

POLISZTIROL VÁGÓ BERENDEZÉS TERVEZÉSE

Fejér Norbert

BSc géptervező szakirányos hallgató, Miskolci Egyetem, Gép- és Terméktervezési Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: norbert.fejer3@gmail.com

Bihari Zoltán

egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Gép- és Terméktervezési Intézet
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: machbz@uni-miskolc.hu

Absztrakt

Az energiatakarékosság napjaink igen lényeges kérdése. Aktív takarékoságról akkor beszélünk, amikor olyan gépeket üzemeltetünk, amelyeknek kicsi az energiafelhasználása. A passzív takarékoság az, amikor például szigeteléssel biztosítjuk a kisebb energiafogyasztást. Ennek a cikknek a célja, hogy bemutassunk egy olyan, házilag is elkészíthető berendezést, amely segítségével precízen és pontosan lehet polisztirol szigetelő táblákat darabolni.

Kulcsszavak: szigetelés, polisztirol, ellenálláshuzal, alumínium profil

Abstract

Energy saving is a very important issue in our lives. We talk about active energy saving when we use machines with little energy consumption. Passive energy savings are when, for example, insulation is used to reduce energy consumption. The goal of this article is to introduce a special machine with which we can cut polystyrene insulation boards precisely and accurately.

Keywords: insulation, polystyrene, resistance wire, aluminum profile

1. Bevezetés

Homlokzati hőszigetelés segítségével a fűtési költségek 30-40%-kal csökkenthetők. A homlokzati hőszigetelés nélküli házak falain keresztül a fűtési energia 40-50%-a veszthet el. Ez a veszteség szakszerűen beépített homlokzati hőszigetelés segítségével nagymértékben csökkenthető.

A jó hőszigeteléssel ellátott épületekben a lakótér hőmérséklete egész évben szinte azonos, mert a hőszigetelés nyáron kint, télen bent tartja a hőt, ezáltal jobb a hőérzet és kellemesebb a lakók közérzete is. Helyesen megválasztott vastagságú és szakszerűen beépített homlokzati hőszigetelés a nyári túlmelegedéssel szemben is nagyon hatékonyan védhetjük meg otthonunkat.

A homlokzati hőszigetelésre fordított pénz rövid idő alatt megtérül. Az épület értéke a jóval kedvezőbb fenntarthatóság és a megújult szép külső miatt legalább annyival nő, mint amennyit a szigetelésre költöttünk.

A polisztirol a leginkább elterjedt homlokzati hőszigetelés hazánkban. Egyszerű beszerzése, könnyű szállítása és a meglepően kedvező ár/érték aránya miatt.

A polisztirollal hőszigetelő rendszereket akár új, akár már meglévő épületeknél is lehet alkalmazni. Az új épületeknél közvetlen a téglára, míg a meglévő épületeknél fontos a falak előkészítése. A málló, repedezett, vagy már hézagosan lehullott vakolatokat célszerű eltávolítani.

Ragasztás előtt a felületet portalanítani kell. Ha jó minőségű a vakolat, arra nyugodtan lehet előkészítés nélkül dolgozni, de minden esetben dűbelezni kell.

2. Feladat ismertetése

A polisztirol szigetelő lapokat szabványos méretekben, expandált polisztirol esetén 1000 mm x 500 mm-es, extrudált polisztirol esetén pedig 1200 mm x 600 mm-es nagyságban lehet megvásárolni.

A szigetelés során azonban gyakran előfordul, hogy egy ennél kisebb méretű darabra van szükség, mert például ablakoknál vagy sarkoknál nem lehet teljes méretű táblákkal megoldani a szigetelést. Ebben az esetben a szabványos méretű táblákat valamilyen módszerrel a kívánt nagyságúra kell vágnunk.

Ez megoldható egy kézi fűrész segítségével is, azonban ez a megoldás nem biztosít megfelelő pontosságot, így a szigetelés veszíthet a hatékonyságából, továbbá ez a módszer igen lassú is.

