

Reiter István

C#

**programozás
lépésről lépésre**

Microsoft®



**A könyv nyomtatott verziója megvásárolható a könyvesboltokban,
és a kiadó webáruházában: www.joskiado.hu**

Reiter István

C# programozás lépésről lépésre

JEDLIK OKTATÁSI STÚDIÓ
Budapest, 2012



Minden jog fenntartva.

A szerző és a kiadó a könyv írása során törekedtek arra, hogy a leírt tartalom a lehető legpontosabb és naprakész legyen. Ennek ellenére előfordulhatnak hibák, vagy bizonyos információk elavulttá válhattak.

A példákat és a módszereket mindenki csak saját felelősségére alkalmazhatja. Javasoljuk, hogy felhasználás előtt próbálja ki és döntse el saját maga, hogy megfelel-e a céljainak. A könyvben foglalt információk felhasználásából fakadó esetleges károkért sem a szerző, sem a kiadó nem vonható felelősségre.

Az oldalakon előforduló márka- valamint kereskedelmi védjegyek bejegyzőjük tulajdonában állnak.

© Reiter István, 2012

Borító: Varga Tamás

Anyanyelvi lektor: Dr. Bonhardtné Hoffmann Ildikó

Kiadó: Jedlik Oktatási Stúdió Kft.

1215 Budapest, Ív u. 8-12.

Internet: <http://www.jos.hu>

E-mail: jos@jos.hu

Felelős kiadó: a Jedlik Oktatási Stúdió Kft. ügyvezetője

Nyomta: LAGrade Kft.

Felelős vezető: Szutter Lénárd

ISBN: 978-615-5012-17-4

Raktári szám: JO-0340

ELŐSZÓ

Amikor 2008. augusztusában elkészültem ennek a könyvnek az első változatával még problémát okozott átlépni a „bűvös” 100 oldalas határt. Ha jól emlékszem, végül 108 oldal lett, szerencsére már csak az Internet egy sötét sarkában lehet megtalálni.

Érdekes módon ezúttal is az oldalszám okozott gondot, igaz, fordult a kocka: valamivel több mint 300 oldalt kellett kitöltenem, némi kompromisszum árán sikerrel is jártam.

Ha jobban belegondolok, az elmúlt 4 évem alapjaiban határozta meg ez a könyv. Rengeteget köszönhetek neki, de őszintén szólva néha gyűlöltem is. Valójában most is ezt teszem, hiszen éjjel 11 van és álmos vagyok.

4 év alatt elképesztő változáson esett át az informatika világa. Ebben a pillanatban is újabb csodák születnek. Borzalmasan nehéz lépést tartani a technológia végtelen evolúciójával, szinte lehetetlennek látszó feladat.

Ennek a könyvnek a célja, hogy olyan alapokat nyújtson, amelyre nyugodtan támaszkodhatunk a kalandos úton, amelyet szoftverfejlesztésnek hívnak.

Több mint 40000 olvasó többszáz jótanácsának, visszajelzésének eredménye az amit most a kezében tartasz! Nem fogok hazudni, ez nem egy mindentudó lexikon és nem is csodalámpa, amit megdörzsölve azonnal fejedbe száll a tudás - bár próbálkozni lehet. Tekintsd társnak, jóbarátnak, aki utat mutat, ha elakadtál. Remélem, épp annyi örömet okoz majd Neked, mint nekem tette!

Kötelességem köszönetet mondani mindazoknak, akik hozzájárultak a könyv létrejöttéhez! Sajnos annyi helyem nincs, hogy mindenki elférjen, mégis szeretném kiemelni néhányukat:

Kovács Gyula és Balázs Gábor tanár uraknak, a gyömrői Teleki László Gimnázium és Informatikai Szakközépiskolából.

Lippé Szabolcsnak és a Microsoft Magyarországnak, köszönöm a lehetőséget, remélem hamarosan elérjük a hatszámjegyű letöltésszámot is!

Ecsegi Szendrának, hogy végig mellettem állt, rámutatott olyan dolgokra, amik nekem eszembe sem jutottak. Köszönöm.

A könyv és a hozzátartozó programozási példák a weben is elérhetőek a Devportal.hu oldalon.

Tóalmás, 2012. augusztus

Reiter István

TARTALOMJEGYZÉK

MICROSOFT .NET FRAMEWORK	15
A .NET platform	15
MSIL/CIL	15
Fordítás és futtatás	16
BCL	16
A C# programozási nyelv	16
Alternatív megoldások	16
ISMERKEDÜNK A NYELVVEL	18
Visual Studio	18
Hello World!	18
A C# szintaktikája	21
Kulcsszavak	22
Megjegyzések	22
Névterek	23
VÁLTOZÓK	24
Deklaráció és definíció	24
Típusok	24
Lokális és globális változók	25
Referencia- és értéktípusok	25
Referenciák	27
Boxing és unboxing	28
Konstansok	30
A felsorolt típus	30
Null típusok	32
A dinamikus típus	33

OPERÁTOROK	35
Operátor precedencia	35
Értékadó operátor	36
Matematikai operátorok	36
Relációs operátorok	37
Logikai és feltételes operátorok	37
Bit operátorok	40
Rövid forma	43
Egyéb operátorok	43
VEZÉRLÉSI SZERKEZETEK	46
Szekvencia	46
Elágazás	46
Ciklus	51
GYAKORLÓ FELADATOK	57
Szorótábla	57
Számológép	60
Kő – Papír – Olló	62
Számkitaláló játék	64
TÍPUSKONVERZIÓK	68
Ellenőrzött konverziók	68
Is és as	69
Karakterkonverziók	70
TÖMBÖK	71
Többsdimenziós tömbök	72
STRINGEK	75
Metódusok	76
StringBuilder	77

Reguláris kifejezések	78
GYAKORLÓ FELADATOK II.	81
Minimum- és maximumkeresés	81
Szigetek	81
Átlaghőmérséklet	82
Buborékrendezés	83
OBJEKTUM-ORIENTÁLT PROGRAMOZÁS - ELMÉLET	85
UML	85
Osztály	85
Adattag és metódus	85
Láthatóság	86
Egységbezárás	86
Öröklődés	86
OSZTÁLYOK	88
Konstruktorok	89
Adattagok	91
Láthatósági módosítók	92
Parciális osztályok	92
Beágyazott osztályok	94
Objektuminicializálók	95
Destruktorok	95
METÓDUSOK	103
Paraméterek	105
Visszatérési érték	110
Kiterjesztett metódusok	111
TULAJDONSÁGOK	113
INDEXELŐK	115

STATIKUS TAGOK	117
Statikus adattag	117
Statikus konstruktor	118
Statikus metódus	119
Statikus tulajdonság	120
Statikus osztály	120
STRUKTÚRÁK	121
Konstruktor	121
Destruktor	122
Adattagok	123
Hozzárendelés	123
Öröklődés	125
OSZTÁLYKÖNYVTÁRAK	126
GYAKORLÓ FELADATOK III.	130
Faktoriális és hatvány	130
Gyorsrendezés	131
Láncolt lista	133
Bináris keresőfa	134
ÖRÖKLŐDÉS	138
Virtuális metódusok	139
Polimorfizmus	141
Lezárt osztályok és metódusok	142
Absztrakt osztályok	142
INTERFÉSZEK	145
Explicit interfészimplementáció	147
Virtuális tagok	148

OPERÁTOR KITERJESZTÉS	150
Egyenlőség operátorok	151
A ++/-- operátorok	152
Relációs operátorok	153
Konverziós operátorok	153
KIVÉTELKEZELÉS	154
Kivétel hierarchia	156
Kivétel készítése	156
Kivételek továbbadása	157
Finally blokk	157
GYAKORLÓ FELADATOK IV.	159
IEnumerator és IEnumerable	159
IComparable és IComparer	160
Mátrix típus	162
DELEGATE	164
Paraméter és visszatérési érték	167
Névtelen metódusok	168
GENERIKUSOK	174
Generikus metódusok	174
Generikus osztályok	175
Generikus megszorítások	177
Öröklődés	178
Statikus tagok	179
Generikus gyűjtemények	179
Generikus interfészek, delegate-ek és események	184
Kovariancia és kontravariancia	184

LAMBDA KIFEJEZÉSEK	187
Generikus kifejezések	187
Kifejezésfák	189
Lambda kifejezések változóinak hatóköre	189
Névtelen metódusok kiváltása lambda kifejezésekkel	190
UNSAFE KÓD	192
Fix objektumok	194
Natív DLL kezelés	195
TÖBBSZÁLÚ ALKALMAZÁSOK	196
Application Domain -ek	198
Szálak	198
Aszinkron delegate-ek	199
Szálak létrehozása	202
Foreground és background szálak	204
Szinkronizáció	205
ThreadPool	208
PÁRHUZAMOS PROGRAMOZÁS – TASK PARALLEL LIBRARY	210
Többszálúság vs. Párhuzamosság	210
Teljesítmény	210
Párhuzamos ciklusok	211
Parallel.Invoke	215
Task	217
Async/Await	219
REFLECTION	220
ÁLLOMÁNYKEZELÉS	221
Olvasás/írás fájlból/fájlba	221
Könyvtárstruktúra kezelése	224

In-memory streamek	226
XML	226
XML DOM	229
XML szerializáció	231
KONFIGURÁCIÓS FÁJL HASZNÁLATA	233
Konfiguráció-szekció készítése	234
HÁLÓZATI PROGRAMOZÁS	237
Socket	237
Blokk elkerülése	244
Több kliens kezelése	246
TCP és UDP	251
LINQ TO OBJECTS	252
Nyelvi eszközök	252
Kiválasztás	253
Szűrés	257
Rendezés	259
Csoportosítás	260
Listák összekapcsolása	263
Outer join	265
Konverziós operátorok	265
„Element” operátorok	267
Halmaz operátorok	268
Aggregát operátorok	269
PLINQ – Párhuzamos végrehajtás	270
GRAFIKUS FELÜLETŰ ALKALMAZÁSOK – WINDOWS FORMS	274
„Hello Windows Forms”	274
Vezérlők	278

GYAKORLÓ FELADATOK V.	286
Számológép	286
Szövegszerkesztő	287

MICROSOFT .NET FRAMEWORK

A kilencvenes évek közepén a Sun Microsystems kiadta a Java platform első nyilvános változatát. Az addigi programnyelvek/platformok különböző okokból nem tudták felvenni a Java-val a versenyt, így számtalan fejlesztő döntött úgy, hogy a kényelmesebb és sokoldalúbb Java-t választja.

Válaszképp a Microsoft a kilencvenes évek végén elindította a Next Generation Windows Services fedőnevű projektet, amelyből aztán megszületett a .NET, ami a kissé elavult és nehézkesen programozható COM platformot hivatott leváltani (ettől függetlenül a COM ma is létező, viszonylag népszerű eszköz – ez főleg a hatalmas szoftverbázisnak köszönhető, minden Windows rendszernek részét képezi, és számos .NET könyvtár is épít rá).

Az évek folyamán a .NET Framework szinte teljesen átvette az uralmat a Microsoft fejlesztői platform-palettáján. Ott van a hagyományos asztali alkalmazásokban (Windows Forms, WPF), a weben (ASP.NET, ASP.NET MVC, Silverlight) és az okostelefonokon is (Windows Phone).

Nem hagyhatjuk szó nélkül azt sem, hogy az egyes technológiák között meglehetősen egyszerű az átjárás, elég csak a WPF-Silverlight-Windows Phone triumvirátusra gondolni.

A .NET PLATFORM

Maga a .NET platform a Microsoft, a Hewlett Packard, az Intel és mások közreműködésével megfogalmazott CLI (Common Language Infrastructure) egy implementációja. A CLI egy szabályrendszer, amely maga is több részre oszlik:

- A CTS (Common Type System) az adatok kezelését, a memóriában való megjelenést, az egymással való interakciót stb. írja le.
- A CLS (Common Language Specification) a CLI kompatibilis nyelvekkel kapcsolatos elvárásokat tartalmazza.
- A VES (Virtual Execution System) a futási környezetet specifikálja, nevezik CLR -nek (Common Language Runtime) is.

Általános tévhit, hogy a VES/CLR -t virtuális gépként azonosítják. Ez abból a szintén téves elképzelésből alakult ki, hogy a .NET ugyanaz, mint a Java, csak Microsoft köntösben. A valóságban nincs .NET virtuális gép, helyette ún. felügyelt (vagy managed) kódot használ, vagyis a program teljes mértékben natív módon, közvetlenül a processzoron fut, mellette pedig ott a keretrendszer, amely felelős pl. a memóriafoglalásért vagy a kivételek kezeléséért.

A .NET nem programozási nyelv, hanem környezet. Gyakorlatilag bármelyik programozási nyelvnek lehet .NET implementációja. Jelenleg kb. 50 nyelvnek létezik hivatalosan .NET megfelelője, nem beszélve a számtalan hobbifejlesztésről.

MSIL/CIL

A "hagyományos" programnyelveken – mint pl. a C++ – megírt programok ún. natív kódra fordulnak le, vagyis a processzor számára – kis túlzással – azonnal értelmezhetőek.

A .NET (akárcsak a Java) más úton jár, a fordító először egy köztes nyelvre (Intermediate Language) fordítja le a forráskódot. Ez a nyelv a .NET világában az MSIL, illetve a szabványosítás után a CIL (**M**/CRO**S**OFT/**C**ommon**I**L) – különbség csak az elnevezésben van.

Jogos a kérdés, hogy a két módszer közül melyik a jobb? Ha nagy általánosságban beszélünk, akkor a válasz az, hogy nincs köztük különbség. Igaz, hogy a natív nyelvek hardver-közelibbek és emiatt gyorsabbak tudnak lenni, viszont ez több hibalehetőséggel is jár, amelyek elkerülése a felügyelt környezetben kiegyenlíti az esélyeket.

Bizonyos területeken viszont egyik vagy másik megközelítés jelentős eltérést eredményezhet. Jó példa a számítógépes grafika, ahol a natív nyelvek vannak előnyben pont azért, mert az ilyen számításigényes

feladathoz minden csepp erőforrást ki kell préselni a hardverből. Másfelől a felügyelt környezet a hatékonyabb memóriakezelés miatt jobban teljesít olyan helyzetekben, ahol nagy mennyiségű adatot mozgatunk a memórián belül (pl. számos rendező algoritmus ilyen).

FORDÍTÁS ÉS FUTTATÁS

A natív programok ún. gépi kódra fordulnak le, míg a .NET forráskódokból egy CIL nyelvű futtatható állomány keletkezik. Ez a kód a feltelepített .NET Framework –nek szóló utasításokat tartalmaz. Amikor futtatjuk ezeket az állományokat, először az ún. JIT (Just-In-Time) fordító veszi kezelésbe, és lefordítja őket gépi kódra, amit a processzor már képes kezelni.

Amikor “először” fordítjuk le a programunkat, akkor egy ún. **Assembly** (vagy szerelvény) keletkezik. Ez tartalmazza a felhasznált, illetve megvalósított típusok adatait (ez az ún. **Metadata**), amelyek a futtató környezetnek szolgálnak információval (pl. osztályok szerkezete, metódusai, stb.). Egy Assembly egy vagy több fájlból is állhat, tipikusan .exe (futtatható állomány) vagy .dll (osztálykönyvtár) kiterjesztéssel.

BCL

A .NET Framework telepítésével a számítógépre kerül – többek között – a **BCL** (**B**ase **C**lass **L**ibrary), ami az alapvető feladatok (fájl olvasás/ írás, adatbázis-kezelés, adatszerkezetek ... stb) elvégzéséhez szükséges eszközöket tartalmazza. Az összes többi könyvtár (**ADO.NET**, **WCF**, stb...) ezekre épül.

A C# PROGRAMOZÁSI NYELV

A C# (ejtsd: szí-sárp) a Visual Basic mellett a .NET fő programozási nyelve. 1999 –ben Anders Hejlsberg vezetésével kezdték meg a fejlesztését.

A C# tisztán objektumorientált, típusbiztos, általános felhasználású nyelv. A tervezésénél a lehető legnagyobb produktivitás elérését tartották szem előtt. A nyelv elméletileg platform független (létezik Linux és Mac fordító is), de napjainkban a legnagyobb hatékonyságot a Microsoft implementációja biztosítja.

ALTERNATÍV MEGOLDÁSOK

A Microsoft .NET Framework jelen pillanatban csak és kizárólag Microsoft Windows operációs rendszerek alatt érhető el. Ugyanakkor a szabványosítás után a CLI specifikáció nyilvános és bárki számára elérhető lett, ezen ismeretek birtokában pedig több független csapat vagy cég is létrehozta a saját CLI implementációját, bár eddig még nem sikerült teljes mértékben reprodukálni az eredetit. Ezen céljukat nehezíti, hogy a Microsoft időközben számos, a specifikációban nem szereplő változtatást végzett a keretrendszeren.

A “hivatalosnak” ECMA szabvány nem feltétlenül tekinthető tökéletes útmutatónak a keretrendszer megértéséhez, néhol jelentős eltérések vannak a valósághoz képest. Ehelyett ajánlott a C# nyelv fejlesztői által készített C# referencia, amely – bár nem elsősorban a .NET –hez készült – értékes információkat tartalmaz.

SSCLI

Az **SSCLI** (**S**hared **S**ource **C**ommon **L**anguage **I**nfrastructure) vagy korábbi nevén *Rotor* a Microsoft által fejlesztett nyílt forrású, keresztplatformos változata a .NET Frameworknek (tehát nem az eredeti lebutított változata). Az SSCLI Windows, FreeBSD és Mac OSX rendszereken is fut.

Az SSCLI-t kimondottan tanulási célra készítette a Microsoft, ezért a licence engedélyez mindenfajta módosítást, egyedül a piaci értékesítést tiltja meg. Ez a rendszer nem szolgáltatja az eredeti keretrendszer teljes funkcionalitását, jelen pillanatban valamivel a .NET 2.0 mögött jár.

Az SSCLI projektet már nem fejleszti tovább a Microsoft, ettől függetlenül a forráskód és a hozzá tartozó dokumentációk rendelkezésre állnak, letölthetők a következő webhelyről:

<http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?FamilyId=8C09FD61-3F26-4555-AE17-3121B4F51D4D&displaylang=en>

Mono

A Mono projekt szülőatyja Miguel de Icaza, 2000-ben kezdte meg a fejlesztést, és egy évvel később mutatta be az első kezdetleges C# fordítót. A Ximian (amelyet Icaza és Nat Friedman alapított) felkarolta az ötletet, és 2001 júliusában hivatalosan is elkezdődött a Mono fejlesztése. 2003 -ban a Novell felvásárolta a Ximian -t, az 1.0 verzió már Novell termékként készült el egy évvel később.

2011-ben az Attachmate felvásárolta a Novell-t, ezzel együtt pedig több száz fejlesztőtől – beleértve a Mono csapatot – is megváltak. A Mono jövője ekkor kétséges volt, de Icaza alig egy hónapon belül új céget alapított Xamarin néven, amely átvette a projektet.

A Mono pillanatnyilag a 2.10.8 verziószámánál jár, támogatja a C# 4.0 nyelvi elemeit, illetve megvalósítja a Microsoft-féle BCL nagy részét.

A Mono elérhető Windows, Linux, UNIX, BSD, Mac OSX és Solaris rendszereken is. Napjainkban a Mono mutatja a legígéretesebb fejlődést, mint a Microsoft .NET jövőbeli “ellenfele”, illetve keresztplatformos társa. A Mono emblémája egy majmot ábrázol, a szó ugyanis spanyolul majmot jelent.

A Mono hivatalos oldala: http://www.mono-project.com/Main_Page

DotGNU

A DotGNU a GNU projekt része, amelynek célja egy ingyenes és nyílt alternatívát nyújtani a Microsoft implementáció helyett. Ez a projekt – szemben a Mono -val – nem a Microsoft BCL -lel való kompatibilitást helyezi előtérbe, hanem az eredeti szabvány pontos és tökéletes implementációjának a létrehozását. A DotGNU saját CLI megvalósításának a Portable .NET nevet adta. A DotGNU projektet már nem fejlesztik tovább.

A projekt hivatalos oldala: <http://www.gnu.org/software/dotgnu/>

ISMERKEDÜNK A NYELVVEL

Mielőtt elkezdenénk hosszú utunkat, fel kell fegyverkeznünk a megfelelő fejlesztőeszkővel! A .NET programozáshoz a legjobb választás a Microsoft saját terméke, a Visual Studio. A „nagy” fizetős változatok (Professional, Ultimate) mellett létezik az ingyenes Express család is, amelyek szinte teljes körű szolgáltatást nyújtanak.

Az Express változatok „különlegessége”, hogy a nagy változatokkal ellentétben csak egy-egy részterületre koncentrálnak, külön változat van a webes és asztali alkalmazások készítéséhez.

VISUAL STUDIO

A jegyzetben a Visual C# Express 2010-et használjuk, bár jelen pillanatban már létezik a Visual Studio 11 is, igaz, csak béta változatban. Nem kell azonban aggódni, a Visual Studio kifejezetten konzisztens felépítésű maradt az elmúlt években, aki az egyik változatot tudja használni, az a többivel is elboldogul.

A Visual C# Express 2010 az alábbi webhelyről tölthető le:

<http://www.microsoft.com/visualstudio/en-us/products/2010-editions/visual-csharp-express>

A Visual C# Express a telepítés után 30 napig használható, utána regisztrációs kódot fog kérni. Ehhez mindössze egy Live ID szükséges (a megadott e-mail cím), ezután kapunk kódot, amelyet beírva immár további előfeltételek nélkül tetszés szerint használhatjuk a programot.

A Visual Studio elindításakor tegyük a következőt:

1. Tools menü -> Settings
2. A Basic Settings helyett válasszuk az Expert Settings beállítást!

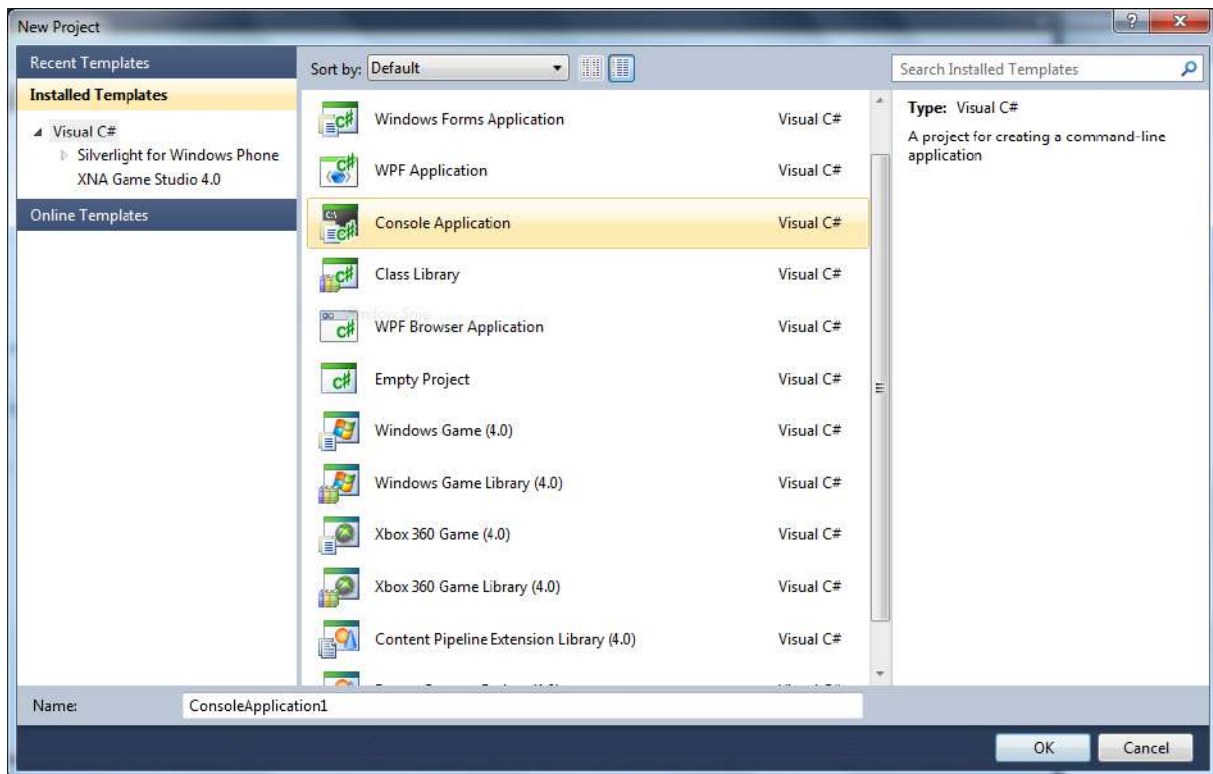
Ez az egyszerű lépés a későbbiekben még hasznunkra válik majd.

HELLO WORLD!

Készítsük el első C# nyelven írt programunkat!

A híres “Hello World!” program elsőként Dennis Ritchie és Brian Kernighan “A C programozási nyelv” című könyvében jelent meg, és azóta szinte hagyomány, hogy egy programozási nyelv bevezetőjeként ezt a programot mutatják be.

A File menüben kattintsunk a New Project menüpontra, ekkor a megjelenő ablakban kiválaszthatjuk a projekt típusát. A jegyzetben nagyrészt **Console Application** sablont fogunk használni, ezzel egy parancssorban futó programot hozhatunk létre.



Az OK gombra kattintva elkészül az első projektünk, a forráskód így néz ki:

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
        }
    }
}
```

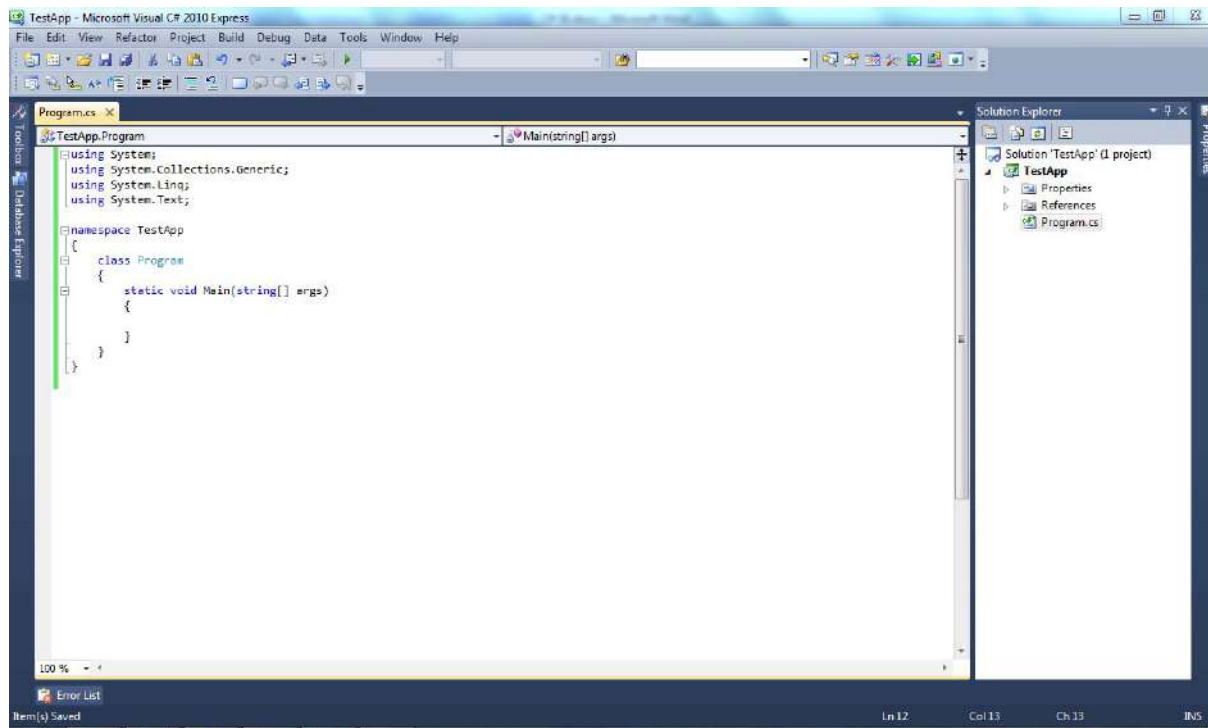
Meglepően sok mindent látunk, ahhoz képest, hogy ez a program a világon semmit nem csinál. Menjünk sorjában, egyelőre különösebb magyarázat nélkül, a következő fejezetekben mindenre fény derül. Az első négy sorral azokat a névtékeket jelöltük ki, amelyeket használni szeretnénk. Ebben az esetben a Visual Studio egy kicsit túlbuzgó volt, egyelőre az első sor is elég lett volna, de nyugodtan hagyjunk mindent, ahogy van, még nincs jelentősége.

A következő lépésben megadjuk a programunk névtérét, ez alapértelmezés szerint az lesz, amit a New Project ablakban a Name mezőben megadtunk.

A **class Program** sor az, ami egy kicsit ijesztő lehet a kezdő programozó számára. A C# tisztán objektumorientált nyelv, ami egyelőre azt jelenti számunkra, hogy bármit teszünk, azt csakis egy osztályon belül egy függvényben vagy metódusban tehetjük. Egy osztályt a **class** kulcsszóval vezetünk be, amely után az osztály nevét kell írunk. Ebben a pillanatban még nem kell ennél többet tudnunk az objektumorientált programozásról, de nemsokára ennek is eljön az ideje.

Nem maradt más hátra, mint a **Main** függvény. Ez nagyon fontos összetevője minden C# programnak, hiszen ez az alkalmazásunk belépési pontja, itt kezdődik el a futása. Minden C# programnak tartalmaznia kell egy **Main** nevű függvényt, ellenkező esetben le sem fordul.

Vizsgáljuk meg egy kicsit a fejlesztőeszközt is!



Bal oldalon a forráskódot láthatjuk, míg a jobb oldalt az ún. Solution Explorer foglalja el. Minden esetben, amikor egy projektet készítünk, egy ún. Solution jön létre. Egy Solution több projektet is tartalmazhat, jobb gombbal kattintva hozhatjuk elő a hozzá tartozó helyi menüt, amely segítségével újabb projektet készíthetünk. Ugyanígy minden projekthez is tartozik ilyen menü, amellyel pl. új elemeket adhatunk hozzá.

Látható, hogy egy „faszerű” szerkezetéről van szó. A félkövér betűvel kiemelt projekt a StartUp elem, ez fog elindulni, ha futtatjuk a Solution-t. Tetszés szerint megváltoztathatjuk ezt a beállítást a kívánt projekt helyi menüjében (Set as StartUp project).

A projekteket „lenyitva” a hozzá tartozó fájlokat találjuk, illetve két mappát, amelyek speciális célt szolgálnak. A Properties mappa a programról tartalmaz metaadatokat, például a készítő nevét, az aktuális verziószámot stb. A References mappa pedig a projektben használt osztálykönyvtárakat sorolja fel. Ebből rögtön kétféle is van, a BCL-hez tartozó könyvtárak (alapbeállítás szerint) nem másolódnak be a program kimeneti mappájába, míg a külső könyvtárak igen. Új projekt létrehozásakor is több könyvtárat találunk, ezek közül egyelőre a **System** és **System.Core** nélkülözhetetlen.

Ahhoz, hogy a programunkat futtassuk, először le kell fordítanunk. Ezt a **Build** menüben található **Build Solution** paranccsal tehetjük meg. Ha több projektünk is van, egyenként is fordíthatunk a helyi menüből.

Amennyiben nem kapunk hibaüzenetet, illetve a bal alsó sarokban megjelenik a **Build Succeeded** felirat, akkor a programunk szintaktikailag helyes, megpróbálhatjuk futtatni.

Ehhez a **Debug** menü **Start Debugging** illetve **Start Without Debugging** parancsait kell használnunk. Ha a projekt a legutóbbi fordítás óta megváltozott, akkor automatikusan le is fordítja a programunkat a Visual Studio. Használhatunk gyorsbillentyűket is, F6 a fordítás, míg F5 a futtatás (és fordítás, ha szükséges). Végezetül szintén elérhetjük a célunk, ha a menüsorban található kis zöld fektetett háromszögre kattintunk.

Lépünk tovább, egyelőre a **Main** függvényen belül fogunk tevékenykedni. Ahhoz, hogy elkészíthessük a programunkat, tudnunk kell, hogyan kezelhetjük a parancssort a programunkból. A .NET Framework BCL-e erre is kínál megoldást, a **Console** osztály lesz segítségünkre:

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Console.WriteLine("Hello World");
            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Örömmel tapasztalhatjuk, hogy a **Console** szó után tett pont előhozza a választható függvények listáját. Ezt a Visual Studio IntelliSense-nek hívja. Ha nem ajánlja fel a listát a fejlesztőeszköz, akkor elképzelhető, hogy a kódkiegészítés nincs bekapcsolva. A visszakapcsoláshoz a következőket kell tenni:

1. Tools menü -> Options
2. Ha nincs bejelölve a „Show All Settings” négyzet, akkor kapcsoljuk be!
3. Text Editor -> C# -> IntelliSense -> Legyen bejelölve a „Show completion list after a character is typed” feliratú négyzet!

A **WriteLine** függvény kiírja a parancssorba a paraméterként kapott szöveget, majd új sort nyit. Amennyiben szeretnénk ugyanabban a sorban maradni, használjuk a **Console.Write** függvényt!

A **Console.ReadKey** függvény feladata, hogy vár egy billentyűleütést a felhasználótól, mielőtt továbblépne a program. Miért van erre szükség? A legegyszerűbb, ha kipróbáljuk a programot nélküle. Amit látni fogunk, az egy villanás, hiszen a programunk csak annyit tesz, hogy kiír egy szöveget és kilép. Ez utóbbi miatt kellett valami, amivel megszakíthatjuk futását, és itt jön a képbe a **ReadKey**.

A C# SZINTAKTIKÁJA

Amikor egy programozási nyelv szintaktikájáról beszélünk, akkor azokra a szabályokra gondolunk, amelyek megszabják a forráskód felépítését. Ez azért fontos, mert az egyes fordítóprogramok csak ezekkel a szabályokkal létrehozott kódot tudják értelmezni. Ha a forráskód szintaxisa nem megfelelő, a program nem fordul le.

A C# úgynevezett C-stílusú szintaxissal rendelkezik (azaz a C programozási nyelv szintaxisát veszi alapul), ez három fontos szabályt von maga után:

- Az egyes utasítások végén pontosvessző - ; - áll.
- A kis- és nagybetűk különböző jelentőséggel bírnak, azaz a „program” és „Program” azonosítók különböznek. Ha a fenti kódban **Console.WriteLine** helyett **console.writeline** -t írnánk, akkor a program nem fordulna le.
- A program egységeit (osztályok, metódusok stb.) ún. blokkokkal jelöljük ki, kapcsos zárójelek ({ és }) segítségével.

KULCSSZAVAK

Szinte minden programnyelv definiál kulcsszavakat, amelyek speciális jelentőséggel bírnak a fordító számára. Ezeket az azonosítókat a saját meghatározott jelentésükön kívül nem lehet másra használni, ellenkező esetben a fordító hibát jelez. Vegyünk például egy változót, aminek az "int" nevet akarjuk adni! Az "int" név is beépített típusra utal, azaz kulcsszó, tehát nem fog lefordulni a program.

