

# Objektinis Programavimas

## Įvadas



**Vilnius  
University**



# Turinys

1. Dalyko (modulio) apžvalga
  - Dalyko (modulio) tikslas
  - Temos
  - Vertinimo strategija
  - Rekomenduojama literatūra
2. Kodėl C++?
  - C++ istorija
3. Naujos C++11 standarto galimybės
  - Smulkūs, bet svarbūs sintaksės patobulinimai
  - Automatinis tipo nustatymas su auto
  - Bendroji inicializacija ir inicializavimo sąrašai
  - Diapazoniniai (angl. **range-based**) for ciklai
  - Konstantinės išraiškos (angl. **constexpr**)

# Dalyko (modulio) tikslas

- **Dalyko (modulio) tikslas:** siekiama, kad studentai susipažintų su objektinio programavimo (OP) koncepcija ir ugdytų praktinius gebėjimus kurti efektyvias, objektiškai orientuotas programas.
- **Dalyko (modulio) studijų siekiniai:**
  - Gebės naudoti kolektyvinio ir kodo versijavimo sistemas atliekant objektinio programavimo užduotis
  - Gebės paaiškinti objektinio programavimo sąvokas, išmanys jų taikymo sritis.
  - Gebės įvertinti objektiškai orientuotos programinės įrangos kūrimo tikslus, taikyti automatinius programinio kodo dokumentavimo įrankius.
  - Gebės taikyti pagrindinius objektinio programavimo architektūrinio stiliaus principus užduočių sprendime.
  - Gebės parinkti efektyvius algoritmus ir į spartą orientuotas (priklausomai nuo uždavinio specifikos) duomenų struktūras, pritaikyti objektiškai orientuotų sistemų projektavimo ir įgyvendinimo žinias sprendžiant užduotis.

# Temos (1)

Tema	Paskaitos / Lab. darbai (kont. val.)
1. Kurso apžvalga, C++ standartai, kas yra objektiškai orientuotas programavimas (OOP)?, objekto koncepcija, pažintis su programavimo aplinka: kompiliatorių ir įrankių apžvalga, versijų kontrolės sistemos (git), make/cmake įrankiai, „unit“-testai.	6 / 4
2. Baziniai duomenų tipai, tipų transformacija, l-reikšmės ir r-reikšmės, rodyklės ir nuorodos, konstantinės nuorodos, dinaminis atminties valdymas, aritmetika su adresais, “išmaniosios” rodyklės, funkcijų persidengimas, direktyvos, įvesties ir išvesties operatoriai.	8 / 8
3. Vartotojo tipai, klasės ir objektai, struktūros, konstruktoriai, pagrindinis konstruktorius, destruktoriai, objektinis projektavimas, „RAII“ paradigma, inkapsuliavimas, matomumo kontrolė, UML diagramos, dokumentacijos kūrimas su Doxygen.	8 / 8

# Temos (2)

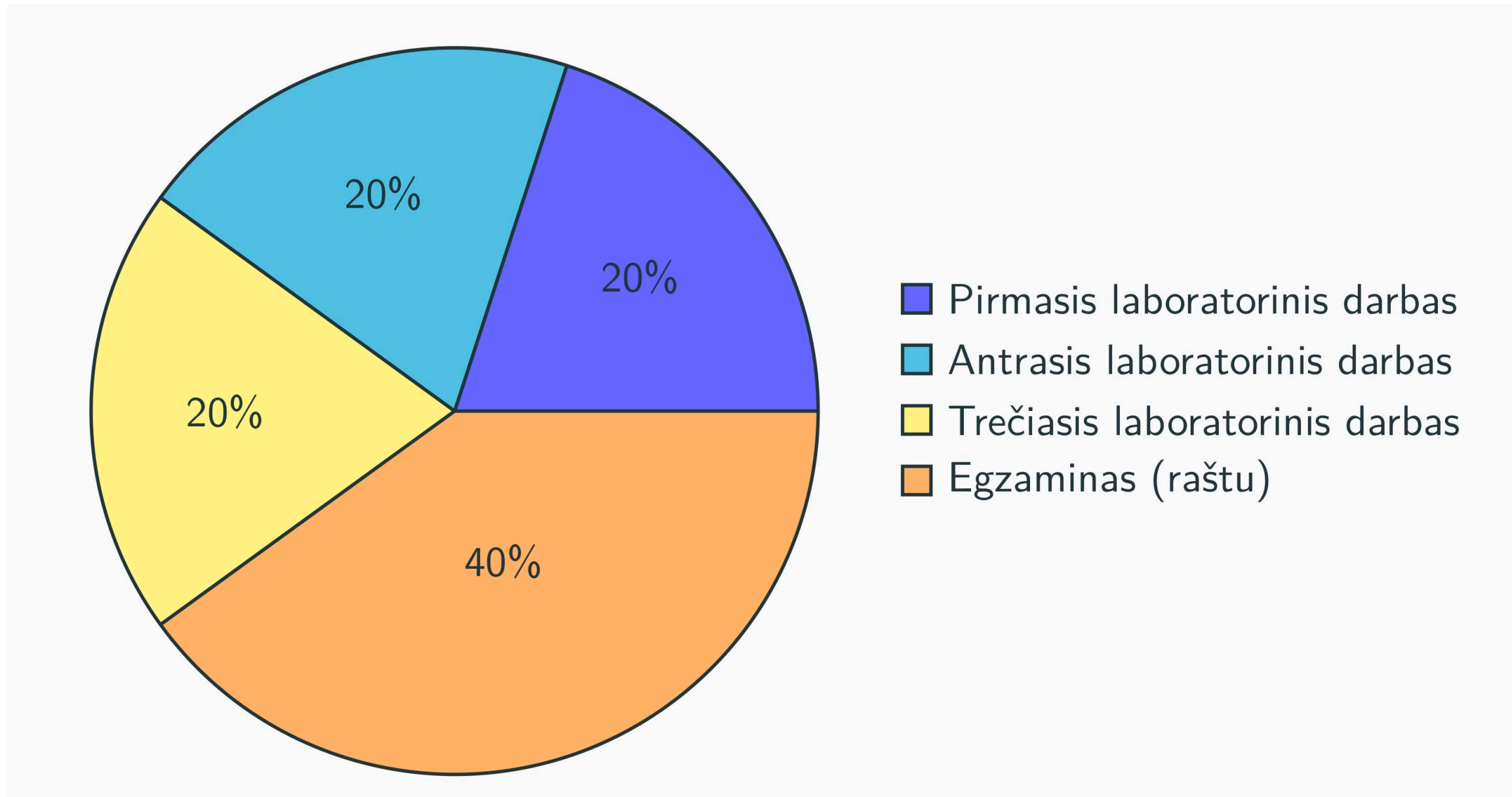
Tema	Paskaitos / Lab. darbai (kont. val.)
4. Operatorių persidengimas, įvesties/išvesties operatoriai, operatorių persidengimo realizavimo strategijos, kopijavimo konstruktorius, priskyrimo ir kopijavimo konstruktoriaus palyginimas, sekus ir gilus kopijavimas, nuorodos į r-reikšmes, objektų perkėlimo semantika.	8 / 8
5. Kompozicija ir agregavimas, paveldėjimas, paveldėjimo kontrolė, konstruktoriai ir paveldėjimas, polimorfizmas, virtualiosios funkcijos, ankstyvas ir vėlyvas saistymas (angl. <b>binding</b> ).	8 / 6
6. Standartiniai išvesties ir įvesties srautai, failų srautai.	6 / 6

