

Digitális átalakulás a CNC megmunkálásban – esettanulmányok a Siemens Mcenter platformon

Kardos Krisztián, Pirigyi Levente

evosoft Hungary Kft., Budapest, Magyarország

krisztian.kardos@evosoft.com, levente.pirigyi@evosoft.com

Összefoglalás — Jelen publikáció célja, hogy valós ipari példákon keresztül bemutassa, mit jelentenek számunkra a gyakorlatban azok a gyakran emlegetett, sokszor divatszóként használt fogalmak, mint a digitalizáció, az Ipar 4.0 vagy az adatvezérelt gyártás. A Siemens Mcenter platformra épülő esettanulmányok révén feltárjuk, hogyan valósul meg a digitális transzformáció a CNC megmunkálás különböző szintjein, különös tekintettel a szerszámgépek életciklusának nyomon követésére, az NC programok kezelésére, valamint a termelékenységi mutatók valós idejű monitorozására. Arra is igyekszünk választ adni, hogy ezek az új technológiák és megközelítések milyen konkrét előnyöket kínálnak a gyártási folyamatok optimalizálásában. Szemléltetjük, hogyan segíti a digitalizáció a gépkezelők munkájának egyszerűsítését, a hibalehetőségek csökkentését, valamint az adatok gyors és megbízható elérhetőségét. Ezen túlmenően vizsgáljuk azt is, hogy a rendszeres adatgyűjtés és -elemzés hogyan járul hozzá a gépek kihasználtságának növeléséhez, illetve a döntéstámogatási folyamatok fejlesztéséhez. Az esettanulmányok révén rávilágítunk arra, hogy a digitalizáció nem csupán technológiai újítás, hanem szemléletváltás is, amely már rövid távon is versenyelőnyt biztosíthat a gyártóvállalatok számára.

Kulcsszavak: digitalizáció, Siemens Mcenter, adatvezérelt gyártás, CNC szerszámkezelés, NC programok követése

Abstract — The aim of this publication is to show, through real industrial examples, what commonly used terms such as digitalisation, Industry 4.0 and data-driven manufacturing mean in practice. Using case studies based on the Siemens Mcenter platform, we demonstrate how digital transformation is implemented at different levels of CNC machining, with a focus on tool-lifecycle tracking, NC program management and real-time productivity monitoring. We highlight the practical benefits these technologies offer for process optimisation, including simplified operator workflows, reduced error rates and fast, reliable data access. We also examine how continuous data collection and analysis improve machine utilisation and support better decision-making. The case studies show that digitalisation is not only a technological innovation but also a shift in mindset that can provide manufacturers with a competitive advantage even in the short term.

Keywords: digitalisation, Siemens Mcenter, data-driven manufacturing, CNC tool management, NC program tracking

I BEVEZETÉS

A gyártóiparban zajló digitális átalakulás egyik kulcsterülete a CNC megmunkálás, ahol a hatékonyság, rugalmasság és adatvezérelt döntéshozatal egyre nagyobb szerepet kap. A hagyományos, papíralapú folyamatok és szigetzerű rendszerek már nem képesek kielégíteni a modern termelési környezet igényeit. Ebben a kontextusban jelent meg a *Siemens Mcenter*, amely egy olyan szoftverplatform, amit kifejezetten a CNC megmunkálás digitalizációjára terveztek.

Az Mcenter célja, hogy biztonságos, kétirányú kommunikációt biztosítson a gépvezérlők és az IT-rendszerek között, valamint integrálja a különböző gyártóeszközökből származó adatokat. A platform nem csupán Siemens vezérlőkkel kompatibilis, hanem nyitott interfészek révén más gyártók gépeit is képes bekapcsolni a digitális ökoszisztémába. Ez különösen fontos a vegyes gépparkkal rendelkező üzemek számára.

Az Mcenter egyik legnagyobb előnye a moduláris alkalmazáskínálat, amely lefedi a kulcsfontosságú gyártási folyamatokat. A *Manage MyResources /Tools (MMR /T)* modul például a teljes szerszám-életciklus kezelését támogatja, biztosítva az átláthatóságot és a megfelelő szerszám rendelkezésre állását. A *Manage MyResources /Programs (MMR /P)* lehetővé teszi az NC programok verziókövetett kezelését, míg az *Analyze MyPerformance /OEE (AMP /OEE)* a termelési gépadatok elemzését segíti elő. Ezek az alkalmazások hozzájárulnak a termelékenység növeléséhez, a hibák csökkentéséhez és a karbantartási folyamatok optimalizálásához.

Az Mcenter nem csupán adatgyűjtő, hanem valós idejű betekintést nyújt a gépek állapotába és a termelési hatékonyságba, ezzel alapot teremtve az adatvezérelt döntéshozatalhoz és a prediktív karbantartáshoz.

Az ipari gyártás az elmúlt évtizedben olyan mértékű változáson ment keresztül, amelyet sokan a negyedik ipari forradalomként, vagyis az Ipar 4.0 korszakaként emlegetnek. A digitalizáció, az adatközpontú gyártás és a hálózatba kapcsolt rendszerek ma már nem csupán elméleti fogalmak, hanem a mindennapi termelés meghatározó elemei. Ugyanakkor a gyakorlatban gyakran felmerül a kérdés: mit jelentenek ezek a kifejezések a CNC megmunkálás világában, és milyen konkrét előnyöket kínálnak a gyártóvállalatok számára?

