



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Ipari gépek biztonsága szak

KÓNUSZOS EXCENTER PRÉSGÉP
BIZTONSÁGTECHNIKAI
FELÜLVIZSGÁLATA

Belső konzulens: Dr. Földi László József
egyetemi docens,
tanszékvezető

Külső konzulens: Basics-Palkovics Éva
munkavédelmi szakember

Készítette: **Kövecz Kornél**
TJN7AF
levelező tagozat

Intézet/Tanszék: Műszaki Intézet,
Mechatronika tanszék

Gödöllő
2023

MŰSZAKI INTÉZET
IPARI GÉPEK BIZTONSÁGA SZAKMÉRNÖK

DIPLOMADOLGOZAT

feladatlap

Kövecz Kornél (TJN7AF)

részére

A diplomadolgozat címe:

Kónuszos excenter préggép biztonságtechnikai felülvizsgálata

Feladatkiírás:

Bevezetés, Cégbemutató, Szakirodalom feldolgozása, Probléma bemutatása, Schuler kónuszos excenter préggép gépbiztonsága, Jogszabályi háttér, Gépbiztonsági szabványok, Kockázatelemzés, Kockázatcsökkentő intézkedések a kónuszos excenter préggépen, Gazdasági számítás, Összefoglalás

Közreműködő tanszék: Mechatronika

Külső konzulens: *Basics-Palkovics Éva*, munkavédelmi szakember, Safety1 Oktató és Tanácsadó Kft.

Belső konzulens: *Dr. Földi László*, egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet

Beadási határidő: 2023. november 06.

Gödöllő, 2023. szeptember 04.

Jóváhagyom


(tanszékvezető)



(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2023. 10 hó 19 nap


(külső konzulens)

Tartalom

1.	Bevezetés.....	5
1.1.	Téma jelentősége	5
1.2.	Célkitűzés.....	6
2.	Gyártástechnológiai kitekintés	7
2.1.	A felépítő technológiák.....	7
2.1.1.	A sajtológépek	9
2.2.	A céges háttér.....	14
2.2.1.	A kónuszos excenter présgépen végzett munkafolyamat	15
3.	Schuler kónuszos excenter prés gép biztonságára.....	17
3.1.	Jogszabályi háttér.....	17
3.2.	Gépbiztonsági szabványok.....	19
3.3.	Kockázatelemzés.....	21
3.3.1.	A frontálisan nyitott munkatér veszélye.....	23
3.3.2.	Az oldalirányból nyitott munkatér veszélye.....	24
3.3.3.	Szerszám nélkül nyitható védőburkolat veszélye.....	25
3.3.4.	Magyar nyelvű használati útmutató hiánya	26
3.3.5.	Pneumatikus kapcsolási rajz és alkatrészlista hiánya	26
3.3.6.	Pneumatikus rendszerben levő szerkezeti elemek egyedi azonosításának hiánya 27	
3.3.7.	Pneumatikus vezetékek egyedi azonosításának hiánya	28
3.3.8.	Szerszám nélkül nyitható védőburkolat veszélye.....	29
3.3.9.	Ostorozási veszély	30
3.3.10.	Rendezetlen vezetékek.....	31
3.3.11.	Nem megfelelő szigeteléssel ellátott vezetékek	32
3.3.12.	Villamos kapcsolószekrényben hiányzó jelölések	33

3.3.13.	Jelöletlen csatlakozóaljzatok	34
3.3.14.	Hiányzó villamos kapcsolási rajzok	34
3.4.	Kockázatcsökkentő intézkedések a kónuszos excenter présgépen	35
3.4.1.	A frontálisan nyitott munkatér veszélyének elhárítása.....	35
3.4.2.	Az oldalirányból nyitott munkatér veszélyének elhárítása.....	36
3.4.3.	Szerszám nélkül nyitható védőburkolat veszélyének elhárítása.....	39
3.4.4.	Magyar nyelvű használati útmutató pótlása	39
3.4.5.	Pneumatikus kapcsolási rajz és az alkatrészlista pótlása.....	39
3.4.6.	Pneumatikus rendszerben levő szerkezeti elemek egyedi azonosító jelzéssel történő ellátása.....	39
3.4.7.	Pneumatikus vezetékek egyedi azonosítása	40
3.4.8.	Szerszám nélkül nyitható védőburkolat veszélyének elhárítása.....	40
3.4.9.	Ostorozási veszély elhárítása.....	40
3.4.10.	Villamos kapcsolószekrény vezetőinek rendezése	41
3.4.11.	Áramütés elleni védelem	41
3.4.12.	Referenciajelölések felvitele.....	41
3.4.13.	Csatlakozóaljzatok jelölése.....	41
3.4.14.	Villamos kapcsolási rajzok pótlása.....	41
4.	Gazdasági számítás	41
5.	Összefoglalás.....	42
6.	Summary	44
7.	Nyilatkozatok	45
8.	Irodalomjegyzék.....	47
9.	Ábrák jegyzéke.....	50
10.	Mellékletek.....	52

1. Bevezetés

Ebben a fejezetben szeretném bemutatni a szakdolgozatom témaválasztásának indokoltságát, valamint a témával kapcsolatosan felmerült problémákat és azok jelentőségét.

1.1. Téma jelentősége

A munka világa, főként a mai modern gyáripár túlságosan sok veszélyt jelent az ember számára, amelyek munkabalesetet vagy foglalkozási megbetegedést okozhatnak.

A munka színtere tulajdonképpen az ember-gép-környezet megfelelően kialakított rendszere, éppen ezért, ha a rendszer nem működik megfelelően, akkor annak munkabaleset, vagy más váratlan, káros esemény lesz a következménye. A munkát végző ember testi épségének és egészségének védelme, megóvása, alkotó erejének, munkaképességének megőrzése a munkavédelem feladata. Mindez szinte lehetetlen lenne a munkakörülmények humanizálása, emberhez méltóvá tétele, az ergonómiai elvek alkalmazása, valamint a munkarendszerek optimalizálása nélkül. A munkavédelem célkitűzéseinek megvalósításához megfelelő - műszaki, egészségügyi, jogi, igazgatási, oktató-nevelő és felvilágosító - eszközökre van szükség. A munkavégzés többnyire munkahelyen, munkaeszközök, gépek használatával, szervezett keretek között történik. A munkaeszközök - főként a gépek - az éles szélek, a bennük lezajló energiaátalakulások, a nagy erőhatások és a nagy sebességű mozgások folytán, különösen helytelen használatuk vagy meghibásodásuk következtében veszélyessé válhatnak, illetve pótlólagos új veszélyeket is jelenthetnek. A gépek biztonsága az a tudomány és gyakorlat, amelynek középpontjában a dolgozó ember védelme áll, és amelynek feladata a gépek veszélyforrásainak kiküszöbölése, a jelentkező veszélyek és ártalmak megelőzése és hatásainak csökkentése. [1]

A szakdolgozatom tárgyaként megjelölt kónuszos excenter présgép egy olyan cégnél található, amely nagyhatékonyságú szélgenerátorok és elektromotorok gyártásával foglalkozik. A cég által nyújtott szolgáltatások köre a műszaki tanácsadástól, a fejlesztésen át, a szerkezetépítéstől, egészen a szerszámgyártáson keresztül a termékek kipróbálásáig és a megrendelőknek történő átadásig terjed. Az említett cég 1935. évi alapítása óta egy nemzetközileg sikeres vállalatcsoporttá nőtte ki magát, amely három európai telephelyen (két telephellyel Németországban és egy telephellyel Magyarországon), összesen 45 000 négyzetméter gyártási területen folytatja tevékenységét, ezenkívül világszerte (például az

Amerikai Egyesült Államokban és Oroszországban) saját értékesítési és kereskedelmi képviselőkkel rendelkezik. A magyarországi telephely 19 000 négyzetméteres gyártási területével a vállalatcsoport legnagyobb gyártási telephelyének számít. Tevékenységének középpontjában az egyedi horonykészítés és az alumíniumöntészet technológia áll. Itt az AC- és DC-motorok, a kötött pályás szállítóeszközök, a szivattyúk és az IEC szabványos motorok számára készülnek komponensek. Egy ilyen széles tevékenységi körrel rendelkező, nemzetközileg elismert, nagy múltra visszatekintő cég nem engedheti meg magának, hogy az általa foglalkoztatott munkavállalók a cég biztonságtechnikailag kifogásolható állapotban levő munkaeszközei, gépei miatt egészségüket, testi épségüket veszélyeztessék. A cég magyarországi gyártásának alappilléreit a présgépek jelentik, amelyek – életkoruknak köszönhetően – meglehetősen kifogásolható állapotban vannak.

1.2. Célkitűzés

A szakdolgozatom fő célja egy, aktív termelésben résztvevő - munkavédelmi szempontból kifogásolható - négy tonnás kónuszos excenter prés gépbiztonságának felülvizsgálata kockázatelemzés elvégzésével. Első lépésként a gép határainak leírását, veszélyazonosítást, majd ehhez kapcsolódóan kockázatbecslést végzek. A gépbiztonsági felülvizsgálat alapját a 2006/42/EK gépdirektíva, valamint a jelenleg hatályban lévő MSZ EN ISO 12100:2011 „Gépek biztonsága. A kialakítás általános elvei. Kockázatfelmérés és kockázatcsökkentés.” című szabvány, illetve egyéb a biztonsági követelményeket meghatározó szabványok adják. Az elemzés elvégzését követően a veszély típusának, eredetének, valamint a lehetséges következményének figyelembevételével kockázatcsökkentő intézkedésekre vonatkozóan javaslatot teszek.

Javaslataimmal segíteni szeretném a gép aktuális gépbiztonsági szabványoknak való megfeleltetését, valamint működésének biztonságossá tételét, ezáltal pedig biztosítani a cég munkavállalóinak egészségét nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzését.

2. Gyártástechnológiai kitekintés

A szakirodalom feldolgozása során bemutatom a felépítő technológiákat és igyekszem átfogó képet adni a sajtológépekről. Ismertetem a sajtológépek fajtáit, működési elvüket és a sajtoló technológiák lehetséges veszélyeit. Majd ezt követően röviden bemutatom a céget, ahol a szakdolgozatomban vizsgált prés gép üzemel. Ennek azért van jelentősége, mert annak ellenére, hogy az excenter prés gépek igen meghatározóak (mind tevékenységi kör, mind profit tekintetében) a gépet üzemeltető cég életében, mégse fektetnek hangsúlyt a gépek korszerűsítésére, biztonságosabbá tételére. Végül a kónuszos excenter prés gépen történő munkafolyamatot ismertetem.

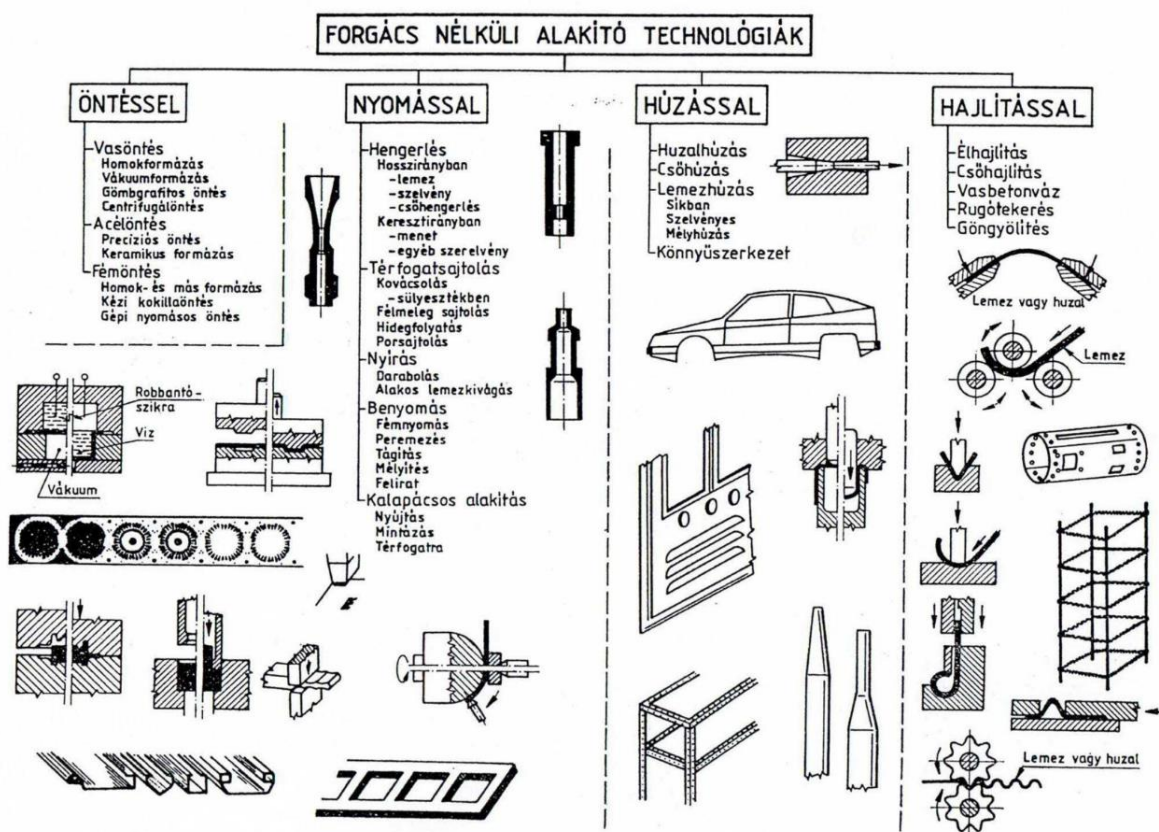
2.1. A felépítő technológiák

A gyártástechnológia alapvető folyamatai közé tartoznak a felépítő technológiák, vagyis a forgács nélküli alakítások. Ezen folyamatok valamely termék (munkadarab vagy nyersanyag) szerkezetének megváltoztatására irányulnak. Megkülönböztetünk makrostrukturális alakítást, melynek során alak, forma, méret változtatás történik hideg- vagy melegalakítással (halmazállapot változtatással vagy anélkül) és mikrostrukturális alakítást, amikor a nyersanyag, illetve munkadarab belső szerkezetét, minőségét, összetételét, ellenállóképességét vagy éppen felületét változtatják meg.

