

doc. Ing. Jozef Žarnovský, PhD.

Ing. Rastislav Mikuš, PhD.

Ing. Ivan Kováč, PhD.

Ing. Rastislav Bernát, PhD.

## **VÝROBNÉ TECHNOLOGIE A MONTÁŽ**

Nitra 2018

Vydala Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
vo Vydavateľstve SPU

Autori: doc. Ing. Jozef Žarnovský, PhD. (7,64 AH)  
Katedra kvality a strojárskych technológií  
TF, SPU v Nitre

Ing. Rastislav Mikuš, PhD. (6,2 AH)  
Katedra kvality a strojárskych technológií  
TF, SPU v Nitre

Ing. Ivan Kováč, PhD. (2 AH)  
Katedra kvality a strojárskych technológií  
TF, SPU v Nitre

Ing. Rastislav Bernát, PhD. (1 AH)  
Katedra kvality a strojárskych technológií  
TF, SPU v Nitre

Recenzenti: doc. Ing. Juraj Ružbarský, PhD.  
doc. Ing. Martin Kotus, PhD.

Skriptá vznikli v rámci riešenia a s finančnou podporou projektu VEGA 1/0718/17 „Štúdium vplyvu technologických parametrov povrchových vrstiev poľnohospodárskej a lesníckej techniky na kvalitatívne parametre, bezpečnosť a enviromentálnu prijateľnosť“.

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 30. 7. 2018  
ako skriptá pre študentov SPU.

© J. Žarnovský, R. Mikuš, I. Kováč, R. Bernát, Nitra 2018

ISBN 978-80-552-1868-7

## OBSAH

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Úvod.....                                                                  | 7  |
| 1 VÝROBNÉ TECHNOLOGIE .....                                                | 9  |
| 1.1 História technológií .....                                             | 9  |
| 1.2 Priemyselné technológie .....                                          | 9  |
| 1.3 Klasifikácia technológií.....                                          | 11 |
| 1.4 Členenie výrobného procesu .....                                       | 13 |
| 2 OBRÁBANIE MATERIÁLOV.....                                                | 16 |
| 2.1 Progresívne výrobné technológie.....                                   | 21 |
| 2.2 Sústruženie .....                                                      | 25 |
| 2.3 Frézovanie.....                                                        | 29 |
| 2.4 Vŕtanie.....                                                           | 36 |
| 2.5 Brúsenie .....                                                         | 41 |
| 2.6 Zváranie .....                                                         | 49 |
| 2.6.1 Zváranie plameňom .....                                              | 52 |
| 2.6.2 Zváranie taviacou sa elektródou v ochrane plynu (MIG/MAG) .....      | 54 |
| 2.6.3 Zváranie netaviacou sa elektródou v ochrane inertného plynu TIG..... | 55 |
| 2.6.4 Laserové zváranie .....                                              | 56 |
| 2.6.5 Odporové zváranie.....                                               | 57 |
| 2.6.6 Plazmové zváranie.....                                               | 58 |
| 2.6.7 Elektrónolúčové zváranie .....                                       | 59 |
| 2.6.8 Trecie premiešavacie zváranie .....                                  | 61 |
| 2.6.9 Spájkovanie .....                                                    | 62 |
| 2.7 Delenie kovových materiálov .....                                      | 63 |
| 2.7.1 Delenie materiálov plameňom – rezanie kyslíkom .....                 | 63 |
| 2.7.2 Rezanie plazmou .....                                                | 64 |
| 2.7.3 Rezanie laserom.....                                                 | 65 |
| 2.7.4 Rezanie vodným lúčom .....                                           | 67 |
| 2.7.5 Delenie materiálu rezaním.....                                       | 68 |
| 2.7.6 Rozbrusovanie .....                                                  | 70 |
| 2.7.7 Strihanie.....                                                       | 71 |
| 3 MONTÁŽNE PRÁCE.....                                                      | 72 |
| 3.1 Montážne spoje .....                                                   | 73 |
| 3.1.1 Závitové (skrutkové) spoje .....                                     | 74 |
| 3.1.1.1 Uťahovanie závitového spoja .....                                  | 77 |
| 3.1.1.2 Zabezpečenie závitového spoja proti uvoľneniu .....                | 78 |
| 3.1.1.3 Náradie pre montáž závitových spojov .....                         | 79 |
| 3.1.2 Kolíkové spoje.....                                                  | 81 |
| 3.1.2.1 Náradie pre montáž kolíkových spojov .....                         | 83 |
| 3.1.3 Klinové spoje.....                                                   | 84 |
| 3.1.3.1 Náradie pre montáž klinových spojov .....                          | 86 |
| 3.1.4 Perové spoje.....                                                    | 87 |
| 3.1.4.1 Náradie pre montáž perových spojov .....                           | 89 |
| 3.1.5 Nitové spoje.....                                                    | 89 |
| 3.1.5.1 Aplikácie nitovaných spojení .....                                 | 92 |
| 3.1.5.2 Náradie pre montáž nitových spojov .....                           | 94 |
| 3.1.6 Lisované spoje .....                                                 | 96 |

