

SÍKBELI ÉS TÉRBELI MODELLEK ÉS KINEMATIKAI ÁBRÁK A HATÉKONY MÉRNÖKKÉPZÉSBEN

PLANAR AND SPATIAL MODELS AND KINEMATIC DIAGRAMS IN EFFECTIVE ENGINEERING EDUCATION

Németh Géza*

ABSTRACT

Our machine structures and their kinematic relationships are complex, and it is extremely difficult to review them with the limited practical experience and theoretical background available. Kinematic sketches help to see the essence, and simplifying models provide an approximate solution. Our goal is to present options that bridge the gap between the complex assembly drawing and the acting loads on the one hand, and the models and the kinematic diagrams used to clarify the stresses on the other hand.

1. BEVEZETÉS

Gépszerkezeteink, kinematikai kapcsolataink összetettek, ezek áttekintése a rendelkezésre álló szerény gyakorlati tapasztalat és ugyancsak szerény elméleti háttér esetén rendkívül nehéz. A lényeglátást segítik a kinematikai vázlatok, a közelítő megoldást pedig az egyszerűsítő modellek. Célunk olyan lehetőségek bemutatása, melyek áthidalják a tátonzó szakadékot egyrészt a bonyolult összeállítási rajz és a ható terhelések, másrészt az igénybevételek tisztázására szolgáló modellek és a kinematikai ábrák között.

Az előbbi megállapítás természetesen nem általánosan érvényes, hiszen vannak született tehetségek, akik igen jó lényeglátással, műszaki érzékkel rendelkeznek, a tanulás terén is önjárók. Az átlag egyetemi hallgató viszont nem ilyen. Minden oktatónak célja, hogy az ő képzésük során is minél hatékonyabb módszereket használjon. Ezt az igyekezetet szeretnénk bemutatni a gépészmérnöki képzés igen kis szeletén, a gépelemek szilárdsági számításán, ennek is az egyik legegyszerűbb esetén, az adott geometriájú, anyagú és előírt biztonságu elemek és elem-kapcsolatok terhelhetőségének meghatározásán keresztül.

2. TÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS

A hazai felsőoktatási intézmények gépelemek tanszékeinek közel egységes képzési tervében mindig szerepeltek a mozgatóorsós szerkezetek. Ezek az egyszerű kéziszerszámok vagy villamos motorral hajtott egyszerű gépek alkalmas feladatot adtak a gépelemek tantárgy első önálló tervezési munkájához. Ma is használjuk ezeket a feladatokat, de egy sokkal szerényebb előképzés után. Ebből következően a mai hallgatók nehezebben értenek meg egy összeállítási

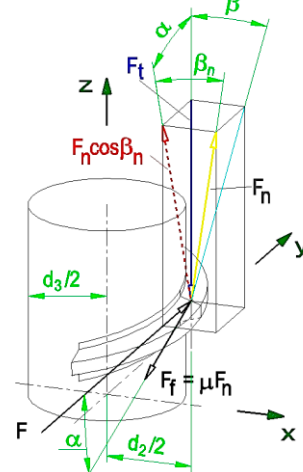
rajzot, nehezebben azonosulnak a feladattal.

3. MODELLEK

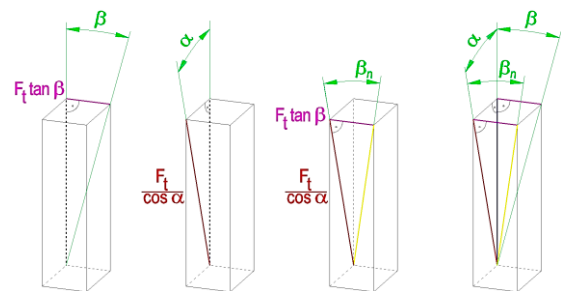
Mérnöki feladatok megoldása modellek nélkül lehetetlen. A megoldandó feladatot csak közelítően, modellekkel tudjuk leírni. Közelítően ismerjük az anyagot, a terheléseket, közelítően tudunk elkészíteni egy-egy méretet, biztosítani az alak- és helyzetűrést, felületi érdességet és felületi mintázatot.

Vannak évszázadok óta általánosan használt, jól bevált egyszerű modellek, és vannak igen összetett, igen nagy számítógép igényű modellek. Jelen cikkben csak a hagyományos eszközökkel megoldható, könnyen áttekinthető síkbeli és térbeli modelleket említjük, amelyeket ma is használunk mérnökhallgatók alapképzése során, a menetes kapcsolatok vizsgálatakor, az orsó- és anyamenet között fellépő erők és a működtető nyomaték összefüggésének leírásához.

