

## UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

<b>Predmet:</b>	Transportna sredstva in sistemi
<b>Course title:</b>	Material handling equipment and systems
<b>Članica nosilka/UL Member:</b>	UL FS

Študijski programi in stopnja	Študijska smer	Letnik	Semestri
Strojništvo - projektno aplikativni program, prva stopnja, visokošolski strokovni	Konstruiranje industrijskih sistemov (smer)	2. letnik	2. semester

**Univerzitetna koda predmeta/University course code:** 0563465

**Koda učne enote na članici/UL Member course code:** 3050-V

Predavanja	Seminar	Vaje	Klinične vaje	Druge oblike študija	Samostojno delo	ECTS
30		30			40	4

**Nosilec predmeta/Lecturer:** Boris Jerman

**Vrsta predmeta/Course type:** Izbirni strokovni predmet /Elective specialised course

<b>Jeziki/Languages:</b>	Predavanja/Lectures:	Slovenščina
	Vaje/Tutorial:	Slovenščina

**Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:**

**Prerequisites:**

Izpolnjevanje pogojev za vpis v Visokošolski strokovni študijski program I. stopnje Strojništvo - Projektno aplikativni program.

Meeting the enrollment conditions for the MECHANICAL ENGINEERING - Project Oriented Applied Programme.

**Vsebina:**

**Content (Syllabus outline):**

1. Predavanje: Predstavitev področja, delitev logistike. Pomena logistike in notranje logistike v gospodarstvu. Predstavitev uporabljenih izrazov. Definicija in delitev transportnih sredstev. Predstavitev transportnih sredstev za zvezno delovanje notranjega prometa. Teoretična in dejanska zmogljivost.

2. Predavanje: Predstavitev transportnih sredstva za ciklično (nezvezno) delovanje notranjega prometa. Pretočna zmogljivost pri enojnem in dvojnem delovnem ciklu. Analitični modeli za simulacijo delovnih ciklov. Avtomatizirana in avtonomna transportna sredstva s

1. Lecture: Introduction of the field, division of logistics. The significance of logistics and intralogistics in the economy. Presentation of the terms used. Definition and division of material handling equipment. Presentation of material handling equipment for the continuous operation of internal transport. Theoretical and actual throughput.

2. Lecture: Presentation of material handling equipment for cyclic (discontinuous) operation of internal transport. Single and dual command cycle throughput.

