



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

GYÁRTÁSTUDOMÁNY ÉS –TECHNOLÓGIA TANSZÉK

TDK DOLGOZAT 2014

GRÁNIT MUNKALAPOK CSOPORTTECHNOLÓGIA ALAPÚ KONSTRUKCIÓS ÉS TECHNOLÓGIAI TERVEZÉSE

Készítették:

FERENCZY ANNA

III. évfolyamos BSc hallgató

GEIER NORBERT

I. évfolyamos MSc hallgató

PINTÉR FRUzsINA

III. évfolyamos BSc hallgató

Konzulensek:

GYURIKA ISTVÁN GÁBOR

Tanársegéd, Gyártástudomány és –technológia Tanszék

KUTROVÁcz LAJOS

Tanszéki mérnök, Gyártástudomány és –technológia Tanszék

VIDOVICS BALÁZS

Tanszéki mérnök, Gép- és Terméktervezés Tanszék

.....
FERENCZY ANNA

.....
GEIER NORBERT

.....
PINTÉR FRUzsINA

2014. november 11.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	2
2. Vállalati ismertető	3
3. A csoporttechnológia, mint gyártástervezési módszer a természetes kövekből készült termékekre adaptálva.....	5
4. Munkapultok konstrukciós tervezése	8
4.1. Munkalapok anyagminőség szerinti csoportosítása	8
4.2. Konkurens termékelemzés	12
4.3. Moduláris konstrukciós tervezése	17
4.4. Komplex alkatrész tervezése	20
4.5. Termékcsalád generálása a komplex alkatrész segítségével.	29
5. A komplex alkatrész gyártástervezése	31
5.1. Műveleti sorrend tervezése.....	31
5.2. Befogási és készülékszerkesztési terv készítése.....	34
5.3. Szerszámok a megmunkáláshoz.....	35
5.4. Műveleti utasítás tervezése.....	39
5.5. Paraméteres CNC program tervezése.....	43
5.6. Gyártási költségek becslése.....	47
5.7. C# nyelven írt szoftver fejlesztése a hatékony NC programgeneráláshoz és a gyártási költségek becsléséhez.....	49
6. A csoporttechnológia alapú gyártástervezés tesztelése	52
7. Összefoglalás.....	55
8. Köszönetnyilvánítás	56
9. Irodalomjegyzék.....	57
10. Ábrajegyzék	59
11. Mellékletjegyzék	63
12. Melléklet.....	64

1. Bevezetés

Geometriailag és technológiailag hasonló alkatrészeket csoportokba foglalhatunk, legyártásukra csoporttechnológiát használhatunk. A csoporttechnológia alkalmazásával a kis- és középsorozatban forgácsolt alkatrészek technológiai tervezését a nagysorozatú gyártás jellemzőivel ruházzuk fel. Így költséghatékonyan előállítható kis- és középsorozatban gyártott alkatrészekhez is részletes gyártásterv (optimalizált technológiai paraméterekkel).

A TDK munkánk elsődleges célja volt, hogy megvizsgáljuk a csoporttechnológiás módszerek alkalmazhatóságának előnyeit és korlátait természetes kövekből készült termékekre adaptálva. Jelenleg a fémek esetében alkalmazott csoporttechnológiás algoritmusokat gránit és márvány termékek esetében még nem alkalmazták. A csoporttechnológiás módszer alkalmazhatóságát egy gránit munkapult termékcsaládon teszteltük.

A TDK munkánk első lépéseként konkurens termékelemzést hajtottunk végre, majd a kiértékelés után terveztünk egy gránit munkapult termékcsaládot, amit moduláris elemekkel, paraméteresen építettünk fel. A csoporttechnológiás módszerek alkalmazásához szükséges ún. komplex alkatrészt megterveztük. A konstrukciós tervezésekhez SolidWorks 3D-s tervező szoftvert használtunk. Előállítottuk a komplex alkatrész részletes gyártási technológiáját a műveleti sorrendtervtől a műveleti utasításig, megírtuk a gyártását vezérlő paraméteres, moduláris felépítésű CNC programokat is. A forgácsolást vezérlő CNC programok FAGOR CNC8070 és NCT201 vezérlőre is elkészültek. A CNC programokat részint manuálisan, részint az Edgecam segítségével írtuk. Fejlesztettünk egy szoftvert C# nyelven, ami grafikusán segíti a CNC program változóinak feltöltését. Magyarázó ábrákkal, műszaki rajzokkal és egyéb praktikus kiegészítő funkciókkal láttuk el a szoftvert, hogy a CNC programgenerálás biztonságos, egyszerű, gyors és rugalmas legyen. Ezek után kiértékeltek a csoporttechnológiás módszer alkalmazhatóságát különböző munkapult konstrukciókon.

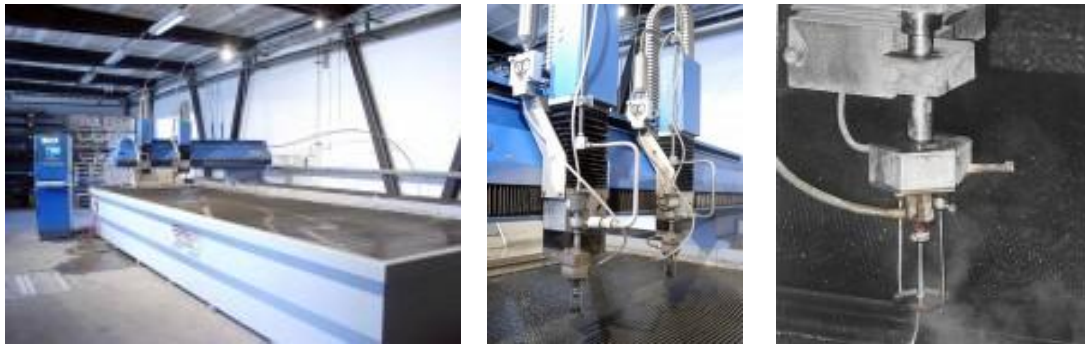
A TDK dolgozatunk eredményeképp elkészült egy esettanulmány, amely rámutat a csoporttechnológiás módszerek alkalmazásának létjogosultságára természetes kövekből készült termékek esetében.

2. Vállalati ismertető

A gyártási folyamatok tervezéséhez szükséges gyakorlati információk és technológiai tapasztalatok jelentős részét Gyúros István a Woldem Kft. ügyvezetője biztosította számunkra. A céget 1996-ban alapították magánvállalkozásként. A cég profilja a vízsugaras vágás és a kőmarás. Kiemelkedő ügyfeleik közé tartozik többek között a Greensolar, a Bosch Rexroth Kft., a Máv-Thermit Kft., a GE Hungary Kft.

Vízvágás

A cég 2 db vízsugaras vágó géppel rendelkezik, melyeket a Perndorfer cég gyártott. Egy vízsugaras vágógép alapvetően két egységből épül fel: a nyomásfokozó berendezésből, és a vezérléssel ellátott vágógépből. A nagynyomású pumpa 360 MPa körüli víznyomást állít elő, ami egy speciális zafirkövön 800-900 m/s-os sebességgel, a nyomásból származó energiát kinetikai energiává alakítja. A berendezés teljesítményigénye 30 KW, amit az előállított nyomás, valamint a 3,5 l/perces vízmennyiség határoz meg. [5]



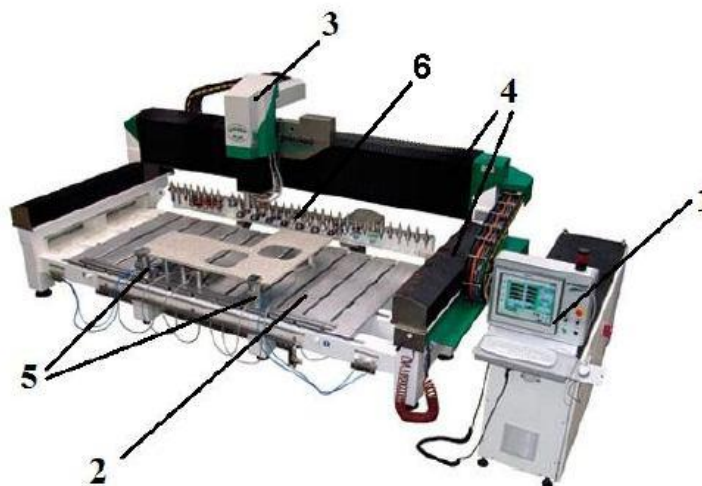
2.1. ábra

Vízvágó (forrás: http://www.woldem.hu/?s=show_gal&gid=3 [5])

A vízvágás igen nagy előnye más vágási technológiákkal szemben, hogy nagy pontosságú hidegvágási eljárás, melynek eredményeképpen a felület mentén a megégés és beolvadás veszélye megszűnik.

Kőmegmunkálás

A cégnél található CNC vezérlésű kőmegmunkáló központ egy Prussiani Golden Plus 394 típusú szerszámgép. A természetes kőek fúrását, marását végző szerszámgépek általában nagy munkatérrel rendelkeznek, illetve portális kialakításúak, mivel a munkaasztal mozgatása - a kőek tömegéből adódóan - csak nagy energiaszükséglettel lenne megvalósítható. A munkadarab befogása megoldható az asztalra szerelt, megfelelő számú támasztékkal és leszorítóval (körmös leszorítás, vákuumos megfogás). A szerszámtár 34 db-os, és a munkatér mellett lineárisan helyezkedik el. [5]



2.2. ábra

Prussiani Golden Plus típusú megmunkáló központ részei (1. vezérlőpanel, 2. munkaasztal, 3. főorsó, 4. szánrendszer, 5. rögzítő elemek, 6. szerszámtár) (forrás: Fogarassy és Kun [4], 33.oldal, 5.1. ábra)

A gép fontosabb adatai:

X / Y / Z löket	[mm]	3300 / 1600 / 250
Főorsó teljesítmény	[kW]	15
Max. főorsó fordulatszám	[1/min]	10 000
X / Y / Z gyorsmeneti sebesség	[m/min]	40 / 40 / 10
Szerszámbefogás	[-]	ISO40
Szerszámtár kapacitás	[db]	34
Gép hossza / szélessége / magassága	[mm]	5630 / 2980 / 2250
Gép tömege	[kg]	5200

2.1. táblázat

Prussiani Golden Plus 394 legfontosabb adatai (forrás: Golden Plus [7], 24.o.)



2.3. ábra

Megmunkáló központ (forrás: http://www.woldem.hu/?s=show_gal&gid=4 [5])

A megmunkálás javításának érdekében, a jobb kopási paraméterek és felületi minőség elérése érdekében hűtőfolyadékot, vizet alkalmaznak.

A szerszámgép vezérléséhez Stone-CAM 3D programrendszert használnak. A szoftver kifejezetten kövek megmunkálásra kifejlesztett CAD/CAM rendszer amely a G kódos programozáson alapszik.

3. A csoporttechnológia, mint gyártástervezési módszer a természetes kövekből készült termékekre adaptálva

Csoporttechnológia

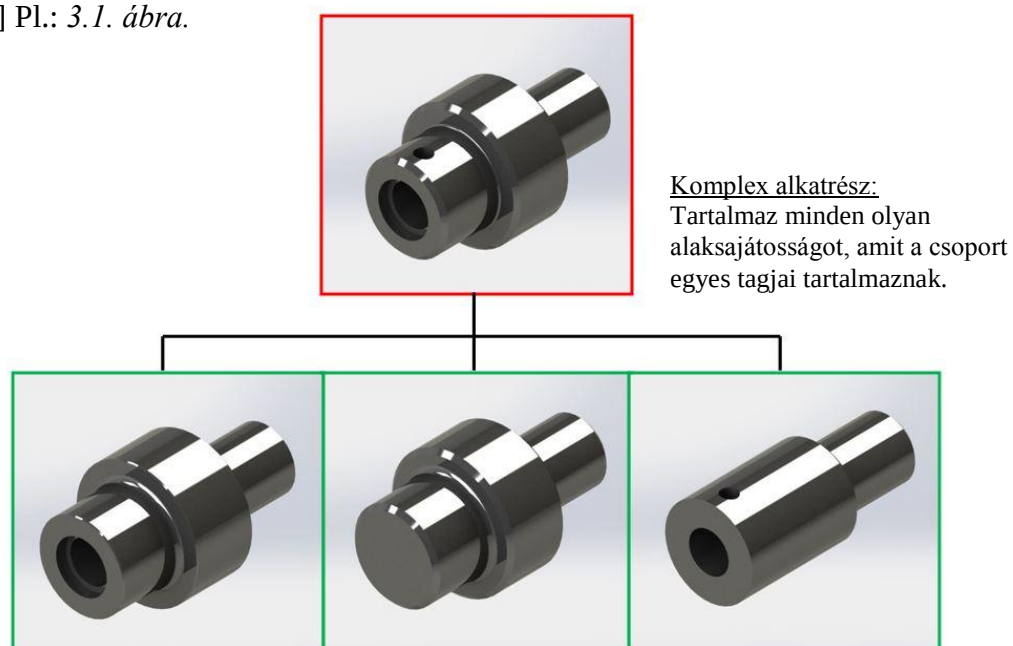
Az egyedi- és kissorozatgyártást az alkatrészek sokfélesége, és fajtánként kis darabszáma, egyetemes gyártóberendezések és eszközök (*gépek, szerszámok, készülékek, mérőműszerek*), gyakori átállásokból adódó időveszteségek és hosszú átfutási idők jellemzik. [1] Geometriailag és technológiailag hasonló alkatrészeket csoportokba foglalhatunk, legyártásukra csoporttechnológiát használhatunk. [15]

A csoporttechnológia alkalmazásával az egyedi- és kissorozatgyártásban forgácsolt alkatrészek technológiai tervezését a nagysorozatú gyártás jellemzőivel ruházzuk fel. Így költséghatékonyan előállítható egyedi- és kissorozatban gyártott alkatrészekhez is részletes gyártásterv (*optimalizált technológiai paraméterekkel*). [17]

A csoporttechnológiai folyamat kidolgozása két szakaszból áll: [2]

1. Osztályozni kell az alkatrészeket, hogy a technológiailag hasonlóak egy csoportba kerüljenek. (*általában kódrendszer alapján*)
2. Ki kell dolgozni az adott csoportba tartozó alkatrészek megmunkálásához alkalmas technológiai folyamatot.

A technológiát az ún. komplex alkatrésze tervezik meg, ami az egy csoportban lévő alkatrészek minden alaksajátosságát tartalmazza. Ez általában nem egy valós alkatrész, hanem fiktív. [16] Pl.: 3.1. ábra.



3.1. ábra

Valós, tengelyszerű alkatrészek (zöld) és a hozzájuk tartozó fiktív un. komplex alkatrész (piros)

A komplex alkatrész gyártásterve tartalmazza tehát az összes olyan technológiai elemet (*szerszám, mozgáspálya, előtolás, vágósebesség, megközelítési stratégia stb.*), ami alapján a csoportban lévő alkatrészek készre munkálásához szükséges. A csoport egy alkatrészének a gyártásterve úgy áll elő (*szemléletesen*), hogy a komplex alkatrészhez tartozó gyártástervből elhagyjuk azokat a technológiai elemeket, amik olyan alaksajátosságokhoz tartoznak, amik nincsenek az egyes alkatrészen.

Ezzel a gyártástervezési módszerrel nem csupán átállási időt és technológiai paramétereket tudunk optimalizálni, hanem a gyártási dokumentációk mennyiségét is nagymértékben csökkenteni lehet. [1]

Csoporttechnológia a természetes kövekből készült termékekre

A nemzetközi szakirodalom kutatás során azt a következtetést vontuk le, hogy a jelenleg fémek esetében régóta alkalmazott csoporttechnológiás algoritmusokat gránit és márvány termékek esetében még nem alkalmazták.

Kerestünk egy olyan természetes kőből (*Gabbró*) készült termékcsaládot¹, ami kellő számú és bonyolultságú alaksajátosságot tartalmaz ahhoz, hogy releváns legyen a csoporttechnológia használhatóságának vizsgálata. A választás a konyhai munkapultokra (*továbbiakban munkapult*²) esett, amik széles mérettartományban, rengeteg különböző alaksajátosságot tartalmazhatnak. A természetes kövekből készült munkapultokat jellemzően egyedi megrendelésekre készítik, így a részletes gyártásterv elkészítése nem kifizetődő egyik kömegmunkáló vállalkozásnak sem. Az egyedi gyártásból adódóan csekély számú termékcsalád található a gyártók kínálatában. A csoporttechnológia azonban módot ad arra, hogy termékcsaládban gondolkozzunk munkapultok területén is, nem csupán egyedi alkatrészekben.

Konkurens termékelemzés során felmértük a munkapult igényeket és kínálatot, ezek alapján terveztünk egy moduláris felépítésű³ termékcsaládot, mely termékcsalád egyes elemei alkotják azt az ominózus csoportot, ami alapján a komplex alkatrész és a hozzá tartozó gyártásterv elkészülhet.

¹ Ugyanabba a termék kategóriába tartozó olyan termékek csoportja, amelyek valamilyen ismerv alapján kapcsolódnak egymáshoz. [3]

² A magyar nyelvű szakirodalomban: munkapult, míg az angol nyelvű szakirodalomban: worktop.

³ A termékcsalád moduláris felépítése azt jelenti, hogy szabadon illeszthetjük a munkapult alaplapra a kívánt modulokat (*pl.: mosogatótálca, gyümölcsstartó, hőálló alátét stb.*) több méretben és tetszőleges pozícióban.

Az irodalomban említett csoporttechnológiai folyamat kidolgozásának két szakasza az esetünkben (*természetes kövek*) az alábbi módon alakult:

1. Létrehoztunk egy munkapult termékcsaládot, melynek egyes termékei alkotják a technológiaiilag és geometriailag hasonló alkatrészek csoportját.
2. Kidolgoztuk a gyártási technológiát az adott csoportba tartozó alkatrészekhez.

A konstrukciós tervezés menetét és eredményeit tárgyalja a 4. *fejezet*, míg az 5. *fejezetben* írtunk a gyártástervezésről, a forgácsolt megmunkálást vezérlő parametrikus CNC program és a program illesztését végző szoftver fejlesztéséről.

A 3.2. *ábrán* látható egy (*berendezett*) munkalap konstrukció, melyet a komplex alkatrész alapján hoztunk létre.



3.2. *ábra*
Berendezett munkalap konstrukció

4. Munkapultok konstrukciós tervezése

Témakörünknek megfelelően, első feladatunk volt, hogy utánajárjunk, mit is jelent a kőanyagok, és egyéb anyagok felhasználása a munkalapok területén. Kutatásunk során szerezhettünk teljes képet arról, milyen felhasználói rétegek vásárolják munkapultokat, és milyen igényeket támasztanak a megvásárolt termékkel szemben

4.1. Munkalapok anyagminőség szerinti csoportosítása

Természetes kövek

A Woldem Kft.-vel történő egyeztetés során a legyártandó termékként a konyhai munkalapot választottuk ki, mivel ezen termék esetében számos olyan alaksajátosság választható és variálható, amellyel eredményesen kihasználható a csoporttechnológiás gyártás fő feladata.

