SFML - Zmija

Objektno programiranje - 7. vježbe

Marko Živković

Prirodoslovno-matematički fakultet,
Sveučilište u Zagrebu

8. svibnja 2026. godine

Za predjelo: Enumeracije

- korisnički definirani tip podatka koji se sastoji od cjelobrojnih konstanti - ključna riječ pri definiranju je **`enum`**
- npr. smjer kretanja mogli bi u kodu pamtiti tako da:
  - smjer gore pamtimo kao 0,
  - smjer dolje pamtimo kao 1,
  - smjer lijevo pamtimo kao 2,
  - smjer desno pamtimo kao 3

Primjer. Isto možemo postići ovako:

```
enum smjer { gore, dolje, lijevo, desno };
```

Prednosti korištenja enumeracije:

- povećava apstrakciju - možemo se usredotočiti na vrijednosti, a ne na to kako ih spremamo
- povećava čitljivost i olakšava dokumetiranje koda

Vrste enumeracija

- dvije vrste enumeracija:
  - bez dosega (*unscoped*) - samo ključna riječ **`enum`**
  - s dosegom (*scoped*) - ključne riječi **`enum class`** (ili ekvivalentno: **`enum struct`**) - nakon njih isto slijedi ime i popis **enumeratora** odvojenih zarezom:

Primjer.

```
enum class smjer { gore, dolje, lijevo, desno };
```

- ako je ime enumeracije izostavljeno, varijable tog tipa mogu se definirati samo kao dio `enum` definicije

```
enum smjer { gore, dolje, lijevo, desno };
smjer a = gore;
enum { naprijed, nazad } b;
b = nazad;
cout << a << " " << b << endl; //ispis: 0 1
```

Vrijednosti enumeratora

- po *defaultu* vrijednosti počinju od 0 i svaki ima za 1 veću vrijednost od prethodnog
- možemo im pri deklaraciji navesti vrijednost (ostali slijede pravilo: 1 više od prethodnog)
- vrijednosti ne moraju biti jedinstvene

Primjer.

```
enum x { a = -3, b, c = 12, d, e = 12 };
cout << a << "," << b << "," << c << ","
     << d << "," << e << endl;
```

Ispis: `-3,-2,12,13,12`

- također, enumeratori su `const` i mogu se inicijalizirati konstantnim izrazom

```
int n;
enum x { a = n, b, c = 12, d, e = 12 };  ✗
c = 5;  ✗
```

Zašto trebamo i `enum class`?

Problem 1.

- dvije enumeracije ne mogu imati enumeratore istog imena

Primjer.

```
enum smjerA { gore, dolje, lijevo, desno };
enum smjerB { lijevo, desno, naprijed, nazad };
```

```
error:  redeclaration of 'lijevo'
error:  redeclaration of 'desno'
```

Rješenje korištenjem `enum class`:

```
enum class smjerA { gore, dolje, lijevo, desno };
enum class smjerB { lijevo, desno, naprijed, nazad };
```

Zašto trebamo i `enum class`? (nastavak)

Problem 2.

- *unscoped* enumeracije nisu *type-safe* - implicitno imamo konverziju u cijeli broj te je moguće npr. usporediti enumeratore različitih enumeracija

Primjer.

```
enum smjerA { gore, dolje, lijevo, desno };
enum smjerB { naprijed, nazad };
smjerA a = dolje;
if(a == nazad) //daje samo warning
    cout << "Isti!" << endl;
```

Ispis: `Isti!`

Prethodni primjer uz `enum class`

Primjer.

```
enum class smjerA { gore, dolje, lijevo, desno };
enum class smjerB { naprijed, nazad };
smjerA a = smjerA::dolje;
if(a == smjerB::nazad)
    cout << "Isti!" << endl;
```

Prethodni kod se sad neće kompajlirati.

```
error: no match for ‘operator==’ (operand types are
  ‘main()::smjerA’ and ‘main()::smjerB’)
```

Primjer enumeracije iz SFML-a: `Keyboard::Key`

Dio iz datoteke **`Keyboard.hpp`**:

```
class SFML_WINDOW_API Keyboard {
  public:
    enum Key {
        Unknown = -1,
        A = 0,
        B,
        C,
        ...
        Hyphen,
        ...
        // Deprecated values:
        Dash = Hyphen,
        ...
    };
    ...
};
```

Primjer upotrebe (vezano uz kod s prethodnog slajda)

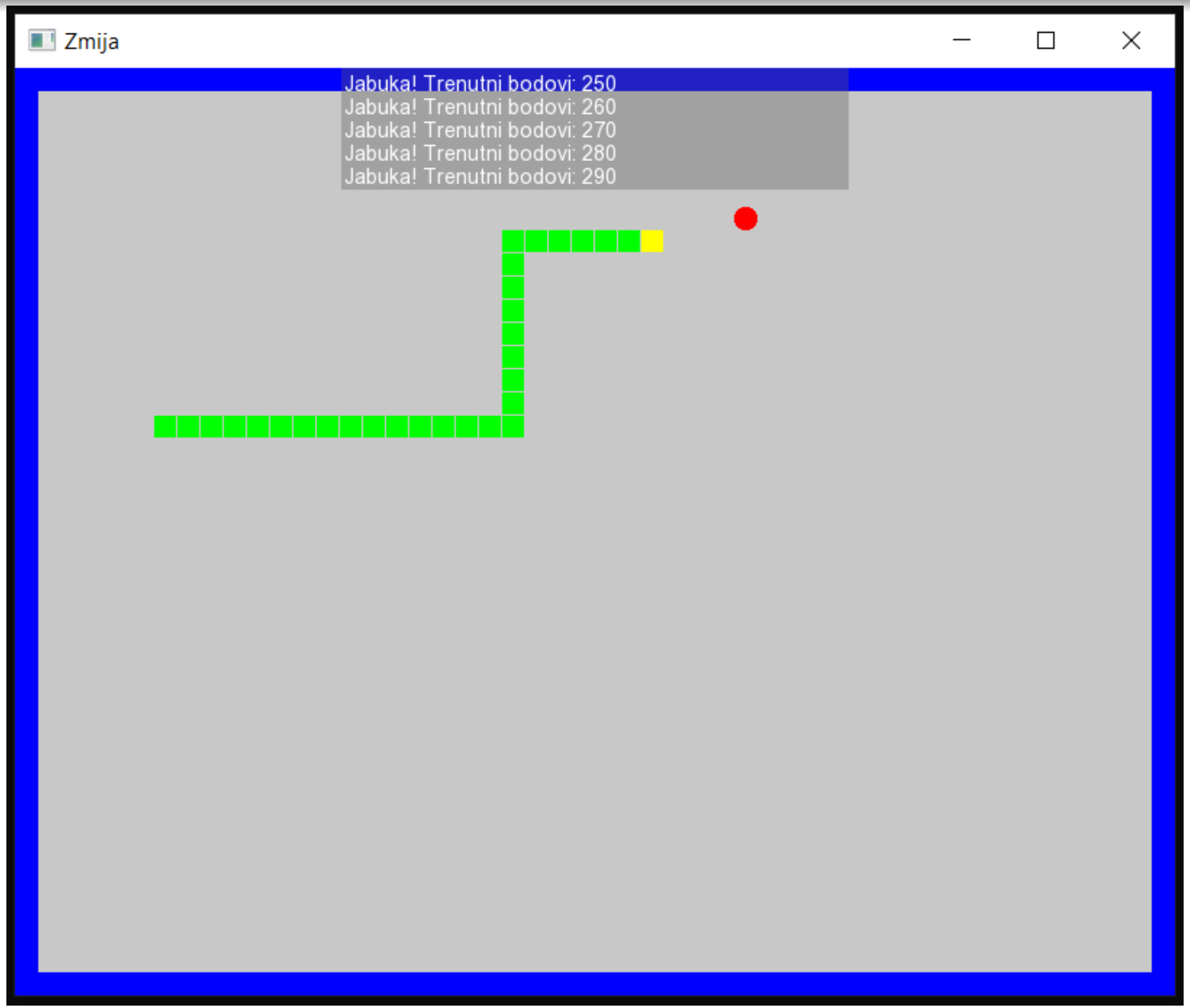
Primjer.

```
sf::Event event;
while (prozor.pollEvent(event)) {
    switch (event.type) {
        ...
        case sf::Event::KeyPressed:
            if(event.key.code == sf::Keyboard::Up)
                cout << "Tipka gore!" << endl;
            break;
        ...
    }
}
```