<p>cikličnim delovanjem. Kosovni tovor in njegove značilnice. Razsuti tovor in njegove značilnice.</p> <p>3. Predavanje: Transportna sredstva za zvezni transport:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pretočna zmogljivost tračnih transporterjev</li> <li>- Elementi tračnih transporterjev (1. del).</li> </ul> <p>4. Predavanje: Transportna sredstva za zvezni transport - Elementi tračnih transporterjev (2. del).</p> <p>5. Predavanje: Transportna sredstva za zvezni transport - Sekcijski preračun uporov gibanja traku. Vlečna sila. Sila prednapetja. Poves transportnega traku. Potrebna moč pogonskega motorja.</p> <p>6. Predavanje: Transportna sredstva za zvezni transport:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verižni transporterji. Vrste verižnih transporterjev. Pretočna zmogljivost verižnih transporterjev. Elementi verižnih transporterjev.</li> </ul> <p>7. Predavanje: Transportna sredstva za zvezni transport:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vlečna sila v verigi. Poligonski efekt. Napenjalna sila. Potrebna moč pogonskega motorja.</li> <li>- Posebne izvedbe verižnih transporterjev.</li> </ul> <p>8. Predavanje: Elevatorji. Uporaba. Konstruktivske značilnosti. Elementi elevatorjev. Elevatorji s korci. Praznjenje elevatorjev s korci. Zmogljivosti. Napenjalna sila. Vlečna sila. Potrebna moč pogonskega motorja. Posebnosti drugih vrst elevatorjev.</p> <p>9. Predavanje: Transporterji brez vlečnega elementa - Polžasti transporterji: Način delovanja. Tehnične značilnice. Dopustni poves polža. Pretočna zmogljivost. Potrebna moč pogonskega motorja.</p> <p>10. Predavanje: Transporterji brez vlečnega elementa - Valjni transporterji: Način delovanja. Tehnične značilnice. Pretočna zmogljivost. Potrebna moč pogonskega motorja.</p> <p>11. Predavanje: Stroji za ciklični transport - Žerjavi. Delitev. Značilnice in karakteristike. Snovanje nosilnih konstrukcij žerjavov po sodobnem semiprobabilističnem pristopu. Obremenitve in obremenitvene kombinacije.</p> <p>12. Predavanje: Stroji za ciklični transport - Žerjavi. Dimenzioniranje jeklene konstrukcije in spojev na statično obremenitev.</p> <p>13. Predavanje: Predavanje: Stroji za ciklični transport - Žerjavi. Dimenzioniranje jeklene konstrukcije in spojev na utrujanje.</p> <p>14. Predavanje: Skladišča. Namen in cilji skladiščne dejavnosti. Delitev skladišč. Načini uskladiščenja. Skladiščna oprema in njena dostopnost. Nosilnost skladiščne opreme.</p> <p>15. Predavanje: Skladiščni procesi. Principi komisioniranja. Informacijska podpora skladiščnih procesov. Načrtovanje skladišč. Skladiščne strategije. Optimizacija skladiščnih procesov.</p>	<p>Analytical models for simulating duty cycles. Automated and autonomous material handling equipment for cyclic operation. Parcel goods and its characteristics. Bulk goods and its characteristics.</p> <p>3. Lecture: Material handling equipment for Continuous Transport:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Belt Conveyor Throughput</li> <li>- Belt Conveyor Elements (Part 1).</li> </ul> <p>4. Lecture: Material handling equipment for Continuous Transport - Belt Conveyor Elements (Part 2).</p> <p>5. Lecture: Material handling equipment - Sectional Calculation of Belt Motion Resistance. Traction force. The belt tension force. Conveyor belt deflection. The driving motor power.</p> <p>6. Lecture: Material handling equipment for Continuous Transport:</p> <p>Chain conveyors. Types of chain conveyors. Chain conveyors throughput. Chain conveyor elements.</p> <p>7. Lecture: Material handling equipment for Continuous Transport:</p> <p>Traction force in the chain. Polygon effect (chordal action) of a chain. Chain tension force. The driving motor power.</p> <p>Special versions of chain conveyors.</p> <p>8. Lecture: Elevators. Use. Design features. Elevator elements. Bucket Elevators. Materials discharge at Bucket Elevators. Throughput. Tension force. Traction force. The driving motor power required. Special features of other types of elevators.</p> <p>9. Lecture: Conveyors without traction members - Worm Screw Conveyors: Mode of operation. Technical features. Permissible deflection of the Worm Screw. Throughput. The driving motor power required.</p> <p>10. Lecture: Conveyors without traction members - Roller conveyors: Mode of operation. Technical features. Throughput. The driving motor power required.</p> <p>11. Lecture: Material handling equipment for Cyclic (Discontinuous) Transports - Cranes. Types of Cranes. Crane's Features and Characteristics. Design of crane load-bearing structures following a modern semiprobabilistic approach. Loads and load combinations.</p> <p>12. Lecture: Material handling equipment for Cyclic (Discontinuous) Transports - Cranes. Design of steel structure and joints regarding static load.</p> <p>13. Lecture: Lecture: Material handling equipment for</p>
---	--

	<p>Cyclic (Discontinuous) Transports - Cranes. Design of steel structure and joints regarding fatigue.</p> <p>14. Lecture: Warehouses. Purpose and objectives of the warehousing. Warehouse types. Warehousing methods. Warehousing equipment and its accessibility. Load capacity of storage equipment.</p> <p>15. Lecture: Warehousing Processes. Principles of commissioning. Information support for storage processes. Warehouse design. Warehousing strategies. Optimization of warehousing processes.</p>
--	--

### Temeljna literatura in viri/Readings:

Siddhartha Ray, Introduction to materials handling. New age international publishers, 2008.

