

Krv je život

Opis aplikacije

Korisne informacije za promatranu domenu

Za razvoj i razumijevanje aplikacije potrebno je znati par osnovnih činjenica:

1. Krvne grupe – postoji osam krvnih grupa: *O-*, *O+*, *A-*, *A+*, *B-*, *B+*, *AB-*, *AB+*.
2. Period davanja krvi – za dva uzastopna davanja krvi, potrebno je proći 3 mjeseca za muškarce, 4 za žene.
3. Transfuzija krvi

Transfuzija krvi

Svaka osoba ima definiranu svoju krvnu grupu. Prilikom transfuzije krvi treba paziti da pojedina krvna grupa smije primiti samo određene krvne grupe.

Prvo se gleda krvna grupa po sistemu ABO. Postoje četiri grupe – A, B, AB i O.

| Krvna grupa ABO | Prima | Daje |
|-----------------|-------------|-------------|
| O | O | O, A, B, AB |
| A | O, A | A, AB |
| B | O, B | B, AB |
| AB | O, A, B, AB | AB |

Grupa O naziva se univerzalni davatelj jer sve krvne grupe mogu primiti grupu O. Grupa AB naziva se univerzalni primatelj jer može primiti bilo koju krvnu grupu.

Drugi sustav krvnih grupa je rezus faktor (Rh~faktor), a potječe od posebne bjelančevine, nazvane rezus faktorom. Osoba koja ima tu bjelančevinu je Rh~pozitivna (+), a za onu koja nema kažemo da je Rh~negativna (-).

| Rh~faktor | Prima | Daje |
|-----------|-------|------|
| - | - | -, + |
| + | -, + | + |

Osoba koja je Rh~negativna nema bjelančevinu, stoga smije primiti samo krv koja nema tu bjelančevinu. S druge strane, Rh~pozitivna osoba ima bjelančevinu, ali ne smeta ju ako primi krv bez te bjelančevine.

Konačna tablica koja u obzir uzima ABO grupu i Rh~faktor je u nastavku:

| Krvna grupa | Prima | Daje |
|-------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 0- | 0- | 0-, A-, B-, AB-, 0+, A+, B+, AB+ |
| A- | 0-, A- | A-, AB-, A+, AB+ |
| B- | 0-, B- | B-, AB-, B+, AB+ |
| AB- | 0-, A-, B-, AB- | AB-, AB+ |
| 0+ | 0-, 0+ | 0+, A+, B+, AB+ |
| A+ | 0-, A-, 0+, A+ | A+, AB+ |
| B+ | 0-, B-, 0+, B+ | B+, AB+ |
| AB+ | 0-, A-, B-, AB-, 0+, A+, B+, AB+ | AB+ |

Napomena

Prilikom transfuzije krvi uvijek se nastoji koristiti ista krvna grupa zbog toga što je univerzalnih darivatelja malo. Primjerice ukoliko bi svim pacijentima davali prvo krvnu grupu 0- (univerzalnog darivatelja), a tek nakon nje ostale krvne grupe tada bismo ugrozili pacijente koji imaju tu 0- krvnu grupu, jer u slučaju nestašice ne bi im mogli dati krv jer oni ne mogu primiti nijednu drugu krvnu grupu.

U slučaju nesreća kada je pacijent izgubio dosta krvi nema vremena za provjerom koju krvnu grupu pacijent ima tada mu se prvo daje 0- krvna grupa.

Kratki opis aplikacije

Aplikaciju treba razdvojiti na administratorski i korisnički dio. Korisnički dio treba biti aplikacija upotrebljiva na pametnim telefonima, dok administratorska aplikacija može, a ne mora biti prilagođena korištenju na pametnim telefonima.

Uvod

Ova aplikacija se bavi praćenjem dobrovoljnih darivatelja krvi i organizacijom darivanja krvi. Sadrži registar svih dobrovoljnih darivatelja krvi na jednom mjestu i ima dodatne opcije za organizaciju darivanja krvi.

Aplikacija predstavlja ustanovu koja prikuplja krv. Njome upravljaju administratori aplikacije. Oni imaju mogućnosti praćenja zaliha krvi i dobrovoljnih darivatelja te pozivaju darivatelje da dobrovoljno daju krv.