```
int int; //hiba
```

A legtöbb fejlesztőeszköz (így a Visual Studio is) megszínezi a kulcsszavakat, ezért könnyű elkerülni a fenti hibát.

A C# 5.0 már 77 kulcsszót ismer:

abstract	default	foreach	object	Sizeof	unsafe
as	delegate	goto	operator	stackalloc	ushort
base	do	if	out	Static	using
bool	double	implicit	override	String	virtual
break	else	in	params	Struct	volatile
byte	enum	int	private	Switch	void
case	event	interface	protected	This	while
catch	explicit	internal	public	Throw	
char	extern	is	readonly	True	
checked	false	lock	ref	Try	
class	finally	long	return	Typeof	
const	fixed	namespace	sbyte	UInt	
continue	float	new	sealed	Ulong	
decimal	for	null	short	unchecked	

Ezen kívül létezik még 23 azonosító, amelyeket a nyelv nem tart fenn speciális használatra, de különleges jelentéssel bírnak. Amennyiben lehetséges, kerüljük a használatukat "hagyományos" változók, osztályok létrehozásánál:

add	equals	group	let	Remove	var
ascending	from	in	on	Select	where
by	get	into	orderby	Set	yield
descending	global	join	partial	Value	

Néhányuk a környezettől függően más-más jelentéssel is bírhat, a megfelelő fejezet bővebb információt ad majd ezekről az esetekről.

MEGJEGYZÉSEK

A forráskódba megjegyzéseket tehetünk. Ezzel egyrészt üzeneteket hagyhatunk (pl. egy metódus leírása) magunknak vagy a többi fejlesztőnek, másrészt a kommentek segítségével dokumentációt tudunk generálni, ami szintén az első célt szolgálja, csak éppen élvezhetőbb formában.

Megjegyzéseket a következőképpen hagyhatunk:

```
static void Main(string[] args)
{
    Console.WriteLine("Hello World"); // Ez egy egysoros komment
    Console.ReadKey();
    /* Ez
    egy
```

```
többsoros komment */  
}
```

Az egysoros komment a saját sora legvégéig tart, míg a többsoros a “/*” és “*/” párokon belül érvényes. Utóbbiakat nem lehet egymásba ágyazni:

```
/*  
    /* */  
*/
```

Ez a “kód” nem fordul le.

A kommenteket a fordító nem veszi figyelembe, tulajdonképpen a fordítóprogram első lépése, hogy a forráskódból eltávolít minden megjegyzést.

NÉVTEREK

A .NET Framework osztálykönyvtárai szerény becslés szerint is legalább tízezer nevet, azonosítót tartalmaznak. Ilyen nagyságrenddel elkerülhetetlen, hogy a nevek ne ismétlődjenek. Ekkor egyrészt nehéz eligazodni közöttük, másrészt a fordító sem tudná, mikor mire gondolunk. Ennek a problémának a kiküszöbölésére hozták létre a névterek fogalmát. Egy névtér tulajdonképpen egy virtuális doboz, amelyben a logikailag összefüggő osztályok, metódusok stb. vannak. Nyilván könnyebb megtalálni az adatbázis-kezeléshez szükséges osztályokat, ha valamilyen kifejező nevű névtérben vannak (pl. **System.Data**).

Névteret magunk is definiálhatunk a **namespace** kulcsszóval:

```
namespace MyNamespace  
{  
  
}
```

Ezután a névtérre vagy a program elején a **using** kulcsszóval, vagy az azonosító elé írt teljes eléréssel hivatkozhatunk:

```
using MyNamespace;  
  
//vagy  
MyNamespace.Valami
```

A jegyzet első felében főleg a **System** névteret fogjuk használni.

VÁLTOZÓK

Amikor programot írunk, akkor szükség lehet tárolókra, ahová az adatainkat ideiglenesen eltároljuk. Ezeket a tárolókat változóknak nevezzük.

A változók a memória egy (vagy több) cellájára hivatkozó leírók. Egy változót a következő módon hozhatunk létre C# nyelven:

```
Típus változónév;
```

A változónév első karaktere csak betű vagy alulvonás jel (_) lehet, a többi karakter szám is. Lehetőleg kerüljük az ékezetes karakterek használatát (bár technikailag nem okoz problémát, nem akadályozza a fordítást)! Konvenció szerint a változónevek kisbetűvel kezdődnek. Amennyiben a változónév több szóból áll, akkor célszerű azokat a szóhatárnál nagybetűvel "elválasztani" (pl. pirosAlma, vanSapkaRajta stb.).

DEKLARÁCIÓ ÉS DEFINÍCIÓ

Egy változó (illetve lényegében minden objektum) életciklusában megkülönböztetünk deklarációt és definíciót. A deklarációnak tartalmaznia kell a típust és azonosítót, a definícióban pedig megadjuk az objektum értékét. Értelemszerűen a deklaráció és a definíció egyszerre is megtörténhet.

```
int x; // deklaráció
x = 10; // definíció
int y = 11; // deklaráció és definíció
```

TÍPUSOK

A C# erősen (statikusan) típusos nyelv, ami azt jelenti, hogy minden egyes változó típusának ismertnek kell lennie fordítási időben, ezzel biztosítva, hogy a program csakis olyan műveletet hajthat végre, amire valóban képes. A típus határozza meg, hogy egy változó milyen értékeket tartalmazhat, illetve mekkora helyet foglal a memóriában.

A következő táblázat a C# beépített típusait tartalmazza, mellettük ott a .NET megfelelőjük, a méretük és egy rövid leírás:

C# típus	.NET típus	Méret (byte)	Leírás
byte	System.Byte	1	Előjel nélküli 8 bites egész szám (0..255)
char	System.Char	2	Egy Unicode karakter
bool	System.Boolean	1	Logikai típus, értéke igaz(1 vagy true) vagy hamis(0 vagy false)
sbyte	System.SByte	1	Előjeles, 8 bites egész szám (-128..127)
short	System.Int16	2	Előjeles, 16 bites egész szám (-32768..32767)
ushort	System.UInt16	2	Előjel nélküli, 16 bites egész szám (0..65535)
int	System.Int32	4	Előjeles, 32 bites egész szám (-2147483648..2147483647).
uint	System.UInt32	4	Előjel nélküli, 32 bites egész szám (0..4294967295)
float	System.Single	4	Egyszeres pontosságú lebegőpontos szám
double	System.Double	8	Kétszeres pontosságú lebegőpontos szám
decimal	System.Decimal	16	Fix pontosságú 28+1 jegyű szám
long	System.Int64	8	Előjeles, 64 bites egész szám

ulong	System.UInt64	8	Előjel nélküli, 64 bites egész szám
string	System.String	N/A	Unicode karakterek szekvenciája
object	System.Object	N/A	Minden más típus őse

A forráskódban teljesen mindegy, hogy a “rendes” vagy a .NET néven hivatkozunk egy típusra.

Alakítsuk át a “Hello World” programot úgy, hogy a kiírandó szöveget egy változóba tesszük:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            string message = "Hello World";
            Console.WriteLine(message);
            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A C# 3.0-tól kezdve már lehetséges egy metódus hatókörében deklarált változó típusának meghatározását a fordítóra bízni. Általában olyankor tesszük ezt, amikor hosszú típusnévről van szó, vagy nehéz meghatározni a típust. Ezt az akciót a **var** kulcsszóval kivitelezhetjük.

Ez természetesen nem jelenti azt, hogy úgy használhatjuk a nyelvet, mint egy típustalan környezet! Abban a pillanatban, amikor értéket rendeltünk a változóhoz (ráadásul ezt azonnal meg is kell tennünk), az úgy fog viselkedni, mint az ekvivalens típus. Az ilyen változók típusa nem változtatható meg, de a megfelelő típuskonverziók végrehajthatóak.

```
int x = 10; // int típusú változó
var z = 10; // int típusú változó
z = "string"; // fordítási hiba
var w; //fordítási hiba
```

LOKÁLIS ÉS GLOBÁLIS VÁLTOZÓK

Egy blokkon belül deklarált változó lokális lesz a blokkjára nézve, vagyis a program többi részéből nem látható (úgy is mondhatjuk, hogy a változó hatóköre a blokkjára terjed ki). A fenti példában a **message** egy lokális változó, ha egy másik függvényből vagy osztályból próbálnánk meg elérni, akkor a program nem fordulna le. Ebben az esetben az IntelliSense sem ajánlaná fel, ez az eszköz tehát erre is segítségünkre van.

Globális változónak azokat az objektumokat nevezzük, amelyek a program bármely részéből elérhetőek. A C# nem rendelkezik a más nyelvekből ismerős globális változóval, mivel deklarációt csak osztályon belül végezhetünk. Áthidalhatjuk a helyzetet statikus változók használatával, erről később szó lesz.

REFERENCIA- ÉS ÉRTÉKTÍPUSOK

A .NET minden típusa direkt vagy indirekt módon a **System.Object** nevű típusból származik, és ezen belül szétoszlik érték- és referencia-típusokra (egyetlen kivétel a pointer típus, amelynek semmiféle köze sincs a **System.Object**-hez). A kettő közötti különbség leginkább a memóriában való elhelyezkedésben jelenik meg.

A CLR két helyre tud adatokat pakolni, az egyik a verem (**stack**), a másik a halom (**heap**). A **stack** egy ún. LIFO (last-in-first-out) adattár, vagyis a legutoljára berakott elem lesz a tetején, kivenni pedig csak a mindenkori legfelső elemet tudjuk. A **heap** nem adatszerkezet, hanem a program által lefoglalt nyers memória, amit a CLR tetszés szerint használhat. Minden művelet a **stack**-et használja, pl. ha össze akarunk adni két számot, akkor a CLR lerakja mindkettőt a **stack**-be és meghívja a megfelelő utasítást. Ezután kiveszi a verem legfelső két elemét, összeadja őket, majd a végeredményt visszahelyezi:

```
int x = 10;  
int y = 11;  
x + y
```

A verem:

```
| 11 |  
| 10 | -->összeadás művelet--> | 21 |
```

A referenciatípusok minden esetben a halomban jönnek létre, mert ezek összetett adatszerkezetek, és így hatékony a kezelésük. Az értéktípusok vagy a **stack**-ben vagy a **heap**-ben vannak attól függően, hogy hol deklaráltuk őket.

Metóduson belül, lokálisan deklarált értéktípusok a **verembe** kerülnek, a referenciatípuson belül adattagként deklarált értéktípusok pedig a **halomban** foglalnak helyet.

Nézzünk néhány példát!

```
using System;  
  
namespace TestApp  
{  
    class Program  
    {  
        static void Main(string[] args)  
        {  
            int x = 10;  
        }  
    }  
}
```

Ebben a "programban" **x**-et lokálisan deklaráltuk egy metóduson belül, ezért biztosak lehetünk benne, hogy a verembe fog kerülni.

```
class MyClass  
{  
    private int x = 10;  
}
```

Most **x** egy referenciatípuson (esetünkben egy osztályon) belüli adattag, ezért a halomban foglal majd helyet.

```
class MyClass  
{  
    private int x = 10;  
  
    public void MyMethod()  
    {  
        int y = 10;  
    }  
}
```

Ezúttal egy kicsit bonyolultabb a helyzet. Az **y** nevű változót egy referenciatípuson belül, de egy metódusban, lokálisan deklaráltuk, így a veremben fog tárolódni, **x** pedig még mindig adattag, ezért marad a halomban.

Meg kell említeni ugyanakkor, hogy a programozó szemszögéből a világon semmi jelentősége nincs, hogy mi hol tárolódik.

Végül nézzük meg, hogy mi lesz érték- és mi referenciatípus! Értéktípus lesz az összes olyan objektum, amelyeket a következő típusokkal deklarálunk:

- Az összes beépített numerikus típus (**int**, **byte**, **double**, *stb.*)
- A felsorolt típus (**enum**)
- Logikai típus (**bool**)
- Karakter típus (**char**)
- Struktúrák (**struct**)

Referenciatípusok lesznek a következők:

- Osztályok (**class**)
- Interfész típusok (**interface**)
- Delegate típusok (**delegate**)
- Stringek
- Minden olyan típus, amely *közvetlen* módon származik a **System.Object**-ből vagy bármely **class** kulcsszóval bevezetett szerkezetből.

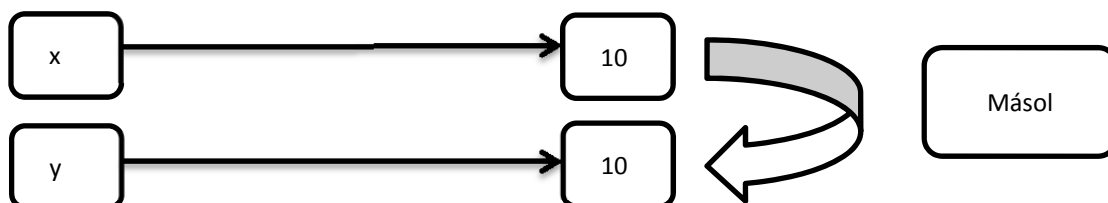
REFERENCIÁK

Az érték- illetve referenciatípusok közötti különbség egy másik aspektusa az, ahogyan a forráskódban hivatkozunk rájuk. Vegyük a következő kódot:

```
int x = 10;  
int y = x;
```

Az első sorban létrehoztuk az **x** nevű változót, a másodikban pedig egy új változónak adtuk értékül **x**-et. A kérdés az, hogy **y** hova mutat a memóriában: oda, ahol **x** van, vagy egy teljesen más területre?

Amikor egy értéktípusra hivatkozunk, akkor ténylegesen az értékét használjuk fel, vagyis a kérdésünkre a válasz az, hogy a két változó értéke egyenlő lesz, de nem ugyanazon a memóriaterületen helyezkednek el, tehát **y** máshova mutat, teljesen önálló változó.



A helyzet más lesz referenciatípusok esetében. Mivel ők összetett típusok, ezért fizikailag lehetetlen lenne az értékeikkel dolgozni, így egy referenciatípusként létrehozott változóban tulajdonképpen csak olyan információk vannak, amelyek segítségével a CLR képes meghatározni, hogy hol keresse az „igazi” objektumot a memóriában. Viszont vigyázzunk, a referenciák nem mutatók (mint például a C++-beli pointerok), tehát azon kívül, hogy előhúzzuk a kívánt objektumot, nincs hatásunk a memóriára. Az egyszerűség kedvéért a továbbiakban is a „memóriaterületre mutat” kifejezést használjuk. Nézzük meg ezt közelebbről:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class MyClass
    {
        public int x;
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            MyClass s = new MyClass();
            s.x = 10;

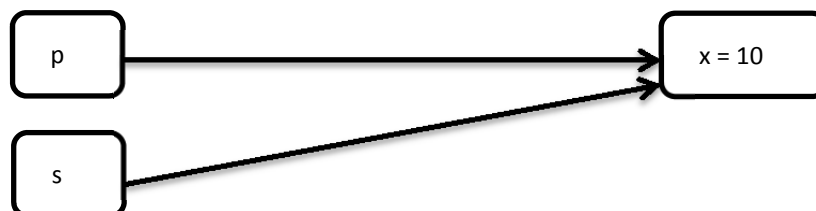
            MyClass p = s;
            p.x = 14;

            Console.WriteLine(s.x);
            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Vajon mit fog kiírni a program?

Kezdjük az elejéről! Hasonló a felállás, mint az előző forráskódnál, viszont amikor a második változónak értékül adjuk az elsőt, akkor az történik, hogy a **p** nevű referencia ugyanarra a memóriaterületre hivatkozik majd, mint **s**, vagyis tulajdonképpen annak egy álneve (**alias**) lesz. Értelemszerűen, ha **p** módosul, akkor **s** is így tesz, ezért a fenti program kimenete 14 lesz.



BOXING ÉS UNBOXING

Boxing-nak (bedobozolás) azt a folyamatot nevezzük, amely megengedi egy értéktípusnak, hogy úgy viselkedjen, mint egy referenciatípus. Korábban azt mondtuk, hogy minden típus közvetlenül vagy indirekt módon a **System.Object** -ből származik. Az értéktípusok esetében az utóbbi teljesül, ami egy igen speciális helyzetet jelent. Az értéktípusok alapvetően nem származnak az **Object**-ből, mivel így hatékony a kezelésük, nem tartozik hozzájuk semmiféle "túlsúly" (elméletileg akár az is előfordulhatna ilyenkor, hogy a referenciatípusokhoz "adott" extrák (sync blokk, metódustábla stb.) több helyet foglalnának, mint a tényleges adat).

Hogy miért van ez így, azt nagyon egyszerű kitalálni: az értéktípusok egyszerű típusok, amelyek kis mennyiségű adatot tartalmaznak, ezenkívül ezeket a típusokat különösen gyakran fogjuk használni, ezért elengedhetetlen, hogy a lehető leggyorsabban kezelhessük őket.

A probléma az, hogy az értéktípusoknak a fentiekől függetlenül illeszkedniük kell a típusrendszerbe, vagyis tudnunk kell úgy kezelni őket, mint egy referenciatípust, és itt jön képbe a boxing művelet. Nézzünk egy példát! Az eddig használt **Console.WriteLine** metódus deklarációja így néz ki:

```
public static void WriteLine(  
Object value  
)
```

Látható, hogy a paraméter típusa **object**, ami a **System.Object** rövidebb elnevezése, vagyis egy referenciatípus. Mi történik vajon, ha egy **int** típusú változót (egy értéktípust) akarunk így kiírni? A **WriteLine** metódus minden típust úgy ír ki, hogy meghívja rajtuk a **ToString** metódust, amely visszaadja az adott típus string-alakját. A baj az, hogy a **ToString**-et a **System.Object** deklarálja, ilyen módon a referenciatípusok mind rendelkeznek vele, de az értéktípusok már nem. Még nagyobb baj, hogy a **ToString** hívásához a sima **object**-ként meghatározott változóknak elő kell keríteniük a tárolt objektum valódi típusát, ami a **GetType** metódussal történik – amelyet szintén a **System.Object** deklarál –, ami nem is lenne önmagában probléma, de az értéktípusok nem tárolnak magukról típusinformációt épp a kis méret miatt.

A megoldást a **boxing** művelet jelenti, ami a következőképpen működik: a rendszer előkészít a halmon egy – az értéktípus valódi típusának megfelelő – keretet (dobozt), amely tartalmazza az eredeti változó adatait, illetve az összes szükséges információt ahhoz, hogy referencia-típusként tudjon működni – lényegében az is lesz.

Első ránézésre azt gondolná az ember, hogy a dobozolás rendkívül drága mulatság, de ez nem feltétlenül van így. A valóságban a fordító képes úgy optimalizálni a végeredményt, hogy nagyon kevés hátrányunk származzon ebből a műveletből, néhány esetben pedig nagyjából ugyanazt a teljesítményt érjük el, mint referenciatípusok esetében.

Vegyük észre, hogy az eddigi **WriteLine** hívásoknál a “konverzió” kérés nélkül – azaz implicit módon – működött annak ellenére, hogy érték- és referenciatípusok között nincs szoros reláció! Az ilyen kapcsolatot implicit konverzábilis kapcsolatnak nevezzük és nem tévesztendő össze a polimorfizmussal (hamarosan), bár nagyon hasonlóan látszanak.

A következő forráskód azt mutatja, hogy miként tudunk “kézzel” dobozolni:

```
int x = 10;  
object boxObject = x; // bedobozolva  
Console.WriteLine("X értéke: {0}", boxObject);
```

Itt ugyanaz történik, mintha rögtön az **x** változót adnánk át a metódusnak, csak éppen egy lépéssel hamarabb elkészítettük **x** referenciatípus klónját.

Az **unboxing** (vagy kidobozolás) a **boxing** ellentéte, vagyis a bedobozolt értéktípusunkból kinyerjük az eredeti értékét:

```
int x = 0;  
object obj = x; // bedobozolva  
int y = (int)obj; // kidobozolva
```

Az **object** típusú változón explicit típuskonverziót hajtottunk végre (erről hamarosan), így visszakaptuk az eredeti értéket.

A kidobozolás szintén érdekes folyamat: logikusan gondolkodva azt hinnénk, hogy most minden fordítva történik, mint a bedobozolásnál, vagyis a vermen elkészítünk egy új értéktípust és átmásoljuk az értékeket. Ez majdnem teljesen igaz, egyetlen apró kivétellel: amikor vissza akarjuk kapni a bedobozolt értéktípusunkat, akkor valójában az **unbox IL (Intermediate Language)** utasítást hívjuk meg, amely egy ún. **value-type-pointer**t ad vissza, amely a halomra másolt és bedobozolt értéktípusra mutat. Ezt a címet azonban nem használhatjuk közvetlenül a verembe másoláshoz, ehelyett az adatok egy ideiglenes vermen létrehozott objektumba másolódnak, majd onnan egy újabb másolás művelettel a számára kijelölt helyre vándorolnak.

A kettős másolás pazarlásnak tűnhet, de ez egyrészt megkerülhetetlen szabály, másrészt a JIT ezt is képes úgy optimalizálni, hogy ne legyen nagy a teljesítményvesztés.

Fontos még megjegyezni, hogy a bedobozolás után teljesen új objektum keletkezik, amelynek semmi köze az eredetihez:

```
int x = 10;
object z = x;
z = (int)z + 10;
```

```
Console.WriteLine(x); // 10
Console.WriteLine(z); // 20
```

A kimenet 10 illetve 20 lesz. Vegyük észre azt is, hogy **z**-n konverziót kellett végrehajtunk az összeadáshoz, de az értékadáshoz nem (először kidobozoltuk, összeadtuk a két számot, majd az eredményt visszadobozoltuk).

KONSTANSOK

A **const** típusmódosító kulcsszó segítségével egy objektumot konstanssá, megváltoztathatatlaná tehetünk. A konstansoknak egyetlenegyszer adhatunk (és ekkor kötelező is adnunk) értéket, mégpedig a deklarációnál. Bármely későbbi próbálkozás fordítási hibát okoz.

```
const int x; // Hiba
const int y = 10; // Ez jó
x = 11; // Hiba
```

A konstans változóknak adott értéket/kifejezést fordítási időben ki kell tudnia értékelni a fordítónak. A következő forráskód éppen ezért nem is fog lefordulni:

```
Console.WriteLine("Adjon meg egy számot: ");
const int x = int.Parse(Console.ReadLine());
```

A **Console.ReadLine** metódus egy sort olvas be a standard bemenetről (ez alapértelmezés szerint a konzol lesz, de megváltoztatható), amelyet termináló karakterrel (amely a „sor végét” jelzi, pl. Carriage Return, Line Feed stb.), pl. az Enter-rel zárunk.

A metódus egy **string** típusú értékkel tér vissza, amelyből ki kell nyernünk a felhasználó által megadott számot. Erre fogjuk használni az **int.Parse** metódust, ami paraméterként egy karaktersorozatot vár, és egész számot ad vissza. A paraméterként megadott karaktersor nem tartalmazhat numerikus karakteren kívül mást, ellenkező esetben a program kivételt dob. Ennek kiküszöbölésére rendelkezésünkre állnak a **TryParse** függvények is, ezek logikai értéket adnak vissza, amellyel jelzik, hogy a konverzió sikerült vagy sem, utóbbi esetben pedig nem dobnak kivételt.

A FELSOROLT TÍPUS

A felsorolt típus olyan adatszerkezet, amely meghatározott értékek névvel ellátott halmazát képviseli. Felsorolt típust az **enum** kulcsszó segítségével deklarálhatunk:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        enum Animal { Cat, Dog, Tiger, Wolf };

        static void Main(string[] args)
        {
            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

```
}  
}
```

Enum típust csakis metóduson kívül (osztályon belül vagy "önálló" típusként) deklarálhatunk, ellenkező esetben a program nem fordul le. Ezután így használhatjuk:

```
using System;  
  
namespace TestApp  
{  
    class Program  
    {  
        enum Animal { Cat, Dog, Tiger, Wolf };  
  
        static void Main(string[] args)  
        {  
            Animal b = Animal.Tiger;  
  
            if (b == Animal.Tiger) // Ha b egy tigris  
            {  
                Console.WriteLine("b egy tigris...");  
            }  
  
            Console.ReadKey();  
        }  
    }  
}
```

A felsorolás minden tagjának megfeleltethetünk egy egész (numerikus) értéket. Ha mást nem adunk meg, akkor alapértelmezés szerint a számozás nullától kezdődik, és deklaráció szerinti sorrendben (értsd: balról jobbra) eggyel növekszik. Ezen a módon az **enum** objektumokon explicit konverziót hajthatunk végre a megfelelő numerikus értékre:

```
Animal a = Animal.Cat;  
int x = (int)a; // x == 0  
a = Animal.Wolf;  
x = (int)a; // x == 3
```

A tagok értékei alapértelmezetten *int* típusúak, de ezen változtathatunk:

```
enum Animal : byte { Cat, Dog, Tiger, Wolf };
```

Természetesen ez együtt jár azzal, hogy a tagok értékének az adott típus értékhatárai között kell maradniuk, vagyis a példában egy tag értéke nem lehet több mint 255. Ilyen módon csakis a beépített egész numerikus típusokat használhatjuk (pl. **byte**, **long**, **uint** stb.). Azok a "nevek" amelyekhez nem rendeltünk értéket implicit módon, az őket megelőző név értékétől számítva kapják meg azt, növekvő sorrendben. Így a lenti példában **Tiger** változó értéke négy lesz:

```
using System;  
  
namespace TestApp  
{  
    class Program  
    {  
        enum Animal { Cat = 1, Dog = 3, Tiger, Wolf }  
    }  
}
```

```

static void Main(string[] args)
{
    Animal a = Animal.Tiger;
    Console.WriteLine((int)a); // 4

    Console.ReadKey();
}
}

```

Az **Enum.TryParse** metódussal **string** értékekből “gyárthatunk” felsorolt értékeket:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        enum Animal { Cat = 1, Dog = 3, Tiger, Wolf }

        static void Main(string[] args)
        {
            string s1 = "1";
            string s2 = "Dog";

            Animal a1, a2;

            Enum.TryParse(s1, true, out a1);
            Enum.TryParse(s2, true, out a2);

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

NULL TÍPUSOK

A referenciatípusok az inicializálás előtt automatikusan **null** értéket vesznek fel, illetve mi magunk is megjelölhetjük őket “beállítatlannak”:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class MyClass { }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            MyClass mc = null;
            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```


Ugyanez az értéktípusoknál már nem alkalmazható:

```
int x = null; // ez nem jó
```

Azt már láttuk, hogy a referenciatípusokra referenciákkal, azaz a nekik megfelelő memóriacímmel mutatunk, ezért lehetséges **null** értéket megadni nekik. Az értéktípusok pedig az általuk tárolt adatot reprezentálják, ezért ők nem vehetnek fel **null** értéket, mivel az ilyen típusokon ez a fogalom nincs értelmezve. Minden ilyen típus a deklarációja pillanatában (néhány kivételtől eltekintve) automatikusan a megfelelő nulla értékre inicializálódik. Azonban előfordulhat, hogy mégis szeretnénk, ha ezek a típusok is rendelkeznének egy „nem definiált” állapottal, és ebben lesznek segítségünkre a **nullable** típusok. Ezek ugyan értéktípusok, mégis kaphatnak **null** értéket.

A **nullable** típusokat a „rendes” típus után írt kérdőjellel jelezzük:

```
int? x = null; // ez már jó
```

Egy **nullable** típusra való konverzió implicit módon (külön kérés nélkül) megy végbe, míg az ellenkező irányban explicit konverzióra lesz szükségünk (vagyis ezt tudatnunk kell a fordítóval):

```
int y = 10;  
int? x = y; // implicit konverzió  
y = (int)x; // explicit konverzió
```

A DINAMIKUS TÍPUS

Ennek a fejezetnek a teljes megértéséhez szükség van az osztályok, illetve metódusok fogalmára, ezeket egy későbbi fejezetben találja meg az olvasó.

A C# 3.0 verziójáig bezárólag minden változó és objektum statikusan típusos volt, vagyis egyrészt a típust fordításkor meg kellett tudnia határozni a fordítónak, másrészt ez futási idő alatt nem változhatott meg.

A C# 4.0 bevezeti a **dynamic** kulcsszót, amely használatával dinamikusan típusossá tehetünk objektumokat. Mit is jelent ez a gyakorlatban? Lényegében azt, hogy minden **dynamic** kulcsszóval jelölt objektum bármit megtehet fordítási időben, még olyan dolgokat is, amelyek futásidejű hibát okozhatnának. Ezenkívül az összes ilyen „objektum” futásidőben megváltoztathatja a típusát is:

```
using System;  
  
namespace TestApp  
{  
    class Program  
    {  
        static void Main(string[] args)  
        {  
            dynamic x = 10;  
            Console.WriteLine(x); // x most 10  
  
            x = "szalámi";  
            Console.WriteLine(x); // x most szalámi  
  
            Console.ReadKey();  
        }  
    }  
}
```

Vegyük a következő osztályt:

```
class Test
{
    public void Method(string s)
    {
    }
}
```

Ha a fenti metódust meg akarjuk hívni, akkor meg kell adnunk számára egy string típusú paramétert is. Kivéve, ha a **dynamic**-ot használjuk:

```
dynamic t = new Test();
t.Method(); // ez lefordul
```

A fenti forráskód minden további nélkül lefordul, viszont futni nem fog.

A konstruktorok nem tartoznak az „átverhető” metódusok közé, akár használtuk a deklarációnál a **dynamic**-ot, akár nem. A paramétereket minden esetben kötelező megadnunk, ellenkező esetben a program nem fordul le. Bár a fenti tesztek „szórakoztatóak”, valójában nem túl hasznosak. A **dynamic** „hagyományos” objektumokon való használata lényegében nemcsak átláthatatlanná teszi a kódot, de komoly teljesítményproblémákat is okozhat, ezért mindenképpen kerüljük el az ilyen szituációkat!

A dinamikus típusok igazi haszna a más programnyelvekkel – különösen a script alapú nyelvekkel – való együttműködésben rejlik. A **dynamic** kulcsszó mögött egy komoly platform, a **D**ynamic **L**anguage **R**untime (DLR) áll (természetesen a **dynamic** mellett jó néhány osztály is helyet kapott a csomagban). A DLR olyan „típustalan”, azaz gyengén típusos nyelvekkel tud együttműködni, mint a Lua, JavaScript, PHP, Python vagy Ruby.

OPERÁTOROK

Amikor programozunk, utasításokat adunk a számítógépnek. Ezek az utasítások kifejezésekből állnak, a kifejezések pedig operátorokból és operandusokból, illetve ezek kombinációjából jönnek létre:

```
i = x + y;
```

Ebben az utasításban *i*-nek értékül adjuk *x* és *y* összegét. Két kifejezés is van az utasításban:

- 1. lépés: $x + y \rightarrow$ ezt az értéket jelöljük $*$ -gal
- 2. lépés: $i = *$ \rightarrow *i* értékül adjuk a $*$ -ot

Az első esetben *x* és *y* operandusok, a $+$ jel pedig az összeadás művelet operátora. Ugyanígy a második pontban *i* és $*$ (vagyis $x + y$) az operandusok, az értékadás művelet ($=$) pedig az operátor.

Egy operátornak nemcsak két operandusa lehet. A C# nyelv egy- (unáris) és három-operandusú (ternáris) operátorokkal is rendelkezik.

A következő fejezetekben megismerkedünk néhány operátorral, de nem az összessel. Ennek oka az, hogy bizonyos operátorok önmagukban nem hordoznak jelentést, egy-egy speciális részterület kapcsolódik hozzájuk. Ezért ezeket az operátorokat majd a megfelelő helyen vizsgáljuk meg (pl. az indexelő operátor most kimarad, elsőként a tömböknél találkozhat majd vele a kedves olvasó).

OPERÁTOR-PRECEDENCIA

Amikor több operátor is szerepel egy kifejezésben, a fordítónak muszáj valamilyen sorrendet (ún. precedenciát) felállítani közöttük, hiszen az eredmény ettől is függhet. Például:

```
10 * 5 + 1
```

Ennél a kifejezésnél - sorrendtől függően - az eredmény lehet 51 vagy 60. A jó megoldás az előbbi, az operátorok végrehajtásának sorrendjében a szorzás és az osztás előnyt élvez (természetesen érvényesülnek a matematikai szabályok). A legelső sorrendi helyen szerepelnek pl. a zárójeles kifejezések, utolsón pedig az értékadó operátor. Ha bizonytalanok vagyunk a végrehajtás sorrendjében, akkor mindig használjunk zárójeleket, ez a végleges programra nézve semmilyen hatással nincs (és a forráskód olvashatóságát is javítja).

A fenti kifejezés így nézne ki helyesen zárójelezve:

```
(10 * 5) + 1
```

A C# nyelv precedencia szerint 14 kategóriába sorolja az operátorokat (a kisebb sorszámút értékeli ki hamarabb a fordító):

1. Zárójel, adattag hozzáférés (pont ($.$) operátor), metódushívás, postfix inkrementáló és dekrementáló operátorok, a **new** operátor, **typeof**, **sizeof**, **checked** és **unchecked**
2. Pozitív és negatív operátorok ($x = -5$), logikai és bináris tagadás, prefix inkrementáló és dekrementáló operátorok, explicit típuskonverzió
3. Szorzás, maradékos és maradék nélküli osztás
4. Összeadás, kivonás
5. Bit-eltoló (\gg és \ll) operátorok
6. Kisebb (vagy egyenlő), nagyobb (vagy egyenlő), **as**, **is**
7. Egyenlő és nem egyenlő operátorok
8. Logikai ÉS

9. Logikai XOR
10. Logikai VAGY
11. Feltételes ÉS
12. Feltételes VAGY
13. Feltételes operátor (? :)
14. Értékadó operátor, illetve a “rövid formában” használt operátorok (pl: x +=y)

ÉRTÉKADÓ OPERÁTOR

Az egyik legáltalánosabb művelet, amit elvégezhetünk az, hogy egy változónak értéket adunk. A C# nyelvben ezt az egyenlőségjel segítségével tehetjük meg:

```
int x = 10;
```

Létrehoztunk egy *int* típusú változót, elneveztük *x*-nek, majd kezdőértékének tízet adtunk. Természetesen nem kötelező a deklarációnál megadni a definíciót (amikor meghatározzuk, hogy a változó milyen értéket kapjon), ezt el lehet halasztani:

```
int x;  
x = 10;
```

Ennek ellenére ajánlott akkor értéket adni egy változónak, amikor deklaráljuk.

Egy változónak nemcsak konstans értéket, de egy másik változót is értékül adhatunk, de csakis abban az esetben, ha a két változó azonos típusú, illetve ha létezik megfelelő konverzió (a típuskonverziókkal egy későbbi fejezet foglalkozik).