# Temos (3)

Tema	Paskaitos / Lab. darbai (kont. val.)
7. Klaidų ir išimčių valdymas, laiko matavimas (std::chrono biblioteka), programos spartos matavimo įrankiai, atsitiktinių skaičių generavimas.	6 / 8
8. Objektiškai orientuotas dizainas, interfeisai, bendrinis programavimas, šablono klasės ir funkcijos.	7 / 8
9. Konteineriai (vektorius, dekas, sąrašas, žemėlapiai, hash lentelės ir t.t.), iteratoriai. Algoritmų apžvalga: efektyvumas su algoritmais, sparta su duomenų struktūromis.	7 / 8
10. Pasiruošimas egzaminui ir egzamino laikymas.	2* / 0



# Vertinimo strategija (1)



# Vertinimo strategija (2)

## Vertinimo strategija

Pirmasis laboratorinis darbas

Antrasis laboratorinis darbas

Trečiasis laboratorinis darbas

Egzaminas (raštu)

## Vertinimo kriterijai

Studentams skiriamos individualios užduotys, apimančios 1-3 temas. Maksimalus įvertinimas už puikiai atliktas užduotis yra 10 balų (atitinkantys 20 % bendrojo svorio). Skiriami papildomi balai (iki 20 % maksimalaus įverčio svorio), jei užduotys atsiskaitomos anksčiau nurodyto termino. Analogiškai, vėluojant atsiskaityti galutinis įvertinimas yra mažinamas (iki 20 % maksimalaus įverčio svorio).

