

Döntéstámogató rendszerek féléves beadandó dolgozat

A dolgozat címe: Döntéstámogatás szárazsajtolásnál

A dolgozatot készítette: Kelemen Jenő

Neptun kód: K76BW7

Intézmény: Óbudai Egyetem NIK

Döntéstámogatás alkalmazása kerámia termékek szárazsajtolásánál PQC vezérlőrendszerrel

(Press and Quality Control System)

Bevezetés

A jelenlegi piaci viszonyok között a gyártó vállalkozásoknak képesnek kell lenniük azonnal és rugalmasan reagálni a piaci kérésekre, változásokra, a megrendelő részéről igényelt műszaki tartalom módosítására. Elengedhetetlen a döntéstámogató rendszerek bevezetése úgy a gyártásmenedzsmentben, mint a gyártási folyamatok valamennyi szakaszában. Napjainkban jól működő, a gyártás egészét lefedő gyártásirányító programokat használnak. Ezek főbb funkciói [7]:

- Technológiai tervek, receptek kezelése. A rendszer tartalmazza a gyártási recepteket, anyagszükségletet, gyártási feladat lépéseit, szükséges gépeket stb.
- Összehasonlíthatóság. A technológiai tervek egymással összehasonlíthatóak a felvett paraméterek alapján (költségek, gépkapacitás, minőségi paraméterek)
- Folyamatütemezés. A bizonyos fázisok ütemezésének feltételei: rendelkezésre állás, alapanyag, prioritás, technológiai sor, határidő
- Automatizált folyamat és adatrögzítés
- Utókalkuláció
- Erőforrás naptárak. A szükséges erőforrások(gépek, emberek, licencek, stb.) számára vezethető naptár, aminek a munkarend tervezésnél van jelentős szerepe (normál és túlóra műszakok tervezése)
- Hulladék kezelése
- Sorozatszám-kezelés.

Dolgozatomban – az irodalomjegyzékben feltüntetett forrásmunkák alapján – a kerámiaszigetelők gyártási folyamatában használt döntéstámogató rendszert szeretnék bemutatni. Konkrétan a darabok szárazsajtolásánál használják a rendszert. A számítógép-irányítású vezérlőrendszer a sajtológép részét képezi.

Röviden a technológiai folyamatról [1]

A kerámiatermékek por alapanyagból történő előállítása korunk egyik dinamikusan fejlődő ágazata. Kedvező árának köszönhetően a préselési eljárást széles körben alkalmazzák műszaki kerámiák, de padlócsesempe formázására is. A szárazsajtolás az a formázási eljárás, mely során a kerámia-granulátumból kompakt, meghatározott alakú és méretű darabot nyerünk.

A kerámiadarab teljes gyártási folyamata a következő lépésekből áll:

- A kerámia granulátum előállítása a nyersanyagokból (porlasztó szárítással)
- A granulátum adalékanyagokkal való keverése, valamint nedvesítése a technológiában megszabott nedvességre (1-3 % nedvességtartalom)
- A por szárazsajtolása
- A préselt darabok égetése (szinterelése) magas hőfokon (1300-1600°C).

