervezők számára, hogy előre jelezzék a kezelő tevékenységét, és biztonságosabb gépeket készítsenek, így csökkentve a munkahelyi berendezésekkel kapcsolatos kockázatokat.

TÉZIS

A géphasználatból eredő súlyos munkahelyi balesetek egyik gyakran azonosított kiváltó oka a kezelő helytelen viselkedése, mely a tervezés során megelőzhető a lehetséges kezelői viselkedés alaposabb megismerésével. A visszacsatolós módszer lehetővé teszi a tervezők számára, hogy dokumentáltan csatornázzák be a kezelő tevékenységére vonatkozó ismereteket a tervezésbe, így megelőzzék a munkahelyi géphasználatból eredő egészségkárosodást. [Szabó 2018a]

4. A géptervezési követelmény munkavédelmi alkalmazása

A gépek biztonsága szabványokban meghatározott kritériumok és értékelési módszerek nem csak a tervezésben, hanem a forgalombahozatal után, a munkahelyi biztonság és egészségmegőrzéshez is felhasználhatók. Jó példa erre, hogy a hazai munkavédelmi

gyakorlatban elsőként megjelenő kockázatértékelési eljárások a gépek kockázatértékelését vették alapul.

Magától értetődik a C típusú gépek biztonsága szabványok felhasználása a gépek értékelésére a munkavédelmi kockázatértékelés során, hiszen az ezekben megfogalmazott konkrét követelményeket már az üzembe helyezés előtt a munkaeszköznek teljesítenie kellett. A gép használhatóságát kérdőjelezi meg, ha a rá vonatkozó követelmény nemteljesülését tárja fel a munkabiztonsági vizsgálat.

Több B típusú gépek biztonsága harmonizált szabvány tartalmaz a gép adott veszélyére vonatkozó olyan kockázat értékelési eljárást, mely a gépek munkahelyi értékelése során is alkalmazható, esetleg a gépkiszolgálási tevékenységen túlmutatóan is értelmezhető. Ilyen például az MSZ EN 1005 szabványsorozat, mely a gépek kézi kiszolgálásával járó váz-izomrendszeri kockázatok értékelését tartalmazza. Ezt a szabványt adaptáltuk az Összetett Ergonómiai Kockázatértékelés (CERA) kidolgozásakor is, így a CERA értékeléssel kapott elfogadhatatlan kockázat azt jelenti, hogy a gép még nem hozható forgalomba, azaz üzembe sem helyezhető munkaeszközként.

Munkahelyek ergonómiai értékelései során az Összetett Ergonómiai Kockázatbecslés [Szabó 2012] alkalmazásakor még nem talákoztunk olyan esettel, amikor az értékelés ne mutatott volna valamely területen elfogadhatatlan kockázatot. A kivétel nélkül megjelenő nemmegfelelések azt jelentik, hogy a gyakorlatban a biztonságosként értékelt gépek valójában túlzott igénybevételt jelentenek. Az ergonómiai követelmények figyelmen kívül hagyása is hozzájárul, hogy a munkahelyi megelőző intézkedések ellenére továbbra is magas a munkával kapcsolatos vázizomrendszeri megbetegedések szintje [EU-OSHA 2020].

