
STATIC STRUCTURAL AND MODAL ANALYSIS CANTILEVER BEAM USING ANSYS

Branislav DimitrijevićCollege of Applied Professional Studies Vranje, Serbia branislav.dimitrijevic@pass.ac.rs**Ivana Krulj**College of Applied Professional Studies Vranje, Serbia ivana.krulj@gmail.com

Abstract: During product development and design, it is important that whenever possible we apply modern product development tools to avoid prototype production, reduce the cost of developing products and the product as well as product development time. One of these tools is ANSYS Workbench, which allows us to simulate exploitation conditions in a virtual environment and get the results needed for further development. The aim of this paper is to show that even without real testing we can obtain important information that our needs in the further development of the product. ANSYS allows us to carry out various analyzes, but for this work, Static Structural and Modal Analysis is important. Static structural analysis helps us to determine the deformations and stresses caused by the loads that we need in the development of a certain part. A modal analysis gives us an insight into the natural frequencies of the oscillation of a part or construction that we later use in product development. This paper presents the procedure of Static structural and modal analysis on a console shaft loaded with a certain force. The aim of this paper is to compare the results obtained in the examination of two beams of the same dimensions but different materials. One beam is made of structural steel and the other is made of aluminum alloy.

Keywords: Static Structural Analysis, Modal Analysis, Cantilever beam

STATIČKA STRUKTURNA I MODALNA ANALIZA KONZOLNE GREDE POMOĆU ANSYS-A**Branislav Dimitrijević**Visoka škola primenjenih strukovnih studija Vranje, Srbija branislav.dimitrijevic@pass.ac.rs**Ivana Krulj**Visoka škola primenjenih strukovnih studija Vranje, Srbija ivana.krulj@gmail.com

Abstrakt: U toku razvoja i konstruisanja proizvoda bitno je da kad god nam je to moguće primenimo savremene alate za razvoj proizvoda kako bi izbegli izradu prototipa, smanjili cenu razvoja proizvoda i samog proizvoda kao i vreme razvoja proizvoda. Jedan od tih alata jeste ANSYS Workbench koji nam omogućava da simuliramo eksploatacione uslove u virtualnom okruženju i dobijemo rezultate potrebne za dalji razvoj. Cilj ovog rada jeste da se pokaže da i bez realnog ispitivanja možemo dobiti bitne informacije koje su nam potrebne u daljem razvoju proizvoda. ANSYS nam omogućava da izvršimo različite analize, ali za ovaj rad su bitne Statička strukturalna i Modalna analiza. Statička strukturalna analiza pomaže nam da odredimo deformacije i napone nastale usled opterećenja koji su nam potrebni pri razvoju određenog dela. Modalna analiza daje nam uvid u prirodne frekvencije oscilovanja dela ili konstrukcije koje kasnije koristimo u razvoju proizvoda. U ovom radu pokazan je postupak statičke strukturalne i modalne analize na konzolnoj gredi koja je opterećena određenom silom. Cilj ovog rada jeste upoređivanje rezultata dobijenih pri ispitivanju dve grede istih dimenzija ali različitih materijala. Jedan greda je izrađena od konstrukcionog čelika a druga od legure aluminijuma.

Ključne reči: Statička Strukturalna Analiza, Modalna Analiza, Konzolna greda

1. UVOD

Ručni postupak proračuna konstrukcije pa i ovako jednostavne može biti dosta vremenski dug i zahtevan. Zbog toga koristimo napredne programske pakete kao što je ANSYS. Statička analiza izračunava efekte stalnog opterećenja na strukturi, uz ignorisanje inercije i efekte prigušivanja, kao što su oni uzrokovani promenljivim vremenom opterećenja. Statika analiza može, međutim, uključiti stabilno inerciona opterećenja (kao što su gravitacija i rotaciona brzina) [1].

