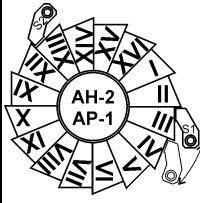
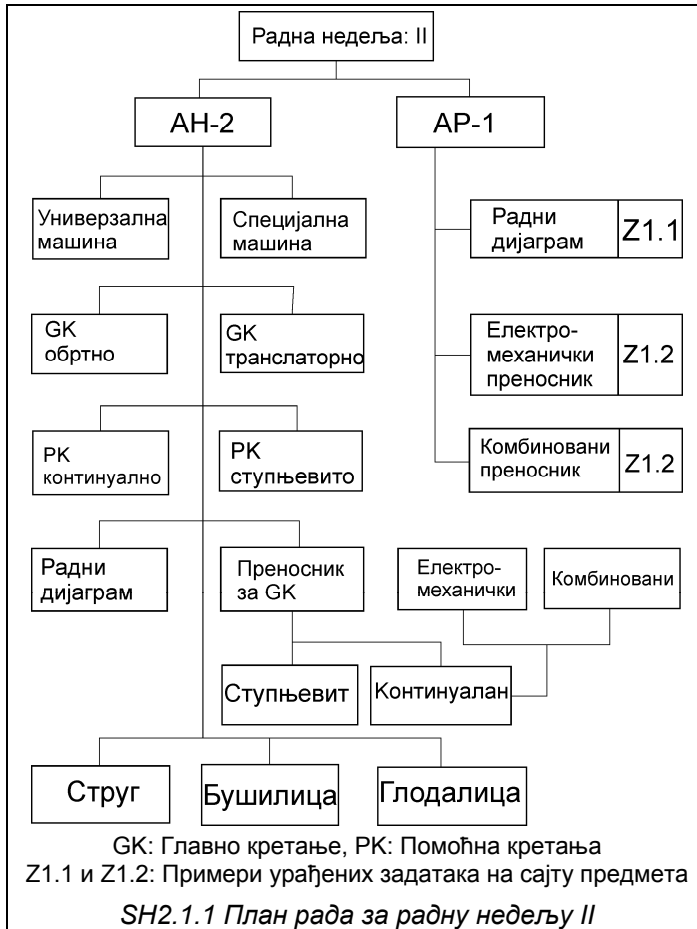
	Универзитет у Београду Машински факултет Катедра за производно машинство Предмет: Машине алатке	Шифра предмета: ПРО210А007-0043.0000 Статус предмета: Изборни, 6.3.5 http://cent.mas.bg.ac.rs/nastava/ma_bsc/index.htm Професор: Милош Главоњић	
HA2.1	MA2 ГЛАВНО КРЕТАЊЕ МАШИНА АЛАТКИ		
Програмске целине за лакше дефинисање програма предмета ПРО210А007-0043.0000 Машине алатке: MA1 Сага о машинама алаткама и технолошким системима; MA2 Главно кретање машина алатки; MA3 Помоћна кретања машина алатки; ... MA6 Управљање машина алатки; MA7 Програмирање машина алатки; MA8 Опрема машина алатки; MA9 Испитивање машина алатки; MA10 Темелји и ослонци машина алатки; MA11 Ресурси за развој машина алатки; ... Студенту ће на крају овог курса остати стечено знање и елаборат са подсетником шта је још могао научити.	АН-2 Радни дијаграм главног кретања машина за обраду резањем и електромеханички преносници за главно обртно кретање и AP-1 Радни дијаграм главног кретања.		
	Ова тема припада целини MA2 .	Подршка за ову тему су:	
	<ul style="list-style-type: none"> • Разрада теме АН-2 Радни дијаграм главног кретања машина за обраду резањем и електромеханички преносници за главно обртно кретање и давање упутства за израду првог задатка, AP-1 Радни дијаграм главног кретања. • Урађен први задатак, ЗЗ-1 Радни дијаграм главног кретања. • Први тест, ЗТ-1 Пројектни радни дијаграм главног кретања машина за обраду резањем и енергетски биланс машина за обраду пластичним деформисањем. • Први колоквијум, ЗК-1 Конфигурисање главног кретања. • Презентација елабората. • Овај пратећи писани материјал, који је припремљен тачно за ову тему, ha_2_1_ppt.pdf. • Допунски материјал са сајта предмета и самостално прибављена литература. 		
HA2.1.0 ПРЕДГОВОР	Помоћу пројектног радног дијаграма главног кретања повезују се параметри процеса обраде резањем и техничке карактеристике главног кретања машине алатке на којој се тај процес изводи. Радни дијаграм главног кретања машине алатке за обраду резањем по традицији чини пет карактеристика: $v(D)$, $F(D)$, $P_i(D)$, $M_i(D)$ и $\eta(D)$. Посматрају се само електромеханички преносници, као актуелна концепција преносника за главно кретање машина за обраду резањем. За време лабораторијских вежби у Лабораторији за машине алатке могу да се виде и анализирају и класичне концепције преносника за главно кретање. У програму предмета овом темом су обухваћена само следећа два питања: 2. Енергетски подсистем обрадног система за обраду резањем. Енергетски биланс. Одређивање инсталисане снаге машине алатке за обраду резањем. Примери струга, бушилице и глодалице. 3. Електромеханички преносници за главно обртно кретање. Разрада ове теме ће се извршити у три дела. То ће бити: ➤ Разрада питања 2. са посебним освртом на одређивање инсталисане снаге струга и на комплетирање пројектног радног дијаграма главног кретања машине са континуалном променом брзина главног и помоћних кретања. ➤ Поставка и разрада питања 3. под претпоставком да и главно и помоћна кретања имају континуалну промену брзине, остварену помоћу електромеханичких преносника. ➤ Поставка задатка ЗЗ-1 и израда примера за углед. Структура овог подсетника је уобичајена: ➤ Обрада теме АН-2 и то у одељку HA2.1.1 за питање 2. и у одељку HA2.1.2 за питање 3. ➤ Разрада теме АН-2, AP-1, у одељку HA2.1.3 У одељку HA2.1.1 су: поставка проблема, дефиниција радног дијаграма, план рада, поставка главних фактора обраде, свођење енергетског биланса универзалне машине за обраду резањем, формулисање пројектног режима обраде и одређивање снаге главног кретања и идеалне брзине, одређивање оптималног пречника и комплетирање карактеристика за радни дијаграм континуалног преносника за главно кретање. У одељку HA2.1.2 је подсетник за питање број 3. У AP-1 су: поставка проблема, уобичајена поставка задатка ЗЗ-1 и план рада. Ове две теме се разрађују на примеру електромеханичког преносника за главно обртно кретање машина алатки за обраду резањем. Користи се специјални случај таквог преносника са следећим особинама: ➤ Између мотора и ступњевитог дела преносника постоји један каишни преносник за потребе финог подешавања улазног броја обрта у ступњевити део. ➤ Ступњевити део преносника има четири ступња, што се сматра више него довољним за потребе мотора за главно кретање, какви сада постоје на тржишту. ➤ Мотор за главно кретање у својој карактеристици има опсег са $M_M = const$, на мањем броју обрта и опсег са $P_M = const$, на преосталим већим бројевима обрта.		
Овај документ је компактан и намењен је за школске потребе. Његово тумачење ваља почети тек када се има довољно времена. Најбоље је то чинити уз помоћ инструктора и у целом окружењу припремљеном за предмет Машине алатке.			
У Београду, марта 2012. године			

