

MÓDSZERTAN RÉSZLETES KIALAKÍTÁSA, KIPRÓBÁLÁSA, ADAPTÁLÁSA

KONKRÉT CÉGEKNÉL TÖRTÉNŐ ADAPTÁLÁS
LEHETŐSÉGEINEK VIZSGÁLATA VÁLLALKOZÁS
SPECIFIKUSAN.

Vállalkozók és Munkáltatók Országos Szövetsége

30

30 éve a vállalkozók szolgálatában

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Módszertan részletes kialakítása, kipróbálása, adaptálása

Konkrét cégeknél történő adaptálás lehetőségeinek
vizsgálata vállalkozás specifikusan.

**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: 2021

Tartalom

Bevezetés.....	7
A kollaboratív robotokról	10
A kobot alkalmazásának lehetőségei	10
A projekt során használt kollaboratív robotok előnyei	11
A kobot fogadtatása az operátorok között.....	11
Általánosságban az exoskeletonról	12
Derék tehermentesítő egységek:	15
Karok munkáját könnyítő exoskeletonok.....	15
Exoskeleton alkalmazása az Adient Mezőlak Kft.-nél.....	16
Felmérés	16
Kidolgozás.....	17
Kiértékelés	21
Kollaboratív robot alkalmazása az Adient Mezőlak Kft.-nél.....	24
Felmérés	24
Kidolgozás.....	27
Kiértékelés	33
Kollaboratív robot és exoskeleton használata az Alpentech Kft.nél ..	35
Felmérés	35
Kidolgozás.....	39
A feladat végrehajtása Exoskeleton segítségével:.....	39
A feladat végrehajtása kollaboratív robot segítségével:	40
Kiértékelés	46

A feladat végrehajtása Exoskeleton segítségével.....	46
A feladat végrehajtása kollaboratív robot segítségével	47
Exoskeleton alkalmazása a Cabtec Kft.-nél	49
Felmérés	49
Kidolgozás.....	51
Kiértékelés	55
Exoskeleton alkalmazása a Datalogic Hungary Kft.-nél.....	58
Felmérés	58
Kidolgozás.....	61
Kiértékelés	64
Exoskeleton alkalmazása a Fusetech Kft.-nél.....	67
Felmérés	67
Kidolgozás.....	69
Kiértékelés	73
Exoskeleton alkalmazása a Gyapinet Bt.-nél.....	76
Felmérés	76
Kidolgozás.....	78
Kiértékelés	82
Exoskeleton alkalmazása a Juvita Kft.-nél	86
Felmérés	86
Kidolgozás.....	88
Kiértékelés	90
Exoskeleton és kollaboratív robot alkalmazása a KVGY Kft.-nél	94

Felmérés	94
Kidolgozás	99
A feladat végrehajtása Exoskeleton segítségével:.....	99
A feladat végrehajtása kollaboratív robot segítségével:	101
Kiértékelés	109
A feladat végrehajtása Exoskeleton segítségével:.....	109
A feladat végrehajtása kollaboratív robot segítségével:	110
Exoskeleton alkalmazása a Som-Szer Kft.-nél	113
Felmérés	113
Kidolgozás	114
Kiértékelés	118
Kollaboratív robot alkalmazása a Som-Szer Kft.-nél.....	121
Felmérés	121
Kidolgozás	125
Kiértékelés	129
Exoskeleton alkalmazása a Videoton Elektro-Plast Kft.-nél	130
Felmérés	130
Kidolgozás	132
Kiértékelés	135
Kollaboratív robot alkalmazása a Videoton Elektro-Plast Kft.-nél ...	138
Felmérés	138
Kidolgozás	141
Kiértékelés	146

Általános Összefoglaló a Pilot projekt tapasztalatairól	147
---	-----

Bevezetés

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 Vállalkozók és Munkáltatók Országos Szövetsége konzorciumban a Független Szakszervezetek Demokratikus Ligájával a GINOP-5.3.5-18-2020-00166 számú pályázat keretében arra vállalkozott, 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 Vállalkozók és Munkáltatók Országos Szövetsége a Független Szakszervezetek Demokratikus Ligájával 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.

Magyarországon is egyre nagyobb hangsúlyt kap a modern technikai eszközök használata - a robotizáció, az automatizáció, az Ipar 4.0 – nap mint nap elhangzó fogalmak. A gyakorlat azonban azt mutatja, hogy a magyar vállalkozások, és elsősorban a KKV-k nagyon kis százalékban ismerik és még kevesebben használják a termelésben ezeket a technikai eszközöket. Nem véletlen, hogy Európai Uniós összehasonlításban a magyar vállalkozások hatékonysága a legalacsonyabbak közé tartozik. Ennek megváltoztatása mindannyiunk közös érdeke!

A vállalkozásokat több oldalról is cselekvésre kényszeríti a növekvő munkaerőhiány, a megrendelőként folytatott gazdasági verseny, és a növekvő bérköltségek. Hazánkban a foglalkoztatottság 5%-al az Uniós átlag felett van, ami együtt jár azzal is, hogy minimálisra csökkent a szabad munkaerő. Felértékelődött az ember, mint a legfontosabb termelési erőforrás. Dolgozóink hatékony munkavégzése, egészségük és ezzel együtt a munkavégző képességük hosszútávú megőrzése lett a gazdaságos működés fenntarthatóságának kulcsa.

Alapvető emberi tulajdonság, hogy tartunk az ismeretlentől, a változástól. Sokakban él az a tévhit, hogy az automatizáció, a robot technológia megjelenése elveszi a munkahelyeket az emberektől. A pályázati projekt egyik célja az volt, hogy a megfelelő információk és tapasztalatok átadásával megváltoztassa ezt a tévhitet. Tanácsadás keretében mind a munkáltatói mind a munkavállalói oldalnak bemutattuk, milyen módon lehet az innovatív technológiák alkalmazásával hatékonyabbá, biztonságosabbá tenni a munkahelyeket, hogy a munkavállalók egészségét és munkavégzési képességét minél hosszabb távon megőrizhessük.

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.

Egyedülálló módon a pilot projekt keretében lehetőségünk nyílt a toborzás során kiviálasztott munkáltatóknál és az általuk megjelölt munkaköröket érintően a munkavállalóknál egy mélyreható felmérést elvégezni. Kidolgoztuk és mértük az adott munkavállalók kollaboratív és exoskeleton robotokkal való összehangolhatóságát, valós üzemi körülmények között, a napi munkafolyamatba beépítve, a napi munkafolyamat keretében.

Ezen felmérések eredményeire támaszkodva javaslatot tettünk az egyes munkakörökre vonatkozóan a kollaboratív és exoskeleton robotok és a modern technológiai vívmányok alkalmazási lehetőségeire és prognosztizáltuk ezeknek az érintett cégre vonatkozó pozitív hatását.

A kollaboratív robotokról

A kobotokat 1996-ban “találta fel” J. Edward Colgate és Michael Peshkin, az Északnyugati Egyetem professzora. Ugyanebben az évben Colgate szerzőtársaival megjelentette a Cobots: Robots For Collaboration With Human Operators ‘Kobotok: humán kezelővel kollaboráló robotok’ című cikkét. Ebben a kobot szót úgy definiálják, hogy a kobot egy robotizált eszköz, amely emberi kezelővel együttműködésben manipulálja az objektumokat. A kobot virtuális kezelőfelülete teszi lehetővé, hogy az operátor irányítsa.

A kobot alkalmazásának lehetőségei

A kollaboratív robotok jellemzően anyagmozgatási, úgynevezett Pick and Place műveletek elvégzésére a legmegfelelőbbek. Például fröccsöntő, CNC vagy hajlítógépek kiszolgálása történhet kollaboratív robot segítségével, illetve például NYÁK lap ICT tesztjének elvégzésére, csomagolásra is alkalmas egy kobot.

Egyszerűbb, például erő kifejtést igénylő, vagy monotonitása miatt a humán erőforrásra egészségügyi kockázatot jelentő feladatok is szép számmal fordulnak elő a kollaboratív robot alkalmazása során.

A projekt során használt kollaboratív robotok előnyei

A Sawyer kollaboratív robot a piacon elérhető egyéb kobotokhoz képest barátságosabb, emberközelibb működésű, a rugalmas szervomotoroknak köszönhetően. A Sawyer kollaboratív robot okkal viseli a kollaboratív nevet: használatának nincs veszélye, a vele kapcsolatos munkahelyi balesetek száma elenyésző.

Az operátorok számára kedvező, hogy egyszerűen megtanulható a karbantartása, programozása, finomhangolása. Megfelelő oktatással képes pár óra alatt átadni a működtetéséhez szükséges összes fontos információt a partner által kijelölt személyzetnek, így könnyedén használható a pilot projekt során rövid távú kipróbálás esetén is.

A kobot fogadtatása az operátorok között

A dolgozók sok esetben idegenkedve fogadják a kollaboratív robot bevezetését. Félnék a technikától és attól, hogy állás nélkül maradnak. Mérnökeink meghallgatják az operátorokat, leendő felhasználókat, és az ő igényeiknek megfelelően alakítják ki a gépet. A mérnökséggel együtt kidolgozzuk a gyártási

elrendezésre, egy ergonomikus gépre vonatkozó elképzeléseket, amelyeknek mindig része az operátor igényeinek felmérése. Erre azért is szükség van, 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 igyekeznek már alaptól a gép tervezése és telepítése során az operátoroktól leszűrt információk figyelembevételével dolgozni. Nyilvánvalóan a biztonsági kitételeket ez nem érinti, hiszen azoknak szabvány szerint meg kell felelni.

Általánosságban az exoskeletonról

Olyan mesterséges külső váz, ami emberi testet magába foglaló teherhordó-helyváltoztató szerkezet, gyakorlatilag egy 'külső csontváz'.

Az exoskeletonokkal szemben állított számos követelmény közül az egyik és legfontosabb 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, ízületek megtámasztásával nagyobb teher elviselésére képes, mivel a terhelést a külső váz veszi át.

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, mind a felhasznált anyagok, alkalmazott megoldások, kopásállóság, teherbírás, kényelmes viselhetőség és energiatakarékosság szempontjából.

Valamint kötelezően betartandó alapszabály, hogy 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 megközelítőleg az intelligenciájukat kihasználva növeljék termelőképességüket, így létrehozva egy olyan a termelés szempontjából előnyös kombinációt, 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 egyes esetekben nem kifizetődő, mert 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.

Az exoskeletonokat különböző osztályozási szempontok alapján lehet csoportosítani. Előzőekben már kitértünk az aktív és passzív exoskeletonok közötti különbségekre. Ám az exoskeletonokat csoportosíthatjuk a tehermentesítésük helye

alapján is. Ilyen csoportosítási osztályok a derék teher mentesítő egységek, térd és lábak tehermentesítő egységei, valamint a kar tehermentesítő egységei.

Derék tehermentesítő egységek:

A derék tehermentesítése egy folyamatosan ismétlődő folyamat során kulcsfontosságú kérdés. Amennyiben egy munkavégzés során a test deréktájéki részét ismétlődő nagy erőjű terhelésnek tesszük ki, ott különféle problémák, egészség károsodások léphetnek fel, ami a későbbiek folyamán súlyosabb szövődményekhez, extrém esetekben a deréki rész teljes roncsolódásához vezethetnek. Ezeknek a károsodásoknak esélyének csökkentésére fejlesztették ki a különböző deréktájéki tehermentesítő exoskeletonokat.

Ezen exoskeletonok fő feladata, hogy a deréki részt úgy tehermentesítsék, hogy az arra a részre eső terhelések jelentős részét a lábra vagy a vállakra helyezték, ahonnan a talajra vezetődik. A folyamatok sokszínűsége miatt különböző típusok jelentek meg a kereskedelmi forgalomban.

Karok munkáját könnyítő exoskeletonok

Az iparban számos olyan folyamat létezik, ahol a dolgozóknak a munkavégzésük során a fejük felett elhelyezkedő terméken kell folyamatos feladatokat elvégezniük. Ezen feladatok során

fennáll a veszélye a túlerőltetések okozta vállsérüléseknek. Tipikus példa erre az autógyártásban lévő összeszerelő soroknál az érkező autók alvázának szerelése során. Ezenél a folyamatoknál az autók a munkavállalók feje felett érkeznek és azon részekre kell folyamatosan csavarokat, lemezeket, különböző alkatrészeket felszerelni. Ezen folyamatok megkönnyítésére is fejlesztettek már ki exoskeletonokat.

Ezen folyamatok során a fő feladata az eszköznek, hogy a karokat egy olyan pozícióban tartsa, hogy a munkavállalónak ne kelljen külön erőt kifejtenie ahhoz, hogy a karját a levegőben tartsa. Ezen folyamat során a dolgozó felveszi az exoskeleton eszközt, mint egy hátizsákot, majd a karjait az erre kialakított tartó részekbe helyezi.

Exoskeleton alkalmazása az Adient Mezőlak Kft.-nél

Felmérés

A helyszíni bejárás során több olyan munkafolyamattal is találkoztunk melyben a munkavállalók hátproblémák kialakulásához vezethető munkát végeznek.

A vállalat egészségmegőrzés céljából óránként rotálja a munkavállalói feladatokat, ezzel próbálják kiküszöbölni, hogy

egy-egy folyamat hosszútávú végzése a munkavállalót nagyon megterhelje.

Alapvetően két munkafolyamatot állapítottunk meg ennél a cégnél tesztelésre. Az első folyamatnál a munkavállaló az autó ülés vázszerkezetét emeli ki egy kalodából, amit ezt követően az online sorra helyez fel a következő munkafolyamathoz. Ezeket a feladatokat jól láthatóan a munkavállalók rossz tartással, rossz hajolási mechanizmussal végzik, az emelendő munkadarabok súlya 5-10 kg között mozog.

A munkafolyamat másik fázisában az anyagmozgató alkalmazottakat jelöltük ki alkalmas tesztalanyoknak, hiszen ezen munkavállalók azért felelnek, hogy az egyes gyártó gépekhez szükséges alapanyagot utántöltsék. Ezen alapanyagok jellemzően 50-200kg körüli raklapok vagy nagyobb ládák melyeket anyagmozgató eszközre kell felpakolni a raktárban majd pedig lepakolni. Ezen munkavállalók hátára szélsőséges erőhatások hatnak hiszen folyamatosan kell igen mélyről hajolva több 10kg-os anyagokat mozgatniuk. Ezen munkafolyamathoz emelést segítő exoskeletonokat jelöltünk ki tesztelésre, mely képes az erőhatást a derékről a mellkasra és a combra átadni, ezáltal óvva a hátat, illetve gerincet.

Kidolgozás

Hosszú távon, ha egy munkavállaló rossz technikával, rossz pozícióban emeli a munkadarabot, akkor náluk hátproblémák jelentkezhetnek. A munkavállalónak a munkavégzése során a

munkaállomás felett kell dolgoznia egy nem előnyös testhelyzetben. Ezt a testhelyzetet egy exoskeleton segítségével korrigálni lehet a későbbi derék fájdalom kialakulásának lehetőségét. Az exoskeleton használata folyamatosan segíti a munkavállalót a helyes testtartás megtartásában.

A munkafolyamat során munkát végző munkavállaló egészségének megőrzése szempontjából egy exoskeleton egység alkalmazását hasznosnak találjuk. Az egység használatával csökkenthető lenne a munkahelyi sérülések és az ezekből következő munka képtelenségből következő hiányzások kockázata.

Mind a két folyamat során a deréki részről a terhelés jelentős része a lábak comb tájéki részére és a mellkasra vezetődnek át így növelve a terhelési képességet. A folyamat során a munkavállaló továbbra is manuálisan végezné el feladatát azzal a különbséggel, hogy a helyes testtartásra nem kellene külön figyelmet fordítania az exoskeleton eszköz használata során. Mivel nem kell külön figyelmet fordítani a helyes testtartásra így a teljesítménye, ismétlési pontossága is megnőhet, valamint csökkenne a fáradékonysága.

A kalodákból történő pakolás egy folyamatosan ismétlődő folyamat, ami során kulcsfontosságú kérdés a tehermentesítés. Amennyiben egy munkavégzés során a test deréktájéki részét ismétlődő nagy erőjű terhelésnek tesszük ki, ott különféle problémák, egészség károsodások léphetnek fel, ami a későbbiek folyamán súlyosabb szövődményekhez, extrém esetekben a deréki rész teljes roncsolódásához vezethetnek.

Ezeknek a károsodásoknak esélyének csökkentésére javasoltak a deréktájéki tehermentesítő exoskeletonok.

Ezen exoskeletonok fő feladata, hogy a deréki részt úgy tehermentesítsék, hogy az arra a részre eső terhelések jelentős részét a mellkasra és a combra vezessék.

Ezen eszközöknek a működési elve, hogy a lehajlás során egy gázrugós belső eszközt feszülésnek tesznek ki, amik az előre hajlás során össze nyomódnak, így egy erő többletet hozva létre, amely majd később segíti a felegyenesedést.

Egy gerinc támasztó exoskeleton alkalmazásával a gerinc bántalom csökkenthető lehet. Így a munkavállaló gerinc oszlopára kevesebb káros hatás esik, ami meggátolja annak károsodását. Továbbá a folyamat során a ládából történő pakolás alkalmával a munkavállaló, amennyiben nem figyel rá különösen nem megfelelő testtartást vehet fel. Ennek a testtartásnak egészségkárosító hatása lehet. Erre is megoldást nyújthat egy exoskeleton alkalmazása. Amennyiben a munkavállaló rossz testtartást venne fel az exoskeleton visszatartja ettől, egy folyamatos helyes testtartást fenntartva a munkavégzés során.

Az eszköz a lehajlást követően, a felegyenesedés folyamatában aktiválódnak. Az aktiválódás után a dolgozónak nincs szüksége olyan mértékben a hátizmaira, hogy megtartsa és mozgatni tudja az ülészerkezeteket, mint exoskeleton nélkül.

Az exoskeletonok lehetővé teszik, hogy a munkavállalók a robotok teherbírását megközelítőleg az intelligenciájukat

kihasználva növeljék termelőképességüket, így létrehozva egy olyan a termelés szempontjából előnyös kombinációt, 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 egyes esetekben nem kifizetődő, mert 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 vállalatnál kiválasztott folyamatok egyikét sem lehetséges kollaboratív robottal kiváltani. A kalodából történő kipakolás

során a láda hatalmas méretei és a ládától a munkaállomásig mért távolság miatt egy kollaboratív robot alkalmazása nem lehetséges. A kollaboratív robotok jellemzően 1-1,5m távolságban képesek dolgozni, ehhez a feladathoz nem elegendő a robotkarok kinyúlása.

Amennyiben kollaboratív robottal szeretnénk megoldani a folyamat kiváltását, a következő problémát jelenti a munkadarabok rendezetlensége. A kollaboratív robotok rendezett, fix pozíciójú termékekkel képesek dolgozni, ez az ülészerkezetek ládából történő kipakolása során nem biztosítható. A munkadarabok bonyolult szerkezete miatt bármikor egymásba akadhatnak, nem lehetséges őket elhatárolni egymástól.

Kiértékelés

Az általunk végzett felmérés és a megkérdezett munkavállalók azt mutatják, hogy az alkalmazottak több mint 40%-nak érez kis mértékű fájdalmat munkavégzése során. Az eloszlás férfi/nő tekintetében, a megkérdezettek 80 %-ban férfi és csak 20%-ban a női alkalmazottak, ettől függetlenül látható a női megkérdezettek is problémái vannak, attól függetlenül hogy a női alkalmazottak jellemzően nem több 10kg-os súlyok emelésével foglalkoznak munkájuk során.

A megkérdezettek közül akiknél folyamatosan fenn állt munkavégzése során a fájdalomérzet, együttesen azt a visszajelzést adták, hogy az eszköz használata során ezen

fájdalom érzet csökkent, és nagyban segít az emelési feladatok elvégzésében, ám a szerkezet kialakításának köszönhetően többször elakadtak vagy hátráltatta őket az eszköz a további munkájuk elvégzésében.

A hölgyek esetében kiderült, hogy az exoskeleton eszköz viselése során, amely a gerinc tehermentesítését a hátról a mellkasra és a combokra helyezi, a mellkasi rész adottságuknál fogva nem kényelmes, erősen nyomó érzést kelt a mellkason.

A férfiak esetében az eszköz viselése során az exoskeleton eszköz azon alkatrésze, amely az oldalsó gázrugóktól a mellkasig viszi a terhelést, zavaró lehet a mozgásban. A test oldalsó felén nyomó hatású lehet, amennyiben a munkavállaló folyamatos oldal irányú mozgást végez.

Mindkét nem esetében felmerült az a tényező, hogy az eszköz viselése során jobban kimelegednek. Ez annak hatása, hogy az exoskeleton eszköz olyan, mint egy hátizsák, amennyiben folyamatosan viseljük akkor a testünk lefedett részei jobban kimelegednek. Ezen észrevételek kissé zavaróak voltak, de a munkavállalók szerint megszokható.

Az eszközök kipróbálása során kiderült, hogy az anyagmozgatást végző alkalmazottak esetében jellemzőbb az áruk anyagmozgató eszközökkel való szállítása, kevésbé az anyagok kézi erővel történő raklapra helyezése. Az anyagmozgató berendezésbe beülve (targonca) az eszköz még kikapcsolt állapotban is zavaró lehet egyes esetekben. Ettől függetlenül az elmondható, hogy az eszközt használók hátfájdalmai a tesztelt napokon valamelyest

csökkentek, és valóban érdekes lehet azon munkafolyamatoknál, ahol elsődlegesen helyhez kötött pakolási feladat van, ám az anyagmozgatási munkafolyamatra a továbbiakban nem tanácsoljuk a használatot.



Abban a munkafolyamatban, ahol a munkavállaló az autó ülés vázszerkezetét emeli ki egy kalodából, az exoskeleton eszköz használata sikeresnek bizonyult. A munkavállaló számára a kalodából történő pakolás egy folyamatosan ismétlődő folyamat, ami során kulcsfontosságú kérdés a tehermentesítés. A megkérdezettek 80%-a hasznosnak tartja az eszköz használatát, viszont volt olyan láda, amelynek nyílása kisebb volt, mint az eszközt viselő munkavállaló szélessége. Ezen pakolási folyamatokhoz eltávolították az exoskeleton eszközt

magukról, a következő normál méretű ládánál pedig ismételten felvették.

Ezen adatok fényében a cégnek a továbbiakban is javallott az exoskeleton eszközök használata.

Kollaboratív robot alkalmazása az Adient Mezőlak Kft.-nél

Felmérés

A kiválasztott folyamat: a cégnél a beszállító által szállított és üléslapra feszített ülésvezeték munkavállaló által történő gőzölős vasalás kiváltása kollaboratív robottal. A gyártó céghez az üléslapok és a hozzá kapcsolódó vezeték külön érkeznek. A vezetékek a szállítási körülmények és a csomagolás függvényében gyűrődést szenvedhetnek. Ezeknek a gyűrődéseknek a kiegyenesítésére egy kollaboratív robottal ellátott egység kialakításának lehetősége merült fel. Az üléslapoknak 4 fajtája van, melynek vasalási ciklusa eltérő.