Korisnička aplikacija

Osim administratora, aplikaciju koriste dobrovoljni darivatelji krvi koji odgovaraju na pozive da daju krv od strane administratora. Dobrovoljnim darivateljima treba omogućiti pristup sustavu preko mobilne ili respozivne web aplikacije. Aplikacija za dobrovoljne darivatelje krvi mora biti upotrebljiva na pametnim telefonima.

Korisnicima (dobrovoljnim darivateljima krvi) se treba omogućiti registracija i praćenje vlastitih darivanja krvi. Prilikom registracije korisnici moraju dati osnovne informacije kao što su: ime, prezime, broj telefona, email, godina, spol, prebivalište, krvna grupa i sl. Ako korisnik još nije darovao krv i ne zna svoju krvnu grupu, onda se dodaje naknadno. Ovdje treba obratiti pažnju na GDPR – korisniku je potrebno dati do znanja u koje će se svrhe koristiti njegove privatne informacije.

Nakon registracije korisnik može unositi i dodatne informacije kao što su upitnici vezani za darivanje krvi (npr. je li korisnik bio u Velikoj Britaniji za vrijeme epidemije kravljeg ludila), prijedlozi i komentari na aplikaciju.

Potrebno je omogućiti korisnicima primanje obavijesti – poruke od strane administratora. Postoje dva tipa obavijesti koje administrator može poslati dobrovoljnim darivateljima. To su informativne obavijesti (u sebi sadržavaju samo poruke) i poziv za darivanje krvi – u sebi sadrži poruku i zahtijeva odgovor. Aplikacija mora implementirati sučelje za odgovor.

Primjer informativnih obavijesti je podsjetnik o darivanju koji se šalje večer prije darivanja krvi za koje se korisnik prijavio. U tekstu se korisnika obavještava kako se pripremiti za darivanje krvi.

Sustav bi korisniku trebao omogućiti generiranje izvještaja o darivanju krvi. Korisnik može postaviti email adresu poslodavca kojem se šalje izvještaj o darivanju krvi u svrhu dodjeljivanja slobodnog dana.

Evidencija prilikom darivanja krvi mora biti omogućena. Nakon što neki korisnik daruje krv, tada aplikacija mora omogućiti da se to pribilježi. Na taj način će biti moguće vidjeti gdje je i kada korisnik dao krv. Za ovu funkcionalnost bi bilo poželjno da se generira QR kod na korisničkom dijelu aplikacije koji bi administrator skenirao i time bi se automatski zapisalo da je korisnik darovao krv.

Ukoliko imate ideja za dodatne funkcionalnosti, imate slobodu da ih implementirate.

Administratorska aplikacija

Trebala bi postojati mogućnost kontaktiranja korisnika i slanja obavijesti ukoliko je na nekom mjestu hitno potrebna krv ili su zalihe jako male. U tom slučaju administrator bi trebao upisati koliko doza krvi traži za koju krvnu grupu i aplikacija bi trebala pronaći dobrovoljne darivatelje i pozvati ih.

Prilikom slanja obavijesti, aplikacija treba voditi računa na uvjete koje korisnici moraju ispunjavati da bi dali krv (npr. period darivanja krvi, ankete koje je korisnik popunjavao itd.).

Aplikacija treba omogućiti uvid u zalihe krvi po krvnim grupama. Mora omogućiti jednostavno pregledavanje dobrovoljnih darivatelja krvi, upisivanje novih darivatelja krvi sa strane administratora (ovo je bitno ukoliko dođe darovati krv netko tko nije nikad darovao krv). Također, administrator ima mogućnost otvoriti profil pojedinog darivatelja krvi te može pregledavati podatke i upitnike koje je korisnik popunio.

Bolnice i druge ustanove ponekad organiziraju skupna darivanja krvi da bi prikupili veće količine krvi. Ukoliko se prikupi previše krvi tada postoji mogućnost da jedan dio krvi propadne jer bolnice ne preferiraju davati krv koja je starija od mjesec dana jer postaje nekvalitetna. Stoga treba napraviti algoritam koji bi minimizirao propadanje krvi, ali također vodio računa da se ne dogodi da nema krvi u pojedinom trenutku.

Dakle, zalihe krvi ne smiju biti premale kako se ne bi dogodila nestašica krvi, a također ne smiju biti prevelike kako se ne bi dogodilo propadanje krvi. Iz ta dva uvjeta slijedi da postoji gornja i donja granica koje predstavljaju optimalne zalihe krvi. Optimalne zalihe krvi su poznat podatak i ovise o potrošnji krvi.