```
int x = 10;  
int y = x; // y értéke most 10
```

MATEMATIKAI OPERÁTOROK

A következő példában a matematikai operátorok használatát vizsgáljuk meg:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int x = 10;
            int y = 3;
            int z = x + y; // Összeadás: z = 10 + 3
            Console.WriteLine(z); // Kiírja az eredményt: 13
            z = x - y; // Kivonás: z = 10 - 3
            Console.WriteLine(z); // 7
            z = x * y; //Szorzás: z = 10 * 3
            Console.WriteLine(z); //30
            z = x / y; // Maradék nélküli osztás: z = 10 / 3;
            Console.WriteLine(z); // 3
            z = x % y; // Maradékos osztás: z = 10 % 3
```

```

        Console.WriteLine(z); // Az osztás maradékát írja ki: 1
        Console.ReadKey(); //Vár egy billentyű leütésére
    }
}
}

```

RELÁCIÓS OPERÁTOROK

A relációs operátorok segítségével egy adott értékkészlet elemei közötti viszonyt tudjuk lekérdezni. Relációs operátort használó műveletek eredménye vagy igaz (**true**) vagy hamis (**false**) lesz. A numerikus típusokon értelmezve van egy rendezés reláció:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int x = 10;
            int y = 23;

            Console.WriteLine(x > y); // Kiírja az eredményt: false
            Console.WriteLine(x == y); // false
            Console.WriteLine(x != y); // x nem egyenlő y-nal: true
            Console.WriteLine(x <= y); // x kisebb-egyenlő mint y: true

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Az első sor egyértelmű, a másodikban az egyenlőséget vizsgáljuk a kettős egyenlőségjellel. Ilyen esetekben figyelni kell, mert egy elütés is nehezen kideríthető hibát okoz, amikor egyenlőség helyett az értékadó operátort használjuk. Az esetek többségében ugyanis így is lefordul a program, működni viszont valószínűleg rosszul fog.

A relációs operátorok összefoglalása:

x > y	x nagyobb, mint y
x >= y	x nagyobb vagy egyenlő, mint y
x < y	x kisebb, mint y
x <= y	x kisebb vagy egyenlő, mint y
x == y	x egyenlő y-nal
x != y	x nem egyenlő y-nal

LOGIKAI ÉS FELTÉTELES OPERÁTOROK

A C# logikai típusa (**bool**) két értéket képes felvenni: igaz (**true**) és hamis (**false**). Ennek a típusnak a segítségével elvégezhetők a szokásos logikai műveletek, ezeket nézzük most meg.

```

using System;

```

```

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            bool l = true;
            bool k = false;

            if (l == true && k == false)
            {
                Console.WriteLine("Igaz");
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

A fenti példában először felvettünk két logikai változót, az elsőnek „igaz”, a másodiknak „hamis” értéket adtunk. Ezután egy elágazás következik, erről bővebben egy későbbi fejezetben lehet olvasni, a lényeg az, hogy ha a zárójelben megadott feltétel igaz, akkor végrehajtja a blokkjában lévő utasítás(oka)t.

A példában az „ÉS” (&&) operátort használtuk, ez két operandust vár, és akkor ad vissza „igaz” értéket, ha mindkettő „igaz” értéket képvisel. Ebből következik az is, hogy akár az előző fejezetben megismert relációs operátorokból felépített kifejezések vagy matematikai formulák is lehetnek operandusok. A program nem sok mindent tesz, csak kiírja, hogy „Igaz”. Nézzük az „ÉS” igazságtáblázatát:

A	B	Eredmény
hamis	hamis	hamis
hamis	igaz	hamis
igaz	hamis	hamis
igaz	igaz	igaz

A fenti forráskód jó gyakorlás az operátor-precedenciához, az elágazás feltételében először az egyenlőséget fogjuk vizsgálni (a hetes számú kategória) és csak utána a feltételes ÉS –t (tizenegyes kategória).

A második operátor a „VAGY” (||):

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            bool l = true;
            bool k = false;

            if (l == true || k == true)
            {
                Console.WriteLine("Igaz");
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

```

    }
}

```

A „VAGY” (||) operátor akkor térít vissza „igaz” értéket, ha az operandusai közül legalább az egyik „igaz”. Ez a program is ugyanazt csinálja, mint az előző, a különbség a feltételben van. Látható, hogy **k** biztosan nem „igaz”, hiszen éppen előtte kapott „hamis” értéket. A „VAGY” igazságtáblázata:

A	B	Eredmény
hamis	hamis	hamis
hamis	igaz	igaz
igaz	hamis	igaz
igaz	igaz	igaz

Az eredmény kiértékelése az ún. „lusta kiértékelés” (vagy „rövidzár”) módszerével történik, azaz a program csak addig vizsgálja a feltételt, amíg muszáj. Tudni kell azt is, hogy a kiértékelés mindig balról jobbra halad, ezért pl. a fenti példában **k** soha nem fog kiértékelődni, mert **l** van az első helyen, és mivel ő „igaz” értéket képvisel, ezért a feltétel is biztosan teljesül.

A harmadik a „tagadás” vagy negáció (!):

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int x = 10;

            if (!(x == 11))
            {
                Console.WriteLine("X nem egyenlő 11 -gyel!");
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Ennek az operátornak egy operandusa van (ez a példában a zárójelben lévő kifejezés), és akkor ad vissza igaz értéket, ha az operandusban megfogalmazott feltétel hamis. A „tagadás” igazságtáblája:

A	Eredmény
hamis	igaz
igaz	hamis

Ez a három operátor ún. feltételes operátor, közülük pedig az „ÉS” és a „VAGY” operátoroknak létezik „csonkolt” logikai párja is. A különbség annyi, hogy a logikai operátorok az eredménytől függetlenül kiértékelik a teljes kifejezést, nem élnek a lusta kiértékeléssel.

A logikai „VAGY” művelet:

```

if (l == true | k == true)
{
    Console.WriteLine("Igaz");
}

```

```
}
```

A logikai „ÉS”:

```
if (l == true & k == false)
{
    Console.WriteLine("Igaz");
}
```

A logikai operátorok családjához tartozik (ha nem is szorosan) a feltételes operátor. Ez az egyetlen háromoperandusú (ternáris) operátor, és a következőképpen működik:

```
feltétel ? igaz-ág : hamis-ág;
```

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int x = 10;
            int y = 10;

            Console.WriteLine((x == y) ? "Egyenlő" : "Nem egyenlő");
            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Az operátor úgy működik, hogy a kérdőjel előtti kifejezést kiértékeli, majd megnézi, hogy a kifejezés igaz vagy hamis. Ha igaz, akkor a kérdőjel utáni érték lesz a teljes kifejezésünk értéke, ha pedig hamis, akkor a kettőspont utáni. Természetesen a két kifejezés ugyanazt a típust kell, hogy képviselje, ellenkező esetben nem fordul el a program.

Egyszerűbb **if-else** (erről később) ágakat lehet általa kiváltani, sok gépelést megspórolhatunk vele és a kódunk is kompaktabb, áttekinthetőbb lesz tőle.

BIT OPERÁTOROK

Az előző fejezetben említett logikai operátorok bitenkénti műveletek elvégzésére is alkalmasak. A számítógép az adatokat kettes számrendszerbeli alakban tárolja, így például ha van egy **byte** típusú változónk (ami egy byte, azaz 8 bit hosszúságú), aminek a „2” értéket adjuk, akkor az a következőképpen jelenik meg a memóriában:

2 → 00000010

A bit operátorok ezzel a formával dolgoznak. Az eddig megismert kettő mellé jön négy másik operátor is. A műveletek:

Bitenkénti „ÉS”: veszi a két operandus bináris alakját, és a megfelelő bitpárokon elvégzi az „ÉS” műveletet, azaz ha mindkét bit 1 állásban van, akkor az adott helyen az eredményben is az lesz, egyébként pedig 0:

```
01101101
```


00010001 **AND**
00000001

Elég egyértelmű, hogy az „ÉS” igazságtáblát használtuk az eredmény kiszámolásához.

Példa:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Console.WriteLine(10 & 2); // 1010 & 0010 = 0010 = 2

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A programot futtatva látni fogjuk, hogy a **Console.WriteLine** a művelet eredményét tízes számrendszerben írja majd ki.

A bitenkénti „VAGY” hasonlóan működik, mint az „ÉS”, de a végeredményben egy bit értéke akkor lesz 1, ha a két operandus adott bitje közül valamelyik legalább az:

01101101
00010001 **OR**
01111101

Példa a „VAGY”-ra:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Console.WriteLine(10 | 2); // 1010 | 0010 = 1010 = 10

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Biteltolás balra: a kettes számrendszerbeli alak „felső” bitjét eltoljuk, majd a jobb oldalon keletkező „üres” bitet nullára állítjuk. Az operátor jele: <<.

10001111 **LEFT SHIFT**
10001110

Példa:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int x = 143;

            Console.WriteLine(x << 1); // 10001111 (=143) << 1 = 100011110 = 286

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Amikor biteltolást végzünk, figyelniünk kell arra, hogy a művelet végeredménye minden esetben 32 bites, előjeles szám (**int**) lesz. Ennek nagyon egyszerű oka az, hogy így biztosítja a .NET, hogy az eredmény elférjen (a fenti példában használt 143 pl. pontosan 8 biten felírható szám, azaz egy **byte** típusban már nem férne el az eltolás után, hiszen akkor 9 bitre lenne szükségünk).

Biteltolás jobbra: most az alsó bitet toljuk el, és felül pótoljuk a hiányt. Az operátor: **>>**. Példa:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            byte x = 143;

            Console.WriteLine(x >> 1); // 10001111 (=143) >> 1 = 01000111 = 71

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Vegyük észre, hogy amíg a balra való eltolás ténylegesen – fizikailag – hozzátett az eredeti számunkhoz, addig a jobbra tolás elvesz belőle, hiszen a „felülre” érkező nulla bitek nem hasznosulnak az eredmény szempontjából! Értelmszerűen a balra tolás ezért mindig növelni, a jobbra tolás pedig mindig csökkenteni fogja az eredményt.

Ennél is tovább mehetünk, felfedezve a biteltolások valódi hasznát: egy n bittel balra tolás megfelel az alapszám 2 az n -edik hatványával való szorzásnak:

$$143 \ll 1 = 143 * (2^1) = 286$$

$$143 \ll 2 = 143 * (2^2) = 572$$

Ugyanígy a jobbra tolás ugyanazzal a hatvánnyal oszt (nullára kerekítéssel):

$$143 \gg 1 = 143 / (2^1) = 71$$

$$143 \gg 2 = 143 / (2^2) = 35$$

Amikor olyan programot készítünk, amely erősen épít kettővel vagy hatványaival való szorzásra/osztásra, akkor ajánlott bitműveleteket használni, mivel ezeket a processzor sokkal gyorsabban végzi el, mint a hagyományos szorzást (tulajdonképpen a szorzás a processzor egyik leglassabb művelete).

RÖVID FORMA

Vegyük a következő példát:

```
x = x + 10;
```

Az **x** nevű változót megnöveltük tízzel. Csakhogy ez a megoldás nem túl hatékony. Mi történik valójában? Elsőként értelmezni kell a jobb oldalt, azaz ki kell értékelni **x**-et, hozzá kell adni tízet, és eltárolni a veremben. Ezután ismét kiértékeljük **x**-et, ezúttal a bal oldalon. Szerencsére van megoldás, mégpedig az ún. rövid forma. A fenti sorból ez lesz:

```
x += 10;
```

Rövidebb, szebb és hatékonyabb. Az összes aritmetikai operátornak létezik rövid formája.

Az igazsághoz azért az is hozzátartozik, hogy a fordítóprogram elvileg felismeri a fent felvázolt szituációt, és a rövid formával egyenértékű IL-t készít belőle (más kérdés, hogy a forráskód így viszont szebb és olvashatóbb).

A probléma ugyanaz, de a megoldás más a következő esetben:

```
x = x + 1;
```

Szemmel láthatóan ugyanaz a baj, azonban az eggyel való növelésre/csökkentésre van önálló operátorunk:

```
++x és --x  
x++ és x--
```

Ebből az operátorból rögtön két verziót is kapunk, prefixes (++/-- elöl) és postfixes (++/-- hátul) formát. A prefixes alak pontosan azt teszi, amit elvárunk tőle, azaz megnöveli (vagy csökkenti) az operandusát eggyel.

A postfixes forma egy kicsit bonyolultabb, elsőként létrehoz egy átmeneti változót, amiben eltárolja az operandusa értékét, majd megnöveli eggyel az operandust, végül visszaadja az átmeneti változót. Ez elsőre talán nem tűnik hasznosnak, de vannak helyzetek, amikor lényegesen megkönnyíti az életünket a használata.

Attól függően, hogy növeljük vagy csökkentjük az operandust, inkrementáló illetve dekrementáló operátorról beszélünk. Ez az operátor használható az összes beépített numerikus típuson, valamint a **char** illetve **enum** típusokon is, mivel ezeknek van numerikus megfelelőjük.

EGYÉB OPERÁTOROK

Unáris ('+' és '-'): az adott szám pozitív illetve negatív értékét jelezzük vele:

```
using System;  
  
namespace TestApp  
{  
    class Program  
    {  
        static void Main(string[] args)
```

```

{
    int x = 10;
    int y = 10 + (-x);

    Console.WriteLine(y);
    Console.ReadKey();
}
}
}

```

Ez a program nullát fog kiírni (természetesen érvényesülnek a matematikai szabályok). Ezeket az operátorokat csakis előjeles típusokon használhatjuk, mivel az operátor **int** típussal tér vissza (akkor is, ha pl. **byte** típusra alkalmaztuk). A következő két sor fordítási hibát okoz, mivel az **int** típus nem fér el a **byte** típusban:

```

byte x = 10;
byte y = -x;

```

A **typeof** az operandusa típusát adja vissza:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int x = 143;

            if (typeof(int) == x.GetType())
            {
                Console.WriteLine("x típusa int");
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

A változón meghívott **GetType** metódus a változó típusát adja vissza (ez egy **System.Object**-hez tartozó metódus, így a használatához dobozolni kell az objektumot).

A **sizeof** operátor a „paramétereként” megadott értéktípus méretét adja vissza byte-ban. Ez az operátor kizárólag **unsafe** (ld. Unsafe mód fejezet) módban használható és csakis értéktípusokon (illetve pointer típusokon):

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            unsafe
            {

```

```

        Console.WriteLine(sizeof(int));
    }

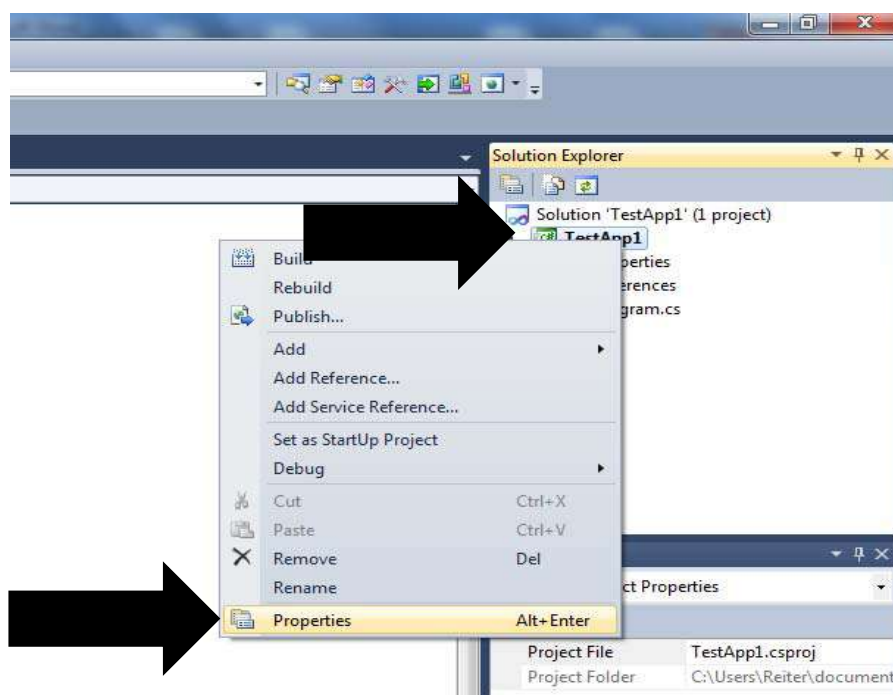
    Console.ReadKey();
}
}
}

```

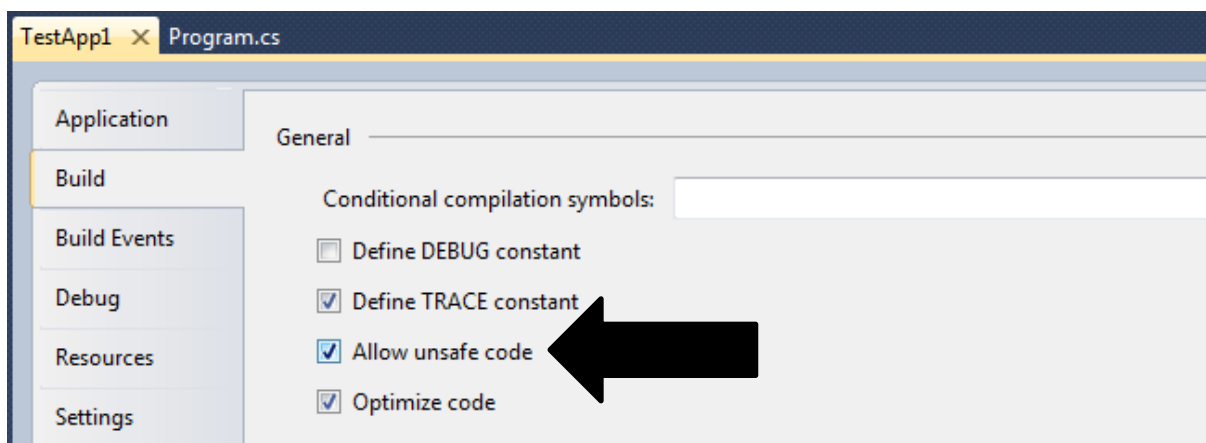
Ez a program négyet fog kiírni, hiszen az **int** típus 32 bites, azaz 4 byte méretű típus. A programot az *unsafe* kapcsolóval kell lefordítanunk parancssorból való fordításkor:

```
csc /unsafe main.cs
```

Illetve ha Visual Studio-val dolgozunk, akkor kattintsunk jobb gombbal a Solution Explorerben a projekten, és válasszuk a Properties elemet:



Ezután a megnyíló „oldalban” a Build fülön jelöljük be az „Allow unsafe code” négyzetet:



VEZÉRLÉSI SZERKEZETEK

Vezérlési szerkezetnek a program utasításainak sorrendiségét szabályozó konstrukciókat nevezzük.

SZEKVENCIA

A legegyszerűbb vezérlési szerkezet a szekvencia. Ez tulajdonképpen egymás után megszabott sorrendben végrehajtott utasításokból áll. A szekvencia minden más vezérlési szerkezet építőköve.

ELÁGAZÁS

Gyakran előfordul, hogy meg kell vizsgálnunk egy állítást, és attól függően, hogy igaz vagy hamis, a programnak más-más utasítást kell végrehajtania. Ilyen esetekben elágazást használunk:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int x = 10;

            if (x == 10) // Ha x egyenlő 10-zel
            {
                Console.WriteLine("x értéke 10");
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Az elágazás feltételében az egyenlőség operátort használtuk, és ide kapcsolódik egy viszonylag gyakori hiba: ha véletlenül csak „sima” egyenlőségjelet írunk, az fordítási hibának minősül:

```
if (x = 10) // hiba
{
}

}
```

Vannak nyelvek, amelyek ezt a formát is megengedik, ezzel automatikusan értéket adva a feltételben szereplő változónak, de a C# nem ilyen.

A feltételben szereplő kifejezésnek minden esetben logikai értéket kell visszaadnia, vagy pedig az eredménynek konvertálhatónak kell lennie **bool** típusra.

A feltételbe nem írhatunk numerikus értéket visszaadó kifejezést, illetve null értéket sem vizsgálhatunk pusztán a referencia nevének megadásával:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int x = 11;

            if (x) // ez nem fordul le
            {
            }

            if (x > 0) // ez már jó
            {
            }

            Program p = null;

            if (!p) // ez sem fordul le
            {
            }

            if (p == null) // ez már jó
            {
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Természetes az igény arra is, hogy azt a helyzetet is kezelni tudjuk, amikor **x** értéke nem tíz. Ilyenkor használjuk az **else** ágat:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int x = 11;

            if (x == 10) // Ha x egyenlő 10-zel
            {
                Console.WriteLine("x értéke 10");
            }
            else // Ha pedig nem
            {
                Console.WriteLine("x értéke nem 10");
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

```
}  
}  
}
```

Az **else** szerkezet akkor lép működésbe, ha a hozzá kapcsolódó feltétel(ek) nem igaz(ak). Önmagában **else** ág nem állhat, nem is lenne sok értelme.

A fenti helyzetben írhattuk volna ezt is:

```
using System;  
  
namespace TestApp  
{  
    class Program  
    {  
        static void Main(string[] args)  
        {  
            int x = 11;  
  
            if (x == 10) // Ha x egyenlő 10-zel  
            {  
                Console.WriteLine("x értéke 10");  
            }  
  
            if (x != 10) // Ha pedig x nem 10  
            {  
                Console.WriteLine("x értéke nem 10");  
            }  
  
            Console.ReadKey();  
        }  
    }  
}
```

Ez a program pontosan ugyanazt csinálja, mint az előző, de van egy nagy különbség közöttük: mindkét feltételt ki kell értékelnie a programnak, hiszen két különböző szerkezetről beszélünk (ez egyúttal azzal is jár, hogy a feltételtől függően mindkét állítás lehet igaz).

Arra is van lehetőségünk, hogy több feltételt is megvizsgáljunk, ekkor **else-if** szerkezetet használunk:

```
using System;  
  
namespace TestApp  
{  
    class Program  
    {  
        static void Main(string[] args)  
        {  
            int x = 13;  
  
            if (x == 10) // ha x értéke 10  
            {  
                Console.WriteLine("x értéke 10");  
            }  
            else if (x == 12) // vagy 12  
            {  
                Console.WriteLine("x értéke 12");  
            }  
        }  
    }  
}
```



```

        else // ha pedig valami más
        {
            Console.WriteLine("x értéke nem 10 vagy 12");
        }

        Console.ReadKey();
    }
}

```

A program az első olyan ágot hajtja végre, amelynek a feltétele teljesül (vagy ha egyik feltétel sem bizonyult igaznak, akkor az **else** ágot – ha adtunk meg ilyet).

Egy elágazásban pontosan egy darab **if**, bármennyi **else-if** és pontosan egy **else** ág lehet. Egy elágazáson belül is írhatunk elágazást.

Az utolsó példában olyan változót vizsgáltunk, amely nagyon sokféle értéket vehet fel. Nyilván ilyenkor nem tudunk minden egyes állapothoz feltételt írni (pontosabban tudunk, csak az nem lesz szép). Ilyen esetekben azonban van egy egyszerűbb és elegánsabb megoldás, mégpedig a **switch-case** szerkezet. Ezt akkor használjuk, ha egy változó több lehetséges állapotát akarjuk vizsgálni:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int x = 11;

            switch (x)
            {
                case 10:
                    Console.WriteLine("x értéke 10");
                    break;
                case 11:
                    Console.WriteLine("x értéke 11");
                    break;
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

A **switch** szerkezeten belül megadhatjuk azokat az állapotokat, amelyekre reagálni szeretnénk. Az egyes esetek utasításai után meg kell adnunk, hogy mi történjen ezután. Az ágak a kijelölt feladatuk végrehajtása után a **break** utasítással kilépnek a szerkezetből.

Természetesen nem kell minden lehetséges állapotot megvizsgálnunk, csak azokat, amelyek számunkra érdekesek. A fenti példában elég nagy bajban is lennénk, ha minden egyes számot külön akarnánk vizsgálni. Erre a célra használhatjuk a **default** ágot, amely gyakorlatilag az **else** ágnak felel meg.

Ha nincs olyan ág, amely kezelné az éppen aktuális értéket, akkor vagy a **default** ág kapja meg a vezérlést, vagy ha nem írtunk ilyet, akkor a **switch** szerkezetből kilépve folytatódik a program futása.

```

using System;

```

```

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        enum Animal { TIGER, WOLF, CAT, DOG };

        static void Main(string[] args)
        {
            Animal animal = Animal.DOG;

            switch (animal)
            {
                case Animal.TIGER:
                    Console.WriteLine("Tigris");
                    break;
                default:
                    Console.WriteLine("Nem ismerem ezt az állatot!");
                    break;
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

A C++ nyelvtől eltérően a C# nem engedélyezi, hogy **break** utasítás hiányában egyik állapotból átcsússzunk egy másikba. Ez alól a szabály alól egyetlen kivétel van, ha az adott ág nem tartalmaz semmilyen utasítást:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        enum Animal { TIGER, WOLF, CAT, DOG };

        static void Main(string[] args)
        {
            Animal animal = Animal.DOG;

            switch (animal)
            {
                case Animal.TIGER:
                case Animal.DOG:
                default:
                    Console.WriteLine("Ez egy állat!");
                    break;
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

A **break** utasításon kívül használhatjuk a **goto**-t is, ekkor átugrunk a megadott ágra:

```

using System;

```

```

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        enum Animal { TIGER, WOLF, CAT, DOG };

        static void Main(string[] args)
        {
            Animal animal = Animal.DOG;

            switch (animal)
            {
                case Animal.TIGER:
                    goto default;
                case Animal.DOG:
                    goto default;
                default:
                    Console.WriteLine("Ez egy állat!");
                    break;
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

CIKLUS

Amikor egy adott utasítássorozatot egymás után többször kell végrehajtanunk, akkor ciklust használunk. A C# négyféle ciklust biztosít számunkra.

For ciklus

Az első az ún. számlálós ciklus (nevezzük **for**-ciklusnak). Nézzük a következő programot:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            for (int i = 0; i < 10; ++i)
            {
                Console.WriteLine(i);
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Vajon mit ír ki a program? Mielőtt ezt megmondanám, először inkább nézzük meg azt, hogy mit csinál: a **for** utáni zárójelben találjuk az ún. ciklusfeltételt, ez minden ciklus része lesz, és azt adjuk meg benne, hogy milyen feltétele van a ciklus futásának. A számlálós ciklus feltétele első ránézésre eléggé összetett, de ez ne tévesszen meg minket, valójában nem az. Mindössze három kérdésre kell választ adnunk: Honnan? Meddig? Hogyan?

Menjünk sorjában: a „Honnan?”-ra adott válaszban megmondjuk azt, hogy milyen típust használunk a számoláshoz és azt, hogy honnan kezdjük a számolást. Tulajdonképpen ebben a lépésben adjuk meg az ún. ciklusváltozót, amelyre a ciklusfeltétel épül. A fenti példában egy **int** típusú ciklusváltozót hoztunk létre a ciklusfeltételen belül, és nulla kezdőértéket adtunk neki.

A ciklusváltozó neve konvenció szerint *i* lesz az angol iterate – ismétél szóból. Több ciklusváltozó használatakor általában *i*, *j*, *k*, ... sorrendet követünk.

Mivel a ciklusfeltétel után blokkot nyitunk, azt hinné az ember, hogy a ciklusváltozó lokális lesz a ciklus blokkjára (a **for** után következő kapcsos zárójelekkel határolt részre) nézve, de ez nem fedi a valóságot. A ciklusfeltételen belül deklarált ciklusváltozó lokális lesz a *ciklust tartalmazó blokkra* (vagyis ebben az esetben a teljes **Main** függvényre) nézve. Épp ezért a következő forráskód nem fordulna le, hiszen *i* már létezik:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            for (int i = 0; i < 10; ++i)
            {
                Console.WriteLine(i);
            }

            int i = 10; // itt a hiba, i már létezik

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Következzen a „Meddig?”! Most azt kell megválaszolnunk, hogy a ciklusváltozó mely értéke tesz eleget a ciklusfeltételnek. Ebben a példában *i*-nek kisebbnek kell lennie tíznél, vagyis kilenc még jó, de ha ennél nagyobb, akkor a ciklust be kell fejezni.