Jelenleg a folyamat emberi munkavégzéssel megoldott, a munkavállaló fokozottan ki van téve a vasalóból áramló forró gőznek, ami nem komfortos a számára és sérülést okozhat a használata közben. Az online soron az előző folyamatban összeillesztik az üléslapot az ülésvezetékkel, amely ezt követően érkezik az állomásra. A munkavállaló szemrevételezi az ülésvezetékben lévő gyűrődéseket és jelenleg az online sor

állomásán egy gőzkazánról működtetett vasalóval simítja ki azokat.

Az átalakítás során egy kollaboratív robottal összekötött állomás létrehozása a legcélszerűbb. A kollaboratív robot jellegéből adódóan nem veszélyezteti a munkavállalókat, ezen felül a termelés is kiszámíthatóbbá és elkerülhető a forró gőz által okozott sérülések. Az állomás megtervezése során arra kell törekedni, hogy a termék vasalása során ne érintkezzen a munkavállalóval. A kollaboratív robot segítségével elkészült terméket a munkavállaló kézi erővel eltávolíthatja az állomásról és a következőre helyezheti. A munkavállaló feladatai közé tartozna továbbá a munkadarabnak megfelelően a robotprogram kiválasztása.

A kollaboratív robot folyamatba illeszthetőségét befolyásoló kérdések, melyek felmerültek a folyamat során:

1. A folyamat során a munkadarabok fix pozícióban érkeznek?

A munkadarabok jelenleg nem fix pozícióban érkeznek, egy fix pozíciójú JIG kialakításával ez áthidalható, így munkadarabokat az operátorok mindig meghatározott pozícióban helyezik a kollaboratív robottal ellátott állomásba. A JIG egységben nincs szükség további leszorító egységekre, ugyanis a folyamat jellegéből kifolyólag a robot a munkadarabot a JIG irányába fogja tolni így az arról el nem mozdulhat.

2. A munkadaraboknak milyen a deformálhatósága?

A munkadarabok a robotizálás szempontjából alacsony deformálhatósággal rendelkeznek. A robot feladata a szállítás során a huzatban kialakult gyűrődések kisimítása gőzzel. Ezen gyűrődések kiegyenesítése érdekében a robotnak szükséges némi formálhatóságot engedélyezni a munkadarabon. Ám ez a formálhatóság kárt nem okozhat a munkadarabban. A kollaboratív roboton fixen rögzítésre kerülhet a gőzölős vasaló, melynek talpa a vállalat által meghatározott bevonattal van ellátva, így az eszköz nem okozhat sérülést a munkadarabban.

3. Műszak során kell-e a típust váltani?

Egy műszakban lehetőség van a típus váltásra. A cég négy típusú ülőlap gyártásával tudja kielégíteni a teljes műszak kihasználtságát. Ezt a feladatot egy kezelő gombsor segítségével lehet megoldani. Az operátor a munkadarab behelyezését követően kiválasztja az adott típusnak megfelelő programot, majd az engedélyező gombbal elindítja a vasalási folyamatot. Ennek előzmény folyamata, hogy a kollaboratív robot rendelkezzen mind a négy fajta ülőlapnak megfelelő programkóddal.

4. Szükség van-e minőség ellenőrzésre?

A minőség ellenőrzést a robotizált egységet követően végzi a munkavállaló, így a robot számára nincs szükség minőség ellenőrzésre. Az esetleges deformításokat a következő munkafolyamatnál az operátorok kézi erővel korrigálhatják, viszont ez ciklusidő növekedésével járhat, törekedni kell arra, hogy az elkészült termék már gondozásmentes legyen.

5. Szükség van-e emberi beavatkozásra a folyamat során?

A folyamat során a be-, illetve kipakolás során van szükség emberi beavatkozásra, illetve ezek közti program váltáskor. A munkavállaló felelőssége, hogy a behelyezett ülőlapnak megfelelő programot futtassa az állomáson. Ellenkező esetben sérülést okozhat a termékben, ennek kiküszöbölésére egy vészfunkció is felprogramozásra kell hogy kerüljön a kollaboratív roboton. A folyamat további része teljesen automatizált, így a továbbiakban nincs szükség emberi beavatkozásra.

6. Igényel e különleges elbánást a munkadarab?

A munkadarab nem igényel különleges elbánást. Amennyiben az ülőlapnak megfelelő program kerül kiválasztásra azt a kollaboratív robot a vasaló egységével megrongálni semmi esetben sem tudja, így károsodást nem szenvedhet. Különös odafigyelést igényel a megfelelő programválasztás a munkavállaló részéről, illetve szükséges az esetlegesen helytelenül választott program visszavonásának lehetősége. Nem mágnesezhető, nem élelmiszeripari termék és nem törékeny.

Kidolgozás

A kollaboratív robot és a munkadarab elszigetelése biztonságtechnikai szempontból fontos. Az állomás teljes részét ellátjuk egy elkerítő cellával, melyben csak a kollaboratív robot karjának van szabad mozgása, ezzel megakadályozva a szabotázs és ezáltal keletkezett sérülés lehetőségét.

A kollaboratív robot karjára erősített gőzölős vasaló csak akkor működhet, ha a munkavállaló távol van az állomástól. Szükséges egy nyílás kialakítása, ahol a munkavállaló adagolni tudja a vasalni kívánt munkadarabokat, úgy, hogy ne tudjon bele nyúlni a folyamatba miközben a gőzölős vasaló gőzképződése aktív állapotban van. A nyílást el kell látni egy fénykapuval, amely 1cm átmérőjű idegen tárgy észlelésére képes, tehát amennyiben a munkavállaló bármilyen testrésze az állomásban marad a folyamat nem indul el, illetve amennyiben a folyamat már aktívan megy, akkor az vészleállást okoz. A vészleálláskor a gőzkazán kikapcsol, a kollaboratív robot pedig vészállásba kerül és megszűnik az áramellátása. A hibásan futtatott (nem az ülőlapnak megfelelő) program során, sérülés keletkezhet a munkadarabban, ezért egy további vészprogram kerül kódolásra a kollaboratív roboton, melyet a kezelőpanel nyomógombján szükséges aktiválni.

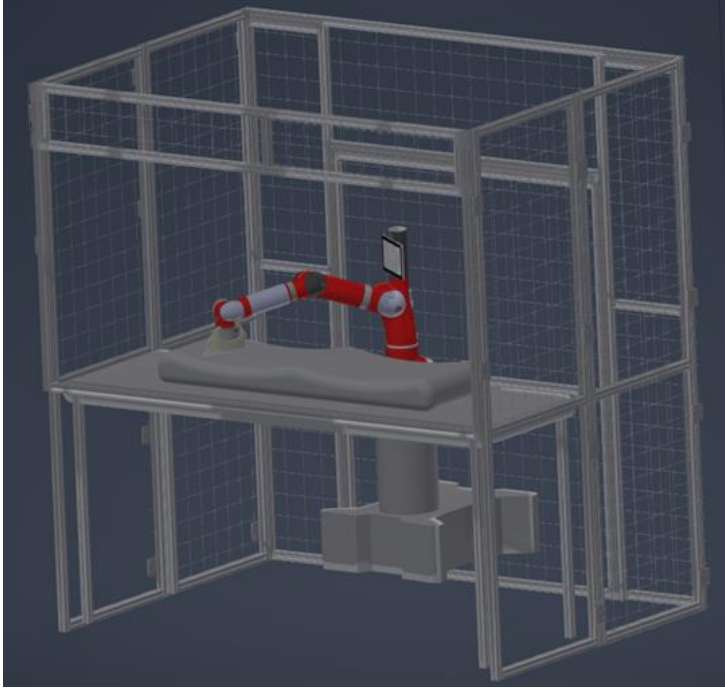
Az állomás kialakítása során gépészeti és villamos tervezés szükséges, különös tekintettel nagy figyelmet fordítva a biztonságtechnikára és a vészkörök oldását lehetővé tevő vészgombok telepítése. A vészgombokat az állomás minden oldalára elérhető magasságban szükséges felszerelni.

A robot és további elektromos eszközök megrongálódásának elkerülése érdekében lényeges szempont továbbá a vasalási folyamat során felszabaduló gőz elvezetése a robot egységtől. Ezt az elvezetést egy nagy teljesítményű ventilátor oldja meg. A ventilátor az állomás belsejében kerül elhelyezésre, minden aktív folyamat során aktívvá válik.

Az állomás hátulján szükséges egy biztonsági ajtó felszerelése, amely a karbantartási és tisztítási feladatok ellátására szolgál. A biztonsági ajtót fel kell szerelni egy ajtónyitás érzékelővel, a robot program csak abban az esetben indulhat, ha az érzékelő nem aktív a vezérlés felé.

Az állomást el kell látni egy programozható logikai vezérlővel, melynek feladata a szenzoroktól és kapcsolóktól érkező adatok feldolgozása, vezérlése, amelyet úgy választunk meg, hogy a későbbiekben ki és bemeneti eszközökkel bővíthető legyen. A vállalat kérésére fény és hangjelzéssel látjuk el a teljes állomást, amely bármilyen hiba, esetleg egy meghatározott ciklusidőnél tovább történő várakozás esetén aktiválódik, ezen felül minden termék elkészültekor rövid hangjelzéssel tudatja a munkavállalót arról, hogy a termék a következő munkafázisba léphet.

Az állomás biztonságos működtetéséhez szükséges telepíteni egy túlfeszültségvédelemmel ellátott szünetmentes tápegységet, amely egy esetleges áramszünet esetén biztonságos leállítást tesz lehetővé az állomásban részt vevő gépegységek számára. A telepítés során szükséges a teljes állomás padozathoz rögzítése, a kollaboratív robot fix pozíciói miatt.



Gőzölős vasaló állomás működési elve:

1. A megmunkálandó munkadarabok az előző összeszerelő állomásról érkeznek a robotizált cellába, egy operátori mozgató segítségével.
2. A munkadarabot egy típusfüggő JIG-na helyezi a munkavállaló.

3. A behelyezést követően a munkavállaló ellenőrzi a megfelelő illeszkedést.
4. Az illeszkedés ellenőrzése után a munkavállaló a cella oldalára erősített gombsorral kiválasztja a futtatni kívánt program típusát.
5. A programválasztás követően a munkavállaló a külön kialakított START gombbal elindítja a vasalási folyamatot.
6. A folyamat a berakó nyílás két oldalára erősített fénykapuk aktiválásával kezdődik. A START gomb megnyomása után a nyíláson nem lehet benyúlni úgy, hogy a folyamat tovább folytatódjon. Ez a lépés elkerülhetetlen a sérülések elkerülése érdekében.
7. A biztonsági fénykapu aktiválása utána a kollaboratív robot aktiválja a gőzölős vasaló egységet, ami ezáltal elkezd a gőz képzést.
8. A folyamatos gőzsugár megjelenését követően a kollaboratív robot elkezd a munkadarab vasalását.
9. A folyamat során a munkavállaló által megadott kritikus pontokat (ahol a tapasztalatok szerint a legtöbbször jelennek meg a gyűrődések) a robot különös tekintettel végzi a vasalást. Lassan és az általa legnagyobb erő kifejtés segítségével, többször átsimítva az adott szakaszon
10. A vasalási ciklus befejezésével a kollaboratív robot egység kifordul a munkadarabtól a cella távolabbi sarkába, gőzölős vasalójával lefelé.

11. Mikor elérte az adott pozíciót leállítja a gőz képzést.
12. A gőzképződés megszűnésével kiiktatja a biztonsági fénykapukat.
13. A biztonsági fénykapu kikapcsolásával a munkavállalónak lehetősége nyílik a munkadarab kivételére a program megszakítása nélkül.



A kollaboratív robot állvány és a munkadarab rögzítő JIG között fix pozíciókat kell kialakítani a későbbi elmozdulás elkerülése érdekében.

Kiértékelés

A folyamat robotizációjának pozitív hatásai közé tartozik, a munkavállalók nem érintkeznek a gőzölős vasalóval ezáltal a folyamat biztonsága növekszik, a munkavállalónak nincs lehetősége a gőz közelében tartózkodni, ezáltal jelentősen csökken a balesetek száma.



A megvalósított folyamat során szükségessé vált egy mérő berendezés beszerelése, melynek feladata az elkészült termékek számlálása és a termékek elkészülésének közötti várakozási idő kimutatása. A kollaboratív robot által kialakított állomás ciklusideje az előzetes megállapítás alapján valóban csökkent, viszont összességében míg a következő állomásra ér a termék ez az idő nőtt.

A mérő berendezés beszerelése során arra a megállapításra jutottunk, hogy a kollaboratív robot által működtetett vasaló

állomás ciklusideje nem elégséges a vállalat számára. A ciklusidő romlását nem a kollaboratív robot sebessége okozza. A vasalás során a kollaboratív robot nem képes felismerni az ülőlapon keletkezett gyűrődések felismerését, minden ülőlap huzatának gyűrődése más és más helyen keletkezik. A ciklusidő növekedését az állomásból kész termékként távozó termék további vasalása okozza.

A termék elkészültekor a munkavállaló minőségellenőrzést végez, pontosabban szemrevételezi, hogy a gyűrődések kisimultak és van-e szükség további gőzölésre. Az állomásból kikerült termékek megközelítőleg felének szükséges a további kézi gőzöléssel történő ellátása egy munkavállaló által.

A további gőzölés oka, hogy az ülés-huzatok szállítása során a huzat gyűrődése nem kiszámítható, más és más helyeken keletkezik. Ezáltal a kollaboratív robot egy általános vasalást tud biztosítani, amely nem elegendő, hogy a következő folyamatra kerüljön, ahol az ülőlap összeszerelése következik.

Az állomás üzemeltetése közben világossá vált, hogy a folyamat kollaboratív robottal történő kiváltása jelen pillanatban nem lehetséges, bár a folyamattal a vállalat elégedett volt a ciklusidő sajnos elmaradt a korábban elvárttól.

Kollaboratív robot és exoskeleton használata az Alpentech Kft.nél

Felmérés

A cégnél kiválasztott folyamat: A vállalathoz beérkező fém alkatrészek méretének ellenőrzése egy erre a célra előre elkészített magasság mérő eszközzel. A mérőműszer helyességét, meghatározott időtartamonként etalon egységgel kalibrálnak a pontos mérések megvalósulása érdekében.

Ennél a folyamatnál a munkavállaló feladatai közé tartozik első sorban a fém kalodában érkező kisméretű fém alkatrészek sorba rendezése. A sorba rendezést követően a munkavállaló egyesével ellenőrzi az darabok magasságának pontosságát. Az előre kalibrált mérőműszert mérési módszere egy felső határt szab meg a munkadarabok magasságának. Ezáltal, amennyiben a munkadarabok nem férnek át a mérőműszer mérő nyelve alatt, úgy azok magassága már küszöb értéken kívül esik és így selejtnek minősül. A selejt darabokat a munkavállaló külön tároló egységbe helyezi elkülönítve azokat a helyes méretű daraboktól.

A cégnél több olyan munkafolyamatot is találtunk, amelyeknél hatásosan alkalmazható exoskeleton és kollaboratív robot. Az első ilyen munkafolyamat típus a gyárban található

munkadarabok minőségellenőrzési munka. Az minőségellenőrzési folyamatban az exoskeletonok nem tudnak aktív segítséget nyújtani ugyanis a munkadaraboknak nincs akkora súlyuk, hogy azokat a munkavállaló csak nagyobb energia befektetéssel tudná csak átmozgatni. Azonban a minőségellenőrzési állomások mellett munkát végző alkalmazottak folyamatos ülő mozgást végeznek, mely során az egészségmegőrzés szempontjából előnytelen testhelyzeteket kényszerülnek felvenni.

A munkavállaló a munkavégzése során a munkaállomás felett kell dolgoznia egy nem előnyös testhelyzetben. Ezt a testhelyzetet egy exoskeleton segítségével korrigálni lehetséges, megelőzve a későbbi derék fájdalom kialakulásának lehetőségét. Az exoskeleton használata folyamatosan segítheti a munkavállalót a helyes testtartás megtartásában. Huzamosabb ideig végzett ilyen típusú munkavégzés az alkalmazottnál derékfájdalmakat és egyéb mozgásszervi fájdalmakat okozhatnak.

Ezen károsító tényezők egy exoskeleton alkalmazásával jelentősen csökkenthetőek lehetnek így elkerülve a későbbi derék fájdalmak kialakulását. Az exoskeleton alkalmazása lehetővé teszi a munkavállaló számára, hogy folyamatosan emlékeztesse őt a helyes testtartás megőrzésében.

A kollaboratív robot folyamatba illeszthetőségét befolyásoló kérdések, melyek felmerültek a folyamat során:

1. A folyamat során a munkadarabok fix pozícióban érkeznek?

A munkadarabok ömlesztve fém kalodákban érkeznek. Ez robotizáció szempontjából nem előnyös. Így szükség van egy fix pozíció kialakítására, ami egy rezgő adagolóval kivitelezhető. Az adagolóba a munkavállaló meghatározott időközönként beönti a válogatandó alkatrészeket, amik ezek után a kollaboratív robot egység számára már fix pozícióban érkezhettek.

2. A munkadaraboknak milyen a deformálhatósága?

A munkadarabok teljesen szilárd állapotban kerülnek a kollaboratív robot elé, így a kollaboratív robot a pneumatikus megfogójával kárt nem tud képezni a munkadarabokba.

3. Egy műszak során kell e típust váltani?

Egy műszak során nem kell típust váltani, ám a vállalat elmondása szerint számtalan típussal kellene megbirkóznia a robotizált egységnek, mert megrendelés alapú gyártás és minőség ellenőrzés folyik a cégnél így nem tudnak egy kiemelt típusból hosszabb ideig gyártani. Ez rontja a robotizációs lehetőséget.

4. Szükség van-e minőség ellenőrzésre?

A folyamat során a robot pakolási és erőmérési feladatokkal látná el a minőség ellenőrzést. Amennyiben a munkadarab nem tud bemenni a mérőműszer mérőnyelve alá úgy ott egy

erőtlöbblöt keletkezik, amit a kollaboratív robot kialakításának köszönhetően detektálni lehet, és így elvégezhető a minőség ellenőrzés.

5. Szükség van-e emberi beavatkozásra a folyamat során?

A folyamat jelen állapotában emberi erőforrás bevonásával készül. A munkavállaló magához veszi a mérendő alkatrészeket majd azokat egyesével ellenőrzi, majd megfelelıségük függvényében ellenőrzi.

6. Igényel e különleges elbánást a munkadarab?

A munkadarab nem igényel különleges elbánást. Azt a kollaboratív robotnak a megfogójával megrongálnia nem szabad. Nem mágnesezhető, nem élelmiszeripari termék és nem törékeny.

7. Milyen ciklusidővel gyártják az alkatrészeket?

Egy munkavállaló egy műszak alatt 10-12.000 alkatrész ellenőrzését képes elvégezni. Ez a szám az ellenőrzés bonyolultságától és a munkadarab típusától változhat.



Kidolgozás

A feladat végrehajtása Exoskeleton segítségével:

A munkafolyamat során a munkavállalónak a munkapult mellett álló pozícióban kell dolgoznia. Amennyiben nem figyel rá különösen ez a pozíció egy helytelen testtartás felvételéhez vezet. A helytelen testtartás az idő előre haladtával derék fájdalmakhoz és további egészség károsodásokhoz vezethet. Egy exoskeleton egység segítségével a munkavállalót segíteni lehet a helyes testtartás fenntartásában. Így a munkavégzése során a gerincoszlopra nehezedő terhelés a lehető legoptimálisabb módon fog eloszlni, és nem alakul ki egészségkárosító állapot.

A folyamat során a munkavállaló továbbra is manuálisan végezné el feladatát azzal a különbséggel, hogy a helyes testtartásra nem kell külön figyelmet fordítania. Mivel nem kell külön figyelmet fordítani a helyes testtartásra így a teljesítménye, ismétlési pontossága is megnő, valamint csökken a fáradékonysága.

Az exoskeletonok alkalmazásával elérhetővé vált a robotokra jellemző teherbírás, precizitás ötvözése az emberi intelligenciával és rugalmassággal így megalkotva egy olyan előnyös kombinációt, amely magában foglalja a robotok folyamatos munkavégzésének képességét, a rájuk jellemző terhelhetőséget, valamint az emberekre jellemző alkalmazkodási képességet és az emberek sajátosságaként ismeretes gyors döntéshozatalt. Így kiküszöbölve azon piaci rést az iparban, ahol szükség van az emberi kreativitásra és gyors döntéshozatalra, amelyre a robotok csak óriási beruházási költségek mellett lennének képesek ellátni.

A feladat végrehajtása kollaboratív robot segítségével:

A kollaboratív robot és működtetéséhez szükséges tartozékok a következők:

Az automatizált cella vészhelyzetbeli feszültségtől való lekapcsolásának megvalósításához szükség van egy főkapcsoló egységre. A hálózati feszültség és a részegységek közötti

kapcsolat megteremtése érdekében szükséges egy hálózati 230V-os elosztó beszerelése az automatizált egység számára.

A kollaboratív robot egységet biztonságtechnikai szempontból elkeríteni nem szükséges. A folyamat során nem keletkezik olyan mozgásforma mely során a munkavállalóban sérülés keletkezhetne. A folyamat során az ömlesztve érkező munkadarabok szortírozásának megvalósítására szükség van egy rezgő adagoló egység beszerzésére. Az egység feladata az ömlesztve érkező munkadarabok rendszerezése. A rezgőadagoló működése során a munkadarabok az ömlesztett rendezetlen elrendezés állapotából folyamatos sorba állás állapotába kerülnek. Ezt egy előre gondosan megtervezett spirál segítségével valósítja meg. Az adagoló oldalán található spirális pályaszakaszon csak azok a munkadarabok tudnak végig haladni, amelyek helyes állásban haladnak rajta (mérési ponttal felfelé). Azok a munkadarabok, amelyek ettől eltérő pozícióban érkeznek a spirálra, visszaesnek a rezgő adagoló belső részére, ahol újra elindulnak a spirális úton. A spirál végén a kiadó részen egy fix pozíciót tudunk képezni a kollaboratív robot számára.



Az állomás kialakítása során gépészeti és villamos tervezés szükséges, különös tekintettel nagy figyelmet fordítva a biztonságtechnikára és a vészkörök oldását lehetővé tevő vészgombok telepítése. A vészgombokat az állomás minden oldalára elérhető magasságban szükséges felszerelni.

