

Légsugaras szövőgépek

Dr. Szabó Lóránt

szabo.lorant@rkk.uni-obuda.hu

Kulcsszavak/Keywords: Légsugaras szövés, Vetülék, Bevetés elemzése
Air jet weaving, Weft, Analysis of weft insertion

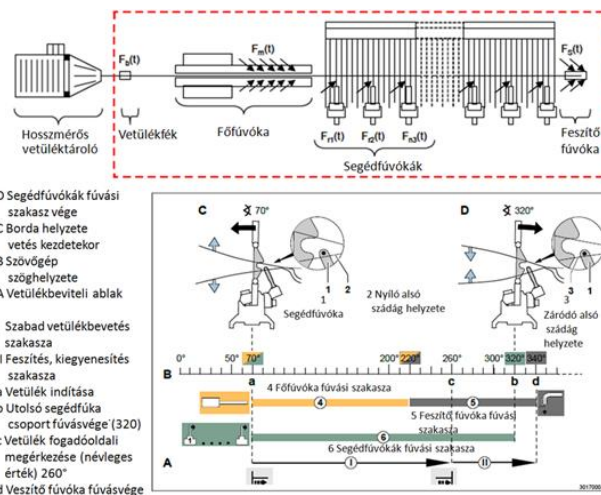
0. Bevezetés

A szövőgépeket az új igényeknek megfelelően állandóan továbbfejlesztik. A szövés a kelmeképzési technológiákon belül továbbra is meghatározó jelentőségű. A minőségi, a mennyiségi, a gazdaságossági elvárásoknak megfelelően a fejlesztések az alábbi három vetülékbeviteli rendszerű szövőgépre összpontosítanak:

- a vetülékvivős,
- a légsugaras és
- a vízsugaras szövőgépekre.

A szövés, a szövőgép beruházások, a fonalak feldolgozása gyorsan reagálva követik a világgazdasági helyzet változását. Az utóbbi években a világon értékesített szövőgépek számát és vetülékbeviteli rendszer szerinti megoszlását az I. táblázat mutatja.

A textilipari gép-, így a szövőgép-beruházások túlnyomóan Ázsiára (Kína, India) szorítkozik. A szintetikus filamentfonalak feldolgozására a nagy darabszámú és az eladásokon belül nagy részarányt képviselő vízsugaras



1. ábra. A légsugaras vetülékbevitel magyarázata

csökkentik. A vetülék fogadó oldali megérkezését foto-elektronikus vetülékérzékelő és az előírt értéktől való eltérés esetén a szelepek nyitvatartási idejének és a levegőnyomások változtatásával szabályozza a vetülék előírt szövőgép-szöghelyzetű megérkezését. A szádnilyásba bevett vetülék megállításakor fellépő rándulási fonalerő a vetülék megnyújtja, emiatt a megállítást követően az visszaurik, hullámosodik, amit az intenzív hatású feszítőfúvóka egyenesít ki (1. ábra).

2. Levegőellátás

A 4–8 bar nyomású levegőt a kiegyenlítő tartályokon, a fojtószelepeken, vezetékeken a speciális kialakítású fúvókákat táplálva hozzák létre a nagy légsebességet (340 m/s), amely a légáramba helyezett vetülékre hatva beveti azt a szádnilyásba.

A sürített levegő előállítására nagy energiaigényű, a levő minőségére szigorú előírások vonatkoznak (megengedett olaj-, nedvesség- és szilárdanyag-tartalom). A kompresszorháztól a szövőgépekig, ill. a szövőgépen a fogyasztókig a levegőt minimális nyomáseséssel, veszteséggel (levegőszőkés) a fúvókákat az előírt nyomással táplálva vezetik.

A Dornier szövőgép levegőellátó rendszerét a 2. ábra mutatja.