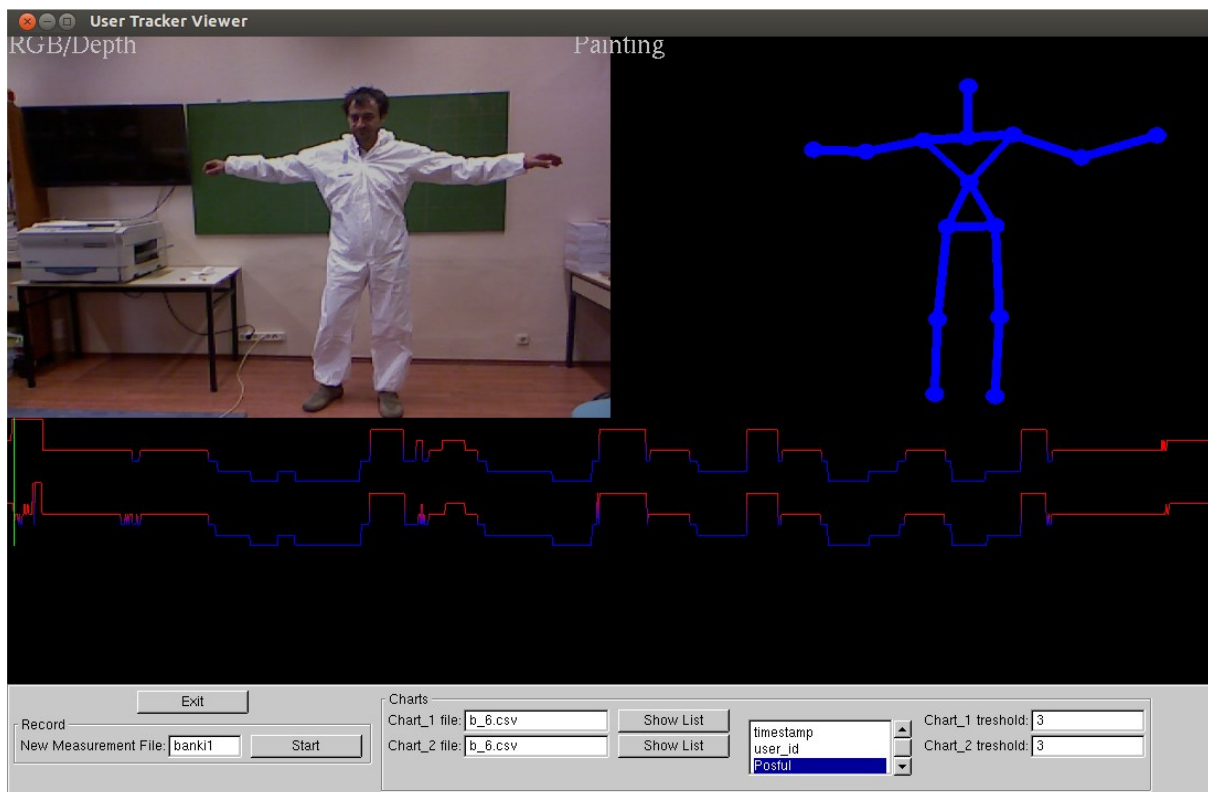
Az Összetett Ergonómiai Kockázatértékelés [Szabó 2019c] kidolgozása és használhatóságának igazolása során sikerült az ergonómiai kockázatértékelések néhány korlátját felismerni, és lehetséges kutatás irányokat kijelölni. Azóta az akkor felvetett kérdések egy része megoldódott – például testmozgások adat felvételezése -, néhány továbbra is válaszra vár – például a különböző kockázati tényezők összegzése -, és időközben közelebb kerültünk a kutatási megközelítés újrafogalmazásához, talán a kockázat-alapú baleset megelőzési paradigma teljes átértékeléséhez.

Az egyénhez igazítás nyomán kialakuló és a többi időben változó értékű közvetett ergonómiai kockázati tényező – például a kézi anyagmozgatás során a mozgatott csomagok tömege, a

környezeti tényezők (pl. zaj, megvilágítás, hőmérséklet, páratartalom) – mérése és értékelése jellemzően egymástól függetlenül, a munkavédelmi vagy a termelésfejlesztési tevékenység részeként történik.

Az MSZ EN 1005 szabványsorozat alapján történő értékeléshez hozzánk hasonlóan sokan kerestek az emberi testmozgások adatfelvételezésére megoldást a 3D képfelismerő megoldásokkal. A VICON rendszer alkalmazása csak korlátozott körülmények között vezetett sikerre: csak rövid időtartamú tevékenységek vizsgálatára, akadályoktól és takarásoktól mentes környezetben volt eredményes, mert a markerek kézzel történő azonosítása a felvételeken rettentően időigényes maradt. Számtalan publikáció született különböző háromdimenziós kamerákkal – pl. ASUS, a Kinect - végzett értékelésekről, de a látványos eredmények mögött mégsem volt hiteles mérés, mert hiányzott annak bizonyítása, hogy a kamera által rögzített képekből különböző testmodellek alapján számított ízületi szögértékek és testhelyzetek a tényleges értéknek felelnek meg.

