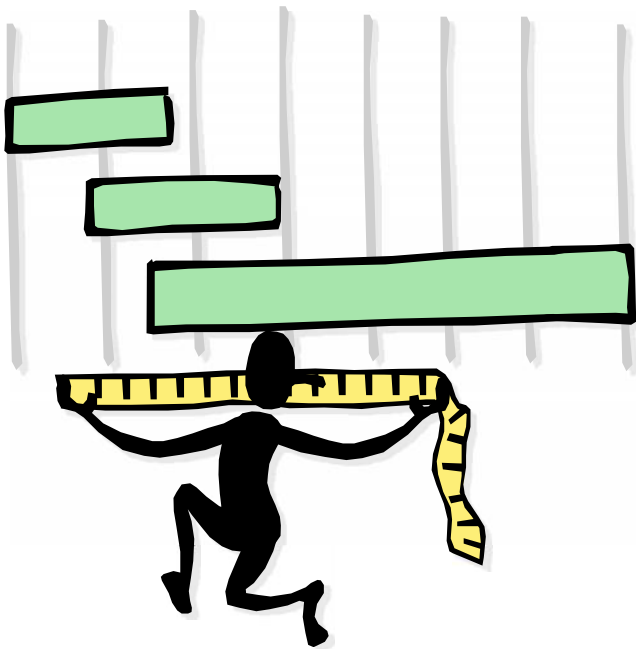




## MTM metod

Dragoslav Slović  
Ivan Tomašević  
Dragana Stojanović  
Barbara Simeunović

---

Beograd, 08.12.2014

# MTM metod (1)

- MTM – Methods-Time Measurement
- Jedan od osnovnih alata industrijskih inženjera
- Razvijen od strane Maynarda, Stegemertena i Schwaba
- Sistem za analiziranje manualnih operacija
- Operacija se rastavlja na osnovne pokrete neophodne za izvođenje operacije
- Svakom pokretu se dodeljuje predefinisano osnovno vreme, koje je određeno prirodom pokreta i uslovima u kojima se pokret obavlja

# MTM metod (2)

- Vremena merena filmskom kamerom i hronometrom
- Primenjen je postupak ocene brzine (LMS)
- Četiri uticajna činioca:
  - Veština
  - Intenzitet
  - Uslovi rada
  - Ravnomernost
- Prvobitno snimanje vršeno za tehnologiju bušenja
- Sada se primenjuje svuda, od proizvodnje do administracije

# MTM metod (3)

- 24 osnovna pokreta (izvorno ih je bilo 19, pa 22):
  1. Posezanje
  2. Prenošnje
  3. Zakretanje
  4. Okretanje
  5. Pritiskivanje
  6. Hvatanje
  7. Ispuštanje
  8. Sastavljanje
  9. Rastavljanje
  10. Prenošnje pogleda
  11. Koncentracija pogleda
  12. Pokret stopalom
  13. Pokret nogom
  14. Korak u stranu
  15. Zakretanje tela
  16. Povijanje
  17. Uspravljanje iz povijanja
  18. Saginjanje
  19. Uspravljanje iz saginjanja
  20. Klečanje
  21. Uspravljanje iz klečanja
  22. Sedanje
  23. Ustajanje
  24. Hod
- Vreme se izražava u TMU jedinicama
- $1 \text{ TMU} = 0,036 \text{ s}$  ili  $1 \text{ s} = 28 \text{ TMU}$

# MTM metod (4)

- Postoji programirana obuka u trajanju od 160 sati
- Jednostavan i lak za shvatanje
- Neke prednosti primene MTM-a:
  - Nema potrebe za rukovanjem hronometron
  - Nema potrebe za ocenjivanjem brzine
  - Nema potreba za izradom kontrolnih karata za očitavanje hronometra
  - Nema potreba za izradom kontrolnih karata za ocenu brzine
  - Nema potrebe za izračunavanjem greške studije
  - ...