A szövőgépeken közepes finomságú (30 tex) font fonal esetén a levegőigény vetülék méterenkénti bevetéséhez a levegőigény kb. 1 g, de ettől – a fonal felületi struktúrájától, finomságától függően – a levegő mennyiségi igénye lényegesen eltérhet. Így a nagyobb vetülékbeviteli teljesítményű (500–2000 m/min) légsugaras szövőgépeken 120–150 Nm³/h normál levegőfogyasztással számolhatunk. 100 Nm³/h és 8 bar nyomású levegő előállításának elektromosenergia-igénye kb. 10 kWh, ezért a légsugaras szövőgépek energiaigénye, a hajtáshoz szükséges

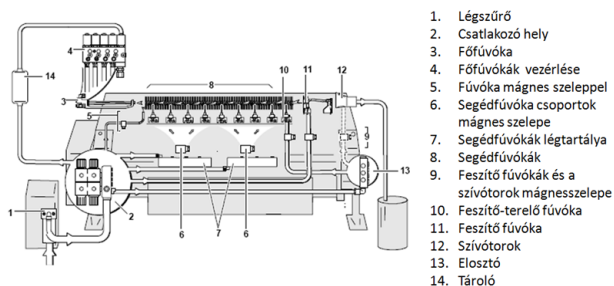
I. táblázat. Értékesített szövőgépek

Év	Vetelő-nélküli szövőgépek száma, db	Változás az előző évhez képest, %	Ázsiai országokban, részarány, %	Légsugaras gépek száma, db	Víz-sugaras gépek száma, db	Projektív/vetülékvivős gépek száma, db
2017	95 400	+12	91	27 000	36 200	32 000
2018	133 500	+39	93	32 750	69 240	31 560

gépek 98%-át Ázsiában helyezik üzembe. Európában és USA-ban az univerzálisabb termékek gyártását lehetővé tevő vetülékvivős és légsugaras szövőgépeket részesítik előnyben. A 2019. évi, Barcelonában tartott ITMA tapasztalatai szerint a fejlesztők a korábbi kiállítási teljesítménycsúcsok bemutatása helyett a sokoldalú termékek gyárthatóságára, a minőségjavításra, az energiacsökkentésre, az egyszerűbb működésre, a biztonságosabb működésre törekedtek. A légsugaras szövőgépekre a nagy teljesítmény, a viszonylag széles alkalmazási terület, a magas szintű elektronikus vezérlés, a magasabb fajlagos energia-felhasználás a jellemző.

1. A légsugaras vetülékbevitel értelmezése

Légsugaras vetülékbevitel esetén a hosszmérős vetüléktároló által a bevetési hosszának megfelelően lemerített vetülék – amikor segéd-fúvókák az alsó szádagba lépnek, valamint a fő- és az első segéd-fúvóka csoport légáramának bekapcsolásakor – szabaddá teszi a vezérelt csap nyitásával. A főfúvóka intenzív légárama a vetüléket lefejt a tároló dobáról és felgyorsítja, amit a vetülékvég mozgásának függvényében lépcsőzetesen működésbe lépő segéd-fúvóka csoportok intenzív légárama az alagút-borda csatornájában nagy sebességgel (70–100 m/s) veti be a szádnilyásba. A vetülékvég fogadóoldalra érkezése előtt a tároló kilépő oldalára felszerelt elektronikusan vezérelt fékkel fékezik, így a tároló csap lezárásával a vetülék sebességét, ezáltal a vetülék rándulási feszültségét



2. ábra. A Dornier légsugaras szövőgép levegőellátó rend-

energiát is számolva (a többi szövőgép típushoz viszonyítva) nagy. Emiatt a tápnymást a lehetőség szerint a minimálisra kell választani (1 bar nyomáscsökkentés 10% energiamegtakarítást eredményez). Tömítéseknel a szívgások a szövődében is jelentős évenkénti veszteséget okozhatnak (II. táblázat).