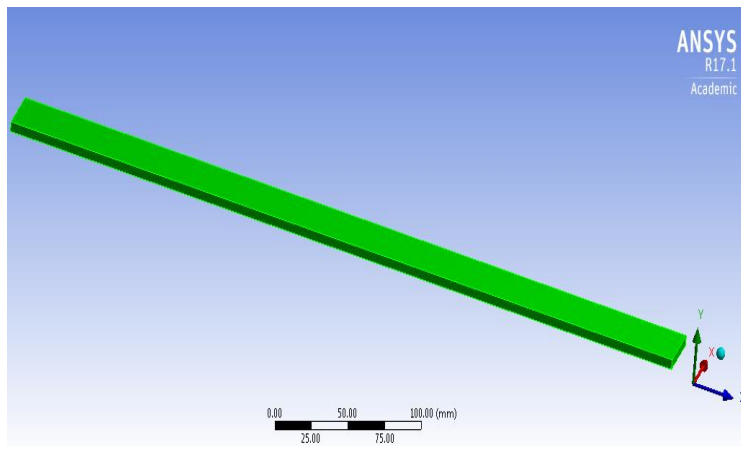
Statička strukturalna analiza daje informacije o deformacijama i naponima koji se javljaju pri dejstvu opterećenja na gredu dok modalna analiza daje neophodne informacije o slobodnim frekvencijama oscilovanja grede. Na osnovu toga znamo koje su kritične frekvencije i treba ih izbegavati da ne dođe do pojave rezonance. Greda je opterećena

vertikalnom silom intenziteta 20 N a dimenzije grede su 30 x 5 x 480 mm [1]. Ovaj rad daje poređenje u promeni deformacija i napona usled promene materijala.

Tabela 1: Specifikacija greda

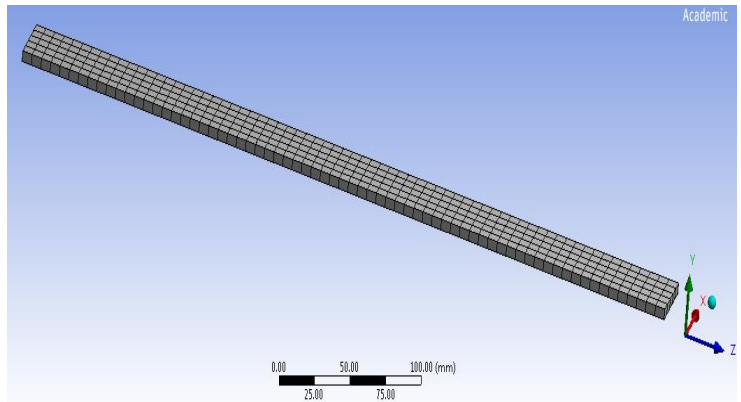
Dimenzije greda		
Materijal greda	Konstrukcioni čelik	Legura aluminijuma
Gustina materijala [kg/m ³]	7850	2770
Poasonov koeficijent	0,3	0,33
Modul elastičnosti [MPa]	200000	71000
Re [MPa]	250	280
Rm [MPa]	460	310

2. STATIČKA STRUKTURNA ANALIZA



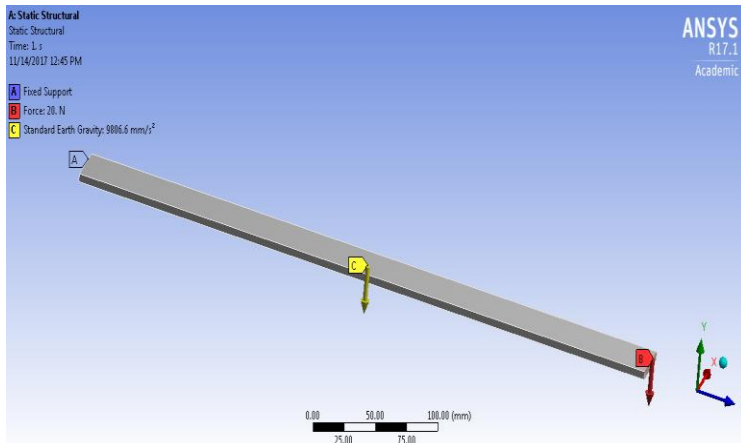
Postupak statičke strukturne analize prikazan je na sledećim slikama. Prvi korak jeste da u ANSYS – u ili u nekom od programa za 3D modeliranje napravimo model greda, u ovom slučaju korićen je modelator koji ima ANSYS i pomoću njega smo napravili 3D model greda koji je korišćen za testiranje (slika 1).