У радној недељи II завршавају се АН-2 и АР-1, SH2.1.1 и задаје први домаћи задатак, 33-1, под називом Радни дијаграм главног кретања. Избор је показан на SH2.1.1. По плану рада у недељи II су:



АН-2 Радни дијаграм главног кретања машина за обраду резањем и електромеханички преносници за главно обртно кретање. У оквиру ове теме припремају се одговори на следећа два основна питања, везана за усмени испит:

2. Енергетски подсистем обрадног система за обраду резањем. Енергетски биланс. Одређивање инсталисане снаге машине алатке за обраду резањем. Примери струга, бушилице и глодалице.
3. Електромеханички преносници за главно обртно кретање са посебним освртом на Пројектни радни дијаграм главног обртног кретања машине алатке за обраду резањем са континуалним преносником.

Одговори на ова питања дају се на часовима планираним за АН-2, њих 3 у радној недељи II. Они су и припрема за први тест (ЗТ-1) и за усмени испит.

АР-1 Упутство за израду првог (домаћег) задатка, 33-1, Радни дијаграм главног кретања. Овим се врши разрада теме АН-2. На основу упутства за израду првог (домаћег) задатка припрема се и једна од тема која може бити на првом колоквијуму (ЗК-1), али и на трећем (ЗК-3), по избору.

НА2.1.1 ЕНЕРГЕТСКИ ПОДСИСТЕМ ОБРАДНОГ СИСТЕМА ЗА ОБРАДУ РЕЗАЊЕМ. ЕНЕРГЕТСКИ БИЛАНС. ОДРЕЂИВАЊЕ ИНСТАЛИСАНЕ СНАГЕ МАШИНЕ АЛАТКЕ ЗА ОБРАДУ РЕЗАЊЕМ. ПРИМЕРИ СТРУГА, БУШИЛИЦЕ И ГЛОДАЛИЦЕ.

Овде је показана процедура свођења енергетског биланса универзалне машине алатке за обраду резањем. Она садржи: поставку проблема, дефиницију радног дијаграма, план рада, поставку главних фактора обраде и само свођење енергетског биланса универзалне машине за обраду резањем на примеру струга са ручним управљањем, формулисање пројектног режима обраде и одређивање снаге главног кретања и идеалне брзине, одређивање оптималног пречника и комплетирање карактеристика за пројектни радни дијаграм континуалног преносника за главно кретање.

1) Поставка проблема. Потребно је саставити пројектни радни дијаграм главног кретања одабране машине алатке за обраду резањем под претпоставкама постављеним на SH2.1.1:

- Машина је универзална. Специјална се само помиње.
- Главно кретање је обртно.
- Помоћна кретања су континуална. Ступњевита се само помињу.
- Прво се поставља радни дијаграм, па конфигурише преносник за главно кретање: детаљно континуални електромеханички, као у Z1.2, а по примеру Z1.1 са сајта и ступњевити.
- Одабрана машина је струг. Остале се само коментаришу.

2) Дефиниција радног дијаграма. Радни дијаграм једног главног обртног кретања је скуп следећих пет карактеристика, које се за то главно кретање могу саставити: $v(D)$, $F_1(D)$, $P_1(D)$, $M_1(D)$ и $q_1(D)$. За струг је: D [mm] пречник обраде (за глодалицу и бушилицу пречник алата); v [m/min] је брзина резања; F_1 [N] је главна сила резања (у обради бушењем и глодањем то је нека обимна сила); P_1 [kW] је

излазна снага главног кретања; M_i [Nm] је излазни момент; q_i [N/min] је специфична запреминска производност посматране машине. Дакле, независно променљива је пречник. Ако је преносник за главно кретање ступњевит, онда је део ових карактеристика тестераст, а ако је тај преносник континуалан, карактеристике су глатке. Посматрају се две верзије овог дијаграма: пројектни и стварни, од чега се овде детаљно проучава пројектни. По пројектном радном дијаграму се конфигурише преносник, а стварни радни дијаграм се саставља за већ направљену машину.

3) План рада. Тема АН-2 обрадиће се се овим редоследом:

- Поставка главних фактора обраде.
- Свођење енергетског биланса универзалне машине за обраду резањем на примеру струга са ручним управљањем.
- Формулисање пројектног режима обраде и одређивање снаге главног кретања и идеалне брзине.
- Одређивање оптималног пречника.
- (Необавезно, за евентуално додатно увежбавање) Комплетирање карактеристика за пројектни радни дијаграм ступњевитог преносника за главно обртно кретање.
- Комплетирање карактеристика за пројектни радни дијаграм континуалног преносника за главно обртно кретање.
- Дискусија резултата.

