Objektinis Programavimas

Vartotojų apibrėžti tipai

Iš čia kylama į žvaigždes

Turinys

Procedūrinis vs. objektinis programavimas (1)

- Objekto samprata C++ kalboje priklauso nuo konteksto.
- Procedūrinio programavimo kontekste:
  - **Objektas** yra atminties "gabalas", kuriame saugomos reikšmės.
  - Objektas turintis vardą vadinamas **kintamuoju** (*variable*).
- Objektiniane programavime objektas yra suprantamas kaip objektas pagal struktūrinį programavimą, bet tuo pačiu kaip objektas apjungiantis **savybes** (kintamuosius) ir **elgseną** (funkcijas).

Procedūrinis vs. objektinis programavimas (2)

— Procedūriniame programavime programos yra kompiuterio instrukcijų sąrašai, kuriuose **duomenys apibrėžiami per objektus**, o su duomenimis dirbame per **išraiškas (*statement*) ir funkcijas**.

— Duomenys ir funkcijos yra atskiri subjektai, kurie yra apjungiami norint pasiekti pageidaujamą rezultatą.

— Programuotojas susieja **savybes** (kintamuosius) su **elgesiu** (funkcijomis):

```
vaziuoja(Petras, "į mokyklą");  // funkcija vaziuoja()
```

Procedūrinis vs. objektinis programavimas (3)

— **Objektai** supa mus: maisto produktai, žmonės, automobiliai ir t.t.

— Objektai turi **dvi pagrindines sudedamąsias dalis**:

1. atitinkamų savybių sąrašą, pvz.: **svoris, spalva, dydis, forma ir t.t.**
2. tam tikrą elgesį (veiksmus), kurį jie gali atlikti, pvz., būti sugedęs, sportuoti, važiuoti ir pan.

— Objektiškai orientuotas programavimas (**OOP**) suteikia galimybę kurti objektus, kurie **apjungia savybes (kintamuosius) ir elgseną (funkcijas) į vieną visumą**:

```
Petras.vaziuoja("į mokyklą");  // nario
funkcija .vaziuoja()
```

Procedūrinis vs. objektinis programavimas (4)

— Objektiniame programavime aišku, kas yra objektas (Petras) ir ką jis veikia (važiuoja į mokyklą).

— Užuot orientavęsi į funkcijas (struktūrinis programavimas), mes orientuojamės į objektus, kurie turi aiškiai apibrėžtą elgesių visumą.

— Tokia programavimo paradigma vadinama "**objektiškai-orientuota**".

— OO nepakeičia tradicinio programavimo metodų, o jį praplečia ir leidžia programas padaryti aiškesnėmis ir bendresnėmis.

Duomenų tipai

— **Pagrindiniai (*fundamental*) duomenų tipai**: `char, int, long, float, double, ir t.t.`

— **Integruoti (*build-in*) tipai**: sudaryti naudojant **pagrindinius duomenų tipus** apjungiant juos su: `const, *, &, []`.

— **Vartotojo apibrėžti tipai**: sudaryti iš **integruotų tipų** naudojant C++ abstrakcijos mechanizmus.

struct'ūros tipas

```
struct Vector {
      int sz;         // elementų skaičius
      double* elem; // rodyklė į elementus
};

// Naują Vector'ių susikuriame:
Vector v;  // SVARBU: v.elem rodyklė point'ina į niekur!

// Norint išvengti katastrofos, Vektorių reikia inicializuoti:
void VectorInit(Vector& v, int s) {
      v.elem = new double[s];   // išskirti s dydžio double tipo masyvą
      v.sz = s;
}
```

`struct`'ūros tipas

Vector panaudojimo pavyzdys

```
// nuskaito (s > 0) skaičių iš std::cin stream'o ir grąžina jų sumą:
double readAndSum(int s) {
    Vector v;
    VectorInit(v, s);                   // išskirti atminties s elementams
    for (int i=0; i!=s; ++i)
        cin >> v.elem[i];               // nuskaityti reikšmes į elem masyvą

    double sum = 0.0;
    for (int i=0; i!=s; ++i)
        sum += v.elem[i];               // apskaičiuoti elementų sumą
    return sum;
}
```

