

# CNC marógép elszívófejeinek aerodinamikai vizsgálata az elszívási hatékonyság növelése céljából I.

Varga Mihály, Csanády Etele, Kocsis Zoltán ✧

A CNC gépek elszívófejeinek légáramlástani ismerete hasznos információt ad az elszívás hatékonyságának megismerésében. Erre kínál lehetőséget az elszívófejben kialakult légáramlatok meghatározása. Cikkünk első részében arra a kérdésre kerestük a választ, hogy milyen áramlástani viszonyok alakulnak ki a szerszám nyugalmi helyzetében a körülötte lévő burkolósörtén belül. Fontos ez a vizsgálat, hiszen ahhoz, hogy egy forgó szerszámnál kialakult áramlatokat vizsgálni tudjunk, ismernünk kell a nyugalmi rendszerünk állapotát, amikor is csak az elszívás működik. A vizsgálatok során a CNC gép elszívóernyőjét (burkolósörténjét) munkapozícióba mozdítottuk, majd szárnyalapátos anemométer segítségével a burkolósörtén belül 8 különböző mérési magasságban (mérési síkban) összességében 90 pontban mértük meg az elszívási sebességek x, y és z komponensét. A komponenseket vektorok formájában grafikusan is ábrázoltuk, majd meghatároztuk az eredő vektorok nagyságát és irányát. Az eredővektorok iránya és nagysága jó közelítéssel megadta az adott pontban mért áramlástani viszonyokat. Vizsgálataink során egyrészt azt tapasztaltuk, hogy minél távolabb haladunk az elszívó ajkaktól, annál nagyobb lesz az eredővektoroknak a függőleges tengellyel bezárt szöge, vagyis egyre csökken az elszívás hatékonysága. Másrészt viszont megfigyeltük, hogy az elszívó ajkaktól távolodva növekszik a turbulencia hatása, amely csökkenti az elszívás hatásfokát. Eredményeink kiindulásként szolgálnak a forgó szerszámnál történő vizsgálatokhoz.

**Kulcsszavak:** Porelszívás, Áramlástani vizsgálat, Turbulens áramlás.

## Development of suction heads for a CNC router in order to increase the efficiency of suction Part I.

Like in almost all other industries, computer sciences have developed enormously in wood industry recently. The development was a bit slow in this field because of its nature, mainly because of the high introducing costs of computer controlled manufacturing and its long payback period. Producers have to compete in quality and price as well because of the intensive competition. Buyers' needs and market requirements make an increasing pressure on producers to meet the requirements. One of the most important buyers' need is the aesthetical appearance of the products. The aesthetical appearance and the value of a wooden product are mainly determined by the quality and the processing of the surface. These needs explain primarily that using CNC processing centers is getting more and more necessary. It means new tasks for engineers. The most critical step during the working process of a CNC machine is the good suction of dust and splinters. Unfortunately a sufficient method for this meeting all needs has not been developed so far. Our aim is to minimize the wooden dust exposure at work places by increasing the efficiency of suction. It is especially important with dusts of beech and oak trees and other hard leafy species, which can be rated as carcinogenic materials.

**Key words:** Dust extraction, Flow examination, Turbulent flow

### *Bevezetés*

Az elmúlt években a számítástechnika rohamosan fejlődött szinte az összes iparágban, így a faiparban is. Jellegeből adódóan itt a fejlődés kissé nehezkesebb volt, melynek okai főként a számítógépes gyártásirányítás magasabb bevezetési költségeiben és lassú megtérülésében keresendők. Az egyre fokozódó versenyhelyzet miatt a gyártóknak minőségben és árban is egyaránt versenyezniük kell. A vásárlói igények és a termékekkel szemben támasztott követelmények mindig nagyobb

kihívások elé állítja a gyártókat. Az egyik legmeghatározóbb vevői igény a termékek esztétikai megjelenése. A faipari termékek esztétikai megjelenését és értékét alapvetően meghatározza a felület kikészítése, illetve minősége (Varga et al. 2003). Az ilyen igények indokolják elsősorban, hogy a faipar számára egyre nagyobb szükség van a CNC megmunkáló központok alkalmazására, melyek újabb feladatok elé állították a mérnököket. A CNC gépcsaldok működtetésének legkritikusabb pontja a jó por- forgács elszívása. Sajnos a

✧ Prof. Dr. Varga Mihály, egyetemi tanár, NyME Gépészeti Intézet  
Dr. Csanády Etele egyetemi docens, NyME Gépészeti Intézet  
Kocsis Zoltán egyetemi tanársegéd, NyME Gépészeti Intézet

géptervezők erre még nem találtak minden igényt kielégítő megoldást. Célunk, hogy az elszívás hatékonyságának növelésével minél kisebb legyen a munkahelyi fapor expozíció. Különösen fontos ez a bükk- és a tölgyfa, valamint egyéb keménylombos fafajok porainál, melyek epidemiológiai ismeretek alapján a rákkeltő anyagok közé sorolhatók (Sircz 1989).

