

ÖSSZEFOGLALÓ TANULMÁNY

ÖSSZEFÜGGÉSBEN A KUTATÁSOK, FELMÉRÉSEK ÉS PILOT
PROJEKT ALAPJÁN A SZÁMÍTÓGÉP, ELEKTRONIKAI, OPTIKAI
TERMÉK GYÁRTÁSA NZETGAZDASÁGI ÁGAZATBAN

Vállalkozók és Munkáltatók Országos Szövetsége

30

30 éve a vállalkozók szolgálatában

SZÉCHENYI  2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

ÖSSZEFOGLALÓ TANULMÁNY

A GINOP-5.3.5-18-2020-00166 számú

„A Munka Jövője – Hogyan segíthetik a modern technológiai eszközök az emberi munka hatékonyságának növelését és a munkavégző képesség fenntartását?” című pályázatban

Kiadó

Vállalkozók és Munkáltatók Országos
Szövetsége

Felelős kiadó

Perlusz László

Készítette: Pintér János

Kiadás éve: 2022

Tartalomjegyzék

Bevezetés	4
Elméleti háttér.....	8
A Primer felmérés.....	17
A kollaboratív robot bemutatása	31
<i>A kobot alkalmazásának lehetőségei.....</i>	<i>32</i>
<i>A projekt során használt Sawyer robotok előnyei.....</i>	<i>33</i>
Exoskeleton	37
<i>A projekt során használt exoskeletonok.....</i>	<i>40</i>
Pilot Projekt tapasztalatok	46
<i>Általános tapasztalatok</i>	<i>48</i>
<i>Az alkalmazás nehézségei.....</i>	<i>51</i>
<i>Az egészségi állapot visszamért eredményei</i>	<i>54</i>
Javaslatok.....	64
<i>Összegezve</i>	<i>Hiba! A könyvjelző nem létezik.</i>
Összefoglaló	67

Bevezetés

A történelem során a gazdaság fejlődését mindig a népesség növekedése indukálta. Többen többet fogyasztottak, és egyszersmind többet is tudtak termelni. Napjainkban azonban, a fejlett gazdaságú társadalmakban az életszínvonal folyamatos javulása generálja a termelés növelését, miközben a lakosság létszáma csökken és korösszetételét tekintve elöregedik.

Európa többféle választ is próbál adni erre a kihívásra. A nyugdíj korhatár növelésével, vagy kedvezményes foglalkoztatási feltételekkel igyekeznek bevonni az idősebb – nyugdíjas korú – korosztályt az aktív munkavégzésbe. Az unión belül komoly verseny alakult ki a szakképzett munkavállalókért, és egyre nagyobb létszámban engedünk be harmadik országból származó munkavállalókat is. De a demográfiai folyamatok, az elvándorlás vagy a migráció mellett egyre fontosabb kérdéssé válik a munkavállalók fizikai és mentális egészségi állapota.

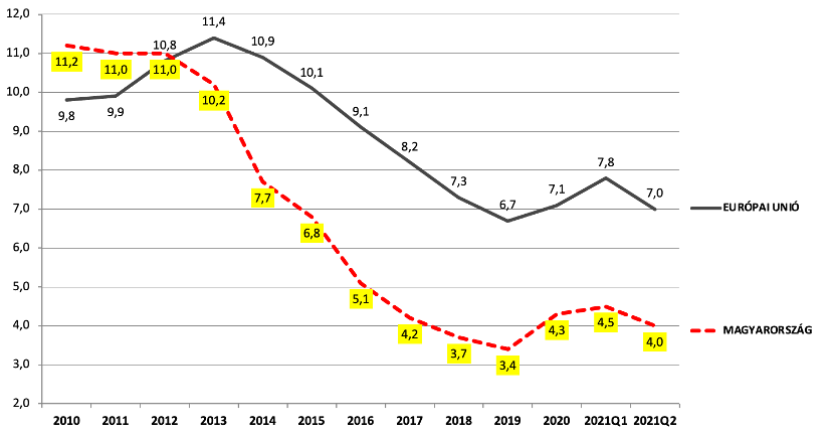
Az egész világot súlytó Koronavírus járvány ráerősített minderre: a munkaerőpiac a járvány hatására hirtelen új kihívásokkal áll szemben. A szellemi állomány számára megoldás lehet a Home Office, de a termelő cégek gyártósorait nem lehet otthonról kiszolgálni. A meglévő fizikai állományra egyre nagyobb megterhelés és elvárás nehezedik, ami tovább súlyosbítja a már meglévő fizikai tüneteket, a mozgásszervi betegségek

kórlefolyását, valamint a mentális leterheltség állapotát. A fizikai állapot romlása és a pszichés megmérgettetések összefüggései arra engednek következtetni, hogy összeadódott hatásról van szó. A munkahelyeken mindkét oldalt kell és érdemes is kezelni a jobb egészség és munkavégző képesség elérése érdekében.

Az elmúlt évtizedben Magyarországon következett be az egyik legdinamikusabb foglalkoztatás-bővülés Európában. A gazdaság erősödése és a közmunka programok bevezetése nyomán 2019. év végére a foglalkoztatási ráta meghaladta a 70%-ot. A pandémiás időszak bár hozott némi visszaesést e tekintetben, de a foglalkoztatottak számának csökkenése messze elmaradt a várt mértéktől. A magyar kormány válságkezelő programjainak köszönhetően az ország gazdasága, és ezzel együtt a foglalkoztatási adatok is az uniós trenddel ellentétesen növekedni kezdtek, és mára közel 5%-kal haladjuk meg a foglalkoztatási arányszámok tekintetében az Európai Unió átlagot.

A hazai elsődleges munkaerő-piacon dolgozók száma a rendszerváltás óta a legmagasabb szintre ugrott. A vállalkozások a korábbi termelés kiesés pótlására megnövekedett munkaerő igénnyel léptek fel, és a korlátozások idején állásukat elveszítőik is nemvárt gyorsasággal tértek vissza a munkaerőpiacra.

Munkanélküliségi ráta uniós összehasonlításban, %
2010 - 2021



Forrás: ITM

1. ábra

Fentiekből logikusan következik, hogy a munkaerő egyre kurrensebb érték. Mivel számosságában egyre nehezebben növelhető, vigyáznunk kell az egészségére és a munkavégző képességének fenntartására. A megoldást pedig a hatékonyság növelésében kell keresni. Jelen pályázat keretében épp azt vizsgáltuk, hogyan segíthetik a modern technológiai eszközök az emberi munka hatékonyságának növelését és a munkavégző képesség fenntartását. Az automatizáció és a robotika fejlődése nem tud lépést tartani a termelési igények növekedésével. Az emberi munka nagyon sok munkakörben nem váltható ki gazdaságosan. Megjelentek azok a modern technikai eszközök, amik nem kiváltani, hanem segíteni hivatottak az emberi munkavégzést.

Ma már nem kérdés, hogy a vállalkozások egyik legértékesebb erőforrása az ember. A dolgozók egészségének és munkavégző képességének hosszútávú megőrzése nem csak a munkavállalóknak fontos, hanem a munkáltatók egyértelmű gazdasági érdeke is.

A pályázat keretében arra vállalkoztunk, hogy a “számítógép, elektronikai, optikai termék gyártása” nemzetgazdasági ágazatban feltárja azon modernizációs és automatizációs lehetőségeket, amik javítják a gyártósori munkavégzés hatékonyságát, és hozzájárulnak az emberi egészség és a munkavégző képesség hosszútávú megőrzéséhez. Arra a kérdésre kerestük a választ, hogy: “Mik a piaci igények az innovatív technológia és a modern foglalkoztatási formák bevezetésével kapcsolatban?”

A VOSZ és a LIGA már korábban is együttműködött, hogy felmérjék a gyártósori munkavállalókat érő egészségkárosító hatásokat, és azok megelőzésének lehetőségeit. Ezen korábbi kutatás alapozta meg azt a hipotézist, hogy a gyártósori munkavégzés hatékonyságát negatívan befolyásolják a munkavállalók mozgásszervi, vázrendszeri megbetegedései. A probléma megoldására a leghatásosabb módszer egyértelműen a megelőzés, amihez a modern technikai eszközök nyújthatnak segítséget.

Elméleti háttér

A gyártósori munkát végzők körében az első legfontosabb rizikótényező a mozgásszervi kockázatok csoportja. A munkával összefüggő mozgásszervi megbetegedések (továbbiakban: MSD) sokféle elváltozással járhatnak, amelyek összefüggenek a nagy ismétlődésszámú, és megerőltető munkavégzés következményeivel. A tünetek a rossz közérzettől a kisebb fájdalmakon keresztül, komplex megbetegedésekig, végül akár mozgáskorlátozottságig, fogyatékosáig is rosszabbodhatnak. Évente európai munkavállalók milliói válnak érintetté. A legjobban ismert munka miatt kialakuló megbetegedés a derékfájdalom, és a munkával összefüggő felsővégtagi problémák. A derékfájdalom főként a nehéz terhek emelésével függ össze, valamint a monoton ismétlődő, kényelmetlen testhelyzetben végzett munkákkal. A felsővégtagi problémák pedig a kezet érintő mindennapi nem optimális munka megterheléssel hozhatók összefüggésbe.

A munkával összefüggő mozgásszervi megbetegedések érintik a váz- és izomrendszer minden elemét, mint például az izomzat, szalagok, csontok, ízületek/ízfelszínek, lágyszövetek, valamint az ideg- és érrendszereket. Fentiek a legjelentősebb munkavégzést befolyásoló tényezők a termelőüzemeknél, és számos vállalati megoldás ellenére (pl. mérnöki megoldások, szervezeti átalakítások, munkahelyi dolgozóknak szóló módszertani oktatások) jelenleg is jelentős munkavállalói tömegeket érint, ami a vállalatok, egészségügyi ellátó szervezetek működését nagy mértékben befolyásolja.

Európában körülbelül 44 millióra becsült azoknak a munkavállalóknak a száma, akiknél munka által kiváltott mozgásszervi megbetegedést diagnosztizáltak. A tünetek minden fizikai tevékenységet igénylő ágazatban előfordultak, és változatos, gyakran munka tevékenységre specifikus panaszokat okoztak. A 6. Európai munkakörülmény-felmérés projekt során (melyben 35 európai ország vett részt) a megkérdezett munkavállalók közel fele, 44.7%-a számolt be hátfájásról, és 44.4%-a érzett izomfájdalmat a váll, nyak és/vagy a felső végtagok területén. Ez közel 75-80 millió európai munkavállaló érintettségét jelenti.

Hasonló eredményekkel zárult a 2013-as Munkaerő-felmérés is. A megkérdezettek 60%-a a munkával összefüggő mozgásszervi megbetegedéseket, és 15.9%-uk a stresszt, szorongást jelölte meg a legmegterhelőbb egészségügyi problémaként. A férfiak inkább háttal, gerinccel kapcsolatos panaszokat jeleztek, míg a nők jellemzően felső végtagi tüneteiket találták a legkellemetlenebbnek.

A statisztikák alapján a hátat érintő csont, ízület, izom problémák a leggyakoribbak. Ugyanekkor, az alsó végtagok elváltozásai sokkal súlyosabb tüneteket okoznak, míg a csípőt, lábkat vagy lábfejet érintő elváltozások okolhatók a legtöbb hosszú távú munkából történő kiesésért. A gazdasági következmények széleskörűek: mozgásszervi megbetegedések csökkentik a munka hatékonyságát és a produktivitást, emelik a szociális kiadásokat (pl. dolgozói kompenzációt, orvosi és adminisztratív terheket). Egyes EU országokban a dolgozói kompenzációk 40%-át a mozgásszervi megbetegedések tették ki, ami a GDP 1.6%-át,

így az EU-ban a betegszabadságok és a csökkent produktivitás következményeként a veszteség eléri már a GDP 2%-át.