`struct`'ūros tipas

Struktūros narių pasiekiamumas

— Naudojame `.` (tašką), norėdami pasiekti struktūros narius (*members*) per vardą (ir nuorodą &), tačiau `->` norėdami pasiekti per rodyklę `*`:

```
void func(Vector v, Vector& rv, Vector* pv) {
     int i1 = v.sz;          // pasiekiame per vardą
     int i2 = rv.sz;         // pasiekiame per nuorodą
     int i3 = pv->sz;        // pasiekiame per rodyklę
}
```

`class`'ės tipas

— Objektiniame pasaulyje įprasta, kad naujai sukurti tipai ne tik saugo duomenis, bet ir turi funkcijas, kurios veiktų su tais duomenimis.

— Kuriant naujus tipus yra siekiama atskirti naujo duomenų tipo **realizaciją** (vartotojams nesvarbi) nuo vartotojo sąsajos (**interfeiso**).

— C++ kalboje tam skirtas mechanizmas vadinamas klasė (`class`).

— Klasės nariai gali būti: duomenys, funkcijos bei tipo nariai.

— Klasės interfeisą nusako **public** nariai, o **private** nariai yra pasiekiami tik per šį interfeisą.

`struct` vs. `class` tipai

```
struct Vector {  // struct default narių pasiekiamumas yra: public
  int sz;        // elementų skaičius
  double* elem;  // rodyklė į elementus
};
```

Ekvivalenti realizacija naudojant `class`'ę:

```
class Vector {
 public:         // class default narių pasiekiamumas yra: private
  int sz;        // elementų skaičius
  double* elem;  // rodyklė į elementus
};
```

`class`'ės tipas

`public` vs. `private` narių pasiekiamumas

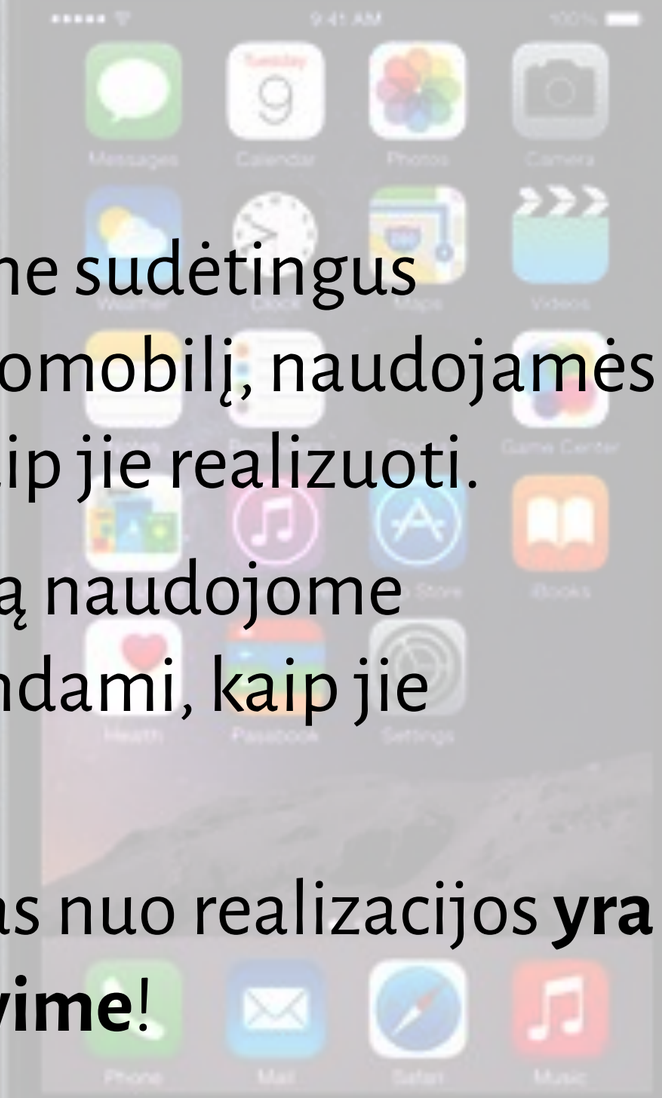
```
// class nariai yra private pagal nutylėjimą
class Vector {
  int sz;        // elementų skaičius
  double* elem;  // rodyklė į elementus
};

int main() {
    Vector v;
    int s = 10;
    v.sz = s;                 // Negalima!
    v.elem = new double[s];   // Negalima!
}


// Įvykdžius šią realizaciją, gauname:
error: 'int Vector::sz' is private within this context
     v.sz = s;
```