A CNC megmunkáló központok ma már nagy gyártási rugalmassággal rendelkeznek, a hatékony por-forgácselszívás tekintetében azonban még nincs kiforrott megoldás. Ennek okai az alábbiak:

A faipari megmunkáló központok konstrukciójukat teljes egészében a fémipar területéről örökölték, ahol nem lehet szó a forgács légtechnikai elszívásáról az anyag súlya miatt, jóllehet a forgács mennyisége is lényegesen kevesebb.

A faipar különféle méretű szerszámokkal dolgozik, nagy fordulatszámokon és így nagy kerületi sebességgel. A keletkezett por-forgács sugárirányban (a szerszám kerületét érintőlegesen elhagyva) távozik, valamint a centrifugális erő miatt egy kényszerröppályára kerül. Az elszívás hatására kialakult áramlatok függőlegesen felfelé irányulnak, ami annyit jelent, hogy a por-forgácsot  $90^\circ$ -os irányváltásra kell kényszeríteni. Ez az impulzus törvény értelmében a nagyobb szemcseméretnél egyre nehezebb (minél nagyobb a szemcseméret, annál nagyobb elragadási sebesség kell ahhoz, hogy röppályájából kitérítve függőleges irányban távozzon az elszívófejben).

A forgácsolt anyag morfológiája összetett és változatos, fenyőtől a lágú lomboson keresztül a kemény lombostól egészen a forgácslapokig. A forgács is ennek megfelelően változik (Boronkai 2003).

A CNC gépek szabadságfokainak száma és a vele összefüggő sokrétű, bonyolult szerszámmozgások jelentősen megnehezítik a megfelelő elszívófej geometriai kialakítását. Az ilyen gépek számára átmeneti megoldásnak tekinthető a megmunkáló fejek nagyméretű elszívóburkolatának kialakítása, ami nagy mennyiségű levegőt igényel, ezért az

üzemeltetés költséges (Boronkai 2002). A por és forgács részecskék elszívásához jóval nagyobb elragadási sebesség szükséges, mint a szállításhoz. Sokkal kedvezőbb lenne külön elszívást alkalmazni a szerszám közelében, hogy kisebb energiaigénnyel és nagy elragadási sebességgel lehessen a forgácsot jó határfokkal elszívni. Erre azonban ipari körülmények között nincs lehetőség. Az elszívófejnek a szerszámmal együtt kell mozognia, tehát a forgács keletkezés helyén mindig jelen kell lennie. Így olyan berendezésről lehet csak szó, amely minden helyzetben jó elszívási határfokkal dolgozik. Ennek kialakítása függ a kiinduló elszívási légáram aszimmetriájától, a megmunkálási folyamattól, amely többnyire egy irányított forgácsáramot produkál. A leváló por-forgács pályája nem definiált (Szabó 1977). Az el nem szívott részecskék a szállító berendezésen, a munkadarabon, a gépen és a levegőben maradnak, amelyek már csak nagy légsebességgel vagy mechanikusan, kefékkel távolíthatók el.

### *A vizsgálat célja*

A faiparban alkalmazott technológiák során különböző szennyezőanyagok kerülnek a környezetbe. A munkahelyeknél figyelembe kell venni a megengedett munkahelyi porexpozíciós határértékeket, valamint a leválasztott por-forgács esetleges egészségkárosító hatását (Varga et al. 2003). Ahhoz, hogy a CNC megmunkáló-központokon megfelelő hatékonysággal működtethető elszívást tudjunk biztosítani, mindenekelőtt szükséges elvégeznünk az elszívófej környezetének és belterének aerodinamikai vizsgálatát. A vizsgálat során meg kell határozni az elszívó ernyőn belül az elszívott levegő sebesség vektorainak az irányát és nagyságát a szerszám befogó tengely és az elszívófej környezetében. A sebességvektorok az elszívófej egy adott pontjában mért sebességértékek vetületei az adott koordináta-rendszerben. Vizsgálatainkat Descartes-féle koordinátarendszerben végeztük, ennek alapján beszélhetünk  $x$ ,  $y$  és  $z$  sebesség-összetevőkről.