|                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.1.7 Zverné spoje .....                                                                       | 99  |
| 3.1.8 Zvárané spoje.....                                                                       | 101 |
| 3.1.9 Spájkové spoje.....                                                                      | 103 |
| 3.1.10 Lepené spoje.....                                                                       | 106 |
| 3.1.11 Tmelené spoje.....                                                                      | 109 |
| 4 MONTÁŽNY SYSTÉM .....                                                                        | 111 |
| 4.1 História montáže .....                                                                     | 111 |
| 4.2 Základné pojmy v montáži .....                                                             | 112 |
| 4.2.1 Organizačno-technické usporiadanie.....                                                  | 114 |
| 4.2.2 Usporiadanie montáže .....                                                               | 115 |
| 4.3 Technológia - montážna technológia .....                                                   | 118 |
| 4.4 Montáž z hľadiska systémového prístupu .....                                               | 119 |
| 5 MONTÁŽ AKO TECHNOLOGIA .....                                                                 | 122 |
| 5.1 Kritéria montážneho systému.....                                                           | 123 |
| 5.2 Technologickosť konštrukcie výrobku z hľadiska montáže .....                               | 124 |
| 5.2.1 Základné pravidlá technologickosti konštrukcie z hľadiska montážneho procesu .....       | 125 |
| 5.2.2 Špecifické znaky montážnych procesov v strojárskvej výrobe .....                         | 126 |
| 5.3 Technologická analýza objektov montáže .....                                               | 127 |
| 5.3.1 Hodnotenie technologickosti konštrukcie výrobku a jeho objektov z hľadiska montáže ..... | 129 |
| 5.4 Prehľad všeobecných metód používaných v montáži.....                                       | 134 |
| 5.5 Montážny proces.....                                                                       | 139 |
| 5.5.1 Technické vlastnosti montovaného výrobku .....                                           | 141 |
| 5.5.1.1 Tvorba montážnych postupov .....                                                       | 143 |
| 5.5.1.2 Montážne postupy pre kusovú (malosériovú) a hromadnú výrobu .....                      | 143 |
| 5.5.2 Štruktúrna analýza objektov .....                                                        | 144 |
| 5.6 Montážna operácia .....                                                                    | 144 |
| 6 MONTÁŽNE PRACOVISKÁ .....                                                                    | 146 |
| 6.1 Systémy ručných pracovísk .....                                                            | 147 |
| 6.2 Priestorové riešenie pracoviska.....                                                       | 149 |
| 6.2.1 Usporiadanie ručných pracovísk .....                                                     | 152 |
| 6.3 Organizácia montážneho procesu .....                                                       | 154 |
| 6.3.1 Synchronný montážny systém.....                                                          | 155 |
| 6.3.2 Automatická rotorová linka.....                                                          | 157 |
| 6.3.3 Asynchronný montážny systém.....                                                         | 159 |
| 6.3.4 Hniezdový montážny systém.....                                                           | 161 |
| 6.3.5 Skupinový montážny systém.....                                                           | 161 |
| 7 MONTÁŽNE STROJE A ZARIADENIA .....                                                           | 162 |
| 7.1 Montážna technika .....                                                                    | 162 |
| 7.1.1 Orientačno - prírodné jednotky.....                                                      | 162 |
| 7.1.2 Operačné jednotky.....                                                                   | 162 |
| 7.1.3 Kontrolné a riadiace jednotky .....                                                      | 163 |
| 7.2 Dopravná technika v montáži .....                                                          | 163 |
| 7.2.1 Valčekové dopravníky.....                                                                | 164 |
| 7.2.2 Článkové dopravníky.....                                                                 | 166 |