# MTM metod (5)

- Ovaj metod analize zahteva relativno puno vremena
- Kod preduzeća koja proizvode u malim serijama se “oseća” da troškovi analize MTM metodom isuviše visoki u poređenju sa rezultatima koji se mogu dobiti
- Pri takvim uslovima se zahtevaju jednostavnije forme primene MTM-a
- Švedski istraživači posle posete Američkim kolegama razvili brži i ekonomičniji način primene principa MTM, i sistem je dobio naziv MTM – 2

# MTM – 2 (1)

- MTM – 2 tretira skupove osnovnih pokreta, dok MTM tretira osnovne pokrete
- Sadrži i pojedine osnovne pokrete
- Pojednostavljenje MTM sistema:
  - Kombinovanje osnovnih pokreta u redosledu pokreta
  - Grupisanje sličnih osnovnih pokreta
  - Zamena niskofrekventnih pokreta visokofrekventnim
  - Pojednostavljenje procesa odluka

# MTM – 2 (2)

- Osnovni pokreti koji obično nastaju istovremeno su skupljeni u seriju pokreta
- Iz razloga pojednostavljenja, u MTM – 2 sistem ulaze samo dve kombinacije

POSEZANJE – HVATANJE – ISPUŠTANJE  
PRENOŠENJE – SASTAVLJANJE

- Slični osnovni pokreti sakupljeni u grupe (PRITISKIVANJE sastavljeno od APA i APB)
- Niskofrekventni pokreti zameljeni visokofrekventnim (ZAKRETANJE = PRENOŠENJE)



# MTM – 2 (3)

- Serija pokreta POSEZANJE (R) – HVATANJE (G) – ISPUŠTANJE (RL) dobija oznaku UZIMANJE
- Serija pokreta PRENOŠENJE (M) – SASTAVLJANJE (P) dobija oznaku POSTAVLJANJE
- Dužina pokreta igra veliku ulogu u MTM sistemu
- U praktičnom radu se pojavljuju sve dužine pokreta unutar okvira čovekovih mogućnosti
- U MTM sistemu postoji 25 dužinskih klasa
- U MTM – 2 sistemu postoji 5 dužinskih klasa
- Dužinske klase dovoljno velike, pa se dužine mogu proceniti bez merenja

