

Uloga skiciranja u konceptualnoj fazi razvoja proizvoda

Nikolić, Marija

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:173223>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-20**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Marija Nikolić

Zagreb, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Doc. dr. sc. Stanko Škec

Student:

Marija Nikolić

Zagreb, 2018.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradila samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem mentoru doc. dr. sc. Stanku Škecu na ukazanom vremenu, korisnim savjetima i pruženoj prilici za izradu ovog završnog rada.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomatske ispite
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:
procesno-energetski, konstrukcijski, brodstrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

| | |
|-------------------------------------|--------|
| Sveučilište u Zagrebu | |
| Fakultet strojarstva i brodogradnje | |
| Datum | Prilog |
| Klasa: | |
| Ur.broj: | |

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Marija Nikolić** Mat. br.: **0035197838**

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **ULOGA SKICIRANJA U KONCEPTUALNOJ FAZI RAZVOJA PROIZVODA**

Naslov rada na engleskom jeziku: **THE ROLE OF SKETCHING DURING CONCEPTUAL PHASE OF PRODUCT DEVELOPMENT**

Opis zadatka:

Razvojni projekti uglavnom započinju konceptualnom fazom koja je, zbog razine apstrakcije zadatka, kreativna i dinamična. Tijekom konceptualne faze, skiciranje se često koristi kao medij za izražavanje, vizualizaciju i komunikaciju ideja. Iz tog razloga, važno je razumjeti na koji način se skice koriste tijekom timskih aktivnosti u konceptualnoj fazi te koja je njihova svrha pri razmjeni ideja i informacija. U okviru ovog završnog rada, temeljem analize video-materijala konceptualne faze razvoja, potrebno je analizirati ulogu skiciranja tijekom timskih aktivnosti.

U radu je potrebno:

- Pregledati znanstvenu literaturu koja se bavi ulogom skiciranja pri konstruiranju.
- Definirati kriterije za analizu skica i aktivnosti skiciranja.
- Proučiti video-materijale konceptualne faze razvoja prema prethodno definiranim kriterijima koristeći metodu analize protokola.
- Usporediti sa sličnim studijama pronađenim u literaturi i iznijeti zaključke.

Opseg analize i interpretacije rezultata dogovorit će se tijekom izrade rada.

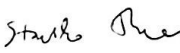
U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:
30. studenog 2017.


Rok predaje rada:
1. rok: 23. veljače 2018.
2. rok (izvanredni): 28. lipnja 2018.
3. rok: 21. rujna 2018.

Predviđeni datumi obrane:
1. rok: 26.2. - 2.3. 2018.
2. rok (izvanredni): 2.7. 2018.
3. rok: 24.9. - 28.9. 2018.

Zadatak zadao:


Doc. dr. sc. Stanko Škec

Predsjednik Povjerenstva:


Prof. dr. sc. Igor Balen

SADRŽAJ

| | |
|---|----|
| 1. UVOD | 9 |
| 1.1 Motivacija za rad | 9 |
| 1.2 Ciljevi i podciljevi rada istraživanja | 9 |
| 1.3 Metodologija istraživanja | 10 |
| 2. PREGLED LITERATURE | 11 |
| 2.1 Rad razvojnih timova u konceptualnoj fazi procesa razvoja proizvoda | 11 |
| 2.2 Skiciranje u fazi koncipiranja | 12 |
| 2.2.1 Zaključak | 15 |
| 2.3 Metoda analize protokola skiciranja | 16 |
| 2.4 Metode analize i evaluacije skica koncepata | 22 |
| 3. VIDEO-MATERIJALI TIMSKIH AKTIVNOSTI | 27 |
| 3.1 Eksperimentalno istraživanje | 27 |
| 3.2 Timovi | 27 |
| 3.3 Eksperimentalno okruženje | 27 |
| 3.4 Zadatak | 28 |
| 4. KODIRANJE I ANALIZA PROTOKOLA | 29 |
| 4.1 Kodna shema | 29 |
| 4.2 Kodiranje protokola | 30 |
| 4.3 Analiza protokola | 33 |
| 4.3.1 Analiza broja aktivnosti | 34 |
| 4.3.2 Analiza vremenskog udjela aktivnosti | 27 |
| 5. REZULTATI ANALIZE PROTOKOLA | 28 |
| 5.1 Podatci i rezultati proizašli pregledom stranica elektronskog pisaćeg bloka | 28 |
| 5.2 Analiza broja segmenata | 29 |
| 5.3 Analiza broja aktivnosti | 32 |
| 5.3.1 Analiza broja aktivnosti tima | 32 |
| 5.3.2 Analiza broja aktivnosti na razini članova tima | 33 |
| 5.3.3 Analiza broja aktivnosti koje su vezane uz koncepte | 34 |
| 5.3.4 Analiza broja elemenata skica s obzirom na aktivnosti | 39 |
| 5.2 Analiza vremenskog udjela aktivnosti | 44 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5.2.1 | Vremenski udjeli radnji skiciranja i razgovora o skicama..... | 44 |
| 5.2.2 | Vremenski udio aktivnosti timova..... | 46 |
| 5.2.3 | Vremenski udio aktivnosti sudionika timova | 48 |
| 5.2.4 | Vremenski udio kategorija elemenata s obzirom na aktivnosti | 49 |
| 6. | ANALIZA I REZULTATI ANALIZE RAZRADE SKICA | 52 |
| 6.1 | Analiza razrade skica pomoću metrike prema Sevier et al. | 52 |
| 6.2.1 | Analiza broja ispunjenih kriterija kompleksnosti na razini timova | 53 |
| 6.2.2 | Analiza broja ispunjenih kriterija jasnoće na razini timova..... | 53 |
| 6.3 | Analiza koncepata Goelovim operacijama transformacije..... | 55 |
| 6.4 | Rezultati analize transformacija skica za sve timove..... | 55 |
| 6.5 | Analiza koncepata skalom kompleksnosti | 55 |
| 7.3 | Prikaz analiza provedenih u poglavlju 6 na primjeru jednog tima..... | 58 |
| 7.3.1 | Analize koncepata metrikom razrade kompleksnost-jasnoća na primjeru jednog tima | 58 |
| 7.3.2 | Analiza metode transformacija na primjeru jednog tima..... | 62 |
| 7.3.3 | Analiza koncepata skalom kompleksnosti na primjeru jednog tima | 64 |
| 7. | DISKUSIJA REZULTATA..... | 65 |
| 7.1 | Diskusija zadatka i snimki | 65 |
| 7.2 | Diskusija analize protokola..... | 66 |
| 7.3 | Diskusija rezultata usporedbom analiza količinskog i vremenskog udjela na razini svih kriterija koji su analizirani | 66 |
| 7.3.1 | Diskusija rezultata usporedbom analiza količinskog i vremenskog udjela radnji skiciranja i razgovor o skicama..... | 66 |
| 7.3.2 | Diskusija rezultata usporedbom analiza količinskog i vremenskog udjela aktivnosti na razini pojedinog koncepta | 67 |
| 7.3.3 | Diskusija rezultata usporedbom analiza količinskog i vremenskog udjela aktivnosti timova | 68 |
| 7.3.4 | Diskusija rezultata usporedbom analiza količinskog i vremenskog udjela aktivnosti na razini pojedinog sudionika..... | 68 |
| 7.5 | Diskusija usporedbe analiza sa znanstvenom literaturom | 68 |
| 7.6 | Diskusija rezultata dobivenih analizom razrade koncepata | 69 |
| 7.6.1 | Diskusija rezultata dobivenih metrikom kompleksnost-jasnoća..... | 69 |
| 7.6.2 | Diskusija rezultata dobivenih analizom transformacija skica..... | 69 |
| 7.6.3 | Diskusija rezultata dobivenih skalom kompleksnosti..... | 69 |

| | |
|-------------------|----|
| 8. ZAKLJUČAK..... | 71 |
| LITERATURA | 73 |

POPIS SLIKA

| | |
|---|----|
| Slika 2. 1 Kognitivne aktivnosti tijekom procesa skiciranja; [4]..... | 12 |
| Slika 2.2 FBS ontologija; [18] | 18 |
| Slika 2. 3 Linkografski prikaz analize protokola; [1] | 19 |
| Slika 2. 4 Prikaz sučelja i izlaznih podataka u LINKOgrapheru; [8] | 19 |
| Slika 2. 5 Okvir konstruiranje-komunikacija; [3]..... | 21 |
| Slika 2. 6 Dvoosna matrica kompleksnost-jasnoća; [19]..... | 23 |
| Slika 2. 7 Primjeri skica niske i visoke razrade [23]..... | 23 |
| Slika 2. 8 Primjeri lateralne i vertikalne transformacije; [21] | 25 |
| Slika 2. 9 Ljestvica kompleksnosti; [21]..... | 26 |
| Slika 3.1 Shematski prikaz radnog okruženja eksperimenta..... | 28 |
| Slika 4. 1 Prikaz sučelja programa ELAN 5.0..... | 31 |
| Slika 4. 2 Prvi primjer kodiranog segmenta..... | 32 |
| Slika 4. 3 Drugi primjer kodiranog segmenta..... | 32 |
| Slika 4. 4 Treći primjer kodiranog segmenta..... | 33 |
| Slika 4. 5 Četvrti primjer kodiranog segmenta | 33 |
| Slika 5. 1 Distribucija rada timova po konceptima..... | 35 |
| Slika 5. 2 Veza ukupnog broja aktivnosti po konceptu i rednog broja koncepta..... | 36 |
| Slika 5. 3 Grafovi broj aktivnosti-koncepti..... | 38 |
| Slika 5. 4 Broj zabilježenih tipova elemenata konceptata na razini timova | 40 |
| Slika 5. 5 Graf broj elemenata skice-element skice za tim 1 | 41 |
| Slika 5. 6 Graf broj elemenata skice-element skice za tim 2 | 41 |
| Slika 5. 7 Graf broj elemenata skice-element skice za tim 3 | 41 |
| Slika 5. 8Graf broj elemenata skice-element skice za tim 4 | 41 |
| Slika 5. 9 Graf broj elemenata skice-element skice za tim 5 | 42 |
| Slika 5. 10 Elementi skice aktivnosti crtanja | 43 |
| Slika 5. 11 Elementi skice aktivnosti detaljiranja..... | 43 |
| Slika 5. 12 Elementi skice aktivnosti objašnjavanja..... | 43 |

| | |
|---|----|
| Slika 5. 13 Prikaz vremenske distribucije radnji po konceptima na razini tima..... | 45 |
| Slika 5. 14 Vremenska distribucija aktivnosti unutar cijele sesije..... | 47 |
| Slika 6. 1 Promjena broja kriterija kod timova..... | 54 |
| Slika 6. 2 Prikaz promjene razine kompleksnosti u odnosu na redni broj koncepta | 57 |
| Slika 6. 3 Prikaz načina određivanja broja ispunjenih kriterija za pojedini koncept tima 5..... | 62 |
| Slika 6. 4 Primjer analize metodom transformacija..... | 64 |

POPIS TABLICA

| | |
|---|----|
| Tablica 2. 1 Kodna shema kategorija akcija | 17 |
| Tablica 2. 2 Popis procesa FBS ontologije | 18 |
| Tablica 2. 3 kodova FBS ontologije | 18 |
| Tablica 2. 4 Definicije dimenzija okvira konstruiranje-komunikacija | 21 |
| Tablica 2. 5 Kriteriji i definicije kompleksnosti i jasnoće | 24 |
| Tablica 4. 1 Razlika kodne shemu u odnosu na kodnu shemu iz [11]..... | 30 |
| Tablica 4. 2 Primjer kodiranja protokola-Tim 1 | 32 |
| Tablica 5. 1 Broj generiranih koncepata timova..... | 28 |
| Tablica 5. 2 Broj pojedinačnih crteža u konceptima..... | 29 |
| Tablica 5. 3 Broj segmenata na razini timova..... | 30 |
| Tablica 5. 4 Broj segmenata na razini sudionika | 31 |
| Tablica 5. 5 Brojevi i postotci aktivnosti na razini timova | 32 |
| Tablica 5. 6 Brojevi aktivnosti na razini sudionika | 33 |
| Tablica 5. 7 Vremenski udjeli aktivnosti timova | 46 |
| Tablica 5. 8Udjeli radnji procesa koncipiranja na razini sudionika svih eksperimentalnih sesija | 48 |
| Tablica 5. 9 Vremenski udio kategorija elemenata tima 1..... | 49 |
| Tablica 5. 10 Vremenski udio kategorija elemenata tima 2..... | 49 |
| Tablica 5. 11 Vremenski udio kategorija elemenata tima 3..... | 49 |
| Tablica 5. 12 Vremenski udio kategorija elemenata tima 4..... | 49 |
| Tablica 5. 13 Vremenski udio kategorija elemenata tima 5..... | 49 |

SAŽETAK

Ključne riječi: Razvoj proizvoda, Konceptualna faza, Skiciranje, Analiza protokola,

Razvojni tim kao subjekt istraživanja je izazov za proučavanje zbog složenih odnosa i procesa socijalizacije između članova tima. Zbog toga je proces praćenja i shvaćanja, što se zapravo odvija u timu, kako funkcioniraju članovi tima i na koji način sudjeluju u procesu razvoja proizvoda, složen. U ovom radu analiziraju se uloga i utjecaj skiciranja konceptata i njihovo verbalno objašnjavanje u konceptualnoj fazi procesa konstruiranja. Skiciranje konceptata služi za stvaranje i prenošenje ideja i misli koje bi verbalno ili tekstualno bilo gotovo nemoguće izraziti, a praćen je usmenim objašnjavanjem čime se postiže stjecanje, prijenos i izmjena znanja između članova projektnog tima. U ovom radu analizirali su se protokoli pet studentskih timova koji su unutar 60-minutne sesije morali osmisлити koncept rješenja za zadani zadatak. Analiza protokola provedena je segmentiranjem i kodiranjem aktivnosti skiciranja u programskoj aplikaciji ELAN 5.0 kako bi se prikupljeni podatci mogli prikazati kvantitativno. Analizirani su količinski i vremenski udjeli aktivnosti definirani prema modelu okvir konstruiranje-komunikacija. Osim aktivnosti, provedene su i analize skica: metrikom kompleksnost-jasnoća i Goelovom analizom transformacije skica. Dobiveni rezultati analiza su pregledani, na temelju njih provedena je diskusija rezultata i doneseni su određeni zaključci, uspoređivanjem između svih pet timova u kontekstu broja aktivnosti i njihovog vremenskog udjela. Rezultati istraživanja pridonose razumijevanju uloge skiciranja kao važnog sredstva komunikacije između članova tima radi unaprjeđenja efikasnosti timskog rada, a time i cijelog procesa razvoja proizvoda.

SUMMARY

Key words: Product development, Conceptual stage, Sketching, Protocol analysis

The design team as a subject of the research is a challenge because of complex relations and processes of socialization between members of the team. Because of this, the process of tracking and understanding what is actually happening in the team, how members of the team function and how they participate in the process of product development, is complex. This paper analyses the role and impact of conceptual design and their verbal explanation in the conceptual stage of the construction process. Sketching of concepts serves to create and convey ideas and thoughts that would be impossible to express verbally or textually, and is followed by a verbal explanation which leads to gaining, transferring and exchanging knowledge among project team members. In this paper, protocols of five student teams who have to design a solution concept for the given task within a 60-minute session were analysed. The analyses of the protocol was performed by segmenting and coding the sketching activities in programing application ELAN 5.0, so that the collected data could be displayed quantitatively. Quantity and time shares of activities defined by the model of construction-communication framework were analyzed. Apart from the activities, analyses of sketches were also carried out using metric complexity-clarity and Gael's analysis of sketch transformations. The results of the analyses were reviewed and based on them a discussion of the results was made which led to some conclusions, comparing among all five teams in the context of the number of activities and their time share. The results of the research contribute to understanding the role of sketching as an important way of communication between team members in order to improve the efficiency of team work and therefore the entire product development process.

1.UVOD

1.1 Motivacija za rad

Konstruktori trebaju surađivati zbog kompleksnosti problema koji im je zadan, potrebe za stručnim znanjem i sudjelovanja sudionika kako bi utvrdili zahtjeve [1], a njihova suradnja je karakterizirana razmjenom informacija [2] verbalnom i neverbalnom komunikacijom. Učinkovita usmena komunikacija između članova razvojnog tima je izrazito bitna jer povezuje praznine u procesu razmišljanja pojedinca i može stimulirati konstruiranje [1], međutim konstruktori su često vizualni tipovi ljudi i veći dio komunikacije unutar tima se odvija pomoću skica [3]. Konstruktori se tijekom studija podučavaju kako da potpomognu svoje usmeno objašnjavanje vizualnim prikazom kako bi olakšali komunikaciju i uzajamno razumijevanje ili obratno [4]. Stoga tijekom faze generiranja ideja osim verbalne komunikacije upotrebljavaju i skiciranje koncepata za vizualno predočavanje svojih misli. Skice su medij kroz koji konstruktori ispituju svoje misli, razmatraju svoja djela i izražavaju svoja konstrukcijska razmišljanja [5]. Skiciranje koncepata služi za stvaranje i prenošenje ideja i misli koje bi verbalno ili tekstualno bilo gotovo nemoguće izraziti. Proces skiciranja pojedinaca kao i timova praćen je usmenim objašnjavanjem [4] čime se postiže stjecanje, prijenos i izmjena znanja između članova projektnog tima. Međutim, pregledom literature ustanovljeno je da je razumijevanje uloge procesa skiciranja kao posrednika komunikacije tijekom faze generiranja ideja te veze između skiciranja i usmenog objašnjavanja skica ograničeno.

Analiza procesa skiciranja u ranoj fazi procesa konstruiranja omogućit će bolje razumijevanje uloge skiciranja koncepata tijekom procesa generiranja ideja i razrade konceptualnog rješenja konstrukcijskog problema.

1.2 Ciljevi i podciljevi rada istraživanja

U okviru ovog završnog rada, temeljem analize video-materijala konceptualne faze razvoja proizvoda, potrebno je analizirati ulogu skiciranja tijekom timskih aktivnosti. Cilj provedenog istraživanja je shvaćanje na koji način se koriste skice u konceptualnoj fazi te koja je njihova svrha pri razmjeni ideja i informacija. Osim glavnog cilja istraživanja, navesti će se i podciljevi provedenog istraživanja u ovom radu:

- Analizirati u kojim aktivnostima članovi timova najviše sudjeluju tijekom skiciranja koncepta,
- Analizirati i usporediti sličnosti i razlike između količinskog i vremenskog udjela aktivnosti procesa skiciranja,
- Analizirati razinu razrade skica u kontekstu kompleksnosti i jasnoće,
- Analizirati i usporediti procese transformacija skica u fazi generiranja ideja i fazi odlučivanja i detaljiranja konačnog koncepta.

1.3 Metodologija istraživanja

U ovom radu će se primijeniti sustavni pristup istraživanju koristeći općenitu metodologiju istraživanja u znanosti o konstruiranju (engl. *design research methodology*) [6] kroz četiri glavne faze:

1. Pojašnjenje istraživanja (engl. *Research Clarification*) u kojem se razjašnjava motivacija za rad, identificiraju ciljevi i podciljevi rada.
2. U fazi deskriptivne analize I (engl. *Descriptive Study I*) se pregledom znanstvene literature koja se bavi ulogom skiciranja pri konstruiranju, iznosi opis postojećeg stanja vezanih uz temu: timski rad, uloge skiciranja u razvojnim timovima, analiza protokola, metode opisa i analize skica. U ovoj fazi se, također, definira zadatak koji je zadan timovima te objašnjava proces prikupljanja podataka video-materijalima.
3. Preskriptivna analiza (engl. *Prescriptive Study*) se sastoji od opisa provedene analize protokola i opisa proširenja sheme kodiranja kako bi se bolje razumjela uloga skiciranja kao aktivnosti tijekom crtanja skica i referiranja na njih. Provedena je analiza i evaluacija skica i pojedinačnih aktivnosti članova razvojnih timova. Dobiveni rezultati se uspoređuju na razini svih obavljenih aktivnosti definiranih u kodnoj shemi za pet razvojnih timova.
4. Deskriptivna analiza II (engl. *Descriptive Study II*) gdje se kritički iznosi mišljenje o rezultatima analize protokola, korištene sheme kodiranja i metodama analize razrade skica. Zaključci proizašli iz rezultata se komentiraju i uspoređuju sa sličnim studijima u literaturi iste tematike. Na kraju se predlaže daljnji rad i istraživanja.

2. PREGLED LITERATURE

U ovom poglavlju dan je pregled znanstvene literature u relevantnim područjima za provedeno istraživanje u ovom radu. U poglavlju rada razvojnih timova u konceptualnoj fazi razvoja proizvoda određene su vrste komunikacija između članova tima i njihov utjecaj na timski rad. Zatim se istražilo područje skiciranja u fazi koncipiranja s naglaskom na ulogu skiciranja kao skupa više pojedinačnih kognitivnih procesa. U trećem poglavlju obrađeno je područje provedenih istraživanja pomoću analize protokola i opisane su postojeće sheme kodiranja drugih autora. U zadnjem poglavlju opisane su metode analiza skica: metrika razrade kompleksnost-jasnoća i metoda transformacija skica.

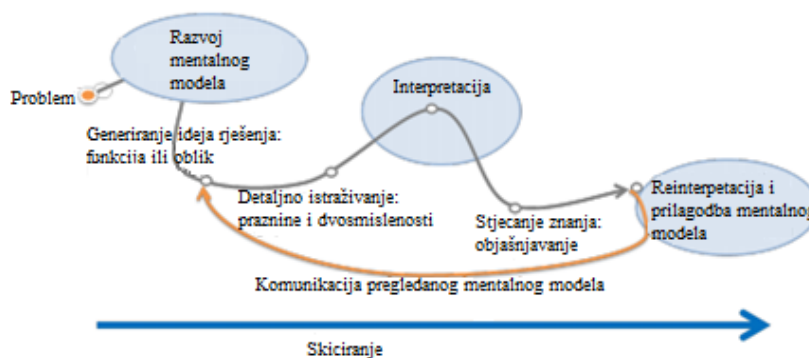
2.1 Rad razvojnih timova u konceptualnoj fazi procesa razvoja proizvoda

Konceptualna faza je rana faza procesa konstruiranja koja se izdvaja od kasnijih faza po tome što se više bavi razumijevanjem problema i donošenjem općenitih, a ne konkretnih odluka o rješenju [2]. U današnje vrijeme, većina aktivnosti konstruiranja se odvija u timovima, i zahtijevaju od pojedinačnog konstruktora izražavanje njegovih/njezinih stavova u vezi problema i područja rješenja drugim članovima tima [4]. Cross i Cross [7] su uočili da na aktivnosti konstruiranja tima utječu socijalni faktori poput uloga i veza unutar tima te socijalne vještine i zaključili kako socijalni proces konstruiranja značajno uzajamno djeluje sa tehničkim i kognitivnim procesom konstruiranja. Stoga navode prednost i nedostatak timskog rada tijekom rješavanja konstrukcijskog zadatka čiji je cilj predlaganje konstrukcijskog rješenja za neki artefakt. Kako bi se ispunio taj cilj potrebno je generirati ideje i koncepte, a kao prednost navode generiranje većeg broja koncepata u odnosu na individualan rad. Nedostatak timskog rada su konflikti koji nastaju zbog različite interpretacije ili razumijevanja problematike zadataka. Bez komunikacije nema suradnje; učinkovita komunikacija jedna je od ključnih značajki uspjeha timskog konstruiranja [1]. Međutim, važnu ulogu za razmjenu ideja mentalnog modela konstruktora u konceptualnoj fazi, kao podrška verbalnoj komunikaciji, ima i skiciranje koncepata.

2.2 Skiciranje u fazi koncipiranja

Skiciranje je sastavni dio procesa konstruiranja i prema Fisch i Scrivener [8] uobičajeno shvaćeno kao osnovni konceptualni alat u ranoj fazi procesa konstruiranja. U istraživanjima koje su proveli Goldschmidt [9] i van der Lugt [10] je pokazano da se skiciranje koristi za pronalaženje rješenja u kontekstu funkcije ili oblika te za strukturiranje problema konstruiranja u timovima. Nik Ahmad Ariff, Badke-Schaub i Eris [4], [7] su istražili koji su kognitivni procesi uključeni u proces skiciranja i razradili model (slika 2.1) koji prikazuje najznačajnije kognitivne aktivnosti tijekom procesa skiciranja:

- Upoznavanje problema,
- Razvoj mentalnog modela,
- Generiranje ideja rješenja: funkcija ili oblik,
- Detaljno istraživanje: praznine i dvosmislenosti,
- Interpretacija mentalnog modela,
- Stjecanje znanja: objašnjavanje,
- Reinterpretacija i prilagodba mentalnog modela,
- Komunikacija pregledanog mentalnog modela.



Slika 2. 1 Kognitivne aktivnosti tijekom procesa skiciranja; [4]

Uvođenje konstrukcijskog problema dovodi do prijevremenog razumijevanja problema, a time i razvoja „grubog“ mentalnog modela. Početne ideje mogućih rješenja su generirane na temelju tog „grubog“ mentalnog modela. Zatim konstruktor interpretira konstrukcijski problem istražujući

nejasnoće i kontradikcije predstavljene situacijom konstruiranja i na kraju pročišćava mentalni model prilagođavajući ga novom znanju koje je prikupljeno. Procesi prikazani u plavim „oblacima“ su interne aktivnosti poput mentalnog modela koje se ne mogu direktno primijetiti.

Također, u radu [4] , [11] opisuju skiciranje kao procesiranje tri glavna kognitivna ciklusa:

1. Kognitivni procesi tijekom skiciranja su opisani kao ciklusi istraživanja, interpretacije i reinterpretacije (engl. *Exploration-Intepretation-Reinterpretation cycle*). Mentalni model je kognitivna struktura koja pruža "pitanja", "odgovore" i "upute" što treba istražiti i kako steći opsežan model za daljnji razvoj rješenja.
2. Definiranje nejasnoća i višeznačnosti (engl. *Defining uncertainties and ambiguities*). Početno razumijevanje problema potiče daljnje istraživanja ciljeva i višeznačnosti. Kada konstruktor počne skicirati bira elemente kojima je dao prednost zahvaljujući kriterijima iz ciklusa istraživanja, interpretacije i reinterpretacije.
3. Ciklus stjecanja i prenošenja znanja (engl. *The knowledge gain-knowledge transfer cycle*). Usmeno objašnjavanje potpomaže proces skiciranja. Proces razmišljanja pojedinca i obrasci komunikacije u razvojnim timovima se izmjenjuju između stjecanja, prenošenja i razmjene znanja. Na temelju pretpostavke: “proces iteracije između generiranja i razmjene znanja se smatra glavnim izvorom kreativnosti“ zaključili su kako verbalizacija može biti važna kao i vizualizacija i pretpostavili da ako konstruktorima u timu nije dopušteno govoriti tijekom skiciranja, stvaranje pravilno razvijenih konstrukcijskih rješenja će biti spriječeno [12].

Stoga kako bi dokazali tu pretpostavku autori [4] su proveli eksperimentalno istraživanje o upotrebi različitih komunikacijskih kanala tijekom skiciranja i prikazali empirijske rezultate veze između verbalne komunikacije i skiciranja u kontekstu procesa konstruiranja. Istraživanje su proveli pomoću eksperimenata čiji članovi nisu smjeli međusobno razgovarati tijekom konstruiranja i kontrolnih grupa kojima nije zadano ograničenje verbalne komunikacije. Analiza istraživanja rezultirala je podacima na čijem su temelju donesena dva zaključka: (1) razvojni timovi mogu funkcionirati bez usmene komunikacije i rješavati konstrukcijske probleme, a njezino nepostojanje nadoknađuju korištenjem grafičkih i tekstualnih kanala i oslanjanjem na ponešto drukčije strukture komunikacije, (2) članovi timova osim razvijanja i dijeljenja zajedničkog mentalnog modela u vezi zadatka, razvijaju mentalni model i u vezi procesa konstruiranja kako bi upravljali grupnim interakcijama.

Ullman et al. [13] su u svom radu također promatrali proces skiciranja kao kognitivni procesa te konstatare: „Konstruktori prikazuju informacije iznutra (engl. *internally*) u svojim mislima i izvana (engl. *externally*) na papiru, računalnom ekranu ili pomoću drugih medija“. Stoga se konstrukcijski prikazi mogu klasificirati na unutarnje (mentalne slike) i vanjske prikaze, npr. različite vrste crteža. Skiciranje su definirali kao neophodno proširenje vizualnih slika odnosno proširenje kognitivnih mogućnosti konstruktora zbog ljudskih ograničenih sposobnosti za vizualiziranje objekata i medija koji povezuje unutarnje i vanjske kognitivne procese u području rješavanja problema [13]. Ovom definicijom su stvorili vezu između skica na papiru sa slikama koje konstruktor stvara interno i zaključili kako sadržaj i struktura crteža ovisi o mentalnom modelu i načinu na koji je oblikovan (sa kognitivnim komadima, engl. *cognitive chunks*). Kako bi praktično dokazali hipoteze postavljene u radu proveli su analizu protokola za sadržaj i svrhu zapisa na papiru. Ullman et al. [13] su temeljili svoje istraživanje na dvije vrste prikaza (zapisa):

- *Podrška zapisa*, koja uključuje tekstualne bilješke, popis dimenzija, proračun;
- *Grafički prikazi*, koji uključuju crteže objekata i njihove funkcije, nacрте i grafove. Ova kategoriji uključuje *formalne tehničke crteže* nacртane u mjerilu u CAD računalnim sistemima u skladu sa skupom različitih prihvaćenih pravila koje služe za komunikacija sa drugim konstruktorima, proizvođačima, klijentima i *prostoručne skice* koje nisu nacртane u mjerilu, ali mogu koristiti kratke bilješke za predstavljanje objekta i njegove funkcije, a pomažu zapisivanju ideje na papir, ali i služe također za komunikaciju između kolega.

Zaključci proizašli iz istraživanja: (1) crtež je preferirana metoda vanjskog prikazivanja u odnosu na tekst, (2) većina crteža je nacртana skiciranjem jer smatraju da računalni alati usporavaju proces crtanja, a time i kognitivne procese pa se iz tog razloga konstruktori više služe skiciranjem, (3) skice pružaju proširenje memorije, forsiraju predloženu konstrukciju i ograničenja na istu razinu apstrakcije i na isti prikaz radi usporedbi. Zadnji zaključak nije potvrđen u potpunosti zbog nepotpunih rezultata provedene analize.

U svom radu, Williford et al. [14] isto ukazuju na važnost formalnog podučavanja vještine skiciranja. Dok se sve konstruktore podučava tijekom formalnog obrazovanja kako se izrađuju tehnički crteži u CAD sustavima te je većina inženjera vješta u izrađivanju i interpretaciji istih, prostoručno skiciranje se u većini slučajeva ne podučava formalno. Često se smatra kako je to

prirodna sposobnost [13] te je mnogim disciplinama poput inženjerstva strojarstva prostoručno skiciranje zapostavljeno uslijed pojave i razvoja CAD programa [14]. To se događa jer se tehničkim crtežima prikazuje konačno rješenje konstrukcije, arhivira kompletna konstrukcija i komunicira sa ljudima vezanim za projekt. Međutim kao što se vidi iz rezultata analize istraživanja Ullmana et al [13], skiciranje kao brz i efikasan proces pretvaranja mentalnih modela u fizičko rješenje koje će služiti za komunikaciju između članova tima i dalje ima veću važnost i više se koristi od CAD programa u fazi generiranja koncepata.

Stoga su razvili sistem *SketchTivity* koji uključuje [14]:

- Inteligentna interaktivna predavanja gdje su uče osnove skiciranja i dobiva povratna informacija o uspješnosti izvršenja zadataka,
- Izazove koji dopuštaju ispitivanje vještine skiciranja i kreativnosti,
- Igru ZenSketch koja pomaže pri uvježbavanju povlačenja linija.

Proveli su istraživanje u kojem su podijelili studente industrijskog dizajna na grupe koje će koristiti *SketchTivity* platformu za skiciranje dok će ostali sudionici prostoručno skicirati na papiru. Pokazalo se da su studenti koji su koristili program imali povećanu učinkovitost skiciranja i vizualizacije u odnosu na studente koji su koristili olovku i papir.