Az 1. ábra térbeli modellt mutat, ez a menetfelületnek a sugárirányú (β szögű) lejtése mellett az érintő irányú (α szögű) lejtését is figyelembe veszi [2].

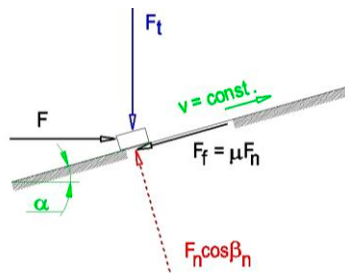


1. ábra Trapézmenetes orsó-anya modellje



2. ábra $\beta_n = \tan^{-1}(\tan \beta \cdot \cos \alpha)$ képlet magyarázata

* adjunktus, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet



3. ábra Erők az érintősíkban

A 2. és 3. ábrák a szögek és az erőegyensúly értelmezésére szolgálnak. A modell előnye, hogy nagy menetemelkedési szög esetén is használható.

A jól ismert síkbeli modellt itt nem részleteznénk, legfeljebb csak annyiban térünk ki rá, hogy a térbeli modell eredményét igyekszünk a síkbeliéhez hasonló alakra hozni.

Az F_t terhelés ellenében működtetett orsó-anya kapcsolatban a nyomatékigény

$$T = \frac{d_2}{2} \cdot \frac{\mu + \cos(\beta_n) \tan(\alpha)}{\cos(\beta_n) - \mu \tan(\alpha)} F_t, \quad (1)$$

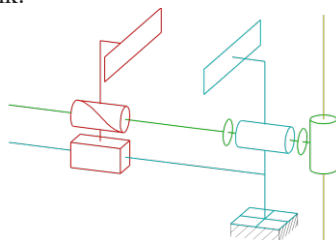
ami egy ismert trigonometriai azonossággal a

$$T = \frac{d_2}{2} \cdot \tan(\alpha + \rho') F_t \quad (2)$$

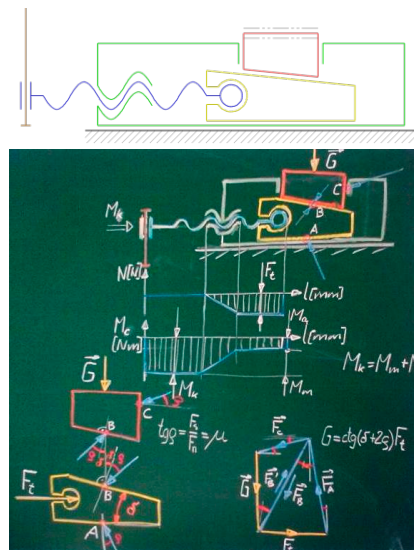
alakra hozható, ahol $\rho' = \tan^{-1}(\mu / \cos \beta_n)$ a csúszó súrlódási tényező függvénye, $\beta_n = \tan^{-1}(\tan \beta \cdot \cos \alpha)$ az 1. és 2. ábrán magyarázott szög, $\alpha = \tan^{-1}(P / (d_2 \cdot \pi))$ az emelkedési szög, $\beta = 15^\circ$ a fél menetszög, P pedig a menetemelkedés.

4. KINEMATIKAI ÁBRÁK

Kinematikai ábrákat országoként, mérnöki területenként eltérő mértékben, de használják. Az ISO 3952-1 szabvány az egyes elemek, elem-kapcsolatok, mozgásviszonyok értelmezésére síkbeli és egyszínű jeleket használ. Érdekes kutatásról is tudomást szerezhetünk egy francia cikkből, ahol a szerzők azt vizsgálják, hogy a kinematikai ábrák színezése, illetve térbeli bemutatása mennyire segíti a tanulmányaik különböző fokán lévő mérnökhallgatókat a mozgásviszonyok tisztázásában az egyszerűbb és az összetettebb gépszerkezetek területén [1]. Tapasztalatuk szerint a színeknek jelentős szerepe van az alapképzésben, a gyorsabb megértésben. Az összetettebb szerkezetek területén pedig a térbeli ábrák előnye feltétlenül megmutatkozik.

