

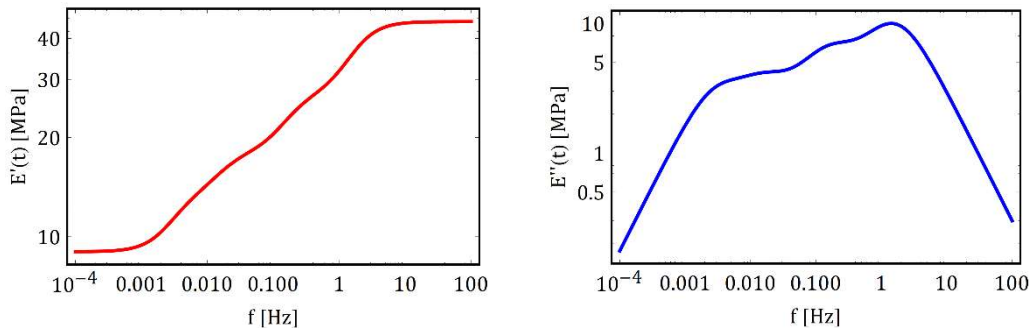
Házi feladat leírás

Egy gumyszerű alapanyag viselkedését viszko-hiperelasztikus modellel kívánjuk modellezni. A mechanikai modellezés során élünk azzal a közelítéssel, hogy az anyag térfogati szempontból összenyomhatatlan. Az anyag tisztán rugalmas viselkedését a „végtelen lassú” terhelés esetén elsőrendű Ogden-féle hiperelasztikus modellel írjuk le az alábbi paraméterekkel:

$$W(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) = \frac{2\mu_1}{\alpha_1^2} (\lambda_1^{\alpha_1} + \lambda_2^{\alpha_1} + \lambda_3^{\alpha_1} - 3)$$

$$\mu_1 = 3 \text{ MPa}, \quad \alpha_1 = 0.5$$

Az alapanyagon DMA méréseket végeztünk egytengelyű terhelés alkalmazásával, aminek eredményeként a kimértük a tárolási és veszteségi moduluszok frekvenciafüggését, amit az alábbi ábra szemléltet log-log skála alkalmazásával. A nyersadatokat a kiíráshoz kapcsolódó CSV file-ok tartalmazzák, ahol az első oszlop a frekvencia Hz-ben, a második oszlop pedig a mért érték MPa-ban. A DMA mérést a $\lambda = 1$ állapot körül végeztük el kis deformációk alkalmazásával, vagyis a moduluszra kapott értékek a *ground-state* értékeknek felelnek meg.



Illesszen negyedrendű Prony-sort a DMA mérés eredményeire és adja meg a Prony-sorban szereplő relatív moduluszokat és az időállandókat. Ennek eredményeképpen kiadódik a 3D viszko-hiperelasztikus anyagmodell összes paramétere.

Az alapanyagon egytengelyű terhelési programot írunk elő, ahol a mérnöki alakváltozás időbeli lefutását az alábbi függvény adja meg:

$$15t \cdot \exp[-2t] - 0.09t$$

Határozza meg a terhelés során keletkező Cauchy féle feszültségkomponens időbeli változását a 3D anyagmodell felhasználásával. Ábrázolja a megoldást a $t = 0 \dots 10$ s tartományon $t - \sigma$ és $\lambda - \sigma$ koordináta-rendszerekben. Adja meg a Cauchy-féle feszültség numerikus értékét $t = 10$ s esetén.

A megoldás előállításához bármilyen numerikus sémát használhat, lényeg, hogy a feszültségre kapott eredmény konvergált eredménynek legyen tekinthető. A numerikus séma finomításával a feszültség már ne változzon a harmadik tizedesjegy után a $t = 10$ s helyen.

A teljes számítás menetéről részletes dokumentációt készítsen az egyenletek részletes felírásával és mindenhol szöveges magyarázattal, hogy mit miért csinál. Minden részeredményt adjon meg.