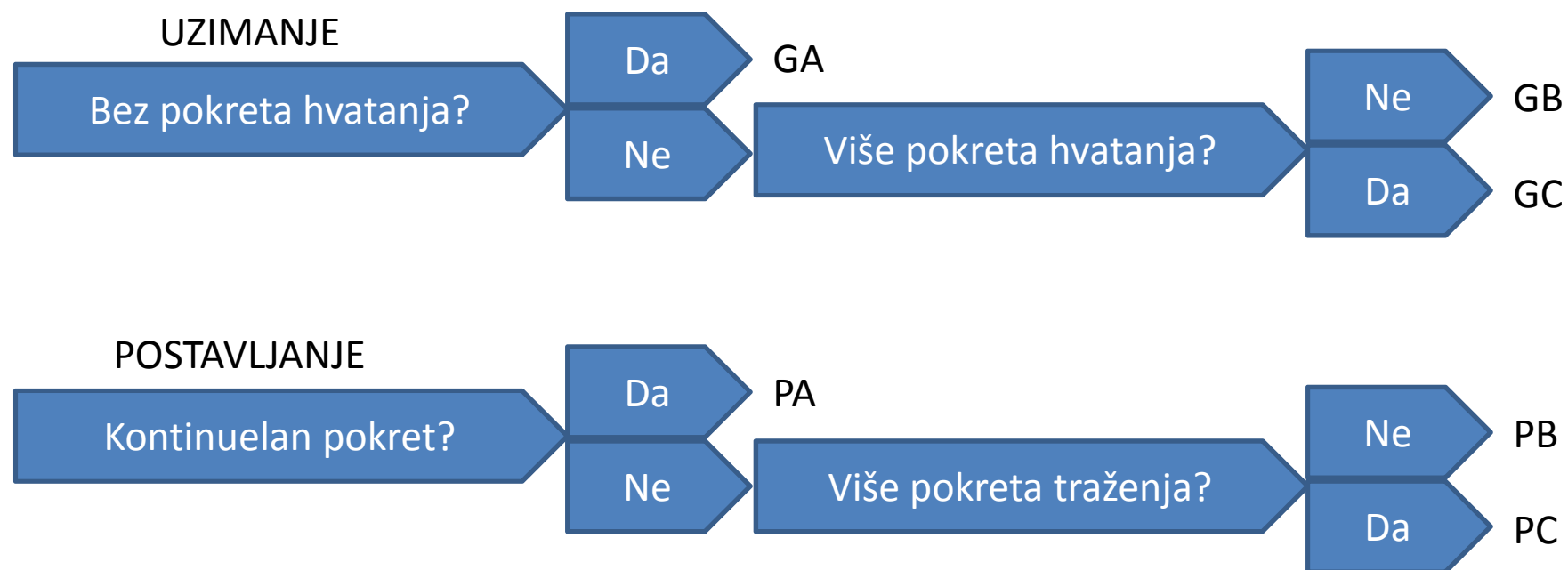
# Nizovi pokreta i pokreti

| Pokret                         | Oznaka | Engleski naziv |
|--------------------------------|--------|----------------|
| UZIMANJE                       | G      | GET            |
| Dodatak težine za UZIMANJE     | GW     |                |
| POSTAVLJANJE                   | P      | PUT            |
| Dodatak težine za POSTAVLJANJE | PW     |                |
| PRITISKIVANJE                  | A      | APPLY PRESSURE |
| PONOVNO HVATANJE               | R      | REGASP         |
| POKRET OČIMA                   | E      | EYE MOTION     |
| OKRETANJE kružno               | C      | CRANK          |
| KORAK                          | S      | STEP           |
| POKRET STOPALA                 | F      | FOOT MOTION    |
| SAGINJANJE I USPRAVLJANJE      | B      | BEND and ARISE |

# Prednja strana karte pokreta

| MTM – 2     |    |    |    | Vreme u TMU   |    |    |
|-------------|----|----|----|---------------|----|----|
| Oznaka      | GA | GB | GC | PA            | PB | PC |
| - 5         | 3  | 7  | 14 | 3             | 10 | 21 |
| - 15        | 6  | 10 | 19 | 6             | 15 | 26 |
| - 30        | 9  | 14 | 23 | 11            | 19 | 30 |
| - 45        | 13 | 18 | 27 | 15            | 24 | 36 |
| - 80        | 17 | 23 | 32 | 20            | 30 | 41 |
| GW: 1 po kg |    |    |    | PW: 1 na 5 kg |    |    |
| A           | R  | E  | C  | S             | F  | B  |
| 14          | 6  | 7  | 15 | 18            | 9  | 61 |

# Zadnja strana karte pokreta

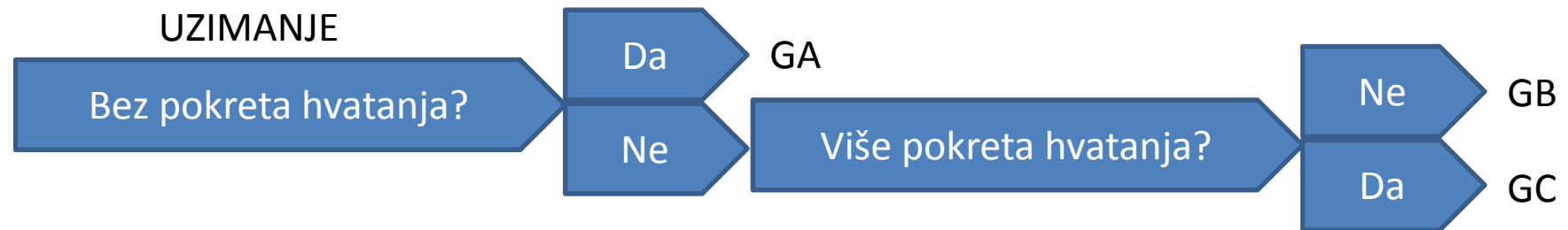


# Uzimanje – G (1)

- **Uzimanje je pokret čiji je cilj posezanje šake ili prstiju do nekog predmeta, hvatanje predmeta, a zatim ispuštanje**
- GA – bez pokreta hvatanja (postavljanje šake na knjigu koju želimo da odgurnemo)
- GB – jedan pokret hvatanja (uzimanje gumice za brisanje sa stola)
- GC – više pokreta hvatanja (uzimanje jednog palidrvca iz kutije šibica)