Az állomást el kell látni egy programozható logikai vezérlővel, melynek feladata a szenzoroktól és kapcsolóktól érkező adatok feldolgozása, vezérlése, amelyet úgy választunk meg, hogy a későbbiekben ki és bemeneti eszközökkel bővíthető legyen. A vállalat kérésére fény és hangjelzéssel látjuk el a teljes állomást, amely bármilyen hiba, esetleg egy meghatározott ciklusidőnél tovább történő várakozás esetén aktiválódik, ezen felül meghatározott termékszám elkészülte után rövid hangjelzéssel tudatja a munkavállalót arról, hogy a termék a következő munkafázisba léphet.

Magasság ellenőrző rendszer működésének leírása:

1. A cégnél található nagyszámú termékpaletta indokoltá teszi, hogy egy munkavállaló megtanulja a kollaboratív robot kezelését olyan tekintetben, hogy képessé váljon az egyes programok közötti váltásra. Ez a kellő képzettséggel rendelkező munkavállalónak kell kiválasztania az ellenőrizni kívánt alkatrész programját a robot egységen.
2. A programválasztást követően a munkavállaló futtatni kezdi a programot. A program elindítását követően, egy külső kapcsoló egységgel tudja megadni a kollaboratív robot számára, hogy elindulhat a folyamat végrehajtása.
3. A program az egyes részegységek helyzetének inicializálásával kezdődik.
4. Az egyes részegységek el vannak látva a kollaboratív robot számára értelmezhető Landmark jelzésekkel.
5. Ezen jelzések beolvasását követően a robot a saját programján módosításokat képes elvégezni, hogy a program folyamatos futása érdekében az egyes pozíciók a részegységek szempontjából mindig ugyan oda kerüljenek.
6. Az inicializálással párhuzamosan a kollaboratív robot kiadja a jelet a rezgő adagolónak az indulásra. Így amikor az végez a részegységek bemérésével az ellenőrizendő alkatrész már operációra készen fogja várni a rezgő adagoló által biztosított fix pozícióban.

7. A rezgő adagoló egység folyamatosan be üzemben működik. Ez azt eredményezi, hogy amikor a kollaboratív robot egység elemel egy munkadarabot annak a helyére egyből a következő ellenőrizendő munkadarab lép.
8. A rezgő adagoló egység csatornája végén található egy induktív szenzor. Ez szolgáltatja a kollaboratív robot számára a jelet, hogy az ellenőrizendő munkadarab elérte az előre definiált fix pozíciót és indulhat a kollaboratív robot mozgása.
9. A jel megérkezését követően a kollaboratív robot oda mozog a fix pozíció felé.
10. A fix pozícióból kiemeli a munkadarabot majd bele helyezi a mérő műszeren kialakított csatornába. Ez a csatorna a munkadarab pozícionálását hivatott elvégezni, hogy az biztosan a mérőműszer nyelvét találja el, ne tudjon letérülni másik irányba.
11. A behelyezést követően a kollaboratív robot előre tolja a munkadarabot.
12. Amennyiben a mérőműszer mérőnyelvének helyén nem érzékel visszaható erőhatást úgy az helyes munkadarabnak minősíti és az erre megfelelő kalodába helyezi azt.
13. Azonban, ha a mérőműszer mérőnyelvének helyén visszaható erőhatást érzékel úgy ott felütközik a munkadarab, vagyis nem megfelelő annak magassága.

14. Ez a munkadarab megmunkálásának helytelenségére utal és a munkadarab selejtnek minősül így a kollaboratív robot az erre kialakított kalodába helyezi azt.

15. A munkadarab helyességének függvényében a kollaboratív robot jelet küld egy külső vezérlő egység számára, amely számlálja a két kategóriába eső munkadarabok számát.

16. Amennyiben az adott típus száma megüt egy előre definiált küszöb értéket úgy a vezérlő jelet küld a kollaboratív robot számára mely ez által rövid hangjelzést ad a munkavállaló számára, hogy a kívánt mennyiség elkészült, gondoskodjon a tároló egységek cseréjéről.

17. A tároló egységbe helyezést követően a folyamat indul az elejéről.

A munkavállaló feladata a folyamat során a kollaboratív robot kiszolgálása nyers ellenőrizendő munkadarabokkal, valamint az ellenőrzött munkadarabok elszállítása a robot egységtől és új üres tároló egységek felpakolása. Ezen feladatok ellátása nem igényel teljes műszakban történő odafigyelést, ezért a munkavállaló egy másik feladat végrehajtásán folyamatosan dolgozhat, a kollaboratív robottal ellátott egységet pedig csak műszakonként pár alkalommal szükséges feltöltenie.

Kiértékelés

A feladat végrehajtása Exoskeleton segítségével

Az általunk végzett felmérés követően a munkavállalók nagyobb részének vannak/ voltak valamilyen súlyosságú gerincpanaszai. A nemek eloszlását tekintve a női alkalmazottak panaszkodtak inkább a gerincoszlop valamely részén fellépő fájdalmakra. Ezek a fájdalmak mind visszavezethetőek az ülő munkavégzés közben felvett helytelen testtartásra.

A munkafolyamat során munkát végző munkavállalók egészségének megőrzése szempontjából egy exoskeleton egység alkalmazását hasznosnak találjuk. Az egység használatával csökkenthető lenne a munkahelyi sérülések és az ezekből következő munka képtelenségből következő hiányzások kockázata. A tesztelésünk során a tesztalanyok elmondták, hogy huzamosabb idejű viselés után izomlással találkoztak azokon a területeken, ahol az eszközök a hatásukat kifejtették. Ezen izomláz annak tudható be, hogy az eszközök a helyes testtartás fenntartására ösztönzi az emberi teste, ami folyamatos izommunkával jár. Így az eszköz használatát követően ténylegesen alakulhat ki izomláz egy olyan tesztalanynál, aki nincs hozzászokva ahhoz a fajta izommunkához, amelyre az eszköz fókuszál. Azonban ez azt is eredményezi, hogy huzamosabb idejű használat után ezek az izmok megerősödnek

és egy idő után el is hagyható az eszköz használata ugyanis a viselőnek már a helyes testtartás lesz berögzülve és így folyamatosan tartani tudja majd azt különösebb megerőltetés nélkül. Azonban negyed/fél évente egy ún. „emlékeztető kezelés” ajánlott, amely emlékezteti a szervezetet a helyes testtartás betartására.

Ezen információk tudatában a cégnek további exoskeleton felhasználást javasolunk és megfelelő képzést a munkavállalóiknak, hogy megfelelően tudják alkalmazni az eszközöket, amelyek ezáltal segítenek az egészségük megóvásában.

Az ülő munkát végző munkavállalók az eszköz használata után elmondottak szerint ugyan izomlázat éreztek, ám annak megszűnésével, a derékfájdalmuk enyhülését tapasztalták.

A feladat végrehajtása kollaboratív robot segítségével

A munkafolyamat a folyamat során érkező munkadarabok típusának nagy száma és a munka során elvégzendő folyamat nagy precizitása és ciklus idejének rövidege miatt a folyamat kollaboratív robot egységgel való kiváltása nem javasolt.

A folyamat során a munkavállaló kisebb ciklusidővel képes ellenőrizni ugyan azt a munkadarabot, mint a kollaboratív robot egység. A munkavállalónak rendelkezésére áll két karja és a látása a folyamat végrehajtására. Miközben az egyik karjával

ellenőrzi a munkadarab helyességét, addig a másik karjával már a következő alkatrészért tud nyúlni, így értékes másodperceket nyerve a folyamat végrehajtása során.

A kollaboratív robot egység akkor alkalmazható hatékonyan amikor meghatározott mennyiségű munkadarabot kell nagy számban gyártani/ ellenőrizni. Mivel a vállalatnál rendelés függően ellenőriznek munkadarabokat nagy típuszámban, ezért a kollaboratív robot egység bevetése óriási időbeli ráfordítást igényelne. Továbbá minden egyes típus váltás során holt idővel kellene számolnia a vállalatnak, ami az automatizált egység átszerelésére fordítódik.



A különböző munkadarab típusokhoz mind külön rezgőadagoló megtervezése szükséges, amely rendkívül megnöveli a

beruházási költséget. A megrendelés alapon történő munkavégzés következtében ennek a beruházásnak egy jelentős része csak sok idő elteltével, vagy egyáltalán nem térül meg.

A munkafolyamatot áttekintve és kiértékelve nem ajánljuk a munkafolyamat robotizálását annak kis darabszáma, és alacsony ciklusideje miatt. A beruházási költség és az elért fejlesztés nem lenne kifizetődő.

Exoskeleton alkalmazása a Cabtec Kft.-nél

Felmérés

A CabTech Kft helyszíni bejárása során több olyan munkafolyamattal is találkoztunk, melyben a munkavállalók hátproblémák kialakulásához vezethető munkát végeznek.

A munkakörnyezet szempontjából is felmértük a céget, mivel ez is nagyban hozzájárul egy egészséges munkahely képéhez. A cég egy nagyobb hangárból álló komplexum. A felső szinteken irodák és tárgyalók, lent egy nagyobb térben zajlik a gyártás és a raktározás. A gyártás több kisebb részre osztható. Vannak munkavállalók, akik nagyobb darabológépekkel dolgoznak és vannak, akik hosszú sorokban összeszerelői feladatokat végeznek el.

A gyár teljes területén tisztaság és rend uralkodik, a vírus helyzetre kiemelten odafigyeltek. A gyártósoron minden

munkaállomás és gyalogos közlekedésre alkalmas terület megfelelően jelölve van.

Alapvetően két munkafolyamatot állapítottunk meg ennél a cégnél tesztelésre. Az első folyamatnál több sorban elhelyezkedő munkaállomásokon apró elektronikai eszközt szerelnek össze, ahol a legtöbb munkavállaló görnyedt pozícióban dolgozik a műszak teljes időtartama alatt. Ezen pozíciók hosszú távon a csigolyák rossz pozícióját eredményezik, melyet a munkavállalók hátproblémák formájában érezhetnek. Tartás javító exoskeletonokat ajánlunk ezen munkaállomásokhoz.

A munkafolyamat másik fázisában az anyagmozgató alkalmazottakat jelöltük ki alkalmas tesztalanyoknak, hiszen ezen munkavállalók napi akár 2 műszakban is azért felelnek, hogy az egyes gyártó gépekhez szükséges alapanyagot utántöltsék. Ezen alapanyagok jellemzően 20-30kg körüli kábeldobok vagy nagyobb ládák melyeket anyagmozgató eszközre kell felpakolni a raktárban majd pedig lepakolni. A kábeldobok esetében ráadásul a dobokat be is kell helyezni egy gépbe, ami a darabolást végzi.

Ezen munkavállalók hátára szélsőséges erőhatások hatnak hiszen akár két műszakban folyamatosan kell igen mélyről hajolva több 10kg-os anyagokat mozgatnia. Ezen munkafolyamathoz emelést segítő exoskeletonokat jelöltünk ki

tesztelésre, mely képes az erőt a hátról lábra és a mellkasra átadni, ezáltal óvva a hátat, illetve gerincet.

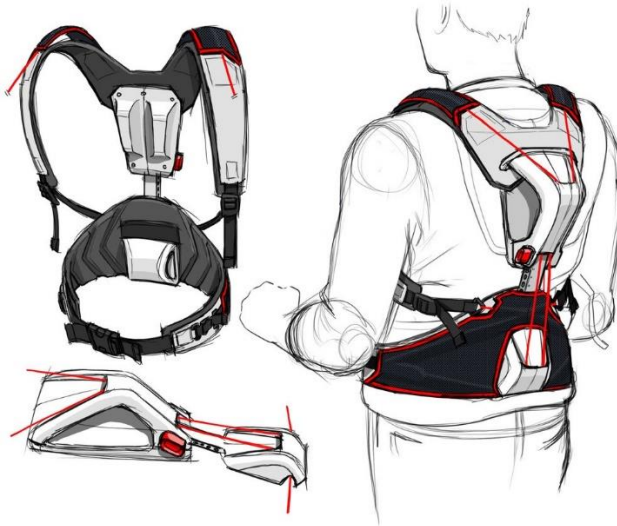


Kidolgozás

A munkafolyamat során munkát végző munkavállaló egészségének megőrzése szempontjából tartást javító exoskeletonok alkalmazását tanácsoljuk. Az egység használatával csökkenthető lenne a munkahelyi sérülések és az ezekből következő munka képtelenségből következő hiányzások, kiesések kockázata.

A folyamat során a munkavállaló továbbra is manuálisan végezné el feladatát azzal a különbséggel, hogy a helyes testtartásra nem kellene külön figyelmet fordítania az

exoskeleton eszköz használata során. Mivel nem kell külön figyelmet fordítani a helyes testtartásra így a teljesítménye, ismétlési pontossága is megnőhet, valamint csökkenne a fáradékonysága.



Egy gerinc támasztó exoskeleton alkalmazásával ez a gerinc bántalom is csökkenthető lehet. Így a munkavállaló gerinc oszlopára kevesebb káros hatás hat, ami meggátolja annak károsodását.

A több 10kg tömegű kábeldobok pakolása egy folyamatosan ismétlődő folyamat, ami során kulcsfontosságú kérdés a tehermentesítés. Amennyiben egy munkavégzés során a test deréktájéki részét ismétlődő nagy erőjű terhelésnek tesszük ki, ott különféle problémák, egészség károsodások léphetnek fel, ami a későbbiek folyamán súlyosabb szövődményekhez, extrém

esetekben a deréki rész teljes roncsolódásához vezethetnek. Ezeknek a károsodásoknak az esélyének a csökkentésére javasoltak a deréktájéki tehermentesítő exoskeletonok.

Ezen exoskeletonok fő feladata, hogy a deréki részt úgy tehermentesítsék, hogy az arra a részre eső terhelések jelentős részét a mellkasra és a combra vezessék.

Ezen eszközöknek a működési elve, hogy a lehajlás során egy gázrugós belső eszközt feszülésnek tesznek ki, amik az előre hajlás során össze nyomódnak, így egy erő többletet hozva létre, amely majd később segíti a felegyenesedést.

Az eszköz a lehajlást követően, a felegyenesedés folyamatában aktiválódnak. Az aktiválódás után a dolgozónak nincs szüksége olyan mértékben a hátizmaira, hogy megtartsa és mozgatni tudja az ülészerkezeteket, mint exoskeleton nélkül.

Az exoskeletonok lehetővé teszik, hogy a munkavállalók a robotok teherbírását megközelítőleg az intelligenciájukat kihasználva növeljék termelőképességüket, így létrehozva egy olyan a termelés szempontjából előnyös kombinációt, 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 egyes esetekben nem kifizetődő, mert 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 vállalatnál kiválasztott folyamatok egyikét sem lehetséges kollaboratív robottal kiváltani. A pakolási munka során a nagyobb tömeget kell mozgatni ráadásul a raktár több különböző pontján, ami miatt egy kollaboratív robot alkalmazása nem lehetséges. A kollaboratív robotok jellemzően 1-1,5m távolságban képesek dolgozni, ehhez a feladathoz nem elegendő a robotkarok kinyúlása.

Amennyiben kollaboratív robottal szeretnénk megoldani a folyamat kiváltását, a következők jelentik a problémát: az alapanyagokhoz való eljutás, az alapanyag felismerése, illetve tömege. A kollaboratív robotok rendezett, fix pozíciójú termékekkel képesek dolgozni, egy raktári több ezer termékes szortírozásnál nem megoldható. A munkadarabok bonyolult szerkezete miatt bármikor egymásba akadhatnak, nem lehetséges őket elhatárolni/megkülönböztetni egymástól, ráadásul tömegüknél fogva speciális nagy teherbírású kollaboratív robotra lenne szükség, vagy akár ipari robotokra, amik további megoldásra váró problémákat vetnek fel.

A munkakörnyezet megfelelően tiszta, minden terület megfelelően fel van jelölve, és minden munkaállomás kellemes munkakörü léghőmérsékletet teremt, így ezen a területen további változtatásra nem látunk okot.

Kiértékelés

Az általunk végzett felmérés és a megkérdezett munkavállalók azt mutatják, hogy minden alkalmazott kisebb mértékű fájdalmat érez munkavégzése során. Az eloszlás férfi/nő tekintetében, a megkérdezettek 80 %-ban férfi és csak 20%-ban a női alkalmazottak, ettől függetlenül látható a női megkérdezetteknek is problémái vannak, attól függetlenül, hogy a női alkalmazottak jellemzően nem több 10kg-os súlyok emelésével foglalkoznak munkájuk során.

Az exoskeleton eszköz viselése során, amely a gerinc tehermentesítését a hátról a mellkasra és a combokra helyezi, a mellkasi rész adottságuknál fogva nem kényelmes, erősen nyomó érzést kelt számukra a mellkason.

A férfiak esetében az eszköz viselése során az exoskeleton eszköz azon alkatrésze, amely az oldalsó gázrugóktól a mellkasig viszi a terhelést, nem volt zavaró a tesztalanyok számára. A visszajelzések szerint ezen eszközök viselése kényelmes volt számukra, nem érezték az eszköz súlyát nehéznek.

A megkérdezettek közül, akik deréktájéki tehermentesítő exoskeletonot használtak, és folyamatosan fenn állt munkavégzése során a fájdalomérzet, 80 %-ban azt a visszajelzést adták, hogy az eszköz használata során ezen fájdalom érzet csökkent, és nagyban segít az emelési feladatok elvégzésében, ám a szerkezet kialakításának köszönhetően

többször elakadtak vagy hátráltatta őket az eszköz a további munkájuk elvégzésében.



A kábeldoboknak a gépbe emeléskor a munkavállalónak szűk helyeken kell manővereznie, ezt követően pedig a befűzési munkafolyamatban a kábelek tehetetlenségüknél fogva többször beleakadtak a munkavállalón lévő exoskeleton eszköz tartó rudazatába, ezzel biztonsági kockázatot jelentve a mozgásukban.

Ezen eszköz tesztelése a tervezettnél hamarabb véget ért.

Ettől függetlenül az elmondható, hogy az eszközt használók hátfájdalmai a tesztelt napokon valamelyest csökkentek, és valóban érdekes lehet azon munkafolyamatoknál, ahol elsődlegesen helyhez kötött pakolási feladat van, ám az általunk kijelölt kábeldobok mozgatásával járó munkafolyamatra a továbbiakban nem tanácsoljuk a használatát.

A tartás javító exoskeleton eszköz viselése izomlással jár, mivel a munkavállalókat folyamatosan az optimális testtartásra ösztönzi, ezáltal az izmok folyamatosan dolgoznak. Ezen izomláz szerű jelenség a hosszabb távú használat során teljes megszűnik, mely egy jó indikátora lehet a helyesen beállt testtartásnak. (Hiszen ekkor a hátunk optimális tartásban áll, az izomzat megszokta ezen pozíciót, tehát az eszköz további használata elhanyagolható.)

A munkavállalók azon izomcsoportjai aktiválódnak, melyeket eddig nem használtak a munkafolyamatok során, a helytelen testtartás következtében. Ezen eszközök viselői kezdetben a munkafolyamatok során úgy érzik, hogy hátráltatja őket a viselése, diszkomfortossá válik a munkavégzés. Amennyiben kellő ideig viselik a munkavállalók ezen eszközöket, elmondható, hogy a visszajelzések pozitív irányt mutatnak, az eszköz viselését követően ezen munkavállalók 80%-a érez pozitív változást a tartásának javulásában. Ennek a változásnak az oka, hogy a munkavállaló kellő ideig viselte a tartást javító exoskeleton eszközt, a hátizmainak azon része melyek eddig nem vettek rész a munkafolyamat végzésében, most megerősödtek, ezáltal

kevésbé helytelen pozícióban végzik a továbbiakban a munkafolyamatokat.

Még hosszabb távban nézve az exoskeleton eszköz viselését "emlékeztető kezelés" formájában negyed/fél-évente egy-két hét erejéig ajánlott ismét használni, hogy a helyes pozícióban rögzült testtartás a továbbiakban is fenntartott legyen.

Ezen adatok fényében a vállalat számára további használat javallott a tartás javító exoskeletonokból, az emelési feladatoknál alkalmazott exoskeleton eszközök használatát munkabiztonság szempontjából jelenleg nem támogatjuk.

Exoskeleton alkalmazása a Datalogic Hungary Kft.-nél

Felmérés

A Datalogic Hungary Kft. a vonalkód-leolvasók, mobil számítógépek, adatgyűjtő-, mérő- és biztonsági érzékelők, lézeres képfeldolgozó-és jelölő-berendezések előállításával foglalkozik. Az elektronikai alkatrészek gyártásával foglalkozó olasz Datalogic csoport leányvállalata.

A teljes ipari park területén ESD védett felszerelésben kell dolgozni, mely ESD védett cipőből és ingből áll, a soron dolgozókon pedig kesztyűs védelem is rendelkezésre áll. Ezeket azért is fontos kiemelni, mivel vannak eszközeink, melyek fém alkatrészekkel rendelkeznek tehát vezetővé vagy akár

elektrosztatikusan töltötté is válhatnak, így erre fokozottan figyelni kell!

A munkakörnyezet szempontjából is felmértük a céget, mivel ez is nagyban hozzájárul egy egészséges munkahely képéhez. Minden munkakörnyezetről elmondható, hogy rendben és tisztán van tartott, nem tapasztaltunk olyan pontot mely egészségre káros lehet, sem az ülőhelyek sem a megfelelő fények tekintetében.

Alapvetően két féle soron dolgozó munkavállalók vannak, illetve logisztikai feladatokat ellátó munkavállalók, akik az anyagmozgatásokért felelnek. A soron dolgozó munkavállalók végezhetnek álló, illetve ülő munkafolyamatokat. Az álló feladatokat végző munkavállalók nem tapasztalnak problémákat, akiknél mégis előfordul valamilyen szintű nehézség a munkavégzés során, azon munkavállalók különböző talpbetétekkel próbálják meg enyhíteni a panaszokat. Az ülő munkát végző munkatársak viszont már érkezésünkkor Önként jelezték, hogy szeretnék kipróbálni az eszközöket mert úgy érzik nem megfelelő a testtartásuk, így számukra a tartás javító exoskeleton tesztelését jelöltük ki.



A raktárban dolgozó munkavállalók munkafolyamata, hogy a raktárból nagyobb kalodákba gyűjtsék az alapanyagokat majd ezen alapanyagokat a munkaállomások között igény szerint kipakolják. Ezen felül a kész kalodák begyűjtése, rendszerezése és az elküldésre való felkészítése tartozik a munkafolyamathoz. Ezen folyamatok monoton munkavégzéssel járnak, a megszokottnál magasabb erőfeszítéssel.

A raktárban a polcrendszer első, illetve legalsó szintjéről a munkavállaló emeli le a nyersanyagot, alkatrészeket, ezen magasság felett anyagmozgató eszköz (targonca) segítségével emeli le a kiszemelt komponenseket. A munkaállomások közé a kalodák tömegétől függően mozgatnak kézzel vagy anyagmozgató eszköz segítségével alapanyagot. Ezen munkavállalók számára emelést segítő exoskeletonokat jelöltünk ki tesztelésre.