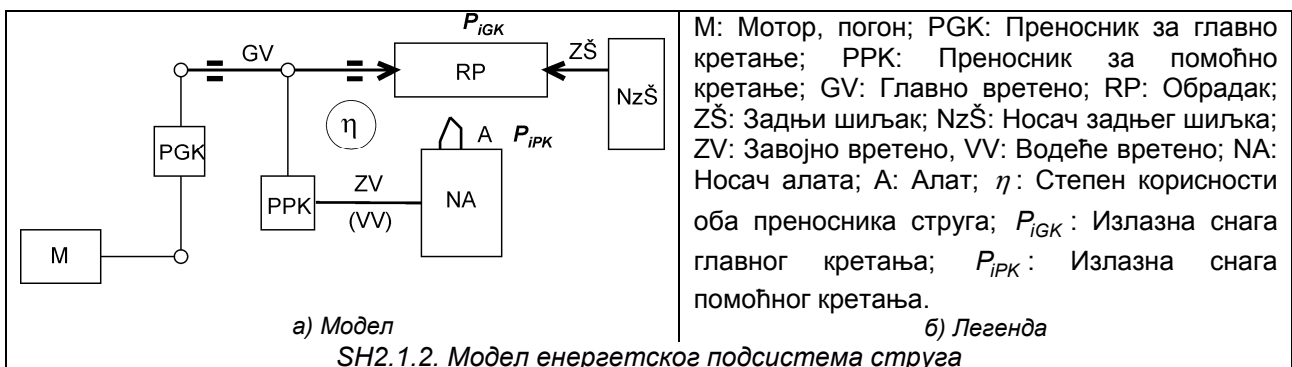
4) Поставка главних фактора обраде. За обраду стругањем и овде ће се користити брзина и главна сила резања као главни фактори обраде. Технолошка брзина резања се даје као проширени израз

$$v \text{ [m/min]} = \frac{C_v \text{ [(m/min)/mm}^2] k_v}{T \text{ [min]}^m a \text{ [mm]}^x s \text{ [mm/o]}^y}, \text{ а главна сила резања: } F_1 \text{ [N]} = C_{k1} \text{ [N/mm}^2] a \text{ [mm]}^{x_1} s \text{ [mm/o]}^{y_1} k_{F1}.$$

Елементи режима су дубина резања a и корак s . Одабраном ножу је својствена постојаност T . Детаљи о условима обраде описују се поправним факторима k_v и k_{F1} . Они ће овде бити постављени на 1.0. Тако ће посао бити једноставнији, а то је као да се посматрају таблични случајеви неке обраде стругањем. Параметри обрадљивости могу да се нађу у приручницима. Један такав је приручник који је коришћен у Технологији машинске обраде.

5) Свођење енергетског биланса универзалне машине за обраду резањем на примеру струга са ручним управљањем. Овакав струг има заједнички погон и зависна кретања. Структура му је показана на SH2.1.2. Конверзија енергије врши се у мотору, пренос енергије врши се кроз преноснике и актуаторе, дисипација енергије је у целој машини, а описана је степеном корисности оба преносника, односно, погона и преносника у целини. Правило је овакво: Израчуна се и/или одреди излазна снага главног кретања, процене се снага помоћног кретања и степен корисности, а онда одреди улазна снага, односно, снага мотора:

- $\frac{P_{IPK}}{P_{IGK}} = \frac{F_3 V_s}{F_1 V} \cong 0.005$, са десетоструком резервом: 0.05.
- $P_U \cong P_M = 1.05 P_{IGK} / \eta$.



6) Формулисање пројектног режима обраде и одређивање снаге главног кретања и идеалне брзине. Потребно је:

- Одабрати пројектни режим.
- Помоћу главних фактора обраде нацртати дијаграме $P_{iA}(v)$ и $P_{iM}(v)$. Резултат је у TH2.1.1.

➤ Одредити идеалну брзину и максималну излазну снагу: $v_i, P_{i\max}$.

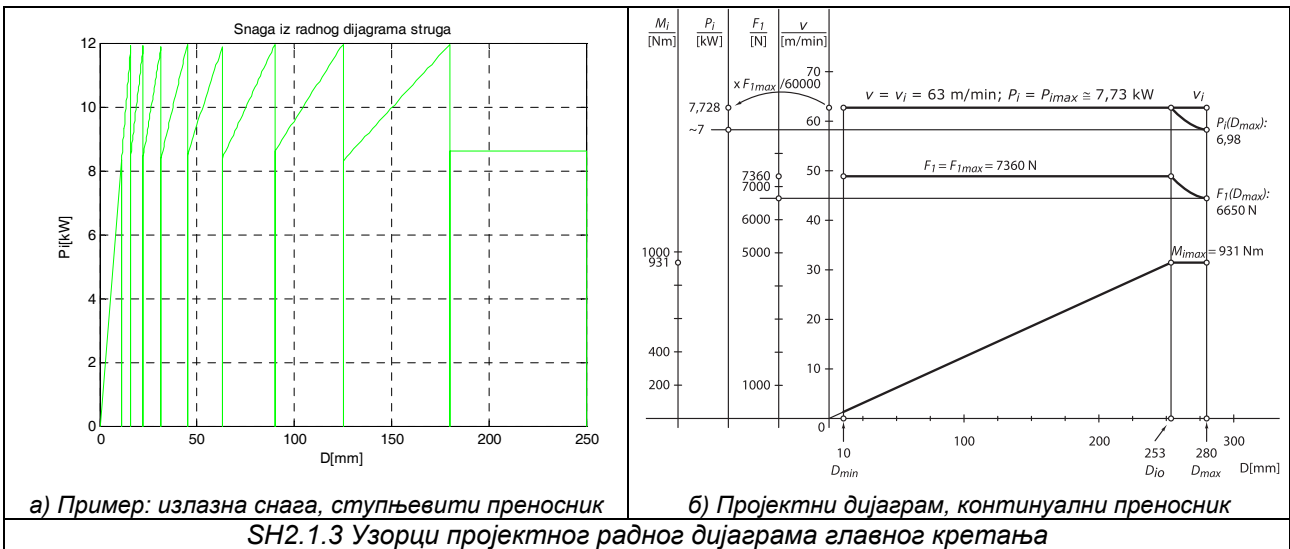
Идеална брзина и максимална излазна снага главног кретања довољне су за почетак састављања пројектног радног дијаграма. Детаљи се објашњавају на часу.