Ebben a fejezetben sor kerül a leggyakrabban alkalmazott természetes kövek bemutatására, munkapultként való alkalmazás szempontjából, az ezen kívüli munkalap alapanyagok felhasználásával, azok előnyeivel, és hátrányaival kapcsolatos információk csatolva olvashatók a 28. sz. *mellékletben*.

Gránit:

Az egyik leggyakrabban választott munkalap alapanyag, a konyhapultok királyának is szokták nevezni előnyös tulajdonságai miatt.

A gránit mélységi magmás, savanyú kőzet, amelynek neve a latin granum (*szemcse*) szóból ered. Három fő alkotóeleme, amelyek többnyire azonos mértékben fordulnak elő benne a következők: első a fehér, vagy rózsaszínű **káliföldpát** (*ortoklász, mikrolin*), második a fehér vagy sárga **plagioklász** (*oligoklász, és albit*), harmadik pedig az áttetsző, szürkés **kvarc**. A gránit színét nagy részben a földpátok határozzák meg, és színes elegyrészként csillámokat tartalmaz (*leggyakrabban biotitot, vagy muszkovitot*). [10]

Leggyakrabban felhasznált gránitfajták a 29. sz. *mellékletben* találhatóak.

Előnyei: ellenáll a vágásoknak, karcolásoknak, és hő hatására nem károsodik. Emellett nem igényel különösebb ápolást szemben a mészkő, és márvány munkalapokkal (*nem ivódnak bele anyagok*), és könnyen tisztítható, és vegyszerálló. Minőségét megőrzi generációkon keresztül. Hátrányai: mivel ezek a kőzetek nem ritkán több milliárd évesek, és ezen évek alatt történtek hegységképződések, kontinensvándorlások, így a kőzetekben kialakultak

gyengeségi síkok, főleg a szemcse határokon, és ezen gyengeségi síkok miatt sérülékenyebbek a belőlük készített termékek a mechanikai hatásokra.

Négyzetméterének ára, függ vastagságtól –amely választható 20, 30, 50, 80, 100 mm-es méretben-, és a választott gránit típusától, de átlagosan 15.000-80.000 Ft között ingadozik. Az imént leírt négyzetméter ár az általunk választott 30 mm-es vastagságú lapra értendő. [11]

Felhasználására példát a 4.1. és 4.2. ábrákon láthatunk.



4.1. ábra
Gránit munkalap (3)



4.2. ábra
Gránit munkalap (4)

Mészkö:

Napjainkban egyre közkedveltebb választás, nemcsak külső terek burkolására, hanem munkalapként történő felhasználásként is. Kedvező tulajdonságai, viszont messze elmaradnak a gránitéhoz képest.

A mészkő olyan egyásványos üledékes kőzet, melynek minimum 90%-a kalcium-karbonát. A maradék 10%-ot általában kvarc, agyag, kova, vagy karbonát ásványok alkotják. Színük nincs olyan változatos mint a gránitoké, de bizonyos megjelenésbeli különbségek összetétel függvényében megfigyelhetők. A tiszta fehér mészkő annak köszönhető, hogy magas a karbonát-tartalma. Szürkés árnyalatú, ha agyagot, vagy szerves anyagot tartalmaz, ha sok szervesanyagot tartalmaz akkor kialakulhat fekete színű mészkő is, másnéven bitumenes mészkő. Gyakori színváltozatai a barna, vörös, sárga, színnarvialaú kövek, amelyeket a vas-ion színez meg. Szerkezetét tekintve lehet tömött, likacsos, vagy apró gömbös. Országunkban is bányászott, két igen közkedvelt mészkövet

érdeemes kiemelni, az egyik a korábban már említett Jura mészkő, a másik pedig az Édesvizi mészkő. [9]

Leggyakrabban felhasznált mészkőfajták a 29. sz. *mellékletben* találhatóak.

Előnyei: természetes, finom megjelenésű, aprószemcsés, nedvességet jól tűri, különleges látványt nyújt, amire példát a 4.3. és 4.4. ábrákon láthatunk.[12]

Hátrányai: karcolódik, így nem szabad rajta vágni, és nem saválló, ami azt jelenti, hogy legalább évente kétszer impregnálni kell a minőség megóvása érdekében.

Négyzetméterének ára függ a vastagságtól és a választott mészkő típusától, de átlagosan 20.000-30.000 Ft között ingadozik, ha a vastagságot - az esetünkben vizsgált- 30 mm-esre választjuk. [11]



4.3. ábra
Mészkő munkalap (1)



4.4. ábra
Mészkő munkalap (2)

Márvány:

Megjelenése és minősége miatt már az ókorban is az egyik leglátványosabb, legközkedveltebb, luxus megjelenést kölcsönző, természetes kő volt, és ezt a titulását mára sem veszítette el.

A márvány (*marmarein* (fényleni) vagy *marmaros* (fénylő)) szó fénylő/csillogó követ jelent, így a fényezhető, tömött mészköveket is gyakorta nevezik márványnak.

A márvány olyan metamorf kőzet, amely karbonátásvány-tartalma meghaladja az 50%-ot, emellett kvarcitból és/vagy dolomitból áll. Minél nagyobb a karbonátásvány-tartalma, annál tisztább egy márvány. A követ alkotó szemcsék mérete minél kisebb, annál inkább veszít az a fényéből, és végül átmegy tömött, fénytelen mészkőbe. A tömött mészkő is

átalakulhat márvánnyá, ha megváltozott nyomás és hőmérséklet következtében átkristályosodik. [9]

Színváltozatait tekintve lehet a márvány egyöntetű: szürke, sárga, vörös, kék, fekete, vagy pedig lehet eres, foltos vagy felhős. Legértékesebb az egyöntetűen fehér, apró szemcsés márvány, legritkébbak közé sorolják a sárgát, és a sötétvöröset. Leggyakrabban felhasznált márványfajták a 29. sz. *mellékletben* találhatóak.

Előnye: Örökérvényűen képviseli a luxust, patinás látványt kölcsönöz a konyhának, nagy színválasztékban kapható, kevés plusz látványelemet igényel, mert önmagában is dekoratív, amelyre példát a 4.5. és 4.6. ábrákon láthatunk.

Hátránya: Kisebb a nyomószilárdsága, kopásállósága, mint a mészkőnek. Karcolódik, mivel porózus felület fontos a megfelelő felületkezelése (*lakkozás, impregnálás*). Nem vegyszerálló, könnyen törik és nehéz.

Négyzetméterének ára, függ vastagságtól, és a választott márvány típusától, de átlagosan 15.000-40.000 Ft között ingadozik, ha a vastagságot - az esetünkben vizsgált- 30 mm-esre választjuk. [11]



4.5. ábra

Márvány munkalap (2)



4.6. ábra

Márvány munkalap (1)

Kutatásunkhoz végül a gránitot (*azon belül is a gabbrót*) választottuk ki a csoporttechnológias gyártás természetes kövekre vonatkozó vizsgálatára, mivel megfelelően képes prezentálni a kutatásunk célját, és tulajdonságaiban is tökéletes választás munkapult alapanyagaként.

4.2. Konkurens termékelemzés

Miután tájékozódunk arról, hogy milyen anyagok állnak rendelkezésünkre munkalap létrehozására, a következő lépésünk az volt, hogy felmérjük a piacon kapható munkapultok jellemző alaksajátosságait, és azok funkcióit. Ezzel átfogó képet kaptunk arról, hogy milyen általános elvárásoknak kell megfelelnie a munkalapunknak, illetve melyek azok a hiányos, vagy hibás kialakítások, amelyekre nagyobb hangsúlyt kell fektetni tervezés során.

Munkalap alakzatok

A konyha méretétől, alakjától függően több lehetőség adott a munkalap alakzatának kiválasztására. Lehet teljesen egyedi a tervezése, amelyhez saját egyedi bútorzat is tartozik (lásd 4.7. ábra), de általános felhasználói oldalról megközelítve 4 fajta kialakítás fordul elő.



4.7. ábra
Különleges kialakítású
munkalap, és szekrény

I alak egy szabad véggel

Egy vége felől szabad (itt lehet lekerekített a sarokrész), másik vége felől falhoz támasztott, ahol munkapult a falhoz való pontosabb csatlakozás érdekében nem érdemes kerekíteni a sarokrészt. (lásd 4.8. ábra).



4.8. ábra
I munkalap egy szabad

I alak két szabad véggel

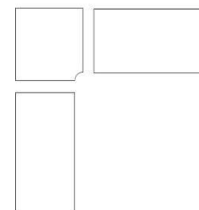
Ekkor csak a hátlap érintkezik fallal, a rövidebbik oldalak szabadon állnak (lásd 4.9. ábra).



4.9. ábra
I munkalap két szabad

L alak

Ebben az esetben az I elem egy sarokelemmel bővül, amelyek ragasztással rögzülnek egymáshoz. Bővítés módja a 4.10. ábrán látható:

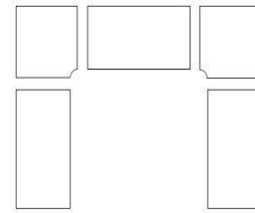


4.10. ábra
L munkalap

U alak

Az L alak kerül kiegészítésre egy plusz sarokelemmel, és egy I elemmel. Illeszkedés módja a 4.11. ábrán látható.

Mind az I elem, mind a sarok elem választhatóak minimális és maximális sarok lekerekítéssel méret között, minimális sugármérettel.



4.11. ábra
U munkalap

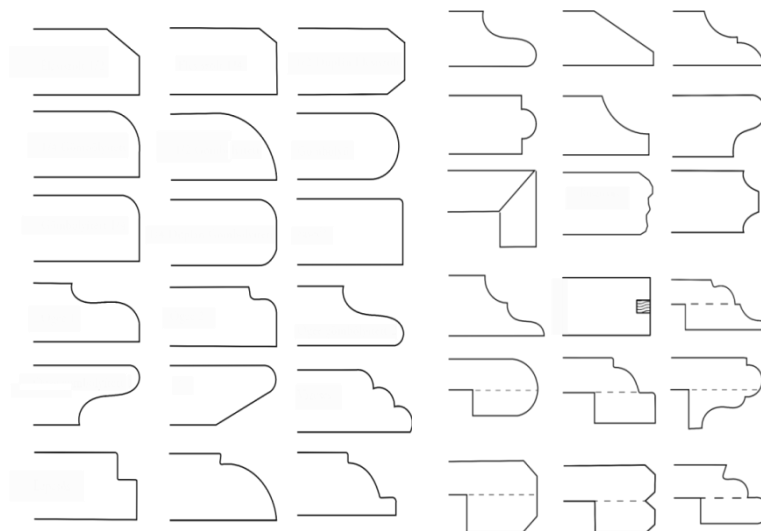
Élprofilok

Az élprofil a munkalapok éleinek formai kialakítása (lásd 4.12. ábra). Részben szolgálhat védelmi funkciót, de nagyobb részben látványelemként alkalmazzák. Védelem szempontjából egyrészt védi a felhasználót, ugyanis az éles élek balesetveszélyesek lehetnek, másrészt védi a munkalapot, mivel *(természetes kő esetében kiemelten)* a sarkok a kitöredezés forrásai lehetnek.



4.12. ábra
Élprofilok (1)

Számos különböző kialakítást használnak a gyártók, ezek közül a leggyakoribbak a 4.13. ábrán láthatóak.



4.13. ábra
Élprofilok (2)

Vízorr

A vízorr, vagy más néven, teraszprofil egy vízvezető profil, amelynek feladata, hogy megakadályozza a víz bútortesttel való érintkezését úgy, hogy a profil olyan kialakítást kap, hogy elősegítse a víz lecseppenését. Ez létrejöhet a munkapult saját anyagából kimunkálva, vagy külön elem kerül felrögzítésre.

Két jellegzetes vízorral kialakítás elterjedt: az egyik kialakítás, amikor külön anyag felhasználásával alakítjuk ki a lecseppenést elősegítő alakzatot, illetve amikor maga az alapanyag olyan kialakítású, hogy az megelőzze a bútortestig a befolyást.



4.14. ábra
Vízorral (1)



4.15. ábra
Vízorral (2)

A 4.14. ábrán látható vízorral kialakítás funkcionalitás szempontjából nem kedvezőbb a 4.15. ábrán látható megoldástól. Ennek a kialakításnak a választása felhasználófüggő, hogy szívesebben rejti el ezt a megoldást vagy inkább felhívna rá a figyelmet, illetve kedveli a látványát. Hátránya, hogy - mint a képen is látszik – nem csak vízorral plusz kiadás, hanem annak megfelelő rögzítését biztosító anyag is.

Költséghatékonyabb megoldás, nincs szükség plusz alapanyagokra, valamint az alakzat is egyszerűen gyártható pl. gránit esetében egy horony marásával (4.15. ábra).

Vízzáró



4.16. ábra
Vízzáró (1)



4.17. ábra
Vízzáró (1)

Feladata, hogy megakadályozza a víz hátlaphoz való befolyását, fallal való érintkezését. Főbb kialakításai: a háromszög profilú, domború profilú és homorú profilú vízzárók (4.16. és 4.17. ábrák). Anyaghasználatban a fautánszat, fa, műanyag, és az alumínium profilok az elterjedtek.



4.18. ábra
Vízzáró (3)

Domború, és háromszög profilú vízzáró. Hasonlóan a másik kétfajta vízzáróhoz, a munkalap anyagával megegyező mintázatot kaphat, így diszkréten beilleszkedik a környezetébe.

A 4.18. ábrán a pult anyagából lett létrehozva a vízzáró kialakítás, ez alapján nem szükséges külön anyagfelhasználás a vízzáró rögzítésére se, így ebből a szempontból költséghatékonyabb megoldás lenne. Viszont természetes kövek esetén, ezen kialakítás

megoldása nagy anyag és költségvesztéssel jár. Olyan anyagok esetében, amelyek



4.19. ábra

Vízzáró (4)

könnyen alakíthatóak, ez a megoldás anyagilag nem kedvező (pl. akril és fém munkalapok).

A 4.19. ábrán pedig az a módszer látható, amikor természetes kőből készült munkalapok esetén két külön elem összeillesztésével, ragasztásával oldják meg.

Csepegtető

Meghatározó része a konyhai munkalapoknak a csepegtető. Egyrészt funkcionalitás szempontjából, mivel a kézzel történő mosogatás során, biztosítja a ráhelyezett evőeszközökről lecsöpögő víz útját vissza a mosdótálcába. Másrészt stíuselemként is meghatározó a szerepe, mivel egy a pult anyagához-, és konyha stílusához illő kialakítású csepegtető meghatározó része lehet a konyhának.



4.20. ábra

Csepegtető (1)

Mosdótálca irányába mélyülő hornyok – amely gyorsítja a víz visszacsorgását a lefolyóba - manapság közkedvelt választás (lásd 4.20. ábra).



4.21. ábra

Csepegtető (2)

4.20. ábrán látható kialakítás esetében nincs süllyesztése a csepegtetőnek, ebből következik, hogy ha a víz nem közvetlenül a hornyba csepeg, akkor az egész pult nedves maradhat.

Kedvelt választás, mivel igazodik, a manapság divatos minimál stílusirányzathoz

A 4.21. ábrán is láthatóak a mélyülő hornyok, viszont ebben az esetben már rendelkezik egy alapsüllyesztéssel, amelybe a hornyok később belekerülnek.



4.22. ábra

Csepegtető (3)

A 4.22. ábrán lévő csepegtető hornyai eltérnek a szokványos párhuzamos kialakítástól, így látványos, levélerezethez hasonló formát martak a kőpultba, viszont süllyesztés itt sem látható. Újszerű megoldás viszont, hogy egy kisebb méretű mosdótálcába érkezik az itt elvezetett víz.

Csepegtető kialakítható sarokban is, a 4.23. ábrán látható módon,



4.23. ábra
Csepegtető (4)

amivel két oldalra is elvezethető a lecsepegett víz, és kihasználásra kerül a gyakran funkciómentesen hagyott sarokrész is.

Beépített hőálló alátét

Feladatuk, hogy megóvják a munkapultot a hő által okozott károsodástól. Habár a gránit munkapultok hő hatására nem károsodnak - az emberi berögződések miatt - gyakran szívesebben rakjuk - ennek ellenére is - alátétre a forró eszközöket. Ennek megoldására látható három példa az alábbi képeken.



4.24. ábra
Hőálló alátét (1)

Az alábbi képen (4.24. ábra) egy beton munkalapon látható 3 különálló acéllemez. Funkcionalitása szempontjából kevésbé indokolt, mivel a beton rendkívül rossz hővezető, és nem károsodik hő hatására, így inkább csak a megszokásokat szolgálja.



4.25. ábra
Hőálló alátét (2)

A 4.25. ábrán látható rozsdamentes acél rudak lehetnek leragaszthatóak, és maradhatnak levehetőek is, így könnyen tisztítható marad

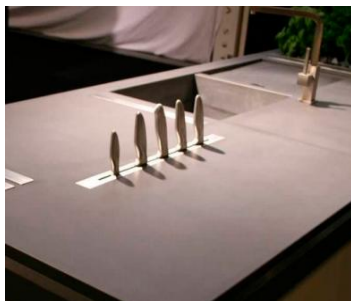


4.26. ábra
Hőálló alátét (3)

Szintén rozsdamentes acélbetét kerül felragasztásra a konyhapultra, a 4.26. ábrán. Ez esetben nem érdemes süllyesztést készíteni a számára, mivel ez egy kellően vékony lemez, amely diszkréten bele tud simulni a munkalapba. Az acéllap hőtágulása káros hatással lehet a munkalapra, mivel az anyagától függően, nem feltétlenül tudja követni az alakváltozást.

Beépített evőeszköztartó

Mivel a felhasználók többsége azt a megoldást tartja a kézre esőnek, amikor a kések külön tartóban a pulton helyezkednek el, így 4.27. ábrán látható megoldás tökéletesen teljesíti ezt a feltételt, egyben újszerű, és helytakarékos megoldás (a külön vehető késtartóhoz képest).



