

# TALAJM VEL SZERSZÁM VÉGESELEM MODELLEZÉSE

Major Tamás

Nyugat-magyarországi Egyetem, Erd mérnöki Kar, Erdészeti-m szaki és Környezettechnikai Intézet.  
major@emk.nyme.hu

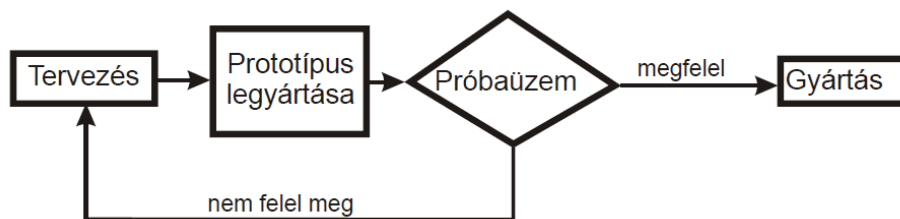
## ÖSSZEFOGLALÁS

A végeelem-módszer (VEM) elterjedése a gyakorlatban megváltoztatta a klasszikus tervezési folyamatot. A VEM alkalmazása beépült a termék el állításának folyamatába. A gyártási költség jelent s részét a kísérleti darabok legyártása és azok próbaüzeme teszi ki. Ezen költségek csak nagy darabszám és/vagy magas termékár esetén térülnek meg. Ezt a költséget jelent s mértékben csökkenti a végeelemes szimuláció. A végeelem-módszer napjainkra a m szaki számítások területén az egyik legelterjedtebb numerikus eljárás olyan feladatok megoldásához, amelyet korábban csak analitikusan vagy nagyon rossz közelítéssel lehetett megoldani.

A modellezés során egy speciális forgó késrendszer pásztakészít gépet vizsgáltam, VEM-SPH kapcsolt szimulációt segítségével.

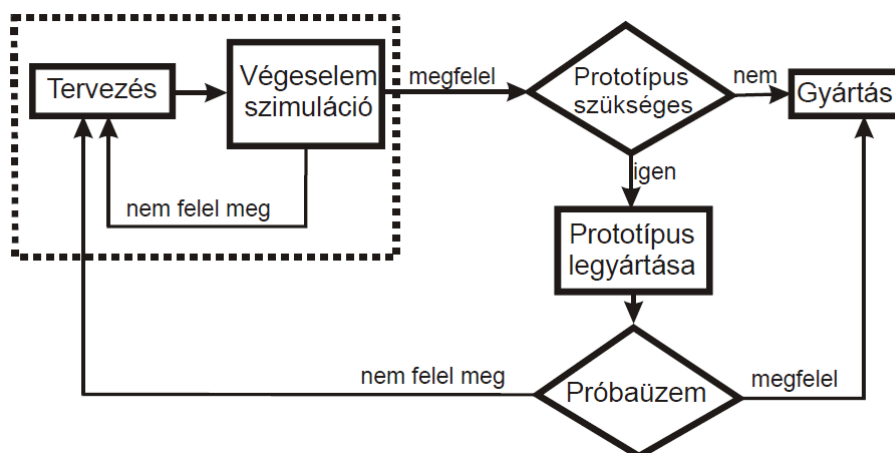
## BEVEZETÉS

A végeelem-módszer (VEM) elterjedése a gyakorlatban megváltoztatta a klasszikus tervezési folyamatot (1. ábra). A VEM alkalmazása beépült a termék el állításának folyamatába (2. ábra).



1. ábra. A klasszikus termék-el állítási modell egyszerű sített folyamatábrája

A gyártási költség, ezen belül a tervezési költség, jelent s részét a kísérleti darabok legyártása és azok próbaüzeme teszi ki. Ezen költségek csak nagy darabszám és/vagy magas termékár esetén térülnek meg. Ezt a költséget jelent s mértékben csökkenti a végeelemes szimuláció (Kovács, 2011).