ТН2.1.1 Резиме израчунавања излазних снага.			
$P_{iA}(v)$	$P_{iA}(v) = K_1 v^z$	$K_1 = (C_{k1} k_{F1})(C_v k_v / T^m)^{(x_1+y_1)/(x+y)} g^{x_1-x(x_1+y_1)/(x+y)} / 60000$	$z = 1 - (x_1 + y_1)/(x + y)$
$P_{iM}(v)$	$P_{iM}(v) = K_2 v$	$K_2 = C_{k1} g^{x_1} s_{\max}^{x_1+y_1} k_{F1} / 60000$. Виткост струготине је: $g = a/s$.	

7) **Одређивање оптималног пречника.** Оптимални пречник се одређује по уобичајеним критеријумима. Треба их поставити и одредити оптимални пречник. Резултат: $D_{io} = \eta_Q^{(x+y)/(2-x-y)} D_{\max}$, по дефиницији и $D_{io} = (0.7 - 0.8) D_{\max}$, по препоруци. Детаљи се објашњавају на часу.

8) (Необавезно) **Комплетирање карактеристика за пројектни радни дијаграм ступњевитог преносника за главно кретање.** Пројектни радни дијаграм овог типа показан је на SH2.1.3а). Преузет је из решеног задатка Z1.1. Детаљи се објашњавају на часу.

9) **Комплетирање карактеристика за пројектни радни дијаграм континуалног преносника за главно кретање.** Пројектни радни дијаграм овог типа показан је на SH2.1.3б). Преузет је из решеног задатка Z1.2. За карактеристику производности ($q_i = g s_{\max}^2 v \gamma / 1000 = k_q v$) има више израчунавања. Зато су резултати за специфичну запреминску производност издвојени и дати посебно у ТН2.1.2.



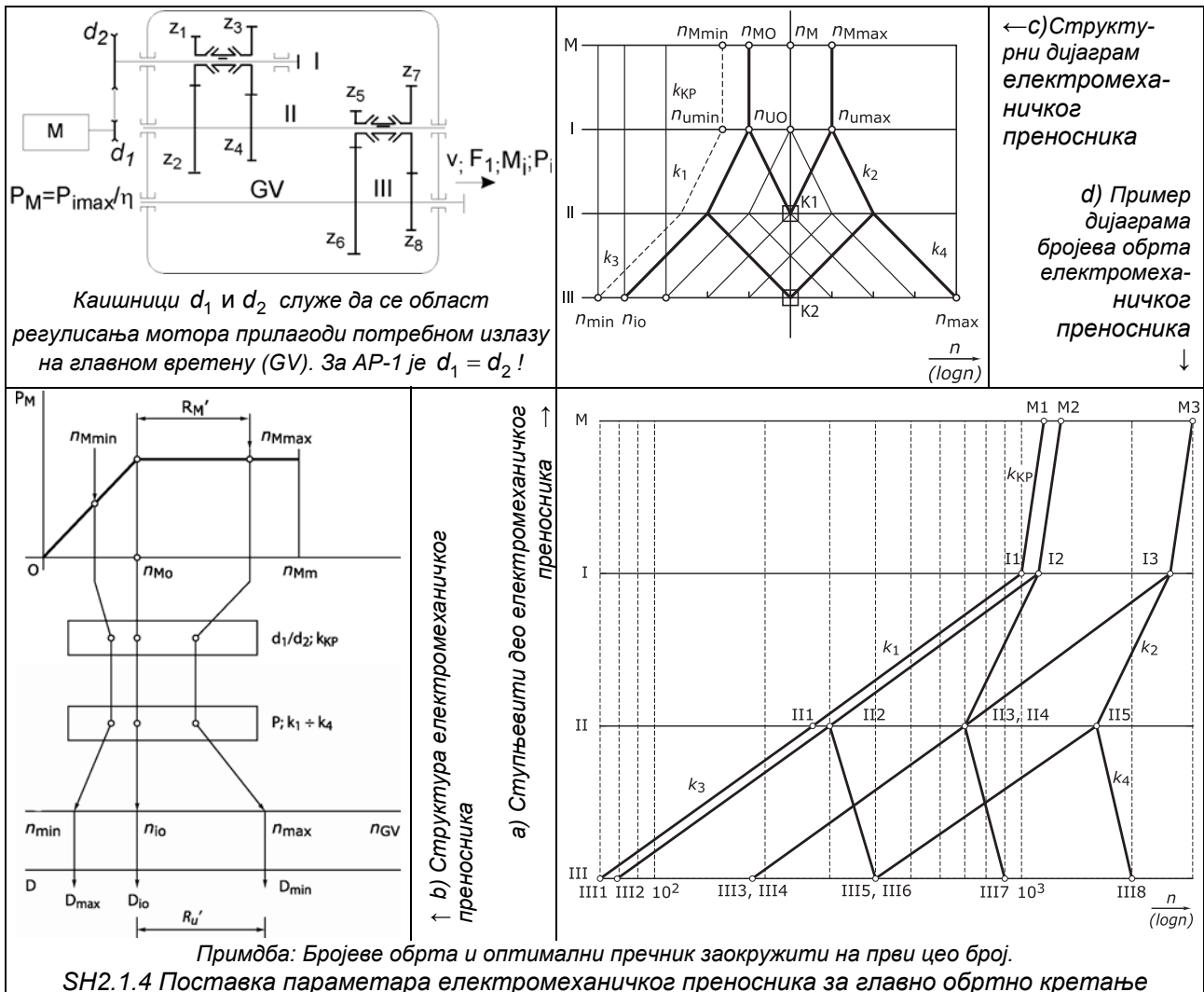
ТН2.1.2 Део бројних података из израчунавања производности.		
Формула	Развијени облик	Смене
$D_{\min} \leq D \leq D_{io}$		
$q[\text{N/min}] = \frac{g s^2 v \gamma [\text{N/dm}^3]}{1000}$ $q = v_1 v_2 \rho_1 \rho_2$	$q_1 = \frac{g \gamma \pi}{10^6} \left(\frac{F_{1\max}}{C_{k1} g^{x_1} k_{F1}} \right)^{2/(x_1+y_1)} n D$	$v_1 = \frac{g \gamma \pi}{10^6}, \rho_1 \equiv n, \rho_2 \equiv D,$ $v_2 = \left(\frac{F_{1\max}}{C_{k1} g^{x_1} k_{F1}} \right)^{2/(x_1+y_1)}$
$D_{io} \leq D \leq D_{\max}$		
$q[\text{N/min}] = \frac{g s^2 v \gamma [\text{N/dm}^3]}{1000}$ $q = v_1 v_2 v_3 \rho_1 \rho_2^4$	$q_2 = \frac{g \gamma \pi}{10^6} \left(\frac{F_{1\max}}{C_{k1} g^{x_1} k_{F1}} \right)^{2/(x_1+y_1)} \left(\frac{D_{io}}{D} \right)^{2/(x_1+y_1)} n D$	$v_3 = D_{io}^{2/(x_1+y_1)},$ $v_4 = 1 - 2/(x_1 + y_1)$
$\rho_1 \equiv n, \rho_2 \equiv D.$		