Természetesen bonyolultabb kifejezést is megadhatunk:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            for (int i = 1; i < 10 && i != 4; ++i)
            {
                Console.WriteLine(i);
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Persze ennek a programnak különösebb értelme nincs, de a ciklusfeltétel érdekesebb. Addig megy a ciklus, amíg *i* kisebb tíznél és nem egyenlő négygel. Értelemszerűen csak háromig fogja kiírni a számokat, hiszen mire a négyhez ér, a ciklusfeltétel már nem lesz igaz.

Utoljára a „Hogyan?” kérdésre adjuk meg a választ, vagyis azt, hogy milyen módon változtatjuk a ciklusváltozó értékét. A leggyakoribb módszer a példában is látható inkrementáló (vagy dekrementáló) operátor használata, de itt is megadhatunk összetett kifejezést:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            for (int i = 0; i < 10; i += 2)
            {
                Console.WriteLine(i);
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Ebben a kódban kettesével növeljük a ciklusváltozót, vagyis a páros számokat írjuk ki a képernyőre.

Most már eleget tudunk ahhoz, hogy választ adjunk arra, hogy az első programunk mit csinál: nullától kilencig kiírja a számokat.

A **for** ciklusból tetszés szerint elhagyhatjuk a ciklusfej bármely részét – akár az egészet is, ekkor végtelen ciklust készíthetünk. Végtelen ciklusnak nevezzük azt a ciklust, amely soha nem ér véget. Ilyen ciklus születhet programozási hibából, de szándékosan is, mivel néha erre is szükségünk lesz.

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            for (;;)
            {
                Console.WriteLine("Végtelen ciklus");
            }
        }
    }
}
```

A „program” futását a Ctrl+C billentyűkombinációval állíthatjuk le, ha parancssorból futtattuk.

While ciklus

Második kliensünk az elől-tesztelési ciklus (mostantól hívjuk **while-ciklusnak**), amely onnan kapta a nevét, hogy a ciklusmag végrehajtása előtt ellenőrzi a ciklusfeltételt, ezért előfordulhat az is, hogy a ciklustörzs egyszer sem fut le:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int i = 0; // ciklusváltozó deklaráció
            while (i < 10) // ciklusfeltétel: fuss amíg i kisebb, mint 10
            {
                Console.WriteLine("i értéke: {0}", i);
                ++i; // ciklusváltozó növelése
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

A program ugyanazt csinálja, mint a számlálós ciklusnál bemutatott példa, viszont itt jól láthatóan elkülönülnek a ciklusfeltételért felelős utasítások (kezdőérték, ciklusfeltétel, növel/csökkent).

Működését tekintve az elől-tesztelési ciklus hasonlít a számlálósra (mindkettő először a ciklusfeltételt ellenőrzi), de az előbbi sokkal rugalmasabb, mivel több lehetőségünk van a ciklusfeltétel megválasztására.

A változó értékének kiírásánál a **Console.WriteLine** egy másik verzióját használtuk, amely ún. formátum-sztringet kap paraméterül. Az első paraméterben a kapcsos zárójelek között megadhatjuk, hogy a további paraméterek közül melyiket helyettesítse be a helyére (nullától számozva).

Do-While ciklus

A harmadik versenyző következik, őt hátul-tesztelési ciklusnak hívják (legyen *do-while*), nem nehéz kitalálni, hogy azért kapta ezt a nevet, mert a ciklusmag végrehajtása után ellenőrzi a ciklusfeltételt, így legalább egyszer biztosan lefut:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int i = 0;
            do
            {
                Console.WriteLine("i értéke: {0}", i);
                ++i;
            } while (i < 10);

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

ForEach ciklus

Végül – de nem utolsósorban – a **foreach** (neki nincs külön neve) ciklus következik. Ezzel a ciklussal végigiterálhatunk egy tömbön vagy gyűjteményen, illetve minden olyan objektumon, ami megvalósítja az **IEnumerable** és **IEnumerator** interfészeket (interfészekről egy későbbi fejezet fog beszámolni, ott lesz szó erről a kettőről is).

A példánk most nem a már megszokott „számljunk el kilencig” lesz, helyette végigmegyünk egy **string** objektumon:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            string str = "abcdefghijklmnopqrstuvwxyz";

            foreach (char ch in str)
            {
                Console.Write(ch);
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A ciklusfejben felvesszünk egy **char** típusú változót (egy **string** karakterekből áll), utána az **in** kulcsszó következik, amivel kijelöljük azt a „listát”, amelynek elemein végig szeretnénk menni. A példában használt **ch** változó nem ciklusváltozó, hanem ún. iterációs változó, amely felveszi az iterált gyűjtemény aktuális elemének értékét. Gyakorlatilag itt egy referenciáról van szó (legalábbis referenciatípusú elemek esetén), de a **foreach** ciklus nem módosíthatja egy gyűjtemény elemeit (le sem fordulna ebben az esetben a program).

Ez a ciklus kétféle módon képes működni: ha a lista, amin alkalmazzuk, megvalósítja az **IEnumerable** és **IEnumerator** interfészeket, akkor azokat fogja használni, ha nem, akkor pedig hasonló lesz a végeredmény, mint egy számlálás ciklus esetében (leszámítva az iterációs változót, az mindenképpen megmarad).

A **foreach** pontos működésével az interfészekről szóló fejezet foglalkozik majd, ahol többek között megvalósítunk egy osztályt, amelyen képes végigiterálni (azaz megvalósítjuk az **IEnumerable** és **IEnumerator** interfészeket).

Yield

A **yield** kifejezés lehetővé teszi, hogy egy ciklusból olyan osztályt generáljon a fordító, amely megvalósítja az **IEnumerable** interfészt, és ezáltal használható legyen pl. a **foreach** ciklussal.

A **yield** használatához szükség van a **System.Collections** névtérre. Amennyiben ez nem szerepel a felvett névterek között, az IntelliSense nem nyújt segítséget, illetve fordítási hibát is okoz.

Ha már beírtuk az **IEnumerable** kifejezést, és a Visual Studio aláhúzza pirossal (mivel nem adtuk meg a névteret), akkor két lehetőségünk van ennek a problémának a megoldására (valójában három, ha kézzel beírjuk a névteret, de hát a programozók lusták):

1. Jobb klikk rajta, és a helyi menüből válasszuk a Resolve->Using System.Collections; sort!
2. Ctrl + . billentyűkombináció

```

using System;
using System.Collections;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static public IEnumerable EnumerableMethod(int max)
        {
            for (int i = 0; i < max; ++i)
            {
                yield return i;
            }
        }

        static void Main(string[] args)
        {
            foreach (int i in EnumerableMethod(10))
            {
                Console.Write(i);
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

A **yield** működési elve a következő: a legelső metódushívásnál a ciklus megtesz egy lépést, ezután „kilépünk” a metódusból – de annak állapotát megőrizzük, azaz a következő hívásnál nem újraindul a ciklus, hanem onnan folytatja, ahol legutóbb abbahagytuk.

GYAKORLÓ FELADATOK

SZORZÓTÁBLA

Készítsünk szorzótáblát! A program vagy a parancssori paraméterként kapott számot használja, vagy ha illet nem adtunk meg, akkor generáljon egy véletlen számot.

Megoldás (7/Mtable.cs)

Észrevehettük már, hogy a Main függvény rendelkezik egy paraméterrel, ami egy **string** típusú elemekből álló tömb (tömbökről a következő fejezetek adnak több tájékoztatást, most ez nem annyira lesz fontos). Ebben a tömbben lesznek az ún. parancssori paramétereink.

De mi is az a parancssori paraméter? Egy nagyon egyszerű példát nézzünk meg: fordítsunk le egy C# nyelvű forráskódot:

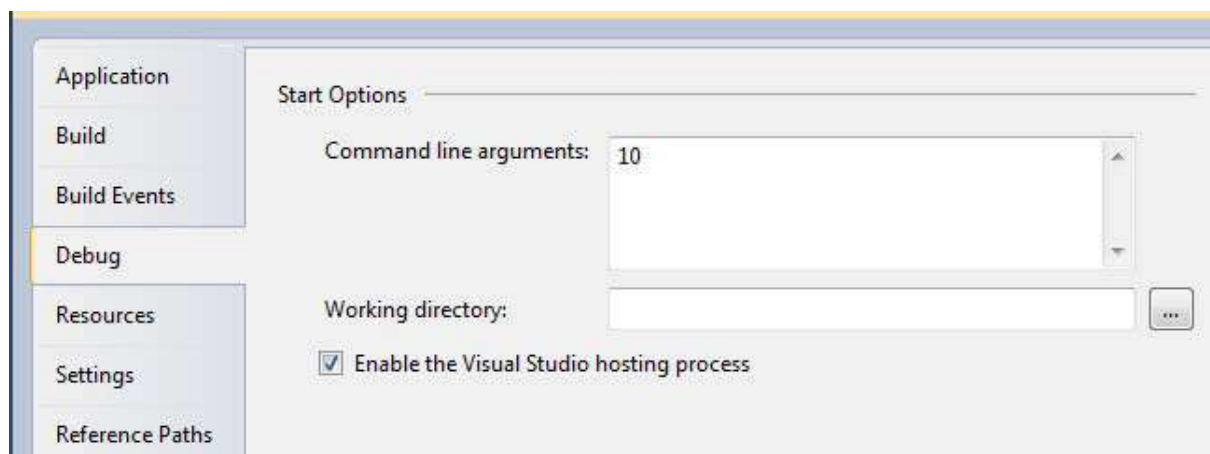
```
csc main.cs
```

Ebben az esetben a **csc** a fordítóprogram neve, míg a forráskódot tartalmazó fájl neve a paraméter. Ha ezt vesszük alapul, akkor az **args** tömb egyetlen elemet tartalmaz a **csc**-re nézve, mégpedig a „main.cs” –t. Lássuk, hogy hogyan fog ez kinézni a mi programunkban (feltesszük, hogy mul.exe lesz a neve):

```
mul.exe 12
```

Ebben az esetben a 12 –es szorzótáblát szeretnénk látni.

Eddig parancssoros futtatásról beszéltünk, de ehhez valójában nem kell elhagyni a Visual Studio-t. Nyissuk meg a Properties ablakot (jobb klikk a projekten és Properties), majd a Debug fülön a Command Line Arguments szövegdobozba be is írhatjuk a paramétereket. Ha több is van, szóközzel válasszuk el őket!



A következő lépésben fejlesszük tovább a programot, hogy írja ki a paraméterként megadott szám kétszeresét! Ehhez még szükségünk van arra is, hogy számtípussá alakítsuk a paramétert, hiszen azt **stringként** kapjuk meg. Erre a feladatra az **int.Parse** metódust használjuk majd, amely számmá konvertálja a paramétereként kapott szöveget (persze csak akkor, ha ez lehetséges, egyébként kivételt dob).

A forráskód most így alakul:

```
using System;  
  
namespace TestApp  
{
```

```

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        int number = int.Parse(args[0]);
        Console.WriteLine(number * 2);

        Console.ReadKey();
    }
}

```

Mivel a tömböket mindig nullától kezdve indexeljük, ezért az első parancssori paraméter – a megadott szám – a „nulladik” helyen lesz.

A program futtatásakor megkapjuk az eredményt, ami 20 lesz. Egyetlen probléma van, a program „összeomlik”, ha nem adunk meg paramétert.

Most módosítsuk úgy, hogy figyelmeztesse a felhasználót, hogy meg kell adnia egy számot is! Ezt úgy fogjuk megoldani, hogy lekérdezzük a paramétereket tartalmazó tömb hosszát, és ha ez az érték nulla, akkor kiírjuk az utasítást:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            if (args.Length == 0)
            {
                Console.WriteLine("Adjon meg egy paramétert!");
            }
            else
            {
                int number = int.Parse(args[0]);
                Console.WriteLine(number * 2);
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Egy kicsit szebb lesz a forráskód, ha az **else** ág használata helyett az **if** ágba teszünk egy **return** utasítást, amely visszaadja a vezérlést annak a „rendszernek”, amely az őt tartalmazó metódust hívta (ez a metódus jelen esetben a **Main**, őt pedig mi – vagyis inkább az operációs rendszer – hívta, azaz a program befejezi a futását):

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            if (args.Length == 0)
            {
                Console.WriteLine("Adj meg egy paramétert!");
                Console.ReadKey();
                return;
            }
        }
    }
}

```

```

    }

    int number = int.Parse(args[0]);
    Console.WriteLine(number * 2);

    Console.ReadKey();
}
}
}

```

A következő lépésben ahelyett, hogy kilépünk, ha nincs paraméter, inkább generálunk egy véletlen számot. Ehhez szükségünk lesz egy **Random** típusú objektumra. A forráskód most ilyen lesz:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int number;

            if (args.Length == 0)
            {
                Random r = new Random();
                number = r.Next(100);
            }
            else
            {
                number = int.Parse(args[0]);
            }

            Console.WriteLine(number * 2);

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Véletlenszámot a **Next** metódussal generáltunk, a fenti formájában 0 és 100 között generál egy számot, de tetszőleges értéket is beírhatunk.

Már nincs más dolgunk, mint megírni a feladat lényegét, a szorzótáblát:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int number;

            if (args.Length == 0)
            {
                Random r = new Random();
                number = r.Next(100);
            }
            else
            {

```

```

        number = int.Parse(args[0]);
    }

    for (int i = 1; i <= 10; ++i)
    {
        Console.WriteLine("{0} x {1} = {2}",
            i, number, i * number);
    }

    Console.ReadKey();
}
}
}

```

SZÁMOLÓGÉP

Készítsünk egy egyszerű számológépet! A program indításakor kérjen be két számot és egy műveleti jelet, majd írja ki az eredményt!

Ezután bővítsük ki a programot, hogy a két számot illetve a műveleti jelet parancssori paraméterként is megadhassuk (ekkor nincs külön műveletválasztó menü, hanem írjuk ki rögtön az eredményt):

```
main.exe 12 23 +
```

(az eredmény pedig 35 lesz).

Megoldás (7/Calculator.cs)

Most is két részből áll a programunk, először hozzá kell jutnunk a számokhoz és az operátorhoz, majd elvégezzük a megfelelő műveletet és kiírjuk az eredményt.

Ezúttal is a szükséges változók deklarációjával kezdjük a programírást, három darab kell, két numerikus (legyen most int) és egy karaktertípus. Ezután bekérjük a felhasználótól a szükséges adatokat, vagy pedig felhasználjuk a paramétereket. Ez utóbbi esetben végezzünk egy kis hibaellenőrzést, vizsgáljuk meg, hogy pontosan három paramétert kaptunk-e!

A forráskód eddig így néz ki:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int x, y;
            char op;

            if (args.Length == 0)
            {
                Console.WriteLine("Az első szám: ");
                x = int.Parse(Console.ReadLine());

                Console.WriteLine("A második szám: ");
                y = int.Parse(Console.ReadLine());

                Console.WriteLine("A művelet(+, -, *, /): ");
                op = Convert.ToChar(Console.Read());
            }
            else

```

```

        {
            if (args.Length != 3)
            {
                Console.WriteLine("Túl sok/kevés paraméter!");
                return;
            }
            else
            {
                x = int.Parse(args[0]);
                y = int.Parse(args[1]);
                op = Convert.ToChar(args[2]);
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Az operátor „megszerzéséhez” egyrészt a **Console.Read** függvényt használtuk (mivel csak egyetlen karakterre van szükség), másrészt ennek a módszernek a visszatérési értékét – amely egy egész szám – át kellett konvertálnunk karaktértípussá, ehhez a **Convert.ToChar** módszer nyújtott segítséget.

Most már nagyon egyszerű dolgunk van, mindössze ki kell számolnunk az eredményt. Ezt nyilván a beolvasott operátor alapján fogjuk megtenni, ebben a helyzetben pedig a legkézenfekvőbb, ha a **switch** szerkezetet használjuk:

```

int result = 0;

switch (op)
{
    case '+':
        result = x + y;
        break;
    case '-':
        result = x - y;
        break;
    case '*':
        result = x * y;
        break;
    case '/':
        result = x / y;
        break;
}

Console.WriteLine("A művelet eredménye: {0}", result);

```

Amire figyelni kell, az az, hogy a **result** változó kapjon kezdőértéket, ellenkező esetben ugyanis nem fordul le a program (**uninitialized variable** kezdetű hibaüzenetet kapunk). Ez azért van így, mert a változó-deklaráció és az utolsó sorban levő kiíratás között nem biztos, hogy megtörténik a változó-definíció. Persze mi tudjuk, hogy az értékadás megtörténik, a fordító viszont nem!

Ugyan az értéktípusok bizonyos helyzetekben automatikusan nulla értéket kapnak, de ez nem minden esetben igaz, és lokális változók esetén épp ez a helyzet. Ezért minden olyan esetben, amikor egy lokális változó deklarációja és definíciója között használni akarjuk a változót, hibaüzenetet fogunk kapni.

A fenti esetben megoldást jelenthet az is, ha bevezetünk a **switch** szerkezetben egy **default** címkét, amivel minden esetben megtörténik - valamilyen formában – az értékadás, ezzel pedig megnyugtathatjuk a fordítót.

KŐ – PAPÍR – OLLÓ

Készítsünk kő-papír-olló játékot! Ebben az esetben is használjuk a véletlenszám-generátort. A játék folyamatos legyen, vagyis addig tart, amíg a felhasználó kilép (nehezítésképpen lehet egy karakter, amelyre a játék véget ér)! Tartsuk nyilván a játék állását, és minden forduló után írjuk ki az aktuális eredményt!

Megoldás (7/SPS.cs)

A programunk lényegében három részből fog állni: elsőként megkérdezzük a felhasználótól, hogy mit választott, majd sorsolunk a „gépnek” is valamit, végül pedig kiértékeljük az eredményt.

Első dolgunk legyen, hogy deklarálunk öt darab változót, egy **Random** objektumot, két **stringet** (ezekben tároljuk, hogy mit választottak a „versenyzők”), és két **byte** típust (ezekben pedig az eredményeket tartjuk számon, itt elég lesz a **byte** is, mert feltesszük, hogy senki nem fog több százszor játszani egymás után)! Szükségünk lesz még egy logikai típusra is, ezzel fogjuk jelezni a programnak, hogy akarunk –e még játszani.

Készítsük el a program vázát a változó-deklarációkkal, illetve a főciklussal (a ciklustörzsben kérdezzünk rá, hogy akarunk-e még játszani):

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Random r = new Random();

            string compChoice = "";
            string playerChoice = "";

            int compScore = 0;
            int playerScore = 0;

            bool l = true;
            do
            {
                Console.WriteLine("Akarsz még játszani? i/n");

                if (Console.ReadKey(true).KeyChar == 'n')
                {
                    l = false;
                } while (l);
            }
        }
    }
}
```

A **Console.ReadKey** metódussal egyetlen karaktert olvasunk be a standard bemenetről, de ezt az adatot nem használhatjuk fel azonnal, mivel nem **char** típust, hanem **ConsoleKeyInfo** objektumot ad vissza. Ez utóbbi **KeyChar** tulajdonságával kapjuk vissza a beírt karaktert. A **ReadKey** most kapott egy paramétert is, amellyel azt jeleztük, hogy az adott karakter ne jelenjen meg a konzolon.

Észrevehetjük, hogy az elágazásnál most elhagytuk a blokkot kijelölő kapcsos zárójeleket. Amennyiben az elágazás (vagy ciklus) törzse egyetlen sorból áll, akkor nem kötelező kirakni a blokkhatárolókat.

Most kérjük be az adatokat:

```
Console.WriteLine("Mit választasz? (k/p/o)");

switch (Console.ReadKey(true).KeyChar)
```

```

{
    case 'k':
        playerChoice = "kő";
        break;
    case 'p':
        playerChoice = "papír";
        break;
    case 'o':
        playerChoice = "olló";
        break;
}

switch (r.Next(0, 3))
{
    case 0:
        compChoice = "kő";
        break;
    case 1:
        compChoice = "papír";
        break;
    case 2:
        compChoice = "olló";
        break;
}

```

Ez a kódrészlet természetesen a ciklustörzsben a kérdés elé kerül. Az egyes lehetőségeket a k/p/o billentyűkre állítottuk.

Már csak az eredmény kiértékelése van hátra:

```

if (
    (playerChoice == "kő" && compChoice == "papír")
    ||
    (playerChoice == "papír" && compChoice == "olló")
    ||
    (playerChoice == "olló" && compChoice == "kő")
)
{
    Console.WriteLine("Vesztettél! Az állás:\nSzámítógép: {0}\nJátékos:{1}",
        ++compScore, playerScore);
}
else if (playerChoice == compChoice)
{
    Console.WriteLine("Döntetlen! Az állás:\nSzámítógép: {0}\nJátékos:{1}",
        compScore, playerScore);
}
else
{
    Console.WriteLine("Nyertél! Az állás:\nSzámítógép: {0}\nJátékos:{1}",
        compScore, ++playerScore);
}

```

Érdekesebb megoldás bitműveletekkel elkészíteni a kiértékelést, ehhez egy kis segítség: jelöljük a három lehetőséget (k/p/o) a következőképpen: 100, 010, 001! Nyilvánvaló, hogy egy bitenkénti VAGY művelettel ellenőrizni tudjuk a döntetlen eredményt, mivel ekkor $100 \mid 100 = 100$, vagyis ugyanazt kapjuk vissza. Ha az eredmény nem döntetlen, akkor a VAGY háromféle eredményt adhat vissza (KP, KO, OP): 110, 101 és 011, amelyeket pl. egy **switch** szerkezettel dolgozhatunk fel.

SZÁMKITALÁLÓ JÁTÉK

Készítsünk számkitaláló játékot, amely lehetőséget ad kiválasztani, hogy a felhasználó próbálja kitalálni a program által kisorsolt számot, vagy fordítva. A kitalált szám legyen 1 és 100 között. Öt próbálkozása lehet a játékosnak, minden tipp után írjuk ki, hogy a tippelt szám nagyobb vagy kisebb-e, mint a kitalált szám!

Ha a gépen van a sor, akkor használjunk véletlenszám-generátort a szám létrehozására. A gépi játékos úgy találja ki a számot, hogy mindig felezi az intervallumot (pl. először 50-et tippel, ha a kitalált szám nagyobb, akkor 75 jön, és így tovább).

A felhasználótól a játék végén kérdezzük meg, hogy akar-e ismét játszani!

Megoldás (7/Number.cs)

Ennek a feladatnak a legnagyobb kihívása, hogy olyan programszerkezetet rakjunk össze, amely átlátható és könnyen módosítható. Legyen az alapötlet az, hogy elágazásokat használunk! Nézzük meg így a program vázát:

```
static void Main(string[] args)
{
    // Itt kiválasztjuk, hogy ki választ számot

    if(/* A játékos választ */)
    {
        // A számítógép megpróbálja kitalálni a számot
    }
    else// A számítógép választ
    {
        // A játékos megpróbálja kitalálni a számot
    }

    // Megkérdezzük a játékost, hogy akar-e még játszani
}
```

Nem néz ki rosszul, de a probléma az, hogy a két feltétel blokkja nagyon el fog „hízni”, emiatt pedig kevésbé lesz olvasható a forráskód. Ez persze nem olyan nagy baj, de ahhoz elég, hogy valami mást próbáljunk ki.

A procedurális és alacsony szintű nyelvek az ilyen feladatokat „ugró” utasításokkal oldják meg, vagyis a forráskódban elhelyezett címkék között ugrálnak (tulajdonképpen a magas szintű nyelveknél is ez történik, csak ezt mi nem látjuk mivel, az **if/switch**/stb. elfedi előlünk). Ez a módszer a magas szintű nyelvek esetén nem igazán ajánlott (főleg, mert megvannak az eszközök az ugrálás kikerülésére), de jelenleg nem is használjuk ki teljesen a nyelv adta lehetőségeket, ezért most szabad „rosszalkodnunk”. Írjuk át a fenti vázat egy kicsit:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            START:

            Console.WriteLine("Válassz játékmódot!");
            Console.WriteLine("1 - Te gondolsz egy számra");
            Console.WriteLine("2 - A számítógép gondol egy számra");

            switch (Console.ReadKey(true).KeyChar)
            {
                case '1': goto PLAYER;
                case '2': goto COMPUTER;
            }
        }
    }
}
```



```

    PLAYER: goto END;

    COMPUTER: goto END;

    END:
        Console.WriteLine("\nAkarsz még játszani? i/n");

        switch (Console.ReadKey(true).KeyChar)
        {
            case 'i': goto START;
            case 'n': break;
        }
    }
}

```

Közben ki is egészítettük a kódot egy kicsit, lehet vele kísérletezni, amíg el nem készítjük a lényegét. Jól látható, hogy a címkékkel kellemesen olvashatóvá és érthetővé vált a kód (persze ennél nagyobb terjedelmű forrásnál már problémásabb lehet).

Már elkészítettük a programrészt, amely megkérdezi a játékost, hogy szeretne-e még játszani. Egy apró hibája van, mégpedig az, hogy ha **i** vagy **n** helyett más billentyűt nyomunk le, akkor a program véget ér. Ezt könnyen kijavíthatjuk, ha egy kicsit gondolkodunk. Nyilván a **default** címkét kell használni, és ott egy ugró utasítással a vezérlést a megfelelő helyre tenni:

```

END:
    Console.WriteLine("\nAkarsz még játszani? i/n");

    switch (Console.ReadKey(true).KeyChar)
    {
        case 'i': goto START;
        case 'n': break;
        default: goto END;
    }

```

Most következik a program lényege: a játék elkészítése. Elsőként azt a szituációt implementáljuk, amikor a játékos próbálja kitalálni a számot, mivel ez az egyszerűbb.

Szükségünk lesz természetesen változókra is, de érdemes átgondolni, hogy úgy vegyük fel őket, hogy mindkét programrész használhassa őket. Ami biztosan mindkét esetben kell, az a véletlenszám-generátor, valamint két **int** típusú változó az egyikben a játékos és a számítógép tippjeit tároljuk, a másik pedig a ciklusváltozó lesz, neki adjunk azonnal nulla értéket. Ezt a kettőt deklaráljuk egyelőre, rögtön a **START** címke előtt! Készítsük is el a programot, nem lesz nehéz dolgunk, mindössze egy ciklusra lesz szükségünk:

```

COMPUTER:
    int number = r.Next(100);
    i = 0;
    while(i < 5)
    {
        Console.WriteLine("\nA tipped: ");
        x = int.Parse(Console.ReadLine());

        if(x < number)
        {
            Console.WriteLine("A szám ennél nagyobb!");
        }
        else if(x > number)
        {
            Console.WriteLine("A szám ennél kisebb!");
        }
        else

```

```

        {
            Console.WriteLine("Nyertél!");
            goto END;
        }
        ++i;
    }

    Console.WriteLine("\nVesztettél, a szám {0} volt.", number);
goto END;

```

Ennek megértése nem okozhat gondot, léphetünk a következő állomásra, ami viszont kicsit nehezebb lesz. Ahhoz, hogy megfelelő stratégiát készítsünk a számítógép számára, magunknak is tisztában kell lennünk azzal, hogy hogyan lehet megnyerni ezt a játékot. A legáltalánosabb módszer, hogy mindig felezzük az intervallumot, így az utolsó tippre már elég szűk lesz az a számhalmaz, amiből választhatunk (persze így egy kicsit szerencsejáték is lesz).

Nézzünk meg egy példát: a gondolt szám legyen a 87, és tudjuk, hogy a szám egy és száz között van! Az első tippünk 50 lesz, amire természetesen azt a választ kapjuk, hogy a szám ennél nagyobb. Már csak 50 lehetséges szám maradt, ismét felezzük, a következő tippünk így a 75 lesz. Ismét azt kapjuk vissza, hogy ez nem elég. Ismét felezzük, méghozzá maradék nélkül, vagyis tizenkettőt adunk hozzá a hetvenöthöz, és így ki is találtuk a gondolt számot.

Most már könnyen fel tudjuk írni, hogy mit kell tennie a számítógépnek: az első négy kísérletnél felezzük az intervallumot, az utolsó körben pedig tippelünk. Nézzük a kész kódot:

```

PLAYER:
    Console.WriteLine("Gondolj egy számra! (1 - 100)");
    Console.ReadLine();

    x = 50;
    int min = 0;
    int max = 100;
    while (i < 5)
    {
        Console.WriteLine("A számítógép szerint a szám {0}", x);
        Console.WriteLine("Szerinted? (k/n/e)");

        switch (Console.ReadKey(true).KeyChar)
        {
            case 'k':
                if (i == 3)
                    x = r.Next(min, x);
                else
                {
                    max = x;
                    x -= (max - min) / 2;
                }
                break;
            case 'n':
                if (i == 3)
                    x = r.Next(x + 1, max);
                else
                {
                    min = x;
                    x += (max - min) / 2;
                }
                break;
            case 'e':
                Console.WriteLine("A számítógép nyert!");
                goto END;
        }

        ++i;
    }

```

```
}  
  
    Console.WriteLine("A számítógép nem tudta kitalálni a számot.");  
goto END;
```

A **min** illetve **max** változókkal tartjuk számon az intervallum alsó, illetve felső határát. Az *x* változóban tároljuk az aktuális tippet, neki meg is adtuk a kezdőértéket.

Egy példán keresztül nézzük meg, hogy hogyan működik a kódunk! Legyen a gondolt szám ismét 87! A számítógép első tippje 50, mi erre azt mondjuk, hogy a szám ennél nagyobb, ezért a **switch** 'n' ága fog beindulni. Az intervallum alsó határa ezután *x* (vagyis 50) lesz, mivel tudjuk, hogy a szám ennél biztosan nagyobb. A felső határ nyilván nem változik, már csak az új *x*-et kell kiszámolni, vagyis hozzá kell adni a felső és alsó határok különbségének a felét: $(100 - 50) / 2 = 25$ (ellenkező esetben pedig nyilván le kellene vonni ugyanezt).

Amiről még nem beszéltünk, az az a feltétel, amelyben *x* egyenlőségét vizsgáljuk hárommal (vagyis azt akarjuk tudni, hogy eljött-e az utolsó tipp ideje). Ez az elágazás fogja visszaadni az utolsó tippet a véletlenszám-generátorral a megfelelően leszűkített intervallumban.

TÍPUSKONVERZIÓK

Azt már megtanultuk, hogy az egyes típusok másként jelennek meg a memóriában, azonban gyakran kerülünk olyan helyzetbe, hogy egy adott típusnak úgy kellene viselkednie, mint egy másiknak. Ilyen helyzetekben típuskonverziót (**castolást**) kell elvégeznünk.

Kétféleképpen konvertálhatunk: implicit és explicit módon. Az előbbi esetben nem kell semmit tennünk, a fordító kérés nélkül elvégzi helyettünk. Implicit konverzió általában „hasznló” típusokon működik, szinte minden esetben a szűkebb típusról a tágabbra:

```
int x = 10;
long y = x; // y == 10, implicit konverzió
```

Ebben az esetben a **long** és **int** mindketten egész, numerikus típusok, és mivel a **long** tágabb (az **int** 32 bites, míg a **long** 64 bites egész szám), ezért a konverzió gond nélkül végbemegy. Egy implicit konverzió minden esetben sikeres, és nem jár adatvesztéssel.

Egy explicit konverzió nem feltétlenül fog működni, és ha mégis, akkor adatvesztés is felléphet. Vegyük a következő példát:

```
int x = 300;
byte y = (byte)x; // explicit konverzió, y == ??
```

A **byte** szűkebb típus, mint az **int** (8 illetve 32 bitesek), ezért explicit konverziót hajtottunk végre, ezt a változó előtti zárójelbe írt típussal jelöltük. Ha lehetséges a konverzió, akkor végbemegy, egyébként a fordító figyelmeztetni fog.

Vajon mennyi most az **y** változó értéke? A válasz elsőre meglepő lehet: 44. A magyarázat: a 300 egy kilenc biten felírható szám (100101100), persze az **int** kapacitása ennél nagyobb, de most csak a hasznos részre van szükség. A **byte** viszont (ahogy a nevében is benne van) egy nyolcbites értéket tárolhat (vagyis a maximum értéke 255 lehet), ezért a 300-nak csak az első 8 bitjét (00101100) adhatjuk át **y**-nak, ami pont 44.

ELLENŐRZÖTT KONVERZIÓK

A programfejlesztés alatt hasznos lehet tudnunk, hogy minden konverzió gond nélkül lezajlott-e vagy sem. Ennek ellenőrzésére ún. ellenőrzött konverziót fogunk használni, amely kivételt dob (erről hamarosan), ha a forrás nem fér el a célváltozóban:

```
checked
{
    int x = 300;
    byte y = (byte)x;
}
```

Ez a kifejezés kivételt (**System.OverflowException**) fog dobni, ha elindítjuk a lefordított programot, hibaüzenet fogad majd. Figyeljünk arra, hogy ilyen esetekben csak a blokkon belül deklarált, statikus és tagváltozókat vizsgálhatjuk.