II. táblázat. Szívgási veszteségek

Szívgási átmérő (mm)	Levegő fogyasztás 6 bar nyomásnál (m³/min)	Veszteség
1	0,065	0,3 kW, 96 ezer Ft
2	0,240	1,7 kW, 544 ezer Ft
4	0,980	6,5 kW, 2,1 millió Ft
6	2,120	12 kW, 3,8 millió Ft

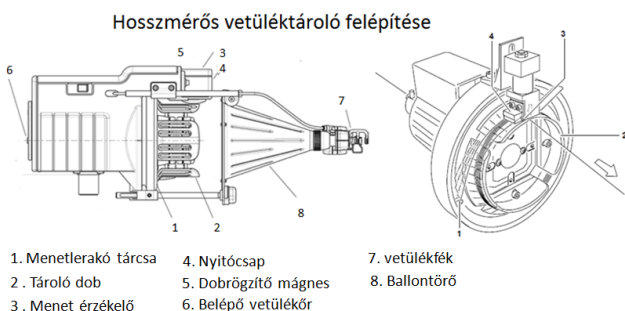
A szövőgépen a fogyasztók kialakításával, a helyes áramlási viszonyok létrehozásával, a működési, fűvási idők csökkentésével jelentős energiamegtakarítás érhető el.

3. Vetülékadagolás, hossz mérés

A vetüléket a hossz mérő tároló (3. ábra) fejt le a keresztcsévéről és a bordaszélességnyre kimért vetüléket vetéskor szabaddá teszi.

Az állványra feltűzött, adott főfűvókához tartozó keresztcsévéket a kezelő végteleníti, a csévék közötti fonalszakaszt az állványon levő foto-elektronikus érzékelőbe helyezi. Ez az érzékelő egyrészt a csomómentes szövéshez adhat jelzést, másrészt az új csévére való átváltáskor a vezérlésnek információt ad a beavatkozásra és a változtatásra (különbösen regenerált filamentfonalak esetén a csévé belső és külső fonálrétegeiben a lényegesen eltérő vetülékstruktúra a bevetési viszonyokra is jelentősen kihat).

A vetüléktárolók a keresztcsévéről a vetüléket a bevetéshez képest kisebb sebességgel fejtik le. A belépő oldalon az elektronikus vetülékérzékeli a vetülék meglétét. Vetülékhiány (szakadás, csévélefogyás) esetén a gépet vagy leállítják, így a vetülék visszakeresése nélkül a



3. ábra. Légsugaras szövőgép hossz mérő tárolója

tárolóba befűzhető, vagy ugyanazt a vetüléket keverve bevetve menet közben a gép kiiktatja az adott tárolót, átkapcsol az ép vetülékbevetési vonalra.

Az menetlerakó a permanens mágnesekkel rögzített álló, izolált menettovábbítású dobra tekercseli a fonalmeneteket, amelyek lefejtése kedvező. A vetülék bevetési hossz-mérését a tárolódob átmérőjének beállításával és a lefejtett menetszám megadásával érik el. Vetés kezdetekor a szövőgépről vezérelve a tároló csapját nyitva a főfűvóka légárama kis ellenállással fejt le a vetüléket. A tároló csapjánál levő fotocella érzékeli és számolja a lefejtett menetek és információt küld a szövőgép fedélzeti számítógépének. A szövőgép ezen adatokból kiszámítja a vetülék bevetési sebességét. A bevetési szakasz végéhez közeledve a kimenő oldalra felszerelt vezérelt fékkel fékezik a vetüléket, ezáltal a megállítási rándulási fonalerő csúcsot csökkentik, míg a beállított bevetési menetszámot elérve a csapot lezárja.

4. Főfűvóka

A főfűvóka intenzív légárama gyorsítja fel a vetüléket az 50–100 m/s bevetési sebességre. A főfűvókák száma a bevetendő vetülékszámmal egyezik meg (4. ábra).