10) **Дискусија резултата.** Врши се на часу.

HA2.1.2 ЕЛЕКТРОМЕХАНИЧКИ ПРЕНОСНИЦИ ЗА ГЛАВНО ОБРТНО КРЕТАЊЕ

На SH2.1.4a) приказана је структура једног електромеханичког преносника за главно обртно кретање. Он има мотор (M) са континуалном променом бројева обрта, улазни каишни преносник (d_1/d_2), четворостепени (ступњевити) преносник и главно вретено (GV). Мотор (M) има школски тип карактеристике: континуално променљив број обрта и константан момент на мањим бројевима обрта, а константну снагу на већим. Показана је на SH2.1.4b). Структурни дијаграм је показан на SH2.1.4c). Састављен је за случај да нема дисконтинуитета ни преклапања бројева обрта на главном вретену III (то је описано детаљима K1 и K2). Један дијаграм бројева обрта показан је на SH2.1.4d). Главне ставке кинематичког конфигурисања оваквог преносника су следеће:

- Из претходног рачуна преузети оптимални број обрта (n_{io}) и минимални и максимални број обрта (n_{min} и n_{max}) главног вретена, а из каталога мотора карактеристике неколико мотора који имају адекватну снагу (P_M, n_{Mo}, n_{Mm}).
- Подесити преносни фактор каишног преносника (k_{KP}) и преносне факторе првог степена преносна ступњевитог преносника (k_1 и k_3) тако да се са бројем обрта мотора n_{Mo} оствари оптимални број обрта (n_{io}) на главном вретену. За ову школску прилику проблем је упрошћен постављањем услова $k_{KP} = 1$.
- Подесити остала два преносна фактора (k_2 и k_4) тако да се оствари континуална област регулисања R_U' . За такав преносник потом одабрати и мотор тако да, осим довољне снаге (P_M) има и довољну област регулисања ($n_{Mm} > n_{Mmax}$).
- Довршити конфигурисање прописивањем n_{Mmin} са којим се првим степеном преноса добија n_{min} .



HA2.1.3 AP-1: РАЗРАДА ТЕМЕ АН-2 И ДАВАЊЕ УПУТСТВА ЗА ИЗРАДУ ПРВОГ ЗАДАТКА: РАДНИ ДИЈАГРАМ ГЛАВНОГ КРЕТАЊА.

Текст задатка се даје на почетку семестра, а задатак се активира давањем овог упутства. Задаје се и на примерима описује решавање поједностављене верзије задатка, која се односи на машину за обраду резањем, са континуалним преносницима за помоћна кретања. Тада се може саставити пројектни радни дијаграм без ограничавања пресека струготине која потичу од природе промене брзина помоћних кретања. Задатак се обично односи на универзалне машине и то струг, бушилицу и глодалицу. Описује се и стварни радни дијаграм главног кретања када се посматра направљена машина. Универзалност посматране машине задаје се комбинованим опсезима могуће промене елемената режима резања. Упутством се прецизира како се тако постављени задатак решава, добијена решења дискутују и бира најпогодније решење за радни дијаграм. Сугеришу се и форма и садржај текста решења овог задатка. Следе: поставка проблема, уобичајена поставка задатка 33-1, план рада, део резултата обавезног израчунавања за бољи приказ ове процедуре и коментар.

1) Поставка проблема. Потребно је саставити пројектни радни дијаграм главног кретања једне машине алатке за обраду резањем по датом задатку. Главно кретање је континуално, реализовано као електромеханички преносник. За потребе даљег студирања може бити и ступњевито, са задатим бројем ступњева (m_s) и фактором ступњева (φ_n). Задатак се односити на струг са континуалном променом бројева обрта главног вретена и континуалним преносником за помоћна кретања. Његово решавање ће се вежбати као домаћи задатак и може бити задат на првом колоквијуму (ЗК-1), или самостално одабран на трећем (ЗК-3). У решавању овог задатка одредиће се и параметри једног електромеханичког преносника за главно кретање ове машине. И даље се сматра да електромеханички преносник има мотор са континуално променљивим бројем обрта и ступњевити преносник са мало ступњева (m_s), довољних да се оствари континуална промена бројева обрта главног вретена и радни дијаграм какав је на SH2.1.3b). За потребе AP-1 и школско увежбавање биће $m_s = 4 = 1 \cdot 2 \cdot 2$, а мотор ће имати карактеристику каква је показана на SH2.1.4b). Детаљи су дати у решењу задатка Z1.2. Овде ће се користити само део тог решења, који је потребан за дискусију примене пројектног радног дијаграма главног обртног кретања, који је показан на SH2.1.3b).