A Kinecttel folytatott vizsgálatainkhoz fejlesztettük az ErgoCapture rögzítő rendszert, melynek adatait K-legközelebbi szomszéd módszerrel dolgoztuk fel. [Szabó, 2014a].



2. ábra: A kísérleti szoftver képernyőképe

Forrás: saját szerkesztés

A kutatás megerősítette, hogy mind a klaszteranalízis, mind a Legközelebbi Szomszéd Analízis képes azonosítani a különböző állóhelyzeteket adott körülmények között. Megállapítást nyert, hogy akár egyetlen 3D-s kamerával és rövid betanítással is megkülönböztethetőek a különbözőtesthelyzetek a Nearest Neighbor Analysis segítségével.

A fent említett rögzítőrendszerek ergonómiai követelményeinek való meg nem felelés miatt a rendszer alkalmazhatósága hosszúidejű és a terepi körülmények közt nem igazolódott. Az emberi mozgásrögzítő technológia azonban már használható

- a felhasználók betanítására egy speciális, néhány másodperces precíziós mozgásra, például egy tú beszurására,
- bizonyos körülmények között az ergonómiai szakember támogatására a kockázatértékelésben,
- a felhasználóknak különleges körülmények között visszajelzés nyújtására, pl. az ülő viselkedés javítására.

Úgy tűnik, hogy a technikai fejlődésnek az ergonómiai kockázatértékelés módszertana területén áttörés készül. Az új megközelítésben a munkával összefüggő mozgásszervi megbetegedések közvetlen és közvetett kockázati tényezőinek újragondolása várható. A zárt laboratóriumokban jelenleg alkalmazott technológiák ipari környezetben is használhatóak lesznek, és lehetővé teszik adott helyzetben tevékenykedő személyek mozgásainak hiteles minősítését. [Szabó, 2014a].

A viszonylag olcsó, szabadon hozzáférhető fejlesztői szoftvercsomagokkal támogatott 3D, később a mobil kommunikációs eszközökbe integrált kamerák elterjedését gyorsan követte az ergonómiai alkalmazások megjelenése, illetve ezek használata valós körülmények között. A többi munkavédelemben is használható „kütyü”-höz hasonlóan itt is igaz, hogy a külső szemlélő számára nehezen felismerhető az, hogy egy adott alkalmazás valós eredmény mutat-e, hogy csak egy egyetemi tanulmány során beadandó feladatként készített program vagy komoly validált eszköz.

Az olcsó – telefonok kameráját használó – ergonómiai vizsgálóeszközök mára laikusok számára is könnyen hozzáférhetőek, akik előzetes tudás vagy tapasztalat nélkül is elvégezhetnek ergonómiai értékeléseket úgy, hogy a rendszer által megjelenített kockázati értékeket tényként fogadják el, és ez alapján döntenek az egyes munkahelyeket ergonómiai

megfelelőségéről. Az ergonómiai kockázatértékelés megbízhatóságának növelése az értékelést végző tudásától és tapasztalattal független módon sürgető feladattá vált.

A testmozgások adat felvételezésére megoldást a goniométerek az inerciális és mágneses alapon működő forradalmian új generációja hozta, mely különböző testhez rögzített érzékelőkkel, majd testre simuló ruhaként viselhető mérőeszközként nagy felbontással és nagy pontossággal alkalmasak a különböző ízületi szögek rögzítésére, és az adatok számítógép számára továbbítására. A vizuális módszereken alapulóhoz hasonlóan a viselhető műszerekre is igaz, hogy a testhelyzet rögzítése különböző pontossággal történik az egyes testrészekre, pontosabb a fej, a törzs, a végtagok érzékelése, mint a jóval kisebb lábfej, kéz, csukló ujjak helyzetéé.

A teljes expozíciómérésre és -dokumentálásra példa a Pimex rendszer, mely a környezeti tényezők és a tevékenység vizuális rögzítését és mérését végzi. A mozgások felvételezésére jelenleg elfogadott az Xsense és hasonló elven működő rendszerek. A mozgásleíró állományok ergonómiai elemzésére, illetve a tervezési szakaszban a modellek virtuális elemzésére megoldást lehet az MVN, Jack vagy ViveLab szoftverek. [Szabó, 2019a]

A legújabb viselhető vizsgálóeszközök hosszabb mérési időt, gyorsabb beöltözést és kényelmesebb viseletet, a kéz- és lábfej helyzetének pontosabb mérését teszik lehetővé. Egyes változatokat a kifejtett erő meghatározásához nyomásmérő kesztyűvel egészítettek ki, illetve alkalmanként használnak a tevékenység megismeréséhez szemmozgáskövető szemüvegeket.