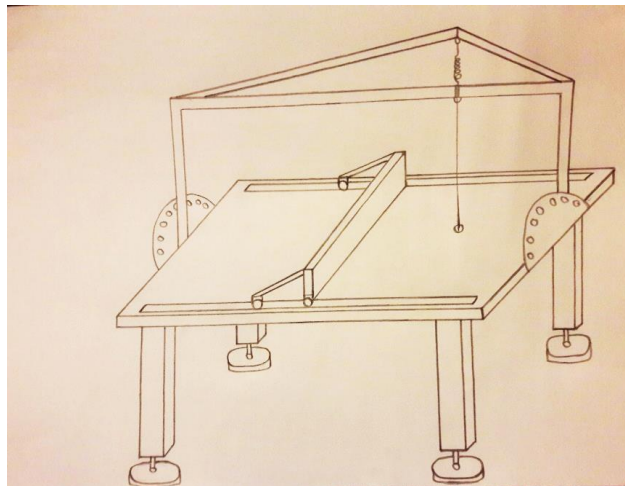
Ezért szükség van egy olyan eszköz tervezésére, amellyel gyorsan és megfelelő pontossággal tudjuk a táblákat a kívánt méretre szabni. A legjobb megoldás a polisztirol lapok géppel történő vágása egy megfelelő hőmérsékletre hevített ellenálláshuzal segítségével. A későbbiekben egy ilyen szerkezet megtervezésével foglalkozunk.

3. Konceptcionális tervezés

Kétféle irányelv útján indultunk el, amelyekhez egy-egy lehetséges felépítést találtunk ki majd ezeket összehasonlítottuk.

Az egyik, amikor a vágóhuzal fixen rögzített és a polisztirol táblákat a huzalnak toljuk, megvalósítva a vágást, a másik, amikor a táblát helyezük el megfelelő pozícióba és a huzal mozgásával végezzük a vágást.

3.1. Első megoldásvázlat



1. ábra. Első konstrukció

Az ábrán látható egy szabadkézi vázlat az első változatról. A huzalt egy asztalra merőlegesen rögzítjük, amely kihajtható és állítható lábaival bárhol könnyen felállítható.

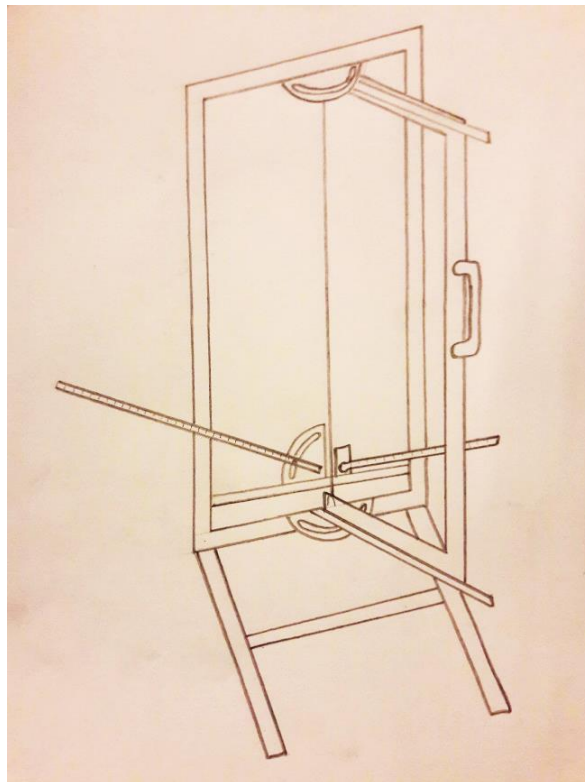
A huzal egyik végét az asztal alsó felületéhez, a másik végét az asztal felett elhelyezkedő kerethez erősítjük fel. A szükséges huzalhosszt jelen esetben a táblák vastagsága határozza meg, 300 mm-nél vastagabb szigetelést nagyon ritka esetben szoktak alkalmazni, így ehhez igazodva egy 300-400 mm-es huzallal kényelmesen meg lehetne valósítani a vágásokat.

A polisztirol lapokat az asztalra fektetve kézzel kell nekitolni a huzalnak. Az asztalon kis görgőket helyezünk el, így megkönnyítve a táblák mozgását.

A vágások merőlegességét az ún. „steller” biztosítja, amely az asztal két szélével párhuzamosan elhelyezett lineáris vezetékek segítségével mozog. A vágási ponttól mért kívánt távolságban le lehet rögzíteni a megvezetőt, így a polisztirol táblát e mentén tolva biztosan merőleges és pontos lesz a vágás. Az asztal szélén mérőlécek helyezkednek el, így a szükséges méretet könnyen be tudjuk állítani.