# Uzimanje – G (1)

- Model odlučivanja



- Dužina pokreta

| Od | Zaključno sa | Oznaka |
|----|--------------|--------|
| 0  | 5 cm         | 5      |
| 5  | 15 cm        | 15     |
| 15 | 30 cm        | 30     |
| 30 | 45 cm        | 45     |
| 45 | duže         | 80     |

# Težina ili otpori

- TEŽINA – UZIMANJA se definiše kao dodatak nekom pokretu uzimanja
- Počinje kada je zahvatanje oko predmeta gotovo, podrazumeva naprezanje mišića kako bi se obezbedila kontrola nad predmetom, završava se kada je predmet pod takvom kontrolom da se može premestiti
- Oznaka je GW i direktno je praćena brojem koji označava težinu ili otpor predmeta
- Ukoliko je težina do 2kg, GW se ne uzima u obzir
- Ukoliko je težina preko 2kg, za svaki kg se dodaje 1 TMU (uključujući i prva dva kg)

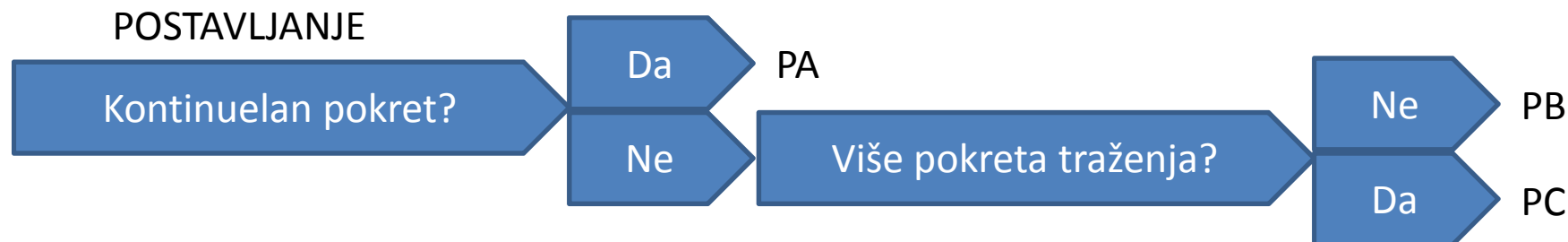
# Postavljanje – P (1)

- **Postavljanje je pokret čiji je cilj da se pomoću šake ili prstiju prenese neki predmet do nekog položaja**
- PA – bez korekcionih pokreta (guranje knjige od sebe)
- PB – jedan korekциони pokret (postavljanje zavrtnja u rupu)
- PC – više korekcionih pokreta (postavljanje klina u rupu sa specijalnim izvodom za tačno upasivanje)



## Postavljanje – P (2)

- Model odlučivanja



- Dužina pokreta – isti principi kao i kod pokreta UZIMANJA
- Težina ili otpor – kompenzuje se dodatkom TEŽINA – POSTAVLJANJA (PW)
- Za težine do 2kg PW se ne uzima u obzir. Za težina između 2 i 5 kg dodaje se 1 TMU (PW5). Za svaki sledeći peti kilogram se dodaje po 1 TMU

# Pritiskivanje – A

- Aktivnost čija je svrha delovanje snagom na neki predmet
- Počinje kada deo tela dođe u kontakt sa predmetom, a završava se sa prekidom delovanja snage, s tim da je jedan deo tela još uvek u kontaktu sa predmetom
- Može se vršiti svim delovima tela
- Primer – zavrtnje navrtke ključem

# Ponovno hvatanje – R

- Svrha da se šakom ili prstima promeni položaj predmeta u šaci
- Počinje predmetom u šaci, i obuhvata male pokrete prstima. Završava se novim položajem
- Jedno ponovno hvatanje obuhvata obuhvata tri mala premeštanja prstima. Ako je potrebno više, mora se uzeti u obzir više od jednog pokreta hvatanja
- Primer – okretanje olovke u šaci da bi koristili gumicu