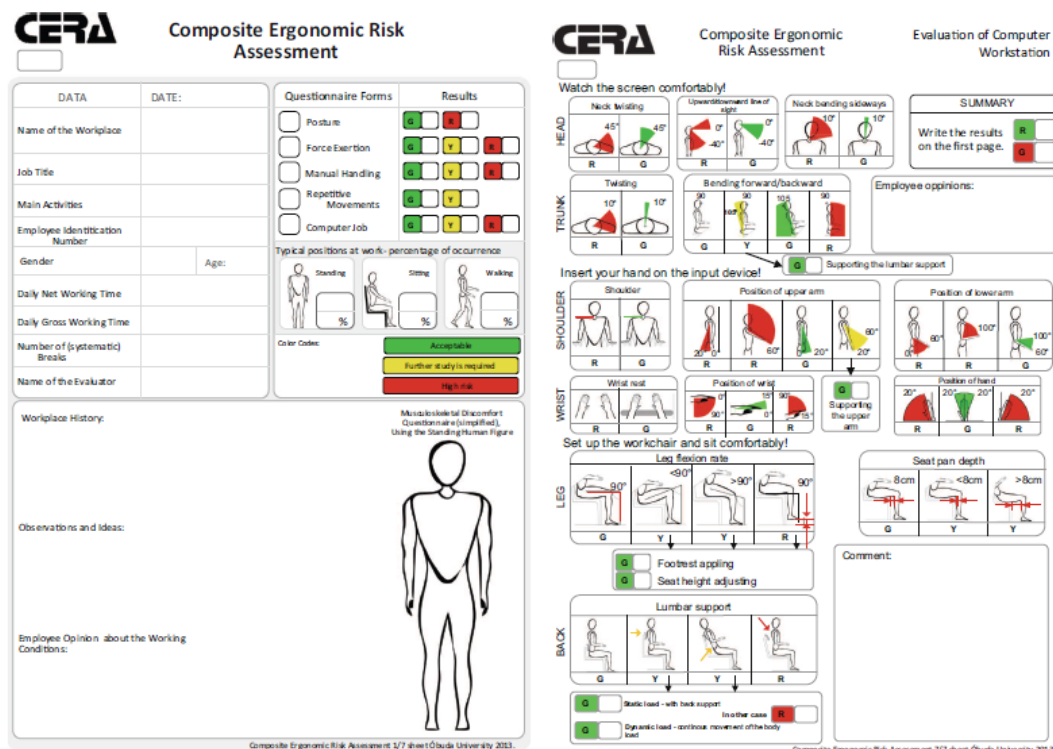
Az ErgoCapture kutatás értékét jelzi, hogy már szakértői értékelés támogatására alkalmas mesterséges intelligencia alapú eszköz is elérhető videofilmeken rögzített fizikai munkatevékenységek értékelésére, [De Rosario et al 2021]

Az MSZ EN 1005 adaptálással kidolgozott CERA munkahelyek kockázatértékelésére történő használati tapasztalatai alapján módszertani fejlesztések is szükségessé váltak.

A CERA továbbfejlesztésének következő iránya az új egyéni helyettesek felkészítése a különböző típusú munkákra. A hegesztéshez, a kézi hulladékválogatáshoz [Szabó 2017] külön CERA-verziók állnak rendelkezésre, ez a cikk pedig a számítógépes munkahelyekre szánt CERA-verziót mutatja be. Az új eszközök fejlesztése során világossá vált, hogy az általános CERA értékelésből ki kell hagyni az adott munkahelyzetben hiányzó kockázati tényezőket, például a számítógépes munkahelyi értékelésnél nincs ok a kézi kezeléshez kapcsolódó

kockázati tényezők figyelembe vételére. Másrészt a közvetett kockázati tényezők értékelésére való bevonása elkerülhetetlen az egyes módszereknél, például a munkamagasságnál (3. ábra).