A dolgozói betegszabadságok, táppénzek vezető okai a mozgásszervi megbetegedések. Összességében a munkavállalók 61%-a számolt be mozgásszervi megbetegedés miatti munkából való kiesésről. Közel 35%-uk egy hónapnál rövidebb, 26%-uk minimum 1 hónapnyi táppénzre kényszerült. A derékfájdalom javulása, megszűnése viszonylag gyors lefolyású, és ha nem okozott funkcióvesztést, kezelés nélkül is javulhat az állapot. A dolgozók 60-70%-a 6 héten belül épült fel, míg 80-90%-uk 12 héten belül vált újra munkaképesé. A tapasztalat szerint választóvonal a 2 hetes kényszerpihenő, ami után a prognózis rosszabbodik, a felépülés üteme jelentősen lelassul és bizonytalan kimenetelű lesz. A hátfájás gyakran kiújul, 20-44%-ban 1 éven belül hasonló tünetek jelentkeznek. Ezért a munkával összefüggő mozgásszervi megbetegedések kockázatának vizsgálata nem elhanyagolható terület, melyet ezen okok miatt az új és újonnan felmerülő kockázatokról szóló európai vállalati felmérés is érint. A vállalatok közel 80%-nál a közepes, illetve nagy kockázatok közé sorolják (aminél csak a munkahelyi balesetek megelőzése és kezelése igényel nagyobb figyelmet, azonnali intézkedést).

Erős az összefüggés a munkával összefüggő mozgásszervi megbetegedések előfordulása és a munkakörülmények között, főleg a fizikai kockázatok relációjában (pl. kényszer testhelyzetek, magas ismétlődésszámú munkafolyamat, statikus munka, erőkifejtés, hideg vagy a vibráció). Mivel a munkával asszociált mozgásszervi megbetegedések multiplex

etimológiájúak, ezért több aspektusból is meg kell vizsgálni a kérdést úgy, mint a fizikai és mechanikai, szervezeti és pszichoszociális tényezőket, és az egyéni állapotot. A dolgozók általában több tényező együttes hatásának vannak kitéve, ami gyorsítja a betegségek kialakulását.

A több testrészt érintő hatások szinergizálják egymást, és a szervezeten belüli folyamatok is csak részben ismertek, de jelen ismereteink szerint a következő 3 tényező mindegyikben szerepet játszik:

- Fizikai kóroki tényezők (pl.: kényszer és huzamosabb ideig fennálló statikus tartások, azonos mozdulatok ismétlődése, erőkénszer alkalmazása, kéz-kar vibráció, teljes test vibráció, mechanikai nyomás, hideg)
- Pszichoszociális kóroki tényezők (pl. munkaütem, autonómítás, monotonitás, munka/pihenés ciklus, termelési elvárások, munkatársi és menedzsmnt irányából jövő társas támogatottság, munka meglétének bizonytalansága)
- Egyéni adottságok (pl. kor, nem, szakmai életút, sporttevékenység, háztartásban ellátott tevékenységek, rekreációs, ill. alkohol/dohány fogyasztási szokások, előző munkából szerzett mozgásszervi megbetegedések).

Kéz-kar területet érintő munkavégzés minden olyan munkavégzés, amely a kéz vagy a kar aktív működtetését igényli. Ilyen pl. az összeszerelés, válogatás, csomagolás, csiszolás, hajvágás munkafolyamatai. A munkával összefüggő nyak- és felső végtagi problémák gyakran eredeztethetők a kéz-kar

megnövekedett igénybevételből. E körbe tartoznak a nyakat, vállakat, felkarokat, alkarokat, csuklót és kézfejet érintő tünetek. A tünetek skálája széles. A leggyakoribb: váll ízület gyulladása, nyaki kisugárzó fájdalom szindróma, radiális alagút szindróma, csukló, kézfej ínhüvelygyulladásai, csukló alagút szindróma, de ide tartozik még a degeneratív ízületi gyulladás, vibráció okozta Raynaud szindróma, mellkaskimeneti szindróma, amelyek jól felismerhető tüneteket produkálnak.

Az orvosi vizsgálatokon fájdalom, érzéketlenség, zsibbadás a leggyakoribb beteg által panaszolt tünet. Fizikális vizsgálattal diagnosztizálható: az ízület bedagadása, a mozgáshatárok beszűkülése, vagy a fogóerő csökkenése, a bőr színének megváltozása. A betegségek kialakulása, illetve lefolyása egyéni karakterisztikát mutat. Hetekig, hónapokig, de akár évekig is elhúzódhat a kialakulás folyamata, ezért fontos a korai detektálás és a megelőzés lépéseinek beiktatása a betegségek, a mozgáskorlátozottság kifejlődésének megelőzése érdekében.

A felső végtagi problémák gyakoriak a lakosság körében. 5-10%-os az előfordulása a napi munkavégzéssel összefüggő, nem specifikus megterhelés miatt kialakuló tüneteknek, míg 22-40%-ra is nőhet ez az arány a speciális munkát végzők körében. Náluk az alagút szindróma előfordulása 7-14.5%-ot is elérheti. Néhány tanulmány a munkával összefüggő nyak- és felső végtagi problémákkal kapcsolatos költségeket a GDP 0.5-2%-ra becsli. Angliai adatok alapján a munkavállalók emiatt átlagban 15.9 napot hiányoznak a munkából évente, míg a teljes becsült hiányzás az EU lakosságára vonatkoztatva 2013/14-ben 3.2 millió napot tett ki.

Mozgásszervi megbetegedéseket kiváltó leggyakoribb tényezők:

1. Fizikai megterhelés

Számos munkahelyi kockázati tényező eredményezhet jelentős megterhelést a nyaki, vállízületi, felső végtagi területen.

- Kéz erő kifejtése – állandó vagy jelentős erő kifejtést igénylő fizikai munka: tehermozgatás, eszközhasználat, gyors mozdulatok, vagy túlzott izommunkát igénylő erő kifejtés, a testrészeire ható helyi erők. A testtartás és a mozdulatok száma is lényeges, befolyásolja a kézzel történő munkavégzés hatékonyságát. Nem csak a munka intenzitása, de az adott feladat végzésének időhossza is jellemző elem a megterhelés kialakulásában.
- Az ismétlődő mozdulatok kifejezetten károsak, amennyiben folyamatosan ugyanazt az ízületet veszi igénybe (főként túl gyors tempójú és túl hosszú időn keresztül végzett munkák esetében). A ciklusidők gondos elemzése szükséges a megfelelő megterhelés kialakításához. A monoton ismétlődő munkavégzés azért is különösen káros és fárasztó, mert a munkavállaló nem képes teljes mértékben visszanyerni az erejét a rendkívül rövid ciklusidejű mozdulatok között. A folyamatos munkavégzés közben a megfelelő szünetek beiktatása nélkül fáradásos sérülések keletkeznek az ízületi elemek között. A munkaidő felénél hosszabb időben végzett, 30 másodpernél rövidebb ciklusidejű, ismétlődő mozdulatok nagy kockázatot jelentenek.
- Munkavégző testhelyzet: bármilyen testhelyzet okozhat diszkomfort érzetet és fáradást, amennyiben hosszú

időintervallumon keresztül folyamatosan kell megtartani, kitartani. Kényelmetlen kényszertesthelyzetek, mozdulatok (amik nem alaptesthelyzetben történnek) annál nagyobb megterhelést jelentenek (az ízületekre, lágszövetekre), minél közelebb kerülnek az ízületi véghelyzetekhez. Ezekben a pozícióban végzett feladatok könnyen vezethetnek nyak- és felső végtagi problémákhoz (akár nagy ismétlődés számú, gyors mozdulatok nélkül is).

- **Kontakterő:** bármely erő, ami közvetlen a lágszövetekre (bőrre) fejt ki erőhatás (pl. eszközök kézben tartva, éles szélek az eszközön, vagy munkaasztalon, ami a lágszöveten kívülről nyomást eredményez) okozhat deformitást és sérülést.

2. Munkakörnyezet

- A nem ergonómiai szempontoknak megfelelően kialakított munkaállomások, munkaeszközök vagy gépek miatt kényszertartás alakulhat ki, valamint nem megfelelő erő kifejtés. A rossz tartás izomeredetű hátfájalmat, derékfájalmat okozhat. Ilyenkor a gerinc melletti izmok bemerevednek, nyomásra rendkívül érzékenyek lesznek, nehéz az előrehajlás, fájdalmat okoz a törzs forgatása. A kényszertartás során a test védekezésül kímélni próbálja a fájdalmas háti szakaszt, azonban ennek általában az az eredménye, hogy az izmok csak még görcsösebbé válnak.
- A munkahelyi hőmérséklet befolyásolja a test, és azon belül is az izmok működését. A komfortzónánál magasabb hőmérséklet általános fáradtságot, izzadást

okoz, ami nehézkessé teszi pl. az eszközfogást, több erőre van szükség a megfelelő használathoz is. A hideg környezet pedig érzéketlenebbé teszi a kezeket, nehézkessé válik a fogás, több erőre van szükség a kézbentartáshoz, továbbá általában a mozgás nehézkesebbé válik, a szervezetnek több energiára van szüksége a működéshez, ami a nyaki problémák, kiváltó oka is lehet.

- A nem megfelelő megvilágítás csillogást okozhat bizonyos felületeken, míg máshol árnyékos helyeket hagyhat, ami a jobb látás elérése érdekében gyakran eredményez kényelmetlen testtartást. Valamint egy alkalmatlanul megtervezett világítási rendszer jelentősen befolyásolhatja az ipari balesetek számát. Az Ilmenai Műszaki Egyetem két tanulmánya (1997, 2000) is alátámasztja, hogy az erősebb világítás jobb teljesítményt, kevesebb fáradtságot, kevesebb hiányzást és sokkal kevesebb munkakiesést eredményez.
- A zajos munkakörnyezet a kutatások alapján az izomzat általános tónus fokozódását okozza statikus testhelyzetekben, így gyorsabb a fáradás lefolyása is.
- A vibráció főként az idegek és vérerek mikrosérülését okozhatja, de kihat a légyszövetek állapotára is. A kéz-kár vibráció zsibbadást, szúró érzést, érzéskiesést okozhat, ami miatt nagyobb fogóerőre van szükség. Kényelmetlen testhelyzetek főként a vibrációs eszközök nehezebb, stabil kézben tartása miatt alakulhat ki.
- A sérülés kockázata megnő abban az esetben, ha a fent említettek közül 2 vagy 3 kockázati tényező együttesen jelen van az adott munkavégzésnél, továbbá a

munkavégzés időtartama és az ilyen jellegű munkával töltött napok számai határozzák meg együtt a kockázati szintet.

3. Szervezeti és pszichoszociális kóroki tényezők:

- időkényszer alatti munkavégzés;
- munkaszünetek hiánya;
- munkatársak, vezetők, felügyelők szociális támogatottságának hiánya;
- túl alacsony vagy túl magas igénybevétel;
- munkatervezés hiányosságai, nincs változatosság a munkafeladatokban;
- munkahely bizonytalansága, ideiglenes munkák;
- alacsony megbecsültségű munkák: alacsony fizetés, kvalitást nem igénylő, ütemezett, ismétlődő munkák.

Ezek a kockázatok nem csak munkahelyi stresszhez vezetnek, de a mozgásszervi megbetegedések kockázatát is megnövelik. A pszichoszociális kockázatok viselkedésbeli változásokat indukálnak, módosítják az egyének stressz szituációra adott válaszait.

Mozgásszervi megbetegedés akkor alakul ki, ha a biomechanikai igénybevétel és az egyén funkcionális képességei között felborul az egyensúly. Ha az igénybevétel alacsonyabb, mint az egyént ért megterhelés, kicsi az esélye a mozgásszervi megbetegedés kialakulásának. Ha az igénybevétel a megterhelés mértéke fölé emelkedik az izom-ízületi struktúrák túlterheltté válnak, és megnő a kialakulás kockázata.

A mozgásszervi megbetegedéseknek népegészségügyi, foglalkozás-egészségügyi, végső soron pedig gazdasági következményei vannak. A testhelyzetek közül a hajlongás, a folyamatos állás és a folyamatos mozgás vált ki legnagyobb arányban rendszeres vagy visszatérő fájdalmat. A gerinc- és vázizomzati elváltozások, ízületi problémák csökkentik a munka hatékonyságát és a produktivitást, emelik a szociális kiadásokat. A dolgozói betegszabadságok, táppénzek vezető okai a mozgásszervi betegségek. A gyakori izom- és ízületi problémák a vállalatok jelentős részénél közepes, illetve nagy kockázatot jelentenek, tehát hasonló jelentőségük van, mint a munkahelyi baleseteknek.