# Pokret očima – E

- Svrha da se osmotri neko lako vidljivo svojstvo na nekom predmetu, ili da se prenese pogled
- Počinje prestankom drugih pokreta u očekivanju da se očima odredi neko svojstvo predmeta. Prestaje kada krene neki drugi pokret.
- Ne vrednuju se vremenski ukoliko se vrše istovremeno sa UZIMANJEM ili POSTAVLJANJEM
- Primer – postavljanje lenjira u dve tačke

# Okretanje – C (1)

- Svrha da se pomoću šake ili prstiju prenese neki predmet u putanju kružnog oblika
- Počinje sa predmetom u šaci, i sadrži sve potrebne pokrete za prenošenje predmeta u predviđeni položaj. Završava se posle konačnog okretanja sa predmetom u šaci
- Vreme se dobija unošenjem vremena okretanja iz karte podataka sa brojem izvršenih okretaja (zaokruživanje na najbliži ceo krug)
- Primer – okretanje ručice na strugu

# Okretanje – C (2)

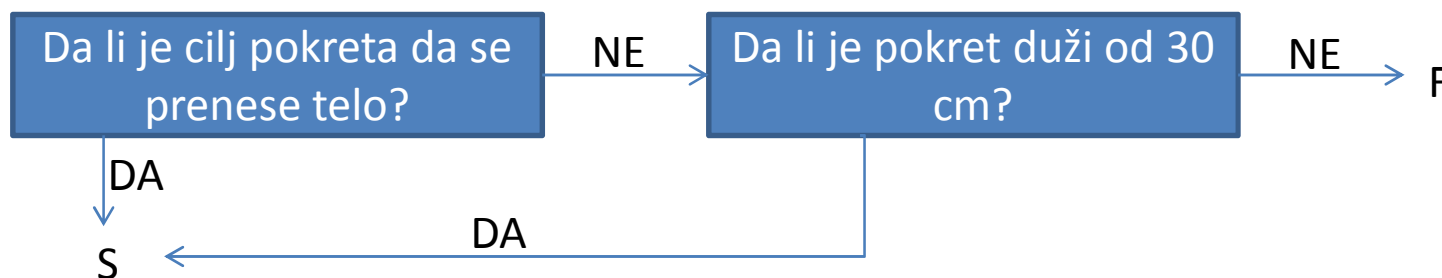
- Težina ili otpor utiču na vreme OKRETANJA
- Reguliše se kroz dodavanje težine postavljanja
- Važe ista pravila kao i kod dodataka na težinu pri POSTAVLJANJU
- PW se dodaje za svaki krug
- Ako je neophodan korigujući pokret, dodaje se POSTAVLJANJE, i to slučaj B ili C dužine 0 do 5 cm (npr. postavljanje ručice prema nekoj skali)
- OKRETANJE se koristi još i kod pokreta namotavanja, ili npr. poliranja, ili bilo kog drugog pokreta koji odgovara definiciji za okretanje

# Korak – S

- **Pokret noge čija je svrha da se prenese (premesti) telo ili izvrši neki drugi pokret noge**
- Počinje sa nogom u početnom položaju, i sadrži pokret noge u cilju prenošenja, ili isključivo pokret noge koji prelazi dužinu od 30 cm. Završava se sa nogom u željenom položaju
- Obuhvata sve tipove pokreta noge u cilju prenošenja tela, kao što je okretanje tela, korak u stranu i hod

# Pokret stopala – F

- Kratak pokret stopala ili noge, bez namere da se prenese telo
- Počinje sa stopalom u početnom položaju, i sadrži jedan pokret stopala u zglavku ili kratak pokret noge vođen iz kuka ili kolena. Završava se sa stopalom u željenom položaju
- Model odlučivanja POKRET STOPALA i KORAK