A vetülék károsodásának elkerülése, intenzív gyorsítása érdekében a főfűvóka előtt 1 vagy 2 előfűvókát alkalmaznak, amelyeket a főfűvókához hasonlóan a bordaládára rögzítenek.

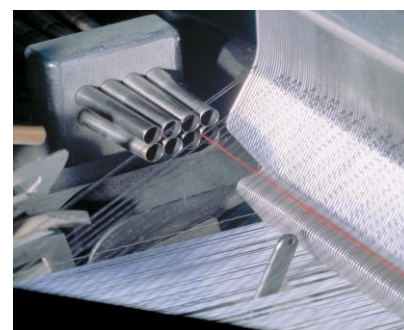
A főfűvókát (5. ábra) bevetéskor 4–8 bar nyomású levegővel táplálva a levegő a fűvókátű és a főfűvóka-ház szűk kúpos felülete között közel a hang sebességére (350 m/s) gyorsul, és a fűvókátű belsejébe vezetett vetülékre hatva a csőben felgyorsítja azt.

A vetülékre ható erő (F_f):

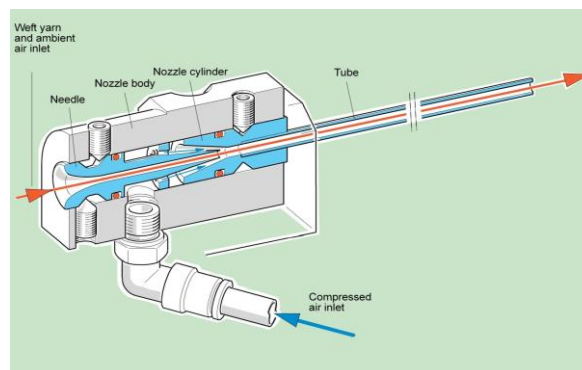
$$F_f = \frac{1}{2} \rho D \pi L c_f u^2$$

ahol

c_f – a sűrűségi együttható a vetülék és a levegő között,
 ρ – a levegő sűrűsége ($\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$),
 u – a levegő és a vetülék sebességkülönbsége,
 D – a vetülékfonal átmérője,
 L – az áramlásba helyezett vetülék hossza.



4. ábra. Nyolc szín szövésére alkalmas főfűvóka intenzív légárama veti be a vetüléket



5. ábra. A főfűvóka metszete



6. ábra. Pneumatikus működésű vetülekörögzítő

vetülek fűvókában való visszarándulásának, a vándortisztító fűvása okozta kifűződésnek az elkerülésére. Ezen hosszabb idejű fűvó hatás egyrészt a vetülekét is károsíthatja, másrészt energiaigényes. Emiatt újabban a főfűvóka végén egy vezérelt, pneumatikusan működő fogóval rögzítik a vetülekét (6. ábra).

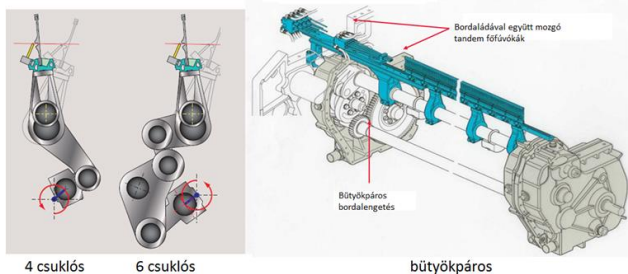
5. Bevetés a szádnyílásba

A ma gyártott légsugaras szövőgép mindegyike a főfűvóka által felgyorsított vetülekét a nyitott alagútborda csatornájában, a segédűvókák légáramával veti be.