Napomena. Kad bismo na prethodnom slajdu imali `enum class Key` umjesto `enum Key` tada bismo umjesto uokvirenog pisali:

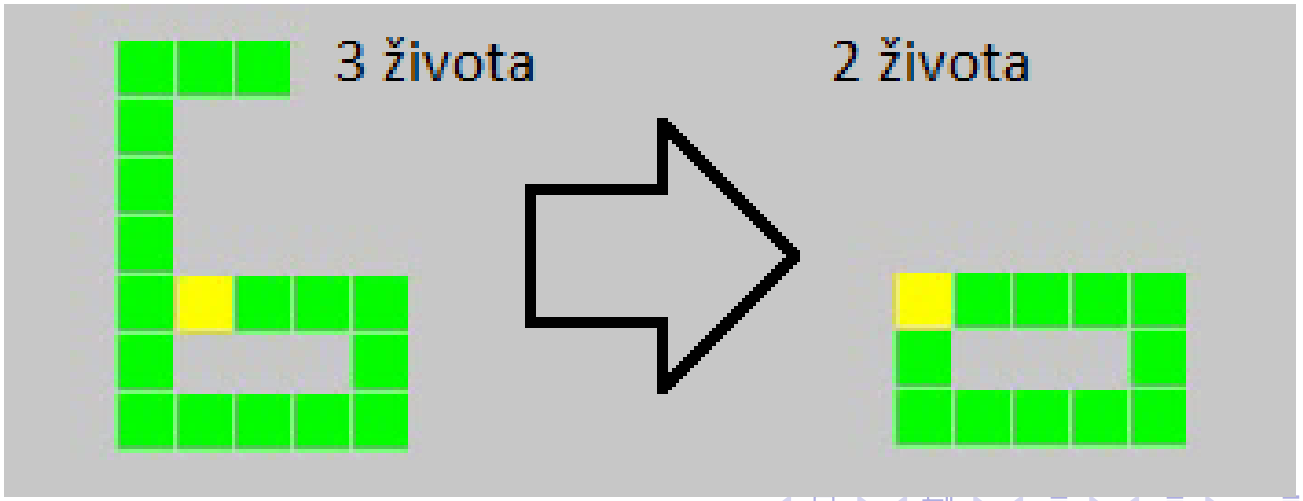
```
sf::Keyboard::Key::Up
```

Zmija


Zmija
Jabuka! Trenutni bodovi: 250
Jabuka! Trenutni bodovi: 260
Jabuka! Trenutni bodovi: 270
Jabuka! Trenutni bodovi: 280
Jabuka! Trenutni bodovi: 290