2.2.1 Zaključak

Proces skiciranja znanstvenici, već dugi niz godina proučavaju, kao skup kognitivnih procesa i na temelju te definicije provode eksperimentalna istraživanja kako bi ju potvrdili. Rezultati njihovih istraživanja su pokazali kako je skiciranje važan medij komunikacije prilikom prijenosa ideja i mentalnog modela jednog sudionika na ostale članove tima. Iz tog razloga važno je pravilno i uredno skicirati kako bi što jasnije prenijeli svoje ideje. Međutim skiciranje kao vještina koja se uči je zapostavljena zbog učenja izrade tehničke dokumentacije pa uvođenje kolegija te stvaranje i razvoj *online* programa koji će podučavati konstruktore pravilnom skiciranju ima veliku važnost.

2.3 Metoda analize protokola skiciranja

Konstruktori uglavnom u konceptualnoj fazi procesa skiciranja koriste prostoručne skice koji imaju ulogu oblikovanja kreativnih ideja [15] te su medij kroz koji konstruktori ispituju svoje misli, razmatraju svoja djela i izražavaju svoja konstrukcijska razmišljanja [5]. Stoga su istraživači analizirali na koje načine konstruktori koriste skice tijekom rane faze procesa konstruiranja [9], [15], [20], a istraživanja su proveli pomoću metode analize protokola koja je prema Gero [8] najprikladnija metoda za analizu kognitivnih procesa. Analiza protokola je metoda koja omogućava konverziju verbalnih iskaza u statističke podatke za analizu [8], čija se primjena u području konstruiranja intenzivno koristi [15]. U znanstvenom radu Suwa, Gero i Purcell [15] navode dvije podijele u metodi analize protokola:

- Procesno orijentiran pristup i sadržajno orijentiran pristup prema [16],
- Metode “razmišljanja na glas“ i “retrospektivni izvještaj“.

Procesno orijentiran pristup se fokusira na opisivanje strukture procesa konstruiranja u kontekstu općenite taksonomije rješavanja problema, npr. planovi, strategije, ciljevi itd. Cilj sadržajno orijentiranog pristupa je otkriti sadržaj informacija, izvora i znanja koji se koriste za stvaranje zaključka.

Zbog toga što će se baviti kognitivnom interakcijom konstruktora sa skicama odabrali su [15] sadržajno orijentiran pristup i metodu „retrospektivnog izvještaja“. Shodno tome primijenjena je modificirana kodna shema, na principu kodne sheme koju su razvili Suwa i Tversky [17] koja klasificira sadržaj informacija na one u kojima su konstruktori sudjelovali i na koje su mislili. Kodna shema koja se sastoji od 4 kategorije (*fizička, opažajna, funkcionalna i konceptualna*) prikazana je u tablici 2.1.

U svom radu Goldschmidt [9] izlaže kako bi protokoli konstruiranja trebali uključivati komponente crtanja, a ne samo verbalnu komunikaciju, a cilj studije je bio izoliranje aktivnosti skiciranja i korištenje vizualnog razmišljanja i slika kao konceptualnog okvira za istraživanje. Na početku studije objasnila je pojmove *pokreta* i *argumenta* pomoću kojih će segmentirati protokol, a kodna shema analize protokola sastojala se od 2 modaliteta koja su pridodana svakom argumentu: (1) „*promatranje*“, što je označavalo figurativne argumente za vrijeme razmišljanja

skiciranja (engl. *sketch-thinking*) i (2) „*gledanje*“ koji označava unaprjeđivanje nefigurativnih argumenata koji se odnose na etnitet koji se oblikuje.

Tablica 2. 1 Kodna shema kategorija akcija

| Kategorija | Naziv | Primjeri |
|--------------|----------|--|
| Fizička | D-akcija | prikazati, npr. točke, linije, simboli, riječi |
| | L-akcija | pogledati na elemente prikaza |
| | M-akcija | pomaknuti olovku ili ruku |
| Opažajna | P-akcija | opaziti oblike, veličine, prostorne veze |
| Funkcionalna | F-akcija | zamišljati funkcije, ne vizualni koncepti |
| Konceptualna | E-akcija | ocijeniti estetske vrijednosti |
| | G-akcija | postaviti ciljeve |
| | K-akcija | usvojiti znanje |

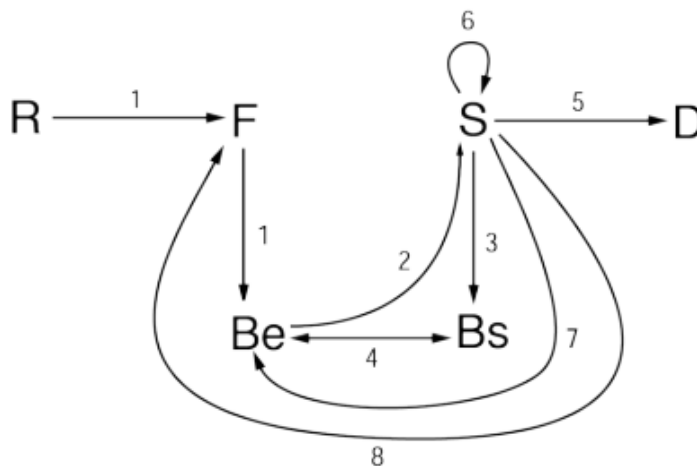
Na temelju modaliteta postavljena je hipoteza istraživanja: „Proces skiciranja je sustavna dijalektika između rasuđivanja modaliteta „*promatranja* „*gledanja*““. Rezultati analize su pokazali kako tijekom procesa skiciranja dolazi do izmjene modaliteta čiji poredak nije bitan, već da se izmjena događa u oba smjera te je proizašao sljedeći zaključak: skiciranje uvodi posebnu vrstu dijalektike u konstruktorovo objašnjenje koje je jedinstveno, a temelji se na interaktivnim slikama, kontinuiranom izradom prikaza s tragovima u svrhu vizualnog razmišljanja nečega što se prethodno nije vidjelo, ali nečega što će se stvoriti, etniteta koji još ne postoji.

Prema Mc Neillu, Gerou i Warreu [2] pri analiziranju podataka protokola bitna su dva elementa:

- Shema kodiranja koja se koristi mora odgovarajući odražavati kompleksnost podataka bez njihovih narušavanja, a to je omogućeno kombinacijom kategorija kodiranja koje su izvedene iz stvarnih podataka prikupljenih iz ranijih istraživanja,
- Proces kodiranja protokola mora biti što objektivniji, što se postiže kodiranjem protokola dva koda i njihovim zajedničkim pristupom za konačni rezultat kodiranja,

tako da su u svom istraživanju razradili kodnu shemu koja se sastoji od dvije kategorije koje se bave aktivnostima u području problema: *razina apstrakcije* i *funkcija-ponašanje-struktura* i dvije kategorije koje se bave strategijama koje konstruktor koristi: *mikrostrategija* i *makrostrategija*.

Gero [8] napominje iako je proces konstruiranja složeni proces te je zbog toga kompliciran za analiziranje uz pomoć samo jedne sheme kodiranja. Ipak je uočeno je kako tijekom timskih aktivnosti postoje pravilnosti koje mogu biti proučavane. Kao jedan od najznačajnijih metoda proučavanja regularnosti tijekom procesa konstruiranja i razvoja proizvoda je FBS (funkcija-ponašanje-struktura; eng. *Function-Behaviour-Structure*) ontologija konstruiranja koju su Gero i Kannengiesser [18] primijenili i na temelju nje razvili kodnu shemu. FBS kodna shema predstavlja proces konstruiranja pomoću povezivanja funkcije, ponašanja i strukture koji mogu biti prikazani kao različita stanja razvoja konstruiranja (slika 2.1, tablica 2.2, tablica 2.3) [18].



Slika 2.2 FBS ontologija; [18]

Tablica 2. 3 kodova FBS ontologije

| Kod | Predmet rasprave |
|-----|---------------------------------|
| Be | Očekivano ponašanje |
| Bs | Ponašanje dobiveno iz strukture |
| D | Opis konstrukcije |
| F | Funkcija |
| R | Zahtjev |
| S | Struktura |

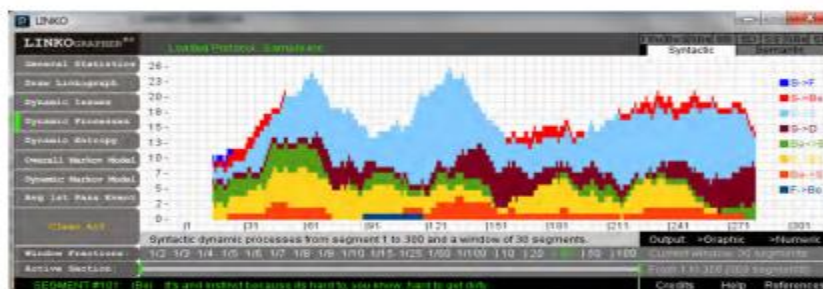
Tablica 2. 2 Popis procesa FBS ontologije

| Oznaka | Osnovni procesi/transformacije |
|--------|--------------------------------|
| 1 | Formulacija |
| 2 | Sinteza |
| 3 | Analiza |
| 4 | Procjena |
| 5 | Dokumentacija |
| 6 | Reformulacija tip I |
| 7 | Reformulacija tip II |
| 8 | Reformulacija tip III |

Druga često spominjana metoda analize protokola je Goldschmidt linkografija (engl. *Goldschmidt's linkography*) koja je korištena i u analizama timskih aktivnosti drugih radova [1], [8]. Linkografija je istraživački pristup koje se posebno bavi načinima na koje konstruktori nadograđuju međusobne ulazne podatke [10], a definiraju je dva glavna pojma: *potez* kao korak, djelo, operacija koja transformira situaciju konstrukcije u odnosu na stanje u kojem je bila prije tog koraka te *poveznice* koje se uspostavljaju između poteza (slika 2.2) [1]. Potezi sa više od 7 poveznica definirani su kao *presudni konstrukcijski potezi* i služe kao mjerilo za produktivnost [1]. Morteza Pourmohammadi je razvio računalni program LINKOgrapher, temeljen na FBS ontologiji, koji uzima kao ulazne podatke kodirane segmente i linkografiju protokola i daje rezultate u prijenosnom obliku (slika2.3) [13].



Slika 2. 3 Linkografski prikaz analize protokola; [1]



Slika 2. 4 Prikaz sučelja i izlaznih podataka u LINKOgrapheru; [8]

Sve prethodno spomenute sheme kodiranja i pristupi analizi nisu namijenjeni za analiziranje skiciranja analizom protokola pa se ne mogu koristiti u svrhu analiziranja skiciranja. Stoga će se u radu kao shema kodiranja koristiti opisana sljedeća shema kodiranja uz manje varijacije.

Nik Ahmad Ariff, Badke-Schaub, Eris i Suib [3] predložili su okvir konstruiranje-komunikacija (engl. *The Design-Communication block framework*) koji kategorizira elemente skica (slika 2.4, tablica 2.4) na temelju:

1. podjele elemenata skica na dvije kategorije prema Ullman et al. [13] (vidi poglavlje 2.2) :
 - *Podrška zapisa*, koja uključuje tekstualne bilješke, popis dimenzija, proračun;
 - *Grafički prikazi*, koji uključuju crteže objekata i njihove funkcije, nacрте i grafove;
2. analize generiranih skica koje su sami autori prikupili u aktivnosti konstruiranja

Aktivnosti vezane uz skiciranje i skice su analizirane prema sljedeće četiri glavne kategorije aktivnosti skiciranja:

- *Crtanje* (generiranje) je aktivnost koju opisuje uvođenje osnovnih grafičkih oblika i elemenata funkcije,
- *Detaljiranje* karakterizira artikuliranje elementa skica iz kategorije generiranje,
- *Objašnjavanje* omogućava komuniciranje značenja elementa iz kategorija generiranja ili detaljiranja sa grafičkim ili numeričkim bilješkama,
- *Prenošenje* (izmjena) je aktivnost u kojoj se komunicira značenje elemenata iz kategorije generiranja ili detaljiranja sa tekstualnim bilješkama.

Okvir konstruiranje-komunikacija je podijeljen na konstruiranje i komunikaciju. U konstruiranje spadaju aktivnosti *crtanja*, *detaljiranja* i *objašnjavanja*, dok potonji i aktivnost *prenošenja* pripadaju komunikaciji (slika 2.4). Svaka aktivnost je dodatno opisana elementima kategorizacije pa tako crtanje od *elementa crtanja*, detaljiranje od *elemenata podrške i tehničkih elementi*, objašnjavanje od *elementa objašnjavanja* i prenošenje od *elementa razgovora*. Zatim i svaki element kategorizacije je opisan pripadajućim elementima, elementi crtanja sa *skicom i oblikom*; elementi podrške sa *dodatnom skicom, djelomičnom značajkom i kontekstom*; tehnički elementi sa *elementima sa rastavljenim sklopom, djelomičnim presjekom i dimenzijama*; elementi objašnjavanja sa elementima: *boja, simbol, smjer, broj, isticanje, objašnjavajuća rečenica, objašnjavajuća fraza* i na kraju elementi razgovora: *razgovorna rečenica i napomena rečenice* (slika 2.4). U tablici 2.4 nalaze se sve detaljno opisane definicije kategorija koje su navedene.

U svom su istraživanju koristili definicije dimenzija okvira kao smjernice za kodiranje [3]. Zbog detaljnog opisa i kategorizacije elemenata skica kodna shema okvira konstruiranje- komunikacija će se koristiti u ovom radu uz određene manje promjene kako bi se što objektivnije mogla primijeniti u kodiranju protokola.



Slika 2. 5 Okvir konstruiranje-komunikacija; [3]

Tablica 2. 4 Definicije dimenzija okvira konstruiranje-komunikacija

| AKTIVNOST | ELEMENTI KATEGORIZACIJE | ELEMENTI |
|---|--|--|
| Crtanje: crtanje/skiciranje na papiru | Elementi skiciranja: komuniciraju funkcionalnost na razini proizvoda i imaju različiti fizički oblik | Skica: niska razina detalja i velika razina dvosmislenosti |
| | | Oblik: visoka razina detalja i niska razina dvosmislenosti |
| Detaljiranje: proširivanje/prerađivanje elemenata skice kroz dodatne skice ili tehničke elemente | Elementi podrške: promjena izgleda postojeće skice dodatnim detaljem | Dodatna skica: dodatna i detaljnija skica već cijelog postojećeg elementa skice |
| | | Djelomična značajka: dodatna/ detaljirana skica dijela postojeće skice |
| | | Kontekst: dodatna skica postojećeg elementa skice u posebnom kontekstu-često kako bi se vizualizirao scenarij |
| | Tehnički elementi: prenose tehnički detaljno razumijevanje postojeće skice | Rastavljeni sklop: Prikaz rastavljenog sklopa koji dodatno specificira geometriju |
| Djelomični presjek: Prikaz djelomičnog presjeka koji dodatno specificira geometriju | | |
| Jedinice/dimenzije: vrijednost i/ili jedinice tehničkih parametara poput dužine | | |
| Objašnjavanje: obilježavanje postojećih elemenata skica sa grafičkim, numeričkim ili tekstualnim informacijama radi razjašnjenja njihovog značenja | Elementi objašnjavanja: elementi koji objašnjavaju značenje postojećeg elementa skice u obliku napomena | Boja: upotreba boje radi naznake značenja |
| | | Simbol: grafički simbol općenito shvaćen unutar tima radi naznake značenja |
| | | Smjer: linije koje ukazuju na smjer |
| | | Broj: aritmetička vrijednost izražena riječima, simbolom ili brojkom koja se koristi za računanje |
| | | Isticanje: dana posebna važnost ili naglašavanje elementa skice poput podcrtavanja |

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>Objašnjavajuća rečenica: bilješka zapisana u obliku rečenice za daljnje objašnjavanje skice</p> <p>Objašnjavajuća fraza: kratka tekstualna napomena korištena za daljnje objašnjavanje skice</p> |
| <p>Prenošenje: izvršiti razgovor kako bi se uspostavilo zajedničko razumijevanje unutar tima u vezi elemenata skice</p> | <p>Elementi razgovora: Elementi omogućavaju pisanu komunikaciju o značenju elementa skice</p> | <p>Razgovorna rečenica: bilješka zapisana u obliku rečenice za daljnje objašnjavanje skice</p> |
| | | <p>Napomena rečenice: kratka tekstualna napomena korištena za objašnjavanje razgovorne rečenice</p> |

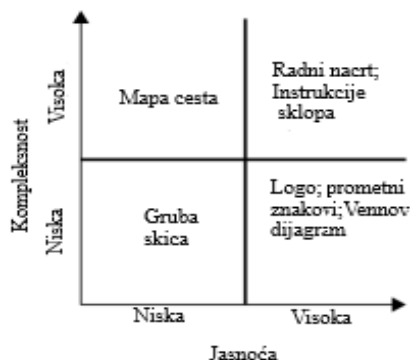
2.4 Metode analize i evaluacije skica koncepata

Inženjeri koriste razradu kao sredstvo za razmišljanje, ali i kao način na koji će prenijeti aspekte njihovih generiranih rješenja drugim članovima uključenim u proces. Razrada potiče konstruktora na širenje ideja, organiziranje misli, ali i pomaže pri razjašnjavanju i artikuliranju misli [19]. Također, razrada proizlazi iz razine detalja koncepta u kontekstu kompleksnosti ili jasnoće. Razina razrade prikazana u generiranju koncepata je učinkovit pokazatelj preciznosti koncepata [19]. U istraživanjima analize razrade skica koriste se dva pristupa [19]:

- odozdo prema gore pristup (engl. *bottom-up approach*) koji se fokusira na kompleksnosti skica pomoću zbroja elemenata konstrukcije pronađenih na skici;
- odozgo prema dolje pristup (engl. *top-down approach*) se fokusira na jasnoću skica, a bazira na činjenici da se cjelina smatra važnijom od zbroja sastavnih dijelova.

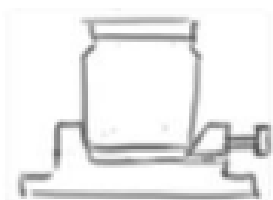
Sevier et al. [19] su razvili metodu procjene razrade u kojoj su predložili korištenje oba prethodna pristupa jer su definirali razradu kao poveznicu između količine (kompleksnosti) i kvalitete informacija (jasnoće), slika 2.5. Odozdo prema gore pristupi opisuju složen sustav kao posjedovanje velikog broja dijelova koji u međusobnom odnosu koji nije jednostavan, a jednostavna konstrukcija ima mali broj dijelova. Također kažu da je složenost proizvoda određena brojem funkcija. Općenito, odozdo prema gore pristupi evidentiraju pojedine elemente kao cjelinu i iz njih se vidi kvantitativna priroda kompleksnosti. S druge strane, odozgo prema gore pristup opisuju jasnoću i njezinu kvalitativnu prirodu gdje jednostavnost poruke je presudna za razumijevanje te da jedino elementi koji ostanu, nakon što su svi elementi koji su nepotrebni

uklonjeni, imaju opravdanu svrhu i funkcionalnost. Općenito, odozgo prema gore pristupi se fokusiraju na konstrukciju kao cjelinu.



Slika 2. 6 Dvoosna matrica kompleksnost-jasnoća; [19]

Tijekom eksperimentalnog istraživanja [19] koje je provedeno kroz određeni broj ciklusa razvijena je nova metrika kompleksnost-jasnoća. Eksperiment započinje prvim krugom u kojem su skice analizirane i ocjenjene prema prethodno definiranoj metrici razrade za tu fazu. Nakon prvog, ali i svakog daljnjeg ciklusa svi kriteriji razrade metrike su pregledani i oni koji se nisu pojavili nakon evaluacija skica su uklonjeni, a kriterij/i za koji su smatrali da trebaju biti dio metrike razrade uključen/i su u analiziranje skica. Nakon nekoliko krugova sistematskog ocjenjivanja i pregleda razvili su konačnu verziju metrike razrade za vrjednovanje dva primarna elementa razrade: kompleksnost i jasnoću. Kompleksnost iz odozdo prema gore pristupa definirana je uz pomoć osam kriterija: *sjenčanje, trodimenzionalnost, bilješka, razmjer, pomoćni pogledi/konfiguracija, promjenljivost debljine linije, kinetika i tekstura*, a jasnoća temeljena na odozgo prema dolje pristupu uz pomoć šest kriterija: *tko, što, kad, gdje, zašto i kako* (tablica 2.5) Evaluacija u ovoj metrici je provedena jednostavnim zbrajanjem kriterija kompleksnosti i jasnoće, u području između 0 što označava nisku do broja 14 koji označava visoku razinu razrade skica. Svaki kriterij se boduje sa 0 ako ne postoji ili sa 1 ako postoji, slika 2.6 [19].



a) skica niske razrade



b) skica visoke razrade

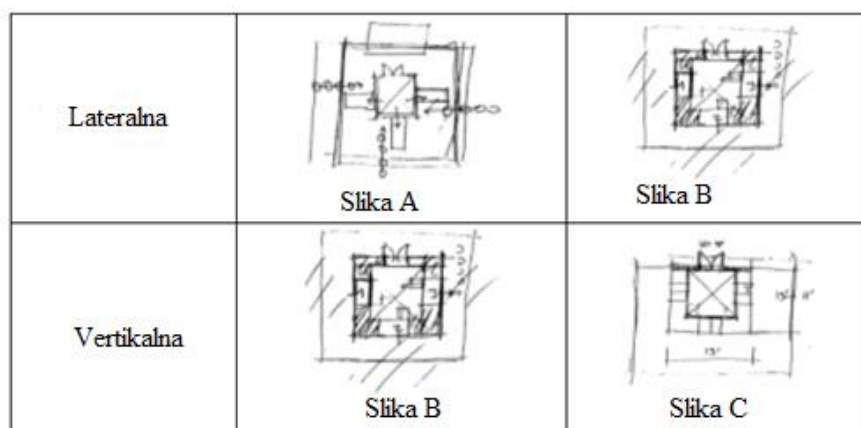
Slika 2. 7 Primjeri skica niske i visoke razrade [23]

Tablica 2. 5 Kriteriji i definicije kompleksnosti i jasnoće

| Rezultat(8) | | | |
|--------------|--------------------------------|---|----------------------|
| | Kriterij | Definicija | Ilustrirano svojstvo |
| Kompleksnost | Sjenčanje | Linije/oznake ispunjavanja područja predstavljaju gradaciju zatamnivanja (uključujući sjene, ali isključujući šrafitiranje djelomičnih presjeka ili fiksnih objekata) | |
| | 3D | Dimenzije dubine, dužine, visine | |
| | Bilješka | Objašnjavajuće bilješke i tekstualni komentari | |
| | Razmjer | Prikazuje relativnu veličinu samo koristeći ljudsko tijelo ili dio tijela (dlan; stopalo) | |
| | pomoćni pogledi/konfiguracija | Različiti pogledi (tlocrt, nacrt, bokocrt, djelomični, detaljni, alternativna konfiguracija) | |
| | Promjenljivost debljine linija | Dinamična debljina linija (obrisi, rubovi, simetrala, površinski obrisi, fiksirano šrafitiranje, skrivene linije) | |
| | Kinetika | Prikazuje kretanje kroz strujnice, strelice, linije pokreta (vjetar, zvuk, valovi) | |
| | Tekstura | Imitacije kvalitete opipljivosti (točkice, koso šrafitiranje). Isključuje šrafitiranje djelomičnih presjeka ili fiksnih objekata (zidovi, stolovi) | |
| Rezultat(6) | | | |
| | Kriterij | Definicija | Ilustrirano svojstvo |
| Jasnoća | Tko | Referenca na osobu/e (interesnu skupinu). Ne zamjenice ili općeniti termini (korisnik, osoba, ljudi) | |
| | Što | Opisuje svojstva koncepta s obzirom što koncept rješava | |
| | Kad | Specifično vrijeme koncepta (vrijeme u danu, posebne okolnosti) - Uključuje kad se problem događa | |
| | Gdje | Mjesto koncepta i njegovo korištenje (vani, na stolu) | |
| | Zašto | Izlaganje problema i jasno opravdanje svrha/e | |
| | Kako | U kojem smjeru problem napreduje i način na koji koncept funkcionira (prolazak kroz proces) | |

Još jedna metoda kojom se može vidjeti tijekom razrade koncepta je metoda transformacija koju je razvio Goel [20] i definirao dva tipa procesa koji si odvijaju između uzastopnih skica u konceptualnoj fazi razvoja proizvoda (slika 2.7):

1. lateralna (engl. *lateral*) transformacija mijenja crtež u drugi povezan, ali potpuno drukčiji crtež (za razliku od detaljnije verzije istog crteža, nepovezanog ili identičnog crteža). Općenito, lateralna transformacija se odvija kada se skicira novi koncept koji je nastao na principu već nacrtanog, postojećeg koncepta, ali postoje i određene i izrazito vidljive razlike između njih;
2. vertikalna (engl. *vertikalna*) transformacija nadograđuje postojeći crtež kroz objašnjavanje i detaljiranje. Općenito, vertikalna transformacija se odvija kad se jedan koncept pomoću detalja razvija u drugi, a taj detaljiraniji koncept, osim naravno dodanih detalja, se u kontekstu funkcije i oblika ne razlikuje od prethodnog koncepta.




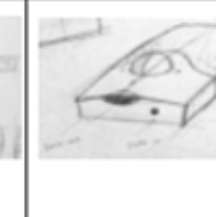
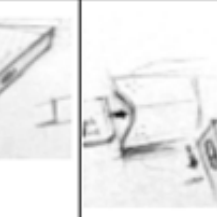


Slika 2. 8 Primjeri lateralne i vertikalne transformacije; [21]

Faza generiranja konceptata je faza gdje je nekoliko bitnih ideja generirano i ispitano kroz transformacije. To generiranje i ispitivanje ideja/konceptata je potpomognuto apstraktnom prirodom informacija, niskom razinom privrženosti za generirane ideje, grubih detalja i lateralnih transformacija. One su potrebne za proširivanje prostora rješenja i za istraživanje i razvoj bitnih ideja. Faze odlučivanja i detaljiranja su strukturiranije i ograničene u smislu kako nema više generiranja ideja, već se odabere koji će se koncept razvijati do detaljnog, konačnog koncepta. Određena ideja je prihvaćena kao rješenje koje će se razvijati kroz prostor rješenja do konačnog koncepta. Faze su karakterizirane viskom razinom privrženosti za generirane ideje, pažnjom na detalje i velikim brojem vertikalnih transformacija. Rezultira produbljivanjem prostora rješenja [20].

Analiziranjem koncepta pomoću transformacija koristiti će se u ovom radu kako bi se opisali kreirani ishodi pojedinih aktivnosti skiciranja tijekom procesa skiciranja, kako bi se prikazalo da su se transformacije uopće dogodile i kako bi se mogli rezultati analize usporediti sa postojećim relevantnim istraživanjima.

S obzirom da u prethodno navedenoj metodi transformacije nije predložena mjera razine transformacija koja bi pomogla pratiti proces konstruiranja, Chen, You i Lee [21] su razvili mjerilo kompleksnosti kako bi se mogao izračunati stupanj transformacije. Generirani koncept tijekom eksperimenta [21] su ocjenjeni sa jedan do pet s obzirom na kompleksnost skice, gdje jedan označava najjednostavnije skice, a pet najkompleksnije. Pomoću mjerila kompleksnosti mogli su statistički pokazati vezu između broja skica i kompleksnosti skica (slika 2.8)

| Razina kompleksnosti 1 | Razina kompleksnosti 2 | Razina kompleksnosti 3 | Razina kompleksnosti 4 | Razina kompleksnosti 5 |
|---|---|--|--|--|
| Crtanje monokromskih linija. Bez sjenčanja. Bez tekstualnih ili numeričkih oznaka. | Crtanje monokromskih linija. Bez sjenčanja koje bi opisalo 3D oblik. Koriste se linije raznih debljina. | Monokromski te grubo sjenčano kako bi se sugerirao 3D oblik. Moguća par oznaka sa svega 6 do 7 riječi. | Suptilno sjenčanje jasnije opisuje 3D oblik. Na crtežu u ovom trenutku sigurno ima tekstualnih i numeričkih oznaka. Moguće korištenje boja za ilustraciju određenih dijelova koncepta ili rasporeda. | Jako sjenčano te je 3D obliku potpunosti jasan. Pomoću oznaka biti će postavljena pitanja vezana za ideje ili objašnjenja istih. Detaljnija konstrukcija i razrađen mehanizam. Boje će biti korištene u velikoj mjeri. |
|  |  |  |  |  |

Slika 2. 9 Ljestvica kompleksnosti; [21]

Upotrebom ljestvice kompleksnosti u ovom radu određena je statistički mjera transformacije koncepta koja će na kraju biti uspoređena sa rezultatima u radu [21].

3. VIDEO-MATERIJALI TIMSKIH AKTIVNOSTI

Nakon pregleda literature kao dijela deskriptivne analize, u ovom poglavlju ukratko će se objasniti kako je eksperimentalno istraživanje provedeno, opisati sastav timova, eksperimentalno okruženje i zadatak.

3.1 Eksperimentalno istraživanje

U okviru ovog rada analizirat će se sve aktivnosti vezane uz proces skiciranja tijekom konceptualne faze procesa konstruiranja koje su snimljene tijekom sesije u trajanju od 60 minuta. Za analizu koristili su video snimke pet studentskih timova koji su morali osmisliti koncept rješenja zadanog problema što uključuje generiranje ideja, skiciranje koncepata te odabiranje i detaljiranje rješenja zadanog problema.

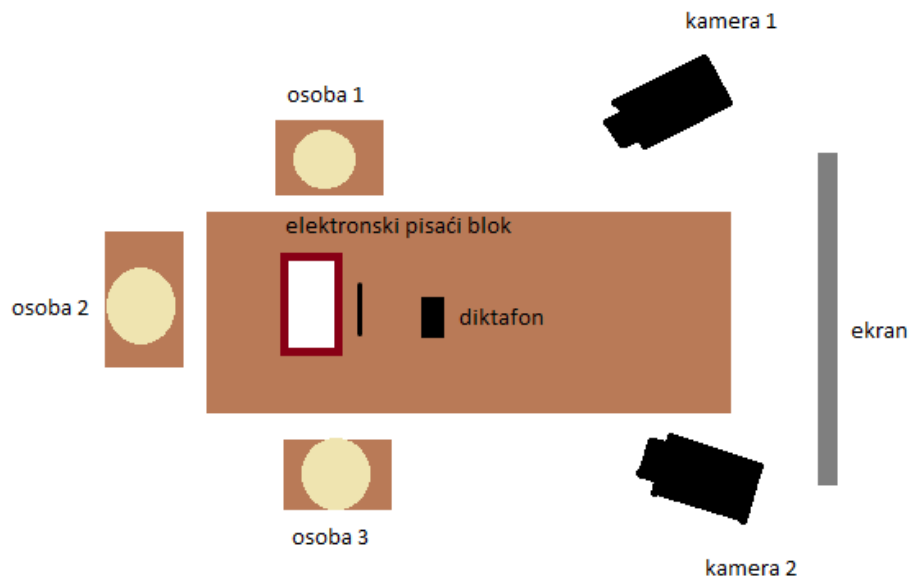
3.2 Timovi

Sudionici eksperimentalnog istraživanja su studenti četvrte i pete godine inženjerstva strojarstva Fakulteta strojarstva i brodogradnje u Zagrebu koji su stekli iskustvo skiciranja koncepata i općenito iskustvo u konstruiranju i razvoju proizvoda pohađanjem i polaganjem kolegija na Zavodu za konstruiranje. Također su sudjelovali u jednosemestralnom kolegiju EGPR gdje su u multinacionalnim timovima bili uključeni u razvoj novog složenog proizvoda-skutera za mobilnost. Slično predznanje studenata pomoglo je u formiranju timova sa sličnim znanjem. Šesnaest sudionika grupirano je u pet razvojnih timova po tri člana nasumičnim izborom: tim 1, tim 2, tim 3, tim 4 i tim 5. Timovi 1,2,3 i 4 tijekom cijele eksperimentalne sesije zadržali su jednak sastav dok se kod tima 5 nakon prve polovice sesije dogodila promjena sastava tima zamjenom jednog člana drugim sudionikom kako bi se ispitalo imali li promjena sastava grupe utjecaj na nastavak timskog rada. Prije početka eksperimenta, timovima je definirano radno okruženje kako bi se smanjio utjecaj okoline na rad studenata.

3.3 Eksperimentalno okruženje

Raspored opreme u prostoru gdje su se odvijale sesije bio je strogo definiran. Soba je bila opremljena sa dvije kamere za snimanje slike, jednim diktafonom za snimanje glasa i elektronskim

pisaćim blokom za snimanje skica. Tekst zadatka je bio prikazan na ekranu montiranom na zid. Ekran je uključivao i brojač vremena kako bi timovi znali u svakom trenutku koliko im je još vremena preostalo do kraja sesije (slika 3.1).