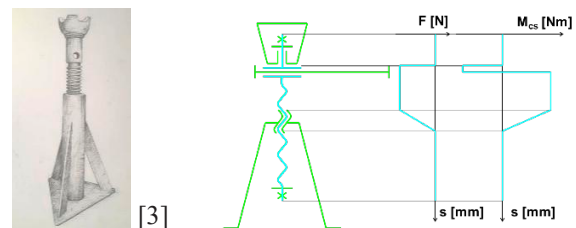


4. ábra Lakatos satu térbeli kinematikai ábrája

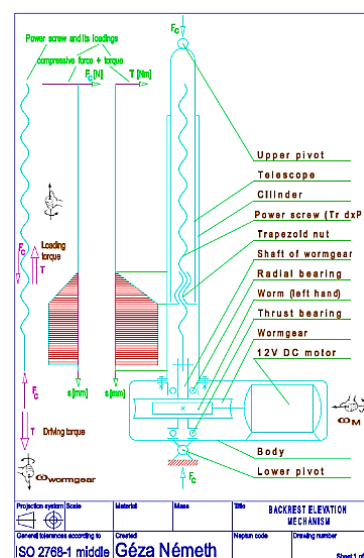


5. ábra Szerszámegpszintező síkbeli kinematikai ábrája, igénybevételei és terhelhetősége

A 4. és 5. ábrán bemutatott egyszerű szerszámok nem igénylik a térbeli ábrázolást, a különböző színnel jelölt elemek viszont várhatóan segítik a megértést. A kinematikai ábrák célja nem csupán a mozgásviszonyok leírása, hanem az egyes elemek igénybevételeinek tisztázása. Erre mutat példát az 5. és a 6. ábra. Hasonló céllal készült a 7. ábra villamosmotorral hajtott emelőjének kinematikai ábrája, mely a jobbkéz szabály alapján a csavarónyomatékok előjelét is magyarázza.



