

KUTATÁSI EREDMÉNYEK AZ ALAKÍTÁSI FOLYAMATOK NUMERIKUS MODELLEZÉSE TERÜLETÉN

RESEARCH RESULTS IN THE FIELD OF NUMERICAL MODELLING OF FORMING PROCESSES

Lukács Zsolt*

ABSTRACT

In this paper, we provide an overview of developments in the field of numerical modelling of forming processes over the last decade based on the industrial research projects of our Institute.

Basically, there are three challenging areas of development in this research field. The first of them is comprehensive design process planning. The second is compensation of springback and their strategies. This publication provides an overview of our activities in these areas through industrial examples.

1. BEVEZETÉS

A Miskolci Egyetem Anyagszerkezzetani és Anyagtechnológiai Intézetében komoly hagyománya van az alakítási folyamatok numerikus modellezéssel történő elemzésének. Az Intézetünk ezen a területén dolgozó kollégái, az alakítástechnológiai folyamatok ilyen módszerrel történő elemzésének elterjedésével egy időben kezdtek a terület iránt érdeklődni és kutatásokat végezni. A kor mindenkori színvonalának megfelelő számítógépi szoftver- és hardverkörnyezet segítségével számos figyelemreméltó eredmény született az utóbbi évtizedekben az alakítási folyamatok modellezése területén. Az intézet jogelődjének a Mechanikai és Technológiai Tanszék alapításának 60. évfordulójára megjelent GÉP különszámban [1] a szakcsoporthoz akkor vezetése áttekinthette az addig a területen született ipari K+F munkákat, amelyeket a numerikus modellezés támogatásával sikerül megoldani. Az utódoknak ezért egy kellemes kötelessége továbbírni a történetet és áttekintést adni a rájuk eső évtizedek e területen végzett tevékenységeiről.

Mint ahogy a mérnöki tevékenységek minden területe, így az alakítási folyamatok numerikus modellezése is a folytonos fejlődés miatt folyamatosan változik. A 2000-es évek elejére kialakultak azok a piacvezető, célterületre orientált számítógépi alkalmazások, amelyek az ipari gyakorlat számára megfelelő pontossággal lehetővé tették, hogy az egyes szerszámkonceptiókat még a szer-

számelemek fizikai legyártása előtt egy virtuális környezetben ellenőrizhessük le. Ennek eredményeként a technológiai- és szerszámtervezés területének az ún. „próbálkozz és korrigálj” módszere a fizikai szerszám-módosítások helyett egy virtuális környezetben zajlott, növelve ezzel a költséghatékonyságot és csökkentve a szerszámépítés időszükségletét.

A 2010-es évek elejére az autóipar, mint a lemezalakító szerszámok egyik legnagyobb felhasználója, a folyamatos innovációs versenyben oda jutott, hogy az ún. virtuális szerszámpróbákra fordított időt is minimalizálni kívánta. Ezzel még intenzívebbé téve a szerszám koncepcionális kialakítására fordított fejlesztési idő csökkentését. Elérkezett az alakítási folyamatok modellezésének egy olyan korszaka, ahol már nem volt elég a szoftver részéről megfelelő pontossággal modellezni az alakítási folyamatokat, hanem egy előre meghatározott technológiafejlesztési ívet követve a próbálkozások helyett tudatosan történik az optimális technológiai- és szerszámkonceptió kialakítása. Az évtized végére napi rutinná vált a szerszámüzemekben az ún. Szisztematikus folyamatfejlesztés (*Systematic Process Improvement-SPI*) az AutoForm szoftver SPI moduljának használatával, aminek egy alkalmazási példáját mutatjuk be a 2. fejezetben.

Az alakítási folyamatok numerikus modellezésének az utóbbi évtizedben egy másik intenzíven fejlődő területe a lemezek szerszámnyitást követő visszarugózásának numerikus modellezése és ebből kiindulva visszarugózásra geometriai módszerrel kompenzált szerszámfelületek előállítására, még a gyártási fázis előtt. Ennek különösen nagy jelentősége van az autóipar nagyméretű karosszéria paneljainak technológiai és szerszámtervezése területén. a 3. fejezetben az e területen végzett modellezéseink tapasztalatait foglaljuk össze.