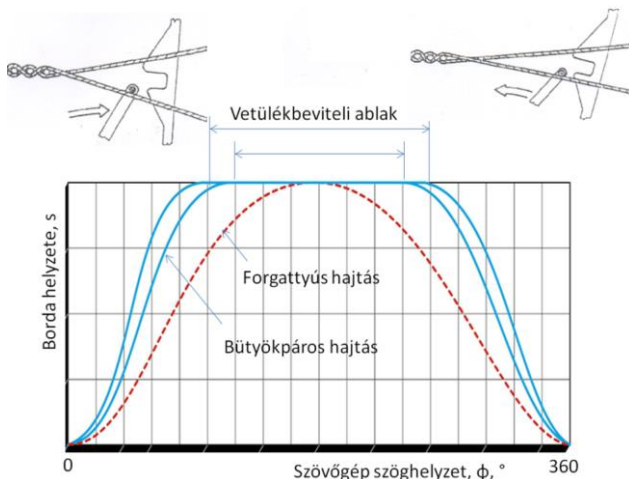
A borda és a szádágak mozgása a vetülekbeviteli szakaszt (vetülekbeviteli ablak) határozza meg, a bordafog szélesség és légrés aránya, valamint a bordafog csatornarész alakja döntő hatású az áramlási viszonyokra.

A vetülekbeviteli ablak a vetülek bevetésére rendelkezésre álló szakasz (szögtartomány), amelyet alapvetően a bordaláda, a szádképző mozgásviszonyai határozzák meg. Bordaládát forgattyús (4- és 6-csuklós vagy bütökpáros, a vetés alatti nyugalmi szakaszt megvalósító) mechanizmussal lengetik (7. ábra).

Bütökpáros mozgatás esetén a bordaláda vetés alatti nyugalmi helyzete, ezáltal a bevetési ablak a



7. ábra. Bordalengető mechanizmus



8. ábra. A bordaláda hajtása

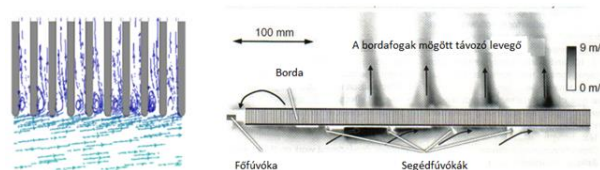
Sima felületű, vastag vetülek (pl. üvegfonal) bevetéséhez több, nagyobb nyomású levegő szükséges. A főfűvókát a bevetési szakaszok között is kisebb nyomású levegővel táplálták a ve-

bordaszéles-ségtől függően tervezhető, a vetülekbevitelre hosszabb idő áll rendelkezésre, így a bevetési sebesség, a vetülek igénybevétele és az energiafelhasználás is csökkenthető (8. ábra).

A főfűvóka felőli oldalon a kúpos kialakítású bordaalagút a főfűvóka légáramát a csatornában jobban megvezeti (9. ábra).

A nagyobb bordafog szélességarány az áramlási viszonyok, míg a bordafogak közötti rés a láncigénybevétel szempontjából meghatározó. A bordafog csatornarészének alakja, a bordafog kúposága, az élek lekerekítése döntő hatású a légáramra és a vetülek mozgására (10. ábra).

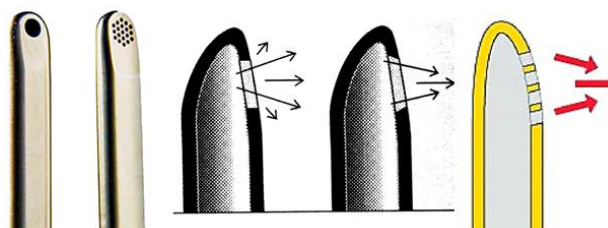
A bordacsatornában a bordafogak között légörvény keletkezik, a levegő egy része a bordán áthaladva hátul távozik (11. ábra).