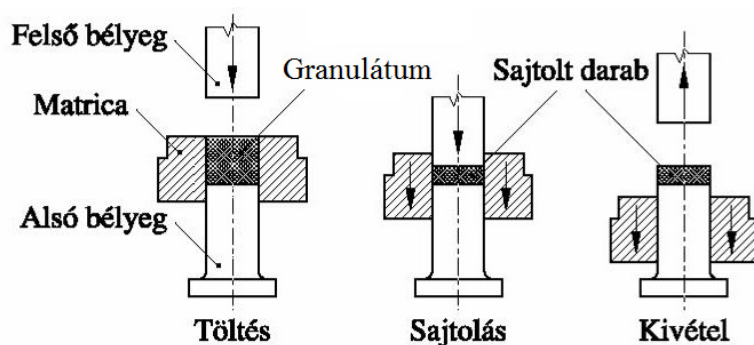
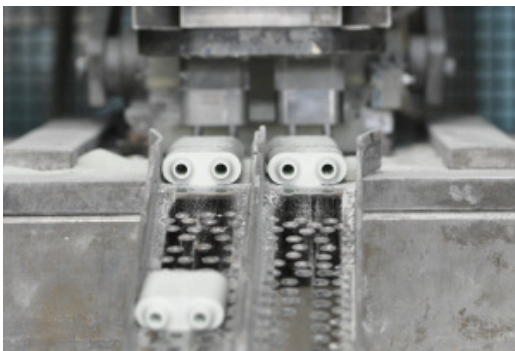
Szárazsajtolás folyamán a kerámia termékek alakadása egy lépésben történik meg. A nyers termékeket sajtoló granulátumból, merevfalú fém préstérben, axiális, kétirányú sajtolással alakítják ki, mechanikus sajtoló gépen. Követelmény a mechanikus sajtológépekkel szemben, hogy lehetővé tegyék a sajtolás folyamatában szükséges nyomásállapotot (alapnyomású sajtolás, levegőzés, nagynyomású sajtolás) létrehozását.

A technológia előnyei a magas termelékenység és a gazdaságos alapanyag felhasználás.

A szárazsajtolással kialakított termékek nyers állapotban forgácsolással (pl. fúrás, köszörülés) még tovább alakíthatóak. A sajtolás három lépésben történik:

- a granulátumot a szerszám üregébe töltik
- a szerszám alsó és felső bélyege a granulátumot tömöríti
- a darab kivétele a formaüregből.

A préselési ciklus során a szerszámban levő alsó és felső bélyegek az 1. ábrán látható mozgásokat végzik. Ezeket a mozgásokat a sajtológép biztosítja, míg a mozgások hosszai a vezérlőrendszer által programozhatók.



1. ábra: A préselési ciklus [1]

A sajtolás során az a cél, hogy a késztermék minél tömörebb legyen, tehát a magasságviszonynak, amely a darab préselés utáni magasságának és kiindulásának hányadosa, minél kisebb legyen. A kellő kompaktitás és méretpontosság biztosítása érdekében nagyon fontos a következő technológiai paraméterek követése és bizonyos térések között tartása sajtolás során [5]:

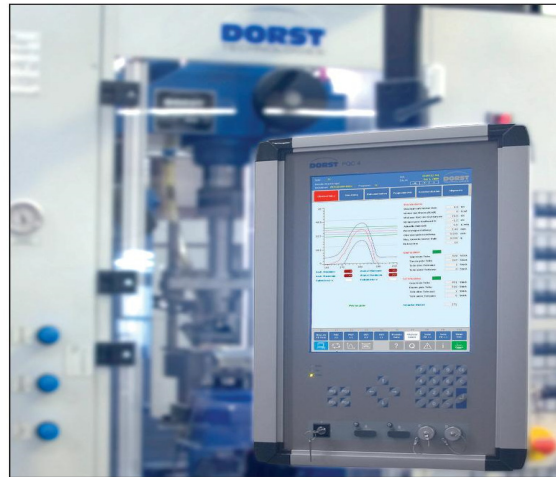
- sajtolási nyomóerő
- alsó és felső bélyeg présút által meghatározott magasságméret
- a sajtolt darab tömege.

TPA 50 típusú automata sajtológép PQC vezérlőrendszerrel

A következő ismertetés – az ábrákat is beleértve – a Dorst cégtől származnak.



2. ábra: A sajtológép



3. ábra: A számítógépes vezérlőrendszer

A 2. ábrán a sajtológépet, a 3. ábrán a hozzácsatolt számítógépes vezérlőrendszert látjuk. A gép a DORST német gépgyártó cég terméke. A tanulmányban szereplő gép 2005-ös kiadása a DORST német kerámiagép-gyártó cég terméke. A gép a kézdivásárhelyi EL-CO Elektronikai Rt. vállalatnál található, ott tanulmányoztam a működését és vezérlését. [5]

Az EL-CO cég több mint 20 éves tapasztalattal rendelkezik a kerámiaszigetelők gyártásában. Szigetelőaljzatokat, lámpatestfoglatokat, fűtőelemeket gyárt és szállít az EU államaiba, de főként Kanadába és az Amerikai Egyesült Államokba. [6]