Slika 1: 3D model greda



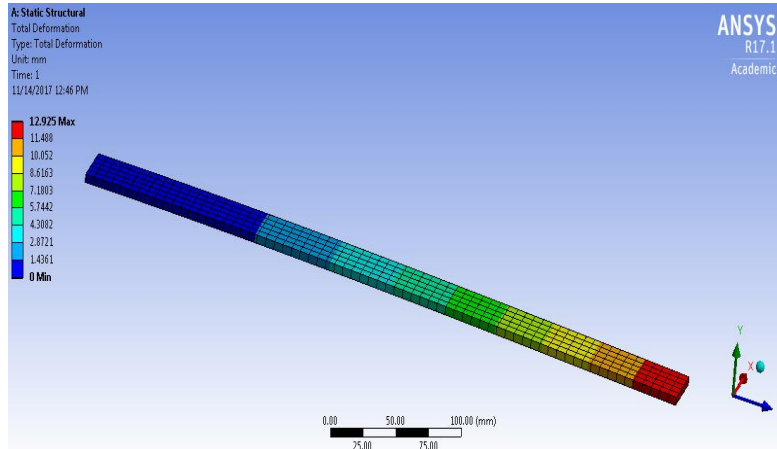
Nakon toga moramo diskretizovati tj. podeliti gredu na određeni broj konačnih elemenata. Diskretizaciju može program odraditi sam kao što je u ovom slučaju ili da se programu zadaju određeni parametri za definisanje konačnih elemenata tj mreže (slika 2). Diskretizacija modela je veoma bitan korak jer nam omogućava da deo podelimo na veliki broj malih konačnih elemenata i da se za svaki od njih uradi proračun. Što je mreža sitnija, tačniji su rezultati.

Slika 2: Mreža konačnih elemenata



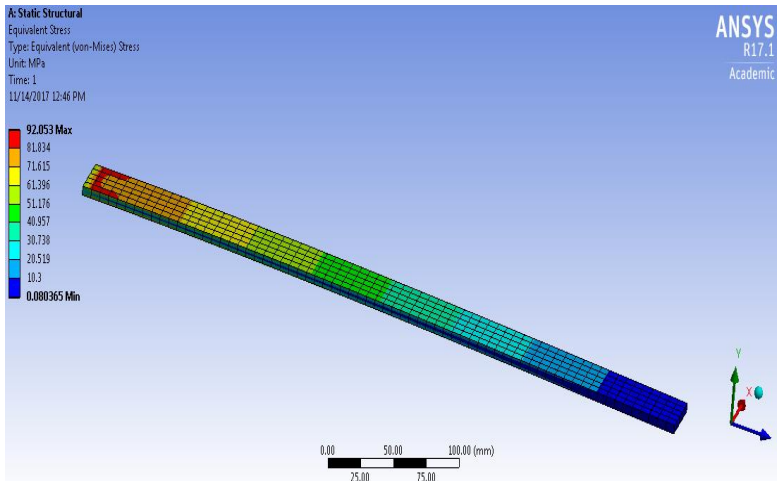
Posle diskretizacije modela, definišemo opterećenja i ograničenja. U ovom primeru, greda je konzolna pa na jednom svom kraju ima fiksni oslonac dok na drugom kraju greda deluje sila u -Y pravcu intenziteta 20 N. Pošto greda ima određenu masu, pored napadne sile postoji i sila zemlje teže (slika 3).