A fenti folyamatok közös jellemzője, hogy a megmunkálás során nem keletkezik veszteség (forgács), és míg az anyag alakja és méretei jelentős mértékben megváltoznak, addig az anyag tömegében gyakorlatilag nem történik változás. A felépítő technológiák célja az alapanyagok, félkész gyártmányok, késztermékek előállítása.

A fémanyagok képlékeny (forgács nélküli) alakítása történhet a lágyulási hőmérsékletet meghaladó hőfoktartományban (melegalakítás), vagy a megmunkálásra kerülő anyag lágyulási hőmérséklete alatt (hidegalakítás). Ez utóbbi nagyobb részt lemezszerű termékek megmunkálására szolgál és csak ritkán használják térfogatalakításra. A melegalakításnál gyakori művelet a térfogatalakítás vagy az igen jelentős méretű alakváltozások létrehozására irányuló különféle eljárások. A legtöbb fém a hidegalakítás hatására felkeményedik, nagyméretű alakváltozás során a szél felrepedeznek, a felületen szakadások keletkeznek. A kemény anyag nehezen kezelhető, a felrepedezett él könnyen vágási sérüléseket okozhatnak. Nagyobb alakváltozás ezért csak több lépcsőben érhető el.

Mivel az alakadó szerszám több méret egyidejű kialakítását teszi lehetővé, ezért a forgács nélküli alakító eljárások nagy termelékenységgű gyártási módszereknek tekinthetők. Ennek ellenére túlságosan munkaigényes – a többnyire forgácsolószerszámmal készített – forgács nélküli alakító szerszám és rendkívül jelentős a mellékidők részaránya. A forgács nélküli alakító technológiák összefoglalása az 1. ábrán látható.



1. ábra Forgács nélküli alakító technológiák (forrás: Kósa Csaba: Gépek biztonsága)

A fémes anyag előzetes melegítés nélkül hajlítható, hengerelhető, vágható, folyatható vagy mélyhúzható repedés vagy törés nélkül hidegalakítással. Az alakítás mértékét mindig az anyag tulajdonságainak figyelembevételével kell meghatározni, mert a fémek csak meghatározott mértékű alakítást viselnek el szakadás nélkül. Az alapvető hidegalakítási munkák a hajlítás, kivágás (lyukasztás) és a mélyhúzás. A hidegalakítás (sajtolás) elterjedése többek között annak köszönhető, hogy ezzel a technológiával például kevés az anyagvesztés, kicsi a gyártási költség, nagy a termelékenység és a technológia jól automatizálható. Ma sajtolás nélkül elképzelhetetlen a műszerdobozok, repülőgép alkatrészek és járműkarosszériák gyártása. [1]

2.1.1. A sajtológépek

A forgács nélküli hidegalakító megmunkálások során a sajtológépek (présgépek) szolgáltatják az alakító erőt. A sajtoláshoz – rendeltetésük szerint – egymástól nagyon eltérő gépeket és szerkezeteket alkalmaznak. Meghajtásuk alapján beszélhetünk emberi erővel működtetett és gépi meghajtású présgépekről. A kézi erővel működtetett sajtók közül az egyik legismertebb a golyóprés (kézi csavarhajtó), melynek van állványos és asztalra szerelhető kivitelezése is. Ezeknek a gépeknek a teljesítménye korlátozott, a kiszolgálásuk pedig nagymértékben igénybe veszi az emberi erőt. A kockázat csökkentése érdekében nagyon fontos, hogy a lendítő tömegek – a sajtó karjára erősített lemezből vagy csőből készült – védőburkolaton belül helyezkedjenek el. A gépi hajtású sajtológépek lehetnek: hidraulikus sajtók, pneumatikus sajtók, körhagyós sajtók (excenterprés, forgattyús sajtó), dörzstárcsás (frikciós) sajtók, könyökemelő sajtók. [1]

A mechanikus hajtású prések sajtoláshoz szükséges energiáját villamos motor adja, melynek forgató mozgását a nyomófej egyenes vonalú alternáló mozgásává kell átalakítani. A leggyakrabban alkalmazott ilyen átalakító mechanizmusok a forgattyús mechanizmusok és a csavar-anya kapcsolat.

Viszonylag kis helyigénye és könnyű karbantarthatósága (ami az egyszerű szerkezetéből fakad) miatt elterjedten használt gép a frikciós prés (csavarorsós sajtó). A villanymotorból származó forgó mozgás, többnyire bontható kapcsolaton keresztül, a lendítőkereket forgatja meg, ami egy nagy menetemelkedésű menetes orsót forgat. A menetes orsó forgó mozgása, a hozzá egy anyán keresztül csatlakozó nyomófej egyenes vonalú lefelé mozgását eredményezi, a forgásirány megváltoztatásával pedig a nyomófej felemelkedik. A következő ábrán egy csavarorsós sajtó látható, amin jelölve van annak jellegzetes mozgása.



2. ábra Csavarorsós sajtó (forrás: <https://jemolimpex.hu/uj-gepek/kovacsologepek/frikcios-csavarpressek/>)

A forgattyús sajtológépek esetében forgattyús mechanizmus (karos-bütykös rendszer, excenter stb.) alakítja át a forgó mozgást egyenes vonalú alternáló mozgássá. A gép nyomófejét a forgattyús tengelyhez csatlakoztatott hajtórúd mozgatja.

A hidraulikus és a pneumatikus préseknél nincs szükség átalakító szerkezetre. Ennek oka, hogy mind a nyomófej mozgása, mind a mozgást létrehozó dugattyú mozgása egyenes vonalú, a dugattyúk mozgásához szükséges energiát pedig szivattyú biztosítja. [2]

Minden sajtoló gép - meghajtástól függetlenül - hatalmas erő kifejtésére képes, ami nemcsak a szerszámok közé került testrészek roncsolására képes, hanem bizonyos esetben még a sajtó nagy szilárdságú szerkezeti elemeinek szétroppantására is. Az ebből fakadó további veszélyek elkerülése végett valamennyi gép esetében fontos követelmény, hogy túlterhelés elleni védelemmel legyen ellátva. Például hidraulikus préseknél nyomáshatárolóval, mechanikai gépeknél pedig mechanikus erőhatárolóval.

A hidraulikus sajtókat leginkább mélyhúzásakor használják, mert ezeken a gépeken a leszorítás nyomóereje, a húzási sebesség és a húzóerő egymástól függetlenül változtatható. A következő ábrán egy hidraulikus prés látható.



3. ábra Hidraulikus prés (forrás: <https://machineryline.hu>)

A forgattyús sajtóknál a hajtómotor forgó mozgását egy excenter (körhagyótárcsa) vagy forgattyú alakítja át egy lökőrúd és egy gömbcsukló közbeiktatásával a sajtolófej – általában függőleges - egyenes vonalú mozgásává. A sajtolófej lökethossza nem állítható, viszont a lökethelyzete igen. A következő ábrán egy 4 tonnás excenter prés látható.



4. ábra Excenter prés (forrás: saját kép)

A könyökemelő sajtónál a forgás során a forgattyú vonórúddal mozgatja a könyökcsuklót és ez által a kiegyenesedő könyökemelő nagy erővel nyomja lefelé a sajtolófejet. A sajtolófej lökethelyzete az állítóorsó segítségével változtatható. [1]

Biztonságtechnikai szempontból is eltérést jelent a hajtás különbözősége. Fontos a hajtási lánc (motor, excenter, hajtómű) teljes burkolása a mechanikai hajtású gépeknél a hajtási lánc mozgó, forgó alkatrészeiből származó behúzás, becsípődés veszélyeinek kiküszöbölése érdekében. A hidraulikus és pneumatikus hajtás esetén nincsenek ilyen mozgórészek, itt viszont a hidraulikus hajtásból fakadó speciális veszélyekkel (például a hidraulika rendszer repedése, törése vagy a hirtelen és véletlenül bekövetkező, túl kicsi vagy túl nagy nyomás) kell számolni.

A sajtológépek (présgépek) a legveszélyesebb gépek közé tartoznak. A fő kockázatot elsősorban a nagy erőhatás, valamint a szűkülő rés jelenti. A fémet a munkadarab negatívjának megfelelő alakú formába nem dinamikus ütésekkel, hanem préssel kényszerítik. Az alakítószerszám – a süllyesztékes kovácsoláshoz hasonlóan - itt is két részből (mozgó és állórészből) áll. Az alakítószerszám (sajtolófej, bélyeg, túske, nyomólap) általában fentről lefelé haladva, az emberi erővel össze nem mérhető erővel alakítja a szerszám alsó részébe helyezett munkadarabot. Az alakítás után a szerszám felső része a holtpontra felemelkedik és ott megáll. A munkadarabot – sokszor kézzel – cserélni kell, ezt követően a művelet újra kezdődhet. A hideg alakítás során éppen ezért (a munkadarab kézzel történő behelyezése, illetve kivétele miatt) működtetés közben a mozgó rész és az állórész között kialakuló szűkülő rés jelenti a legfőbb veszélyforrást. [2] Ez az oka annak, hogy veszélyesnek minősül minden „kézzel adagolt és ürített, fémek hidegátalakítására való sajtó, ... , amely mozgó elemeinek elmozdulása meghaladhatja a 6 mm-t, és a sebessége meghaladhatja a 30 mm/s értéket.”¹ [3] A munka végzése során pszichés ártalmak is előfordulhatnak. Ennek oka egyrészt, hogy nem lehet az egyéni adottságoknak megfelelően változtatni a présgép munkaritmusán (a túl gyors vagy a túl lassú ritmus egyaránt veszélyes), másrészt a munka monoton, így a gépkezelőnek nincs választási lehetősége a munkadarabok kiválasztását vagy a műveletek sorrendjét illetően. További problémát jelenthet, hogy a munkadarab esetenként melegen kerül ki a gépből, olykor olajos, csúszik, valamint a munkadarabok egyes és csoportos mozgatása jelentős erő kifejtést

¹ A munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról szóló 5/1993. (XII. 26.) MüM rendelet 1/a. számú mellékletének 9. pontja alapján.

igényel. Az éles fémszélek (sorják) miatt egyéni védőeszközöket kell viselni, ez azonban lassítja a munkát. Továbbá védőintézkedéseket kell tenni a megengedettnél magasabb zajszint miatt is, ami a gépteremben uralkodik.

A mechanikus sajtológépeknél kilincsmű kapcsolja össze a tengelyt az állandóan forgó lendkerékkel. Egyes löketről akkor beszélünk, ha az összekapcsolás egy fordulat idejére történik, ha pedig állandó, akkor sorozatlöketről beszélünk. A kilincsmű vezérlése kézi vagy lábindítású lehet. A gépet sorozatlöketre csak megbízott, hozzá értő szakember tudja speciális szerszám segítségével átállítani. A legtöbb helyen az átállító szerkezetet még biztonsági zárral is védik. Az excenterprés az elindítását követően minden esetben végez egy préselési műveletet, menet közben a sajtolószerszámot megállítani nem lehet. Az excenterprés nagyon veszélyes lehet egyes löketre állítva, ha a gépkezelő akarata ellenére a présgép ismétel, azaz a lendkerék és a főtengely közötti kapcsolat nem szűnik meg. Éppen ezért ennek a megakadályozására szolgál a présgépbe kötelezően beépített ismétlésgátló.

A gép biztonsági berendezéseinek működőképes állapota nélkülözhetetlen feltétele a munkavégzésnek, éppen ezért a munka megkezdése előtt minden esetben át kell vizsgálni a gépek biztonsági berendezéseit és ki kell próbálni azok működőképességét. Tilos üzembe helyezni olyan présgépet, amelyről a biztonsági berendezést eltávolították vagy kikapcsolták. Sajnos még a megfelelően működő ismétlésgátló berendezés ellenére is történhet baleset. Ennek oka, hogy a présgépek üzemmódját kapcsolók segítségével lehet átállítani, így, ha a munka üzemmód és vezérlési mód kapcsolószekrénye nem zárható, illetve a kezelő számára hozzáférhető könnyen megtörténhet a baj. A mechanikus présgépeknél megbízható védelmet ad a zárt szerszám, a szelektív védőburkolat alkalmazása, valamint az adagolóberendezés. Minden olyan helyen – ahol a nyersanyag és a kész munkadarab ezt lehetővé teszi – zárt szerszámot kell alkalmazni. A szalagból készült, sík formába kivágott alkatrész ennek tipikus esete. A bemenő és a kijövő szalag a szerszám nyílásait lefedi, ezáltal az üzem közbeni benyúlást meggátolja. A szelektív védőburkolat különösen akkor használható jól, ha az anyag feldolgozás előtt sík, azonban a megmunkálást követően térgörbe alakú lesz. A bemenő nyílásnak nem szabad meghaladnia a 8 mm-t. Az automatikus rugós kidobó az alakítás végeztével kilöki a kész munkadarabot a benyúlás ellen védett térbe. A nagy sorozatban gyártott, kis méretű alkatrészek alakítása esetén célszerű adagolóberendezést használni. Az

előzőekben ismertetett megoldásokon kívül reteszelt védőburkolat vagy a kétkezes indítás is további biztonságot jelenthet. [4] [5]

A hidraulikus hajtású présgépeknél az alakításhoz szükséges erőt nagy nyomású – olaj hatására elmozduló – dugattyú szolgáltatja. A dugattyú mozgatásához rendkívül nagy erő szükséges. A folyató gépek szinte kivétel nélkül hidraulikus működtetésűek. A fémfolytatás és a sajtolás veszélyei szinte megegyeznek. Lényeges különbség a két folyamat között azonban, hogy a folytatást nagy sorozatban előállított termékek esetében alkalmazzák, ezért itt csak az automata gépek jöhetnek számításba. Ezek a gépek zártak, kezelést jellemzően nem igényelnek, inkább csak felügyeletet. Kockázat főként csak műszaki, technológiai rendellenesség esetén lép fel, általában akkor, ha a hibát a működő gépen akarják megjavítani.