Jedan od zadataka (koji se gleda odvojeno od aplikacije, no može se implementirati i unutar aplikacije) je algoritam za pozivanje osoba na darivanje krvi. Algoritam mora osigurati da zalihe krvi budu unutar granica optimalnih. Također, prilikom pozivanja treba voditi računa da nisu svi dobrovoljni darivatelji ujedno i redovni darivatelji krvi tj. da neće svi koje algoritam pozove sigurno doći. Dolazak korisnika ovisi o njegovoj udaljenosti od mjesta prikupljanja krvi, te od redovitosti dolaska na dobrovoljno darivanje krvi.

Udaljenost ovisi od lokacije korisnika i od lokacije ustanove koja poziva dobrovoljne darivatelje krvi. S porastom udaljenosti darivatelja od ustanove pada vjerojatnost da će doći.

Algoritamski zadatak

U ovom dijelu detaljno je opisan problem kojeg algoritam rješava. Također, u ovom dijelu se nalaze podatci koji su potrebni za testiranje algoritma.

Definicije

A – skup dobrovoljnih darivatelja krvi.

A_i – skup darivatelja koje je algoritam pozvao u i -tom tjednu. A_i je podskup skupa A .

A'_i – skup darivatelja koji su donirali krv u i -tom tjednu. A'_i je podskup skupa A_i .

O_{min} – minimalne zalihe krvi po krvnim grupama.

O_{max} – maksimalne zalihe krvi po krvnim grupama.

$O_z = \frac{O_{min} + O_{max}}{2}$ po koordinatama – optimalne zalihe krvi.

$r(O_{max}, O_{min}) = O_{max} - O_{min} := r$ - označava duljinu intervala

z_i – predstavlja zalihe krvi po krvnim grupama na početku $(i + 1)$ -og tjedna.

s_i – predstavlja količinu prikupljene krvi po krvnim grupama na kraju i -tog tjedna.

p – količina krvi koja se potroši svaki tjedan po krvnim grupama.

l_i – vrijednost funkcije gubitka nakon i -tog tjedna.

Napomene:

- Svaki darivatelj posjeduje parametre: identifikator (*id*), prosječan broj darivanja u godini dana (*frequency*), broj dana koji je prošao od zadnjeg darivanja (*last_donation*), spol (*sex*), krvnu grupu (*blood_group*) te udaljenost od mjesta za darivanje krvi (*distance*).
- Krvna grupa može biti jedna od sljedećih: (O-, O+, A-, A+, B-, B+, AB-, AB+).
- Spol može biti jedan od sljedećih: M - muški, Z - ženski.
- Datum zadnjeg darivanja označava prije koliko je dana osoba darovala krv. Muškarac može darovati krv svakih 90, a žena svakih 120 dana.
- Prosječan broj darivanja je realni broj između 0 i 4 za muškarce te između 0 i 3 za žene.
- Kroz cijeli zadatak koriste se količine krvi po krvnim grupama. Te količine su prikazane u uređenoj osmorki broja doza krvi (cijeli brojevi) – (O-, O+, A-, A+, B-, B+, AB-, AB+).
- Kroz zadatak se spominje varijabla *days_past* i označava koliko je dana prošlo od referentnog dana. Možemo pretpostaviti da je za prvi tjedan *days_past* jednak 0, a za drugi tjedan *days_past* jednak 7 i slično za ostale tjedne. Također možemo pretpostaviti da muškarci kojima je datum zadnjeg darivanja u prvom tjednu manji od 90 te ženama kojima je datum darivanja manji od 120 u prvom tjednu ne mogu darovati krv (čak ni za rubni slučaj u kojem je muškarcu prošlo 89 dana od zadnjeg darivanja i *mogao* darovati u prvom tjednu).

Zadatak

Algoritam za dane zalihe krvi (z_0) treba pozvati određene ljude iz skupa dobrovoljnih darivatelja (A) za jedan tjedan tako da zadana funkcija gubitka bude minimalna. Funkcija gubitka je minimalna kad su zalihe krvi što bliže optimalnima (O_z). Rješenje se evaluira kroz 4 tjedna darivanja krvi. Jedan tjedan traje 7 dana. Zalihe prikupljene u prvom tjednu (s_1) akumuliraju se na početne zalihe te se dobivaju zalihe krvi nakon prvog tjedna darivanja – ($z_0 + s_1$) te se računa početno stanje idućeg tjedna:

$$z_1 = z_0 + s_1 - p$$

Za stanje na početku idućeg tjedna računa se rezultat *funkcije gubitka* (l_1) s obzirom na z_1 korigirano (pogledati Korekciju zalihe krvi).