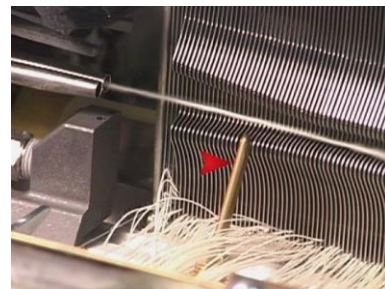
11. ábra. A levegő áramlása a bordafogak között

A segédűvókák (12. ábra) a bordacsatorna előtt, közel a bevetés irányába, a vetülek vég megérkezéséhez igazítva hozzák létre a csatornában a légáramot, és így vetik be a vetülekét. A segédűvókákat 70–80 milliméterenként helyezik el és elektromágneses szelepekről csoportosan vezélik. Az energiafogyasztásra is döntő hatásúak. A segédűvókák kialakítása egylyukú, sima vagy kúpos kialakítású, vagy sok kis lyukú lehet. A kúpos és soklyukú kialakítások esetén a légáram összetartóbb, a kifűvás iránya kevésbé változik a tápnyomás változtatásával. A több kis átmérőjű kifűvó nyílású segédűvóka esetén a levegő minőségére, a megengedett szennyeződés tartalomra szigorúbb előírások vonatkoznak.

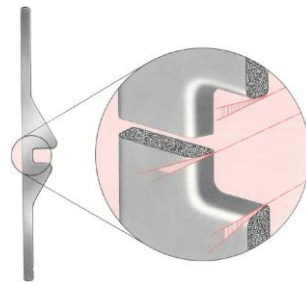
A segédűvóka-szelepeket kezdetben mechanikusan, ma elektronikusan vezérelve elektromágnessel



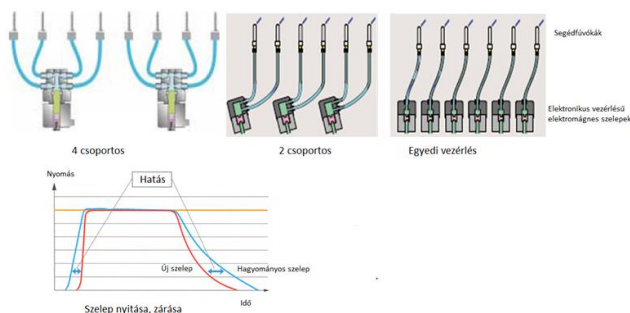
12. ábra. Egy- és többlyukú segédűvókák kialakítása



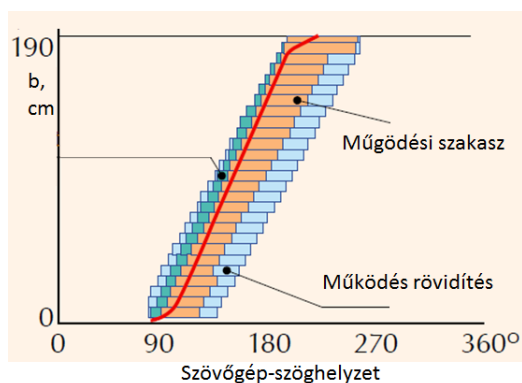
9. ábra. Kúpos kialakítású bordaalagút



10. ábra. A bordafog kúposágának kialakítása



13. ábra. A segédfűvókák működtetése

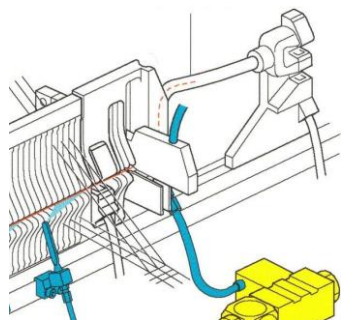


14. ábra. A segédfűvókák nyitása

működtetik. A szelepekről kezdetben 4–5 segédfűvókát működtettek, mára ez 2-re csökkent, sőt az energiafogyasztás csökkentésére az egyedi segédfűvóka működtetésre is van példa. Fontos a szelepnyitás és -zárás gyors reakcióidejű működtetése, a működési idők folyamatos ellenőrzése (13. ábra).

A fűvókák nyitását a vetülék mozgásához igazítják, a működést lehetőség szerint rövidre kell választani, amivel számottevő energiafogyasztás-csökkenés érhető el (14. ábra).