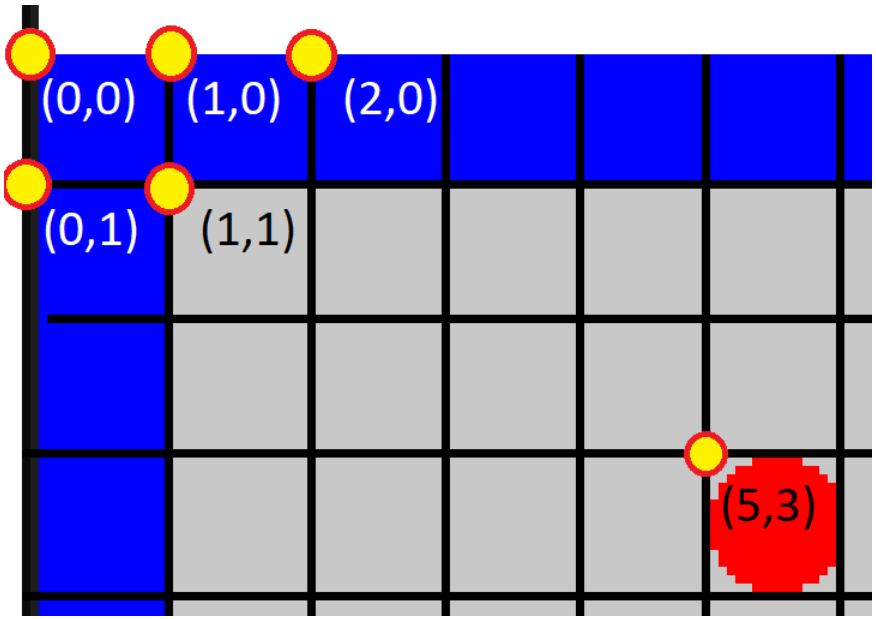
Pravila koja ćemo imati

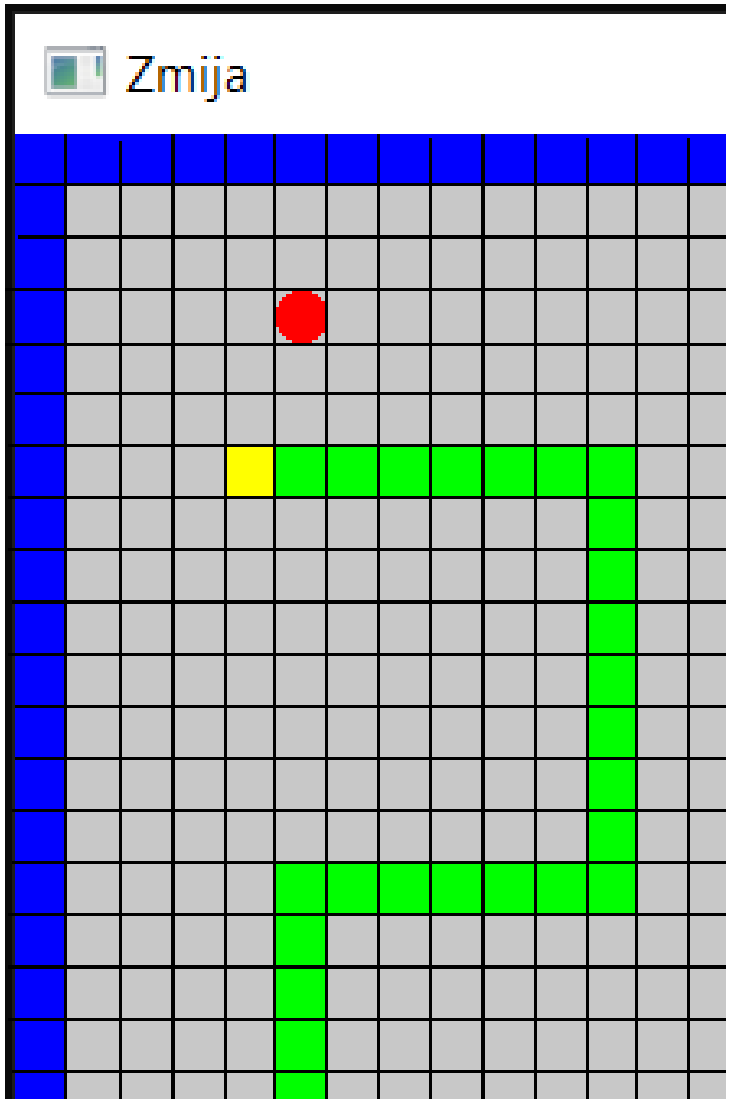
- Zmija se može kretati u četiri smjera: gore, dolje, lijevo i desno.
- Ako zmija pojede jabuku tada joj se duljina poveća za 1, te igrač dobiva 10 bodova (nakon toga sljedeća jabuka pojavi se na slučajnom mjestu).
- Svakim novim korakom brzina zmije se povećava.
- Ako se zmija zabije u zid, igra odmah završava.
- U slučaju da se zmija zaleti u samu sebe uklanja se dio zmije od mjesta sudara do njenog repa. Tada zmija također gubi život. Zmija ima tri života - ako izgubi sva tri, igra također završava.



Kretanje zmije po prozoru

- zmija će se kretati po mreži koja se sastoji od kvadratića dimenzije 16×16 piksela
- kretanje će biti u fiksnim vremenskim koracima (u svakom koraku se pomakne za 1 kvadratić)





Datoteka `zmija.cpp` (`main` funkcija)

```
#include <iostream>
#include <SFML/Graphics.hpp>
#include "Igra.h"

using namespace std;

int main() {
    Igra igra;
    while (!igra.gotovo()) {
        igra.obradiUlaz();
        igra.update();
        igra.renderiraj();
        igra.restartSata();
    }
    return 0;
}
```

Datoteka `Igra.h`

- tu ćemo datoteku nadopuniti kad napravimo potrebne klase za zmiju

```
class Igra {
    public:
        Igra();
        ~Igra();
        void obradiUlaz();
        void update();
        void renderiraj();
        bool gotovo() {
            return !p.isOpen();
        }
        void restartSata();
```

(nastavak na sljedećem slajdu...)

Nastavak koda s prethodnog slajda - klasa `Igra`

```
    private:
        sf::RenderWindow p;
        //ovdje ćemo dodati neke dijelove
        sf::Clock sat;
        sf::Time vrijeme;
};

void Igra::restartSata() {
    vrijeme += sat.restart();
}

Igra::~Igra() {}
```

- `vrijeme` - varijabla koja pamti koliko vremena imamo za obraditi. Povećava se pri svakom restartanju sata, i smanjuje se pri svakom koraku zmije za `vrijemeIteracije`.

Nastavak - što ćemo dopuniti kasnije

```
void Igra::renderiraj() {
    p.clear(sf::Color(200, 200, 200, 255));
    //tu ćemo crtati što treba
    p.display();
}

void Igra::update() {
    //tu provjera treba li zatvoriti prozor
    //tu korak zmije (ako je vrijeme za to)
}

void Igra::obradiUlaz() {
    //pogledati što je korisnik pritisnuo
}

Igra::Igra() {
    //Sve što početno treba postaviti
}
```

Klasa `Zmija`

Zadatak. Napraviti novu datoteku `Zmija.h` u našem projektu. Početni sadržaj prikazan je ispod na ovome slajdu.

```
#pragma once
#include <iostream>
#include <SFML/Graphics.hpp>

class Zmija {
    public:
    private:
};
```

Podaci koje pamtimo o zmiji

```
class Zmija {
  public:
  private:
    int brZivota;
    int bodovi;
    bool izgubio;
    float brzina;
    int velBloka;
    sf::RectangleShape blok;
};
```

- broj preostalih života, broj postignutih bodova
- je li igrač izgubio (ili igra još traje)
- veličina blok (zmija je izgrađena od njih) i oblik tog bloka koji će se crtati (pravokutnik)
- `brzina` je broj prijeđenih polja (ne piksela!) u sekundi, tj. broj koraka u sekundi (povećavat će se za npr. 0.01 po koraku)

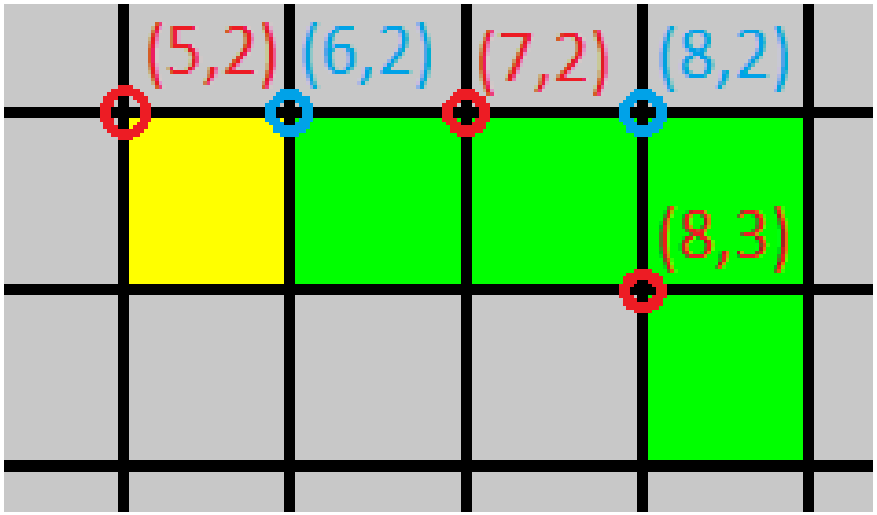
Smjer u kojem će zmija napraviti sljedeći korak

```
enum class Smjer{Nema, Gore, Dolje, Lijevo, Desno};

class Zmija {
  ...
  private:
    Smjer smjer;
    ...
};
```