### ***A vizgálandó CNC elszívófejének bemutatása***

A megmunkáló központ egy olasz gyártmányú Uniteam Professional 5D szabadságfokú CNC gép, ami egy helyi elszívó rendszerhez van kötve. Az 1. ábrán látható, hogy a négy elszívó csonkból csak 3 működik, mert alaphelyzetben a motor a negyedik elszívó csomk alatt van. Az elszívófej burkolósörtével van körülveve.

### ***A mérés ismertetése***

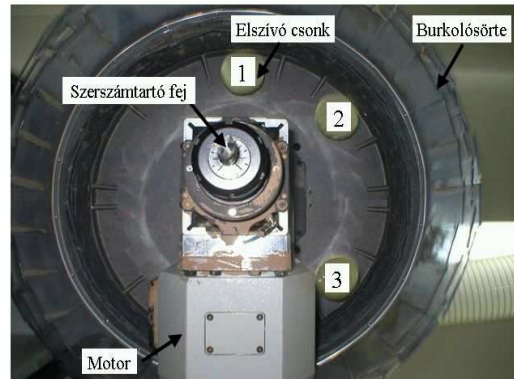
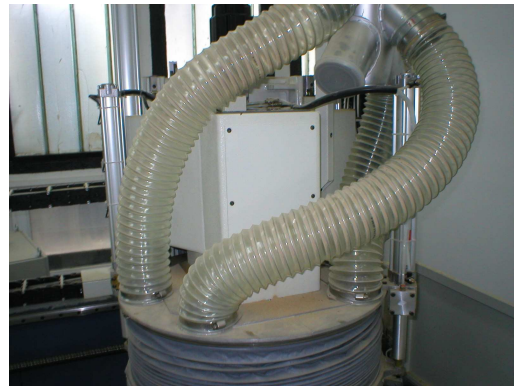
A vizsgálat során a szerszámtartó fejet munkapozícióba mozdítottuk. A mérés alatt a megmunkáló fej nyugalmi helyzetben volt. Az első síkban, vagyis az elszívófej közvetlen közelében csak z irányú sebességeket mértünk, mert ott (jó közelítéssel) csak függőleges irányú (z irányú) áramlás alakul ki, vagyis nem kell számolnunk a turbulencia zavaró hatásával. Turbulens áramlásnál ugyanis a sebességvektor az átlagérték körül nagyság és irány szerint véletlenszerűen ingadozik (Lajos 2004). Ez az ingadozás jelentős hatással van az elszívás hatékonyságára. A többi mérési síknál (II.-VIII.) már erősen jelentkezett a turbulencia, ezért itt mértük az x és y irányú sebességösszetevőket is.

### ***A méréshez használt eszközök bemutatása***

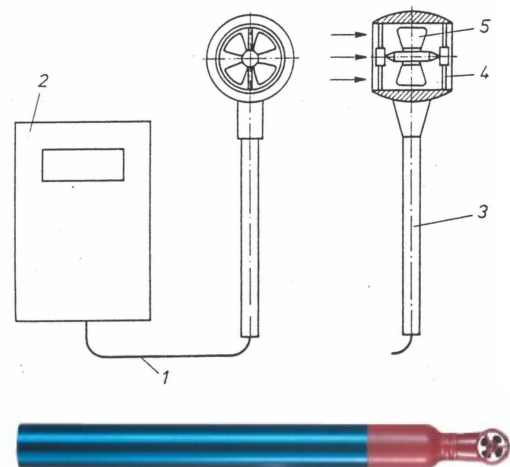
A mérési pontokban szárnylapátos anemométer segítségével mértük meg a sebesség értékek x, y és z komponensét, amelyekből kiszámoltuk az eredősebességeket. A sebesség komponenseket úgy mértük meg, hogy az adott mérési pontban a koordináta-rendszer tengelyeivel párhuzamosan beforgattuk az anemométert, melyről közvetlenül leolvashattuk a sebességek abszolút értékét. A mérési pontok helyeinek pontos meghatározása és azok reprodukálhatósága érdekében mérőállványt használtunk.