Michael G.Kay. Material handling equipment. North Carolina State University, 2012.

Moustapha Ahmed Bouh, Diane Riopel. Material Handling Equipment Selection: New Classification of Equipment and Attributes. Cirrelt, 2015.

Belt conveyors for bulk materials, second edition, Engineering conference ,Van Nostrand Reinhold Company.

Keum-Shik Hong, Umer Hameed Shah. Dynamic and Control of Industrial Cranes. Springer, 2019.

Edward Frazelle. World-class warehousing and material handling. McGraw-Hill, 2002.

Standard: SIST EN 13001-1:2015. Žerjavi - Konstruiranje, splošno - 1. del: Splošna načela in zahteve.

SIST EN 13001-2:2014. Varnost žerjava - Konstrukcija, splošno - 2. del: Učinki obremenitev.

SIST EN 13001-3-1:2012+A2:2018. Žerjavi - Konstrukcija, splošno - 3-1. del: Mejna stanja in dokaz varnosti jeklene nosilne konstrukcije.

SIST EN 13001-3-2:2014. Žerjavi - Konstrukcija, splošno - 3-2. del: Mejna stanja in dokaz varnosti jeklenih vrvi pri vrvnih pogonih.

SIST EN 13001-3-3:2014. Žerjavi - Konstrukcija, splošno - 3-3. del: Mejna stanja in dokaz varnosti stika kolo-tirnica.

### Cilji in kompetence:

**Cilji:**

Spoznati umestitev transportnih sredstev in sistemov v področje intralogistike.

Spoznati vrste transportnih sredstev in njihove zmogljivosti.

Poglobljeno spoznati ustroj in komponente posameznih transportnih sredstev ter postopke za njihov izbor oz. dimenzioniranje.

Spoznati skladišča in njihov namen. Spoznati skladiščne procese in njihovo optimizacijo.

**Kompetence:**

S1-PAP: Sposobnost uporabe pridobljenega znanja v praksi in sicer pri zasnovi skladišč oz. intralogističnih sistemov, pri izbiri transportnih sredstev ter pri njihovem snovanju.

### Objectives and competences:

**Objectives:**

To learn the placement of material handling equipment and systems in the field of intralogistics.

To learn the types of material handling equipment and their capacities.

To get in-depth knowledge of the structure and components of individual material handling equipment and the procedures for their selection and sizing.

To learn the warehouses and their purpose. To learn about warehousing processes and their optimization.

**Competencies:**

S1-PAP: The ability to use the attained knowledge in the practice in the design of warehouses and intralogistic systems, in the choice of material handling equipment

<p>S9-PAP: Sposobnost upoštevanja z direktivami in standardi podanih varnostnih in funkcionalnih omejitev pri vrednotenju transportnih sredstev.</p> <p>S10-PAP: Sposobnost strokovnega sporazumevanja in pisnega izražanja pri načrtovanju transportnih sredstev in sistemov.</p> <p>P6-PAP: Obvladovanje samostojnega projektnega dela pri zasnovi skladišč in celovitih intralogističnih sistemov, pri izbiri transportnih sredstev ter pri njihovem snovanju.</p> <p>P8-PAP: Obvladovanje osnovnih in specifičnih znanj s področja snovanja, obratovanja in vzdrževanja transportnih sredstev in sistemov.</p>	<p>and in their design.</p> <p>S9-PAP: Considering the safety and functional constraints given in the directives and standards during evaluation of material handling equipment.</p> <p>S10-PAP: The ability to communicate professionally and express oneself in writing in the process of the design of material handling equipment and systems.</p> <p>P6-PAP: Mastering independent project work in the design of warehouses and comprehensive intralogistic systems, in the selection of material handling equipment and in their design.</p> <p>P8-PAP: Mastering the basic and required specific knowledge in the design, operation and maintenance of material handling equipment and systems.</p>
--	--