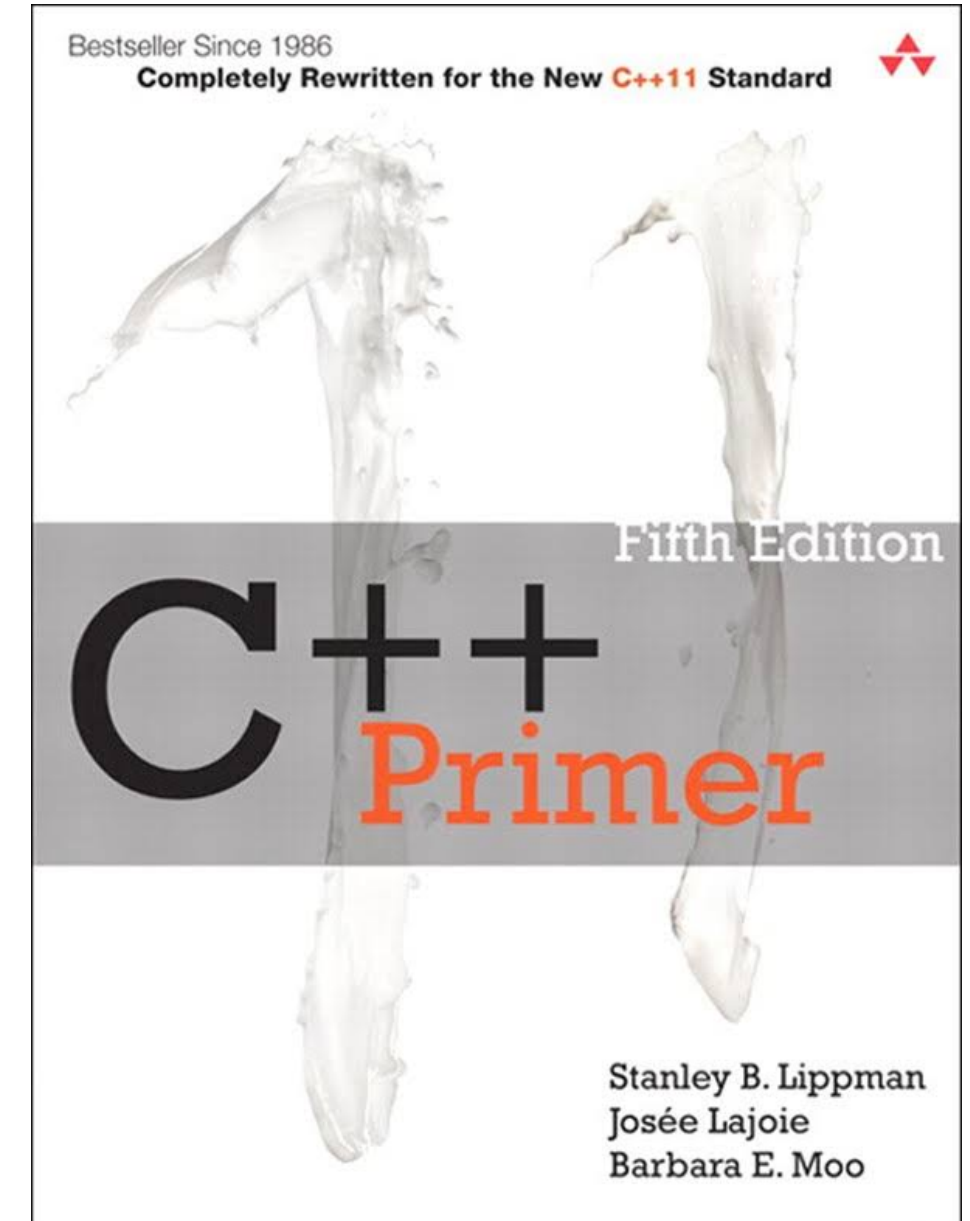
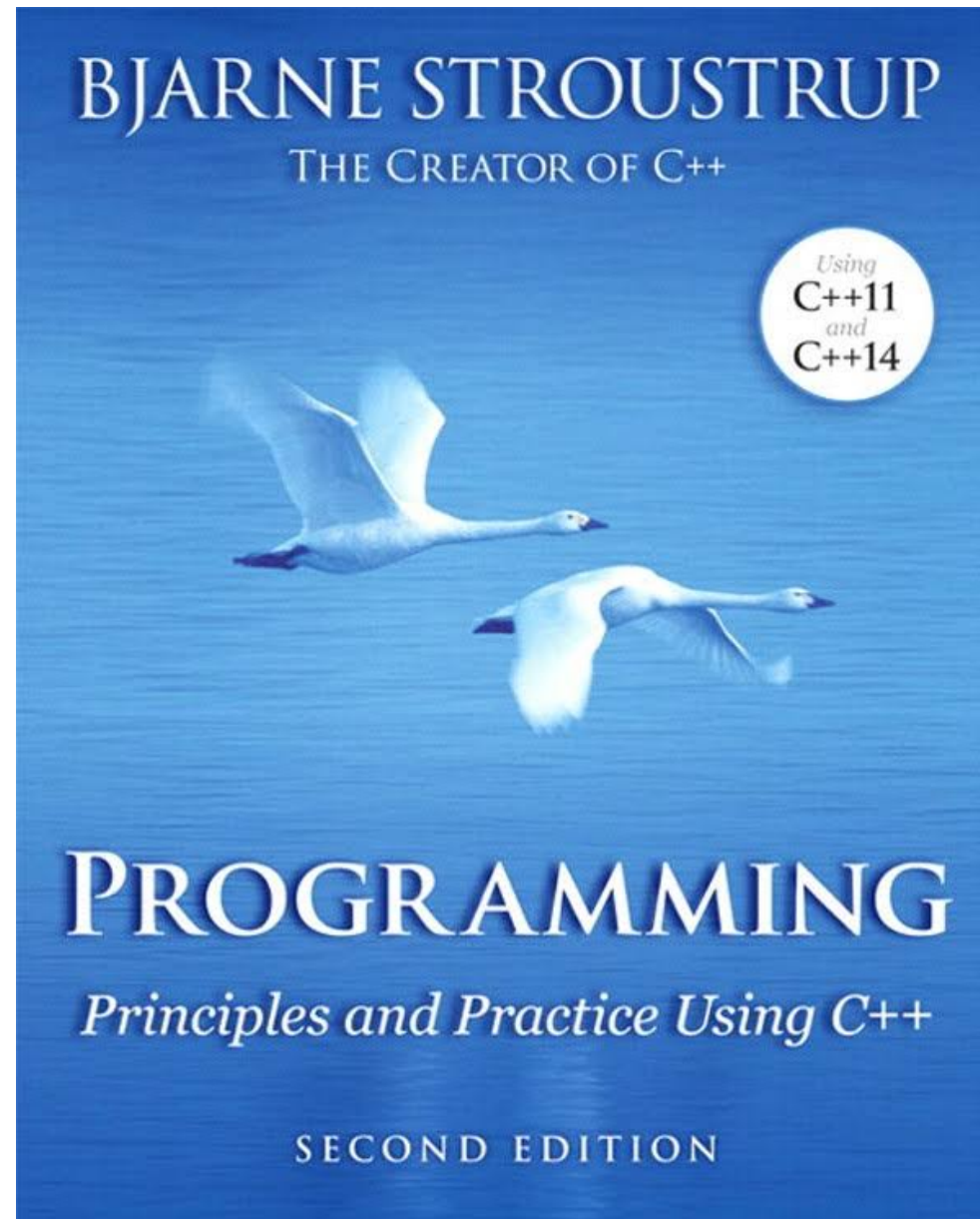
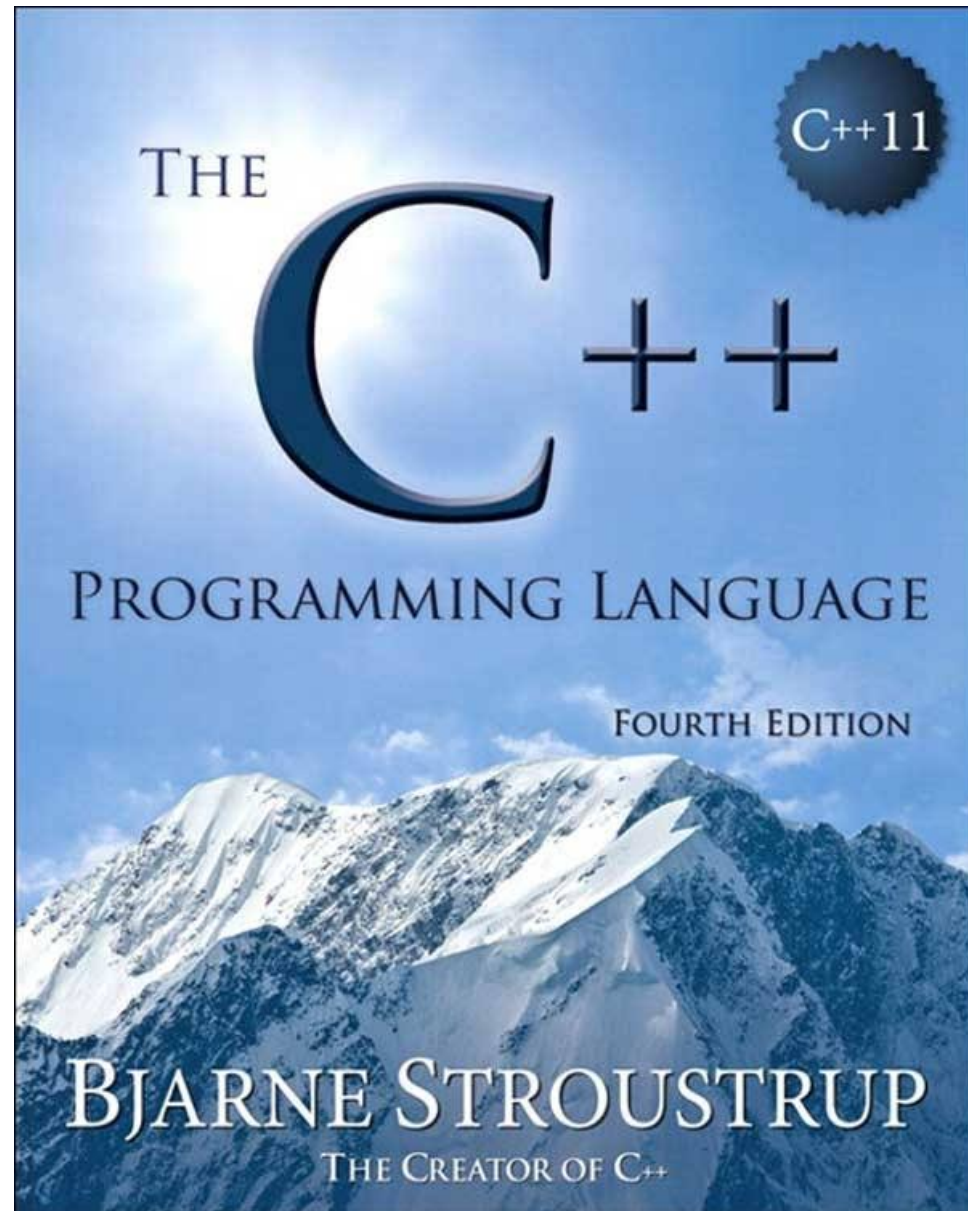
Studentams skiriamos individualios užduotys, apimančios 4-6 temas. Maksimalus įvertinimas už puikiai atliktas užduotis yra 10 balų (atitinkantys 20% bendrojo svorio). Skiriami papildomi balai (iki 20 % maksimalaus įverčio svorio), jei užduotys atsiskaitomos anksčiau nurodyto termino. Analogiškai, vėluojant atsiskaityti galutinis įvertinimas yra mažinamas (iki 20 % maksimalaus įverčio svorio).

