



Erasmus+ programmas projekts “Mobilās laboratorijas STEM zināšanu uzlabošanai” (2020-1-LV01-KA201-077502)

Mehānika un simulācijas

Pedagoga rokasgrāmata

Autors: Mg.sc.ing.Māris Eiduks

Korektors: Dr.sc.ing.Juris Krizbergs



2022.



Saturs

I Moduļa tēmas.....	1
II Moduļa mērķis.....	1
III Sasniedzamie rezultāti.....	2
IV Uzdevumi.....	2
V Moduļa apguves ilgums.....	3
VI Moduļa integritāte un starpdisciplināritāte mācību priekšmetos	3
VII Zināšanu novērtējums.....	3
VIII Sadarbība ar Tehnobuss Latvija	4
IX Pareizās testa atbildes.....	4
X Praktiskie darbi.....	5
XI Autora komentāri	8

I Moduļa tēmas

1. Materiāli un to mijiedarbība ar apkārtējo vidi – mehānika
2. Virtuālie eksperimenti

II Moduļa mērķis

1. Iepazīstināt ar mehānikas pamata konceptiem, un veidot izpratni par inženiera darbu no tehniskās izvērtēšanas viedokļa (aprēķini un produktu simulācijas).
2. Iepazīstināt ar materiālu tehniskajām īpašībām, to stiprību.
3. Veidot izpratni un izskaidrot pamata apsvērumus, izvērtējot spēkus, slodzes un spriegumus tehniskos produktos.
4. Veidot izpratni par produkta izvērtēšanas nozīmi.
5. Sniegt ieskatu projektēšanas un simulāciju (aprēķinu) procesā.
6. Demonstrēt datorsimulāciju jeb virtuālo testēšanu. Izskaidrot, kā šīs darbības ļauj ātrāk attīstīt produktu, salīdzinājumā ar fizisku prototipu testēšanu.
7. Sniegt ieskatu topoloģijas modelēšanā, kur ģeometrija tiek ģenerēta atkarībā no uzstādītajiem uzdevumiem.
8. Sniegt ieskatu drošības koeficienta lietošanā inženierzinību nozarē.



III Sasniedzamie rezultāti

1. Materiāli un to mijiedarbība ar apkārtējo vidi

1. Radīt skolniekam izpratni par fizikas jautājumiem saistībā ar produkta tehnisko īpašību izvērtēšanu.
2. Radīt skolniekam pamata izpratni par tādiem parametriem kā masa, drošības koeficients; par materiāla īpašībām - stiprība, blīvums, un to definēšana atkarībā no pielietojuma.

2. Virtuālie eksperimenti:

1. Radīt skolniekam izpratni par to, kā mūsdienās produkti tiek modelēti un izvērtēti.
2. Skolnieks iepazīstas ar dažiem gadījumiem, kad inženieraprēķini vai simulācija nav korekti veikta, kas noved pie nevēlamām sekām.
3. Radīt skolniekam izpratni, kas ir nepieciešams, lai kļūtu par inženieri.
4. Skolniekam ir bāzes līmeņa izpratne par materiālu stiprību.
5. Skolnieks ir redzējis, kā izskatās vienkārši un augstāka līmeņa aprēķini, un ir spējīgs vienkāršā formā runāt par redzēto.
6. Skolnieks ir veicis vienkāršus aprēķinus analītiski vai, ja iespējams, kādā datorprogrammā.
7. Skolnieks pamata izpratnes līmenī izprot topoloģiskās ģeometrijas modelēšanas un optimizācijas uzdevumu, spēj vienkāršā formā izskaidrot procesu.

3. Praktiskie eksperimenti:

1. Skolniekam ir bāzes izpratne par stiepes un spiedes spēkiem.
2. Skolnieks iepazīst materiālu stiprību un konstrukciju stabilitāti eksperimentā.
3. Skolniekam ir eksperimentēšanas pieredze, izveidojot tiltu, krēslu u.c. priekšmetus no dažādiem materiāliem.
4. Skolnieks, veicot fiziskus eksperimentus, veic to izvērtēšanu un salīdzina rezultātus.

IV Uzdevumi

1. Materiāli un to mijiedarbība ar apkārtējo vidi:

1. Izskaidrot parametrus - masa, blīvums, materiāla mehāniskās īpašības, stiprība, drošības koeficients, un šo parametru pielietojumu inženiera darbā.
2. Apspriet piemēru par produkta stiprības izvērtēšanu, un tā rezultāta ietekmi uz ilgmūžību un drošību.
3. Ilgtspējas atšķirīgās pieejas materiālu pielietojumam, metāla ilgzturība, plasticitāte un tā pārstrādes iespējamība.