### **Predvideni študijski rezultati:**

<p><b>Znanja:</b></p> <p>Z1: Poglobljeno strokovno teoretično in praktično znanje na določenem področju, podprto s širšo teoretično in metodološko osnovo:</p> <p>poznavanje umestitve transportnih sredstev in sistemov v področje intralogistike;</p> <p>poznavanje vrst transportnih sredstev in njihove zmogljivosti;</p> <p>poglobljeno poznavanje ustroja in komponent posameznih transportnih sredstev ter postopke za njihov izbor oz. dimenzioniranje;</p> <p>poznavanje skladišč in njihovega namena ter skladiščnih procesov in njihove optimizacije.</p> <p><b>Spretnosti:</b></p> <p>S1.1 Izvajanje kompleksnih operativno-strokovnih opravil, ki vključujejo tudi uporabo metodoloških orodij:</p> <p>izvedba natančnih trdnostnih preračunov v skladu s standardi za izbrane nosilne konstrukcije transportnih sredstev,</p> <p>izvedba izbora primernih komponent izbranih transportnih sredstev,</p> <p>izvedba zasnove primerne skladišča in organizacije skladiščnih procesov.</p> <p>S1.4 Osnova za izvirna dognanja/stvaritve in kritično refleksijo:</p> <p>uporaba pridobljenega znanja za izvirno snovanje transportnih sredstev in sistemov glede na podane specifične zahteve in okoliščine.</p>	<p><b>Knowledge:</b></p> <p>Z1: Thorough professional theoretical and practical knowledge in a selected field of expertise that is supported with a broad theoretical and methodological basis:</p> <p>knowledge of the positioning of material handling equipment and systems inside the field of intralogistics;</p> <p>knowledge of the types of the material handling equipment and their throughput;</p> <p>in-depth knowledge of the structure and components of individual material handling equipment and the procedures for their selection and design;</p> <p>knowledge of warehouses and their purpose, and storage processes and their optimization.</p> <p><b>Skills:</b></p> <p>S1.1 Executing complex operational-professional tasks that incorporate usage of methodological tools:</p> <p>performing exact strength calculations according to the corresponding standards for the selected structures of material handling equipment,</p> <p>carrying out the selection of suitable components of the selected material handling equipment,</p> <p>designing a suitable warehouse and organizing storage processes.</p> <p>S1.4 Basis for original findings / creations and critical reflection:</p> <p>use of acquired knowledge for the original design of means of material handling equipment and systems according to the specific requirements and</p>
--	---

### **Intended learning outcomes:**

	circumstances specified.
--	--------------------------

#### Metode poučevanja in učenja:

1. P1 Avditorna predavanja z reševanjem izbranih - za področje značilnih - teoretičnih in praktično uporabnih primerov.
2. P2 Obravnava snovi po urejeni in vnaprej razloženi sistematiki.
3. P7 Študij literature in razprava.
4. P3 Avditorne vaje, kjer se teoretično znanje s predavanj podkrepi z računskimi primeri.
5. P4 Laboratorijske vaje z namenskimi didaktičnimi pripomočki:
  - a. preskuševališče za demonstracijo dinamičnih vplivov pri delovanju žerjava;
  - b. preskuševališče za demonstracijo dinamičnih vplivov pri nezgodnih dogodkih med obratovanjem žerjava;
  - c. preskuševališče za prikaz avtomatizacije skladiščnih procesov;
  - d. uporaba numeričnih orodij za proučevanje intralogističnih transportnih sistemov.
6. P5 Uporaba študijskega gradiva v obliki:
  - a. knjige,
  - b. standardi,
  - c. skripta,
  - d. prosojnice s predavanj.
7. P8 Izdelava in predstavitev aplikativnih seminarских nalog.
8. P14 Virtualni eksperimenti - izvajanje virtualnih simulacij delovanja transportnih sistemov.