Studentams skiriamos individualios užduotys, apimančios 7-9 temas. Maksimalus įvertinimas už puikiai atliktas užduotis yra 10 balų (atitinkantys 20% bendrojo svorio). Skiriami papildomi balai (iki 20 % maksimalaus įverčio svorio), jei užduotys atsiskaitomos anksčiau nurodyto termino. Analogiškai, vėluojant atsiskaityti galutinis įvertinimas yra mažinamas (iki 20 % maksimalaus įverčio svorio).

Egzaminą laikyti leidžiama semestro metu surinkus ne mažiau 7.5 balų skaičių, atitinkantį 25% laboratoriniams darbams skirtojo svorio. Egzamino metu galima surinkti iki 10 taškų, kurie atitinka 40% galutinio įvertinimo. Egzaminas susideda iš dviejų etapų. Pirmiausia, studentas turi atsakyti į klausimus iš paskaitose pateiktų temų (iki 2 taškų). Antroje egzamino dalyje studentas turi pateikti praktinį pateiktos problemos sprendimą C++ kalboje (iki 8 taškų), motyvuojant naudojamų priemonių efektyvumą bei analizuojant alternatyvius užduoties sprendimo būdus.



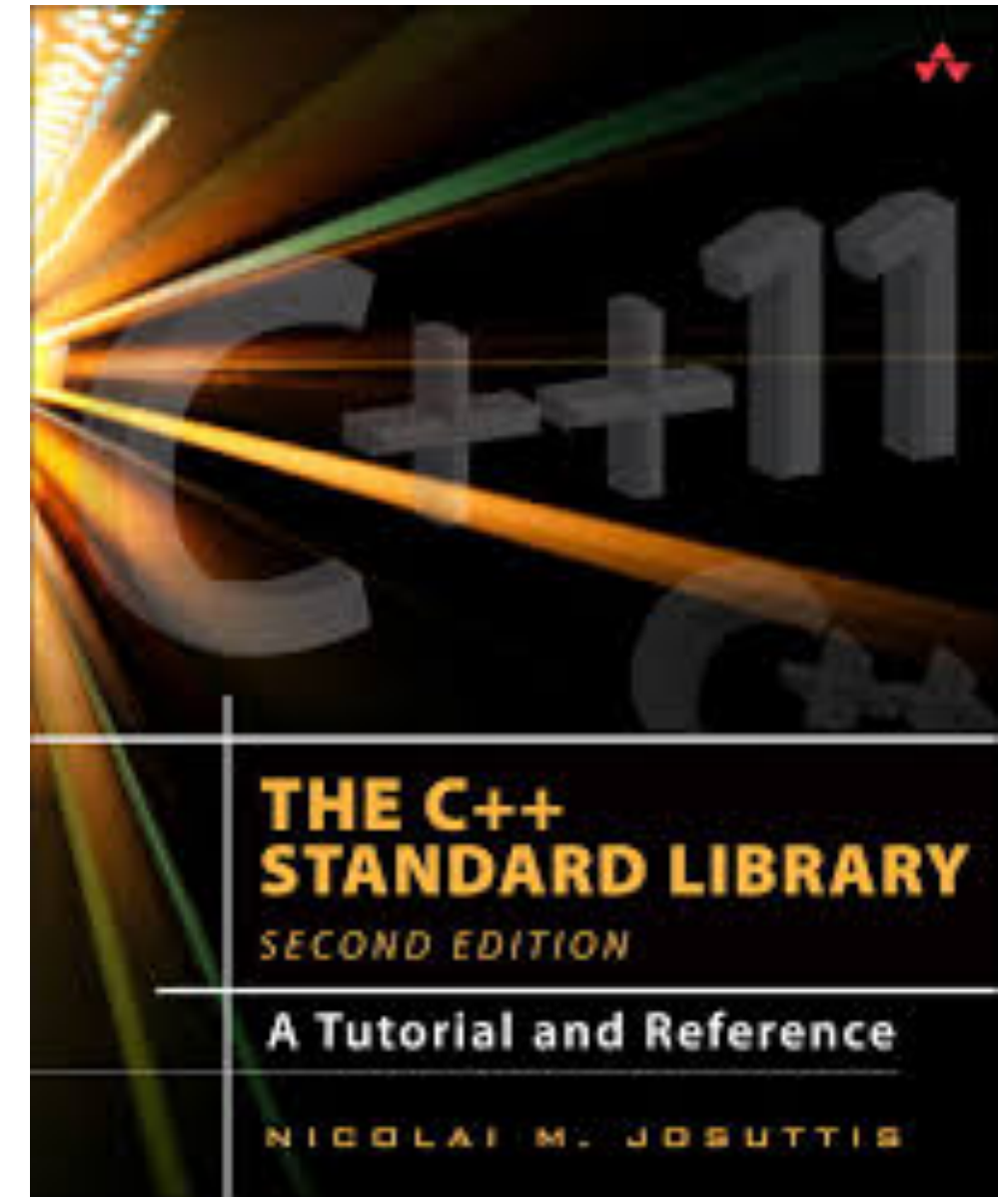
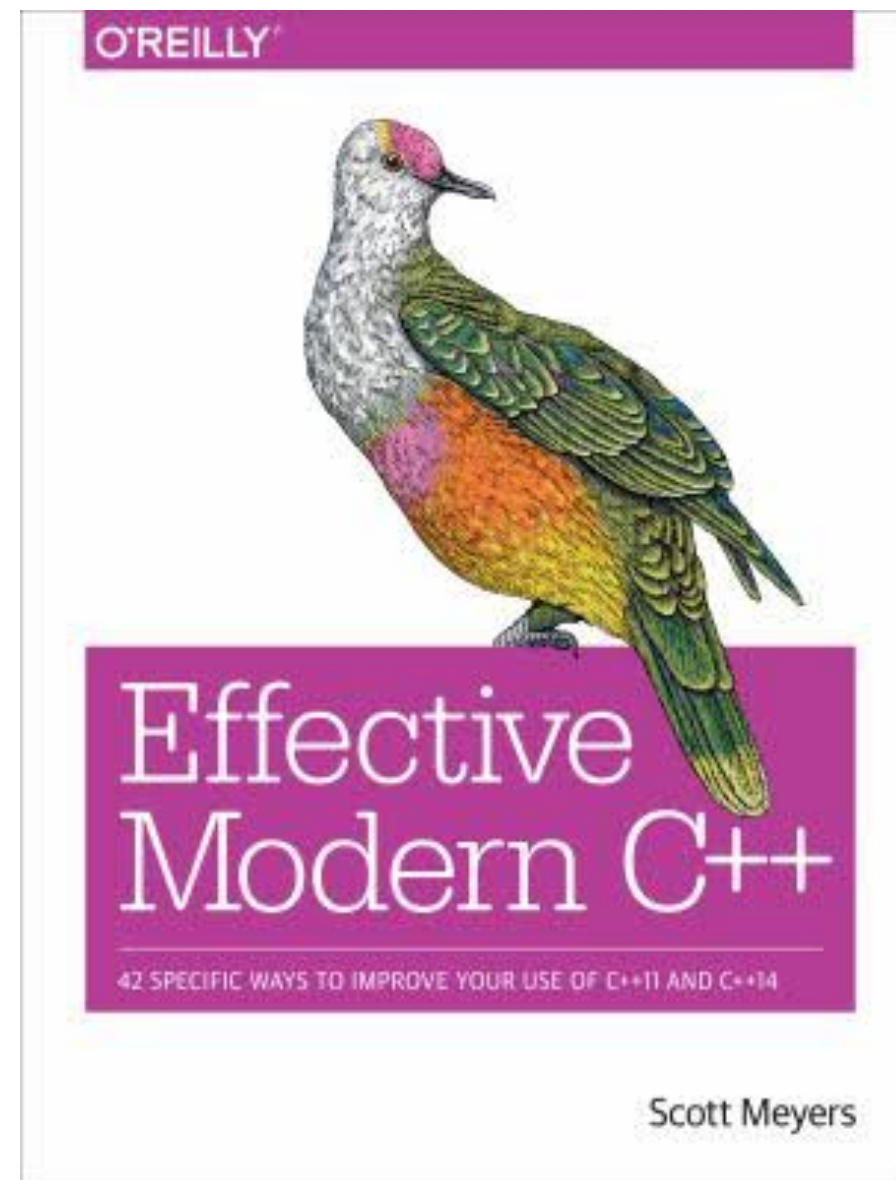
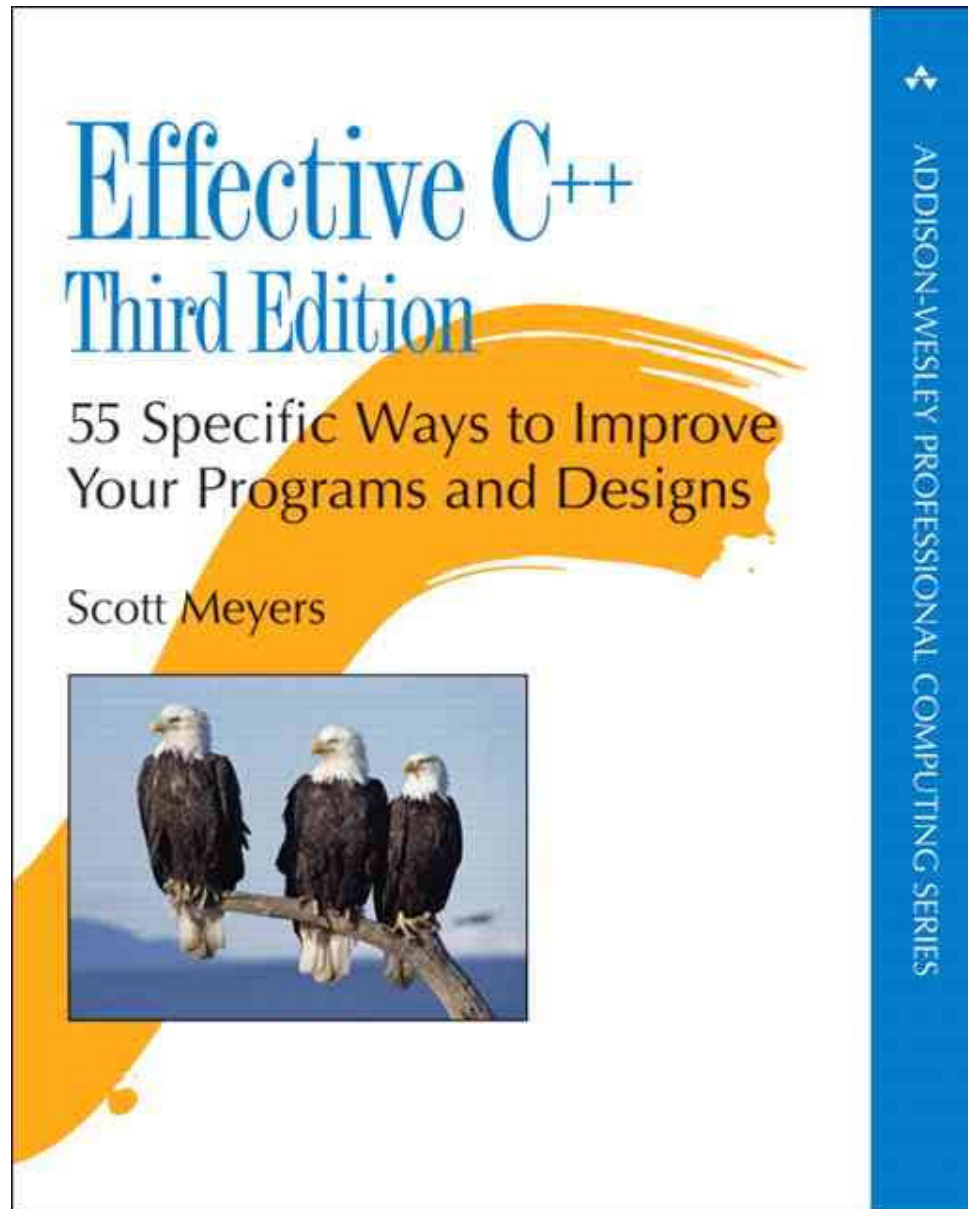
# Privaloma literatūra<sup>1</sup> (1)