Előfordul, hogy csak egy-egy konverziót szeretnénk vizsgálni, amihez nincs szükség egy egész blokkra:

```
int x = 300;
byte y = checked((byte)x);
```

Az ellenőrzés kikapcsolását is megtehetjük az **unchecked** használatával:

```
int x = 300;
byte y = unchecked((byte)x);
```

Az ajánlás szerint ellenőrzött konverziókat csak a fejlesztés ideje alatt (tesztelésre) használjunk, mivel némi teljesítményvesztéssel jár!

IS ÉS AS

Az **is** operátort futásidejű típus-lekérdezésre használjuk:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int x = 10;

            if (x is int) // ha x egy int
            {
                Console.WriteLine("x típusa int");
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Ez a program lefordul, de figyelmeztetést kapunk, mivel a fordító felismeri, hogy a feltétel mindig igaz lesz. Ennek az operátornak a leggyakoribb felhasználási területe az interfész-megvalósítás lekérdezése (erről később).

Párja, az **as** az ellenőrzés mellett egy explicit típuskonverziót is végrehajt. Ezzel az operátorral csakis referencia-típusra konvertálhatunk, értéktípusra nem (ekkor le sem fordul a program).

Az **as** operátort csakis akkor használjuk típusellenőrzésre, ha egyúttal konverziót is szeretnénk végezni, pusztán vizsgálat céljából az **is** operátort kell alkalmazni. Nézzünk egy példát:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            object a = "123";
            object b = "Hello";
            object c = 10;

            string aa = a as string;
            Console.WriteLine(aa == null ? "NULL" : aa); // 123

            string bb = b as string;
            Console.WriteLine(bb == null ? "NULL" : bb); // Hello

            string cc = c as string;
            Console.WriteLine(cc == null ? "NULL" : cc); // NULL

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

```
}  
}
```

Amennyiben ez a konverzió nem hajtható végre, a célváltozóhoz **null** érték rendelődik (ezért is van a referencia-típusokra korlátozva ez az operátor).

KARAKTERKONVERZIÓK

A **char** típust implicit módon tudjuk numerikus típusra konvertálni, ekkor a karakter Unicode értékét kapjuk vissza:

```
using System;  
  
namespace TestApp  
{  
    class Program  
    {  
        static void Main(string[] args)  
        {  
            for (char ch = 'a'; ch <= 'z'; ++ch)  
            {  
                Console.WriteLine((int)ch);  
            }  
  
            Console.ReadKey();  
        }  
    }  
}
```

Erre a kimeneten a következő számok jelennek meg: 97, 98, 99, 100, ...

A kis 'a' betű hexadecimális Unicode száma 0061h, ami a 97 decimális számnak felel meg, tehát a konverzió a tízes számrendszerbeli értéket adja vissza.

Az Unicode nemzetközi karakter kódolási szabvány, amely a világ írásrendszereinek nagy részét tartalmazza (jelenleg több mint 110000 karaktert tartalmaz).

TÖMBÖK

Gyakran van szükségünk arra, hogy több azonos típusú objektumot tároljunk el, ilyenkor kényelmetlen lenne mindegyiknek külön változót foglalnunk (képzeljünk el 30 darab **int** típusú változót, még leírni is egy örökkévalóság lenne). De ezt nem is kell megtennünk, hiszen rendelkezésünkre áll a tömb adatszerkezet.

A tömb meghatározott számú, azonos típusú elemek halmaza. Minden elemre egyértelműen mutat egy index (egész szám). A tömbök referenciatípusok. A C# mindig folytonos memóriablokkokban helyezi el egy tömb elemeit. Tömböt a következőképpen deklarálhatunk:

```
int[] array = new int[10];
```

Ez a tömb tíz darab **int** típusú elem tárolására alkalmas. A tömb deklarációja után az egyes indexeken lévő elemek automatikusan a megfelelő null értékre inicializálódnak (ebben az esetben 10 darab nullát fog tartalmazni a tömbünk). Ez a szabály referenciatípusoknál kissé máshogy működik, mivel ekkor a tömbelemek **null**-ra inicializálódnak. Ez nagy különbség, mivel értéktípusok esetében szimpla nullát kapnánk vissza az általunk nem beállított indexre hivatkozva (vagyis ez egy teljesen szabályos művelet), míg referenciatípusoknál ugyanez **NullReferenceException** típusú kivételt fog generálni.

Az egyes elemekre az indexelő operátorral (szögletes zárójelek: []) és az elem indexével (sorszámaival) hivatkozunk. A számozás mindig nullától kezdődik, így a legutolsó elem indexe: az elemek száma mínusz egy. A következő példában feltöltünk egy tömböt véletlen számokkal és kiíratjuk a tartalmát:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int[] array = new int[10];

            Random r = new Random();
            for (int i = 0; i < array.Length; ++i)
            {
                array[i] = r.Next(0, 100);
            }

            foreach (int item in array)
            {
                Console.WriteLine(item);
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A példában a ciklusfeltétel megadásakor a tömb **Length** nevű tulajdonságát használtuk, amely visszaadja a tömb hosszát. Látható az indexelő-operátor használata is, az **array[i]** a tömb **i**-edik elemét jelenti. Az indexeléssel vigyázni kell, ugyanis a fordító nem ellenőrzi fordítási időben az indexek helyességét, viszont helytelen indexelés esetén futás időben **IndexOutOfRangeException** kivételt fog dobni a program.

A tömb adott elemét az értékadással egy időben is kiírhattuk volna, a példában csak szemléltetés céljából használtunk kétféle ciklust.

Egy tömböt akár a deklaráció pillanatában is feltölthetünk a nekünk megfelelő értékekkel:

```
char[] charArray = new char[] { 'b', 'd', 'a', 'c' };
```

Egy tömb által tárolható elemek számát a deklarációval azonnal meghatározzuk, ezen a későbbiekben nem lehet változtatni. Dinamikusan bővíthető adatszerkezetekről a **Gyűjtemények** című fejezet szól.

Minden tömb a **System.Array** osztályból származik, ezért néhány hasznos művelet azonnal rendelkezésünkre áll (pl. rendezhetünk egy tömböt a **Sort** metódussal):

```
chararray.Sort(); // tömb rendezése
```

TÖBBDIMENZIÓS TÖMBÖK

Eddig az ún. egydimenziós tömböt (vektort) használtuk. Lehetőségünk van azonban többdimenziós tömbök létrehozására is, ekkor nem egy indexszel hivatkozunk egy elemre, hanem annyival, ahány dimenziós a tömb. Vegyük például a matematikából már ismert mátrixot:

```
12, 23, 2
A = [ 13, 67, 52 ]
     45, 55, 1
```

Ez egy kétdimenziós tömbnek (mátrix) felel meg, az egyes elemekre két indexszel hivatkozunk, első helyen a sor áll és utána az oszlop. Így a 45 indexe: [2, 0] (ne feledjük, még mindig nullától indexelünk).

Multidimenziós tömböt a következő módon hozunk létre C# nyelven:

```
int[,] matrix = new int[3, 3];
```

Ez itt egy 3x3-as mátrix, olyan, mint a fent látható. Itt is összeköthetjük az elemek megadását a deklarációval, bár egy kicsit trükkösebb a dolog:

```
int[,] matrix = new int[,]  
{  
    {12, 23, 2},  
    {13, 67, 52},  
    {45, 55, 1}  
};
```

Az elemszám most is meghatározott, nem változtatható.

Nyilván nem akarjuk mindig kézzel feltölteni a tömböket, viszont ezúttal nem olyan egyszerű a dolgunk, hiszen egy ciklus biztosan nem lesz elég ehhez, vagyis gondolkodnunk kell: az index első tagja a sort, a második az oszlopot adja meg, pontosabban az adott sorban elfoglalt indexét. Ez alapján pedig jó ötletnek tűnik, ha egyszerre csak egy dologgal foglalkozunk, azaz szépen végig kell valahogyan mennünk minden soron egyesével. Erre a megoldást az ún. egymásba ágyazott ciklusok jelentik: a külső ciklus a sorokon megy át, a belső pedig a sorok elemein:

```
using System;  
  
namespace TestApp  
{  
    class Program  
    {  
        static void Main(string[] args)  
        {  
            int[,] matrix = new int[3, 3];  
            Random r = new Random();  
  
            for (int i = 0; i < matrix.GetLength(0); ++i) // sorok
```



```

        {
            for (int j = 0; j < matrix.GetLength(1); ++j) // oszlopok
            {
                matrix[i, j] = r.Next(0, 100);
            }
        }

        Console.ReadKey();
    }
}

```

Most nem írjuk ki a számokat, ez már nem okozhat gondot az olvasónak. A tömbök **GetLength** metódusa a paraméterként megadott dimenzió hosszát adja vissza (nullától számozva), tehát a példában az első esetben a sor, a másodikban az oszlop hosszát adjuk meg a ciklusfeltételben.

A többdimenziós tömbök egy variánsa az ún. egyenetlen (jagged) tömb. Ekkor legalább egy dimenzió hosszát meg kell adnunk, ez konstans marad, viszont a belső tömbök hossza tetszés szerint megadható:

```
int[][] jarray = new int[3][];
```

Készítettünk egy három sorral rendelkező tömböt, azonban a sorok hosszát (az egyes sorok maguk is önálló vektorok) ráérünk később megadni, és nem kell ugyanolyan hosszúnak lenniük.

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int[][] jarray = new int[3][];
            Random r = new Random();

            for (int i = 0; i < 3; ++i)
            {
                jarray[i] = new int[r.Next(1, 5)];
                for (int j = 0; j < jarray[i].Length; ++j)
                {
                    jarray[i][j] = i + j;
                    Console.Write("{0}, ", jarray[i][j]);
                }

                Console.WriteLine();
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Véletlenszám-generátorral adtuk meg a belső tömbök hosszát, persze értelmes kereteken belül. A belső ciklusban jól látható, hogy a tömb elemei valóban tömbök, hiszen használtuk a **Length** tulajdonságot (persze a hagyományos többdimenziós tömbök esetében is ez a helyzet, de ott nem lenne értelme külön elérhetővé tenni az egyes sorokat).

Az inicializálás a következőképpen alakul ebben az esetben:

```
int[][] jarray = new int[][]  
{  
    new int[]{ 1, 2, 3, 4, 5 },  
    new int[]{ 1, 2, 3 },  
    new int[]{ 1 }  
};
```

STRINGEK

A C# beépített karaktertípusa (**char**) egy Unicode karaktert képes tárolni két byte-on. A szintén beépített **string** típus ilyen karakterekből áll (tehát az egyes betűket **char** példányként kezelhetjük).

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            string s = "ezegysting";
            Console.WriteLine(s);

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A látszat ellenére a **string** referenciatípus, viszont nem kötelező használnunk a **new** operátort a deklarációjakor. Egy **string** egyes karaktereire az indexelő operátorral hivatkozhatunk (vagyis minden **stringet** kezelhetünk tömbként is):

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            string s = "ezegysting";
            Console.WriteLine(s[0]); // e

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Ekkor a visszaadott objektum típusa **char** lesz. A **foreach** ciklussal indexelő operátor nélkül is végigiterálhatunk a karaktersorozaton:

```
foreach (char ch in s)
{
    Console.WriteLine(ch);
}
```

Az indexelő operátort nemcsak változókon, de „nyers” szövegen is alkalmazhatjuk:

```
Console.WriteLine("ezegysting"[4]); // y
```

Ilyenkor egy „névtelen” változót készít a fordító, és azt használja. Nagyon fontos tudni, hogy mikor egy létező **string** objektumnak új értéket adunk, akkor nem az eredeti példány módosul, hanem egy teljesen új objektum keletkezik a memóriában (vagyis a **string** ún. immutable – megváltoztathatatlan – típus). Ez a viselkedés főleg akkor okozhat (teljesítmény)problémát, ha sokszor van szükségünk ilyen műveletekre.

METÓDUSOK

A .NET számos hasznos metódust biztosít a **string**ek hatékony kezeléséhez. Most megvizsgálunk néhányat, de tudni kell, hogy a van, amelyeknek számos változata is lehet, most a leggyakrabban használtakat nézzük meg:

Összehasonlítás:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            string a = "egyik";
            string b = "másik";

            int x = String.Compare(a, b);

            if (x == 0)
            {
                Console.WriteLine("A két string egyenlő");
            }
            else if (x < 0)
            {
                Console.WriteLine("Az 'a' a kisebb");
            }
            else
            {
                Console.WriteLine("A 'b' a kisebb");
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A **String.Compare** metódus nullát ad vissza, ha a két **string** egyenlő, és nullánál kisebbet/nagyobbat, ha nem (pontosabban, ha lexikografikusan – lényegében ábécésorrend szerint – kisebb/nagyobb).

Keresés:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            string s = "verylonglongstring";
            char[] chs = new char[] { 'y', 'z', 'o' };

            Console.WriteLine(s.IndexOf('r')); // 2
            Console.WriteLine(s.IndexOfAny(chs)); // 3
            Console.WriteLine(s.LastIndexOf('n')); // 16
            Console.WriteLine(s.LastIndexOfAny(chs)); // 9
            Console.WriteLine(s.Contains("long")); // true
        }
    }
}
```

```

        Console.ReadKey();
    }
}

```

Az **IndexOf** és **LastIndexOf** metódusok egy karakter vagy karaktersorozat első illetve utolsó előfordulási indexét (utóbbi esetén a kezdőindexet) adják vissza. Ha nincs találat, akkor a visszaadott érték -1 lesz. A két metódus **Any**-re végződő változata egy karaktersorozatot fogad paramétereként, és az abban található összes karaktert próbálja megtalálni. A **Contains** igaz értékkel tér vissza, ha a paramétereként megadott karakter(sorozat) benne van a **string**-ben.

Módosítás:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            string s = "smallstring";
            char[] chs = new char[] { 's', 'g' };

            Console.WriteLine(s.Replace('s', 'l')); // lmallltring
            Console.WriteLine(s.Trim(chs)); // mallstrin
            Console.WriteLine(s.Insert(0, "one")); // onesmallstring
            Console.WriteLine(s.Remove(0, 2)); // allstring
            Console.WriteLine(s.Substring(0, 3)); // sma
            Console.WriteLine(s.ToUpper()); // SMALLSTRING
            Console.WriteLine(s.ToLower()); // smallstring

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

A **Replace** metódus az első paraméterének megfelelő karaktereket lecseréli a második paraméterre. A **Trim** a string elején és végén lévő karaktereket vágja le, a **Substring** pedig kivág egy karaktersorozatot, paraméterei a kezdő és végindexek (van egyparaméteres változata is, ekkor csak a kezdőindexet adjuk meg és a végéig megy). Az **Insert/Remove** metódusok hozzáadnak, illetve elvesznek a stringből (a megadott indexeken). Végül a **ToLower** és **ToUpper** metódusok kis- illetve nagybetűssé alakítják az eredeti stringet.

Fontos megjegyezni, hogy ezek a metódusok soha nem az eredeti stringen végzik a módosításokat, hanem egy új példányt hoznak létre, és azt adják vissza.

STRINGBUILDER

Azt már tudjuk, hogy amikor módosítunk egy **string**-et, akkor automatikusan egy új példány jön létre a memóriában, ez pedig nem feltétlenül „olcsó” művelet. Ha sokszor (legalább 10+ alkalom) van szükségünk erre, akkor használjuk inkább a **StringBuilder** típust, ez automatikusan lefoglal egy nagyobb darab memóriát, és ha ez sem elég, akkor alokál egy megfelelő méretű területet, és átmásolja magát oda. A **StringBuilder** a **System.Text** névtérben található. Példa a **StringBuilder** használatára:

```

using System;
using System.Text;

namespace TestApp
{

```

```

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        StringBuilder sb = new StringBuilder(50);

        for (char ch = 'a'; ch <= 'z'; ++ch)
        {
            sb.Append(ch);
        }

        Console.WriteLine(sb);

        Console.ReadKey();
    }
}

```

A **StringBuilder** fenti konstruktora (van több is) helyet foglal ötven karakter számára (létezik alapértelmezett konstruktora is, ekkor tizenhat karakternek foglal helyet). Az **Append** metódussal tudunk karaktereket (vagy egész stringeket) hozzáfűzni.

REGULÁRIS KIFEJEZÉSEK

Reguláris kifejezések segítségével vizsgálhatjuk, hogy egy karaktersorozat megfelel-e egy adott mintának. Nézzünk is egy példát: készítsünk olyan reguláris kifejezést, amely természetes számokra illik! A példában a nullát nem soroljuk a természetes számok közé, vagyis a minta a következő lesz: az első számjegy egy és kilenc közötti lesz, ezután pedig bármennyi nulla és kilenc közötti számjegy jöhet. A forráskód:

```

using System;
using System.Text.RegularExpressions;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Regex pattern = new Regex("^[1-9][0-9]*");

            string s1 = "012345";
            string s2 = "112345";
            string s3 = "2";

            Console.WriteLine("{0} : {1}", s1, (pattern.IsMatch(s1) ?
                "természetes szám" : "nem természetes szám"));

            Console.WriteLine("{0} : {1}", s2, (pattern.IsMatch(s2) ?
                "természetes szám" : "nem természetes szám"));

            Console.WriteLine("{0} : {1}", s3, (pattern.IsMatch(s3) ?
                "természetes szám" : "nem természetes szám"));

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

A reguláris kifejezést egy **Regex** példánynak adjuk át, lássuk, hogy hogyan épül fel:

^: ezzel a karakterrel (Alt Gr + 3) megmondjuk, hogy a mintaillesztést a string elejétől kell kezdeni.

[1-9]: a string elején egy darab numerikus karakter áll – kivéve a nullát.

[0-9]*: a csillag(*) nulla vagy több előfordulást jelent, vagyis az első számjegy után nulla vagy több nulla és kilenc közötti szám állhat.

A programunk a következő kimenetet produkálja:

```
012345 : nem természetes szám
112345 : természetes szám
2 : természetes szám
```

A következő példánk egy kicsit bonyolultabb lesz, a reguláris kifejezés pedig már-már ijesztő. Képzeljük el, hogy a világon uniformizálják a telefonszámokat, a következő módon: minden szám az ország előhívójával kezdődik, amelyet egy '+' jel előz meg, az előhívószám két vagy három számjegyből áll, az első szám nem lehet nulla. Ezután egy szóköz jön, amelyet a körzetszám követ, ami szintén két vagy három számjegy, az első helyen itt sem állhat nulla. Végül következik a telefonszám, ami a körzetszámot szóközzel elválasztva követi. Minden telefonszám három darab három számjegyből álló blokkból áll, ezeket kötőjel választja el. Egy példa:

```
+36 30 123-456-789
```

Lássuk a forráskódot:

```
string s = @"^(\+)[1-9][0-9]{1,2}\s[1-9][0-9]{1,2}\s(\d{3}(-))\{2\}\d{3}$";
Regex pattern = new Regex(s);

string s1 = "+36 30 661-345-612";
string s2 = "+3630 661-567-233";
string s3 = "+56 30 667-876-987-456";

Console.WriteLine(pattern.IsMatch(s1)); // true
Console.WriteLine(pattern.IsMatch(s2)); // false
Console.WriteLine(pattern.IsMatch(s3)); // false
```

A reguláris kifejezés elé kötelezően oda kell tennünk a @ jelet, mivel speciális karaktereket is tartalmaz (erre a fordító is figyelmeztet). A kifejezésünk két részből áll:

^(\+)[1-9][0-9]{1,2}\s: ez a minta lesz az első két helyen és ő hivatott az előhívót illetve a körzetszámot ellenőrizni: a már ismert ^-vel az illesztést a karaktersor elejétől kezdjük, az ezt követő (\+) pedig megmondja, hogy az első helyen egy '+' jel van (ez persze nem lesz ott a körzetszám előtt). A '+' elé '\' –t kell tennünk, mivel ennek a jelnek önálló jelentése is van reguláris kifejezésben. A zárójelek közé „nyers” karaktereket (is) írhatunk. Ezután ismerős következik: az [1-9][0-9] –et már nem okozhat gondot megérteni, az utána következő {1,2} –t már inkább. Ezzel azt közöltük, hogy az előtte lévő meghatározás ([0-9]) legalább egy, legfeljebb két alkalommal szerepel egymás után. Végül a \s egy szóközt jelöl.

(\d{3}(-))\{2\}\d{3}\$: ez a kifejezés a kötőjellel elválasztott számblokkokat jelöli. A végén lévő \$ jel jelzi, hogy a karaktersorozat végéig kell illesztenie, vagyis az egészet ellenőrizze (máskülönben a 345-345-345-456 sorozat érvényes lenne, hiszen benne van az, amit kerestünk).

Haladjunk továbbra is a végéről: a {3} –ról már tudjuk, hogy azt jelenti: az előtte lévő kifejezésnek pontosan háromszor kell szerepelnie, ez jelen esetben azt jelenti, hogy a minta végén három számjegy áll, amelyet a \d –vel (d mint digit) jelölünk.

A \d előtt szereplő {2} az egész zárójelben lévő kifejezésre vonatkozik, ahol megmondtuk, hogy három számjegy után egy kötőjel következik.

A .NET reguláris kifejezései meglepően sokrétűek, rengeteg lehetőségünk van, a fenti két példa csak ízelítő volt. További információt találhatunk az MSDN megfelelő oldalán:

[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/az24scfc\(v=VS.90\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/az24scfc(v=VS.90).aspx)

GYAKORLÓ FELADATOK II.

MINIMUM- ÉS MAXIMUMKERESÉS

Keressük ki egy tömb legnagyobb, illetve legkisebb elemét és ezek indexeit (ha több ilyen elem van, akkor elég az első előfordulás)!

Megoldás (11/MinMax.cs)

A minimum/maximum-keresés a legalapvetőbb algoritmusok egyike. Az alapelv rendkívül egyszerű, végigmegyünk a tömb elemein, és minden elemet összehasonlítunk az aktuális legkisebbel/legnagyobbval. Nézzük is meg a forráskódot (csak a lényeg szerepel itt, a tömb feltöltése nem okozhat gondot):

```
int min = 1000;
int max = -1;
int minIdx = 0;
int maxIdx = 0;

for (int i = 0; i < 30; ++i)
{
    if (array[i] < min)
    {
        min = array[i];
        minIdx = i;
    }

    if (array[i] > max)
    {
        max = array[i];
        maxIdx = i;
    }
}
```

A **min** és **max** változóknak kezdőértéket is adtunk, ezeket úgy kell megválasztani, hogy ezek biztosan kisebbek illetve nagyobbak legyenek, mint a tömb elemei (feltesszük, hogy nullánál kisebb és ezernél nagyobb szám nincs a tömbben).

Értelemszerűen, mivel minden elemet kötelezően meg kell vizsgálnunk, ez az algoritmus nem túl gyors nagy elemszám esetén, viszont nagyon jól működik párhuzamos környezetben – a tömb egyes részeit külön feldolgozóegység kapja meg.

SZIGETEK

Egy szigetcsoporthoz fölött elrepülve bizonyos időközönként megnéztük, hogy épp hol vagyunk. Ha sziget (szárazföld) fölött, akkor leírtunk egy egyest, ha tenger fölött, akkor nullát.

A programunk ezt az adatot dolgozza föl, amelyet vagy a billentyűzetről, vagy - ha van - a parancssori paraméterből kap meg. A feladatok:

- Adjuk meg a leghosszabb egybefüggő szárazföld hosszát!
- Adjuk meg, hogy hány szigetet találtunk!

Megoldás (11/Islands.cs)

A megoldásban csak az adatok feldolgozását nézzük meg, a beolvasásuk nem okozhat mostanra gondot. A szigeteken végzett méréseket a **data** nevű, **string** típusú változóban tároltuk el.

A két feladatot egyszerre fogjuk megoldani, mivel a programunk a következő elven alapul: a **data** **string**en fogunk keresztül menni egy ciklus segítségével. Ha a **string** adott indexén egyest találunk, akkor elindítunk egy másik ciklust, amely attól az indextől megy egészen addig, amíg nullához nem ér. Ekkor egyrészt megnöveljük eggyel a szigetek számát tároló változót, másrészt tudni fogjuk, hogy milyen hosszú volt a sziget, és összehasonlíthatjuk az eddigi eredményekkel. Nézzük is meg a forráskódot:

```
int islandCount = 0;
int maxIslandLength = 0;
int i = 0;

while (i < data.Length)
{
    if (data[i] == '1')
    {
        ++islandCount;
        int j = i;
        int tmp = 0;

        while (j < data.Length && data[j] == '1')
        {
            ++j;
            ++tmp;
        }

        i = j;

        if (tmp > maxIslandLength) { maxIslandLength = tmp; }
    }
    else
    {
        ++i;
    }
}
```

A kódban két érdekes dolog is van. Az első a belső ciklus feltétele: ellenőrizzük, hogy még a szigetet mérjük és azt is, hogy nem értünk-e a **string** végére. Ami fontos, az a feltételek sorrendje: mivel tudjuk, hogy a feltételek kiértékelése balról jobbra halad, ezért először azt kell vizsgálnunk, hogy helyes indexet használunk-e, ellenkező esetben ugyanis kivételt kapnánk (hiszen ha a **string** vége után vagyunk, ott már nincs semmi).

A másik érdekesség a két ciklusváltozó. Amikor befejezzük a belső ciklust, akkor a külső ciklusváltozót új pozícióba kell helyeznünk, méghozzá oda, ahol a belső ciklus abbahagyta a vizsgálatot.

ÁTLAGHŐMÉRSÉKLET

Az év minden napján megmértük az átlaghőmérsékletet, az eredményeket pedig egy mátrixban tároltuk (az egyszerűség kedvéért tegyük fel, hogy minden hónap harminc napos, az eredményeket pedig véletlenszám-generátorral (ésszerű kereteken belül) sorsoljuk ki).

- Keressük meg az év legmelegebb és leghidegebb napját!
- Adjuk meg az év legmelegebb és leghidegebb hónapját!
- Volt-e egymást követő öt nap (egy hónapon belül), amikor mínusz fokot mértünk?

Megoldás (11/Temperature.cs)

Ehhez a feladathoz nem tartozik írásos megoldás, tulajdonképpen egy minimum- és maximum-kiválasztásról van szó, csak éppen kétdimenziós tömbben (viszont a jegyzethez csatolva van egy lehetséges megoldás).

BUBORÉKRENDEZÉS

Valósítsuk meg egy tömbön a buborékrendezést!

Megoldás (11/BubbleSort.cs)

A buborékos rendezés egy rendezési algoritmus, amelynek alapelve, hogy a kisebb elemek – buborék módjára – felszivárognak, míg a nagyobb elemek lesüllyednek. Ennek az algoritmusnak többféle implementációja is létezik, mi most két változatát is megvizsgáljuk. Az első így néz ki:

```
for (int i = 0; i < array.Length - 1; ++i)
{
    for (int j = array.Length - 1; j > i; --j)
    {
        if (array[j - 1] > array[j])
        {
            int tmp = array[j];
            array[j] = array[j - 1];
            array[j - 1] = tmp;
        }
    }
}
```

Kezdjük a belső ciklussal! Ez a tömb végéről fog visszafelé menni és cserélgeti az elemeket, hogy a legkisebbet vigye tovább magával. Legyen pl. a tömb utolsó néhány eleme:

10 34 5

Fogjuk az 5-öt (**array[j]**) és összehasonlítjuk az előtte levő elemmel, ami a 34 (**array[j-1]**). Mivel nagyobb nála, ezért megcseréljük a kettőt:

10 5 34

Ezután csökkentjük a ciklusváltozót, ami most megint az eddigi legkisebb elemre, az 5-re fog mutatni, és cserélhetjük tovább. Természetesen, ha kisebb elemet találunk, akkor ezután őt fogjuk tovább vinni, egészen addig, amíg a legkisebb elem elfoglalja a tömb első indexét. Itt jön képbe a külső ciklus, ami azt biztosítja, hogy a rendezett elemeket már ne vizsgáljuk, hiszen a belső ciklus minden futásakor a tömb elejére tesszük az aktuális legkisebb elemet. Nézzünk meg egy másik megoldást is:

```
for (int i = 1; i < array.Length; ++i)
{
    int y = array[i];
    int j = i - 1;
    while (j > -1 && y < array[j])
    {
        array[j + 1] = array[j];
        --j;
    }
    array[j + 1] = y;
}
```

Itt lényegében ugyanarról van szó, csak most előlről vizsgáljuk az elemeket.

Nem árt tudni, hogy a buborékos rendezés csak kis elemszám esetében hatékony, nagyjából $O(n^2)$ nagyságrendű.

Az $O()$ (ún. nagy ordó) jelölést használjuk egy algoritmus futásidejének megbecsülésére (illetve használják a matematika más területein is).

OBJEKTUMORIENTÁLT PROGRAMOZÁSELMÉLET

A korai programozási nyelvek nem az adatokra, hanem a műveletekre helyezték a hangsúlyt, mert akkoriban még főleg matematikai számításokat végeztek a számítógépekkel. Ahogy aztán a számítógépek széles körben elterjedtek, megváltoztak az igények, az adatok pedig túl komplexekké váltak ahhoz, hogy a procedurális módszerrel kényelmesen és hatékonyan kezelni lehessen őket.

Az első objektumorientált programozási nyelv a Simula 67 volt. Tervezői (Ole-Johan Dahl és Kristen Nygaard) hajók viselkedését szimulálták és ekkor jött az ötlet, hogy a különböző hajótípusok adatait egy egységként kezeljék, így egyszerűsítve a munkát.

Az OOP már nem a műveleteket helyezi a középpontba, hanem az egyes adatokat (adatszerkezeteket) és a közöttük levő kapcsolatokat (hierarchiát).

Ebben a fejezetben az OOP elméleti oldalával foglalkozunk, a cél a paradigma megértése, gyakorlati példákkal a következő részekben találkozhatunk (szintén a következő részekben található meg néhány elméleti fogalom is, amelyek gyakorlati példákon keresztül érthetőbben megfogalmazhatók, ezért ezeket csak később tárgyaljuk, pl. polimorfizmus).

UML

Az OOP tervezés elősegítésére hozták létre az UML –t (Unified Modelling Language). Ez egy általános tervezőeszköz, a célja, hogy egy minden fejlesztő által ismert közös jelrendszert valósítson meg. A következőkben az UML eszközeit fogjuk felhasználni az adatok közötti relációk grafikus ábrázolásához.

OSZTÁLY

Az OOP világában egy osztály olyan adatok és műveletek összessége, amellyel leírhatjuk egy modell (vagy entitás) tulajdonságait és működését. Legyen például a modellünk a kutya állatfaj! Egy kutyának vannak tulajdonságai (pl. életkor, súly stb.) és van meghatározott viselkedése (pl. csóválja a farkát, játszik stb.). Az UML a következőképpen jelöl egy osztályt:



A rectangular box representing a class in UML notation. Inside the box, the name 'Kutya' is written in a bold, sans-serif font.

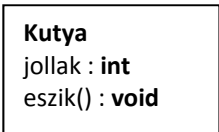
Amikor programot írunk, akkor az adott osztályból (osztályokból) létre kell hoznunk egy (vagy több) példányt, ezt példányosításnak nevezzük. Az osztály és példány közötti különbségre jó példa a recept (osztály) és a sütemény (példány). A példányokat objektumnak is nevezik.

ADATTAG ÉS METÓDUS

Egy objektumnak az életciklusa során megváltozhat az állapota, tulajdonságai. Ezt az állapotot valahogy el kell tudnunk tárolni, illetve biztosítani kell a szükséges műveleteket a tulajdonságok megváltoztatásához (pl. a kutya eszik (ez egy művelet), ekkor megváltozik a „jóllakottság” tulajdonsága/állapota).

A tulajdonságokat tároló változókat adattagoknak (vagy mezőnek), a műveleteket metódusoknak nevezzük. A műveletek összességét felületnek is hívjuk.

Módosítsuk a diagramunkat:



A rectangular box representing a class in UML notation. Inside the box, the name 'Kutya' is written in a bold, sans-serif font. Below the name, the attributes 'jollak : int' and 'eszik() : void' are listed in a sans-serif font.

Az adattagokat **név: típus** alakban ábrázoljuk, a metódusokat pedig **név(paraméterlista): visszatérési_érték** formában. Ezekkel a fogalmakkal egy későbbi fejezet foglalkozik majd.