# **Saginjanje i uspravljanje - B**

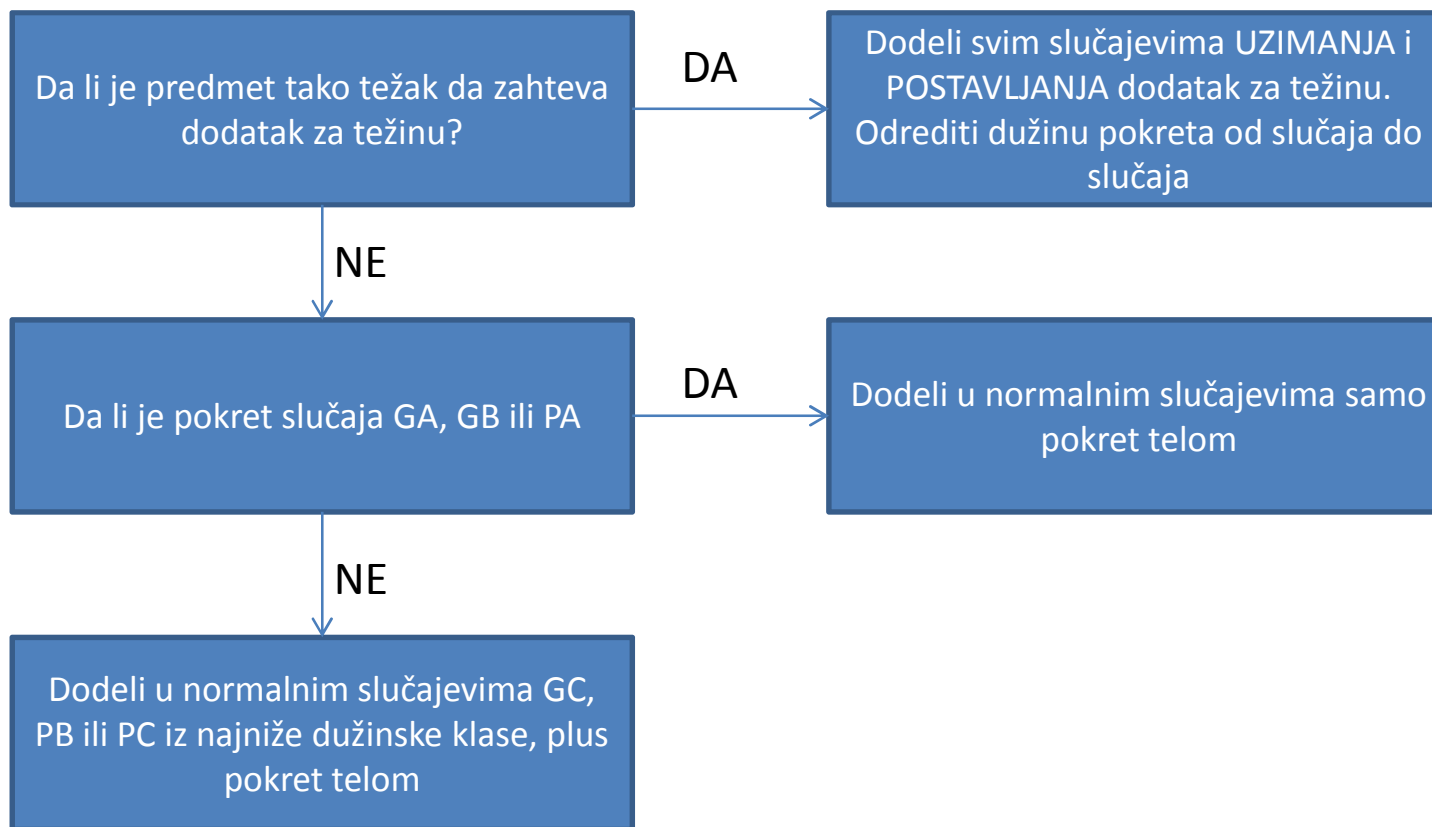
- Pokret čija je svrha savijanje tela na dole, a zatim ispravljanje
- Počinje sa telom u uspravnom položaju, i sadrži savijanje tela sve dok šake ne dopru do kolena ili ispod njih, a zatim sledi uspravljanje u uspravan položaj
- Poseban slučaj – sedanje na stolicu
- Klečanje a zatim uspravljanje – treba staviti dva B (BB)