<sup>1</sup> Paremta: [The Definitive C++ Book Guide and List](#)



# Papildoma literatūra (2)



# Kodėl C++?

## TIOBE indeksas, 2019 m. sausis

Jan 2019	Jan 2018	Change	Programming Language	Ratings	Change
1	1		Java	16.904%	+2.69%
2	2		C	13.337%	+2.30%
3	4	⬆	Python	8.294%	+3.62%
4	3	⬇	C++	8.158%	+2.55%
5	7	⬆	Visual Basic .NET	6.459%	+3.20%
6	6		JavaScript	3.302%	-0.16%
7	5	⬇	C#	3.284%	-0.47%
8	9	⬆	PHP	2.680%	+0.15%
9	-	⬆	SQL	2.277%	+2.28%
10	16	⬆	Objective-C	1.781%	-0.08%
11	18	⬆	MATLAB	1.502%	-0.15%
12	8	⬇	R	1.331%	-1.22%
13	10	⬇	Perl	1.225%	-1.19%
14	15	⬆	Assembly language	1.196%	-0.86%
15	12	⬇	Swift	1.187%	-1.19%
16	19	⬆	Go	1.115%	-0.45%
17	13	⬇	Delphi/Object Pascal	1.100%	-1.28%

# Apklausa dėl programavimo kalbos

<https://goo.gl/R5BBk7>



# C++ istorija<sup>2</sup> (1)

- **1979:** Pirminė C++ versija "C su klasėmis": **Naujos galimybės:** “classes, member functions, derived classes, separate compilation, public and private access control, friends, type checking of function arguments, default arguments, inline functions, overloaded assignment operator, constructors, destructors, f() same as f(void), call-function and return-function (synchronization features, not in C++)”
- **1989:** C++ standartizacija (International Organization for Standardization (ISO)).
- **1992:** STL tapo C++ dalimi.

<sup>2</sup> <https://en.cppreference.com/w/cpp/language/history>

## C++ istorija (2)

- **1998:** Pirmasis C++ standartas C++98. Oficialus pavadinimas - **Information Technology — Programming Language — C++** (ISO/IEC 14882:1998)
- **Naujos galimybės:** “RTTI (dynamic\_cast, typeid), covariant return types, cast operators, mutable, bool, declarations in conditions, template instantiations, member templates, export”
- **Naujos bibliotekos (Library) galimybės:** “containers, algorithms, iterators, function objects (based on STL), locales, bitset, valarray, auto\_ptr, templated string, iostream, and complex.”