`class`'ės tipas

Kam tada iš viso reikalingas `private` pasiekiamumas?



— Realiame gyvenime nuolat **sėkmingai** naudojame sudėtingus technologinius sprendimus, pvz. vairuojame automobilį, naudojamės telefonu, ar žiūrime televizorių nesuprasdami kaip jie realizuoti.

— Juk lygiai taip pat sėkmingai atliktami 2-ąjį darbą naudojome `std::vector` ar `std::cout` tipus ir vėl nesigilindami, kaip jie realizuoti!

— Pasirodo vartotojo sąsajos (**interfeiso**) atskyrimas nuo realizacijos **yra labai svarbus ne tik gyvenime, bet ir programavime**!

Inkapsuliavimas (1)

— OOP **encapsulation** yra procesas kurio metu nuo objekto vartotojų paslepiama informacija kaip objektas yra realizuotas.

— Objekto vartotojai naudojasi objektu per viešą (`public`) interfeisą.

— C++ inkapsuliacija realizuojama per pasiekiamumo specifikacijas.

— Įprastai (visi) klasei priklausantys **kintamieji yra privatūs** (`private`), o **dauguma funkcijų yra viešos** (`public`).

— Tokiu būdu klasės vartotojams pakanka žinoti, kokios nario funkcijos egzistuoja, visiškai nesirūpinant kaip jos realizuotos!

Inkapsuliavimas (2)

Padeda lengviau atnaujinti programos realizaciją (1)

```
class Vector {
 public:
  int sz;         // elementų skaičius
  double* elem;  // rodyklė į elementus
};

// Tuomet:
Vector v;
v.sz = 10;  // Viskas OK, sz yra public
```

— Bet kas jeigu nuspręsime `sz` pervadinti į `size` arba `dydis`?

— Sugadintume ir šią ir kitas programas, kurios naudoja `Vector` klasę!

Inkapsuliavimas (3)

Padeda lengviau atnaujinti programos realizaciją (2)

```
class Vector {
 private:
  int sz;         // elementų skaičius
  double* elem;  // rodyklė į elementus
 public:
  void setSize(int size) { sz = size; }
  double getSize() const { return sz; }  // read-only
};

// Tuomet:
Vector v;
v.setSize(10);  // Viskas OK, setSize() yra public
v.getSize();    // Viskas OK, getSize() yra public
```

— Tuomet pakeitus **int sz;** į **int dydis**, mes turime atnaujinti tik klasę!

Inkapsuliavimas (4)

Padeda lengviau atnaujinti programos realizaciją (3)

```
class Vector {
 private:
  int dydis;     // elementų skaičius
  double* elem;  // rodyklė į elementus
 public:
  void setSize(int size) { dydis = size; }
  double getSize() const { return dydis; }  // read-only
};

// Tuomet:
Vector v;
v.setSize(10);  // Viskas OK, setSize() yra public
v.getSize();    // Viskas OK, getSize() yra public
```

— Programa, kaip ir kitos naudojančios `Vector` lieka nepakitusios!