6. A vetülék megállítása



15. ábra. A vetülék megérkezése a fogadóoldalra

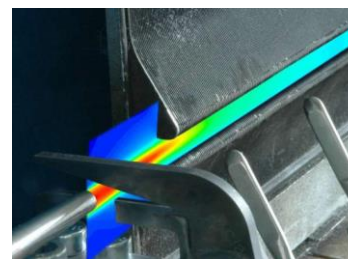
A tároló csap lezárásával a fogadó oldalra nagy sebességgel megérkező vetülék rándulásszerűen állítja meg, a vetülék megnyúlik, visszaugrik, hullámos alakot vesz fel. A vetülék rándulása a vetülékfogadó oldali megérkezése előtti fékezésével mérsékelhető (15. ábra).

A fotocella a fogadó oldalra megérkező vetülékvetet érzékeli, majd a feszítő fűvóka a vetüléket a feszítő csőbe fűjja, az intenzív húzóerő hatására kiegyenesíti. A vetülékszakadást a külső fotocellák érzékelik.

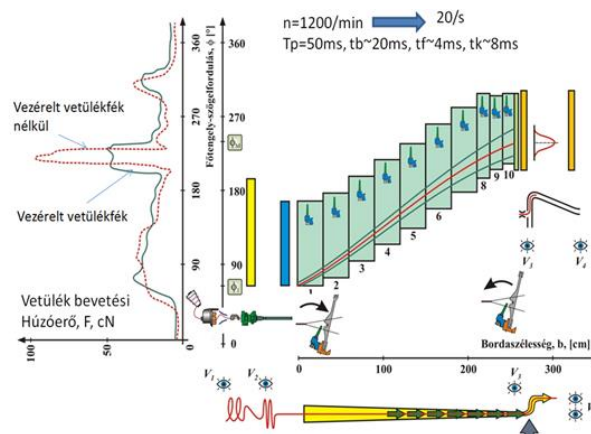
7. A vetülékbevitel kinematikai, kinetikai jellemzői

A légsugaras szövőgépek a vetüléket a szövés alapműveleteihez pontosan hozzáigazítva vetik be a szádnylásba. Az elektronikus vezérlésnek köszönhetően nagy vetülékbeviteli teljesítmény érhető el. Az áramlási

viszonyokat szimulációval vizsgálják, elemzik és optimalizálják (16. ábra). A vetülék megérkezésének az előírt értéktől való eltérését statisztikailag értékelik, a bevetést annak megfelelően szabályozzák. Az ingadozás az adott fonal légsugaras bevetetőségét is minősíti (17. ábra).

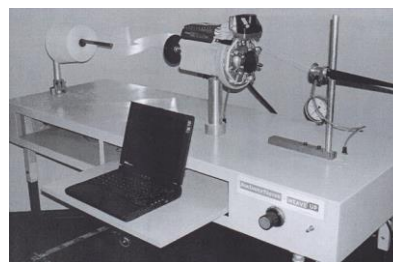


16. ábra. A főfűvóka áramlási viszonyának szimulációja



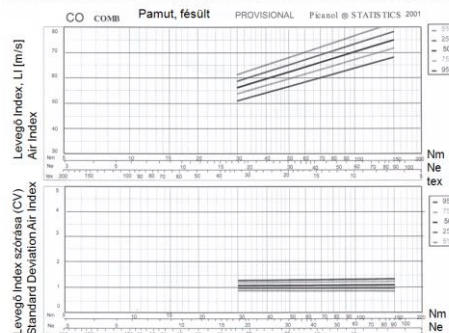
17. ábra. Légsugaras szövőgép fűvókáinak vezérlése