A felépítő, forgácsleválasztás nélküli alakító technológiák kockázatai mindenekelőtt a nagy erőhatásból és az erős hőhatásból adódnak. A jellegzetes veszélyforrások köre meglehetősen széles. Kockázatot jelent a nagy (nyomó) erőhatás, a kivágódó darabok és a szűkülő rés (beszorítás, összenyomás), a nagy bevitt hő (hevítés), az izzó munkadarabok, a fekete meleg (amely nem csak felmelegítéskor, hanem a hevített anyagok lehűlése során is jelentkezik). Jellegzetes veszélyforrás a villamos áram, a különféle kémiai, biológiai veszélyek (gáz, gőz, olvadt fém), a zaj, a rezgés, a világítás, a klímahatások (pl. sugárzó hő, meleg munkakörnyezet). Számolni kell továbbá egyéb speciális veszélyekkel, mint például a kirepülő alkatrészek, letört darabok, robbanásveszély (olvadt fém és víz találkozásakor), öntésnél fröcsögő olvadt fém, öntvényformák, öntvénytisztítás (pl. szilikózis, porártalom) csoportmunka és speciális szerszámok (kovácsolás esetén). [1] [2]

2.2. A céges háttér

A kónuszos excenter présgépnek otthont adó cég a teljes gyártási folyamaton keresztül - az elektromos acél hasításától, az állórész- és forgórészlemezek stancolásán át, a forgórészek öntéséig, vagy a szerszám szerkezettől mágnesek rotorzsebekbe ragasztásáig és a tengelyek beprésléséig – a termékek és szolgáltatások széles portfólióját kínálja a partnerei részére.

Az elektromos lemezek kivágása progresszív - acél és keményfém - vágószerszámmal történik. A magyarországi gyártás a cég németországi telephelyének szerszámgyártó rendszerére támaszkodik, amely présszerszámok és nyomásos öntőformák gyártására specializálódott. A németországi telephely szolgáltatási területei a glulock®-szerszámok

(egysávós, többsávós), az öntőformák (egyszerestől a tizenhatszorosig), az egyedi hornyoló szerszámok, a platina kivágó, a progresszív vágószerszámok a külön lemezekhez (egysávós, többsávós), a szerszámok préseléses pakettáláshoz (egysávós, többsávós).

A prészerszámok kipróbálásához és mintázásához egy közvetlen erre a célra tervezett és alkotott próbaprésgép áll rendelkezésre, amellyel kisszériák is készíthetők. A cég által gyártott szerszámok legfeljebb 2 000 x 1 500 mm méretben készíthetők.

Az elektroacél lemezek préselése során az optimális minőséget és vele együtt a gazdaságosságot a horonykivágó géppark biztosítja. A vállalatcsoporton belül a gyártás kapacitásának maximális kihasználtságáról a megközelítőleg 100 darab, 25 – 1000 tonna préserejű gyorsprés gondoskodik.

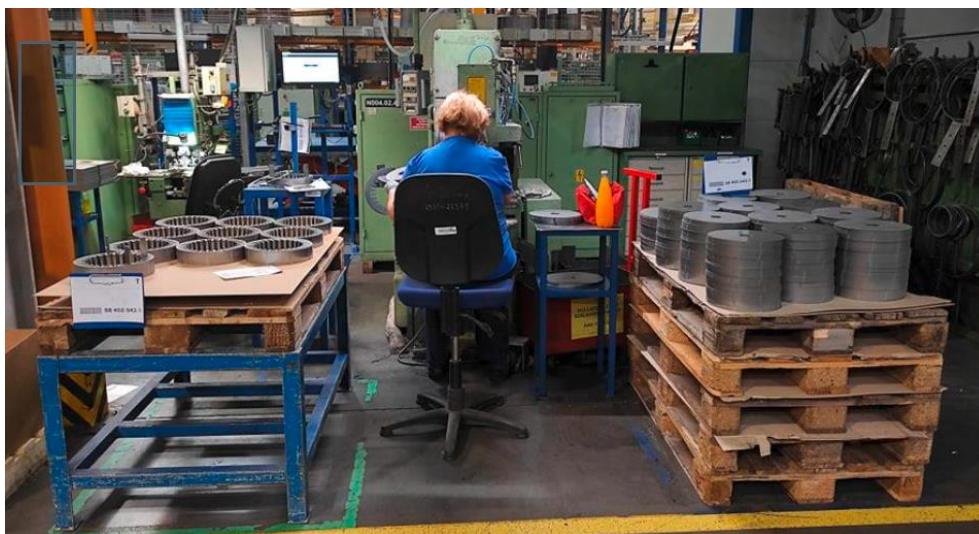
A szerszámok progresszív vágási eljárásban történő használatát - a különösen nagy külső átmérőkhöz - pedig egy egyedülálló, 1000 tonnás présgép teszi lehetővé. Ez a présgép képes akár 1 200 mm átmérőjű lamináció gyártására.

A cég tízezer különféle módon megformázott egyedihorony-présbélyeggel, valamint az ezekhez tartozó körkivágó szerszámokkal globális piacvezetővé vált. Ezzel a megoldással a legegységesebb ügyfélelérképezések is költséghatékonyan és gyorsan megvalósíthatók. [6]

2.2.1. A kónuszos excenter présgépen végzett munkafolyamat

A szakdolgozatomban megjelölt kónuszos excenter présgépből az üzemben tizennégy darab került elhelyezésre egymás mellett. A gépkezelők két műszakos munkarendben dolgoznak ezeken a gépeken, így összesen huszonnyolc fő végez ilyen tevékenységet.

Ezek a kónuszos excenter présgépeken a villanymotor statorjának a horonykivágása történik. Az 5. ábrán látható lemezek elektroacél anyagúak. A gépkezelő jobb oldalán öt darab raklapból kialakításra került egy, az alapanyag tarolására alkalmas asztal. Raklap magassága 14,4 cm, a kialakított asztal magassága 72 cm. A gépkezelő bal oldalán pedig egy állványra helyezett raklapból alakítottak ki egy, a késztermék (munkafolyamat szempontjából) tárolására alkalmas asztalt. Ennek magassága 80 cm.



5. ábra Munkaállomás (forrás: saját kép)

A gépkezelő a jobb oldalon található alapanyagtároló asztalról egy kb. 5-10 cm-es vastagságú statorlemez-köteget áthelyez közvetlenül a gép mellett található munkaasztalra. Ezt az áthelyezést a gépkezelő járó / álló helyzetben végzi. A munkaasztalra helyezett statorlemez-kötegből egyesével adagolja a statorlemezt a félautomata horonykivágó berendezésbe. Ezt a tevékenységet azonban már ülő helyzetben végzi. A gépbe történő statorlemez behelyezés központosítottan történik. A könnyed lemezbehelyezés és a statorlemez gépben történő 360°-os körbeforgatása miatt a lemez közepe nűtolt. A gép működése során a nűtnak megfelelően beillesztett, behelyezett statorlemezt a gép 360°-ban körbeforgatja, melynek során a kivágó szerszámhornyokat vág a lemezbe. A gépet a gépkezelő egy lábpedál segítségével hozza működésbe. Amikor a statorlemezt behelyezi a gépbe (és onnan a kezét elveszi), a lábpedál lenyomására egy ciklus (360°-os fordulat) végbemegy, mely során a gép a hornyokat kivágja, majd a gép leáll. A gépkezelő az elkészült statorlemezt a gép bal oldalán található felfűző rúdra helyezi. A gyártáskor itt keletkező hulladéklemezt egy gyűjtőládában gyűjtik, később ezeket a lemezeket a rotorgyártás során használják fel. Amikor a gép melletti munkaasztalról (amelyre az 5-10 cm-es vastagságú statorlemez köteget még nyers állapotban helyezte a gépkezelő) elfogynak a lemezek, akkor a felfűző rúdról a gépkezelő bal oldalán kialakított pakett-előkészítő asztalra kerülnek, ahol beállításra kerül a pakett magassága, valamint központosítják a lemezeket. A lemezek ezt követően a tároló asztalra kerülnek áthelyezésre. Ezt az utóbbi két munkafolyamatot szintén járó / álló helyzetben végzi el a gépkezelő. A tároló asztalról targoncával szállítják el további felhasználásra az így készült termékeket.

3. Schuler kónuszos excenter prés gép megbízhatósága

3.1. Jogszabályi háttér

A gépekkel kapcsolatos szabályozás alapjait elsődlegesen az uniós jog keretei között kell keresni, ugyanakkor fontos kiemelni, hogy a rendszer teljes körű működése érdekében tagállami szinten is szükség van további szabályozásra. Az európai uniós irányelveket a tagállamoknak saját jogrendszerükbe kell beilleszteniük, mely lehet törvényi és rendeleti szintű szabályozás egyaránt.

Az irányelvek „átültetésével” kapcsolatban nem mindegy, hogy az adott irányelv a Belső piaci rendelkezések által az EK-szerződés 147. cikke vagy a Szociális rendelkezések által az EK-szerződés 153. cikke szerint került kiadásra. A kettő közti különbség, hogy míg a Szociális rendelkezések keretében kiadott irányelvek vonatkozásában a tagállamoknak lehetőségük van a nemzeti sajátosságait figyelembe venni és azt beépíteni a nemzeti szabályozásba, addig a Belső piaci rendelkezések keretében kiadott irányelvek tekintetében ez a lehetőség nem áll fenn, itt ugyanis a termékek szabad áramlását biztosítani kell. Tehát, míg a Szociális rendelkezések keretében kiadott irányelvek szigorúbb előírások meghozatalára is lehetőséget biztosítanak (pl. az 1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemre vonatkozó szabályok közül), addig Belső piaci rendelkezések keretében kiadott irányelvek esetében a magasabb műszaki fejlettséggel rendelkező tagállamoknak nincs lehetőségük arra, hogy a kevésbé fejlett tagállamokat, illetőleg azok gyártóit a belső piacról speciális követelmények által kiszorítsák. Előbbire példa az Európai Parlament és a Tanács 2009/104/EK - a munkavállalók által a munkájuk során használt munkaeszközök biztonsági és egészségvédelmi követelményeiről szóló - irányelve, míg az utóbbira példa a gépekről és a 95/16/EK irányelv módosításáról szóló 2006/42/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv. A hazai szabályozást egyfelől a munkaeszközök és használatuk biztonsági és egészségügyi követelményeinek minimális szintjéről szóló 10/2016. (IV. 5.) NGM rendelet, másrészt a gépek biztonsági követelményeiről és megfelelőségének tanúsításáról szóló 16/2008. (VIII. 30.) NFGM rendelet testesíti meg. [2]

A kötelezően elvárt minimum szintet az adott termékkategóriára vonatkozó irányelvek és rendeletek tartalmazzák. Ezt gépek esetében konkrétan a 2006/42/EK gépdirektíva 1. számú melléklete tartalmazza („Alapvető egészségvédelmi és biztonsági követelmények gépek tervezéséhez és gyártásához”). [7]

A gépek egy jelentős része a forgalomba hozattal folytatja életciklusát, immár a szervezett munkavégzés keretei között. Ez azt jelenti, hogy ezek a gépek a munkavédelemre vonatkozó szabályozás hatálya alá kerülnek. A munkavédelem a munka világának vonatkozásában – több más területtel komplex egységben – a testi és lelki egészséghez való jog biztosítékának tekinthető. A munkahelyi egészségre és biztonságra vonatkozó alapelveket a munkavédelmi törvény határozza meg. A törvény az állam, a munkáltatók és munkavállalók feladatairól, jogairól és kötelességeiről az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzéssel kapcsolatosan általános jelleggel rendelkezik. Ezen túlmenően meghatározza azon személyi, tárgyi és szervezési jellegű előírásokat, melyek betartásával hosszú távon biztosítható a munkavállaló egészségének megőrzése a munkahelyen.

A jogszabályokban meghatározott követelmények teljesítése minden érintett szereplő számára kötelező, azok betartása nem választható.

„A törvényi rendelkezések alkalmazási módja, a konkrét és részletes szabályok, illetőleg az alapelvekben foglalt követelmények gyakorlati megvalósítása további – a törvény végrehajtására kiadott – jogszabályokban (kormányrendelet, ágazati rendeletek, ágazati miniszter rendeletével hatályba léptetett biztonsági szabályzatokban) és egyéb – jogszabálynak nem minősülő – normatív utasításokban, munkáltatói szintű szabályozókban, valamint szabványokban kerül meghatározásra. Ezeket együttesen munkavédelemre vonatkozó szabályoknak nevezzük.”² [2] [8]

² A munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. törvény 11-12. § alapján

A munkavédelemre vonatkozó szabályok rendszerét, figyelemmel a munkaeszközök és gépek sajátosságaira a 6. ábra mutatja.