2. Virtuālie eksperimenti:

1. Izskaidrot, kas tiek domāts ar produkta virtuālu izvērtēšanu projektēšanas procesā.
2. Izstāstīt, kā attīstījusies cilvēka izpratne par konstrukcijām un materiāliem, kā veidojušies aprēķini kopumā ar vispārēju cilvēces zinību uzkrāšanu un attīstību (no analītiskiem aprēķiniem pie kalkulatoriem līdz datorsimulācijām).
3. Izskaidrot vienkāršotā veidā, kā spēki un spriegumi raksturo produktu, un kā izskatās mūsdienīga produktu projektēšanas daļa, kas saistīta ar produkta stiprību un citiem parametriem.
4. Vienkāršoti izskaidrot parametru optimizāciju, topoloģisko optimizāciju, kā rezultāts atkarīgs no uzdotiem robežnoteikumiem.
5. Ja iespējams, demonstrēt simulācijas procesu (*saturs atkarīgs no pieejamā programmnodrošinājuma, vai var izmantot video*).

V Moduļa apguves ilgums

2-3 mācību stundas (viena mācību stunda - 45 min). 1 teorētiskā un 1-2 praktiskās mācību stundas.
*laiks jāizvērtē no tā, cik pedagogam iespēju.

VI Moduļa integritāte un starpdisciplināritāte mācību priekšmetos

Tehnoloģijas un dizains. Inženierzinības. Fizika. Matemātika. Datorika. Ekonomika. Sociālās zinības.

VII Zināšanu novērtējums

Pedagogs novērtē skolēna iegūtās zināšanas no testa rezultātiem, kā arī pēc iegūtā rezultāta praktiskajās nodarbībās.

VIII Sadarbība ar Tehnobuss Latvija

Zobratu mehānikas stends

Izmantojot Tehnobusā esošo zobratu mehānikas stendu, pēc sagatavotā Mehānikas moduļa mācību materiāla Tehnobusa eksperti var izskaidrot skolēniem zobratu darbības principus un likt izpildīt šādus praktiskos uzdevumus:

1) aprēķināt zobratu attiecības uz papīra un pēc tam salikt šādu pašu shēmu uz Tehnobusā atrodošā zobratu stenda un likt skolēniem izskaidrot un parādīt, kā šī sistēma darbojas reālos apstākļos, ar to pārbaudot, vai skolēns ir izpratis zobratu būtību un pielietojumu mehānikā;

2) izskaidrot zobratu griešanās virzienus sistēmā ar diviem, trim un vairākiem savienotiem zobratiem un parādīt to praktiski uz zobratu stenda.



Zobratu mehānikas stends Tehnobusā.

Karjeras atbalsts mašīnbūvē un metālapstrādē

Tehnobuss var iepazīstināt jauniešus ar karjeras iespējām mašīnbūves speciālista vai inženiera profesijās, kā arī nodrošināt izdales materiālus par karjeras izglītības iespējām mašīnbūves un metālapstrādes nozarē. Tehnobusa piedāvājums skolotājiem: <https://www.tehnobuss.lv/piedavajums>

Informācija skolēniem par galvenajām profesijām mašīnbūves un metālapstrādes nozarē <https://www.tehnobuss.lv/izglitiba/karjera>

IX Pareizās testa atbildes

1. Pareizās atbildes: stiprība, stingums, elastība, blīvums, elektrovadītspēja, siltuma vadītspēja, masa.
2. Pareizā atbilde: simulācija vai datorsimulācija.
3. Pareizās atbildes: spēks, Ņūtons, N, kg, kilograms, spiediens, temperatūra.
4. Pareizā atbilde a) Jā Skaidrojums: Ja tiek pielikts noteikta daudzuma siltums, materiāls izplešas, un, ja izplešanās iespēja ir ierobežota, spēki materiālā var pieaugt.



5. Pareizā atbilde c) Mazāko
6. Pareizā atbilde: a) Tajā pašā virzienā kā pirmais Skaidrojums:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Animated_3_Gear_Row.gif
7. Pareizā atbilde: a) pretēji. Skaidrojums: Nepāra skaitļa zobrati griežas vienā virzienā, pāra - pretējos.
8. Pareizā atbilde: a) Skaidrojums: Nepāra skaitļa zobrati griežas vienā virzienā, pāra - pretējos
9. Pareizā atbilde: b) Pretēji pulksteņrādītāja virzienam Skaidrojums: Nepāra skaitļa zobrati griežas vienā virzienā, pāra - pretējos.
10. Pareizās atbildes: a) MPa, b) Megapaskāli, c) Paskāli, d) N/mm²
11. Pareizā atbilde: a) Jā. Skaidrojums: Zinot skrūves stiprības klasi un diametru, ir iespējams izrēķināt skrūves nestspēju.

