

HIDRAVLIKA IN PNEVMATIKA -PAP

UČNI NAČRT PREDMETA/COURSE SYLLABUS

| | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| Predmet: | Hidravlika in pnevmatika -PAP |
| Course title: | HYDRAULICS AND PNEUMATICS - PAP |
| Članica nosilka/UL Member: | UL FS |

| Študijski programi in stopnja | Študijska smer | Letnik | Semestri | Izbirnost |
|---|--|-----------|-------------|-----------|
| Strojništvo - projektno aplikativni program, prva stopnja, visokošolski strokovni | Konstruiranje strojev in naprav (smer) | 3. letnik | 1. semester | obvezno |
| Strojništvo - projektno aplikativni program, prva stopnja, visokošolski strokovni | Snovanje in vzdrževanje letal (smer) | 3. letnik | 1. semester | obvezno |

| | |
|--|---------|
| Univerzitetna koda predmeta/University course code: | 0563430 |
| Koda učne enote na članici/UL Member course code: | 3047-V |

| Predavanja /Lectures | Seminar /Seminar | Vaje /Tutorials | Klinične vaje /Clinical tutorials | Druge oblike študija /Other forms of study | Samostojno delo /Individual student work | ECTS |
|-------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|---|---|------|
| 30 | | 30 | | | 40 | 4 |

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| Nosilec predmeta/Lecturer: | Franc Majdič |
|-----------------------------------|--------------|

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

| | | |
|--------------------------|----------------------|-------------|
| Jeziki/Languages: | Predavanja/Lectures: | Slovenščina |
| | Vaje/Tutorial: | Slovenščina |

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

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

Prerequisites:

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

Vsebina:

1. Uvod v hidravliko:
 - prednosti, slabosti, področja uporabe,
 - teoretične osnove/zakovitosti,
 - hidravlične kapljevine in njihove lastnosti, vrste in razlogi za obrabo znotraj hidravličnih sestavin.
2. Notranje puščanje:
 - kolobarjaste reže,
 - kovinsko tesnjenje,
 - vplivni parametri, izračun,
 - nepravilnost oblike krožnice in valja hidravličnih drsno-tesnilnih elementov,
 - hrapavost,
 - aksialne in radialne sile znotraj hidravličnih sestavin.
3. Čistoča hidravličnih kapljev in filtracija:
 - povezava čistoče in filtracije z vzdrževanjem,
 - kriteriji stabilnosti hidravličnih sistemov,
 - vrste in viri nečistoč,
 - razlogi za okvare hidravličnih sistemov,
 - standardi,
 - načini merjenja.
4. Črpalke s konstantno in spremenljivo iztisnino:
 - razlike med hidrostatičnimi in hidrodinamičnimi črpalkami,
 - vrste in karakteristike hidrostatičnih črpalk,
 - krmiljene črpalke in osnovne izvedbe krmilja,
 - simboli.
5. Hidravlični valji in vrste tesnjenja:
 - vrste in konstrukcijske značilnosti hidravličnih valjev,
 - simboli,
 - trajnostni testi HV,

Content (Syllabus outline):

1. Introduction to hydraulics:
 - advantages, disadvantages, areas of application,
 - theoretical basis / legality,
 - hydraulic fluids and their properties, types and reasons for wear within the hydraulic components.
2. Internal leakage:
 - circular gaps,
 - metal seal,
 - influence parameters, calculation,
 - irregularity of the shape of the plate and cylinder of the hydraulic sliding elements,
 - roughness,
 - axial and radial forces within the hydraulic components.
3. Cleanliness of hydraulic fluids and filtration:
 - the link between cleanliness and filtration with maintenance,
 - stability criteria for hydraulic systems,
 - types and sources of impurities,
 - the reasons for the failure of the hydraulic systems,
 - standards,
 - methods of measurement.
4. Pumps with constant and variable displacement:
 - differences between hydrostatic and hydrodynamic pumps,
 - types and characteristics of hydrostatic pumps,
 - controlled pumps and basic pump controls,
 - symbols.
5. Hydraulic cylinders and seals:
 - the types and design characteristics of hydraulic cylinders,

| | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - vrste tesnil, - statično in dinamično tesnjenje, - vgradnja, materiali, ... <p>6. Potni in protipovratni ventili:</p> <ul style="list-style-type: none"> - delitev po funkciji in konstrukcijskih rešitvah, - načini vkrmljenja, - vrste prekritij, - simboli, - način vgradnje, - vertikalno veriženje, - dvostopenjski, - dušenje prekrmljenja, - hidrološki ventili. <p>7. Tlačni in tokovni ventili:</p> <ul style="list-style-type: none"> - tlačni omejitveni in tlačni reducirni ventili, - eno- in dvostopenjski, - dušenje prekrmljenja, - različne konstrukcijske rešitve, - načini regulacije pretoka, - zaslonke in dušilke, - povratno-dušilni ventili, - ventili s tlačno kompenzacijo, - delilniki toka, - simboli. <p>8. Zvezno-delujoči ventili:</p> <ul style="list-style-type: none"> - prednosti uporabe zveznih ventilov, - krmiljenje / regulacija, - vrste prekritij, - prehodna funkcija, bodejev diagram ventila, - izračun pretoka, - dieter nihanje, - digitalna hidravlika, - simboli, - vrste proporcionalnih ventilov, - preračuni pretoka, - tlačna tehnika, - nastavitve PID parametrov, - vrste servo-ventilov. <p>9. Pomožne hidravlične sestavine in uvod v pnevmatiko:</p> <ul style="list-style-type: none"> - hidravlični rezervoarji in njihova oprema, - cevovodi: gibke cevi, način pritrditve, cevni priključki, spoji, sheme cevnega razvoda, filtri in filtracija, - osnovni pojmi v pnevmatiki, - teoretične osnove, - izkoristek, | <ul style="list-style-type: none"> - symbols, - hydraulic cylinder sustainability tests, - types of seals, - static and dynamic sealing, - installation, materials,... <p>6. Directional control and check valves:</p> <ul style="list-style-type: none"> - division by function and design, - control methods, - types of overlap, - symbols, - method of installation, - vertical chain, - two-stage valves, - hydraulic damping control of two-stage valves, - hydrological valves. <p>7. Pressure and flow valves:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pressure relief and pressure reducing valves, - one- and two-stage valves, - hydraulic damping control, - different construction solutions, - flow control arrangements, - apertures and chokes, - check valves, - valves with pressure compensation, - current dividers, - symbols. <p>8. Continuous -control valves:</p> <ul style="list-style-type: none"> - advantages of using continuous valves, - control / regulation, - types of overlaps, - transient function, - flow calculation, - dieter oscillations, - digital hydraulics, - symbols, - types of proportional valves, - flow calculations, - pressure balance, - setting of PID parameters, - types of servo valves. <p>9. Auxiliary hydraulic components and introduction to pneumatics:</p> <ul style="list-style-type: none"> - hydraulic tanks and their equipment, - pipelines: hoses, mounting methods, pipe fittings, pipework schemes, filters and filtration, - basic concepts in a pneumatics, - theoretical basis, |
|--|--|

| | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - prednosti in slabosti. <p>10. Primarne in izvršilne pnevmatične sestavine:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vrste in način delovanja kompresorjev; - regulacija komprimiranega zraka, - pnevmatični valji: enostransko in dvostransko delujoči, večstopenjski, tandemski, membranski, z mehom, telskopski in udarni, - rotacijski in zasučni pnevmatični motorji, - tesnila, - končno dušenje. <p>11. Pnevmatični ventili:</p> <ul style="list-style-type: none"> - delitev po funkciji, - konstrukcijske izvedbe, - načini vkrmiljenja ventilov, eno- in dvostopenjski, - razlike med sedežnimi in drsniškimi ventili, - izvedbe potnih ventilov, - izvedbe ventilov s tesnili, - digitalni pnevmatični ventili. <p>12. Zapirni, tokovni in tlačni pnevmatični ventili:</p> <ul style="list-style-type: none"> - izvedbe protiovratnih ventilov, - povratno-dušilni ventili, - krmiljeni protipovratni in logični ventili, - zaporednostni tlačni ventili, - reducirni ventili, - zakasnitveni ventili, - ventilske letve, bloke, okotki in integrirani ventili. <p>13. Priprava zraka, vakuumsko tehnika, kombinirane delovne naprave in ostale pnevmatične sestavine:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kvaliteta zraka v povezavi z ISO 8573-1, - sušenje zraka, - priprava enota, filtracija, naoljevanje, - osnove vakuumsko tehnike, - tlačne posode, - cevne povezave in spoji, - tesnila, - pnevmatične kombinirane naprave. <p>14. Pnevmatična vezja:</p> <ul style="list-style-type: none"> - neposredno in posredno krmiljenje, - zakasnitev vklopa/izklopa, | <ul style="list-style-type: none"> - efficiency, - advantages and disadvantages. <p>10. Pneumatics primary components and actuators:</p> <ul style="list-style-type: none"> - the type and operation principles of the compressors, - regulation of compressed air, - pneumatic cylinders: single and double acting, multi-stage, tandem, diaphragm, bellows, telescopic and impact, - rotary pneumatic actuators, - seals, - end-position damping. <p>11. Pneumatic valves:</p> <ul style="list-style-type: none"> - division by function, - construction designs, - valve control types, one- and two-stage, - differences between seat and slide valves, - the design of the directional control valves, - the design of valves with seals, - digital pneumatic valves. <p>12. Pneumatic shut-off, flow and pressure valves:</p> <ul style="list-style-type: none"> - design of check valves, - check valves, - controlled check and logic valves, - sequential pressure valves, - reducing valves, - delay valves, - Valves blocks, lath, islands and integrated valves. <p>13. Air treatment, vacuum technology, combination work equipment and other pneumatic components:</p> <ul style="list-style-type: none"> - air quality in accordance with ISO 8573-1, - air drying, - unit, filtration, oiling, - the basics of vacuum technology, - pressure vessels, - pipe connections and joints, - seals, - pneumatic combination devices. <p>14. Pneumatics circuit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - direct and indirect control, - on / off delay, - movement diagram, - pressure dependent control, |
|---|---|

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - diagram gibov, - tlačno odvisno krmiljenje, - taktna veriga, - dvoročni vklop, - VDMA in kaskadna metoda. <p>15. Napredna pnevmatična regulacija, simboli, simulacije in sodobne aplikacije:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Krmilno-nadzorne enote, - spominsko-programabilno krmiljenje, - industrijski računalnik, - vrste industrijskih komunikacij za krmiljenje pnevmatike, - 1D in 3D simulacije pnevmatičnih vezij in sestavin, - pnevmatika in bionika. | <ul style="list-style-type: none"> - tactful chain, - two-handed start-up, - VDMA and cascade method. <p>15. Advanced pneumatic regulation, symbols, simulations and modern applications:</p> <ul style="list-style-type: none"> - control units, - memory-programmable control, - industrial computer, - types of industrial communications for pneumatic control, - 1D and 3D simulations of pneumatic circuits and components, - pneumatics and bionics. |
|---|--|

Temeljna literatura in viri/Readings:

1. D. Findeisen, S. Helduser, Ölhydraulik: Handbuch der hydraulischen Antriebe und Steuerungen, 6. Auflage, Springer Verlag, 2015
2. Murenhoff H.: *Grundlagen der Fluidtechnik, Teil 1: Hydraulik*, Schaker Verlag, Aachen 2011
3. Holger W.: *Hydraulik und Pneumatik, Grundlagen und Übungen – Anwendungen und Simulation*, GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden 2008.
4. Pezdirnik J., Majdič F. Krmiljene črpalke in hidravlični motorji ter hidrostatični pogoni : seminarsko gradivo. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2006. [COBISS.SI-ID 9562651]
5. Pezdirnik J., Majdič F. Hidravlika in pnevmatika : zapiski za predavanja. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 2011. 381 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 12024603]

Cilji in kompetence:

Cilji:

1. Spoznati fizikalne zakonitosti povezane s hidravliko in pnevmatiko
2. Spoznati vpliv čistoče in ostalih parametrov kapljevine / zraka na delovanje hidravlike/pnevmatike
3. Spoznati osnovne matematične modele za preračun hidravličnih in pnevmatičnih sistemov
4. Spoznati pomembnejše hidravlične sestavine
5. Spoznati pomembnejše pnevmatične sestavine
6. Spoznati hidravlične in pnevmatične simbole in način risanja shem

Kompetence:

Objectives and competences:

Objectives:

1. To know the physical laws associated with hydraulics and pneumatics
2. To understand the influence of cleanliness and other parameters of liquid / air on the operation of the hydraulic / pneumatics
3. To learn basic mathematical models for the calculation of hydraulic and pneumatic systems
4. To know the most important hydraulic components
5. To know the most important pneumatic components
6. To learn about hydraulic and

| | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. P8-PAP: Sposobnost izbire ustreznega prenosa energije: hidravlika / pnevmatika glede na okoliščine. 2. S11-PAP: Sposobnost analize vhodnih parametrov in iskanja ustreznega koncepta hidravličnega /pnevmatičnega pogona. 3. P9-PAP: Sposobnost uporabe matematičnih modelov za dimenzioniranje ustreznih hidravličnih / pnevmatičnih sestavin. 4. S6-PAP: Sposobnost in razumevanje timskega dela v procesu razvoja hidravličnih/pnevmatičnih sistemov. 5. S1-PAP: Sposobnost organizacije in vodenja vzdrževanja na hidravličnih sistemih. | <p>pneumatic symbols and how to draw schemes</p> <p>Competences:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. P8-PAP: Ability to select the right energy transfer: hydraulics / pneumatics according to circumstances. 2. S11-PAP: Ability to analyze input parameters and find suitable hydraulic / pneumatic actuator concept. 3. P9-PAP: Ability to use mathematical models for sizing appropriate hydraulic / pneumatic components. 4. S6-PAP: Ability and understanding of teamwork in the process of developing hydraulic / pneumatic systems. 5. S1-PAP: Ability to organize and manage maintenance on hydraulic systems. |
|---|--|

Predvideni študijski rezultati:

| | |
|---|---|
| <p>Znanja:</p> <p>Z1: Poglobljeno poznavanje delovanja hidravličnih in pnevmatičnih sestavin ter praktična uporaba pri razvoju in vzdrževanju na hidravličnih/pnevmatičnih sistemih.</p> <p>Spretnosti:</p> <p>S1.1: Priprava in izvedba preračunov hidravličnih in pnevmatičnih vezij.</p> <p>S1.2: Samostojna uporaba pridobljenega znanja pri razvoju novih hidravličnih/pnevmatičnih sestavin in celotnih sistemov.</p> <p>S1.3: Iskanje glavnega vzroka okvare in izvedba ustreznih korektivnih ukrepov.</p> <p>S1.4: Sposobnost predlaganja in uvedbe novih rešitev na področju hidravlike in pnevmatike.</p> | <p>Knowledge:</p> <p>Z1: In-depth knowledge of the operation of hydraulic and pneumatic components and practical application in the development and maintenance of hydraulic / pneumatic systems.</p> <p>Skills:</p> <p>S1.1: Design and calculations of hydraulic and pneumatic circuits.</p> <p>S1.2: Independent application of the acquired knowledge in the development of new hydraulic / pneumatic components and complete systems.</p> <p>S1.3: Identify the root cause of the failure and take appropriate corrective action.</p> <p>S1.4: Ability to propose and introduce new hydraulic and pneumatic solutions.</p> |
|---|---|