A ferde vágások megvalósításához a keret, és vele együtt a vágóhuzal a kívánt szögben megdönthető, az asztal két szélén elhelyezett szögbeállító acéllemezek segítségével. A lábak végére állítható géptalpokat helyezünk, amelyek elősegítik a vízszintes helyzetbe való beállítást, illetve a megfelelő stabilitást.

3.2. Második megoldásvázlat



2. ábra. Második konstrukció

A fenti ábra a másik lehetséges megvalósítást mutatja, amikor a vágást a huzal mozgásával hozzuk létre. A hátsó keret szolgál a táblák megtámasztására. Ezt a keretet a hozzá csatlakoztatott

kihajtható lábak segítségével tudjuk felállítani, célszerűen valamilyen függőleges felületnek (falnak, állványnak) nekidöntve, így a lapok biztonságos pozícióban maradnak, nem dőlhetnek előre.

A kerethez rögzített mérőlécek szolgálnak a nikecell lapok alátámasztására. A méretjelölések is ezen találhatóak, amelyek segítségével meg tudjuk határozni, hogy a vágóhuzal a lap szélétől milyen távolságban fogja végezni a vágást. Ezek a mérőlécek a szögbeállító lemezek segítségével forgathatók, így lehetőséget adva ferde vágások létrehozásához.

Az eszköz másik fontos eleme a vágókeret. Ebben van rögzítve a vágóhuzal, amelynek hosszát itt a táblák magasságához kell igazítani, ami XPS lapok esetében 1200 mm.

Ekkora huzalhossz esetén a felmelegedés és a kapott terhelés hatására a huzal hossza jelentősen megnyúlhat, és ennek hatására meglazulhat, kis mértékben elhajolhat. Így a pontos vágás biztosításának érdekében meg kell oldani a huzal előfeszítését, amely vagy egy rugó, vagy egy orsó-anya kapcsolat segítségével valósítható meg.

A vágókeret lineáris vezetőkek segítségével mozog a táblára merőlegesen, illetve ferde vágások esetén a szögbeállító acéllemezen beállított kívánt szögben. A kényelmesebb használat érdekében a vágókeretet egy fogantyúval láthatjuk el.

3.3. Összehasonlítás, legmegfelelőbb konstrukció kiválasztása

Első kialakítás jellemzői:

- Rövid vágóhuzal, a megnyúlás meg nagy mértékű, kisebb mértékű előfeszítésre van szükség;
- Pontos, merőleges vágás a megvezető segítségével;
- Stabil munkaasztal;
- Bármilyen alakzat kivágására van lehetőség;
- Viszonylag lassú vágási sebesség;
- A huzal elszakadhat túl erős elötolás esetén.

Második kialakítás jellemzői:

- Rendkívül gyors vágás, nagy termelékenység;
- Nagy pontosságú, precíz vágás;
- Masszív alumínium váz, kis tömeg;
- Összecsukható, hordozható kivitel;
- Vágási mélység állítható, így bármilyen vastagságú lap előállítható;
- Bármilyen szögben lehet vele vágni;
- Huzal hosszú, amelynek előfeszítését meg kell oldani.

A gyakorlati tapasztalat az, hogy a nikecell vágó paraméterei közül az egyik legfontosabb funkció a minél termelékenyebb vágás, tehát, hogy minél gyorsabban létre tudjuk hozni a kívánt méretű a polisztirol táblát. Így, ha meg tudjuk oldani a huzal előfeszítését, – amely a második konstrukció egyetlen valódi hátránya – akkor ennek a tervnek a megvalósítása előnyösebb, és sokkal kifizetődőbb.

4. Konstrukciós tervezés

A tervezett berendezés több fontosabb egységből áll, amelyek kialakításának megtervezését külön-külön érdemes részletezni.

4.1. Vágóhuzal

A polisztirol lapok vágását egy 0,5 mm átmérőjű Isachrom 60 ellenálláshuzal fogja végezni. A huzal hosszának meghatározásához figyelembe kell venni, hogy a gépet úgy tervezem, hogy XPS lapot is lehessen vele vágni, melynek mérete 600 mm x 1200 mm. Ha ezt a lapot pontosan átlósan szeretnénk elvágni, akkor a vágási hossz 1342 mm. Azért hogy ezt a vágást is kényelmesen meg lehessen valósítani, a huzal hosszát 1400 mm-ben határozom meg.