A Primer felmérés

Ahhoz, hogy a munkavállalók egészségével kapcsolatos hipotézisünket igazolni tudjuk, 1000 fő a számítógép, elektronikai, optikai termék gyártása nemzetgazdasági ágazatban dolgozó munkavállaló kérdőíves megkérdezésével Primer felmérést végeztünk, hogy megfelelő képet kapjunk a munkavállalók egészségi állapotáról, valamint viszonyítási alapot szerezzünk a Pilot projektben résztvevő dolgozók hatékonyság és egészség érzetének méréséhez, amit a modern technikai eszközök használatával kívánunk javítani.

A kutatáshoz szükséges adatgyűjtést kérdezőbiztosokkal személyesen, valamint online felületen önállóan is kitölthető kérdőívekkel végeztük. A munkahelyen random módon

kiválasztott fizikai, sori munkások és a termelésben dolgozó más munkakörű munkavállalók segítségével lettek felvéve a munkavállalói kérdőívek adatai. Így a kutatásba igyekeztünk bevonni a termelési területen dolgozó szakmunkásokat, adminisztrátorokat, a termelés irányítókat, sőt több a gyártósor környezetében dolgozó informatikai szakember válaszait is rögzítettük a teljesebb kép érdekében. Az online kitöltést nem korlátoztuk, az itt rögzített adatokat az iparági és munkaköri szűrés után használtuk csak fel.

A kérdőíves lekérdezés anonim módon történt és önbevalláson alapult. Ennek eredményeként két oldalról történhetett torzítás, amelyeket számításba is vettünk: egyfelől a kitöltők torzíthatták az adatokat, amit kontrollálni nem tudtunk, másrésztől lehetséges, hogy a kitöltők nem rendelkeztek megfelelő tudással a lekérdezett adatokkal kapcsolatban, és hiányos ismereteik miatt nem tudták megfelelően megválaszolni a kérdéseket.

A fenti korlátozó tényezők ellenére sikerült a célcsoportról megbízható adatokon és módszertani bázison nyugvó elemzéseket készítenünk.

Vizsgálatunk elsősorban leíró igényekkel lépett fel. Fő célunk az volt, hogy átfogó képet kapjunk az elemzés tárgyául szolgáló nemzetgazdasági ágazat munkavállalóinak egészségi állapotáról. Így nem tekintettük kutatási célnak, feltáró jellegű következtetések levonását és az alap hipotézisen kívüli más feltevések vizsgálatát.

A munkavállalói kérdőív a dolgozók szubjektív benyomásait rögzítette, a fizikai egészségi és pszichés állapotra vonatkozóan tett fel kérdéseket, amelyek az alábbi szempontokat figyelembe véve lettek összeállítva:

- munkavállaló életkörülményei
- munkavégzésének körülményei
- egészségi állapota
- lelki állapota
- alvási szokásai
- a fájdalom meglétének kiszűrése, és erősségének meghatározása az egyes mozgáselemekre (járás, állás ülés, emelés, szexualitás, szociális élet, közlekedés) kivetítve
- a fájdalom értékelése jelenleg és az elmúlt 4 hét időtartam alatt

A kérdőívben helyet kapott a fájdalom értékelése, amely elengedhetetlen ahhoz, hogy a legoptimálisabb megoldást kapja a munkavállaló. A fájdalom értékelésére a Numerikus értékelés fájdalom skálát használtuk, ez az egyik leggyakrabban használt fájdalommérleg. A dolgozónak meg kellett jelölni a számot a skálán, amely jelzi a fájdalom szintjét. A nulla a fájdalom hiányát jelzi, míg a 10 a legintenzívebb fájdalmat jelenti.

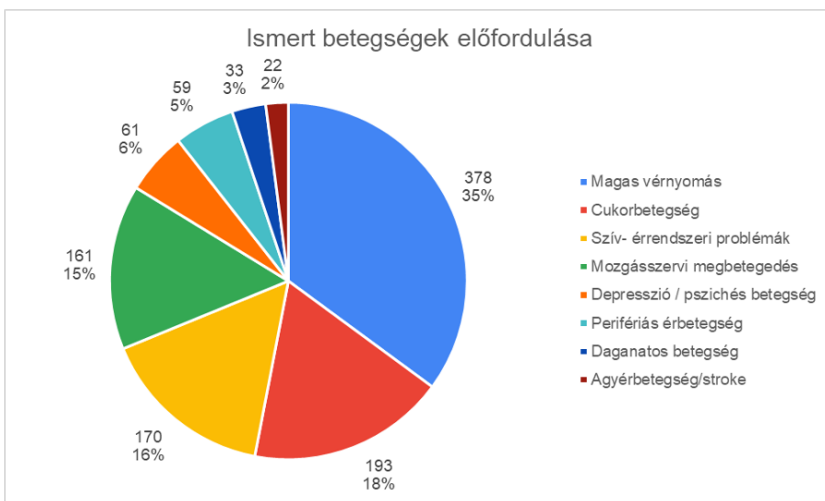
A fájdalom lefolyását, gyakoriságát pedig vizuális képkockák illusztrálták, melyből a munkavállaló választhatta ki az őt jellemző fájdalmat. A reumatológiai, mozgásszervi fájdalmak nagyon szerteágazó formában keseríthetik meg a beteg életét.

Az alábbi fájdalomformákra kérdeztünk rá, feltételezve, hogy az általunk kínált modern technikai eszközök használatával ezek befolyásolhatóak:

1. az aktuális fájdalomérzetet, amelyet a beteg a mérés időpontjában érez,
2. az általános fájdalomszintet, amelyet a beteg tartósan, folyamatosan tapasztal,
3. nyugalomban jelentkező fájdalmat,
4. éjszakai fájdalmat, amely a beteget álmából ébreszti fel,
5. terhelésre, mozgásra kialakuló fájdalmat,
6. mozgásra jelentkező fájdalmat,
7. speciális mozdulat közben kialakuló fájdalmat.

A fizikai munkakörben dolgozó (szak-, betanított és segédmunkások) munkavállalók esetében fontosnak tartottuk, hogy minél pontosabb és gyakorlatiasabb megfogalmazásokat alkalmazzunk, hiszen ezek a dolgozók jellemzően alacsony iskolázottak, szövegértési képességeik nem feltétlenül kiemelkedőek. Az adatok kiértékelésénél figyelembe vettük, hogy a fájdalomérzetnek vannak szubjektív vetületei is.

Az online felületen és személyesen összesen 1319 fő töltötte ki – 2021. július 31-ig – Primer kutatásunkban a munkavállalói egészség félmérő kérdőívet. Felmérésünk igazolta az előző kutatásra alapozott hipotézisünket, hogy a mozgásszervi megbetegedések továbbra is vezető helyen vannak a gyártósori munkavállalók tekintetében.

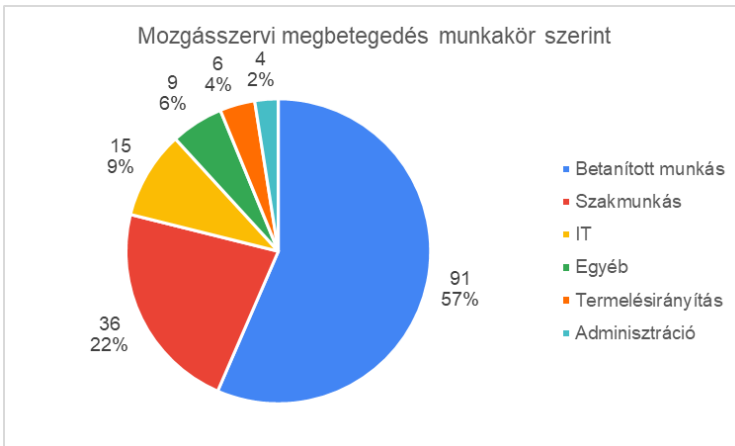


2. ábra

A jelen kutatásban munkavállalók által ismert saját betegségeik előfordulási aránya hasonló a három évvel ezelőtt ugyanezen iparágban folytatott felmérés eredményéhez. Az egyik legnagyobb különbség, hogy most külön rákérdeztünk a magas vérnyomásra, ami a válaszadók különösen magas, 35%-ánál fordul elő. E tekintetben a már korábban is említett megnövekedett munkahelyi stressz fokozott egészségi kockázatot jelent. A munkahelyi stressz kétélű fegyver: a jelei ugyan egyéni szinten jelennek meg először, de a hatásai az egész szervezet működését befolyásolják. A stresszes munkavállaló jellemzően minél több időt igyekszik távol tölteni a munkahelyétől, hajlamos a késésre és a heves érzelmi reakciókra, gyakran hangulatingadozással, valamint a motiváció, az elkötelezettség és a magabiztosság hiányával küzd. Ezek a

viselkedésbeli tünetek a legtöbb esetben egy sor egyéb testi és lelki tünettől is párosulnak, mint például a mellkasi és izületi fájdalmak, a magas vérnyomás, a fejfájás, az alvászavar, az ingerlékenység, a koncentrációzavar.

Továbbra is a leggyakoribb egészségi problémák közé tartoznak a mozgásszervi megbetegedések. A válaszadók 15%-a szenved ettől. Ez az arány a kor előrehaladtával folyamatosan növekszik, és túlnyomó többségben a termelésben résztvevő fizikai munkásokat sújtja, ami megfelel várakozásainknak.

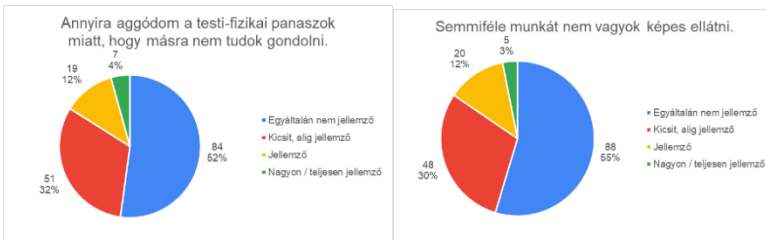


3. ábra

Az informatikai területen dolgozók körében mért viszonylag magas adat viszont nem várt és szembeötlő. Ennek okait kereshetjük a folyamatos ülőmunka okozta rossz testtartásban. A képernyő előtti tartós ülés komoly megterhelést jelent a hátnak, a nyaki-tarkótáji fájdalom nagy valószínűséggel a

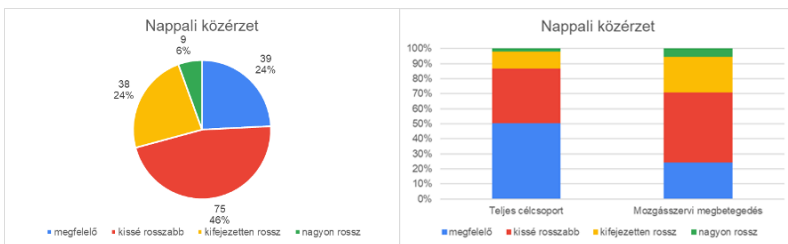
monitor rossz elhelyezésének köszönhető, a deréktáji panaszok oka a rosszul kialakított ülőalkalmatosságban keresendő, míg a kéz - csukló fájdalom a helytelen gépelési technika következménye. A leggyakoribb következmény: a nyaki vagy ágyéki gerincszakaszon kialakuló fájdalom.

De nem szabad figyelmen kívül hagynunk ez esetben az életmód vizsgálatát sem, de ez ezen felmérés keretében nem releváns terület.



4. ábra

Ugyan csak a megkérdezettek 16%-a aggódik, hogy a testi-fizikai panaszok miatt nem tud másra gondolni, és 15%-uk érzi úgy, hogy semmilyen munkát nem képes ellátni, de ki kell hangsúlyozzuk, hogy a válaszadóknak csak 52% válaszolta azt, hogy egyáltalán nem aggódik a testi-fizikai panaszai miatt és 55% érzi úgy, hogy ez nem befolyásolja a munkavégzését. Ez azt is jelenti, hogy a válaszadók közel felénél - eltérő mértékben ugyan -, de nehézséget okoznak a testi-fizikai panaszaik a mindennapi munkavégzés során.