#### Learning and teaching methods:

1. P1 Auditorial lectures with solving selected field-specific theoretical and applied use cases.
2. P2 Treatment of the subject matter according to an orderly and pre-explained systematic system.
3. P7 Literature studies and discussion.
4. P3 Auditorial exercises, in which theoretical content from the lectures is supplemented with practical examples.
5. P4 Laboratory exercises with dedicated teaching aids:
  - a. a test facility to demonstrate the dynamic effects of crane operation;
  - b. a test facility to demonstrate the dynamic effects of accidents during crane operation;
  - c. a test facility to demonstrate automation of warehousing processes;
  - d. use of numerical tools for studying intralogistic transport systems.
6. P5 Use of study materials in the form of:
  - a. books,
  - b. standards,
  - c. script,
  - d. slides from lectures.
7. P8 Making and presenting applied seminar exercises.
8. P14 Virtual Experiments - Perform virtual simulations of transport systems operation.

#### Načini ocenjevanja:

#### Delež/Weight Assessment:

Teoretična znanja (pisni kolokviji in izpit z opcijskim ustnim zagovorom).	50,00 %	Theoretical knowledge (written colloquia and exam with an optional oral examination).
Aplikativne seminarske naloge (poročila s predstavitvami).	50,00 %	Applied seminar exercises (reports with presentations).

#### Reference nosilca/Lecturer's references:

Boris Jerman:

**JERMAN, Boris**, PODRŽAJ, Primož, KRAMAR, Janez. An investigation of slewing-crane dynamics during slewing motion-development and verification of a mathematical model. International journal of mechanical sciences, ISSN 0020-7403. [Print ed.], 2004, vol. 46, no. 5, str. 729-750. <http://www.sciencedirect.com/science/journal/00207403>. [COBISS.SI-ID 7494683]

LANGERHOLC, Marko, ZRNIĆ, Nenad Đ., ĐORĐEVIĆ, Miloš, **JERMAN, Boris**. Conveyor design optimization as the provision of sustainability. Tehnički vjesnik : znanstveno-stručni časopis tehničkih fakulteta Sveučilišta u Osijeku, ISSN 1330-3651, 2013, god. 20, br. 5, str. 837-846, ilustr. [COBISS.SI-ID 13212699]

HALILOVIĆ, Miroslav, UREVC, Janez, MOLE, Nikolaj, ŠTOK, Boris, **JERMAN, Boris**, ZUPAN, Samo, HLADNIK, Jurij, KOC, Pino, KALIN, Mitjan. Preliminary expert evaluation of spent fuel dry storage and crane upgrade modifications

documentation for structural, stress and thermal analysis. Ljubljana: Faculty of Mechanical Engineering, 2018. [266] str., ilustr. [COBISS.SI-ID 16317723]

RESMAN, Franc, HLADNIK, Jurij, **JERMAN, Boris**. Ocena odpornosti stebra DOT50K na utrujanje : primerjava varjene in lite izvedbe. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za transportne naprave in sisteme ter nosilne strojne konstrukcije (LASOK), feb. 2018. 24 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 15925275]

**JERMAN, Boris**, HLADNIK, Jurij, BIZJAK, Luka, ZUPAN, Samo, RESMAN, Franc, NOVAK, Aleksander. Report on internal transport of ARHR HEX and ARHR pump due to modification 1029-RH-L. Ljubljana: Faculty of Mechanical Engineering, Laboratory for Material Handling and Machine Structures (LASOK), 2018. 45 str., ilustr.[COBISS.SI-ID 16157211]