Vágóhuzalra jellemző műszaki adatok:

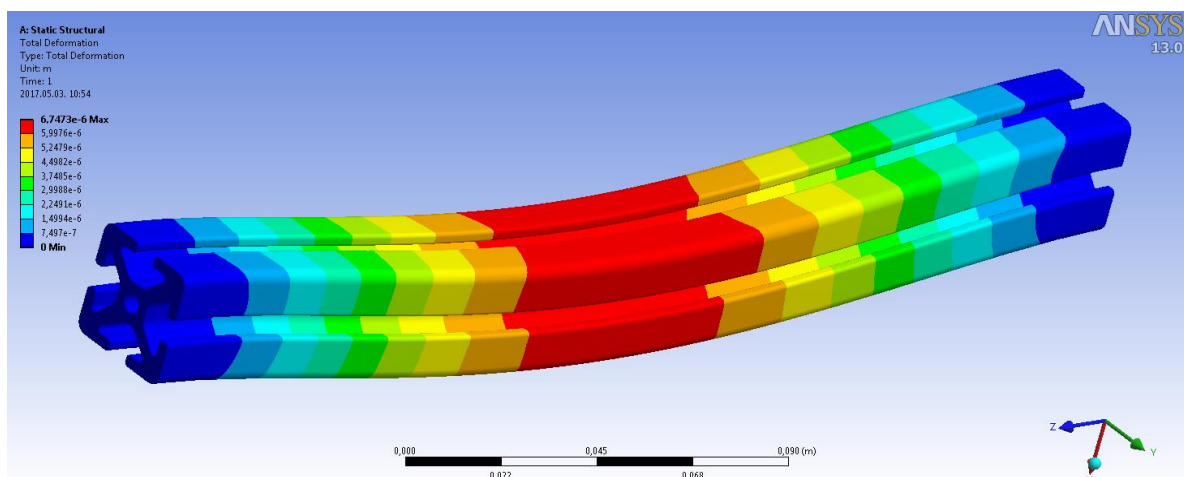
- Fajlagos elektromos ellenállás 20°C-on $1,11 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ ($\pm 5\%$);
- Fajlagos ellenállás 300°C-on $1,16 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ ($\pm 5\%$);
- Olvadási hőmérséklet 1390 °C;
- Húzószilárdság min. 600 N/mm²;
- Ellenállás: 5,65 Ω/m ;
- Korrozíóálló;
- Szigeteletlen.

4.2. Vágókeret

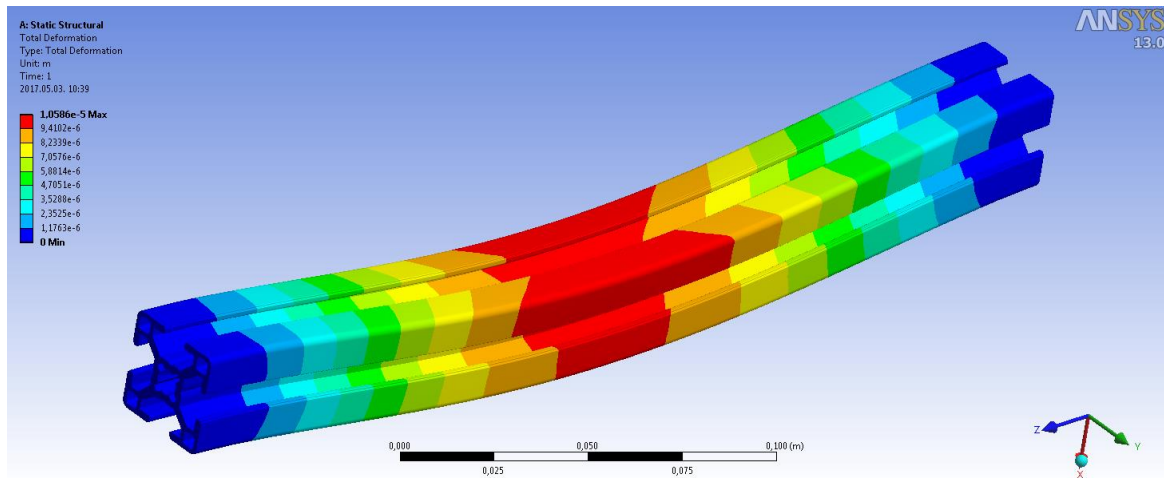
A vágókeret anyagának kiválasztásához javasolt egy összehasonlító vizsgálatot végezni kétfajta 30 x 30 mm-es alumínium profil és egy 30 x 30 mm-es zártszelvény között. Az acél zártszelvény mellett két nagy gyártó, az Item és a Bosch alumínium profiljait fogjuk megvizsgálni, hogy a három lehetőség közül a legmegfelelőbbet alkalmazzuk.