Bár ebben a publikációban nem részletezzük, de az utóbbi évek egyik intenzíven fejlődő területe, az autóiparban a tömeggyártásban történő bevezetés kapujában lévő új innovatív alakítási eljárások (PHS[®], HFQ[™]) numerikus modellezésének kérdései. Ennek eredményeit számos cikkünkbe mutattuk már be [4], de itt tartalmi korlátok miatt nem térünk ki rá.

* egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Anyagszerkezzetani és Anyagtechnológiai Intézet

2. SZISZTEMATIKUS FOLYAMAT-FEJLESZTÉS A LEMEZALAKÍTÁSBAN

Amint a Bevezetésben is említettük az alakítási folyamatok modellezése területén napjaink kihívásai már nem korlátozódnak csak pusztán a szerszámban lejátszódó folyamatok modellezésére. A célterület piacvezető szoftvereinek, már sokkal komplexebb követelményrendszernek kell megfelelniük. ebben a fejezetben egy konkrét ipari alkatrész technológia fejlesztésén keresztül mutatjuk be a szisztematikus folyamatfejlesztés filozófiáját.

Az un. „próbálgass és korigálj” iteratív tervezési elvnek számos hátránya fogalmazható meg:

- többszöri technológiai módosításokat igényel,
- többszöri eredményértékelést igényel,
- az átláthatóság és megismételhetőség hiánya,
- nehéz szabványosítani a mérnöki folyamatot,
- nehéz megtalálni az optimális megoldást.

Ezen hátrányokkal szemben egy átlátható logikai ív mentén felépülő tudatos technológiai fejlesztés (SPI) elvitathatatlan előnyei a következők:

- szisztematikus megközelítés próbálkozások helyett,
- reprodukálható eredmények „szerencsés találatok” helyett,
- csökkenthető az eredmények értékelésének szubjektivitása,
- a lehető legjobb technológiai változat megtalálása egy csak jó technológiai változattal szemben,
- csökken a fejlesztése fordított idő.

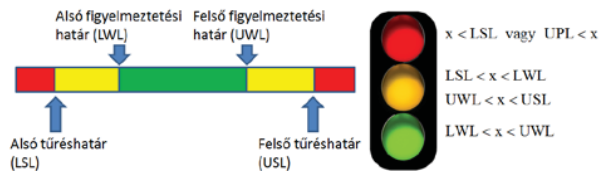
Az alapvető különbséget az jelenti a kétféle megközelítés között, hogy az un. elsődleges modellezések eredményváltozói az egyes bemeneti változók egy konkrét értékhez kerülnek kiszámításra. Ezt követően elemezzük az eredményeket és az eredmények tudatában módosítunk a bemeneti paraméterek értékeken. Ezt folyamatosan addig ismétljük, amíg az eredményváltozók kielégítik az előzetesen megfogalmazott átvételi követelményeket. Az így kapott nagyszámú eredményfájl és az abban található információk menedzselése meglehetősen nehéz.

Ezzel szembe a szisztematikus folyamatfejlesztés során a bemeneti paraméterekhez nem konkrét értéket, hanem egy értéktartományt rendelünk, amin belül a szoftver egy belső algoritmus szerint folyamatosan változtatja a bemeneti paraméter értékét. Ennek eredménye egy modellezési eredmény sorozat, ami automatikusan számítja ki az alkalmazás. A számítási folyamat végén egy fájlban foglaltan jelennek meg a különböző számítási eredmények. A változó bemeneti paraméterek egy felületen összefoglalva, az előzetesen beállított tartomány határok között, tetszőlegesen változtathatók és azok eredményváltozóikra vonatkoztatott hatása azonnal megjelennek a grafikus felhasználói felületen. Ezen folyamatot jól szemlélteti az 1. ábra.