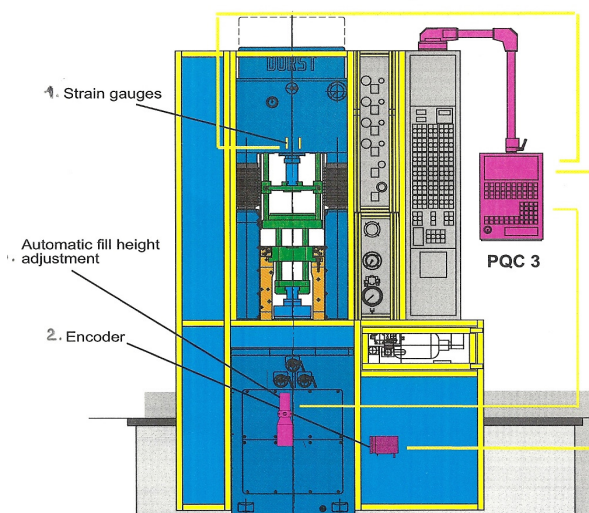
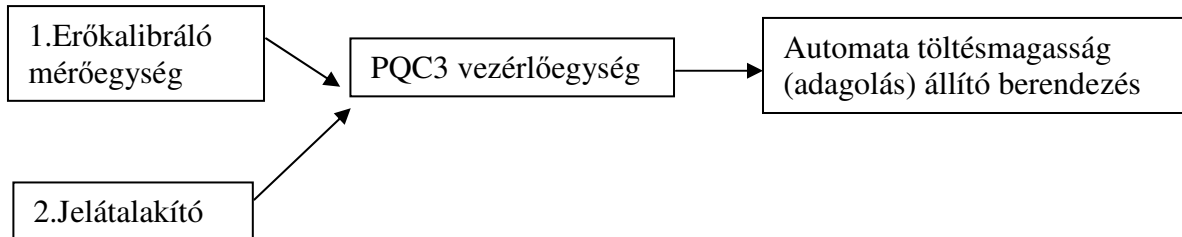
A gép technikai jellemzői [2]:

- maximális sajtolóerő 500kN
- a prés gép külső méretei:
 - hosszúság: 2000mm
 - szélesség 1700mm
 - magasság 3330mm
- Présútállítási intervallum 0-95mm
- Lehúzóerő 400kN
- Felsőpréselés útja max.18mm
- Teljesítmény 15kW
- Ütésszám 6-30 min⁻¹

PQC (Press- and Quality Control System) vezérlőrendszer [3]

A PQC egy olyan folyamat-elemző és döntéstámogató rendszer, amely a gyártási folyamat jellemző műszaki adatait méri, összegyűjti, elemzi és értékelési szempontok szerint feldolgozza. Jól áttekinthető grafikonos értékelést készít minden ciklus után. Képes a kiemelt folyamat mutatók kritikus értékeinek elérése esetén értesítéseket, riasztásokat küldeni a felhasználó felé. Személyre szabott funkciói révén hatékony döntéstámogató eszközként használható.

Információ közvetítés:



Sajtológép (forrás: images.google.com)

A felsőbéllyegben elhelyezett erőkalibráló minden préselési ciklusban méri az erőt és közvetíti a vezérlőrendszernek. A jelátalakító követi a ciklus alatti mozgást, a vezérlőbűtyök 360° forgásszögén, mely egy teljes ciklusnak felel meg.

A PQC olyan adatorientált szoftver, amely hatékonyabbá teszi a rendszer működését. Az ember helyett képes döntéseket hozni és korrekciókat végrehajtani a technológiai folyamatban. Periférikus összekötés lehetséges egy központi szerverrel, riportjai nyomathatók a menü rendszerből. Ipari, érintőképernyős terminállal rendelkezik, könnyen kezelhető a menürendszere. Lehetőség van ipari adatgyűjtőkből való adatátvitelre is, mind on-line, mind off-line környezetben, ami lehetővé teszi a tervek tartásának közvetlen ellenőrzését, már a folyamat közben, így az utána következő, vagy tőle függő műveletekre gyakorolt hatása is tervezhető.