Slika 3: Prikaz opterećenja i ograničenja



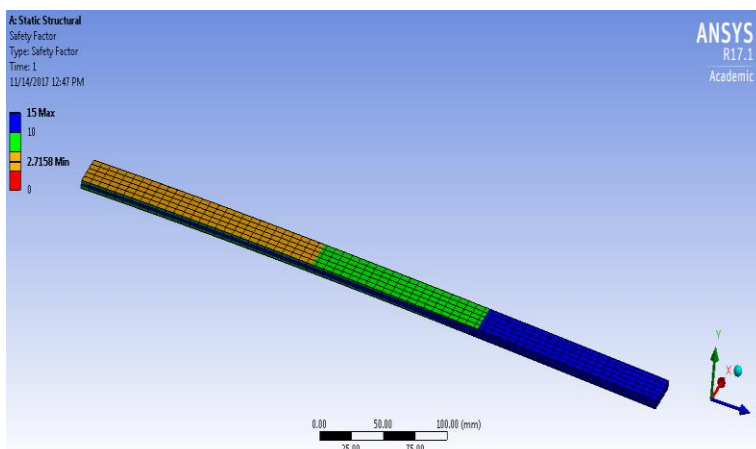
Posle definisanja opterećenja i ograničenja, biramo šta želimo da nam program izračuna. Potrebne si nam informacije o deformaciji koja se javlja na kraju grede u Y pravcu usled dejstva sile i napon neposredno pored fiksnog oslonca grede koa i stepen sigurnosti grede. Na slici 4 prikazane su deformacije koje se javljaju usled dejstava sile. Plava boja predstavlja najmanju deformaciju dok je crvena boja najveća deformacija koja je na kraju grede i iznosi 12.925 mm.

Slika 4: Prikaz deformacije grede



Na slici 5 predstavljen je napon koji se javlja usled dejstava opterećenja. Kao i kod deformacije, plava boja označava najmanji napon dok crvena predstavlja najveći i iznosi 92.053 MPa. Najveći napon je u zoni neposredno pored oslonca.

Slika 5: Prikaz napona u gredi usled dejstva opterećenja



Stepen sigurnosti jeste odnos kritičnog i radog napona i predstavljen je na slici 6. Možemo uočiti da je stepen sigurnosti najmanji u blizini oslonca grede, što znači da je u toj zoni najveća mogućnost oštećenja grede.