- `Smjer` izvan klase `Zmija` (da ne moramo pisati npr. `Zmija::Smjer::Gore` nego samo `Smjer::Gore`)
- početno (prije no što korisnik pritisne neku tipku) zmija se neće kretati $\Rightarrow$ smjer je `Smjer::Nema`

Koordinate svakog bloka zmije

- pamtimo koordinate svakog bloka
- pomicanje za 1 polje $\Rightarrow$ dodavanje na početak i izbacivanje s kraja (zbog toga i efikasnosti koristimo `deque`)



- koordinate (prve pripadaju glavi, a posljednje repu):

$$(5,2),(6,2),(7,2),(8,2),(8,3)$$

- koordinate zadnjeg bloka koji će biti „uklonjen” pri pomicanju korisno je zapamtiti (jer ako je pri pomicanju pojedena jabuka, „vraćanje” tog bloka odgovara povećanju duljine zmije za 1)

Pamćenje koordinata blokova zmije

```
#include <deque>

...

class Zmija {
  ...
  private:
    std::deque<sf::Vector2i> koordinate;
    sf::Vector2i koordUklonjenog;
    ...
};
```

- koordinate su parovi cijelih brojeva

Sučelje: funkcije za dohvat podataka

```
class Zmija {
  public:
    Smjer DohvatiSmjer() {
        return smjer;
    }
    int DohvatiZivote() {
        return brZivota;
    }
    int DohvatiBodove() {
        return bodovi;
    }
    bool JelIzgubio() {
        return izgubio;
    }
    float DohvatiBrzinu() {
        return brzina;
    }
    ...
};
```

Ostale potrebne funkcije

- klasa `Zmija` može sama provjeriti je li se zabila u samu sebe, no kasnije će nam biti važno gdje je glava (npr. za provjeru zabijanja zmije u zid - u tom slučaju treba zabilježiti da je igrač izgubio)
- jedenjem jabuke treba moći povećati bodove za 10

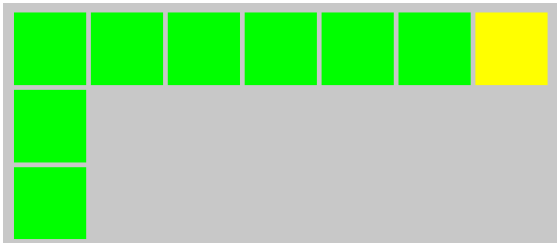
```
class Zmija {
  public:
    sf::Vector2i KoordinateGlave() {
        return koordinate.front();
    }
    void Izgubio() {
        izgubio = true;
    }
    void PovecajBodove() {
        bodovi += 10;
    }
    ...
};
```

Ostale potrebne funkcije (nastavak)

- funkcija `Igra::obradiUlaz` trebat će funkciju za promjenu smjera

```
class Zmija {
  public:
    void PostaviSmjer(Smjer s) {
        smjer = s;
    }
    ...
};
```

Konstruktor i destruktor



```
class Zmija {
  public:
    Zmija(int);
    ~Zmija();
    ...
};

Zmija::Zmija(int) :  velBloka(v) {
    blok.setSize(sf::Vector2f(v-1, v-1));
    Reset();
}

Zmija::~Zmija() {} //nemamo što tu staviti
```

- konstruktor prima veličinu bloka i postavlja pravokutnik koji se crta na dimenziju $(v-1) \times (v-1)$ piksela (-1 kako za „rubove”)

Funkcija `Reset()` - postavke pri pokretanju nove igre

- `Reset()` - ostale postavke (kao i kod ponovnog pokretanja igre - npr. broj života opet postaviti na 3)
- naredbe koje bi inače stavili u konstruktor stavili smo u funkciju `Reset` jer će nam one trebati ne samo na početku nego i pri svakom ponovnom pokretanju igre (kad zmija izgubi sve živote ili se zabije u zid)
- prema tome, funkciju `Reset` ćemo osim u konstruktoru pozivati i kasnije (u funkciji `update` klase `Igra`)

Funkcija `Reset()` - postavke pri pokretanju nove igre

```
class Zmija {
  public:
    void Reset();
    ...
};

void Zmija::Reset() {
    koordinate.clear();
    koordinate.push_back(sf::Vector2i(10, 10));
    PostaviSmjer(Smjer::Nema);
    brzina = 10;
    brZivota = 3;
    bodovi = 0;
    izgubio = false;
}
```

- početno zmija ima jedan blok na koordinatama $(10, 10)$
- početno stoji na mjestu (`Smjer::Nema`)

Funkcija `Korak`

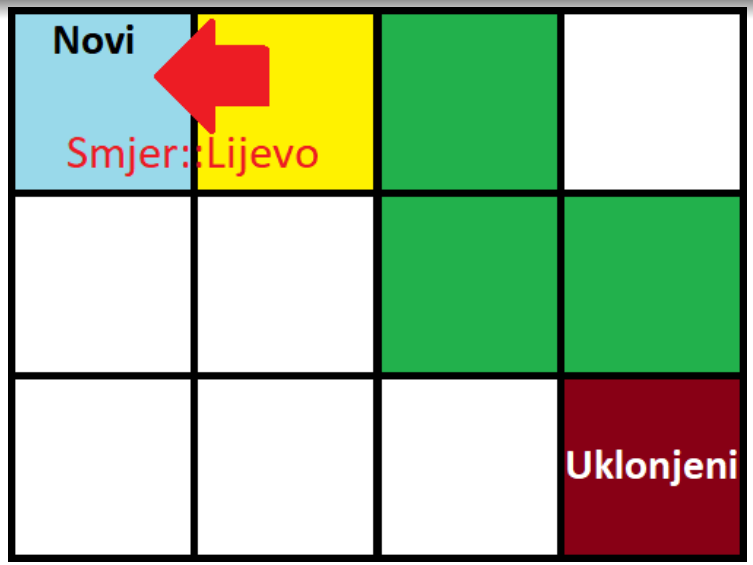
```
class Zmija {
  public:
    void Korak();
    ...
};
```

```
void Zmija::Korak() {
    if(brzina <= 20)
        brzina += 0.01f;
    if (smjer != Smjer::Nema) {
        Pomakni();
        ProvjeraSudara();
    }
}
```

U svakom koraku:

- povećamo brzinu (ali ne želimo prebrzu zmiju!)
- ako se zmija kreće (početno se ne kreće!), pomaknemo zmiju i provjerimo je li se zabila sama u sebe

Funkcija `Pomakni`




```
class Zmija {
  public:
    void Pomakni();
    ...
};
```