A válasz nem egyszerű, hiszen a digitalizáció nem egyetlen technológia bevezetését jelenti, hanem egy átfogó szemléletváltást, amely a teljes gyártási folyamatot érinti. A cél nem csupán az adatok gyűjtése, hanem azok értelmezése és felhasználása a hatékonyság növelése, a hibák csökkentése és a döntéshozatal támogatása érdekében. Ebben a kontextusban különösen fontos

szerepet kapnak azok a platformok és megoldások, amelyek képesek integrálni a különböző gyártási szinteket, és valós idejű információt biztosítani a felhasználók számára.

2 ESETTANULMÁNYOK

Minden gyár más és más: eltérő géppark, termelési volumen, szervezeti struktúra és infrastrukturális háttér határozza meg a lehetőségeket és a kihívásokat. Éppen ezért nem létezik univerzális recept sem a magas fokú digitalizáltság elérésére. Az egyes üzemekben megfogalmazott igények mindig a termelés helyi sajátosságaihoz igazodnak, így a megoldások is eltérőek – gyakran még egyazon vállalat különböző telephelyei között is.

A továbbiakban olyan konkrét, valós projekt megbízásokat mutatunk be, ahol ügyfeink problémáira az Mcenter egyes funkcióinak bevezetése adott választ. Látni fogjuk, hogy ezek nem valami absztrakt elmélet homályos konstrukciói, hanem nagyon is konkrét, kézzelfogható kihívásokra adott válaszok. A legtöbb esetben olyan jól körülírható problémákról van szó, amelyek visszatérő mintázatokat követnek a különböző üzemekben, így azok egyediségének ellenére is lehetséges standard alapokra épülő megoldások szállítása.

A következő fejezetekben saját, gyakorlati tapasztalatainkat osztjuk meg: egyéni nézőpontunkon keresztül bemutatjuk, hogyan talákoztunk ezekkel a problémákkal, milyen döntési folyamatok vezettek a választott megoldásokhoz, és milyen kézzelfogható eredményeket értünk el az Mcenter funkcióinak bevezetésével.

2.1 Esettanulmány: Papírmentes szerszámadat-kezelés

A CNC megmunkálás területén a szerszámadatok pontos és megbízható kezelése alapvető fontosságú a termelékenység, a minőség és a gépbiztonság szempontjából. Hagyományos környezetben a szerszámgometriai adatok papíralapú etikett címkéken jutnak el a szerszámgépekhez, ahol a gépkezelő manuálisan viszi be az értékeket a vezérlőbe. Ez a módszer nemcsak időigényes, hanem jelentős hibakockázatot is hordoz: egyetlen elütött számjegy szerszámtörést vagy géptükrözést okozhat, ami komoly károkat és termelésekiesést eredményezhet. Az ipari digitalizáció lehetőséget teremt arra, hogy ezt a folyamatot teljesen automatizáljuk, kizárva az emberi tényezőt az adatáramlásból.

Az egyik nagy ügyfelünknel a digitalizált szerszámkezelés bevezetésének részeként kaptuk azt a konkrét részfeladatot is, hogy a folyamatból eltüntessük az etikett címkéket, ezáltal mintegy kikényszerítve az adattovábbítás teljesen digitális módját.

A Siemens Mcenter platform és az MMR /T alkalmazás bevezetése révén a szerszámok teljes életciklusa digitálisan nyomon követhetővé válik. A megoldás alapja, hogy minden egyes összeszerelt szerszámot egyértelműen azonosítani lehessen az adott üzemben. Ez biztosítja, hogy minden szerszámpéldányhoz hozzárendelhetőek a releváns adatok, és ezek az információk minden állomáson elérhetőek legyenek. Az azonosítót hordozó fizikai

megvalósításra sokféle megoldás létezik – a szükséges beruházás mértékének, illetve a funkciók és az infrastruktúra komplexitásának széles spektrumát lefedve. Néhány példa a teljesség igénye nélkül: az alaptartóba gravírozott karakterlánc, kétdimenziós kód, vagy RFID chip. Az MMR /T szempontjából bármelyik megfelel a célnak, feltéve, hogy minden érintett állomáson rendelkezésre áll a megfelelő olvasó eszköz.



1. ábra: Etikett címkék a szerszámokon

A folyamat az igény beérkezésével kezdődik. A szerszámot összeszerelik, majd a tartó azonosítóját beolvassák, és hozzárendelik a szerszámtípust, így létrejön a fizikai szerszám digitális megfelelője az Mcenter rendszerben.

A következő lépésben a szerszám a bemérő gépbe kerül, ahol a mérési feladat az Mcenter integrációval keresztül indítható. A mért geometriai adatok automatikusan, emberi közbeavatkozás nélkül kerülnek be a rendszerbe, így a papíralapú címkézés feleslegessé válik. Ezzel a megoldással a szerszám összes releváns adata digitálisan elérhető, és a CNC gépre történő adatbetöltés is automatizált. A szerszám összeszerelésekor kiválasztható, hogy melyik géptől érkezett az igény, és a hozzárendelés eredményeként a gépen megjelenik a betöltendő szerszám digitális megfelelője. Amikor az fizikailag is megérkezik a géphez, a gépkezelő beolvassa az azonosítóját, és az összes aktuális adat a szerverről betöltődik a vezérlőbe. Az adatok konzisztenciájának fenntartása már nem a gépkezelő feladata, hanem a rendszer automatikusan gondoskodik róla.