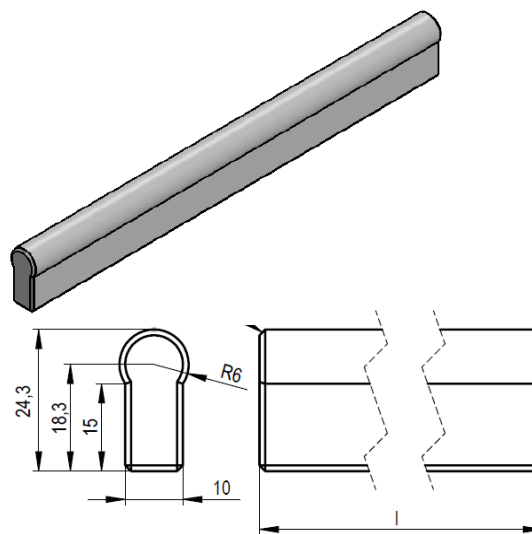
4.27. ábra
Késtartó

A tisztíthatóság is fontos szempont hiszen, ha a késtartóba szennyesedés kerül, akkor az nehezen lesz tisztítható. Erre jó megoldás, ha a késtartóhoz kialakított (ebben az esetben fém) késtartó elem kiemelhető, így a közé beeső szennyeződés könnyen kiszedhető. Másik fontos tényező, hogy magát a konyhaszekrényt is úgy kell kialakítani, hogy a kések benyúlhassanak egy megadott mélységig.

4.3. Moduláris konstrukciós tervezése

Munkalap sín elemének bemutatása

Miután felmértük a piacon kapható konyhai munkalapok jellemző alaksajátosságait és funkcionalitásait, csapatunk gondolkodni és ötletelni kezdett, hogy mi lehetne az a plusz funkció/kialakítás, amivel új szint vihetünk a termékünkbe és még nem kapható a piacon. Így jutottunk el az alábbi gondolatmenetig: szeretnénk létrehozni egy olyan kialakítást, amely lehetővé teszi a munkalapra kerülő használati tárgyakat rendezettebb módon



4.28. ábra

Sín főbb méretei (kezdetleges konstrukció)

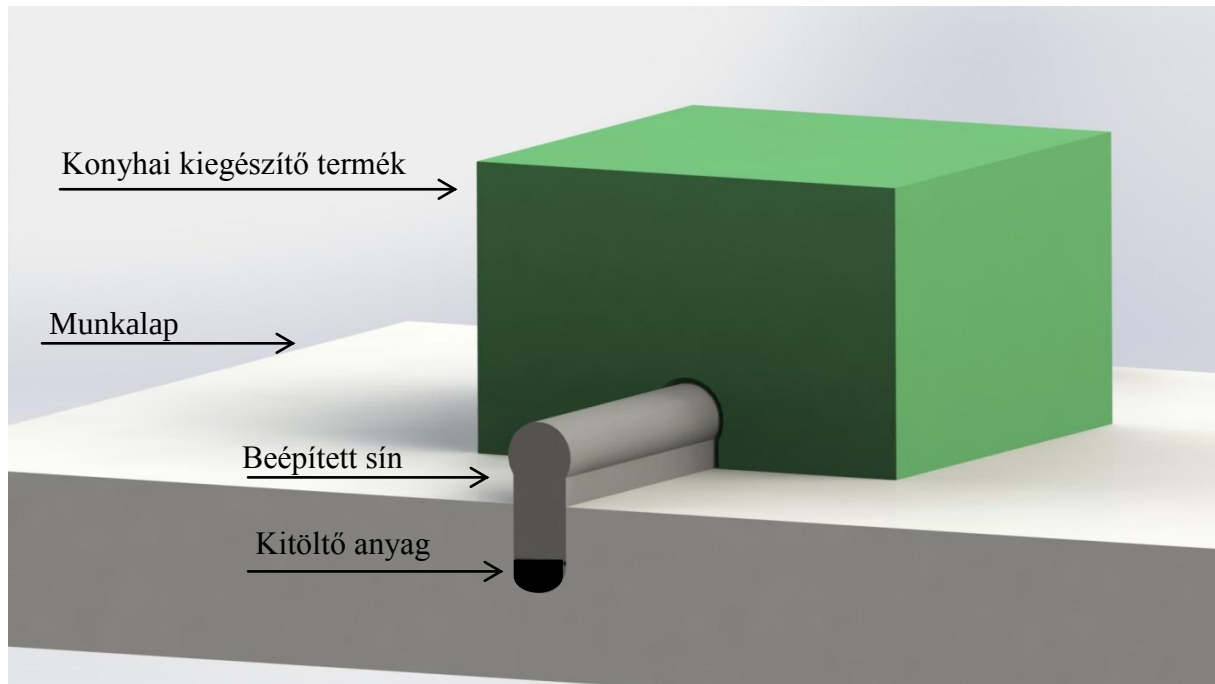
lehessen tárolni a pulton. Továbbá a felhasználó megválogathatja, hogy mik azok a termékek, amelyekre neki a mindennapi konyhai feladatok ellátásában szüksége van.

Ennek az ötletnek a megvalósítására jött létre a munkalapba építhető sín (végleges konstrukció: 32. sz. melléklet) konstrukciója. A sín egy olyan rozsdamentes acél betét, amely lehetőséget nyújt arra, hogy a konyhai kiegészítő termékeket felfűzzük a sínre.

Ezzel az eljárással, egy sokkal rendezettebb összhatást kapunk a munkapultunk látványát tekintve.

Sín kialakítása, beépítési módja

A sín kialakítását az 4.28. ábrán láthatjuk, ahol az „l” hossz a megrendelő által tetszőlegesen választott méret, míg a többi kötött. A beépítését egy sematikus modell



4.29. ábra

Moduláris elemek kapcsolata a sínrel

segítségével az 4.29. ábra vázolja. Első lépésként a hornyot fel kell tölteni egy kitöltő anyaggal, amit gyantának választottunk, amellyel felöntve a félköríves részt, olyan síkot kapunk, amire már a sín könnyedén ráhelyezhető. Erre a megoldásra azért volt szükség, mert a Woldem Kft. által birtokolt szerszámok, nem teszik lehetővé olyan horony kialakítását, amellyel sík aljzatot tudnánk létrehozni, ilyen kis méretben, ezért ennek kialakítás külön műveletet igényel. A sín behelyezése után, a ragasztóval körbeöntve tömítjük a szennyeződések ellen a hornyot, és ezzel együtt rögzítjük is a munkalaphoz.

Sínre felfűzhető moduláris elemek

Miután egyeztettünk a sín kialakításával és beépítésével kapcsolatban konzulenseinkkel és a Woldem Kft.-vel, sorra vettük, mik azok a termékek, amelyek szükségesek a konyhában, és 4.29. ábrán láthatóan felfűzhető kialakítás létrehozható-e belőle.

Ezek a termékek az alábbiak:

- Késtartó
- Evőeszköztartó
- Fűszertartó
- Fűszernövénytartó
- Tablet tartó/telefon tartó
- Receptkönyv tartó
- „Mindenes”, amely az apró dolgok esetleges elhelyezésére alkalmas (*aprópénz, kulcs stb.*)
- Polc, amely a sín miatt kellő stabilitást is kap, és felfele is kihasználja a szabad teret
- Papírtörlő tartó
- Nyújtódeszka, amely nem felúzható, hanem beakasztható a sínbe, így stabilabb munkafelületet biztosítva

Ezen moduláris elemek stílusukban igazodhatnak mind egymáshoz, mind a munkalap alaksajátosságaihoz, így egységesebb képet adhat a felhasználó ízléséhez igazodva.



4.30. ábra

Moduláris elemek bemutatása

Mivel ezek megtervezése nagyszámú lehetőséget kínál, a prezentálhatóság érdekében az alábbi elemeket választottuk ki a bemutatathatóság jegyében: fűszertartó, tablet tartó, receptkönyv tartó, késtartó, fűszernövénytartó, „mindenes”. Ezekből 1-1 modell kerül prezentálásra. A 4.30. ábrán láthatóak a már modellezett elemek, amelyek balról jobbra haladva a következők: fűszertartó, tablet tartó, fűszernövény tartó (*amely elemenként*

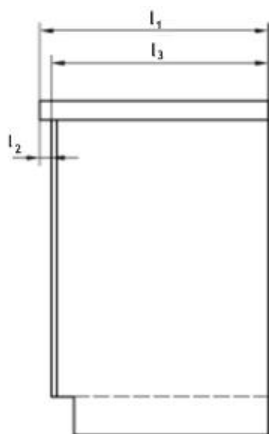
szétszedhető, és kedv szerint kombinálható), késtartó, receptes könyvtartó és „mindenes” kistányér. Ezekből elemenként akár többet is vásárolhat a felhasználó, hiszen egymás mellé fűzve több ugyanolyan termék esetén is dekoratív képet kapunk.

4.4. Komplex alkatrész tervezése

Munkalap kialakítások és alaksajátosságok

Miután a *Konkurens termékelemzés című fejezetben* felmértük a jelenlegi piac által kínált lehetőségekből, hogy milyen általános elvárásoknak kell megfelelni és milyen újításokat kell megfontolni, majd meghatároztuk a munkalapunk legszembetűnőbb, és leginnovatívabb alaksajátosságának kialakítását, következett a tervezési szakasz. A tervezésen belül első, és egyben legfontosabb lépés, hogy felkutattuk, majd tanulmányoztuk a munkalapokra vonatkozó szabvány előírásait. A tervezésen belül ezeknek minden körülmények között meg kell felelnünk ahhoz, hogy termékünk gyártás, és forgalmazás esetén megállja a helyét a piacon. Második lépésünk volt meghatározni az általunk tervezett alaksajátosságok elhelyezhetőségét a munkalapon belül, hogy milyen korlátokon belül mozoghatnak. Utolsó lépésként ezen a fejezeten belül bemutatjuk a megtervezett alaksajátosságokat és azok funkcióit. [13]

Méretszabványok



4.31. ábra
Munkalap méretei

Az MSZ EN 1116:2004 munkalapra vonatkozó szabvány (amelyet a CEN/TC 207 „Bútor” műszaki bizottság dolgozott ki) alapján az alábbi méretkorlátokat kell figyelembe venni munkalap tervezésénél:

A munkalap l_1 mélysége –az élekkel és a falcsiszolással bezárólag– legalább 600 mm legyen (lásd 4.31. ábra).

A munkalap előállításának l_2 mélysége nem haladhatja meg a 30 mm-t (lásd 4.31. ábra).

Az első szekrény, illetve a beépítendő készülék l_3 mélysége nem haladhatja meg a munkalap mélységét (kivéve, ha a bútor és a szerkezet összehangolása nem szükséges).

Szélesség: 450 mm-es méretet kivéve, a szélességet 0-tól kezdve 100 mm-es fokozatokban kell kialakítani. Megjegyzés: gyakorlatban a 450 mm-es szélességet is alkalmazzák. Teljes szabvány a *Munkalap MSZ* című dokumentumban a CD mellékleten található.

Alaksajátosságok elhelyezkedése a munkalapon

Munkalapon belül peremhez kötött határokat szem előtt tartva, azzal a feltétellel helyezhetők el az alaksajátosságok, hogy semmibe se ütközzön, más alaksajátossággal ne érintkezzen az. Az alaksajátosságok elforgathatóak a munkalapon belül 90°-kal. Az egyes alaksajátosságok méretei bizonyos határok között változtathatóak, választhatóak, amely elősegíti a felhasználó számára a munkapult személyre szabhatóságát. Bizonyos kialakítások megadott diszkrét méretekkel rendelkeznek, bizonyosak viszont megadott intervallumon belül bármilyen értéket felvehetnek. Ezek a kikötések általánosan igazak a formai kialakításokra, ahol egyéb kritérium is felmerül, vagy az előzőek alól mentesül az a leírásánál kerül megemlíítésre. A pontos méretek és méretváltozatok a műszaki dokumentációban, az *1-14. sz. mellékletben* csatolva található.

Vízzáró méretkorlátai

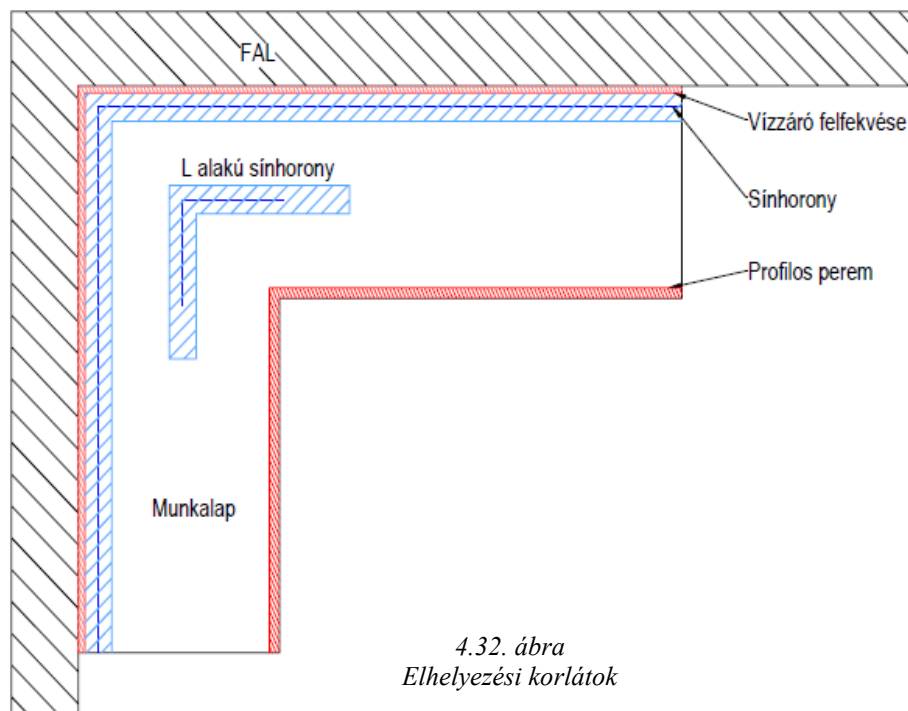
A vízzáró maximum 20 mm vastagságban fekszik fel a munkalap fal felőli részén, ami *4.32. ábrán* a pirosan sraffozott terület jelzi. Abban az esetben, ha a felhasználó igényli a vízzáró felhelyezését, akkor ebbe a sávba nem kerülhet egyéb alaksajátosság.

Profilos oldal méretkorlátai (*l₂-es mélység lásd 4.31. ábra*)

Amennyiben a felhasználó által választott túlnyúlási hosszt, (*amely a bútor mélységétől számított 0-30mm-ig terjedhet*) úgy ezen a területen tilos elhelyezni bármiféle alaksajátosságot (*4.32. ábra* piros sraffozása).

Sín méretkorlátai

A sínhorony szélessége 10 mm, ettől (*tehát a horony szélétől mérve*) legközelebb maximum 40 mm-es körzetben lehet más alaksajátosság. Egyéb alaksajátosságok nem kerülhetnek ettől közelebb (*4.32. ábra, kéken sraffozott terület*). A horony végétől pedig, minimum 150 mm szabad területet kötelező hagyni. Abban az esetben, ha a horony közelébe kerülő alaksajátosság nem akadályozza a kiegészítő termékek sínre való felfűzését, akkor elhelyezhetők a horony közvetlen közelében, attól 10 mm-re is. Tehát az alaksajátosság nem kiemelkedő, hanem a munkalap síkjától mélyebben fekvő kialakítás, pl. gyümölcstartó, csepegtető ellentétben csaptelep furatával vagy hőálló alátét hornyaival, amelyekbe bekerülő szerkezet kiemelkedik a munkalap síkjából, így akadályozva a termékek felfűzését.



Sín lehetséges elhelyezései a munkalapon belül:

- Egyenes, fallal párhuzamosan: Legfőbb elhelyezési mód, amikor közvetlenül a fal mellé esik a sínhorony, de a meghagyott peremkorlátok figyelembevételével a munkapulton belül igény szerint bárhová elhelyezhető. Minimum egy szabadon hagyott vég szükséges ebben az elrendezésben a termékek felfűzésére (*szabad vég a 150 mm-es szabadon hagyott területet jelenti*).
- Egyenes, falra merőlegesen: Hasonlóan az előbb tárgyalt elhelyezéshez, ebben az esetben is szükséges minimum egy szabad vég, amely abban az esetben adott, ha a munkalapon merőlegesen végigfut, így az ember felől teljesen szabad tér adódik a termékek felfűzéséhez. Érdemes olyan funkcionálisan kihasználható területre rakni, ami elősegítheti a főzés rugalmasságát (*pl. fűszertartó a főzőlap mellé*) és ahol nem akadályoz a mozgásban.
- L alakú: Ellentétben a két előző esettel, az L alakú sínnel két szabad véget kell hagyni, mivel se íves, se szöget bezáró esetben sem tolható át az egyik szárról a másikra a felfűzött termék.

Alaksajátosságok bemutatása

Gyümölcsstartó

Feladata:

A gyümölcsstartó nem csupán a nevéből adódó termék tárolására alkalmas, hanem gyakorlatilag bármilyen kisebb méretű tárgyak gyűjtőhelyéül szolgálhat. Különösen előnyös, olyan termékek tárolására, amelyek alakjukból kifolyólag könnyen legurulnának a munkalapról. Formánként 3 méretben és 2 mélységben választhatóak.

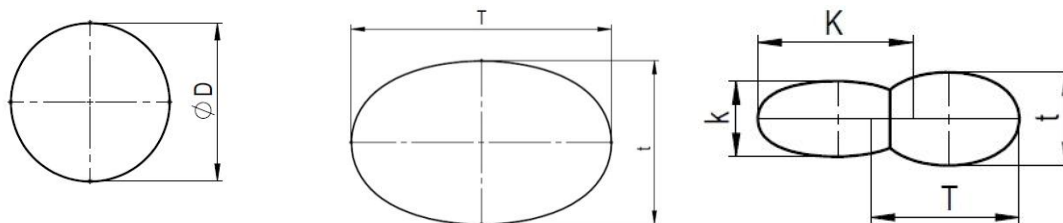
Gyümölcsstartók formai kialakításai a 4.33. ábrán láthatóak.

Gyümölcsstartó: KÖR

Gyümölcsstartó: OVÁLIS

Gyümölcsstartó: DUPLA

Hőálló alátét



4.33. ábra
Gyümölcsstartók

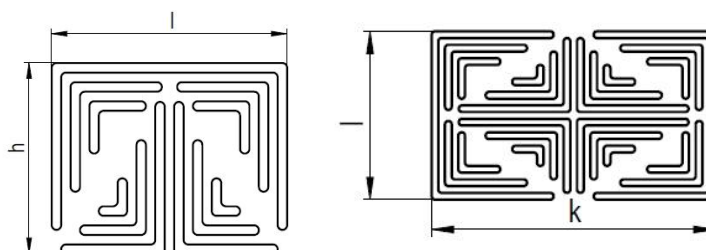
Feladata:

Habár a gránit alapvetően nagyon ellenálló anyag az óvintézkedések megtétele ennek ellenére is nagyon fontos feladat. A hőálló alátét megóvjá a munkalapot az edények okozta esetleges karcolásoktól, sérülésektől és látványelemként is szolgál. A hőálló alátétek hornyába minden esetben rozsdamentes acélbetét kerül beragasztásra. A ragasztóanyag hőálló, és rugalmasan követi az acélbetétek hőtágulását.

Hőálló alátétek formai kialakításai a 4.34. és 4.35 ábrán láthatóak.