2. ábra. A végeelemes szimulációval támogatott termék-el állítás folyamatábrája

A szükséges prototípusok száma csökkenthető, jól modellezhető problémák esetén akár el is hagyható a prototípus legyártása. Utóbbi esetben már a sorozatgyártásra lehet azonnal berendezkedni, és elegendő a nullszérián próbautazást végezni.

A végelelem-módszer napjainkra a mechanikai számítások területén az egyik legelterjedtebb numerikus eljárás olyan feladatok megoldásához, amelyet korábban csak analitikusan vagy nagyon rossz közelítéssel lehetett megoldani. (Égert - Pere, 2011). Számos olyan tényező figyelembevehető, amely segíti a megoldást, amelyeket analitikus módszerekkel egyáltalán nem, vagy csak nagy matematikai nehézségek árán lehetne számításba venni. A számítástechnikában beálló gyors fejlődés, a számítógépek kapacitásának, sebességének nagymértékű növekedése, a fizikai jelenségek korábbi években még nem látott bonyolultságú modellezésére, gyors számításokra, az eredmények sokoldalú analizálására adnak módot.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A végelelemes analízisnek három fő lépése van. Ezek a preprocessálás, az analízis és a posztprocesszállás. A preprocessálás, vagyis az előfeldolgozás első mozzanata az analizálni kívánt modell CAD alapú szoftver segítségével történő elkészítése. A modell elkészítése után elemezni kell, hogy a modell geometriáján milyen egyszerűsítéseket lehet és célszerű elvégezni a végelelemes analízishez.

Ezt kétféle ellentétes kívánalom befolyásolja:

a modell minél jobban helyettesítse a valóságot, ill.

a mechanikai jellemzők jó közelítéssel meghatározhatók legyenek és a feladat bonyolultsága indokolatlanul ne növelje meg a szimuláció idejét.

Ezután következik a végelelemes háló generálása. Ez azt jelenti, hogy a vizsgált tartományt véges számú, a modellt egyszerűen lefedő részterületekre, azaz véges méretű elemekre bontjuk. Lehetővé van a rácsháló elemének egyedi megválasztása, tehát a keresett mennyiség szempontjából a kevésbé fontos területeken ritkább, a fontosabb területeken pedig sűrűbb háló használatára is. A végelelemes háló mérete és minősége (az elemek szabályos geometriai alakától való eltérése) nagyban befolyásolja az eredmények pontosságát, emellett a közelítésre használt függvények fokszáma is hatással van az eredmény pontosságának alakulására. Lehetővé van a rácsháló elemén, a polinom fokszámán, vagy egyszerre mind a kettőn változtatni a jobb megoldás érdekében. Kétdimenziós modellek esetében a rácsháló alakja leggyakrabban háromszög vagy négyszög alakú, három dimenziójú pedig a tetraéder vagy prizma alakú rácsháló alkalmazása terjedt el.

A preprocessálás során kell megadni az anyagjellemzőket, a kezdeti feltételeket és a kényszereket is.