A megmunkálási művelet végeztével, vagy amikor a szerszám elkopott, visszakerül az előkészítő műhelybe, ahol azonosítás után dönteni lehet a további sorsáról. Ha még használható, ismételt bemérés után visszakerül a polcra, ellenkező esetben szétszerelik, és a szerszám digitális megfelelője is megszűnik a rendszerben. Így a szerszámok életútja teljes egészében visszakövethető, az adatok pedig minden lépésnél automatikusan frissülnek.

Jogosan merülhet fel a kérdés, hogy mennyire stabil ez a folyamat, és milyen gyakran fordulhat elő olyan váratlan helyzet, amikor egy hiányzó címke akadályozza a termelést. Kivételek természetesen mindig vannak, felelősen nem lehet teljes garanciát vállalni, hogy soha nem akad majd egyetlen kallódó szerszám sem, amit kézbe véve – ember által olvasható jelölés hiányában – nem lehet majd azonnal beazonosítani. Az ilyen esetek azonban jelentősen csökkenthetők a folyamat körültekintő megtervezésével,

valamint az érintett operátorok megfelelő bevonásával és képzésével.

Jövőbeli fejlesztési irányként felmerült még egy okostelefonos alkalmazás bevezetésének lehetősége is, ami az ilyen helyzetek áthidalására is szolgálhat. Bár ez a megoldás egyelőre még nem valósult meg, technikai akadály nincs annak, hogy a gyártási adatáramlásba olyan eszközöket is bevonjunk, amelyek már most is ott lapulnak minden gépkezelő zsebében.

A papírintes, automatizált adatkezelés bevezetése nem csupán technológiai újítás, hanem szemléletváltás is a gyártási folyamatokban. Az emberi adatbevitel kizárásával jelentősen csökken a hibakockázat, javul az adatintegritás és a nyomon követhetőség, valamint időt takarítunk meg a gépkezelők számára. A címkézés és a kézi bevitel megszűnésével kevésbé függ a termelés a gépkezelők egyéni precizitásától, miközben a döntéshozók is kézzelfogható bizonyítékot kapnak a digitalizáció előnyéről. A rendszer bevezetése ugyanakkor szervezeti és folyamatátalakítást is igényel, hiszen az adatáramlás új irányainak kijelölése, az eszközök integrációja és az azonosítási szabványok kialakítása elengedhetetlen a sikeres működéshez. Vitathatatlan, hogy ennek költségét a megtérülés függvényében mérlegelni kell, hiszen a bevezetés kezdeti beruházása, az eszközök integrációja és az alkalmazottak átképzése rövid távon jelentős terhet jelent, de a megnövekedett termelékenység már középtávon is ellensúlyozni tudja ezeket a kiadásokat.

2.2 Esettanulmány: A szerszámok azonosítása

Az előzőekben már említettük a szerszámok egyértelmű beazonosíthatóságának fontosságát. Ebben a részben konkrét üzemi tapasztalatainkra támaszkodva vizsgáljuk meg részletesebben a témát.

Az azonosítás az egész rendszer legalapvetőbb funkciója, amely mégis meglepően sok többletértéket jelent az ügyfelek számára. Jegyezzük meg referenciaként, hogy a legtöbb üzemben az az általános helyzet, hogy amint egy szerszám elhagyja a szerszámelőkészítő műhelyt, onnantól kezdve gyakorlatilag semmilyen állapotinformációt nem kapunk már róla. A sorsát nagyrészt a gépkezelők egyéni döntései és a kialakult szokások határozzák meg, ami végső soron a szerszámkészlet kihasználtságát befolyásolja.

Egy szemléletes példa erre az a reakció, amelyet egyik partnerünk operatív vezetője adott, amikor először szembesült a kimutatással az üzemben található gépekben lévő összes szerszámról. Már az alapfunkció által nyújtott átláthatóság is mély benyomást tett rá. Izgalmas volt látni azt a felfokozott kíváncsiságot, amellyel szűrőpróbaszerűen keresett rá egy-egy különlegesebb szerszámra, majd a találat után azonnal kérdőre vonta telefonon a gépért felelős operátort: Miért tárazott be feleslegesen több példányt is ugyanabból a típusból, vagy éppen miért nem vitte vissza azt a szerszámot, amit hónapokkal korábban már kivontak a termelésből? És mindez csupán a tesztüzem első néhány percében történt.

Könnyen belátható, hogy már pusztán ez a transzparencia mennyit segíthet az ún. *black stock*, vagyis a feleslegesen tárolt készletek megszüntetésében, illetve egy-egy speciális szerszámpéldány gyors felkutatásában. Ehhez mindössze annyi szükséges, hogy a rendszerbe bekötött gépek vezérlőiből lekérjük a szerszámadatokat,

majd azokat aggregálva, áttekinthető formában megjelenítsük.