1. ábra. Az AutoForm SPI logikai felépítése

A szisztematikus folyamatfejlesztéssel szoros összhangban van a kiértékelés szubjektivitását kiküszöbölő automatikus kiértékelő modul, ami az un. jelzőlámpa koncepcióra épül (*Traffic Light Concept*). A végeselemes modellező szoftverek mindenki által ismert sajátossága, hogy az egyes eredményváltozók térbeli eloszlása a vizsgált geometrián egy színskálára alapozva jelenítik meg. A színskála alsó és felső határa legtöbbször az eredményváltozók globális maximumához és minimumához vannak hozzárendelve. Ennek a szemléletnek a technológus szempontjából nézve az egyik hátránya, hogy önmagában az eredményváltozó értéke a technológiai megítélésénél nem releváns. Azt kell ismerni, hogy a megjelenített érték a követelményrendszerben megfogalmazott tartományhoz képest hol helyezkedik el. Ezen változatot a jelzőlámpa koncepció, aminek értelmezést mutatja a 2. ábra.



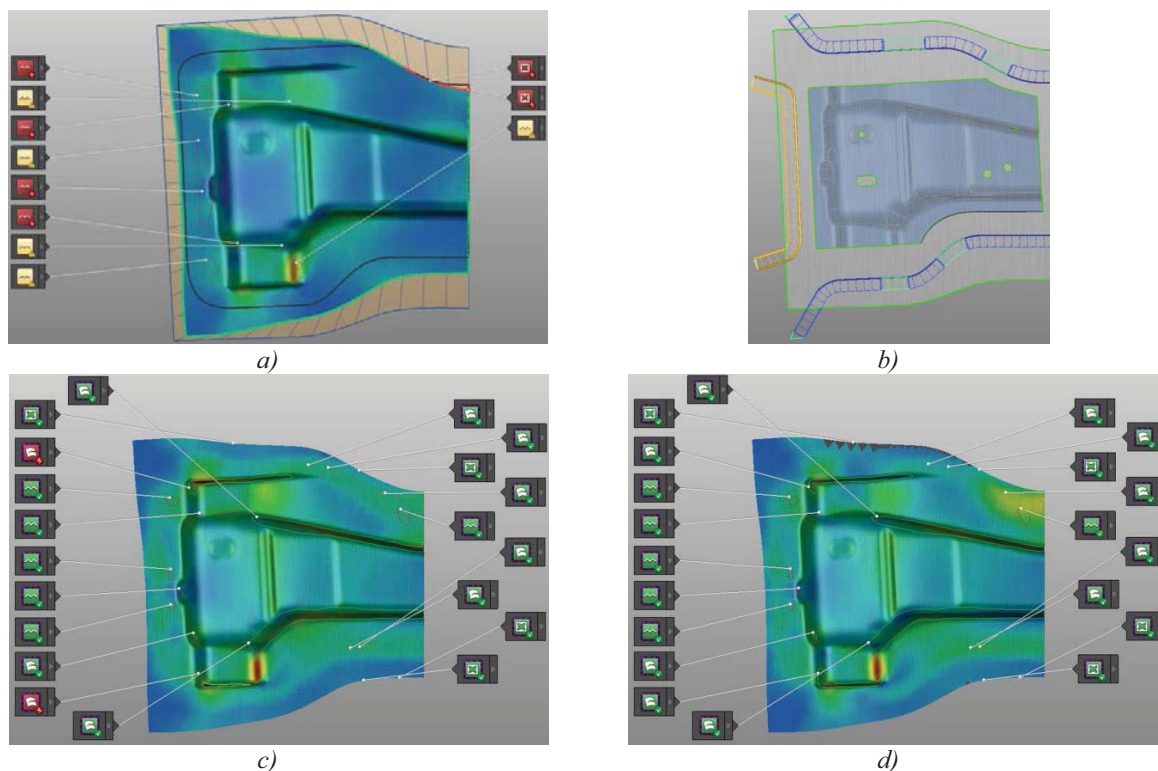
2. ábra. A jelzőlámpa koncepció értelmezése