A PQC egy LINUX programalapú, számítógép-vezérlésű rendszer, melynek funkciói a következők:

- ❖ 16 kimenő/bemenő adattípus programozása
 - présútállítás
 - szerszámbiztosító erő
 - főpréserő
 - felsőbélyeg rugózási paraméterek (időtartam, kezdési- és végpozíció állíthatósága)
- ❖ különböző technológiai paraméterek követése a gyártás során
- ❖ döntéstámogató rendszer, mely a gyártás során biztosítja a gépkezelő munkás védelmét:
 - a sajtolószerszámot biztosítja az erőtűlések során bekövetkező károsodásoktól
 - a technológiai paraméterek a programozott tűrésen belül tartását. Ezáltal kiküszöbölhető a nem-megfelelő darabok sajtolása. A paraméterek gyártás alatti folyamatos ellenőrzése garancia a jó minőségre és vevői megelégedettségre.

A MENU hozzáférés három nyelven lehetséges: angol, német és magyar.

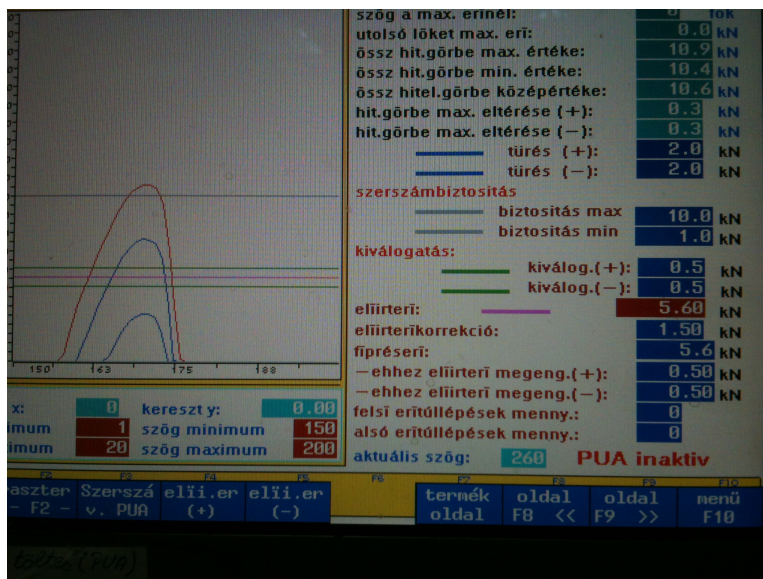
Az optimális sajtolási feltételeket (5. ábra) minden darabtipushoz mintadarabon határozzák meg. A sajtolópor reológiai tulajdonságainak ismeretében mintadarabot készítenek, melyen tömörségvizsgálatot végeznek. Az optimális sajtolónyomást a mintákon állapítják meg, majd egy kalibráló folyamat során a vezérlőprogram meghatározza a következő paramétereket:

- maximális sajtolónyomás
- a 10 kalibrálási ciklus alatt mért sajtolónyomás és adagolás eltérések.

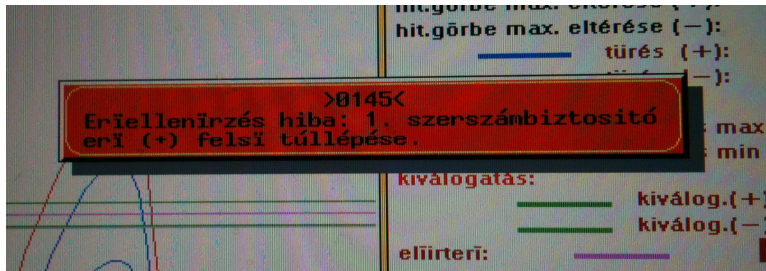
Ezen paraméterek ismeretében programozhatjuk a következő biztonsági feltételeket:

1. szerszámbiztosítási erőt, valamint tűréseit
tűrés (+). tűrés (-)
2. főpréserőt, valamint tűréseit
tűrés (+). tűrés (-)
3. felsőpréselés nagyságát.