	Jogszabályok	Törvényi szint	Alaptörvény; Mvt.		
		Rendeleti szint	Mvt. Vhr.; 10/2016 NGM r.; Biztonsági szabályzatok		
Országos	Szabványok	A típusú		MSZ EN ISO 12100:2011	Gépek biztonsága. A kialakítás általános elvei. Kockázatfelmérés és kockázatcsökkentés.
		B típusú	B1	MSZ EN 349:1993+A1:2008	Gépek biztonsága. Legkisebb távolságok a testrészek összezúródásának elkerüléséhez.
			B2	MSZ EN ISO 13850:2016	Gépek biztonsága. Vészleállítás. Tervezési alapelvek.
		C típusú		MSZ EN ISO 16092-3:2018	Szerszámgépek biztonsága. Sajtók. 3. rész: Hidraulikus sajtók biztonsági követelményei
		Ágazati		kiüresedik	
	Normák	Gyártói szint	műszaki dokumentáció; üzemeltetési dokumentáció		
Munkáltatói	szervezési jellegű és magatartási szabályok	belső szabályok		működés egészére	Munkavédelmi Szabályzat, megelőzési stratégia
				egyres folyamatokra	felülvizsgálatok, ellenőrzések, védőeszköz ellátás rendje
	munkavédelmi jellegű utasítások			technológiára	technológiai utasítás
				kezelési	kezelési utasítás
				műveleti	gépápolási utasítás
				karbantartási	technikai kiszolgálás rendje
Műszaki előírások (vállalati szabványok)					

6. ábra A munkavédelemre vonatkozó szabályok rendszere (forrás: saját szerkesztés)

3.2. Gépbiztonsági szabványok

Az irányelvek csak alapvető (jellemzően biztonsági jellegű) követelményeket határoznak meg, a harmonizált szabványok tartalmazzák a tényleges műszaki követelményeket. Ugyan vannak rendeletek, amelyek a tényleges műszaki követelményeket is tartalmazzák, de a gépek esetében a vonatkozó harmonizált szabványok ismerete gyakorlatilag minden esetben szükséges.

Az MSZ EN ISO 12100:2011 szabvány elsődleges célja, hogy a tervezőknek segítséget nyújtson egy általános fogalmi kerettel és a gép fejlesztése közben felmerülő döntések során útmutatást adjon nekik. Ezáltal lehetőség nyílik olyan gépek gyártására, amelyek rendeltetészerű használat esetén biztonságosak. Mindezekon túlmenően a szabványkészítőknek stratégiát biztosít, ezáltal segít az ellentmondásmentesség, valamint a megfelelő B és C típusú szabványok előkészítésében. A gép biztonsága megfogalmazás a gép azon képességét mutatja, hogy az életciklusa alatt képes tervezett feladatát teljesíteni és ehhez a kockázatot megfelelően csökkentették.

Az MSZ EN ISO 12100:2011-es szabvány alapot ad egy olyan szabványcsaládhoz, mely hármas tagoltságú. A biztonsági alapszabványok (A típusú szabványok) azokat az alapfogalmakat, kialakítási elveket és általános szempontokat tartalmazzák, melyek minden gépre alkalmazhatók. Az általános biztonsági szabványok (B típusú szabványok) vagy egy biztonsági szempontot (B1 típusú szabványok) vagy egy olyan típusú biztonsági berendezést (B2 típusú szabványok) tárgyalnak, amelyek a gépek egy nagyobb csoportjára használhatók. Meghatározott biztonsági szempont például a biztonsági távolság, a zaj, a felületi hőmérséklet; biztonsági berendezés pedig például a kétkezes kapcsolás, a védőburkolat és a reteszelő berendezés. A gépek biztonsági szabványai (C típusú szabványok) pedig már részletes biztonsági követelményeket tartalmaznak, melyek egy meghatározott gépre vagy gépek egy meghatározott csoportjára vonatkoznak. AZ MSZ EN ISO12100:2011-es szabvány A típusú szabvány. A szabványok alkalmazása során szem előtt kell tartani azok hierarchiáját, vagyis a C típusú szabvány elsőbbséget élvez az A és B típusú szabványokban tárgyalt műszaki intézkedésektől.

A nemzeti szabványosításról szóló 1995. évi XXVIII. törvény 6. § (1) bekezdése alapján a nemzeti szabvány alkalmazása önkéntes. [9] Azonban a munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. törvény 11. §-a alapján munkavédelemre vonatkozó szabálynak minősül a nemzeti szabványosításról szóló jogszabály figyelembevételével a munkavédelmi tartalmú magyar nyelvű nemzeti szabvány is. [8] A szabványtól való eltérés esetén azonban számon kérhető annak igazolása, hogy a választott megoldás is kielégíti a jogszabályi követelményeket. [10]

3.3. Kockázatelemzés

A vizsgálat tárgyát egy 1986-ban gyártott, négy tonnás Schuler kónuszos excenter prés képezi. A gép vizsgálata során nem vettem figyelembe a berendezés CE jelölését; a cég által szolgáltatott technológiai paraméterek és egyéb információk tételes ellenőrzését, valamint azok igazolását; a 22/2010. (V.7.) EüM rendelet által szabályozott, a munkavállalókat érő mesterséges optikai sugárzás értékelését; a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről szóló 3/2002. (II.8.) SzCsM-EüM együttes rendelet által szabályozott munkahelyi megvilágítás, légszere, klíma, szálló por, köd stb. vizsgálatát. A vizsgálatom nem terjedt ki továbbá a kiszolgáló rendszerekre (épületgépészet, légtechnika, villamos hálózat) és a tároló eszközökre (állványok, polcok). Nem vizsgáltam a munkaeszközök és használatuk biztonsági és egészségügyi követelményeinek minimális szintjéről szóló 10/2016. (IV.5.) NGM rendelet alapján a villamos berendezések időszakos érintésvédelmi szabványossági vizsgálatának, illetve szerelői ellenőrzésének meglétét és figyelmen kívül hagytam a gép által feldolgozott/kibocsátott vegyi anyagok környezetre és személyekre gyakorolt hatását.

Az értékelés az emberrel és berendezéssel kapcsolatos azon kockázatokra vonatkozik, amelyek az emberre vonatkozó kockázatokat közvetlen vagy közvetetten növelik, környezetvédelmi vagy egyéb szempontokra ez nem terjed ki. Értékelési szempont volt az emberi tényező (személyek közötti kölcsönhatások, stresszel kapcsolatos szempontok, ergonómiai szempontok és fáradási szempontok), a védőintézkedések kiválasztása (védőintézkedések akadályozó hatása a munkavégzésre, védőintézkedések megkerülhetősége, ösztönzés a védőintézkedések megkerülésére, képesség a védőintézkedések megtartására), a használati útmutató (tartalom, elérhetőség, érthetőség), továbbá az expozíció típusa, gyakorisága és időtartama, az expozíció és a hatások közti összefüggés, a más rendszerekhez/berendezésekhez való kapcsolódás és a környezeti körülmények. [11] Az értékelés jellege üzemeltetés közbeni. Az ergonómiai szempont ipari használat (általános európai munkaképes emberek). A használati határok szempontját vizsgálva elmondható, hogy a gép fél-automata üzemmódban működő, jellegét tekintve ipari berendezés. A gép használatát/kiszolgálását domináns kéz vagy lábhasználat jellemzi és ciklikus erő kifejtés szükséges hozzá. Az exponált személyek körét gépkezelők, karbantartók, technikusok és

a berendezés környezetében tartózkodók teszik ki. Üzemeltetési tapasztalatokról, baleseti információkról nem áll rendelkezésre adat.

A mozgástartomány meghatározott térbeli határokon belül van és megfelelő hely áll rendelkezésre a berendezés kezeléséhez, a hozzáférési pontok könnyen elhagyhatók. A berendezés működését villamos energia, sűrített levegő és hidraulikus nyomás biztosítja. A kapcsolódó berendezések, rendszerek (villamos táphálózat, pneumatikus táphálózat) értékelésére nem terjedt ki a vizsgálat. A berendezés életkora 37 év. A rendeltetésszerű használat esetén tervezett élettartamra vonatkozóan nem áll rendelkezésre adat, mint ahogyan az ajánlott szervizidőkre vonatkozóan sem. Egyéb határokat vizsgálva a higiéniai, tisztítási követelmények nem meghatározóak. A működés helyszíne beltéri, száraz környezet.

A kockázatfelmérés során a SAASCO mintadokumentumában található kockázatbecslést és az ahhoz tartozó kiértékelést vettem alapul. A kockázat mértékét a „Kármérték (Védendő x Károsodás mértéke x Kiterjedés) x Valószínűség (Veszély fellépési valószínűség x Kitértés x Elkerülési lehetőség)” képlet segítségével és az I. számú mellékletben található értékelési szempontok alapján határoztam meg. A SAASCO kiértékelés alapján abban az esetben tekinthetjük elhanyagolhatónak a kockázatot, ha annak értéke 1-23 pont. Abban az esetben viszont nem tekinthető az adott kockázat elhanyagolhatónak, ha annak értéke 24-2304 pont. Az ebben a pontban ismertetett eltérések az irányadó jogszabályok és szabványok követelményein vagy a nem megfelelően kezelt kockázatokon alapulnak. Azokat a kockázatokot, amelyek a szabványoknak megfelelőek vagy egyéb, az érintett szabványokban szereplő, azokkal legalább egyenértékű megoldással megfelelő szintre csökkentett kockázatokot nem tüntettem fel.

Az alapkövetelmények 2006/42/EK direktíva I. melléklete és a gépek biztonsági követelményeiről és megfelelőségének tanúsításáról szóló 16/2008. (VIII. 30.) NFGM rendelet I. melléklete szerinti vizsgálata során kapott eredményt a II. számú melléklet tartalmazza. A nem megfelelőségeket pirossal jelöltem a táblázatban.

Arról, hogy az adott veszélyből származó egyes kockázatok elfogadhatók-e, vagy további kockázatcsökkentés szükséges, a fentiek alapján döntést kell hozni.

3.3.1. A frontálisan nyitott munkatér veszélye

A gép elülső munkatere nyitott. A gépet kiszolgáló kezelő frontális irányból hozzá tud férni a veszélyes mozgó részekhez. További problémát jelent, hogy az esetlegesen kirepülő részek ellen sincs védve.



7. ábra Kónuszos excenter présgépen a frontálisan nyitott munkatér veszélye
(forrás: saját kép)

1. táblázat: Kockázatbecslés I. számú melléklet alapján (forrás: saját táblázat)

Védendő (1/2)	Károsodás (1/3/12)	Kiterjedés (1/2/3)	Valószínűség (1/2/4)	Kitettség (1/2/4)	Elkerülhetőség (1/2)	Kockázat érték
2	12	1	4	4	1	384

A kapott kockázatérték alapján kockázatsökkentő intézkedésre vonatkozó javaslat megtétele szükséges.

3.3.2. Az oldalirányból nyitott munkatér veszélye

A gép munkatere oldalirányból nyitott. A gépet kiszolgáló gépkezelő oldalirányból hozzáférhet a veszélyes mozgó részekhez, továbbá az esetlegesen kirepülő részek ellen sincs védve.



8. ábra Kónuszos excenter présgépen az oldalirányból nyitott munkatér veszélye
(forrás: saját kép)

2. táblázat: Kockázatbecslés I. számú melléklet alapján (forrás: saját táblázat)

Védendő (1/2)	Károsodás (1/3/12)	Kiterjedés (1/2/3)	Valószínűség (1/2/4)	Kitettség (1/2/4)	Elkerülhetőség (1/2)	Kockázat érték
2	12	1	4	2	1	192

A kapott kockázatérték alapján kockázatsökkentő intézkedésre vonatkozó javaslat megtétele szükséges.

3.3.3. Szerszám nélkül nyitható védőburkolat veszélye

A frontoldalon lévő védőburkolat szerszám használata nélkül nyitható, ennek eredményeképp a munkavégző részek által képzett veszélyes tér hozzáférhető.



9. ábra Kónuszos excenter prégépen a frontoldali védőburkolat nyithatósága (forrás: saját kép)

3. táblázat: Kockázatbecslés I. számú melléklet alapján (forrás: saját táblázat)

Védendő (1/2)	Károsodás (1/3/12)	Kiterjedés (1/2/3)	Valószínűség (1/2/4)	Kitettség (1/2/4)	Elkerülhetőség (1/2)	Kockázat érték
2	12	1	2	2	1	96

A kapott kockázatérték alapján kockázatsökkentő intézkedésre vonatkozó javaslat megtétele szükséges.

3.3.4. Magyar nyelvű használati útmutató hiánya

A berendezés nem rendelkezik magyar nyelvű használati útmutatóval.

4. táblázat: Kockázatbecslés I. számú melléklet alapján (forrás: saját táblázat)

Védendő (1/2)	Károsodás (1/3/12)	Kiterjedés (1/2/3)	Valószínűség (1/2/4)	Kitettség (1/2/4)	Elkerülhetőség (1/2)	Kockázat érték
2	3	1	1	4	2	48

A kapott kockázatérték alapján kockázatsökkentő intézkedésre vonatkozó javaslat megtétele szükséges.

3.3.5. Pneumatikus kapcsolási rajz és alkatrészlista hiánya

A berendezés nem rendelkezik pneumatikus kapcsolási rajzzal és alkatrészlistával.

5. táblázat: Kockázatbecslés I. számú melléklet alapján (forrás: saját táblázat)

Védendő (1/2)	Károsodás (1/3/12)	Kiterjedés (1/2/3)	Valószínűség (1/2/4)	Kitettség (1/2/4)	Elkerülhetőség (1/2)	Kockázat érték
2	3	1	1	4	2	48

A kapott kockázatérték alapján kockázatsökkentő intézkedésre vonatkozó javaslat megtétele szükséges.

3.3.6. Pneumatikus rendszerben levő szerkezeti elemek egyedi azonosításának hiánya

A pneumatikus rendszerben levő szerkezeti elemek és tömlőszerelvények nem rendelkeznek azonosító kóddal.