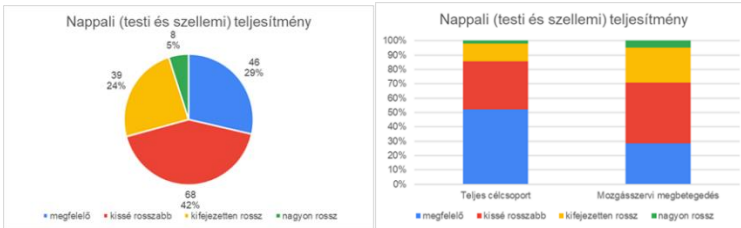


5. ábra

Ezt támasztja alá, hogy a válaszadók fele érzi megfelelőnek a nappali közérzetét. Azonban, ha megnézzük, az önbevallásuk alapján mozgásszervi megbetegedéssel küzdőknél ezt az arányt, az mindössze 24%, és a kifejezetten-, illetve nagyon rossz közérzetűek aránya már 30%. Ez azért sem elhanyagolható adat, mert a munkavállalók közérzete nagymértékben befolyásolja a munkatársak teljesítményét, elkötelezettségét és elégedettségét. A válaszadók egyértelműen ezt támasztották alá. Bár a testi és szellemi teljesítményét a 24%-al szemben 29% tartja megfelelőnek, azonban a közérzethez hasonlóan ugyancsak 30 százalék ítélte kifejezetten-, illetve nagyon rossznak a testi és szellemi teljesítményét – a mozgásszervi megbetegedésben szenvedők közül.

A másik oldalról nézve, ha az emberi munka hatékonyságának növelése és a munkavégző képesség fenntartása a cél, akkor azt kell megállapítsuk, hogy a megkérdezettek 50%-a nem képes a 100%-os teljesítményre és ugyanilyen arányban tartják nem megfelelőnek mindennapi közérzetüket. Mi több, a mozgásszervi problémákra panaszukodók 72%-a érzi úgy, hogy

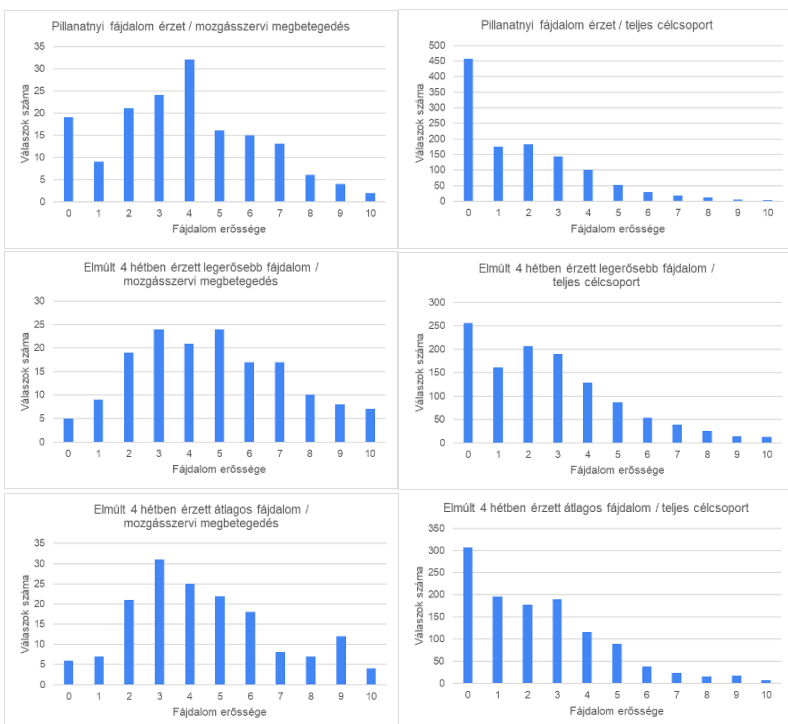
testi és szellemi teljesítménye elmarad a megfelelőnek mondhatótól.



6. ábra

Primer felmérésünk e tekintetben is azt igazolta, hogy szükség van az ágazatban ennek a problémának az újszerű - a modern technikai eszközök adta lehetőségekkel történő - kezelésére. Az általános közérzeten és teljesítő képességen túl, részletes területekre bontva is mértük, hogy a fájdalom érzet mennyire befolyásolja az életminőséget és a munkavégzést.

Arra kértük a válaszadókat, hogy 10 fokú skálán jelöljék meg a fájdalom érzetüket pillanatnyilag, az elmúlt négy hét legerősebb fájdalmát, és az elmúlt négy hét átlagos fájdalom szintjét. Az összehasonlításból jól látható, hogy a mozgásszervi megbetegedésekkel bajlódók fájdalom szintje jóval a válaszadónál mért átlag felett van, mind a három kategóriában.



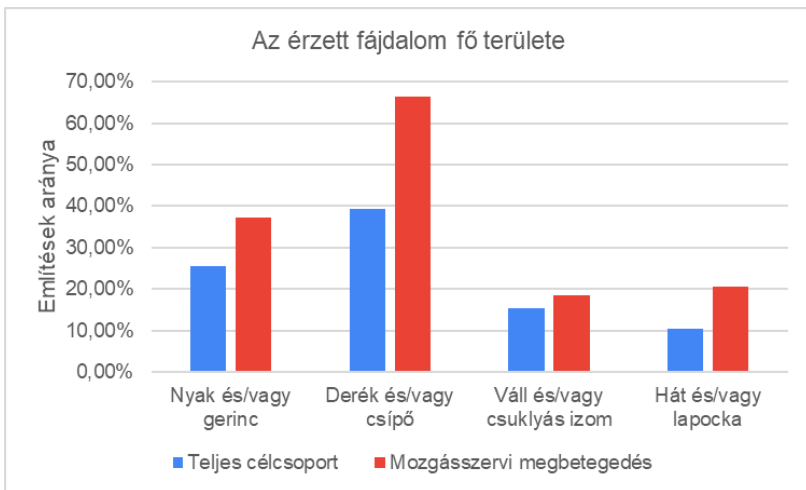
7. ábra

A fájdalom érzet befolyásolja mind a magánélet minőségét, mind a munkavégzés hatékonyságát. Rengeteg rossz hatással kell szembenézni, hiszen a folyamatos hát, váll vagy akár derékfájdalom miatt már nehezebben mozog az ember, a mozgáshiány és a fájdalom rossz közérzetet, depressziót is eredményezhet. Drasztikusan csökken a produktivitás, elvész a motiváció, ezért nő az egyes feladatokkal eltöltött idő.

Az élet több területén kérdeztünk rá a fájdalom érzet hatásaira. A válaszadók a fizikai terheléssel összhangban adták meg válaszaikat a fájdalom érzetre, így a társadalmi/szociális élet

kevésbé jár fájdalommal, mint az önellátás. A munkavégzés közben előforduló fizikai tevékenységek – emelés, állás, ülés, járás – mindegyike magas fájdalom érzettel jár a mozgásszervi megbetegedést megjelölő vizsgálati csoportban.

Az alábbi ábra a válaszadók fájdalom érzetét mutatja a releváns területeken.



8. ábra

A felmérés igazolta, hogy a probléma továbbra is kezeletlen, és a szociális partnerek azon kezdeményezése, hogy a modern technikai eszközök használatával óvjuk meg a munkavállalók egészségét, növeljük teljesítő képességüket és mindezzel javítsuk a hatékonyságukat, helyes döntésnek bizonyult.

A három évvel ezelőtti kutatásunkban a megkérdezettek többsége nem tudott olyan tényezőt megjelölni, amely segítené a munkavégzésüket, hogy erősebbnek, egészségesebbnek érezzék magukat. Jelen felmérésben ezért nem is tettük fel ezt a kérdést, hiszen a kutatási eredményekkel alátámasztott mozgásszervi problémákra konkrét módszertant és megoldási javaslatokat vittünk a projektben résztvevő vállalkozások munkavállalói számára.

Bár nagy a vita a robotizáció hatásairól, abban minden elemző egyetért, hogy az automatizálás alapjaiban fogja átalakítani a világgazdaságot és a munkaerőpiacokat, mivel a munkafeladatok közel 49 százaléka már jelenleg is automatizálható technikailag. A hagyományosan emberek által végzett feladatokat automatizáló új technológiák már az ipari forradalom óta folyamatosan alakítják át a munkahelyeket és javítják az emberek életkörülményeit. Az automatizációs technológia mostani fejlődése új korszakot nyit a globális munkaerőpiacon, hiszen az automatizálás ma már széles körben és folyamatosan csökkenő költség mellett alkalmazható, akár bonyolultabb, gondolkodást is igénylő feladatok elvégzésére is. Miközben az automatizációs technológiák már jelenleg is átformálják a munkaerőpiacokat az egész világon, a McKinsey Global Institute (MGI) előrejelzése szerint az automatizáció valószínűleg inkább átalakítja, mintsem felváltja az emberi munkavégzést. Miközben a ma létező automatizálási technológiákkal az összes szakma csak kevesebb mint 3 százalékát lehetne teljeskörűen kiváltani, 10-ből 6 munkahely esetében a munkafeladatok legalább

harmadát érinti az automatizálás. Az automatizálás úgy járulhat hozzá a magyar GDP növeléséhez, hogy egyidejűleg növeli a termelékenységét és jelent megoldást a munkaerőhiányra.

Mai tudásunk alapján feltételezzük, hogy a közelebbi jövőben a technológia nem fogja teljes mértékben feleslegessé tenni az emberi munkát, ugyanakkor a munkaerőpiacra és a jövedelemegyenlőtlenségre gyakorolt hatása miatt már most érdemes foglalkozni a lehetséges következményeivel.

A jelen pályázati projektben kipróbált és alkalmazott modern technikai eszközök megoldást jelentenek a felsorolt egészségügyi és gazdasági problémákra egyaránt, sőt rendszeres használatukkal nem csak megelőzhető a mozgásszervi megbetegedések többségének kialakulása, hanem épp az egészség megőrzéssel, a terhelés és a fáradtság csökkentésével a munkavégzés hatékonysága is növekszik.

A munkavégzést segítő modern technikai eszközök közül két meghatározó csoport kipróbálását és hatásainak mérését tűztük ki célul.

A **kollaboratív robotok** azokban a munkakörökben nyújthatnak segítséget, ahol a kényszerű testtartás, a monotonia, a sematikus munkavégzés és a balesetveszélyes munkakörnyezet okozhat egészség károsodást a munkavállalóknak. Ezen egyszerű munkafolyamatok helyett a humán erőforrást olyan feladatokban tudjuk hatékonyabban alkalmazni, ahol az emberi

motorikus és kombinatorikus készség nagyobb szerepet kap. A kobotok ezáltal nem leváltják, hanem előléptetik a dolgozókat.

Az **exoskeletonok** alkalmazása minden olyan fizikai munkakörben lehetséges, ahol az emberi izom- és vázrendszer terhelést kap. A 8. ábrán látható, hogy mindkét mintában kimagasló a derék és/vagy csípő fájdalomról beszámolók aránya. Az általunk tesztelt exoskeletonok épp erre a területre fókuszálnak. Maga az eszköz egy felvehető külső váz – mellény – aminek elsődleges feladata a munkavégzés közben a helyes testtartás elősegítése, és típusától függően a gerinc és derék, a váll, vagy az izomzat tehermentesítése.

A projektbe bevont vállalkozásoknak előzetesen feltettük azt a kérdést, hogy: *“Mik azok a szükséges és sajátos ismeretek, amik a kollaboratív és exoskeleton robottechnológiával kapcsolatosak?”*

A válaszadók a konkrét eszközök elméleti és gyakorlati bemutatását kérték. Ezért egyrészt IPAR 4.0 szemléletformáló és kompetenciafejlesztő képzést tartottunk a munkáltatóknak és a szociális partnereknek, másrészt bemutatókat és teszt lehetőségeket szerveztünk a vállalkozásoknál, ahol valós üzemi körülmények között, a napi munkafolyamatba beépítve, a napi munkafolyamat keretében próbálhatták ki az eszközöket. A

kollaboratív és exoskeleton robottechnológiával kapcsolatos ismereteket a következő fejezetben foglaljuk össze röviden.

A kollaboratív robot bemutatása



9. ábra

A kobotokat (*Kollaboratív robotok*) 1996-ban “találta fel” az Északnyugati Egyetem két professzora J. Edward Colgate és Michael Peshkin. A kobot szót úgy definiálják, hogy a kobot egy robotizált eszköz, amely az emberi kezelővel együttműködésben manipulálja az objektumokat. A fejlesztés célja az volt, hogy a robotokat vagy a robotszerű berendezéseket elég biztonságossá

tegyék az emberekkel közös térben és együttműködve végzett munkához.