A CERA iroda tartalmazza az összes olyan közvetlen ergonómiai kockázati tényezőt, amely potenciálisan jelen van a képernyőn végzett munka során, így felméri a testtartást, különösen a kéz helyzetét az EN 1005-4 szerint [EN 1005-4:2005 + A1:2008]. Másrészt tartalmazza a munkahelyi elemek értékelését, például a monitor, az ülés és a billentyűzet helyzetét. A közvetett tényezők értékelésének eredménye ezen elemek beállításától függ. Az értékelés történhet a valós, korszerű helyzetnek megfelelően, vagy a munkahelyi beállítási lehetőségek optimális kihasználásával, tehát ideális felhasználói magatartással is. Ez a megkülönböztetés azt mutatja, hogy a CERA iroda a többi ergonómiai önértékelő eszközhöz hasonlóan képes a felhasználói/munkavállalói magatartás javítására, vagyis a munkahelyi egészségfejlesztési vagy munkavédelmi oktatási programok segítésére. A CERA Office előnye az irodai környezetben az eredeti CERA használatához képest, hogy tartalmazza az összes tipikus számítógépes munkahelyhez kapcsolódó kockázati tényezőt, és lényegesen rövidebb, mint a teljes CERA felmérés, mivel figyelmen kívül hagyja a nem releváns tényezőket. [Szabó, Németh 2018b]



3. ábra: CERA office

Forrás: saját szerkesztés

TÉZIS

A gépek alapvető egészségi és biztonsági követelményeit részletező gépek biztonsága szabványok a munkahelyeken munkaeszközként használt gépek kockázatcsökkentésére is alkalmasak. A munkahelyi kockázatértékelést segíti az automatikus adatgyűjtés- és feldolgozás, valamint a gépbiztonsági szabványban megfogalmazott követelmények kiegészítése a tényleges munkatevékenységre vonatkozó specifikus szempontokkal.

III. KUTATÁS ÉS AZ EREDMÉNYEK HATÁSA, VISSZHANGJA

A kutatási eredmények hazai folyóiratokban és nemzetközi kiadványokban is megjelentek. Érdeklődést váltott ki az Összetett Ergonómiai Kockázatértékelés papír-ceruza verziója, mely jelenleg magyar, angol és orosz nyelven is érhető. A kutatás helyes irányát jelzi, hogy hasonló megfontolások alapján fejlesztették az EAWS rendszert, és implementálták az MSZ EN 1005 szabványt a ViveLab vagy a Jack rendszerekben.

Kiemelkedő a CERA alkalmazásának elterjedése, mely általánosan ismert vázizomrendszeri kockázatértékelő eszközként a hazai munkavédelmi gyakorlat szerves részévé vált. Egyaránt kötelező tananyag a felsőfokú munkavédelmi képzésben a meghatározó egyetemeken és a munkavédelmi felügyelők képzésében.

Valid irodai, számítógépes munkahely értékelő eszközként többen feldolgozták a CERA irodai változatát.

Az optikai és viselhető eszközökkel folytatott kísérleteink, majd az ErgoCapture és hozzá kötődő mintázatfelismerési kutatások szintén helyes irányt képviseltek, hiszen erre az elméletre tehető kutatóhelyeken időközben ipari környezetben is használható rendszereket fejlesztettek.

A bemutatott tudományos eredmények megvalósult egyetemi kutatás-fejlesztési projektek mellett további alkalmazásokra is sor került, melyekkel hazai nagyvállalatok számára értékelést végeztünk és valósítottunk meg intézkedéseket, ide értve irodaház ergonómiai kialakítását, inerciaszenzoros vázizomrendszeri kockázatértékelést.

A kutatási projektek ipari partnerekkel együtt valósult meg, majd az eredmények felhasználására is létrejöttek új együttműködések. Jelenleg a CERA office adaptálását készítjük elő egyik jelentős egyetemi partnerünknel.

A gépbiztonsággal kapcsolatos eredmények nemzetközi kutatási együttműködésekhez vezettek [Etienne et al. 2021], és a gépek forgalomba hozatalának újra szabályozásánál, illetve a kapcsolódó szabványosítási munkában hasznosulnak.