Az összehasonlítás során szándékunkban áll végelem módszer segítségével szimulálni, hogy egy-egy önkényesen felvett 300 mm hosszú, mindkét végén befogott, profildarab mennyire hajlik meg adott terhelés hatására. A végelemes modellezés során a peremfeltételek a következők:

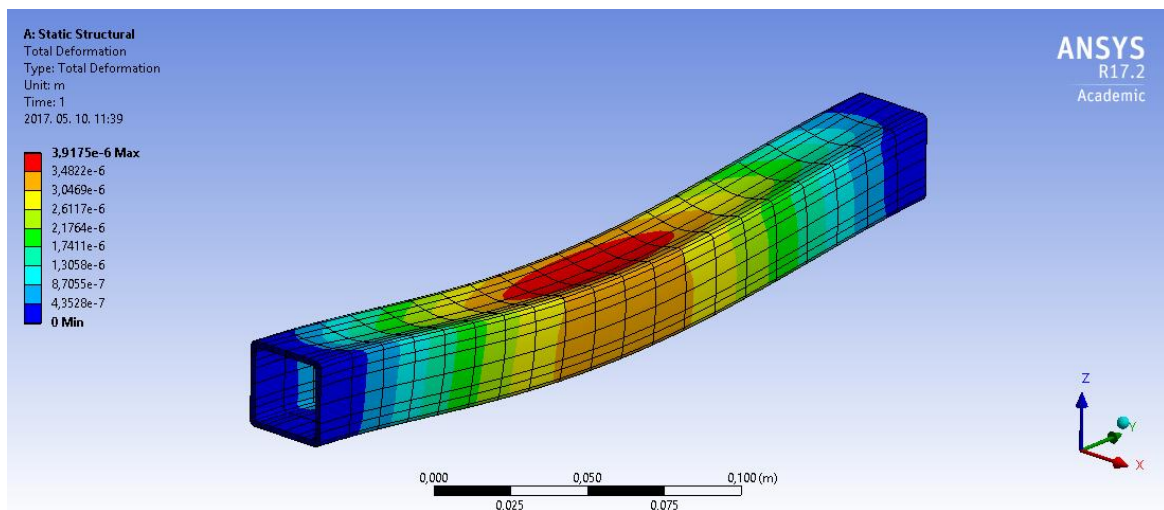
- A profil, illetve a zárt szelvény két végén a megfogást a fixed support paranccsal definiáljuk.
- A profil egyik oldalának két felületét egyenként 100-100 N nagyságú, a zártszelvény egyik oldalának felületét 200 N nagyságú felületen megoszló erővel terheljük.



3. ábra. Deformáció – Item profil



4. ábra. Deformáció – Bosch profil



5. ábra. Deformáció – Zártszelvény

A peremfeltételek meghatározása után a program segítségével a teljes deformációt, valamint a feszültség eloszlást vizsgáljuk meg mindhárom profil esetén. A két eredmény közül esetünkben a deformáció lesz nagyobb jelentőségű azaz, hogy milyen mértékben hajlik meg a profil a terhelés hatására, hiszen ez befolyásolhatja a vágás pontosságát.

A vizsgálatból a következő eredmények születtek:

- Item profil esetén a maximális deformáció értéke: 6,7473 μm ;
- Bosch profil esetén a maximális deformáció: 10,586 μm ;
- Zártszelvény esetén a maximális deformáció: 3,9175 μm .

Látható, hogy a zártszelvény esetén a legkisebb a deformáció értéke, Item profil esetén ez 72%-kal, Bosch profil esetén pedig 170%-kal nagyobb.

A lehetséges anyagokat fajlagos tömegük szerint is összehasonlítottuk:

- Item profil tömege: 1,24 kg/m;
- Bosch profil tömege: 0,85 kg/m;
- Zártszelvény tömege: 1,75 kg/m.

Az acél zártszelvény tömege azonban jóval nagyobb, mint az alumínium profiloké és ezzel a közel két kg-os méterenkénti tömeggel, már nem igazán lehetne megvalósítani azt a koncepciót, hogy a szerkezet könnyen hordozható, mobilis legyen.

Ezután a két alumínium profilt hasonlítottuk össze úgy, hogy figyelembe vettük a fajlagos tömeget is a deformáció mellett, létrehozva egy arra alkalmas mérőszámot.