Egy adott eredményváltozó értékének tekintetében a gyakorlatban mindig egy tartományt határoznak meg. A tartomány határain (alsó tűréshatár - LSL és felső tűréshatár - USL) belüli értékek megfelelőek. Ehhez a zöld jelzést rendelik a jelzőlámpa koncepcióban. A tartományon kívüli értékek a piros színjelölést kapják. Ha közelítünk a határértékekhez az a technológusnak egy figyelmeztetést jelent, mert bármilyen kisebb zavar, már tűréshatár átlépést okozhat. Ezért az alsó és felső tűréshatárok előtt un. figyelmeztetési határokat jelölnek ki (alsó figyelmeztetési határ - LWL és felső figyelmeztetési határ - UWL) és ehhez a sárga színt rendelik. Ha ezeket a határokat a technológia minősítése végett előzetesen rögzítjük, akkor az egyes eredményváltozókhoz az értékükön túl a tűrésmezőhöz viszonyított helyzetük is egyszerűen megjeleníthető. Ezzel a módszerrel az eredmények kiértékelése automatizálható.

Mind a szisztematikus folyamatfejlesztés, mind a jelzőlámpa módszer jobban megismerhető egy konkrét alkatrész technológiai fejlesztésén keresztül [2].

A 3. ábrán egy autóiipari lemezalkatrész (B-oszlop merevítő elem) alakítási modellezésének eredménye látható az első húzási művelet után. Jól megfigyelhető a terítékkontúr változása az alakadás hatására. A 3. ábra a) részletén az ún. elsődleges modellezés eredménye látható. Az automatikus kiértékelést elvégezve az alakítástechnológiai szempontból releváns eredményváltozókra (szakadás, vékonyodás, ráncosodás, terítékkontúr behúzás) megállapítható, hogy adott technológiai bemeneti paraméterek mellett az alkatrészen ráncosodott területek és a körülvágási kontúrhoz képest jobban behúzott terítékkontúr jelentkezik.

Ennek javítására a 3. ábra b) részletén bemutatott húzóborda koncepciót fogjuk alkalmazni. Ettől azt várjuk, hogy a ráncokat és a teríték kontúrbehúzási hibákat is kiküszöböli. A teríték egyes részeinek bordákkal történő visszatartása viszont az alkatrész egyes területein túlzott elvékonyodásokat esetleg szakadásokat okoznak. Ezért ha bordákat alkalmazunk, akkor azok geometriai kialakítása (ezzel egyenértékű visszatartó hatása) az egyes helyeken különböző is lehet. Így a szerszámtervezőket ez a megoldás egy olyan többkörös iterációs tervezési folyamatba kényszeríti, ami a „próbálgass és korrigálj” módszerrel előre nem becsülhető fejlesztési időt jelent.



3. ábra. A hibahelyek és hibafajták megjelenítését mutató címkék változása az AutoForm SPI modellezés során

Erre nyújt megoldást a szisztematikus folyamatfejlesztés. Elsőként a 3. ábra b) részletén bemutatott húzóborda koncepcióhoz azonos bordageometriai kialakítást társítunk. Ezzel modellezést végzünk, aminek eredménye a 3. ábra c) részletén látható. Az automatikus kiértékelés során a címkékhez rendelt eredményváltozók 3. ábra a) részletéhez képest a túrésmezőn belülre kerülnek (zöld színűre változnak). Azaz a várakozásainknak megfelelően a húzóborda a ráncokképződés megakadályozás és a túlzott teríték kontúr behúzás problémáit sikeresen megoldotta. De a magasabbra húzott falakon szakadásokat okoz. Ezt mutatja a 3. ábra c) részletén megjelenő piros színű címkék.