|                                                                                             |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.2.3 Pásové dopravníky.....                                                                | 168        |
| 7.2.4 Ret'azové dopravníky .....                                                            | 170        |
| 7.2.5 Vibračné dopravníky .....                                                             | 172        |
| 7.2.6 Závesné dopravníky.....                                                               | 174        |
| 7.2.7 Paletkové dopravníky .....                                                            | 175        |
| 7.2.8 Remeňové dopravníky.....                                                              | 176        |
| 7.2.9 Lomené dopravníky.....                                                                | 176        |
| 7.2.10 Dopravníkové zákruty .....                                                           | 177        |
| 7.3 Dopravné systémy a vozidlá .....                                                        | 177        |
| 7.4 Priemyselné roboty a manipulátory .....                                                 | 179        |
| 7.4.1 Klasifikácia priemyselných robotov a manipulátorov.....                               | 181        |
| 7.4.2 Všeobecné pravidlá pre robotizovanú montáž .....                                      | 185        |
| 7.4.3 Efektory .....                                                                        | 186        |
| 7.5 Montážne linky .....                                                                    | 187        |
| 7.5.1 Modulárne montážne linky.....                                                         | 188        |
| 7.5.2 Pružné montážne systémy .....                                                         | 189        |
| 7.5.3 Samoorganizujúce montážne systémy.....                                                | 191        |
| 7.5.4 Budúcnosť montážnych liniek v automobilovom priemysle.....                            | 194        |
| 7.6 Zásobovacie zariadenia a zásobovacie podsystemy.....                                    | 195        |
| 7.6.1 Klasifikácia zariadení na orientáciu komponentov .....                                | 197        |
| <b>8 PROJEKTOVANIE MONTÁŽNYCH SYSTÉMOV .....</b>                                            | <b>200</b> |
| 8.1 Projektovanie montáže.....                                                              | 200        |
| 8.2 Model montáže.....                                                                      | 201        |
| 8.3 Projektovanie montážnych pracovísk .....                                                | 203        |
| 8.3.1 Metódy projektovania montážnych pracovísk a systémov.....                             | 203        |
| 8.3.2 Základy projektovania dielenských montáží .....                                       | 206        |
| 8.4 Typy problémov a úloh v projektovaní.....                                               | 208        |
| 8.5 Počítačová podpora projektovania montážnych systémov .....                              | 210        |
| 8.5.1 Počítačová podpora projektovania montážnych technológií,<br>pracovísk a systémov..... | 212        |
| <b>LITERATÚRA.....</b>                                                                      | <b>215</b> |

## Úvod

Vývoj moderných a progresívnych materiálov umožňuje zvyšovanie ich kvality a vyvoláva revolučné zmeny vo svete techniky, ale i v celej spoločnosti.

Pod pojmom výrobné technológie máme na mysli technológie, ktoré prinášajú vyššie úžitkové vlastnosti v porovnaní s doterajším stavom ich poznania. Tiež je potrebné mať na pamäti, že v nie tak ďalekej budúcnosti budeme vyrábať materiály stále z horších základných surovín a s veľkou ohľaduplnosťou k životnému prostrediu. Preto je potrebný aj vhodný výber technológií na spracovanie týchto materiálov.