Inkapsuliavimas (5)

Padeda apsaugoti duomenis ir užkirsti kelią klaidoms (1)

```
class Vector {
 public:
  int sz;          // elementų skaičius
  double* elem;  // rodyklė į elementus
};

Vector v;
VectorInit(v, 10); // išskirti atminties 10 elem.
v.elem[15] = 10;   // WRONG! Perrašėme atmintį kurios nevaldome!
```

Inkapsuliavimas (6)

Padeda apsaugoti duomenis ir užkirsti kelią klaidoms (2)

```
class Vector {
 private:
  int sz;         // elementų skaičius
  double* elem;  // rodyklė į elementus
 public:
  void init(int s) {  // inicializuojame vektorių
    elem = new double[s];
    sz = s;
  }
  void setElem(int idx, double val) {
    // Jei idx blogas, pvz. nieko negrąžinti
    if (idx < 0 || idx >= sz) return;
    elem[idx] = val;
  }
};
```

Prieigos (public) funkcijos: get'eriai ir set'eriai

```
class Vector {
 // realizacijos
 private:
  int sz;              // elementų skaičius
  double* elem;        // rodyklė į elementus
 // interfeisas
 public:
  // set'er funkcija
  void init(int s) {
    elem = new double[s];
    sz = s;
  }
  // get'er funkcija
  double getElem(int i) {  // kas būtų jeigu grąžintume double& ?
    return elem[i];
  }
  // get'er funkcija
  int size() { return sz; }
};
```

Konstruktoriai (1)

Kai visi klasės (arba struct) nariai yra vieši, galime inicializuoti klasę tiesiogiai 1 iš 2 būdų:

```
#include <iostream>

class Vector {
 public:
  int sz;        // elementų skaičius
  double* elem;  // rodyklė į elementus
};

int main() {
  int s = 10;
  Vector v = {s, new double[s]};  // 1: per inicializacijos sąrašą
  // Vector v{s, new double[s]};  // 2: nuo C++11: panaudojant universalią inicializaciją
  std::cout << v.sz << std::endl;
  std::cout << v.elem[0] << std::endl;
}


// Rezultatas:
10
0
```

Konstruktoriai (2)

— Tačiau, jei kintamieji yra privatūs, tokiu būdu mes negalėsime inicializuoti klasės.

— **Logiška**: jei negalima tiesiogiai pasiekti kintamojo (yra privatus), tai negalima ir tiesiogiai inicializuoti tokios klasės.

— Taigi, tai kaip tada inicializuoti klasę su privačiais kintamaisiais?

— **Atsakymas**: naudojant konstruktorius!

Konstruktoriai (3)

- **Konstruktorius** yra speciali klasės funkcija, kuri **automatiškai iškviečiama tik tuomet kai klasės objektas yra sukuriamas**.
- Konstruktoriai yra naudojami inicializuoti klasės narių kintamuosius numatytomis (**default**) arba vartotojo pateiktoms reikšmėmis.
- Skirtingai nuo įprastų nario funkcijų, konstruktoriai turi specialias taisykles, kaip jie turi būti pavadinti:
  - **Konstruktoriai visada turi tą patį pavadinimą kaip ir klasė (ta pati kapitalizacija)**.
  - Konstruktoriai neturi tipo grąžinimo (net ir **void** negalima).

Numatytasis (default) konstruktorius (1)

— Konstruktorius neturintis jokių parametrų reikšmių (arba turintis visas numatytas) yra vadinamas **numatytasis konstruktorius**.

— Iškviečiamas kai objektas inicializuojamas be parametrų reikšmių:

```
class Vector {
 private:
  int sz;         // elementų skaičius
  double* elem;  // rodyklė į elementus
 public:
  Vector() {    // default konstruktorius
    sz = 0;
    elem = new double[sz];
  }
};
```

Numatytasis (default) konstruktorius (2)

```cpp
#include <iostream>

class Vector {
 private:
  int sz;         // elementų skaičius
  double* elem;   // rodyklė į elementus
 public:
  Vector() {      // default konstruktorius
    sz = 0;
    elem = new double[sz];
  }
  int size() const { return sz; }
  double getElem(int i) { return elem[i]; }
};

int main() {
  Vector v;  // kviečia numatytąjį Vector() konstruktorių
  std::cout << v.size() << '\n';      // Rezultatas: 0
  std::cout << v.getElem(0) << '\n';  // Rezultatas: 0, bet šiaip undefined!
}
```