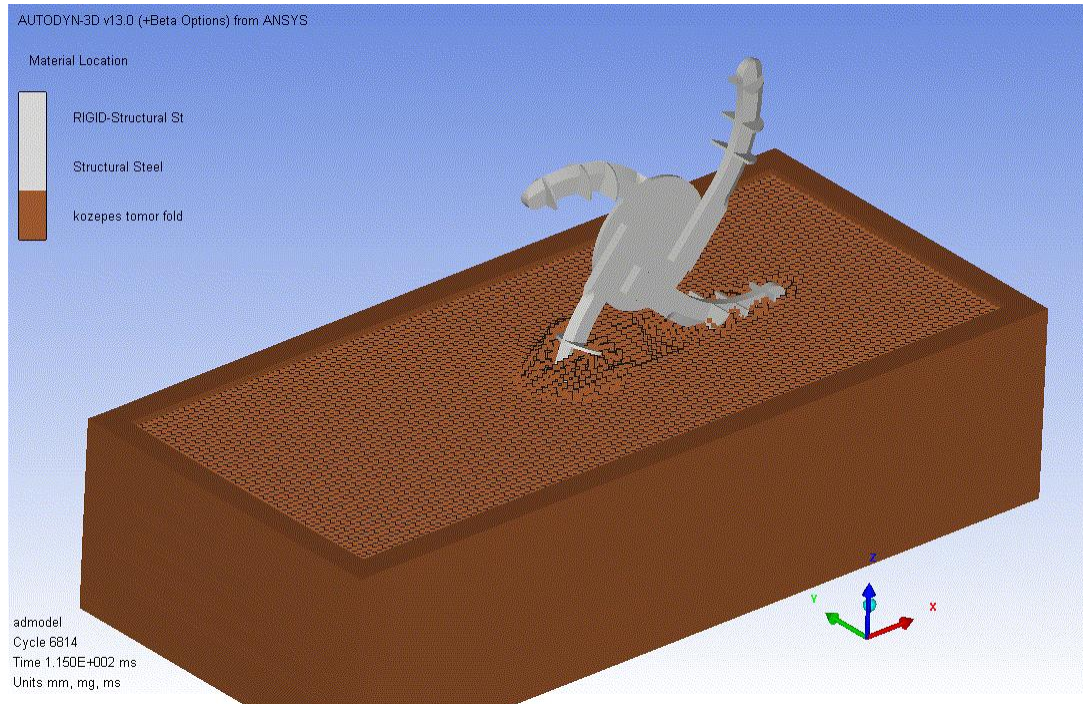
Az analízis (a lineáris algebrai egyenletrendszer megoldása) után következik a kiértékelés (posztprocesszállás). Az eredményeket interaktív módon táblázatosan és grafikusan lehet megjeleníteni. A grafikus megjelenítés lehet szintvonalas, színsávós, vektoriális és függvényjellegű. Az eredmények adatain igény szerint matematikai műveleteket lehet végezni. Az eredmények helyes értelmezése megkívánja, hogy értékeljük a feltételezéseinket, az egyszerűsítéseket és a munka során bevitt hibákat: a matematikai modell létrehozásában, a végelelemes modell létrehozásában valamint a végelelemes modell megoldásában előforduló hibákat.

## EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A numerikus analízis során egy speciális forgó készletrendszer pásztakészítő gépet vizsgáltam. A pásztakészítő gép talajmunka szerszáma lényegében egy négyágú forgó kapa, amelynek kése ívelt, s erre három szárny van felhegesztve, a végek felé keskenyedő szárnyszélességgel. A forgó szerszám geometriai modelljét Solid Edge programmal készítettem elő, a numerikus analízist pedig az Ansys 13 végelelemes programmal végeztem.

A talaj szilárdságtani tulajdonságainak leírása a Drucker-Prager anyagmodell segítségével történt.

A forgó szerszám m ködése (haladó és forgó mozgás együtt) tranziens jelenség, amely közben nagy er hatások, illetve elmozdulások léphetnek fel. Ezt a hagyományos VEM módszerek nem tudják kezelni, ezért VEM-SPH kapcsolt szimulációt alkalmaztam a talaj-szerszám kapcsolat modellezésére (3. ábra).