Riešenie konkrétnych úloh praxe si preto vyžaduje ovládanie základných znalostí z navrhovania technologických postupov na takej úrovni, ktorá zabezpečí dobrú reprodukovateľnosť technologického procesu obrábania a montáže pri dodržiavaní vyžadovaných technologických, ale aj ekonomických kritérií.

Spomínaná skutočnosť predpokladá pochopenie a osvojenie si významu stroja, nástroja, obrobku, či prípravku vstupujúceho do procesu spracovania a montáže.

Tento pohľad mali na mysli autori predkladaných skript z predmetu „Výrobné technológie a montáž“.

Koncipovanie skript umožňuje študentovi si ozrejmiť základné teoretické zákonitosti z danej problematiky. Na základe toho sú skriptá rozdelené do kapitol, ktoré umožňujú študentovi získať praktické vedomosti z oblasti výrobných technológií a ich súvis s montážou.

Montáž v celosvetovej výrobe má rozhodujúcu váhu z hľadiska svojho podielu na celkových výrobných nákladoch montovaných výrobkov i z hľadiska počtu ľudí pracujúcich v tejto oblasti.

Predkladané skriptá sú príspevkom k úsiliu o zdokonalenie a osvojenie si metód rozvoja výrobných technológií a montáže, najmä v oblasti technologickosti konštrukcie výrobku z hľadiska montáže, resp. v oblasti metodík známych pod skratkou DFA (Design for Assembly – konštruovanie pre montáž).

Teória systémov je jediný známy všeobecný nástroj na skúmanie takých zložitých a štruktúrovaných javov ako je výroba. Montáž je posledná fáza výrobného procesu v strojárstve a v iných diskretných výrobných procesoch. Úlohou montáže je kompletizácia výrobku z diskretných súčiastok, jeho odskúšanie a zabalenie.

Všeobecným cieľom zlepšovania montážneho procesu je vo väčšine prípadov zníženie jednotkových nákladov na hotový výrobok.

Využitím systémového prístupu dosiahneme cieľ rovnomerným zdokonalením všetkých prvkov montážneho systému, ktorými sú hlavne:

- montovaný výrobok,
- montážna technológia,
- montážna technika,
- človek,
- materiálový tok,
- informačný tok,
- energetický tok.

V celom svete sa bádatelia zameriavajú hlavne na zdokonalenie prvku „montovaný výrobok“ montážneho systému. Napr. zmenšením počtu súčiastok radikálne poklesne zložitosť a prácnosť montáže a v dôsledku toho aj jednotkové montážne náklady. Uvedené úspory sa pritom dosiahnu nepatrným vynaložením investícií a rozumovými aktivitami manažérov.

|                        |                                                                                                                       |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autori                 | doc. Ing. Jozef Žarnovský, PhD.<br>Ing. Rastislav Mikuš, PhD.<br>Ing. Ivan Kováč, PhD.<br>Ing. Rastislav Bernát, PhD. |
| Názov                  | VÝROBNÉ TECHNOLOGIE A MONTÁŽ                                                                                          |
| Určené                 | Pre študentov SPU                                                                                                     |
| Vydavateľ              | Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre                                                                         |
| Vydanie                | Prvé                                                                                                                  |
| Vytlačené              | August 2018                                                                                                           |
| Náklad                 | 250 kusov                                                                                                             |
| Počet strán            | 218                                                                                                                   |
| AH-VH                  | 16,84-17,14                                                                                                           |
| Tlač                   | Vydavateľstvo SPU v Nitre                                                                                             |
| ISBN 978-80-552-1868-7 | Cena 6,70 €                                                                                                           |

Rukopis neprešiel redakčnou úpravou vo vydavateľstve.  
Za odbornú náplň vydania zodpovedajú autori.