2) Уобичајена поставка задатка 33-1. Главни фактори обраде на једном стругу су:

$$v[\text{m/min}] = \frac{C_v[(\text{m/min})/\text{mm}^2]k_v}{T[\text{min}]^m a[\text{mm}]^x s[\text{mm/o}]^y} \text{ и } F_1[\text{N}] = C_{k1}[\text{N/mm}^2]a[\text{mm}]^{x_1}s[\text{mm/o}]^{y_1}k_{F1}. \text{ Преносник за помоћно}$$

кретање овог струга је континуалан. Преносник за главно кретање је: или ступњевит са следећим параметрима: број ступњева је m_s , фактор ступњева је φ_n , или континуалан електромеханички са бројем ступњева m_s ступњевитог дела преносника. Максимални пречник обраде је $D_{\text{max}}[\text{mm}]$. Оптимални пречник се прописује по дефиницији, за пројектни пад производности η_Q , или по препоруци. Пројектни режим је: виткост струготине $g = a/s$ и максимални корак $s_{\text{max}}[\text{mm/o}]$. Специфична тежина материјала обрада је $\gamma = 78 \text{ kN/m}^3$. Преносни фактори треба да буду на уобичајеном сегменту [0.25, 2]. Још је $d_1 = d_2$, чиме се упрошћава кинематичко конфигурисање овог електромеханичког преносника. Потребно је:

- Нацртати дијаграме $P_{iA}(v)$ и $P_{iM}(v)$, па одредити $D_{io}, v_i, F_{i\text{max}}, P_{i\text{max}}, M_{i\text{max}}$ и израчунати тежину струготине коју алат прави у пројектном режиму обраде измеђе два оштрења, као у Z1.1.
- (Необавезно) Нацртати део карактеристике $v(D), F_1(D), P_i(D), M_i(D)$ и $q_i(D)$ пројектног радног дијаграма главног кретања овог струга са ступњевитом променом само за прва четири ступња.
- Нацртати карактеристике $v(D), F_1(D), P_i(D), M_i(D)$ и $q_i(D)$ пројектног радног дијаграма главног кретања овог струга са континуалном променом бројева обрта главног вретена по узору на Z1.2.
- Одредити главне параметре електромеханичког преносника за ово главно кретање, за $k_2 = z_3 / z_4 = 1.0$ и по процедури постављеној у одељку HA2.1.2.

Подаци за 33-1 пописани у су TH2.1.3 по групама MA1.1 до MA2.4. На SH2.1.4 дат је водич за решавање оваквих задатака. За (необавезни) ступњевити преносник задаван је умерено велики број ступњева, али пројектни дијаграм треба урадити само за прва четири ступња. Вероватно ће међу њима бити и оптимални пречник са својим режимом. Претпоставља се да су групе за израду задатака већ формиране по списку полазника овог курса. Ти спискови студената по групама и подгрупама формирану су за време HA-1, у првој радној недељи. Коначне корекције врше се на почетку AP-1.

ТН2.1.3 Бројни подаци за домаћи задатак 33-1. Јединице мере су како је назначено у тексту (v [m/min], C_v [(m/min)/mm²], T [min], a [mm], s [mm/o], F_1 [N], C_{k1} [N/mm²], P_i [kW], M_i [Nm], q [N/min], Q [N]). За све подгрупе је специфична тежина материјала обрадкa $\gamma = 7800 \text{ daN/m}^3$, а преносни фактор k_2 износи 1.0. За задато $D_1 = D_{\max}$ и φ_n ступњевитог преносника у табели стандардних бројева обрта налази се D_{\min} као D_{ms} .

Подаци	C_v	T	m	x	y	k_v	C_{k1}	x_1	y_1
Групе	k_{F1}	φ_n	m_s	D_{\max}	η_Q	g	s_{\max}	n_{M0}	n_{Mm}
МА1.1 и МА2.1	950.0	60	0.38	0.1	0.12	1.0	1500.0	1.0	0.75
	1.0	1.4	8	355	0.6	10	0.9	630	2000
МА1.2 и МА2.2	780.0	60	0.38	0.11	0.17	1.0	1900.0	0.9	0.9
	1.0	1.25	12	224	0.6	9	0.8	900	2000
МА1.3 и МА2.3	600.0	60	0.32	0.1	0.18	1.0	2040.0	1.0	0.75
	1.0	1.12	18	250	0.6	8	0.9	560	1500
МА1.4 и МА2.4	550.0	60	0.32	0.11	0.2	1.0	2100.0	0.9	0.9
	1.0	1.25	12	355	0.6	9	0.8	630	1500

За време AP-1 биће урађен пример по подацима који су пописани у ТН2.1.4. За необавезни ступњевити преносник задато је да има $m_s = 18$ ступњева са фактором ступњева $\varphi_n = 1.12$. Тако је овај пример близак задацима за групе МА1.3 и МА2.3. Ако би се за овакав ступњевити преносник подешавали параметри било би добро да се одабере мотор са бројем обрта $n_M \cong 975 \text{ min}^{-1}$ (асинхрони са три пара полова). За школске потребе може се сматрати да овај мотор има тачно 1000 обрта зато што је то истовремено и стандардни број у низу са $\varphi_n = 1.12$.

ТН2.1.4 Бројни подаци за пример који ће бити урађен у оквиру припреме AP-1. Јединице мере: како су назначене у тексту и у ТН2.1.3. Остало: $\gamma = 7800 \text{ daN/m}^3$, преносни фактор k_2 износи 1.0.

Подаци	C_v	T	m	x	y	k_v	C_{k1}	x_1	y_1
Групе	k_{F1}	φ_n	m_s	D_{\max}	η_Q	g	s_{\max}	n_{M0}	n_{Mm}
AP-1	550.0	60	0.28	0.11	0.17	1.0	1800.0	0.9	0.85
	1.0	1.12	18	280	0.6	9	0.9	500	1500

3) План рада. AP-1 ће бити обављено овим редоследом:

- Реконструкција главних фактора обраде по задатим подацима.
- Одређивање снаге главног кретања и идеалне брзине.
- Одређивање оптималног пречника.
- (Необавезно) Комплетирање карактеристика за пројектни радни дијаграм ступњевитог преносника за задато главно обртно кретање и за само прва четири ступња.
- Комплетирање карактеристика за пројектни радни дијаграм континуалног преносника за задато главно кретање.
- Подешавање параметара ступњевитог (необавезно) и електромеханичког преносника за реализацију овог главног кретања.
- Дискусија резултата.