Azóta már a kobot szó számos típusú kollaboratív eszközt lefed. A kollaboratív robot felhasználási köre igen kiterjedté vált, számos termelésben felmerült automatizációs igényt ki tudnak elégíteni.

A legfontosabb alkalmazási területek a gyártás optimalizálás, valamint a munkavállalók számára magas egészségügyi kockázattal járó munkafolyamatokba való integrálás. A kobotok által egyrészt növelhető a termelés hatékonysága, másrészt jelentősen csökkenthető a dolgozókra eső egészségi kockázattal járó feladatok száma.

A kobot alkalmazásának lehetőségei

A kollaboratív robotok jellemzően anyagmozgatási, úgynevezett "Pick and Place" műveletek elvégzésére a legmegfelelőbbek. de akár csomagolási feladatok elvégzésére is alkalmasak, és az erő kifejtést igénylő, vagy monotonitása miatt a humán erőforrásra egészségi kockázatot jelentő feladatok is szép számmal fordulnak elő a kollaboratív robot alkalmazási területei között.

A tapasztalat az, hogy munkáltatói oldalról a kollaboratív robot technológia használatának többféle motivációja is lehet. Egyrészt a gyártás modernizálása, ez esetben hosszú távú megtérülésben gondolkodik a vállalkozás, másrészt a munkaerőhiány miatti létszám szükséglet csökkentése. De napjainkban egyre gyakrabban megjelenő ok a dolgozókra nézve megterhelő vagy egészségi kockázattal járó feladatok kiváltása is.

A projekt során használt Sawyer robotok előnyei

A Sawyer kollaboratív robot a piacon elérhető egyéb kobotokhoz képest barátságosabb, emberközelibb működésű. Ez a rugalmas szervomotoroknak köszönhető. A Sawyer kollaboratív robot okkal viseli a kollaboratív nevet: használatának nincs veszélye, a vele kapcsolatos munkahelyi balesetek száma elenyésző. Az alacsony biztonsági költségeinek köszönhetően gyors megtérülésű automatizálási lehetőséget biztosít, kiemelkedő flexibilitás mellett.

Sawyer (10. ábra) egy 7 tengelyes kollaboratív robot, melyet olyan feladatok automatizálására terveztek, amelyek hagyományos ipari robotokkal nem kivitelezhetőek. Közvetlenül az online sorba illeszthető. Beépített Cognex kamerái és nyomatékérzékelő szenzorai segítségével "lát" és "érez", így elkerüli a baleseteket. Kamerái segítségével lehetőség nyílik optikai ellenőrzésre is (kapcsoló állása, alkatrész megléte). Az

ipari robotokkal ellentétben a kollaboratív robot emberek mellett is alkalmazható elkerítés nélkül. Egyszerre precíz és rugalmas, ismétlési pontossága +/- 0.1 mm.



10. ábra

Kérdés, hogy milyen ismereteket szükséges elsajátítani a munkavállalóknak a robottechnológia használatához? Az operátorok számára kedvező, hogy egyszerűen megtanulható a Kobotok karbantartása, programozása, finomhangolása. Sawyer az általa használt Intera szoftvernek köszönhetően egyszerűen üzembehelyezhető. Már alap szintű programozási tudás meglétével is könnyedén programozható. A Rethink Robotics által kifejlesztett szoftver lehetővé teszi a gyártás termelékenységének növelését, és megkönnyíti a robotok gyártósorba illesztését. Az Intera 5 szoftver tartalmaz egy Intera Studio nevű felhasználói felületet, amely lehetőséget nyújt a

programok részleteinek finomhangolására. A kollaboratív robotok terén ez egy olyan innovatív platform, amellyel sokkal közelebb kerülnek egymáshoz a robotok és a termelésben dolgozó munkatársak. A robot el van látva egy kijelzővel, melyen az Intera Insights szoftver segítségével megjeleníthetők a termelési adatok, ciklus adatok és valós idejű teljesítménymutatók. Megfelelő gyakorlati oktatással egy átlagos gyártósori munkavállaló képes pár óra alatt elsajátítani a működtetéséhez szükséges összes fontos információt. Mindezeknek köszönhetően Sawyer könnyedén használható volt a pilot projekt során rövid távú kipróbálás esetén is.

A gurulós robot állványnak (11. ábra) köszönhetően akár műszakonként áthelyezhető más-más munkaállomásra.



11. ábra

Az úgynevezett Landmark funkciójával képes azonosítani a munkaállomást és elkezdni a feladatát. A Landmark avagy referencia pontokat a munkatérben szükséges elhelyezni. A munkaterület minden olyan részegységét el kell látni Landmark jelöléssel, melyeknek az elmozdulása az előzetes felmérések során kockázatot jelenthet. Sawyer a munkafolyamat kezdetekor kamerás ellenőrzéssel vizsgálja a referencia pontok helyzetét, és a felismert pozíciót adja meg a további mozgások referencia pontjaként.

A robot kar 7 tengellyel rendelkezik, maximális kinyúlása 1260 mm. Ennek köszönhetően képes szűk helyekre manőverezni és olyan munkaállomásokon dolgozni, amelyek eredetileg emberek számára lettek tervezve. A robot rendelkezik 8 digitális bemenettel és 8 digitális kimenettel, amely biztosítja a körülötte lévő eszközökkel történő kommunikációt.

ClickSmart csatlakoztatási technológiának köszönhetően, a robotkar végén lévő megfogók cseréje gyors és egyszerű. A robothoz többféle méretű és eltérő funkciójú megfogó készlet csatlakoztatható. Képes kezelni a vákuumos, az elektromos és a pneumatikus megfogó készleteket is. Így optimálisan az elvégzendő feladathoz szabható a robotkar kialakítása.

Exoskeleton

Az exoskeleton olyan mesterséges külső váz, ami egy az emberi testet magába foglaló teherhordó és/vagy helyváltoztató szerkezet. Gyakorlatilag egy “külső csontváz”.



12. ábra

Működésének lényege, hogy a ránk erősített külső vázban elhelyezett szenzorok érzékelik a mozgást, majd az érzékelt mozgás megsegítésére motorok/rugók segítségével külső segítő erőhatást fejtenek ki a munkavállaló saját fizikai erejének kiváltására vagy rásegítésére. Ennek segítségével növelhető a teljesítmény, csökkenthető a fáradékonyság és ebből következően a munkahelyi balesetek és káresemények száma is jelentősen csökkenthető.

Az exoskeletonoknak számos formája és kivitele létezik, ezért az adott elvégzendő feladatra optimalizált típus kiválasztása kulcsfontosságú kérdés. Meg kell vizsgálnunk mind a felhasznált anyagok, mind az alkalmazott megoldások, mind kopásállóság, teherbírás, kényelmes viselhetőség és energiatakarékosság szempontjából.

Az exoskeletonokkal szemben állított alapvető elvárás, hogy minden esetben biztosítsa a végtagok természetes mozgását és megakadályozza azok természetellenes irányba történő mozgásának lehetőségét. Ezzel kiküszöbölve az esetleges húzódások és sérülések lehetőségét.

Az exoskeletonok két legnagyobb csoportosítási osztálya a külső váz rásegítésének módja szerinti. Beszélhetünk aktív és passzív szerkezetekről.

A **passzív** szerkezeti kivitelek nem rendelkeznek semmiféle hajtóművel, áramforrással vagy vezérlő elektronikával. Míg ezzel szemben az **aktív** exoskeletonok mindegyike tartalmaz valamilyen típusú hajtóművet a hozzá kapcsolódó áramforrással és a vezérlő elektronikával. Ezek a hajtóművek az adott mozgástípust érzékelve aktív segítséget nyújtanak a tehermentesítésben.

Megkülönböztethetjük őket továbbá a rásegítésének helyének szempontjából. Kereskedelmi forgalomban kaphatóak felső-, alsó testrésze szerelhető tehermentesítő eszközök, továbbá teljes testet tehermentesítő exoskeletonok is. Ebből is látszik a felhasználhatóságuk széles spektruma.

Az exoskeletonok lehetővé teszik, hogy a munkavállalók a robotok teherbírását megközelítve, a saját intelligenciájukat kihasználva növeljék termelőképességüket. Ezáltal egy olyan, a termelés szempontjából előnyös kombinációt hozhatunk létre, ami nem csak a robotokra jellemző folyamatos hasznos munkavégzésre, hanem az emberi rugalmasságra és gyors döntéshozatalára támaszkodhat.

Az exoskeletonok alkalmazása főleg olyan területeken jelent nagy előnyt, ahol a robotika alkalmazása rendkívül költséges és így nem kifizetődő, vagy ahol a termelés kellő rugalmasságot igényel. Ezen folyamatok jellemzően az egyedi termékek folyamatos gyártása során jelentkeznek vagy a már kifutott

termékek szervizelése esetén. Ezen folyamatokra jellemző a kis darabszám és a termékek különbözősége.

A projekt során használt exoskeletonok

Az exoskeletonokkal szemben állított számos követelmény közül talán a legfontosabbak a kényelmes viselés és a minél kevesebb csatlakozási pont az emberi testtel. A jelenlegi kutatások elsősorban az emberi test teherbírásának (gyorsaság, hordképesség) növelése irányába folynak: az egészséges munkavállaló az ízületek megtámasztásával és az izomterhelés átalakításával nagyobb teher elviselésére képes. Az alábbiakban bemutatjuk, hogy melyek azok az exoskeletonok, amelyeket a projekt során a munkavállalók kipróbálhattak.

A **Laevo V2.5** (13.ábra) exoskeleton a hátizmok aktivitását a felére képes csökkenteni, ezáltal a csigolyákra nehezedő nyomás csökken. Támogatja a munkavállalót előre hajlás közben, továbbítja a terhelést a rendszeren keresztül a mellkast megtámasztva a lábak felső részére, a combizom erejét kihasználva. A Laevo exoskeleton egy passzív eszköz, amely gázrugó segítségével csillapító hatást gyakorol a hátra, csökkentve a hirtelen hátizom-összehúzódások kockázatát. Jellemzői:

- Egyszerűen fel és levehető, mint egy kabát
- Hevederekkel állítható sokféle testmérethez

- Nincs motor, nincs akkumulátor
- Tömege mindössze 2,8 kg
- Egyszerű karbantartás
- A gázrugók deaktiválhatók, térdelő vagy ülő helyzetben



13. ábra

A **SuitX backX** (14.ábra) egy új ipari exoskeleton, amely átlagosan már 60%-kal csökkenti a viselője hátára eső erőhatásokat. Működési elve megegyezik a Laevo-nál leírtakkal, viszont egy teljes vázkeret veszi körbe viselőjét, és az erősebb rugóknak köszönhető a nagyobb teljesítménye. Csökkentheti a munkavállalók hátsérüléseinek kockázatát. Egész napos viseletre tervezett. Jellemzői:

- Ellenáll a víznek és a pornak
- Könnyen karbantartható
- Nincs motor, nincs akkumulátor
- Tömege mindössze 3,3kg
- 30 másodperc alatt be- és kikapcsolható



14. ábra

A **SuitX shoulderX** (15.ábra) világ egyik legfejlettebb válltámasztó exoskeletonja, amely számos ipari környezetben használható. A ShoulderX csökkenti a vállra ható erőhatásokat, ezáltal jelentősen csökken a váll sérülésének kockázata és növeli a munkahelyi termelékenységet. A válltámasz több szögben és négy erősségi fokozatban is beállítható, amihez nem igényel kiegészítő hardvert (patronokat, kazettákat, rugókat stb.) Egész napos viseletre tervezték úgy, hogy a kar és a törzs mozgását minimálisan gátolja.