LÁTHATÓSÁG

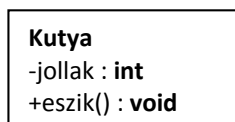
Az egyes tulajdonságokat és metódusokat nem feltétlenül kell közszemlére bocsátani. Az OOP egyik alapelve, hogy a felhasználó csak annyi adatot kapjon meg, amennyi feltétlenül szükséges. A kutyás példában az **eszik()** művelet magába foglalja a rágást, nyelést, emésztést is, de erről nem fontos tudniuk, csak az evés ténye számít. Ugyanígy egy tulajdonság (adattag) esetében sem jó, ha mindenki hozzájuk fér (az elfogadható, ha a közvetlen család hozzáfér a számlámhoz, de idegenekkel nem akarom megosztani).

Az űs-OOP szabályai háromféle láthatóságot fogalmaznak meg (ez nyelvtől függően bővííhet), a C# láthatóságairól a következő részekben lesz szó.

A háromféle láthatóság:

- **Public:** mindenki láthatja (UML jelölés: +).
- **Private:** csakis az osztályon belül elérhető, a leszármazott osztályok nem láthatják és nem is módosíthatják (a származtatás és öröklődés hamarosan jön) (UML jelölés: -).
- **Protected:** ugyanaz, mint a private, de a leszármazott osztályok módosíthatják is (UML jelölés: #).

A **Kutya** osztály most így néz ki:



EGYSÉGBE ZÁRÁS

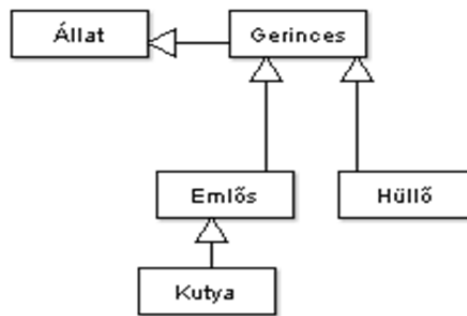
A „hagyományos”, nem OO programnyelvek (pl. a C) az adatokat és a rajtuk végezhető műveleteket a program külön részeiként kezelik. Beveítt szokás ezeket elkülöníteni egy önálló forrásfájlba, de ez még mindig nem elég biztonságos. A kettő között nincs összerendelés, ezért más programozók gond nélkül áíírhíírtják egyiket vagy másikat, illetve hozzáférnek a struktúrákhoz, és nem megfelelően használhatják fel azokat.

Az OO paradigma egységbe zárja az adatokat és a hozzájuk tartozó felületet, ez az ún. egységbe zárás (**encapsulation** vagy **information hiding**). Ennek egyik nagy előnye, hogy egy adott osztály belső szerkezetét gond nélkül megváltoztathatjuk, mindössze arra kell figyelni, hogy a felület ne változzon (pl. egy autót biztosan tudunk kormányozni, attól függetlenül, hogy az egy személyautó, traktor vagy Forma-1-es gép).

ÖRÖKLŐDÉS

Az öröklődés vagy származtatás az új osztályok létrehozásának egy módja. Egy (vagy több) már létező osztályból hozunk létre egy újat úgy, hogy az minden szűlőjének tulajdonságát öröklí, vagy átfogalmazza azokat. A legegyszerűbben egy példán keresztül érthető meg. Legyen egy „Állat” osztályunk! Ez eléggé tág fogalom, ezért szűkííthetjük a kört, mondjuk a „Gerinces Állatok”-ra. Ezen belül megkülönböztethetünk „Emlős” -t vagy „Hüllő” -t. Az „Emlős” osztály egy leszármazottja lehet a „Kutya” és így tovább.

Az öröklődést specializálásnak is nevezik. A specializálás során az osztályok között ún. „az-egy” (**is-a**) reláció áll fenn. Így amikor azt mondjuk, hogy a „Kutya” az egy „Állat” akkor arra gondolunk, hogy a „Kutya” egy specializáltabb forma, amelynek megvan a saját karakterisztikája, de végeredményben egy „Állat”. Ennek a gondolatmenetnek a gyakorlati felhasználás során lesz jelentősége.



A diagram a fenti példát ábrázolja. UML-ül az öröklődést „üres” nyíllal jelöljük, amely a specializált osztály felől mutat az általánosabbra. Az osztályok között fennálló kapcsolatok összességét hierarchiának nevezzük.

Előfordul, hogy nem fontos számunkra a belső szerkezet, csak a felületet szeretnénk átörökíteni, hogy az osztályunkat fel tudja használni a programunk egy másik része (ilyen például a már említett **foreach** ciklus). Ilyenkor nem egy „igazi” osztályról, hanem egy interfészről – felületről – beszélünk, amelynek nincsenek adattagjai, csakis a műveleteket deklarálja.

A C# rendelkezik önálló interfészekkel, de ez nem minden programnyelvre igaz, ezért ők egy hasonló szerkezetet, ún. absztrakt osztályokat használnak. Ezekben előfordulnak adattagok is, de leginkább a felület definiálására koncentrálnak. A C# nyelvi szinten támogat absztrakt osztályokat is, a kettő között ugyanis lényegi különbség van. Az interfészek az osztálytól függetlenek, csakis felületet biztosítanak (például az **IEnumerable** és **IEnumerator** a **foreach**-nek (is) biztosítanak felületet, az nem lényeges, hogy milyen osztályról van szó). Az absztrakt osztályok viszont egy őshöz kötik az utódokat (erre az esetre példa az „Állat” osztály, amelyben megadhatunk egy absztrakt „evés” metódust, amit az utódok megvalósítanak - egy krokodil máshogy eszik, mint egy hangya, de az evés az állatokhoz köthető valami, ezért közös).

OSZTÁLYOK

Osztályt a **class** kulcsszó segítségével deklarálhatunk:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Dog
    {
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Látható, hogy a főprogram és a saját osztályunk elkülönül.

Konvenció szerint az osztálynév mindig nagybetűvel kezdődik.

Felmerülhet a kérdés, hogy honnan tudja a fordító, hogy melyik a „fő” osztály? A helyzet az, hogy a **Main** speciális függvény, ezt a fordító automatikusan felismeri és megjelöli, mint a program belépési pontját. Igazából lehetséges több **Main** nevű metódust is létrehozni, ekkor a fordítóprogramnak meg kell adni (a **/main** kapcsoló segítségével), hogy melyik az igazi belépési pont. Ettől függetlenül ezt a megoldást, ha csak lehet, kerüljük el! Nézzünk egy példát:

```
using System;

class Program1
{
    static public void Main()
    {
        Console.WriteLine("Program1");
    }
}

class Program2
{
    static public void Main()
    {
        Console.WriteLine("Program2");
    }
}
```

Ezt a forráskódot így fordíthajuk le:

```
csc /main:Program1 main.cs
```

Futtatáskor a „Program1” szöveget fogja kiírni a program.

A fenti példában a lehető legegyszerűbb osztályt hoztuk létre. A C++ nyelvet ismerők figyeljenek arra, hogy az osztály-deklaráció végén nincs kötelező pontosvessző, ugyanakkor a fordító nem szól érte, ha odaírjuk!

Az osztályunkból a **new** operátor segítségével tudunk készíteni egy példányt.

```
Dog d = new Dog();
```

A **new** hívásakor lefut a konstruktor, megfelelő nagyságú hely foglalódik a memóriában, ezután pedig megtörténik az adattagok inicializálása is.

KONSTRUKTOROK

Minden esetben, amikor egy osztályt példányosítunk, egy speciális metódus a konstruktor fut le, melynek feladata, hogy „beállítsa” az osztály értékeit. Bár a fenti osztályunkban nem definiáltunk semmi ilyesmit, ettől függetlenül rendelkezik alapértelmezett (azaz paraméter nélküli) konstruktorral. Ez igaz minden olyan osztályra, amelynek nincs konstruktor (amennyiben bármilyen konstruktort létrehoztunk, akkor ez a lehetőség megszűnik).

Az alapértelmezett konstruktor legelőször meghívja a saját őosztálya alapértelmezett konstruktorát. Ha nem származtattunk direkt módon (mint a fenti programban), akkor ez a **System.Object** konstruktora lesz (tulajdonképpen ez előbb vagy utóbb mindenképpen meghívódik, hiszen az őosztály konstruktora is meghívja a saját őst és így tovább).

Abban az esetben, ha az őosztály nem tartalmaz alapértelmezett konstruktort (mert van neki paraméteres), akkor valamely másik konstruktorát explicit módon hívni kell a leszármazott osztály konstruktorából a **base** metódussal, minden más esetben fordítási hiba az eredmény.

```
class Base
{
    public Base(string s) { }
}

class Derived : Base
{
}
```

Ez a forráskód(részlet) nem fordul le, mivel a **Base** osztály csakis paraméteres konstruktorral rendelkezik.

```
class Base
{
    public Base(string s) { }
}

class Derived : Base
{
    public Derived() : base("abc") { }
}
```

Így már viszont működni fog.

A **base** nem összekeverendő a **Base** nevű osztállyal, ez egy önálló metódus, amely minden esetben az őosztály valamely konstruktorát hívja.

Az alapértelmezett konstruktor valamilyen formában minden esetben lefut, akkor is, ha az osztályban deklaráltunk paraméterest, hiszen továbbra is ez felel a memóiafoglalásért.

Egy osztály példányosításához a példányosítást végző programrész számára látható kell legyen a példányosítandó osztály konstruktora.

Az adattagok – ha vannak – automatikusan a nekik megfelelő nullértékre inicializálódnak(pl: **int**-> 0, **bool**->**false**, referencia- és nullable típusok ->**null**).

A C++ nyelvet ismerők vigyázzanak, mivel itt csak alapértelmezett konstruktort kapunk automatikusan, értékadó operátort illetve másoló konstruktort nem! Ugyanakkor minden osztály a **System.Object**-ből származik (még akkor is, ha erre nem utal semmi), ezért néhány metódust (például a típus lekérdezéséhez) a konstruktorhoz hasonlóan azonnal használhatunk.

Jelen pillanatban az osztályunkat semmire nem tudjuk használni, ezért készítsünk hozzá néhány adattagot és egy konstruktort:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Dog
    {
        private string name;
        private int age;

        public Dog(string name, int age)
        {
            this.name = name;
            this.age = age;
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Dog d = new Dog("Füli", 2);

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A konstruktor neve meg kell, hogy egyezzen az osztály nevével, és semmilyen visszatérési értéke nem lehet. A mi konstruktorunk két paramétert vár, a nevet és a kort (metódusokkal és paramétereikkel a következő rész foglalkozik bővebben).

Egy osztálynak paraméterlistától függően bármennyi konstruktora lehet, és egy konstruktorból hívhatunk egy másikat a **this**-szel:

```
class Test
{
    public Test() : this(10) { }
    public Test(int x) { }
}
```

Ha több konstruktor is van, akkor a paraméter típusához leginkább illeszkedő fut le.

A példában a konstruktor törzsében értéket adtunk a mezőknek a **this** hivatkozással, amely mindig arra a példányra mutat, amelyen meghívták (a **this** kifejezés így minden olyan helyen használható, ahol az osztálypéldányra van szükség). Nem kötelező használni, ugyanakkor hasznos lehet, hogyha sok adattag/metódus van, illetve ha a paraméterek neve megegyezik az adattagokéval. A fordítóprogram automatikusan „odaképzeli” magának a fordítás során, így mindig tudja, mivel dolgozik.

Az adattagok **private** elérésűek (ld. elméleti rész), azaz most csakis az osztályon belül használhatjuk és módosíthatjuk őket, például a konstruktorban.

Nemcsak a konstruktorban adhatunk értéket a mezőknek, hanem használhatunk ún. inicializálókat is:

```
class Dog
{
    private string name = "Rex";
    private int age = 5;

    public Dog(string name, int age)
    {
        this.name = name;
        this.age = age;
    }
}
```

Az inicializálás mindig a konstruktor előtt fut le, ez egyben azt is jelenti, hogy az utóbbi felülbíráhatja. Ha a **Dog** osztálynak ezt a módosított változatát használtuk volna fentebb, akkor a példányosítás során minden esetben felülírnánk a kutya – alapértelmezetten megadott - korát.

Az inicializálás sorrendje megegyezik a deklaráció sorrendjével (felülről lefelé halad).

A konstruktorok egy speciális változata az ún. másoló- vagy copy-konstruktor. Ez paramétereként egy saját magával megegyező típusú objektumot kap, és annak értékeivel inicializálja magát. Másoló konstruktort általában az értékadó operátorral szoktak implementálni, de az operátor-kiterjesztés egy másik fejezet témája, így most egyszerűbben oldjuk meg:

```
class Dog
{
    private string _name = "Rex";
    private int _age = 5;

    public Dog(string name, int age)
    {
        this.name = name;
        this.age = age;
    }

    public Dog(Dog otherDog)
        : this(otherDog.name, otherDog.age)
    { }
}
```

A program első ránézésre furcsa lehet, mivel privát elérhetőségű tagokat használunk, de ezt minden gond nélkül megtehetjük, mivel a C# a privát elérhetőséget csak osztályon kívül érvényesíti, ugyanolyan típusú objektumok látják egymást.

Most már használhatjuk is az új konstruktort:

```
Dog d = new Dog("Füli", 2);
Dog e = new Dog(d);
```

ADATTAGOK

Az adattagok vagy mezők olyan változók, amelyeket egy osztályon (vagy struktúrán) belül deklaráltunk. Az adattagok az osztálypéldányhoz tartoznak (azaz minden egyes példány különálló adattagokkal rendelkezik),

vele születnek és „halnak” is meg. Az eddigi példáinkban is használtunk már adattagokat, ilyenek voltak a **Dog** osztályon belüli **name** és **age** változók.

Az adattagokon használhatjuk a **const** típusmódosítót is, ekkor a deklarációnál értéket kell adnunk a mezőnek, hasonlóan az előző fejezetben említett inicializáláshoz. Ezek a mezők pontosan ugyanúgy viselkednek, mint a hagyományos konstansok.

Egy konstans mezőt nem lehet statikusnak (statikus tagokról hamarosan) jelölni, mivel a fordító egyébként is úgy fogja kezelni (ha egy adat minden objektumban változatlan, felesleges minden alkalommal külön példányt készíteni belőle), vagyis minden konstans adattagból globálisan – minden példányra vonatkozóan – egy darab van.

A mezőkön alkalmazható a **readonly** módosító is, ez két dologban különbözik a konstansoktól: az értékadás elhagyható a konstruktorig, és az értékül adott kifejezés eredményének nem szükséges ismertnek lennie fordítási időben.

LÁTHATÓSÁGI MÓDOSÍTÓK

Korábban beszéltünk az OOP láthatóságairól. A C# az „alap” háromhoz még kettőt hozzászít:

- **public**: az osztályon/struktúrán kívül és belül teljes mértékben hozzáférhető.
- **private**: csakis a tartalmazó osztályon belül látható, a leszármazottak sem láthatják, osztályok/struktúrák esetében az alapértelmezés.
- **protected**: csakis a tartalmazó osztályon és leszármazottain belül látható.
- **internal**: csakis a tartalmazó (és a barát) assembly(ke)n belül látható.
- **protected internal**: a **protected** és **internal** keveréke.

Ezek közül leggyakrabban az első hármat fogjuk használni.

PARCIÁLIS OSZTÁLYOK

C# nyelvben létrehozhatunk ún. parciális (darab, töredék) osztályokat (**partial class**), ha egy osztály-deklarációban használjuk a **partial** kulcsszót (ezt minden darabnál meg kell tennünk). Egy parciális osztály definíciója több részből (tipikusan több forrásfájlból) állhat. Egy parciális osztály minden töredékének ugyanazzal a láthatósági módosítóval kell rendelkeznie, valamint az egyik résznél alkalmazott egyéb módosítók (pl. **abstract**), illetve az ősosztály deklaráció a teljes osztályra (értsd: minden töredékre) érvényes lesz (ebből következik, hogy ezeket nem kötelező feltüntetni minden darabnál). Ugyanakkor ennél az utolsó feltételnél figyelni kell arra, hogy ne adjunk meg egymásnak ellentmondó módosítókat (pl. egy osztály nem kaphat **abstract** és **sealed** módosítókat egy időben).

Nézzünk egy példát:

```
// main.cs
using System;

partial class PClass
{
}

class Program
{
    static public void Main()
```

```

    {
        PClass p = new PClass();
        p.Do();
    }
}

```

Látható, hogy egy olyan metódust hívtunk, amelynek hiányzik a deklarációja.

Készítsünk egy másik forrásfájlt is:

```

// partial.cs
using System;

partial class PClass
{
    public void Do()
    {
        Console.WriteLine("Hello!");
    }
}

```

A két fájlt így tudjuk fordítani:

```
csc main.cs partial.cs
```

A .NET a parciális osztályokat főként olyan esetekben használja, amikor az osztály egy részét a fordító generálja (pl. a grafikus felületű alkalmazásoknál a kezdeti beállításokat az **InitializeComponent** metódus végzi, ezt teljes egészében a fordító készíti el). Ennek a megoldásnak az a nagy előnye, hogy könnyen ki tudjuk egészíteni ezeket a generált osztályokat.

Bármelyik osztály (tehát a nem-parciális is) tartalmazhat beágyazott parciális osztályt, ekkor értelemszerűen a töredékek a tartalmazó osztályon belül kell legyenek (ugyanaz nem vonatkozik a parciális osztályon belül lévő parciális osztályokra, ott a beágyazott osztályok töredékei szétoszolhatnak a tartalmazó osztály darabjai között).

Egy parciális osztály darabjainak ugyanabban az assemblyben kell lenniük.

A C# 3.0 már engedélyezi parciális metódusok használatát is, ekkor a metódus deklarációja és definíciója szétoszlik:

```

partial class PClass
{
    partial void Do();
}

partial class PClass
{
    partial void Do()
    {
        Console.WriteLine("Hello!");
    }
}

```

Parciális metódusnak nem lehet elérhetőségi módosítója (épp ezért minden esetben **private** elérésű lesz) valamint **void**-dal kell visszatérnie.

A **partial** kulcsszót ilyenkor is ki kell tenni minden előfordulásnál. Csakis parciális osztály tartalmazhat parciális metódust.

BEÁGYAZOTT OSZTÁLYOK

Egy osztály tartalmazhat metódusokat, adattagokat és más osztályokat is. Ezeket a „belső” osztályokat beágyazott (**nested**) osztálynak nevezzük. Egy ilyen osztályt általában elrejtünk, de ha mégis publikus elérésűnek deklaráljuk, akkor a „külső” osztályon keresztül érhetjük el. A beágyazott osztályok alapértelmezés szerint privát elérésűek.

```
class Outer
{
    class Inner
    {
        // a beágyazott osztály nem látható
    }
}

class Outer
{
    public class Inner
    {
        // így már látszik
    }
}

// ...
Outer.Inner x = new Outer.Inner(); // példányosítás
```

Egy beágyazott osztály hozzáfér az őt tartalmazó osztálypéldány minden tagjához (beleértve a **private** elérésű tagokat és más beágyazott osztályokat is), de csakis akkor, ha a beágyazott osztály tárol egy, a külső osztályra hivatkozó referenciát:

```
class Outer
{
    private int value = 11;
    private Inner child;

    public Outer()
    {
        child = new Inner(this);
    }

    public void Do()
    {
        child.Do();
    }

    class Inner
    {
        Outer parent;

        public Inner(Outer o)
        {
            parent = o;
        }

        public void Do()
        {
            Console.WriteLine(parent.value);
        }
    }
}
```

OBJEKTUMINICIALIZÁLÓK

A C# 3.0 objektumok példányosításának egy érdekesebb formáját is tartalmazza:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Person
    {
        public Person() { }

        private string name;
        public string Name
        {
            get { return name; }
            set { name = value; }
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Person p = new Person()
            {
                Name = "István"
            };

            Console.WriteLine(p.Name);

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Ilyen esetekben vagy egy nyilvános tagra, vagy egy tulajdonságra hivatkozunk (ez utóbbit használtuk). Természetesen, ha létezik paraméteres konstruktor, akkor is használhatjuk ezt a beállítási módot.

DESTRUKTOROK

A destruktorkok a konstruktorokhoz hasonló speciális metódusok, amelyek az osztály által használt erőforrások felszabadításáért felelősek.

A .NET ún. automatikus szemétyűjtő (**garbage collector**) rendszert használ, amelynek lényege, hogy a hivatkozás nélküli objektumokat (nincs rájuk mutató érvényes referencia) a keretrendszer automatikusan felszabadítja.

```
Person p = new Person(); // mc egy Person objektumra mutat
p = null; // az objektumra már nem mutat semmi, felszabadítható
```

Objektumok alatt ebben a fejezetben csak és kizárólag referenciatípusokat értünk, az értéktípusokat nem a GC kezeli.

A szemétyűjtő működése nem determinisztikus, azaz előre nem tudjuk megmondani, hogy mikor fut le, ugyanakkor kézzel is meghívható, de ez nem ajánlott. A következő példában foglalunk némi memóriát, majd megvizsgáljuk, hogy mi történik felszabadítás előtt és után:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Console.WriteLine("Foglalt memória: {0}",
                GC.GetTotalMemory(false));

            for (int i = 0; i < 10; ++i)
            {
                int[] x = new int[1000];
            }

            Console.WriteLine("Foglalt memória: {0}",
                GC.GetTotalMemory(false));

            GC.Collect(); // meghívjuk a szemétyűjtőt

            Console.WriteLine("Foglalt memória: {0}",
                GC.GetTotalMemory(false));

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

A GC osztály **GetTotalMemory** függvénye a program által lefoglalt byte-ok számát adja vissza, paraméterként pedig megadhatjuk, hogy meg szeretnénk-e hívni a szemétyűjtőt.

A fenti program kimenete valami ilyesmi lesz, az értékek persze változhatnak:

```

Foglalt memória: 21060
Foglalt memória: 70212
Foglalt memória: 27144

```

Vegyük észre, hogy a ciklusban létrehozott tömbök minden ciklus végén eltüntethetőek, mivel nincs többé rájuk hivatkozó referencia (hiszen a lokális objektumok hatóköre ott véget ér)!

De hogyan is működik a szemétyűjtő? A .NET ún. generációs garbage collector-t használ, amely abból a feltevésből indul ki, hogy a legfrissebben létrehozott objektumok lesznek leghamarabb felszabadíthatóak (ez az ún. generációs hipotézis) (gondoljunk csak a lokális változókra, amelyeket viszonylag sokat használunk).

Ez alapján a következő történik: minden friss objektum a nulladik – legfiatalabb – generációba kerül. Amikor eljön a szemétyűjtés ideje, a GC először ezt a generációt vizsgálja meg, és ha talál hivatkozás nélküli objektumot azt törli (pontosabban az elfoglalt memóriaterületet szabadnak jelöli), a maradékot pedig átrakja az első generációba. Ezután sorban átvizsgálja a többi generációt (még kettő van), és elvégzi a megfelelő módosításokat. Értelemszerűen a második generációs objektumok akkor törölődnek, ha a program megáll (illetve elfogyhat a memória is, ekkor **OutOfMemoryException** kivétel keletkezik). Az egyes generációk összefüggő memóriaterületen vannak, így kevesebbet kell dolgoznia a gyűjtőnek.

Az is érdekes kérdés, hogy honnan tudja a GC, hogy melyik objektumok feleslegesek. Ehhez be kell vezetnünk két fogalmat, a gyenge illetve erős referenciák (**weak-** és **strong-reference**) intézményét:

- Minden olyan objektumra, amelyet a **new** operátorral hozunk létre, erős referenciával hivatkozunk, ezek „normális” objektumok, amelyek akkor és csakis akkor kerülnek hatókörön kívülre (és takaríthatók el a GC által), ha nincs rájuk hivatkozó érvényes referencia.

- A gyenge referenciák ennek épp ellenkezőjét nyújtják, bármikor törölhető az általuk mutatott objektum, ha nincs elég memória – akkor is, ha létezik rá mutató érvényes – gyenge – hivatkozás.

A .NET nyelvi szinten támogatja a gyenge referenciákat:

```
int[][] array = new int[10][];
for (int i = 0; i < 10; ++i)
{
    array[i] = new int[1000];
}

WeakReference wr = new WeakReference(array);
array = null;
```

Ebben a példában miután az eredeti tömbhivatkozást **null**-ra állítottuk, a tömb objektumokra már csak gyenge referencia mutat, azaz bármikor eltakarítható.

Egy **WeakReference** objektumból „visszanyerhető” az eredeti erős referencia a **Target** tulajdonság segítségével, viszont ne felejtjük el ellenőrizni ennek nullértékét, mert lehet, hogy már átment rajta a GC (és konvertálnunk is kell, mivel **object** típusúal tér vissza):

```
WeakReference wr = new WeakReference(array);
array = null;

if (wr.Target != null)
{
    int[][] array = (int[][])wr.Target;
}
```

A másik fogalom, amelyet ismernünk kell, az az ún. **application root** objektumok. Ezek olyan objektumok, amelyekről feltételezhetjük, hogy elérhetőek (ilyen objektumok lesznek pl. az összes lokális és globális változó). A GC mindig a root objektumokat vizsgálja meg először, és rajtuk keresztül építi fel a memóriatérképet.

Most már tisztában vagyunk az alapokkal, vizsgáljuk meg, hogy mi történik valójában! Azt mondtuk, hogy a GC átvizsgálja a generációkat, ennek azonban van egy kis hátránya, mégpedig az, hogy lassú. Ahhoz, hogy a takarítás valóban hatékony legyen, fel kell függeszteni a program futását, vagy azzal párhuzamosan dolgozni. Mindkét esetben rosszul járunk, hiszen vagy „lefagy” a program egy időre, vagy kevesebb erőforráshoz jut (ugyanakkor azt is számításba kell venni, hogy a GC a lehető legjobb időben – értsd: akkor, amikor a program a legkevesebb erőforrást használja – fog beindulni, tehát nem feltétlenül fog igazán nagy gondot jelenteni az alkalmazás szempontjából). Nyilván többmagos processzorral szerelt PC –knél jobb a helyzet, de attól még fennáll a hatékonyság problémája.

Épp ezért, ahelyett, hogy minden alkalommal teljes vizsgálatot végezne a GC, bevezették a részleges takarítás fogalmát, amely a következő feltevésre épül: az egyes illetve kettes generációkban lévő objektumok nagy valószínűséggel nem módosultak, vagyis feltehetjük, hogy van rájuk hivatkozó referencia (gondoljunk arra, hogy pl. a lokális változók szinte soha nem fognak átkerülni még az egyes generációba sem, vagyis az egyes és kettes generáció tagjai tipikusan hosszú életű objektumok lesznek). Természetesen ezt nem tudhatjuk biztosan, ezért minden .NET alkalmazáshoz automatikusan létrejön egy adatszerkezet (képzeljük el tömbként), amelynek egyes indexei a memória egy bizonyos nagyságú területének állapotát mutatják (nem az objektumokét!).

Tehát eljön a GC ideje, átválogatja a nulladik generációt, majd fogja a fenti adatszerkezetet (ún. **card table**), és megvizsgál minden olyan objektumot, amely olyan memóriaterületen fekszik, amelyet a **card table** módosítottan jelölt. Ez drámaian megnöveli a GC hatékonyságát, hiszen a teljes felhasznált memóriának csak töredékét kell megvizsgálnia.

A GC a nevével ellentétben nem csak ennyit tesz, valójában az ő dolga az objektumok teljes életciklusának a kezelése és a memória megfelelő szervezése is.

Amikor elindítunk egy .NET programot, akkor a GC elsőként szabad memóriát kér az operációs rendszertől (a .NET ún. szegmensekre osztja a memóriát, minden szegmens 16 MB méretű), mégpedig kétszegmensnyit: egyet a hagyományos objektumoknak (GC Heap) és egyet a nagyméretű (100+ kilobyte) objektumoknak (LOH –

Large Object Heap, ezt csakis teljes takarításnál vizsgálja a GC). Ezután nyugodtan készíthetünk objektumokat, mert ha elfogy a hely, a GC automatikusan új szegmenseket fog igényelni.

Azt gondolná az ember, hogy ennyi az egész, de minden objektum életében eljön a pillanat, amikor visszaadja a lelkét a teremtőjének, nevezetesen a GC-nek. Ilyenkor rá hárul az a rendkívül fontos feladat is, hogy rendbe rakja a memóriát. Mit is értünk ez alatt? Hatékonyság szempontjából az a legjobb, ha az osztálpéldányok egymáshoz közel – lehetőleg egymás mellett – vannak a memóriában. Épp ezért a GC minden (fő)gyűjtőciklus (tehát teljes takarítás) alkalmával átmozgatja az objektumokat, hogy a lehető leghatékonyabban kezelhessük őket.

Ennek a megoldásnak egy hátulütője, hogy ilyen módon nem használhatunk unmanaged kódot, mivel ez teljes mértékben megakadályozza a pointerműveleteket. A megoldást az objektumok rögzítése (ún. pinning) jelenti, erről egy későbbi fejezet számol be.

A managed kód éppen a fenti tények miatt tudja felvenni a versenyt a natív programokkal. Sőt, olyan alkalmazások esetében, ahol sokszor foglalunk és szabadítunk fel memóriát, a natív kód hátrányba is kerül(het). Összességében azt mondhatjuk, hogy natív és managed program között nincs nagy különbség sebesség tekintetében.

A GC háromféle módon tud működni:

- A GC párhuzamosan fut az alkalmazással
- A GC felfüggesztheti az alkalmazást
- Szerver mód

Nézzük az elsőt: az objektumok allokálását egy különálló szál végzi, ha szükség van tisztításra, akkor a program többi szálát csak nagyon rövid ideig függeszti fel, és a takarítással egyidejűleg a program továbbra is helyet foglalhat a memóriában, kivéve, ha az átlépte a maximálisan kiszabott keretet. Ez a limitálás a nulladik generációra vonatkozik, tehát azt szabja meg, hogy mennyi memóriát használhat fel egyszerre a G0 (amennyiben ezt az értéket elérjük, a GC beindul). Ezt a módszert olyan alkalmazásoknál használjuk, amikor fontos, hogy felhasználói felület reszponzív maradjon. Ez az alapértelmezett mód.

Hasonlóan működik a második is, viszont ő teljes mértékben „leállítja” az alkalmazást (ún. Stop-The-World módszer) a tisztítás idejére. Ez a mód sokkal kisebb G0 kerettel rendelkezik.

Szerver módban minden egyes processzor külön heap-pel és GC-vel rendelkezik. Ha egy alkalmazás kifut a memóriából, szól a GC-nek, amely felfüggeszti a program futását a tisztítás idejére.

Ha meg akarjuk változtatni egy program GC módját, szükségünk lesz egy konfigurációs fájlra (erről egy későbbi fejezetben), amely a következőket tartalmazza (a példában kikapcsoljuk a párhuzamos futást):

```
<configuration>
  <runtime>
    <gcConcurrent enabled="false"/>
  </runtime>
</configuration>
```

Vagy:

```
<configuration>
  <runtime>
    <gcServer enabled="true"/>
  </runtime>
</configuration>
```

Ezzel pedig a szervermódot állítottuk be.

Most pedig megnézzük, hogy hogyan használhatjuk a GC –t a gyakorlatban. A konstruktor(ok) mellett egy másik speciális metódust is kaphat minden referenciatípus, ez pedig a destruktork. Ugyanakkor a konstruktortól eltérően destruktork nem jön létre automatikusan, csakis ha magunk definiáltuk.

A GC megsemmisítés előtt az objektumokon meghívja a hozzájuk tartozó destruktort, más néven **Finalizer**-t. Ennek a metódusnak a feladata, hogy felszabadítsa az osztály által használt erőforrásokat (pl., hogy lezárja a hálózati kapcsolatokat, bezárjon minden egyes megnyitott fájlt stb.). Vegyük a következő kódot:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class DestructableClass
    {
        public DestructableClass()
        {
            Console.WriteLine("Konstruktor");
        }

        ~DestructableClass()
        {
            Console.WriteLine("Destruktor");
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            DestructableClass dc = new DestructableClass();
            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A destruktork neve **tilde** jellel (~) kezdődik, neve megegyezik az osztályéval, és nem lehet semmilyen módosítója vagy paramétere (értelemszerűen egy destruktork mindig privát elérhetőségű lesz, vagyis közvetlenül soha nem hívhatjuk, ez csakis a GC előjoga).

Soha ne készítsünk üres destruktort, mivel a GC minden destruktorról bejegyzést készít, és mindenképpen meghívja mindegyiket – akkor is, ha üres, vagyis ez felesleges metódushívás lenne.

Ha lefordítjuk ezt a kódot és elindítjuk a programot, először a „Konstruktor” szót fogjuk látni, majd egy gomb lenyomása után megjelenik a párja is. Ha látni is akarjuk, nem árt parancssorból futtatni, de egy villanásnyi időre Visual Studio-ból futtatva is látható. A fenti kód valójában a következő formában létezik:

```
class DestructableClass
{
    public DestructableClass()
    {
        Console.WriteLine("Konstruktor");
    }

    protected override void Finalize()
    {
        try
        {
            Console.WriteLine("Destruktor");
        }
        finally
        {

```

```
        base.Finalize();
    }
}
```

Ez a forráskód csak példa, nem fordul le, mivel a **Finalize** metódust nem definiálhatjuk felül, erre való a destruktork.