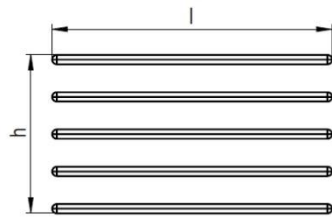
Hőálló alátét: LABIRINTUS

LABIRINTUS Nagy méret:

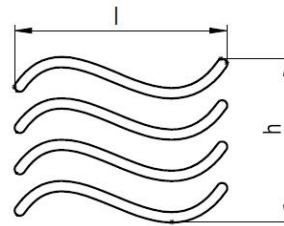


4.34. ábra
Hőálló alátétek (1)

Hőálló alátét: KLASSZIKUS



Hőálló alátét: HULLÁM



4.35. ábra
Hőálló alátétek (2)

Megjegyzés:

A „h” hossz úgy növelhető az utóbbi két esetben, ha plusz acélbetéteket helyezünk el egymás után hozzáadott hornyokba.

Csepegtető

Feladata:

Csepegtető az elmosott edények, gyümölcsök, egyéb vizes termékek szárítására alkalmas alaksajátosság. Az itt felsorolt csepegtetők választhatók vízszintesen martnak vagy, 2°-os lejtési szöggel kialakítottak, amellyel mélyülő hornyokat/süllyesztést kapunk.

A „h” hossz mosdótálca mérettől függően változik, így választható bármelyik „l” hosszhoz bármelyik „h” méret.

Marás mélysége: 2 mm, ha lejtési szöggel választjuk a csepegtetőt, szintén 2 mm-ről indul a lejtés, viszont így az folyamatosan mélyül. Abban az esetben, ha a csepegtető alapsüllyesztéssel van kialakítva (lásd: *Hullám csepegtető*) a munkalap munkasíkjától mérve a süllyesztés 2 mm, míg a horny ugyanettől a viszonyítási síktól 4 mm alapmélységű.

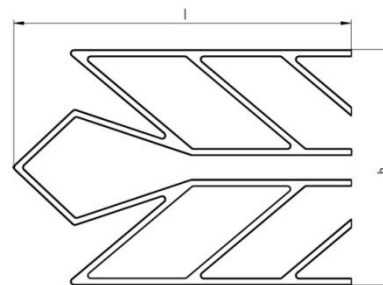
Elhelyezkedés kikötése:

A hossziránya („l”) a munkalap hosszirányával mindig párhuzamos. Alaksajátosság a munkalap szabad vége felől mérve („munkaoldaltól”) minimum 70mm távolságot kell hagyni, és legfeljebb a munkalap középvonalára helyezhető a csepegtető középvonala

Csepegtetők formai kialakításai

Csepegtető: INDIÁN

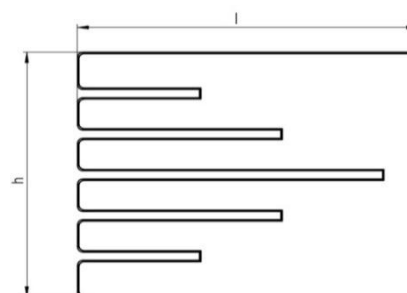
Hornyok szélessége –mind a három választható méret esetén- állandó, a hornyok közötti távolság nem növekedik, csak az ismétlődő minta kerül kibővítésre, így változtatható az „l” hossz. A hornyok nem alapsüllyesztésen belül helyezkednek el, hanem a munkasíkból indulnak. Kialakítása a 4.36. ábrán látható.



4.36. ábra
Indián csepegtető

Csepegtető: MINIMÁL

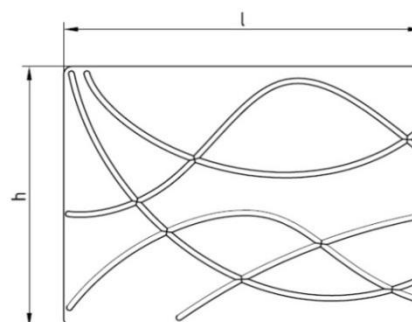
A 4.37. ábrán látható kialakításnál, a párhuzamos, változó hosszúságú, az sávok előző kialakítástól eltérően nem hornyok, hanem a munkasíkból maradtak, míg a körülöttük lévő alapsüllyesztés látja el a víz vezetésének a feladatát. Ebben az esetben egy „l” hosszhoz választható a három „h” hosszából úgy, hogy csak az alapsüllyesztés szélesedik ki, a minta nem követi a nyújtást. Kialakítása a 4.37. ábrán látható.



4.37. ábra
Minimál csepegtető

Csepegtető: HULLÁM

A 4.38. ábrán látható kialakításban az ívek egy alapsüllyesztésen belül elhelyezkedő hornyok. Ebben az esetben egy „l” hosszhoz választható a három „h” hosszából úgy, hogy csak az alapsüllyesztés szélesedik ki, a minta nem követi a nyújtást. Kialakítása a 4.38. ábrán látható.



4.38. ábra
Hullámos csepegtető

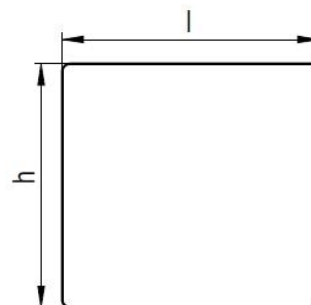
Készülék/mosogatótól beépítési nyílásai

Az MSZ EN 1116:2004 szabvány alapján a munkalapban lévő készülék, vagy mosogatótól beépítési nyílásának helyzete és mérete, valamint a nyílásnak a határoló függőleges felületektől mért távolsága feleljen meg a készülék, vagy mosogatótól gyártója által megadott szerelési útmutatónak.

Ebből az okból kifolyólag a tervezés során mi csak határméreteket adtunk meg, így nem korlátoztuk le bizonyos gyártóktól választható eszközök méreteihez való igazodás lehetőségét.

Mosogatótálca

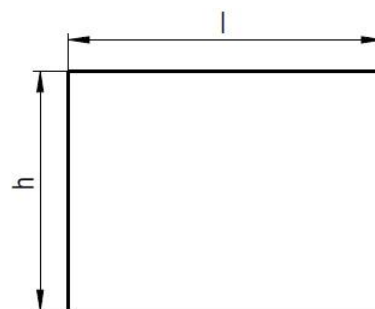
Az „l” hossz maximum és minimum érték között választható a beépítendő mosogatótálca méretétől függően, míg „h” szélesség három méretben választható. Mind felülről, mind alulról szerelhető mosogatótálcához kialakítható a zseb. A fölülől szerelhető mosogatótálcához a főzőlaphoz tartozó nyílást kell választani, mivel ebben az esetben nem látszanak a vágott élek így nem szükséges azok eldolgozása. Az alulról szerelhető mosogatótálca esetében a kilátszó élek miatt szükséges az utólagos marás. Kialakítása a 4.39. ábrán látható.



4.39. ábra
Mosogatótálca

Főzőlap

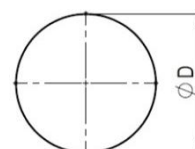
Az adott nyílásba illeszthető igény szerint a beépíthető főzőlap. Az adott kialakítás vízvágással készül, a sarkokban nem keletkezik, és nem is szükséges a lekerekítés. Mérete maximum és minimum érték között választható a beépítendő főzőlap méretétől függően. Kialakítása a 4.40. ábrán látható.



4.40. ábra
Főzőlap

Csaptelep furat

A csaptelephez csatlakozó vízvezetékek, és a csaptelephez szükséges rögzítések helyét biztosítja. Csaptelep méretétől függően választható átmérőjű. Kialakítása a 4.41. ábrán látható.



4.41. ábra
Csaptelep furat

Élprofil

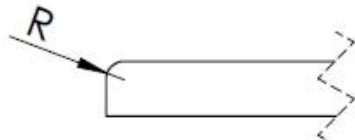
Feladata:

Az élprofil mind esztétikai, mind balesetvédelmi célt is szolgál. A horonnyal rendelkező élprofilokat lehetőség van az élettörttel vagy az éllekerekítéssel kombinálva

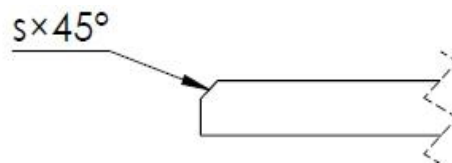
választani, így a munkatérbe eső, szabadon hagyott élek kevésbé balesetveszélyesek. A Woldem Kft. által megadott adatok alapján, gránit munkalap 30 mm-es vastagságban érhető el.

Élprofilok formai kialakításai a 4.42., 4.43. és 4.44. ábrán láthatóak.

Élprofil: LEKEREKÍTETT



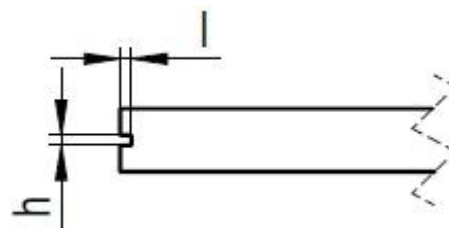
Élprofil: ÉLLETÖRT



4.42. ábra
Élprofilok (1)

Élprofil: HEVEDERES

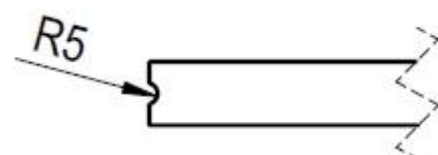
Ebben az esetben (lásd 4.43. ábra) két változat is választható. Egyik változatnál T alakú acélheveder kerül beragasztásra, amely lekerekített munkalap esetében, az íves részen az acélheveder T alakzat szára nem kerül kialakításra. Ezzel az eljárással a hajlításánál nem jönnek létre számottevő járulékos feszültségek. Második esetben választható egy négyzet keresztmetszetű acélhuzal, amely teljesen belesimul a munkalap élének a síkjába.



4.43. ábra
Élprofilok (2)

Élprofil: KÖR

A kör középpontja nem esik egybe a munkalap függőleges síkjával, attól kifelé 1 mm-rel eltér. Az alábbi horonyba kör keresztmetszetű acélhuzal ragasztással kerül rögzítésre (lásd 4.44. ábra).

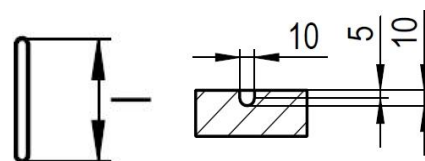


4.44. ábra
Élprofilok (3)

Sín horony

Feladata:

Acélsín helyét, és rögzítését biztosító alaksajátosság, amelynek az „l” hosszán kívül minden mérete kötött. A felülről számított első 5 mm-es mélységig támaszkodik fel behelyezett sín, míg a maradék,



4.45. ábra
Sín horony

félkör keresztmetszetű 5 mm mély horonyrész gyantával feltöltésre kerül (lásd 4.45. ábra jobboldali kép).

Az „l” méret (lásd 4.45. ábra baloldali képe) a munkalap legnagyobb hosszán belül, bármilyen olyan milliméter értéket felvehet, amely a 10 egész számú többszöröse.

Vízzáró

Feladata:

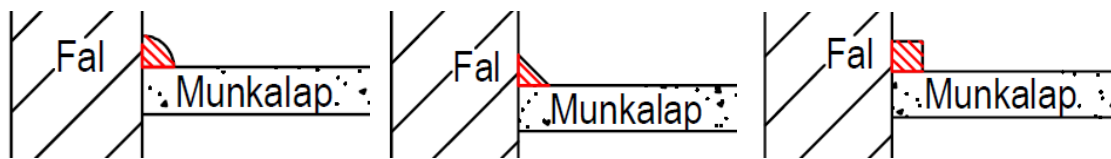
Célja a bútor hátlapjához való vízbefolyás megakadályozása, ezzel a bútorok védelme. Általánosan többféle kialakítás választható, oly módon, hogy az stílusban illeszkedjen az élprofil kialakításához. Eszerint (tervezésünk alapján) 3féle vízzáró választható vagy saját anyagból, vagy pedig rozsdamentes acélból. Ezek ragasztás útján kerülnek rögzítése a munkalapokon.

Vízzáró profilok kialakítása a 4.46. ábrán láthatóak.

Negyed Köríves

Derékszögű háromszög

Négyzetes



4.46. ábra
Vízzárók

Vízorr

Feladata:

A bútorfronthoz való víz visszafolyásának a megakadályozása, elősegíti a víz korábbi lecseppenését.

Ezt a kialakítást vagy külön szereléskor felrögzített lemezzel hozzák létre, vagy szintén szereléskor végigmart felületet hoznak létre az él mentén a munkalap ellenoldalára. Mivel gyártás keretein belül nagyon kockázatos a munkalap átfordítása, így ez az alaksajátosság csak, mint lehetőség került bele a dokumentációba, programozásra ebből az okból nem került.

Ezen alaksajátosságok megtervezése, és optimalizálása után következett a komplex alkatrész megtervezése.

4.5. Termékcsalád generálása a komplex alkatrész segítségével.

A 4.4. fejezetben ismertetett alaksajátosságok alapján hoztuk létre a komplex alkatrészt, amelynek az alkatrészsrajzai az 1-14.sz. melléletekben mutatjuk be. Az 1. sz. mellékletben szereplő komplex alkatrész alapján hoztuk létre az alábbi munkalapokat a prezentálhatóság

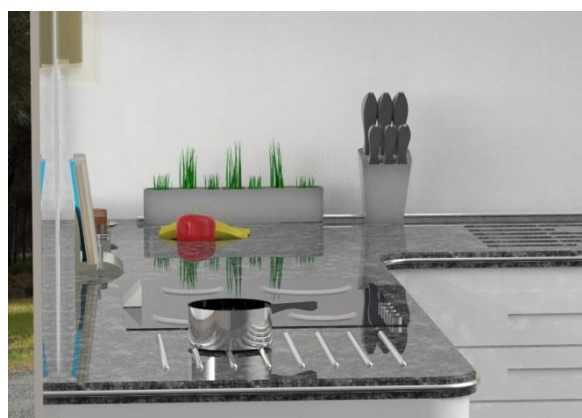


4.47. ábra

I alakú munkapult látványterv

jegyében. Az első látványterven (4.47. ábra) egy férfiasabb, markánsabb és egyben egyszerűbb design látható. Míg a második esetben (4. 48. ábrán) egy finomabb, sikkesebb, nőiesen berendezett konyha látható. A bemutatott két különböző megjelenésű konyha bemutatja, hogy milyen jól, és könnyen beilleszkedik mindkét stílusba mind a sín kialakítás, mind a hozzá tartozó moduláris elemek. Megjelenését nem rontja, ha a munkapult nem

rendelkezik túl nagy hosszal, hiszen egy megfelelő elrendezés kiválasztásával a munkalap



4.48. ábra
L alakú munkapult látványtervei

nem veszt a kihasználható területből számottevően (lásd. 4.47. ábra). Abban az esetben, ha a munkalapon lévő sínre nem fűzünk fel teljes hosszában termékeket *(tehát az nincs rejtve)* a hozzá választható élprofilal remekül harmonizál (lásd 4. 48. ábra).

5. A komplex alkatrész gyártástervezése

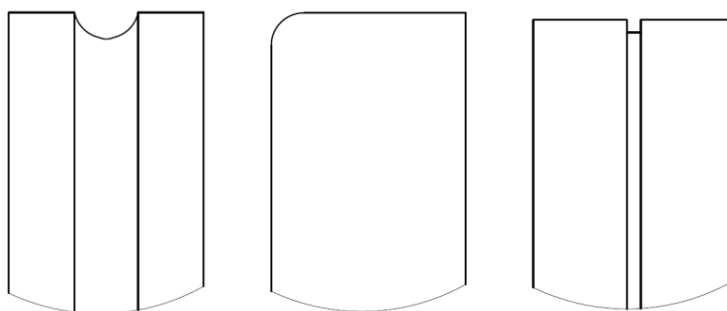
A TDK munkánk következő lépése volt, hogy előállítsuk a korábban megtervezett komplex alkatrészünk gyártástervét, ami magában foglalja a műveleti sorrendtervezést, a műveleti utasítást, a szerszámlistát, a felfogás megtervezését és a készülékszerkesztést.

5.1. Műveleti sorrend tervezése

A műveleti sorrendtervezés feladata volt a megmunkálási igények felmérése, majd azok alapján a megmunkálási módok egzakt definiálása, a szerszámgép(ek) és készülék(ek) kiválasztása, megmunkálási bázisok kijelölése, valamint a műveletek közti állapotok meghatározása. [6]

A gyártástervet a komplex alkatrészre állítottuk elő, ami vevői igényeknek megfelelően lehet sarok vagy oldal elem. A *Konkurens termékelemzés* című alfejezetben korábban már kifejtettük, hogy milyen elrendezések (*I, U, L*) lehetségesek az általunk kínált elemekkel. A megmunkálási igényeket befolyásolja még a munkadarab anyaga, ami a mi esetünkben gabbró (*Természetes kövek című alfejezetben bővebben*) és a kiválasztott alaksajátosságok. Mivel a komplex alkatrészünkre terveztük a gyártástervet, minden alaksajátosság, lehetséges kialakítás előállításával foglalkoztunk.

A megmunkálás során az első lépés, az előgyártmány előállítása, a munkadarab megfelelő méretre alakítása vízvágóval. Ezután a gránit lapunkat áthelyezzük a kőmaró megmunkáló központra. Itt elsőként az él profilt alakítjuk ki (*nagyolás, csiszolás, fényezés*).



5.1. ábra

Lehetséges élprofil kialakítások: kör, lekerekítés, heveder

Azért az él profil kialakítás (5.1. ábra) az első műveletelem, mivel az oldalirányú megmunkálás miatt igen nagy erők, rezgések léphetnek fel, és ez a terhelés az anyag további megmunkálásokkal való gyengítése után veszélyesebb lenne, nagyobb valószínűséggel

keletkeznének ilyen esetben mikro- és makro-szintű repedések. Ennek elkerülése érdekében vesszük az él profil kialakítást a marási művelet elejére.

A második lépés a koronafúrás. *(A koronafúró az 5.2. ábrán látható.)* Erre a műveletelemre a mosogató helyének kivágásánál van szükség. Ezt az alaksajátosságot a következő módon hozzuk létre: a mosogató kontúrján belül kialakítunk egy furatot, amit egy szármaró segítségével tovább marva megkapjuk a nagyolt szélét a kivágásnak. Ezt utána él profilként csiszolással és fényezéssel készre munkáljuk.