Metode poučevanja in učenja:

| | |
|--|--|
| P1 in P2 Avditorna predavanja, obravnava snovi po urejeni in vnaprej | P1 and P2 Auditorial lectures, presenting the content according to the |
|--|--|

Learning and teaching methods:

| | |
|---|--|
| razloženi sistemati. | explained system. |
| P3 Avditorne vaje, kjer se teoretično znanje s predavanj podkrepi z računskimi primeri | P3 Auditorial exercises, in which theoretical content from the lectures is supplemented with practical examples. |
| P4 Laboratorijske vaje z namenskimi didaktičnimi pripomočki: hidravlična preizkuševališča in diagnostična oprema za meritve hidravličnih parametrov | P4 Application of study material: hydraulic testing and diagnostic equipment for measuring hydraulic parameters. |
| P6 Interaktivna predavanja | P6 Interactive lectures. |
| P7 Študij literature in razprava | P7 Literature study and discussion. |
| P8 Izdelava in predstavitev aplikativnih seminarskih nalog: po dva študenta rešujeta konkretno individualno nalogo. | P8 Preparation and presentation of applied seminar tasks: two students solve a specific individual task. |

| Načini ocenjevanja: | Delež/ Weight | Assessment: |
|--|--------------------------|--|
| Teoretične vsebine (predavanja) | 50,00 % | A theoretical contents (lectures) |
| Samostojno delo na vajah | 20,00 % | Independent work in exercises |
| Delo na laboratorijskih vajah (poročila in preverjanje znanja) | 15,00 % | Independent work in lab work (reports and assesment) |
| Seminar | 15,00 % | Seminar |

Reference nosilca/Lecturer's references:

Franc Majdič:

1. **MAJDIČ, Franc**, PEZDIRNIK, Jože, KALIN, Mitjan. Experimental validation of the lifetime performance of a proportional 4/3 hydraulic valve operating in water. Tribology international, ISSN 0301-679X, 2011, vol. 44, iss. 12, str. 2013-2021, SCI, 1A
2. KALIN, Mitjan, **MAJDIČ, Franc**, VIŽINTIN, Jože, PEZDIRNIK, Jože, VELKAVRH, Igor. Analysis of the long-term performance and tribological behavior of an axial piston pump using diamondlike-carbon-coated piston shoes and biodegradable oil. Journal of tribology : Transactions of the ASME, ISSN 0742-4787, 2008, vol. 130, no. 1, 011013-1 - 011013-8. SCI, 1A3.
3. **MAJDIČ, Franc**, PEZDIRNIK, Jože. Advances in water power-control hydraulics experimental research = Eksperimentalne zahteve za razvoj vodne pogonsko-krmilne hidravlike. Strojniški vestnik, ISSN 0039-2480, 2008, vol. 54, no. 12, str. 841-849, SCI, 1A4.
4. **MAJDIČ, Franc**, PEZDIRNIK, Jože. Notranje puščanje sestavin in sistemov pogonsko - krmilne hidravlike (PKH). Vzdrževalec : revija Društva vzdrževalcev Slovenije, ISSN 1318-2625, dec. 2014, št. 162, str. 50-55, feb./apr. 2015, št. 163, str. 37-42, jun./avg. 2015, št. 165/166, str. 52-57, strokovni članek.
5. **MAJDIČ, Franc**. Raziskava uporabnosti kompozitne cevi hidravličnega valja. Ventil : revija za fluidno tehniko in avtomatizacijo, ISSN 1318-7279, feb. 2018, letn. 24, št. 1, str. 32-38.