Ezt követően egy SPI modellezést készítettünk ahol az egyes bordaszakaszok geometriai kialakításával

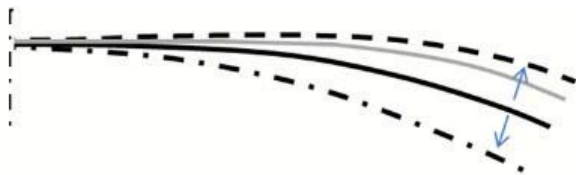
egyenértékű visszatartó faktor értékét két határérték között változtatható tartománnyá szélesítettük ki. Ezt követően a szoftver automatikusan variálva a bemeneti paraméter értékeket egy modellezési sorozatot hoz létre, amit a számítás után egyetlen adatfájlban foglal össze (ld. 1. ábra). Ezt megnyitva az egyes bordaszakaszok visszatartó faktor értékeinek változtatásával a szakadási helyek eltűnnek és a vékonyodások is a megengedett határértékek között lesznek. Ezt mutatja a 3. ábra d) részlete.

Ez a numerikus modellezési képesség messze túlmutat azon, hogy modellezzük a szerszámtervező kezébe egy előre definiált és így szabványosítható technológiafejlesztési megoldást ad.

3. VISSZARUGÓZÁS GEOMETRIAI KOMPENZÁCIÓJA

Lemezalkatrészek szerszámnyitás utáni visszaru- gó- zása egy, az alakadási kihívások megoldása utáni problé- mával állítja szembe az autói- pari lemezszerszámok tervezésével foglalkozó mérnököket. Az alap probléma a következő. A szerszám tervezése során az alkatrész 3D-s geometriai modelljét, a technológiai saját- ságok figyelembe vételével különböző felületi kiegészíté- sekkel látjuk el, ami az alapját képezi az aktív szerszám- elemek (bélyeg, matrica, ránc- tartó) geometriai modell- jének kialakításának. Ha az így elkészített szerszám- geometriával végezzük a modellezést, akkor a szerszámnyitást követő visszaru- gó- zás során a modellezett alkatrész geometriája és az alkatrész eredeti CAD modellje között eltérések lesznek. A célorientált numerikus modellező szoftverek a 2010-es években már realiztikusan tudták modellezni az alakítási szimulációt követő visszaru- gó- zást, az anyagmodellek fejlesztésének eredményeként. Ez jelentette az alapot ahhoz, hogy a visszaru- gó- zást a virtuális térben kompenzáljuk, így a szerszám- elemek fizikai gyártási folyamata, már egy olyan geometriával kezdődhetett el, ami visszaru- gó- zásra kompenzáltak.

A geometriai kompenzáció elve látható a 4. ábrán.



4. ábra. A geometriai kompenzáció elve

A 4. ábrán a folytonos fekete vonal jeleníti meg az al- katrész eredeti geometriáját. A visszaru- gó- zás numerikus modellezési eredménye a szaggatott fekete színű vonal. A kis nyíl a visszaru- gó- zás során az eltérést jeleníti meg az eredeti és a visszaru- gó- zott geometria között. Ez egy felület esetén egy pontról-pontra változó vektormező- t jelent. Ha ezzel a vektorral az eredeti geometriai mod- ellt a visszaru- gó- zás irányával ellentétesen módosítjuk, akkor a módosított szerszámfelületekkel végzett model- lezés visszaru- gó- zási eredményétől a módosítás előtti állapothoz képest kisebb eltéréseket várunk. Ezt szem- lélteti a 4. ábrán szürke színnel jelölt vonal. Ha az így kapott kisebb eltéréssel megismételjük a kompenzációt az eredeti modelltől mért geometriai eltérés az előze- tesen megfogalmazott tűrésmezőn belülre hozható.

Az autói- pari külső karosszéria panelek alakítását több lépésben hajtják végre. Egy általánosnak mondható műveleti sorrendterv a következő:

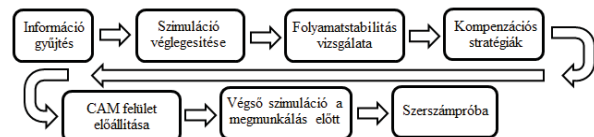
- Húzás, ránc- tartóval rendelkező szerszám- ban (D-20)
- Körülvágás szegmensek mentén, két lépésben (T-30, T-40)

Ezek a lépések egészülnek ki a virtuális térben a visszaru- gó- zás modellezésével (M-50).