Így kapjuk az 5. ábrán látható három parabola görbét, mely megfelel a sajtolóerő (főprés-erő) minimum, névleges, valamint maximum értékeinek.



5. ábra – fénykép



6. ábra - fénykép

Ahhoz, hogy a darab megfelelő legyen, az sajtolóerőnek nem szabad a min. és max. görbe által határolt részből kilépnie. Ellenkező esetben a program hibaüzenetet ad és a gép leáll.

A hibaüzenet a következő (6. ábra):

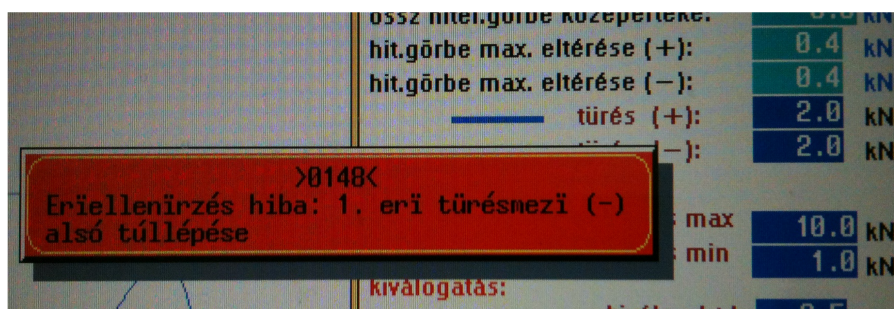
A hibaüzenetet követően a vezérlőrendszer automatikus korrekciót végez. Jelt küld az adagolásért felelős automata állító berendezéshez és az adagolás növelésével (illetve csökkentésével).

A préserő növelését (illetve csökkentését) hozza létre. Így 2-3 sajtolási ciklus után a préserő visszaáll a min.-max. határok közé, tehát újra normalizálódik.

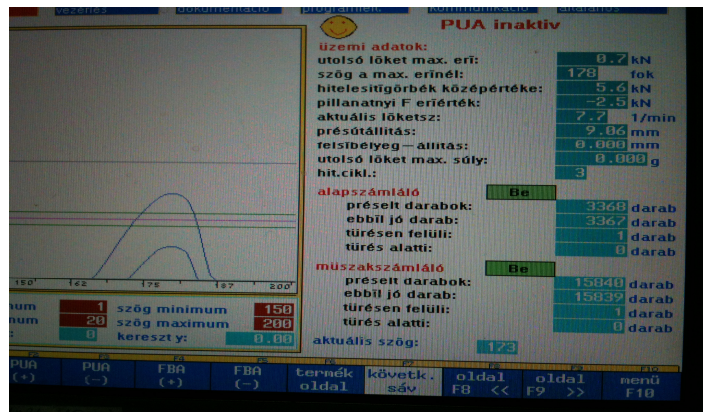
Tehát a rendszer saját maga korrigálni tudja a préserő túllépéseket.

Hasonlóképpen működik a rendszer, ha valamely hiba vagy erőtúllépés következtében megnő a szerszámot terhelő erő.

A szerszámbiztosító erőt programozzuk bemenő adatként. Ha erőtúllépés következik be, a rendszer hibaüzenetet küld (7. ábra) és a gép azonnal leáll. Így megakadályozzuk a szerszám károsodását. A szerszám törésének súlyos következményei lehetnek a munkás számára is, aki az adott pillanatban a gépen dolgozik. Mivel egy sajtolószerszám értéke több ezer euró, jelentős anyagi kár kerülhető el a vezérlőrendszer ezen funkciójával. Ugyanakkor a gép karbantartási költségei is csökkennek.