6. ábra Haszongépjármű emelő és igénybevételi ábrái

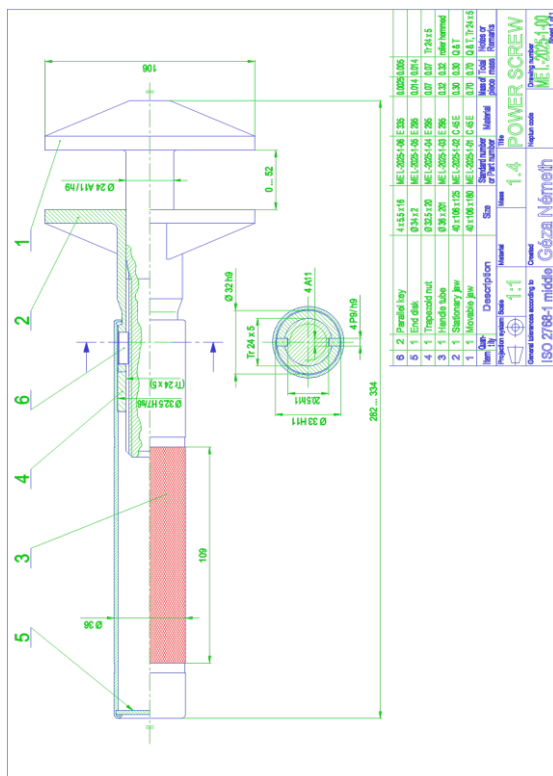


7. ábra Kórházi ágy emelő orsójának igénybevételei



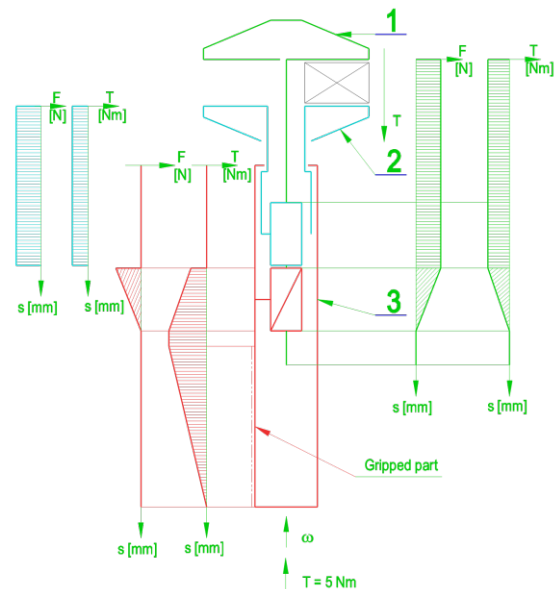
8. ábra Az ágyemelő mechanizmusa

A 9. ábra egyszerű szerszámának mozgóorsója, illetve az orsó-anya kapcsolata nem a menetek egymáson való csúszása közben kapja a nagy terhelését. A méretek egy valós szerszáméi. Az összeállítási rajz alapján készített további ábrák lapját kettévágtuk. A bal oldali rész kinematikai ábrái a 10. ábrán magyarázzák az egyes elemeknek a szorítóelem csavarásának hatására kialakuló igénybevételeit. A jobb oldali rész pedig a 11. ábrán a szorító pofákra egy hatlapfejű csavar lazításakor ható erőket és azok számítását mutatja. Utóbbi terhelés a menetes kapcsolatra is lényegesen nagyobb, de a menetek egymáshoz képest nyugalomban vannak, így igénybevételük a felületi nyomás szempontjából kedvező.

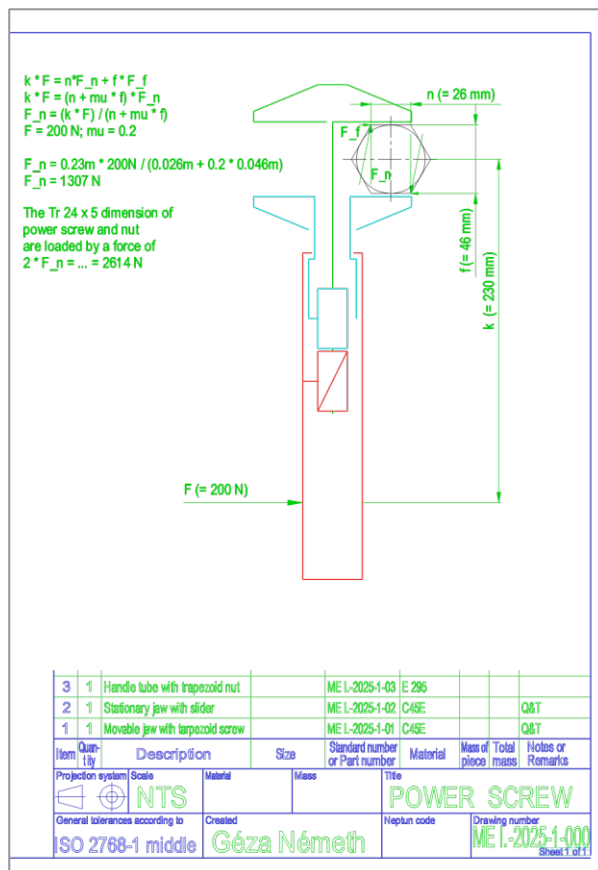


9. ábra Franciakulcs összeállítási rajza

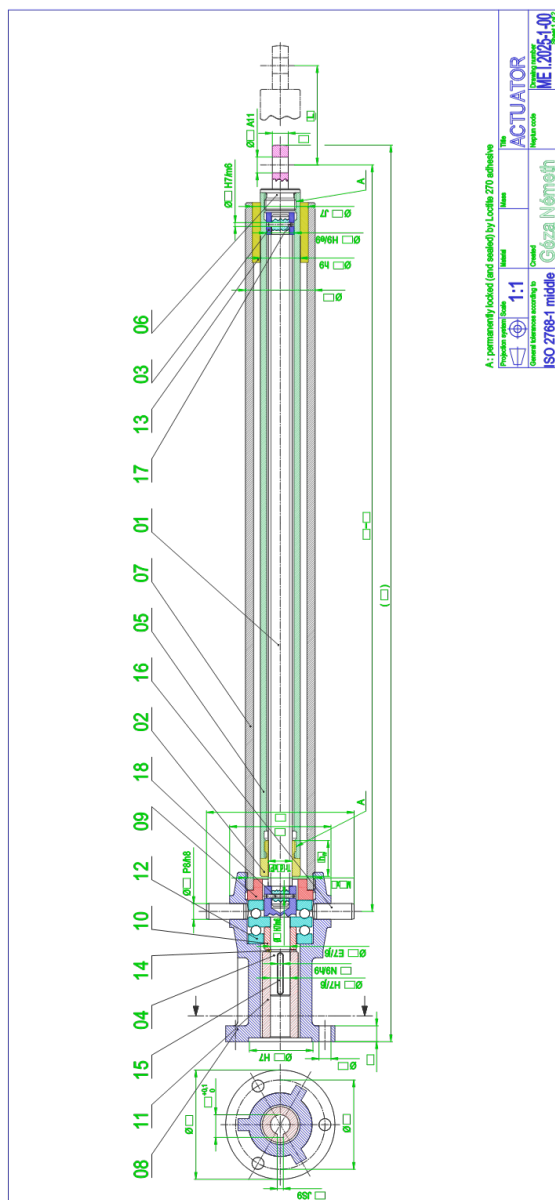
A 7. ábrán bemutatott ágyemelőhöz hasonlóan igen változatos kialakításúak a tetőablak és szárnyaskapu mozgó mechanizmusok. Egy egyszerű megoldásra mutat példát a 12. ábra összeállítási rajza [4]. A könnyebb megértés érdekében színeztük az egyes elemeket. A 13. ábra a hozzá tartozó kinematikai ábrát és igénybevételi ábrákat mutatja.