A bemutatott kutatási eredmények beépültek a tananyagba, több szakdolgozat készült és doktori kutatás indult ezeken a területeken.

IV. IRODALMI HIVATKOZÁSOK LISTÁJA

A felhasznált, idegen szerzők által publikált szakirodalmi hivatkozások [név, évszám] szerint.
2006/42/EK, 2016 AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2006/42/EK IRÁNYELVE
(2006. május 17.) a gépekről és a 95/16/EK irányelv módosításáról (átdolgozás)

BM 2011a, 39/2011. (XI. 15.) BM rendelet a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének általános szabályairól

BM 2011b, 70/2011. (XII. 30.) BM rendelet a belügyminiszter irányítása alá tartozó rendvédelmi szervek munkavédelmi feladatai, valamint foglalkozás-egészségügyi tevékenysége ellátásának szabályairól

CEN/TR 16710-1:2015 Ergonomics methods - Part 1: Feedback method - A method to understand how end users perform their work with machines

De Rosario et al (2021) De Rosario, H., Medina-Ripoll, E., Pedrero-Sánchez, J.F., Sanchís-Almenara, M., Valls-Molist, A., Miralles-Garcera, P.P. (2021). Ergonomic Assessment with a Convolutional Neural Network. A Case Study with OWAS. In: Sumpor, D., Jambrošić, K., Jurčević Lulić, T., Milčić, D., Salopek Čubrić, I., Šabarić, I. (eds) Proceedings of the 8th International Ergonomics Conference. ERGONOMICS 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1313. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66937-9_8 (ellenőrizve 2022. augusztus 15.)

EGK 1989, A Tanács Irányelve (1989. június 12.) a munkavállalók munkahelyi biztonságának és egészségvédelmének javítását ösztönző intézkedések bevezetéséről (89/391/EGK)

Etienne et al. (2021) Etienne, Pascal; Zunjic, Aleksandar; Ferreira, Pedro; Michez, Bernard; Szabó, Gyula: The European Machinery Directive: A Challenge for Manufacturers and Users In: Noy, Ian; Neumann, W. Patrick; Black, Nancy L. (szerk.) Proceedings of the 21st Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2021) Springer International Publishing (2021) pp. 432-438. Paper: Chapter 54, 7 p. (ellenőrizve 2022. augusztus 15.)

EU-OSHA 2010, European Agency for Safety and Health at Work, Pappachan, P., Hauke, A., Flaspöler, E., The human machine interface as an emerging risk , Publications Office, 2010, <https://data.europa.eu/doi/10.2802/21813> (ellenőrizve 2022. augusztus 15.)

EU-OSHA 2020 European Agency for Safety and Health at Work, Crawford, J., Davis, A., Work-related musculoskeletal disorders : why are they still so prevalent? : evidence from a

literature review, Publications Office, 2020, <https://data.europa.eu/doi/10.2802/749976>
(ellenőrizve 2022. augusztus 15.)

Fregan Beatrix 2013, Kockázatelemzés, kockázatértékelés, Óbudai Egyetem
Biztoinságtudományi Doktori Iskola, Budapest, 2013. ISBN 978-615-5018-98-5

HM 2009, 1/2009. (I. 30.) HM rendelet a Magyar Honvédségre, illetve a katonai
nemzetbiztonsági szolgálatokra vonatkozó eltérő munkavédelmi követelményekről, eljárási
szabályokról

ILO 2013, Safety end health in the use of machinery. ILO code of practice Geneva, International
La-bour Office, Programme on Safety and Health at Work and the Environment, 2013 ISBN
978-92-2-127726-2 (web pdf) (ellenőrizve 2022. augusztus 15.)