Slika 3. 1 Shematski prikaz radnog okruženja eksperimenta

3.4 Zadatak

Tijekom 60-minutne eksperimentalne sesije svaki tim imao je zadatak osmisлити koncept rješenja za organizaciju fizičkih ključeva kako bi se korisnicima olakšalo svakodnevno korištenje istih. Konačni koncept morao je zadovoljiti 7 zadanih zahtjeva. Točan opis zadatka nalazi se u prilogu 1. Predloženo rješenje je moralo sadržavati detaljne skice odabranog koncepta, uključujući okvirne dimenzije, materijale i načine rukovanja. Tijekom sesije grupe su mogle raditi na većem broju koncepata, ali na kraju su morali naznačiti koje je rješenje konačno. Svi sudionici su prvi put vidjeli zadatak kada su ostali sami i tekst zadatka se pojavio na ekranu. Iz razloga što su ključevi standardan predmet svakodnevnog života nije smatrano da problem zadatka treba unaprijed objasniti sudionicima eksperimenta niti da će biti potrebna bilo kakva literatura.

4. KODIRANJE I ANALIZA PROTOKOLA

U ovom poglavlju će opisati shema kodiranja za analizu protokola te procesi segmentiranja i kodiranja protokola. Na kraju će se dati pregled i objašnjenje provedenih analiza.

4.1 Kodna shema

U poglavlju 2.3 navedeno je kako će se koristiti shema kodiranja iz [11] uz promjenu u komunikacijskom dijelu okvira konstruiranje-komunikacija. Aktivnost `prenošenje` zamijenjena sa kodom za `usmeno objašnjavanje` skica koncepata. Razlog tomu je različita postavka samog eksperimenta. U eksperiment gdje se koristila originalna kodna shema [11] sudjelovali su timovi koji su imali ograničenje verbalne komunikacije. Stoga su u shemi kodiranja imali kod `prenošenje` koji se odnosio na zapisivanje razgovornih rečenica i njima su se služili timovi koji su bili ograničeni. U eksperimentu koji je opisan u ovom radu, timovi nisu imali ograničenja pa taj kod nije bio potreban i odlučeno je zamijeniti ga sa ekvivalentnim kodom, a to je usmeno objašnjavanje. Razlike nove kodne sheme u odnosu na kodnu shemu [11] (poglavlje 2.3) prikazane su u tablici 4.1. Ovakva kodna shema koristila se za sve aktivnosti vezane uz proces skiciranja koncepata što uključuje crtanje (skiciranje), zapisivanje bilješki te usmenog referiranja na skice. Dalje kroz ovaj rad u tekstu, aktivnosti crtanje, objašnjavanje i detaljiranje koje su definirane kodnom shemom bit će dio *radnje skiciranje* („S“), a aktivnost usmeno objašnjavanje koja je također definirana kodnom shemom pod *radnjom razgovor o skicama* („R“). Radnja razgovor o skicama vezana je samo uz skice i u daljnjem radu poistovjećena sa aktivnosti usmenog objašnjavanja iz kodne sheme jer aktivnost usmenog objašnjavanja nema potkategorije pa svi rezultati koji vrijede za radnju razgovor o skicama jednaki su i za usmeno objašnjavanje.

Skiciranje („S“) je radnja koja započinje spuštanjem vrha olovke na papir i ostavljanjem traga na papiru. U daljnjem tekstu *skiciranje i kod „S“* označavaju zapravo prethodno opisanu radnju.

Razgovor o skicama („R“) je definiran: (1) pokretom ruke koja pokazuje na određenu skicu ili njezin dio i (2) usmenom komunikacijom pomoću koje članovi tima objašnjavaju skicu, navode probleme i predlažu rješenja koncepata nakon što je skica nacrtana, ali ne i za vrijeme samog skiciranja odnosno „razgovor o skicama“ se u ovom kontekstu smatra usmenim referiranjem na

određeni koncept. U daljnjem tekstu kod „R“ i razgovor o skicama označavaju prethodno opisanu radnju.

Tablica 4. 1 Razlika kodne shemu u odnosu na kodnu shemu iz [11]

| AKTIVNOST | ELEMENTI KATEGORIZACIJE | ELEMENTI |
|---|---|--|
| Detaljiranje: proširivanje/prerađivanje elemenata skice kroz dodatne skice ili tehničke elemente | Tehnički elementi: prenose tehnički detaljno razumijevanje postojeće skice | Jedinice/dimenzije: vrijednost i/ili jedinice tehničkih parametara poput dužine |
| Usmeno objašnjavanje: pokretima ruku i usmenim izlaganjem tj. referiranjem na skice objašnjavaju se nacrtane skice, ukazuje se na probleme koncepta radi pojašnjenja značenja dijela ili cijele skice | | |

4.2 Kodiranje protokola

Video zapisi nastali tijekom pet eksperimentalnih sesija su pregledani, segmentirani i kodirani u programu ELAN 5.0¹ koji omogućava sinkronizaciju više video i audio snimki dobivenih pomoću navedene opreme za snimanje u poglavlju 3.3 (slika 4.1). Prilikom segmentiranja protokola fokus je bio na skiciranju i referiranju na skice određivanjem:

- Aktivnosti tima prema shemi kodiranja,
- Sudionika tih aktivnosti.

Svi segmenti temelje se na komuniciranju članova tima putem skiciranja i zapisivanja na papire te referiranjem na skice pomoću pokazivanja na određenu skicu i verbalnim objašnjavanjem iste. Svako radnji pojedinog sudionika vezanoj uz prethodno navede uvjete pridružen je segment tako što su određeni sljedeći koraci:

1. Početak segmenta kodiranja;

¹ ELAN 5.0-računalni program za ručno kreiranje bilješki i segmentiranje video i audio zapisa. Razvijen je na Max Planck institutu za psiholingvistiku u Nijmegenu, Nizozemska.

Svi podatci dostupni su na stranici : <https://tla.mpi.nl/tools/tla-tools/elan/>.

2. Pridruživanje sudionika kodiranom segmentu;
3. Trajanje odnosno kraj segmenta kodiranja;
4. Pridruživanje kodova iz kodne sheme provedenoj radnji sudionika.



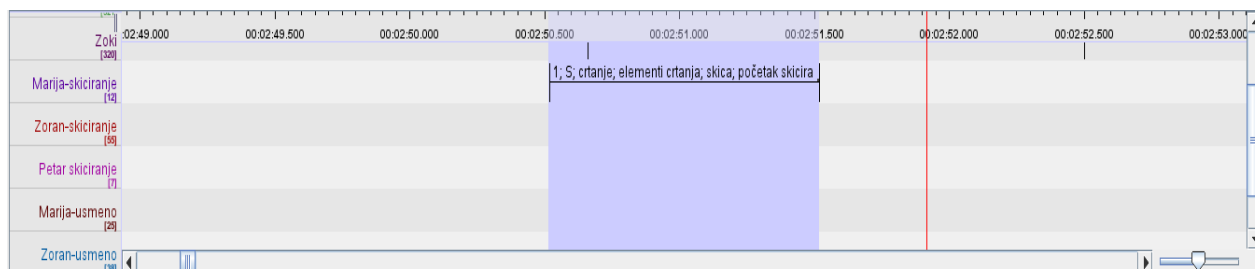
Slika 4. 1 Prikaz sučelja programa ELAN 5.0

Početak segmenta koji se odnosio na skiciranje određen je prvim potezom olovke po papiru dok segmenti referiranja na skice započinju pokazivanjem sudionika na određenu skicu i usmenim objašnjavanjem skice koncepta. Prestanak skiciranja odnosno pokazivanja na skicu označava kraj kodiranog segmenta. Drugi korak definiranja segmenta se sastoji od pridruživanja početka segmenta članu tima. U situaciji kada više sudionika sudjeluje u aktivnostima koje se kodiraju, svakoj aktivnosti je pridružen segment i kodirana je zasebno (slika 4.2).

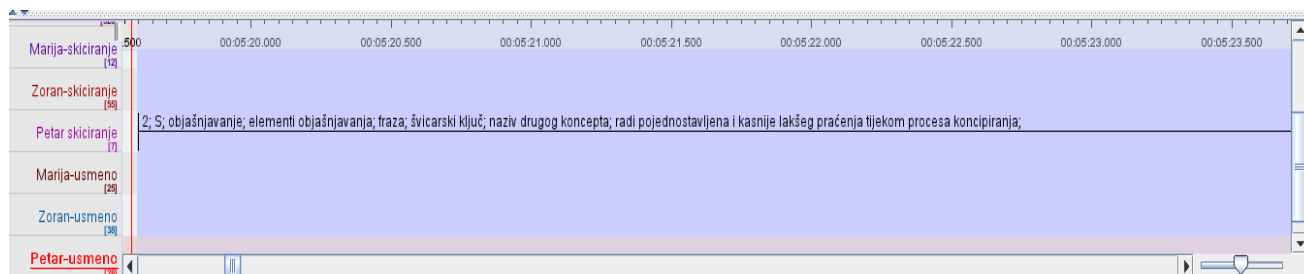
U četvrtom koraku, pregledavanjem snimki audio zapisa te video zapisa snimljenih kamerom i elektronskim pisačim blokom svakom segmentu dodijeljen je redni broj koncepta (ID koncepta), kod radnje te kod za aktivnost, element kategorizacije i element skica iz sheme kodiranja u ovisnosti radi li se o skiciranju ili verbalnom izražavanju. Ukoliko se radi o radnji skiciranja, kod je zapisan kao „S“ i dodijeljen je redni broj koncepta na kojem se radi dok je kod razgovora o skicama zapisan kao „P“ prije kojeg se nalazi redni broj koncepta za koji se ovaj kod odnosi. Radnjama skiciranje i razgovor o skicama dodani su njihovi kodovi za aktivnost, elementi kategorizacije i elementi skica. U tablici 4.2 i na slikama 4.2, 4.3, 4.4 i 4.5 prikazani su primjeri kodiranog protokola s prethodno definiranim postupkom kodiranja.

Tablica 4. 2 Primjer kodiranja protokola-Tim 1

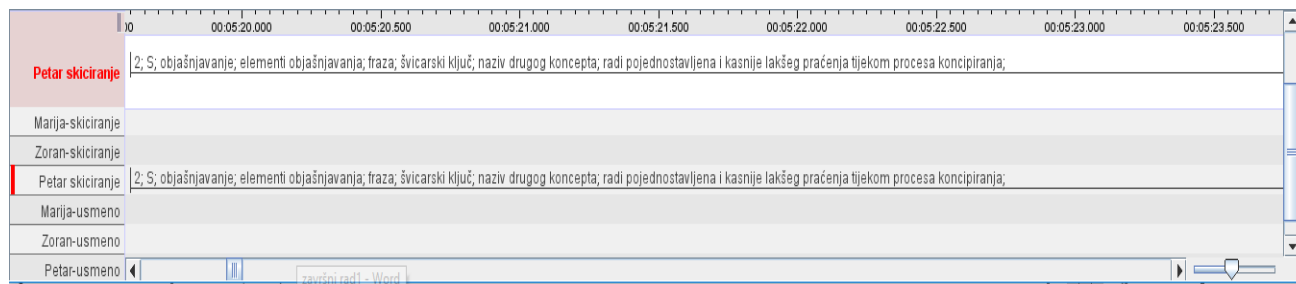
| Sudionik | Kodirani segment | Transkripti |
|---------------------------------------|---|---|
| Marija 0:02:50.518- 0:02:51.519 | 1; S; crtanje; elementi crtanja; skica | početak skiciranja prvog koncepta; |
| Petar 0:05:19.596- 0:05:31.895 | 2; S; objašnjavanje; elementi objašnjavanja; fraza | švicarski ključ; naziv drugog koncepta; |
| Zoran 0:06:33.906- 0:06:40.580 | 3; S; detaljiranje; elementi podrške; djelomična značajka | dodatni dijelovi na osnovnu skicu; radi boljeg pojašnjavanja korištenja proizvoda sa skice; |
| Zoran 0:03:42.867- 0:03:43.033 | 1; R; usmeno objašnjavanje; | „To mi je malo nekako.... veliko.“ |



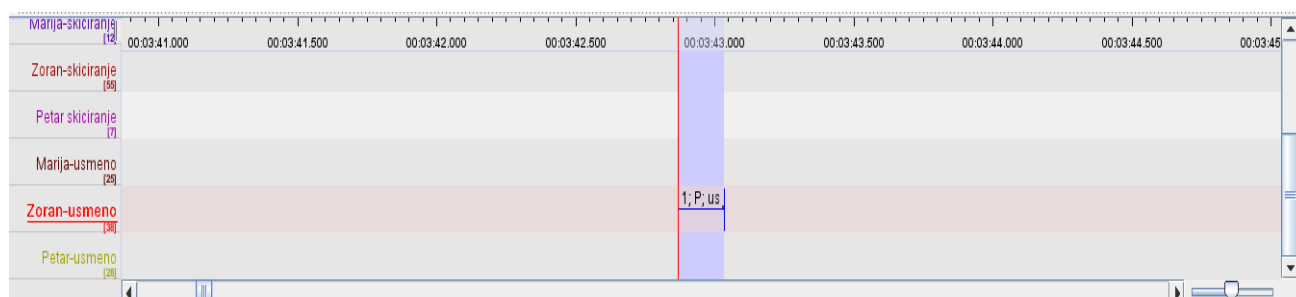
Slika 4. 2 Prvi primjer kodiranog segmenta



Slika 4. 3 Drugi primjer kodiranog segmenta



Slika 4. 4 Treći primjer kodiranog segmenta



Slika 4. 5 Četvrti primjer kodiranog segmenta

4.3 Analiza protokola

Nakon što je protokol segmentiran i kodiran, eksportirao se u programski paket *Microsoft Excel* gdje je cijeli protokol ispisan kao niz statističkih podataka. Svi podatci su korišteni za analizu protokola kako bi se ostvarili ciljevi i podciljevi ovog rada. Analiza podataka protokola temelji se na:

1. Analizi broja (količinskom udjelu) aktivnosti koje su se odvale tijekom protokola, a definirane su shemom kodiranja,
2. Analizi vremenskog udjela aktivnosti koje su se odvale tijekom protokola, a definirane su shemom kodiranja.

Statistička analiza podataka broja aktivnosti pokazat će utjecaj timova i članova timova na tijek procesa skiciranja. To će se pokazati u kontekstu koja aktivnost definirana u kodnoj shemi ima najveći značaj pri generiranju ideja, a koja u fazi odlučivanja i detaljiranja koncepata. Također će se pokazati utjecaj količine pojedinih kategorija aktivnosti i elemenata skice na količinu generiranih koncepata.

Vremenski udio se dobio tako što su se zbrojila trajanja svih pojedinih aktivnosti koje pripadaju istoj kategoriji i podijelila sa ukupnim trajanjem eksperimentalne sesije. Analiza vremenske distribucije svih radnji rezultira uvidom utjecaja utjecaja „razgovora o skicama“ koliko je utrošeno vrijeme pojedine aktivnosti i na koje aktivnosti sudionici troše najviše odnosno najmanje vremena.

4.3.1 Analiza broja aktivnosti

Prvi oblik rezultata dobivenih provedenim kodiranjem protokola je količina (broj) aktivnosti.

Analiza broja aktivnosti provedena je na nekoliko razina:

- **Analiza broja aktivnosti tima definirane kodnom shemom.**

Ova analiza pokazat će koliko puta su se aktivnosti koje su definirane kodnom shemom pojavile tijekom segmentiranja protokola. Također pokazat će koja se aktivnost najviše odnosno najmanje koristila tijekom timskih aktivnosti i postoje li poveznice između timova u kontekstu broja ponavljanja aktivnosti.

- **Analiza broja aktivnosti osoba definirane kodnom shemom.**

Rezultati analize pokazat će koliko se aktivnosti definiranih kodnom shemom veže na svakog sudionika eksperimenta. Odnosno rezultati će nam dati uvid u rad timova tijekom obavljanja aktivnosti i postoji li u timovima jedna dominantna osoba ili je rad jednoliko raspoređen između svih članova tima.

- **Analiza broja aktivnosti koje su vezane uz koncepte, a opisane u shemi kodiranja.**

Analiza će pokazati koliko je pojedini tim radio na pojedinoj skici, vezu između ukupnog broja aktivnosti po konceptu i rednog broja koncepta te koliko se aktivnosti veže za pojedinu skicu na razni tima.

- **Analiza broja elemenata skica s obzirom na aktivnosti.**

Analiza broja elemenata skice pokazat će koliko se elemenata skice veže za pojedini koncept. Koji elementi skice su se najviše koristili, a koji najmanje. Također dobit će se uvid u broj zabilježenih tipova elemenata skice za svaki koncept na razini timova

4.3.2 Analiza vremenskog udjela aktivnosti

Podatci koji pokazuju koliko je vremena utrošeno na pojedinu aktivnost skiciranja analizirani su prema:

1. Vremenskom udjelu aktivnosti timova.

Analizom vremenskog udjela aktivnosti timova bit će prikazana vremenska distribucija radnji po konceptima na razni timova te tako dobiti uvid koliko su se vremena timovi bavili aktivnostima definiranim kodnom shemom.

2. Vremenskom udjelu aktivnosti osoba s obzirom na tim.

Rezultati analize pokazat će koliko je dugo svaki sudionik eksperimenta obavljao aktivnosti definirane kodnom shemom. Odnosno rezultati će nam dati uvid u rad timova tijekom obavljanja aktivnosti u kontekstu vremenske distribucije aktivnosti i postoji li u timovima jedna dominantna osoba ili je rad vremenski jednoliko raspoređen između svih članova tima.

3. Vremenskom udjelu kategorija elemenata s obzirom na aktivnosti

Analizom vremenskog udjela kategorija elemenata pokazat će se vremenska distribucija kategorija elemenata i udio svake kategorije elemenata u odnosu na radnju skiciranje.

5. REZULTATI ANALIZE PROTOKOLA

U ovom poglavlju prikazani su rezultati analize protokola pet studentskih timova u konceptualnoj fazi procesa konstruiranja. U prvom dijelu su prikazani rezultati analiza broja aktivnosti definirane kodnom shemom na razini timova, pojedinih sudionika, aktivnosti koje su vezane uz koncepte i broja elemenata s obzirom na aktivnosti definirane u kodnoj shemi. U drugom dijelu prikazane su analize vremenske distribucije za sve kriteriji po kojima su provedene i analize broja aktivnosti. Zatim će se prikazati rezultati dobiveni metrikom kompleksnost-jasnoća i metodom Goelovih transformacija. Na kraju će se na primjeru jednog tima pokazati i objasniti sve provedene analize.

5.1 Podatci i rezultati proizašli pregledom stranica elektronskog pisaćeg bloka

Prije početka analize protokola, pregledane su stranice elektronskog pisaćeg bloka na koje su sudionici eksperimenta skicirali kako bi se dobio podatak o broju generiranih koncepata svakog tima. Podatci količine generiranih koncepata tijekom sesije navedeni su u tablici 5.1. U tablici se vidi broj koncepta po timu s tim da je u taj broj uključen i konačni detaljni koncept rješenja zadatka. Iz tablice se može iščitati da je tim 3 generirao najveći broj, točnije 10, koncepata.

Tablica 5. 1 Broj generiranih koncepata timova

| Tim | Broj koncepata |
|-------|----------------|
| Tim 1 | 7 |
| Tim 2 | 7 |
| Tim 3 | 10 |
| Tim 4 | 5 |
| Tim 5 | 5 |

Svaki koncept sastojao se od jedne ili više skica koje su prema kodiranoj shemi definirane kao *skice, dodatne skice i dodatne skice/kontekst*. U tablici 5.2 prikazan je broj nacrtanih skica za pojedini koncept na razini timova. Iz tablice se vidi kako koncept 2 (ID 2) tima 2 ima 0 skica zbog toga što je koncept opisan samo tekstom. U daljnjoj analizi će se i tekstualan zapis evaluirati kao element skice, ali za pregled rezultata „ugrubo“ nije bilo potrebno uzeti i tekst u obzir. Iz tablice

se vidi kako timovi prije zadnjeg završnog koncepta imaju tendenciju crtanja većeg broja skica koncepta. Što je tomu uzrok i kako se to odražava na konačno rješenje bit će analizirano u sljedećim poglavljima.

Tablica 5. 2 Broj pojedinačnih crteža u konceptima

| | ID 1 | ID 2 | ID 3 | ID 4 | ID 5 | ID 6 | ID 7 | ID 8 | ID 9 | ID 10 | Ukupno |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| Tim 1 | 3 | 1 | 6 | 4 | 4 | 0 | 1 | | | | 19 |
| Tim 2 | 0 | 5 | 0 | 1 | 6 | 5 | 4 | | | | 26 |
| Tim 3 | 1 | 5 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 10 | 4 | 31 |
| Tim 4 | 2 | 3 | 3 | 4 | 3 | | | | | | 15 |
| Tim 5 | 1 | 2 | 13 | 10 | 3 | | | | | | 29 |

Koncepti ID 6 tima 1 i ID 3 tima 2 imaju zapisano nula pojedinačnih koncepata jer su nedovršeni ili prekriveni pa su iz tog razloga neupotrebljivi za analize provedene u ovom istraživanju.

5.2 Analiza broja segmenata

Segmentiranje provedeno na način opisan u poglavlju 4.2 provedeno je za pet studentskih timova u konceptualnoj fazi procesa konstruiranja. U tablici 5.3 prikazan je broj segmenata ukupne verbalne komunikacije tijekom 60-minute sesije, broj segmenata radnje *skiciranja* i broj segmenata radnje *razgovora o skicama* koje su definirane u poglavlju 4.1 na razini timova. Razgovor o skicama u ovom kontekstu je isto što i usmeno objašnjavanje skica pa su segmenti radnje *razgovor o skicama* dio segmenata ukupne verbalne komunikacije. Iz tablice se vidi kako je *razgovor o skicama* samo mali dio **ukupne usmene komunikacije** tijekom timskog rada. Najveći kontrast se vidi kod timova 3 i 4. Kod tima 3 udio *razgovora o skicama* je preko 24 % dok je kod tima 2 malo više od 2 % ukupne usmene komunikacije. Također vidi se kako na snimkama timova 1, 2, 3 i 5 prevladavaju segmenti *razgovora o skicama*, dok se tim 4 više fokusira na *skiciranje*. Studentski timovi 1 i 2 imaju gotovo jednak broj segmenata skiciranja (72 kod tima 1, 69 kod tima 2) dok je kod timova 3, 4 i 5 broj segmenata skiciranja veći ili manji (94 kod tima 3, 83 kod tima 5 i 46 kod tima 4). Najveći broj segmenata razgovora o skicama (93) ima tim 3, slijede

ga timovi: tim 2 sa 143, tim 5 sa 100 i tim 1 sa 91 segmentom. Najmanji broj segmentiranih dijelova (23) vezanih uz razgovor o skicama ima tim 4.

Iz ovih rezultata vidi se kako tim 3 ima najveći udio razgovora o skicama u ukupnoj verbalnoj komunikaciji, najveći broj segmentiranih dijelova skiciranja i razgovora o skicama, ali i najmanji broj segmenata (707) ukupne verbalne komunikacije. Dok tim 2 sa najmanjim brojem segmenata skiciranja, segmenata razgovora o skicama i najmanjim udjelom u ukupnoj verbalnoj komunikaciji ima drugi po redu najveći broj (875) segmentiranih dijelova ukupne verbalne komunikacije.

Tablica 5. 3 Broj segmenata na razini timova

| | Skiciranje | Razgovor o skicama | Ukupna verbalna komunikacija ² | Udio razgovora o skicama u ukupnoj verbalnoj komunikaciji |
|-------|------------|--------------------|---|---|
| Tim 1 | 72 | 91 | 866 | 10.5 % |
| Tim 2 | 69 | 143 | 745 | 19.19 % |
| Tim 3 | 94 | 172 | 707 | 24.33 % |
| Tim 4 | 46 | 23 | 875 | 2.62 % |
| Tim 5 | 83 | 100 | 991 | 10 % |

Broj segmentiranih dijelova s obzirom na članove timova prikazan je u tablici 5.4. Iz tablice se vidi kako u **prvom** timu za sudionika **S2**, a u **četvrtom** timu za sudionika **S10** se veže najviše segmentiranih dijelova protokola za sve tri kategorije u tablici. Iako u ukupnoj verbalnoj komunikaciji jedan član tima ima najviše segmenata, tijekom skiciranja i razgovora o skicama, u timovima 3 i 5, drugi član ima najveći broj vezanih segmentnih dijelova. U **timu 3** to su sudionici **S8** (262 pri UVK) i **S9** (47 pri skiciranju i 61 pri pričanju), a u **timu 5**, sudionici **S14** (405 pri UVK) i **S13** (49 pri skiciranju i 40 pri pričanju). U **timu 2**, za sudionik **S4** veže se najveći broj segmenata UVK (276) i razgovora o skicama (70), a za sudionika **S5** segmenata skiciranja (45).

² Podatci ukupne verbalne komunikacije preuzeti su iz diplomskog rada; J.Šklebar: „Analiza konteksta komunikacije u konceptualnoj fazi razvoja”, Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2018.

Tablica 5. 4 Broj segmenata na razini sudionika

| Sudionici | Ukupna verbalna komunikacija | Skiciranje | Razgovor o skicama |
|-----------|------------------------------|------------|--------------------|
| Tim 1 | | | |
| S1 | 225 | 12 | 25 |
| S2 | 321 | 53 | 38 |
| S3 | 320 | 7 | 28 |
| Tim 2 | | | |
| S 4 | 276 | 19 | 70 |
| S 5 | 242 | 43 | 33 |
| S 6 | 227 | 8 | 40 |
| Tim 3 | | | |
| S 7 | 201 | 24 | 54 |
| S 8 | 262 | 23 | 57 |
| S 9 | 244 | 47 | 61 |
| Tim 4 | | | |
| S 10 | 372 | 33 | 10 |
| S 11 | 258 | 2 | 4 |
| S 12 | 245 | 11 | 9 |
| Tim 5 | | | |
| S 13 | 363 | 49 | 40 |
| S 14 | 405 | 21 | 25 |
| S 15 | 106 | 6 | 12 |
| S 16 | 117 | 7 | 23 |

5.3 Analiza broja aktivnosti

5.3.1 Analiza broja aktivnosti tima

Segmentirani protokoli svih pet timova su analizirani te je njihov broj na razini timova prikazan u tablici 5.1. Iz tablice je vidljivo da studentski timovi imaju različiti ukupan broj aktivnosti. U svim timovima osim u timu 4 prevladava aktivnost **usmeno objašnjavanje** u odnosu na aktivnosti **crtanje, objašnjavanje i detaljiranje** (aktivnosti skiciranja). Timovi 1 i 4 su se tijekom aktivnosti vezanih uz skiciranje fokusirali više na aktivnost objašnjavanja (tim 1 46%; tim 4 65%) nego na aktivnosti crtanja (tim 1 17%; tim 4 11 %) i detaljiranja (tim 1 37%; tim 3 24 %). U timovima 2,3 i 5 prevladavaju aktivnosti detaljiranja (tim 2 68%; tim 3 69%; tim 5 70 %). Svi timovi u konceptualnoj fazi imaju najmanji broj aktivnosti crtanja, tim 1 (12), tim 2 (8), tim 3 (10), tim 4 (5), tim 5 (8), čiji je postotak u timovima u odnosu na ukupan broj segmenata radnje *skiciranje* relativno sličan i kreće se od 3 do 7 %.

Tablica 5. 5 Brojevi i postotci aktivnosti na razini timova

| TIM AKTIVNOST | Tim 1 | | Tim 2 | | Tim3 | | Tim4 | | Tim 5 | |
|-----------------------|---------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|
| | Crtanje | 12 | 7% | 6 | 3% | 10 | 4% | 5 | 7% | 8 |
| Objašnjavanje | 33 | 20% | 15 | 7% | 19 | 7% | 30 | 44% | 17 | 9% |
| Detaljiranje | 27 | 17% | 48 | 23% | 65 | 24% | 11 | 16% | 58 | 32% |
| Usmeno objašnjavanje | 91 | 56% | 143 | 67% | 172 | 65% | 23 | 33% | 100 | 55% |
| Ukupan broj segmenata | 163 | 100% | 212 | 100% | 266 | 100% | 69 | 100% | 183 | 100% |

5.3.2 Analiza broja aktivnosti na razini članova tima

U tablici 5.6 prikazan je broj aktivnosti svakog sudionika svih pet studentskih timova. Iz tablice se vidi kako se u prvom timu za sudionika **S2** veže najveći broj aktivnosti (7 pri crtanju, 22 pri detaljiranju, 24 pri objašnjavanju i 38 pri usmenom objašnjavanju). Kod ostalih članova tima 1, broj pojedinih aktivnosti je sličan i niži od broja aktivnosti sudionika S2. Iz tablice se može očitati kako se aktivnost usmeno objašnjavanje kod svih članova tima 1 najčešće odvijalo. U timu 2 sudionik S5 ima najveći broj aktivnosti crtanja, detaljiranja i objašnjavanja, a sudionik S4 aktivnosti usmenog objašnjavanja. Ali kao i u prvom timu aktivnost **usmeno objašnjavanje** je najčešće provedena aktivnost. Takav se slučaj ponavlja i u timovima 3 i 5 u kojima su se članovi tima najviše fokusirali na aktivnost usmeno objašnjavanje. U timu 3, sudionik S9 ima najveći broj aktivnosti detaljiranja, objašnjavanja i usmenog objašnjavanja, a broj aktivnosti crtanja (4) dijeli sa sudionikom S7. Za sudionika S 14 tima 5 veže se najveći broj aktivnosti crtanja (5) i detaljiranja (9), a za sudionika S13 aktivnosti objašnjavanja (39) i usmenog objašnjavanja (40). U timu 4, sudionik S12 ima najveći broj aktivnosti crtanja, a najveći brojevi svih drugih aktivnosti se vežu za sudionika S 10 gdje je broj aktivnosti detaljiranja (24) najveći u cijelom timu.