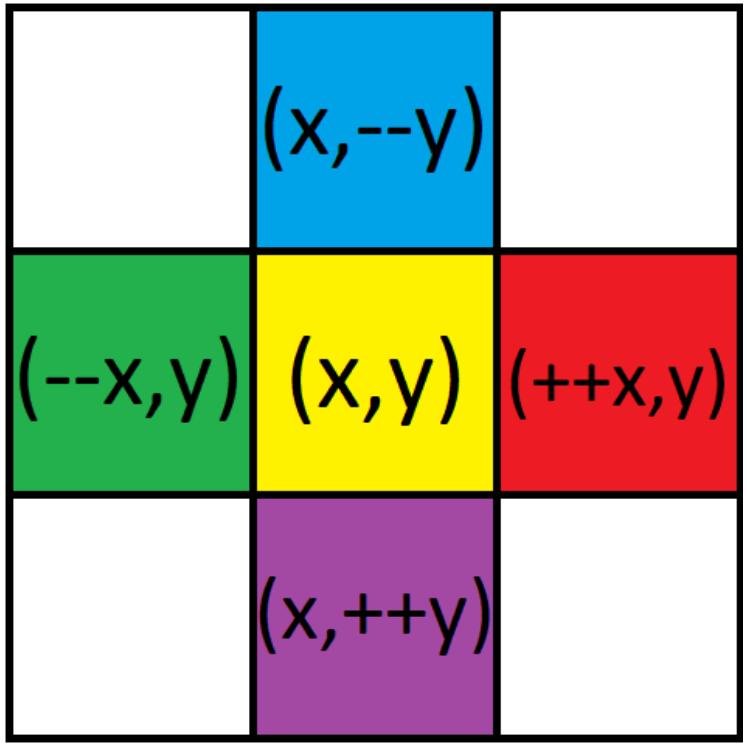
```
void Zmija::Pomakni() {
    sf::Vector2i novi = KoordinateGlave();
    koordUklonjenog = koordinate.back();
    koordinate.pop_back();
```

(nastavak koda ove funkcije na sljedećem slajdu...)

- koordinate novog dijela koji ćemo dobiti dobivamo povećanjem/smanjenjem x ili y koordinate glave za 1
- zadnje koordinate u `deque` prije uklanjanja spremimo jer u slučaju jedenja jabuke taj dio treba ponovo vratiti

Funkcija `Pomakni` (nastavak)

```
    switch (smjer) {
        case Smjer::Gore:
            --novi.y;
            break;
        case Smjer::Dolje:
            ++novi.y;
            break;
        case Smjer::Lijevo:
            --novi.x;
            break;
        case Smjer::Desno:
            ++novi.x;
    }
    koordinate.push_front(novi);
}
```



Funkcija `ProvjeraSudara`

```
class Zmija {
  public:
    void ProvjeraSudara();
    ...
};

void Zmija::ProvjeraSudara() {
    auto velicina = koordinate.size();
    sf::Vector2i glava = koordinate[0];
    if (velicina > 4)
        for(size_t i = 1; i < velicina; ++i)
            if (koordinate[i] == glava) {
                Odrezi(i); //ukloni od i-tog do kraja
                return;
            }
}
```

Funkcija `Odrezi`

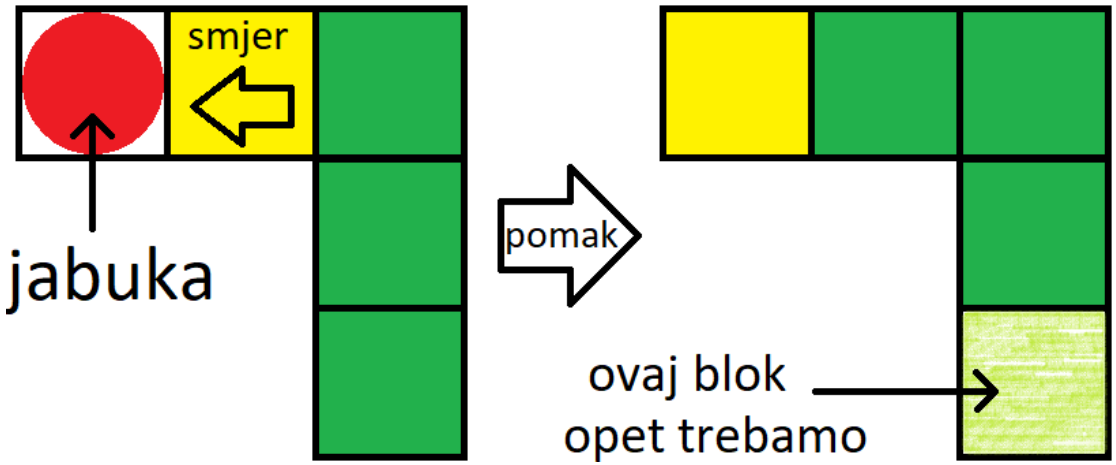
- uklanjamo sve blokove zmije od i-tog (uključivo) od zadnjeg bloka (sad je $(i-1)$. blok zadnji pa su njegove koordinate spremljene u `koordUklonjenog`) + provjera broja života

```
class Zmija {
  public:
    void Odrezi(size_t);
    ...
};
```

```
void Zmija::Odrezi(size_t i) {
    auto velicina = koordinate.size();
    koordUklonjenog = koordinate[i-1];
    for (auto j = i; i < velicina; ++i)
        koordinate.pop_back();
    --brZivota;
    if (brZivota == 0)
        Izgubio();
}
```

Funkcija `Produlji`

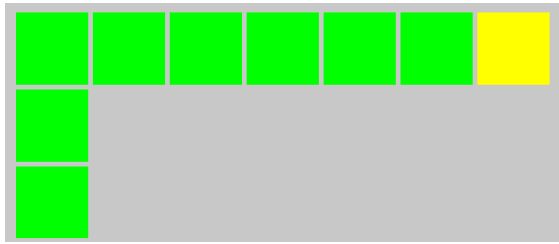
```
class Zmija {
  public:
    void Produlji();
    ...
};
```




```
void Zmija::Produlji() {
    koordinate.push_back(koordUklonjenog);
}
```