### ***A mérési pontok felvétele***

Az elszívófej környezetében a pontos sebességeloszlás érdekében a hengert alkotó burkolósörtén (szoknyán) belül nyolc síkban, összesen 90 pontban mértünk azért, hogy a sörtén belüli tér légsebesség eloszlásáról elég pontos képet kaphassunk (Tóth 2007). A mérési síkok vízszintes helyzetűek és egymás alatt párhuzamosan helyezkednek el (3. ábra). A



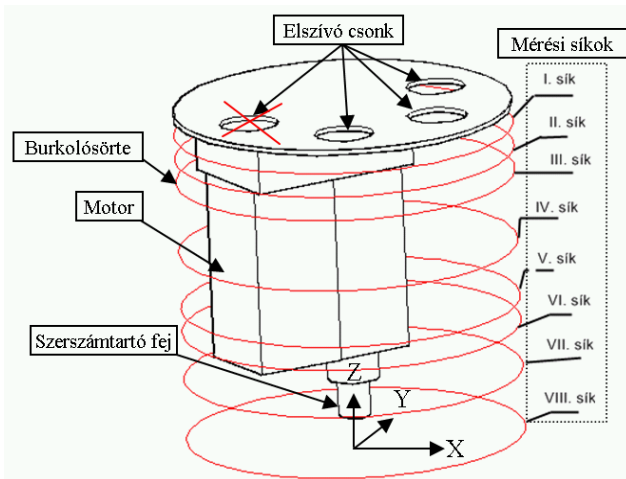
1. ábra – A megmunkáló központ elszívó feje oldal- és alulnézetben



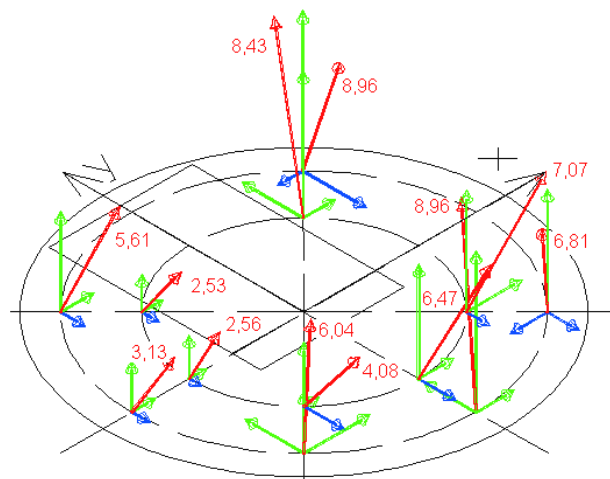
2. ábra – Szárnylapátos anemométer

- 1) összekötő kábel; 2) kijelző műszer és áramforrás; 3) fogantyú; 4) függesztőborda; 5) járókerék

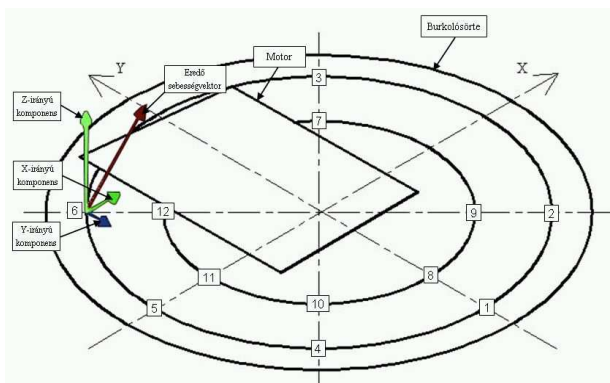
mérési pontok pontos meghatározása céljából felvettünk egy koordináta-rendszert (Descartes-féle koordináta-rendszert), melynek x tengelye a CNC munkaasztalának hosszabbik, az y tengelye pedig a rövidebbik oldalával párhuzamos. A z irányt, pedig a főorsó tengelyvonalában vettük fel, mely egybeesik a burkolósörte középvonalával (3. és 4. ábra).



3. ábra. A mérési síkok elhelyezkedése



5. ábra. II. sík eredő sebességvektorainak nagysága



4. ábra. A mérési pontok elhelyezkedése az egyes síkokban

1. táblázat – Az I. sík mérési eredményeinek összefoglaló táblázata

Mérési síkok	Mérési pontok	Z-irányú sebességek (m/s)
I. mérési sík	1	32,6
	2	29,72
	3	29,82
	4	2,6
	5	3,29
	6	2,7

### Mérési eredmények

#### I. sík: közvetlenül az elszívó csomók alatt

Az első sík pontjaiban (mivel ott jó közelítéssel csak függőleges irányú áramlás van) csak a z-irányú sebességvektorokat mértük (1. táblázat).