Tablica 5. 6 Brojevi aktivnosti na razini sudionika

| Sudionici | Crtanje | Detaljiranje | Objašnjavanje | Usmeno objašnjavanje |
|-----------|---------|--------------|---------------|----------------------|
| Tim 1 | | | | |
| S1 | 3 | 7 | 2 | 25 |
| S2 | 7 | 22 | 24 | 38 |
| S3 | 1 | 2 | 4 | 28 |
| Tim 2 | | | | |
| S 4 | 1 | 16 | 2 | 70 |
| S 5 | 6 | 27 | 12 | 33 |
| S 6 | 1 | 6 | 1 | 40 |
| Tim 3 | | | | |
| S 7 | 4 | 18 | 2 | 54 |
| S 8 | 2 | 18 | 3 | 57 |
| S 9 | 4 | 29 | 14 | 61 |

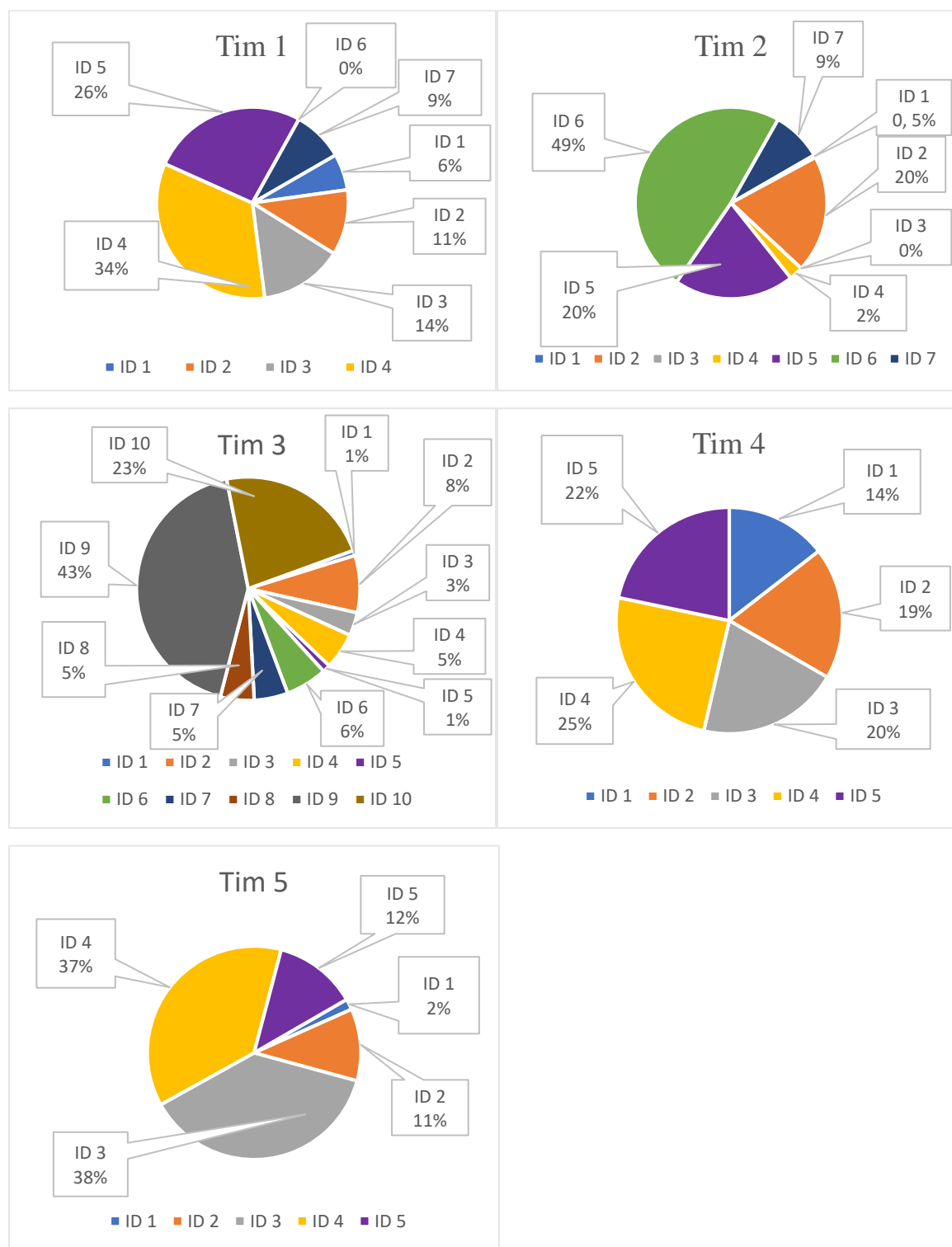
| Tim 4 | | | | |
|-------|---|----|----|----|
| S 10 | 2 | 24 | 7 | 10 |
| S 11 | 0 | 0 | 2 | 4 |
| S 12 | 3 | 6 | 2 | 9 |
| Tim 5 | | | | |
| S 13 | 2 | 8 | 39 | 40 |
| S 14 | 5 | 9 | 7 | 25 |
| S 15 | 0 | 0 | 6 | 12 |
| S 16 | 1 | 0 | 6 | 23 |

5.3.3 Analiza broja aktivnosti koje su vezane uz koncepte

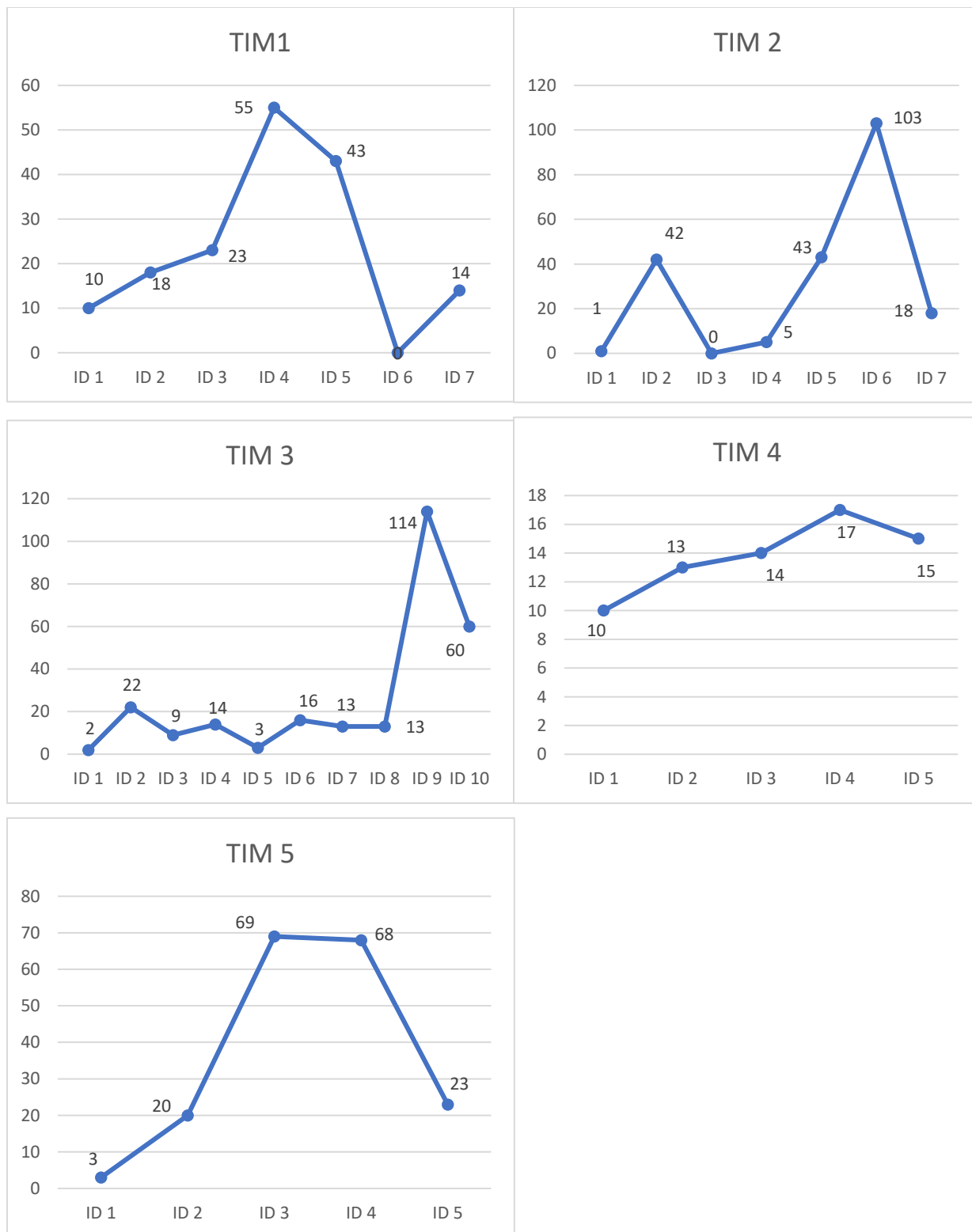
5.3.3.1 Analiza distribucije rada timova po konceptima

Slika 5.1 prikazuje analizu distribucije rada svih pet timova. Iz slike se vidi da su svi timovi najmanje radili na prvom konceptu. Prvi tim je 6 % aktivnosti odradio u prvom konceptu, drugi tim tek nešto malo iznad 0.5 %, treći 1%, četvrti 14 %, peti 2 %. Međutim treba napomenuti kako ova analiza ne predstavlja koliko su koncepti kompleksni, već se dobivaju rezultati koliko je pojedini tim radio na svakom konceptu u odnosu na ukupnu timsku aktivnost vezanu uz koncepte. Na slici 5.2 koja prikazuje vezu broja aktivnosti i rednog broja koncepata vidi se tijekom rada svakog pojedinog tima. Uočeno je kako se u svakom timu pri prijelazu sa prethodnog koncepta na zadnji završni koncept smanjuje broj aktivnosti. Prethodni koncept kod timova 2, 3, 4 i 5 je koncept koji na sebe veže najviše aktivnosti, dok kod tima 1, najveći broj aktivnosti ima koncept 4 (od ukupnih 6 koncepata), a tijekom stvaranja prethodnog koncepta, tim 1 je obavio manje aktivnosti od aktivnosti ID 4, ali više nego za druge koncepte. Iako se broj aktivnosti sa prethodnog koncepta na zadnji smanjuje, u svim timovima konačni koncept ima veću vrijednost aktivnosti od minimalne koju imaju prvi koncepti svih timova. Kao što se vidi iz slike, tim 4 je za 3, 4 i 5 koncept obavio relativno jednak broj aktivnosti (između 19 i 25% ukupnog rada na konceptima). Tim 1 i tim 5, također imaju više od jednog koncepta koji dominiraju nad ostalima, a to su koncepti 4 (sa 34%) i 5 (sa 26 %) tima 1 (koncept 6 se kao što je već navedeno ranije ne analizira) i koncepti 3 (sa 38%) i 4 (sa 37 %) tima 5. Kod timova 2 i 3 dominira samo jedan koncept. U timu 2 to je koncept 5 sa 49 %, a u timu 3 koncept 9 sa 43 % od ukupnog rada tima.

Treba napomenuti kako su svi spomenuti koncepti ili predzadnji koncepti u slučaju timova 2 i 4 ili predzadnji i koncept prije njega kod timova 1, 4 i 5.



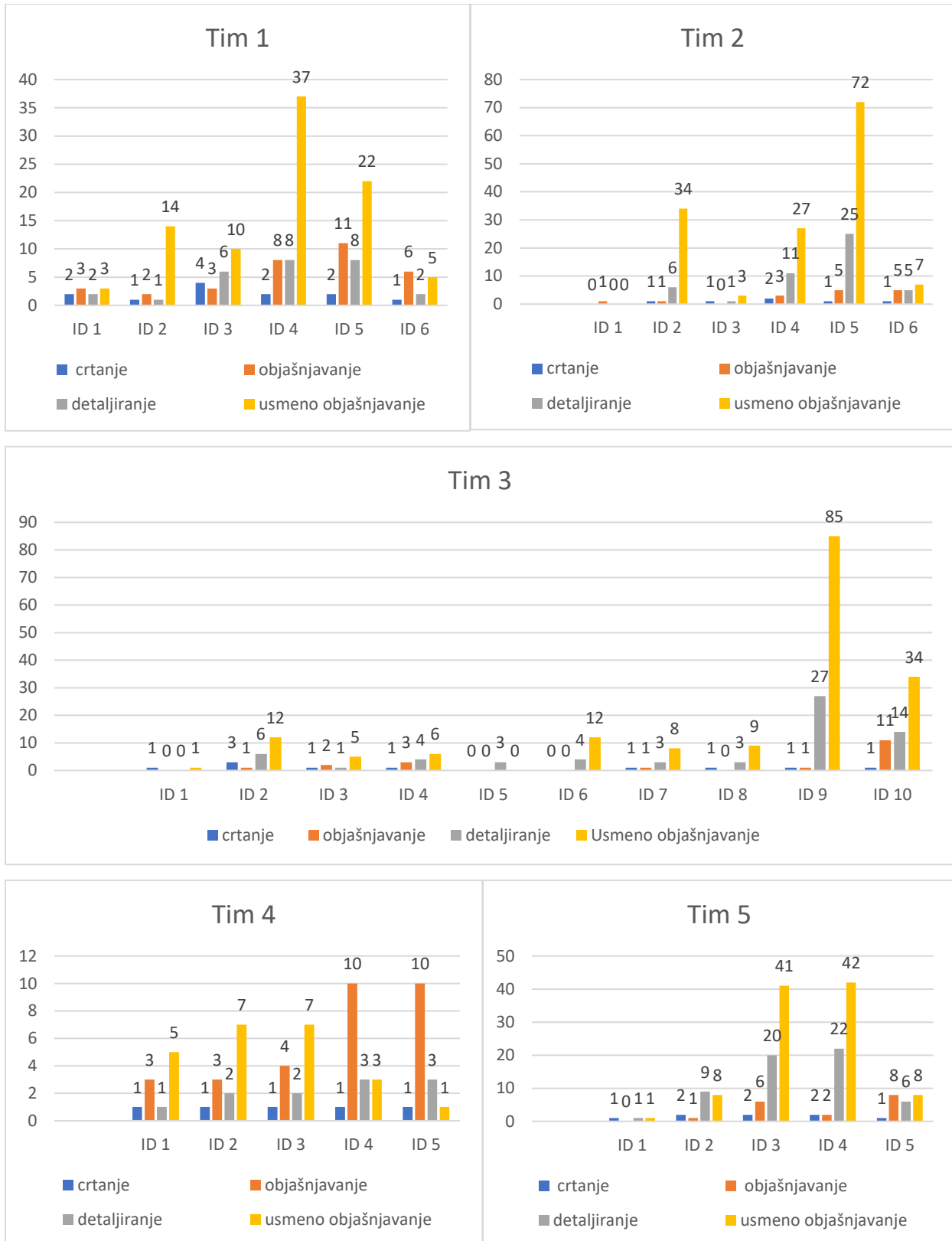
Slika 5. 1 Distribucija rada timova po konceptima



Slika 5. 2 Veza ukupnog broja aktivnosti po konceptu i rednog broja koncepta

5.3.3.2 Analiza utjecaja broja aktivnosti na generirane koncepte timova

Slika 5.3 prikazuje ovisnost broja aktivnosti i vrste aktivnosti po pojedinom konceptu na razini timova. Iz slike se vidi kako je u timu 1 usmeno objašnjavanje bilo najčešća aktivnost. U prvom konceptu tim 1 je imao ukupno 10 aktivnosti, a sve imaju relativno jednaku vrijednost. U konceptu ID 2, tim se fokusirao na usmeno objašnjavanje iste, a ostale kategorije aktivnosti su imale manju vrijednost nego u prvom konceptu. Broj aktivnosti usmenih objašnjavanja je najveći i kod koncepta ID 3, ID 4 i ID 5. U konceptu ID 4, broj aktivnosti usmenih objašnjavanja je 37 što je i sveukupno najveća vrijednost aktivnosti prvog tima. Završni koncept ID 6 ima najveću vrijednost aktivnosti objašnjavanja (6), a slijedi ga aktivnost usmeno objašnjavanje sa 5. Tim 2 započinje generiranje koncepta sa jednom aktivnosti, objašnjavanjem, i zatim prelazi na drugi koncept. U ID 2, ID 3, ID 4 i ID 5 konceptima tima 2 kao i u većini koncepta prvog tima, aktivnost **usmeno objašnjavanje** poprima najveće vrijednosti. Broj aktivnosti usmenog objašnjavanja tima 2 koncepta ID 2 je najveća vrijednost aktivnosti tima 2. Tim 3 je generirao 10 koncepta od čega prvih 8 ima nisku vrijednost pojedine aktivnosti ili nema zabilježene aktivnost/i. Predzadnji koncept ima veću vrijednost aktivnosti detaljiranja i usmenog objašnjavanja nego svi prethodni koncepti. Kod konačnog koncepta broj aktivnosti objašnjavanja i usmenog objašnjavanja se smanjio, a povećao broj aktivnosti objašnjavanja na 11. U prva tri koncepta tima 4, najveću vrijednost ima aktivnost usmenog objašnjavanja, dok u zadnja dva koncepta aktivnost objašnjavanja se odvila više nego ostale aktivnosti. Vrijednosti aktivnosti crtanja i detaljiranja kroz sve koncepte ostaju jednake. I tim 5 kao i timovi 2 i 3 započinje koncipiranje s malim brojem aktivnosti skiciranja odnosno kao što se može vidjeti na grafu koji je vezan za tim 5, s jednom aktivnosti crtanja, detaljiranja i usmenog objašnjavanja, dok aktivnosti objašnjavanja nije bilo. U drugi konceptima aktivnost usmeno objašnjavanje ima najveću vrijednost, a slijedi ga aktivnost detaljiranje u konceptima 2, 3 i 4 dok u zadnjem konceptu aktivnosti objašnjavanje i usmeno objašnjavanje poprimaju najveću vrijednost (8) za taj koncept.



Slika 5. 3 Grafovi broj aktivnosti-koncepti

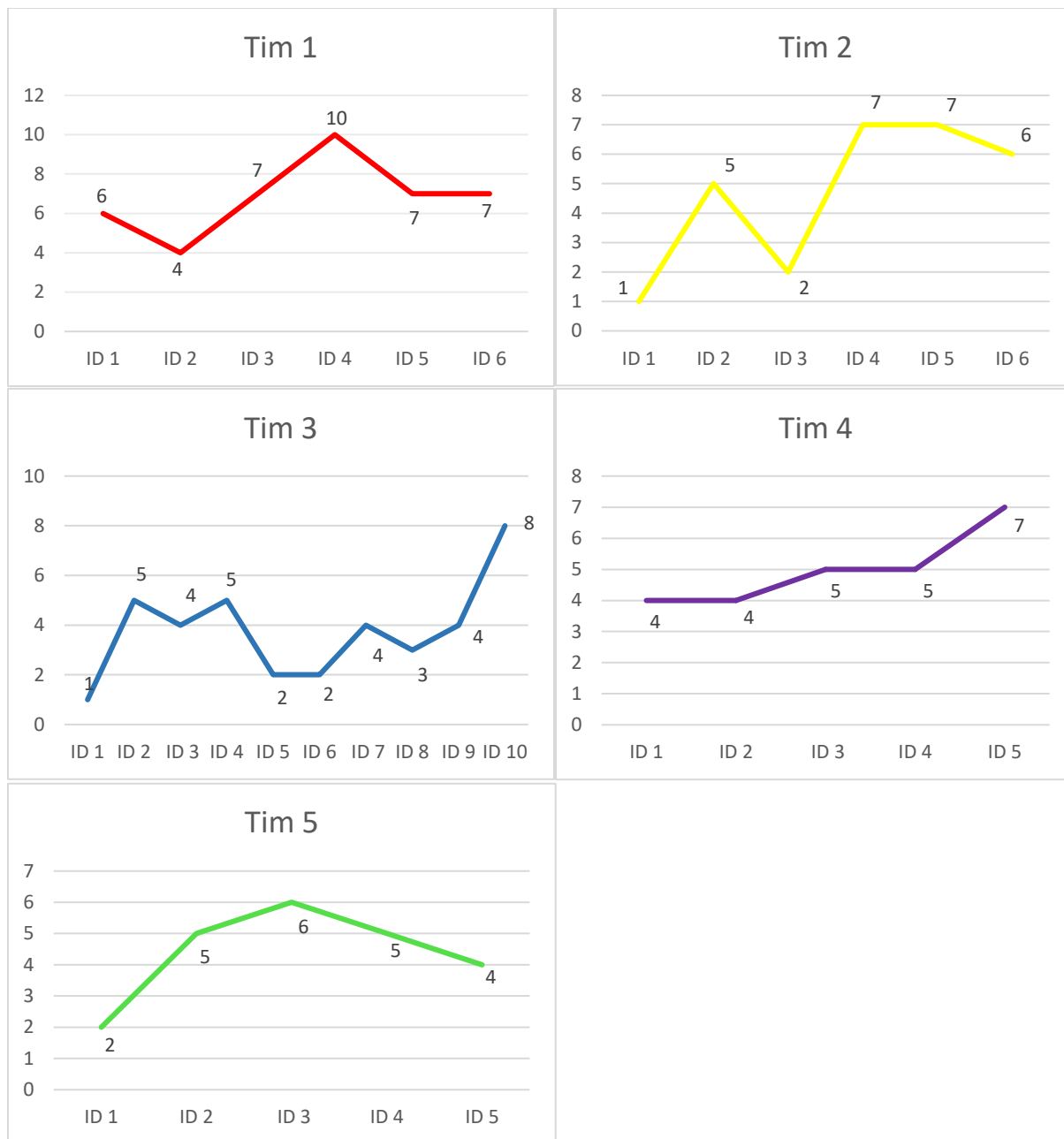
5.3.4 Analiza broja elemenata skica s obzirom na aktivnosti

5.3.4.1 Analiza broja elemenata skica na razini pojedinog tima

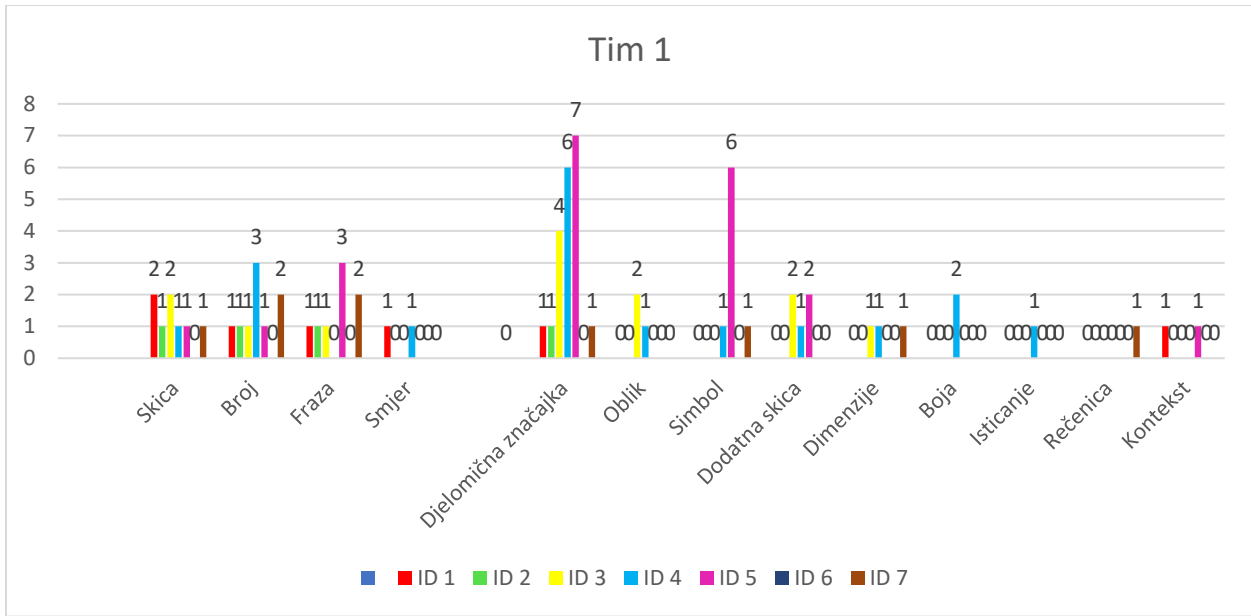
Na slikama 5.5 do 5.9 prikazani su brojevi elemenata skica za svaki koncept. U svim timovima prevladava element skice **djelomična značajka**. Tim 1 ima 20 elemenata skice djelomična značajka, tim 2 29, tim 3 41, tim 4 11 te tim 5 33. U timovima sljedeći elementi skice poprimaju vrijednosti manje od elementa djelomične značajke, ali veće od svih drugih elemenata: tim 1 broj (9), tim 2 dodatna skica (17), tim 3 dodatna skica (21), tim 4 fraza (9), tim 5 dodatna skica (22). U svim timovima se osim elementa djelomična značajka pojavljuju elementi **skica, dodatna skica, smjer i fraza**. Tim 1 je jedini tokom skiciranja upotrijebio sve elemente skica. Pregledom slika nije uočeno kod tima 2 pet elemenata: kontekst, dimenzije, boja, broj i rečenica; tima 3 četiri elementa: kontekst, dodatne skica/kontekst, boja, rečenica; tima 4 šest elemenata: oblik, kontekst, boja, simbol, broj, isticanje i rečenica; tima 5 šest elemenata: dodatna skica/kontekst, boja, simbol, broj, isticanje i rečenica. **Boja** kao element skice nije se pojavila na skicama četiri tima, a na konceptima tima 1 pojavila se 2 puta.

Iz slike 5.5 može se iščitati podatak o broju zabilježenih tipova elemenata skice (ukupno ih je 15) po svakom konceptu na razini timova (tablica 5.7). Koncepti sa najviše različitih elemenata skice i njihove vrijednosti su: ID 4 tima 1, 10; ID 4 i ID 5 tima 2, 7; ID 10 tima 3, 8; ID 5 tima 4, 7; ID 3 tima 5, 6. Koncepti sa najmanje različitih elemenata skice i njihove vrijednosti su: ID 2 tima 1, 4; ID 1 tima 2, 1; ID 1 tima 3, 1; ID 1 i ID 2 tima 4, 4 i ID 1 tima 5, 2.

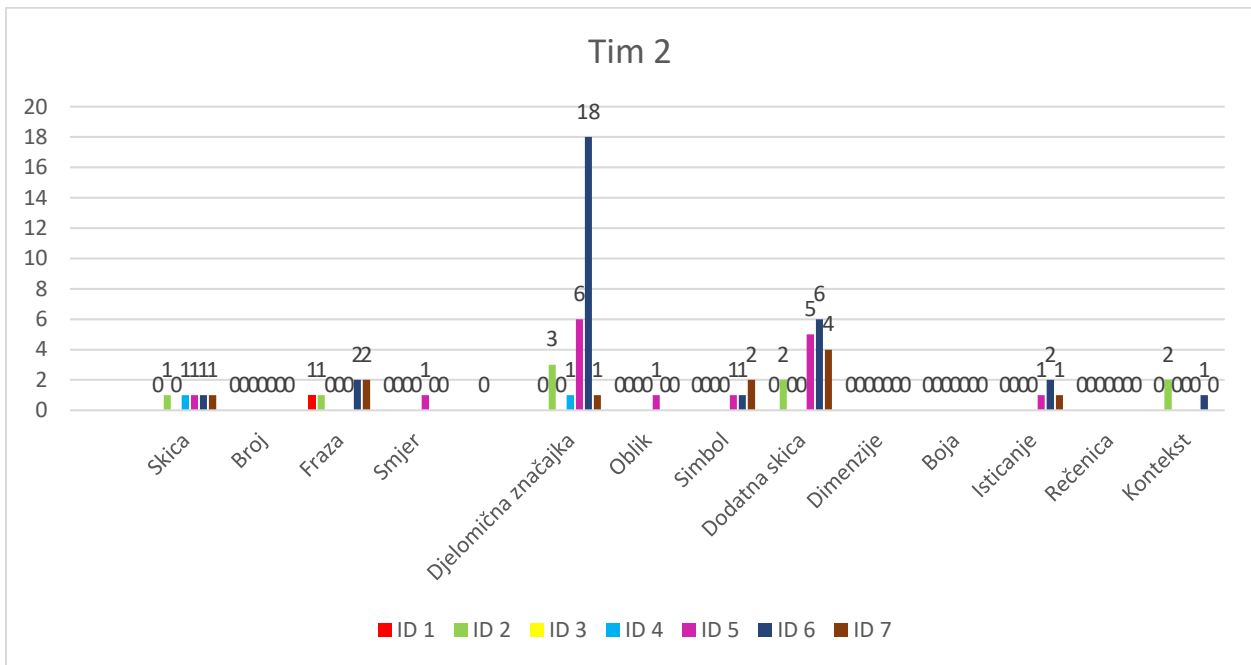
Kod timova 2, 3 i 4 koncept sa najviše različitih tipova elemenata je posljednji koncept, dok kod timova 1 i 5 to nije slučaj. Međutim na grafovima za tim 1 i 5 vidi se kako koncepti koji su uslijedili nakon koncepta s najvećom raznovrsnosti kategorija elemenata skica imaju veći ili podjednak broj različitih tipova elemenata skica od koncepta koji su nastali prije najraznovrsnijeg koncepta.



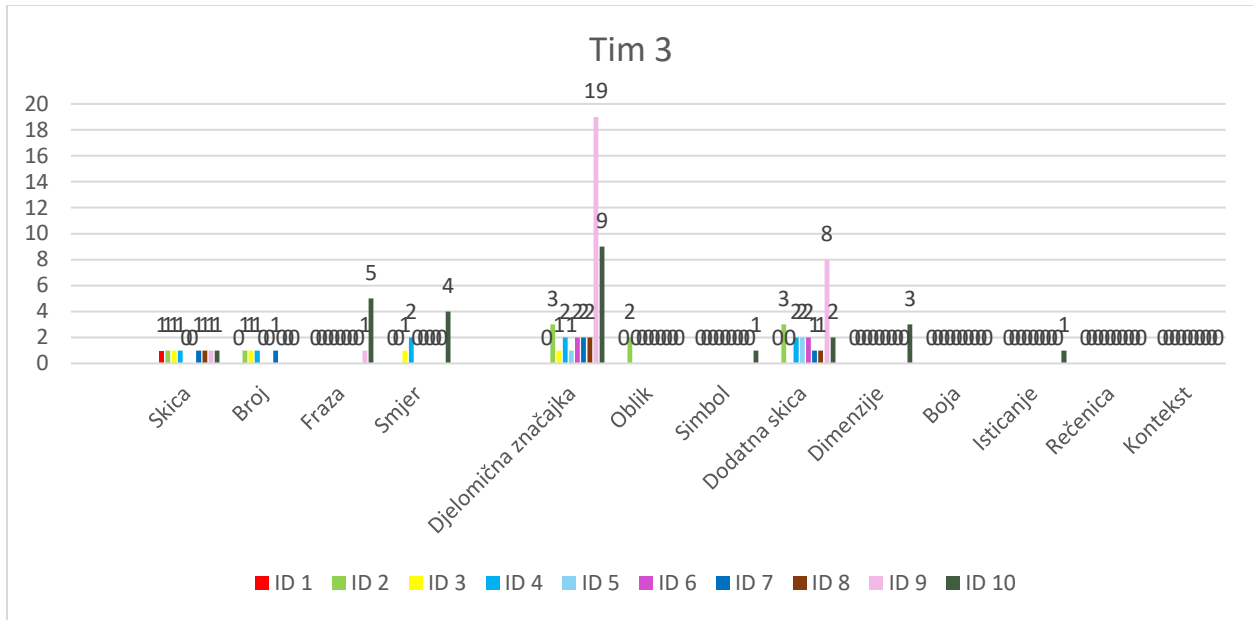
Slika 5. 4 Broj zabilježenih tipova elemenata konceptata na razini timova



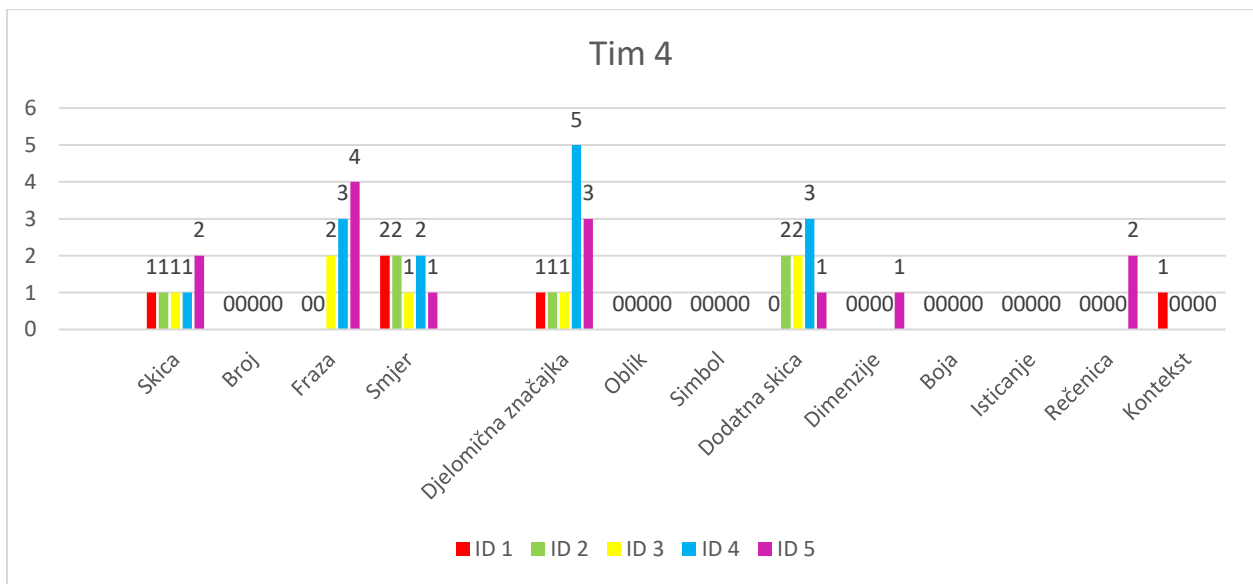
Slika 5. 5 Graf broj elemenata skice-element skice za tim 1