Kidolgozás

A munkafolyamat során munkafolyamatokat végző munkavállaló egészségének megőrzése szempontjából exoskeletonok alkalmazását tanácsoljuk. Az egység használatával csökkenthető a munkahelyi sérülések és az ezekből következő munka képtelenségből következő hiányzások, kiesések kockázata.

A folyamat során a munkavállaló továbbra is manuálisan végezné el feladatát azzal a különbséggel, hogy a helyes testtartásra nem kell külön figyelmet fordítani az exoskeleton eszköz használata során. Mivel nem kell külön figyelmet fordítani a helyes testtartásra így a teljesítménye, ismétlési pontossága is megnőhet, valamint csökken a fáradékonysága.

Egy gerinc támasztó exoskeleton alkalmazásával a gerinc bántalom is csökkenthető lehet. Így a munkavállaló gerinc oszlopára kevesebb káros hatás hat, ami meggátolja annak károsodását. Továbbá a folyamat során a raktározás során alkalmazott rekeszek fel-, illetve lepakolása alkalmával a munkavállaló, amennyiben nem figyel rá, különösen nem megfelelő testtartást vehet fel. Ennek a testtartásnak egészségkárosító hatása lehet. Erre is megoldást nyújthat egy exoskeleton alkalmazása. Amennyiben a munkavállaló rossz testtartást venne fel az exoskeleton visszatartja ettől, egy folyamatos helyes testtartást fenntartva a munkavégzés során.



Az exoskeletonok lehetővé teszik, hogy a munkavállalók a robotok teherbírását megközelítőleg az intelligenciájukat kihasználva növeljék termelőképességüket, így létrehozva egy olyan a termelés szempontjából előnyös kombinációt, 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 egyes esetekben nem kifizetődő, mert 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 vállalatnál kiválasztott folyamatok egyikét sem lehetséges kollaboratív robottal kiváltani. A pakolási munka során a nagyobb méretet és tömeget kell mozgatni, ráadásul a raktár több különböző pontján, ami miatt egy kollaboratív robot alkalmazása nem lehetséges. A kollaboratív robotok jellemzően 1-1,5m távolságban képesek dolgozni és jellemzően 4 kg tömegű testtel operálhatnak, ehhez a feladathoz nem elegendő a robotkarok kinyúlása és teherbírása.

Amennyiben kollaboratív robottal szeretnénk megoldani a folyamat kiváltását, a következők jelentik a problémát: az alapanyagokhoz való eljutás, az alapanyag felismerése, illetve tömege és mérete. A kollaboratív robotok rendezett, fix pozíciójú termékekkel képesek dolgozni, egy raktári több ezer termékes szortírozásnál nem megoldható. A munkadarabok bonyolult szerkezete miatt bármikor egymásba akadhatnak, nem lehetséges őket elhatárolni/megkülönböztetni egymástól, ráadásul tömegüknél fogva speciális nagy teherbírású kollaboratív robotra lenne szükség, vagy akár ipari robotokra mik további megoldásra váró problémákat vetnek fel.

Kiértékelés

Az általunk végzett felmérés és a megkérdezett munkavállalók azt mutatják, hogy az alkalmazottaknak nincs gerincpanasza. Az eloszlás férfi/nő tekintetében, 50-50 %. A női alkalmazottak az exoskeleton eszköz viselése során -amely a gerinc tehermentesítését a hátról a mellkasra és a combokra helyezi-, a mellkasi rész adottságuknál fogva nem kényelmesek, erősen nyomó érzést kelt számukra a mellkason.

Többen jelezték, hogy kényelmetlen az eszköz, ezért nem hordták pár óránál tovább. (Megjegyzendő, hogy a tartás javító exoskeletonoknak működésüknél fogva az a feladatuk, hogy kényelmetlenek legyenek, hiszen ezzel sarkallják a felhasználót a helyes testtartásra.)

A panaszok tekintetében ennél a cégnél jóval kevesebb munkavállalónak van problémája. Első sorban a hosszabb távú ülésből eredő problémák okozzák a panaszokat, mely a tesztek alapján kismértékű fájdalommal járnak csak.

A tartást javító exoskeleton eszköz viselőinek megkérdezésekor a megkérdezettek 50%-a hasznosnak tartják az eszközt, a százalékos érték alacsony száma annak köszönhető, hogy az eszköz viselése izomlással jár, mivel a munkavállalókat folyamatosan az optimális testtartásra ösztönzi, ezáltal az izmok folyamatosan dolgoznak. Ezen izomláz szerű jelenség a hosszabb távú használat során teljes megszűnik, mely egy jó indikátora lehet a helyesen beállt testtartásnak. (Hiszen ekkor a hátunk

optimális tartásban áll, az izomzat megszokta ezen pozíciót, tehát az eszköz további használata elhanyagolható.)

A munkavállalók azon izomcsoportjai aktiválódnak, melyeket eddig nem használtak a munkafolyamatok során, a helytelen testtartás következtében. Ezen eszközök viselői kezdetben a munkafolyamatok során úgy érzik, hogy hátráltatja őket a viselése, diszkomfortossá válik a munkavégzés. Amennyiben kellő ideig viselik a munkavállalók ezen eszközöket, a visszajelzések alapján, az eszköz viselését követően ezen munkavállalók 25%-a érez pozitív változást a tartásának javulásában. Ennek a változásnak az oka, hogy a munkavállaló kellő ideig viselte a tartást javító exoskeleton eszközt, a hátizmának azon része, melyek eddig nem vettek részt a munkafolyamat végzésében, most megerősödtek, ezáltal kevésbé helytelen pozícióban végzik a továbbiakban a munkafolyamatokat.

Ezen adatok fényében a munkavállalónak további használatra nem szükséges tartást javító exoskeletonok viselése, mivel a munkavállaló láthatólag nem éreztek, vagy nem elegendő mértékben éreztek változást.

A férfiak esetében az eszköz viselése során az exoskeleton eszköz azon alkatrésze, amely az oldalsó gázrugóktól a mellkasig viszi a terhelést, nem volt zavaró a tesztalanyok számára. A visszajelzések szerint ezen eszközök viselése kényelmes volt számukra, nem érezték az eszköz súlyát nehéznek. Továbbá érdekes visszajelzések derültek ki az emelést segítő exoskeletonokkal kapcsolatban. A megkérdezettek hasznosnak

tartják az eszközt és nagyban segít az emelési feladatok elvégzésében, ám a szerkezet kialakításának köszönhetően többször elakadtak vagy hátráltatta a munkavállalókat az eszköz a további munkafolyamatok elvégzésében.



A tesztalanyok elmondása szerint többször le-, illetve fel kellett venni, hogy egyes feladatokat el tudjon végezni, emiatt pedig több idő megy el az öltözködéssel, mint munkával, ezért nem is használná hosszú távon.

Az elmondható, hogy az eszközt használók hátfájdalmai a tesztelt napokon valamelyest csökkentek, és valóban érdekes lehet azon munkafolyamatoknál, ahol elsődlegesen helyhez kötött pakolási feladat van, ám az általunk kijelölt munkafolyamatra a továbbiakban nem szükséges az emelést segítő exoskeleton eszköz használata.

Exoskeleton alkalmazása a Fusetech Kft.-nél

Felmérés

A telephelyre érkezést követően, terepszemlét tartottunk a cégnél található munkafolyamatok vizsgálata céljából. A terepszemle során több olyan helyet is találtunk, ahol a munkavégzés során egészségkárosodást okozó feladatokat végeznek a munkavállalók, vagy helytelen testtartást tartanak a munkavégzésük során.

A vállalat telephelyén a dolgozók egészségének megóvása céljából a munkavállalókat műszakonként külön munkafolyamatokra osztják be, így az egyes egészség károsító hatás nem összpontosul egy testrészre, így valamelyest növelték az egészségkárosodás kialakulásának idejét.

A cégnél több olyan munkafolyamatot is találtunk, amelyeknél hatásosan alkalmazhatóak az exoskeletonok. Az első ilyen munkafolyamat típus a gyárban található különböző összeszerelői állomásoknál folyó összeszerelői munka. Az összeszerelési folyamatban az exoskeletonok nem tudnak aktív segítséget nyújtani ugyanis a munkadaraboknak nincs akkora súlyuk, hogy azokat a munkavállaló csak nagyobb energia befektetéssel tudná csak átmozgatni. Azonban az összeszerelő állomások mellett munkát végző alkalmazottak folyamatos ülő

mozgást végeznek, mely során az egészségmegőrzés szempontjából előnytelen testhelyzeteket kényszerülnek felvenni.

Huzamosabb ideig végzett ilyen típusú munkavégzés az alkalmazottnál derékfájdalmakat és egyéb mozgásszervi fájdalmakat okozhatnak.

Ezen károsító tényezők egy exoskeleton alkalmazásával jelentősen csökkenthetőek lehetnek így elkerülve a későbbi derék fájdalmak kialakulását. Az exoskeleton alkalmazása lehetővé teszi a munkavállaló számára, hogy folyamatosan emlékeztesse őt a helyes testtartás megőrzésében.

A másik típusú munkavégzésre a cégnél munkát végző raktározási folyamatokat elvégző alkalmazottakat jelöltük ki alkalmas tesztalanyoknak. Ezen alkalmazottaknak a munkavégzésük során folyamatosan és ismétlődően nagyobb terhelést jelentő dobozokat és alkatrészeket kell pakolniuk egyik állomásról másik állomásra, vagy raktárból az állomásra vagy az elkészült munkadarabokat a raktárba. Ezen munkavállalók hátára (jellemzően derék tájékon) jelentős erőhatások hatnak, hiszen alacsony pozícióból kell felemelniük a termékeket, amelyek hatására bizonyos idő elteltével hátfájás és gerincfájdalom alakulhat ki.

Ezen feladatok elvégzésének segítéséhez az emelést segítő exoskeletonot jelöltük ki tesztelésre. Ezen eszközök az emelés folyamán a derékra ható nagy erőhatások jelentős részét

csökkentik úgy, hogy azt a combokra vezetik, így megóvva a gerincet a túlzottan nagy erőhatásoktól és az esetleges sérülésektől.

Kidolgozás

Mind a két feladat típusnál javasolni tudjuk exoskeleton egység alkalmazását a munkavállalók egészségének megőrzése szempontjából. Az egység alkalmazásával csökkenthetőek lehetnek az esetleges egészség károsodó események bekövetkezésének esélye, valamint az ezekből keletkező munkaképtelenségből adódó hiányzások is.

Egy a gerinci részt tehermentesítő, illetve egy helyes testtartást elősegítő exoskeleton felhasználásával ezek az egészségkárosító hatások csökkenthetőek, optimális esetben teljesen megszüntethetőek lehetnek. Így a rakodási feladatokat végző munkatárs gerinc oszlopára ható erőhatások egy optimálisabb függőleges irányú erőhatássá alakíthatóak, amelyet huzamosabb ideig képes kifáradás és gerinc bántalmak kialakulása nélkül elviselni az emberi szervezet. Míg az ülő munkát végző munkavállalók esetében a helyes testtartást elősegítő exoskeleton képes lenne megelőzni, vagy ideális esetben visszafordítani a kialakulóban lévő gerinc bántalmakat azáltal, hogy az emberi szervezetet a folyamatos helyes testtartásra kényszeríti így óvva meg azt az esetlegesen kialakuló roncsolódásuktól.



A folyamatok elvégzésüket tekintve nem változnának a kész termék elkészülésének szempontjából. Azonban a munkavállalók szempontjából egy sokkal egészségesebb munkavégzési folyamatot tudunk létrehozni egy exoskeleton egység alkalmazásával azzal, hogy nem kell külön figyelmet fordítani a helyes testtartás megtartásáért, ezáltal a dolgozó fáradékonysága csökken, így a teljesítménye és ismétlési pontossága is növelhető.

Az exoskeletonok alkalmazásával elérhetővé vált a robotokra jellemző teherbírás, precizitás ötvözése az emberi intelligenciával és rugalmassággal így megalkotva egy olyan

előnyös kombinációt, amely magában foglalja a robotok folyamatos munkavégzésének képességét, a rájuk jellemző terhelhetőséget, valamint az emberekre jellemző alkalmazkodási képességet és az emberek sajátosságaként ismeretes gyors döntéshozatalt. Így kiküszöbölve azon piaci rést az iparban, ahol szükség van az emberi kreativitásra és gyors döntéshozatalra, amelyre a robotok csak óriási beruházási költségek mellett lennének képesek ellátni.

Vagyis az exoskeletonok alkalmazása lehetővé teszi számunkra, hogy azon a területen is hatékony munkavégzést legyenek képesek a munkavállalók munkát végezni, ahol eddig valamilyen hátráltató tényező, vagy az emberi test törekenységéből fakadóan képtelenek voltak. Ezen folyamatok jellemzően azoknál a gyártó egységeknél jelentkeznek, ahol valamilyen egyedi termékeket gyártanak vagy olyan munkafolyamat, amely során az emberre jellemző rugalmasságra van szükség.

Ezeknél a folyamatoknál jellemző a kis darabszám és/vagy a termékek egymástól való eltérése.

A raktározási feladatokat elvégző munkatárs feladatát csak nagyon költséges eszközökkel lehetne teljes mértékben automatizálni. A raktározási folyamat egy nagyon összetett és nagy kiterjedésű összetett feladat. Magában foglalja az elkészült alkatrészek tárolását a szállítás időpontjáig, valamint a nyersanyagok eljuttatását az egyes munkaállomásokra. Ezen feladatok megoldására egy olyan robotikai megoldásra lenne

szükség, amely képes nagy területek bejárására és a különböző tároló egységek kezelésére. Képesnek kell lennie továbbá az egyes tároló egységek osztályozására, majd az osztályozást követően az erre kialakított tároló rekeszekbe való helyezésére.

Valamint további feladatai közé kell tartozzon, hogy képes legyen a nyersanyagok eljuttatására az adott munkaállomásokhoz. Így minden egyes munkaállomásnak kapcsolatban kell lennie ennek a robotikai egységgel, hogy amennyiben szükséges, jelezni tudjon a robotikának, hogy anyagszükséglet lépett fel.

A második munkafolyamat sem automatizálható robotikai megoldással. Ennek oka, hogy egyedi termékeket kis darabszámban gyártanak a vállalatnál a munkavállalók. Amennyiben képessé akarjuk tenni a robotikai rendszert az ilyen szintű rugalmasságra, ugyancsak hatalmas beruházási költséggel kell számolnunk, amennyiben megvalósítható lenne a robotizálás egyáltalán. Abban az esetben van létjogosultsága a robotizálásnak, ahol széria termékek készülnek nagyszámban. A kis ismétlődés számú, egyedi termékek azért nem robotizálhatóak, mert minden termékre külön folyamat és így külön gépegységeket kell tervezni és megvalósítani, ami hatalmas erőforrásokat emésztene fel, mind az emberek, mind a költségek, mind az idő tekintetében.

Kiértékelés

Az általunk végzett felmérés követően a munkavállalók nagyobb részének nincs állandó fájdalom érzete a munkavégzése során. A nemek eloszlását tekintve a női alkalmazottak panaszkodtak inkább a gerincoszlop valamely részén fellépő fájdalmakra. Ezek a fájdalmak mind visszavezethetőek az ülő munkavégzés közben felvett helytelen testtartásra.

A tesztelésünk során a tesztalányok elmondták, hogy huzamosabb idejű viselés után izomlással találkoztak azokon a területeken, ahol az eszközök a hatásukat kifejtették. Ezen izomláz annak tudható be, hogy az eszközök a helyes testtartás fenntartására ösztönzi az emberi teste, ami folyamatos izommunkával jár. Így az eszköz használatát követően ténylegesen alakulhat ki izomláz egy olyan tesztalánynál, aki nincs hozzászokva ahhoz a fajta izommunkához, amelyre az eszköz fókuszál. Azonban ez azt is eredményezi, hogy huzamosabb idejű használat után ezek az izmok megerősödnek és egy idő után el is hagyható az eszköz használata ugyanis a viselőnek már a helyes testtartás lesz berögzülve és így folyamatosan tartani tudja majd azt különösebb megerőltetés nélkül. Azonban negyed/fél évente egy ún. „emlékeztető kezelés” ajánlott, amely emlékezteti a szervezetet a helyes testtartás betartására.



Az izomlázon túl az egyik munkavállaló a következő megjegyzést hagyta a kérdőív kitöltése közben: „Az eszköz nehéz, több helyen nyomja a testet. Az eszköz célja jó, de még fejlesztésre szorul ahhoz, hogy komfortosan viselni lehessen.” Az eszköz felhasználhatósága nemtől és egyéntől is függ. Az emelésben segítséget nyújtó exoskeletonok elsősorban az emberek comb részét és a mellkas részét nyomják, így tehermentesítve a gerincet a terheléstől. Azonban ez a fajta nyomás a hölgyek számára előnytelen kényelmetlen lehet. Valamint az egyéntől is függ. Vannak olyan munkavállalók, akik tehernek és akadályozó tényezőként tekintenek az exoskeletonokra, így nem kedvelik annak használatát. Továbbá probléma lehet a nem megfelelő

oktatás. Ha a munkavállaló nincs megfelelően tájékoztatva az eszköz megfelelő használatáról úgy az kényelmetlen és teher lesz a számára, mintsem segítség.

Ezen információk tudatában a cégnek további exoskeleton felhasználást javasolunk és megfelelő képzést a munkavállalóknak, hogy megfelelően tudják alkalmazni az eszközöket, amelyek ezáltal segítenek az egészségük megóvásában.

További visszajelzésként kaptuk a tesztelést végző munkavállalóktól, akik a raktározási és logisztikai folyamatokat látják el a cégnél, hogy ugyan az eszközök segítő hatása kikapcsolható, amennyiben nincs rá szükség. Vegyük azt az esetet, ha például egy nagyobb teher átrakására kerül sor, amit targonca segítségével tudnak csak elvégezni, az eszköz akadályozza őket a targonca megfelelő kezelésében. Így azok a munkavállalók, akik a raktározási feladatok mellett targonca kezelői feladatokat is ellátnak, kényelmetlennek és fejlesztendőnek ítélték az eszközt.

Az ülő munkát végző munkavállalók az eszköz használata után elmondottak szerint ugyan izomlázat éreztek, ám annak megszűnésével, a derékfájdalmuk enyhülését tapasztalták.

Exoskeleton alkalmazása a Gyapinet Bt.-nél

Felmérés

A Gyapinet Kft. egy villamosgépeket gyártó és felújító cég. A cégnél dolgozó legtöbb munkavállaló valamilyen forgácsoló vagy marógép mellett végez folyamatos munkát. A munkaállomásokon kivétel nélkül férfiak dolgoznak, és többüknél első látásra is gyaníthatóan vannak egészségügyi panaszok. A beérkezett alapanyagokat egy anyagmozgató munkatárs az előre meghatározott munkaállomáshoz viszi, annak függvényében, hogy éppen melyik szerszám gép szükséges a feladat elvégzéséhez vagy melyik munkaállomáson lépett fel anyagiány a munkavégzés során. A teszt megkezdése előtt látható volt, hogy ezen szűkös tér problémát jelenthet biztonságtechnikailag.

Nehézséget ezen cégnél is a több 10kg-os alapanyag (általában villamos motorok) mozgatása jelenti. A cég telephelyén az egyes gyártóegységek úgy követik egymást, hogy azok a leghatékonyabban használják ki a rendelkezésre álló teret. Ám ez a térkihasználás a munkavégzés szempontjából azért hátrányos, mert az anyagmozgató munkatárs nem képes a cégnél található kézi targoncával a szükséges helyre vinni az alapanyagot, mert a targonca méretei tekintve nem fér el két gépegység között. Így a hely szűkössége miatt az alapanyagokat

a munkaállomásokhoz kézi erővel kell bejutatni, amely nagy terhelést ró a munkavállaló szervezetére, első sorban a gerincoszlopára és a tartó izmaira.

A munkadarabot a munkaállomásra érkezését követően be kell emelni a gépbe, majd lefogatni, ezt követően lehet nekiállni a munkának. A munkavégzés során a munkavállalók a gépben lefogott nyers munkadarabot több irányból is folyamatosan vizsgálják a gyártás folyamán ezért mozgási szabadságukat nem szabad ebben korlátozni, ugyanakkor ezen megfigyelések elvégzése közben kivétel nélkül a gépre/gépbe hajolással vizsgálják az adott munkadarabot, tehát folyamatosan görnyedt, a helyes testtartástól erőteljesen eltérő állapotban dolgoznak. A súlyosságot növelendő, hogy a kész munkadarabokat egyből leveszik a munkaállomásról, tehát a görnyedt testtartásból eredő hajlított gerincoszlop hirtelen egy nagyobb tömegű testet hivatott kiemelni a gépből majd a földre helyezni. Ez a mozgásminta a gerincoszlopra túlságosan nagy és nem előnyös erőhatásként jelentkezik. Az ilyen típusú emelési munkák egy rossz testhelyzetben, a gerincoszlop tartó izmainak megrándulásához, a gerincoszlop idegeinek becsípődéséhez vezethetnek, melyek az idő előre haladtával súlyos egészségkárosodáshoz is vezethetnek. Ezen folyamatok során fellépő károsító tényező jelentős mértékben csökkenthetőek egy aktív, emelést segítő exoskeleton és tartás javító exoskeleton segítségével.

Kidolgozás

A munkafolyamat során munkát végző munkavállaló egészségének megőrzése szempontjából exoskeletonok alkalmazását tanácsoljuk. Az egység használatával csökkenthető lenne a munkahelyi sérülések és az ezekből következő munka képtelenségből következő hiányzások, kiesések kockázata.

A folyamat során a munkavállaló továbbra is manuálisan végezné el feladatát azzal a különbséggel, hogy a helyes testtartásra nem kellene külön figyelmet fordítania az exoskeleton eszköz használata során. Mivel nem kell külön figyelmet fordítani a helyes testtartásra így a teljesítménye, ismétlési pontossága is megnőhet, valamint csökkenne a fáradékonysága.

Egy gerinc támasztó exoskeleton alkalmazásával a gerinc bántalom is csökkenthető lehet. Az eszköz alkalmazásával a munkavállaló gerinc oszlopára kevesebb káros hatás hat, ami meggátolja annak károsodását. Továbbá amennyiben nem figyel a testtartására, különösen az egyes ülő pozícióban történő összeszerelés során, nem megfelelő testtartást vehetnek fel a munkavállalók. Ennek a testtartásnak további egészségkárosító hatása lehet. Ezen egészségkárosító hatások enyhítésére, ideális esetben megszüntetésére is megoldást nyújthat egy exoskeleton alkalmazása. Amennyiben a munkavállaló rossz testtartást

venne fel az exoskeleton visszatartja ettől, egy folyamatos helyes testtartást fenntartva a munkavégzés során.