5.2. ábra
Koronafúró

Két lehetőség áll rendelkezésünkre a mosogatótálca munkapultba való illesztésére. Ez a lépés történhet alulról (5.3. ábra jobb), vagy felülről (5.3. ábra bal) szerelve. Amint azt az 5.3. ábrán láthatjuk a kialakításban nagy szerepe van a csepegtetők elhelyezkedésének. A komplex alkatrészünkön szerepel csepegtető *(tehát a kőből van kimunkálva, és nem a mosogató tálcához kapcsolódik)*, ezért nem alkalmazhatunk csak alulról szerelhető mosogató tálcát, mivel akkor a vizet nem tudná a mosogatóba vezetni a kimunkált horony. A különbség még a két mosogatótálca illesztési lehetőség között a kialakítási technológiájukban figyelhető meg. A felülről szerlehető változatot elég lenne vízvágással kialakítani, ott nem fontos az él profil felületi érdessége, mivel a tálca eltakarja. Ezzel szemben az alulról szerelt megoldásnál figyelembe kell vennünk az esztétikai szempontokat is. Tehát az él profilt meg kell munkálnunk, nagyolnunk, csiszolnunk, fényezniük ehhez pedig kőmarást alkalmazunk.



5.3. ábra
Felülről szerelhető mosogatótálca, alulról szerelhető mosogató tálca

A második műveletelem a szármarróval megmunkálendő alaksajátosságok összessége. A következő megmunkálások tartoznak ide: a minimál csepegtető, a hullám csepegtető, a kör, az ovális, és a dupla gyümölcstartó, valamint az előbb már említett mosogató kivágás nagyolása. Ezek után a simító eljárások következnek, amit a hullám, indián csepegtetőnél, a kör, az ovális, és a dupla gyümölcstartónál, a labirintus, klasszikus, és a hullámos hőállólátétnél, valamint a horony kialakításánál alkalmazunk. Az utolsó marási lépésként még kialakítjuk a mosogató kivágás él profilját (*nagyolás, csiszolás, fényezés*). A munkadarabot ezután újból a vízvágóra helyezzük, és itt kialakítjuk a csap kivágást, a sütő helyét, és a munkalap végleges és valóságos méretét. Szükségünk van azonban a késztermék eléréséhez további megmunkálásokra. Így a negyedik művelet egy kézi utómegmunkálás, ahol a már nagyolt gyümölcstartókat csiszoljuk és polírozzuk. Az ötödik művelet a munkalap alsó oldalán hornyok kialakítása. Ezek a hornyok a munkapult rögzítését szolgálják, úgy hogy a horonyba csavarokat ragasztunk az 5.4. ábrán látható módon.



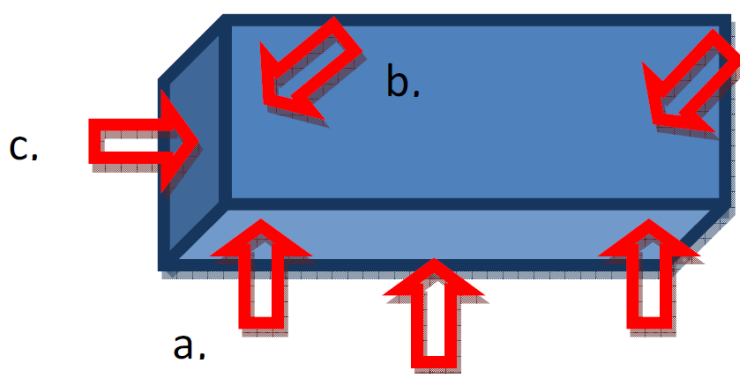
5.4. ábra
Munkapult csavarokkal való rögzítésének módszere

A munkapultot több módon tudjuk a konyhaszekrényhez rögzíteni. Igénytől függően, lehet csak ráhelyezni szimplán a munkapultot a szekrényre, így saját súlyával rögzítve azt, de ez nem számít igazán szakszerű megoldásnak. A második lehetőség, amikor a munkapultot ragasztóval rögzítik a konyhaszekrényhez, a harmadik a már előbb említett, általunk is alkalmazott csavaros módszer.

A hatodik művelet a homokfűvés, amivel a szármaróval kialakított csepegtető aljának a megfelelő felületi minőséget biztosítjuk. A hetedik, impregnálás. Ez egy utólagos kézzel történő munkafolyamat, mely során kitöltjük az anyag pórusait folyékony vagy pasztel impregnáló szerrel, ami biztosítja a megmunkált részek megfelelő érdességét, felületének végleges minőségét. Itt KIEHL-Impran impregnálószer alkalmazunk. A felsorolt műveletek közül a marással foglalkozunk részletesebben. Ezeknek a feladatoknak a megoldása során elkészült dokumentum a műveleti sorrendterv, ami 15. sz. *mellékletben* megtalálható.

5.2. Befogási és készülékszerkesztési terv készítése

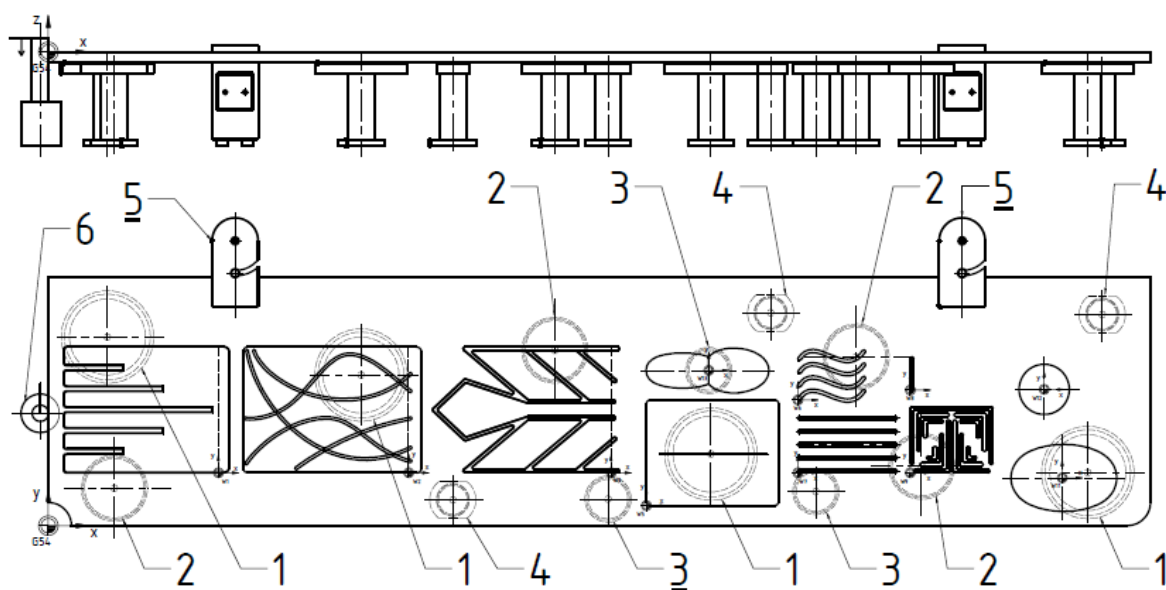
Mivel sorozatgyártást terveztünk, ezért nagyon fontos, hogy ne kelljen minden megmunkálás előtt nullpontfelvételt végezni. A készülék feladata, hogy rögzítse, és meghatározza a munkadarab pozícióját, minimalizálja a megmunkálás során keletkező forgácsoló erők által okozott deformációkat, elvezesse a forgácsot. A gyártmány teljes meghatározottságát a hat pont szabály alkalmazásával tudjuk elérni, miszerint egy merev test helyzet meghatározásához hat pont rögzítésére van szükség. Ebből a hat pontból három adja a felfekvő felületet, kettő a tájoló felületet és egy az ütköző felületet. [6] A hat pont szabályt az 5.5. *ábra* mutatja sematikusán.



5.5. *ábra*

Hatpont szabály ábrával való értelmezése (forrás: Geier [6], 23. oldal, 4.10. ábra)

A készüléktervezéssel csak a marási művelet szintjén foglalkoztunk részletesebben. Itt azokat a megfogókat, befogókat és szorítókat alkalmaztuk, amik a Woldem Kft.-nél a rendelkezésünkre álltak. Ezek a következők: 2 db fel-le mozgatható ütköző (6), 2 db körmös befogó (5), 3 db $\varnothing 100$ vákuumos szorító (4), 3 db $\varnothing 140$ vákuumos szorító (3), 4 db $\varnothing 200$ vákuumos szorító (2), 4 db $\varnothing 280$ vákuumos szorító (1). Ezekből a befogás során 1 db fel-le mozgatható ütköző kivételével, az összes készüléket felhasználtuk. A következő módon terveztük meg a befogást: 5.6. ábra



5.6. ábra
Alkalmazott készülékek elhelyezése

A felfogás leírása:

1. A 2 darab 5-ös, és 1 darab 3-as jelölésű készülékre a munkadarab felfektetése.
2. A 2 darab 5-ös, és a 6-os készülékhez a munkadarab ütköztetése.
3. A 2 darab 5-ös készülék szorítása.
4. A többi vákuumos megfogó (1, 2, 3, 4) szorítása.
5. A 6-os ütköző leengedése.

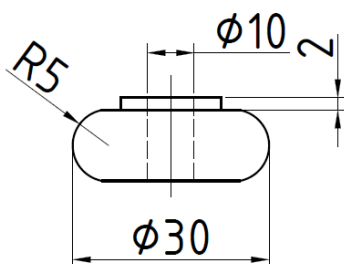
A befogás tervet a 18., a készülékszerkesztési lapot a 19. számú melléklet tartalmazza.

5.3. Szerszámok a megmunkáláshoz

A gyártástervezés eddigi szakaszaiban eljutottunk odáig, hogy ismerjük a megmunkálási igényeket, szerszámgépeket, készülékeket, a szerszámbe fogást, műveletek és műveletelemek sorrendjét. Ahhoz, hogy a műveleti utasítást el tudjuk készíteni, szükségünk van a szerszámok

pontos adataira, geometriájára és azok alkalmazhatóságára, technológiai paramétereire. A következő fejezetben tehát a szerszámok kiválasztását, a forgácsolási paraméterek összegyűjtését és meghatározását vázoljuk. A műveleti utasításban csak a kőmaró megmunkáló központon végzett lépéseket fejtjük ki bővebben, így csak a maráshoz szükséges szerszámok adatait részletezzük.

A szerszámok, amiket alkalmazunk, többnyire megtalálhatók a Woldem Kft.-nél. Körülnéztünk továbbá a Marmo Elettromeccanica szerszámkereskedő honlapján is [14] és kiválasztottunk onnan pár különlegesebb marószerszámot az él profiljaink kialakításához. (például az 5.7. ábrán látható gömbmaró)



5.7. ábra
Gömbmaró vázlata

A kő megmunkálásához a legtöbbször polírkő készletet vagy az estek túlnyomó részében szegmenses marószerszámot használnak. Léteznek lapkás szerszámok is, de ezek nem terjedtek el széles körben. A szegmenses marószerszámok kialakítása geometriailag sokféle lehet, de a szegmensek mindig két részre bonthatóak: A szívósságot biztosító mátrix anyagra és a megmunkálást végző, a mátrix anyagban elhelyezkedő gyémántszemcsékre. A mátrix anyag nagyoló, simító eljárás esetén általában valamilyen fém vagy ötvözet, él- vagy felületcsiszolásnál gumi vagy habkő és ebben helyezkednek el az erősítőanyag szemcséi. Az él- vagy felületfényezéshez a szerszám mátrix anyaga szintén gumi vagy habkő, gyémánt csiszolófilmmel ellátva.

Ahogy már az 5. fejezetben említettük a mosogató kivágás első lépése fúrás. Ezt az 5.2. ábrán látható koronafúróval alakítjuk ki.

Az él megmunkáláshoz alakos marókat használunk, melyeket egymás alá tudunk fűzni, így két szerszám is lehet egy tárhelyen, amint ezt az 5.8. ábra is mutatja. Ez szerszám tárhely szempontjából igen kifizetődő lehetőség.



5.8. ábra
Alakos marók

A technológiai paramétereket a Woldem Kft. ajánlása alapján a kőmegmunkáló központ használati kézikönyvének megadott értékei alapján választottuk ki. Az 5.1.,5.2.,5.3.,5.4., 5.5. táblázatokban ezeknek az ajánlásoknak a táblázatos összefoglalói láthatók.

LEÍRÁS	MÁRVÁNY			GRÁNIT		
Fúró átmérője mm-ben:	25	30	35	25	30	35
Z tengely munkasebessége (mm/perc):	80-tól 110-ig	80-tól 110-ig	70-től 105-ig	70-től 100-ig	70-től 100-ig	60-től 90-ig
Fúró forgási sebessége (fordulat/perc)	3000-től 4000-ig	3000-től 4000-ig	3000-től 4000-ig	3000-től 4000-ig	3000-től 4000-ig	3000-től 4000-ig

5.1. táblázat
Fúrók technológiai jellemzői (forrás: Golden Plus [7], 30. oldal, 5.4.1. táblázat)

LEÍRÁS	MÁRVÁNY			GRÁNIT		
Vastagság mm-ben:	20	30	40	20	30	40
X-Y mozgási sebessége (mm/perc)	600-tól 800-ig	500-től 700-ig	400-től 500-ig	350-től 500-ig	300-től 450-ig	200-től 300-ig
Elektrolitikus eszköz forgási sebessége (fordulat/perc)	5000-től 6300-ig	5000-től 6300-ig	5000-től 6300-ig			
Agglomerált eszköz forgási sebessége (fordulat/perc)				4300-től 5500-ig	4300-től 5500-ig	4300-től 5500-ig

5.2. táblázat
Egyenes maró technológiai jellemzői (forrás: Golden Plus [7], 31. oldal, 5.4.2. táblázat)

LEÍRÁS	MÁRVÁNY elektrolitikus eszköz			GRÁNIT		
Vastagság mm-ben:	20	30	40	20	30	40
X-Y mozgási sebessége (mm/perc)	500-től 800-ig	400-től 800-ig	350-től 750-ig	450-től 700-ig	400-től 600-ig	350-től 500-ig
Elektrolitikus eszköz forgási sebessége (fordulat/perc)	4300-től 5300-ig	4300-től 5300-ig	4300-től 5300-ig			
Agglomerált eszköz forgási sebessége (fordulat/perc)				4500-től 5500-ig	4500-től 5500-ig	4500-től 5500-ig

5.3. táblázat
Élformázók technológiai jellemzői forrás: Golden Plus [7], 31. oldal, 5.4.3. táblázat)

LEÍRÁS	MÁRVÁNY elektrolitikus eszköz			GRÁNIT		
Vastagság mm-ben:	20	30	40	20	30	40
X-Y mozgási sebessége (mm/perc)	1400-től 2000-ig	1200-től 1800-ig	1000-től 1500-ig	1000-től 1400-ig	900-től 1300-ig	750-től do 1200-ig
Elektrolitikus eszköz forgási sebessége (fordulat/perc)	4000-től 5000-ig	4000-től 5000-ig	4000-től 5000-ig			
Agglomerált eszköz forgási sebessége (fordulat/perc)				4200-től 5600-ig	4200-től 5600-ig	4200-től 5600-ig

5.4. táblázat

Élcsiszolók technológiai jellemzői forrás: Golden Plus [7], 31. oldal, 5.4.4. táblázat)

LEÍRÁS	MÁRVÁNY			GRÁNIT		
Vastagság mm-ben:	20	30	40	20	30	40
X-Y mozgási sebessége (mm/perc)	700-től 1000-ig	700-től 1000-ig	700-től 900-ig	550-től 800-ig	550-től 800-ig	550-től 800-ig
Elektrolitikus eszköz forgási sebessége (fordulat/perc)	2200-től 3200-ig	2200-től 3200-ig	2200-től 3200-ig	2200-től 3200-ig	2200-től 3200-ig	2200-től 3200-ig
Szintetikus felületű eszköz forgási sebessége (fordulat/perc)	800-től 1300-ig	800-től 1300-ig	800-től 1300-ig	800-től 1300-ig	800-től 1300-ig	800-től 1300-ig

5.5. táblázat

Élfényezőők technológiai jellemzői forrás: Golden Plus [7], 31. oldal, 5.4.5. táblázat)

Ezek az értékek csak közelítőek a könyvben, változhatnak a megmunkált anyag típusától és az eszköz kopásától, minőségétől függően. Mivel gránitot munkálunk meg, ezért agglomerált, vagy szintetikus értékeket kell figyelembe vennünk.

A nagyoló marókat az 5.8. ábra bal oldalán lehet látni, mindig ezeket használjuk első lépésben az él megmunkálásoknál. Ezek után következik két különböző felületi finomságú csiszoló, majd három, szintén különböző felületi érdességgel rendelkező fényező, az érdesebbtől a finomabb felé haladva. A pontosabb adatokat a műveleti utasítás tervezése során részleteztük.

A 25 mm átmérőjű szármarót (5.9. ábra) alkalmazzuk majdnem az összes nagyoló megmunkálás elvégzésére, kivéve a horony marások és az alakos maróval készülő él profilok nagyolásai.



5.9. ábra
Szármaró



5.10. ábra
Ujjmaró

A hornyok kialakításához és a simító megmunkálásokhoz 10 mm átmérőjű ujjmarót (5.10. ábra) alkalmazunk. Az él profilok kialakításához pedig mindig a megfelelő alakos szerszámot. Ezeknek a pontosabb geometriáit a szerszámlistában olvashatjuk a 17. sz. mellékletben.

5.4. Műveleti utasítás tervezése

A szerszámok kiválasztását és a technológiai paraméterek meghatározást követően elkezdtük kidolgozni a műveleti utasításokat, amelyek a gyártástervezésnek az a végső, megmunkálás szempontjából legrészletesebb dokumentumai, amik alapján már elkészíthető a forgácsoló megmunkálást vezérlő NC program. A műveleti utasításnak (18. melléklet) tartalmaznia kell az egyes műveletelemeket, a hozzá tartozó szerszámmal és forgácsolási paraméterekkel.

Az első és a harmadik művelet vízvágás. Ezt a vállalati ismertetőben már bemutatott vízvágók egyikével (WSS 6020) hajtjuk végre. A vágási sebesség 1 mm/perc-10.000 mm/perc a munkadarab vastagságától és anyagától függően. 30 mm-es gabbró esetén ez az érték 130-140 mm/perc. Mivel ez egy keményebb anyag, a vágáshoz a vízbe abrazív anyagot, gránit homokot (5.11. ábra) keverünk.



5.11. ábra

Gránit homok (forrás: <http://www.kematechnik.hu/termeklap/17/grnthomok/47/grnthomok/61/> [8])

A gránit homok az almadin gránit gránitkövek csoportjába tartozik. Az almadin gránit nem aktív nemfémes ásvány, nem szilikogén termék, hanem természetes gránithomok. Az almadin gránitokat és a vele rokon nehéz ásványokat, amelyek feliszapolt lerakódásokban fordulnak elő, lefejtik. A gránitanyagok monokristályos, töretlen szemcsék, amelyek többé - kevésbé szabálytalanul lekerekített formájúak. [8]

A gránit szemcsék műszaki adatai: az 5.6. táblázatban vannak összefoglalva.