#### II-VIII. síkok

Mivel a második mérési síktól kezdve már erősen jelentkezett a turbulencia zavaró hatása, ezért itt mértük az x és y irányú sebesség összetevőket is. Szemléltetésképpen nézzük meg a kapott eredmények grafikus megjelenítését.

A III.-VIII. sík mérési pontjai teljesen megegyeznek a II. síkéval, a különbség csupán a sebességvektorok nagyságában és irányában van. A 2. táblázat foglalja össze a kapott mérési értékeket.

### A mérési eredmények értékelése, következtetések

Az elszívás a vizsgált CNC gépnél felülről, azaz z irányból történik. A z értéke az esetek többségében többszöröse az x-nek és y-nak (2. táblázat). Az eredő sebesség legnagyobb komponense tehát a z-irányú komponens. A szemcsék elragadása az eredő sebességek által létrejövő szívó hatás következtében történik. Az elragadás után a szemcséket függőleges irányba kell tovább szállítani. A tovább szállításban a másik két komponens (x és y) jelenléte zavaróan hat a hatékony elszívásra.

Az x és y irányú értékek megjelenését, illetve véletlenszerű ingadozását a turbulencia okozza, melynek okai a következők lehetnek:

A mérés környezetében eltérő keresztmetszetek találhatók, nem alakulnak ki párhuzamos áramlási vonalak (nem alakul ki lamináris áramlás).