10. ábra Kónuszos excenter présgépen pneumatikus rendszerben levő szerkezeti elemek azonosításának hiánya (forrás: saját kép)

6. táblázat: Kockázatbecslés I. számú melléklet alapján (forrás: saját táblázat)

Védendő (1/2)	Károsodás (1/3/12)	Kiterjedés (1/2/3)	Valószínűség (1/2/4)	Kitettség (1/2/4)	Elkerülhetőség (1/2)	Kockázat érték
2	3	1	1	4	2	48

A kapott kockázatérték alapján kockázatsökkentő intézkedésre vonatkozó javaslat megtétele szükséges.

3.3.7. Pneumatikus vezetékek egyedi azonosításának hiánya

A pneumatikus vezetékek nem rendelkeznek egyedi azonosítással.



11. ábra Kónuszos excenter prégépen pneumatikus rendszerben levő szerkezeti elemek azonosításának hiánya (forrás: saját kép)

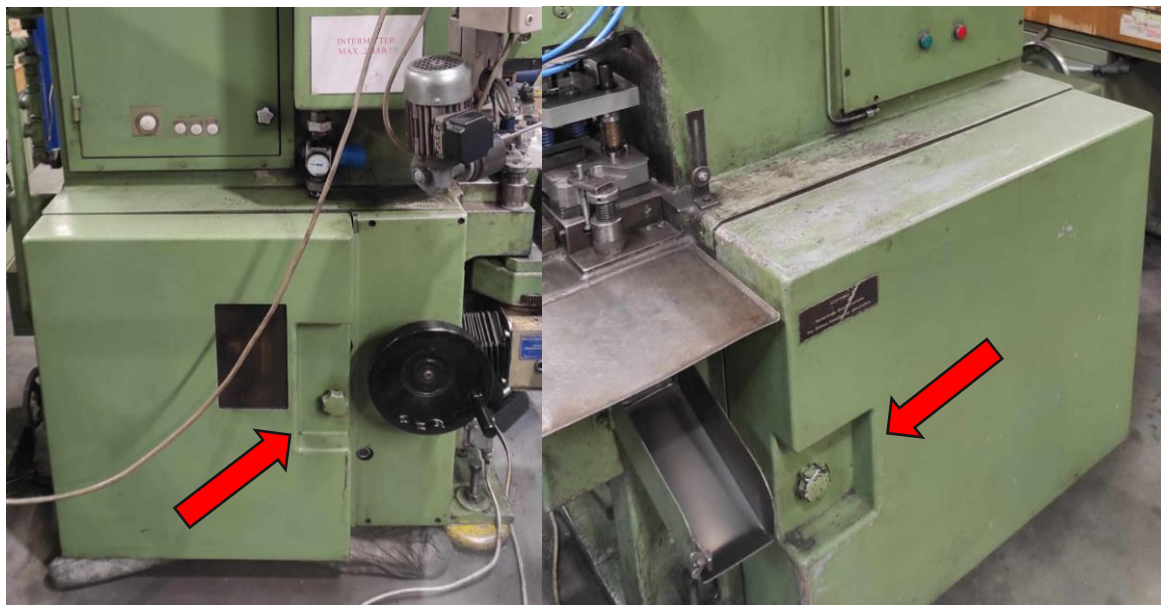
7. táblázat: Kockázatbecslés I. számú melléklet alapján (forrás: saját táblázat)

Védendő (1/2)	Károsodás (1/3/12)	Kiterjedés (1/2/3)	Valószínűség (1/2/4)	Kitettség (1/2/4)	Elkerülhetőség (1/2)	Kockázat érték
2	3	1	1	4	2	48

A kapott kockázatérték alapján kockázatsökkentő intézkedésre vonatkozó javaslat megtétele szükséges.

3.3.8. Szerszám nélkül nyitható védőburkolat veszélye

A berendezés oldalán lévő védőburkolat szerszám használata nélkül nyitható, így a hajtásátviteli részek által képzett veszélyes tér hozzáférhető.



12. ábra Kónuszos excenter présgépen szerszám nélkül nyitható védőburkolat
(forrás: saját kép)

8. táblázat: Kockázatbecslés I. számú melléklet alapján (forrás: saját táblázat)

Védendő (1/2)	Károsodás (1/3/12)	Kiterjedés (1/2/3)	Valószínűség (1/2/4)	Kitettség (1/2/4)	Elkerülhetőség (1/2)	Kockázat érték
2	12	1	2	2	1	96

A kapott kockázatérték alapján kockázatcsökkentő intézkedésre vonatkozó javaslat megtétele szükséges.

3.3.9. Ostorozási veszély

A pneumatikus csövek ostorozási veszélyt képezhetnek.



13. ábra Kónuszos excenter présgépen a pneumatikus csövek (forrás: saját kép)

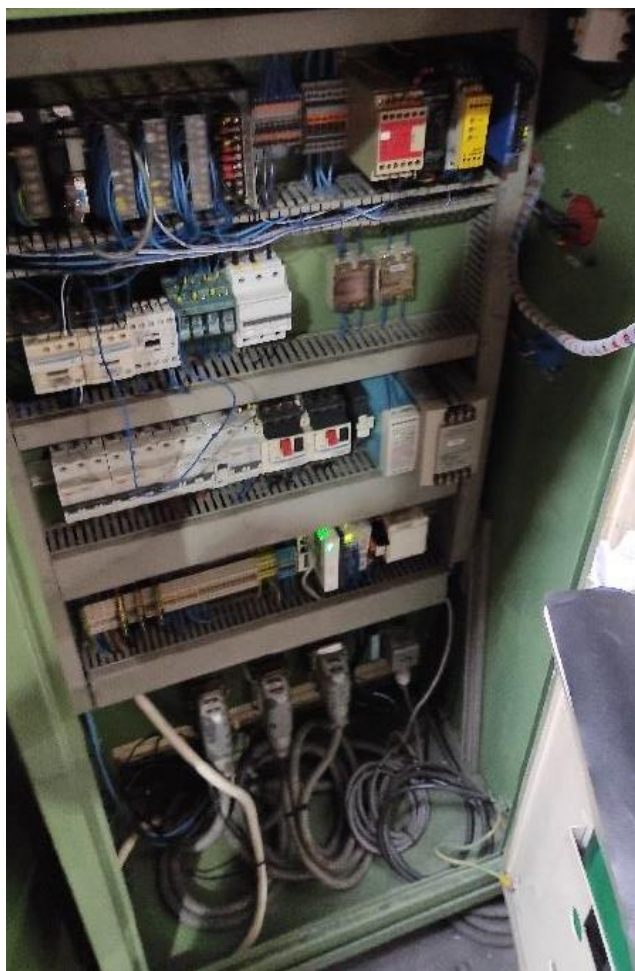
9. táblázat: Kockázatbecslés I. számú melléklet alapján (forrás: saját táblázat)

Védendő (1/2)	Károsodás (1/3/12)	Kiterjedés (1/2/3)	Valószínűség (1/2/4)	Kitettség (1/2/4)	Elkerülhetőség (1/2)	Kockázat érték
2	12	1	1	4	2	192

A kapott kockázatérték alapján kockázatsökkentő intézkedésre vonatkozó javaslat megtétele szükséges.

3.3.10. Rendezetlen vezetők

A berendezéshez tartozó villamos kapcsolószekrényben rendezetlen vezetők találhatók, amelyek nagyban megnehezítik a karbantartási, hibakeresési folyamatokat.



14. ábra Kónuszos excenter présgép villamos kapcsolószekrénye (forrás: saját kép)

10. táblázat: Kockázatbecslés I. számú melléklet alapján (forrás: saját táblázat)

Védendő (1/2)	Károsodás (1/3/12)	Kiterjedés (1/2/3)	Valószínűség (1/2/4)	Kitettség (1/2/4)	Elkerülhetőség (1/2)	Kockázat érték
2	3	1	1	1	2	12

A kapott kockázatérték alapján ez a kockázat elhanyagolható. Kockázatcsökkentő intézkedésre vonatkozó javaslat megtétele nem szükséges, azonban a könnyebb kezelhetőség érdekében javasolt.

3.3.11. Nem megfelelő szigeteléssel ellátott vezetékek

A berendezésekhez tartozó villamos kapcsolószekrényekben bekötetlen, illetve nem megfelelő szigeteléssel ellátott vezetékek találhatóak. A nem megfelelő szigetelésű vezetékek áramütést okozhatnak.



15. ábra Kónuszos excenter présgép villamos kapcsolószekrényének belseje
(forrás: saját kép)

11. táblázat: Kockázatbecslés I. számú melléklet alapján (forrás: saját táblázat)

Védendő (1/2)	Károsodás (1/3/12)	Kiterjedés (1/2/3)	Valószínűség (1/2/4)	Kitettség (1/2/4)	Elkerülhetőség (1/2)	Kockázat érték
2	12	1	2	1	2	96

A kapott kockázatérték alapján kockázatsökkentő intézkedésre vonatkozó javaslat megététele szükséges.

3.3.12. Villamos kapcsolószekrényben hiányzó jelölések

A berendezésekhez tartozó villamos kapcsolószekrényekben lévő szerkezeti elemek és vezetékek jelölései hiányosak.



16. ábra Kónuszos excenter présgép villamos kapcsolószekrényének belseje
(forrás: saját kép)

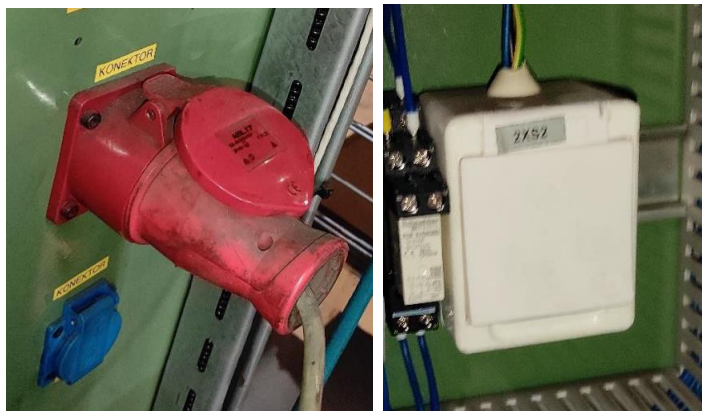
12. táblázat: Kockázatbecslés I. számú melléklet alapján (forrás: saját táblázat)

Védendő (1/2)	Károsodás (1/3/12)	Kiterjedés (1/2/3)	Valószínűség (1/2/4)	Kitettség (1/2/4)	Elkerülhetőség (1/2)	Kockázat érték
2	3	1	1	1	2	12

A kapott kockázatérték alapján ez a kockázat elhanyagolható. Kockázatcsökkentő intézkedésre vonatkozó javaslat megtétele nem szükséges, azonban a könnyebb kezelhetőség érdekében javasolt.

3.3.13. Jelöletlen csatlakozóaljzatok

A berendezéseken lévő csatlakozóaljzatok nincsenek ellátva jelölésekkel.



17. ábra Kónuszos excenter présgép csatlakozóaljzatai (forrás: saját kép)

13. táblázat: Kockázatbecslés I. számú melléklet alapján (forrás: saját táblázat)

Védendő (1/2)	Károsodás (1/3/12)	Kiterjedés (1/2/3)	Valószínűség (1/2/4)	Kitettség (1/2/4)	Elkerülhetőség (1/2)	Kockázat érték
2	3	1	1	1	2	12

A kapott kockázatérték alapján ez a kockázat elhanyagolható. Kockázatsökkentő intézkedésre vonatkozó javaslat megtétele nem szükséges, azonban a könnyebb kezelhetőség érdekében javasolt.

3.3.14. Hiányzó villamos kapcsolási rajzok

A berendezésekhez nem állnak rendelkezésre aktuális villamos kapcsolási rajzok és alkatrészjegyzékek.

14. táblázat: Kockázatbecslés I. számú melléklet alapján (forrás: saját táblázat)

Védendő (1/2)	Károsodás (1/3/12)	Kiterjedés (1/2/3)	Valószínűség (1/2/4)	Kitettség (1/2/4)	Elkerülhetőség (1/2)	Kockázat érték
2	12	1	1	1	2	48

A kapott kockázatérték alapján kockázatsökkentő intézkedésre vonatkozó javaslat megtétele szükséges.

3.4. Kockázatsökkentő intézkedések a kónuszos excenter prégépen

3.4.1. A frontálisan nyitott munkatér veszélyének elhárítása

A vizsgált gépen szükséges a veszélyes térhez való hozzáférés korlátozása. Javasolt a gépi működtetésű védőburkolat kialakítása a gép frontoldalán, a munkafolyamat láthatósága érdekében átlátszó anyagból (pl.: plexi).

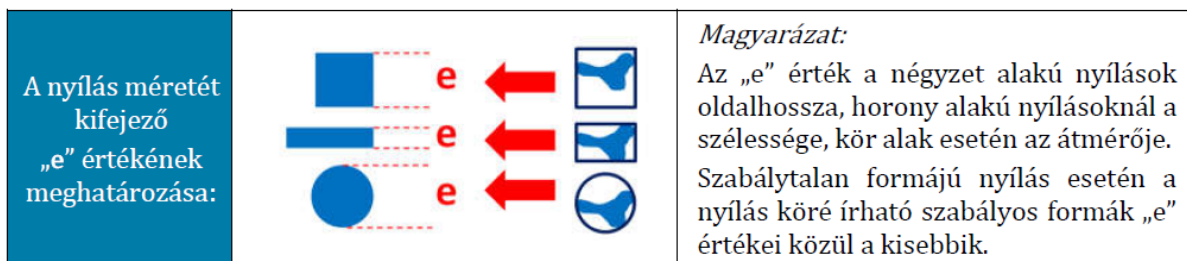


18. ábra Kónuszos excenter prégépen a frontálisan nyitott munkatér veszélyének elhárítása
(forrás: saját szerkesztés)

A gépi működtetésű védőburkolatok nem okozhatnak sérüléseket (például a zárási nyomás, az erő, a sebesség, az éles sarkok miatt). A védőburkolat záróereje legfeljebb 75 N, és kinetikai energiája legfeljebb 4 J lehet. Ezek az értékek akkor alkalmazhatók, amikor széles záróélt használnak és nincs vágás- vagy nyírásveszély.