X Praktiskie darbi

Praktiskie darbi un uzdevumi

Papīra kolonnas stiprība

Dažāda biezuma papīru sarullē, un, salīmējot malas, izveido vienāda izmēra cilindrus, un slogojot izmēģini, cik spēj izturēt dažādi cilindri - kolonnas. Praktiski varētu taisīt vienu palielu cilindru, piemēram, diametrs lielāks par 10cm vai 4 mazākus, un slogot paraugus ar grāmatu uzlikšanu, vēl kā slodzi varētu lietot plāksni + plastmasas trauku ar litra atzīmēm, lai varētu noteikt pielikto svaru. Slogojam, līdz konstrukcija zaudē stabilitāti. Svarīgi, lai abi gali cilindram paralēli.

Darbam grupās var izveidot nosacījumu, ka kolonnu izveidei izmantojam A4 lapas, un veidojam atšķirīgas formas kolonnas – riņķis, trīsstūris, četrstūris. Būs interesanti salīdzināt.

Papildus:

- 1) var papildīt kolonnas ar ko beramu, kā smilts –vai tas palielina nestspēju salīdzinot ar tukšu kolonnu.
- 2) izveidot kolonnā apaļu caurumu, salīdzini pret veselu, kura kolonna būs izturīgāka, cik liela starpība.
- 3) mēģiniet saprast, cik svarīga ir kolonnas galu paralelitate.
- 4) veidojiet sacensības starp komandām.





Papildus informācija:

- 1) citas idejas līdzīgiem uzdevumiem, video angļu valodā (18 min): <https://www.youtube.com/watch?v=ZwMIEQs9WJU>
- 2) citas idejas līdzīgiem uzdevumiem, video angļu valodā (8 min) <https://www.youtube.com/watch?v=rkH-0dpYbkc>

NB! Ja vēlaties uzlikt subtitrus latviešu valodā, lūdzu, atveriet video youtube.com platformā un pie video iestatījumiem izvēlieties subtitri – automātiska tulkošana - latviešu valoda.

Papildus informācija:

Redzesloka paplašināšanai iesakām uzmeklēt populārzinātniskus rakstus un video par stieņa ļodzi (vertikāli novietota stieņa vertikāla noslodze) (angļu valodā - *buckling*). Tās ir lietas, ko vēl arvien pēta zinātnieki, varbūt mazāk būvniecībā, bet ļoti plaši kompozītmateriālu pielietojumā, tai skaitā aviācijas un kosmosa nozarēs. Arī Latvijas zinātnieki piedalās Eiropas kosmosa aģentūras pētījumos, pētot raķetes korpusa no kompozīta materiāliem stabilitāti zem slodzes. Rezultātā tas ļaus veidot vieglākas raķetes un lidmašīnas, palielinot to efektivitāti, jo būs iespējams lidot ar lielāku kravu.

Latvijas zinātnieku pētnieciskā raksta piemērs:

https://www.researchgate.net/publication/315370348_An_Experimental_Buckling_Study_of_Colmn-supported_Cylinder

Interesants video (14 min):

<https://youtu.be/21G7LA2DcGQ>

NB! Ja vēlaties uzlikt subtitrus latviešu valodā, lūdzu, atveriet video youtube.com platformā un pie video iestatījumiem izvēlieties subtitri – automātiska tulkošana - latviešu valoda.

Trīšu mehāniskā priekšrocība (mehānika, kustība, spēka pieaugums):

Praktisks mehānikas uzdevums, kur vairāki trīši nodrošina daudz mazāku nepieciešamu spēku kravas pacelšanai / nolaišanai, piemēram ceļamkrānos, liftos, kalnu kāpšanā. No praktiskā viedokļa šis uzdevums lietojams, ja ir pieejami trīši. Ideāli, ja ir pieejams kalnos kāpšanas ekipējums vai speciāli sagādātu trīšu risinājums, iespējams, pieejams fizikas kabinetā vai iespējams uzmodelēt un izdrukāt, piemērs video nr.2.

Papildus informācija:

- 1) Izskaidrojums angļu valodā (1 min): <https://youtu.be/LiBcur1aqcg>
- 2) Interaktīva pieeja angļu valodā (16 min): <https://youtu.be/M2w3NZzPwOM>

NB! Ja vēlaties uzlikt subtitrus latviešu valodā, lūdzu, atveriet video youtube.com platformā un pie video iestatījumiem izvēlieties subtitri – automātiska tulkošana - latviešu valoda.