15. ábra

Az eszközön állítható a magasság, derékméret, vállszélesség és mellkas mélység. A farizom felső részére támaszkodó deréktámasznak köszönhetően tartja a gerincet hátra hajlás esetén. Jellemzői:

- Tömege mindössze 3,17 kg
- Nincs motor, nincs akkumulátor
- Ellenáll a víznek és a pornak
- Könnyen karbantartható
- Kompatibilis a szerszámszíjakkal
- Kevesebb, mint 1 perc alatt fel- és levehető

A **StrongArm V22** (16.ábra) egy passzív ergoskeleton. A feladata a nehéz tárgyak emeléséből és hordozásából eredő munkahelyi sérülések csökkentése. Úgy tartja meg az emberi test helyzetét, hogy a nehéz tárgyak emelése közben az folyamatosan ergonomikus maradjon. Viselőjére enyhe nyomást gyakorol, hogy emlékeztesse a felhasználót a helytelen emelések, mozdulatok kerülésére. Ezen kívül a V22 két tengelykapcsolóval vezérelt kábellel is rendelkezik, amelyek segítik az emelést és a mozgatót. A kábelek a kézben tartott tárgy súlyának egy részét közvetlenül a V22 mellényre viszik át, így a karizmokat a törzsizmok tehermentesítik.



16. ábra

A **StrongArm FLX** (17.ábra) szintén ergoskeleton. Ez olyan a megfelelő testtartást visszajelző mellény, amely a felhasználót emlékezteti arra, hogy feladatát a megfelelő testtartásban végezze. A mellény nem csupán a nehéz tárgyak emelésénél és hordozásánál bizonyult hasznosnak, de az ülő munkát végzők körében is érezhetően csökkenti a derékfájdalom kialakulását. Segít csökkenteni a fáradtságot, a hátsérüléssel és ágyéki hátfájással járó bizonyos kockázatokat. A derék és gerinc méret könnyedén állítható az eszközön.



17. ábra

Pilot Projekt tapasztalatok

A pályázat megvalósításának szerves része volt az úgynevezett Pilot Projekt, amelyben azt modelleztük és mértük, hogyan segítheti a kollaboratív robottechnika és az exoskeleton megoldások alkalmazása az emberi munka hatékonyságának növelését, és a munkavégző képesség hosszú távú megőrzését. A projekt keretében kidolgozott eljárások gyakorlatba való átültetése érdekében komplex probléma megoldást kínáltunk. Kész receptet és összegyűjtött jó gyakorlatokat adtunk a kollaboratív és exoskeleton robottechnológia munkálatóknál történő bevezetéséhez így elősegítve hazánkban az ipari automatizálás terjedését.

A kísérleti projekt keretében az innovatív technológiát valós feltételek közt, a szükséges idő- és költségráfordítással próbáltuk ki. Dokumentáltuk a leghatékonyabban megoldásokat, hogy azok könnyen adaptálhatóak legyenek, mintaként szolgálva egy hasonló, nagyobb léptékű fejlesztés lánchoz. A pilot elem célja a nagyobb léptékű tevékenység megalapozása, az eredményes beágyazódás elősegítése.

A pilot projekt fázisai:

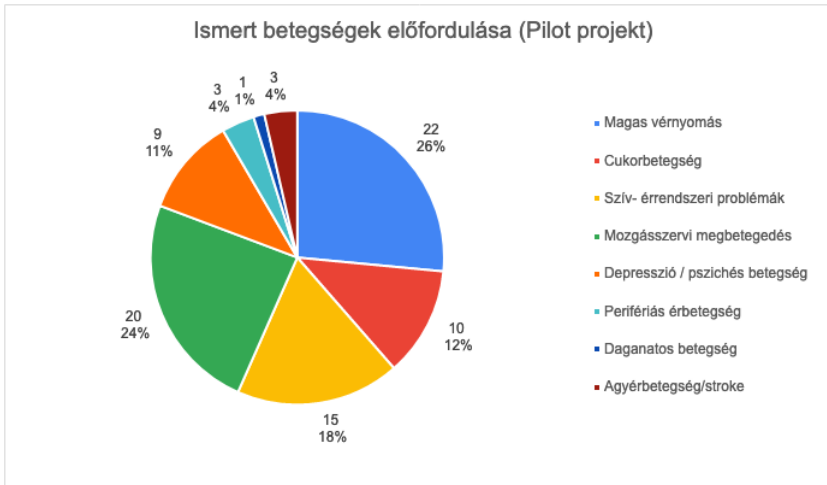
- Munkafolyamatok felmérése
- Munkafolyamat kiválasztása
- Munkavállalók felmérése

- Kollaboratív és exoskeleton robottechnológia alkalmazási javaslat elkészítése
- Kiválasztott technológia alkalmazás integrálása a termelésbe
- Munkavállalók újramérése
- Mérési eredmények kiértékelése, integrálhatósági döntés

Egyedülálló módon a pilot projekt keretében lehetőségünk nyílt - a toborzás során kiválasztott munkáltatóknál és az általuk megjelölt munkaköröket érintően a munkavállalóknál - egy mélyreható felmérést elvégezni. Vizsgáltuk az adott munkavállalók kollaboratív robot és exoskeleton technológiával való összehangolhatóságát, az elért eredményeket, munkájuk és munkaköreik változását. Ezen felmérések eredményeire támaszkodva javaslatot tettünk az egyes munkakörökre vonatkozóan a kollaboratív robot és exoskeleton technológiák alkalmazási lehetőségeire és prognosztizáltuk annak az érintett cégre vonatkozó pozitív hatását.

A projekt keretében sikeresen tudtunk 10 munkáltatót és 100 munkavállalót megismertetni ezen előremutató technológia eszközök gyakorlati használhatóságáról a számítógép, elektronikai, optikai termék gyártása nemzetgazdasági ágazatban. Minden résztvevővel kitöltöttük a primer kutatás során használt egészségügyi kérdőívet. Hasonlóan az 1000 fős mintán mért adatokhoz, itt is jól látható, hogy a mozgásszervi

megbetegedések továbbra is vezető helyen vannak a projektbe bevont 100 munkavállaló tekintetében is.



18. ábra

Általános tapasztalatok

A dolgozók sok esetben idegenkedve fogadták a kollaboratív robot bevezetését. Félték a technikától és attól, hogy állás nélkül maradnak. Ahol már évek óta automatizált gyártósorokon dolgoznak, ott kevésbé okoz nehézséget a rendszer megismerése és a sori dolgozók integrálása a folyamatba. Sok KKV, vagy mikro vállalkozás azonban most találkozik az első robottal és ennek a jelenlegi dolgozók nem mindig örülnek, hiszen féltik az állásukat. Azt gondolják, hogy a robot egyenlő

azzal, hogy kiváltja az embert, azaz arra az emberre már nincs is szükség, akinek helyére robot kerül. Ez nem így van.

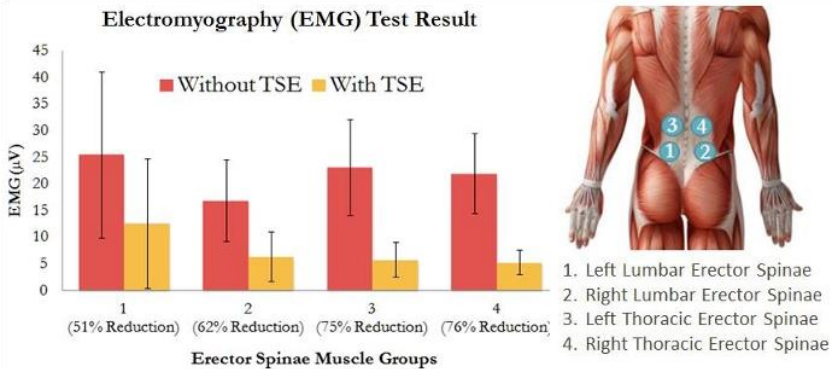
Mérnökeink meghallgatták az operátorokat vagy a leendő felhasználókat, és az ő igényeiknek megfelelően alakították ki a munkaállomásokat. Az adott cég mérnökeivel együtt kidolgoztuk egy ergonomikus gyártási elrendezésre vonatkozó elképzeléseket, amelyeknek mindig része volt az operátor igényeinek felmérése.

Erre azért is szükség volt, mert a humán erőforrás úgy kezeli majd a kollaboratív robotot vagy bármely más automatizációs megoldást, ahogyan neki kényelmes, és ahogyan a lehető legkevesebb energiáját veszi el. Ezért mérnökeink igyekeztek már alapból a munkaállomás tervezése és telepítése során az operátoroktól leszűrt információk figyelembevételével dolgozni. Valamint bevontuk azt a dolgozót is, aki a munkafolyamatot végezte, ahova a robot kerül, hiszen az Ő meglátásai és tapasztalatai is sokat segíthetnek.

Ezzel építjük a bizalmat a szervezeten belül, megerősítjük a vállalati kultúrát és talán az új „kolléga” bemutatása is sikert arat. Nyilvánvalóan a biztonsági kitételeket ez nem érinti, hiszen azoknak szabvány szerint meg kellett felelni.

A kísérleti projekt során alkalmazott exoskeleton eszközök megoldást jelenthetnek a munkával összefüggő mozgásszervi megbetegedésekkel kapcsolatos problémákra, sőt használatukkal ezen megbetegedések kockázata is

csökkenthető, illetve megelőzhető. Az eszköz használata után több munkavállaló jelezte, hogy izomlása keletkezik, ami egyrészt a helyes testtartásra való késztetésből vezethető vissza.



19. ábra

A másik ok, az izomterhelés átirányítása a derék környéki izmokról a combizomra, amit korábban nem terheltek. A combizom fokozott terhelése viszont nem jár együtt megbetegedéssel, sőt növeli az állóképességet és alakformáló hatása is van. Számos esetben az exoskeleton tartásjavító funkciója került előtérbe. Tapasztalataink alapján a legtöbb munkakör esetében akár a tehermentesítő funkciók nélkül is jelentős egészségi kockázatcsökkentés érhető el az eszközök bevezetésével, mivel kiküszöböli a helytelen testtartásból adódó megbetegedések esélyét.

Általánosságban elmondható, hogy a tapasztalatok szerint az exoskeleton a munkavállalóknál nem akadályozza a természetes

mozgásokat, viselője targoncát vezethet, kerékpározhat, futhat és bármilyen manővert elvégezhet, minden korlátozás nélkül.

Az alkalmazás nehézségei

Felvetődött a kérdés, hogy a kollaboratív és exoskeleton robottechnológia és az új foglalkoztatási formák alkalmazása okoz-e bármilyen problémát, nehézséget, illetve mik a kockázatok és milyen megoldási javaslatok segíthetik a munkáltatói és munkavállalói adaptációt?

Kijelenthető, hogy nem minden munkakör teszi lehetővé az exoskeletonok viselését, és a kollaboratív robotok alkalmazását. Szembesülnünk kellett azzal, hogy munkavédelmi szempontból balesetveszélyes lehet egyes feladatok során az eszközök használata, pl. szűk helyen történő munkavégzés során. Ezekben az esetekben nem javasoljuk az exoskeletonok viselését.

A pilot megvalósítása során az is megfigyelhető volt, hogy a rendelkezésre álló idő kevésnek bizonyult, hogy a munkavállalók megszokják a mindennapi munkavégzésük során ezen külső vázak viselését. Erre utal a fentebb már említett izomláz is, mint tünet. Az adaptációt a megfelelő használat oktatása és rendszeres ellenőrzése mellett, a fokozatos bevezetés és a tartós használat segítik elő. A helyes testtartás, vagy a gerincre nehezedő terhelés átvitele a far és comb izmokra, idővel

megszokottá válik, sőt az izomláz elmúltával erősíti a munkavállalókat és javítja egészségi állapotukat.

Gyors és hatékony eszköz használat csak munkavállalók aktív bevonásával volt lehetséges, mely mutatja, hogy ezen technológia sem képes feltétlenül a munkavállalók kiváltására. Mint ahogy azt fentebb is leírtuk, tetten érhető volt a munkavállalókban az előítélet a robotokkal szemben. Valóban ember és robot együttműködésre volt szükség egy-egy munkafolyamat során. A monoton és veszélyes feladatokat a robot végezte a munkavállaló helyett, a dolgozó pedig az eszköz kiszolgálásával, a kész termékek elszállításával foglalkozott. Ezen kollaborativitásnak köszönhetően viszont jelentős hatékonyság növekedés figyelhető meg az egységi idő alatt legyártott termékek számában.

Arra is kerestük a választ, hogy milyen ismeretek szükségesek a környezeti adaptáció optimális feltételeinek megteremtéséhez mind munkáltatói, mind munkavállalói oldalon?