A veszélyes részekhez való hozzáférés korlátozása érdekében a burkolat mellett fennmaradó nyílások méretének, valamint a nyílások veszélyes részekről mért biztonsági távolságainak meg kell felelnie az MSZ EN ISO 13857:2020 számú szabványban előírt értékeknek. A szabvány által előírt értékeket a III. számú melléklet tartalmazza. A nyílásokon történő átnyúlási eshetőségekhez tartozó biztonsági távolságok meghatározásának első lépése a nyílás jellemző

értékének meghatározása mind szabályos, mind szabálytalan forma esetén. Ennek szabályait mutatja a 19. ábra.



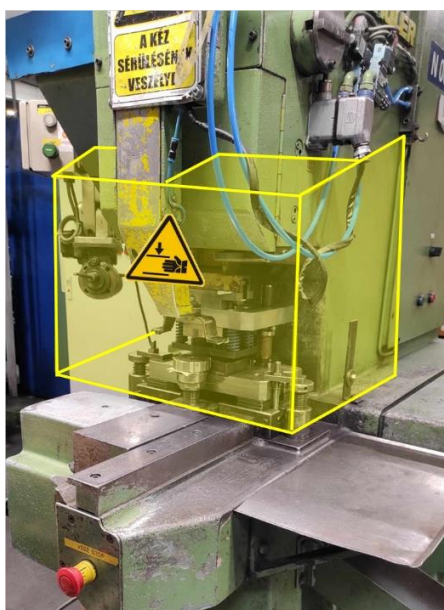
19. ábra Jellemző nyílásméret meghatározása (forrás: [7])

A munkadarab leszorító karra szerelt plexi burkolat a fentiek figyelembevételével megfelelő védelmet biztosíthat a mozgó részekhez való hozzáférés, valamint az esetlegesen kirepülő részek ellen (a munkadarab leszorító kar mért záróereje: 30 N).

A burkolaton javasolt feltüntetni a „Vigyázz! kézsérülés veszélye!” értelmű figyelmeztető piktogramot.

3.4.2. Az oldalirányból nyitott munkatér veszélyének elhárítása

A vizsgált gépen szükséges a veszélyes térhez oldalirányból történő hozzáféréseinek korlátozása. Javasolt a munkatér két oldalán reteszelt nyitható védőburkolat alkalmazása.



20. ábra Kónuszos excenter prégépen az oldalirányból nyitott munkatér veszélyének elhárítása (forrás: saját szerkesztés)

A reteszelőberendezéssel összekapcsolt védőburkolat a gép vezérlőrendszerével közösen teljesítse az alábbi funkciókat:

- amíg a védőburkolat nincs becsukva, addig a veszélyes, védőburkolattal „lefedett” gépi funkciók nem működtethetők;
- abban az esetben, ha a védőburkolat nyitva van (miközben a veszélyes gépi funkciókat működtetik), akkor állj rendelkezést ad;
- abban az esetben, ha a védőburkolat be van csukva, akkor a veszélyes, védőburkolattal „lefedett” gépi funkciók működtethetők (önmagában nem indítja el a veszélyes gépi funkciókat a védőburkolat becsukása).

A veszélyes részekhez való hozzáférés korlátozása érdekében a burkolat mellett fennmaradó nyílások méretének, valamint a nyílások veszélyes részekről mért biztonsági távolságainak meg kell felelnie az MSZ EN ISO 13857:2020 számú szabványban előírt értékeknek.

A szabvány által előírt értékeket a III. számú melléklet tartalmazza. A nyílásokon történő átnyúlási eshetőségekhez tartozó biztonsági távolságok meghatározásának első lépése a nyílás jellemző értékének meghatározása mind szabályos, mind szabálytalan forma esetén. Ennek szabályait mutatja a 19. ábra.

A gép oldalán levő „doboz” akadály lehet a védőburkolat kialakításánál. Erre megoldást jelenthet a felfelé nyíló védőburkolat (felső részen zsanérozott védőburkolat).

Nagyobb méretű munkadarabok megmunkálása során előfordulhat, hogy a munkadarab az oldalsó védőburkolatok miatt nem fér el a munkatérben. Ebben az esetben javasolt az oldalsó burkolatokat oly módon kialakítani, hogy azok alsó része szükség szerint beállítható legyen az adott munkadarabokhoz. Az állítható védőburkolatokat úgy kell megtervezni és kialakítani, hogy azok a nyílást a legkisebb méretűre korlátozzák az anyagáthaladásnak megfelelően, és a beállítás azonos maradjon egy meghatározott működés közben, valamint könnyen lehessen őket beállítani szerszám használata nélkül.



21. ábra Kónuszos excenter prégépen az oldalirányból nyitott munkatér veszélyének elhárítása (forrás: saját szerkesztés)

Alternatív megoldást jelenthet a fenti problémára (azonban annak ellenére, hogy a kockázatot csökkenti a megkerülhetősége és az előre látható rendellenes használata miatt kevésbé javasolt), hogy amennyiben az oldalsó nyitható védőburkolatokat nem látják el reteszelőberendezéssel, úgy azokat csak szerszám/kulcs használatával lehessen kinyitni. A védőburkolatok zárt helyzete ez esetben egyértelmű és pontosan meghatározott kell, hogy legyen.

Ebben az esetben a gépkezelőket a gép biztonságos használatáról oktatásban kell részesíteni. Továbbá szükséges a védőburkolaton jól láthatóan feltüntetni (a gépkezelők által értett nyelveken), hogy a „A berendezést nyitott védőburkolattal üzemeltetni szigorúan TILOS és VESZÉLYES!”, valamint javasolt a veszélyre figyelmeztető piktogram elhelyezése.

3.4.3. Szerszám nélkül nyitható védőburkolat veszélyének elhárítása

Szükséges a veszélyes részekhez való hozzáférés korlátozása. Javasolt a burkolatot átalakítani úgy, hogy azt csak szerszám használatával vagy a rögzítőeszközök roncsolásával lehessen kinyitni. Abban az esetben, ha az előre látható hozzáférési gyakoriság nagy (hetente egynél többször), akkor szükséges a burkolat reteszelő berendezéssel történő ellátása, az alábbiak szerint.

A reteszelőberendezéssel összekapcsolt védőburkolat, a gép vezérlőrendszerével közösen teljesítse a következő funkciókat:

- amíg a védőburkolat nincs becsukva, addig a veszélyes, védőburkolattal „lefedett” gépi funkciók nem működtethetők;
- abban az esetben, ha a védőburkolat nyitva van (miközben a veszélyes gépi funkciókat működtetik), akkor állj rendelkezést ad;
- abban az esetben, ha a védőburkolat be van csukva, akkor a veszélyes, védőburkolattal „lefedett” gépi funkciók működtethetők (önmagában nem indítja el a veszélyes gépi funkciókat a védőburkolat becsukása).

3.4.4. Magyar nyelvű használati útmutató pótlása

Szükséges a magyar nyelvű használati útmutató pótlása. A használati útmutató tartalmi követelményei az Európai Parlament és a Tanács 2006/42/EK irányelvében találhatóak.³

3.4.5. Pneumatikus kapcsolási rajz és az alkatrészlista pótlása

Szükséges továbbá a pneumatikus kapcsolási rajz és az alkatrészlista pótlása.

3.4.6. Pneumatikus rendszerben levő szerkezeti elemek egyedi azonosító jelzéssel történő ellátása

A pneumatikus rendszerben lévő mindegyik szerkezeti elemnek és tömlőszerelvénynek önálló azonosító kódot kell adni. Ezt az azonosító kódot kell használni a szerkezeti elemek és a tömlőszerelvények azonosításához az összes alkatrészjegyzékben, az összeállítási rajzokon és/vagy a kapcsolási vázlatokon. A kódnak jól látható helyen és tartós kivitelben a készülék közelében kell lennie, de nem a szerkezeti elem vagy tömlőszerelvényen.

³ Az Európai Parlament és a Tanács 2006/42/EK irányelve (2006. május 17.) a gépekről és a 95/16/EK irányelv módosításáról 1.7.4.2. pont: A használati utasítás tartalma

3.4.7. Pneumatikus vezetékek egyedi azonosítása

A pneumatikus vezetékeket jól láthatóan és félreérthetetlenül azonosítani kell, továbbá össze kell egyeztetni a vonatkozó dokumentáció adataival. A vezetékek azonosítására vonatkozóan a következő lehetőségek egyikét lehet használni. A megjelölés történhet a vezetékek azonosító számának használatával, vagy a szerkezeti elem és a csatlakozás azonosítójának használatával (az egyik helyi végcsatlakozás megjelölésével vagy mindkét végcsatlakozás megjelölésével), vagy az összes vezeték és azok végeinek megjelölése az első két lehetőség kombinációjával.

3.4.8. Szerszám nélkül nyitható védőburkolat veszélyének elhárítása

Szükséges a veszélyes részekhez való hozzáférés korlátozása. Javasolt a burkolatot átalakítani úgy, hogy azt csak szerszám használatával vagy a rögzítőeszközök roncsolásával lehessen kinyitni. Javasolt a burkolaton elhelyezni a „Vigyázz! Hajtásátviteli részek!” figyelmeztető piktogramot.

Abban az esetben, ha az előre látható hozzáférési gyakoriság nagy (hetente egynél többször), akkor szükséges a burkolat reteszelő berendezéssel történő ellátása, az alábbiak szerint. A reteszelőberendezéssel összekapcsolt védőburkolat, a gép vezérlőrendszerével közösen teljesítse a következő funkciókat:

- amíg a védőburkolat nincs becsukva, addig a veszélyes, védőburkolattal „lefedett” gépi funkciók nem működtethetők;
- abban az esetben, ha a védőburkolat nyitva van (miközben a veszélyes gépi funkciókat működtetik), akkor állj rendelkezést ad;
- abban az esetben, ha a védőburkolat be van csukva, akkor a veszélyes, védőburkolattal „lefedett” gépi funkciók működtethetők (önmagában nem indítja el a veszélyes gépi funkciókat a védőburkolat becsukása).

3.4.9. Ostorozási veszély elhárítása

Ha a tömlőszerelvény vagy a műanyag cső meghibásodása ostorozási veszélyt képezhet, akkor azt be kell fogni vagy burkolni kell megfelelő eszközökkel.

3.4.10. Villamos kapcsolószekrény vezetőinek rendezése

A villamos kapcsolószekrényben lévő vezetők rendezése szükséges. Javasolt a vezetékezési praktikák figyelembevételével, a vezetékek rendezett módon, vezetékcsatornában történő elhelyezése.

3.4.11. Áramütés elleni védelem

Az áramütés elleni védelem biztosítása szükséges. A vezetékek megfelelő szigeteléssel történő ellátása (pl.: zslugorcső) vagy sorkapocsra történő bekötése szükséges.

3.4.12. Referenciajelölések felvitele

Minden burkolat, egység, vezérlőeszköz és alkatrész egyértelműen ugyanazzal a referenciajelöléssel legyen azonosítva, amely a műszaki dokumentációban (villamos kapcsolási rajz) fel van tüntetve. Minden egyes vezető mindegyik vége a műszaki dokumentáció szerint legyen azonosítható.

3.4.13. Csatlakozóaljzatok jelölése

A berendezésen lévő csatlakozóaljzatokat szükséges megjelölni azok névleges feszültségével és áramával, maradandó módon.

3.4.14. Villamos kapcsolási rajzok pótlása

A villamos kapcsolási rajzok és alkatrészjegyzékek pótlása szükséges.

4. Gazdasági számítás

Az érintett négy tonnás kónuszos excenter prés gépbiztonságának felülvizsgálatát, - amennyiben engem bíznanak meg ezzel a feladattal - 150 000,- Ft + áfa áron tudnám elvégezni. Ebben az árban benne van a gépbiztonsági felülvizsgálat előkészítése, az eltérések feltárása, az esetlegesen felmerülő korrekciók és a gépbiztonsági felülvizsgálat során keletkező dokumentumok átadása egyaránt. A javaslatként felvetett kockázatsökkentő intézkedések a gép biztonságos működése szempontjából, továbbá az aktuális jogszabályi és szabványi előírásoknak való maradéktalan megfelelés érdekében kötelezően megvalósítandók.

5. Összefoglalás

A szakdolgozatom témájaként egy kónuszos excenter présgép biztonságtechnikai felülvizsgálatát választottam. A témaválasztásom gyakorlati szempontok indokolták. A gépek biztonságával szemben támasztott követelmények az automatizálástechnika fejlődésével egyre inkább megváltoztak. Korábban gyakran teljes egészében lemondtak a munkafolyamatokban alkalmazott védelmekről, mert túlságosan hátráltatónak találták azokat. Szerencsére a védőberendezések az innovatív technológiáknak köszönhetően immár integrálhatóvá váltak a munkafolyamatokba. Ennek köszönhetően nem zavarták többé a gépkezelőt, sőt egyre inkább növelték a termelékenységet. Éppen ezért ma már nélkülözhetetlenek a megbízható, munkafolyamatba integrált védőberendezések.