Ehhez azonban – ahogyan korábban már említettük – szükség van valamilyen egyedi azonosítóra, amivel minden egyes szerszámot ellátunk, illetve egy alkalmas eszközre a beolvasáshoz. A példánkban DataMatrix kóddal látjuk el a szerszámot, és kétdimenziós kódolvasókat használunk.

Az összeszerelt szerszámok ID-ja az alábbi két részből áll:

- a szerszámtípus azonosítója – például: D20R1_5, amely egy sarokrádiuszos marót jelöl, 20 mm átmérővel és 1,5 mm sarokrádiusszal
- a tartó 8 számjegyű azonosítója – például: 12345678

A két elem kötőjellel kapcsolódik össze, így egy szerszám neve a példánkban így néz ki:

D20R1_5-12345678.

Ez a kombináció kettős célt szolgál: a tartó azonosítójának használata biztosítja, hogy minden szerszámnév mindig egyedi legyen a rendszerben, a típus feltüntetése pedig beszédessé teszi azt a felhasználó számára. Az Mcenter támogatja a kódolvasókból érkező adatbevitelt, és a szerszámkezelő alkalmazások képesek különböző szűrésekre ezek alapján az azonosítók alapján.

A gyakorlatban úgy egyszerűsíthetjük a szerszámkiadó operátorok adminisztrációs feladatait, hogy a tartót egyszerűen csak be kell szkennelniük a kódolvasóval, a rendszer pedig az Mcenter-ből származó információk alapján intuitívan csak a releváns műveleteket kínálja fel.

Új szerszámpéldányok esetén (amelyek még nem szerepelnek a rendszerben) egy regisztrációs folyamat indul el. A már meglévő szerszámoknál a rendszer négy lehetséges műveletet tesz elérhetővé:

1. Mérés: a kiválasztott szerszám bemérési folyamatának indítása.
2. Tárolás: a szerszám tárolási helyének rögzítése.
3. Géphez küldés: a szerszám CNC gépre történő kiadásának naplózása.
4. Szétszerelés: a szerszám szétszerelésének dokumentálása.

Géphez küldés után, a szerszám felhasználásának helyén az operátornak sincs egyéb dolga a betárazáskor, mint beolvasni az azonosítót, amire a rendszer automatikusan megkeresi a fizikai szerszám digitális megfelelőjét, és betölti a hozzá tartozó adatokat a vezérlőbe. Ennek a funkciónak a hiányában gyakori hiba, hogy az operátor a hasonló elnevezésű szerszámok hosszú listájából tévedésből nem a megfelelőt választja ki. Azonos típusú szerszámok esetében bevett gyakorlat ugyanis, hogy a nevek csak az utolsó néhány karakterben különböznek (duplo nr.). Mindez azt eredményezi, hogy a vezérlő nem annak a konkrét szerszámpéldánynak a bemért geometriai adataival számítja ki a megmunkáló él pályáját, amivel a forgácsolás valójában történik. Azonos típusú szerszámokról lévén szó, a méretkülönbség minimális, a megmunkálás probléma nélkül lezajlik, a hibára csak a minőségellenőrzés során derül fény, de addigra már selejtek sokaságát gyártották le a tévesen betöltött szerszámmal. Alkalmunk volt részt venni az egyik nagy autóiipari vállalat üzemében egy ilyen probléma gyökérokának feltárásában.

Az eddigiekből következik az a fontos technikai részlet, hogy az Mcenter rendszerben mindig csak az ID-t rögzítjük

a szerszámon, azt az adatok továbbítására chip-es azonosítás esetén sem használjuk. A gyártási folyamat során az Mcenter rendszer minden szükséges információt – például geometriai adatokat, korrekciós értékeket, élelciklus-információkat – a központi adatbázisból hív le. Ez a megoldás egyszerűen skálázható, könnyen integrálható meglévő rendszerekbe, és nem igényel drága hardverkomponenseket. A karbantartás is lényegesen egyszerűbb, hiszen az adatfrissítés egyetlen helyen történik, így elkerülhetők a szinkronizációs problémák. Természetesen, ennek előfeltétele a hálózati kapcsolat megléte az üzemben belül a termelőegységek és a központi szerver között.

Ettől eltérő megközelítés a chip-alapú adatátvitel, ahol a szerszámba épített RFID chip-be írják az összes releváns adatot, így azok közvetlenül a szerszámról olvashatók ki. Ez a megoldás nem feltételez informatikai hálózatot a szerszámadatok továbbításához, hiszen itt maga a szerszám egyben az adathordozó is. Ugyanakkor magasabb beruházási költséggel jár, rugalmatlan a folyamatváltozásokkal szemben, a chip tárhelykapacitása korlátozott, és fennáll az adatszinkronizáció problémája: ha a chipen lévő információ elavul, és nem történik frissítés, hibás adatok kerülhetnek a folyamatba.

Ebben a fejezetben konkrét eseteken keresztül szemléltettük, hogy a szerszámok egyedi azonosítása hogyan csökkenti az adminisztrációs időt, minimalizálja a hibalehetőségeket, és biztosítja a szerszámok nyomom követhetőségét a teljes élelciklus során. A következőkben NC programok kezelésével kapcsolatos eseteket fogunk bemutatni.