Crtanje zmije na ekran

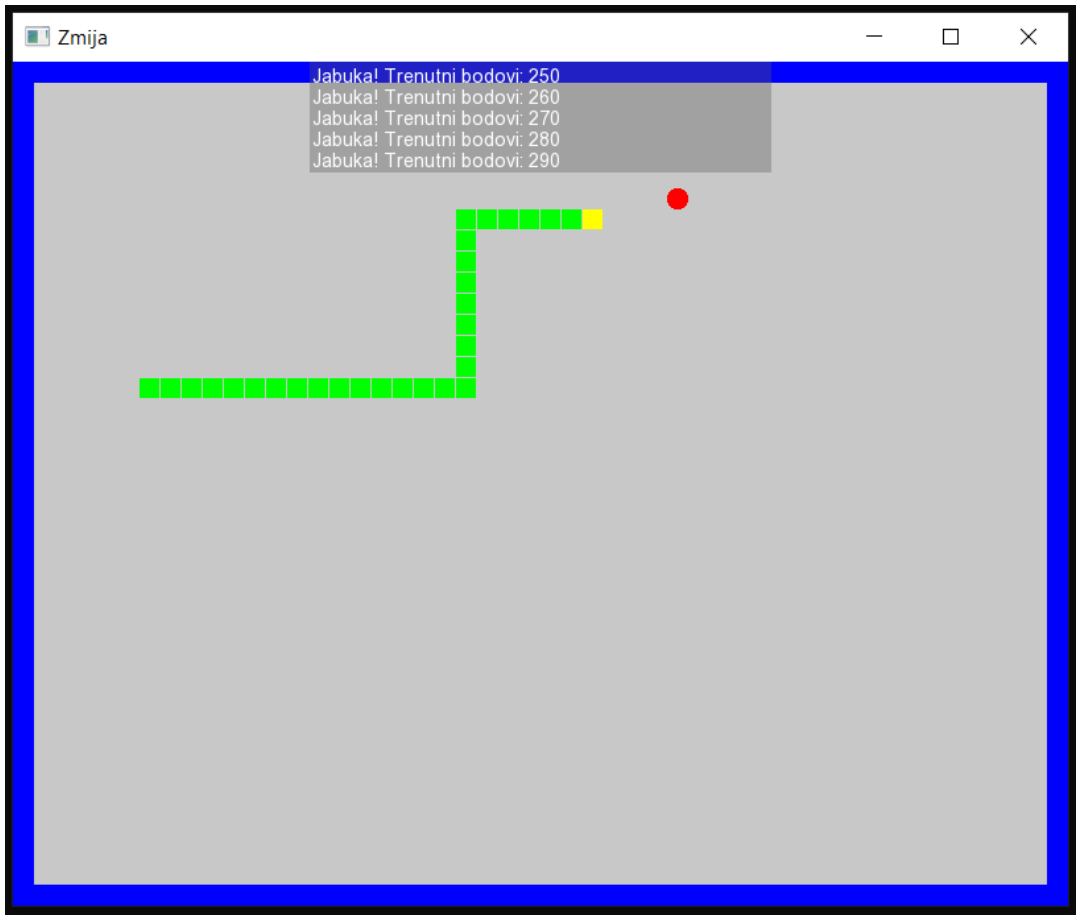
```
class Zmija {
  public:
    void Renderiraj
        (sf::RenderWindow*);
    ...
};
```



```
void Zmija::Renderiraj(sf::RenderWindow* p) {
    auto velicina = koordinate.size();
    for (size_t i = 0; i < velicina; ++i) {
        blok.setFillColor((i == 0) ?
            sf::Color::Yellow : sf::Color::Green);
        blok.setPosition(koordinate[i].x * velBloka,
            koordinate[i].y * velBloka);
        p->draw(blok);
    }
}
```

Klasa `Svijet`

- osim zmije trebamo **rub** i **jabuku**
- igra je jednostavna pa umjesto posebnih klasa imamo još jednu - klasu `Svijet`
- zbog jednostavnosti napisat ćemo kod u istu datoteku **`Zmija.h`**



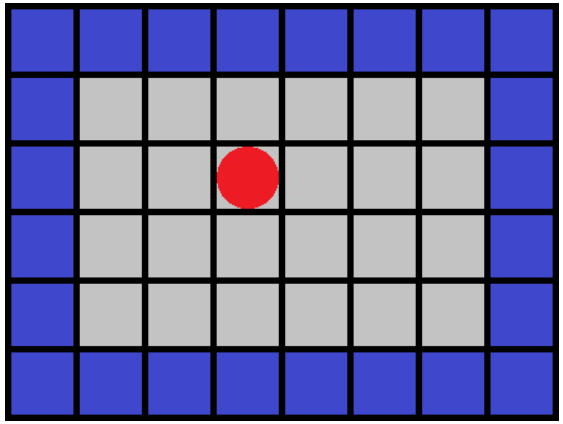
Klasa `Svijet` - što ćemo pamtiti

- osim oblika za rub i jabuku (s pripadnim koordinatama jabuke) pamtimo i **potrebne veličine**
- dodana i funkcija koja vraća veličinu bloka

```
class Svijet {
  public:
    int dohvatiVBloka() {
        return velicinaBloka;
    }
  private:
    sf::Vector2u velicinaProzora;
    int velicinaBloka;
    sf::Vector2i jabukaKoord;
    sf::CircleShape jabuka;
    sf::RectangleShape rub;
};
```

Konstruktor i destruktor

```
class Svijet {
  public:
    Svijet(int,sf::Vector2u);
    ~Svijet();
...
};
Svijet::Svijet(int vBloka,sf::Vector2u vProzora) :
  velicinaBloka(vBloka),velicinaProzora(vProzora){
    PostaviJabuku();
    jabuka.setFillColor(sf::Color::Red);
    jabuka.setRadius(vBloka / 2.f);
    rub.setFillColor(sf::Color::Transparent);
    rub.setSize(sf::Vector2f(vProzora.x,vProzora.y));
    rub.setOutlineColor(sf::Color::Blue);
    rub.setOutlineThickness(-vBloka);
}
Svijet::~Svijet() {}
```