Az exoskeletonok lehetővé teszik, hogy a munkavállalók a robotok teherbírását megközelítőleg az intelligenciájukat kihasználva növeljék termelőképességüket, így létrehozva egy olyan a termelés szempontjából előnyös kombinációt, ami nem csak a robotokra jellemző folyamatos hasznos munkavégzésre, hanem az emberi rugalmasságra és gyors döntéshozatalára támaszkodhat. Ezen kombináció rendelkezne a robotokra

jellemző ismétlési pontossággal, folyamatos munkavégzési képességgel, valamint az emberre jellemző folyamatos változás kezelési képességgel, és az egyes feladatok megoldásának képességével. Az exoskeleton alkalmazásával a munkavállalók fáradékonysága is csökkenthető, mellyel további teljesítmény növekedés érhető el.

Az exoskeletonok alkalmazása főleg olyan területeken jelent nagy előnyt, ahol a robotika alkalmazása rendkívül költséges, és egyes esetekben nem kifizetődő vagy nem megvalósítható, mert kellő rugalmasságot és az alkatrészek különbözőségének lekezelésének képességét igényli. 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 vállalatnál kiválasztott folyamatok egyikét sem lehetséges különösen nagy beruházási költségek nélkül kollaboratív robottal kiváltani. A logisztikai munka során nagyobb tömegeket kell mozgatni, ráadásul a raktár több különböző pontján, nem mindig azonos helyekről és mindig változó helyekre, ami miatt egy kollaboratív robot alkalmazása különösen nagy beruházási költség mellett lenne csupán lehetséges. A kollaboratív robotok jellemzően 1-1,5m távolságban képesek dolgozni, ehhez a feladathoz nem elegendő a robotkarok kinyúlása. Így a kollaboratív robotot el kellene látni egy olyan pályarendszerrel,

amely képes lenne az egész gyártó telepet behálózni, úgy, hogy a kollaboratív robot képes legyen a saját kinyúlásával minden egyes helyzetet és pozíciót elérni. Valamint szükség lenne egy balanszer egységre is, amely segítségével a kollaboratív robotokra jellemző kis tömegű teherbírési képesség kiterjeszhető lenne. Az ilyen balanszer egységek hatására a kollaboratív robotra eső terhelés nem haladná meg a küszöb értéket így képes lenne a munka elvégzésére, ám egy ilyen rendszer megvalósítása is nagy beruházási költségek mellett lenne lehetséges.

A logisztikai problémák megoldása után a kollaboratív robotot képessé kellene tennünk az egyes alapanyagok felismerésére is. További problémaként számítható az, hogy a kollaboratív robotok rendezett, fix pozíciójú termékekkel képesek dolgozni, azonban egy raktárban található több ezer termékes szortírozásnál ez is szintén nagyon nagy beruházási költségek mellett lenne megoldható. A munkadarabok bonyolult szerkezete miatt bármikor egymásba akadhatnak, nem lehetséges őket elhatárolni/megkülönböztetni egymástól. Az ilyen fajta különbözősége felveti továbbá a munkadarabok megfogásának kérdését is. A kollaboratív robotok számára szükség van egy vagy több olyan fix pozícióra, ahol a munkadarabokat biztonságosan, a munkadarab roncsolódása nélkül képes megfogni. Amennyiben ilyen nagyszámú termékpalettával dolgozunk, a kollaboratív robot számára nem lesznek olyan pontok, vagy nem képes érzékelni azokat a

pontokat, ahol a munkadarabot képes lenne a fenti paramétereknek megfelelően érzékelni és alkalmazni.

Kiértékelés

Az általunk végzett teszt megkezdése előtt számos munkavállaló jelezte számunkra az ellenvetését az emelést segítő exoskeletonnal kapcsolatban. A munkavállalók ellenvetésüket azzal indokolták, hogy az exoskeleton eszköz kényelmetlen, így nagy valószínűséggel nem alkalmaznák az eszközt. Így elmondható, hogy a vállalatnál dolgozó munkavállalók elutasították ezt a típusú eszközt. Véleményük szerint az eszköz inkább hátráltató tényezőként jelenne meg az ő munkavégzésük során, mintsem segítő tényezőként.

Ezért ennél a cégnél a további tesztelés csak a tartásjavító exoskeletonokkal tudtuk elvégezni. Az ilyen típusú exoskeletonokat tesztelő munkavállalók is hasonlóképp vélekedtek az eszközzel kapcsolatban. Véleményük szerint inkább hátráltatná őket munkavégzésük során minthogy segítené munkájukat. (Megjegyzendő, hogy a tartás javító exoskeletonoknak működésüknél fogva a feladatuk, hogy kényelmetlenek legyenek, hiszen ezzel sarkallják a felhasználót a helyes testtartásra.)



A kitöltött tesztekéből is azt a következtetést tudtuk leszűrni, hogy a munkavállalók jelentős százaléka elutasítónan lépett fel az exoskeletonokkal kapcsolatban. Az elmondásuk szerint a vállalatnál dolgozó munkavállalóknak nincsenek olyan panaszaik, amelyekre megoldást jelenthetnének az exoskeleton eszközök. A saját tapasztalatunk az ellenkezőjére enged következtetni. A vállalatnál tartott bemutató és terepfelmérés alkalmával több olyan munkavállalóval találkoztunk, akik nagy valószínűséggel akut gerincferdüléssel rendelkeznek, amely a későbbiek folyamán komoly egészségkárosodáshoz vezethet. Az ilyen gerincferdülés hátfájdalmakhoz és további panaszokhoz vezethetnek. A munkavállalók eszközökkel kapcsolatos ellenérzése már a tesztek kitöltése során is érzékelhető volt.

Ezen ellenérzés főként azoktól a munkavállalóknál volt érzékelhető, akiknél nagy valószínűséggel már fellelhetőek a gerincproblémák tünetei.



Ebben az esetben, amikor a munkavállalók között ilyen szintű ellenérzés tapasztalható, nem tudjuk ajánlani a vállalatnak további eszközök tesztelését vagy alkalmazását. Az eszközöket alkalmazva nagy javulást jelenthetnek mind a munkavállalók szempontjából, mind a munkáltató szempontjából is. Ám amennyiben a munkavállalóknak ellenérzése van az eszközökkel

kapcsolatban hiába van nagy esélye annak, hogy az javítani tudna az egészségügyi állapotukon, úgy nem tudjuk javasolni az alkalmazásukat, mert a munkavállalók nem használnák az eszközöket, hiába lennének kihelyezve hozzájuk mindennapos használatra.

	Egyetértési arány
Érez-e valamilyen fájdalmat munkavégzése során	33%
Érez pozitív hatást az eszköz viselését követően?	0%
Kisebb fájdalmat érzett az eszköz viselése során?	16%

Az exoskeletonok alkalmazásán felül biztonságtechnikai okokból megfontolandónak tartjuk a vállalatnál található munkaállomások elrendezésének áttervezését, vagy a gyártó terület növelését. Az ilyen szűk térben végzett munka során az alapanyag mozgatás mindig veszélyeztető tényezőként fog fellépni a munkavállalók munkavégzése során. Amennyiben egy munkavállaló figyelme lankad és nem a kellő precizitással emeli meg az esetenként több 10 kg-os alapanyagot, úgy ott súlyos

egészségkárosodások és a munkából való kimaradásokkal kell számolni, nem számolva az egészségkárosodás hosszútávú következményeivel.

Exoskeleton alkalmazása a Juvita Kft-nél

Felmérés

A Juvita Kft. több szempontból is érdekes teszt helyszínnek bizonyul hiszen korlátozott munkaképességű embereket alkalmaznak, akiknél a folyamatos egészségügyi problémák szakorvos által igazoltan jelen vannak. A cég különböző elektronikai eszköz (mint például vasaló) összeszerelését végzi, gépekkel, illetve kézzel.

A munkakörnyezet szempontjából is felmértük a céget, mivel ez is nagyban hozzájárul egy egészséges munkahely képéhez. A cégben két külön teremben zajlik a gyártás. Egy kisebb gépi összeszerelő szobából melyben minden gép mellé egy alkalmazott kerül. A másik egy nagyobb teremből áll, ahol a terem első felében több asztalon fut a gyártás. Asztalonként más és más termékek kézi összeszerelése zajlik. A terem hátsó fele szolgál a kimenő termékek és a bejövő alapanyagok raktározására. Ezen felül két irodahelység, két illemhely, és egy nagyobb konyha található a cégen belül, a cég teljes területe mozgáskorlátozottak közlekedésére is alkalmas. Az asztalok

egyszerű falapos asztalok, akár csak a székek. A székekhez annyi tanácsunk lenne, hogy hosszútávon érdemes lehetne kényelmesebb székek beszerzése, hiszen az alkalmazottak napi 7-8 órában ezen eszközön dolgoznak, és ami a kényelmetlenség okán több egészségügyi problémát is okozhat hosszú távon.

A kézi összeszerelő soroknál az emberek a munkaállomás mindkét oldalán ülnek egymással szemben, és a középben elhelyezkedő alapanyagokból szerelik össze az adott munkadarabokat, majd a mellettük kihelyezett tárolóládákba helyezik őket. A megtelt ládákat a raktárban dolgozó munkatársak gyűjtik össze majd cserélik üres ládákkal, ugyanígy az ő felelősségük a folyamatos alapanyag utánpótlás is. A feladatok többségében gyorsan elvégezhető egyszerű repetitív jellegű feladat (leginkább A és B komponens összeállítása/összepatintása).

A raktáros pozícióban dolgozó kolléga egy kisebb kocsira pakolja fel a megtelt ládákat, majd lepakolja a raktárban a kimenő termékek részlegén. Feladata továbbá a kamion érkezéskor ezen ládák elhelyezése a járműben.

A gépi munkaállomásokon is repetitív jellegű feladatokat végeznek ülő pozícióban. Általában ultrahangos műanyaghegesztési feladatokat látnak el, mely biztonságtechnikailag megfelelőnek találtunk hiszen a hegesztési folyamat megkezdéséhez két kézzel kell nyomva tartani az indító gombot ezzel elkerülve az esetleges közbeavatkozást.

A külső szemlélők közbeavatkozását kisebb plexikkel oldották meg így biztosítva a teljes biztonságtechnikai elvárásokat. A folyamatban az alkalmazottak egyik oldalán található alapanyagdobozból kiveszik a komponenseket, majd a gépbe helyezik és két gombbal indítják a folyamatot, a kész terméket pedig egy tároló rekeszbe rakják a másik oldalukon. Esetenként ezen alapanyagok a kinti összeszerelő munkaállomásokra kerül további összeszerelés okán.

A rakodó alkalmazott 1kg körüli dobozokért hajolgat a nap igen nagy részében, ezért számára egy aktív exoskeleton eszköz használatát jelöltük ki. Mindkét ülő pozícióban végzett feladatról elmondható, hogy az alkalmazottak görnyedt nem helyes testtartással dolgoznak, ami a jelenlegi állapotukat tovább ronthatja, ezért számukra tartásjavító exoskeletonokat ajánlunk tesztelésre.

Kidolgozás

A munkafolyamat során munkát végző munkavállaló egészségének megőrzése szempontjából exoskeletonok alkalmazását tanácsoljuk. Az egység használatával csökkenthető lenne a munkahelyi sérülések és az ezekből következő munka képtelenségből következő hiányzások, kiesések kockázata.

A folyamat során a munkavállaló továbbra is manuálisan végezné el feladatát azzal a különbséggel, hogy a helyes testtartásra nem kellene külön figyelmet fordítania az

exoskeleton eszköz használata során. Mivel nem kell külön figyelmet fordítani a helyes testtartásra, így a teljesítménye, ismétlési pontossága is megnőhet, valamint csökkenne a fáradékonysága.

Egy gerinc támasztó exoskeleton alkalmazásával ez a gerinc bántalom is csökkenthető lehet. Így a munkavállaló gerinc oszlopára kevesebb káros hatás hat, ami meggátolja annak károsodását. Továbbá amennyiben nem figyel rá, különösen az egyes ülő pozícióban történő összeszerelés során, nem megfelelő testtartást vehetnek fel a munkavállalók. Ennek a testtartásnak egészségkárosító hatása lehet. Erre is megoldást nyújthat egy exoskeleton alkalmazása. Amennyiben a munkavállaló rossz testtartást venne fel az exoskeleton visszatartja ettől, egy folyamatos helyes testtartást fenntartva a munkavégzés során.

Az exoskeletonok lehetővé teszik, hogy a munkavállalók a robotok teherbírását megközelítőleg az intelligenciájukat kihasználva növeljék termelőképességüket, így létrehozva egy olyan a termelés szempontjából előnyös kombinációt, 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 egyes esetekben nem kifizetődő, mert 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 vállalatnál kiválasztott folyamatok egyikét sem lehetséges kollaboratív robottal kiváltani. A pakolási munka során a rendkívül széles alapanyagpaletta felismerése olyan költségessé tenné a folyamatot, ami miatt egy kollaboratív robot alkalmazása nem lenne kifizetődő.

Amennyiben kollaboratív robottal szeretnénk megoldani a folyamat kiváltását, a következők jelentik a problémát: az alapanyag felismerése, illetve rendezettsége. A kollaboratív robotok rendezett, fix pozíciójú termékekkel képesek dolgozni, egy több ezer termékes szortírozásnál nem kifizetődő. A munkadarabok bonyolult szerkezete miatt bármikor egymásba akadhatnak, nem lehetséges őket elhatárolni/megkülönböztetni egymástól.

Kiértékelés

A felmérés megkezdésekor szembetűnő volt, hogy az alkalmazottak jelenleg is próbálják saját maguk kialakítani úgy a munkavégzés terét, hogy a fent leírt panaszokon enyhítsenek. Ezeket a székekre erősített különböző gerinctámaszokkal

próbálják megvalósítani, de vannak olyan alkalmazottak, akiknek szakorvos által felírt tartásjavító eszközt viselve kell végezni jelenleg is a munkáját.



Az ülő munkaállomásokon megkérdezett alkalmazottak 66,3 %-a rendelkezik jelenleg is valamilyen problémával. A férfi/nő eloszlási arány megközelítőleg 60/40%-ra tehető. A tesztből kiderül, hogy a problémákkal élő alanyok 80%-a érez pozitív változást közvetlenül az eszköz viselése után, ám az is elmondható, hogy ez a pozitív érzés nem állandósul. A helyes testtartás eléréséhez hosszabb időtávlatban kellene használni az eszközöket. (A felmérésben az alanyok 3-4 órát viseltek ezeket az eszközöket.)

	Egyetértési arány
Érez-e jelenleg valamilyen fájdalmat?	83,3 % 15 fő
Érez pozitív hatást az eszköz viselését követően?	83,3% 15fő

Örömkre több visszajelzést is kaptunk az alkalmazottaktól, amiben szinte kivétel nélkül dicsérték az eszközt. Mindössze pár alkalmazott jelezte szóban, hogy bár a testtartásán valóban javít, viszont hónalj tájékon bevág az eszköz pántja, mely kissé kellemetlenné teszi az eszköz viselését. Ennek elkerülése végett a további általunk fejlesztett eszközön módosítunk a pántok szögén, hogy kiküszöböljük ezt a jelenséget.



Pár hozzászólás a résztvevőktől:

“A gerincoszlop jó tartását biztosítja az eszköz, közel egy óra elteltével a derék átrendeződik, később a combtőben érezhető jó érzés keletkezik. 3 óra múlva a vállban is van változás, ha levettem jobb volt a tartásom”

“Számomra nagyon jó volt. Észrevétel, hogy a testem oldalsó részénél a hónalj alatt kicsit szorít és vág. Nem fájó érzés, inkább kellemetlen. Köszönöm szépen!”

“Változást éreztem, de érzésem szerint több időre lenne szükség, hogy pontosan kifejtse a hatását. Amúgy egy nagyon jó eszköz. Köszönöm, hogy kipróbálhattam.”

Az aktív exoskeletont viselő raktári alkalmazottak is elismerően vélekedtek az eszközről. Elmondásuk szerint ténylegesen segít a pakolásban amikor a föld szintjéről kell pakolni. Komolyabb változást egyelőre nem éreztek, de véleményük szerint ezen eszközhöz is több idő kellene. A munka elvégzését nem akadályozta ezen a helyen, viszont maga a munkakör nem csak pakolásból áll, ezért túl gyakran kellett levenni az eszközt, mely problematikussá teszi a folyamatos alkalmazását.

A cégben dolgoznak mozgáskorlátozott személyek, akik szintén kíváncsiak voltak az eszközünkre. Érdekes és egyben értékes visszajelzéseket kaptunk, alapvetően ezen személyek tartásán is segít, ám ahhoz, hogy ezen alkalmazottak is tudják használni, további kutatások és tesztelések szükségesek.

Összeségében mindkét eszköz hasznosnak bizonyult ennél a cégnél, a tartás javító exoskeletonok használatát kiemelten ajánljuk a cégnek, hiszen erre láthatólag is szükség van! Az aktív pakolást segítő exoskeletonot pedig egy opcionális választásként ajánljuk a cégnek, hiszen erre szemlátomást kevesebb igény van, ugyanakkor megléte esetén a munkavállalók segítségére lehet.

Ezen felül ahogy az elején is tanácsoltuk a székek ergonomikus kialakításúra történő cseréje növelné a hatékonyságot, és csökkentené az egyéb egészségügyi panaszok kialakulását.

Exoskeleton és kollaboratív robot alkalmazása a KVGY Kft.-nél

Felmérés

A kiválasztott folyamat: A cégnél fröccsöntési technológiával gyártott bakelit alapanyagú sorkapcsok megrendelői igényeknek megfelelő méretre vágásának elvégzése, egy a cégnél már előzetesen kialakított fűrész egység segítségével. A bakelit sorkapocs alkatrészeknek a megrendelői igényektől függően különböző méretei léteznek, amelyek mind befolyásolják az elkészülési ciklusidőt.

Ennél a folyamatnál a munkavállaló az előzetesen fröccsöntött alkatrészeket egy ömlesztett ládából válogatja ki. A kiválogatást követően előre meghatározott méretre darabolja. A méretre

darabolás során segítségére van egy erre a folyamatra optimalizált fűrész egység. Az egység el van látva egy elszívó egységgel a felszabaduló bakelit por elszívása és a munkavállaló védelmének érdekében, valamint egy-egy pozícionáló tűskével, ami adott pozícióban tartja a munkadarabot a vágás időtartama során.

A munkavállalónak nincs más feladata, mint kiemelni a munkadarabot a nyersanyagos ládából, majd a meghatározott mélységben betolni a fűrész egységbe. Rögzíteni azt az erre kialakított tűskéken majd két gomb egyszeri lenyomásával elindítani a vágás folyamatát. A vágás elvégzése után a kész darabot eltávolítva folytathatja a folyamatot a következő vágással.

Az átalakítás során egy kollaboratív robottal összekötött állomás létrehozása a legcélszerűbb. A kollaboratív robot jellegéből adódóan nem veszélyezteti a munkavállalókat, ezen felül a termelés is kiszámíthatóbbá válik, és elkerülhetők a vágás során felszabaduló bakelit por által okozott egészség károsító tényezők. Az állomás megtervezése során arra kell törekedni, hogy a vágása során a fűrész egység fűrész lapja ne érintkezzen a munkavállalóval. A kollaboratív robot segítségével elkészült terméket a kollaboratív robot egy ládába helyezi, ahonnan egy munkavállaló viszi a következő állomásra. A munkavállaló feladatai közé tartozna továbbá a munkadarabnak megfelelően a robotprogram kiválasztása.

Az vágási folyamatban az exoskeletonok nem tudnak aktív segítséget nyújtani ugyanis a munkadaraboknak nincs akkora súlyuk, hogy azokat a munkavállaló csak nagyobb energia befektetéssel tudná csak átmozgatni. Azonban az vágó állomások mellett munkát végző alkalmazottak folyamatos ülő mozgást végeznek, mely során az egészségmegőrzés szempontjából előnytelen testhelyzeteket kényszerülnek felvenni.

A munkavállaló a munkavégzése során a munkaállomás felett kell dolgoznia egy nem előnyös testhelyzetben. Ezt a testhelyzetet egy exoskeleton segítségével korrigálni lehetne, a későbbi derék fájdalom kialakulásának lehetőségét. Az exoskeleton segítségével a munkavállaló segítve lenne az eszköz által a helyes testtartás megtartásában.

Ezen károsító tényezők egy exoskeleton alkalmazásával jelentősen csökkenthetőek lehetnek így elkerülve a későbbi derék fájdalmak kialakulását. Az exoskeleton alkalmazása lehetővé teszi a munkavállaló számára, hogy folyamatosan emlékeztesse őt a helyes testtartás megőrzésében.

A kollaboratív robot folyamatba illeszthetőségét befolyásoló kérdések, melyek felmerültek a folyamat során:

1. A folyamat során a munkadarabok fix pozícióban érkeznek?

A munkadarabok az előző fröccsöntő folyamat során a gépből kikerülve ömlesztve érkeznek a munkavállalóhoz. Robotizáció

során egy puffer tároló megtervezése szükséges, ami szolgáltatja a robot számára a fix pozíciót a megfogáshoz. A vágási folyamat során külön pozícionáló egység megtervezése nem szükséges, mert a manuális állomás úgy van kialakítva, hogy a vágási egységnél pozícionáló ékek tartják a helyükön a munkadarabot.

2. A munkadaraboknak milyen a deformálhatósága?

A munkadarabok a robotizálás szempontjából alacsony deformálhatósággal rendelkeznek. A robot feladata az előzetesen fröccsöntéssel elkészült munkadarabok fűrész egységbe való pakolása, illetve a fűrész egység vezérlése. A fűrész egységben található fűrészlap keménységének nagyobbak kell lennie a bakelit alapanyagú munkadarab keménységénél, hogy roncsolódás nélkül el tudja végezni a vágást. A kollaboratív robot a gumírozott párhuzamos megfogó egységével kárt nem tud okozni a munkadarabban, amennyiben a behelyezés megfelelő pozícióban történik.

3. Egy műszak során kell-e típust váltani?

Egy műszakban lehetőség van a típus váltásra. A cég különböző méretű sorkapcsokat szolgáltat megrendelői kiszolgálására. Ezen termékek a sorkapocs vágásának helyében térnek el egymástól. Ezen termékek közötti váltást egy gombsor segítségével lehet megoldani. Az operátor a megrendelés beérkezésekor megnyomja az adott termékhez kapcsolódó gombot, amely

hatására a kollaboratív robot egységben rögzül a termék típusa, így az a megfelelő típusú munkadarabot fogja gyártani.

4. Szükség van-e minőség ellenőrzésre?

A minőség ellenőrzést a robotizált egységet követően végzi a munkavállaló, így a kollaboratív robot számára nincs szükség minőség ellenőrzésre. Az esetleges deformitásokat a következő munkafolyamatnál a munkavállalók kézi erővel korrigálhatják, viszont ez ciklusidő növekedésével járhat, törekedni kell arra, hogy az elkészült termék már gondozásmentes legyen.