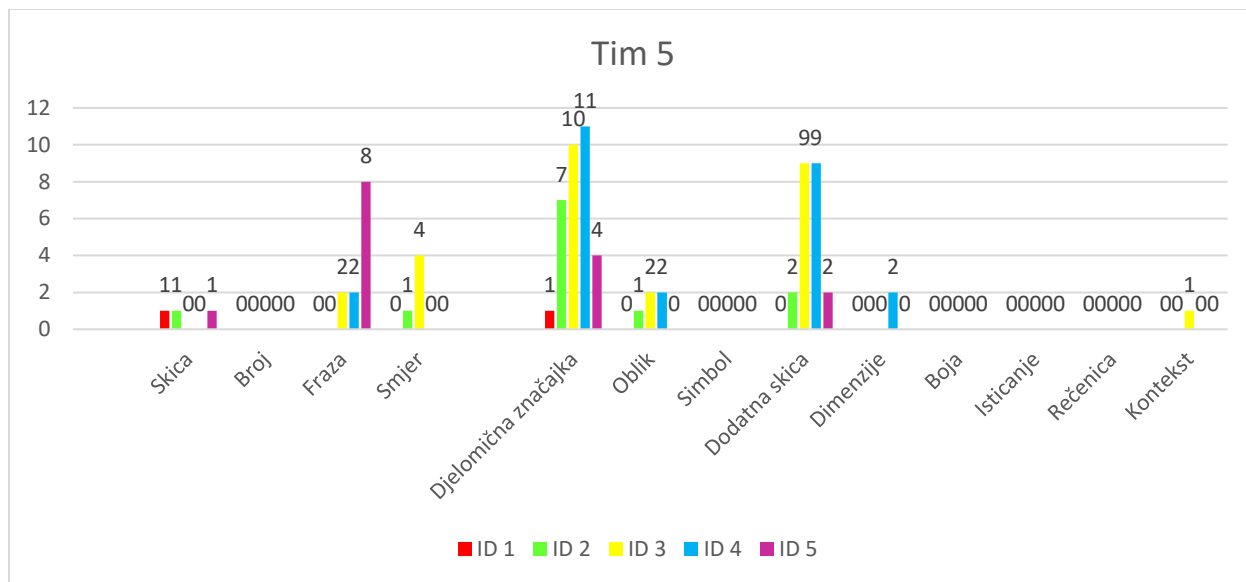
Slika 5. 6 Graf broj elemenata skice-element skice za tim 2



Slika 5. 7 Graf broj elemenata skice-element skice za tim 3



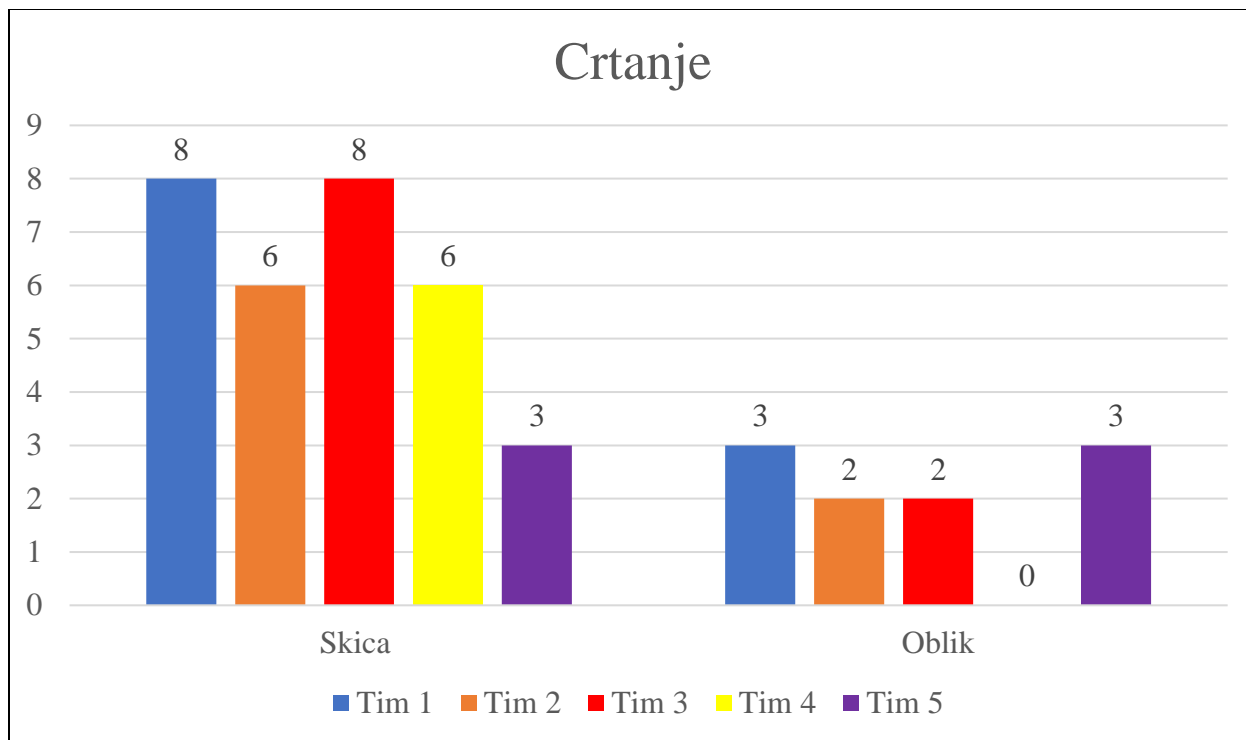
Slika 5. 8Graf broj elemenata skice-element skice za tim 4



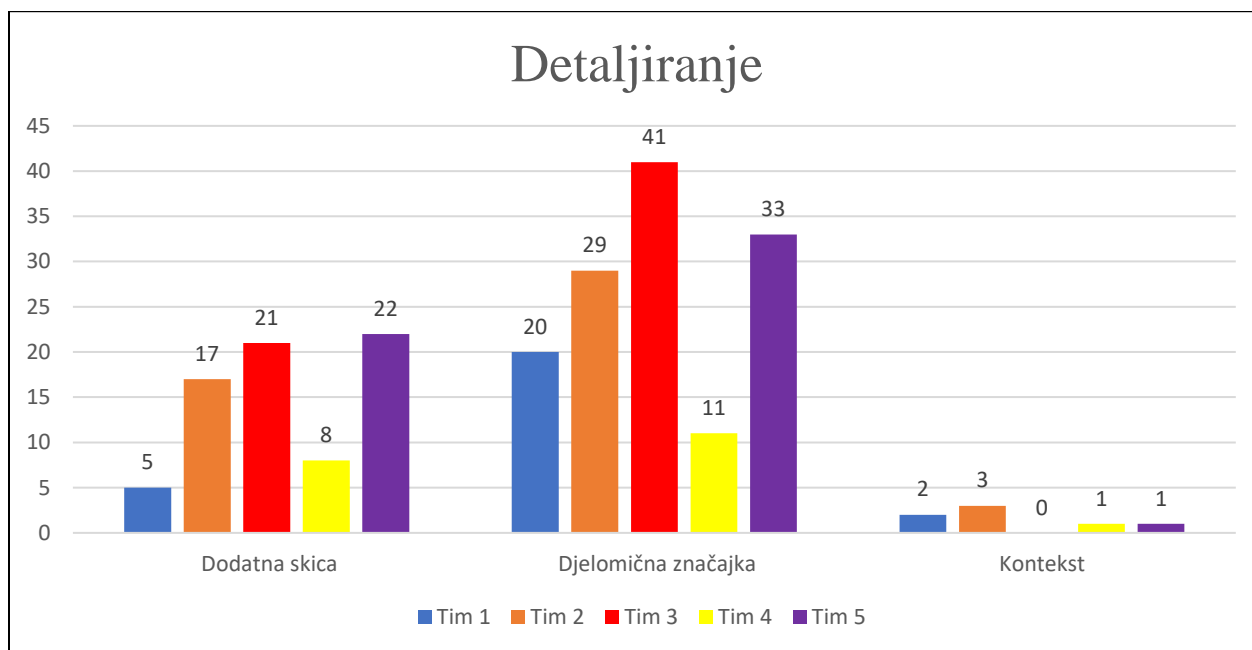
Slika 5. 9 Graf broj elemenata skice-element skice za tim 5

5.3.4.2 Analiza broja elemenata skica u odnosu na aktivnost

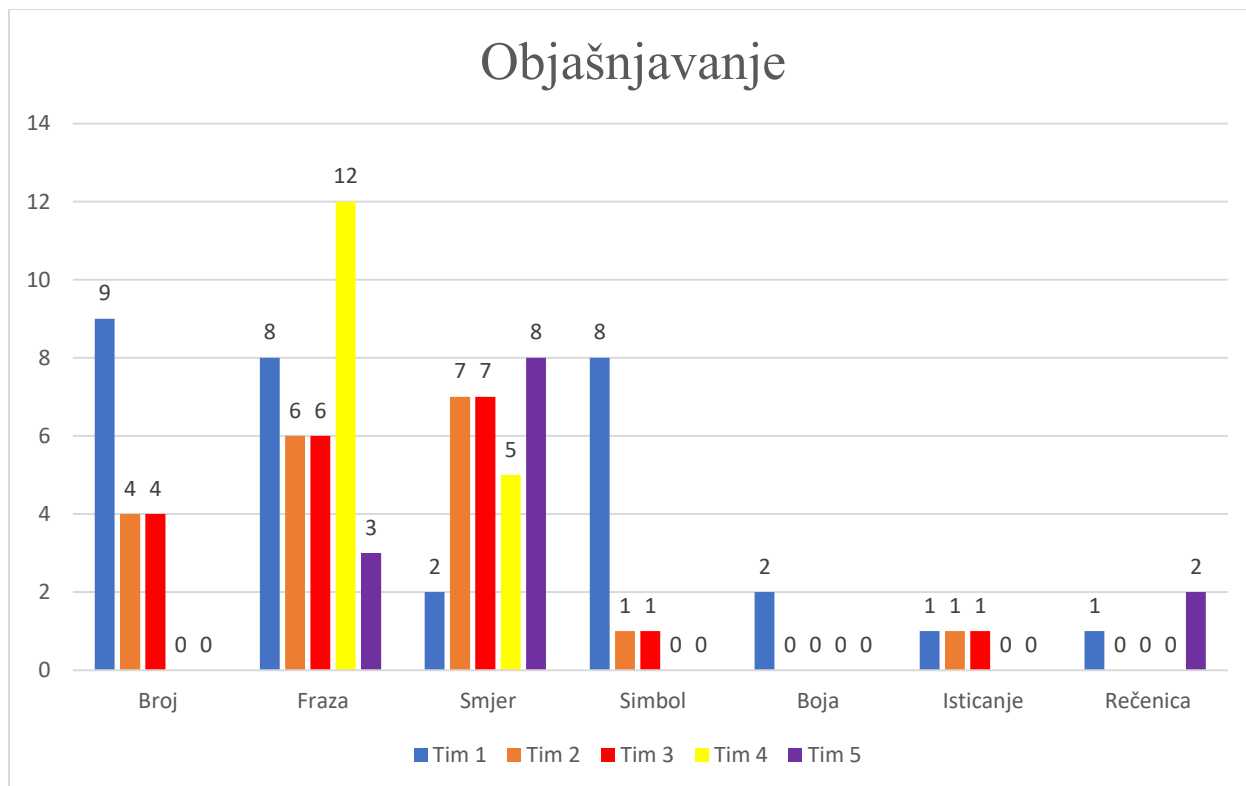
U ovom će se poglavlju prikazati pomoću grafikona koliko se elemenata skice pojavilo tijekom skiciranja s obzirom na aktivnosti crtanja, detaljiranja i objašnjavanja. Rezultat analize će pokazati koliko se koji element skice koristi ne na razini jednog tima, već svih pet timova. Na slici 5. 11 prikazan je grafikon iz kojih se vidi kako se skica koristi više od oblika u timovima 1, 2, 3 i 4. U timu pet podjednako koriste skice i oblike. Timovi 1 i 3 imaju najviše skica (8), zatim slijede timovi 2 i 4 sa 6 skica. Tim 5 ima najmanje skica, 3. Iz slike 5.12 vidi kako timovi najviše koriste djelomičnu značajku za detaljiranje skica, zatim dodatnu skicu. Kontekst koriste minimalno. Tim 3 ima najveći broj dodatnih skica, djelomičnih značajki, međutim kontekst nije uopće korišten. Tim 4 ima najmanji broj dodatnih skica, djelomičnih značajki te je samo jednom koristio kontekst za detaljiranje koncepta. Elementi skice aktivnosti objašnjavanja koji se najviše koriste su fraza i smjer i pojavili su se kod svih pet timova, međutim neki timovi koriste više fraze za objašnjavanje (timovi 1 i 4) dok se kod timova 2, 3 i 5 smjer više puta pojavio na konceptima. Boju, isticanje rečenicu timovi koriste minimalno ili uopće ne upotrebljavaju za objašnjavanje.



Slika 5. 10 Elementi skice aktivnosti crtanja



Slika 5. 11 Elementi skice aktivnosti detaljiranja



Slika 5. 12 Elementi skice aktivnosti objašnjavanja

5.2 Analiza vremenskog udjela aktivnosti

5.2.1 Vremenski udjeli radnji skiciranja i razgovora o skicama

Iz slike se vidi kako se tim 1 vremenski više bavi skiciranjem nego razgovorom o skicama. Međutim kad se pogledaju trajanja radnji, tim 1 za koncept ID 4 provodi gotovo jednako vrijeme skicirajući i razgovaranjem o skicama. Skiciranje konačnog koncepta trajalo je najduže, a prvog najkraće. Razgovor o skicama trajao je najduže kod skice ID 4, a najkraće kod ID 1. Kod tima 1 najveća razlika između trajanja skiciranja i razgovora o skicama je za koncept 7. Tim 2 također ukupno provodi više vremena skicirajući, ali za koncepte 2, 3 i 5 razmjer radnji je gotovo jednak. Najviše vremena su proveli skicirajući ID 5, a najmanje ID 1. Za koncept ID 1 nema podataka za radnju razgovora o skicama. Kod koncepta ID 7 vidi se najveći kontrast između radnji. Tim 3 najviše vremena provodi skicirajući sve koncepte osim koncepta 6 što kad se sve zbroji također pokazuje kako se tim 3 više fokusira na skiciranje u odnosu na razgovor o skicama. Skiciranje konačnog koncepta je trajalo najduže, a prvog najkraće. Koncept 5 tima 3 bio je samo skiciran. Najveća razlika između radnji i u ovom timu jer na zadnjem konceptu. Skicirajući koncepte tim 4 proveo je više vremena nego razgovarajući se o skicama. Najduže su skicirali ID 5 (preko 10 minuta), a najmanje ID 1. Najveća razlika trajanja radnji između skiciranja i razgovora također se pojavljuje za zadnji koncept. Tim 5 je proveo najviše vremena skicirajući ID 4, a najmanje ID 1, a razgovarajući se o skicama koncepta najviše za koncept ID 4, a najmanje za ID1. Najveća razlika između radnji vidi se kod konceptata ID 3 i ID 5.

Slika 5. 13 Prikaz vremenske distribucije radnji po konceptima na razini tima

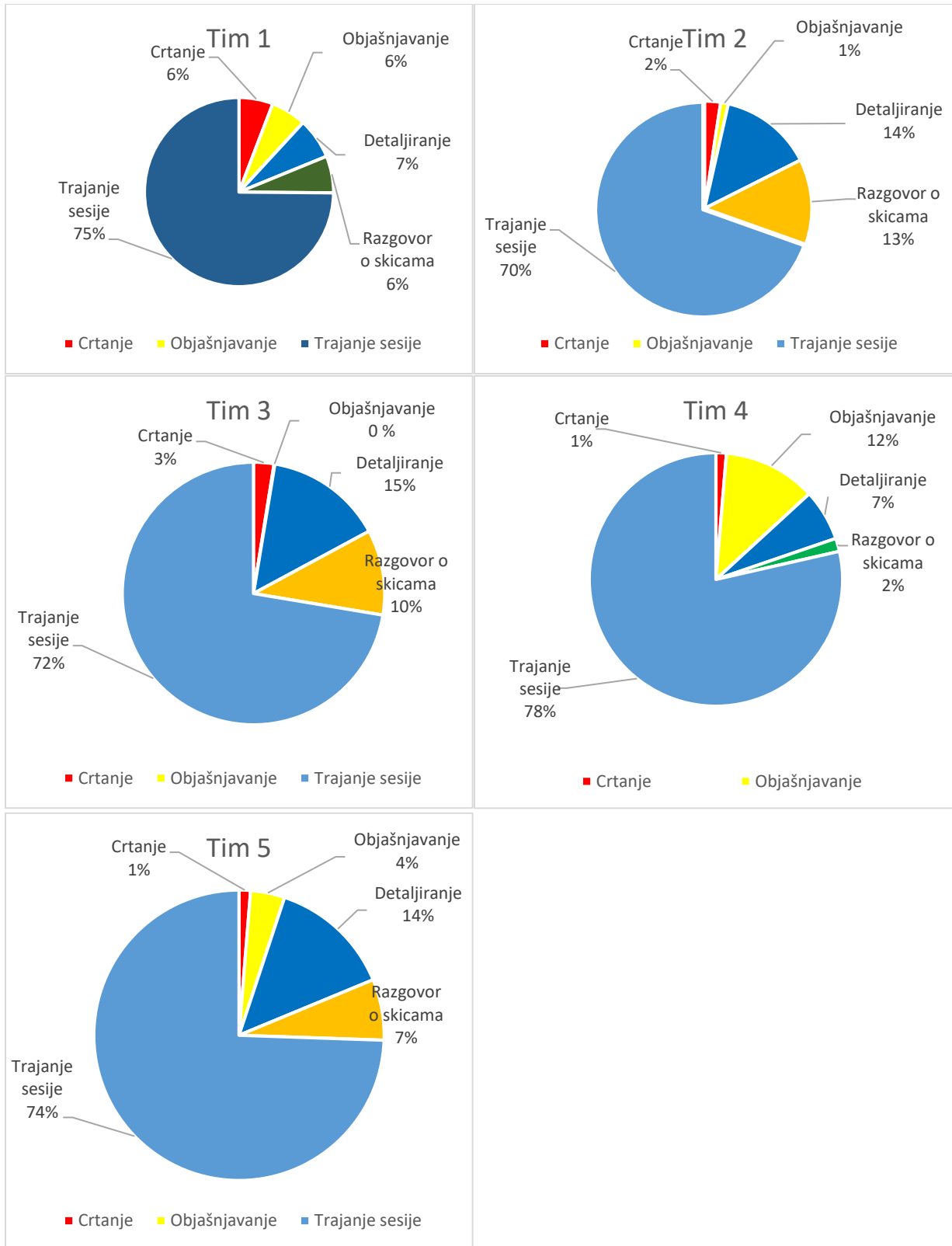


5.2.2 Vremenski udio aktivnosti timova

Vremenski udjeli radnji skiciranja i razgovora o skicama te aktivnosti crtanje, objašnjavanje i detaljiranje tijekom cijelog protokola prikazani su u tablici 5.13. Iz tablice je vidljivo da je vrijeme utrošeno na skiciranje svih timova duže od vremena razgovora o skicama. Aktivnost objašnjavanja kod tima 4 ima veći vremenski udio (55 %) od aktivnosti detaljiranja (30 %), dok je kod timova 1, 2, 3 i 5 zabilježene veći vremenski udio detaljiranja skica. Svi timovi najmanje vremena troše na **aktivnosti crtanja**, koje osim kod tima 1 (24%), traju manje od 10% vremena procesa koncipiranja. Podatci iz tablice pokazuju da tim 1 koristi više aktivnosti detaljiranja nego objašnjavanja i crtanja, međutim razlika u trajanju sve tri aktivnosti je **minimalna** (objašnjavanje 28 %, detaljiranje 25%, crtanje 24%). Trajanje procesa koncipiranja koji se sastoji od radnji *skiciranja i razgovora o skicama* najduže je kod tima 2 (27 minuta), a najkraće kod tima 4 (17 minuta). Odnos procesa koncipiranja („skiciranje“ i „razgovor o skicama“) u kontekstu vremena prema ukupnom trajanju sesije (60 minuta) prikazan je na slici 5.15. Na slici je vidljivo da vrijeme trajanja aktivnosti vezanih uz skiciranje svih timova iznosi manje od 50% vremena trajanja eksperimentalne sesije.

Tablica 5. 7 Vremenski udjeli aktivnosti timova

| | Tim 1 | | Tim 2 | | Tim 3 | | Tim 4 | | Tim 5 | |
|--------------------|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|
| Crtanje | 0:04:4 | 24% | 0:02:4 | 9% | 0:02:5 | 12% | 0:01:1 | 7% | 0:01:2 | 6% |
| Objašnjavanje | 0:04:5 | 28% | 0:01:0 | 4% | 0:00:5 | 3% | 0:09:3 | 55% | 0:03:4 | 17% |
| Detaljiranje | 0:05:3 | 25% | 0:12:5 | 47% | 0:12:2 | 50% | 0:05:1 | 30% | 0:11:1 | 52% |
| Skiciranje ukupno | 0:15:0 | 77% | 0:16:3 | 60% | 0:15:6 | 65% | 0:15:5 | 92% | 0:15:6 | 75% |
| Razgovor o skicama | 0:05:0 | 23% | 0:11:1 | 40% | 0:08:4 | 35% | 0:01:2 | 8% | 0:05:3 | 25% |



Slika 5. 14 Vremenska distribucija aktivnosti unutar cijele sesije

5.2.3 Vremenski udio aktivnosti sudionika timova

U ovom poglavlju analizirati će se vremenski udio sudionika kako bi se moglo usporediti kasnije u radu broj aktivnosti po svakom sudioniku sa vremenski udjelom i vidjeti postoji li veza između ta dva kriterija analize i postoji li tijekom timskog rada najdominantniji član tima odnosno član koji je najmanje sudjelovao u svim aktivnostima u pogledu i količine i vremenskog udjela njegovih aktivnosti. U tablici 5.14 prikazani su udjeli radnji skiciranja i razgovora o skicama u odnosu na pojedinog sudionika svih pet sesija. U **timu 1** najveći vremenski udio u obavljanju aktivnosti ima **sudionik S2** (78.87% pri skiciranju i 49.28% pri pričanju). U timovima 4 i 5 također se samo za jednog sudionika veže vremenski udio aktivnosti, u **timu 4** to je **sudionik S10**, a u **timu 5** **sudionik S13**. Međutim u studentskim timovima 2 i 3, dva člana grupe sudjeluju najduže tijekom procesa koncipiranja, u **timu 2** to su **sudionici S5** (60.41% pri skiciranju) i **S4** (54.12% pri pričanju), a u **timu 3** su to **sudionici S9** (50.75% pri skiciranju) i **S8** (40.17% pri pričanju).

Tablica 5. 8Udjeli radnji procesa koncipiranja na razini sudionika svih eksperimentalnih sesija

| Tim | Sudionik | Skiciranje | Razgovor o skicama |
|-------|----------|------------|--------------------|
| Tim 1 | S1 | 12.94% | 20.91% |
| | S2 | 78.87% | 49.28% |
| | S3 | 8.19% | 29.81% |
| | Ukupno | 100.00% | 100.00% |
| Tim 2 | S4 | 30.61% | 54.12% |
| | S5 | 60.41% | 14.81% |
| | S6 | 8.98% | 31.07% |
| | Ukupno | 100.00% | 100.00% |
| Tim 3 | S7 | 26.08% | 32.68% |
| | S8 | 23.17% | 40.17% |
| | S9 | 50.75% | 27.15% |
| | Ukupno | 100.00% | 100.00% |
| Tim 4 | S10 | 83.67% | 65.00% |
| | S11 | 5.20% | 15.80% |
| | S12 | 11.14% | 19.20% |
| | Ukupno | 100.00% | 100.00% |
| Tim 5 | S13 | 54.80% | 40.53% |
| | S14 | 31.94% | 20.18% |
| | S15 | 7.54% | 11.09% |
| | S16 | 5.72% | 28.20% |
| | Ukupno | 100.00% | 100.00% |

5.2.4 Vremenski udio kategorija elemenata s obzirom na aktivnosti

U ovom poglavlju analizirati će se vremenska distribucija kategorija elemenata i pokazati udio svake kategorije elemenata u odnosu na radnju skiciranja. U tablicama od 5.15 do 5.19 prikazani su vremenski udjeli kategorija elemenata po timovima. Iz tablica je vidljivo da su timovi 1 i 4 najviše vremena potrošili na elemente objašnjavanja, timovi 2 i 5 na elemente podrške, a tim 3 na elemente crtanja.

Tablica 5. 9 Vremenski udio kategorija elemenata tima 1

| Skiciranje | Elementi crtanja | Elementi objašnjavanja | Tehnički elementi | Elementi podrške |
|------------|------------------|------------------------|-------------------|------------------|
| 0:14:52 | 0:04:26 | 0:04:51 | 0:00:56 | 0:04:39 |
| 100.00% | 29.86% | 32.61% | 6.31% | 31.23% |

Tablica 5. 10 Vremenski udio kategorija elemenata tima 2

| Skiciranje | Elementi crtanja | Elementi objašnjavanja | Tehnički elementi | Elementi Podrške |
|------------|------------------|------------------------|-------------------|------------------|
| 0:16:31 | 0:02:37 | 0:01:04 | 0:00:00 | 0:12:50 |
| 100.00% | 15.81% | 6.46% | 0.00% | 77.69% |

Tablica 5. 11 Vremenski udio kategorija elemenata tima 3

| Skiciranje | Elementi crtanja | Elementi objašnjavanja | Tehnički elementi | Elementi podrške |
|------------|------------------|------------------------|-------------------|------------------|
| 0:24:37 | 0:15:55 | 0:02:53 | 0:00:03 | 0:12:12 |
| 100.00% | 64.63% | 11.70% | 0.22% | 49.55% |

Tablica 5. 12 Vremenski udio kategorija elemenata tima 4

| Skiciranje | Elementi crtanja | Elementi objašnjavanja | Tehnički elementi | Elementi podrške |
|------------|------------------|------------------------|-------------------|------------------|
| 15:50.4 | 01:14.0 | 09:26.1 | 00:27.0 | 04:44.3 |
| 100.00% | 7.79% | 59.56% | 2.84% | 29.91% |

Tablica 5. 13 Vremenski udio kategorija elemenata tima 5

| Skiciranje | Elementi crtanja | Elementi objašnjavanja | Tehnički elementi | Elementi Podrške |
|------------|------------------|------------------------|-------------------|------------------|
| 15:59.4 | 01:16.9 | 03:36.3 | 00:18.4 | 10:47.8 |
| 100.00% | 8.02% | 22.55% | 1.92% | 67.52% |

5.3 Pojašnjenje analiza na primjeru jednog tima

U ovom poglavlju na primjeru tima 5 i 10-minutnog isječka sesije tima 5 pokazat će se tijekom aktivnosti.

0:00:00-0:10:00

Tim 5 započinje sesiju čitanjem zadatka koji se nalazi na ploči. Prvu interakciju u 0:01:15.8 između članova započinje sudionik S13 nakon što su zadatak pročitali svi članovi tima. Između prve interakcije i prve radnje skiciranja, sudionici su pričali o zahtjevima koji su postavljeni u tekstu zadatka, koji su i kako ih ispuniti. Od svih zahtjeva najviše su se fokusirali na zahtjev prilagodljivosti, konstrukcije za spremanje ključeva, broju ključeva. Nadalje iznosili su i ideje koje bi mogle biti rješenje problema zadatka. U 0:03:36.8 sudionik S14 prvi započinje radnju skiciranja koja traje do 0:03:47.5. Skicirana je skica prvog koncepta koja je nastala na ideji „košuljice s ključevima“. Još za vrijeme skiciranja skice prvog koncepta, sudionik 15 izrekao je kritiku na nacrtanu prvu skicu. Nakon što je završio sa skiciranjem sudionik 14 je odgovorio sudioniku 3 kratko na kritiku i složili su se kako je koncept ipak dobar. U 0:04:04.9 sudionik S13 započinje skiciranje skice drugog koncepta koja traje do 0:04:40.6, a koncept je dobio naziv „torbica“. Za vrijeme skiciranja sudionik S13 usmeno pojašnjava što skicira. Ipak duže provodi radnju skiciranje od usmenog pojašnjavanja. Sljedeća aktivnost koja se odvila je aktivnost objašnjavanja i element skice strelica je nacrtan, a odmah zatim i aktivnost crtanja (nacrtan je element skice oblik). Zatim se izmjenjuju komentari sudionika S13 i S14 u vezi koncepta. U 0:04:53.7 sudionik S14 koristio je aktivnost detaljiranja (dodatna skica). Za vrijeme skiciranja dodatne skice sudionici su međusobno razgovarali, a dodatna skica pomogla im je jasnije razumjeti koncept. Sve do 0:05:43.7 sudionici 14 i 15 pokušavaju razumjeti što je sudionik skicirao. U 0:05:46.8 sudionik S3 se usmenim objašnjavanjem referira na koncept 2. Zatim S2 i S3 međusobno komuniciraju kako bi shvatili koncept. U 0:05:59.6 S3 je obavio radnju detaljiranja (djelomična značajka). Odmah nakon toga S3 i provodi aktivnost usmenog objašnjavanja, a zatim su se sudionici razgovarali o daljnjim mogućim rješenjima sve do 0:06:31.7 kada je S1 skicirao djelomičnu značajku kojom je zabilježio na papiru način identifikacije ključeva. Odmah nakon što je S1 nacrtao, S3 je izrekao kritiku na sadržaj djelomične značajke jer se protivio ispunjenju zahtjeva zadatka. Do 0:06:54.9 raspravljaju o tom problemu, a onda S3 aktivnošću detaljiranja (djelomična značajka) također crta način na koji će se identificirati ključevi. Nakon toga sudionici se opet međusobno razgovaraju kako takav

način identifikacije nije dobar. Stoga u 00:07:10.188 S3 ponovno skicira djelomičnu značajku radi identifikacije ključeva. U 00:07:30.5 S1 skicira djelomičnu značajku samo u svrhu podebljavanja rubova jer su linije skica bile slabo vidljive. Zatim se sve do 0:08:12 razgovaraju o novim idejama koje bi mogle biti rješenje, a onda S3 provodi aktivnost usmenog objašnjavanja kako bi mu drugi sudionik pojasnio koncept. U 0:08:25.7 S1 obavlja usmeno objašnjavanje, a u 08:37.56 također i S1. S3 u 0:08:50.6 obavlja aktivnost detaljiranja (dodatna skica) koncepta 3, međutim prvo je bila dodatna skica koncepta 2, ali je tijekom razgovora postala zapravo skicom koncepta 3 koju su kasnije razvijali. U 0:08:50.6 S1 skicira još jednu dodatnu skicu koncepta 3. Dok S1 skicira članovi timova se razgovaraju općenito. U 0:09:39.9 S1 provodi aktivnost usmeno objašnjavanje koncepta 3, a zatim u 0:09:47.8 skicira djelomičnu značajku na konceptu 3. Nastavlja sa skiciranjem i u 0:09:53.3 gdje skicira kontekst kao element skice aktivnosti detaljiranja. Sudionici zatim raspravljaju o tom skiciranom kontekstu.

6. ANALIZA I REZULTATI ANALIZE RAZRADE SKICA

Analiza razrade skica koncepata provest će se pomoću metrika opisanih u poglavlju 2.4. Prvo će se analizirati jasnoća odnosno kompleksnost metrikom koju su razvili Sevier et al. [21] te prikazati rezultati analize, a zatim i prikazati analiza transformacija slika prema metodi opisanoj u [22], [23] te dati pregled rezultata analize. Tijekom timskih aktivnosti pet studentskih timova skicirano je 32 koncepta i svaki od njih je bio zasebno izanaliziran, a u radu će se na primjeru jednog tima pokazati detaljno provede analize.

6.1 Analiza razrade skica pomoću metrike prema Sevier et al.

Metrika je detaljno opisana u poglavlju 2.4 te je primijenjena na sve skice koncepata svih pet timova uz manju modifikaciju. Umjesto klasificiranja razrade skica ukupnim zbrojem kriterija kompleksnosti i jasnoće, u ovom radu će se odvojeno razmatrati kompleksnost i jasnoća skica koncepata kako bi se jasnije shvatio tijek razrade u kontekstu kompleksnosti i jasnoće, pokazalo koliko zapravo kriterija kompleksnosti ili jasnoće pojedini koncept posjeduje i ima li redosljed skiciranih koncepta utjecaja na kompleksnost ili jasnoću. Na kraju poglavlja 6 bit će prikazana primijenjena metrika na jednom timu (tim 5), a u prilogu 3 nalazit će se za svaku skicu svih ostalih timova primijenjena metrika. Evaluacija je provedena zasebnim zbrajanjem kriterija kompleksnosti i jasnoće, gdje se područje kompleksnosti kreće između 0 i 8, a područje jasnoće između 0 i 6. Svaki kriterij se bodovao sa 0 ako ne postoji ili sa 1 ako postoji (slika 6.1).

6.2 Rezultati analize metrike razrade kompleksnost-jasnoća

Svi rezultati dobiveni metrikom razrade koncepata prikazani su na slici 6.3. Iz slike je vidljivo da svi koncepti imaju broj ispunjenih kriterija jasnoće 2 ili 3 (osim jednog koncepta tima 2, ali s obzirom na količinu uzoraka zanemaruje se ovaj podatak). Najveći broj ispunjenih kriterija kompleksnosti je 6, a koncepti koji to ispunjavaju su:

1. ID 6, tima 2;
2. ID 7, tima 2;

3. ID 10, tima 3;
4. ID 4, tima 5.

Na kraju poglavlja 6 bit će na primjeru jednog tima prikazana i objašnjena analiza metrike kompleksnost-jasnoća. Podatci u vezi ostalih timova nalaze u prilogu 3.