2.3 *Esettanulmány: Az NC programok digitális kezelése és visszakövethetősége az MMR /Programs rendszerben*

Az utóbbi években több alkalommal is szembesültünk azzal, hogy vannak gyártóüzemek, ahol a digitalizáció még rengeteg fejlesztési lehetőséget rejt magában. Bevett gyakorlat, hogy egy tapasztalt munkatárs minden hónapban végigjárja a CNC gépeket, hogy manuálisan letöltse az éppen a gyártásban használt NC programokat – mintha egy digitális nyomozó lenne, aki minden szerszám gép NC programját összegyűjti. Ezután visszatér az irodába, ahol feltölti egy számítógépre, és órakon át, soronként hasonlítja össze ezeket az aktuális programokat az eredeti, jóváhagyott verziókkal. Bár ez a módszer hosszú évek óta működik, rendkívül időigényes, és a kézi összehasonlítás során a hibázás esélye is magas. Ráadásul nincs lehetőség valós idejű visszajelzésre, ha egy gépen eltérő vagy módosított program kerül futtatásra. A központi, digitális nyilvántartás hiánya tovább nehezíti a gyártási folyamatok átláthatóságát és az auditálhatóságát. Mindez összességében csökkenti a gyártás biztonságát, és gátolja a hatékony működést egy olyan világban, ahol a digitalizáció már nem előny, hanem alapelvárás.

Az ilyen gyártóüzemknél az MMR /Programs modul lehet egy megoldás, ami folyamatosan közvetlen kapcsolatban van a CNC gépekkel ethernet hálózaton keresztül. Ennek a modulnak az irányító alapelve, hogy a megfelelő NC program a kívánt szerszám gépre kerüljön. A gépeken futó NC programokat meghatározott időnként akár automatikusan feltölti az MMR /Programs szerver

adatbázisába, ahol egy ellenőrző folyamat részeként összehasonlításra kerülhet egy korábban felhasznált program az aktuálisan termelésben futó példánnyal.

A folyamat több szinten kezdődhet, de jelen példánkban az MMR /Programs szerveren összeállított NC csomag létrehozásán keresztül mutatjuk be a teljes munkafolyamatot. Első lépésben az NC programozó vagy gyártásvezető feladata, hogy a post-processzált NC programokat feltöltse az MMR /Programs felületére, egy úgynevezett NC csomagba. Ez az NC csomag egy digitális adattárolóként működik, amely minden, a munkadarab legyártásához szükséges adatot magában foglal: egy vagy több NC program mellett további digitális segédanyagokat is tartalmaz, mint például a munkadarab kinézete, munkadarab befogása, amelyek a gyártás előkészítését támogatják.

Az egyik legkritikusabb lépés, hogy az NC programozó meghatározza, mely szerszám gépek férhetnek hozzá az adott NC programokhoz. Ezzel biztosítható, hogy csak a kiválasztott gépekre jutnak el a szükséges programok. Amennyiben a programozó meggyőződött arról, hogy minden adat és információ helyes, a csomagot digitálisan, egy állapotjelző segítségével „kiadja” a gyártás számára. Ekkor egy biztonságos hálózati kapcsolaton keresztül letöltődik az MMR /Programs szerver moduljáról a CNC gépen futó kliens alkalmazásba a gyártáshoz szükséges NC csomag, amit a gépkezelő aztán betölt az NC memóriájába. Ezzel biztosítható, hogy a gépkezelők már csak a hivatalosan kiadott, saját gépekre érvényes NC programokat kapják meg, ezzel jelentősen csökkentve a hibalehetőségek számát.

Előfordulhat azonban, hogy a gépkezelőknek be kell avatkozniuk az NC programokba – például egy szerszámtörés vagy selejtes munkadarab elkerülése érdekében. Ilyenkor a módosításokat a szerszám gépen végzik el, de ha a változtatásokat a jövőben is relevánsnak ítélik, azokat rögtön vissza tudják küldeni az MMR /Programs központi adatbázisába. Ezáltal a tapasztalatok és optimalizációk is regisztrálva lesznek a rendszerben.

A programok összehasonlítása szintén az MMR /Programs felületén történik: a felhasználó a megfelelő NC csomagot kiválasztva egyetlen gombnyomással elindíthatja az összehasonlítás funkciót, amely azonnal megjeleníti az eltéréseket a különböző NC programverziók között. Ez a zárt folyamat biztosítja az átláthatóságot, a gyors visszakövethetőséget és a hibák azonnali feltárását, hozzájárulva a gyártás magas szintű biztonságához és hatékonyságához.

2.4 *Esettanulmány: NC Programok gyártásba küldése*

Egy globális energiaipari vállalat azzal a problémával keresett meg bennünket, hogy az NC programokat jelenleg csak egy külső adathordozó (USB drive) segítségével tudják eljuttatni a szerszám gépeikre. A programokat egy, az üzemben elhelyezett számítógépről másolják át egy hordozható eszközre, majd azzal felkeresik az adott szerszám gépet, és feltöltik rá a programot. Szeretnék ezt a jelentős munka- és erőforrásigényes folyamatot odáig fejleszteni, hogy az NC programok továbbításához végül senkinek ne kelljen majd belépni a gyártási területre. A jelenlegi megoldás számos hibalehetőséget rejt magában. Például, ha a számítógép, amelyen az NC programokat

tárolják, meghibásodik, akár az összes eddig létrehozott program elveszhet. További kockázatot jelent, ha egy új fájl véletlenül felülírja a meglévőt azonos névvel, vagy ha valaki tévesen választja ki a programot – ilyenkor vissza kell menni a számítógéphez, újra rámásolni a megfelelő fájlt, majd visszatérni a gyártósorra. Érezzük, hogy ez ma már korszerűtlen, ha szeretnénk a gyártás hatékonyságát és pontosságát növelni.