A több műveletben készült alkatrészeknél a kompen- záció nehézsége, hogy az M-50 visszaru- gó- zási számítás eredményével melyik szerszám- elemet kompenzáljuk vissza. Csak az alakadót (D-20)? Akkor a vágási műve- letek (T-30 és T-40) feladó és leszorító szerszám- elemei változatlanok maradnak és a már kompenzált munkada- rab geometriát ők tovább alakítják, még ha kis mérték- ben is, de befolyásolva az eredményeket. Mindegyik művelet szerszám- elemeit? Ennek az a problémája, hogy a kompenzált alakadó szerszámokból (D-20) a nyitás utáni visszaru- gó- zott alkatrész már nem olyan alakú, mint az előző számításnál, de a további szerszám- elemek még az előző számítás eredményeivel vannak módosít- va. Összefoglalva, a kompenzáció eredményei nagyban függhetnek, az un. kompenzációs stratégiáktól. Ennek hatását vizsgáltuk egy konkrét autói- pari lemezalkatrész- sen, ami egy motorháztető belső lemezalkatrésze volt [3].

Az alkatrész technológiájának műveletei megfeleltek az általános problémafelvetés műveleteinek (D-20, T-30, T-40). A vizsgálat célkitűzése az volt, hogy tárjuk fel az ilyen jellegű alkatrész- ek geometriai kompenzációját miként befolyásolják a kompenzációs stratégiák megválasztása.

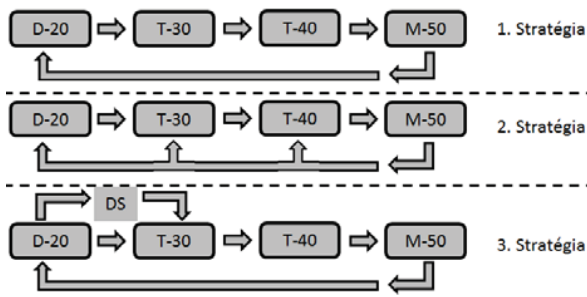
A virtuális térben (numerikus modellezéssel) végre- hajtott sikeres geometriai kompenzációhoz a kompen- zációs stratégiák megválasztása mellett az 5. ábra logi- kai lépései is elengedhetetlenek.



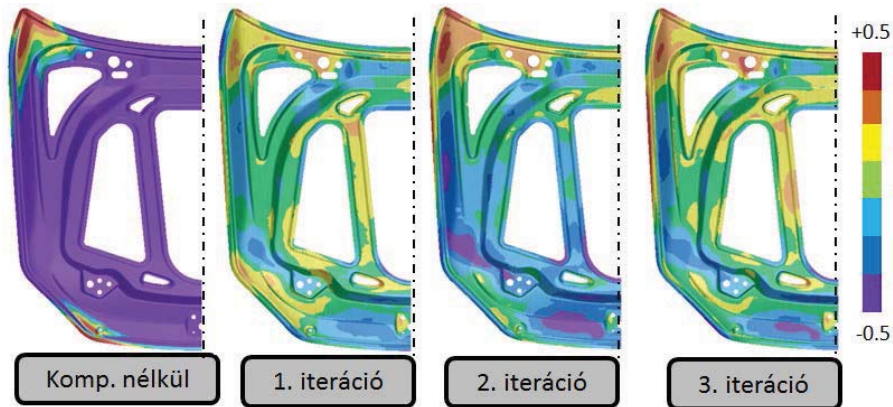
5. ábra. A geometriai kompenzáció menete az AutoForm rendszerben

Az első és legfontosabb, hogy tisztába legyünk, hogy melyek a visszaru- gó- zás eredményét leginkább befolyá- soló bemeneti paraméterek (információ gyűjtés) és eze- ket a legkö- rültekintőbben válasszuk meg. A beállított paraméterekkel az átvételi kritériumoknak maradéktala- nul megfelelő modellezést kell létrehozni. Ennek ered- ménye az un. véglegesített szimuláció.