Konstruktorių persidengimas (1)

```
#include <iostream>

class Vector {
 private:
  int sz;         // elementų skaičius
  double* elem;   // rodyklė į elementus
 public:
  Vector() {      // default konstruktorius
    sz = 0;
    elem = new double[sz];
  }
  Vector(int s) {  // konstruktorius su 1 parametru
    sz = s;
    elem = new double[s]();  // value initialization
  }
  int size() const { return sz; }
  double getElem(int i) { return elem[i]; }
};

int main() {
  Vector v(10);  // kviečia default Vector() konstruktorių
  std::cout << v.size() << '\n';      // Rezultatas: 10
  std::cout << v.getElem(0) << '\n';  // Rezultatas: 0
}
```

Konstruktorių persidengimas (2)

```cpp
#include <iostream>
#include <algorithm>  // std::fill_n

class Vector {
 private:
  int sz;        // elementų skaičius
  double* elem;  // rodyklė į elementus
 public:
  Vector() {     // default konstruktorius
    sz = 0;
    elem = new double[sz];
  }
  Vector(int s) {  // konstruktorius su 1 parametru
    sz = s;
    elem = new double[s]();  // value initialization
  }
  Vector(int s, double val) {   // konstruktorius su 2 parametrais
    sz = s;
    elem = new double[s];
    std::fill_n(elem, s, val);  // užpildome val reikšmėmis
  }
  int size() const { return sz; }
  double getElem(int i) { return elem[i]; }
};

int main() {
  Vector v(10, 5.5);  // kviečia Vector(int, double) konstruktorių
  std::cout << v.size() << '\n';      // Rezultatas: 10
  std::cout << v.getElem(0) << '\n';  // Rezultatas: 5.5
}
```

Kompiliatoriaus sukurtas (synthesized) konstruktorius

- Kas nutinka kai mes nesukuriame klasės tipui konstruktoriaus(-ių)?
- Tuomet kompiliatoriai sukuria (`public`) konstruktorių automatiškai:
  `Vector() {} ;  // susintetintas konstruktorius`
- Sintezuotas konstruktorius automatiškai inicializuoja objektų (kintamųjų) reikšmes priklausomai nuo jų tipo:
  - Jei objektas yra klasės tipo, tada atinkamas konstruktorius kontroliuoja tos klasės objektų inicializavimą.
  - Jei objektas yra integruoto (**built-in**) tipo tuomet value-inicializacija priskiria nulį (0), o **default** yra neapibrėžta.

Konstruktorių vykdymo eiliškumas (1)

```
#include <iostream>
class Vector {  // Sutrumpinta Vector versija
 public:
  Vector() {
    std::cout << "Kuriame Vector tipo objektą\n";
  }
};
class Studentas {
 private:
  Vector v;   // Vector tipo konteineris
 public:
  Studentas() {
    std::cout << "Kuriame Studentas tipo objektą\n";
  }
};
int main() {
  Studentas s;  // Ką atspausdins ši programa?
}
```

Konstruktorių vykdymo eiliškumas (2)

— Kai kintamasis **Studentas s;** yra sukuriamas, `Studentas()` konstruktorius yra iškviečiamas.

— Prieš vykdant konstruktoriaus išraiškas esančias tarp `{}` pirma yra (`private`) kintamasis **Vector v;** inicializuojamas iškviečiant numatytąjį `Vector()` konstruktorių.

— Tai atspausdina "*Kuriame Vector tipo objektą*" ir tuomet sugrįžta kontrolė pas `Studentas()` konstruktorių ir vykdo išraiškas tarp `{}`.

— **Kodėl tokia tvarka?** Pagalvokime kas būtų, jei konstruktorius norėtų naudoti `Vector` tipo kintamojo v reikšmę, o jis būtų ne inicializuotas?