5. Szükség van-e emberi beavatkozásra a folyamat során?

Munkavállaló feladata, a folyamat elején a kívánt terméktípushoz tartozó gomb megnyomása, esetlegesen az előző folyamatból megmaradó terméktípus törlése a kollaboratív robot egység memóriájából. A folyamat során a kollaboratív robot egységhez történő nyers munkadarabok szállítása, illetve a hozzá tartozó puffer tároló egység feltöltése tartozik a munkavállaló feladatai közé. Valamint az elkészült munkadarabok ideiglenes tárolására szolgáló ládák ürítése és üres ládával történő kicserélése. A folyamat további része teljesen automatizált, így a továbbiakban nincs szükség emberi beavatkozásra.

6. Igényel-e különleges elbánást a munkadarab?

A munkadarab nem igényel különleges elbánást. Amennyiben a bakelit alapanyagú sorkapocs terméknek megfelelő program kerül kiválasztásra azt a kollaboratív robot a gumírozott párhuzamos pófájú pneumatikus megfogó egységével megrongálni semmi esetben sem tudja, így károsodást nem szenvedhet. Különös odafigyelést igényel a megfelelő programválasztás a munkavállaló részéről, illetve szükséges az esetlegesen helytelenül választott program visszavonásának lehetősége. Nem mágnesezhető, nem élelmiszeripari termék és nem törékeny.

7. Milyen ciklusidővel gyártják az alkatrészeket?

Jelenleg emberi erővel gyártják az alkatrészeket. Egy jól megtervezett rendszer segítségével a termelékenység növelhető, ugyanis a robot számára nincs szükség a pozícionáló ékek használatára, az adott pozícióban tudja tartani az alkatrészt a teljes vágási folyamat során.

Kidolgozás

A feladat végrehajtása Exoskeleton segítségével:

A munkafolyamat során a munkavállalónak a munkapult mellett álló pozícióban kell dolgoznia. Amennyiben nem figyel rá különösen ez a pozíció egy helytelen testtartás felvételéhez

vezet. A helytelen testtartás az idő előre haladtával derék fájdalomhoz és további egészség károsodásokhoz vezethet. Egy exoskeleton egység segítségével a munkavállalót segíteni lehet a helyes testtartás fenntartásában. Így a munkavégzése során a gerincoszlopra nehezedő terhelés a lehető legoptimálisabb módon fog eloszlni, és nem alakul ki egészségkárosító állapot.

A folyamat során a munkavállaló továbbra is manuálisan végezné el feladatát azzal a különbséggel, hogy a helyes testtartásra nem kellene külön figyelmet fordítania. Mivel nem kell külön figyelmet fordítani a helyes testtartásra, így a teljesítménye, ismétlési pontossága is megnőne, valamint csökkenne a fáradékonysága.

Az exoskeletonok alkalmazásával elérhetővé vált a robotokra jellemző teherbírás, precizitás ötvözése az emberi intelligenciával és rugalmassággal, így megalkotva egy olyan előnyös kombinációt, amely magában foglalja a robotok folyamatos munkavégzésének képességét, a rájuk jellemző terhelhetőséget, valamint az emberekre jellemző alkalmazkodási képességet és az emberek sajátosságaként ismeretes gyors döntéshozatalt. Így kiküszöbölve azon piaci rést az iparban, ahol szükség van az emberi kreativitásra és gyors döntéshozatalra, amelyre a robotok csak óriási beruházási költségek mellett lennének képesek ellátni.

A feladat végrehajtása kollaboratív robot segítségével:

A kollaboratív robot és a munkadarab elszigetelése a vágási folyamat során biztonságtechnikai szempontból fontos. Az állomás vágásra felhasznált részét ellátjuk egy elkerítő cellával, melyben csak a kollaboratív robot karjának van szabad mozgása, ezzel megakadályozva a szabotázs és ezáltal keletkezett sérülés lehetőségét.

A kollaboratív robot és a cég által szolgáltatott fűrész egység vágási területét úgy kell kialakítani, hogy a munkadarab behelyezését követően a vágási terület teljes mértékben megközelíthetetlen legyen a munkavállaló számára. Erre az elszigetelésre különböző akadályozó tényezők beszerelése vált szükségessé biztonságtechnikai megfontolásból. A vágási területet a kollaboratív robot a gumírozott párhuzamos pófájú pneumatikus megfogó egységével a munkadarabbal és a fűrész egység kiegészítő alkatrészeivel teljes mértékben megközelíthetetlenné teszik a munkavállalók számára, így elzárva azt az esetleges szabotázs így a munkavállaló sérülés veszélyétől.

Az állomás kialakítása során gépészeti és villamos tervezés szükséges, különös tekintettel nagy figyelmet fordítva a biztonságtechnikára és a vészkörök oldását lehetővé tevő vészgombok telepítése. A vészgombokat az állomás minden oldalára elérhető magasságban szükséges felszerelni.

A kollaboratív robot és a kollaboratív robottal egy légtérben munkát végző munkavállalók egészségének megőrzése érdekében lényeges szempont továbbá a vágási folyamat során felszabaduló bakelit por elvezetése a kollaboratív robot egységtől. Ezt az elvezetést a cégnél előzetesen kialakított vágási állomáshoz vezetett elszívó berendezés biztosítja. Az elszívó berendezés a vágási területen kerül elhelyezésre a fűrészlap forgásával ellentétes irányban. Így a fűrészlap által leválasztott bakelit por a fűrészlap forgásával kiegészülve az elszívó egységbe kerül, amely egy külön tároló egységben gyűjti a keletkezett anyagfelesleget.

Az állomást úgy kell kialakítani, hogy a tervezett és tervezetlen karbantartások során az állomást alkatrészeire lehessen szedni rongálás nélkül, hogy azokon a szükséges karbantartási munkálatok elvégezhetőek legyen. A fűrész egység vágási zónáját el kell látni egy érzékelő egységgel, amely jelet szolgáltat a kollaboratív robot egység számára. Ez a jel egészen addig nem érkezhethet be a robot egységbe amíg az oda nem mozdította a megmunkálandó alkatrészt. Amennyiben egy munkavállaló belenyúl az állomásba ezzel változást indukálva a szenzor jelében a kollaboratív robot egységnek ezt detektálnia kell, és meg kell állítania a folyamatot, ezzel elkerülve az esetleges sérülések kialakulását.

Az állomást el kell látni egy programozható logikai vezérlővel, melynek feladata a szenzoroktól és kapcsolóktól érkező adatok

feldolgozása, vezérlése, amelyet úgy választunk meg, hogy a későbbiekben ki és bemeneti eszközökkel bővíthető legyen. A vállalat kérésére fény és hangjelzéssel látjuk el a teljes állomást, amely bármilyen hiba, esetleg egy meghatározott ciklusidőnél tovább történő várakozás esetén aktiválódik, ezen felül adott darabszám elkészülése után rövid hangjelzéssel tudatja a munkavállalót arról, hogy a kész munkadarabok ideiglenes tárolására szolgáló láda kezd megtelni, így készüljön fel a majdnem teli láda üres ládával való kicserélésére.

Az állomás biztonságos működtetéséhez szükséges telepíteni egy túlfeszültség-védelemmel ellátott szünetmentes tápegységet, amely egy esetleges áramszünet esetén biztonságos leállítást tesz lehetővé az állomásban részt vevő gépegységek számára. A telepítés során szükséges kollaboratív robot egység számára egy fix pozíció kialakítása, hogy a kollaboratív robot egység elmozdítása esetén mindig a meghatározott pozícióba kerüljön vissza.

Bakelit sorkapocs vágó állomás robotizált működési elve:

1. A kész munkadarabok az állomásra a fröccsöntő géptől érkeznek. A munkadarabok a fröccsöntő gépből egy ládába ömlesztett formában kerülnek ki.
2. A fröccsöntő állomásból kiérkezve egy munkavállaló a kollaboratív robot állomásra helyezés előtt előzetes minőség

ellenőrzést végez a nyers munkadarabokon, hogy nem találhatóak e rajtuk anyag fölösleg, anyaghiány vagy más esztétikai deformitás. Amennyiben hibát észlel jelzi azt a gép kezelőjének és az adott termékeket külső válogatásra elkülöníti.

3. A gyors minőségellenőrzésen átesett munkadarabokat a munkavállaló átszállítja a fröccsöntő gép egységtől a kollaboratív robot egységhez.

4. A folyamat első lépéseként fontos szempont a kollaboratív robot számára a fix felvételi pozíció létrehozása. Amennyiben a kollaboratív robot számára nem hoznánk létre fix pozíciót és annak lenne a feladata az ömlesztett ládából a munkadarabok kivétele, az jelentősen megnövelné a folyamat ciklus idejét és így már gazdaságtalanná válhatna az automatizált egység.

5. Egy munkavállaló feladata az ömlesztett formából az előre kialakított puffer tartályba helyes állásban behelyezni a munkadarabokat. Így a kollaboratív robot számára már fix pozícióból, fix állásban tudja elemelni a munkadarabot a vágási folyamatra.

6. A folyamat a munkadarab behelyezésének érzékelésével kezdődik. A helyes puffertartály feltöltés esetén az első munkadarab az erre kialakított nyíláson át a kiadó állásra kerül.

Ezen az álláson történik a munkadarab érzékelése egy optikai érzékelő segítségével. Amennyiben a kiadó álláson található egy munkadarab, úgy a kollaboratív robot számára az optikai érzékelő jelet küld, hogy indulhat a kiemelési fázis.

7. A kollaboratív robot a kiemelési pozíció felett várja az optikai érzékelő jelét. Amennyiben a jel megérkezi megkezdődik a kiemelési folyamat. A kollaboratív robot leereszkedik a munkadarab felé, úgy, hogy a munkadarabot a gumírozott párhuzamos pófájú pneumatikus megfogó egység aktiválásával stabilan meg tudja tartani.

8. Amikor megtörtént a megfogás a kollaboratív robot a fix pozícióból kiemeli a munkadarabot, ahova a kiemelést követően egy következő munkadarab érkezik a puffertartály teltségétől függően. Abban az esetben, ha egy előre meghatározott idő elteltével nem érkezik új munkadarab a fix megfogási pozícióba úgy rövid hangjelzésekkel jelzi a kollaboratív robot a munkavállaló irányába, hogy elakadás, vagy anyagihiány lépett fel a puffer tartályban.

9. A kiemelés után a kollaboratív robot a vágó egység felé áll.

10. A vágó egység úgy van kialakítva, hogy a kollaboratív robot egy felső pozícióból lefelé mozogva be tudja helyezni és rögzíteni tudja a munkadarabot a vágási folyamat idejére. A

kollaboratív robot és a vágó egység úgy lett kialakítva, hogy a vágási folyamat során fogásban lévő munkadarab, a kollaboratív robot gumírozott megfogó egysége, valamint a vágó egység olyan egységet alkosson, hogy a vágási területre egy munkavállaló ne tudjon belenyúlni. Ezzel elkerülhetővé váltak a vágásból adódó esetleges balesetek.

11. A vágási terület el van látva továbbá egy érzékelővel is. Amennyiben ez az érzékelő a behelyezési fázis előtt és a kiemelési fázis után jelt ad a kollaboratív robot egységnek, úgy az azonnal leállítja a folyamatot. Ezzel küszöbölhető ki, hogy egy munkavállalóban se tudjon kárt tenni a vágó egység fűrészlapja. Amennyiben egy munkavállaló benyúl a vágási zónába, úgy a szenzor jelet ad a kollaboratív robot számára, amely ebben az esetben letiltja a vágó egység indítását.

12. Amennyiben a behelyezési folyamat során a kollaboratív robot a belső érzékelői által túl nagy nyomatókót mér az egyes csuklóin úgy egy hiba jellel megállítja a folyamatot és rövid hangjelzéssel jelez a felelős munkavállalónak, hogy hiba érzékelhető a folyamatban. A hibát okozhatja a vágási zónában található szennyeződés, az előző folyamatból a vágási zónában található visszamaradt munkadarab, vagy kilazul vágószerkezeti egység, amely megakadályozza a megfelelő behelyezést.

13. A helyes behelyezést egy induktív szenzor érzékeli a biztonság növelése érdekében. Amikor úgy érzékeli a szenzor,

hogy oda érkezett a nyers munkadarab elveszi a jelet a kollaboratív robot számára, hogy indulhat a vágás. A behelyezési és kivételi folyamatok között amikor elvész a szenzor jele, akkor adhatja ki a kollaboratív robot a vágás megkezdésének jelét. Amennyiben ezen tartományon kívül szűnik meg a jel, úgy a kollaboratív robot egység megállítja a folyamatot, mert szabotázs történt a folyamat végrehajtása során egy munkavállaló által.

14. A robot ezt követően kiadja a jelet a vágó egység számára, hogy indulhat a vágás. A jel megérkezése után a vágó egység elindítja a fűrész egység fűrészlapját forgató motor egységét, és egyenes vágást hajt végre a munkadarabon.

15. A vágási folyamat során esetlegesen felszabaduló bakelitpor jelentős részét egy elszívó berendezés elszívja így védve, mind a kollaboratív robot finom mechanikai részeit a szennyeződésektől, mind a robotizált egység mellett dolgozó munkavállalókat az esetleges egészség károsító hatásoktól.

16. A vágást követően egy jel érkezik vissza a robot egység irányába a vágást végző vágó egységtől, amely a vágási folyamat befejezését jelzi. A jel megérkezését követően a kollaboratív robot a levágott munkadarabot az erre kialakított tároló egységbe helyezi.

17. A tároló egységbe helyezést követően a kollaboratív robot egység egy jel segítségével jelet küld egy külső feldolgozó egységnek, amely számolja az elkészült munkadarabok darabszámát, valamint a két darab elkészülése között eltelt időt.

18. Abban az esetben, ha ez a számláló egy küszöb értéket ér el rövid hangjelzés segítségével a kollaboratív robot egység hangjelzést küld a felelős munkavállalónak, hogy a tároló egység kezd megtelni, figyeljen annak megfelelő időben történő cseréjére.

19. A munkadarab lerakását követően a folyamat indulhat az elejétől.

Bakelit sorkapocs vágási folyamat elvégzésének működési elve exoskeletonnal segített munkavállaló által:

A folyamat során a munkavállalónak az előzően oda készített ömlesztett munkadarabokból kell sorba rendezve a vágó berendezésbe helyeznie a nyers alkatrészeket. Ez a folyamatos hajlogatással jár a számra, ami folyamatos terhelést jelent a gerince számára, ami később gerinc fájdalmakhoz és további problémákhoz vezethetnek.

Egy gerinc támasztó exoskeleton alkalmazásával ez a gerinc bántalom csökkenthető lehet. Így a munkavállaló gerinc

oszlopára kevesebb káros hatás esik, ami meggátolja annak károsodást. Továbbá a folyamat során a vágó egységbe történő pakolás alkalmával a munkavállaló, amennyiben nem figyel rá különösen nem megfelelő testtartást vehet fel. Ennek a testtartásnak egészségkárosító hatása lehet. Erre is megoldást nyújthat egy exoskeleton alkalmazása. Amennyiben a munkavállaló rossz testtartást venne fel az exoskeleton visszatartja ettől, egy folyamatos helyes testtartást fenntartva a munkavégzés során.

Kiértékelés

A feladat végrehajtása Exoskeleton segítségével:

A munkafolyamat során munkát végző munkavállaló egészségének megőrzése szempontjából egy exoskeleton egység alkalmazását hasznosnak találjuk. Az egység használatával csökkenthető lenne a munkahelyi sérülések és az ezekből következő munka képtelenségből következő hiányzások kockázata.

A munkafolyamat során munkát végző munkavállaló egészségének megőrzése szempontjából egy exoskeleton egység alkalmazását hasznosnak találjuk. Az egység használatával csökkenthető lenne a munkahelyi sérülések és az ezekből következő munka képtelenségből következő hiányzások kockázata. A tesztelésünk során a tesztalanyok elmondták, hogy

huzamosabb idejű viselés után izomlással találkoztak azokon a területeken, ahol az eszközök a hatásukat kifejtették. Ezen izomláz annak tudható be, hogy az eszközök a helyes testtartás fenntartására ösztönzi az emberi teste, ami folyamatos izommunkával jár. Így az eszköz használatát követően ténylegesen alakulhat ki izomláz egy olyan tesztalánynál, aki nincs hozzászokva ahhoz a fajta izommunkához, amelyre az eszköz fókuszál. Azonban ez azt is eredményezi, hogy huzamosabb idejű használat után ezek az izmok megerősödnek, és egy idő után el is hagyható az eszköz használata ugyanis a viselőnek már a helyes testtartás lesz berögzülve és így folyamatosan tartani tudja majd azt különösebb megerőltetés nélkül. Azonban negyed/fél évente egy ún. „emlékeztető kezelés” ajánlott, amely emlékezteti a szervezetet a helyes testtartás betartására.

Ezen információk tudatában a cégnek további exoskeleton felhasználást javasolunk és megfelelő képzést a munkavállalóiknak, hogy megfelelően tudják alkalmazni az eszközöket, amelyek ezáltal segítenek az egészségük megóvásában.

Az ülő munkát végző munkavállalók az eszköz használata után elmondottak szerint ugyan izomlázatot éreztek, ám annak megszűnésével, a derékfájdalmuk enyhülését tapasztalták.

A feladat végrehajtása kollaboratív robot segítségével:

A folyamat robotizációjának pozitív hatásai közé tartozik, a munkavállalók nem érintkeznek vágási folyamat során felszabaduló bakelit porral ezáltal a folyamat biztonsága növekszik, a munkavállalónak nincs lehetősége a fűrész egység forgó fűrészlapjának közelében tartózkodni, ezáltal jelentősen csökken a balesetek száma.

A megvalósított folyamat során szükségessé vált egy mérő berendezés beszerelése, melynek feladata az elkészült termékek számlálása és az egyes telített ládák közötti eltelt idő mérése. A kollaboratív robot által kialakított állomás ciklusideje az előzetes megállapítás alapján csökkent.



A mérő berendezés beszerelése során arra a megállapításra jutottunk, hogy a kollaboratív robot által működtetett munkadarab vágó állomás ciklusideje elégséges a vállalat számára. A ciklusidő javulása azzal magyarázható, hogy a manuális állomásnál a biztonság megvalósulása érdekében a munkavállalónak minden vágási folyamat megkezdése előtt el kell engednie a munkadarabot, hogy két kézzel tudja megnyomni az indításra vonatkozó gombokat. Erre a kollaboratív robot egységnek nincs szüksége. A kollaboratív robot egység folyamatosan tartani tudja a munkadarabot a vágási folyamat során, így értékes másodperceket spórolva az egyes vágások között.

A termék elkészültekor a munkavállaló minőségellenőrzést végez, pontosabban szemrevételezi, hogy a vágások megfelelnek-e a minőségi tanúsítványban lefektetett alap értékeknek.

Az esetleges minőségbeli eltérések a munkavállaló rossz programválasztásából, vagy az állomásra érkező nem megfelelő minőségű alapanyagokból eredeztethető.

Ahol a kollaboratív robot egység a vágási folyamatot végezte, minőségellenőrzési szempontból eltérés nem volt tapasztalható.

Az állomás üzemeltetése közben világossá vált, hogy a folyamat kollaboratív robottal történő kiváltása lehetséges, a folyamat megvalósulásával és a termékek minőségével, valamint a

munkadarabok elkészülésének ciklusidejével a vállalat elégedett volt.

Exoskeleton alkalmazása a Som-Szer Kft.-nél

Felmérés

A helyszíni bejárás során több olyan munkafolyamattal is találkoztunk, melyben a munkavállalók hátproblémák kialakulásához vezethető munkát végeznek.

Két munkafolyamatot állapítottunk meg tesztelésre. Az első folyamatnál a munkavállaló nyersanyagot adagol a fröccsöntő gépekbe. A raktározás során a fröccsöntő géphez raklapon, anyagmozgató eszköz (targonca) segítségével érkeznek a nyersanyagok, amelyek 10kg nál nagyobb súllyal rendelkező zsákok, ezt a nyersanyagot a munkavállaló a fröccsöntő gép felett kézzel emeli fel és önti be a nyersanyagot a gép tároló egységébe. Az emelési feladatokat jól láthatóan a munkavállalók rossz tartással, rossz hajolási mechanizmussal végzik, mivel a zsákok súlya 10kg-nál is nehezebb, ezért ennek hosszú távon negatív hatásai lehetnek. Ezekhez a munkafolyamatokhoz emelést segítő exoskeletonokat jelöltünk ki tesztelésre, mely képes az erőhatást a derékról a mellkasra és a combra átadni, ezáltal óvva a hátat, illetve a gerincet.

A munkafolyamat másik fázisa a raktározás során előforduló anyagmozgatás, ezen munkavállalók azért felelnek, hogy a nyersanyag beszállítóktól érkezett alapanyagot folyamatosan biztosítsák a termelés részére. Ezen alapanyagok jellemzően 20 kg feletti tömeggel rendelkező zsákokban tárolt anyagok. Ezeket az alapanyagokat egyesével mozgatja a munkavállaló egyik tároló raklapról a másikra. Ezen munkavállalók hátára szélsőséges erőhatások hatnak a kézi anyagmozgató eszközök használata során. Erre a munkafolyamatokra szintén az emelést segítő exoskeletonokat jelöltünk ki tesztelésre.

Kidolgozás

Hosszú távon, ha egy munkavállaló rossz technikával, rossz pozícióban emeli a munkadarabot, akkor náluk hátproblémák jelentkezhetnek. A munkavállalónak a munkavégzése során a raklapról 20 kg-nál nehezebb tárgyakat kell mozgatniuk. Ezeket az emelési feladatokat egy exoskeleton eszköz használatával segíteni lehet, és megelőzhető a későbbi derék fájdalom kialakulását. Az exoskeleton használata folyamatosan segíti a munkavállalót a helyes testtartás megtartásában.

A munkafolyamat során munkát végző munkavállaló egészségének megőrzése szempontjából egy exoskeleton eszköz alkalmazását hasznosnak találjuk. Az eszköz használatával csökkenthető lenne a munkahelyi sérülések és az ezekből

következő munka képtelenségből következő hiányzások kockázata.

Mind a két folyamat során a deréki részről a terhelés jelentős része a lábak comb tájéki részére és a mellkasra vezetődnek át, így növelve a terhelési képességet. A folyamat során a munkavállaló továbbra is manuálisan végezné el feladatát azzal a különbséggel, hogy a helyes testtartásra nem kellene külön figyelmet fordítania az exoskeleton eszköz használata során. Mivel nem kell külön figyelmet fordítani a helyes testtartásra, így a teljesítménye, ismétlési pontossága is megnőhet, valamint csökkenne a fáradékonysága.