Fajsúly:	4,10 g/cm ³
Ömlesztett súly:	2,4 g/cm ³
Szemcseforma:	zömök, sarkos
Olvadáspont:	1315°C
Keménység:	7,50-8,00 Mohs

5.6. táblázat

Gránit szemcse műszaki adatai (forrás:

<http://www.kematechnik.hu/termklap/17/grnthomok/47/grnthomok/61/> [8])

A gránit szemcsék szabványos szemcse méreteit az 5.7. táblázat részletezi.

DIN szemcsék	Speciális szemcsék a HD (nagy nyomású) vízsugárvágáshoz
0,20-0,60 mm	220 mesh
0,20-0,80 mm	120 mesh
0,30-0,85 mm	80 mesh

5.7. táblázat

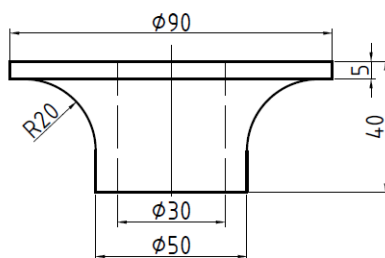
Gránithomok szabványos szemcse méretei (forrás:

<http://www.kematechnik.hu/termklap/17/grnthomok/47/grnthomok/61/> [8])

A Woldem Kft. 80 mesh (*szita lyukszám*) szemcsenagyságú homokot alkalmaz. A felületi érdesség a vágás után: „enyhén barázdált”.

A második műveletet a kömegmunkáló központon végezzük. A technológiai paraméterek szerszámonként változóak, ezért ezek alapján fejtettük ki ezeket. Ezt azért kell külön részletezni, mert a gépkönyv az ajánlásait intervallumban adta meg, viszont a CNC program megírásához diszkrét adatok szükségesek. Mivel a forgácsolási paraméterek gránitra vannak megadva, a gabbró pedig ipari felhasználású gránit, ezért az átmérő függvényében a középértékeket választottam az intervallumokból.

Az alakos marók közül az azonos átmérőjű szerszámoknak a technológiai paramétere azonos. Ezért is tehetjük meg azt az egyszerűsítést, hogy a komplex alkatrész kialakítása során az élettörést végtelen sugarú lekerekítésként értelmeztük.

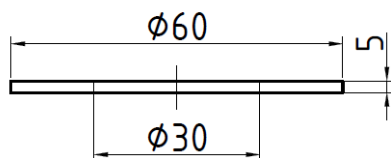


5.12. ábra

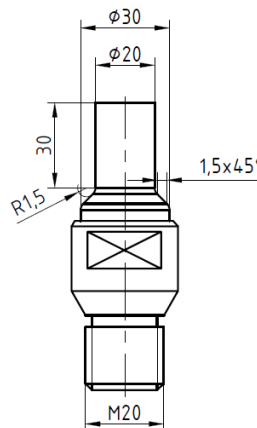
Alakos maró vázlata

Szerszám megnevezés	Fordulatszám (1/min) n	Megmunkálási sebesség (m/min) v	Előtolás (mm/ford) f	Szerszám ábrája
ø 35 koronafúró	3500	385	-	5.2. ábra
ø25 szármaró	4900	385	0,08	5.9. ábra
ø10 ujjmaró	900	385	0,04	5.10. ábra
ø 90 alakos maró	nagyolás	5000	1414	5.12. ábra
	csiszolás	4900	0,22	
	fényezés	1050	0,64	
ø 60 alakos nagyoló	5000	942	0,1	5.13. ábra
ø 30 alakos maró	nagyolás	5000	0,1	5.7. ábra
	csiszolás	4900	0,22	
	fényezés	1050	0,64	
ø 20 alakos maró	nagyolás	5000	0,1	5.14. ábra
	csiszolás	4900	0,22	
	fényezés	1050	0,64	

5.8. táblázat
Szerszámok technológiai paramétereit



5.13. ábra
Hevedermaró vázlata



5.14. ábra
Mosogató él maró vázlata

A fogásvétel során 5 fokos egyenes mentén, vagy csavarvonal interpolációval süllyedünk a munkadarabba. Kőmegmunkálás során az anyag inhomogén összetétele miatt csak egyen irányú marást alkalmazunk.

A fogásmélység és a fogásszélesség a megmunkálás típusától függ. Ezek részletes meghatározása, műveletelemenkénti lebontása a műveleti utasításban található meg.

Az ötödik fejezet eddigi alfejezetei során meghatároztuk a komplex alkatrészünk gyártástervét, így már ismerjük a megmunkálási igényeket, szerszámgépeket, készülékeket, a szerszám befogást, műveletek és műveletelemek sorrendjét. Ezen felül a szerszámok pontos adatait, geometriájukat, alkalmazhatóságukat, és technológiai paramétereiket.

5.5. Paraméteres CNC program tervezése

Az előző alfejezetekben részletesen tárgyaltuk a forgácsolt anyagleválasztás technológiai megfontolásait. A komplex alkatrészhez tartozó CNC programok hatalmas terjedelme miatt (~450 ezer sor) azt nem lehet ésszerű keretek megoldani, hogy az egyes alkatrészekhez tartozó programokat úgy állítsuk elő, hogy a nem releváns programrészeket töröljük. A megoldást a paraméteres programozás rejti magában, ahol a főprogramban definiált változók segítségével a CNC program maga tartalmaz egy döntési algoritmust. Ez az algoritmus dönti el, hogy mely programrészeket vegye figyelembe a vezérlés és melyeket ne.

A komplex alkatrész forgácsolt megmunkálását vezérlő CNC programoknak tartalmazniuk kell a következőket:

- Paraméterek definiálását
- Általános kapcsolási és előkészítő funkciókat
- Technológiai paramétereket (előtolás, fordulatszám)
- Döntési algoritmust, ami a paraméterek alapján eldönti, hogy mely programrészek fussanak le.

A CNC programok struktúrája és a döntési algoritmus vázlata a 20.-23. sz. *mellékletekben* található. A 20. sz. *melléklet*: CNC-01 rajzon látható, hogy az O1000 főprogram tartalmazza azokat a változókat, amit a CNC technológusnak kell kitöltenie. A változókra mutat példát az 5.15. ábra. A változók maradéktalanul megtalálhatóak a 23. sz. *mellékletben*.

...	ÉRTELMEZÉS
#500=1 (1-SAROKELEM, 2-OLDALELEM)	<u>#500=1 jelentése:</u> Az 500.-as számú regiszternek értéket adunk: „1”.
#503=2000 (X IRANYU BEFOGLALO)	
...	
(1-IGEN, 2-NEM)	<u>Kitöltési útmutató (kivonat):</u> Amennyiben a munkapult sarokelem, írjon az 500-as regiszterbe „1” et, egyébként „2” est.
#510=2 (ELPROFIL KOR)	
...	
(CSEPEGTETO HULLAM ADATOK:)	<u>Döntési algoritmus (kivonat):</u> Ha az 500-as regiszterbe 1-es van, akkor hívd meg az egyeshez tartozó alprogramot, egyébként pedig a 2-eshez tartozót.
#530=300 (X HELY)	
#531=320 (Y HELY)	
#532=1 (MOSDOTALCAHOZ KEPEST 1-JOBBRA, 2-BALRA) ...	

5.15. ábra
Változók definiálása NCT 201 vezérlőben

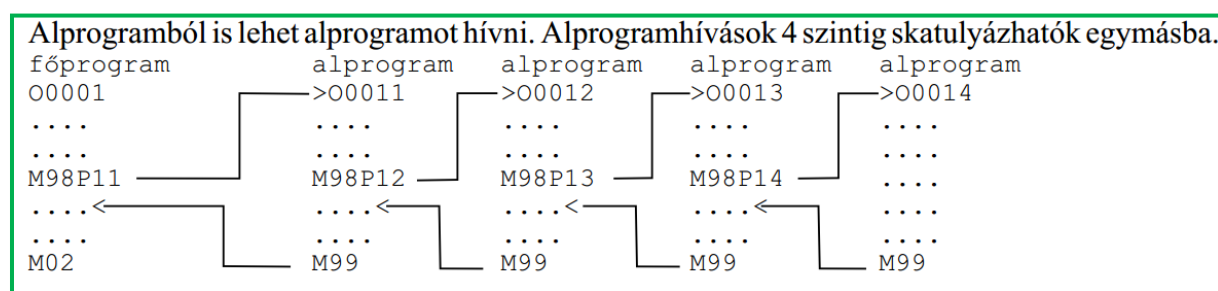
Összesen 64 változót tartalmaz a főprogram. Ennyi változó szükséges ahhoz, hogy egyértelműen meghatározható legyen az egyes alkatrész programja. Ezeket a változókat fel kell tölteni minden különböző munkapult elem gyártása előtt. A paraméterek feltöltése történhet:

- A szerszám gép tasztatúráján. *(Eközben áll a szerszám gép, nem termel → kiesés)*
- Szövegszerkesztőben. *(lassú, elgépelés veszély)*
- CNC program Editorban. *(lassú, költséges)*
- Szoftveres támogatással.

A változók feltöltése nagy odafigyelést igényel, hiszen ha elgépelünk egy karaktert, vagy véletlenül kitörlünk a főprogramból valamit, az súlyos következményekkel járhat. A legbiztonságosabb, leggyorsabb megoldás a paraméterek feltöltésére az, ha egy célszoftvert használunk. Ilyen nem áll rendelkezésünkre, ezért fejlesztettünk egy Windows operációs rendszeren futó szoftvert *(lásd: 5.7. fejezet)*.

A CNC programok struktúrája

A programok négy szinten egybeágyazottak. Az egybeágyazottságot szemlélteti az 5.16. ábra. Az első szinten az O1000 számú főprogram van egyedülként. Ezt a programot kell elindítani a munkalap megmunkálásának elkezdésekor, egyedülként ez a program tartalmazza azokat a globális változókat⁴, amik az alsóbb szinteken lévő döntési algoritmusok argumentumaiban vannak. Azt a folyamatot, amikor a program eldönti, hogy egy programrész lefusson-e, döntési algoritmusnak nevezzük.



5.16. ábra
Alprogramok egybeágyazása NCT 201 vezérlőben

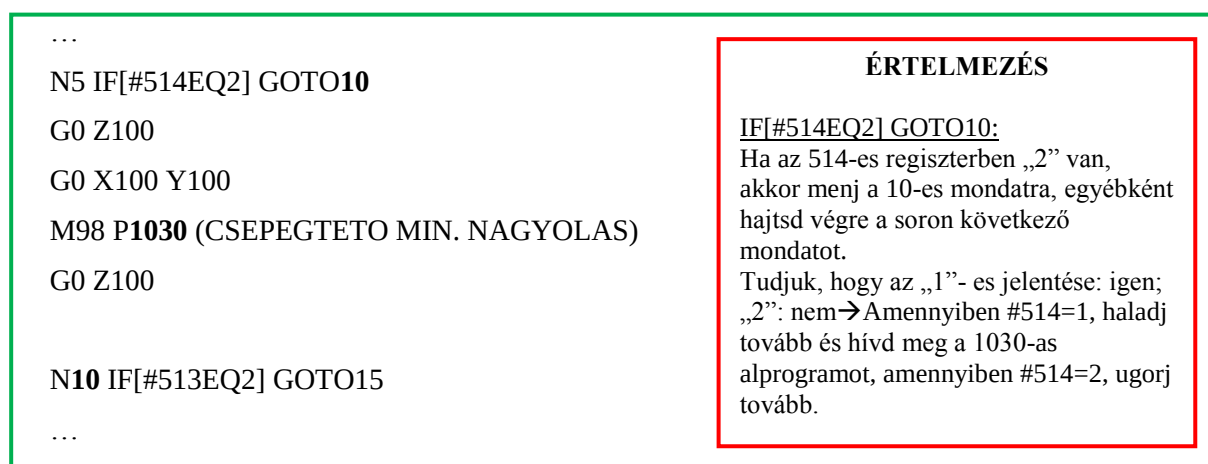
A geometriai információkat tartalmazó alprogramok lokális változókat⁵ is használnak, azonban a lokális változók is függenek a globális változóktól.

⁴ A globális változók nem törölődnek a szerszám gép kikapcsolásakor, értékük minden programban megegyezik.

⁵ A lokális változók törölődnek a szerszám gép kikapcsolásakor, értékük nem öröklődik alprogram híváskor.

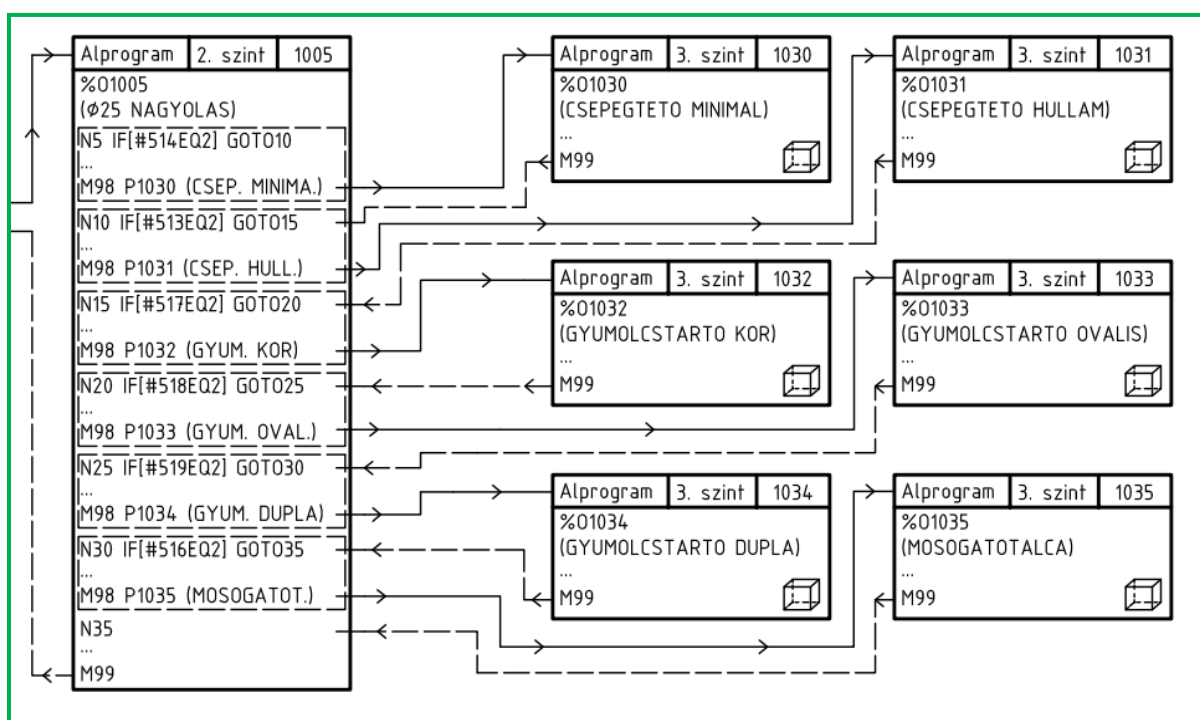
Az alprogramtechnika használatával egy jól strukturált CNC programrendszert kaptunk, ami jól tükrözi a munkapultok moduláris felépítését és mutatja a csoporttechnológia használhatóságát.

A döntési algoritmusok jellemzően „IF” „GOTO” függvényeket használnak. A függvények argumentumaiban a főprogramban definiált globális változók vannak. Egy ilyen folyamatot mutat be a 5.17. ábrán látható CNC programrész.



5.17. ábra
IF... GOTO... függvények alkalmazása NCT 201 vezérlőben

A 20.-23. sz. melléletekben található dokumentumokon azokat az alprogramokat, amelyek geometriai információt is tartalmaznak, azokat az alprogram kereten belül, egy kis kockával jelöltük (5.18. ábra).



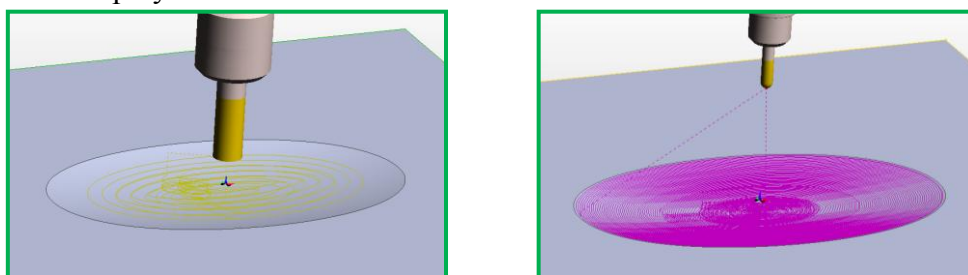
5.18. ábra
Programstruktúra részlet (kiskockával jelölve a geometriai információt tartalmazó alprogram)

Amelyik alprogram nincsen jelölve (az 5.18. ábrán: O1005), ott technológiai információk, szerszámváltások, döntési algoritmusok alkotják a programot. A nem jelölt alprogramokat és a főprogramot manuálisan, a Microsoft Office Word szövegszerkesztő szoftverrel készítettük. A jelöltek közül az egyszerűbb geometriát készre munkáló CNC programokat szintén manuálisan, míg a bonyolultabb alaksajátosságokat az Edgecam szerszámpálya tervező szoftver segítségével állítottuk elő. Az előállított CNC programokat ezek után a programstruktúra alapján rendeztük össze.

CAM programozás

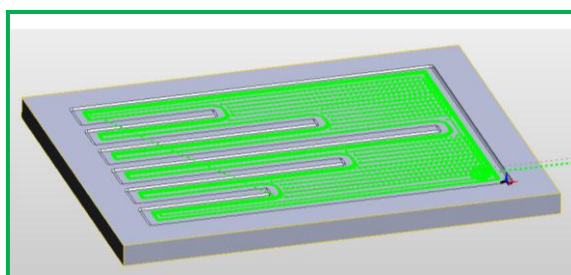
A bonyolult felületeket tartalmazó modulokat manuálisan ésszerűtlen (*sokszor lehetetlen*) leprogramozni, ezért használtuk az Edgecam szerszámpálya tervező szoftvert.

Az Edgecam a munkadarab CAD modellje segítségével állítja elő a mozgásciklusokat. A csoporttechnológia és a modulrendszer miatt a komplex alkatrész egyes elemeiről külön készíteni kellett 3D-s CAD modellt, hogy egy alprogramhoz egy munkadarab nullpont és egy műveletlem tartozzon. A modulszintű lebontást minden részegységre (*pl. ovális gyümölcstartó*) elvégeztük, továbbá minden részegységnek lemodelleztük a különböző méretű ikerdarabjait. Ez az ovális gyümölcstartónál például hat különböző konfigurációt jelent. Mindegyik konfigurációhoz elkészítettük a programot. Az 5.19. ábrán látható az 5 mm mély, közepes szélességű ovális gyümölcstartó szerszámpályái nagyolásnál illetve simításnál. További példák láthatóak az 5.20-5.21. ábrákon. Mindegyik mozgásciklus közös jellemzője, hogy a fogásvételi stratégia csavarvonal interpoláció 5°-os menetcsökkenéssel. További CAM generált szerszámpályák találhatók a 26. sz. mellékletben!