ISO/TR 22100-3:2016 Safety of machinery -- Relationship with ISO 12100 -- Part 3:
Implementation of ergonomic principles in safety standards

MSZ EN 1005-1:2001+A1:2009 Gépek biztonsága. Az ember fizikai teljesítménye. 1. rész:
Fogalom meghatározások

MSZ EN 1005-2:2003+A1:2009 Gépek biztonsága. Az ember fizikai teljesítménye. 2. rész: A
gépek és a géprészek kézi kiszolgálása

MSZ EN 1005-3:2002+A1:2009 Gépek biztonsága. Az ember fizikai teljesítménye. 3. rész: A
gépkezeléshez ajánlott erőhatárok

MSZ EN 1005-4:2005+A1:2009 Gépek biztonsága. Az ember fizikai teljesítménye. 4. rész: A
géphez viszonyított, munka közbeni testtartások és mozgások értékelése

MSZ EN 16710-2:2016 Ergonómiai módszerek. 2. rész: Munkaelemzési módszertan a tervezés
támogatásához.

MSZ EN 547-1:1996+A1:2009 Gépek biztonsága. Az emberi test méretei. 1. rész: Alapelvek a
nyílások szükséges méreteinek meghatározásához gépeken az egész testtel való bejutás céljából

MSZ EN 547-2:1996+A1:2009 Gépek biztonsága. Az emberi test méretei. 2. rész: A
hozzáférési nyílások méretezésének alapelvei

MSZ EN 547-3:1996+A1:2009 Gépek biztonsága. Az emberi test méretei. 3. rész: Testméretek

MSZ EN 614-1:2006+A1:2009 Gépek biztonsága. A kialakítás ergonómiai alapelvei. 1. rész:
Szakkifejezések és általános alapelvek

MSZ EN 614-2:2000+A1:2009 Gépek biztonsága. A kialakítás ergonómiai alapelvei. 2. rész: A gépek és a munkafeladatok kialakítása közötti kölcsönhatások

MSZ EN 894-1:1997+A1:2009 Gépek biztonsága. A kijelzők és a kezelőelemek tervezésének ergonómiai követelményei. 1. rész: A kijelzőkkel és a kezelőelemekkel való emberi kölcsönhatások általános elvei

MSZ EN 894-2:1997+A1:2009 Gépek biztonsága. A kijelzők és a kezelőelemek tervezésének ergonómiai követelményei. 2. rész: Kijelzők

MSZ EN 894-3:2000+A1:2009 Gépek biztonsága. A kijelzők és a kezelőelemek tervezésének ergonómiai követelményei. 3. rész: Kezelőelemek

MSZ EN 894-4:2010 Gépek biztonsága. A kijelzők és a kezelőelemek tervezésének ergonómiai követelményei. 4. rész: A kijelzők és a kezelőelemek elhelyezése és elrendezése

MSZ EN ISO 12100:2011 Gépek biztonsága. A kialakítás általános elvei. Kockázatértékelés és kockázatcsökkentés (ISO 12100:2010)

MüM 1993, 5/1993. (XII. 26.) MüM rendelet a munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról

Mvt 1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről

NGM 2016, 10/2016. (IV. 5.) NGM rendelet a munkaeszközök és használatuk biztonsági és egészségügyi követelményeinek minimális szintjéről

Strambi et al. 2012, Strambi, F., Bartalini, M., Boy, S., Gauthy, R., Landozzi, R., Novelli, D., Stanzani, C. End users "feedback" to improve ergonomic design of machinery (2012) *Work*, 41 (SUPPL.1), pp. 1212-1220. (DOI: 10.3233/WOR-2012-0305-1212) (ellenőrizve 2022. augusztus 15.)