# C++ istorija (3)

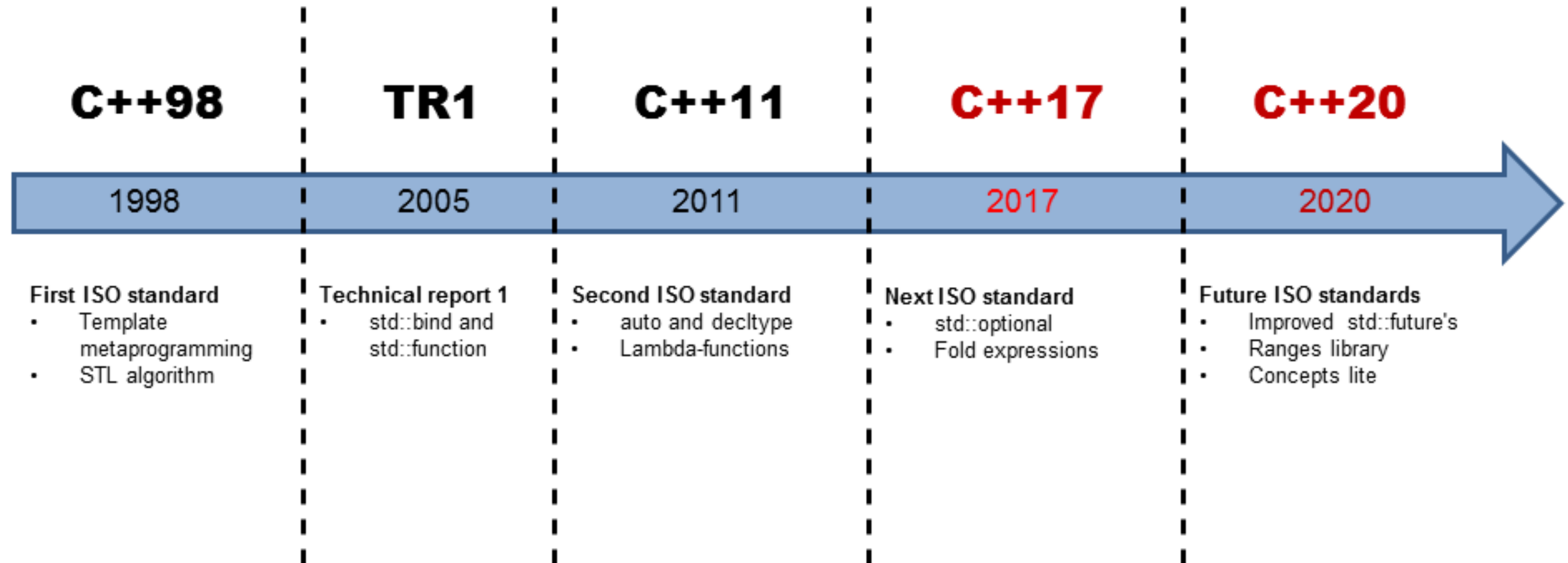
- **1999**: Komiteto nariai įkuria **Boost**<sup>b</sup>, kurio tikslas pateikti naujas bibliotekas ateities standartams.
- **2003**: Atnaujintas C++03 standartas, vadinamas “**technical corrigendum**” (TC) - ankstesnių C++98 klaidų ištaisymai (ISO/IEC 14882:2003).
  - **Naujos galimybės**: “value initialization”.
- **2007**: Parengtas TR1. Oficialus pavadinimas **Information Technology — Programming Languages — Technical Report on C++ Library Extensions** (ISO/IEC TR 19768:2007). Realizuoti vardų erdvėje (angl. **namespace**) `std::tr1`.
- **2011**: Antrasis C++11 standartas. C++11 turėjo svarbius atnaujinimus tiek C++ kalbai tiek standartinei bibliotekai, kuriai TR1 atnaujinimai tapo namespace `std::` dalimi. Oficialus pavadinimas **Information Technology — Programming Languages — C++** (ISO/IEC 14882:2011).

<sup>b</sup> <http://www.boost.org/>

## C++ istorija (4)

- **2014:** C++14 standartas yra ankstesniojo C++11 standarto atnaujinimai ir klaidų pataisymai (ISO/IEC 14882:2014).
- **2017:** C++17 - naujausias C++ standartas (ISO/IEC 14882:2017).

# C++ istorija (5)



# C++11 ir C++98 suderinamumas (1)

- C++11 buvo kuriamas taip, kad išliktų pilnai suderinamas su C++98
- Iš principo, jeigu programa veikė (kompiliavosi) su C++98 ar C++03 standartais, turėtų veikti ir su C++11. Tačiau:
  - Kintamieji daugiau negali būti pavadinti naujai įvestais raktiniais žodžiais (**keywords**).
- Atgalinis suderinamumas (**backward compatibility**) taikomas tik programos kodui (**source code**).
- Todėl programos, parengtos naudojant C++98 standartą, turėtų be problemų sukompiliuoti naudojant ir C++11 kompiliatorių.

## C++11 ir C++98 suderinamumas (2)

- Tačiau sukompiliuoto kodo su C++98 kompiliatoriumi apjungimas (**linking**) naudojant C++11 kompiliatorių, gali ir neveikti.

“C++feels like a new language. That is, I can express my ideas more clearly, more simply, and more directly in **C++11** than I could in **C++98**. Furthermore, the resulting programs are better checked by the compiler and run faster.” **B. Stroustrup**

# Kas naujo ir svarbaus atsirado C++11 lyginant C++98?

- Bendroji inicializacija
- Paprastesnė sintaksė for-ciklams
- Perkėlimo (move) semantika
- Unicode palaikymas
- Lambda funkcijos
- Išmaniosios rodyklės (smart pointers)
- Patobulintas (pseudo) atsitiktinių skaičių generavimas
- Patobulinti konteineriai (įskaitant, hash lenteles)
- Konstantinės išraiškos
- Variantiniai šablonai (**variadic templates**)
- Priemonės, skirtos lygiagrečiai programuoti sistemas (pvz, naudojant kelių branduolių kompiuterius)
- Reguliarių išraiškų (**regular expression**) tvarkymas



# Smulkūs, bet svarbūs sintaksės patobulinimai

- **Tarpai šabloninėse išraiškose:** Dingo reikalavimas palikti tarpą tarp skliaustų šabloninėse išraiškose:

```
vector<list<int> >; // OK visose C++ versijose  
vector<list<int>>; // OK nuo C++11
```

- `nullptr` ir `std::nullptr_t`: C++11 atsirado naujas raktinis žodis `nullptr` (tipas `std::nullptr_t`, apibrėžtas `<cstdint>`) ir naudojamas vietoj 0 ar `NULL` kai rodyklė neturi reikšmės. Tai padeda išvengti klaidų situacijose, kuriose `null` rodyklė buvo interpretuojama kaip sveikas skaičius:

```
void f(int);  
void f(void*);  
f(0);           // calls ?  
f(NULL);        // calls ?  
f(nullptr);     // calls ?
```

# Smulkūs, bet svarbūs sintaksės patobulinimai

- **Tarpai šabloninėse išraiškose:** Dingo reikalavimas palikti tarpą tarp skliaustų šabloninėse išraiškose:

```
vector<list<int> >; // OK visose C++ versijose
```

```
vector<list<int>>; // OK nuo C++11
```