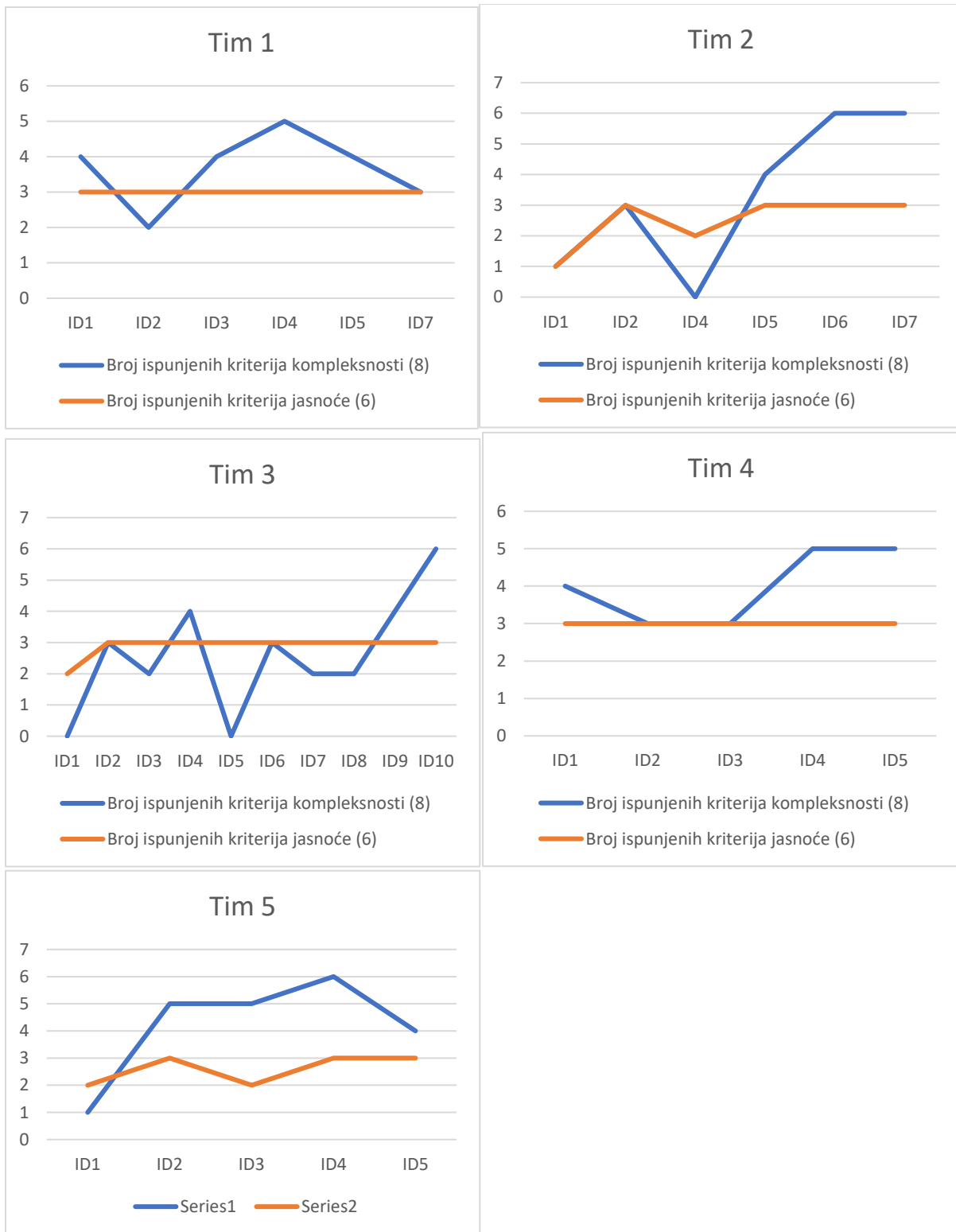
6.2.1 Analiza broja ispunjenih kriterija kompleksnosti na razini timova

Prva četiri koncepta tima 1 su različita i skicirana su dok je tim bio u fazi generiranja ideja i sve imaju različitu razinu kompleksnosti, a koncepti ID5 (broj ispunjenih kriterija kompleksnosti je 4) i ID7 (3) razrađeni su koncepti ID4 (5) koncepta. Razradom koncepta ID 4 smanjio se broj ispunjenih kriterija kompleksnosti sa 5 na 3. I kod tima 2 prva četiri koncepta nemaju poveznice, a konačno rješenje se temelji na konceptu ID5 čijom se razradom do ID 7 broj ispunjenih kriterija povećao sa 4 na 6. Prva četiri koncepta tima 3 su rezultat generiranja ideja, a zatim su simultano razrađivali koncepte: iz ID 3 (2) prema ID 5 (0) u ID 6 (3); ID 8 (2) nastao je na ideji koncepta ID 3 (2) i ID 5 (0), a konačno rješenje ID 10 (6) rezultat je razrade konceptata ID 2 (3), ID 7 (2) i ID 9 (4). Drugi koncept ID 2 tima 4 temelji se na konceptu ID 1, a broj ispunjenih kriterija kompleksnosti im je jednak (3). Konačni koncept ID 5 nastao je razradom konceptata ID 3 i ID 4 tijekom koje se razina kompleksnosti povećala sa 3 na 5. Faza generiranja ideja tima 5 rezultirala je s dva različita koncepta ID 1 (1) i ID 2 (5). Razradom koncepta ID 2 u koncept ID 3 (5) pa u koncept ID 4 (6) nastao je konačan koncept ID 5 (4).

6.2.2. Analiza broja ispunjenih kriterija jasnoće na razini timova

Kao što je već navedeno u poglavlju 6.2 kriteriji jasnoće kod svih koncepti svih timova poprimaju vrijednosti 2 ili 3.). Uz to treba napomenuti kako svi koncepti s 2 ispunjena kriterija jasnoće ispunjavaju kriterije: *Što i Zašto*, a koncepti s 3 kriterija jasnoće ispunjavaju kriterije: *Što, Zašto i Kako* (vidjeti prilog 3). Svi koncepti timova 1 i 4 imaju broj ispunjenih kriterija jasnoće 3, dok se kod konceptata timova 2, 3 i 5 odvija promjena između 2 i 3 ispunjena kriterija jasnoće. Promjena broja kriterija kompleksnosti i jasnoće prikazana je na slici 6.1.

Napomena: Koncepti ID 6 tima 1 i ID 3 tima 2 nisu uzeti u obzir prilikom crtanja grafičkog prikaza kako bi se dobila bolja i jasnija slika promjene razrade konceptata u odnosu na redni broj konceptata.



Slika 6. 1 Promjena broja kriterija kod timova

6.3 Analiza koncepata Goelovim operacijama transformacije

U poglavlju 2.4 objašnjen princip analize skica pomoću lateralnih i vertikalnih transformacija. Analiza transformacija skica koncepata provedena je na dva načina:

1. Uspoređivanjem dva uzastopna koncepta,
2. Uspoređivanjem dva ne uzastopna koncepta, ako se drugi koncept razvio iz prvog koncepta.

Posmična transformacija označava prijelaz sa jedne ideje na drugu malo drukčiju, a vertikalna transformacija se događa kad se odvija razrada iz originalne skice u drugu razvijeniju skicu. Primjer analize transformacija skica tima 1 prikazan je na slici 6.2, dok sve ostale analize se nalaze u Prilogu 4. Na kraju ovog poglavlja će biti objašnjena analiza transformacija koncepata na primjeru tima 5, a u prilogu 4 bit će prikazana analiza za sve druge timove.

6.4 Rezultati analize transformacija skica za sve timove

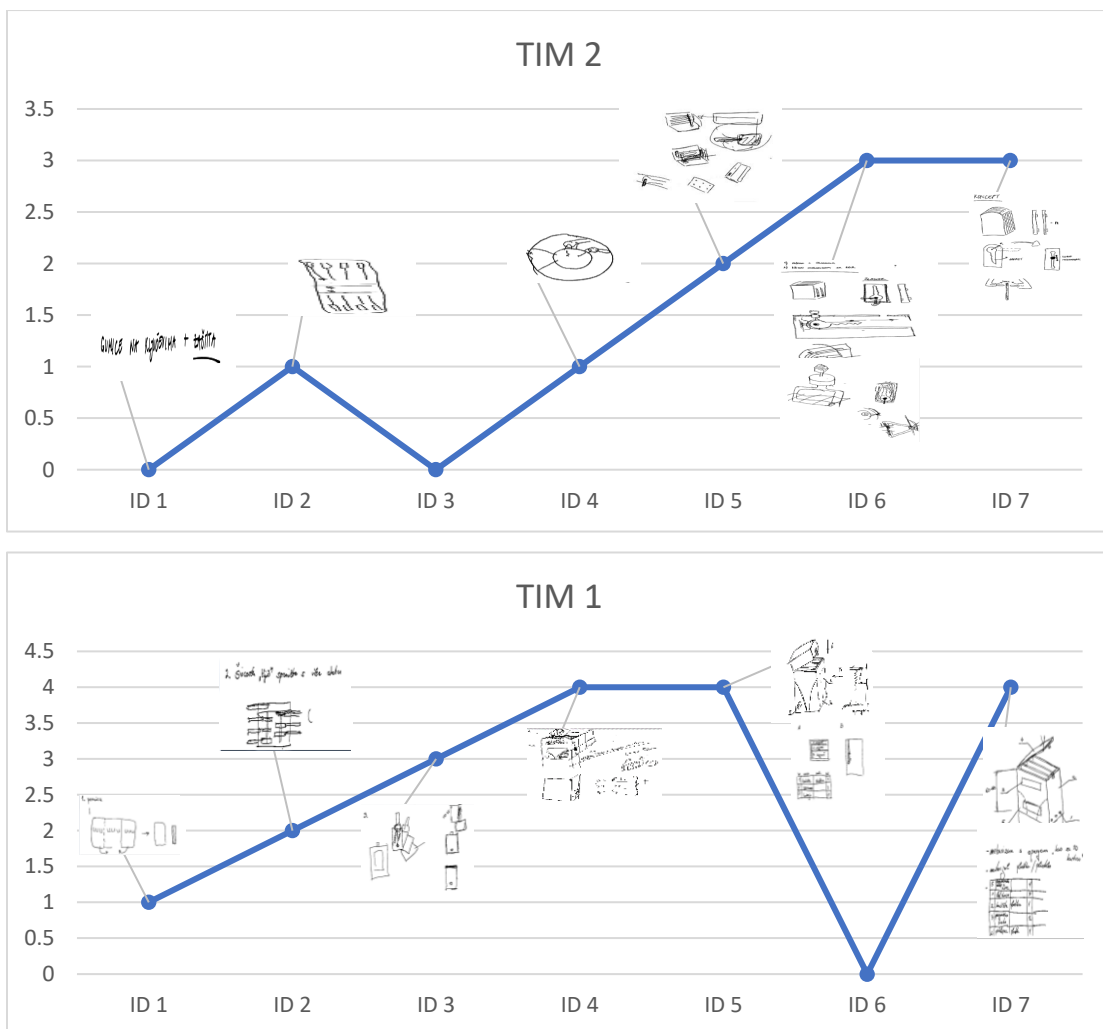
Iz rezultata analize je vidljivo da:

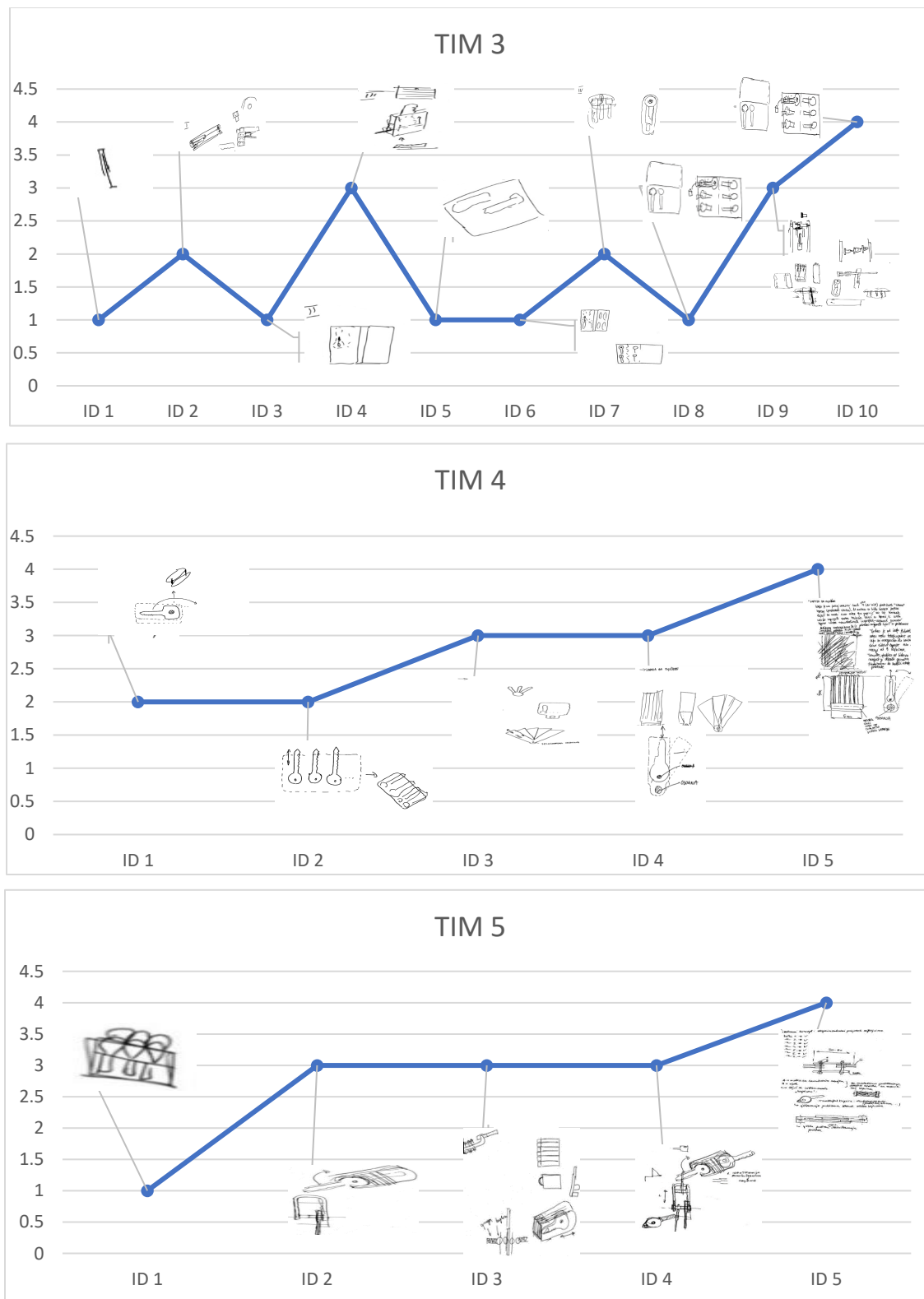
1. Između skica koje su nastale kao rezultat generiranja što više ideja, odnosno koncepata koji su različiti ne postoji operacija transformacije,
2. Ako postoji prijelaz sa osnovne skice na skicu čija se ideja bazira na osnovnoj, a nije proces razvijanja skice do završnog koncepta provodi se lateralna transformacija,
3. Svi timovi u fazi odlučivanja rješenja zadatka tj. tijekom razvijanja završnog koncepta koriste se vertikalnom transformacijom skica.

6.5 Analiza koncepata skalom kompleksnosti

Analiza koncepata skalom kompleksnosti koja je detaljno opisana u poglavlju 2.4 pokazala je kako razinu kompleksnosti svakog koncepta. Na kraju poglavlja 6 analiza koncepata skalom kompleksnosti bit će prikazana na primjeru jednog tima. U prilogu 4 nalaze se koncepti ostalih timova analizirani skalom kompleksnosti uz navedene njihove razine kompleksnosti koje su određene pomoću slike 2.8 (poglavlje 2.4). Svi koncepti pet timova mogu se svrstati između razine kompleksnosti 1 i 4, međutim najviše je u odnosu na ukupan broj koncepata, broj koncepata razine kompleksnosti 3 (11 koncepata). Koncepata sa razinom kompleksnosti 1 ima 8, a sa razinama 2 i 4 ukupno ih ima 6. Na slici 6.3 prikazana je promjena razine kompleksnosti u odnosu na redni broj koncepta svakog tima. Iz slike se vidi kako konačni koncept timova 1, 3, 4 i 5 ima najveću razinu

kompleksnosti dok kod tima 2 to nije slučaj. Razlog tomu je što na konceptu ID 7 tima 2 nisu naznačene dimenzije pa koncept ne zadovoljava kriterije razine kompleksnosti 3. Također važno je napisati i zašto prvi koncept tima 2 ima „razinu kompleksnosti 0“. ID 2 tima 2 ima nulu kao razinu kompleksnosti koncepta zbog toga što je koncept zapisan samo tekstualno, a analiza razine kompleksnosti se provodi sa crtežima konceptata. Razlog, zašto su razine kompleksnosti konceptata ID 6 tima 1 i ID 3 tima 2, nula je isti kao što je objašnjeno je u poglavlju 5.1. Iz slike se također vidi kako prvi koncepti timova imaju najnižu vrijednost razine kompleksnosti koja se pojavljuje unutar tima (za tim 1 to je razina 1, tim 2 „razina 0“, tim 3 razina 1, tim 4 razina 2 i tim 5 razina 1).





Slika 6. 2 Prikaz promjene razine kompleksnosti u odnosu na redni broj koncepta

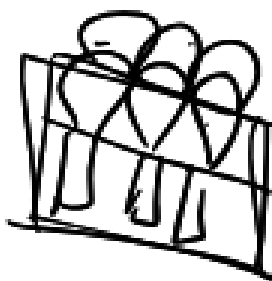
6.6 Prikaz analiza provedenih u poglavlju 6 na primjeru jednog tima

Analize koncepata metrikom razrade kompleksnost-jasnoća, metodom Goelovih transformacijom i skalom kompleksnosti bit će pojašnjene na primjeru tima 5 i svih koncepata koje je tim generirao. Prvo će se pojasniti način na koji se provela analiza metrikom razrade kompleksnost-jasnoća i prikazati i objasniti rezultati, zatim će se to ponoviti i za metodu transformacija i skalu kompleksnost i usporediti dobiveni rezultati te na primjeru pokazati i dokazati sve što je napisano u poglavljima 6.2, 6.3, 6.4 i 6.5.

6.6.1 Analize koncepata metrikom razrade kompleksnost-jasnoća na primjeru jednog tima

Način određivanja broja ispunjenih kriterija kompleksnosti i jasnoće prikazan je na slici 6.4. Ispunjavali li koncept kriterij kompleksnosti ili jasnoće, određeno je prema definiciji kriterija iz tablice 2.5 (poglavljje 2.4) te su se zatim zbrojili kriteriji kompleksnosti odnosno jasnoće kako bi se vidjela cjelokupna slika stanja. Iz slike se upravo vidi i potvrđuje sve što je napisano u poglavlju 6.2 u vezi kriterija jasnoće i kompleksnosti. Svi rezultati dobiveni metrikom razrade koncepata prikazani su u tablici 6.3. Iz tablice je vidljivo da svi koncepti imaju broj ispunjenih kriterija jasnoće 2 ili 3 (za prvi i treći koncept iznose broj 2, a za ostale koncepte broj 3). Koncepti s 2 ispunjena kriterija jasnoće (koncepti 1 i 3) ispunjavaju kriterije: *Što i Zašto*, a koncepti s 3 kriterija jasnoće (koncepti 2, 4 i 5) ispunjavaju kriterije: *Što*, *Zašto* i *Kako*. Najveći broj ispunjenih kriterija kompleksnosti je u timu je 6, a koncept koji to ispunjava je ID 4.

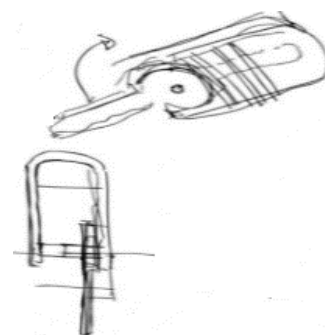
ID 1



| Rezultat: 1 | | |
|--------------|-----------------------------------|----------------------|
| | Kriterij | ilustrirano svojstvo |
| Kompleksnost | Sjenčanje | / |
| | 3D | 3D |
| | Bilješka | / |
| | Razmjer | / |
| | pomoćni pogledi/ konfiguracija | / |
| | promjenljivost debljine linija | / |
| | Kinetika | / |

| Rezultat: 2 | | |
|-------------|-------|---|
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | „imat će ključeve s jedne i druge strane“, košuljica s ključevima |
| | Kako | / |

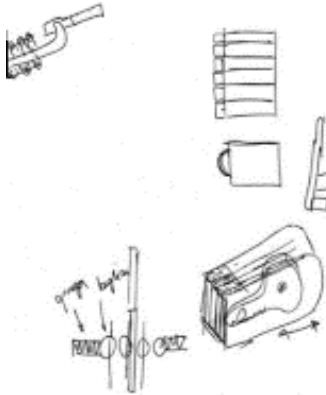
ID 2



| Rezultat: 5 | | |
|--------------|--------------------------------|---|
| | Kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | Sjenčanje | linijama se dočarava trodimenzionalnost |
| | 3D | Izometrija |
| | Bilješka | / |
| | Razmjer | / |
| | pomoćni pogledi/konfiguracija | Nacrt |
| | promjenljivost debljine linija | Skriveni bridovi |
| | Kinetika | Strelica |
| | Tekstura | / |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|-------|--|
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | „jednostavno se napravi neka kožna torbica“; „tu imaš ključeve; samo ih okrećeš i vadiš van“ |
| | Kako | procesom skiciranja |

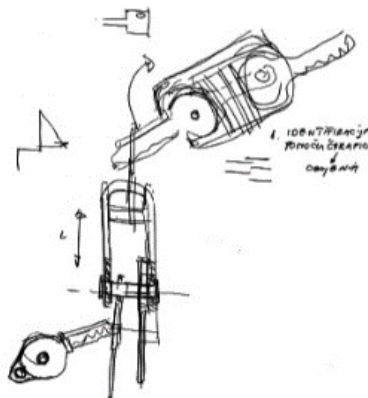
ID 3



| Rezultat: 5 | | |
|--------------|-----------------------------------|----------------------------|
| | Kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | Sjenčanje | / |
| | 3D | Izometrija |
| | Bilješka | Dijelovi koncepta |
| | Razmjer | / |
| | pomoćni pogledi/ konfiguracija | Nacrt, tlocrt, detalji |
| | promjenljivost debljine linija | / |
| | Kinetika | Strelica |
| | Tekstura | Identifikacija ključeva |

| Rezultat: 2 | | |
|-------------|-------|---|
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | „svi se nalaze u slotu; zatvorena ili djelomično zatvorena kutija“ |
| | Kako | / |

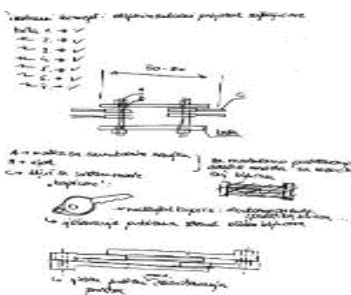
ID 4



| Rezultat:6 | | |
|--------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| | Kriterij | ilustrirano svojstvo |
| Kompleksnost | Sjenčanje | Linijama dočarava trodimenzionalnost |
| | 3D | Izometrija |
| | Bilješka | Karakteristika koncepta |
| | Razmjer | / |
| | pomoćni pogledi/konfiguracija | Nacrt, detalji |
| | promjenljivost debljine linija | Šrafiranje presjeka, skriveni bridovi |
| | Kinetika | Strelice |
| | Tekstura | / |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|-------|--|
| | Tko | / |
| jasnoća | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Švicarski nožić, bolje iskorištenje prostora |
| | Kako | Procesom skiciranja |
| | | |

ID 5



| Rezultat:4 | | |
|--------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| | Kriterij | ilustrirano svojstvo |
| Kompleksnost | sjenčanje | / |
| | 3D | / |
| | bilješka | Tekstualni opis koncepta i dijelova |
| | razmjjer | / |
| | pomoćni pogledi/konfiguracija | Detalji, |
| | promjenljivost debljine linija | Nevidljivi bridovi |
| | kinetika | Strelice |
| | tekstura | / |

| Rezultat:3 | | |
|------------|-------|---|
| Jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Detaljno skiciranje odabranog koncepta |
| | Kako | Procesom skiciranja i tekstualni proces |

Slika 6. 3 Prikaz načina određivanja broja ispunjenih kriterija za pojedini koncept tima 5

6.6.2 Analiza metode transformacija na primjeru jednog tima

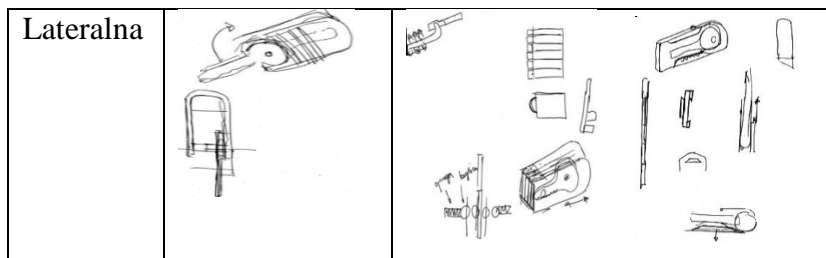
Analizom metode transformacija pokazan je tijekom razrade koncepta. Svakom prijelazu sa koncepta na koncept pridružena je odgovarajuća transformacija s obzirom na njihovu definiciju, a ako se nije odvila transformacija definirana u poglavlju 2.4. pokazano je da nema transformacije. Faza generiranja ideja tima 5 rezultirala je s dva različita koncepta ID 1 (1) i ID 2 (5). Razradom koncepta ID 2 u koncept ID 3 (5) pa u koncept ID 4 (6) nastao je konačan koncept ID 5 (4). S obzirom da tijekom timskih aktivnosti, tim nije cijelo vrijeme išao po rednom broju koncepata i vraćao se na prethodne koncepte, analiza transformacija se neće provesti samo za provesti koncepte koji nastaju jedan iza drugog već i za svaki par koncepata za koji postoji transformacija. U timu 5, prvi i drugi koncept nemaju nikakve poveznice odnosno ideja na kojoj se temelje su

potpuno drugačije pa se između njih nije odvila transformacija. Međutim između koncepata 2 i 3 odvila se lateralna transformacija jer je koncept 3 potpuno novi koncept, ali ideja po kojoj je nastao temelji se na konceptu 2. To se vidi iz većeg broja prikaza (nacrt, bokocrt, izometrija, detalji mehanizma) te načina na koji će ključevi biti smješteni unutar konstrukcije. S obzirom da se koncept 4 razvio iz koncepata 2 i 3 provedena je za oba koncepta odjednom analiza transformacija koja pokazuje kako se između koncepta 2 i 4 odvila također lateralna transformacija. Zadnji prijelaz je sa predzadnjeg koncepta (broj 4) na konačno rješenje gdje se odvila vertikalna transformacija jer je koncept 5 je zapravo koncept 4 sa više detalja (bilješke, dimenzije, materijala).

ID 1 → ID 2

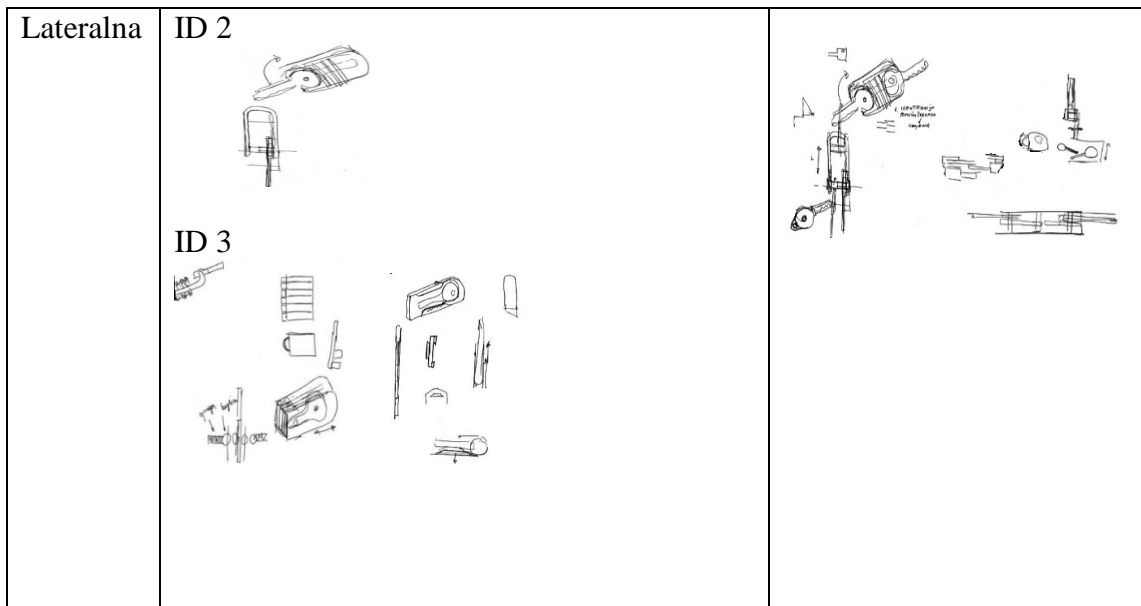
Nema transformacije-potpuno drukčije skice

ID 2 → ID 3

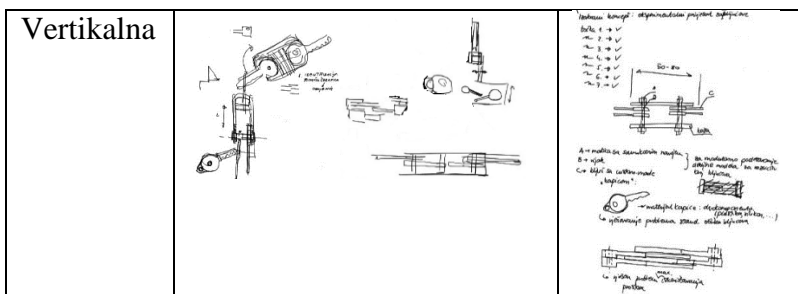


ID 2 → ID 4

ID 3 → ID 4



ID 4 → ID 5



Slika 6. 4 Primjer analize metodom transformacija

6.6.3 Analiza koncepta skalom kompleksnosti na primjeru jednog tima

Analiza skalom kompleksnosti provedena tako što je za svaki koncept tima određena razina kompleksnosti prema definicijama na slici 2.8 (poglavlje 2.4). Po tim kriterijima koncepti tima 5 su razvrstani po određenim razinama kompleksnosti (tablica 6.1). Iz tablice se vidi kako konačni koncept tima 5 ima najveću razinu kompleksnosti, te da prvi koncept ima najnižu vrijednost razine kompleksnosti koja se pojavljuje unutar tima (razina kompleksnosti je 1)

6.6.4 Usporedba rezultata metrike kompleksnost-jasnoća i rezultata skale kompleksnosti

Na primjeru tima 5 pokazat će se imaju li rezultati metrike kompleksnost-jasnoća, ali samo dio koji je vezan za kompleksnost, i ljestvica kompleksnosti poveznicu kad je razina kompleksnosti koncepta u pitanju. Prvi koncept, tima 5, ocjenjen je u obje metode sa jedan što znači da ima najnižu razinu kompleksnosti. Koncepti 2 i 3 koji su ispunili 5 kriterija kompleksnosti iz metrike, u ljestvici kompleksnosti pripadaju razini kompleksnosti 3. I koncept 4 ima razinu kompleksnosti 3, ali i najviše ispunjenih kriterija kompleksnosti (6) što je u odnosu na ukupan broj kriterija kompleksnosti (8) velika razina. Koncept 5 (zadnji koncept) ispunio je 4 kriterija metrike kompleksnost-jasnoća i razina kompleksnosti ljestvice kompleksnosti mu je 4.