Kroz četiri tjedna računaju se funkcije gubitka za svaki tjedan.

Konačan gubitak računa se kao $l = \sum_{i=1}^4 l_i$

Cilj algoritma jest minimizirati gubitak L .

Evaluator

Evaluator je aplikacija koja simulira odaziv ljudi za dobrovoljno darivanje krvi. Postavljena na nekom serveru kao servis. Kao ulaz prima csv datoteku s identifikatorom korisnika te broj proteklih dana (*days_past*), a za izlaz vraća csv datoteku s identifikatorom korisnika koji su donirali krv na kraju tjedna.

Evaluator se ponaša na način da ako dobije isti skup ljudi dvaput – oba puta će vratiti isti rezultat. Primjerice, ako sustav dobije za ulaz (1, 2, 3, 4, 5) i vrati (1, 3, 5) tada svaki puta kada dobije taj isti ulaz vratit će (1, 3, 5). Međutim, ako na ulaz dobije (1, 3, 5) to ne znači nužno da će na izlaz vratiti (1, 3, 5). Evaluator bira tko je od pozvanih donirao krv na temelju parametara svakog darivatelja (koji su napisani u prvoj napomeni). Točan način na koji evaluator bira ljude **nije** poznat.

Evaluacija jednog tjedna

Algoritam iz skupa dobrovoljnih darivatelja (A) te zaliha krvi (z_{i-1}) za i -ti tjedan računa skup A_i ljudi koji su pozvani na dobrovoljno darivanje. Algoritam šalje taj skup u opisanom formatu na *sustav za evaluaciju*. Sustav za evaluaciju algoritmu vraća, u opisanom formatu, skup A'_i koji označava osobe koje su donirale krv u i -tom tjednu. Na temelju tog skupa algoritam računa količinu darovane krvi s_i , zalihe krvi za idući tjedan z_i te iznos funkcije gubitka l_i .

Korekcija zaliha krvi

Nakon što vaš algoritam prikupi određenu količinu krvi računa se funkcija pogreške. Funkcija pogreške u nekim slučajevima može korigirati rezultat tako da umanjuje ukupnu pogrešku. Primjerice ukoliko ste skupili krvne grupe 0- više od optimuma, a krvne grupe A+ manje od optimuma, tada funkcija pogreške nadomjesti broj doza krvne grupe A+ s krvnom grupom 0- sve dok su njene zalihe iznad razine optimuma. To je moguće jer grupa 0- može dati krv grupi A+ (točka 3 korisnih informacija). Doze određene krvne grupe se mogu nadomjestiti dozama druge krvne grupe samo ako druga krvna grupa može dati krv prvoj krvnoj grupi.

Primjer:

Nakon vašeg algoritma razine zaliha krvi su sljedeće:

| 0- | 0+ | A- | A+ | B- | B+ | AB- | AB+ |
|----|-----|----|-----|----|----|-----|-----|
| 88 | 177 | 71 | 145 | 60 | 36 | 13 | 26 |

Tada, prije nego što se izračuna funkcija pogreške se radi korekcija:

| 0- | 0+ | A- | A+ | B- | B+ | AB- | AB+ |
|----|-----|----|-----|----|----|-----|-----|
| 78 | 177 | 71 | 155 | 60 | 36 | 13 | 26 |

Tek nakon što se korigiraju zalihe se računa funkcija pogreške. Očito je da je greška u drugom slučaju manja nego u prvom. Važno je napomenuti da sustav radi korekciju samo ako su doze krvi po grupama u intervalu minimuma i maksimuma, ako to nije slučaj korekcija se ne radi.

Funkcija korekcije radi na sljedeći način:

- Prije nego što se krene vršiti korekcija gleda se jesu li zalihe krvi unutar minimuma i maksimuma. Ako nisu, korekcija se ne vrši, ako jesu, korekcija se vrši.