- `nullptr` ir `std::nullptr_t`: C++11 atsirado naujas raktinis žodis `nullptr` (kurio tipas `std::nullptr_t`, apibrėžtas `<cstdint>`) vietoj 0 ar `NULL` kai rodyklė neturi reikšmės (kas gerokai skiriasi nuo neapibrėžtos reikšmės (\*undefined value\*)). Tai padeda išvengti klaidų situacijose, kuriose `NULL` rodyklė buvo interpretuojama kaip sveikas skaičius:

```
void f(int);
```

```
void f(void*);
```

```
f(0); // calls f(int)
```

```
f(NULL); // calls f(int) jeigu NULL is 0, neapibrėžta priešingu atveju
```

```
f(nullptr); // calls f(void*)
```

# Automatinis tipo nustatymas su auto

- C++11 galima deklaruoti kintamąjį ar objektą nenurodant jo tipo:

```
auto i = 42; // i tipas int
double f();
auto d = f(); // d tipas double
```

- Deklaruoto su auto kintamojo tipas yra nustatomas iš inicializuotos reikšmės:

```
auto i; // ERROR: negalima nustatyti i tipo
```

- Papildomi raktažodžiai yra leidžiami:

```
static auto vat = 0.21;
```

- auto yra ypatingai naudingas, kai susiduriame su ilgomis išraiškomis:

```
vector<string> v;
auto pos = v.begin(); // pos tipas yra ?
```

# Automatinis tipo nustatymas su auto

- C++11 galima deklaruoti kintamąjį ar objektą nenurodant jo tipo:

```
auto i = 42; // i tipas int  
double f();  
auto d = f(); // d tipas double
```

- Deklaruoto su auto kintamojo tipas yra nustatomas iš inicializuotos reikšmės:

```
auto i; // ERROR: negalima nustatyti i tipo
```

- Papildomi raktažodžiai yra leidžiami:

```
static auto vat = 0.21;
```

- auto yra ypatingai naudingas, kai susiduriame su ilgomis išraiškomis:

```
vector<string> v;  
auto pos = v.begin(); // pos tipas yra vector<string>::iterator
```

# Bendroji inicializacija ir inicializavimo sąrašai (1)

- Prieš C++11, buvo lengva susipainioti, kaip iš tiesų reikia inicializuoti kintamąjį ar objektą. Inicializuoti galima naudojant skliaustus (), skliaustus {}, ir/arba priskyrimo operatorių =.
- Todėl C++11 įvedė bendrosios inicializacijos (**uniform initialization**) koncepsiją, kuri reiškia kad viskam inicializuoti galima naudoti tą pačią sintaksę panaudojant {} skliaustus:

```
int values[] { 1, 2, 3 };  
std::vector<int> v { 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17 };
```

- Inicializavimo sąrašai (**initializer list**) atlieka taip vadinamą reikšmių inicializavimą (**value initialization**), kuris reiškia, kad kiekvienas bazinio tipo kintamasis, kuris tradiciškai yra neapibrėžtas (**undefined initial value**), yra inicializuojamas 0 (arba nullptr, jeigu rodyklė):

```
int i;    // i neapibrėžta reikšmė  
int j{};  // j=0  
int* p;   // p neapibrėžta reikšmė  
int* q{}; // q = nullptr
```

## Bendroji inicializacija ir inicializavimo sąrašai (2)

- Pažymėtina, kad siaurinančioji (tikslumą mažinanti) inicializacija (**narrowing initializations**) yra neleidžiama naudojant {} skliaustus:

```
int x1(5.3);    // OK, bet OUCH: x1 = 5
int x2 = 5.3;   // OK, bet OUCH: x2 = 5
int x3{5.0};    // ERROR: siaurianti inicializacija
int x4 = {5.3}; // ERROR: siaurianti inicializacija
char c1{7};     // OK: šiuo atveju 7 tampa char simboliu
char c2{99999}; // ERROR: siaurianti (kai 99999 netelpa į char tipą)
std::vector<int> v1 {1, 2, 4, 5};    // OK
std::vector<int> v2 {1, 2.3, 4, 5.6}; // ERROR: siaurianti inic.
```

- Problemos, kylančios dėl kintamųjų reikšmių susiaurėjimo (kaip pvz. iš double į int, ar iš int į char) atsiranda dėl C++ suderinamumo su C kalba.



# Diapazoniniai (range-based) for ciklai (1)

- C++11 atsirado nauja for ciklą forma, kurioje yra perenkami visi elementai iš nurodytos srities, masyvo, kolekcijos (foreach analogas):

```
for ( decl : coll ) { statement; }
```

kur decl yra deklaracija kiekvieno elemento iš kolekcijos coll.

- Pvz. Žemiau esantis ciklas perrenka ir atspausdina (į standartinį išvedimą cout) visus elementus esančius pateiktame sąrašė:

```
for ( int i : { 2, 3, 5, 7, 9, 13, 17, 19 } ) {  
    std::cout << i << std::endl;  
}
```

## Diapazoniniai (range-based) for ciklai (2)

- Padauginame kiekvieną vektoriaus vec elementą elem iš 3:

```
std::vector<int> vec { 2, 3, 5, 7, 9, 13, 17, 19 };  
for ( auto& elem : vec ) {  
    elem *= 3;  
}
```

- Šiuo atveju yra svarbu deklaruoti elem kaip nuorodą (**reference**); priešingu atveju for ciklas vykėtų naudojant lokalias vektoriaus elementų kopijas (kas irgi gali būti naudinga, tik kitame kontekste).

# Konstantinės išraiškos (constexpr)

## **const**

---

nusako, kad reikšmė yra nekintanti (konstanta), ir ji gali būti inicializuota tiek kompiliavimo metu, tiek ir programos paleidimo (**run time**) metu;

---

## **constexpr**

---

nusako, kad reikšmė yra nekintanti (konstanta), ir ji privalo būti inicializuota kompiliavimo metu;

---

```
double pi = 3.1415926;  
double const pi1 = pi;      // Viskas OK  
double constexpr pi2 = pi;  // ERROR, negalima run-time
```

# Klausimai !?

**C** makes it easy to shoot yourself in the foot; **C++** makes it harder, but when you do it blows your whole leg off.