2. táblázat – A mérési eredményeket összefoglaló táblázat

	Mérési pontok	x-irányú sebességek (m/s)	Mérési síkok sebességek (m/s)	z-irányú sebességek (m/s)	Eredő sebességek (m/s)	Függ. (z) iránytól mért elhajlás (°)		Mérési pontok	x-irányú sebességek (m/s)	Mérési síkok sebességek (m/s)	z-irányú sebességek (m/s)	Eredő sebességek (m/s)	Függ. (z) iránytól mért elhajlás (°)
II. mérési sík	1	-1,5	-3,68	8,03	<b>8,96</b>	<b>37,34</b>	VI. mérési sík	1	-2,08	-1,14	3,76	<b>4,45</b>	<b>45,24</b>
	2	-2,17	-1,86	6,18	<b>6,81</b>	<b>38,28</b>		2	-3,32	2,68	1,13	<b>4,41</b>	<b>46,18</b>
	3	2,22	3,07	8,12	<b>8,96</b>	<b>34,43</b>		3	1,83	1,07	3,24	<b>3,87</b>	<b>42,33</b>
	4	3,84	3,46	3,12	<b>6,04</b>	<b>43,15</b>		4	0,82	-1,46	1,16	<b>2,04</b>	<b>51,05</b>
	5	1,42	-1,09	2,57	<b>3,13</b>	<b>39,87</b>		5	1,55	-2,74	1,02	<b>3,31</b>	<b>47,77</b>
	6	1,98	-1,45	5,05	<b>5,61</b>	<b>41,13</b>		6	1,61	-1,12	0,62	<b>2,06</b>	<b>49,03</b>
	7	1,88	3,57	7,4	<b>8,43</b>	<b>32,33</b>		7	1,92	2,3	6,87	<b>7,49</b>	<b>40,23</b>
	8	3,26	-1,38	6,12	<b>7,07</b>	<b>37,43</b>		8	1,62	-1,55	5,84	<b>6,26</b>	<b>45,33</b>
	9	2,03	-2,15	5,75	<b>6,47</b>	<b>44,65</b>		9	1,47	-1,79	5,31	<b>5,79</b>	<b>52,55</b>
	10	0,89	-2,36	3,21	<b>4,08</b>	<b>35,97</b>		10	1,73	-1,86	5,58	<b>6,13</b>	<b>43,87</b>
	11	1,03	-0,74	2,22	<b>2,56</b>	<b>35,77</b>		11	0,84	-1,46	5,28	<b>5,54</b>	<b>43,67</b>
	12	1,27	-1,04	1,92	<b>2,53</b>	<b>41,11</b>		12	1,42	-0,77	4,21	<b>4,51</b>	<b>45,24</b>
III. mérési sík	1	-1,13	-2,82	4,64	<b>5,55</b>	<b>39,53</b>	VII. mérési sík	1	-1,15	-4,46	4,69	<b>6,57</b>	<b>47,58</b>
	2	-0,62	-1,18	4,55	<b>4,74</b>	<b>40,47</b>		2	-3,38	-0,78	5,19	<b>6,24</b>	<b>48,52</b>
	3	3,26	1,35	5,5	<b>6,53</b>	<b>36,62</b>		3	2,66	3,37	6,22	<b>7,56</b>	<b>44,67</b>
	4	2,18	-3,23	2,3	<b>4,52</b>	<b>45,34</b>		4	2,86	2,1	5,29	<b>6,37</b>	<b>53,39</b>
	5	1,16	-0,73	2,75	<b>3,07</b>	<b>42,06</b>		5	3,13	-1,63	1,18	<b>3,72</b>	<b>50,11</b>
	6	0,62	-1,18	4,18	<b>4,39</b>	<b>43,32</b>		6	1,05	-1,08	0,7	<b>1,66</b>	<b>51,37</b>
	7	1,32	1,02	3,42	<b>3,81</b>	<b>34,52</b>		7	1,19	2,57	5,82	<b>6,47</b>	<b>42,57</b>
	8	2,38	-1,88	5,54	<b>6,32</b>	<b>39,62</b>		8	1,42	-0,76	4,17	<b>4,47</b>	<b>47,67</b>
	9	2,57	-1,82	5,62	<b>6,44</b>	<b>46,84</b>		9	1,94	-0,98	3,92	<b>4,48</b>	<b>54,89</b>
	10	0,76	-1,73	4,57	<b>4,95</b>	<b>38,16</b>		10	0,81	-1,07	4,24	<b>4,45</b>	<b>46,21</b>
	11	1,2	-1,18	3,89	<b>4,24</b>	<b>37,96</b>		11	1,04	-0,66	3,89	<b>4,08</b>	<b>46,01</b>
	12	0,62	-0,84	4,3	<b>4,42</b>	<b>39,53</b>		12	1,09	-1,78	4,72	<b>5,16</b>	<b>47,58</b>
IV. mérési sík	1	1,93	-1,21	0,92	<b>2,46</b>	<b>41,1</b>	VIII. mérési sík	1	-6,16	-3,66	5,93	<b>9,3</b>	<b>50,93</b>
	2	-1,27	1,81	2,08	<b>3,04</b>	<b>42,04</b>		2	-0,77	-3,7	6,65	<b>7,65</b>	<b>51,87</b>
	3	2,63	1,38	4,22	<b>5,16</b>	<b>38,19</b>		3	3,62	11,82	8,48	<b>14,99</b>	<b>48,02</b>
	4	2,16	-2,04	3,98	<b>4,97</b>	<b>46,91</b>		4	3,62	0,85	6,15	<b>7,19</b>	<b>56,74</b>
	5	0,95	-0,73	4,07	<b>4,24</b>	<b>43,63</b>		5	3,37	-4,21	2,27	<b>5,85</b>	<b>53,46</b>
	6	0,93	-2,05	4,71	<b>5,22</b>	<b>44,89</b>		6	2,03	-8,22	5,88	<b>10,31</b>	<b>54,72</b>
	7	1,06	0,65	0,75	<b>1,45</b>	<b>36,09</b>		7	6,51	6,66	8,3	<b>12,46</b>	<b>45,92</b>
	8	1,1	-0,98	5,95	<b>6,13</b>	<b>41,19</b>		8	6,89	-10,31	4,62	<b>13,23</b>	<b>51,02</b>
	9	1,52	-1,69	5,47	<b>5,92</b>	<b>48,41</b>		9	4,44	-3,92	7,07	<b>9,22</b>	<b>58,24</b>
	10	2,2	-2,86	5,23	<b>6,35</b>	<b>39,73</b>		10	4,57	-6,26	1,63	<b>7,92</b>	<b>49,56</b>
	11	1,2	-0,82	4,62	<b>4,84</b>	<b>39,53</b>		11	8,1	-6,28	6,31	<b>12,04</b>	<b>49,36</b>
	12	0,84	-1,12	4,69	<b>4,89</b>	<b>41,1</b>		12	1,5	-8,63	1,9	<b>8,96</b>	<b>50,93</b>
V. mérési sík	1	-1,71	-3,62	5,53	<b>6,83</b>	<b>43,37</b>							
	2	-4,6	-2,07	5,39	<b>7,38</b>	<b>44,31</b>							
	3	1,1	4,11	5,19	<b>6,71</b>	<b>40,46</b>							
	4	3,16	0,92	5,24	<b>6,19</b>	<b>49,18</b>							
	5	2,81	-1,64	4,55	<b>5,59</b>	<b>45,9</b>							
	6	1,56	-0,96	3,93	<b>4,34</b>	<b>47,16</b>							
	7	2,35	4,62	6,07	<b>7,98</b>	<b>38,36</b>							
	8	1,7	-1,35	4,87	<b>5,33</b>	<b>43,46</b>							
	9	1,76	-0,78	5,21	<b>5,55</b>	<b>50,68</b>							
	10	1,51	-1,76	4,04	<b>4,66</b>	<b>42</b>							
	11	0,65	-0,83	4,18	<b>4,31</b>	<b>41,8</b>							
	12	1,55	-2,36	4,42	<b>5,24</b>	<b>43,37</b>							