Első lépésként a gép határainak leírását, veszélyazonosítást, majd ehhez kapcsolódóan kockázatbecslést végeztem. A gépbiztonsági felülvizsgálat alapját a 2006/42/EK gépdirektíva, valamint a jelenleg hatályban lévő MSZ EN ISO 12100:2011 „Gépek biztonsága. A kialakítás általános elvei. Kockázatfelmérés és kockázatcsökkentés.” című szabvány, illetve egyéb a biztonsági követelményeket meghatározó szabványok adták. Az elemzés elvégzését követően a veszély típusának, eredetének, valamint a lehetséges következményének figyelembevételével kockázatcsökkentő intézkedésekre vonatkozóan tettem javaslatokat. Úgy érzem, hogy a kockázatcsökkentő intézkedésekre tett javaslataimmal sikerülne a gép aktuális gépbiztonsági szabványoknak való megfeleltetését és működésének biztonságossá tételét megvalósítani, ezáltal pedig biztosítani a cég munkavállalóinak egészségét nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzését.

Az ember egyik alapvető szüksége a biztonság. Számtalan kutatás vezetett arra az eredményre, hogy azok a munkavállalók, akik folyamatosan stresszhelyzetnek vannak kitéve, lényegesen hajlamosabbak a pszichoszomatikus megbetegedésekre. Annak ellenére, hogy az ember hosszú távon is képes megküzdeni a szélsőséges helyzetekkel, azok fokozott egyéni terhelést jelentenek. Cél, hogy a gépkezelők és karbantartók képesek legyenek bízni a gépek biztonságában. Gyakran találkozni azzal a közhellyel, hogy a nagyobb biztonság alacsonyabb termelékenységgel jár, pedig éppen ennek az ellenkezője igaz. A nagyobb biztonság nagyobb elégedettséget, ezáltal nagyobb motivációt eredményez, ezáltal pedig növeli termelékenységet. Az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés feltételeinek a megteremtése,

a jogszabályok és szabványok előírásainak betartása tehát nagyobb termelékenységet, ezáltal pedig nagyobb profitot jelenthet az érintett cégeknek.

6. Summary

The topic of my thesis is the safety review of a conical excenter press. My choice of topic was justified by practical considerations. The safety requirements for machines have changed with the development of automation technology. In the past, protection in the work process was often abandoned altogether because it was considered too cumbersome. Fortunately, thanks to innovative technologies, guards can now be integrated into work processes. As a result, they no longer distracted the operator and, increasingly, increased productivity. That is why reliable safety equipment integrated into the work process is now indispensable.

The first step was to describe the limits of the machine, identify the hazards and then carry out a risk assessment. The machine safety review is based on the Machinery Directive 2006/42/EC and the currently valid MSZ EN ISO 12100:2011 "Safety of machinery. General principles for design. Risk assessment and risk reduction" and other standards specifying safety requirements.

Once the analysis was completed, I proposed mitigation measures, taking into account the type of hazard, its origin and its potential consequences. I feel that my proposals for risk mitigation measures would bring the machine into compliance with current safety standards and make it safe to operate, thereby ensuring that the company's employees can work safely and without risk to their health.

Safety is a basic human need. Numerous studies have shown that workers who are constantly exposed to stress situations are significantly more prone to psychosomatic illnesses. Despite the fact that people can cope with extreme situations in the long term, they represent an increased individual burden. The aim is for operators and maintenance staff to be able to rely on the safety of machinery. It is often said that greater safety means lower productivity, but the opposite is true. Greater safety leads to greater satisfaction and therefore greater motivation, which in turn increases productivity. The creation of safe and healthy working conditions, compliance with legislation and standards can therefore lead to higher productivity and thus higher profits for the firms concerned.

7. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: **Kövecs Kornél**
A Hallgató Neptun kódja: **TJN7AF**
A dolgozat címe: **Kónuszos excenter prégép biztonságtechnikai felülvizsgálata**
A megjelenés éve: **2023.**
A konzulens tanszék neve: **Műszaki Intézet, Mechatronika tanszék**

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitóri rendszerébe.

Kelt: 2023. október 17.



Hallgató aláírása

KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Kövecs Kornél (hallgató Neptun azonosítója: **TJN7AF**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védelemre **javaslom** / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen **nem**^{*3}

Kelt: 2023 év november hó 3 nap



belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.

8. Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Kósa Csaba, Gépek biztonsága, Budapest: Dr. Horváth Sándor az ÓE BGK dékánja, 2011.
- [2] Bende Zsolt és Rávai Attila, Gépek biztonsága, Budapest: Akadémiai Kiadó, 2018.
- [3] *A munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. törvény egyes rendelkezéseinek végrehajtásáról szóló 5/1993. (XII. 26.) MüM rendelet.*
- [4] *MSZ EN ISO 16092-1:2018 Szerszámgépek biztonsága. Sajtók. 1. rész: Általános biztonsági követelmények (ISO 16092-1:2017).*
- [5] *MSZ EN ISO 16092-3:2018 Szerszámgépek biztonsága. Sajtók. 3. rész: Hidraulikus sajtók biztonsági követelményei (ISO 16092-3:2017).*
- [6] <https://www.feintool.com/> (Elérhetőség: 2023.07.24.).
- [7] Dr. Földi László József, Berencsi Bence, *Ipari gépek CE jelölése és biztonsága az EU-s és hazai szabályozás tükrében*, Budapest: Magyar Mérnöki Kamara, 2022.
- [8] *A munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. törvény.*
- [9] *A nemzeti szabványosításról szóló 1995. évi XXVIII. törvény.*
- [10] *MSZ EN ISO 12100:2011 Gépek biztonsága. A kialakítás általános elvei. Kockázatfelmérés és kockázatcsökkentés.*
- [11] SICK, *Útmutató a biztonságos gépekhez. Hat lépés a biztonságos géphez.*, 2015.
- [12] Berencsi Bence, *Gépbiztonsági szabványok. A kialakítás általános elvei. Kockázatértékelés és kockázatcsökkentés. (EN ISO 12100) órai anyag*, 2023.
- [13] I. Fraser, *Útmutató a gépekről szóló 2006/42/EK irányelv alkalmazásáról*, Brüsszel: Európai Bizottság Vállalkozási és Ipari Főigazgatóság, 2010.

-
- [14] *MSZ EN 60204-1:2019 Gépek biztonsága. Gépek villamos szerkezetei. 1. rész: Általános követelmények (IEC 60204-1:2016, módosítva).*
- [15] *MSZ EN 349:1993+A1:2008 Gépek biztonsága. Legkisebb távolságok a testrészek összezúródásának elkerüléséhez.*
- [16] *MSZ EN ISO 4413:2011 Hidraulikus teljesítményátvitel. A rendszerek és szerkezeti elemeik általános szabályai és biztonsági követelményei (ISO 4413:2010).*
- [17] *MSZ EN ISO 4414:2011 Pneumatikus teljesítményátvitel. A rendszerek és szerkezeti elemeik általános szabályai és biztonsági követelményei (ISO 4414:2010).*
- [18] *MSZ EN ISO 13849-1:2016 Gépek biztonsága. Vezérlőrendszerek biztonsággal összefüggő részei. 1. rész: A tervezés általános alapelvei (ISO 13849-1:2015).*
- [19] *MSZ EN ISO 13850:2016 Gépek biztonsága. Vészleállítás. Tervezési alapelvek (ISO 13850:2015).*
- [20] *MSZ EN ISO 13855:2010 Gépek biztonsága. Biztonsági berendezések elrendezése a(z emberi) testrészek közelítési sebességének figyelembevételével (ISO 13855:2010).*
- [21] *MSZ EN ISO 13857:2020 Gépek biztonsága. Biztonsági távolságok a veszélyes terek felső és alsó végtagokkal való elérésének megakadályozására/megelőzésére (ISO 13857:2019).*
- [22] *MSZ EN ISO 14118:2018 Gépek biztonsága. A váratlan indítás megelőzése (ISO 14118:2017).*
- [23] *MSZ EN ISO 14119:2014 Gépek biztonsága. Védőburkolatokkal összekapcsolt reteszelőberendezések. Kialakítási és kiválasztási irányelvek (ISO 14119:2013).*
- [24] *MSZ EN ISO 14120:2016 Gépek biztonsága. Védőburkolatok. A rögzített és a nyitható védőburkolatok tervezésének és kialakításának általános követelményei (ISO 14120:2015).*
- [25] *MSZ EN 614-1:2006+A1:2009 Gépek biztonsága. A kialakítás ergonómiai alapelvei. 1. rész: Szakkifejezések és általános alapelvek.*

-
- [26] *MSZ EN 61310-1:2008 Gépi berendezések biztonsága. Jelzés, megjelölés és működtetés. 1. rész: A látható, hallható és tapintható jelek követelményei (IEC 61310-1:2007).*
- [27] *MSZ EN 61310-2:2008 Gépi berendezések biztonsága. Jelzés, megjelölés és működtetés. 2. rész: A megjelölés követelményei (IEC 61310-2:2007).*
- [28] *Az Európai Parlament és a Tanács 2006/42/EK irányelve (2006. május 17.) a gépekről és a 95/16/EK irányelv módosításáról.*

9. Ábrák jegyzéke

1. ábra Forgács nélküli alakító technológiák (forrás: Kósa Csaba: Gépek biztonsága)
2. ábra Csavarorsós sajtó (forrás: <https://jemolimpex.hu/uj-gepek/kovacsologepek/frikcios-csavarpressek/>)
3. ábra Hidraulikus prés (forrás: <https://machineryline.hu>)
4. ábra Excenter prés (forrás: saját kép)
5. ábra Munkaállomás (forrás: saját kép)
6. ábra A munkavédelemre vonatkozó szabályok rendszere (forrás: saját szerkesztés)
7. ábra Kónuszos excenter présgépen a frontálisan nyitott munkatér veszélye (forrás: saját kép)
8. ábra Kónuszos excenter présgépen az oldalirányból nyitott munkatér veszélye (forrás: saját kép)
9. ábra Kónuszos excenter présgépen a frontoldali védőburkolat nyithatósága (forrás: saját kép)
10. ábra Kónuszos excenter présgépen pneumatikus rendszerben levő szerkezeti elemek azonosításának hiánya (forrás: saját kép)
11. ábra Kónuszos excenter présgépen pneumatikus rendszerben levő szerkezeti elemek azonosításának hiánya (forrás: saját kép)
12. ábra Kónuszos excenter présgépen szerszám nélkül nyitható védőburkolat (forrás: saját kép)
13. ábra Kónuszos excenter présgépen pneumatikus csövek (forrás: saját kép)
14. ábra Kónuszos excenter présgép villamos kapcsolószekrénye (forrás: saját kép)
15. ábra Kónuszos excenter présgép villamos kapcsolószekrényének belseje (forrás: saját kép)

-
16. ábra Kónuszos excenter prégép villamos kapcsolószekrényének belseje
(forrás: saját kép)
17. ábra Kónuszos excenter prégép csatlakozóaljzatai (forrás: saját kép)
18. ábra Kónuszos excenter prégépen a frontálisan nyitott munkatér veszélyének elhárítása (forrás: saját szerkesztés)
19. ábra Jellemző nyílásméret meghatározása (forrás: [5])
20. ábra Kónuszos excenter prégépen az oldalirányból nyitott munkatér veszélyének elhárítása (forrás: saját szerkesztés)
21. ábra Kónuszos excenter prégépen az oldalirányból nyitott munkatér veszélyének elhárítása (forrás: saját szerkesztés)

10.Mellékletek

I. melléklet

Kockázati elemek kiértékelése

Képlet:

Kockázat = Kármérték (Védendő x Károsodás mértéke X Kiterjedés) x Valószínűség
(Veszély fellépési valószínűség x Kitéttesség x Elkerülési lehetőség)

Kiértékelés:

1-23 pont elhanyagolható kockázat

24-2304 pont nem elhanyagolható kockázat

Érték	Szemponatok
	Kármérték (Védendő x Károsodás mértéke x Kiterjedés)
	Védendő:
1	Nem ember
2	Ember
	Károsodás mértéke:
1	Nem igényel orvosi ellátást
3	Orvosi ellátást igényel / visszafordítható
12	Visszafordíthatatlan / végzetes
	Kiterjedés:
1	1 fő, vagy csak a konkrét berendezés
2	2-5 fő, vagy max. 5 m sugarú körben található berendezések
3	5 fő felett, vagy 5 m sugarú körön túli berendezések
	Valószínűség (Veszély fellépésének valószínűsége x Kitéttesség x Elkerülési lehetőség)
	Veszély fellépésének valószínűsége:
1	Ritkábban, mint műszakonként
2	Műszakonként legalább egyszer
4	Műszakonként többször, ciklikusan vagy folyamatosan
	Kitéttesség:
1	Veszély fennállása alatt nem kizárható, de nem szükségszerű
2	Veszély fennállása során időszakosan, pl. ciklusonként
4	Veszély fennállása alatt folyamatosan
	Elkerülési lehetőség:
1	Egyértelmű - veszély könnyen érzékelhető és van mód reakcióra
2	Nem egyértelmű - veszély nehezen érzékelhető vagy nincs mód reakcióra