Megoldást jelenthet az MMR /Programs és az Mcenter Platform által biztosított hálózati kapcsolat. A kommunikáció az MMR Programs szerver és a megmunkáló gépeken futó kliensalkalmazások között titkosított csatornán keresztül történik, biztosítva az adatok biztonságos küldését és fogadását.

Az NC programozó az MMR /Programs felületén elkészíti az NC csomagot, amely tartalmazza a szükséges NC programokat és a gyártáshoz kapcsolódó releváns adatokat. Ezt követően a csomagot elérhetővé teszi a megfelelő szerszámgép vagy szerszámgép-csoport számára. A gépkezelő az MMR /Programs kliensalkalmazás segítségével közvetlenül a CNC gép NC memóriájába tölti be az NC csomagot, anélkül, hogy az állományok fizikai adathordozón keresztül utaznának. Ezáltal biztosítható az adatok folyamatos digitális nyomon követhetősége a gyáron belül. A gépkezelő így gyorsan és biztonságosan hozzájut a munkadarab gyártásához szükséges NC csomaghoz, ami jelentősen növeli a gyártás hatékonyságát és csökkenti a hibalehetőségeket.

2.5 Esettanulmány: Gépkihasználtság átláthatósága a gyártásban

A modern gyártásban nem elég, ha a gépek működnek – tudnunk kell, mennyire jól működnek. A Siemens Mcenter AMP /OEE modul pontosan ezt a célt szolgálja: valós idejű adatgyűjtéssel és elemzéssel segít feltárni a gyártási veszteségeket, és kiszámítja a legfontosabb teljesítménymutatókat, mint az OEE (Overall Equipment Effectiveness), a rendelkezésre állás, a teljesítmény és a minőség. A rendszer olyan, mint egy digitális rendszerfelügyelő, aki nemcsak ellenőrzi a gyártásban levő gépeket, hanem minden egyes gépállapotot, operátori beavatkozást és programváltozást is pontosan dokumentál és értelmez. Ezeket az adatokat az AMP Performance Monitor moduljában lehet minden egyes gépre vonatkozóan megtekinteni.

Egy ügyfél azzal a problémával fordult hozzánk, hogy a nagy alapterületű üzembem nem látja át a gépek működését és kihasználtságát. Szeretné az irodájából valós időben nyomon követni, hogy a gépek éppen termelnek-e, és ha nem, akkor mi ennek az oka.

Ahhoz, hogy a gépek kihasználtságát hatékonyan monitorozni lehessen, alapvető feltétel, hogy a szerszámgépek hálózatba legyenek kötve, és folyamatosan adatot szolgáltatassanak az Mcenter szerver felé az aktuális gépállapotokról. Ez az információáramlás teremti meg az alapját a valós idejű gyártási adatelemzésnek, amely nélkülözhetetlen a hatékonyság objektív értékeléséhez.

Az AMP rendszer használatához először is egy termelési tervet kell létrehozni. Ez azt jelenti, hogy minden egyes szerszámgépre, illetve a teljes gépflojtára előre meg kell határozni, mikor és milyen feladatokat kell végrehajtani. A munkaterv származhat egy nagyvállalati MES

(Manufacturing Execution System) vagy ERP (Enterprise Resource Planning) rendszerből, de kisebb cégeknél akár egy egyszerű táblázatban is rögzíthetik. A lényeg, hogy a kész munkatervet fel kell tölteni az AMP rendszerbe, amely így az elvárt ideális állapotot fogja jelenteni. Ez a referencia, amivel a rendszer a valós, gépektől érkező állapotokat automatikusan összeveti.

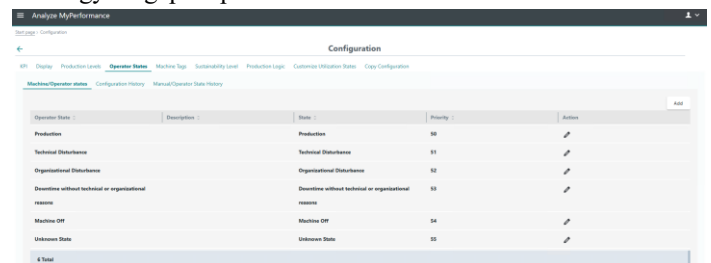
Az AMP rendszer lehetővé teszi, hogy a gyártásvezetés pontosan lássa, hol voltak eltérések a tervezett és a tényleges gyártás között. Mivel a rendszer valós idejű adatokat gyűjt a szerszámgépekről, így mindig nyomon követhető, hogy egy adott gép gyártásban van-e, hiba miatt áll, vagy éppen nem tervezett leállás történt. Az operátoroknak nem szükséges manuálisan állapotjelentéseket készíteniük. Amennyiben nem tervezett megállás történik, a gépkezelő egyetlen gombnyomással tudja manuálisan megadni a gépi állás okát, például, ha túl sok a forgács a munkaterületen és tisztításra van szükség. Ezáltal a vezetés számára egyértelműen látható, hogy adott pillanatban miért állt le a gép, és ez a későbbi elemzések alapjául is szolgál.