## **Dužina pokreta za UZIMANJE i POSTAVLJANJE sa pokretom tela (1)**

- Istovremeni pokret tela i izvođenje pokreta UZIMANJE ili POSTAVLJANJE
- Primer – hod do vrata da bi se ista zatvorila (hvatanje kvake UZIMANJEM uz istovremeni izvršavanje jednog koraka) ili stavljanje nečega na pod saginjanjem (POSTAVLJANJE uz istovremeno SAGINJANJE)

## Dužina pokreta za UZIMANJE i POSTAVLJANJE sa pokretom tela (2)

- Model odlučivanja za UZIMANJE i POSTAVLJANJE u vezi sa pokretom tela



# Kombinovani pokreti

- Pokreti koji se vrše istovremeno sa istim delom tela
- Primer – postavljanje odvijača sa GB na neki zavrtanj pomoću PONOVRNOG HVATANJA; ovde se vrši jedno PONOVRNO HVATANJE u toku POSTAVLJANJA
- Vremenski odlučujući pokret između dva ili više kombinovanih pokreta je onaj koji ima najveću vremensku vrednost prema karti podataka MTM-2

|               |    |    |    |
|---------------|----|----|----|
| Uzeti odvijač | GB | 30 | 14 |
| Ka žljebu     | PC | 30 | 30 |
|               | R  |    | -  |
| 44 TMU        |    |    |    |

|               |    |    |    |
|---------------|----|----|----|
| Uzeti odvijač | GB | 30 | 14 |
| Ka žljebu     | PC | 30 | 30 |
| 44 TMU        |    |    |    |

| FON                     |                                           | MTM - 2 sistem |        |                         |                                                                                              | AL (Analitički list) |                            |             |                 |             |
|-------------------------|-------------------------------------------|----------------|--------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------|-------------|-----------------|-------------|
| Pogon:                  | Montaža                                   |                |        |                         | Snimač:                                                                                      | I.J.                 |                            | Studija     |                 |             |
| Tok:                    | rada / materijala                         |                |        |                         | Datum:                                                                                       |                      |                            | Strana<br>1 | Uk. strana<br>1 |             |
| Opis operacije:         | Monataža podsklopa<br>KaBre I Osn. Skl. 1 |                |        |                         | Rekapitulacija                                                                               |                      |                            |             |                 |             |
|                         |                                           |                |        |                         | Opis<br>veličine                                                                             | Jedinica<br>mere     | PS                         | NS          | $\Delta_{NS}$   | $\eta_{NS}$ |
| Alat / pribor           | Električni odvijač                        |                |        |                         | t <sub>0</sub>                                                                               | TMU                  | 215                        |             |                 |             |
| Uslovi rada             | Normalni radionički                       |                |        |                         |                                                                                              |                      |                            |             |                 |             |
| Radnik                  | Radnik A na RM1                           |                |        |                         |                                                                                              |                      |                            |             |                 |             |
| Početni pokret          | GB45-uzima pl. kuć. des.                  |                |        |                         |                                                                                              |                      |                            |             |                 |             |
| Završni pokret          | A-pritiska papučicu                       |                |        |                         |                                                                                              |                      |                            |             |                 |             |
| Postojeće / Novo stanje |                                           |                |        |                         | $\Delta_{NS} = NS - PS \quad ; \quad \eta_{NS} = \frac{ N S-PS }{PS} \cdot 100 \text{ [\%]}$ |                      |                            |             |                 |             |
| RB                      | Opis pokreta                              | f<br>[I]       | oznaka | t <sub>0</sub><br>[TMU] | oznaka                                                                                       | f<br>[I]             | Opis pokreta               | RB          |                 |             |
| 1                       | Čeka                                      | 1              | -      | 18                      | GB45                                                                                         | 1                    | Uzima pl. kućište des.     | 1           |                 |             |
| 2                       | Čeka                                      | 1              | -      | 24                      | PB45                                                                                         | 1                    | Postavlja pl. kućište des. | 2           |                 |             |
| 3                       | Uzima bretvenicu                          | 1              | GB45   | 18                      | GB45                                                                                         | 1                    | Uzima kabl                 | 3           |                 |             |
| 4                       | Postavlja bretvenicu                      | 1              | PB45   | 24                      | PB45                                                                                         | 1                    | Postavlja kabl             | 4           |                 |             |
| 5                       | Hvata buksnu                              | 1              | GB30   | 14                      | -                                                                                            | 1                    | Čeka držeći                | 5           |                 |             |
| 6                       | Postavlja buksnu                          | 1              | PB30   | 19                      | -                                                                                            | 1                    | Čeka držeći                | 6           |                 |             |
| 7                       | Čeka držeći                               | 1              | -      | 14                      | GB30                                                                                         | 1                    | Uzima el. odvijač          | 7           |                 |             |
| 8                       | Čeka držeći                               | 2              | -      | 19                      | PB30                                                                                         | 2                    | Postavlja el. odvijač      | 8           |                 |             |
| 9                       | Spaja Osnovni Sklop 1                     | 1              | A      | 14                      | -                                                                                            | 1                    | Ispušta el. odvijač        | 9           |                 |             |
| 10                      | Čeka                                      | 2              | -      | 9                       | F                                                                                            | 2                    | Pomera nogu                | 10          |                 |             |
| 11                      | Čeka                                      | 1              | -      | 14                      | A                                                                                            | 1                    | Pritiska papučicu          | 11          |                 |             |
| 12                      |                                           |                |        |                         |                                                                                              |                      |                            | 12          |                 |             |