SzCsM-EüM 2002, 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről

V. TÉZISPONTOKHOZ KAPCSOLÓDÓ TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

1. Szabó, Gyula (2012): Evaluation and prevention of work-related musculoskeletal disorders in Hungary, In: Ahran, T Z; K, Waldemar (szerk.) Advances in Physical Ergonomics and Safety Orlando (FL), Amerikai Egyesült Államok: CRC Press - Taylor and Francis Group (2012) pp. 195-202., 8 p.
2. G. Szabó (2014a): “ErgoCapture – A Motion Capture Based Ergonomics Risk Assessment Tool,” in Proceedings of the 5th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics 2014 and the Affiliated Conferences, 2014, pp. 313–321.
3. Szabó, Gyula (2016a): Usability evaluation methods of machinery for inherent safety, In: Drégelyi-Kiss, Ágota (szerk.) Proceedings of 8th International Engineering Symposium at Bánki (IESB 2016), Budapest, Magyarország: Óbudai Egyetem, 2016 Paper: 21, 7 p.
4. Szabó, Gyula (2016b): ERGONÓMIA A GÉPEK BIZTONSÁGA SZABVÁNYOKBAN, GÉP 7-8 pp. 97-102. 6 p. (2016)
5. Szabó, G. (2018a): Usability of machinery, ADVANCES IN INTELLIGENT SYSTEMS AND COMPUTING 604 pp. 161-168., 8 p. 2018, ISBN: 9783319605241
6. Szabó, Gyula; Németh, Edit (2018b): Development an Office Ergonomic Risk Checklist: Composite Office Ergonomic Risk Assessment (CERA Office), In: Bagnara, S; Tartaglia, R; Albolino, S; Alexander, Th; Fujita, Y (szerk.) Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association IEA 2018
7. Szabó, Gyula (2019a): A munkavégzés testmozgásainak mérése és értékelése, In: Horváth, Richárd; Beke, Éva; Stadler, Róbert Gábor (szerk.) Mérnöki Szimpózium a Bánkin előadásai: Proceedings of the Engineering Symposium at Bánki (ESB 2019), Budapest, Magyarország: Óbudai Egyetem 2019 94 p. pp. 73-76., 4 p.
8. Szabó Gyula (2019b): A lakókonténerekben végzett munka fizikai munkakörnyezete, kutatási tanulmány (2018-1.3.1-VKE-2018-00034), Óbudai Egyetem, 2019.
9. Szabó Gyula (2020a): The Characteristics of Industrial Safety Risk Management, In: Boring, Ronald L.; Arezes, Pedro M. (szerk.) Advances in Safety Management and Human Performance, Springer International Publishing, 2020 pp. 47-52. Paper: Chapter 7, 6 p.
10. Szabó Gyula (2020b): A munkavédelemi kockázatkezelés sajátosságai, Bánki Közlemények 3: 1 pp. 5-12, 7 p. 2020

VI. TOVÁBBI TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

11. Szabó Gyula (1996): A távközlési szolgáltatások fejlesztési lehetőségei a személyi tényezők figyelembevételével, egyetemi doktori értekezés, Budapesti Műszaki Egyetem, Budapest, 1996.
12. Peczőli, I.; Szabó, G. (1999): Flexible office environment, PERIODICA POLYTECHNICA SOCIAL AND MANAGEMENT SCIENCES 7: 2 pp. 135-150, 16 p. 1999
13. Szabó G, G. Mischinger, I. Moharos, M. Mochnács (2010) Váz-izomrendszeri kockázatok értékelése és csökkentése gépek tervezésekor GÉP LXI:(9) pp. 98-101. (2010)
14. Szabó Gyula (2013) (szerk): Munkahelyi ergonómiai kockázatok csökkentésének lehetőségei, Óbudai Egyetem, Budapest, 2013, ISBN 978-615-5460-01-2
15. Szabó, Gyula; Jóvér, Ákos (2014b): Biofeedback Assistant to Improve Control Room Operators Reliability In: Pedro, Azeles; Paulo, Cavalho (szerk.) Advances in Safety Management and Human Factors Krakko, Lengyelország: AHFE International, (2014) pp. 20-26, 7 p. Szabó, Gyula (2015): Az ergonómia szerepe a hazai gépiparban, GÉP 3-4 pp. 42-43, 2 p. (2015)
16. Szabó Gy (2017) Composite ergonomic risk assessment of municipal manual waste sorting. In: 8th international conference on applied human factors and ergonomics, Los Angeles, California, USA (2017)
17. Szabó, Gyula (2018c): Az ergonómiai funkciók szerepe a digitalizált termelési folyamatokban, a digitalizált iparban, GÉP 69: 1 pp. 78-82. 5 p. (2018)
18. Szabó, Gyula (2019c): Az Összetett Ergonómiai Kockázatbecslés, In: Kollár, Csaba (szerk.) Berek Hetven: Egy élet a hadtudomány és a művészet szolgálatában, a hetvenéves Berek Lajos professzor és szobrászművész köszöntése, Budapest, Magyarország: Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori iskola, Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, pp. 143-157. 15 p. 2019