Az AMP rendszer lehetőséget nyújt arra is, hogy egy adott gép teljesítményét összehasonlíthassuk a gyártósor többi gépével. Ez a funkció segíthet további optimalizálási lehetőségek feltárásában: például, ha az egyik gépet sokkal gyakrabban kell takarítani, könnyen kiderülhet, hogy nem megfelelően helyezik be a munkadarabot, vagy más szervezési problémák állnak fenn. Így a rendszer hozzájárul a hatékonyság növeléséhez és a veszteségek csökkentéséhez, hiszen a valós idejű adatok alapján gyorsabb és megalapozottabb döntések szülehetnek.

Az AMP alapesetben az alábbi előre definiált gépállapotokat különbözteti meg:

1. Termelés
2. Műszaki zavar
3. Szervezeti zavar
4. Leállás műszaki vagy szervezeti ok nélkül
5. Gép kikapcsolva
6. Ismeretlen állapot

Az AMP konfigurációs modulja lehetővé teszi ezeken felül egyedi gépállapotok létrehozását is.



2. ábra: Gépállapot konfigurálása

A gépkihasználtság mérése egyfajta digitális rendszerfigyelésként értelmezhető, amely információt nyújt arról, hogy a szerszámok milyen arányban vannak tényleges használatban, illetve tétlenül a műhelyben. Például, ha egy gép napi egy órát üzemel, miközben nyolc órás kapacitással rendelkezik, a rendszer képes jelezni, hogy működési anomália áll fenn – legyen szó munkaerőhiányról vagy túlzott állásidőről. Az AMP ebben a naplózásban segít: pontosan rögzíti, mikor, mennyit és hogyan dolgozik a gép. Az OEE mutató pedig olyan, mint a digitális elemző összesített értékelése: mennyire volt hatékony az adott nap. Ha a gép sokat állt, hibázott, vagy

lassan termelt, az rögtön látszik a kimutatásokban. Így az üzemvezető nemcsak visszanezhet, hanem előre is tervezhet – mikor kell karbantartani, mikor érdemes új munkát szervezni. A cél mindig az, hogy a szerszám ne csak ott legyen, hanem dolgozzon is – hatékonyan, megbízhatóan.

Az automatikus gépállapot-feltöltés olyan, mintha a gépkezelők folyamatosan jelentenék a rájuk bízott gépekről, hogy mikor termelnek, mikor hibásodtak meg, vagy mikor álltak kihasználatlanul. Nem kell többé jegyzetelnie vagy találgatnia – minden adat valós időben, pontosan és megbízhatóan kerül a naplójába. Ez a rendszer kiküszöböli az emberi mulasztásokat, hiszen nem az operátoroknak kell manuálisan rögzíteniük az állapotokat. Az automatikus adatküldés révén a vezető azonnal látja, ha valami nem működik optimálisan, így gyorsabban tud reagálni. A valós idejű monitoring lehetővé teszi a hatékonyabb döntéshozatalt, és segít megelőzni a hosszabb leállásokat. Emellett az automatikusan gyűjtött adatok alapján részletes elemzések és OEE riportok készíthetők, amelyek támogatják a folyamatos fejlesztést. Így a műhely nemcsak működik, hanem egyre jobban teljesít.

2.5.1 OEE KPI

Az OEE (Overall Equipment Effectiveness) mérése az egyik legfontosabb mérőszám a gyártási hatékonyság objektív értékelésére. Az OEE három fő tényező szorzataként számítható ki.

1. Rendelkezésre állás: azt mutatja meg, hogy a gép a tervezett működési időhöz képest mennyit volt ténylegesen működésben.
2. Teljesítmény: azt méri, hogy a gép a maximális kapacitásához képest a valóságban mennyit termelt.
3. Minőség: azt mutatja, hogy a legyártott termékek közül hány volt hibátlan.

OEE képlet (Összesített gépheatékonyság)

Rendelkezésre állás (Availability):

$$A = \frac{\text{gyártási idő}}{\text{tervezett idő}}$$

Teljesítmény (Performance):

$$P = \frac{\text{legyártott darabszám} \times \text{célciklusidő}}{\text{gyártási idő}}$$

Minőség (Quality):

$$Q = \frac{\text{jó darab}}{\text{összes darab}}$$

OEE (Összesített gépheatékonyság):

$$OEE = A \times P \times Q = \frac{\text{gyártási idő}}{\text{tervezett idő}} \times \frac{\text{legyártott darabszám} \times \text{célciklusidő}}{\text{gyártási idő}} \times \frac{\text{jó darab}}{\text{összes darab}}$$