7. ábra A rendszer hibaüzenete: fénykép



8. ábra: fénykép

Egy példával szeretném szemléltetni a leírtakat:

7199-000 kódszámú darab sajtolását követtem vezérlőrendszer kijelzőjén:
Az optimális technológiai paramétereket a kalibrálási ciklus után programozták:

Programozott paraméterek		Mért (kijelzett paraméterek)	PQC Döntés
Paraméter	Érték	Érték	
Előírt préserő	5,6kN	5,3-6,5	6,1-6,5kN intervallumban a gép hibaiüzenetet küld és adagolás-korrekción végez, amíg az erő vissza nem áll az $5,6 \pm 0,5$ kN intervallumba
Előírt erő megengedett + túllépése	0,5kN	max 0,9	
Előírt erő megengedett - túllépése	0,5kN	max.0,3	
Szerszámbiztosító erő maximum érték	10kN	10,2	Egy alkalommal lépte túl a szerszámbiztosító erő a programozott értéket. Ok: egy száraz anyagdarab bekerült a felsőbéllyeg alá. A hibaiüzenet után a prés leáll a törések elkerülése érdekében. Újra kell indítani a gépet.
Szerszámbiztosító erő minimum érték	1kN	8	Nincs hibaiüzenet
Felsőpréselés	2mm	2	Nem változó érték a ciklus alatt

Döntéstámogatás a termelés követésében

A rendszer külön képes követni a műszak idején a megfelelő, valamint a nem-megfelelő darabok számát (8.ábra).

Azon sajtolási ciklusok alatt préselt darabok, melyek paraméterei nem feleltek meg az előírt értékeknek külön kijáraton távoznak a prés asztaláról, így garantálva a gyártás minőségét. Műszak végén pontos kimutatást kapunk a jó darabok, a túrésan felüli, valamint a túrés alatt préselt darabok számáról.

A vezérlőrendszer hatékonyságát vizsgáltam a következő adatok felhasználásával, az adatokat az EL-CO. Rt. cég Műszaki Osztálya biztosította. Ugyanazon kerámiadarab sajtolását elemeztem, az adatok szerint, két sajtológépen:

- a fenti leírásban szereplő TPA50/4-es présen, PQC vezérlőrendszerrel
- TPA40-es présen, mely 1986-os gyártású prés. Ugyancsak a DORST cég gyártmánya, hasonló felépítésű a fent bemutatott géppel, de számítógépes vezérlőrendszerrel nem rendelkezik.

Az állításokat a gépet kiszolgáló személy végzi, a préserőt is ő követi a mérőóráról való leolvasással.

Sajtológép	Darab azonosító száma	Préselt darabok száma/8óra	Jó darabok száma	Tehnológiai veszteség %	Préselt darab tömege (g) -vizsgálat 100 db-on
TPA50/4 és PQC	7367-000	2850	2708	5%	88.7-90.6
TPA40 (vezérlőrendszer nélküli)	7367-000	2400	2220	7,5%	87.2-91.2

Amint az adatokból is láthatjuk, a termelékenység 15,8% -l nagyobb az első esetben.

A munkás több időt veszít az állításokhoz szükséges leállításoknál.

Míg a különböző paraméterek betartása emberi követést igényel a második esetben, a hibalehetőség is jóval nagyobb.

A darabok tömegét is vizsgáltuk 100 darabon. A szórás az első esetben, a vezérlőrendszerrel irányított gépen kisebb, mint a második esetben. Itt a munkás a gépre helyezett digitális mérlegen ellenőrzi a darabok tömegét, 10 percenként. Ha az előírt intervallumon kívül van a tömeg, adagolás-állítást végez a munkás, majd újra ellenőriz.

Mindezt a PQC rendszerrel felszerelt gép automatikusan végzi.

A technológiai veszteség is nagyobb a vezérlőrendszer nélküli, régebbi gépen sajtolt daraboknál. Ez égetés során még nő, így az előállított darabok költsége is nagyobb lesz.

A nem-megfelelő darabokat selejtezik, ami anyagi, energia és munkaidő veszteséget jelent.