5.19. ábra

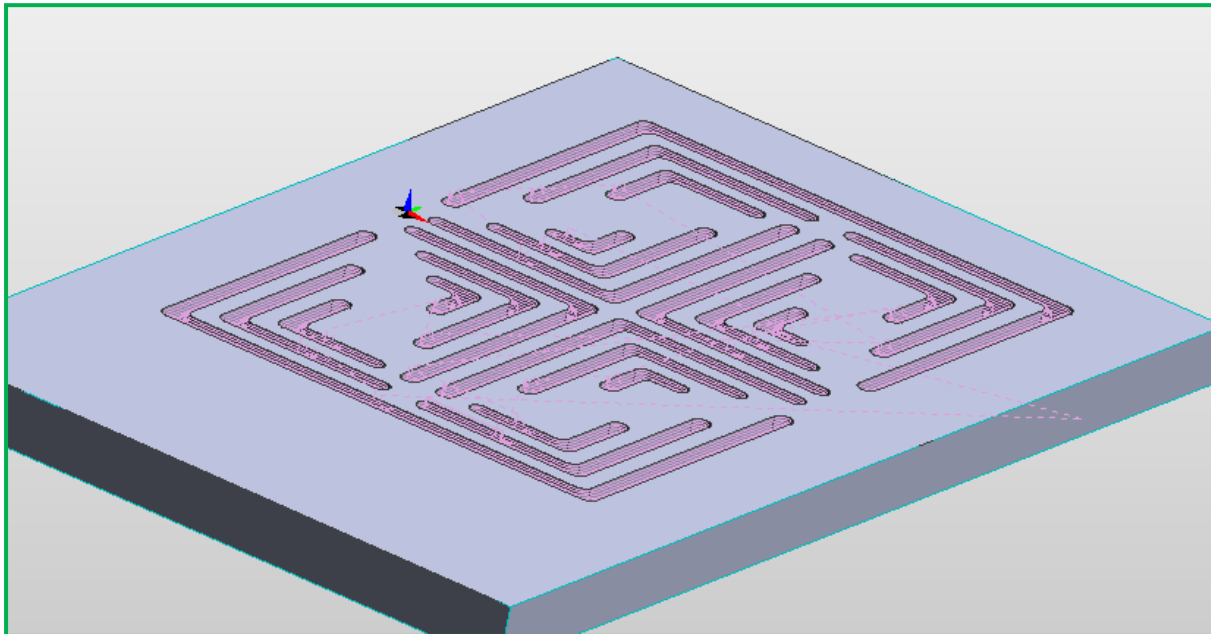
5 mm mély, közepes szélességű ovális gyümölcstartó szerszámpályái nagyolásnál illetve simításnál



5.20. ábra

Minimál csepegtető nagyolás

A CAM programozás során különösen figyelni kellett arra, hogy a tervezés modulban készített munkadarab koordináta rendszerének tengelyei azonos értelműek legyenek és a középpontja azonos helyen legyen a műszaki rajzban előírttal, különben a manuális és CAM módszerrel készített programok nem illeszthetők össze.



5.21. ábra

Tükrözött (közepes nagyságú) labirintus hőálló alátétnagyolás

A műveletelem szinten moduláris gyártásterv miatt az egy szerszámhoz tartozó szerszámpályákat külön projektben kezeltük, hogy a manuális programokkal való összefűzés során ne kelljen a több ezer soros CAM által generált CNC programot műveletelemenként *(szerszámváltásonként)* deszintetizálni. Ahhoz, hogy az NCT 201 vezérlőre lekészült programok gyorsan illeszthetők legyenek FAGOR vezérlésre, a CAM által generált programoknak a lehető legegyszerűbbeknek kell lenniük. Egyszerűség alatt azt értjük, hogy az előkészítő és technológiai információkon kívül csak koordinátákat tartalmazzon.

5.6. Gyártási költségek becslése

A gyártástervezés következő lépéseként költségbecslést készítettünk. A Woldem Kft. technológusai a megmunkálás költségeit az egyes szerszámgépek megmunkálási ideje alapján becslik. A szerszámgép percköltségek tartalmazzák a teljesség igénye nélkül:

- Az energiaárakat. *(Villamos E., fűtés, hidraulika, pneumatika)*
- A szerszámgép vételi árát és amortizációját arányosítva.
- Szerszám költséget. *(Vétel, karbantartás, amortizáció stb.)*
- Gépkezelő, technológus bérét.

Ha a megmunkálás költségéhez hozzáadjuk az alapanyag árát és a szállítási költségét, majd megszorozzuk a nyereséggel, akkor megkapjuk az árajánlat alapját képező összeget.

A munkalap gyártás során két szerszámgép és további három *(kézi)* eljárás jöhet szóba *(munkalap konstrukciótól függően)*. Ezeknek az eljárásoknak a költsége:

- CNC vízvágó 38 000 Ft/óra
- CNC marógép 18 000 Ft/óra
- Impregnálás 3 000 Ft/óra
- Homokfűvás 6 000 Ft/óra
- Sarokcsiszolás 2 000 Ft/óra

A megmunkálási főidők a CNC programok segítségével becsülhetők. A manuálisan írt programok megmunkálási idejét az NCT 201 vezérlés szimulációs szoftverrel mértem le, míg a számítógéppel segített módszer esetén az Edgcam kiadja automatikusan a megmunkálás főidejét. Az egyes műveletelemekhez tartozó megmunkálási főidők a 25. sz. *mellékletben* találhatóak.

A megmunkálási főidők alapján számítható a gyártás költsége:

$$K_{gyártás} = t_1 K_{VÍZ} + \left\{ K_{MARÓ} \sum_{i=2}^{30} t_i \right\} + t_{31} K_{SAROK} + t_{32} K_{HOMOK} + t_{33} K_{IMPR}$$

Ahol:

$K_{gyártás}$: Gyártás költsége [Ft]

$K_{„x”}$: „x” művelet percköltsége [Ft/min]

t_i : i. műveletelem ideje [min]

Ebből számítható az árajánlat:

$$\hat{A}R = (K_{gyártás} + K_{mdb} + K_{száll})(1 + \frac{p}{100})$$

Ahol:

$\hat{A}R$: Árajánlat [Ft]

K_{mdb} : A gránit alapanyag ára [Ft]

$K_{száll}$: Szállítás költségei [Ft]

p : Nyereség [%]

5.7. C# nyelven írt szoftver fejlesztése a hatékony NC programgeneráláshoz és a gyártási költségek becsléséhez

A CNC főprogramban definiált változók értékadását nagy körültekintéssel kell kezelni, hiszen a helytelen értékadás vagy a nem kívánt véletlen beavatkozás (pl.: törlés) súlyos következményekkel járhat. Ezen problémák előfordulását csökkenteni lehet, ha a változók feltöltését egy magyarázó ábrákkal ellátott szoftver segítségével tesszük meg. A szoftver fejlesztése során a következő szempontokra figyeltünk:

- Állítsa elő a szintaktikailag helyes CNC főprogramot, töltsse fel a regisztereket a megfelelő értékekkel.
- El lehessen menteni a CNC programot, egyszerűbb szövegszerkesztési műveleteket ismerje.
- Nyújtson grafikus segítséget.
- Legyen egyszerű és gyors a használata.
- Legyenek elérhetőek a komplex alkatrészeire vonatkozó gyártási dokumentációk.
- Számítsa ki a becsült gyártási költséget, adjon lehetőséget az árajánlat készítésre.
- Legyenek egyszerű biztonsági algoritmusok, amik ellenőrzik a felhasználó munkáját.

A fenti szempontok alapján fejlesztettünk egy szoftvert C# nyelven, ami grafikusan segíti a CNC program változóinak feltöltését. Magyarázó ábrákkal, műszaki rajzokkal és egyéb praktikus kiegészítő funkciókkal láttuk el a szoftvert, hogy a CNC programgenerálás biztonságos, egyszerű, gyors és rugalmas legyen. A programsorok és a hozzá tartozó magyarázat a CD mellékletben található.

A szoftver rövid bemutatása

A Szoftver ikonja és a bejelentkező ablak az 5.22. ábrán látható.

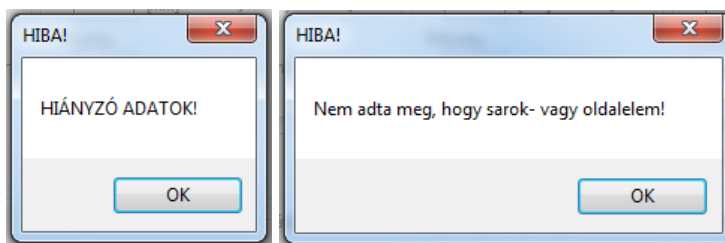


5.22. ábra
Program ikon és a bejelentkező felület

A bejelentkezés után az 5.23. ábrán látható ablak fogad minket. Amennyiben a „CNC program generálása” gombra klikkelünk, akkor az 5.24. ábrán látható hibaüzeneteket kapjuk, hiszen ha nem adtuk meg azt a minimális mennyiségű adatot, ami alapján legyártható a munkalap. Meg kell adni legalább a befoglaló méreteket és azt, hogy mi a munkalap típusa.

5.23. ábra
Program alapállapot

Látható, hogy az ablak nagy része (részletes beállítások) szürke, azaz inaktív állapotban van. Mihelyst beállítjuk, hogy mely elemekre lesz szükségünk, aktívvá válnak a részletes beállítások.

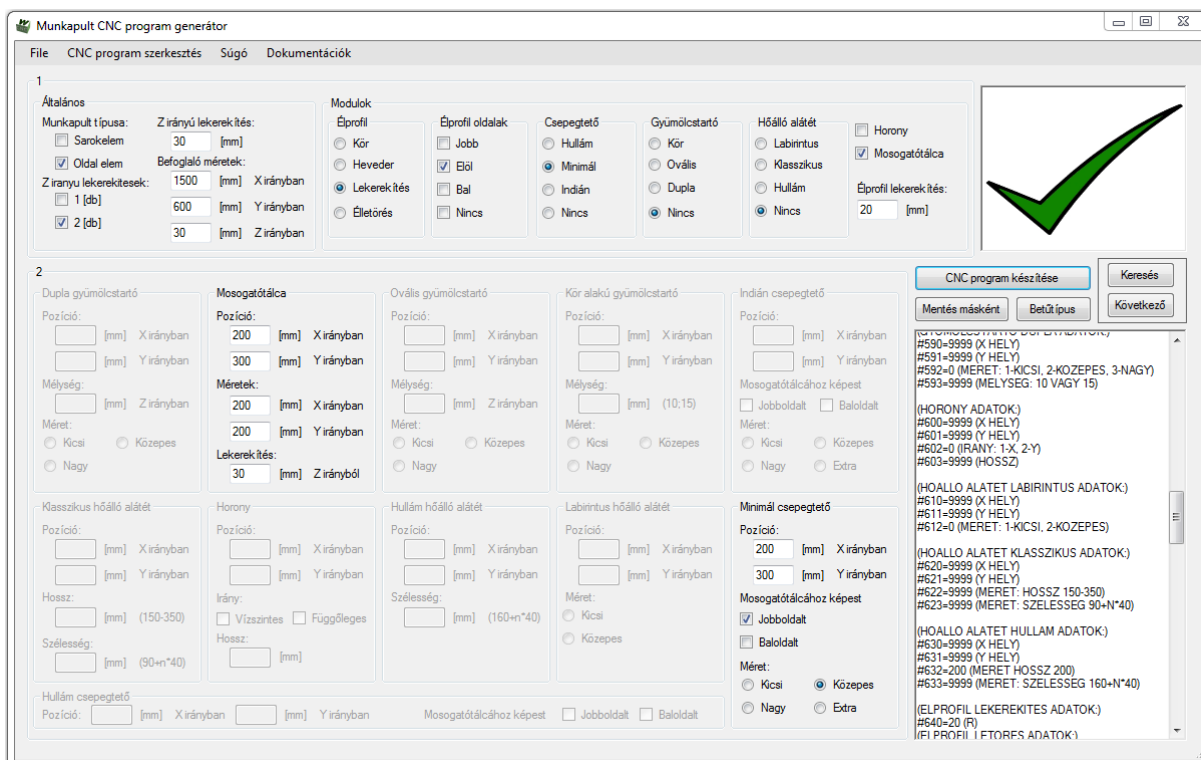


5.24. ábra
Hibaüzenetek

Szemléltetésként hozzuk létre az alább definiált munkalap CNC főprogramját a szoftver segítségével:

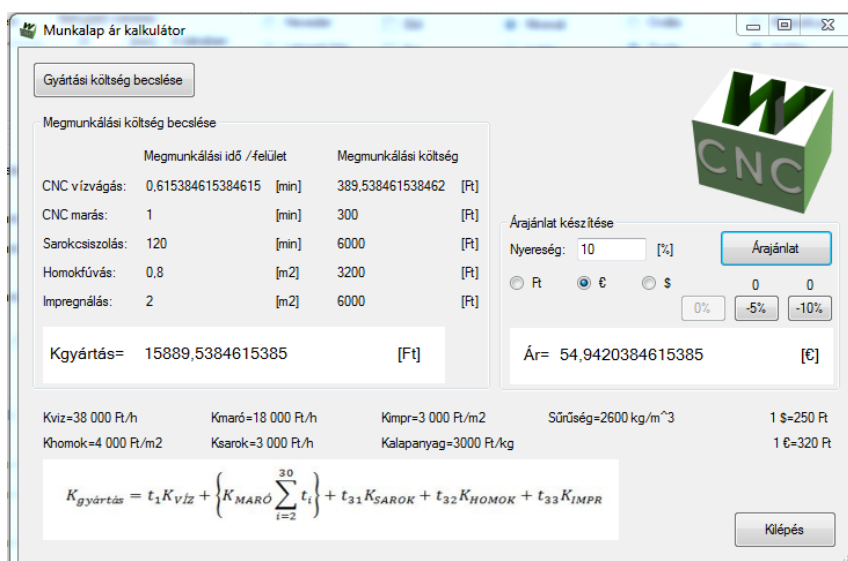
Munkalap leírás:

Felülnézetből: 2db 30mm –es lekerekítés, befoglaló méretek: 1500x600x30. Él profil: R20 mm lekerekítés csak elől. Mosogatótálca 200x200 pozíció: (x,y)=(200,300) , lekerekítés: R30 mm. Minimál csepegtetővel jobboldalt. közepes, pozíció: (x,y)=(200,300).



5.25. ábra
Sikeresen legenerált CNC főprogram

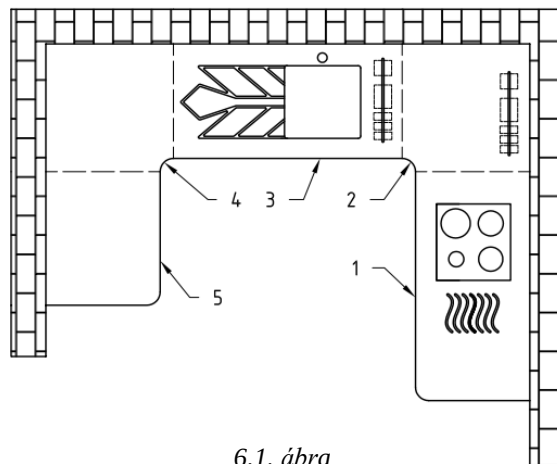
A CNC program menthető, szerkeszthető a Menüsor „CNC program szerkesztése” alatt található ikonok segítségével. A menüsor Dokumentációk fülében megtalálhatók az alkatrészrajzok és a gyártástervek. A File menü/ Ár kalkulátor paranccsal előugró ablakon látható a beállított alaksajátosságok legyártásához szükséges idő és gyártási költség becslése (5.26. ábra). Amennyiben árajánlatot szeretnénk adni, úgy egy nyereség szorzótényező megadásával kiszámolja azt a szoftver a választható három pénznem bármelyikében. A szoftver működéséről további képek találhatóak a 27. sz. mellékletben.



5.26. ábra
Ár kalkulátor

6. A csoporttechnológia alapú gyártástervezés tesztelése

Az előző fejezetekben ismertettük, hogy a vevői igényeket kielégítő munkapult termékcsalád konstrukciós és technológiai tervezése milyen lépéseken keresztül valósult meg. A gyártástervezés során készült dokumentumokat, programokat és algoritmusokat számos munkapult konstrukcióra kipróbáltuk, hogy az esetleges hibákat kiszűrjük. A hibák detektálása és javítása során, iteratív módon tökéletesedtek a konstrukciós és gyártástervek, a CNC programok és a C# nyelven írt szoftver algoritmusai. Annak ellenére, hogy a könnyebb tárgyalhatóság miatt a konstrukciós- és gyártástervezés egyes lépéseit a TDK dolgozatunkban szétszeparáltuk, a tevékenységek a valóságban egymással párhuzamosan zajlottak. Az ily módon folyamatosan csiszolódott tervek használhatóságát a 6.1. ábrán látható munkalap megrendelés vázlat alapján teszteltük.



6.1. ábra
Tesztelt munkapult konstrukció

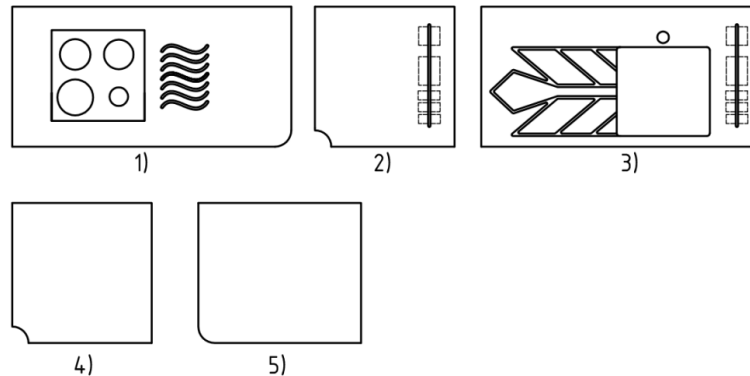
A konstrukciós- és gyártásterveket akkor minősítjük jónak, ha a következő kérdések mindegyikére „igen” a válasz:

- Előállítható-e a komplex alkatrész 3D-s CAD modellje alapján gyorsan és egyszerűen a tesztelt munkalap testmodellje?
- Előállítható-e a komplex munkalapra írt gyártásterv alapján gyorsan és egyszerűen a tesztelt munkalap gyártásterve?
- A forgácsolt megmunkálást vezérlő CNC programok előállíthatóak-e a főprogram globális változók értékének megváltoztatásával?
- A *Woldem CNC* szoftver képes-e az előző pontban szükséges változók feltöltésére és a gyártási költségek becslésére?