A Picanol cég a vetülékek bevetetőségének megítélésére az Air Index Tester elnevezésű vizsgáló, kiértékelő berendezést fejlesztette ki a légsugaras vetülékbevetés szimulálására (18. ábra). A vetülékcsevéről hossz mérő tárolóval fejt le a fonalat és a főfűvókával azonos táplévegőnél méri a vetülék átlagos sebességét, az adatokat kiértékelve megadja a négyzetes szórását. Az USTER statisztikához hasonlóan a légsugaras szövődékből beért vetülékcsevéről fonalat légsugaras bevetésre vizsgálja,

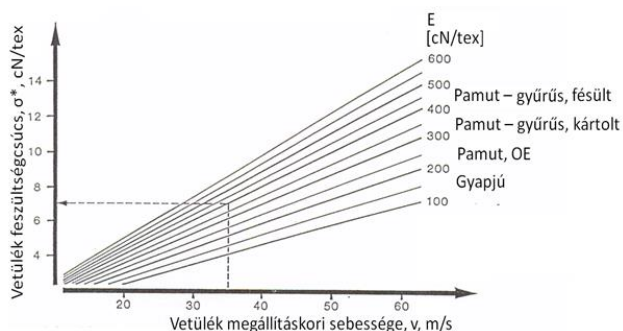


18. ábra. Az Air Index Tester vizsgáló

Picanol statisztika a Levegő Index (LI) és a szórás (CV) megadására



19. ábra. Az eredmények statisztikai diagramjai



20. ábra. A vetülék megállítási fonalerő-csúcs alakulása

kiértékeli, az eredményeket statisztikai diagramban közreadja (19. ábra).

A légsugaras szövőgépeken a vetülékben a specifikus (súlyra vonatkoztatott) feszültségcsúcs (σ^*) a vetülék megállításkor lép fel, ami a vetülék megállítási sebességétől (v) és vetülék merevségétől (E) függ (20. ábra):

$$\sigma^* = v \cdot \sqrt{E} \cdot 10^{-2} \text{ [cN/tex]}.$$

8. Összefoglalás

Cikkünk az elektronikus szelepvezérlésű légsugar előállítására a légsugaras szövőgépeken elért kimagasló eredményeket mutatja be.

Kiindulva abból, hogy a fél évszázaddal korábbi, 200/min szövőgép-fordulatszámhoz képest a 2019. évi ITMA kiállításon 2000/min sebességet is túllépték, ez 10-szeres növekedést jelent.

A légsugaras szövőgépek legismertebb gyártói, gépei:

- Dornier AWS,
- ITEMA R9500,
- Picanol OMNIplus Summum,
- Toyoda JAT810,
- Tsudakoma ZAX9200.

Ezen túlmenően Ázsiában, Európában további cégek is gyártanak speciális alkalmazásra légsugaras szövőgépet.

Kinematikailag a másodpercenként 35 vetülék bevetéséhez – a szakaszos működésű vetülékbevitelből adódóan – kb. 14 ms alatt kell a vetüléket a kb. 1,6 m szélességben a szádba juttatni. A vetülék bevetésére a vándorló légáramot ezen rövid időben pontosan a vetülékvég mozgásának megfelelően kell a szelepek nyitását és zárását összehangolni, az ún. léglökést létrehozni.

A légsugaras gépek alkalmazása egyre szélesebb területre terjed ki, számos területen kizárólagossá válik a használatuk: pl. kord-, frottír-, légzsák-szövetek, vékony, nagymerevségű, kis nyúlású, vékony műszaki filamentek (pl. üvegfonal) esetében.

Felhasznált irodalom

- [1] Schröter, A., Munkel, A., Gloy, Y., Gries, T.: Energy efficient relay nozzle concept for the air-jet weaving process. *Melliand Textilb.* 2017/2. p. 86 -88.
- [2] Nagyné Szabó O., Szabó R.: Szövőgép hajtószerkezeti megoldások. *Magyar Textiltechnika.* 2019/3. p.25-29.
- [3] Dornier légsugaras szövőgép gépkönyve