A **Finalize**-t minden referenciatípus örökli a **System.Object**-tól. Először felszabadítja az osztály erőforrásait (a destruktorkban általunk megszabott módon), azután meghívja az ősoosztály **Finalize** metódusát (ez legalább a **System.Object** destruktora lesz) és így tovább, amíg a lánc végére nem ér:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Base
    {
        ~Base()
        {
            Console.WriteLine("Base");
        }
    }

    class Derived : Base
    {
        ~Derived()
        {
            Console.WriteLine("Derived");
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Derived d = new Derived();

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A destruktorkra vonatkozik néhány szabály, ezek a következők:

- Egy osztálynak csak egy destruktora lehet
- A destruktork nem örökölhethő
- A destruktorkt nem lehet direkt hívni, a hívás mindig automatikusan történik
- Destruktork csakis osztálynak lehet, struktúrának nem

Legtöbbször felesleges destruktorkt készíteni, ez csak néhány speciális esetben szükséges, pl. amikor valamilyen unmanaged erőforrást (memória, fájl stb...) használunk.

IDisposable

Az **IDisposable** interfész segítségével egy osztály által használt erőforrások felszabadítása kézzel – előre meghatározott időpontban – is megtörténhet, tehát nem kell a GC-re várni.

```
using System;
```

```

namespace TestApp
{
    class DisposableClass : IDisposable
    {
        public void Dispose()
        {
            // Takarítunk
            GC.SuppressFinalize(this);
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            DisposableClass dc = new DisposableClass();
            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Az interfész által deklarált **Dispose** metódusban meg kell hívnunk a **GC.SuppressFinalize** metódust, hogy jelezzük a GC-nek, hogy ez az osztály már felszabadította az erőforrásait, és nem kell destruktort hívnia.

A fenti kódban egy kicsit csaltunk: a **SuppressFinalize** csak akkor kell, ha valóban definiáltunk destruktort, egyébként felesleges.

Destruktorok használata helyett általában az ún. Dispose tervezési mintát alkalmazzuk, amely megvalósításához nyilván az **IDisposable** interfész lesz segítségünkre.

```

class DisposableClass : IDisposable
{
    private bool disposed = false;

    public void Dispose()
    {
        Dispose(true);
        GC.SuppressFinalize(this);
    }

    private void Dispose(bool disposing)
    {
        if(!disposed)
        {
            if(disposing)
            {
                // managed erőforrások felszabadítása
            }

            // unmanaged erőforrások felszabadítása

            disposed = true;
        }
    }

    ~DisposableClass()
    {
        Dispose(false);
    }
}

```

Ebben a forráskódban két **Dispose** metódust készítettünk, az első paraméter nélküli az, amit az interfésztől kaptunk, míg a másik arra szolgál, hogy összehangoljuk a GC munkáját a kézi erőforrás-felszabadítással.

Ha a második metódus paramétere **true** értékű a híváskor, akkor tudjuk, hogy kézzel hívtuk a **Dispose** metódust, vagyis mind a menedzselt, mind a natív erőforrások felszabadíthatóak. Ha a paraméter értéke **false**, akkor pedig a hívás a destruktorból származik, vagyis csak az unmanaged erőforrásokkal kell törődnünk.

Az **IDisposable** interfészt megvalósító osztályok használhatóak ún. **using** blokkban, ami azt jelenti, hogy a blokk hatókörén kívülre érve a **Dispose** metódus automatikusan meghívódik:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class DisposableClass : IDisposable
    {
        public void Dispose()
        {
            Console.WriteLine("Takarítunk...");

            GC.SuppressFinalize(this);
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            using (DisposableClass dc = new DisposableClass())
            {
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A program kiírja a „Takarítunk...” szöveget, ahogy elhagyja a vezérlés a **using** blokkot. A legtöbb I/O művelettel (fájl- és hálózatkezelés) kapcsolatos osztály megvalósítja az **IDisposable**-t, ezért ezeket ajánlott mindig **using** blokkban használni.

METÓDUSOK

Az objektumorientált programozásban egy metódus olyan programrész, amely vagy egy objektumhoz, vagy egy osztályhoz köthető. Előbbi az ún. osztály metódus, utóbbi pedig a statikus metódus. Ebben a fejezetben az osztály (**instance**) metódusokról lesz szó.

Egy metódussal megváltoztathatjuk egy objektum állapotát, vagy információt kaphatunk annak adatairól. Optimális esetben egy adattaghoz csakis metódusokon keresztül férhetünk hozzá (ez akkor is igaz, ha látszólag nem így történik, pl. minden operátor valójában metódus formájában létezik, ezt majd látni fogjuk).

Bizonyára szeretnénk, ha a korábban elkészített kutya osztályunk nemcsak lógna a semmiben, hanem tenne is valamit. Készítsünk néhány metódust a legfontosabb műveletekhez: az evéshez és az alváshoz:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Dog
    {
        string name;
        int age;

        public Dog(string name, int age)
        {
            this.name = name;
            this.age = age;
        }

        public void Eat()
        {
            Console.WriteLine("A kutya eszik...");
        }

        public void Sleep()
        {
            Console.WriteLine("A kutya alszik...");
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Dog d = new Dog("Füli", 4);
            d.Eat();
            d.Sleep();

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Nézzük meg, hogyan épül fel egy metódus! Elsőként megadjuk a láthatóságot, és itt is érvényes a szabály, hogy ennek hiányában az alapértelmezett privát elérési mód lesz érvényben. Ezután a visszatérési érték típusa áll, jelen esetben a **void**-dal jeleztük, hogy nem várunk ilyesmit. Következik a metódus neve, ez konvenció szerint nagybetűvel kezdődik, végül a sort a paraméterlista zárja.

Egy metódust az objektum neve után írt pont operátorral hívhatunk meg (ugyanaz érvényes a publikus adattagokra, tulajdonságokra stb. is).

A „hagyományos” procedurális programozás (pl. a C vagy Pascal nyelv) a metódusokhoz hasonló, de filozófiájában más eszközöket használ, ezek a függvény (function) és az eljárás (procedure). Mi a különbség? Azt mondtuk, hogy a metódusok egy osztályhoz köthetők, annak életciklusában játszanak szerepet. Nézzünk egy példát:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class NewString1
    {
        private string aString;

        public NewString1(string s)
        {
            this.aString = s;
        }

        public void PrintUpper()
        {
            Console.WriteLine(this.aString.ToUpper());
        }
    }

    class NewString2
    {
        public void PrintUpper(string s)
        {
            Console.WriteLine(s.ToUpper());
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            NewString1 ns1 = new NewString1("baba");
            NewString2 ns2 = new NewString2();

            ns1.PrintUpper();
            ns2.PrintUpper("baba");

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Pontosan ugyanaz történik mindkét esetben, de van egy nagy különbség. Az első osztály „valódi” osztály: adattaggal, konstruktorral stb. Van állapota, végezhetünk rajta műveleteket. A második osztály nem igazi osztály, csak egy doboz, amelyben egy teljesen önálló, egyedül is életképes szerkezet van, mindössze azért kell az osztály-definíció, mert egyébként nem fordulna le a program (ebben az esetben egy statikus „metódust” kellett volna készítenünk, erről hamarosan).

Az első osztályban metódust definiáltunk, a másodikban eljárást (eljárás és függvény között a lényegi különbség, hogy utóbbinak van visszatérési értéke).

PARAMÉTEREK

Az objektummal való kommunikáció érdekében képesnek kell lennünk kívülről megadni adatokat, vagyis paramétereket. A paraméterek számát és típusait a metódus deklarációjában, vesszővel elválasztva adjuk meg. Egy metódusnak gyakorlatilag bármennyi paramétere lehet, de ökölszabály, hogy két paraméternél többet csak kivételes esetben használjunk.

A metódus nevét és paraméterlistáját aláírásnak, szignatúrának vagy prototípusnak nevezzük. Egy osztály bármennyi azonos nevű metódust tartalmazhat, ameddig a paraméterlistájuk különbözik. A paraméterek a metóduson belül lokális változókként viselkednek, és a paraméter nevével hivatkozunk rájuk.

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Test
    {
        public void Method(string param)
        {
            Console.WriteLine("A paraméter: {0}", param);
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Test t = new Test();
            t.Method("Paraméter");

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A C# nyelvben paramétereket átadhatunk érték és cím szerint is. Előbbi esetben teljesen új példány jön létre az adott osztályból, amelynek értékei megegyeznek az eredetiével. A másik esetben egy az objektumra mutató referencia adódik át, tehát az eredeti objektummal dolgozunk.

Az érték- és referenciatípusok különbözően viselkednek az átadás szempontjából. Az értéktípusok alapértelmezetten érték szerint adódnak át, míg a referenciatípusoknál a cím szerinti átadás az előre meghatározott viselkedés. Utóbbi esetben van azonban egy kivétel, mégpedig az, hogy míg a referenciatípus értékeit megváltoztathatjuk (és ez az eredeti objektumra is hat), addig magát a referenciát már nem, tehát nem készíthetünk új példányt, amelyre az átadott referencia mutat. Ha ezt mégis megteszük, az nem eredményez fordítási hibát, de a változás csakis a metóduson belül lesz észlelhető.

Erre a magyarázat nagyon egyszerű: már említettük, hogy egy metódusparaméter lokális változóként viselkedik, vagyis ebben az esetben egyszerűen egy lokális referenciával dolgozánk.

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Test
    {
        public int x = 10;

        public void TestMethod(Test t)
        {
            t = new Test();
            t.x = 11;
        }
    }
}
```

```

    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Test t = new Test();
            Console.WriteLine(t.x); // 10;
            t.TestMethod(t);
            Console.WriteLine(t.x); // 10

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Ha mégis módosítani akarjuk egy referenciatípus referenciáját, akkor külön jeleznünk kell azt, hogy „valódi” referenciaként akarjuk átadni.

Kétféleképpen adhatunk át paramétert referencia szerint. Az első esetben az átadott objektumnak inicializálnak kell lennie (tehát mindenképpen mutatnia kell valahová, használnunk kellett a **new** operátort). Ha ezt nem tettük meg, attól a program még lefordul, de a metódus hívásakor kivételt fogunk kapni (**NullReferenceException**). A referencia szerinti átadást a forráskódban is jelölni kell, mind a metódus prototípusánál, mind a hívás helyén a **ref** módosítóval.

Referenciatípust gyakorlatilag soha nem kell ilyen módon átadnunk (persze nincs megtiltva, de gondos tervezéssel elkerülhető), kivételt képez, ha ezt valamilyen .NET-en kívüli eszköz megköveteli (a lényeg, hogy már allokalált objektumra mutató referenciát optimális esetben nem állítunk máshová).

A **ref** értéktípusok esetében már sokkal hasznosabb, nézzük a következő forráskódot:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Test
    {
        public void Swap(int x, int y)
        {
            int tmp = x;
            x = y;
            y = tmp;
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int x = 10;
            int y = 20;
            Test t = new Test();

            t.Swap(x, y);

            Console.WriteLine("x = {0}, y = {1}", x, y);

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

A **Swap** eljárással megpróbáljuk felcserélni **x** és **y** értékeit. Azért csak próbáljuk, mert **int** típusok (mivel értéktípusról van szó) érték szerint adódnak át, vagyis a metódus belsejében teljesen új változókkal dolgozunk. Írjuk át egy kicsit a forrást:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Test
    {
        public void Swap(ref int x, ref int y)
        {
            int tmp = x;
            x = y;
            y = tmp;
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int x = 10;
            int y = 20;
            Test t = new Test();

            t.Swap(ref x, ref y);

            Console.WriteLine("x = {0}, y = {1}", x, y);
            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Most már az történik, amit szeretnénk: **x** és **y** értéke megcserélődött.

Egy érdekesebb módszer két szám megcserélésére: használjuk a kizáró vagy operátort, ami akkor ad vissza igaz értéket, ha a két operandusa közül pontosan az egyik igaz! Nézzük először a kódot:

```
public void Swap(ref int x, ref int y)
{
    if (x != y)
    {
        x ^= y;
        y ^= x;
        x ^= y;
    }
}
```

A két számot írjuk fel kettes számrendszerben: $x (= 10) = 01010$ és $y (= 20) = 10100$! Most lássuk, hogy mi történik! Az első sor:

```
01010
10100 XOR
-----
11110 (ez lesz most x)
```

A második sor:

```
10100
```

11110 XOR

01010 (ez most y, ez az érték a helyén van)

Végül a harmadik sor:

11110

01010 XOR

10100 (kész vagyunk)

Hogy ez a módszer miért működik, azt mindenki gondolja át maga, egy kis segítség azért jár: felhasználjuk a XOR következő tulajdonságait:

Kommutatív: $A \text{ XOR } B = B \text{ XOR } A$

Asszociatív: $(A \text{ XOR } B) \text{ XOR } C = A \text{ XOR } (B \text{ XOR } C)$

Létezik neutrális elem (jelöljük NE –vel): $A \text{ XOR } NE = A$

Minden elem saját maga inverze: $A \text{ XOR } A = 0$ (ez az állítás az oka annak, hogy ellenőriznünk kell, hogy x és y ne legyen egyenlő)

Bár ez az eljárás hatékonyabbnak tűnik, igazából ez egy hagyományos PC –n még lassúbb is lehet, mint az átmeneti változót használó társa.

A cím szerinti átadás másik formájában nem inicializált paramétert is átadhatunk, de ekkor feltétel, hogy a metóduson belül állítsuk be (átadhatunk így már inicializált paramétert is, de ekkor is feltétel, hogy új objektumot készítsünk). A használata megegyezik a **ref**-fel, azaz a szignatúrában és a hívásnál is jelezni kell a szándékunkat. A használandó kulcsszó az **out**:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Init
    {
        public void TestInit(out Test t)
        {
            t = new Test() { s = "Hello!" };
        }
    }

    class Test
    {
        public string s = null;
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Test t = null;
            Init i = new Init();

            i.TestInit(out t);
            Console.WriteLine(t.s); // Hello!

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A fenti programokban pontosan tudtuk, hogy hány paramétere van egy metódusnak. Előfordul viszont, hogy ezt nem tudjuk egyértelműen megmondani, ekkor ún. paramétertömböket kell használnunk. Ha ezt tesszük, akkor az adott metódus paraméter-listájában a paramétertömbnek kell az utolsó helyen állnia, illetve egy paraméterlistában csak egyszer használható ez a szerkezet.

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Test
    {
        public void PrintElements(params object[] list)
        {
            foreach (var item in list)
            {
                Console.WriteLine(item);
            }
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Test t = new Test();
            t.PrintElements("alma", "körte", 4, 1, "dió");
            t.PrintElements(); // ez is működik

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A paramétertömböt a **params** kulcsszóval vezetjük be, ezután a metódus belsejében pontosan úgy viselkedik, mint egy normális tömb. Paramétertömbként átadhatunk megfelelő típusú tömböket is.

Alapértelmezett paraméterek

A C# 4.0 bevezeti az alapértelmezett paramétereket, amelyek lehetővé teszik, hogy paramétereknek alapértelmezett értékeket adjunk, ezáltal nem kell kötelezően megadnunk minden paramétert a metódus hívásakor. Nézzük a következő példát:

```
class Person
{
    public Person(string firstName, string lastName)
    {
        FirstName = firstName;
        LastName = lastName;
    }

    public Person(string firstName, string lastName, string job)
        : this(firstName, lastName)
    {
        Job = job;
    }

    public string FirstName {get; private set; }
    public string LastName {get; private set; }
    public string Job {get; private set; }
}
```

Mivel nem tudunk biztosan minden emberhez munkahelyet rendelni, ezért két konstruktort kellett készítenünk. Ez alapvetően nem nagy probléma, viszont az gondot okozhat, ha valaki csak az első konstruktort használja, majd megpróbál hozzáférni a munka tulajdonsághoz. Ezt sem nagy gond megoldani, de miért fáradnánk, ha rendelkezésünkre állnak az alapértelmezett paraméterek? Írjuk át a forráskódot:

```
class Person
{
    public Person(string firstName, string lastName, string job = "N/A")
    {
        FirstName = firstName;
        LastName = lastName;
        Job = job;
    }

    public string FirstName { get; private set; }
    public string LastName { get; private set; }
    public string Job { get; private set; }
}
```

A **job** paraméterhez most alapértelmezett értéket rendeltünk, így biztosak lehetünk benne, hogy minden adattag megfelelően inicializált. Az osztályt most így tudjuk használni:

```
Person p1 = new Person("István", "Reiter");
Person p2 = new Person("István", "Reiter", "börtönőr");
```

Nevesített paraméterek

A C# 4.0 az alapértelmezett paraméterek mellett bevezeti a nevesített paraméter (**named parameter**) fogalmát, amely segítségével explicit megadhatjuk, hogy melyik paraméternek adunk értéket. Nézzük az előző fejezet **Person** osztályának konstruktorát:

```
Person p = new Person(firstName: "István", lastName: "Reiter");
```

Mivel tudatjuk a fordítóval, hogy pontosan melyik paraméterre gondolunk, ezért nem kell betartanunk az eredeti metódus-deklarációban előírt sorrendet:

```
Person p = new Person(lastName: "Reiter", firstName: "István");
```

VISSZATÉRÉSI ÉRTÉK

Az objektumainkon nemcsak műveleteket végzünk, de szeretnénk lekérdezni az állapotukat is és felhasználni ezeket az értékeket. Ezenkívül szeretnénk olyan függvényeket is készíteni, amelyek nem kapcsolódnak közvetlenül egy osztályhoz, de hasznosak lehetnek (pl. az **Int.Parse** függvény ilyen). Készítsünk egy egyszerű függvényt, amely összead két számot, az eredményt pedig visszatérési értéként kapjuk meg:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Test
    {
        public int Add(int x, int y)
        {
            return x + y;
        }
    }
}
```

```

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Test t = new Test();
        int result = t.Add(10, 11);

        Console.ReadKey();
    }
}

```

A végeredményt a **return** utasítással adhatjuk vissza. A metódus-deklarációnál meg kell adnunk a visszatérési érték típusát is. Amennyiben ezt megtettük, a metódusnak mindenképpen tartalmaznia kell egy **return** utasítást a megfelelő típusú elemmel (ez lehet **null** is referencia- és nullable típusok esetében) és ennek az utasításnak mindenképpen le kell futnia:

```

public int Add(int x, int y)
{
    if (x != 0 && y != 0)
    {
        return x + y;
    }
}

```

Ez a metódus nem fordul le, mivel nem lesz minden körülmények között visszatérési érték, hiszen nem biztos, hogy **x** és **y** is nullától különböző értéket kap.

A visszatérített érték típusának vagy egyeznie kell a visszatérési érték típusával, vagy a kettő között léteznie kell implicit típuskonverziónak:

```

public int Add(int x, int y)
{
    return (byte)(x + y); // ez működik, bár nincs sok értelme
}

public int Add(int x, int y)
{
    return (long)(x + y); // ez le sem fordul
}

```

Visszatérési értékkel rendelkező metódust használhatunk minden olyan helyen, ahol a program valamilyen típust vár (értékkadás, logikai kifejezések, metódus paraméterei, ciklusfeltétel stb.).

KITERJESZTETT METÓDUSOK

A C# 3.0 lehetőséget ad arra, hogy egy már létező típushoz új metódusokat adjunk, anélkül, hogy azt közvetlenül módosítsanánk, vagy származtatsnánk belőle. Egy kiterjesztett metódus (**extension method**) minden esetben egy statikus osztály statikus metódusa kell, hogy legyen (erről a következő fejezetben).

Egészítsük ki a **string** típust egy metódussal, ami kiírja a képernyőre az adott karaktersorozatot:

```

using System;

namespace TestApp
{
    static public class StringHelper

```

```

{
    static public void Print(this string s)
    {
        Console.WriteLine(s);
    }
}

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        string s = "ezegysttring";
        s.Print();
        StringHelper.Print(s); // így is használhatjuk

        Console.ReadKey();
    }
}

```

A **this** módosító után a paraméter típusa következik, amely meghatározza a kiterjesztett osztály típusát. A fenti példában látható, hogy „rendes” statikus metódusként is használható egy extension method.

Ha két kiterjesztett metódus ugyanazzal a szignatúrával rendelkezik, akkor a hagyományos, statikus úton kell hívunk őket. Ha nem így teszünk, akkor a speciálisabb (szűkebb típusú) paraméterű metódus fog meghívódni. Kiterjesztett metódust nem definiálhatunk beágyazott osztályban.

TULAJDONSÁGOK

A tulajdonságokat (**property**) a mezők közvetlen módosítására használjuk, anélkül, hogy megsértenénk az egységbe záras elvét. A tulajdonságok kívülről nézve pontosan ugyanolyanok, mint a hagyományos változók, de valójában ezek speciális metódusok. Minden tulajdonság rendelkezhet ún. **getter** és **setter** blokkal, előbbi a property mögött lévő mező értékét adja vissza, utóbbi pedig értéket ad neki:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Person
    {
        public Person(string name)
        {
            this.name = name;
        }

        string name;
        public string Name
        {
            get { return this.name; }
            set { this.name = value; }
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Person p = new Person("István");
            Console.WriteLine(p.Name);
            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Láthatjuk, hogy egy property deklaráció hasonlóan épül fel, mint a metódusoké, azzal a kivétellel, hogy nincs paraméterlista. Vegyük észre, hogy a setter-ben egy ismeretlen, **value** nevű változót használtunk. Ez egy speciális elem, azt az értéket tartalmazza, amelyet hozzárendeltünk a setter-hez:

```
Person p = new Person("István");
p.Name = "Béla"; // value == "Béla"
```

A getter és setter elérhetőségének nem muszáj megegyeznie, de a getternek minden esetben publikusnak kell lennie:

```
public string Name
{
    private get { return this.name; } // ez nem működik
    set { this.name = value; }
}

public string Name
{
    get { return this.name; }
    private set { this.name = value; } //ez viszont jó
}
```

Arra is van lehetőség, hogy csak az egyiket használjuk, ekkor csak írható/olvasható tulajdonságokról beszélünk:

```
public string Name
{
    get { return this.name; }
}
```

Egyik esetben sem vagyunk rákényszerítve, hogy azonnal visszaadjuk/beolvassuk az adattag értékét, tetszés szerint végezhetünk műveleteket is rajtuk:

```
public string Name
{
    get { return "Mr. " + this.name; }
}
```

A C# 3.0 rendelkezik egy nagyon érdekes újítással, az ún. automatikus tulajdonságokkal. Nem kell létrehoznunk sem az adattagot, sem a teljes tulajdonságot, a fordító mindkettőt legenerálja nekünk:

```
public string Name
{
    get;
    set;
}
```

A fordító automatikusan létrehoz egy **private** elérésű, **string** típusú, „name” nevű adattagot, és elkészíti hozzá a getter-t/setter-t is. Van azonban egy probléma, méghozzá az, hogy a fordítás pillanatában ez a változó még nem létezik, vagyis közvetlenül nem hivatkozhatunk rá pl. a konstruktorban. Ilyenkor a setter-en keresztül kell értéket adnunk.

```
class Person
{
    public Person(string name)
    {
        this.Name = name;
    }

    public string Name
    {
        get;
        set;
    }
}
```

INDEXELŐK

Az indexelők hasonlóak a tulajdonságokhoz, azzal a különbséggel, hogy nem névvel, hanem egy indexszel férünk hozzá az adott információhoz. Általában olyan esetekben használják, amikor az osztály/struktúra tartalmaz egy tömböt vagy valamilyen gyűjteményt (vagy olyan objektumot, amely maga is megvalósít egy indexelőt). Egy indexelőt így implementálhatunk:

```
using System;
using System.Collections;

namespace TestApp
{
    class Names
    {
        private ArrayList nameList;

        public Names()
        {
            nameList = new ArrayList();
            nameList.Add("István");
            nameList.Add("Szandra");
            nameList.Add("Béla");
            nameList.Add("Balázs");
        }

        public int Count
        {
            get { return nameList.Count; }
        }

        public string this[int idx]
        {
            get
            {
                if (idx >= 0 && idx < nameList.Count)
                {
                    return nameList[idx].ToString();
                }

                return null;
            }
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Names n = new Names();

            for (int i = 0; i < n.Count; ++i)
            {
                Console.WriteLine(n[i]);
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Ez gyakorlatilag egy „névtelen tulajdonság”, a **this** mutat az aktuális objektumra, amin az indexelőt definiáltuk. Több indexet is megadhatunk, amelyek különböző típusú indexszel vagy visszatérési értékkel rendelkezhetnek. Nem csak egy paraméterrel hivatkozhatunk egy indexelővel, például ha a „belső” adatszerkezet egy kétdimenziós tömb, akkor ennek megfelelő mennyiségű paraméterrel dolgozhatunk:

```
public int this[int idxx, int idxy]
{
    get
    {
        /*...*/
    }
}
```

STATIKUS TAGOK

A hagyományos adattagok és metódusok objektumszinten léteznek, azaz minden objektum minden adattagjából saját példánnyal rendelkezik. Gyakran van azonban szükségünk objektumtól független mezőkre/metódusokra, pl. ha meg szeretnénk számolni, hogy hány objektumot hoztunk létre. Erre a célra szolgálnak az ún. statikus tagok, amelyekből osztályszinten összesen egy darab létezik. Statikus tagokat akkor is használhatunk, ha az osztályból nem készült példány.

A statikus tagok jelentősége a C# nyelv tisztán objektum orientált mivoltában rejlik, ugyanis nem definiálhatunk globális (mindenki számára egyformán elérhető) tagokat. Ezt (is) váltják ki a statikus adattagok és metódusok.

STATIKUS ADATTAG

Statikus tagot a **static** kulcsszó segítségével hozhatunk létre:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Animal
    {
        static public int AnimalCounter = 0;

        public Animal()
        {
            ++Animal.AnimalCounter;
        }

        ~Animal()
        {
            --Animal.AnimalCounter;
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Animal a = new Animal();
            Console.WriteLine(Animal.AnimalCounter);

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A példában a statikus adattag értékét minden alkalommal megnöveljük eggyel, amikor meghívjuk a konstruktort, és csökkentjük, amikor az objektum elpusztul, vagyis az aktív példányok számát tartjuk számon vele.

A statikus tagokhoz az osztály nevéen (és nem egy példányán) keresztül férünk hozzá (a statikus tag „gazdaosztályából” az osztály neve nélkül is hivatkozhatunk rájuk, de ez nem ajánlott, mivel rontja az olvashatóságot).

A statikus tagok – ha az osztálynak nincs statikus konstruktora – rögtön a program elején inicializálódnak. Az olyan osztályok statikus tagjai, amelyek rendelkeznek statikus konstruktossal, az inicializálást elhalasztják addig a pontig, amikor először használjuk az adott osztály egy példányát. Konvenció szerint minden statikus tag (adattagok is) neve nagybetűvel kezdődik. A statikus és láthatósági módosító megadásának sorrendje tetszőleges.

STATIKUS KONSTRUKTOR

A statikus konstruktor a statikus tagok beállításáért felel. Közvetlenül azelőtt fut le, hogy egy példány keletkezik az adott osztályból, vagy hozzáfértek valamely tagjához.

A statikus konstruktornak nem lehet láthatóságot adni, illetve nincsenek paraméterei sem. Nem férhet hozzá példánytagokhoz sem.

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Test
    {
        static public int Var = Test.Init();

        static public int Init()
        {
            Console.WriteLine("Var = 10");
            return 10;
        }

        static Test()
        {
            Console.WriteLine("Statikus konstruktor");
        }

        public Test()
        {
            Console.WriteLine("Konstruktor");
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Console.WriteLine("Start...");
            Test t = new Test();

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Ha elindítjuk a programot, a következő kimenetet kapjuk:

```
Start...
Var = 10
Statikus konstruktor
Konstruktor
```

A statikus konstruktoroknak van azonban egy hatalmas „hibájuk”, amelyet a következő példában láthatunk:

```
static class A1
{
    static public int x = 10;
}

static class A2
```

```

{
    static public int x;

    static A2()
    {
        x = 10;
    }
}

```

A két osztály látszólag ugyanazt teszi, mégis óriási teljesítménykülönbség van köztük:

```

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Stopwatch sw = Stopwatch.StartNew();

        for (int i = 0; i < 10000000; ++i)
        {
            int x = A1.x;
        }

        Console.WriteLine("Eltelt idő: {0}ms", sw.ElapsedMilliseconds);

        sw = Stopwatch.StartNew();

        for (int i = 0; i < 10000000; ++i)
        {
            int x = A2.x;
        }

        Console.WriteLine("Eltelt idő: {0}ms", sw.ElapsedMilliseconds);

        Console.ReadKey();
    }
}

```

A **Stopwatch** osztály a **System.Diagnostics** névtérben van, és – ahogyan látszik is – időt tudunk mérni vele.

Mindkétszer tízmillió alkalommal kértük el a statikus tag értékét, lássuk az eredményt:

```

Eltelt idő: 12ms
Eltelt idő: 88ms

```

A különbség elképesztően nagy, az ok pedig a következő: ha definiáltunk statikus konstruktort, akkor a rendszer minden egyes alkalommal, amikor statikus taghoz próbálunk hozzáférni, ellenőrzi, hogy meghívódott-e már, ez pedig a fenti teljesítményvesztés eredményezi.

STATIKUS METÓDUS

Statikus metódust a hagyományos metódusokhoz hasonlóan készítünk, mindössze a **static** kulcsszóra van szükségünk. Ilyen metódus volt az előző példában az **Init** metódus is. A statikus konstruktortól eltérően rá nem vonatkozik, hogy nem lehetnek paraméterei. Statikus metódusok nem férnek hozzá az osztály „normális” tagjaihoz, legalábbis direkt módon nem (az minden további nélkül működik, ha egy példány referenciáját adjuk át neki).

Statikus metódust általában akkor használunk, ha nem egy példány állapotának a megváltoztatása a cél, hanem egy osztályhoz kapcsolódó művelet elvégzése. Ilyen metódus például az **Int32** osztályhoz tartozó **Parse** statikus metódus is.

A „leghíresebb” statikus metódus a **Main**.

STATIKUS TULAJDONSÁG

A statikus tulajdonságok a C# egy viszonylag ritkán használt lehetősége. Általában osztályokhoz kapcsolódó konstans értékek lekérdezésére használjuk (lényegében a statikus metódusok egy olvashatóbb verziója).

```
class Math
{
    static public double PI
    {
        get { return 3.14; }
    }
}
```

STATIKUS OSZTÁLY

Egy osztályt statikusnak jelölhetünk, ha csak és kizárólag statikus tagjai vannak. Egy statikus osztályból nem hozható létre példány, nem lehet példány-konstruktora (de statikus igen), és mindig lezárt (ld. Öröklődés). A fordító minden esetben ellenőrzi ezeknek a feltételeknek a teljesülését.

```
static class MathHelper
{
    static public double PI
    {
        get { return 3.14; }
    }

    static public double Cos(double x)
    {
        return Math.Cos(x);
    }
}
```


STRUKTÚRÁK

A struktúrák – szerkezetüket tekintve – hasonlóak az osztályokhoz, viszont azoktól eltérően nem referencia-, hanem értéktípusok.

Minden struktúra indirekt módon a **System.ValueType** osztályból származik. Ez egy speciális típus, amely lehetőséget biztosít értéktípusok számára, hogy referenciatípusként viselkedjenek (lásd: Boxing).

A struktúrák közvetlenül tartalmazzák a saját értékeiket, míg az osztályok „csak” referenciákat tárolnak. Épp ezért struktúrát általában akkor használunk, ha egyszerű adatokkal kell dolgoznunk, de nincs szükségünk egy osztály minden szolgáltatására.

KONSTRUKTOR

Minden struktúra alapértelmezetten rendelkezik egy konstruktorszerűséggel (vigyázat, **nem igazi** konstruktor), amely elvégzi a tagok nullára inicializálását (lényegében nullákkal tölti fel az adott memóriaterületet). Ez a lehetőség mindig él, nem rejthető el.