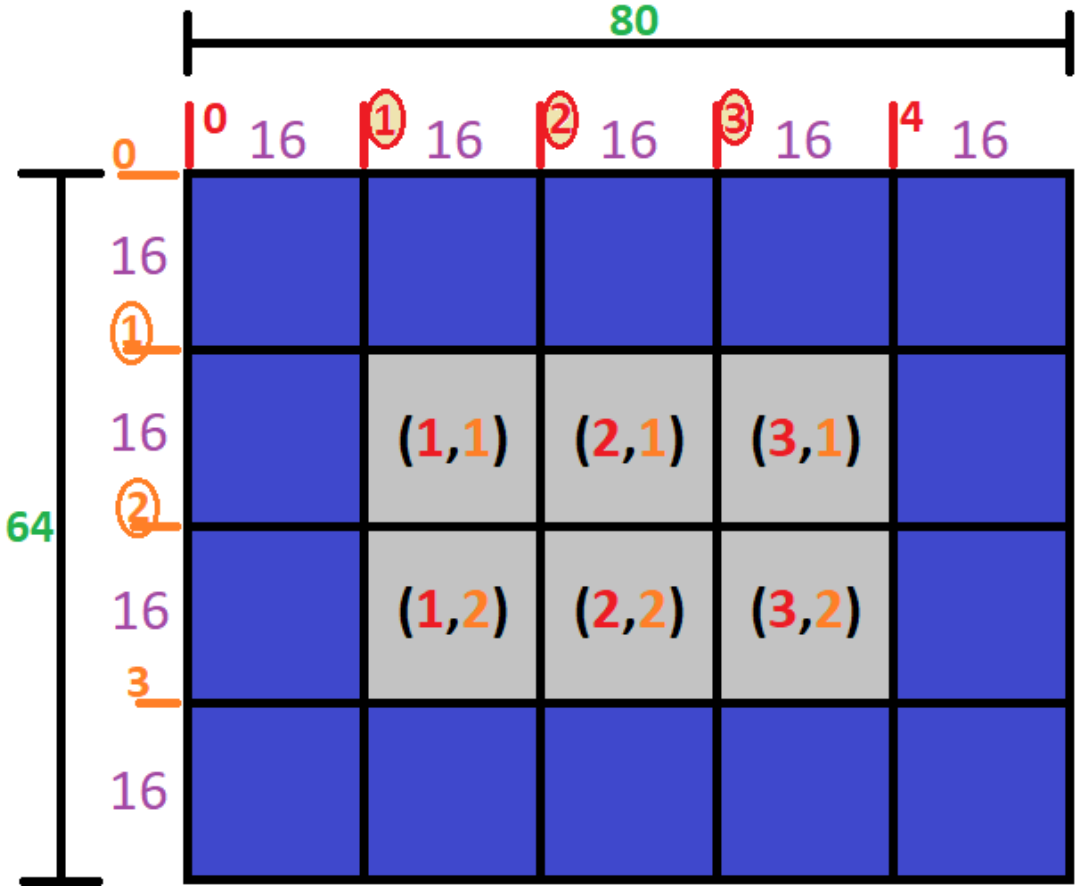
Postavljanje jabuke na prozoru

- početno, ali i nakon što zmija pojede jabuku (tj. glava zmije dođe na koordinate jabuke), treba odrediti nove (**slučajno odabrane**) koordinate jabuke

```
#include <random>

class Svijet {
  public:
    void PostaviJabuku();
    ...
};
```

Kako odrediti te slučajne koordinate - u koje polje će se jabuka postaviti i gdje će se nacrtati?

Određivanje koordinata za postavljanje jabuke



Račun za određivanje „koordinata bloka” $(x, y) \in \{(1,1), \ldots, (3,2)\}$

- $80/16 = 5 \rightarrow$ za $br \in \mathbb{N}$, $x' = br\%(5-2) \in \{0,1,2\}$
- $64/16 = 4 \rightarrow$ za $br \in \mathbb{N}$, $y' = br\%(4-2) \in \{0,1\}$

$\Rightarrow$ trebamo $(x'+1, y'+1)$

Funkcija `PostaviJabuku`

```
void Svijet::PostaviJabuku() {
    static std::uniform_int_distribution<unsigned>
                                        u(0,10000);
    static std::default_random_engine e(time(0));
    int maxX = (velicinaProzora.x/velicinaBloka)-2;
    int maxY = (velicinaProzora.y/velicinaBloka)-2;
    jabukaKoord = sf::Vector2i(u(e) % maxX + 1,
                               u(e) % maxY + 1);
    jabuka.setPosition(jabukaKoord.x * velicinaBloka,
                       jabukaKoord.y * velicinaBloka);
}
```

- za blok (x, y) crtanje je na $(x \cdot velicinaBloka, y \cdot velicinaBloka)$ (ishodište je u gornjem lijevom kutu bloka!)
- uočite: broj blokova određen iz dimenzije prozora i bloka - idealno da dimenzije prozora višekratnici veličine bloka

Funkcija `Update`

- u svakom koraku, zmija se pomakne i može detektirati ako se zabije sama u sebe
- no, treba pogledati: je li zmija pomicanjem pojela jabuku ili se zabila u zid (taj kod je na sljedećem slajdu)

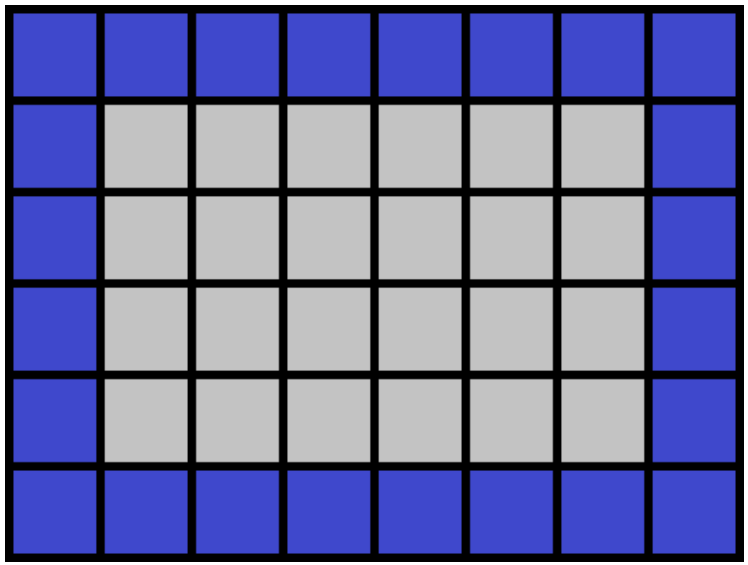
```
class Svijet {
  public:
    void Update(Zmija&); //& => ne kopiramo zmiju!
    ...
};
```

```
void Svijet::Update(Zmija& igrac) {
    if (igrac.KoordinateGlave() == jabukaKoord) {
        igrac.Produlji();
        igrac.PovecajBodove();
        PostaviJabuku();
    }
```

(nastavak koda funkcije je na idućem slajdu)

Funkcija `Update` (nastavak)

```
  sf::Vector2i brPolja(velicinaProzora.x /
    velicinaBloka,velicinaProzora.y/velicinaBloka);
  if (igrac.KoordinateGlave().x <= 0
    || igrac.KoordinateGlave().y <= 0
    || (igrac.KoordinateGlave().x >= brPolja.x-1)
    || (igrac.KoordinateGlave().y >= brPolja.y-1))
      igrac.Izgubio();
}
```



Funkcija `Renderiraj`

```
class Svijet {
  public:
    void Renderiraj(sf::RenderWindow*);
    ...
};

void Svijet::Renderiraj(sf::RenderWindow *p) {
    p->draw(rub);
    p->draw(jabuka);
}
```

Povezivanje svih dosadašnjih dijelova u cjelinu

- dopunimo klasu `Igra` u datoteci "Zmija.h"
- podsjetnik na glavnu petlju (u `main` funkciji):

```
Igra igra;
while (!igra.dohvatiProzor()->jelGotov()) {
    igra.obradiUlaz();
    igra.update();
    igra.renderiraj();
    igra.restartSata();
}
```

Dopuna konstruktora klase `Igra`

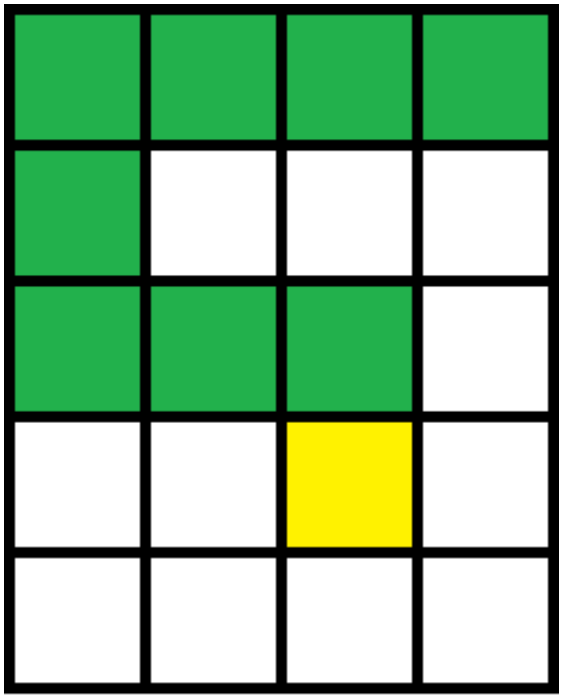
```
...
#include "Zmija.h"

class Igra {
  ...
  private:
    Svijet svijet;
    Zmija zmija;
    ...
};

Igra::Igra() :
        p(sf::VideoMode(800, 640, 32), "Zmija"),
        svijet(16,p.dohvatiVelicinu()),
        zmija(svijet.dohvatiVBloka()) {}
```