Konstruktorių vykdymo eiliškumas (3)

```
class Vector {
 private:
  int sz;
  double* elem;
 public:
  Vector() {      // default konstruktorius
    sz = 0;                   // priskiriame (ne inicializuojame)
    elem = new double[sz];  // priskiriame (ne inicializuojame)
  }
};
int main() { Vector v;  /* kviečia numatytąjį Vector() konstruktorių */ }
```

Kai vykdome `Vector()`, pirmiausia kintamieji (`sz` ir `*elem`) sukuriami (ir inicializuojami), o tik po to vykdomas konstruktoriaus kodas tarp `{}`.

Konstruktorių vykdymo eiliškumas (4)

— Nesunku suprasti, kad ši dviejų žingsnių "*inicializacija*" yra mažiau efektyvu negu inicializacija ir reikšmių priskyrimas tuo pačiu metu.

— Dar daugiau: const ir nuorodos & tipo kintamieji turi būti inicializuoti jų sukūrimo metu:

```
class Vector {
 private:
  const int sz;
 public:
  Vector() {
    sz = 0;  // klaida: const turi būti inicializuotas
  }
};
```

Konstruktorių inicializavimo sąrašai (member initializer lists)

— Narių inicializavimo sąrašas įterpiamas po konstruktoriaus parametrų (po skliaustų) ir prasideda dvitaškiu ":", o tuomet inicializuojame kiekvieną kintamąjį, atskiriant juos kableliu:

```
class Vector {
 private:
  int sz;
  double* elem;
 public:
  Vector() : sz(0), elem(new double[sz]) {}
  Vector(int s) : sz{ s }, elem{ new double[sz] } {}  // C++11 stilius
  Vector(int s, double val) : sz(s), elem(new double[sz]) {
    std::fill_n(elem, s, val);  // užpildome val reikšmėmis
  }
};
```

Destruktoriai (1)

- **Destruktorius** yra kita speciali klasės funkcija, kuri **automatiškai iškviečiama tik tuomet kai klasės objektas yra sunaikinamas**.
- Destruktorius naudojamas atlaisvinti konstruktorių išskirtą atmintį.
- Destruktorius turi specialias taisykles, kaip jis turi būti pavadintas:
  - **Destruktorius visada turi tą patį pavadinimą kaip ir klasė (ta pati kapitalizacija) prasidedantį bangelės simboliu (~)**.
  - Konstruktorius neturi nei tipo grąžinimo nei input parametrų.
- **Koks svarbus skirtumas tarp konstruktorių ir destruktoriaus?**

Destruktoriai (2)

```
class Vector {
 private:
  int sz;
  double* elem;
 public:
  // konstruktoriai: įgyja resursus
  Vector() : sz(0), elem(new double[sz]) {}
  Vector(int s) : sz{ s }, elem{ new double[sz] } {  // C++11 stilius
    std::fill_n(elem, s, 0.0);  // inicializuojame
  }
  Vector(int s, double val) : sz(s), elem(new double[sz]) {
    std::fill_n(elem, s, val);  // užpildome val reikšmėmis
  }
  ~Vector() { delete[] elem; }  // destruktorius: atlaisvina resursus
};
```

Destruktoriai (3)

The technique of acquiring resources in a constructor and releasing them in a destructor, known as Resource Acquisition Is Initialization or RAII.
— Bjarne Stroustrup

- Tokiu būdu galime visiškai išvengti pavojingo (resursų leakinimo prasme) **new** ir **delete** naudojimo bendrame kode, paslepiant jį klasės realizacijoje.
- Tokiu būdu klasės objektas elgiasi kaip **build-in** tipo kintamasis.