7. DISKUSIJA REZULTATA

7.1 Diskusija zadatka i snimki

Studenti su zadatak saznali na početku sesije koja je trajala 60 minuta. Ograničeno vrijeme sesije i neinformiranost o temi zadatka rezultiralo je određenim poteškoćama tijekom sesije. U zadatku je bilo zadano 9 zahtjeva koje određeni timovi u konačnim konceptima nisu ispunili jer su zbog ograničenog vremena krenuli na generiranje ideja bez da su sve zahtjeve detaljno proučili. Smatralo se da će zadatak u kojem se morao osmisliti proizvod za organizaciju ključeva biti zadatak za koji studentima ne trebaju dodatne informacije za razumijevanje problema. Međutim timovi su tijekom generiranja ideja, a potom i u fazi detaljiranja rješenja naišli na određene nedoumice. Jedan od zahtjeva zadatka je bio da završni koncept mora sadržavati okvirne dimenzije, a članovi timova nisu znali napamet dimenzije ključeva. U samom tekstu zadatka nije bilo definirano o kakvim ključevima se radi pa su studenti pretpostavljali i uzimali u obzir samo najjednostavnije oblike ključeva. Timovi su u drugoj polovici sesije puno pažnje posvećivali preostalom vremenu te su zbog toga prekidali fazu generiranja ideja, iako je bilo mogućnosti za skiciranjem i razvojem novih ideja. Stoga su prešli na fazu detaljiranja konačnog koncepta prije koje nisu proveli evaluaciju svih koncepata kako bi vidjeli koji koncept je najbolje rješenje. Evaluacija je mogla biti provedena u smislu zadovoljava li koncept sve postavljene zahtjeve, koju će izvedbu biti najlakše i najjeftinije izraditi, koja izvedba će korisnicima biti najjednostavnija za korištenje nego su se članovi timova međusobno dogovorili u određenom koji će koncept razvijati.

U tekstu zadatka zapisano je da konačno rješenje zadatka mora sadržavati okvirne dimenzije, međutim tim 2 predao je gotov završni koncept bez zabilježenih okvirnih dimenzija stoga tim 2 nije u potpunosti ispunio svoj zadatak.

7.2 Diskusija analize protokola

Određivanje trajanja segmenata odnosno njegovog početka i kraja segmenta je subjektivno i ovisi o preciznosti osobe koja se bavi analizom protokola. S obzirom da je devijacija rezultata minimalna, u daljnjem istraživanju neće se baviti rješavanjem problema određivanja segmenata. Kodiranje protokola pomoću kodne sheme koja se koristi u ovom radu, a koja detaljno definira aktivnosti skiciranja pomaže u što konkretnijoj i detaljnijoj analizi protokola. Međutim kod za aktivnost usmeno objašnjavanje iz kodne sheme nije definiran i razrađen u potpunosti jer za razliku od aktivnosti crtanja, detaljiranja i objašnjavanja nema kategoriju elemenata i elemente skica odnosno nema granulacije na podkategorije, a tijekom analize protokola uočeno je kako postoje različiti razlozi usmenog objašnjavanja koncepta: (1) osoba koja je nacrtala element/e skice koncepta objašnjava što je nacrtala, (2) osoba ukazuje na problem/e koji su nacrtani, (3) osoba daje prijedlog boljeg rješenja. Stoga definiranje koda za usmeno objašnjavanje pomoću više kategorija treba biti tema budućih istraživanja. Nadalje, osim razrade koda usmeno objašnjavanje na podkategorije trebalo bi razviti kodnu shemu koja će sadržavati kod za verbalnu komunikaciju za vrijeme skiciranja koncepta kako bi se dobili opširniji rezultati analize broja aktivnosti tijekom skiciranja i njihovi vremenski udjeli. Također, s obzirom da je analizu protokola proveo samo jedan koder i time se nije dobila najobjektivnija podjela aktivnosti sudionika. Iako su početak i kraj segmenta točno definirani početkom i krajem radnje skiciranja i radnje razgovor o skicama, problem je osobi koja kodira postaviti oznaku na točan početak i kraj segmenta. S obzirom da se pretpostavlja da problem segmentiranja ne uzrokuje preveliku devijaciju rezultata, traženje rješenja, a ni njegov razvoj nije nužno uzeti u razmatranje u budućim istraživanjima

7.3 Diskusija rezultata usporedbom analiza količinskog i vremenskog udjela na razini svih kriterija koji su analizirani

7.3.1 Diskusija rezultata usporedbom analiza količinskog i vremenskog udjela radnji skiciranje i razgovor o skicama

U svim timovima osim u timu 4, segmenata radnje razgovor o skicama količinski ima više nego radnje skiciranje (tablica 5.3). Tim 4 je iznimka i po tome što tijekom sesije ostvarili su relativno malen broj aktivnosti u odnosu na druge timove (ukupno 69 segmenata, dok se kod drugih timova

broj segmenata kreće između 163 i 266). To je rezultiralo time da tim 4 tijekom faze generiranja ideja i faze detaljiranja konačnog koncepta generira najmanji broj koncepata (5). Najmanji broj ukupnih aktivnosti i generiranih koncepata tim 4 ima zato što su tijekom sesije ili pričali nevezano za skice, a kad su pričali o konceptima nisu se rukom referirali na njih. Također, često kroz duže periode vremena nisu komunicirali. Nasuprot tome tim 3 sa najvećim brojem segmenata (266) generira najveći broj koncepata (10). Slika 5.14 pokazuje koliko su vremena svi timovi provodili na pojedinom konceptu. Analiza vremenskog udjela aktivnosti pokazala je kako svi timovi, ukupno na razini svih koncepata, vremenski provode više vremena na radnju skiciranje nego na radnju razgovor o skicama (slika 5.14).

7.3.2 Diskusija rezultata usporedbom analiza količinskog i vremenskog udjela aktivnosti na razini pojedinog koncepta

Međutim kad se ukupno vrijeme razlomi na pojedine koncepte, uočeno je sljedeće:

1. Postoji timovi koji provode gotovo jednako vrijeme skicirajući i razgovaranjem o skicama jednog koncepta (tim 1 za koncept 4, tim 2 koncepti 2,3 i 5),
2. Kod svih timova najveća je razlika između trajanja skiciranja i razgovora o skicama za konačni koncept (u timu 5 osim konačnog koncepta i u konceptu 3 se pojavila najveća vremenska razlika skiciranja i razgovora o skicama),
3. Koncept 5 tima 3 bio je samo skiciran tj. nije se koristila radnja razgovora o skicama,
4. Svi timovi minimalno vremena troše na prve koncepte, a najviše tri grupe troše na zadnji koncept, do timovi 2 i 5 najviše vremena provode skicirajući, tim 2 ID 5, a tim 5 ID 4.

Distribucijom rada pomoću broja aktivnosti na svaki koncept tima: uočeno je:

1. Iz slike 5.2 se vidi da su svi timovi najmanje radili na prvom konceptu,
2. Prvi tim je 6 % aktivnosti odradio u prvom konceptu, drugi tim tek nešto malo iznad 0.5 %, treći 1%, četvrti 14 %, peti 2 %,
3. Uočeno je kako se u svakom timu pri prijelazu sa prethodnjeg koncepta na zadnji završni koncept smanjuje broj aktivnosti,

4. Iako se broj aktivnosti sa prethodnog koncepta na zadnji smanjuje, u svim timovima konačni koncept ima veću vrijednost aktivnosti od minimalne koju imaju prvi koncepti svih timova,
5. Prethodni koncept kod timova 2, 3, 4 i 5 je koncept koji na sebe veže najviše aktivnosti.
6. Kod tima 1, najveći broj aktivnosti ima koncept 4 (od ukupnih 6 konceptata).

7.3.3 Diskusija rezultata usporedbom analiza količinskog i vremenskog udjela aktivnosti timova

Analiza aktivnosti sudionika pokazala je kako su se timovi 1 i 4 više fokusirali na elemente objašnjavanja, a timovi 2, 3 i 5 više na elemente detaljiranja tijekom sesije, međutim u oba slučaja najmanji broj aktivnosti je vezan uz elemente crtanja (slika 5.5). Pregledom svih snimki sesija je i ustanovljeno da svi sudionici proces koncipiranja započinju crtanjem skice, a zatim se izmjenjuju elementi objašnjavanja i detaljiranja radi daljnje razrade konceptata. Analizom broja aktivnosti svih timova ustanovljeno je da je samo tim 1 upotrijebio sve elemente skice koje su definirane u kodnoj shemi.

Vremenska analiza udjela aktivnosti timova je pokazala kako timovi 1, 2, 3 i 4 veći udio vremena trajanja skiciranja troše na aktivnost detaljiranja u odnosu na aktivnosti crtanja i objašnjavanja (Tablica 5.13, slika 5.15). Za razliku od njih tim 4, 55% ukupnog vremena skiciranja, provodi na aktivnost objašnjavanje, a aktivnosti detaljiranja i crtanja manje vremena.

7.3.4 Diskusija rezultata usporedbom analiza količinskog i vremenskog udjela aktivnosti na razini pojedinog sudionika

U svim timovima sudionici za koje se veže najveći broj kodiranih segmenata, sudjeluju najviše u razradi najkompleksnijeg koncepta u kontekstu najvećeg broja elemenata koji su sačinjavaju skicu, a vremenska distribucija segmenta pokazala je da i vremenski najviše sudjeluju u timskom radu.

7.5 Diskusija usporedbe analiza sa znanstvenom literaturom

Pregledom literature nije pronađeno nijedno istraživanje s kojim bi se rezultati ovog istraživanja mogli usporediti. Najsličnije istraživanje je opisano u [11], iz kojeg je i preuzeta shema kodiranja za analizu protokola, međutim sama postavka i uvjeti provedenog eksperimenta su potpuno drukčiji tako da rezultate nije moguće usporediti.

7.6 Diskusija rezultata dobivenih analizom razrade koncepata

7.6.1 Diskusija rezultata dobivenih metrikom kompleksnost-jasnoća

Sve skice imaju gotovo isti broj ispunjenih kriterija jasnoće. Svi koncepti s 2 ispunjena kriterija jasnoće ispunjavaju kriterije: *Što i Zašto*, a koncepti s 3 kriterija jasnoće ispunjavaju kriterije: *Što, Zašto i Kako*. Pokazano je da povećanjem generiranih ideja tj. povećanjem broja koncepata ne dolazi do smanjenja ili povećanja razine kompleksnosti. Međutim dok razina jasnoće skica stagnira, broj ispunjenih kriterija kompleksnosti se mijenja s obzirom na skicu, međutim nije uočena regularnost pri tim promjenama.

Mali broj uzoraka, 32 skice, može biti razlog što provedenom analizom nisu ustanovljene pravilnosti tijekom razrade u kontekstu kompleksnosti skica.

Osim toga, evaluacija kriterija se odvija pomoću 0 i 1 odnosno postoji li kriterij ili ne. Međutim takav način procjenjivanja nije dovoljan. Na skicama se zna pojaviti više puta ilustrirano svojstvo kriterija te bi za učinkovitiju procjenu kompleksnosti, a i jasnoće skica trebalo uzeti u obzir i do koje mjere je razrađeno.

7.6.2 Diskusija rezultata dobivenih analizom transformacija skica

Kao što je opisano u radovima autora [20] i [21], analiza operacija transformacija je pokazala da između skica, koje nisu temeljene na istoj ideji i rezultat su konceptualno drugačijih ideja, nema ni lateralnih ni vertikalnih transformacija. Lateralna transformacija ako je ima, odvija se tijekom faze generiranja dok u fazi odlučivanja i detaljiranja konačnog koncepta odvija se vertikalna transformacija skica.

7.6.3 Diskusija rezultata dobivenih skalom kompleksnosti

Svi koncepti koji su analizirani, svrstani su između razine kompleksnosti 1 i 4. Razina kompleksnosti 5 koncepta definira koncept koji sadrži dijelove u boji, a niti jedan koncept koji je prikupljen u eksperimentu (poglavlje 3.1) nije u boji. Najviše je u odnosu na ukupan broj koncepta, broj koncepata razine kompleksnosti 3 (11 koncepata). I u istraživanju [10] razina kompleksnosti koncepata smještena je na ljestvici između razina 2 i 4. Koncepata sa razinom kompleksnosti 1, generiranih tijekom eksperimenta čiji se rezultati analiziraju u ovom radu, ima 8, a sa razinama 2 i 4 ukupno ih ima 6. U radu [10] nije navedeno numerički koliko je bilo koncepta razine

kompleksnosti, već samo piše kako koncepta razine kompleksnosti 2, 3 i 4 ima najviše. U ovom radu je analizirano već spomenutih 8 konceptata razine kompleksnosti 1 kojih ima po broju odmah iza konceptata razine kompleksnosti 3 ima najviše.

Koji je razlog što je veliki broj konceptata razine kompleksnosti 1 generiran, trebalo bi istražiti u budućim istraživanjima. Pretpostavka je da je razlika u tehnici skiciranja između studenata.

8. ZAKLJUČAK

U radu je prvo dan pregled literature u kojem su opisana teoretska i praktična istraživanja procesa kao kognitivnog procesa, dan je uvid u postojeće pristupe analiziranju protokola i sheme kodiranja te prikazane su metode analize i evaluacija koncepata. Međutim utjecaj i uloga skiciranja u konceptualnoj fazi razvoja proizvoda još su uvijek nedovoljno istraženi i broj znanstvene literature je ograničen. Stoga se odlučilo u ovom radu provesti istraživanje uloge skiciranja u konceptualnoj fazi procesa konstruiranja.

Provedenim istraživanjem postignuti su ciljevi i podciljevi postavljeni u poglavlju 1.2. Iz rezultata analize protokola zaključeno je kako:

1. u razvojnim timovima više puta se odvija radnja razgovor o skicama nego radnja skiciranje, međutim na radnju skiciranje članovi timova utroše više vremena u odnosu na radnju razgovor o skicama

Ovaj zaključak je proizašao iz analize broja segmenata protokola i analize vremenske distribucije radnji skiciranja i razgovora o skicama.

2. Tijekom timskih aktivnosti za sve timove se najviše veže aktivnost usmenog objašnjavanja, a najmanje aktivnost crtanja.

Analizom broja aktivnosti i vremenskog udjela aktivnosti na razini timova donesen je ovaj zaključak te je uočena razlika između timova koji se fokusiraju na aktivnosti detaljiranja i na timove koji se fokusiraju na aktivnosti objašnjavanja

3. U timovima postoji dominantna osoba za vrijeme skiciranja koncepata i za vrijeme razgovora o skicama.

Rezultati analize broja i vremenskog udjela aktivnosti na razini sudionika pokazali su kako radnjama skiciranja i razgovora o skicama postoji dominantna osoba, međutim postoji razlika između timova u kojima je jedna osoba dominantna kroz sve aktivnosti i timova gdje su dvije osobe dominantne, jedna tijekom skiciranja, druga tijekom razgovora o skicama.

4. Tijekom izrade koncepata svi timovi najviše koriste element skice djelomična značajka, a također se u svim timovima pojavljuju i elementi skice: skica, dodatna skica, smjer i fraza.

Rezultati analize broja elemenata skica pokazali su kako svi timovi najviše koriste element skice djelomična značajka. Djelomična značajka je podkategorija aktivnosti detaljiranja i iz toga se da zaključiti kako timovi najviše vremena posvećuju detaljiranju koncepata djelomičnim značajkama u odnosu na druge elemente skica.

Pomoću svih analiza i njihovih rezultata prikazana je uloga skiciranja u konceptualnoj fazi procesa konstruiranja što i bio glavni cilj ovog istraživanja.

LITERATURA

- [1] J. W. T. Kan i J. S. Gero, “A Method to Analyse Team Design Activities”, 2004
- [2] Thomas Mc Neill, John S. Gero and James Warren, “Understanding Conceptual Electronic Design Using Protocol Analysis”, in *Engineering Design* Springer-Verlag London Limited, 1998
- [3] N. S. N. Ahmad Ariff, P. Badke-Schaub, O. Eris and S. S. S. Suib, “A FRAMEWORK FOR REACHING COMMON UNDERSTANDING DURING SKETCHING IN DESIGN TEAMS
- [4] N.S.N Ahmad Ariff, P. Badke-Schaub and O. Eris, “DOES SKETCHING stand alone as a communication tool during CONCEPT GENERATION in DESIGN teams?”, DRS Bangkok Chulalongkorn University, 2012
- [5] Alice Agogino, Shuang Song and Jonathan Hey, “Triangulation of Indicators of Successful Student Design Teams”, *Int. J. Engng Ed.*, Vol. 22, no. 3, pp. 617-625, 2006
- [6] L. Blessing and A. Chakrabarti, “DRM: A Design Research Methodology,” Springer London, no. September, pp. 13–42, 2009
- [7] N. Cross i A.C. Cross, “Observations of teamwork and social processes in design”, *Design Studies*, Vol 16, 1995, pp. 143-170
- [8] J. S. Gero, “Design Prototypes: A Knowledge Representation Schema for Design,” *AI Mag.*, vol. 11, no. 4, 1990
- [9] G. Goldschmidt, “The dialectics of sketching”, *Creativity Research Journal*, Vol 4, No 2, 1991, pp. 123-143.
- [10] R. van der Lugt, “Functions of sketching in design idea generation meetings”, *C&C '02 Proceedings of the 4th conference on Creativity & cognition.*, 2002
- [11] R. van der Lugt,, “How sketching can affect the idea generation process in design group meetings”, Elsevier Ltd., *Design Studies* ,Vol 26 ,No. 2, 2005, pp. 101-122
- [12]
- [13] Ullman, D. G., Wood, S., Craig, D., “The importance of drawing in the mechanical design process”, *Computers and Graphics*, Vol 14, No 2, 1990, pp.263-274
- [14] B. Williford, W. Li, E. Hilton, J. Linsey, T. Hammon, „Everyone Can Sketch: Reviving Hand-drawn Sketching with an Intelligent Tutoring System“, *DIS*, 2017

- [15] M. Suwa, T. Purcell, J. Gero, “Macroscopic analysis of design processes based on a scheme for coding designers’ cognitive actions”, Elsevier Ltd., Design Studies, Vol 19, No 4, 1998, pp. 455-483
- [16] K. Dorst, i J. Dijkhuis, “Comparing paradigms for describing design activity”, Design Studies, Vol 16, 1995, pp. 261-274
- [17] M. Suwa i B. Tversky, “What do architects and students perceive in their design sketches?: A protocol analysis”, Design Studies, Vol 18, 1997, pp. 385-403
- [18] J. S. Gero and U. Kannengiesser, “The situated function-behaviour-structure framework,” Design Studies, vol. 25, no. 4, 2004, pp. 373–391,
- [19] D.C. Sevier, S. McKilligan , I N. Baker, K. Jablokow, S. R. Daly, A. Arbor, E. M. Silk, “TOWARDS THE DEVELOPMENT OF AN ELABORATION METRIC FOR CONCEPT SKETCHES”, ASME, IDETC/CIE, 2017
- [20] ” V. Goel, “Sketches of thought, Cambridge, MA: MIT Press,1995
- [21] H. H. Chena, M. You, i C. F. Lee, “The sketch in industrial design process
- [22] XC. W. Ennis, Jr. and S. W. Gyeszly, “Protocol Analysis of the Engineering Systems Design Process”, in *Engineering Design* Springer-Verlag New York Inc., 1991, pp. 15-22

PRILOZI

1. Zadani eksperimentalni zadatak
2. Pregled kategorija elemenata skica i pojedinačnih elemenata na razini timova
3. Primjenjena metrika kompleksnost-jasnoća
4. Primjenjena Goelova analiza transformacije

Prilog 1: Zadani eksperimentalni zadatak

ZADATAK

PREOSTALO VRIJEME:

58 min

Sve dok ne postane uobičajeno otključavati sva vrata pomoću biometrijskih tehnologija, fizički ključevi će biti sastavni dio naših života. U prosjeku posjedujemo 9 ključeva, a iste smo prisiljeni svakodnevno nositi sa sobom, brinuti da njima ne oštetimo druge predmete te prolaziti frustraciju identifikacije pravog ključa za pojedinu bravu.

Vaš zadatak je osmisliti koncept rješenja za organizaciju fizičkih ključeva kako bi se korisnicima olakšalo svakodnevno baratanje ključevima. Koncept mora zadovoljiti sljedeće zahtjeve:

- Mogućnost prihvata do 9 ili više ključeva
- Brza i jednostavna identifikacija ključeva
- Jednostavno korištenje pri otključavanju i zaključavanju
- Kompaktnost i mala masa
- Prilagodljivost veličine rješenja broju prihvaćenih ključeva (npr. rješenje će zauzimati manje mjesta kad su prihvaćena 3 ključa, nego kad je prihvaćeno 9 ključeva)
- Rješenje s prihvaćenim ključevima ne smije uništavati predmete kojima je okruženo u svakodnevnim situacijama
- Od korisnika se ne smije zahtijevati modifikacija ključeva (npr. rezanje, bušenje, i sl.)

Predloženo rješenje mora sadržavati detaljne skice koncepta, uključujući okvirne dimenzije, materijale i načine rukovanja. Za potrebe pisanja i crtanja koristiti isključivo elektronski pisači blok. Tijekom sesije možete raditi na većem broju rješenja, ali na kraju jasno naznačite koji je vaš konačan prijedlog rješenja. Za rješavanje zadatka na raspolaganju imate 60 minuta.

Prilog 2: Pregled kategorija elemenata skica i pojedinačnih elemenata na razini timova

Kategorije elemenata skica tima 1

| ID KONCEPTA | UKUPNO | Elementi crtanja | Elementi objašnjavanja | Tehnički elementi | Elementi podrške |
|-----------------------------------|---------|------------------|------------------------|-------------------|------------------|
| ID 1 | 7 | 2 | 3 | 0 | 2 |
| ID 2 | 4 | 1 | 2 | 0 | 1 |
| ID 3 | 13 | 4 | 3 | 1 | 5 |
| ID 4 | 18 | 2 | 8 | 1 | 7 |
| ID 5 | 21 | 2 | 11 | 1 | 7 |
| ID 7 | 9 | 1 | 6 | 1 | 1 |
| Tim 1 - Broj kategorije elemenata | 72 | 12 | 33 | 4 | 23 |
| Tim 1 - Udio kategorije elemenata | 100.00% | 16.67% | 45.83% | 5.56% | 31.94% |

Kategorije elemenata skica tima 2

| ID KONCEPTA | UKUPNO | Elementi crtanja | Elementi objašnjavanja | Tehnički elementi | Elementi podrške |
|-----------------------------------|---------|------------------|------------------------|-------------------|------------------|
| ID 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| ID 2 | 8 | 1 | 1 | 0 | 6 |
| ID 3 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 |
| ID 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| ID 5 | 16 | 2 | 3 | 0 | 11 |
| ID 6 | 31 | 1 | 5 | 0 | 25 |
| ID 7 | 11 | 1 | 5 | 0 | 5 |
| Tim 2 - Broj kategorije elemenata | 72 | 8 | 15 | 0 | 49 |
| Tim 2 – Udio kategorije elemenata | 100.00% | 11.11% | 20.83% | 0.00% | 68.06% |

Kategorije elemenata skica tima 3

| ID KONCEPTA | UKUPNO | Elementi crtanja | Elementi objašnjavanja | Tehnički elementi | Elementi podrške |
|-------------|--------|------------------|------------------------|-------------------|------------------|
| ID 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| ID 2 | 10 | 3 | 1 | 0 | 6 |
| ID 3 | 4 | 1 | 2 | 0 | 1 |
| ID 4 | 8 | 1 | 3 | 0 | 4 |
| ID 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| ID 6 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| ID 7 | 5 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| ID 8 | 4 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| ID 9 | 29 | 1 | 1 | 0 | 27 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|---------|--------|--------|-------|--------|
| ID 10 | 26 | 1 | 11 | 3 | 11 |
| Tim 3 - Broj kategorije elemenata | 94 | 10 | 19 | 3 | 62 |
| Tim 3 - Udio kategorije elemenata | 100.00% | 10.64% | 20.21% | 3.19% | 65.96% |

Kategorije elemenata skica tima 4

| ID KONCEPTA | UKUPNO | Elementi crtanja | Elementi objašnjavanja | Tehnički elementi | Elementi podrške |
|-----------------------------------|---------|------------------|------------------------|-------------------|------------------|
| ID 1 | 5 | 1 | 3 | 0 | 1 |
| ID 2 | 6 | 1 | 3 | 0 | 2 |
| ID 3 | 7 | 1 | 4 | 0 | 2 |
| ID 4 | 14 | 1 | 10 | 0 | 3 |
| ID 5 | 14 | 1 | 10 | 1 | 2 |
| Tim 4 - Broj kategorije elemenata | 46 | 5 | 30 | 1 | 10 |
| Tim 4 - Udio kategorije elemenata | 100.00% | 10.87% | 65.22% | 2.17% | 21.74% |

Kategorije elemenata skica tima 5

| ID KONCEPTA | UKUPNO | Elementi crtanja | Elementi objašnjavanja | Tehnički elementi | Elementi podrške |
|-----------------------------------|---------|------------------|------------------------|-------------------|------------------|
| ID 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| ID 2 | 12 | 2 | 1 | 0 | 9 |
| ID 3 | 28 | 2 | 6 | 0 | 20 |
| ID 4 | 26 | 2 | 2 | 2 | 20 |
| ID 5 | 15 | 1 | 8 | 0 | 6 |
| Tim 5 - Broj kategorije elemenata | 83 | 8 | 17 | 2 | 56 |
| Tim 5 - Udio kategorije elemenata | 100.00% | 9.64% | 20.48% | 2.41% | 67.47% |

Elementi skica tima 1

| ID/KONCEPT | UKUPNO | Skica | Broj | Faza | Srijer | Dodatna skica | Konkret | Diplomica za tajle | Oblik | Dimenzije | Boja | Isticanje | Referenca | Kontekst | Broj zabilježenih tipova elemenata |
|-------------------------------------|---------|--------|--------|-------|--------|---------------|---------|--------------------|--------|-----------|-------|-----------|-----------|----------|------------------------------------|
| ID1 | 7 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ID2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| ID3 | 13 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| ID4 | 18 | 1 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 6 | 6 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 10 |
| ID5 | 21 | 1 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 7 | 7 | 0 | 6 | 2 | 0 | 0 | 7 |
| ID7 | 9 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 7 |
| Tim 1 - Broj pojedinačnih elemenata | 72 | 8 | 9 | 2 | 8 | 2 | 1 | 20 | 20 | 4.7% | 11.1% | 6.9% | 4.7% | 2.7% | 1.3% |
| Tim 1 - Udio pojedinačnih elemenata | 100.00% | 11.11% | 12.50% | 2.78% | 11.11% | 2.78% | 1.39% | 27.78% | 27.78% | 4.7% | 11.1% | 6.9% | 4.7% | 2.7% | 1.3% |

Elementi skica tima 2

| ID/KONCEPT | UKUPNO | Skica | Broj | Faza | Srijer | Dodatna skica | Konkret | Diplomica za tajle | Oblik | Dimenzije | Boja | Isticanje | Referenca | Kontekst | Broj zabilježenih tipova elemenata |
|-------------------------------------|---------|--------|--------|-------|--------|---------------|---------|--------------------|--------|-----------|-------|-----------|-----------|----------|------------------------------------|
| ID1 | 7 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| ID2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| ID3 | 13 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 4 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| ID4 | 18 | 1 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 6 | 6 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 10 |
| ID5 | 21 | 1 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 7 | 7 | 0 | 6 | 2 | 0 | 0 | 7 |
| ID7 | 9 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 7 |
| Tim 1 - Broj pojedinačnih elemenata | 72 | 8 | 9 | 2 | 8 | 2 | 1 | 20 | 20 | 4.7% | 11.1% | 6.9% | 4.7% | 2.7% | 1.3% |
| Tim 1 - Udio pojedinačnih elemenata | 100.00% | 11.11% | 12.50% | 2.78% | 11.11% | 2.78% | 1.39% | 27.78% | 27.78% | 4.7% | 11.1% | 6.9% | 4.7% | 2.7% | 1.3% |

Elementi skica tima 3

| ID/SKE | UKUPNO/SVI | Skica | Broj | Faza | Srijer | Dodatna skica | Konkret | Diplomica za tajle | Oblik | Dimenzije | Boja | Isticanje | Referenca | Kontekst | Broj zabilježenih tipova elemenata |
|-------------------------------------|------------|-------|-------|-------|--------|---------------|---------|--------------------|--------|-----------|-------|-----------|-----------|----------|------------------------------------|
| ID1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ID2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ID3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| ID4 | 8 | 1 | 1 | 0 | 4 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| ID5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| ID6 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| ID7 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| ID8 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| ID9 | 29 | 1 | 0 | 0 | 19 | 0 | 0 | 19 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| ID10 | 26 | 1 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 9 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 0 | 8 |
| Tim 3 - Broj pojedinačnih elemenata | 94 | 4 | 4 | 7 | 6 | 7 | 0 | 41 | 41 | 2 | 1 | 21 | 3 | 1 | 0 |
| Tim 3 - Udio pojedinačnih elemenata | 100.00% | 5.31% | 4.26% | 7.45% | 6.38% | 7.45% | 0.00% | 43.62% | 43.62% | 2.13% | 1.06% | 22.34% | 3.19% | 1.06% | 0.00% |

Elementi skica tima 4

| DSICE | UUPNG-SVI | Skica | Boj | Fraza | Snjeg | Dodatna skica/komest | Djelomična slika | Oblik | Simbol | Dodatna slika | Dimenzije | Boja | Isticanje | Referenc | Komest | Boj zahtjevnih tipova elementa | |
|-------------------------------------|-----------|--------|-------|--------|--------|----------------------|------------------|-------|--------|---------------|-----------|-------|-----------|----------|--------|--------------------------------|---|
| D1 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| D2 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| D3 | 7 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| D4 | 14 | 1 | 0 | 3 | 2 | 2 | 0 | 5 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| D5 | 14 | 2 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 7 |
| Tim 4-Broj pojedinačnih elemenata | 46 | 6 | 0 | 9 | 9 | 8 | 1 | 11 | 0 | 0 | 8 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | |
| Tim 4-Ukupno pojedinačnih elemenata | 100.00% | 13.04% | 0.00% | 19.57% | 17.39% | 2.17% | 23.91% | 0.00% | 0.00% | 17.39% | 2.17% | 0.00% | 0.00% | 4.35% | 0.00% | 0.00% | |

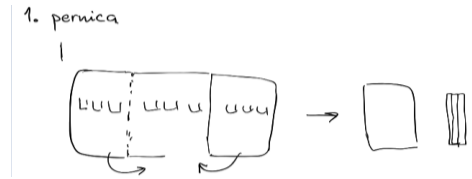
Elementi skica tima 5

| DSICE | UUPNG-SVI | Skica | Boj | Fraza | Snjeg | Dodatna skica/komest | Djelomična slika | Oblik | Simbol | Dodatna slika | Dimenzije | Boja | Isticanje | Referenc | Komest | Boj zahtjevnih tipova elementa | |
|-------------------------------------|-----------|-------|-------|--------|-------|----------------------|------------------|-------|--------|---------------|-----------|-------|-----------|----------|--------|--------------------------------|---|
| D1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| D2 | 12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 7 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| D3 | 28 | 0 | 0 | 2 | 4 | 0 | 10 | 0 | 2 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 |
| D4 | 26 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 11 | 2 | 0 | 9 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| D5 | 15 | 1 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Tim 5-Broj pojedinačnih elemenata | 83 | 3 | 0 | 12 | 5 | 0 | 0 | 33 | 5 | 0 | 22 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| Tim 5-Ukupno pojedinačnih elemenata | 100.00% | 3.61% | 0.00% | 14.46% | 6.02% | 0.00% | 39.78% | 6.02% | 0.00% | 26.51% | 2.41% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.20% | 0.00% | |

Prilog 3: Primjenjena metrika kompleksnost-jasnoća

Tim 1

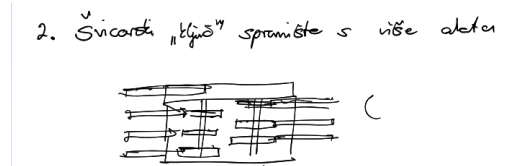
ID 1



| Rezultat:4 | | |
|--------------|-----------------------------------|---|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | / |
| | 3D | / |
| | bilješka | naziv koncepta |
| | razmjjer | / |
| | pomoćni pogledi/ konfiguracija | nacrt u odmotanom stanju; nacrt, bokocrt u sklopljenom stanju |
| | promjenljivost debljine linija | skrivena linija predstavlja mjesto savijanja koncepta |
| | kinetika | Strelice |
| | Tekstura | / |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|----------|--|
| | Kriterij | Ilustrirano svojstvo |
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Lagano, jednostavno |
| | Kako | Proces skiciranja od odmotanog stanja prema sklopljenom; procesom skiciranja |