Item profil esetén:

$$\frac{\text{Fajlagos tömeg}}{\text{Deformáció}} = \frac{1,24 \text{ kg / m}}{6,7473 \mu\text{m}} = 0,184 \frac{\text{kg / m}}{\mu\text{m}} .$$

Bosch profil esetén:

$$\frac{\text{Fajlagos tömeg}}{\text{Deformáció}} = \frac{0,85 \text{ kg / m}}{10,586 \mu\text{m}} = 0,08 \frac{\text{kg / m}}{\mu\text{m}} .$$

Látható, hogy a Bosch profil fajlagos tömeg / deformáció mérőszáma sokkal kedvezőbb, mint az Item profil esetén. Így, a modellezések és összehasonlítások elvégzése után arra a döntésre jutottunk, hogy az egyszerűbb mozgathatóság megvalósíthatósága érdekében a vágógépet 30x30 mm-es Bosch kompatibilis alumínium profilból építjük föl.



6. ábra. Kiválasztott Bosch alumínium profil

Terveink szerint a vágókeret három megfelelően összeillesztett profilból áll. Mivel a vágóhuzal hossza 1400 mm, és ezt mindkét végén rögzíteni kell az alumínium profilokhoz, helyet hagyva az előfeszítést szolgáló rugónak is, így a huzallal párhuzamos profildarab hosszát 1500 mm lett. Az erre merőleges két egyforma profildarab hosszát a táblák vastagsága határozza meg. Minél vastagabb tábla elvágására képes gépet szeretnénk, annál nagyobbak kell lennie a vágókeret ezen méretének. Mivel

200 mm-nél vastagabb polisztirolt nem túl gyakran alkalmaznak, így esetünkben a méretet 350 mm nagyságban határoztuk meg.

A szigetelés során előfordulhat, hogy a szakemberek több órán keresztül is használják a gépet. Ergonómiai és kényelmi szempontból nem túl kellemes, ha ilyen hosszú idő során a szögletes alumínium profilt megmarkolva mozgatjuk a vágókeretet, ezért mindenképpen szükségét látom egy fogantyú elhelyezésének.

Mivel a legnagyobb igénybevételnek az eszköz részei közül a vágókeret van kitéve, ezért az ezt felépítő profilokat nem belső sarokelemmel, hanem az alábbi képen látható, kívülre csavarozható acéllemezzel javasolt rögzíteni. A rögzítéséhez a profil nútjában kalapácsanyát, továbbá M5-ös hatlapfejű csavart és alátétet használhatunk.



7. ábra. Sarokmerevítő acéllemez

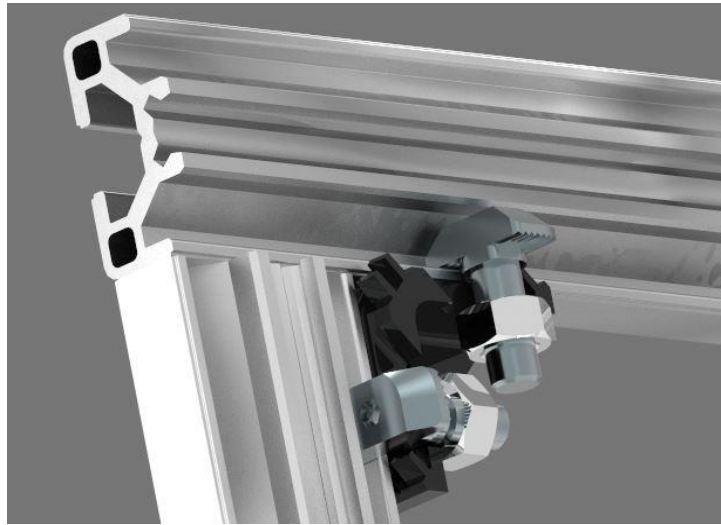
4.3. Vázszerkezet

A váz a vágókeret mellett a berendezés egyik alappillére. Ennek fogjuk a vágás során nekitámasztani a nikecell táblákat, valamint ehhez rögzítjük a vágókeretet, a lábat és a lineáris vezetőket is.

Annak érdekében, hogy a kisebb polisztirol lapokat is teljes felületükkel fel tudjuk támasztani, a váz egyik oldalára hátlapot helyezünk el. Két darabból áll ez a burkolóelem, mivel a vágóhuzal helyénél ki kell hagyni egy kis sávot, az esetleges tűzveszély elkerülésére.