A raklapokról történő 20kg-nál nehezebb tárgyak pakolása egy folyamatosan ismétlődő folyamat, ami során kulcsfontosságú kérdés a tehermentesítés. Amennyiben egy munkavégzés során a test deréktájéki részét ismétlődő nagy erőjű terhelésnek tesszük ki, ott különféle problémák, egészségi károsodások léphetnek fel, ami a későbbiek folyamán súlyosabb szövődményekhez, extrém esetekben a deréki rész teljes roncsolódásához vezethetnek. Ezeknek a károsodásoknak esélyének csökkentésére javasoltuk a deréktájéki tehermentesítő exoskeletonok.

Ezen exoskeletonok fő feladata, hogy a deréki részt úgy tehermentesítsék, hogy az arra a részre eső terhelések jelentős részét a mellkasra és a combra vezessék, mindeközben pedig a munkavállaló komfort érzete megmaradjon.

Ezen eszközöknek a működési elve, hogy a lehajolás során egy gázrugós belső eszközt feszülésnek tesznek ki, amik az előre hajlás során összenyomódnak, így egy erő többletet hozva létre, amely majd később segíti a felegyenesedést.

Egy gerinc támasztó exoskeleton alkalmazásával a gerinc bántalom csökkenthető lehet. Így a munkavállaló gerinc oszlopára kevesebb káros hatás esik, ami meggátolja annak károsodását. Továbbá a folyamat során a raklapról történő zsákok pakolása alkalmával a munkavállaló amennyiben nem figyel rá, különösen nem megfelelő testtartást vehet fel. Ennek a testtartásnak egészségkárosító hatása lehet. Erre is megoldást nyújthat egy exoskeleton alkalmazása. Amennyiben a munkavállaló rossz testtartást venne fel az exoskeleton visszatartja ettől, egy folyamatos helyes testtartást fenntartva a munkavégzés során.

Az eszköz a lehajolást követően, a felegyenesedés folyamatában aktiválódik. Az aktiválódás után a dolgozónak nincs szüksége olyan mértékben a hátizmaira, hogy megtartsa és mozgatni tudja a zsákos anyagokat, mint az exoskeleton nélkül.

Az exoskeletonok lehetővé teszik, hogy a munkavállalók a robotok teherbírását megközelítőleg az intelligenciájukat kihasználva növeljék termelőképességüket, így létrehozva egy olyan a termelés szempontjából előnyös kombinációt, 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 egyes esetekben nem kifizetődő, mert 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 vállalatnál kiválasztott folyamatok egyikét sem lehetséges kollaboratív robottal kiváltani. A raklapról történő pakolás során a raklap méretei és a raklapok, tároló edények egymástól mért távolsága miatt egy kollaboratív robot alkalmazása nem lehetséges. A kollaboratív robotok jellemzően 1-1,5m távolságban képesek dolgozni, ehhez a feladathoz nem elegendő a robotkarok kinyúlása. A másik kulcsfontosságú kérdés egy kollaboratív robot telepítésekor, a mozgatni kíván tárgy súlya, megfoghatósága. Jelen esetben sem a raklapok mozgatására, sem azokról történő 20 kg-nál nehezebb anyagok mozgatásában sem képes segítséget nyújtani egy kollaboratív robot.

Amennyiben kollaboratív robottal szeretnénk megoldani a folyamat kiváltását, az alábbi problémát jelenti a munkadarabok rendezetlensége. A kollaboratív robotok rendezett, fix pozíciójú termékekkel képesek dolgozni, ez zsákolt termékek raklapról történő pakolása során nem biztosítható. A munkadarabokat

nem lehetséges elhatárolni egymástól, nem lehet biztosítani a fix ponton történő megfogást.

Kiértékelés

Az általunk végzett felmérés és a megkérdezett munkavállalók azt mutatják, hogy az alkalmazottak több mint 44%-nak van valamilyen szintű fájdalma munkavégése során. Az eloszlás férfi/nő tekintetében, a női alkalmazottak problémái vannak túlsúlyban.

Azon megkérdezetteknél akiknél fent áll a fájdalomérzet, hasznosnak tartja az eszközt, és nagyban segít az emelési feladatok elvégzésében, ám a szerkezet kialakításának köszönhetően volt olyan folyamat, amiben többször elakadtak vagy hátráltatta őket az eszköz a további munkájuk elvégzésében.



A hölgyek esetében kiderült, hogy az exoskeleton eszköz viselése során, amely a gerinc tehermentesítését a hátról a mellkasra és a combokra helyezi, a mellkasi rész adottságuknál fogva nem kényelmes, erősen nyomó érzést kelt a mellkason.

Abban a munkafolyamatban, ahol a munkavállaló a zsákolt alapanyagot a raklapról helyezi át, az exoskeleton eszköz használata sikeresnek bizonyult. A munkavállaló számára a raklapról történő pakolás egy folyamatosan ismétlődő folyamat, ami során kulcsfontosságú kérdés a tehermentesítés. A megkérdezettek hasznosnak tartják az eszköz használatát, és szívesen használnák az eszközt, a fáradékonyságuk kevésbé volt meghatározó a műszak végét követően.

A másik folyamatban, ahol a zsákolt alapanyagot a fröccsöntő gépbe üríti a munkavállaló, a kipróbálás során kiderült, hogy nem célszerű az eszköz használata. Az eszköz kipróbálása azért nem javasolt a munkafolyamat során a továbbiakban, mert veszélyezteti a munkavállaló biztonságát. A munkavállaló a folyamat során szűk helyeken manőverezik a zsákolt alapanyaggal. Abban az esetben, amikor az exoskeleton eszközt viselte a munkavállaló beleakadt a gép közelében lévő tárgyakba, elvezetőkbe, kábelekbe. A szűkös hely miatt a munkavállalónak biztosítani kell a szabad mozgást, ezért ezen folyamathoz nem használható a munkavállaló egészségét támogató exoskeleton eszköz. A munkavállaló visszajelzései ebben a folyamatban mindaddig pozitívok voltak, amíg nem akadt be az eszköz valamely mozdulat során, ezt követően az eszköz használatát megszüntették. Kiderült számunka, hogy az eszköz használatát nem javasoljuk ezen munkafolyamathoz.

Ezen felül felmerült az a tényező, hogy az eszköz viselése során jobban kimelegednek. Ez annak hatása, hogy az exoskeleton eszköz olyan, mint egy hátizsák, amennyiben folyamatosan viseljük akkor a testünk lefedett részei jobban kimelegednek. Ezen észrevételek kissé zavaróak voltak, de a munkavállalók szerint megszokható.

A kipróbálás során észrevett tapasztalatok alapján elmondható, hogy az eszközt használók hátfájdalmai, kimerültségük mértéke a tesztelt napokon valamelyest csökkentek az emeléssel járó

feladatok könnyebbek lettek. Az eszköz érdekes lehet azon munkafolyamatoknál, ahol a zsákolt alapanyagokat mozgatják a raklapokról, ám a fröccsöntő gép kiszolgálására irányuló alapanyag biztosításához az eszköz használatát nem javasoljuk.

Kollaboratív robot alkalmazása a Som-Szer Kft.-nél

Felmérés

A kiválasztott folyamat: Fröccsöntött műanyag alkatrészek gyártása. A fröccsöntés során a fröccsöntő gépből kikerülő alkatrészekon fröccsöntési engusz keletkezik. Az enguszt el kell távolítani mielőtt kész termékként kikerülnének a gyártásból. Ennél a folyamatnál az elkészült fröccsöntött alkatrészekon egy hosszú egyenes műanyag engusz keletkezik. Ennek az engusznak a jelentős részét a kiszolgáló egység eltávolítja el mielőtt egy szállító szalagra helyezné, ám még így is megtalálható rajta egy nagyjából 10 mm-es felesleges engusz maradvány. Ennek eltávolítására egy robotizált egység beszerelése vált megfontolandóvá.

A munkavállaló jelenleg egy oszlopos fúrón, egy marófejjel végzi a maradék engusz eltávolítását, ami erősen balesetveszélyes. Az emberi erőforrással végzett engusz lemarás során a korábbiakban a baleset be is következett. A munkavállaló

kesztyűben helyezi az alkatrészt egy sablonba, amit ezt követően egy kézzel központosítva a helyén tartja. Következő lépésben a másik kezével az oszlopos fúrót működteti, amely egy marófejjel lemarja az engusz maradványt. A munkavégzés során, ha a munkavállaló figyelmetlen, akkor a kesztyű egy része az alkatrész felé lóghat, ezáltal amint az oszlopos fúró elkezd a folyamatot, a kesztyűt maga alá csavarva a munkavállaló ujján sérülést okozhat. A sérülés következtében jelen munkavállaló elvesztette az egyik ujját, ezért erősen indokolt a jelenlegi állomás átalakítása.

Az átalakítás során egy kollaboratív robottal összekötött állomás létrehozása a legcélszerűbb. A kollaboratív robot jellegéből adódóan nem veszélyezteti a munkavállalókat, ezen felül a termelés is kiszámíthatóbbá válik. Az állomás megtervezése során arra kell törekedni, hogy a jelenleg gyártott alkatrész a megmunkálás során ne érintkezzen a munkavállalóval. A kollaboratív robot segítségével elkészült alkatrész egy szállítószalagon kivezetésre kell, hogy kerüljön, a munkavállaló már csak a következő csomagolási fázisban érintkezik a teljesen elkészült alkatrésszel.

A kollaboratív robot folyamatba illeszthetőségét befolyásoló kérdések, melyek felmerültek a folyamat során.

1. A folyamat során a munkadarabok fix pozícióban érkeznek?

A munkadarabok a fröccsöntést követően egy a fröccsöntőre rögzített kiszolgáló robot levágja a körülbelül 10cm-es részét, ezt követően egy futószalagra helyezi. A lehelyezés során az alkatrész mm pontosan ugyan azon helyre kerül, az alkatrészek lehelyezése közti távolság szabadon állítható. A futószalag forgása megállítható, így a munkadarabok pozíciója jó bizonyossággal megállapítható. A fix pozíciók biztonságos elérése érdekében egy fizikai ütköző felszerelése válik szükségessé a szállító szalag végén, így a pozíció már teljesen fixnek tekinthető.

2. A munkadaraboknak milyen a deformálhatósága?

A munkadarabok a fröccsöntő gépből kikerülve, amíg a kiszolgáló robot levágja a 10cm-es engusz maradványt és helyezi a szállítószalagra, azok lehűlnek és megszilárdulnak. Amikor elérnek a futószalag végére, hogy a kollaboratív robot végezze a további feladatokat a munkadarabbal, azok már biztonságosan merevek, megfoghatók. Ezek után a robot a megfogójával kárt nem tud okozni a nyers darabokban.

3. Egy műszak során kell e típust váltani?

Egy műszak során nincs szükség a típus váltásra. A vállalat akkora megrendeléssel rendelkezik ezen termékre, hogy folyamatosan tudja gyártani az alkatrészt, így nem szükséges programválasztó egység és moduláris ütközők beszerelése.

4. Szükség van-e minőség ellenőrzésre?

A folyamat során a robotizált egységnek minőség ellenőrzésre nem terjed ki a feladat köre. A minőség ellenőrzést a munkavállalók látják el a csomagolást megelőzően.

5. Szükség van-e emberi beavatkozásra a folyamat során?

A folyamat teljes egészében átalakítható kollaboratív robot közbeiktatásával, így nincs szükség emberi beavatkozásra. A munkadarabok automatikusan érkeznek az előző munka állomásról és a robot által automatikusan kerülnek tovább a következő szállító szalagra a már kész termékek, melyek minőségellenőrzésre és csomagolásra várnak.

6. Igényel e különleges elbánást a munkadarab?

A munkadarab nem igényel különleges elbánást. Azt a kollaboratív robotnak a megfogójával megrongálnia nem szabad. Nem mágnesezhető, nem élelmiszeripari termék és nem törékeny. A munkadarabokat megfogás során, vákuum technikával nem célszerű kezelni, nem található rajta olyan felület amely megfelel erre a célra. A megoldást a két oldalról történő mechanikus megfogás jelentheti, amely 6 bar-os sűrített levegő igényel rendelkezik.

Kidolgozás

A folyamat során szükségessé válik egy kollaboratív robot telepítése, melyet egy párhuzamos mechanikus megfogóval kell ellátni. A megfogó működtetéséhez szükséges 6 bar nyomással ellátott sűrített levegő csatlakozás az üzemben rendelkezésre áll, viszont a csatlakozást el kell látnunk egy levegő előkészítő egységgel, amely tartalmaz víz és olajleválasztást is az eszközök védelmének érdekében.

Az állomás kialakítása során gépészeti és villamos tervezés szükséges, különös tekintettel nagy figyelmet fordítva a biztonságtechnikára. A fröccsöntő gép és a maró állomás a munkavállaló gombnyomásával aktiválódik, a működtetéséhez szükséges egy kezelőpanel és a vészkörök oldását lehetővé tevő vészgombok telepítése.

A jelenlegi oszlopos fúró automatikával történő ellátása nem biztonságos és nem hatékony, ezért egy 3 fázisú axiális terhelhetőségű villanymotor beépítése szükséges. A villanymotor telepítését az oszlopos fúró fentről lefele mozgásával ellentétben, alulról felfelé irányuló mozgással oldjuk meg. A villanymotort el kell látni egy tokmánnal, melyben a maró fej kerül beszorításra, a pontos behelyezését egy előre elkészített sablon segíti, ezáltal a marófej tized pontosan kerül mindig behelyezésre. A maró fej az állomás asztalának síkjából maximálisan annyira lóghat ki, amekkora engusz maradványt kell

a munkadarabról eltávolítani. Ezáltal csökkentve a balesetveszélyt.

Az állomás azon részét, melyen a marás történik, ellátjuk egy elkerítő cellával, melyben csak a kollaboratív robot karjának van szabad mozgása, ezzel megakadályozva a szabotázs és ezáltal keletkezett sérülés lehetőségét.

Az elkészült munkadarab szállításához egy 1500mm hosszú 3 fázisú villanymotorral és frekvenciaváltóval ellátott szállítószalag telepítése szükséges, melyen a vészkörök kerülnek elhelyezésre. A teljes állomás vezérléséhez szükséges a programozható logikai vezérlő, amelyet úgy választunk meg, hogy a későbbiekben ki- és bemeneti eszközökkel bővíthető legyen. A vállalat kérésére fény és hangjelzéssel látjuk el a teljes állomást, amely bármilyen hiba, esetleg egy meghatározott ciklusidőnél tovább történő várakozás esetén aktiválódik.

Az állomás biztonságos működtetéséhez szükséges telepíteni egy túlfeszültség-védelemmel ellátott szünetmentes tápegységet, amely egy esetleges áramszünet esetén biztonságos leállítást tesz lehetővé az állomásban részt vevő gépegységek számára. A telepítés során szükséges a teljes állomás padozathoz rögzítése, a kollaboratív robot fix pozíciói miatt.

A kollaboratív robottal ellátott maró állomás működési elve:

1. Szállítószalagon érkezik (előre meghatározott távolsággal) fröccsöntött alkatrész, melynek ottlétét egy optikai szenzor jelzi a vezérlésnek.
2. A kollaboratív robot egy párhuzamosan működtetett mechanikus megfogóval megfogja az alkatrészt oldalról. A megfogók szenzorokkal ellátottak, a kollaboratív robot csak akkor lép a következő pozícióba, ha valóban a megfogóban van a termék.
3. A robot a munkadarabot átfordítja 180 fokkal, hogy az engusz maradvány lefelé álljon és átmozgatja a maró állomás fölé.
4. A kollaboratív robot a terméket ráteszi a maró állomásra, elengedi azt de pozícióban marad. A munkadarab pozicionálásakor kettő darab átmérőjű: 5 mm csap megvezeti laza illesztéssel.
5. Az engusz alatt van egy ~ 15 mm átmérőjű furat, a marószár hozzáférhetetlen a kéznek, az asztal síkjától pár tized mm-t lóg ki, működése csak akkor van, ha a munkadarab felette van.
6. Szenzor jelet ad a pneumatika vezérlésének, az alkatrész készen áll a marási folyamatra

7. Pneumatikus henger elindul lefelé, 15mm-re az engusztól jelez a vezérlésnek, indulhat a motor.

8. A pneumatikus henger lassú mozgással tolja a fúrófej felé az alkatrészt Z irányban és az engusz lemarásra kerül.

9. Minden forgács lefelé hullik, ezzel nem akadályozva a később érkező munkadarabok útját, egy terelő lemez elvezeti alul a keletkezett forgácsot egy edényzetbe.

10. A marás után a pneumatikus henger felmegy, a robot felemeli az alkatrészt a csapokról és a kívánt helyre (elszállító szalag) mozgatja.

11. Amennyiben az elszállító szalagon már csak egy üres sornyi hely van, a vezérlés hang és fényjelzéssel adja az operátor tudtára, hogy beavatkozásra van szükség. Amennyiben nem érkezik meg időben, a szalag végén lévő ládába esik.

12. Ezt követően az operátor minőségvizsgálatot végez és elcsomagolja a terméket.

A robot állvány és a maró egység egy szerelvény, nincs későbbi elmozdulási lehetőség. A motor a marófejjel burkolásra kerül.

Szenzorok és kezelő gombok, kapcsolók, programozható logikai vezérlők az egység működéséhez és vezérléséhez.

A maráshoz olyan motor szükséges, amelynek megfelelő a fordulatszáma áttétel nélkül, valamint axiálisan is terhelhető.

Kiértékelés

A folyamat kollaboratív robottal történő átalakításának pozitív hatásai:

A feladat nem igényel emberi munkaerőt a feladat egyszerűsége miatt, a monoton munkavégzés alól a munkavállaló felszabadul. A munkadarabok szállítását szállítószalagok biztosítják, a megmunkálást pedig a kollaboratív robottal ellátott állomás végzi.

A feladat során figyelmetlenségből a fúró egység balesetveszélyes és sérülésekhez vezethet, viszont a robotizált folyamat során ez nem történhet meg. A jelenleg ezen az állomáson dolgozó munkavállaló áthelyezhető egy biztonságosabb és összetettebb feladatok ellátását igénylő más feladatra.

A teljes állomás kollaboratív robottal történő átalakítása miatt, a folyamat ciklusideje csökkenthető és így tervezhető, ezáltal kiszámítható egy adott megrendelés pontos elkészültének ideje.

A cégnél bemutatott tervezet, melyben kollaboratív robottal ellátott állomás elkészítését javasoljuk a vezetőség pozitívan fogadta. A feladatban rejlő veszélyeket közösen elfogadtuk és szükségesnek tartják az állomás átalakítását.

Az állomás átalakításának megvalósítása jelenleg nem elfogadott a vállalat vezetője által, mivel a teljes állomás átalakítása jelentős beruházással jár, melyre ebben az évben nem különítettek el forrást.

Exoskeleton alkalmazása a Videoton Elektro-Plast Kft.-nél

Felmérés

A helyszíni bejárás során több olyan munkafolyamattal is találkoztunk melyben a munkavállalók hátproblémák kialakulásához vezethető munkát végeznek.

A gyártóegységben a munkafolyamatok úgy kerültek kialakításra, hogy a munkavállaló, aki az első fázisnál kezd, folyamatosan végighalad a következő állomásokra a munkadarabbal, így folyamatosan egy munkavállaló épít fel egy konkrét alkatrészt. Egy alkatrész körülbelül 5 munkaállomáson készül, mire kész terméknek tekinthető. A feladatok hosszú ciklusideje és egészségmegőrzés céljából van szükség az állomások közötti munkavállalók rotációjára. Ezen felül többféle munkadarab készül ezen gyáregységben, a munkavállalók az elkészítendő munkadarabok fajtája között is rotálnak. Ezzel a folyamattal elkerülhető a feladatok monotonitása is és a termelés hatékonysága folyamatosan közel azonos szinten maradhat.

Két munkafolyamatot állapítottunk meg tesztelésre. Az első folyamatnál a munkavállaló villanymotorokat készít el, folyamatosan az állomásokon végig haladva. Az első állomásra raklapon, anyagmozgató eszköz (targonca) segítségével érkeznek a nyersanyagok, amelyek 10kg-nál nagyobb súllyal is rendelkeznek, ezeket az alkatrészeket a munkavállaló a raklap felé hajolva kézzel emeli fel és helyezi el ezt követően a munkaállomáson, ahol elkezd az aktuális állomáshoz kötött munkafolyamatot. Az emelési feladatokat jól láthatóan a munkavállalók rossz tartással, rossz hajolási mechanizmussal végzik, mivel a munkadarabok súlya 10kg-nál is nehezebb, ezért ennek hosszú távon negatív hatásai lehetnek. A gyáregységben dolgozók mind fiatal férfi munkavállalók, akik megkérdezésünkkor nem panaszkodtak jelenleg meglévő gerincbántalmakról, viszont örömmel fogadták az eszközöket, az új innovatív technológiát. Ezen munkafolyamatokhoz emelést segítő exoskeletonokat jelöltünk ki tesztelésre, mely képes az erőhatást a derékről a mellkasra és a combra átadni, ezáltal óvva a hátat, illetve gerincet.

A munkafolyamat másik fázisa a raktározás során előforduló anyagmozgatás, ezen munkavállalók azért felelnek, hogy mindig rendelkezésre álljon nyersanyag a gyártóegységben. Ezen alapanyagok jellemzően 50-200kg körüli raklapok vagy nagyobb ládák, melyeket anyagmozgató eszközre kell felpakolni a raktárban, majd pedig lepakolni. Ezen munkavállalók háttára szélsőséges erőhatások hatnak a kézi anyagmozgató eszközök használata során. Ezen munkafolyamathoz szintén az emelést segítő exoskeletonokat jelöltünk ki tesztelésre.

Kidolgozás

Hosszú távon, ha egy munkavállaló rossz technikával, rossz pozícióban emeli a munkadarabot, akkor náluk hátproblémák jelentkezhetnek. A munkavállalónak a munkavégzése során a raklapról 10 kg nál nehezebb tárgyakat kell mozgatniuk, illetve az állomások között szintén mozgatniuk kell ezen munkadarabokat. Ezeket az emelési feladatokat egy exoskeleton eszköz használatával segíteni lehet és megelőzhető a későbbi derék fájdalom kialakulása. Az exoskeleton használata folyamatosan segíti a munkavállalót a helyes testtartás megtartásában.

A munkafolyamat során munkát végző munkavállaló egészségének megőrzése szempontjából egy exoskeleton eszköz alkalmazását hasznosnak találjuk. Az eszköz használatával csökkenthető lenne a munkahelyi sérülések és az ezekből következő munka képtelenségből következő hiányzások kockázata.

Mind a két folyamat során a deréki részről a terhelés jelentős része a lábak comb tájéki részére és a mellkasra vezetődnek át, így növelve a terhelési képességet. A folyamat során a munkavállaló továbbra is manuálisan végezné el feladatát azzal a különbséggel, hogy a helyes testtartásra nem kellene külön figyelmet fordítania az exoskeleton eszköz használata során. Mivel nem kell külön figyelmet fordítani a helyes testtartásra, így a teljesítménye, ismétlési pontossága is megnőhet, valamint csökkenne a fáradékonysága.