Ezt követi az un. folyamatstabilitási vizsgálat (*Robustness*) ami azt vizsgálja, hogy a véglegesített technológiai változat, lehetőleg a technológiai ablak olyan részén helyezkedjen el, hogy ha a bemeneti para- méterekben valamilyen előre becsülhető zavart tételez- zünk fel (súrlódás változása, anyagparaméterek szórása) még akkor is megfeleljen az előírt átvételi kritériu- moknak az alkatrész.

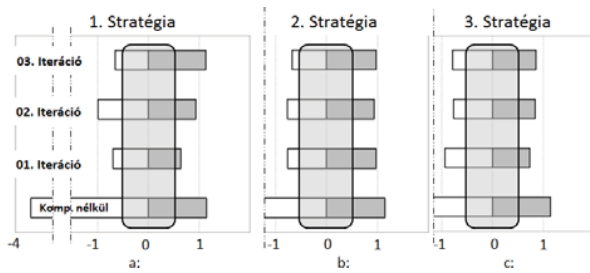


6. ábra. A vizsgált kompenzációs stratégiák



7. ábra. Visszarugás mértékének változása az első kompenzációs stratégia iterációinak függvényében

A 7. ábrán feltűnő lehet, hogy már az első iterációs hurok után az átvételi kritériumokban rögzített geometriai eltérés a megengedett $\pm 0,5$ mm-es tartományon nagyrészt belül van, de az iterációs hurkok növelésével nem konvergál egy az előírt tartománytól kisebb sávba. Nagyon fontos megállapítás ez alapján, hogy egy iterációs hurok eredményéből még nem beszélhetünk sikeres kompenzációról. Ezt mutatja a 8. ábra a) részlete, ahol szürke téglalappal bejelöltük a $\pm 0,5$ mm-es geometriai eltérésre vonatkozó tűréstartományt.



8. ábra. Az egyes stratégiák visszarugózási eredményei az iterációs hurkok függvényében

A 2. stratégiai, ahogy az a 6. ábrán látható a műveletek utáni visszarugózási eredményekkel az összes művelet szerszámfelületeit kompenzálja. A 8. ábra b) részlete a tűrésmezőhöz képesti eltérés fejlődését mutatja 3 egymást követő iterációs hurok függvényében. Ebből megállapítható, hogy az első stratégiához képest egy stabil eredményt kapunk, de három iteráció után is, bár a kom-

Ha mindezen elemzéseket elvégeztük, akkor kezdhetünk hozzá a geometriai kompenzációhoz. A hivatkozott tanulmányunkban három különböző kompenzációs stratégiát vizsgáltunk, amit a 6. ábra foglal össze.

Az 1. stratégia a három művelet után modellezett visszarugózás eredményét felhasználva, csak a húzási művelet szerszámfelületeit kompenzálja, az őt követő műveletek szerszámgeometriáit nem változtatja meg. Ennek az egymás követő modellezési iterációk visszarugózásra gyakorolt hatását mutatja be a 7. ábra

penzáció nélküli értékhez viszonyítva javulást tapasztalunk, nem kerülünk be az eltéréssel a tűrésmezőbe. De konvergencia tekintetében előrelépés tapasztalható.

A 3. kompenzációs stratégia az ún. drawshell (DS) stratégia, ami azt a problémát próbálja kiküszöbölni, hogy ha a műveletek utáni visszarugózás (M-50) értékeivel kompenzálunk, vagy csak az első, vagy az összes művelet szerszámfelületeit, akkor a már kompenzált első szerszám felületét egy teljesen más alakú visszarugózott köztes alak kerül ki, amit még a kompenzáció előtti eredményekkel kompenzált további műveletek szerszámfelületei fognak alakítani. Ez nem kívánt lokális alakításokat hoznak létre az alkatrészen.

