

TEOREETILINE ÜLESANNE: SÕRESTIKSILLA OPTIMEERIMINE (FTOOL)

Ülesande eesmärk

Teoreetilise ülesande eesmärk on tutvustada konstruktsioonide projekteerimist ja optimeerimist arvutusliku mudeli abil. Ülesandes kasutatakse sõrestiksilla mudelit ning tasuta arvutusprogrammi **FTOOL**, et hinnata silla läbipainet ja materjalikulu.

Võistlejate ülesanne ei ole nullist silla projekteerimine, vaid **olemasoleva, etteantud juhiste järgi loodud sõrestiku parendamine**, nii et oleks täidetud läbipainde nõue võimalikult väikese materjalikuluga. Ülesanne jäljendab inseneripraktikas väga levinud olukorda, kus algne lahendus ei vasta nõuetele ning see tuleb ümber projekteerida.

Lähteülesanne

Korraldaja on koostanud juhised, mille alusel saab FTOOLis luua sõrestiksilla arvutusmudeli. Antud algne lahendus ei vasta läbipainde tingimusele ning seda loetakse lähtevariandiks.

Sild on koormatud etteantud koormusega ning toetub kindlatele tugedele. Mudelis on määratud:

- sõrestiku sõlmpunktid;
- vardad ja nende ühendused;
- koormus;
- toed ja liigendused;
- materjali omadused.

Kõik võistlejad alustavad **samast lähtevariandist**.

Ülesanne

Võistlejate ülesandeks on **kujundada lähtevariant ümber** selliselt, et silla maksimaalne läbipaine vastaks etteantud piirangule.

Läbipainde nõue on:

$$\text{silla maksimaalne läbipaine} \leq L / 400$$

kus silla arvutuslik pikkus:

- $L = 45 \text{ m}$

Seega peab kehtima:

- maksimaalne läbipaine $\leq 112,5 \text{ mm}$

Eesmärk on saavutada see nõue **võimalikult väikese materjalikuluga**.

Lubatud ja keelatud muudatused

Lubatud on:

- muuta sõrestiku kuju (vardaskeemi);
- lisada või eemaldada vardaid;
- muuta varraste ristlõike pindalasid.

Keelatud on:

- muuta otsmisi sõlmpunkte;
- muuta tugede asukohti ja tüüpe;
- muuta liigendusi;
- muuta koormuse suurust, suunda või asukohta;
- muuta materjali elastsusmoodulit või muid materjali omadusi.

Kõik muudatused peavad olema tehtud ainult sõrestiku geomeetria ja varraste ristlõigete arvelt.

Tulemuse esitamine

Lahenduse esitamiseks tuleb esitada järgmised materjalid:

- FTOOLi arvutusfail (.ftl), mis on koostatud siin toodud juhiste järgi (lähtevariant)
- FTOOLi arvutusfail (.ftl), milles on loodud teie muudetud lahendus
- Tabel kasutatud materjalidest (Excel, LibreOffice Calc, foto vihikulehest vmt), kus on esitatud:
 - iga varraste rühma ristlõike pindala;
 - varraste kogupikkus;
 - arvutuslik materjalikulu.

Ilma nende dokumentideta lahendust ei hinnata.

Materjalikulu arvestus

Materjalikulu hinnatakse varraste ristlõike pindala ja pikkuse põhjal. Materjali tihedust ei ole vaja arvestada – piisab pindala ja pikkuse korrutisest (ruumala), mis esindab suhtelist materjalikulu.

Ülesande võidab meeskond, kes:

- täidab läbipainde nõude;
 - kasutab vähem materjali.
-

Hindamine

Kõik nõuetele vastavad lahendused järjestatakse vastavalt materjalikulule. Väiksema materjalikuluga lahendus on parem.

See ülesande poolega on võimalik maksimaalselt teenida 50 punkti. Punktid jagunevad järgmiselt:

- Juhiste järgi õnnestunult loodud lähtevariandi fail – 10 p
- Muudetud lahendusega arvutusfail, mis on korrektselt üles ehitatud ja kus läbipaine jääb lubatu piiresse – 10 p
- Õnnestunud lahendustest moodustatakse pingerida, kus optimaalseim lahendus teenib 30 p ja viimane koht 0 p. Vahepealsed sooritused jaotatakse ühtlaselt pingerida alusel 0-30 p vahele.

Võrdsete tulemuste korral eelistatakse lahendust, mis:

- on konstruktiivselt lihtsam;
 - kasutab vähem erinevaid ristlõikeid;
 - on insenertehniliselt loogilisem.
-

Soovitused ja teoreetiline taust

Sõrestikkonstruktsioonides kanduvad koormused peamiselt varraste kaudu kas tõmbe või surve kujul. Paindemoment (painutavad jõud) sõrestiku varrastes üldjuhul puudub, mistõttu on sõrestikud materjalitõhusad.

Läbipainet mõjutavad eelkõige:

- sõrestiku kõrgus – kõrgem sõrestik on üldjuhul jäigem;
- varraste asetus – kolmnurkne skeem tagab kuju püsivuse;
- varraste ristlõike pindala – suurem ristlõige tähendab suuremat jäikust, kuid ka suuremat materjalikulu;
- koormuste jaotus konstruktsioonis.

Hea lahendus ei tähenda võimalikult jämedaid vardaid, vaid eelkõige sellist sõrestiku kuju, kus materjal on paigutatud sinna, kus see konstruktsiooni töös kõige rohkem vajalik on.

Ülesanne eeldab erinevate variantide katsetamist, tulemuste võrdlemist ning insenerlikku otsustusvõimet. Soovituslik on sõrestiku sõlmpunkte ringi lohistada ja proovida erinevaid variante, samuti tutvuda tavaliste sõrestike kujudega.

Küsimused/probleemid

Kui tekib küsimusi ülesande sisu, reeglite või tarkvara kasutamise kohta, võib need julgelt esitada. Kuna sama probleemi otsa võivad komistada ka teised meeskonnad, oleme loonud Discordi kanali, kuhu saab igal ajal küsimusi saata, neile vastame esimesel võimalusel. Link Discordi kanalile saadeti teile e-kirjaga.

Siiski ei tasu Discordi kanalis kirjutada oma täpset lahenduse plaani, kuna küsimused/vastused on kõigile nähtavad.