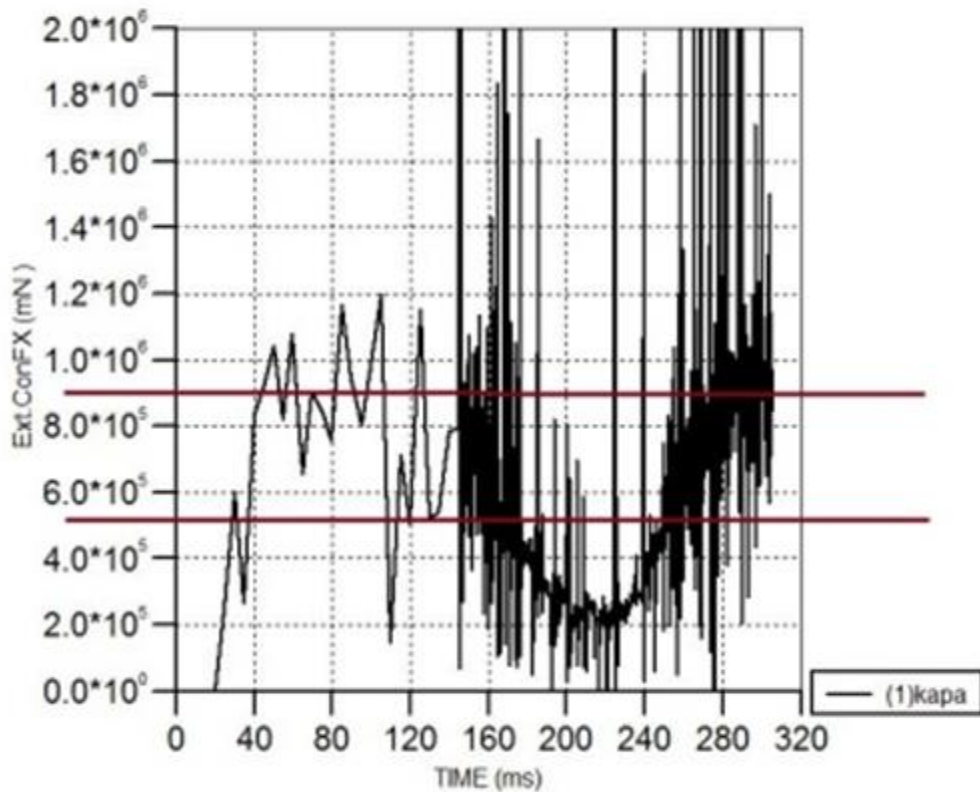


3. ábra. A forgó késrendszer pásztakészít gép modellje

A szerszámot hagyományos véges elemekből építettem fel, a talajt pedig SPH elemekből. Az SPH (Smooth Particle Hydrodynamics) elemek a VEM módszerrel ellentétben nem csomópontokhoz vannak kötve, hanem egymáshoz képest bármekkora mértékben elmozdulhatnak. A módszer alapja, hogy a testeket önálló, tömeggel rendelkező részecskékként képzeljük el. Minden részecskének megadunk egy sugarat, aminek kétszeresén belül lévő további részecskéket szomszédokként fogja érzékelni az algoritmus. Egy részecske fizikai tulajdonságai a szomszédok tulajdonságaiból kerülnek kiszámításra egy speciális, általunk választott súlyfüggvény alapján. Az SPH szimulációk nagy része, hogy a testek jelentős deformációkon eshetnek át, szétöredezhetnek, egymással elkeveredhetnek, anélkül, hogy ez a futást érdemben veszélyeztetné.

A szimuláció során 1,5 km/h haladási sebesség és 58 1/p fordulatszám mellett a vonóerőre a 4. ábra szerinti eredményeket kaptam. A zaj ellenére is megfigyelhető egy sinusos görbe. Ennek oka az, hogy folyamatosan változik az, hogy a szerszám mekkora része merül a földbe. A vonóerő legnagyobb értékének megközelítőleg 900 N, átlagos értéknek pedig 500 N adódik, mely értékek reálisnak mondhatók.

## Part Summary ( Ident 0 - admodel )



4. ábra. A szerszám vontatásához szükséges er az id függvényében

### IRODALOM

- Égert J. - Pere B. (2011): Végeselem analízis. MSC jegyzet és példatár. UNIVERSITAS-GY R Nonprofit Kft, Gy r.
- Horváth B. (2003): Erdészeti gépek. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
- Kovács Á. szerk. (2011): Végeselem módszer. Egyetemi tananyag. Typotex Kiadó, Budapest.
- Neményi, M. - Mouazen, A. M. - Horváth, B. (1998): Investigation of Forestry deep subsoiling by the finite element method. Hungarian Agricultural Engineering. 11:47-49.