A mérési pontok fölött zavaró alkatrészek is lehetnek, mint pl. a motort tartó merevítők, vagy egyéb kiegészítők az orsón.

A nagyszámú mérési adat közül számunkra elsősorban az eredő sebességek a fontosak. Az eredő nagyságából érzékelhető az elszívás hatékonysága.

Összességében megállapítható, hogy minél távolabb haladunk az elszívó ajkaktól, annál nagyobb lesz az eredővektoroknak a függőleges tengellyel bezárt szöge, vagyis egyre csökken az elszívás hatékonysága. Másrészt viszont azt tapasztaltuk, hogy az elszívó ajkaktól távolodva növekszik a turbulencia hatása, (vagyis az  $x$ ,  $y$  sebességvektorok átlagérték körüli véletlenszerű nagyság és irány szerinti ingadozása) és ezzel csökken az elszívás hatásfoka.

### *Általános következtetések*

Az elszívófejek légtechnikai vizsgálatának megkezdésekor először célszerű megmérni az elszívó csőszakaszban a légsebességet, amelyre az elszívófej rácsatlakozik, ugyanis nem mindegy, hogy mennyi levegőt szívunk el a szerszám környezetéből és milyen sebességgel. A magasabb szabadságfokkal rendelkező gépeken épp a szerszám bonyolultabb mozgási lehetősége miatt nagyobb elszívófej légteret kell kialakítani. A nagyobb légtérben a légmozgás jóval bonyolultabb, mint az alacsonyabb szabadságfokkal rendelkező megmunkáló egységeknél alkalmazott elszívófejekben (Molnár

2000). Több helyen kialakulhat olyan térrész, ahol nincs légmozgás. A nagyobb légtér miatt több elszívó ajkat (csonkot) kell alkalmazni, amelyek bonyolultabbá teszik a mérést, illetve az adatok kiértékelését. A vizsgálatokat célszerű az elszívófejben több síkban, síkonként valamilyen rendszer alapján felvett pontokban elvégezni. Meg kell határozni egy koordináta-rendszert, amelyben meg tudjuk adni a mérési pontok pontos helyzetét, illetve a mérni kívánt sebesség összetevők pozitív, vagy negatív irányát.

### *Irodalomjegyzék*

1. Boronkai L. (szerk.) 2003. *Faipari Kézikönyv III.* Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron, 2003
2. Boronkai L. 2002. *Faipari légtechnika.* Sopron.
3. Lajos T. 2004. *Az áramlástan alapjai.* Műegyetemi Kiadó, Budapest.
4. Sircz J. 1989. *Porleválasztó berendezések szerelése, üzemeltetése és karbantartása.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
5. Szabó D. 1977. *Légtechnika a faiparban.* Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest.
6. Tóth L. 2007. *Uniteam Professional 5 szabadságfokú megmunkáló központ elszívórendszerének légtechnikai vizsgálata.* Diplomamunka, Sopron.
7. Varga, M., E. Csanády, G. Németh, Sz. Németh 2003. *Technological and Technical Correlation or Reduction of Dust Exposition of Wood Working Machinery at the Workplaces.* (Poster). 16<sup>th</sup> International Wood Machining Seminar Matsue, Japan. August 24–30, 2003.
8. Molnár Z. 2000. *Légtechnikai segédlet.* Műegyetemi kiadó, Budapest.