10. ábra Franciakulcs elemeinek igénybevételei



11. ábra Franciakulcs szorítópofáinak terhelése

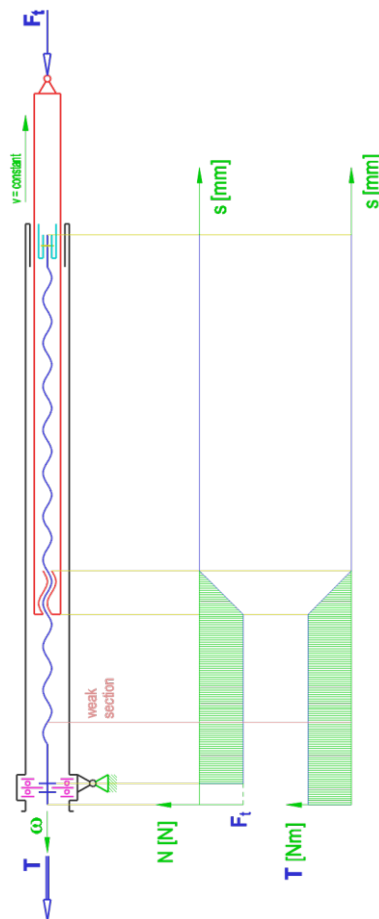


12. ábra Kapu mozgató végrehajtó szerv

Ha az alapképzésben részt vevő hallgatókhoz igazítjuk az oktatás eszközeit, és valós szerszámok, egyszerű gépek kézbe adásával, szerelésével segítjük a megértést, annak előbb-utóbb látható eredménye lesz. Nagyon fontosnak tartjuk a kinematikai ábrák alapján készített igénybevételi ábrákat, hiszen ezek nélkül bizonytalan a veszélyes keresztmetszet megjelölése, valamint a mozgatóorsó terhelhetőségének meghatározása. Több, különböző jellegű igénybevételre is megmutatjuk ezt a számítást, hogy hallgatóink lássák a különbséget.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Tapasztalatunk, hogy az oktatás során is lehet közérzetjavító intézkedéseket tennünk. Ez kihat hallgatóink életére, gondolkodásmódjára és egyszer talán mindegyikük felelős mérnöki munkájára.



13. ábra A kapumozgató kinematikai ábrája és az orsónak a kapu zárásakor érvényes igénybevételi ábrái

6. SUMMARY

Our experience is that we can also take measures to improve well-being during education. This will affect the lives of our students, their way of thinking, and perhaps one day, the engineering work for which each of them is responsible.

7. IRODALOM

- [1] Kasatkina, O., C. Masclet, J. Boujut & E. Vries, Format effects in the understanding of motion from kinematic diagrams in engineering education, International Journal of Technology and Design Education (2021) 31:1063–1079, Elérhetősége: <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09591-0>, Legutóbbi elérése 20251007.
- [2] Roy Mech, Power Screw equations, Elérhetősége: https://roymech.org/Useful_Tables/.html, legutóbbi elérés 20250829.
- [3] Üveges Laura ipari termék és formatervező szakos hallgató Gépelemek I. tárgy második évközi feladata jegyzőkönyvének címlapjára készített grafikája a Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézetében a 2023/24 tanév első félévében.
- [4] Vérin électrique, Lycée Turgot – Académie de Limoges – France, Elérhetősége: https://turgotlimoges.scenari-community.org/STI2D/Ressources%20STI2D/TP_WORKS%20C2%A0/res/06_transm_transfo_mvt.eWeb/export/visu102.html?hist=1, legutóbbi elérés 20250829.