A 3. stratégia lényege a következő (6. ábra). Elvégezzük az összes művelet numerikus modellezést és az utolsó lépésben (M-50) a visszarugózás értéket is meghatározzuk Ennek felhasználásával kompenzáljuk az első alakító műveletet (D-20). Ezt követően a már kompenzált D-20-as elemekkel elvégezzük az alakítási művelet modellezést (1. iteráció) és ennek visszarugózási eredményével kompenzáljuk a következő művelet szerszámelemeit (T-30). Majd ezt végigvisszük az összes további műveleten. Amikor végigértünk ezt tekintjük egy befejezett iterációs huroknak, ami csak két műveletet összekapcsoló elemi iterációs hurkokat tartalmaz.

Ennek eredménye látható a 8. ábra c) részletén. Az eredménye hasonló lett, mint a 2. stratégia eredménye, mert bár az iterációs hurkok számától független stabil eredményt kaptunk, de három iteráció után sem tudjuk a

megkövetelt tűrésmezőbe kompenzálni a modellezésűnket.

Ez a vizsgálat sorozat sok elgondolkodtató, érdekes tapasztalatot eredményezett az ipari kollégákkal közösen vizsgált kompenzációs stratégiák visszarugózásra gyakorolt hatása tekintetében.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A cikkben áttekintést kívántunk adni, hogy az alakítási folyamatok numerikus modellezésének milyen új kihívásai jelentek meg az utóbbi évtizedben. Egyértelműen kijelenthető, hogy a célterületre orientált szoftverek messze túlléptek a csak a fizikai szerszámban történő jelenségek virtuális térben történő megjelenítésén. Olyan komplexebb alakítástechnológiai szemléletet próbálnak kielégíteni, amely a technológiai tudatos, szabványosítható fejlesztés túl a visszarugózás kompenzációjának virtuális térbe történő áthelyezést is magába foglalja. Látható, hogy az alakítási folyamatok numerikus modellezésének területe az utóbbi egy évtizedben kiszélesedett. A Miskolci Egyetem Anyagszerkezet-tani és Anyagtechnológiai Intézetének Képlékenyalakító Szakcsoportja az elmúlt évtizedben sem maradt le a terület fejlődésének követéséről és számos ezen a területen mai napig aktív kutatási témával segíti a lemezkalkatrések technológiai- és szerszámtervezésével foglalkozó hazai iparvállalatait.

5. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikkben ismertetett kutató munka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

6. IRODALOM

- [1] Tisza M., Gál G., Kiss A., Kovács P. Z., Lukács Zs., Sárvári J.: A Miskolci Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszéke Képlékenyalakító Szakcsoportjának kutatási tevékenysége a 2001-2010 közötti időszakban. GÉP LXII. évfolyam 2011/4. pp.: 50-55
- [2] Lukács Zs., Tisza M.: Szisztematikus folyamat-tervezés a járműipari lemezalakításban. Járműmérnöki és Járműipari Konferencia 2016. Miskolc 2016. november 17-18.
- [3] Lukács Zs.: Visszarugózás kompenzációjának kihívásai AutoForm R7 rendszerben. XVI. Képlékenyalakító Konferencia Miskolc, 2018. február 7-9.
- [4] Zs. Lukacs, M. Tisza: Numerical modelling of hot forming of high strength Al-alloys: IOP Conference Series: Material Science and Engineering 426, 2018

SOYER termékek		MINDEN csaphegesztési feladathoz!			
	CD	<i>Csúcsgyűjtásos csaphegesztés hálózatról és akkumulátorról!</i> <i>Világújdonság!</i>			
	SRM	<i>SRM technológiás csaphegesztés hálózatról és akkumulátorról!</i> <i>Világújdonság!</i>			
	DA	<i>Ívhúzásos csaphegesztés</i>			
	AUT	<i>Automata csaphegesztő munkaállomások</i>			
	TÜV	<i>2018 óta csaphegesztés oktató és vizsgaközpont</i> <i>- 50 év tapasztalat</i> <i>- több mint 110 sikeres vizsga</i> <i>- az összes csaphegesztési eljárás</i>			
ÚJDONSÁG					
SOYER Magyarország Kft. - www.soyer.hu - info@soyer.hu - +36 22/504-427					