Praktisko uzdevumu varianti:

Diskusiju veidā atrast piemērus, kur materiāla optimizācija varētu nest pozitīvu rezultātu (piemēram, atvieglojot elementus transporta līdzeklī, tā masa kļūst mazāka un tiek taupīta degviela, pielietojot augstākas stiprības materiālu, tas ir nepieciešams mazāk; ļoti iespējams, ka pareizi



lietojot vajadzēs daudz mazāk, kaut dārgāka materiāla, it īpaši, ja masu ražošana.)

Vienkārši praktisku uzdevumu piemēri (pieredzes iegūšana darot).

Piemērs nr.1.

Izveidojiet vienkārša tilta variantus, mēģiniet pielietot dažādus materiālus un to formas (papīrs, kartons, spageti, formētas papīra loksnes) – mēģiniet izvērtēt stiprību.

Mainot materiālus, mēģiniet izvērtēt tā daudzumu salīdzinājumā pret nestspēju.

Piemērs nr.2:

Veiciet materiāla stiprības un tam piedotās formas eksperimentus; olas stiprība, papīra cilindri un dažādas citas formas kolonnas un to noturība pret vertikālu slodzi.

Stiprības, kinemātikas (mācība par kustību) vai citi aprēķini.

Mehānikas piemēru atrašana apkārtējā vidē.

GRUPAS UZDEVUMS:

izvēlies ikdienas produktu, kā tējkanna, velosipēds vai kādu citu, kas liekas interesants, un izvērtē, kādi materiāli pielietoti, pamato, kādēļ tie ir izvēlēti konkrētam produkta uzdevumam.

Izprast velosipēda zobratu:

Apskatiet kalnu vai sporta velosipēdu, kuram ir kombinācija ar vairāk par vienu zobratu. Diskutējiet un pētiet grupā, un atbildiet uz jautājumiem:

1. Kādā gadījumā ir lietderīgi priekšā ieslēgt mazāko zobratu un aizmugurē lielāko? Ko šāda ķēdes pozīcija nodrošina?
2. Kad varētu noderēt ieslēgt velosipēda priekšā lielāko zobratu, bet aizmugurē mazāko?
3. Kā būtu jāpārslēdz pārnesumi, lai regulētu spēku, kas jāpieliek pedāļiem, tos griežot?
 - a. ja liekas, ka pedāļi griežas pārāk viegli, kur jāieslēdz lielāks zobrats, kur mazāks, tā pielāgojot slodzi jūsu spēkam?
 - b. Ja ir sajūta, ka pedāļu griešana ir par smagu, kādas izmaiņas vajadzētu veikt ar priekšējo un aizmugurējo zobratu iestatījumu, lai ieregulētu pieliekamo spēku uz pedāļiem?
 - c. Ja brauksiet relatīvi stāvā kalnā, kāda zobratu kombinācija būtu vēlama?
 - d. Ja brauksiet no kalna un ir vēlme braukt ar maksimāli iespējamo ātrumu, kādu zobratu kombināciju ieslēgsiet?
 - e. Kāds varētu būt "vidusceļš" zobratu kombinācijai mierīgai transporta braukšanai?

Mehānisms apkārtņē:

Atrodi mehānismu un apraksti tā uzdevumu, kustīgs/nekustīgs, pārnes spēku vai tajā ir kas iekārts u.tml., kādi materiāli izmantoti, un kādēļ izvēlēti. (vienkārši piemēri varētu būt skrūve, eņģes, pildspalvas sastāvdaļas, velosipēds utt., bet jūs varat atrast noteikti vēl interesantākus piemērus apkārtņē).



XI Autora komentāri

Papildus informācija pedagogiem:

- 1) https://www.teachengineering.org/content/uoh/_lessons/uoh_matlsci/uoh_matlsci_lesson01_intropresentation_v4_tedl_dwc.pdf
- 2) https://www.help4teaching.com/questions/Physics/Grade_8

Materiāls ir izstrādāts Erasmus+ programmas Pamatdarbības Nr.2 (KA 2) stratēģiskās partnerības projekta "Mobilās laboratorijas STEM zināšanu uzlabošanai" (2020-1-LV01-KA201-077502) ietvaros.

Šī publikācija atspoguļo tikai tās autoru viedokli, un Eiropas Komisijas atbalsts šīs publikācijas tapšanai nav uzskatāms par tās satura apstiprinājumu, un Komisija nekādā veidā neuzņemas atbildību par šeit ietvertās informācijas tālāku izmantošanu.