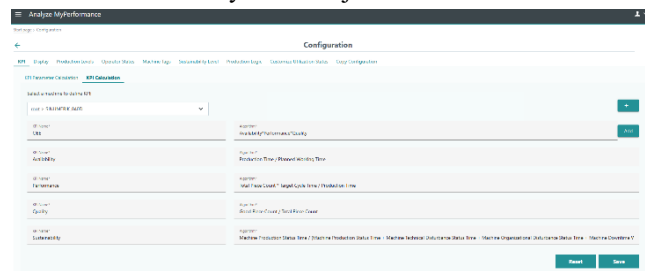
3. ábra: OEE formula

Az OEE KPI mérése azért fontos, mert objektív képet ad a gyártási folyamatok hatékonyságáról, és segít azonosítani a veszteségforrásokat. Ha egy gép nem működik elég ideig, túl lassan termel, vagy sok selejtet gyárt, az OEE mutató ezt egyértelműen megmutatja. Ezáltal a vezetés nem érzések vagy becslések alapján hoz döntéseket, hanem konkrét adatokra támaszkodva. Az OEE lehetővé teszi a különböző gépek, műszakok vagy üzemek összehasonlítását, így könnyen felismerhetők a lejobban teljesítő egységek és a fejlesztésre szoruló területek. A KPI rendszeres mérése támogatja a folyamatos fejlesztést, és segít abban, hogy a

termelés ne csak működjön, hanem optimalisan és költséghatékonyan működjön. Végül soron az OEE egy olyan iránytű, amely segít a gyártásban a hatékonyság felé vezető úton.

Ezáltal az AMP nemcsak azt mutatja meg, hogy a gép dolgozik-e, hanem azt is, hogy miért nem, és hogy az operátor aktív-e vagy sem. Ez kulcsfontosságú a hatékonyság növeléséhez és a veszteségek csökkentéséhez.

Az AMP /OEE modul a Siemens Mcenter Machinum rendszerében valós idejű adatokat gyűjt a gépek működéséről és az operátorok tevékenységéről, így átláthatóvá teszi a gyártási folyamatokat. A rendszer automatikusan érzékeli, hogy a gép működik-e, áll-e, illetve, ha nem üzemel, az okot is rögzíti – legyen szó technikai hibáról, anyaghiányról vagy emberi tényezőről. Az OEE mutató segítségével a termelés hatékonysága objektíven mérhető, ezáltal támogatva a veszteségek csökkentését és a folyamatos fejlesztést.



4. ábra: OEE számítás SINUMERIK vezérlőn

3 KONKLÚZIÓ

A Siemens Mcenter platform bevezetése a CNC megmunkálásban nem csupán technológiai fejlesztést jelent, hanem egy szemléletváltás révén versenyelőnyt is a modern gyártóvállalatok számára. Az esettanulmányok alapján egyértelműen látszik, hogy a digitalizáció alapvetően átalakítja a mindennapi munkafolyamatokat: csökkenti a humán hibázás lehetőségét, növeli az adatintegritást, és jelentősen javítja a termelés átláthatóságát. A sziget-szerű rendszerek integrálásával és papíralapú megoldások kiváltásával a szerszámok és NC programok kezelése gyorsabbá, pontosabbá és visszakövethetővé válik. Az OEE mutató és a gépkihasználat valós idejű monitorozása révén pedig a veszteségforrások gyorsan azonosíthatók, a termelés optimalizálható, és a minőségbiztosítás is magasabb szintre emelhető. Ez nemcsak a gépkezelők munkáját könnyíti meg, hanem a vezetőség számára is objektív, valós idejű információkat biztosít a döntéshozatalhoz.

Az esettanulmányok rávilágítottak arra, hogy a digitalizáció nem elméleti fogalom, hanem a mindennapi termelés szerves része. Az ipari példák alapján belátható, hogy az új technológiák és megközelítések konkrét, mérhető előnyöket kínálnak a gyártási folyamatok optimalizálásában, a minőségbiztosításban és a hatékonyság növelésében.

Az evosoftnál – a Siemens leányvállalataként – több mint 15 éve veszünk részt aktívan ennek a rendszernek a fejlesztésében. Az ez idő alatt felhalmozott tapasztalatainkra építve néhány éve már az Mcenter-hez

kapcsolódóan technikai tanácsadást, egyedi megoldásokat és üzembe helyezési szolgáltatásokat is kínálunk. Partnereink a legkülönbözőbb ipari területeken termelnek, vannak köztük világmárkák, és kevésbé ismert vállalatok is. Jelenleg is futnak projektjeink energetikai, autóiipari és élelmiszeripari cégeknél, valamint közúti és vasúti hajtásrendszereket, illetve elektromos szerszámokat gyártó vállalatoknál is. A különbözőségek mellett mindegyik projektben közös, hogy a megoldás részleteit mindig az ügyféllel együtt dolgozzuk ki az egyedi igényei alapján, így a bevezetés során felmerülő kihívásokra valóban testreszabott megoldást tudunk kínálni.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Siemens AG: Mcenter Platform – Official Product Documentation <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/topic-areas/digitalization/mcenter.html>
- [2] Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013): Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group.
- [3] Finkenzeller, K. (2010): RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication. Wiley.
- [4] Altintas, Y. (2012): Manufacturing Automation: Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations, and CNC Design. Cambridge University Press.
- [5] Schwab, K. (2016): The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum.