

CAD/CAM alkalmazások integrációja forgácsolt alkatrészgyártásba

The integration of CAD/CAM applications into cutted component production

GEIER Norbert, demonstrátor

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gyártástudomány és –technológia Tanszék, Budapest,
1111. Egry József utca 1. T épület IV. emelet, tel.: +3630/891-88-21,
e-mail: geiernorbert92@gmail.com

Abstract: On the field of manufacturing technology a huge development can be seen in the last decades in the NC program writing that controls the forming in the NC-controlled machine tool. Nowadays the computer-aided manufacturing (CAM) softwares are widely used in simulations and in program designing, thus the NC program writing got easier and quicker. The medium-size companies who produce machined components in small and medium-size series are still very skeptical in the necessity of establishing and using CAD/CAM softwares. The advantages and the beneficial features of the softwares are well-known, but they are relative and we can not calculate them properly. The base of my research was given from a concrete industrial task, which was to analyze the possible benefits and the efficiency of the CAD/CAM systems. For the analyzing tasks first I had to do a casework in which I designed the NC program using the CAD/CAM software and manually as well. Then I compared the two methods concerning the outgoing time and the expenditures of the program writing. This way I am able to draw the consequences of the CNC program designing using the CAM software, and I have information about the efficiency of its usage.

Összefoglaló: A gépgyártástechnológia területén az utóbbi évtizedekben az NC vezérlésű szerszámgépekben történő megmunkálásokat megvalósító NC programok írása folyamatos fejlődésen ment keresztül. Manapság már általánosan alkalmazzák a CAM alapú CNC programtervező és szimulációs szoftvereket, amelyek révén nagymértékben felgyorsultak és leegyszerűsödtek az NC programok írásai. Az egyedi és kissorozatban forgácsolt alkatrészeket gyártó középvállalkozások azonban mind a mai napig szkeptikusan állnak a CAD/CAM rendszerek bevezetésének és használatának szükségességéhez. A szoftverek forgalmazói sok jó tulajdonságot hangoztatnak, ám ezek relatívak és a legkevésbé sem számszerűsíthetők. A cikkben szereplő kutatás alapját egy konkrét ipari megkeresés adta. A megkeresés alapfeladata volt kielemezni a személyi számítógépen futtatható CAD/CAM rendszerek alkalmazásának hatékonyságát a kissorozatgyártásban érdekelt cégek körében. Az elemzési feladatok végrehajtásához először egy esettanulmányt kellett készíteni, mely esettanulmányban egy munkadarab NC programja készült el manuálisan és CAD/CAM rendszer alkalmazásával. A két megoldást összehasonlítottam ráfordítási idő, illetve programírási költség szempontjából is, majd az elemzés eredményeként következtetéseket vontam le a CAM alapú CNC programtervező és szimulációs rendszerek alkalmazásának hatékonysága területén.

Kulcsszavak: CAD, CAM, CNC, kissorozatgyártás, programozás

1. BEVEZETÉS

A CAD/CAM szoftverek használata napjainkra szinte elengedhetlenné vált azon forgácsoló cégek számára, melyek tömeges mennyiségben gyártják a több mint 2,5D-s megmunkálói igényeket megkövetelő alkatrészeket. A számítógéppel segített tervező (CAD) és gyártó (CAM) szoftverek olyan soktengelyes megmunkálási stratégiák kidolgozását támogatják, melyek szükségesek az olyan

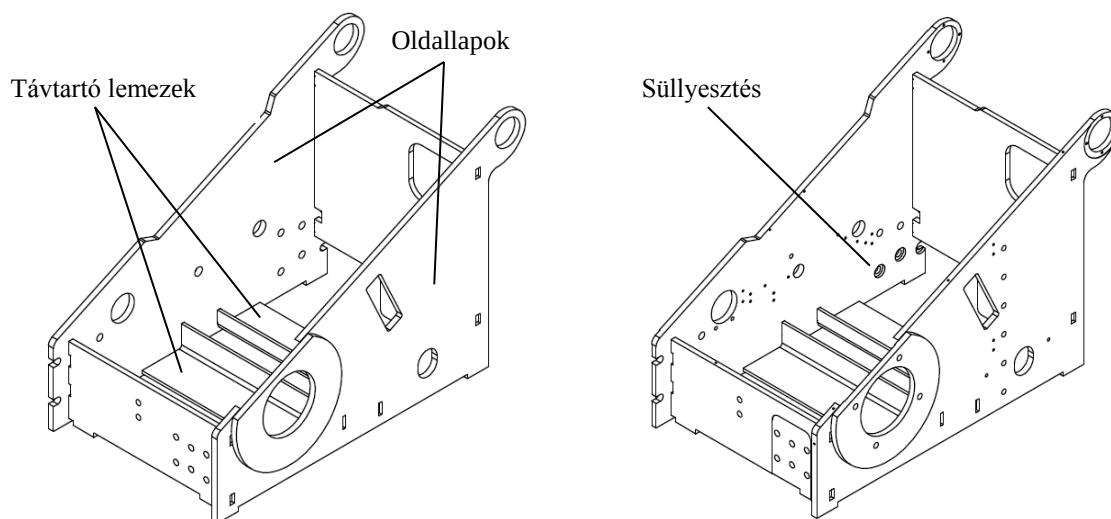
alkatrészek előállításához, amelyeknek a gyártását hagyományos szemlélettel és módszerekkel nem lehetett egzaktnak megoldani.

Az egyedi és kissorozatban forgácsolt alkatrészeket gyártó középvállalkozások jellemzően megriadnak a CAD/CAM alapú gyártás viszonylag magas beruházási és üzemeltetési költségeitől. Az aggodalom származhat egyrészt a nem megfelelő informáltságból (CAM által képviselt technológiai repertoár, programismeret hiánya stb.), másrészt a nem megfelelő jövőképből. A tévesen túlbecsült beruházás megtérülésének időtartama és a rendszer hibátlan, pontos működésében való bizalmatlanság elegendő okot adhat egy középvállalkozásnak, hogy ne vezesse be a CAD/CAM alapú gyártást. A cikkben bemutatásra kerül egy magyarországi (fém-forgácsoló) középvállalkozás kérésére elkészült esettanulmány kivonata, mely esettanulmányt TDK dolgozatként a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki karán, a gépgyártástechnológia szekcióban megvédtem [1]. Az esettanulmányban egy konkrét munkadarab gyártásán keresztül rávilágítok arra, hogy a CAM szoftver segítségével elkészült NC program vezérelt gyártás költség- és idővonzatai testhezállók, mint a hagyományos módszerrel tervezett és írt NC program vezérelt gyártásé.

2. GYÁRTÁSTERVEZÉS

A kutatás során megterveztem az 1. ábrán látható hegesztett gyártmánynak a műveleti sorrendjét: Az S235 szerkezeti acéllemez táblából lézerrel ki kell vágni az egyes munkadarabokat, majd a távtartó lemezeket él hajlítással tovább kell alakítani. Hegesztés előtt azonban az egyik oldallapon egy süllyesztési műveletet kell végrehajtani, mert azt a már összehegesztett gyártmány esetében már nem lehet elkészíteni (pozíciójából adódóan). Az elkészült alkatrészeket ezután összehegesztik. A hegesztés után további forgácsoló megmunkálásokra van szükség (fúrás, menetfúrás, furatbővítés, síkmarás), melyekkel készre munkálható a gyártmány. A forgácsoló megmunkálások nagy részét egy függőleges főorsójú, A-tengelyes forgóasztallal ellátott megmunkáló központban végzik el. (Nincsen a cégnek vízszintes főorsójú megmunkáló központja, holott azzal célszerűbb lenne a megmunkálás.)

A műveleti sorrendterv elkészítése után megterveztem a forgácsolási műveletelemekhez tartozó műveleti utasítást. Majd egyazon műveleti utasítás alapján elkészítettem a forgácsoló megmunkálásokat vezérlő NC programokat manuális és számítógéppel segített módszerrel is. A két módszerrel történő programot és programozást összehasonlítottam. Mind manuális, mind számítógéppel segített esetben az NC programstruktúra megegyezik. Egy főprogram tartalmazza az öröklődő előkészítő funkciók mellett a forgóasztal egyes indexelt állapotait és a forgóasztal állásokhoz tartozó alprogramok hívását. Az alprogramok tartalmazzák az egyes oldalak készre munkálásához szükséges kapcsolási, technológiai és mozgásinformációkat. A két módszerrel készített NC programokat és programozást csak az alprogramokra vonatkozóan hasonlítottam össze, a főprogramot a rövid terjedelme miatt elegendő volt egyszer, manuálisan megírni.



1. ábra: Gyártmány a forgácsoló megmunkálás előtt (balra), és után (jobbra)

3. MANUÁLIS ÉS CAM ALAPÚ NC PROGRAM ÉS PROGRAMOZÁS ÖSSZEHAISONLÍTÁSA

Az egyes módszerek (CAM/manuális) segítségével más a használható technológiai repertoár, más a problémamegoldás menete és ideje, mások a biztonsági és rugalmassági feltételek, mások a prezentálhatósági lehetőségek. Ezen összehasonlítási szempontokkal együtt jár a különböző megoldások költségvonzata. Ezeket a költségeket módszerenként összegeztem, majd a végső összehasonlítás eszközévé használtam.

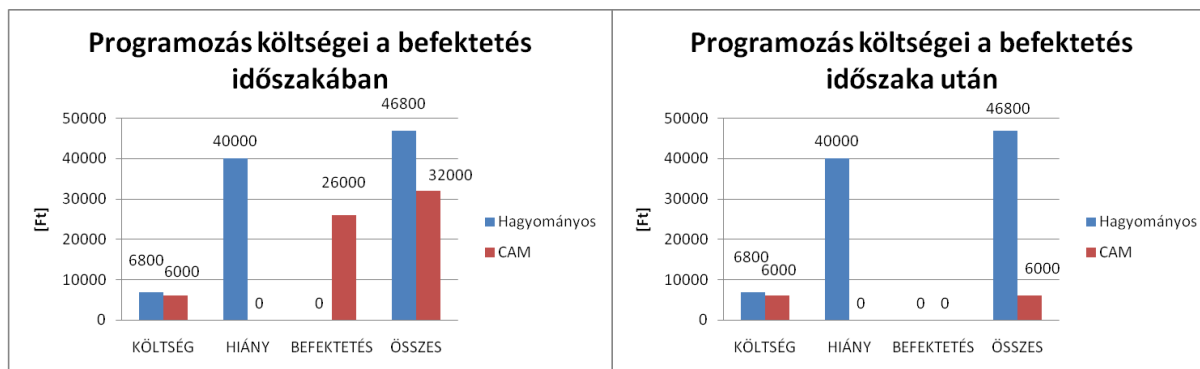
3.1. Programozásra fordított idő és költség

A manuális programozás során legtöbbször a gépkezelő a szerszámgép mellett, vagy a szerszámgéphez tartozó tasztatúrán írja meg az NC programot. Mindkét esetben (tekintve, hogy egy szerszámgéphez egy gépkezelő tartozik) a programozás során a szerszámgép áll, azaz nem képes megmunkálást végezni. A programozásra fordított idő tehát kihatással van a szerszámgépre is, így a költségszámításnál a gépkezelő óradíjából származó kiadáshoz hozzá kell rendelni a szerszámgép állásából származó költségeket.

A számítógéppel segített NC programozás a szerszámgéptől elszigetelve, egy asztali számítógépnél történik. A szoftverhasználatot egy mérnök végzi, vagyis a szerszámgép a programozás ideje alatt is képes megmunkálást végezni. Így a szerszámgép állásából adódó bevételtől való esés nem jelentkezik. A költségszámolásnál azonban a CAD/CAM rendszerek bevezetésével járó összegeket is meg kell határozni egy munkadarabra vonatkoztatva:

$$K_{ber}^1 = \frac{K_{ber}}{N} = \frac{K_{CAD} + K_{CAM} + K_{poszt} + K_{PC}}{T n_t}, \text{ ahol:} \quad (1)$$

K_{CAD} a CAD szoftver ára, K_{CAM} a CAM szoftver ára, K_{poszt} a posztprocesszor ára, K_{PC} a személyi számítógép ára, $T=3$ év a beruházás tervezett megtérülési ideje, n_t pedig a megrendelések száma évente. A programozás költségeit összefoglaltam a 2. ábrán.



2. ábra: Programozás költségei a beruházás megtérülése előtt és után

3.2. Megmunkálási idők

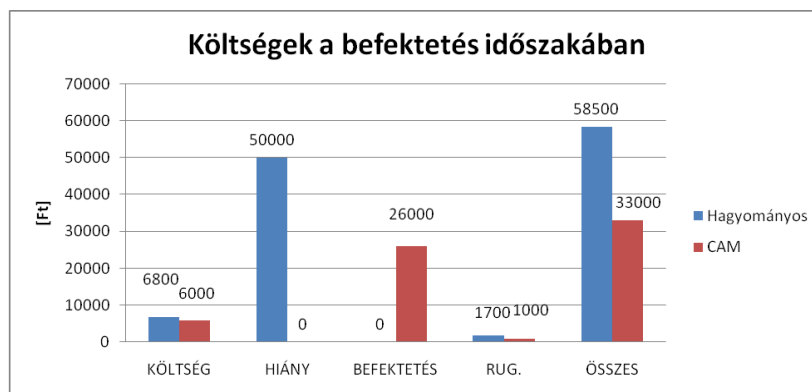
A manuálisan és a CAM alapú CNC programtervező szoftverrel írt megmunkálást vezérlő NC programok lefutási ideje közti különbség 40 másodpercre (differencia: 4%) adódott. A szerszámgép óradíjára vonatkoztatva ez a különbség elhanyagolható, hiszen egyedi és kissorozatgyártásnál nem társítható nagy költségvonzat pár másodperces idődifferenciához. Megmunkálási idők és költségvonzatai tekintetében tehát elhanyagolható a különbség a két NC program futtatása tekintetében.

3.3. Rugalmasság

Akkor mondjuk egy programozási módszerre, hogy rugalmas, ha a megváltozott technológiai és/vagy geometriai paraméterek szerint a meglévő NC program alapján gyorsan előállítható az új igényeket kielégítő NC program. A rugalmasság mértéke az átállás idejével arányos. A rugalmasságot úgy modelleztem, hogy megfogalmaztam egy feladatot: Az NC programok mindegyikében a Z címhez tartozó értékekhez hozzá kell adni egyet. A feladatmegoldás során feljegyeztem, hogy mennyi időbe tellett az egyes módszerek esetén a módosítás. Manuális programozáskor egyesével az összes koordinátaértéket átírtam. Ez a művelet egy órámba telt. CAM-ben ugyanezt a feladatot húsz perc alatt sikerült elvégezni. A rugalmassága a CAM módszernek így háromszorosa a manuálishoz képest (ehhez a feladathoz). Így a többletköltsége a manuális programozásnak 700 Ft, plusz 10 000 Ft szerszámgép állásából adódó bevételkiesés.

Könnyen belátható, hogy minél bonyolultabb a gyártmány, minél több programsor írja le a gyártását, minél nagyobb volumenű a módosítási feladat, annál nagyobb a rugalmasságarány a két módszernél.

A programozásra fordított idő költségvonzata, a szerszámgép állásából adódó bevételkiesés, a CAD/CAM beruházás költsége és a rugalmatlanságból adódó költségek a 3. ábrán láthatóak összefoglalva az 1. ábrán látható gyártmányra vonatkoztatva. A két módszerrel történő NC programozás közül egyértelműen a CAM alapú NC programozás az optimális.



3. ábra: Kiterjesztett programozás költségei a befektetés időszakában

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Az esettanulmányban szereplő gyártmány esetében a megmunkálást vezérlő NC programot hagyományos és számítógéppel segített módszerrel is elő lehetett állítani, így a két programozási módszer költség hatékonysága összehasonlíthatóvá vált. Összefoglalásképpen elmondhatjuk, hogy a két vizsgált NC program generálási módszer közül a CAM alapú CNC programtervező és szimulációs rendszerek alkalmazása az optimális.

A cikkben szereplő kutatások első fázisának célja egy technológia- és költségközpontú gyártásdokumentáció elkészítése volt, melyben javaslatot kellett tennem a megbízó vállalkozásnak, hogy érdemes-e bevezetniük a CAD/CAM alapú gyártást. A kutatások következő fázisában egy tengelyszimmetrikus alkatrészre vonatkoztatva is elkészítettem az egyes NC programozási módszerek hatékonysági vizsgálatát, hogy teljesebb képet kaphassunk a CAM alapú CNC programtervező és szimulációs rendszerek alkalmazásának hatékonysága területén.

5. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Geier Norbert: CAD/CAM alkalmazások integrációja forgácsolt alkatrészgyártásba, TDK, 2013.
- [2] Dr. Szegh Imre: Gyártástervezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, jegyzet, 2011.
- [3] Dr. Mátyási Gyula- Sági György: Számítógéppel támogatott technológiák, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2012.
- [4] Dr. Mátyási Gyula: NC technológia és programozás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2001.