Dopuna funkcije `Igra::obradiUlaz`

- u funkciji `obradiUlaz` mogli bismo napisati ovakve `if`-ove:

```
if (sf::Keyboard::isKeyPressed(sf::Keyboard::Up)) {
    zmija.PostaviSmjer(Smjer::Gore);
}
```

- **Problem**: sa slike vidimo da se trenutno zmija giba prema dolje (Zašto?) - ako korisnik pritisne tipku `Up`, zmija će se na takav čudan način zaletiti sama u sebe (tako nešto ne želimo)



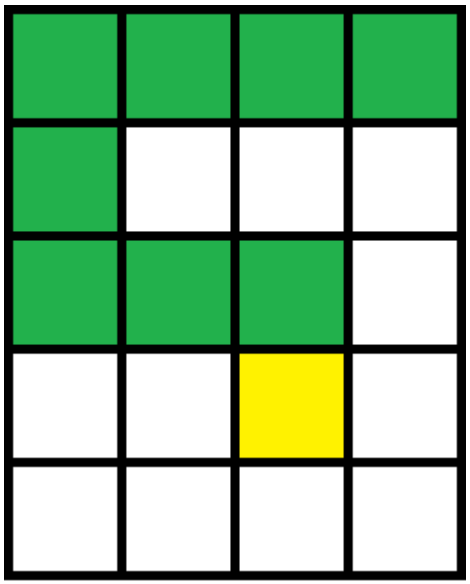
Dopuna funkcije `Igra::obradiUlaz` (nastavak)

```
if (sf::Keyboard::isKeyPressed(sf::Keyboard::Up)
    && zmija.DohvatiSmjer() != Smjer::Dolje) {
        zmija.PostaviSmjer(Smjer::Gore);
}
```

Problem: Što će se dogoditi ako se za situaciju prikazanu na slici unutar istog vremenskog intervala za jedan korak zmije pojave sljedeći događaji:

(1.) u jednom prolasku glavne petlje pritisak na tipku `Right`,

(2.) u sljedećem prolasku glavne petlje pritisak na tipku `Up`?



Rješenje navedenog problema

- na prethodnoj slici mogli smo vidjeti u kojem se smjeru gibala zmija

⇒ napisat ćemo funkciju `dohvatiFizickiSmjer` koja nam ne daje smjer koji je spremljen u varijabli `smjer`, nego smjer zmije dobiven promatranjem položaja glave u odnosu na njen vrat

Dodamo u datoteku **Zmija.h**:

```
class Zmija {
  public:
    Smjer dohvatiFizickiSmjer();
    ...
};
```

Funkcija `Zmija::dohvatiFizickiSmjer`

- dodamo u datoteku **Zmija.h**:

```
Smjer Zmija::dohvatiFizickiSmjer() {
    if (koordinate.size() == 1)
        return Smjer::Nema;
    //odredimo razliku koordinata glave i vrata
    auto razlika = koordinate[0] - koordinate[1];
    if (razlika == sf::Vector2i(0, 1))
        return Smjer::Dolje;
    if (razlika == sf::Vector2i(0, -1))
        return Smjer::Gore;
    if (razlika == sf::Vector2i(1, 0))
        return Smjer::Desno;
    return Smjer::Lijevo; //else (razlika (-1,0))
}
```

Napomena: za duljinu 1 možemo bilo kamo (pa je važno vratiti nešto različito od Gore, Dolje, Lijevo, Desno, poput Nema).

Kod funkcije `obradiUlaz` (u datoteci `Igra.h`)

```
void Igra::obradiUlaz() {
  if (sf::Keyboard::isKeyPressed(sf::Keyboard::Up)
  && zmija.dohvatiFizickiSmjer() != Smjer::Dolje) {
      zmija.PostaviSmjer(Smjer::Gore);
  } else if
  (sf::Keyboard::isKeyPressed(sf::Keyboard::Down)
  && zmija.dohvatiFizickiSmjer() != Smjer::Gore) {
      zmija.PostaviSmjer(Smjer::Dolje);
  } else if
  (sf::Keyboard::isKeyPressed(sf::Keyboard::Left)
  && zmija.dohvatiFizickiSmjer() != Smjer::Desno) {
      zmija.PostaviSmjer(Smjer::Lijevo);
  }
```

(nastavak koda je na sljedećem slajdu)

Kod funkcije `obradiUlaz` (nastavak)

```
  else if
  (sf::Keyboard::isKeyPressed(sf::Keyboard::Right)
  && zmija.dohvatiFizickiSmjer() != Smjer::Lijevo) {
      zmija.PostaviSmjer(Smjer::Desno);
  }
}
```

Dopunjena funkcija `update`

```
void Igra::update() {
    sf::Event event;
    while (p.pollEvent(event))
        if (event.type == sf::Event::Closed)
            p.close();

    float vrijemeIteracije = 1.0f /
            zmija.DohvatiBrzinu();
    if (vrijeme.asSeconds() >= vrijemeIteracije) {
        zmija.Korak();
        svijet.Update(zmija);
        vrijeme -= sf::seconds(vrijemeIteracije);
        if (zmija.JelIzgubio()) {
            zmija.Reset();
        }
    }
}
```

Dopunjena funkcija `renderiraj`

- pozivamo odgovarajuće funkcije `Renderiraj` za zmiju i svijet (za crtanje jabuke i plavog zida)
- argument tih funkcija je tipa `sf::RenderWindow*` pa šaljemo adresu prozora `p` (prozora na koji će se zmija, jabuka i zid nacrtati)

```
void Igra::renderiraj() {
    p.clear(sf::Color(200, 200, 200, 255));
    svijet.Renderiraj(&p);
    zmija.Renderiraj(&p);
    p.display();
}
```

Napomena: Reference umjesto pokazivača

- mogli smo umjesto pokazivača u funkcijama za renderiranje koristiti reference (čime bismo dobili jednostavniji kod)

Primjer. Potrebne promjene u kodu ako bi funkcija `Renderiraj` klase `Svijet` primala referencu umjesto pokazivača na prozor:

```
class Svijet {    // u "Igra.h"
    ...
    void Renderiraj(sf::RenderWindow&);
    ...
};
void Svijet::Renderiraj(sf::RenderWindow& p) {
    p.draw(rub);
    p.draw(jabuka);
}
void Igra::renderiraj() {    // u "Igra.h"
    ...
    svijet.Renderiraj(p);
    ...
}
```