A hátlap anyagának kiválasztás során a következő lehetséges anyagokat vizsgáltuk meg: bútorlap, plexi, rétegelt lemez. A kiválasztásnál figyelembe vett legfontosabb szempontok pedig az ár, a tömeg, valamint az, hogy a hátlap elég merev legyen, ne hajoljon meg. Az összehasonlításból végül a plexire esett a választás, köszönhetően kis tömegének, a kitűnő időjárás- és öregedésszállóságának, valamint jó ütés- és kopásállóságának.

A váz profiljainak összekötését az alábbi ábrán látható módon oldjuk meg. Ehhez szükség van egy sarokelemre, továbbá két darab M5-ös kalapácsfejű csavarra, melyek feje illeszkedik a profil nútjába, ezenkívül két darab M5-ös hatlapú anyára.



8. ábra. Váz profiljainak összekötése metszetben

A vázat mérőlécekkel és szögbeállító acéllemezekkel látjuk el a pontos vágások létrehozásának érdekében.

4.4. Lineáris vezeték

A vágókeret mozgatása, - amely során a vágást megvalósítjuk - lineáris vezeték alkalmazásával történik. A vágókeret alsó és felső profilját is egy-egy lineáris vezetékhez rögzítjük, ez teszi lehetővé, hogy a vágókerettel egyenes és egyenletes vágást hozzunk létre.

A kereskedelmi forgalomban nagy választékban, széles árkategóriában és minőségben található lineáris vezetékeket. Három árkategóriából vizsgáltunk meg egy-egy terméket és ezek közül választottuk ki a géphez leginkább megfelelőt. Mivel a polisztirol vágó esetében, a lineáris vezetékeknek a csupán néhány kg-os tömegű vágókeretet kell mozgatniuk, ezért a költséghatékonyságot is figyelembe véve egy olcsóbb, de jó minőségű gördülővezetékes megvezetést választottunk ki. A csapágyazásnak köszönhetően elkerülhető az, hogy a vágókeret a mozgatás során befeszüljön.



9. ábra. ST78 golyóscsapágyas csúsza

4.5. Kihajtható láb

Szükség van arra, hogy a polisztirol vágó gép bárhol gyorsan és egyszerűen felállítható legyen, ennek elősegítésére lábakkal szereltük fel a szerkezetet.



10. ábra. Kihajtható láb

A könnyebb hordozhatóság és kisebb helyigény miatt ezek a lábak felhajthatók. A láb felhajlítását a 11. ábrán látható módon, két darab, szögben fixálható forgó kapcsolóelemmel lehet megoldani.

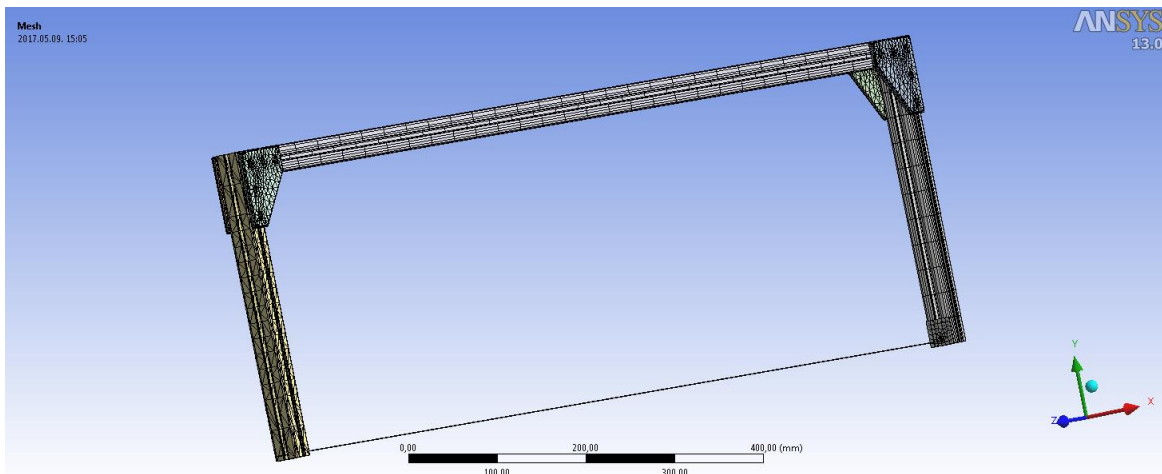


11. ábra. Láb felhajlítva

5. További megoldandó feladatok

5.1. Véges elemes modellezés – A vágókeret és a huzal deformációja

A következőkben véges elemes modellezés segítségével megvizsgáltuk, hogy a vágókeret, illetve a vágóhuzal hogyan deformálódik a terhelések hatására, hol ébrednek a legnagyobb feszültségek, melyek lesznek a kritikus pontok.