Arra jutottunk, hogy a kollaboratív robotok használata esetén a gyártásba való illesztési idő jelentősen eltért az exoskeleton integrálási idejétől. Míg a viselhető vázak esetében a munkavállalók oktatás után azonnal használatba vehették ezen eszközöket, úgy a kobotok esetében akár több hetes tervezési feladatra volt szükség a megvalósításhoz. Hiába volt képes

hatékonyan az adott munkafolyamatot akár azonnal elvégezni a robot, az alapanyagok biztosítására és kész termékek elszállítására az ágazati szereplők gyártási technológiája nem volt felkészülve. A robotokon kívül különböző célgépek üzembehelyezésére is szükség volt. pl. szállítószalag, adagológép.

A környezeti adaptáció optimális feltételeinek megteremtéséhez mind munkáltatói, mind munkavállalói oldalon képzésekre van szükség. Az általános Ipar4.0 ismereteken túl, fontos, hogy a modern technikai eszközökről minél szélesebb körű ismereteket szerezhessenek. A pályázati projekt kiváló lehetőség volt mind az elméleti, mind a gyakorlati ismeretek átadására, valamint a tapasztalatok megosztására is.

Szót kell ejtenünk arról is, hogy mik azok az alapelvek és tartalmak, szabályozások, amik az együttműködés, fejlesztés megvalósításának alapfeltételei?

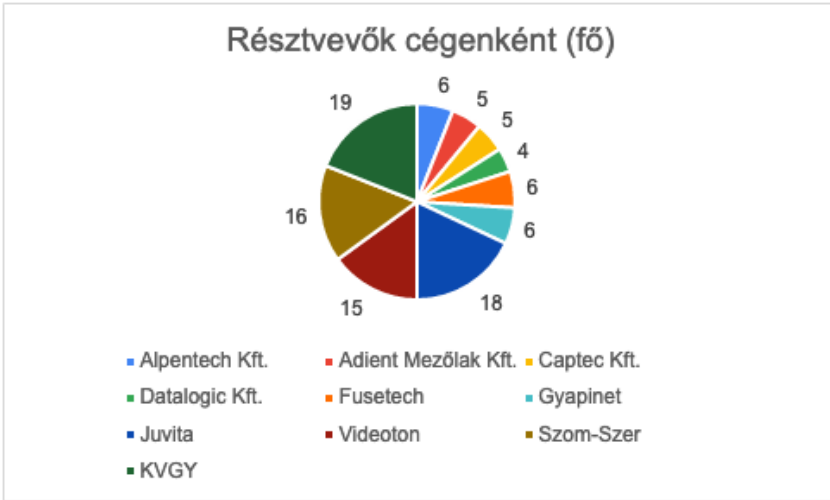
Ez eszközök használatánál elsődleges és legfontosabb alapelv a munkabiztonsági előírások betartása, illetve a munkavállalók képzése a technológia helyes használatáról. Minden kiválasztott munkafolyamatoknál munkahelyi kockázat azonosítás és értékelés elvégzése kell, hogy megelőzze technológia bevezetését.

Jellemzően, mint minden más technológiánál a kiszámítható megtérülés és hatékonyság növelés az elsődleges igény egy új eszköz bevezetésénél munkáltatói oldalról. Azonban a kísérleti projekt során kiemelten fontos igénynek fogalmazódott meg a munkavállalói fluktuáció csökkentés, mely ezen eszközök bevezetésével jelentős mértékben elősegíthető. Ugyanis a gondoskodás növeli a munkavállalók lojalitását azon foglalkoztatók felé, akik a projekt során megismertették innovatív megoldásokat is alkalmazzák termelési tevékenységük során. Az új generáció gyorsabban alkalmazkodik és gyorsabban tanulja meg az új technológiát kezelni. Az idősebb generációról azt feltételezik, hogy már nem képes megtanulni új dolgokat, Ők is azt hiszik, még ha tény, hogy kicsit több időbe is telik nekik, megtanulják, valamint az Ő tapasztalatuk és higgadtságuk, valamint Világnézetük nagyon is hozzá járul az innovációhoz.

Nyilvánvalóan nem mehetünk el szó nélkül a modern technikai eszközök bevezetésének költség vonzata mellett, ami sajnos az esetek túlnyomó többségében gátat szab az alkalmazásban. Az ismeretek bővítése mellett az eszközfinanszírozás is a megoldandó feladatok közé tartozik.

Az egészségi állapot visszamért eredményei

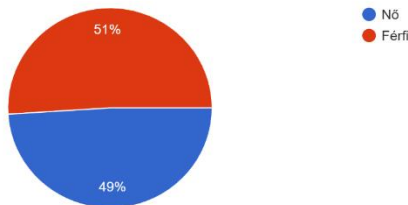
A Pilot projektből való kilépés során minden munkavállalót egy záró kérdőív kitöltésére kértünk, ahol a fájdalom érzet változására külön rákérdeztünk.



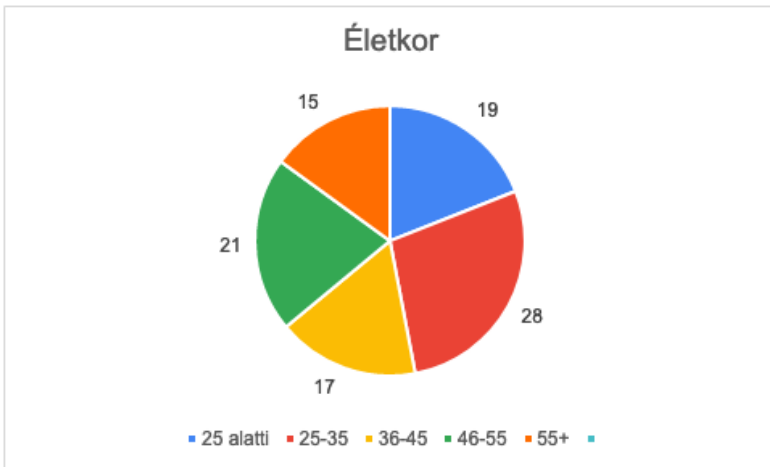
20. ábra

A válaszadók között közel azonos volt a nemek megoszlása, 51 fő férfi és 49 fő nő. (21.ábra) Korösszetételben is egyenletes az eloszlás, (22.ábra) a 25-35 évesek száma minimálisan magasabb a mintában a többi korosztály képviselőinél. Ezek alapján kijelenthetjük, hogy a kísérleti projekt munkavállalói köre reprezentatívnak mondható.

Az Ön neme:
100 válasz

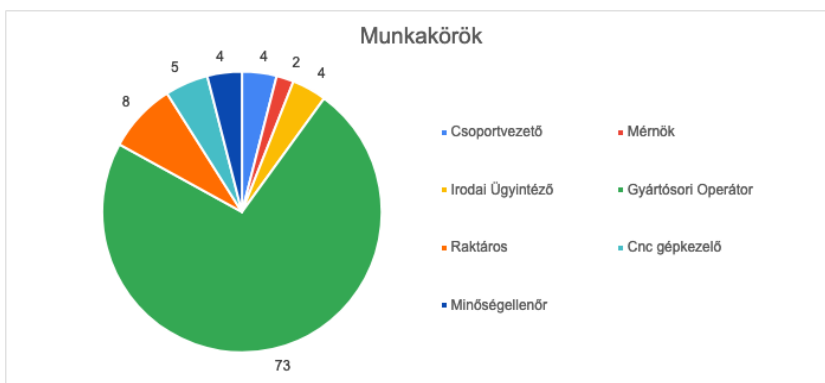


21. ábra



22. ábra

A felmérésbe jellemzően a gyártósori operátorokat igyekeztünk bevonni, nem véletlen, hogy a válaszadók 73%-a ebben a munkakörben dolgozik. A gépkezelők és a minőség ellenőrök ugyanúgy a termelő szalagok mellett dolgoznak, így a rájuk nehezedő fizikai terhelés összemérhető az operátorokéval. De a modern technikai eszközök adaptálása és működtetése elképzelhetetlen a csoportvezetők és a mérnökök bevonása nélkül, és a nehéz súlyok emelése a raktárban anyagmozgatásban dolgozókat is érinti, így nem meglepő az ő jelenlétük sem a mintában.



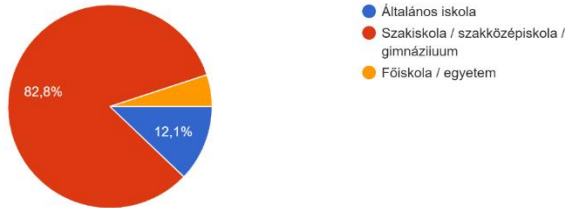
23. ábra

Az irodai ügyintézők, adminisztratív tevékenységet végzők külön kérték, hogy kipróbálhassák a helyes testtartást segítő ergoskeleton mellényt, mivel derékfájdalomra panaszkodtak. Elmondásuk szerint javította közérzetüket és csökkentette fájdalom érzetüket az eszköz ülő munka közbeni viselése.

A résztvevő munkavállalók iskolai végzettsége a munkakörökkel arányos képet mutat. Társadalmi szempontból öröndetes, hogy a csupán általános iskolai végzettséggel rendelkezők aránya mindössze 12%. Ezek alapján a reprezentatív mintavételünk azt mutatja, hogy a “számítógép, elektronikai, optikai termék gyártása” nemzetgazdasági ágazatban a gyártósori operátorok túlnyomó többsége legalább középfokú végzettséggel rendelkezik.

Az Ön iskolai végzettsége:

99 válasz



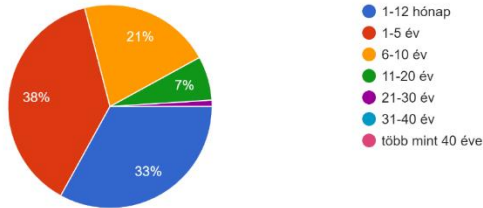
24. ábra

Nem véletlen, hogy a munkáltatók egyre inkább keresik, hogy milyen eszközökkel növelhetik a munkavállalói lojalitást. Mint azt már korábban is említettük magas a fluktuáció az ágazatban csakúgy, mint az ipari termelés más területein is. A 25-ös ábrán jól látható, hogy hetven százalékot meghaladó azok aránya, akik kevesebb mint 5 éve dolgoznak jelenlegi munkahelyükön, és mindössze 8% az, aki több mint 10 éve dolgozik ugyanannál a munkáltatónál.

1000 fős primer felmérésünk szinte azonos arányszámokat hozott a gyártósori betanított munkások körében. A magas fluktuáció egyik oka lehet, hogy a munkavállalók keresik a minél jobb béréajánlatokat az értük versengő munkáltatóknál, de egészségi felmérésünkéből az is kitűnik, hogy a fizikai megterhelés és egészségi állapotuk romlása miatt váltanak foglalkoztatót.

Mióta dolgozik a jelenlegi munkahelyén?

100 válasz

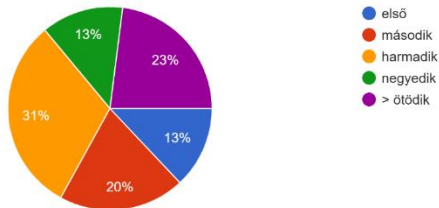


25. ábra

A magas fluktuációt támasztja alá, hogy a válaszadók több mint kétharmada, már legalább a harmadik munkahelyén dolgozik.

Hányadik munkahelyén dolgozik jelenleg?

100 válasz



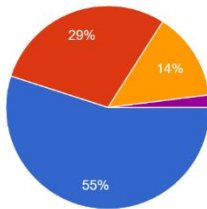
26. ábra

A kísérleti Pilot projektben résztvevő munkavállalói kör egészségi állapota is jól mutatja, hogy szükség van a termelésben dolgozók fizikai megterhelésének mérséklésére. A résztvevők 45%-a küzd valamilyen mértékű derék fájdalommal, és 35 százalékuknak a

nehéz súlyok emelése egyértelműen fájdalmat okoz, vagy épp képtelenek rá. 25%-nak már a hosszabb ideig tartó szimpla állás vagy ülés is fájdalmat okoz.

Derékfájás

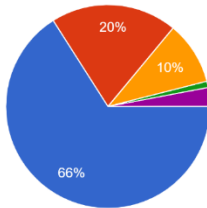
A fájdalom erőssége
100 válasz



- [0] Jelenleg egyáltalán nincs fájdalom.
- [1] Jelenleg csak kis fájdalom van.
- [2] Jelenleg közepesen erős fájdalom van.
- [3] Jelenleg elég nagy fájdalom van.
- [4] Jelenleg nagyon erős fájdalom van.
- [5] Jelenleg elképzelhetetlenül nagy fájdalom van.