"this" rodyklė (*pointer*) (1)

— Tradicinis OOP naujokų klausimas yra: *kai iškviečiama klasės nario funkcija, kaip* C++ *žino, kuris objektas ją iškvietė?*

```
class Vector {
  int sz;
 public:
  Vector(int s) : sz{s} {}
  void setSize(int size) { sz = size; }
};

int main() {
  Vector v1{1}, v2{2};
  v1.setSize(5); // Kaip C++ žino, kad setSize() yra v1, o ne v2 funkcija?
}
```

"this" rodyklė (*pointer*) (2)

— **Atsakymas:** C++ naudoja papildomą užslėptą rodyklę "**this**"!

```
class Vector {
  int sz;
 public:
  Vector(int s) : sz{s} {}
  void setSize(int size) { sz = size; }
};

int main() {
  Vector v1{1}, v2{2};
  v1.setSize(5);  // Kiek input parametrų turi funkcija setSize()?
}
```

"this" rodyklė (*pointer*) (3)

— Atrodo, kad `setSize()` turi tik vieną input parametrą:

```
v1.setSize(5);
```

— Tačiau tikrovėje kompiliatorius šį kodą paverčia į:

```
setSize(&v1, 5);
```

— t.y., konvertuoja į tradicinę funkciją, kurios papildomas parametras yra nuoroda (&v1) į objektą!

"this" rodyklė (*pointer*) (4)

— Bet nesutampa su nario funkcijos deklaracija: `void setSize(int)`!

— Vadinasi kompiliatorius ir šią member nario funkciją:

```
void setSize(int size) { sz = size; }
```

— konvertuoja į:

```
void setSize(Vector* const this, int size) { this->sz = size; }
// setSize(&v1, 5);
```

— paslėpta **this** const tipo rodyklė saugo objekto adresą.

"this" rodyklė (*pointer*) (5)

— Galiausiai klasės viduje kintamieji (kitos funkcijos) taip pat turi būti pakoreguoti, kad jie atspindėtų objekto kintamuosius/funkcijas.

— Tai pasiekiama pridėjus "**this->**" prefiksą kiekvienam iš jų.

— Todėl klasės nario funkcijos `setSize()` viduje kintamasis `sz` buvo konvertuotas į `this->sz`.

— Kadangi **this** saugo objekto adresą, todėl `this->sz` yra ekvivalentu: `v1.sz`.

"this" rodyklė (*pointer*) (6)

— Tai kiek iš viso **this** rodyklių (*pointer*) egzistuoja?

— Kiekviena objekto nario funkcija turi `*this` rodyklę, kurios adresas yra objekto, kuriam priklauso ta nario funkcija, adresas:

```
int main() {
  Vector v1{1};  // *this = &v1 Vector konstruktoriaus viduje
  Vector v2{2};  // *this = &v2 Vector konstruktoriaus viduje
  v1.setSize(5); // *this = &v1 nario funkcijos viduje
  v2.setSize(5); // *this = &v2 nario funkcijos viduje
}
```

"this" rodyklė (*pointer*) (7)

— Dažniausiai apie visa tai, jums nereikia galvoti, nes kompiliatorius viską tą atlieka automatiškai!

— Tačiau yra keli atvejai, kuomet tai gali būti labai naudinga. Pirma:

```
class Vector {
  int size;
 public:
  Vector(int s) : size{s} {}
  void setSize(int size) { size = size; } // Painu?
};
```

— Ar gali funkcijos parametro ir nario kintamojo vardai sutampti?

"this" rodyklė (*pointer*) (8)

```
class Vector {
  int size;
 public:
  Vector(int s) : size{s} {}
  void setSize(int size) { this->size = size; }  // O kaip dabar?
};
```

— Patarimas: vengti tų pačių vardu, o nario kintamųjų vardus išskirti pagal tam tikrą stilių, pvz.

  — prirašant raidę "m" (*member*) vardų pradžioje: `int mSize;`

  — ar "_" vardų pabaigoje: `int size_;`

"this" rodyklė (*pointer*) (9)

— Antra: gali būti naudinga, kad objekto nario funkcija gražintų paties objekto adresą.

— Ar esame mes jau tai kažkur naudoję? Jei taip, tai kokiu tikslu?

```
std::cout << "Man patinka" << "ketvirtadienis!" << std::endl;
```

— čia `std::cout` yra objektas, o `operator<<` yra nario funkcija, kuri dirba su tuo objektu.