Slika 6: Prikaz stepena sigurnosti

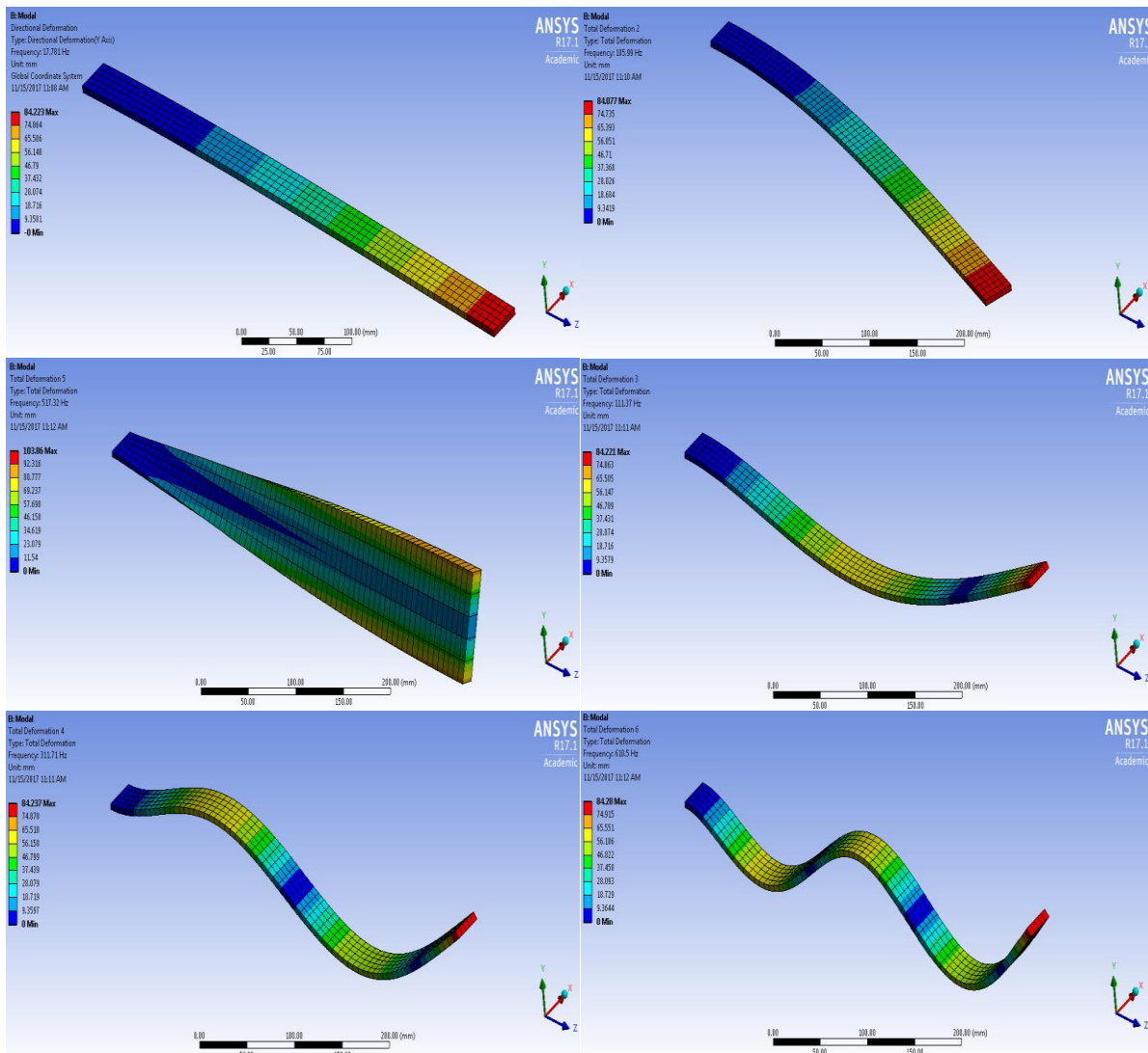
3. MODALNA ANALIZA

Na sledećim slikama prikazane su 6 prirodne frekvencije oscilovanja grede. Postupak za određivanje frekvencija je u ANSYS u veoma jednostavan. Nakon definisanja geometrije, mreže i ograničenja, potrebno je u

meniju Modal definisati Analysis settings, tj definisati parametre potrebne za odredivanje frekvencija. Prirodne frekvencije oscilovanja možemo odrediti i u neopterećenom, i u opterećenom stanju. Program sam vrši numečko rešavanje i daje nam tabelarne podatke o vibracijama [slika 7]. Kako telo osciluje u prilikom svih 6 prirodnih frekvencija prikazano je na slici 8.

Tabular Data		
	Mode	<input checked="" type="checkbox"/> Frequency [Hz]
1	1.	17.781
2	2.	105.99
3	3.	111.37
4	4.	311.71
5	5.	517.32
6	6.	610.5

Slika 7: Intenziteti prirodnih frekvencija oscilovanja grede



Slika 8: Prikaz prirodnih frekvencija oscilovanja

4. REZULTATI I ZAKLJUČAK

Nakon statičke strukturne i modalne analize, napravljena je tabela dobijenih rezultata. Iz tabele 2 možemo videti da se deformacija, napon i stepen sigurnosti razlikuju jer oni zavise od Poasonovog koeficijenta, gustine materijala i modula elastičnosti materijala. A kod modalne analize, prirodne frekvencije oscilovanja su iste jer prirodne frekvencije oscilovanja zavise samo od oblika i dimenzija dela tj konstrukcije.

Tabela 2: Rezultati ispitivanja

	Statička strukturna analiza			Modalna analiza					
	Deformacija [mm]	Napon [MPa]	Stepen sigurnosti	Prirodne frekvencije oscilovanja [Hz]					
1				2	3	4	5	6	
Konstrukcioni čelik	12,924	92,053	2.7158	17.781	105.99	111.37	311.71	517.32	610.5
Legura aluminijuma	34.133	84.77	3.3031	17.781	105.99	111.37	311.71	517.32	610.5

REFERENCE

- [1] Vikas Dive, Mayur Bhosale, Vipil Chavan, Niranjana Durugkar, *Analysis of Natural Frequencies of Cantilever Beam Using Ansys*, International Research Journal of Engineering and Technology, Volume: 04 Issue: 05, May - 2017
- [2] Rotor K.Sowjanya , S.Suresh, *Structural Analysis of Disc Brake Rotor*, International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT) – Volume 4 Issue 7–July 2013
- [3] Himanshu Mevada,Dipal Patel, Experimental determination of structural damping of different *materials*, 12th International Conference on Vibration Problems, ICOVP 2015