27. ábra

Emelés
100 válasz



- [0] Nehéz súlyokat is fel tudok emelni, fájdalom nélkül.
- [1] Nehéz súlyokat is fel tudok emelni, de az fájdalmat okoz.
- [2] A fájdalom miatt a padlóról nem tudok felemelni nehéz súlyokat, de ha...
- [3] A fájdalom miatt nehéz súlyokat nem tudok felemelni, de kis és közepes súl...
- [4] Csak nagyon kis súlyokat tudok fel...
- [5] Egyáltalán semmit nem tudok fel...

28. ábra

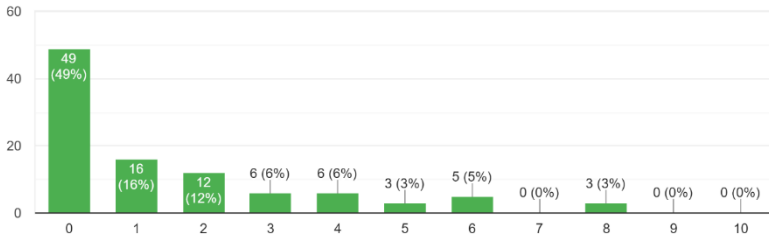
Kiemelt célként határoztuk meg, hogy mérjük a projektben alkalmazott exoskeleton technológia hatását a munkavállalók egészségi állapotára. Ezért a kilépő tesztben ismételten rákérdeztünk a fájdalom érzetre, az eszközök használatát

követően. Hangsúlyoznunk kell, hogy a fájdalomérzet szubjektív módon, a dolgozó megítélése alapján került rögzítésre.

A Pilot Projekt kezdete előtt

Hogyan értékelné a fájdalmat, amelyet most, ebben a pillanatban érez?

100 válasz

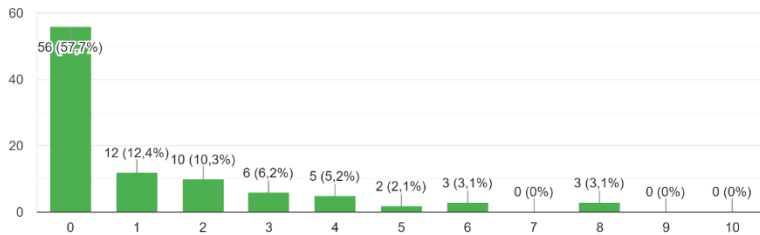


27. ábra

A kísérleti projekt befejezését követően

Hogyan értékelné a fájdalmat, amelyet most, ebben a pillanatban érez?

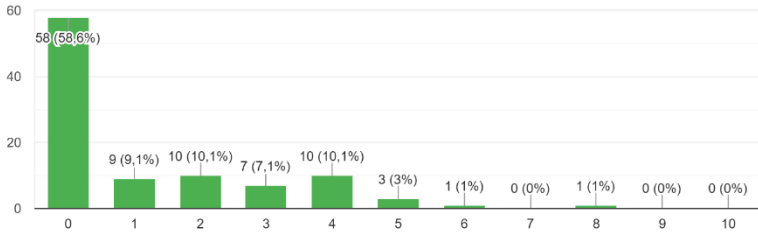
97 válasz



28. Ábra

Milyen erős fájdalmat érzett átlagosan az eszközök tesztelése közben?

99 válasz



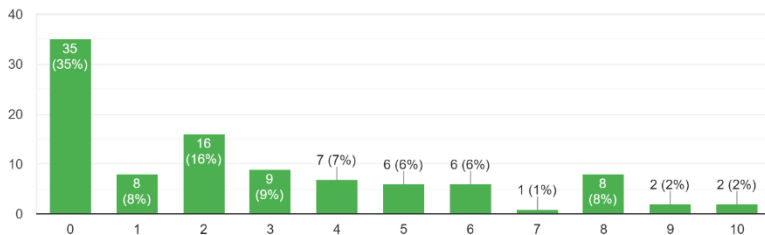
29. ábra

Az egészségi kérdőívben derékfájdalmat megjelelő dolgozók szinte minden esetben a fájdalom csökkenéséről számoltak be az exoskeleton eszközök kipróbálását követően. Sőt az eszközök tesztelése közben még kisebb volt a fájdalomérzetük.

Nem csak az átlagos fájdalom szint csökkent, de a résztvevők a legerősebbnek ítélt fájdalomérzetüket is mérsékeltebbnek ítélték meg.

Milyen erős volt a legerősebb fájdalom, amit az elmúlt 4 hétben érzett?

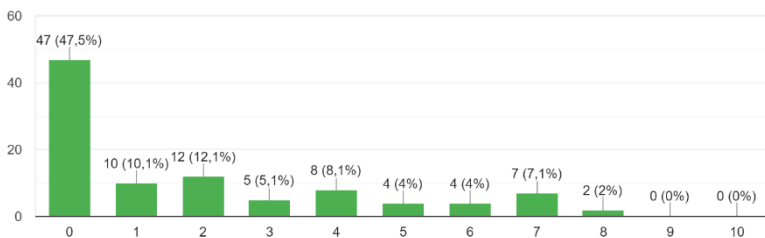
100 válasz



30. ábra

Milyen erős volt a legerősebb fájdalom, amit az eszközök tesztelése után érzett?

99 válasz



31. ábra

A projektben valós üzemi körülmények között, a napi munkafolyamatba beépítve, a napi termelőfolyamat keretében modelleztük a modern technikai eszközök, a kollaboratív robotok és az exoskeleton technológia használatát. A valós üzemi körülmények között lezajlott felmérésünk eredménye egyértelműen azt mutatja, hogy az egészség megőrzésnek köszönhetően javult a munkavállalók közérzete.

Javaslatok

Kutatásunk igazolta, hogy a mozgásszervi megbetegedések továbbra is vezető helyen vannak a gyártósori munkavállalók tekintetében a számítógép, elektronikai, optikai termék gyártása nemzetgazdasági ágazatban. Mivel a mozgásszervi megbetegedések a gyártósori munkásoknál nem ágazat specifikusak, hanem a fizikai és pszichés leterhelésből adódnak, felmérésünk eredményei más iparágakra is adoptálhatóak. Javasoljuk a kutatás kiterjesztését és az eszközök kipróbálásának lehetőségét más nemzetgazdasági ágazatokban is, akár ágazat független módon egy komplex kutatás keretében.

A rövid teszt időszakunk azt mutatta, hogy az exoskeleton eszközök használatával csökkenthetőek az egészségi kockázatok a gyártósori munkavállalóknál, és bár hosszabb távú hatásait ezen projekt során nem mérhettünk, a szakirodalom egyértelműen az eszközök pozitív hatásairól ír az egészség megőrzésben. Az exoskeleton használatának előnyei a gyártósori munkavállalók esetében nem köthetők csak a vizsgált nemzetgazdasági ágazathoz, azok más iparágakra is adoptálhatóak.

Alapkérdésnek fogalmaztuk meg, hogy szükséges-e a munkáltatónál eszköz szintű fejlesztés az új technológia bevezetéséhez?

A Pilot projekt tapasztalatai alapján a mind szélesebb körű alkalmazáshoz javasoljuk az eszköz beszerzését és/vagy bérlését kormányzati támogatással elősegíteni. Megfontolásra ajánljuk a következő pályázati ciklusban a beszerzést és használatot támogatható pályázati célként meghatározni.

Az exoskeletonok egészségmegőrző és javító hatásából kiindulva javasoljuk az ártámogatásukat csakúgy, mint az orvosi segédeszközök esetében.

Kobotok esetében a fentebb írtakkal megegyező eredményre jutottunk, így javasoljuk az eszközök beruházásának támogatását a munkáltatók számára, kiemelten a veszélyes és monoton munkafolyamatokra fókuszálva.

A pályázati projekt egyik tapasztalata, hogy az elméleti Ipar 4.0 oktatások ösztönzésén túl kiemelten fontosnak tartjuk a gyakorlati képzéseket, mind az ágazat szereplőinek, mind más iparágakban. Szembeötlő volt a különbség a munkáltatók és a munkavállalók hozzáállásában, miután a gyakorlatban próbálhatták ki és tapasztalhatták meg a modern technikai eszközök hatékonyság növelő és egészségre gyakorolt pozitív hatásait.

Az exoskeletonoknak jelentős teljesítménynövelő és egészség megőrző hatásai vannak. Használatukkal csökken az esélye a

foglalkozási ártalmak kialakulására, javul a pontos munkavégzés időtartama, javul a munkavégzés teljesítménye, javul a dolgozók teherbíró képessége. Továbbá az exoskeletonok jelentős hatást gyakorolhatnak az egészségügyben is az egyes páciensek rehabilitációja során.



Összefoglaló

A pilot projekt során megismertetett technológiák kifejezetten alkalmasak a munkavégzés során felmerülő mindennapi egészségi kockázatok csökkentésére, továbbá kimutatható hatékonyság növekedés is látható a projekt során bevont dolgozók tevékenysége során.

A Primer kérdőíves felméréshez hasonlóan a pilot projekt során történt egészségfelmérés is igazolja a munkavállalóknál fennálló egészségi problémákat. A kiértékelés után jól látható volt, hogy azon munkavállalók, akiknél a mindennapokban jelen van a fájdalomérzet, akár egy nap után is pozitív változásról számolnak be az exoskeleton eszközök használata után. Visszajelzéseik alapján fájdalom érzetük csökken. Fontos kiemelni, hogy azon dolgozóknál, aki tartás javító exoskeletonokat használtak munkájuk során, szinte minden esetben izomláz jelentkezett, mely rámutat, hogy alpból nem a helyes testtartásban végzik a mindennapi tevékenységüket, és ezen eszközök ebben kiváló segítségnek bizonyultak.

Az exoskeletonok integrálása minden esetben könnyebb feladat volt, mivel semmilyen módosításra nem volt szükség a meglévő folyamatokban. A dolgozók is legtöbb esetben nyitottan álltak a termékek használatához.

A kollaboratív robotok alkalmazása komolyabb tervezési feladattal jár, bár jól látható volt a pilot projektek során, hogy 1-2 hét alatt ezen technológia is könnyű szerrel illeszthetővé vált a kiválasztott feladatok esetében. Ugyanakkor ennyi idő alatt a robotok esetében még valós egészségügyi változás nem mérhető.

Kifejezetten ajánljuk ezen technológiák integrálását a Számítógép, elektronikai, optikai termék gyártása elnevezésű ágazat számára és más iparágakra is.

A pályázat megvalósításának szerves része az úgynevezett "Pilot Projekt", amelyben azt modelleztük és mértük, hogyan segítheti a kollaboratív robottechnika és az exoskeleton megoldások alkalmazása az emberi munka hatékonyságának növelését, és a munkavégző képesség hosszú távú megőrzését valós üzemi körülmények között, a napi munkafolyamatba beépítve, a napi munkafolyamat keretében. A kidolgozott eljárások gyakorlatba való átültetése érdekében komplex probléma megoldást kínáltunk a Pilot Projekt-ben résztvevő cégek számára. Kész receptet és összegyűjtött jó gyakorlatokat adtunk a kollaboratív és exoskeleton robottechnológia munkálatóknál történő bevezetéséhez így elősegítve hazánkban az ipari automatizálás terjedését.

A kísérleti projekt keretében az innovatív technológiát valós feltételek közt, a szükséges idő- és költséggráfordítással próbáltuk

ki. Dokumentáltuk a leghatékonyabban megoldásokat, hogy azok könnyen adaptálhatóak legyenek, mintaként szolgálva egy hasonló, nagyobb léptékű fejlesztés lánchoz. A pilot elem célja a nagyobb léptékű tevékenység megalapozása, az eredményes beágyazódás elősegítése, mindez valós üzemi körülmények között, a napi munkafolyamatba beépítve, a napi munkafolyamat keretében.

Kedvezményezett:



Vállalkozók és Munkáltatók Országos Szövetsége



Európai Unió

1065 Budapest, Bajcsy-Zsilinszky út 53.

tel: +36 1 414-2181

fax: +36 1 414-2180

e-mail: center@vosz.hu

www.vosz.hu