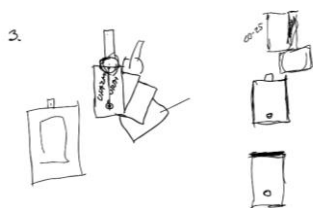
ID 2



| Rezultat: 2 | | |
|--------------|-----------------------------------|---|
| | Kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | Sjenčanje | / |
| | 3D | / |
| | Bilješka | Naziv koncepta |
| | Razmjjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | / |
| | promjenljivost debljine linija | skrivena linija predstavlja mjesto savijanja koncepta |
| | Kinetika | / |
| | Tekstura | / |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|----------|--|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Švicarski nožić kao već postojeće rješenje |
| | Kako | Proces skiciranja od odmotanog stanja prema sklopljenom; procesom skiciranja |

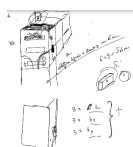
ID 3



| Rezultat: 4 | | |
|--------------|-----------------------------------|---|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | / |
| | 3D | / |
| | bilješka | Identifikacija ključeva; dimenzije ključa |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | Nacrt; sklopni crtež; varijacije vrećica; alternativne konfiguracije-ključ, radijus šablone |
| | promjenljivost debljine linija | Različita debljina i naglašenost linija |
| | Kinetika | / |
| | Tekstura | Različita debljina linija predstavlja materijal |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|----------|--|
| | kriterij | Ilustrirano svojstvo |
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Kutijica zadovoljava sve zahtjeve |
| | Kako | Proces skiciranja; od osnovne skice koja je zatim detaljirana do dodatne skice |

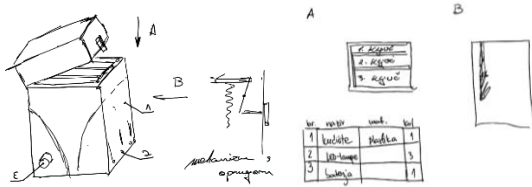
ID 4



| Rezultat: 5 | | |
|--------------|-----------------------------------|---|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | Vrh kutijice ima popunjeno područje(materijal) |
| | 3D | Prikaz u izometriji |
| | bilješka | Dimenzije; kote; naziv materijala |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | / |
| | promjenljivost debljine linija | / |
| | Kinetika | Strelice prikazuju gibanje klizača |
| | Tekstura | Ispunjeno područje vrha kutijice simbolizira materijal |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|----------|--|
| | kriterij | Ilustrirano svojstvo |
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Kutijica zadovoljava sve zahtjeve |
| | Kako | Proces skiciranja; od osnovne skice koja je zatim detaljirana do dodatne skice |

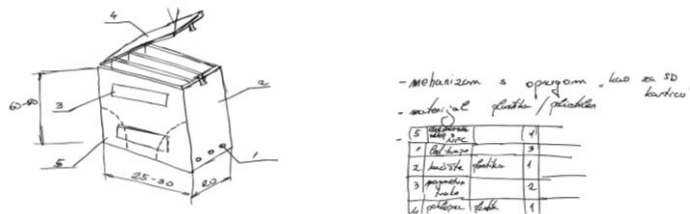
ID 5



| Rezultat: 4 | | |
|--------------|--------------------------------|---|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | / |
| | 3D | Vidi se visina, širina |
| | bilješka | Naziv mehanizma; oznake pogleda; sastavnica; identifikacija ključeva; numerizacija dijelova |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/konfiguracija | Skica mehanizma s oprugom; tlocrt; bokocrt; detalj mehanizma |
| | promjenljivost debljine linija | Linije skrivenih bridova, |
| | Kinetika | / |
| | Tekstura | / |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|-------|--|
| | Tko | / |
| jasnoća | Što | Jasno opisuje karakteristike |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Opisani dijelovi i pogledi |
| | Kako | Od osnovne skice koja je detaljirana; skica mehanizma; bokocrt i nacrt; tekstualni i proces skiciranja |
| | | |

ID 7



| Rezultat: 3 | | |
|--------------|--------------------------------|---|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | / |
| | 3D | Izometrija |
| | bilješka | Kote; dimenzije; Numerizacija dijelova; sastavnica; karakteristike koncepta |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | / |
| | promjenljivost debljine linija | Linije skrivenih bridova |
| | Kinetika | / |
| | Tekstura | / |
| Rezultat: 3 | | |
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Jasno opisane karakteristike |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Detaljna skica i dnjezini dijelovi |
| | Kako | Od osnovne skice do detaljiranja; i sastavnica koncepta; tekstualni i proces skiciranja |

Tim 2

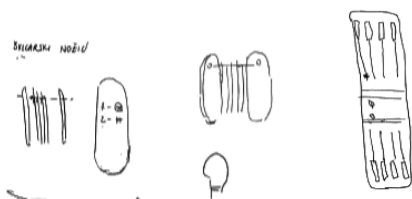
ID 1

GUMICE NA KLJUČEVIMA + ZAŠTITA

| Rezultat: 1 | | |
|--------------|-----------------------------------|---------------------------|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | / |
| | 3D | / |
| | bilješka | Naziv i rješenje koncepta |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | / |
| | promjenljivost debljine linija | / |
| | Kinetika | / |
| | Tekstura | / |

| Rezultat: 1 | | |
|-------------|-------|-------------|
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | / |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | jednostavno |
| | Kako | / |

ID 2



| Rezultat: 3 | | |
|--------------|-----------------------------------|---|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | / |
| | 3D | / |
| | bilješka | Naziv koncepta, identifikacija ključeva |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | Nacrt, bokocrt |
| | promjenljivost debljine linija | simetrala |
| | Kinetika | / |
| | Tekstura | / |

| Rezultat:3 | | |
|------------|-------|--|
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Ideja dobivena iz već postojećeg rješenja; treba ju samo prilagoditi |
| | Kako | Procesom skiciranja |

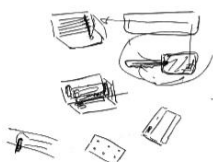
ID 4



| Rezultat: 0 | | |
|--------------|-----------------------------------|----------------------|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | Sjenčanje | / |
| | 3D | / |
| | Bilješka | / |
| | Razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | / |
| | promjenljivost debljine linija | / |
| | Kinetika | / |
| | Tekstura | / |

| Rezultat: 2 | | |
|-------------|-------|--|
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Kružni oblik i izvana se vrte ključevi |
| | Kako | / |

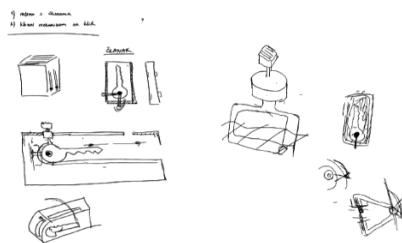
ID 5



| Rezultat: 4 | | |
|--------------|-----------------------------------|--|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | / |
| | 3D | Crtano u 3D |
| | bilješka | / |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | Detalji, pogledi, alternativne konfiguracije |
| | promjenljivost debljine linija | / |
| | Kinetika | strelica |
| | Tekstura | Šrafitiranje |

| Rezultat:3 | | |
|------------|-------|--|
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Kutijica; lako smještanje i vađenje ključa |
| | Kako | Procesom skiciranja |

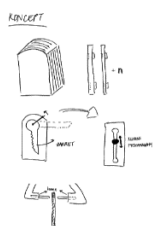
ID 6



| Rezultat: 6 | | |
|--------------|-----------------------------------|---|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | Zatamnivanje rupe na ključu |
| | 3D | izometrija |
| | bilješka | Karakteristike koncepta, |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | Detalji, presjeci, alternativna konfiguracija |
| | promjenljivost debljine linija | Šrafranje presjeka |
| | Kinetika | strelica |
| | Tekstura | / |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|-------|----------------------------------|
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Jasnije nacrtan koncept |
| | Kako | Procesom skiciranja |

ID 7



| Rezultat: 6 | | |
|--------------|-----------------------------------|--|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | / |
| | 3D | izometrija |
| | bilješka | Naziv i karakteristike koncepta |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | Presjek, detalji, bokocrt |
| | promjenljivost debljine linija | Nevidljivi bridovi |
| | Kinetika | strelice |
| | Tekstura | Zatamnivanje kuglice kliznog mehanizma |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|-------|--|
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Jasno opisane karakteristike |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Jasno i konkretno skiciran odabran koncept |
| | Kako | Proces skiciranja |

Tim 3

ID 1



| Rezultat: 0 | | |
|--------------|-----------------------------------|----------------------|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| Kompleksnost | sjenčanje | / |
| | 3D | / |
| | bilješka | / |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | / |
| | promjenljivost debljine linija | / |
| | Kinetika | / |
| | Tekstura | / |

| Rezultat: 2 | | |
|-------------|----------|----------------------------------|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| Jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Osnovna ideja:teleskop |
| | Kako | / |

ID 2



| Rezultat: 3 | | |
|--------------|-----------------------------------|--------------------------|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | / |
| | 3D | Prikaz u izometriji |
| | bilješka | / |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | Bokocrt, detaljni prikaz |
| | promjenljivost debljine linija | Skrivene linije, |
| | Kinetika | / |
| | Tekstura | / |

| Rezultat:3 | | |
|------------|----------|---|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| Jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Švicarski nožić kao već postojeće rješenje |
| | Kako | Proces skiciranja; od 3D do bokocрта pa detalji; detaljiranje svake skice |

ID 3

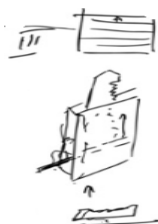
33



| Rezultat: 2 | | |
|--------------|-----------------------------------|----------------------|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | / |
| | 3D | / |
| | bilješka | / |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | / |
| | promjenljivost debljine linija | Linije obrisa, |
| | Kinetika | Strelica |
| | Tekstura | / |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|----------|--|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Košuljica za jednostavnu upotrebu i izvlačenje ključeva |
| | Kako | Proces skiciranja; detaljiranje skice |

ID 4



| Rezultat: 4 | | |
|--------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | / |
| | 3D | Prikaz u izometriji |
| | bilješka | / |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | Tlocrt, detalji |
| | promjenljivost debljine linija | Skriveni bridovi |
| | Kinetika | Strelica; smjer vađenja ključa |
| | Tekstura | / |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|----------|--|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | „jedan ključ, jedna ladica; kad želiš taj ključ, stisneš i onda se on zaključa u tom položaju“ |
| | Kako | Procesom skiciranja; izometrija- tlocrt-detalji |

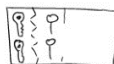
ID 5



| Rezultat: 0 | | |
|--------------|-----------------------------------|----------------------|
| | Kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | Sjenčanje | / |
| | 3D | / |
| | Bilješka | / |
| | Razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | / |
| | promjenljivost debljine linija | / |
| | Kinetika | / |
| | Tekstura | / |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|----------|---|
| | Kriterij | ilustrirano svojstvo |
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | „imaš gumenu ploču i onda samo slažeš u nju“ |
| | Kako | Proces skiciranja; detaljiranje skice |

ID 6



| Rezultat: 3 | | |
|--------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| Kompleksnost | sječanje | / |
| | 3D | / |
| | bilješka | / |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | Dodatna skica |
| | promjenljivost debljine linija | Površinski obrisi |
| | Kinetika | Strelica; smjer vađenja ključa |
| | Tekstura | / |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|----------|--|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Ideja: kutija za alat; „gumeno je, ne može ništa oštetiti i ne zauzima puno mjesta |
| | Kako | Procesom skiciranja; dodatna skica, detaljiranje skice |

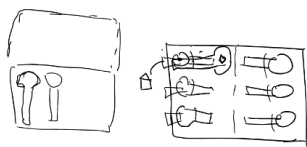
ID 7



| Rezultat: 2 | | |
|--------------|--------------------------------|----------------------|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | / |
| | 3D | / |
| | bilješka | / |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | Nacrt i bokocrt |
| | promjenljivost debljine linija | Skriveni bridovi |
| | Kinetika | / |
| | Tekstura | / |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|----------|--|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | „imamo tipa kao neku vrećicu ili nešto za zaštitu; ti te slažeš“ |
| | Kako | Proces skiciranja; dodatna skica, detaljiranje skice |

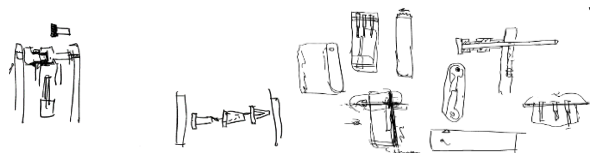
ID 8



| Rezultat: 2 | | |
|--------------|--------------------------------|-------------------------------|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | / |
| | 3D | / |
| | bilješka | / |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | Alternativna konfiguracija |
| | promjenljivost debljine linija | Simetrala dijeljenja stranica |
| | Kinetika | / |
| | Tekstura | / |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|----------|--|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | „moramo ići na nešto tipa novčanik; moraju biti s plosnate strane postavljeni“ |
| | Kako | Proces skiciranja; dodatna skica, detaljiranje skice |

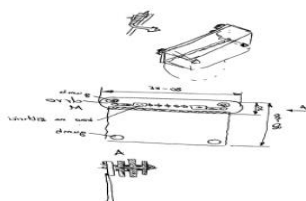
ID 9



| Rezultat: 4 | | |
|--------------|-----------------------------------|---|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | / |
| | 3D | / |
| | bilješka | „tkanina“ |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | Tlocrt,nacrt, detalji, detaljne skice, presjeci |
| | Varijabla Linija Težina | Nevidljivi bridovi, šrafitiranje presjeka |
| | Kinetika | Strelice; smjer gibanja |
| | Tekstura | / |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|----------|--|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Jasno opisuje karakteristike |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | „oblik kao što imaš i u inače švicarskom nožiću. Tu je osovina i tu ih slažeš;...imaš osovina koju možeš maknuti i kad ih poslažeš, ona klikne na to mjesto i to je to.“ |
| | Kako | Tekstualni i proces skiciranja; detaljiranje osnovne skice, različiti pogledi, razrada mehanizma |

ID 10

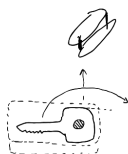


| Rezultat: 6 | | |
|--------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | / |
| | 3D | Prikaz u izometriji |
| | bilješka | Karakteristike dijelova koncepta |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | Nacrt, poprečni presjek |
| | promjenljivost debljine linija | Šrafitiranje presjeka, |
| | Kinetika | Strelice; smjer gibanja |
| | Tekstura | Koso šrafitiranje |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|----------|--|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Jasno opisuje karakteristike |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | „Švicarski nož bi ja iskombinirala“; „Jednostavno ti je rukovanje pomoću ovako |
| | Kako | Tekstualni i proces skiciranja; detaljiranje skica, dodatne skice, tekstualne bilješke |

Tim 4

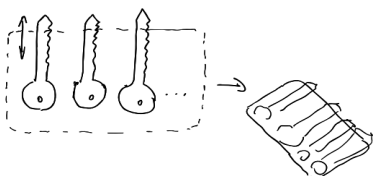
ID 1



| Rezultat: 4 | | |
|--------------|--------------------------------|-----------------------------|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | / |
| | 3D | 3D skica |
| | bilješka | / |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | Detaljnija skica u presjeku |
| | promjenljivost debljine linija | Linija skrivenoig brida |
| | Kinetika | Strelice |
| | Tekstura | / |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|-------|--|
| | Tko | / |
| jasnoća | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Smještaj i vađenje ključa |
| | Kako | Od jednostavne 3D skice do detaljnije skice; proces skiciranja |

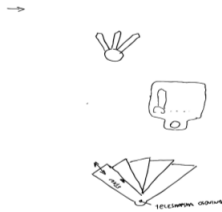
ID 2



| Rezultat: 3 | | |
|--------------|--------------------------------|------------------------------------|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | / |
| | 3D | / |
| | bilješka | / |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | Pogled u nacrtu te kosa projekcija |
| | promjenljivost debljine linija | Linije skrivenih bridova |
| | Kinetika | Strelica |
| | Tekstura | / |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|-------|---|
| | Tko | / |
| jasnoća | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | jednostavno |
| | Kako | Od osnovne skice do skice u kosoj projekciji; proces skiciranja |

ID 3



| Rezultat: 3 | | |
|--------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| | Kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | Sjenčanje | / |
| | 3D | / |
| | Bilješka | Identifikacija ključeva; naziv dijela |
| | Razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | Nacrt; Sklopni crtež? |
| | promjenljivost debljine linija | / |
| | Kinetika | Strelica |
| | Tekstura | / |

| Rezultat:3 | | |
|------------|-------|---|
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Jednostavno za korištenje |
| | Kako | Od početne ideje(skice) do razrađene dodatne skice; proces skiciranja |

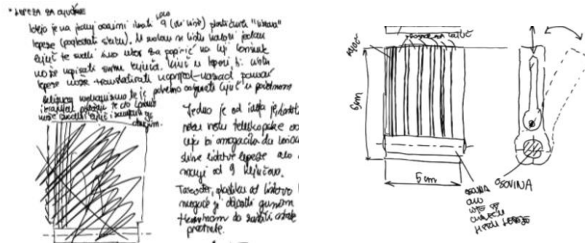
ID 4



| Rezultat: 5 | | |
|--------------|-----------------------------------|---|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | Šrafitiranje osovinice |
| | 3D | / |
| | bilješka | Naziv koncepta; dijelovi koncepta |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/ konfiguracija | Nacrt; bokocrt; Sklopni crtež; detaljan prikaz smještaja ključa |
| | promjenljivost debljine linija | Linije skrivenih bridova |
| | Kinetika | Strelica |
| | Tekstura | / |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|-------|--|
| jasnoća | Tko | / |
| | Što | Vizualno opisuje izgled koncepta |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Razrađena ideja |
| | Kako | Bokocrt-nacrt-radionički crtež-detaljna skica; proces skiciranja |

ID 5



| Rezultat: 5 | | |
|--------------|--------------------------------|---|
| | kriterij | ilustrirano svojstvo |
| kompleksnost | sjenčanje | Šrafranje osovine |
| | 3D | / |
| | bilješka | Način rada; materijal; dijelovi koncepta; dimenzije |
| | razmjer | / |
| | Pomoćni pogledi/konfiguracija | Nacrt; bokocrt |
| | promjenljivost debljine linija | Linije skrivenih bridova |
| | Kinetika | Strelice |
| | Tekstura | / |

| Rezultat: 3 | | |
|-------------|-------|--------------------------------|
| | Tko | / |
| jasnoća | Što | Jasno opisane karakteristike |
| | Kad | / |
| | Gdje | / |
| | Zašto | Skica konačnog koncepta |
| | Kako | Tekstualni i proces skiciranja |

Prilog 4: Primjenjena Goelova analiza transformacije

Tim 1

Tim 1

Transformacija slika

| | | |
|-----------|--|--|
| Lateralna | | |
|-----------|--|--|

ID 1 → ID 2

Nema transformacije-potpuno drukcije skice

ID 2 → ID 3

Nema transformacije-potpuno drukcije skice

ID 3 → ID 4

Nema transformacije-potpuno drukcije skice

ID 4-ID 5

| | | |
|------------|--|--|
| Vertikalna | | |
|------------|--|--|

ID 5-ID 7

| | | |
|------------|--|--|
| Vertikalna | | |
|------------|--|--|

Tim 2

ID 1 → ID 2

Nema transformacije-potpuno drukcije skice

ID 2 → ID 3

Nema transformacije-potpuno drukcije skice

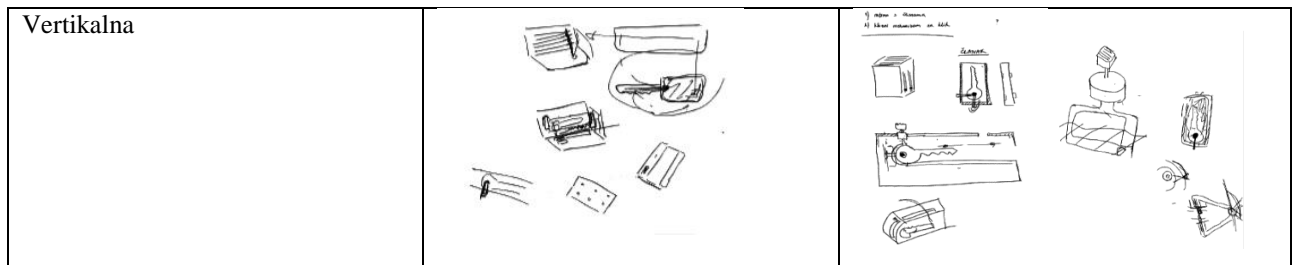
ID 3 → ID 4

Nema transformacije-potpuno drukcije skice

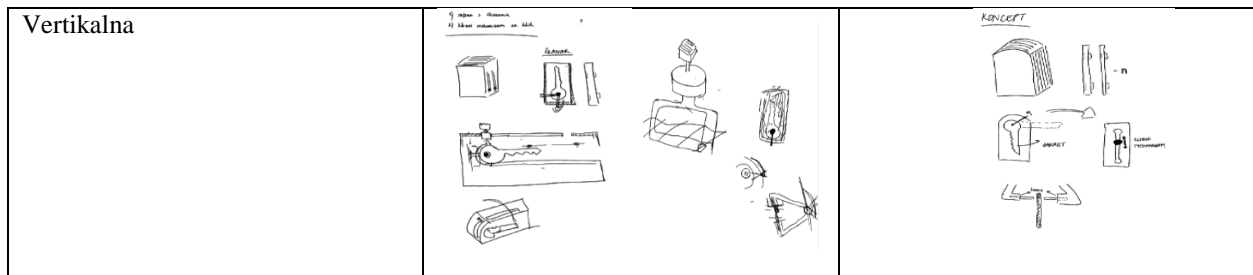
ID 4 → ID 5

Nema transformacije-potpuno drukcije skice

ID 5 → ID 6



ID 6 → ID 7



Tim 3

ID 1 → ID 2

Nema transformacije-potpuno drukcije skice

ID 2 → ID 3

Nema transformacije-potpuno drukcije skice

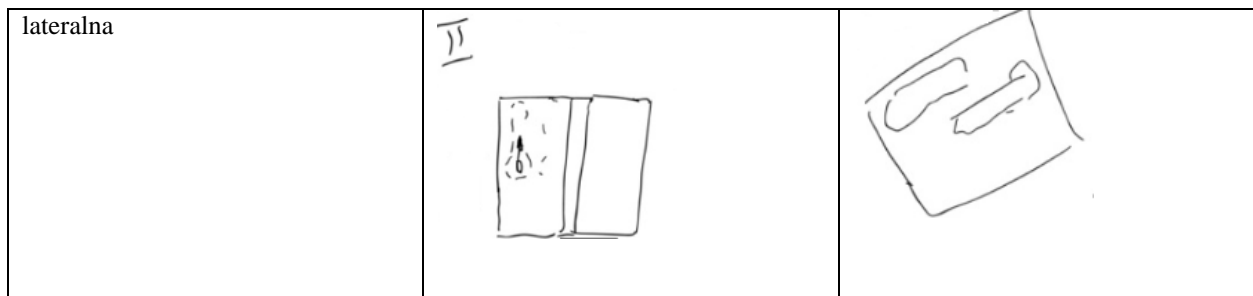
ID 3 → ID 4

Nema transformacije-potpuno drukcije skice

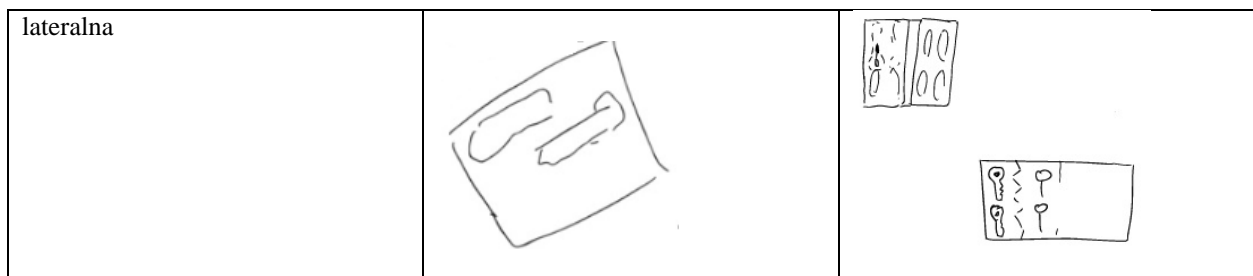
ID 4 → ID 5

Nema transformacije-potpuno drukcije skice

!!!! ID3 → ID 5



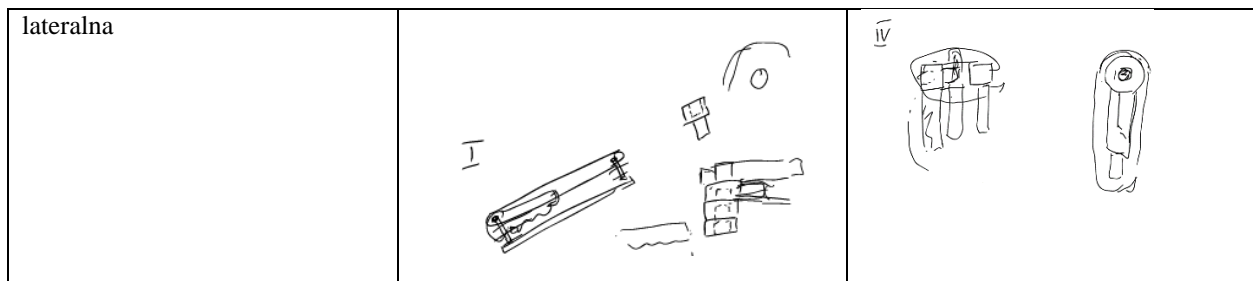
ID 5 → ID 6



ID 6 → ID 7

Nema transformacije-potpuno drukcije skice

!!!! ID 2 → ID 7



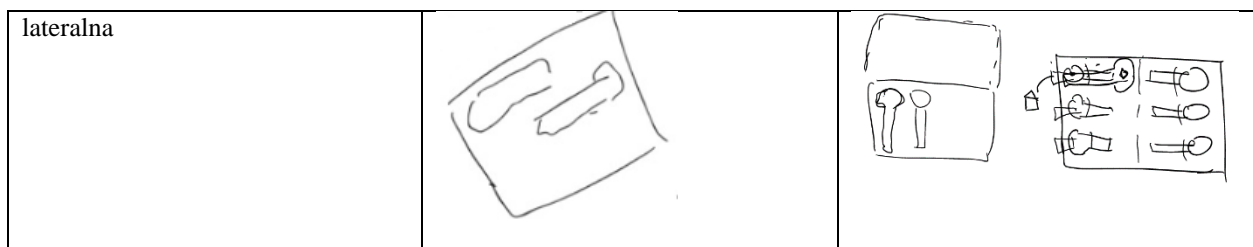
ID 7 → ID 8

Nema transformacije-potpuno drukcije skice

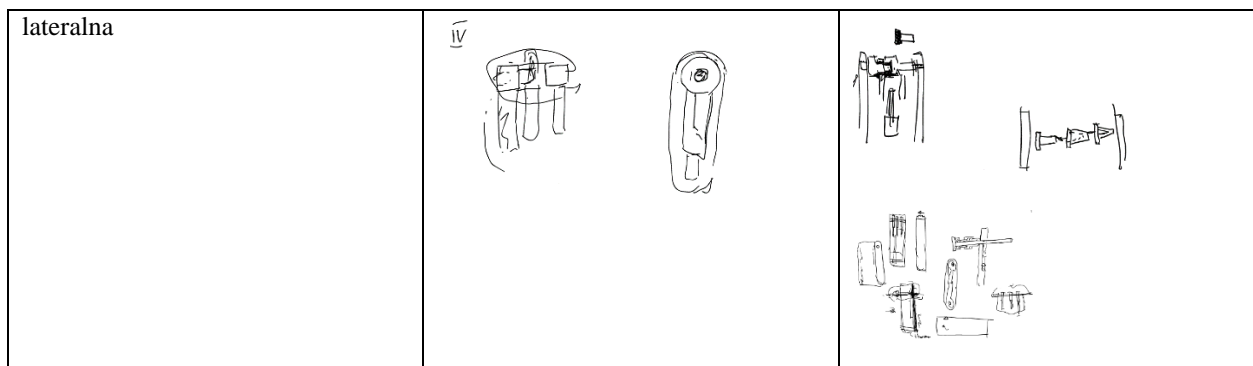
!!!! ID 3 → ID 8



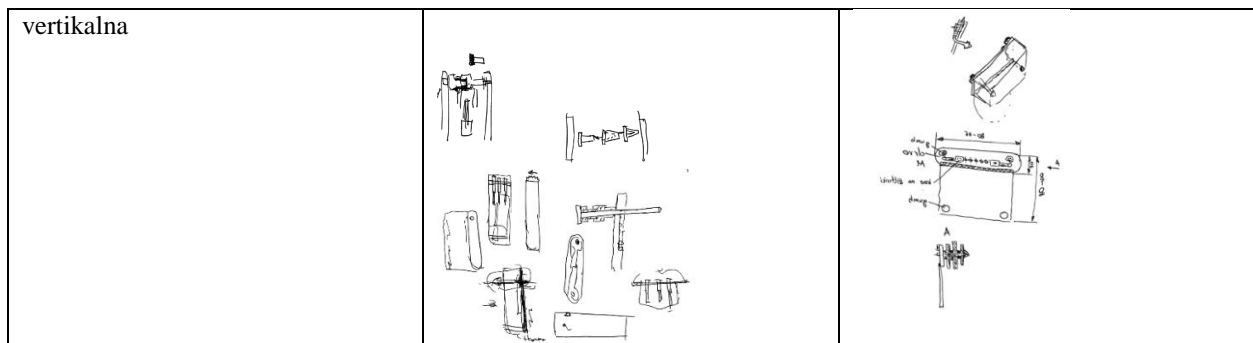
ID 5 → ID 8



ID 7 → ID 9

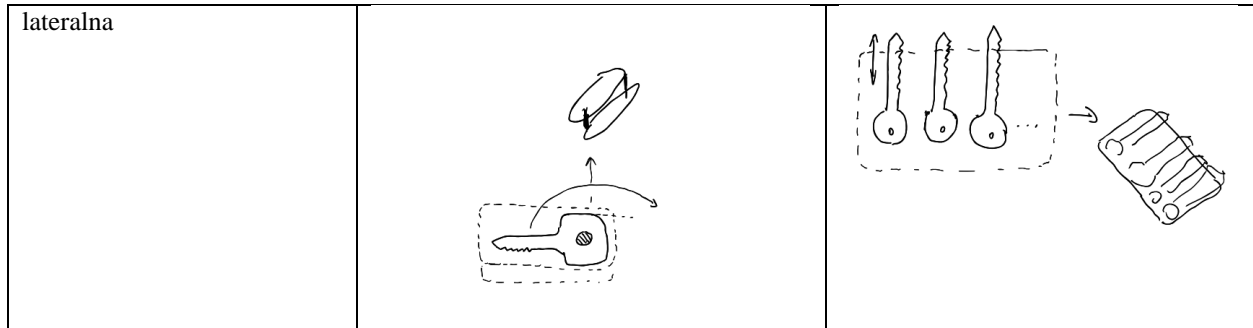


ID 9 → ID 10



Tim 4

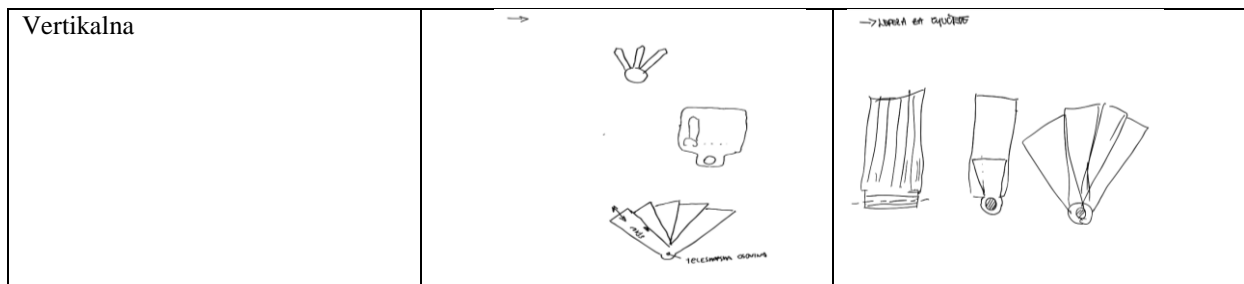
ID 1-ID 2



ID 2 → ID 3

Nema transformacije-potpuno drukcije skice

ID 3-ID 4



ID 4-ID 5