II. melléklet

Alapkövetelmények vizsgálata

Berendezés:	Schuler kónuszos excenter prés		
Dátum:	2023. július 5.		
Felülvizsgáló:	Kövecs Kornél		
ALAP KÖVETELMÉNYEK			
2006/42/EK direktíva I. melléklete szerint			
(16/2008. (VIII. 30.) NFGM rendelet I. melléklet)			
		alkalmazhatóság	megjegyzés
1.	ALAPVETŐ BIZTONSÁGI ÉS EGÉSZSÉGVÉDELMI KÖVETELMÉNYEK		
1.1.	Általános rendelkezések		
1.1.1.	Fogalom meghatározások		
1.1.2.	A biztonság beépítésének alapelvei	nem felelt meg	
1.1.3.	Anyagok és termékek	megfelelt	
1.1.4.	Világítás	nem alkalmazható	
1.1.5.	A gépek tervezése kezelés, szállítás szempontjából	megfelelt	
1.1.6.	Ergonómia	megfelelt	
1.1.7.	Munkaállások	nem alkalmazható	
1.1.8.	Ülés	nem alkalmazható	
1.2.	Vezérlőrendszer		
1.2.1.	A vezérlőrendszer biztonsága és megbízhatósága	nem vizsgálható	
1.2.2.	Vezérlőberendezés	nem vizsgálható	
1.2.3.	Indítás	megfelelt	
1.2.4.	Leállítás		
1.2.4.1.	Normál leállítás	megfelelt	
1.2.4.2.	Kezelői leállítás	nem alkalmazható	
1.2.4.3.	Vészleállítás	megfelelt	
1.2.4.4.	A gépek együttese	nem alkalmazható	
1.2.5.	A vezérlési üzemmódok kiválasztása	nem alkalmazható	
1.2.6.	Az energiaellátás meghibásodása	nem vizsgálható	
1.3.	Védelem a mechanikai veszélyek ellen		
1.3.1.	A stabilitásvesztés veszélye	megfelelt	
1.3.2.	Törésveszély működés közben	megfelelt	
1.3.3.	Leeső vagy kilökődő tárgy okozta veszély	nem felelt meg	
1.3.4.	Felületek, élek vagy sarkok okozta veszély	megfelelt	
1.3.5.	Kombinált gépekkel kapcsolatos veszély	nem alkalmazható	
1.3.6.	Az üzemi feltételek változataihoz kapcsolódó veszély	nem felelt meg	

1.3.7.	A mozgó részekkel kapcsolatos veszély	nem felelt meg	
1.3.8.	A mozgó részek okozta veszély elleni védelem kiválasztása		
1.3.8.1.	Mozgó erőátviteli részek	nem felelt meg	
1.3.8.2.	A munkafolyamatban részt vevő mozgó részek	nem felelt meg	
1.3.9.	Irányítatlan mozgások veszélye	megfelelt	
1.4.	A védőburkolatok és a védőberendezések jellemzői	nem felelt meg	
1.4.1.	Általános követelmények	nem felelt meg	
1.4.2.	A védőburkolatokra vonatkozó különleges követelmények		
1.4.2.1.	Rögzített védőburkolatok	megfelelt	
1.4.2.2.	Nyitható, reteszelt védőburkolatok	nem alkalmazható	
1.4.2.3.	A hozzáférést korlátozó állítható védőburkolatok	nem alkalmazható	
1.4.3.	A védőberendezések különleges követelményei	nem alkalmazható	
1.5.	Egyéb veszélyekből eredő kockázatok		
1.5.1.	Villamosenergia-ellátás	nem felelt meg	
1.5.2.	Sztatikus elektromosság	nem alkalmazható	
1.5.3.	Nem elektromos energia ellátás	nem felelt meg	
1.5.4.	Illesztési hibák	megfelelt	
1.5.5.	Szélsőséges hőmérsékletek	nem alkalmazható	
1.5.6.	Tűz	nem vizsgálható	
1.5.7.	Robbanás	nem alkalmazható	
1.5.8.	Zaj	nem vizsgálható	
1.5.9.	Rezgések	nem alkalmazható	
1.5.10.	Sugárzás	nem vizsgálható	
1.5.11.	Külső sugárzás	nem vizsgálható	
1.5.12.	Lézersugárzás	nem alkalmazható	
1.5.13.	Veszélyes anyag és összetevő kibocsátása	nem alkalmazható	
1.5.14.	A gépbe való beszorulás veszélye	nem alkalmazható	
1.5.15.	Csúszás-, botlás-, és leesésveszély	nem alkalmazható	
1.5.16.	Villámlás	nem alkalmazható	
1.6.	Karbantartás		
1.6.1.	Gépkarbantartás	megfelelt	
1.6.2.	Hozzáférés a kezelő- és karbantartási helyekhez	megfelelt	
1.6.3.	Leválasztás az energiaforrásról	megfelelt	
1.6.4.	Kezelői beavatkozás	nem alkalmazható	
1.6.5.	Belső részek tisztítása	nem alkalmazható	
1.7.	Információk		
1.7.1.	A gépre vonatkozó információk és figyelmeztetések	nem felelt meg	

1.7.1.1.	Információk és információs eszközök	nem felelt meg	
1.7.1.2.	Figyelmeztető eszközök	nem alkalmazható	
1.7.2.	Figyelmeztetés fennmaradó veszélyekre	nem felelt meg	
1.7.3.	A gép megjelölése	nem felelt meg	
1.7.4.	Használati utasítás		
1.7.4.1.	A használati utasítás általános alapelvei	nem felelt meg	
1.7.4.2.	A használati utasítás tartalma	nem felelt meg	
1.7.4.3.	Kereskedelmi tájékoztató anyagok	nem alkalmazható	
2.	AZ EGYES GÉPFAJTÁKRA VONATKOZÓ KIEGÉSZÍTŐ ALAPVETŐ BIZTONSÁGI ÉS EGÉSZSÉGVÉDELMI KÖVETELMÉNYEK	nem alkalmazható	
2.1.	Élelmiszer-ipari gépek, kozmetikai és gyógyszeripari gépek	nem alkalmazható	
2.1.1.	Általános	nem alkalmazható	
2.1.2.	Használati utasítás	nem alkalmazható	
2.2.	Hordozható kézi és/vagy kézi irányítású gépek	nem alkalmazható	
2.2.1.	Általános	nem alkalmazható	
2.2.1.1.	Használati utasítás	nem alkalmazható	
2.2.2.	Hordozható rögzítő- és egyéb összeerősítésre szolgáló gépek	nem alkalmazható	
2.2.2.1.	Általános	nem alkalmazható	
2.2.2.2.	Használati utasítás	nem alkalmazható	
2.3.	Famegmunkáló és fához hasonló fizikai tulajdonsággal rendelkezőanyagok megmunkálására szolgáló gépek	nem alkalmazható	
3.	KIEGÉSZÍTŐ ALAPVETŐ EGÉSZSÉGVÉDELMI ÉS BIZTONSÁGI KÖVETELMÉNYEK A GÉP HELYVÁLTOZTATÁSÁBÓL EREDŐ VESZÉLYEK ELHÁRÍTÁSÁRA	nem alkalmazható	
3.1.	Általános	nem alkalmazható	
3.1.1.	Meghatározások	nem alkalmazható	
3.2.	Munkaállások	nem alkalmazható	
3.2.1.	Vezetőhely	nem alkalmazható	
3.2.2.	Vezetőülés	nem alkalmazható	
3.2.3.	Egyéb személyek elhelyezése	nem alkalmazható	
3.3.	Vezérlőrendszerek	nem alkalmazható	
3.3.1.	Vezérlőberendezések	nem alkalmazható	
3.3.2.	Indítás/mozgás	nem alkalmazható	
3.3.3.	Helyváltoztató funkció	nem alkalmazható	
3.3.4.	Gyalogkísérő gépek mozgatása	nem alkalmazható	
3.3.5.	Vezérlőkör meghibásodása	nem alkalmazható	
3.4.	Mechanikai veszélyek elleni védelem	nem alkalmazható	

3.4.1.	Irányítatlan mozgások	nem alkalmazható	
3.4.2.	Mozgó erőátviteli részek	nem alkalmazható	
3.4.3.	Felborulás és feldőlés	nem alkalmazható	
3.4.4.	Leeső tárgyak	nem alkalmazható	
3.4.5.	Feljárók	nem alkalmazható	
3.4.6.	Vontatószerkezetek	nem alkalmazható	
3.4.7.	Hajtás átvitel az önjáró gép (vagy vontató) és a meghajtott gép között	nem alkalmazható	
3.5.	Egyéb veszélyek elleni védelem	nem alkalmazható	
3.5.1.	Akkumulátorok	nem alkalmazható	
3.5.2.	Tűz	nem alkalmazható	
3.5.3.	Veszélyes anyagok kibocsátása	nem alkalmazható	
3.6.	Információk és jelölések	nem alkalmazható	
3.6.1.	Jelek, jelzések és figyelmeztetések	nem alkalmazható	
3.6.2.	Jelölések	nem alkalmazható	
3.6.3.	Használati utasítás	nem alkalmazható	
3.6.3.1.	Rezgések	nem alkalmazható	
3.6.3.2.	Többcélú használat	nem alkalmazható	
4.	KIEGÉSZÍTŐ ALAPVETŐ BIZTONSÁGI ÉS EGÉSZSÉGVÉDELMI KÖVETELMÉNYEK AZ EMELÉSI MŰVELETEKKEL KAPCSOLATOS VESZÉLYEK ELHÁRÍTÁSÁRA	nem alkalmazható	
4.1.1.	Meghatározások	nem alkalmazható	
4.1.2.	Mechanikai veszélyek elleni védelem	nem alkalmazható	
4.1.2.1.	A stabilitás hiányából eredő veszélyek	nem alkalmazható	
4.1.2.2.	Vezetősínen vagy sínpályán mozgó gépek	nem alkalmazható	
4.1.2.3.	Mechanikai szilárdság	nem alkalmazható	
4.1.2.4.	Korongok, dobok, görgők, kötelek és láncok	nem alkalmazható	
4.1.2.5.	Teherfelvevő eszközök és alkatrészeik	nem alkalmazható	
4.1.2.6.	Mozgások vezérlése	nem alkalmazható	
4.1.2.7.	Teher mozgása kezelés közben	nem alkalmazható	
4.1.2.8.	Rögzített szinteket kiszolgáló gépek	nem alkalmazható	
4.1.2.8.1.	A teher tartó mozgása	nem alkalmazható	
4.1.2.8.2.	A teher tartó megközelítése	nem alkalmazható	
4.1.2.8.3.	A mozgó teher tartóval való érintkezés veszélyei	nem alkalmazható	
4.1.2.8.4.	A teher tartóról leeső teher okozta veszély	nem alkalmazható	
4.1.2.8.5.	Rakodási hely	nem alkalmazható	
4.1.3.	A célra való alkalmasság	nem alkalmazható	
4.2.	A nem kézi erővel működtetett gépekre vonatkozó követelmények	nem alkalmazható	
4.2.1.	Mozgások vezérlése	nem alkalmazható	
4.2.2.	Tehermozgatás	nem alkalmazható	
4.2.3.	Kötéllel megvezetett berendezések	nem alkalmazható	

4.3.	Információk és jelölések	nem alkalmazható	
4.3.1.	Láncok, kötelek és hevederek	nem alkalmazható	
4.3.2.	Tehermelő eszközök	nem alkalmazható	
4.3.3.	Emelőgép	nem alkalmazható	
4.4.	Használati utasítás	nem alkalmazható	
4.4.1.	Tehermelő eszközök	nem alkalmazható	
4.4.2.	Emelőgép	nem alkalmazható	
5.	A FÖLD ALATTI MUNKÁRA SZÁNT GÉPEKRE VONATKOZÓ KIEGÉSZÍTŐ ALAPVETŐ EGÉSZSÉGVÉDELMI ÉS BIZTONSÁGI KÖVETELMÉNYEK	nem alkalmazható	
5.1.	A stabilitás hiányából eredő veszélyek	nem alkalmazható	
5.2.	Mozgás	nem alkalmazható	
5.3.	Vezérlőberendezések	nem alkalmazható	
5.4.	Leállítás	nem alkalmazható	
5.5.	Tűz	nem alkalmazható	
5.6.	Kipufogógázok	nem alkalmazható	
6.	KIEGÉSZÍTŐ KÖVETELMÉNYEK SZEMÉLYEK EMELÉSÉBŐL ADÓDÓ KÜLÖNLEGES VESZÉLYEKET ELŐIDÉZŐ GÉPEKRE	nem alkalmazható	
6.1.	Általános	nem alkalmazható	
6.1.1.	Mechanikai szilárdság	nem alkalmazható	
6.1.2.	A terhelés ellenőrzése nem emberi erővel mozgatott gépeknél	nem alkalmazható	
6.2.	Vezérlőberendezések	nem alkalmazható	
6.3.	A teher tartón vagy a teher tartóban tartózkodó személyeket fenyegető veszélyek	nem alkalmazható	
6.3.1.	A teher tartó mozgásából eredő veszélyek	nem alkalmazható	
6.3.2.	Tehertartóról való leesésének veszélye	nem alkalmazható	
6.3.3.	A teher tartóra eső tárgyak okozta veszély	nem alkalmazható	
6.4.	Rögzített rakodási helyet kiszolgáló gépek	nem alkalmazható	
6.4.1.	A teher tartóban vagy a teher tartón tartózkodó személyekre vonatkozó veszélyek	nem alkalmazható	
6.4.2.	A rakodási helynél levő vezérlőberendezések	nem alkalmazható	
6.4.3.	A teher tartó megközelítése	nem alkalmazható	
6.5.	Jelölések	nem alkalmazható	

III. melléklet

Átnyúlás nyílásokon (forrás: [7])

Testrész (tájékoztató)	Ábra	Nyílás e [mm]	Biztonsági távolság, s_r [mm]		
			Horony	Négyzet	Kör
Ujjhegy		$e \leq 4$	≥ 2	≥ 2	≥ 2
		$4 < e \leq 6$	≥ 10	≥ 5	≥ 5
Ujj az ujjtőig		$6 < e \leq 8$	≥ 20	≥ 15	≥ 5
		$8 < e \leq 10$	≥ 80	≥ 25	≥ 20
Kéz		$10 < e \leq 12$	≥ 100	≥ 80	≥ 80
		$12 < e \leq 20$	≥ 120	≥ 120	≥ 120
		$20 < e \leq 30$	≥ 850 (ha a horony hossza ≤ 65 mm, $s_r \geq 200$ mm elfogadható!)	≥ 120	≥ 120
		$30 < e \leq 40$	≥ 850	≥ 200	≥ 120
Kar a vállízületig		$40 < e \leq 120$	≥ 850	≥ 850	≥ 850

A fenti táblázatban található értékek a 14 éves vagy annál idősebb személyek esetén jelentenek megfelelő távolságot.