12. ábra. A vágókeret és a huzal véges elemes vizsgálata

A vágókeretre vonatkozó szimuláció során megtörtént az elemek behálózása az Ansys végeleemes szoftver segítségével. A továbbiakban a peremfeltételek pontos meghatározására, valamint a feszültség és deformáció értékek elemzése következik.

5.2. Vágóhuzal profilhoz rögzítése, valamint előfeszítése

A megoldandó feladatok közé tartozik az, hogy az ellenálláshuzalt milyen módon rögzítjük a vágókerethez, továbbá hogyan oldjuk meg az előfeszítését. Arra is kell valamilyen megoldást találni, hogy a huzalt valamilyen módon elektromosan elszigeteljük a vágókerettől.

5.3. Kísérleti berendezés a vágóhuzal szükséges hőmérsékletének meghatározására

A későbbiekben tervezzük egy kísérlet elvégzését, amely során meghatározhatjuk az ellenálláshuzal megfelelő hőmérsékletre való hevítéséhez szükséges feszültséget. Ezáltal meg tudjuk határozni, hogy milyen feszültségforrásról kell üzemeltetni a berendezést.

6. Összeszerelés

Az egyes nagyobb részegységek összeszerelését a Solid Edge ST 5 3D-s tervező szoftver segítségével végezzük el. Ehhez szükség van még a hiányzó és megfelelő kötőelemek és egyéb funkcionális kiegészítők kiválasztására vagy megtervezésére. Ezek az elemek a Fath Components Kft. katalógusából kerültek kiválasztásra.

7. Összefoglalás

Ez a tanulmány bemutatta egy olyan kézi berendezés konstrukciós tervezését, amely alkalmas épületek szigetelésére használt polisztirol lapok pontos darabolására. A munka során kitekintést tettünk a különböző, kereskedelmi forgalomban megtalálható, leggyakrabban használt profilok vizsgálata terén, létrehozva egy olyan mérőszámot, amely nemcsak a deformációt, hanem a fajlagos tömeget is figyelembe veszi. Ez a mérőszám sokkal precízebb összehasonlítást jelent az egyes alkalmazandó elemekre nézve. A berendezés megtervezése során ügyeltünk a szállíthatóság és ergonómia kérdésére is, melynek végeredményeként egy nagyon hatékonyan használható, akár házilag is összeszerelhető eszközhöz jutottunk.

8. Köszönetnyilvánítás

A bemutatott kutató munka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalomjegyzék

- [1] Bihari, Z., Szente, J.: *Számítógépes terméktervezés*, Szakmérnöki jegyzet, Készült „A felsőoktatás szerkezeti és tartalmi fejlesztése” CAD/CAM/FEM kompetencia kurzusok projekt keretében. 2006. p. 193.
- [2] Bercsey, T., Döbröczöni, Á., Dubcsák, A., Horák, P., Kamondi, L., Péter, J., Kelemen, G., Tóth, S.: *Terméktervezés és fejlesztés*, 1997. Jegyzet a Phare HU 9305 -01/1350/E1 program támogatásával, pp: 1/262. Kálóczy, Gy.: *Füstbázisok tervezése és szervezése*. Eger, Dobó István Könyvkiadó, 1977. 25-36. old.
- [3] Szente, J., Bihari, Z.: *Gépelemek, alkatrészek számítógépes tervezése – Terméktervezés*, Miskolc: HEFOP, 2005. 150 p.
- [4] Szabó, J. F., Bihari, Z., Sarka, F.: *Termékek, szerkezetek, gépelemek véges elemes modellezése és optimalizálása*, Szakmérnöki jegyzet. Készült a Foglalkoztatáspolitikai és Munkaügyi Minisztérium (HEFOP) Humán erőforrás-fejlesztés Operatív Program keretében (elektronikus jegyzet), Miskolci Egyetem, Miskolc, 2006.
- [5] Szabó, J. F.: *Igénybevételek*, Fejezet a Gépszerkezettan tankönyvben, szerkesztő: Döbröczöni, Á., Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 1999. pp 64-71.