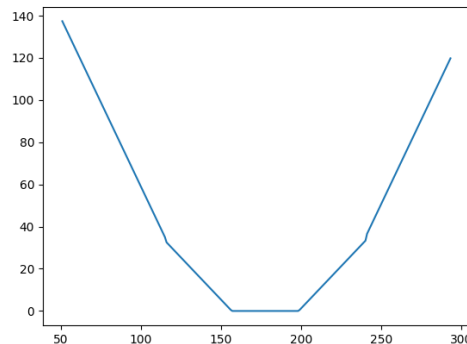
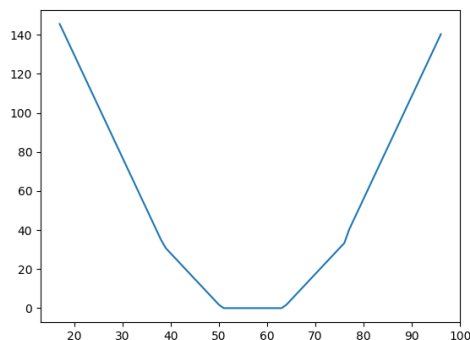
- Najprije se provjerava krvna grupa koja je univerzalni primatelj (AB+). Ukoliko imaju doza manje od ciljanog optimuma, traži se krvna grupa koja im može dati krv i to sljedećim redom (AB-, B+, B-, A+, A-, 0+, 0-) pod uvjetom da ima doza više od optimuma.
- Zatim se provjerava krvna grupa AB- te ukoliko je ima manje od optimuma, traži se krvna grupa koja im može dati krv (B-, A-, 0-).
- Nakon toga se provjeravaju preostale krvne grupe redom (B+, B-, A+, A-, 0+, 0-), te se ukoliko imaju doza manje od optimuma traži krvna grupa koja im može dati krv. Nakon što se pronađe gleda se ima li je više od optimuma, ako da, onda se vrši korekcija, ako ne onda se nastavlja dalje tražiti krvna grupa davatelj.
- Funkcija korekcije završava kada se dođe do krvne grupe 0- jer za nju ne postoji davatelj.

Funkcija gubitka (*loss* funkcija)

Za jednu krvnu grupu definirana je funkcija gubitka:

$$loss(x) = \begin{cases} \frac{200}{r}(O_{min} - x) + 35, & \text{za } x \leq O_{min} \\ \frac{100}{r}(O_{min} + \frac{r}{3} - x), & \text{za } O_{min} < x \leq \frac{r}{3} + O_{min} \\ 0, & \text{za } \frac{r}{3} + O_{min} < x \leq \frac{2}{3}r + O_{min} \\ \frac{100}{r}(x - \frac{2}{3}r - O_{min}), & \text{za } \frac{2}{3}r + O_{min} < x \leq O_{max} \\ \frac{200}{r}(x - O_{max}) + 35, & \text{za } x > O_{max} \end{cases}$$

Na sljedećim grafovima prikazana je funkcija gubitka u ovisnosti o krvnoj grupi (odnosno minimalnim i maksimalnim zalihama). Prva slika s lijeva prikazuje krvnu grupu 0-, a druga s grupom 0+.



Za neki skup A_i definirana je funkcija koja prebrojava sve osobe koje su pozvane, a ne mogu doći (jer nije prošlo dovoljno dana od posljednjeg darivanja):

$$cnt(A_i) - \text{broj pozvanih osoba koje ne mogu darovati krv}$$

Za jedno stanje z_i gubitak l_i računa se formulom:

$$l_i = 3 \cdot cnt(A_i) + \sum_{j=1}^8 loss(x_j)$$

To jest kao suma greške po krvnim grupama.

Primjer 1: (primjeri nisu ažurirani s propozicijom na kraju teksta)

U oba primjera dani su vektor minimalnih zaliha - (38, 115, 46, 100, 38, 23, 8, 16) i vektor maksimalnih zaliha - (78, 240, 96, 210, 82, 50, 18, 36).

Dan je vektor zaliha na početku tjedna - (58, 177, 71, 155, 60, 36, 13, 26).

Na temelju vektora zaliha računa se vektor zaliha s korekcijom - (58, 177, 71, 155, 60, 36, 13, 26).

Na temelju dane formule računa se *loss* po komponentama - (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0).

Te je konačan gubitak **0**.

Primjer 2:

Dan je vektor zaliha na početku tjedna - (60, 120, 69, 174, 80, 31, 17, 24).