Ово се ради за време AP-1. На AP-1 биће поново протумачена и решења задатака која постоје на сајту предмета: Z1.1 и Z1.2. Та два урађена примера и упутства у оквиру AP-1 треба да помогну у изради првог домаћег задатка (33-1). За време прегледа тог задатка (33-1) биће прилике да се отклоне уочене грешке. Све то онда остаје као литература на првом колоквијуму (ЗК-1), на којем се може појавити и овакав задатак, или на трећем колоквијуму (ЗК-3), на којем се може одабрати за решавање понуђени задатак овог типа.

4) Део резултата обавезног израчунавања (ставке а, с и d уобичајене поставке 33-1)

а) Дијаграми $P_{iA}(v)$ и $P_{iM}(v)$, D_{i0} , v_i , $F_{1\max}$, $P_{i\max}$, $M_{i\max}$ и тежина струготине коју алат може направити између два оштрења у пројектном режиму обраде. По подацима из ТН2.1.4 прво се одреде константе K_1 , z и K_2 , а онда нацртају и дијаграми $P_{iA}(v)$ и $P_{iM}(v)$. За то се користе обрасци из ТН2.1.1. Резултат је: $K_1 \cong 4.9590662 \cdot 10^{12}$, $z = -5.25$, $K_2 \cong 0.18024528$. Отуда су идеална брзина и

максимална излазна снага: $v_i \cong 141.35975 \text{ m/min}$, $P_{i\max} \cong 25.47943 \text{ kW}$. Оптимални пречник, израчунат по дефиницији и заокружен на ближи цео број је $D_{io} \cong 258 \text{ mm}$. Још је, по ознакама са SH2.1.3: $F_{1\max} \cong 10814.7169 \text{ N}$, $M_{i\max} \cong 1395.09848 \text{ Nm}$. На максималном пречнику (D_{\max}) за пројектни радни дијаграм потребне су сила и излазна снага: $F_{1\max}' \cong F_1(D_{\max}) \cong 9964.9891 \text{ N}$, $P_{i\max}' \cong 23.477472 \text{ kW}$, где је $P_{i\max}' \cong P_i(D_{\max})$. Одређивање минималног пречника у AP-1 постављено је посредно. У TH2.1.3 и TH2.1.4 задати су максимални пречник (D_{\max}) и подаци о ступњевитом преноснику, чије конфигурисање није обавезно у AP-2 (број ступњева m_s и фактор ступњева φ_n). Претпоставља се да и такав ступњевити преносник и електромеханички континуални имају исту област регулисања. Ступњевити преносник тако покрива дијапазон пречника од $D_{\max} = D_1$ до $D_{\min} = D_{ms} / \varphi_n \cong D_{ms+1}$ са приближно истим падом брзине између економских пречника. Задати фактор ступњева је стандардни и по табели стандардних бројева обрта потребно је одбројити $m_s + 1 = 18 + 1 = 19$ стандардних бројева у низу са фактором ступњева $\varphi_n = 1.12$ почев са $D_1 \cong D_{\max} = 280 \text{ mm}$. Тај деветнаести пречник је 35.5 mm и он је постављен као минимални и за електромеханички преносник. Тако је поштована и конвенција да су и економски пречници стандардни бројеви, као и бројеви обрта ступњевитог преносника и са истим фактором ступњева. Када се комплетирају параметри електромеханичког преносника стандардизација губи смисао, али се задржава следећа конвенција: максимални и минимални пречник остају као и за ступњевити преносник, а оптимални пречник се заокружава на ближи цео број како је то и задато примедбом на SH2.1.4. Специфична запреминска производност је у овом случају $q_{io} = g s_{\max}^2 v_i \gamma / 1000 \cong 80.38 \text{ N/min}$, а количина струготине, коју алат може да направи у пројектном режиму између два оштрења, износи $Q = q_{io} T \cong 4822.799 \text{ N}$. Ови резултати су пописани у TH2.1.5. Дијаграми $P_{iA}(v)$ и $P_{iM}(v)$ дати су на SH2.1.5a).