Következésképpen a **PQC** –mint folyamat – Elemző és Döntéstámogató Rendszer esetén megállapíthatjuk, hogy személyre szabott funkciói révén hatékony döntéstámogatási eszközként használható, mivel segíti a gyártás menetét. [3]

Előnyei:

- A gyors hibafelderítések miatt a költségek csökkenése
- A hatékonyság növekedése
- Egyszerű, beavatkozás-mentes méréseken alapuló adatgyűjtés
- Hatékonyan adaptálható egyedi darab-típusokhoz, de sorozatgyártáshoz is
- Ellenőrzött folyamati információk
- Darabra szabható kimutatások, elemzések
- Riasztások rugalmas definiálása, gyors beavatkozás
- Valós méréseken alapuló folyamati kontroll
- Meglevő rendszerekhez illeszthetőség.
- Rugalmas riport definiálási képesség

- Teljesítmények mérése, pontos kimutatás a jó és nem-megfelelő darabszámokról, norma – teljesítmény összehasonlítás
- Riasztások az észlelt abnormális tevékenységekről (a gyártási selejt és a lehetséges meghibásodások felismerése és jelzése)
- Gyártási folyamat analízise, döntéstámogató információk
- Munkahatékonyság növelése
- Felhasználás és kihasználtság automatizált mérése
- Folyamat beavatkozás
- A folyamat állandó felügyeletére alkalmas, költséghatékony rendszer
- Konfigurálhatóság.

A dolgozatban szereplő vezérlőrendszer, mely az ELCO Rt kerámia gyártósorának része, összeköttetésben van egy központi gyártásirányító rendszerrel (PROKAL¹ szoftver).

Innen már programozhatóak, előreláthatók a következők:

- kerámia alapanyag-szükséglet (granulátum)
- szükséges gépek, gépidők (mennyiség függvényében)
- várható selejt mennyisége
- várható hulladék és mennyiségük (a visszahasználható hulladék mennyisége is)
- egy újabb rendelés tervezett költségei: anyag, órabér, rezsiköltség, energia költség stb.

A technológiai tervek szükségesek a költségek előkalkulációjához is, mely alapján egy újabb megrendelésnél a termékhez költségeket tudunk rendelni, árajánlatot tudunk összeállítani. Ez előnyt jelent a verseny piacon.

Összehasonlítást tudunk végezni a különböző periódusokban előállított darabok mennyisége (össz- és selejtmennyiség), termelékenység és előállítási költségek közt.

Minden technológiai terv egyszerű módon gyártási feladattá alakítható, amely feladat automatikusan bekerül a gyártási sorba, a technológiai tervben szereplő adatokkal. Ellenőrzi a rendszer a szükséges alapanyagok rendelkezésre állását, illetve rendelési ajánlást tesz azokra. Ezen felül lefoglalja a szükséges gépidőt, és figyelmeztetést küld, ha nem lehet a megadott kereteken belül azt ütemezni. [7]

¹ PROKAL: ProSteuer GbR termék

Tapasztalataim összefoglalása

A dolgozatot személyes ismereteimmel egészítettem ki, amelyet az EL-CO cégnél sajátítottam el a nyári gyakorlatom alkalmával. Hasznos tapasztalatokat szereztem arról, hogy az informatika hogyan tudja kiegészíteni a gépfelépítést, valamint a kerámia gyártástechnológiát. A bemutatott szoftver megkönnyíti a gépet kiszolgáló személyzet munkáját, valamint a termelési folyamat követését.

Számomra érdekes volt ez a munka, mert olyan szakterületekre nyertem betekintést, mint pl.: a gépvezérlés, gyártás, sajtolási technológia. A bemutatott döntéstámogató szoftver a gyártást szolgálja, kapcsolatot teremt a különböző szakterületek közt.

Irodalomjegyzék:

1. Péter Gyula: Kerámiaipari gépek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest,1986. 344-356 old:
Mechanikus sajtológépek.
2. DORST TECHNOLOGIES Kochel am SEE - Mechanical high –efficiency automatic press,
Germany, Operating Instructions 2006.
3. DORST TECHNOLOGIES Kochel am SEE - Press and Quality Control System PQC 3,
Germany, Operating Instruction 2006
4. www.dorst.de
5. www.matarka.hu
6. www.el-co.ro
7. www.digitalgroup.hu/gyartas-termelesiranyitas