Na temelju vektora zaliha računa se vektor zaliha s korekcijom - (58, 120, 71, 174, 75, 36, 15, 26).

Na temelju dane formule računa se *loss* po komponentama - (0, 29, 0, 0, 17, 0, 3, 0).

Te je konačan gubitak **49**.

Napomena: Primjeri su pisani s pretpostavkom da niti jedna osoba koja **ne** smije darovati krv nije pozvana. Svaka takva osoba kažnjava se s 3 boda gubitka.

Pristup evaluatoru

Sustav za evaluaciju nalazi se na stranici <http://hackaton.westeurope.cloudapp.azure.com/> - dajmo mu alias *hackaton*. U poglavlju *Opis ulaznih i izlaznih formata* detaljnije je opisano pristupanje sustavu. Sustav koji prima listu korisnika očekuje datoteku u kojoj se nalazi jedna linija i u njoj su identifikatori odvojeni zarezom, bez dodatnih praznina.

Za neke funkcionalnosti potreban je *login*. Na stranici se nalazi *tab "Solutions"*. Klikom na *"New solution"* stvorit pojavit će se testni scenarij. U njemu pišu minimalne, optimalne i maksimalne količine krvi te trenutne količine krvi (*supplies*) - z_0 . Za svaki tjedan *uploada* se opisana *csv* datoteka s identifikatorima korisnika. Nakon *uploada* radi se simulacija koja je upisana u poglavlju *Evaluacija jednog tjedna* i ažurira se rezultat (*current score*).

Ocjenjivanje natjecatelja

Nekoliko sati prije kraja natjecanja dobit ćete prazne *Solution* objekte sa zadanim različitim početnim stanjima zaliha. Vaš zadatak bit će za svaki različiti scenarij dobiti što bolji rezultat (što manju kaznu), a pritom će za svaki scenarij imati 5 pokušaja. Uzima se *najbolji* pokušaj za svaki scenarij.

Opis ulaznih i izlaznih formata

Skup A

Pristup preko API-ja – `curl -X POST -H "Content-Type: application/json" hackaton/api/get_donors`

Pristup preko preglednika – `hackaton/get_donors`

- Dohvaća listu donora
- Format je CSV datoteka sa zaglavljem

Evaluator

Pristup preko API-ja – `curl -X POST -H "Content-Type: application/json" -d '{"input_ids": [2010, 2009, 2008, 2007, 2006, 2005, 2003], "days_past": 7}' hackaton/api/evaluate`

Pristup preko preglednika – hackaton/evaluations/new. Tamo je potrebno upisati broj dana – *days past* (prazna vrijednost označava 0) te prenijeti datoteku u kojoj se nalazi točno jedan redak s identifikatorima odvojenim zarezom bez razmaka.

- Za dane identifikatore korisnika i broj proteklih dana vraća korisnike koji su darovali krv (po pravilima koja su opisana u tekstu).

Ocjenjivanje rješenja

Pristup preko API-ja nije dostupan.

Pristup preko preglednika – hackaton/solutions

- Popis simulacija koje natjecatelj mora riješiti. Klikom na jedan zadatak otvara se sučelje u kojem natjecatelj pomoću datoteke učitava popis pozvanih donora. Nije moguće učitavanje preko API-ja.

Vrijednosti optimalnih količina krvi i potrošnje

Vrijednosti minimalnih, maksimalnih i optimalnih količina krvi dane su u sljedećoj tablici:

| | O- | O+ | A- | A+ | B- | B+ | AB- | AB+ |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| O_{min} | 38 | 115 | 46 | 100 | 38 | 23 | 8 | 16 |
| O_{max} | 78 | 240 | 96 | 210 | 82 | 50 | 18 | 36 |
| O_z | 58 | 177 | 71 | 155 | 60 | 36 | 13 | 26 |

Potrošnja krvi po krvnim grupama **p** dana je u sljedećoj tablici:

| O- | O+ | A- | A+ | B- | B+ | AB- | AB+ |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 35 | 105 | 42 | 91 | 35 | 21 | 7 | 14 |

Bodovanje natjecanja

| Kategorija | Postotak |
|---------------------------|----------|
| Algoritam | 25% |
| Koncept i tehnički dizajn | 25% |
| UI/UX | 15% |
| Opći dojam | 15% |
| Prezentacija | 20% |