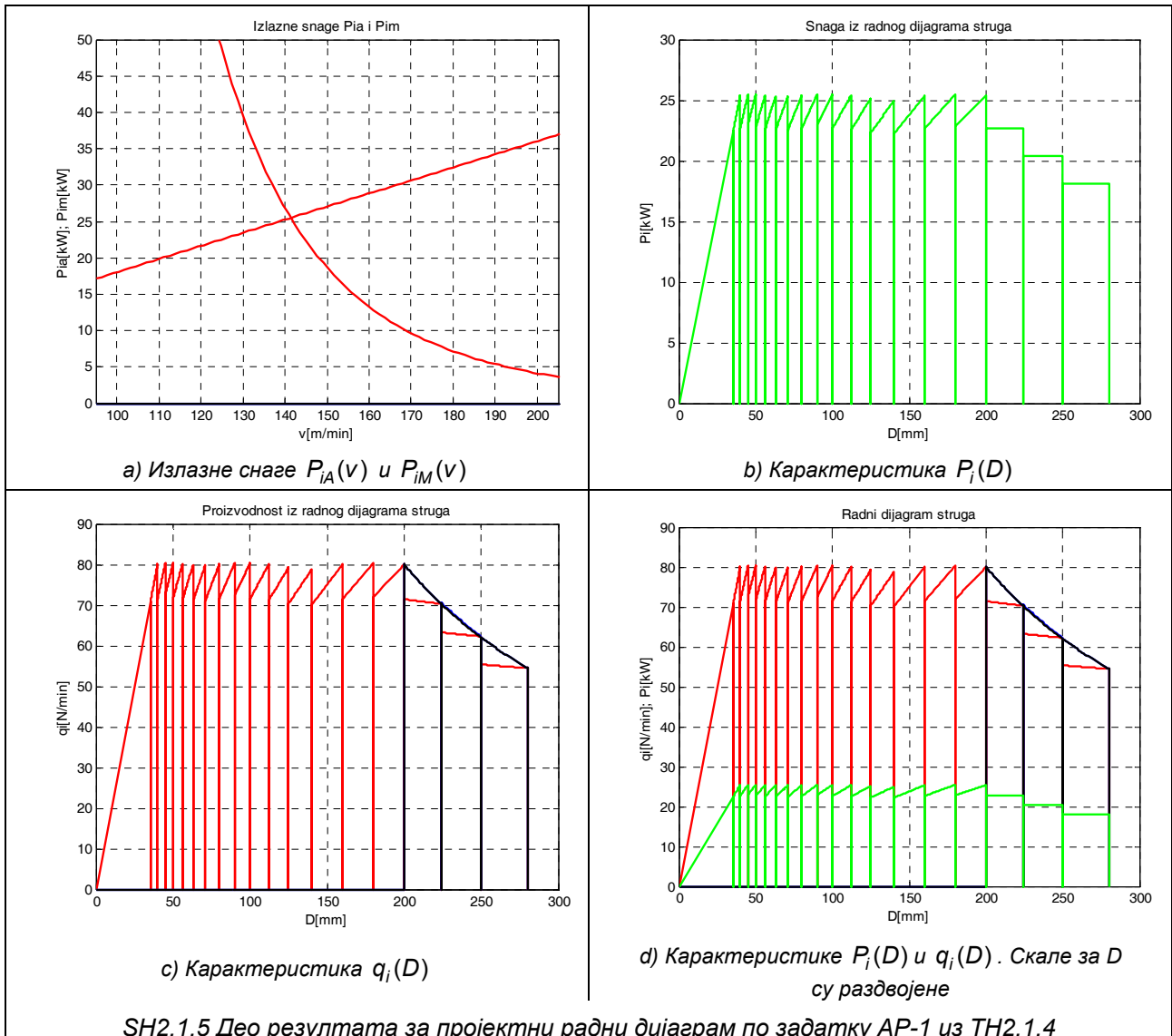
TH2.1.5 Резултати из решења примера AP-1. Јединице мере су уобичајене: 1m/min за брзину резања, 1 kW за снаге, 1 mm за дужине – пречнике, 1 N/min за специфичну запреминску производност, 1 N за силе и запреминску производност, 1 Nm за моменте, 1 min ⁻¹ за бројеве обрта.					
Легенда: Таблица је уређена по паровима врста. Ти парови врста су омеђени двоструким линијама. У првој врсти једног пара је ознака величине, а у другој врсти тог пара, испод ознаке, стоји резултат.					
K_1	K_2	z	v_i	$P_{i\max}$	D_{io}
4.95906624E+12	0.180245281603	-5.25	141.359747485	25.479427492	258.0
q_{io}	Q	$F_{1\max}$	$M_{i\max}$	$F_{1\max}'$	$P_{i\max}'$
80.3799796147	4822.7987769	10814.71689619	1395.09848	9964.9891401	23.477472475
(D_{\max})	D_{\min}	n_{\min}	n_{io}	n_{\max}	R_k'
280.0	35.5	161.0	174.0	1267.0	1.642
k_1	k_2	k_3	k_4	$n_{M\min}$	$n_{M\max}$
0.609013398295	1.0	0.57141600	1.5432399513	463.0	821.0

с) Карактеристике $v(D)$, $F_1(D)$, $P_i(D)$ и $M_i(D)$ пројектног радног дијаграма главног кретања овог струга са континуалном променом бројева обрта главног вретена. Не црта се дијаграм производности. Сам пројектни дијаграм изгледа као онај на SH2.1.3b), или у Z1.2, али са подацима из TH2.1.5: Минимални пречник је 35.5, оптимални 258, максимални 280 mm, иделана брзина је око 141.36 m/min итд.

д) Главни параметри електромеханичког преносника за ово главно кретање за $k_2 = 1.0$. Уобичајено је да буде $k_2 = z_3 / z_4$, SH2.1.4a). Параметре треба подешавати према SH2.1.4 и по узору на решење задатка Z1.2 са сајта, коришћењем једначина (J1), (J2), и (J3) из тог решења. Прво се израчуна област регулисања мотора у режиму константне снаге. Она треба да буде тачно $\log R_k' = \log(n_{M\max} / n_{M0}) / m_s$ и зноси приближно 1.6426946. Зато је потребно да мотор у режиму константне снаге има максимални број обрта $n_{M\max} = n_{M0} R_k' \cong 821.35$. Он се заокружава на 821 min^{-1} по услову задатка. Толико је и уписано у TH2.1.5. На основу тога израчунава се коначна вредност за област регулисања мотора у режиму константне снаге: $R_k' = n_{M\max} / n_{M0} = 821 / 500 = 1.642$. Сада се решава систем једначина (J1, J2, J3) под условом да је $k_2 = z_3 / z_4 = 1.0$. Резултат су преносни фактори ступњевитог дела преносника: $k_1 = z_1 / z_2$, $k_3 = z_5 / z_6$ и $k_4 = z_7 / z_8$. Уписани су у TH2.1.5.

5) Коментар. Део резултата за ступњевиту верзију овог преносника за главно кретање показан је на SH2.1.5. Оптимални пречник у овом решењу није изабран по дефиницији, него по препоруци по којој треба да буде први мањи економски од $D_{io} = (0.7 - 0.8)D_{max} \cong 0.75D_{max}$. То је у овом случају четврти економски пречник. Остале задатке из TH2.1.3 треба решити како је задато: оптимални пречник одредити по дефиницији, без обзира што је тада већи него што би био по овој препоруци. Њега треба заокружити на ближи цео број по поставци задатка. У изради домаћих задатака ваља искористити прилику да се самостално протумачи обрађена тема и тако изврши припрема за потоње провере знања (ЗТ-1, ЗК-1, ЗК-3 и усмени испит). У техничкој обради домаћих задатака ваља поступити овако:

- Задатке радити на једнообразним формуларима, од којих је један понуђен и на сајту овог предмета. Урађене и прегледане домаће задатке треба повезати у одељак Елабората који садржи домаће задатке. За тај одељак је на сајту такође понуђена типска насловна страна.
- Задатке решавати по добијеном упутству и расположивим узорцима. Резултате треба уредити таблично ради боље прегледности.
- На преглед задатака ваља доћи и са прибором за писање и рачунање да би се нешто могло проверити и/или дорадити за време трајања прегледа задатака.



Примедба: На часове у једној радној недељи треба долазити са копијама материјала који је за тај дан припремљен.

У овом случају тај материјал чине:

Овај подсетник, ha_2_1_ppt.pdf и

Решења задатака Z1.1 и Z1.2 са сајта предмета, која су намењена за AP-1.