| FON                                |                                             | Utvrđivanje potrebnog vremena - UPV |                  |                           | studija: UPV-RM1 |            |                           |                            |
|------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------|------------------|---------------------------|------------------|------------|---------------------------|----------------------------|
|                                    |                                             |                                     |                  |                           | strana:1         | uk.str:1   |                           |                            |
| Pogon: Montaža                     |                                             |                                     | Izradio:         | I.J.                      |                  |            |                           |                            |
|                                    |                                             |                                     | Kontrolisao:     | I.T.                      |                  |            |                           |                            |
| Opis operacije:                    | Montaža podsklopa KaBre i Osnovnog Sklopa 1 | Overio:                             | S.J.             |                           |                  |            |                           |                            |
|                                    |                                             | to:                                 | Studija vremena  |                           |                  |            |                           |                            |
|                                    |                                             | NZ:                                 | Uzorkovanje rada |                           |                  |            |                           |                            |
|                                    |                                             | O:                                  | PSP tehnika      |                           |                  |            |                           |                            |
| Uslovi rada                        | Normalni radionički                         | Standardno vreme za 1 proizvod      |                  |                           | 8,984 ss         |            |                           |                            |
|                                    |                                             | Std. vreme za seriju od 500000kom   |                  |                           | 1247,78sh        |            |                           |                            |
|                                    |                                             | Broj komada za 1 čas                |                  |                           | 400              |            |                           |                            |
| Elementat:<br>pokret / zahvat      |                                             | t <sub>oe</sub><br>[TMU]            | f<br>[ 1 ]       | t <sub>oed</sub><br>[TMU] | NZ<br>[ % ]      | O<br>[ % ] | t <sub>sed</sub><br>[TMU] | t <sub>sed</sub><br>[ ss ] |
| Elementi rada:                     |                                             |                                     |                  |                           |                  |            |                           |                            |
| (A) Radnika                        |                                             |                                     |                  |                           |                  |            |                           |                            |
| 1. Postavljanje plastičnog kućišta |                                             | 42                                  | 1:1              | 42                        | 7                | 10         | 49,14                     | 1,755                      |
| 2. Spajanje kablova i bretvenice   |                                             | 42                                  | 1:1              | 42                        | 7                | 10         | 49,14                     | 1,755                      |
| 3. Postavljanje buksne             |                                             | 33                                  | 1:1              | 33                        | 7                | 10         | 38,61                     | 1,379                      |
| 4. Spajanje buksne i kablova       |                                             | 52                                  | 1:1              | 52                        | 7                | 10         | 60,84                     | 2,173                      |
| 5. Spajanje Osnovnog Sklopa 1      |                                             | 14                                  | 1:1              | 14                        | 7                | 10         | 16,38                     | 0,585                      |
| 6. Transport na RM3                |                                             | 32                                  | 1:1              | 14                        | 7                | 10         | 37,44                     | 1,337                      |
|                                    |                                             |                                     |                  |                           |                  |            |                           | 8,984                      |