A raklapokról történő 10kg-nál nehezebb tárgyak pakolása egy folyamatosan ismétlődő folyamat, ami során kulcsfontosságú kérdés a tehermentesítés. Amennyiben egy munkavégzés során a test deréktájéki részét ismétlődő nagy erőjű terhelésnek tesszük ki, ott különféle problémák, egészségi károsodások léphetnek fel, ami a későbbiek folyamán súlyosabb szövődményekhez, extrém esetekben a deréki rész teljes roncsolódásához vezethetnek. Ezeknek a károsodásoknak esélyének csökkentésére javasoltak a deréktájéki tehermentesítő exoskeletonok.

Ezen exoskeletonok fő feladata, hogy a deréki részt úgy tehermentesítsék, hogy az arra a részre eső terhelések jelentős részét a mellkasra és a combra vezessék mindeközben a munkavállaló komfort érzete megmaradjon.

Ezen eszközöknek a működési elve, hogy a lehajlás során egy gázrugós belső eszközt feszülésnek tesznek ki, amik az előre hajlás során össze nyomódnak, így egy erő többletet hozva létre, amely majd később segíti a felegyenesedést.

Egy gerinc támasztó exoskeleton alkalmazásával a gerinc bántalom csökkenthető lehet. Így a munkavállaló gerinc oszlopára kevesebb káros hatás esik, ami meggátolja annak károsodását. Továbbá a folyamat során a raklapról történő tárgyak pakolása alkalmával a munkavállaló, amennyiben nem figyel rá különösen nem megfelelő testtartást vehet fel. Ennek a testtartásnak egészségkárosító hatása lehet. Erre is megoldást nyújthat egy exoskeleton alkalmazása. Amennyiben a munkavállaló rossz testtartást venne fel az exoskeleton

visszatartja ettől, egy folyamatos helyes testtartást fenntartva a munkavégzés során.

Az eszköz a lehajolást követően, a felegyenesedés folyamatában aktiválódnak. Az aktiválódás után a dolgozónak nincs szüksége olyan mértékben a hátizmaira, hogy megtartsa és mozgatni tudja a nyers munkadarabokat, mint exoskeleton nélkül.

Az exoskeletonok lehetővé teszik, hogy a munkavállalók a robotok teherbírását megközelítőleg az intelligenciájukat kihasználva növeljék termelőképességüket, így létrehozva egy olyan a termelés szempontjából előnyös kombinációt, 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 egyes esetekben nem kifizetődő, mert 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 vállalatnál kiválasztott folyamatok egyikét sem lehetséges kollaboratív robottal kiváltani. A raklapról történő pakolás során a raklap méretei és az állomások egymástól mért távolsága miatt egy kollaboratív robot alkalmazása nem lehetséges. A kollaboratív robotok jellemzően 1-1,5m távolságban képesek dolgozni, ehhez a feladathoz nem elegendő a robotkarok

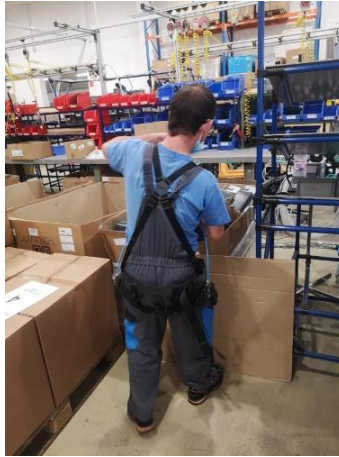
kinyúlása. A másik kulcsfontosságú kérdés egy kollaboratív robot telepítésekor a mozgatni kívánt tárgy súlya, megfoghatósága. Jelen esetben sem a raklapok mozgatására, sem azokról történő 10kg-nál nehezebb anyagok mozgatásában sem képes segítséget nyújtani egy kollaboratív robot.

Amennyiben kollaboratív robottal szeretnénk megoldani a folyamat kiváltását, a következő problémát jelenti a munkadarabok rendezetlensége. A kollaboratív robotok rendezett, fix pozíciójú termékekkel képesek dolgozni, ez villanymotorok és a nehezebb fém alkatrészek raklapról történő pakolása során nem biztosítható. A munkadarabok bonyolult szerkezete miatt bármikor egymásba akadhatnak, nem lehetséges őket elhatárolni egymástól, nem lehet biztosítani a fix ponton történő megfogást.

Kiértékelés

Az eszközök kipróbálása során kiderült, hogy az anyagmozgatást végző alkalmazottak esetében jellemzőbb az áruk anyagmozgató eszközökkel való szállítása, kevésbé az anyagok kézi erővel történő raklapra helyezése. A kézi anyagmozgató berendezés mozgatáska közben az eszköz még kikapcsolt állapotban is zavaró lehet egyes esetekben. Az eszköz viselése során az exoskeleton eszköz azon alkatrésze, amely az oldalsó gázrugóktól a mellkasig viszi át a terhelést, zavaró lehet a mozgásban. A test oldalsó felén nyomó hatású lehet

amennyiben a munkavállaló folyamatos oldal irányú mozgást végez.



Abban a munkafolyamatban, ahol a munkavállaló a munkadarabot a raklapról helyezi az állomásra, az exoskeleton eszköz használata sikeresnek bizonyult. A munkavállaló számára a raklapról történő pakolás egy folyamatosan ismétlődő folyamat, ami során kulcsfontosságú kérdés a tehermentesítés. Azon megkérdezettek, akiknél fent áll a fájdalomérzet a mindennapi munkavégzés során, 100%-a hasznosnak tartja az eszköz használatát, viszont az emeléssel járó munkavégzés csekély idő az állomásokon töltött összeszerelési időhöz képest. Kezdetben a munkavállalók pakolási folyamatokhoz felvették az exoskeleton eszközt, majd amint az összeszerelési műveletekre került sor levették az eszközt. A következő állomásra történő munkadarab mozgatáshoz szintén felvették, ezt követően pedig ismét eltávolították az eszközt magukról. A termelés során az

eszközök le és felvétele ugyan csak néhány percet vesz igénybe, viszont épp arra elegendő, hogy a munkavállalót kikökkentse az aktuális folyamatból, ezzel együtt pedig a ciklusidő is növekszik. Az eszköz használata abban az esetben fedné le tökéletesen a termelést, ha egy munkavállaló feladatai közé csak a munkaállomásokon való anyagtovábbítás tartozna, így őt egy műszakban folyamatosan tehermentesítené egy exoskeleton eszköz, a további összeszerelési műveletekhez viszont jelenleg nem szükséges exoskeleton eszköz használata.

Ezen felül felmerült az a tényező, hogy az eszköz viselése során jobban kimelegednek. Ez annak hatása, hogy az exoskeleton eszköz olyan, mint egy hátizsák, amennyiben folyamatosan viseljük akkor a testünk lefedett részei jobban kimelegednek. Ezen észrevételek kissé zavaróak voltak, de a munkavállalók szerint megszokható.

Ettől függetlenül az elmondható, hogy az eszközt használók hátfájdalmai a tesztelt napokon valamelyest csökkentek az emeléssel járó feladatok könnyebbek lettek. Az eszköz érdekes lehet azon munkafolyamatoknál, ahol elsődlegesen helyhez kötött pakolási feladat van, ám a kézi anyagmozgató eszközökkel történő munkafolyamatra a továbbiakban nem tanácsoljuk a használatot.

Kollaboratív robot alkalmazása a Videoton Elektro-Plast Kft.-nél

Felmérés

A kiválasztott folyamat: a telephelyen lévő lézergravírozó gép kiszolgálása az előzetesen görgős hűtőpályán érkező vasaló munkadarabokkal kollaboratív robot segítségével. Az előző munkafolyamat során a vasaló műanyag részegységét erős hőhatás éri, ezért a jelenlegi folyamathoz érkezése során egy görgős hűtőpályán érkeznek, hogy kellőképp lehűljenek a további feldolgozáshoz.

Jelenleg a teljes egészében emberi erőforrás segítségével szolgálják ki a gravírozó egységet. A gravírozó egység feladata a vasaló munkadarabok jelzésének lézergravírozása. A vasaló egységek az előző folyamatból hűtött görgős pályán érkeznek a munkavállalóhoz. A munkadarabon a kábel felcsévézése jelenleg nem megoldott, ezért az különböző pozíciókban lóghat, melyet a munkavállaló egy adott pozícióba igazít. Ezt követően minőségellenőrzést végez a munkadarabon, a vasaló víztartály fedelének meglétét. Amennyiben nem rendelkezik fedéllel, akkor visszakerül az előző munkaállomáshoz javításra. Amennyiben a fedél meglétét nyugtázza, a munkavállaló behelyezi a munkadarabot a gravírozó egység forgó asztalának vasaló tartására kialakított tároló egységbe. A bepakolás után a munkavállaló nyomógomb segítségével a forgó asztal

segítségével átfordítja a munkadarabot a munkavégzés helyére, ahol megtörténik a gravírozás. A gravírozás erősen balesetveszélyes, amennyiben úgy indul a folyamat, hogy nincs munkadarab a tárolóban a lézertény látáskárosodást okozhat. Ezzel egyidőben a forgóasztal munkavállaló elé került felében pedig az előző ciklusban elkészült munkadarab eltávolítható. A gravírozási folyamat végeztével a munkavállaló átrakja a kész munkadarabot az erre a célra kialakított állomásra, ahol a csomagolás történik.

Az átalakítás során egy kollaboratív robottal összekötött állomás létrehozása a legcélszerűbb. A kollaboratív robot jellegéből adódóan nem veszélyezteti a munkavállalókat, ezen felül a termelés is kiszámíthatóbbá válik és a lézertény vakító hatása is kiküszöbölhető. A kollaboratív robotnak rendelkeznie kell egy párhuzamos mechanikus működésű megfogó pofával, melyek végein a megmunkálandó munkadarabnál puhább szerkezetű anyag kerül felrakásra. Az állomás megtervezése során arra kell törekedni, hogy a jelenleg gyártott alkatrész a megmunkálás során ne érintkezzen a munkavállalóval. A kollaboratív robot segítségével elkészült alkatrész egy ülékkel ellátott munkaasztalra kell, hogy kerüljön, hogy a munkavállaló már csak a következő csomagolási fázisban érintkezzen a teljesen elkészült munkadarabbal.

A kollaboratív robot folyamatba illeszthetőségét befolyásoló kérdések, melyek felmerültek a folyamat során.

1. A folyamatsorán a munkadarabok fix pozícióban érkeznek?

A munkadarabok a görgős pályán felütköztetve sorban ugyan, de nem fix pozícióban érkeznek a munkavállaló keze alá. A fix pozíció kialakítása megoldható, a vasalók 4 sorban képesek érkezni egyszerre, ezért egy olyan ütközőrendszer felszerelése szükséges, amely során a 4 munkadarab egymástól azonos távolságra és fix pozícióba kerülnek.

2. A munkadaraboknak milyen a deformálhatósága?

A munkadarabok az előző munkafolyamatból kikerkezve teljesen szilárdak és formálhatatlanok. A kollaboratív robot megfogó egységének megfogó pofáit, puhább anyagból tervezve, mint a munkadarab, semmilyen kárt nem tud okozni a munkadarabban a robot egység. A munkadarabon a kábel felcsévézése jelenleg nem megoldott, ezért az különböző pozíciókban lóghat, melyet a munkavállaló egy adott pozícióba igazít. Ezt a vállalat jelezte részünkre, hogy az előző folyamatban a munkavállalók meg tudják oldani, a kábel felcsévézése adott pozícióban tud érkezni, ezzel a megfogást nem befolyásolva.

3. Egy műszak során kell-e típust váltani?

Egy műszakban lehetőség van a típus váltásra. A cég két típusú vasaló gyártásával tudja kielégíteni a teljes műszak kihasználtságát. A folyamat során a kollaboratív robot kamerás felismerő rendszerének rendelkeznie kell mindkét típusú vasalóhoz referencia képpel, melyek alapján felismeri az adott típust és képes a vízbetöltő nyílás fedél meglétét ellenőrizni. A gravírozó ülke mindkét fajta termék befogására alkalmas, ezen változtatni nem szükséges.

4. Szükség van-e minőség ellenőrzésre?

A kollaboratív robottal ellátott egységnek a gravírozás előtt szükséges a minőség ellenőrzése. A kollaboratív robot egységnek a vízbeöntő nyílás fedelének meglétét kell ellenőriznie. Ezt az ellenőrzést el tudja végezni a karjába épített kamera egységgel. Amennyiben nyitott állapotban találja akkor képes félretenni, abban az esetben, ha a nyílás a rendeltetés szerűen zárt állapotban található, úgy a robot program folyhat tovább.

5. Szükség van-e emberi beavatkozásra a folyamat során?
A folyamat során nincs szükség emberi beavatkozásra. Az előző folyamatból automatikusan érkeznek a munkadarabok kialakításra kerül ezek fix pozíciójú ütköztetése. Itt nincs szükség emberi munkaerőre. A munkavállaló csak a következő csomagolási fázisban találkozik a vasaló kész munkadarabbal.

6. Igényel-e különleges elbánást a munkadarab?
A munkadarab nem igényel különleges elbánást. Azt a kollaboratív robot a megfogó egységével megrongálni semmi esetben sem tudja, a puhább anyagból készült megfogóinak köszönhetően, így károsodást nem szenvedhet. Nem mágnesezhető, nem élelmiszeripari termék és nem törékeny.

Kidolgozás

A folyamat során szükségessé válik egy kollaboratív robot telepítése, melyet egy párhuzamos mechanikus megfogóval kell ellátni a munkadarabtól puhább anyagú megfogó pófákkal. A megfogó működtetéséhez szükséges 6 bar nyomással ellátott sűrített levegő csatlakozás az üzemben rendelkezésre áll, viszont

a csatlakozást el kell látnunk egy levegő előkészítő egységgel, amely tartalmaz víz és olajleválasztást is az eszközök védelmének érdekében.

Az állomás kialakítása során gépészeti és villamos tervezés szükséges, különös tekintettel nagy figyelmet fordítva a biztonságtechnikára. A gravírozó állomást a kollaboratív robot indítja. A működéséhez nem szükséges kezelőpanel telepítése, a robot a saját gombjainak segítségével indítható. A kollaboratív robot képes eldönteni, hogy melyik munkadarabbal találkozik a kamerás ellenőrzésnek köszönhetően.

A minőségellenőrzéskor a robot felismeri a hibás munkadarabot és az erre kialakított ülékbe helyezi. Az elkészült termékek és a hibás termékek tárolásához szükséges ülékek kialakítása, az ülékek közvetlen közelében pedig optikai szenzorok elhelyezése. Az optikai szenzorok elhelyezése azért szükséges, hogy a kollaboratív robot képes legyen eldönteni, hogy az adott ülék üres-e, ezáltal megelőzi a termékek egymásra pakolásából eredő sérülését.

A kollaboratív robottal történő gravírozóba pakolás során a gravírozó egység ülékeit szintén el kell látni optikai szenzorral. Erre azért van szükség, hogy a kollaboratív robot tudja melyik ülék szabad, illetve melyik ülék szükséges ürítenie.



Az állomást el kell látni egy programozható logikai vezérlővel, melynek feladata a szenzoroktól érkező adatok feldolgozása, vezérlése, amelyet úgy választunk meg, hogy a későbbiekben ki és bemeneti eszközökkel bővíthető legyen. A vállalat kérésére fény és hangjelzéssel látjuk el a teljes állomást, amely bármilyen hiba, esetleg egy meghatározott ciklusidőnél tovább történő várakozás esetén aktiválódik, ezen felül minden termék elkészültekor rövid hangjelzéssel tudatja a munkavállalót arról, hogy a termék a következő munkafázisba léphet.

Az állomás biztonságos működtetéséhez szükséges telepíteni egy túlfeszültségvédelemmel ellátott szünetmentes tápegységet, amely egy esetleges áramszünet esetén biztonságos leállítást tesz lehetővé az állomásban részt vevő gépegységek számára. A telepítés során szükséges a teljes

állomás padozathoz rögzítése, a kollaboratív robot fix pozíciói miatt.

Lézergravírozó gépet kiszolgáló kollaboratív robottal ellátott állomás működési elve:

1. Az előző gépből egy görgőpályán érkeznek a munkadarabok a lézergravírozó állomáshoz.
2. A fix pozíció elérése, ütköztetőkkal, kialakított ülékekben történik.
3. A kollaboratív robot számára 4 külön fix pozíció lett kialakítva az ütköztetett vasalók felvételéhez.
4. Az ütköztetők érzékelőkkel vannak ellátva, amelyek jelzik a robot irányába, hogy az adott pozíción található-e munkadarab.
5. A kollaboratív robot a jel megérkezése után a munkadarab felé áll egy ellenőrző pozícióba. Ebben a pozícióban a kollaboratív robot a kamerája segítségével ellenőrzi a munkadarab vízbetöltő tartályának fedelének meglétét.
6. Amennyiben a fedél a megfelelő helyén van, úgy a folyamat folytatódhat. Amennyiben hiányzik a tartály fedél úgy, a munkadarabot félre teszi, további munkavállalói beavatkozásra.
7. Az ellenőrzést követően az ellenőrző pozícióból átáll a megfogó pozícióba.

8. A megfogó pozícióban megközelíti a munkadarabot, majd a megfelelő pozíció elérése után kiadja a jelet a megfogónak, ami ennek hatására összezárja a megfogó pofákat.
9. A stabil megfogás kialakulása után kiemeli a munkadarabot a fix pozícióból és áthelyezi a gravírozó gép forgó asztalának egyik fix pozíciójába.
10. A gravírozó gép fix pozícióiban is találhatóak szenzorok, amelyek jelzik a gép számára, hogy elvégezheti a gravírozást az adott pozícióban, valamint a robot számára a helyes behelyezés nyugtázását.
11. A szenzor jelét megkapva a kollaboratív robot kiadja a gravírozó gép számára a jelet, hogy az befördíthetja a gravírozó pozícióba.
12. A gravírozás végeztével a forgó asztal átfordul, majd kiadja a robot számára a kész munkadarab jelét.
13. A jel megérkezésével a kollaboratív robot a megfogó pozícióból rááll a munkadarabra, majd kiadja a megfogó egységnek a jelet, hogy zárja össze a megfogó pofákat.
14. A stabil megfogás kialakulása után a munkadarabot kiemeli a forgó asztalról, majd áthelyezi az operátor számára csomagolásra egy arra kialakított pozícióba.

15. Az operátor számára kialakított pozícióknál is szenzorok jelzik a robot számára, hogy hányas számú pozícióba helyezheti a munkadarabot, amelyek üres és várja a kész terméket.

Kiértékelés

A folyamat robotizációjának pozitív hatásai közé tartozik, hogy a folyamat során nincs szükség emberi koordinációra és figyelemre. A folyamat teljes mértékben automatizálható az egyszerűségéből adódóan. A feladat során az operátor figyelmetlenségéből nem ellenőrzi a vízbeöntő nyílás nyitott vagy zárt állapotát, akkor hiányos termék kerülhet a csomagolásba. A robotizáció miatt a folyamat tervezhető és kiszámítható lehet. A lézerefénytől való szemkárosodás veszélye csökken, a munkavállaló nem találkozik a gravírozó állomással.

A folyamat kiépítése során a tesztek sikeresnek bizonyultak, a kollaboratív robot képes felvenni a munkadarabot, a gravírozóba helyezni és elindítani az egységet. A gravírozás végeztével pedig képes a megfelelő üres ülékbe helyezni az elkészült terméket, hogy a következő fázisba kerüljön.

A megvalósított folyamat során szükségessé vált egy mérő berendezés beszerelése, melynek feladata az elkészült termékek számlálása és a termékek elkészülésének közötti várakozási idő kimutatása. A kollaboratív robottal kialakított állomás ciklusideje, a munkavállalóval kialakított állomáshoz képest nőtt. A ciklusidő növekedésének oka a vízbetöltő nyílás kamerával történő ellenőrzésének hosszú ideje. Amíg egy munkavállaló

képes ellenőrizni mozgás közben egy fedél ellenőrzést, addig a kollaboratív robot erre nem képes. A kollaboratív robotnak szükséges, hogy a termékek fix pozícióban álljanak a kamerás ellenőrzés ideje alatt.

A vállalat elégedett volt a kollaboratív robottal kialakított állomással, viszont a ciklusidő növekedést jelenleg nem tudják elfogadni a nagy számú megrendelés miatt, ezért a továbbiakban munkavállalókkal üzemeltetik az állomást.

Általános Összefoglaló a Pilot projekt tapasztalatairól

A pilot projekt során megismeretet technológiák kifejezetten alkalmasak a munkavégzés során felmerülő mindennapi egészségügyi kockázatok csökkentésére, továbbá kimutatható hatékonyság növekedés is látható a projekt során bevont dolgozók tevékenység végrehajtása során.

A megelőző kérdőíves felméréshez hasonlóan a pilot projekt során történt egészségfelmérés is igazolja a munkavállalóknál fennálló egészségügyi problémákat. A kiértékelésen után jól látható volt, hogy azon munkavállalóknál, ahol mindennapokban jelen van a fájdalomérzet, akár 1 nap után is pozitív változásról számolnak be az exoskeleton eszközök használatáról, fájdalom érzetük csökken. Fontos kiemelni, hogy azon dolgozók, aki tartás javító exoskeletonakat használtak munkájuk során, szinte minden esetben izomláz jelentkezett, mely rámutat, hogy nem

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.

A kollaboratív és exoskeleton robot technológia bevezetésével a fentiekén túl elérhető az egyenletes minőség, és a munkahelyi biztonság is javítható. Magyarországon az automatizáció jellemzően a járműiparban és a szolgáltató központokban van jelen, de az optimális az lenne, ha minden lehetséges ágazatban megjelenne.

A projektben alkalmazott új, kollaboratív és exoskeleton robot technológia bevezetése megoldást jelenthet a munkaerőpiaci kihívások egy részére. A korai munkaerőelhasználódást az egészség megőrzés által csökkenti, míg a munkaerőhiány kezelésében a megbetegedések csökkenésével, a táppénz miatt kieső munkaórák minimalizálását segíti elő. Továbbá hosszútávon javítja a foglalkoztathatóságot, a munkavállalók

alkalmazkodóképességét egészség érzetét és munkakörülményeit így fokozva a termelékenységüket.

A projekt azáltal, hogy konkrét adaptálható megoldási javaslatokat dolgozott ki a résztvevő cégek és munkavállalóik számára, gyorsítja az automatizált gazdaságra való átállást.

Kifejezetten ajánljuk ezen technológiák integrálását Számítógép, elektronikai, optikai termék gyártása elnevezési ágazat számára.

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