A 6.1. ábrán látható tesztelt munkalap esetében a kérdésekre adott válaszokat és a hozzájuk tartozó bizonyításokat a következőkben ismertetjük.

CAD modell előállítása

A 6.1. ábrán vázolt munkapultot öt részből lehet összerakni. A 6.2. ábrán láthatóak az egyes részegységek a komplex alkatrész munkadarab koordináta rendszerének értelmében befordítva.



6.2. ábra

A tesztelt munkapult egyes részegységei befordítva

Az 1. sz. mellékletben található komplex munkapult alkatrészrajzot, ha összeegyeztetjük a 6.2. ábrán látható egyes részegységekkel, akkor könnyen belátható, hogy a nem szükséges alaksajátosságok törlésével és a geometriai méretek megváltoztatásával az összes részegység 3D-s CAD test modellje gyorsan és egyszerűen előállítható.

Gyártásterv előállítása

Tekintve, hogy öt részegységből áll elő a tesztelt munkapultunk, öt gyártásterve van szükség. A komplex munkapulthoz tartozó gyártástervből gyorsan előállíthatóak az egyes részegységek gyártástervei a nem szükséges modulokhoz tartozó műveletelemek törlésével. A 2) 4) 5) részegységek legyártásához három művelet szükséges: CNC vízvágás, CNC marás, majd impregnálás. Az 1) 3) részegységeknél a marás után a tűzhelynek illetve a csapnak a helyét vízvágással kell kialakítani, majd impregnálás. A gyártástervek így módon gyorsan és egyszerűen előállíthatóak a komplex alkatrészhez tartozó gyártásterv alapján.

CNC programok előállítása

A forgácsolt megmunkálást vezérlő CNC programok úgy lettek kialakítva, hogy:

- A globális változók száma elegendő legyen ahhoz, hogy egzaktul leírjanak egy tetszőleges⁶ munkapult konstrukciót.
- Csak a főprogram tartalmazzon globális változókat.

⁶ A megadott modulok tetszőleges felhasználásával.

A 30. sz. mellékletben található ábrákon látható, hogy mely változóknak kell értéket adnunk ahhoz, hogy a programban található döntési algoritmusok a nem releváns programrészeket átugorja. A tesztelés során elemzett munkalap legyártásához szükséges öt főprogram a komplex alkatrészhez tartozó főprogram segítségével könnyen előállítható.

Szoftveres támogatással paraméterfeltöltés

A 30. sz. mellékletben látható, hogy alkalmason választott értékekkel a paraméteres főprogram változói feltölthetők. A feltöltés gyorsaságát és biztonságát biztosítja a Windows operációs rendszerre fejlesztett *Woldem CNC* szoftver. A 31. sz. mellékletben látható szoftverbeállításokkal előállíthatóak a CNC főprogramok és a hozzá tartozó megmunkálási költségek becsült értékei mind az öt munkalap részegységre.

Általános összegzés

A csoporttechnológiát, mint gyártástervezési módszert eredményesen alkalmazni tudtuk a természetes kövekből készült munkalap termékcsaládra. A tesztelések során mind az öt kérdésre (lásd: 52. o.) „igen” volt a válasz, ezért konklúzióként levonható, hogy a csoporttechnológia alapján elkészült konstrukciós- és gyártástervek az elvárásoknak eleget tesznek.

Kutatási és fejlesztési lehetőségek:

- Megvizsgálni a természetes kövek szemcsenagyságának hatását a csoporttechnológia alkalmazhatóságára.
- Munkapult generátor szoftver fejlesztése a fogyasztók számára. *(Internetes felületen a vásárló maga válogathatja és illesztheti a munkalapra az egyes modulokat.)*
- További modulok és modulvariációk tervezése, hogy bővüljön a termékcsalád
- Természetes kövek szemcsenagyságától függő technológiai paraméterek kezelése a CNC programokban.
- Műveleti sorrendterv generáló szoftver fejlesztése a munkapult termékcsaládhoz.
- Természetes kövek szemcsetípusától *(nagyság, keménység, orientáció, sűrűség stb.)* függő, alkalmazható szerszám mozgáspályák kutatása. *(Pl.: Mekkora az a minimális szerszámpálya sugár, amin ha végigvezetünk egy Ø10 szármarót, akkor az elkészült horony élein a kitöredezés nagysága az előírtnál kisebb.)*
- A munkalaphoz tartozó sín geometriájának optimalizálása. *(gyárthatóság, csúszásbiztonság, illesztés, takaríthatóság)*

7. Összefoglalás

A TDK munkánk elsődleges célja volt, hogy megvizsgáljuk a csoporttechnológias módszerek alkalmazhatóságának előnyeit és korlátait a természetes kövekből készült termékekre adaptálva. A csoporttechnológias módszer alkalmazhatóságát egy gránit munkapult termékcsaládon teszteltük.

A TDK munkánk első lépéseként konkurens termékelemzést hajtottunk végre, majd a kiértékelés után terveztünk egy gránit munkapult termékcsaládot, amit moduláris elemekkel, paraméteresen építettünk fel. A csoporttechnológias módszerek alkalmazásához szükséges un. komplex alkatrészt megterveztük. Előállítottuk a komplex alkatrész részletes gyártási technológiáját a műveleti sorrendtervtől a műveleti utasításig, megírtuk a gyártását vezérlő paraméteres, moduláris felépítésű CNC programokat is. A forgácsolást vezérlő CNC programok FAGOR CNC8070 és NCT201 vezérlőre készültek el. A CNC programokat részint manuálisan, részint az Edgcam segítségével írtuk. Fejlesztettünk egy szoftvert C# nyelven, ami grafikusán segíti a CNC program változóinak feltöltését. Magyarázó ábrákkal, műszaki rajzokkal és egyéb praktikus kiegészítő funkciókkal láttuk el a szoftvert, hogy a CNC programgenerálás biztonságos, egyszerű, gyors és rugalmas legyen.

A TDK munkánk során elkészült tervek és algoritmusok használhatóságát több munkalapon teszteltük. A hibák detektálása és javítása során, iteratív módon tökéletesedtek a konstrukciós- és gyártástervek, a CNC programok és a C# nyelven írt szoftver algoritmusai. Az optimalizálás után kijelenthetjük, hogy a csoporttechnológia alapján elkészült dokumentációk a TDK dolgozat elején ismertetett elvárásoknak eleget tettek.

A TDK dolgozatunk eredményeképp elkészült egy esettanulmány, amely rámutat a csoporttechnológias módszerek alkalmazásának létjogosultságára természetes kövekből készült termékek esetében.

8. Köszönetnyilvánítás

Elsőként szeretnénk köszönetet mondani a konzulenseinknek: Gyurika István Gábor, Kutrovác Lajos és Vidovics Balázs tanár uraknak a lelkiismeretes és ösztönző munkájukért.

Köszönjük Gyúros Istvánnak, a Woldem Kft. műszaki igazgatójának a szakmai támogatást.

Végül köszönjük Tomoga Zoltánnak, az Enterprise Group munkatársának az Edgecam-ben nyújtott rengeteg segítséget.

9. Irodalomjegyzék

- [1] Mezei S. Mikó B. ifj. Mezei S.: Csoporttechnológia tervezésének számítógépes támogatása. *EME Fiatal műszakiak tudományos ülészsaka*, Kolozsvár, 1999.
- [2] Kutrovác Lajos: Csoporttechnológiák alkalmazása. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, L3 labor gyakorlati útmutató. 2012.
- [3] Deák Attila: Termék- és szolgáltatásmenedzsment. www.users.broadband.hu/venyige
- [4] Fogarassy M., Kun Zs. (2012): A vágósebesség felületi érdességre és csúszásbiztonságra gyakorolt hatásainak vizsgálata kövek marásánál. BME TDK Konferencia, Gépgyártástechnológia szekció, 2012. november
- [5] Woldem Kft. külsőmunkatárs honlapja: www.woldem.hu
- [6] Geier Norbert (2013): CAD/CAM alkalmazások integrációja forgácsolt alkatrészgyártásba, BME Szakdolgozat, Gépgyártástechnológia Tanszék
- [7] „Golden Plus” számítógépes vezérlésű megmunkáló központ (Gyári szám: 394) (2007): Kezelési és karbantartási útmutató
- [8] Kematechnik honlapja:
<http://www.kematechnik.hu/termklap/17/grnthomok/47/grnthomok/61/>
- [9] Török Ákos: Geológia mérnököknek, Műegyetemi kiadó, Budapest, 2007.
- [10] Pokolné Südi Eszter: Földtörténeti geológia.
<http://www.fsz.bme.hu/mtsz/szakmai/tvok09.htm>
- [11] MARMEX Külkereskedelmi kft. honlapja
www.marmex.hu
- [12] Mediterrán Építőház Kft. honlapja: Konyhai munkalap Jura mészkőből
<http://www.mediterranepitohaz.hu/konyhai-munkalap>
- [13] Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Dr. Bercsey T, Dr. Horák P.: Terméktervezés módszertana jegyzet
http://gt3.bme.hu/oktatas/BsC/Hefop/Terv_modszertan/TTM_magyar.pdf
- [14] Marmo elettromeccanica kőmaró szerszámokat gyártó cég honlapja:
www.marmoelettro.it

- [15] B.Z. Gong: The processing of parts with group technology in an individual CNC machining center. *ELSEVIER Journal of Materials Processing Technology* 129 (2002) 645-648.
- [16] Mezei S. Mikó B. ifj. Mezei S.: Csoporttechnológia tervezésének számítógépes támogatása. *EME Fiatal műszakiak tudományos ülészsaka*, Kolozsvár, 1999.
- [17] Y. Nadir, M. Chaabane, C. Marty: Automated coding system in group technology for rotational parts. *Computers in Industry* 23 (1993) 39-47.

10. Ábrajegyzék

Ábra sz.	Megnevezés	Elérhetőség
2.1.	Vízvágó	http://www.woldem.hu/?s=show_gal&gid=3
2.2.	Prussiani Golden Plus típusú megmunkáló központ részei (1. vezérlőpanel, 2. munkaasztal, 3. főorsó, 4. szánrendszer, 5. rögzítő elemek, 6. szerszámtár)	Fogarassy és Kun [4], 33. oldal, 5.1. ábra
2.3.	Megmunkáló központ	http://www.woldem.hu/?s=show_gal&gid=4
3.1.	Valós, tengelyszerű alkatrészek (zöld) és a hozzájuk tartozó fiktív un. komplex alkatrész (piros)	saját készítésű
3.2.	Berendezett munkalap konstrukció	saját készítésű
4.1.	Gránitfajták (1)	http://mikeslabrador.hu/galeria/upload/2c464553598750c45e41.jpg
4.2.	Gránit munkalap (2)	http://nettko.hu/images/din_gallery/4_3_46_pic_1_goldenhillkonyha.jpg
4.3.	Mészkő munkalap (1)	http://www.mediterranepitohaz.hu/konyhai-munkalap
4.4.	Mészkő munkalap (2)	http://otthonszerelem.blogspot.hu/2013/07/konyhai-munkalapok.html
4.5.	Márvány munkalap (1)	http://www.rexplus.hu/WEBSET_DOWNLOADS/508/Konyhab%C3%BAtor_Verona_9k.jpg
4.6.	Márvány munkalap (2)	http://www.cerrig-granite.co.uk/wp-content/uploads/EasyRotatorStorage/user-content/erc_23_1344012649/content/assets/marble-kitchen-worktops-surfaces-wales-camara-0.jpg
4.7.	Különleges kialakítású munkalap, és szekrény	http://maddyruns.com/unique-and-minimalist-kitchen-designs-ideas-with-futuristic-concept-celebrating-innovation-by-hi-macs/sony-dsc-22/
4.8.	I munkalap egy szabad véggel	saját készítésű

4.9.	I munkalap két szabad véggel	saját készítésű
4.10.	L munkalap	saját készítésű
4.11.	U munkalap	saját készítésű
4.12.	Élprofilok (1)	http://www.mcgranitecountertops.com/profiles-gallery/edge-profile-image(10).JPG
4.13.	Élprofilok (2)	saját készítésű
4.14.	Vízorr (1)	http://www.icdi.hu/site/index.php?option
4.15.	Vízorr (2)	http://www.domoterc.hu/szolgalatasok/butorlap_szabaszat/munkapultok_elzarasa_vizzarasa
5.16.	Vízzáró (1)	http://www.ravak.hu/img/_/montaz-lista.foto/kryci-lista.jpg?1393945719
4.17.	Vízzáró (2)	http://www.konyhaimunkalapok.hu/images/kiegeszito_1n.jpg
4.18.	Vízzáró (3)	https://static.squarespace.com/static/50f5fab6e4b082eee89f83d3/51a7c496e4b0336f3cf51a25/1251768365047/1000w/3704276-4013140-thumbnail.jpg
4.19.	Vízzáró (4)	http://www.polishgranite.co.uk/wp-content/gallery/quartz-worktops/kitchen-quartz-worktops-0003.jpg
4.20.	Csepegtető (1)	http://www.josephkingsley.co.uk/gbu0-display/wooden-worktop-bespoke-cutting-service.html
4.21.	Csepegtető (2)	http://interiordesignsmagazine.com/wp-content/uploads/2014/06/1521.jpg
4.22.	Csepegtető (3)	http://www.splashbacksofdistinction.co.uk/images/page-kitchen-corian-worktops.png
4.23.	Csepegtető (4)	http://www.konyhabutor-tervezo.hu/images/akril%20mosogato%20talca.jpg
4.24.	Hőálló alátét (1)	http://img.archiexpo.com/images_ae/photo-g/concrete-worktop-64068-2102955.jpg
4.25.	Hőálló alátét (2)	http://www.josephkingsley.co.uk/gbu0-display/wooden-worktop-bespoke-cutting-service.html
4.26.	Hőálló alátét (3)	http://cdn3.notonthehighstreet.com/system/product_images/images/000/8

		55/365/original_stainless-worktop-protector-chopping-board.jpg?1353447570
4.27.	Késtartó	http://img.archiexpo.com/images_ae/photo-g/concrete-worktop-64068-2102955.jpg
4.28.	Sín méretei	saját készítésű
4.29.	Moduláris elemek kapcsolata a sínnel	saját készítésű
4.30.	Moduláris elemek bemutatása	saját készítésű
4.31.	Munkalap méretei	MSZ EN 1116:2004 munkalapra vonatkozó szabvány
4.32.	Elhelyezési korlátok	saját készítésű
4.33.	Gyümölcsstartók	saját készítésű
4.34.	Hőálló alátétek (1)	saját készítésű
4.35.	Hőálló alátétek (2)	saját készítésű
4.36.	Indián csepegtető	saját készítésű
4.37.	Minimál csepegtető	saját készítésű
4.38.	Hullámos csepegtető	saját készítésű
4.39.	Mosogatótálca	saját készítésű
4.40.	Főzőlap	saját készítésű
4.41.	Csapterlep furat	saját készítésű
4.42.	Élprofilok (1)	saját készítésű
4.43.	Élprofilok (2)	saját készítésű
4.44.	Élprofilok (3)	saját készítésű
4.45.	Sín horony	saját készítésű

4.46.	Vízzárók	saját készítésű
4.47.	I alakú munkapult látványterv	saját készítésű
4.48.	L alakú munkapult látványterv	saját készítésű
5.1.	Lehetséges él profil kialakítások: kör, lekerekítés, heveder	saját készítésű
5.2.	Koronafűrő	Woldem Kft. telephelyén fotózva
5.3.	Felülről szerelhető mosogatótálca, alulról szerelhető mosogató tálca	www.ezermester.hu
5.4.	Munkapult csavarokkal való rögzítésének módszere	Woldem Kft. telephelyén fotózva
5.5.	Hatpont szabály ábrával való értelmezése	Geier Norbert: CAD/CAM alkalmazások integrációja forgácsolt alkatrészgyártásba
5.6.	Alkalmazott készülékek elhelyezése	saját készítésű
5.7.	Gömbmaró vázlata	saját készítésű
5.8.	Alakos marók	Woldem Kft. telephelyén fotózva
5.9.	Szármaró	Woldem Kft. telephelyén fotózva
5.10	Ujjmaró	Woldem Kft. telephelyén fotózva
5.11.	Gránit homok	www.kematechnik.hu
5.12.	Alakos maró vázlata	saját készítésű
5.13.	Hevedermaró vázlata	saját készítésű
5.14.	Mosogató él maró vázlata	saját készítésű

11. Mellékletjegyzék

Ssz.	Megnevezés/Rajzsám	Méret	Megjegyzés
1.	14-KO-10-00	A3	Komplex munkalap műszaki rajz
2.	14-KO-10-01	A4	Minimál csepegtető műszaki rajz
3.	14-KO-10-02	A4	Klasszikus csepegtető műszaki rajz
4.	14-KO-10-03	A4	Indián csepegtető műszaki rajz
5.	14-KO-10-04	A4	Főzőlap műszaki rajz
6.	14-KO-10-05	A4	Mosogató tálca műszaki rajz
7.	14-KO-10-06	A4	Hullámos hőálló alátét műszaki rajz
8.	14-KO-10-07	A4	Klasszikus hőálló alátét műszaki rajz
9.	14-KO-10-08	A4	Labirintus hőálló alátét műszaki rajz
10.	14-KO-10-09	A4	Horony műszaki rajz
11.	14-KO-10-10	A4	Csapterlep furat műszaki rajz
12.	14-KO-10-11	A4	Ovális gyümölcstartó műszaki rajz
13.	14-KO-10-12	A4	Kerek gyümölcstartó műszaki rajz
14.	14-KO-10-13	A4	Dupla gyümölcstartó műszaki rajz
15.	Műveleti sorrendterv	A4	komplex alkatrészhez
16.	Műveleti utasítás	A4	komplex alkatrészhez
17.	Szerszámlista	A4	komplex alkatrészhez
18.	Befogási tervek	A4	komplex alkatrészhez
19.	Készüléktervező lap	A4	komplex alkatrészhez
20.	CNC-01	A3	CNC program - döntési algoritmus 1.
21.	CNC-02	A3	CNC program - döntési algoritmus 2.
22.	CNC-03	A3	CNC program - döntési algoritmus 3.
23.	O1000	A4	CNC főprogram (NCT)
24.	O1000	A4	CNC főprogram (FAGOR)
25.	Megmunkálási főidők	A4	Táblázat
26.	Szerszámpályák	A4	Edgecam
27.	Szoftver működése	A4	Képek
28.	Munkalapok csoportosítása	A4	Információgyűjtés
29.	Természetes kövek	A4	Képek
30.	Tesztelés: CNC programok	A4	
31.	Tesztelés: C# program	A4	
32.	14-KO-11-01	A4	Sín alkatrészejz

A mellékelt CD tartalmazza:

A forgácsolt alkatrészgyártást vezérlő CNC alprogramokat NCT és FAGOR vezérlőkhöz, a C# szoftver programsorainak kivonatát, a Munkalap Magyar Szabványt és a fejlesztett szoftvert.

12. Melléklet