```
using System;

namespace TestApp
{
    struct Test
    {
        public int x;
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Test t = new Test();
            Console.WriteLine(t.x); // x == 0

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Nem kötelező használni a **new** operátort, de ha így teszünk, akkor a struktúra tagjainak használata előtt definiálni kell az értéküket, ellenkező esetben a program nem fordul le:

```
using System;

namespace TestApp
{
    struct Test
    {
        public int x;
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Test t;
            Console.WriteLine(t.x); // nem jó, x inicializálatlan
        }
    }
}
```

```

        Console.ReadKey();
    }
}

```

Készíthetünk saját konstruktort, de ekkor minden mező értékadásáról gondoskodnunk kell. Egy struktúra mezőit nem inicializálhatjuk:

```

struct Test
{
    int x = 10; // ez nem jó
    int y;

    public Test(int x, int y)
    {
        this.y = y; // ez sem jó, x nem kap értéket
    }
}

```

Struktúrában csakis paraméteres konstruktort definiálhatunk, paraméter nélküli alapértelmezettet nem. Viszont ha ezt megtettük, attól az alapértelmezett konstruktor még használható marad:

```

using System;

namespace TestApp
{
    struct Test
    {
        int x;
        int y;

        public Test(int x, int y)
        {
            this.y = y;
            this.x = x;
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Test t1 = new Test(10, 11);
            Test t2 = new Test(); //ez is működik

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

DESTRUKTOR

Struktúrák nem rendelkezhetnek destruktossal. Egy struktúra két helyen lehet a memóriában: a **stack**-ben és a **heap**-ben (ha egy referenciatípus tagja).

Ahhoz, hogy megértsük, hogy miért nincs destruktos, szükségünk van a következőre: egy struktúrában lévő referenciatípusnak csak a referenciáját tároljuk. Ha a veremben van a struktúra, akkor előbb vagy utóbb kikerül

onnan, és mivel így a benne lévő referenciatípusra már nem mutat referencia (legalábbis a struktúrából nem), ezért eltakarítható. Ugyanez a történet akkor is, ha a struktúra példány egy referenciatípusban foglal helyet.

ADATTAGOK

A struktúrák az adattagokat közvetlenül tárolják (míg osztályok esetében mindig referenciákat tartunk számon). Egy struktúra minden adattagja – amennyiben a konstruktorban nem adunk meg mást – automatikusan a megfelelő nulla értékre inicializálódik.

Struktúra nem tartalmazhat saját magával megegyező típusú adattagot. Ugyanígy, egy struktúra nem tartalmazhat olyan típusú tagot, amely típus hivatkozik az eredeti struktúrára:

```
struct Test
{
    Test t;
}

struct Test1
{
    Test2 t;
}

struct Test2
{
    Test1 t;
}
```

Mindhárom struktúra hibás. Az ok nagyon egyszerű: mivel a struktúrák direkt módon – nem referenciákon keresztül – tárolják az adattagjaikat, valamint mivel a struktúrák nem vehetnek fel null értéket, a fenti szerkezetek mind végtelen hurkot (és végtelen memórafoglalást) okoznának (Test1 struktúra, amiben Test2, amiben Test1 és így tovább) (lásd: tranzitív lezárt).

HOZZÁRENDELÉS

Amikor egy struktúra példánynak egy másik példányt adunk értékül, akkor egy teljesen új objektum keletkezik:

```
using System;

namespace TestApp
{
    struct Test
    {
        public int x;
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Test t1 = new Test();
            Test t2 = t1;
            t2.x = 10;
            Console.WriteLine("t1.x = {0}, t2.x = {1}", t1.x, t2.x);
            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Ha lefordítjuk ezt a kódot, azt fogjuk látni, hogy **t1.x** értéke nem változott, tehát nem referenciát adtunk át **t2**-nek.

Most nézzünk meg egy nagyon gyakori hibát, amibe belefuthatunk! Adott a következő programkód:

```
using System;

namespace TestApp
{
    struct Point
    {
        int x;
        public int X
        {
            get { return x; }
            set { x = value; }
        }

        int y;
        public int Y
        {
            get { return y; }
            set { y = value; }
        }

        public Point(int x, int y)
        {
            this.x = x;
            this.y = y;
        }
    }

    struct Line
    {
        Point a;
        public Point A
        {
            get { return a; }
            set { a = value; }
        }

        Point b;
        public Point B
        {
            get { return b; }
            set { b = value; }
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Line l = new Line();
            l.A = new Point(10, 10);
            l.B = new Point(20, 20);

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Teljesen szabályos forrás, le is fordul. Látható, hogy a **Point** struktúra publikus tulajdonságokkal bír, vagyis jogosnak tűnik, hogy a **Line** struktúrán keresztül módosítani tudjuk a koordinátákat. Egészítsük ki a kódot:

```
Line l = new Line();  
l.A = new Point(10, 10);  
l.B = new Point(20, 20);  
l.A.X = 5;
```

Ez a forráskód nem fog lefordulni, mivel nem változónak akarunk értéket adni. Mi lehet a hiba oka? A probléma ott van, hogy rosszul értelmeztük ezt a kifejezést. Az **l.A** valójában a getter-t hívja meg, ami az eredeti struktúra egy másolatával tér vissza, amelynek a tagjait módosítani viszont nincs értelme. Ilyen esetekben mindig új struktúrát kell készítenünk:

```
Line l = new Line();  
l.A = new Point(10, 10);  
l.B = new Point(20, 20);  
l.A = new Point(5, 10);
```

ÖRÖKLŐDÉS

Struktúrák számára az öröklődés tiltott, minden struktúra automatikusan **sealed** módosítót kap. Ilyen módon egy struktúra nem lehet absztrakt, tagjainak elérhetősége nem lehet **protected/protected internal**, metódusai nem lehetnek virtuálisak, illetve csak a **System.ValueType** metódusait definiálhatja át. Ez utóbbi esetben a metódushívások nem járnak bedobozolással:

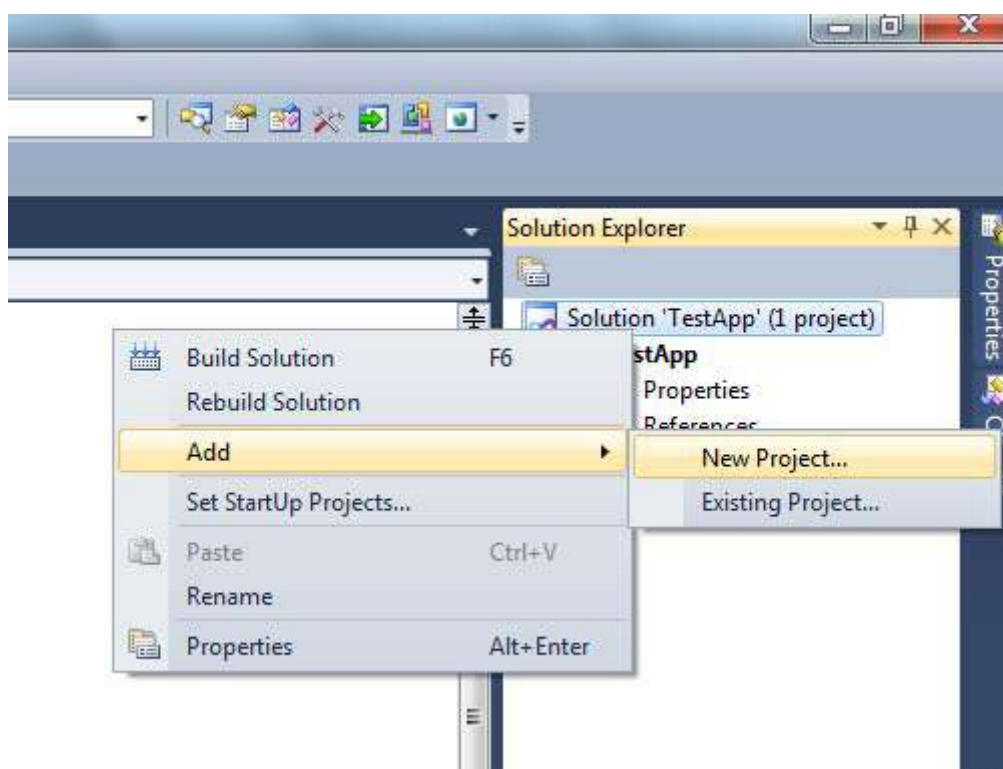
```
struct Test  
{  
    public int x;  
  
    public override string ToString()  
    {  
        return "X == " + x.ToString();  
    }  
}
```

OSZTÁLYKÖNYVTÁRAK

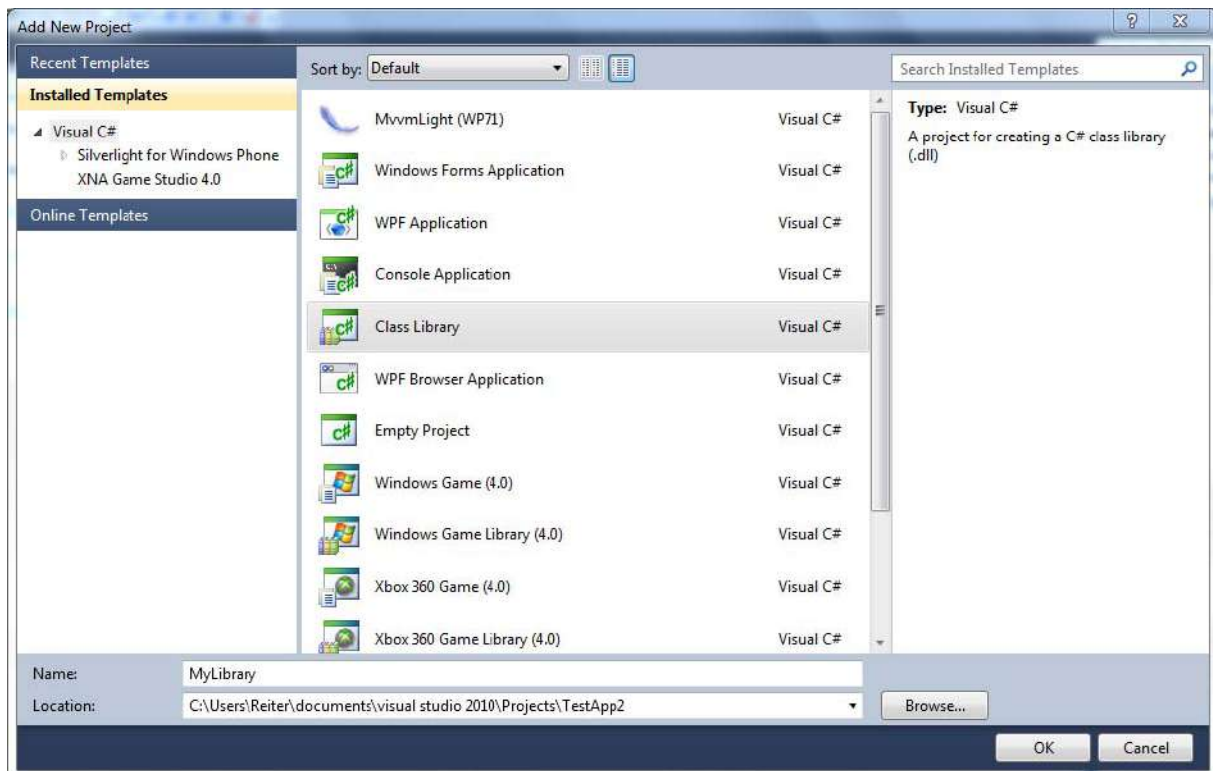
Eddig mindig egyetlen projektben dolgoztunk, ennek viszont megvan az a hátránya, hogy a program növekedésével együtt a forráskód is több helyet foglal. Hozzá kell tennünk azt is, hogy ez a fajta megközelítés a kód-újrafelhasználást is rontja, hiszen az általánosabb programrészeket minden új projektbe ismét be kellene másolni. Sokkal egyszerűbb lenne a dolgunk, ha az újrahasznosítandó forráskódot külön tudnánk választani a tényleges programtól, ezzel időt és helyet takarítva meg. Erre a célra találták ki a **shared library** (~megosztott könyvtár) fogalmát, amely a Windows alapú rendszereken a DLL -t (Dynamic Link Library) jelenti.

A DLL könyvtárak felépítése a használt fejlesztői platformtól függ, tehát egy COM DLL nem használható közvetlenül egy .NET programban. .Net környezetben egy ilyen könyvtárat **assembly**nek nevezünk.

Készítsük el az első osztálykönyvtárunkat! Feltesszük, hogy Visual Studio-ban már elkészítettünk egy Console Application típusú projektet. Kattintsunk jobb gombbal a Solution-ön, és az Add menüből válasszuk a New Project elemet:



A megjelenő ablakban a Class Library sablont kell használnunk:

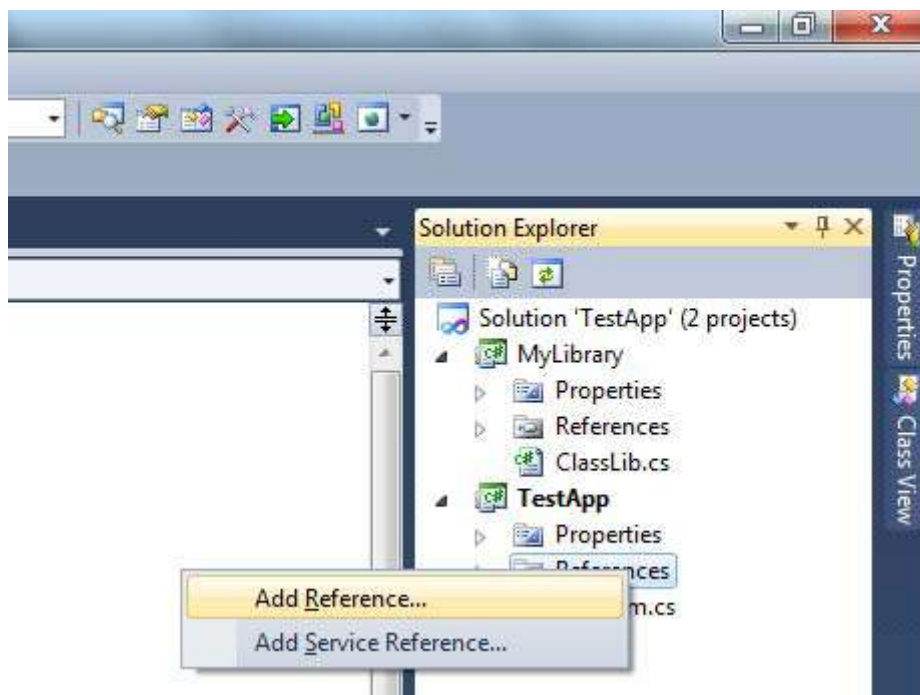


Az OK gombra kattintva elkészül az új projekt. Egyelőre csak egy osztályt tartalmaz, viszont **Main** függvényt nem, így ezt a projektet nem lehet futtatni, csakis egy másik projektből hívhatjuk meg a szolgáltatásait. Készítsünk egy egyszerű osztályt, akár átnevezve a már létezőt, akár újat létrehozva!

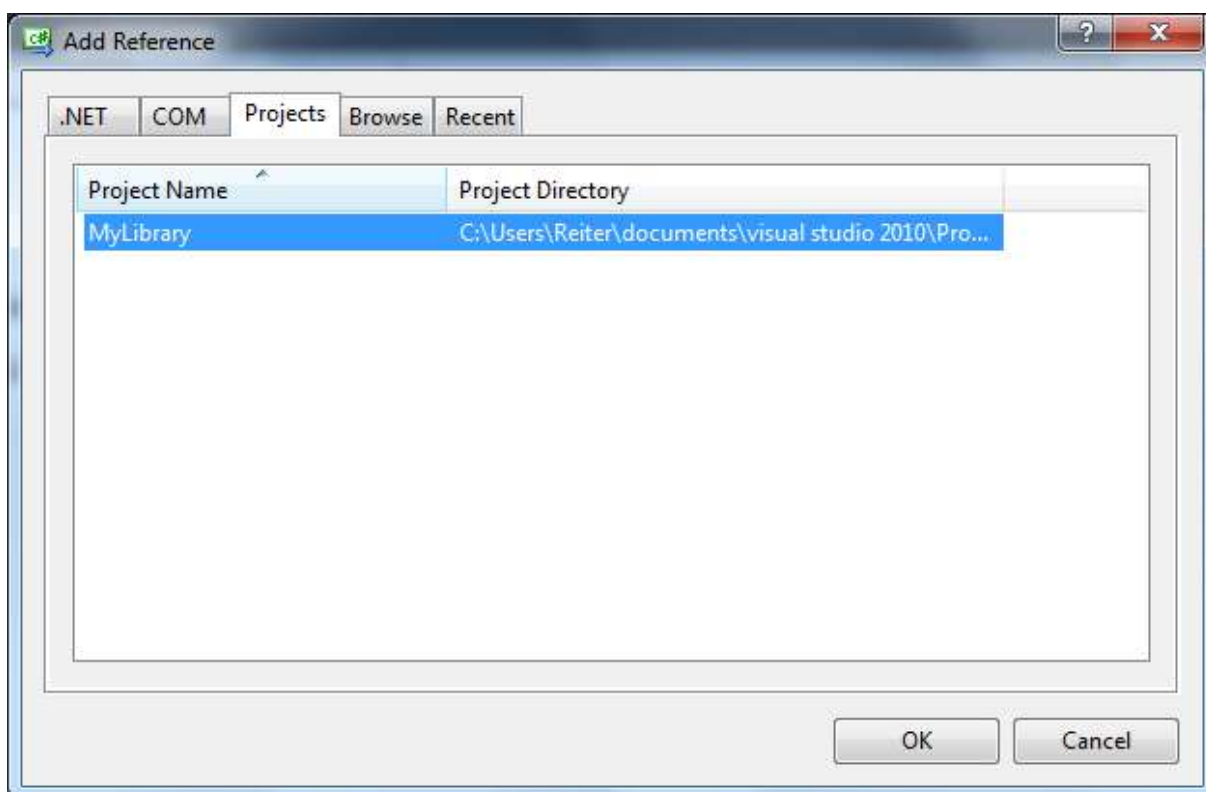
```
using System;

namespace MyLibrary
{
    public class ClassLib
    {
        static public void PrintHello()
        {
            Console.WriteLine("Én egy osztálykönyvtárban vagyok!");
        }
    }
}
```

A következő lépésben tudatnunk kell a „fő” projekttel, hogy van egy osztálykönyvtárunk. A projekten belül ott van egy References nevű könyvtár, amely a felhasznált könyvtárakat tárolja. Kattintsunk rajta jobb gombbal, és válasszuk az Add Reference pontot:



Az Add Reference ablakban, a Projects fülön megjelennek a Solution-ben szereplő projektek, válasszuk az előbb elkészített könyvtárat:



Az OK gombra kattintva a projectben felhasználhatjuk az osztálykönyvtár szolgáltatásait. A hivatkozott könyvtár a fordítás után a célkönyvtár futtatható állománya mellé kerül .dll kiterjesztéssel, ha tovább akarjuk adni programunkat, azt is mellé kell másolnunk.

A forráskódban a névtér megadása után azonnal kapunk Intellisense támogatást is. Készítsük egy programot, amely felhasználja az osztálykönyvtárunkat:


```
using System;
using MyLibrary; // az osztálykönyvtár névtére

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static public void Main(string[] args)
        {
            ClassLib.PrintHello();

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

GYAKORLÓ FELADATOK III.

FAKTORIÁLIS ÉS HATVÁNY

Készítsünk rekurzív faktoriális és hatványt számító függvényeket!

Megoldás (19/RecFact.cs és 19/RecPow.cs)

Mi is az a rekurzív függvény? Egy függvény, amely önmagát hívja. Rengeteg olyan probléma van, amelyeket több, lényegében azonos feladatot végrehajtó részre lehet osztani. Vegyük pl. a hatványozást: semmi mást nem teszünk, mint meghatározott számú szorzást végzünk, még hozzá ugyanazzal a számmal. Írhatunk persze egy egyszerű ciklust is, de ez egy kicsit „atombombával egérre” típusú megoldás lenne. Nézzük meg a hatványozás rekurzív megfelelőjét:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static public double Pow(double x, int y)
        {
            if (y == 0) { return 1.0; }
            else return x * Pow(x, y - 1);
        }

        static void Main(string[] args)
        {
            double result = Pow(2, 10);
            Console.WriteLine(result); // 1024

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Látható, hogy **x**-et (az alapot) érintetlenül hagyjuk, míg a kitevőt (**y**) a függvény minden hívásakor eggyel csökkentjük, egészen addig, amíg értéke nulla nem lesz. Ekkor befejezzük az „ördögi” kört, és visszaadjuk az eredményt.

Hasonlóképpen készíthetjük el a faktoriális számoló programot is:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static public int Fact(int x)
        {
            if (x == 0) { return 1; }
            else return x * Fact(x - 1);
        }

        static void Main(string[] args)
        {
            int result = Fact(10);
        }
    }
}
```

```

        Console.WriteLine(result);

        Console.ReadKey();
    }
}

```

GYORSRENDEZÉS

Valósítsuk meg a gyorsrendezést!

Megoldás (19/QuickSort.cs)

A gyorsrendezés a leggyorsabb rendező algoritmus, nagy elemszám esetén $O(n \cdot \log n)$ nagyságrendű átlaggal. Az algoritmus lényege, hogy a rendezendő elemek közül kiválaszt egy ún. pivot elemet, amely elé a nála nagyobb, mögé pedig a nála kisebb elemeket teszi, majd az így kapott két csoportra ismét meghívja a gyorsrendezést (tehát egy rekurzív algoritmusról beszélünk). Lássuk, hogy hogyan is néz ez ki a gyakorlatban!

Nagy elemszámnál ugyan jól teljesít ez az algoritmus, de kevés elem esetén fordul a kocka. Éppen ezért amikor a rendezésre átadott tömbrészt kellően kicsi, akkor egy általánosabb rendezést, pl. buborékrendezést érdemes használni.

A legtöbb programozási nyelv „beépített” rendezései általában a gyorsrendezés egy variációját használják.

```

class Array
{
    private int[] array;

    public Array(int length)
    {
        array = new int[length];
    }

    public int this[int idx]
    {
        get { return array[idx]; }
        set { array[idx] = value; }
    }

    public int Length
    {
        get { return array.Length; }
    }

    public void Sort()
    {
        QuickSort(0, array.Length - 1);
    }

    private void QuickSort(int left, int right)
    {
        // rendezés...
    }
}

```

Készítettünk egy osztályt, amely reprezentálja a rendezendő tömböt. A **Sort** metódussal fogjuk meghívni a tényleges rendező metódust, amely két paramétert kap, a rendezésre kiválasztott tömbrészt alsó és felső indexét. A metódus implementációja a következőképpen néz ki:

```

private void QuickSort(int left, int right)
{
    int pivot = array[left];
    int lhold = left;
    int rhold = right;

    while (left < right)
    {
        while (array[right] >= pivot && left < right)
        {
            --right;
        }

        if (left != right)
        {
            array[left] = array[right];
            ++left;
        }

        while (array[left] <= pivot && left < right)
        {
            ++left;
        }

        if (left != right)
        {
            array[right] = array[left];
            --right;
        }
    }

    array[left] = pivot;
    pivot = left;
    left = lhold;
    right = rhold;

    if (left < pivot)
    {
        QuickSort(left, pivot - 1);
    }

    if (right > pivot)
    {
        QuickSort(pivot + 1, right);
    }
}

```

A tömb mindkét oldaláról behatároljuk a kisebb/nagyobb elemeket, majd továbbhívjuk a rendezést. Nézzük meg az algoritmus működését egy példán keresztül! A rendezendő számsorozat legyen:

3, 9, 4, 6, 8, 11

Left és **right** 0 és 5 (ugye hat elem van a tömbben, és nullától indexelünk), ezeket az értékeket eltároljuk, mivel az értékük módosulni fog, de a metódus végén szükség van az eredetiekre.

Az első ciklus – mivel nem fog a **left** indexen lévő számnál (3) kisebbet találni – úgy végződik, hogy **right** értéke 0 lesz. Az elágazásba – mivel **right** és **left** egyenlő – nem megyünk bele, ugyanúgy, ahogyan a második ciklusba sem, mivel a harmasnál kisebb elem nincs, a nála nagyobbak pedig utána helyezkednek el. A következő elágazás szintén kimarad, és nekiállhatunk kiszámolni, hogy miként hívjuk meg újra a metódust. A tömb változatlan marad, a **pivot** változó nulla értéket kap, **right** és **left** pedig visszakapják az eredeti értéküket.

Ezután a második elágazást fogjuk használni (ne feledjük, hogy **right** értéke ismét 5), és meghívjuk a **QuickSort** metódust 1 illetve 5 paraméterekkel, vagyis az első elemet (3) – mivel ő már a helyén van – átugorjuk.

Következik a második forduló, a **pivot** változó értéke most kilenc lesz, míg **left** és **right** értéke 1 és 5. Az első ciklus egyszer fog lefutni, hiszen a tömb negyedik indexén ülő nyolcas szám már kisebb mint a **pivot** elem. **Left** nem egyenlő **right** –tal ezért a következő elágazásba is bemegyünk, és a **left** indexre helyezzük a **right** indexen lévő nyolcast (a **pivot** elem pedig pont az itt „már nem” lévő kilencest tárolja). **Left** előrelép eggyel, hogy a tömb második indexére (4) mutasson.

A második ciklus is lefut, egészen addig fogjuk növelni **left** értékét, amíg eléri a **right** által mutatott nyolcast, hiszen ott a ciklus feltétel második fele sérül. Most **left** és **right** értéke egyenlő: 4. Éppen ezért a második elágazást kihagyjuk és továbblépünk. A **left** által mutatott indexre behelyezzük a pivotban lévő kilencest, amivel helyre is áll a rend. **Pivot** értéke ezután négy lesz és a két másik változó is visszakapja az értékét. **Left** kisebb most, mint a **pivot** és **right** pedig nagyobb nála, így mindkét elágazás feltétele teljesül, vagyis most mindkét oldalra hívjuk a metódust.

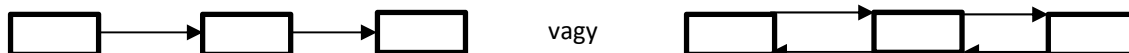
Az ezutáni események átgondolása pedig az olvasó feladata.

LÁNCOLT LISTA

Valósítsuk meg a láncolt lista adatszerkezetet!

Megoldás (19/LinkedList.cs)

Amikor tömbökkel dolgozunk, akkor a tömb elemeit indexekkel érjük el. A láncolt lista olyan adatszerkezet, amelynek elemei a soron következő elemre hivatkozó **referenciát** tartalmaznak. A láncolt listát az első fej- vagy gyökérelemen keresztül érjük el. Ha az elemek csak a következő tagra mutatnak, akkor egyszerűen, ha a megelőző elemre is, akkor kétszeresen láncolt listáról beszélünk:



Elsőként valósítsuk meg az elemeket jelképező osztályt:

```
class Node
{
    public Node(int value)
    {
        this.Value = value;
    }

    public int Value{ get; set; }

    public Node Next{ get; set; }
    public Node Previous { get; set; }
}
```

Most pedig jöjjön a láncolt lista osztály:

```
class LinkedList
{
    public LinkedList() { }

    public LinkedList(int[] values)
    {
        foreach (int value in values)
        {
            this.Add(value);
        }
    }
}
```

```

    }

    public void Add(int value)
    {
        if (Root == null)
        {
            Root = new Node(value);
        }
        else
        {
            Node current = Root;
            while (current.Next != null)
            {
                current = current.Next;
            }

            current.Next = new Node(value);
            current.Next.Previous = current;
        }
    }

    public Node Root { get; private set; }
}

```

Az **Add** metódus az, amelyik számunkra érdekes. Elsőként megvizsgáljuk, hogy létezik-e gyökérelem, ha nem, akkor létrehozuk, és nincs is más dolgunk (ugye ilyenkor még nincs se előző, se rákövetkező elem). Más a helyzet, ha van már néhány elem a listában, ekkor meg kell keresnünk a legutolsó elemet, és utánaűzni az újat (megvalósíthattuk volna úgy is a listát, hogy tárolunk egy referenciát az utolsó elemre, ez lényegesen gyorsabb lenne – de kevésbé érdekes).

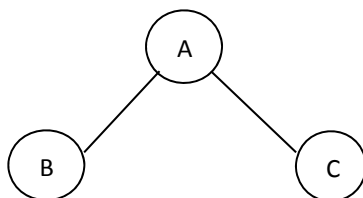
Ahhoz, hogy megkeressük az utolsó elemet, szükségünk lesz egy átmeneti referenciára, amely mindig az aktuális elemet mutatja majd. A ciklust addig kell futtatni, ameddig az aktuális elem rákövetkezője null értékre nem mutat, ekkor beállítjuk a **Next** és **Previous** értékeket is.

BINÁRIS KERESŐFA

Készítsünk bináris keresőfát!

Megoldás (19/BinaryTree.cs)

A fa típus olyan adatszerkezet, amelynek elemei nulla vagy több gyermekelemmel és maximum egy szülőelemmel rendelkeznek:



A képen az A elem gyermekei B illetve C, akiknek természetesen A lesz a közös szülőelemük. A fa típus egy speciális esete a bináris fa, amely minden elemének pontosan egy szülő és maximum kettő gyermek eleme lehet. A bináris fa speciális esete pedig a bináris keresőfa, amelynek jellemzője, hogy egy szülő elem bal oldali részfájában a szülőelemnél kisebb, jobb oldali részfájában pedig a szülőelemnél nagyobb elemek vannak, ezáltal egyértelműen meghatározható, hogy egy elem benne van-e a fában vagy nincs (értelemszerűen a részfák is keresőfák, vagyis rájuk is ugyanez vonatkozik). A bináris keresőfa minden elemének egyedi kulccsal

kell rendelkeznie, vagyis ugyanaz az elem kétszer nem szerepelhet a fában. A keresés művelet $O(\log n)$ nagyságrendű.

Ahogy az előző feladatban, most is kezdjük a fa csúcsait jelképező osztállyal:

```
class TreeNode
{
    public TreeNode(int value)
    {
        this.Value = value;
    }

    public int Value { get; set; }

    public TreeNode Parent { get; set; }
    public TreeNode Left { get; set; }
    public TreeNode Right { get; set; }
}
```

Most pedig készítsük el a fa osztályt!

```
class BinaryTree
{
    public BinaryTree() { }

    public BinaryTree(int[] values)
    {
        foreach (int value in values)
        {
            this.Insert(value);
        }
    }

    public void Insert(int value) { }

    public TreeNode Root { get; private set; }
}
```

Az osztály váza hasonlít a láncolt listához, itt is szükségünk van egy gyökérelemre, ez tulajdonképpen a legelső beszúrt csúcs lesz.

Írjuk meg a hiányzó Insert metódust:

```
public void Insert(int value)
{
    if (Root == null)
    {
        Root = new TreeNode(value);
    }
    else
    {
        TreeNode current = Root;

        while (current != null)
        {
            if (current.Value > value)
            {
                if (current.Left == null)
                {
                    current.Left = new TreeNode(value);
                }
            }
        }
    }
}
```

```

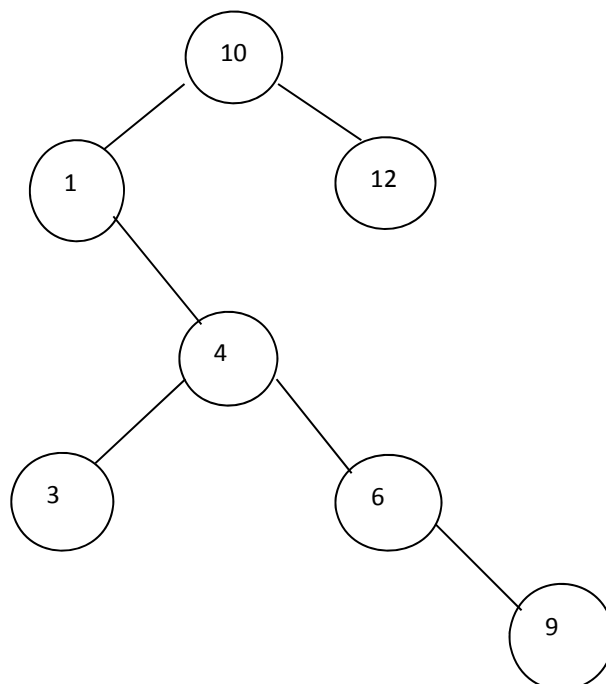
        current.Left.Parent = current;
        return;
    }
    else
    {
        current = current.Left;
    }
}
else if (current.Value < value)
{
    if (current.Right == null)
    {
        current.Right = new TreeNode(value);
        current.Right.Parent = current;
        return;
    }
    else
    {
        current = current.Right;
    }
}
else return;
}
}
}

```

Ha a gyökérelém null értéken áll, akkor készítünk egy új **TreeNode** objektumot, egyébként megkeressük az új elem helyét oly módon, hogy minden csúcsnál a megfelelő irányba „fordulunk”. Amennyiben az adott érték már szerepel a fában, egyszerűen elhagyjuk a ciklust. Tegyük fel, hogy az elemek a következő sorrendben érkeznek:

10, 1, 4, 6, 6, 3, 9, 12

Ekkor a bináris keresőfa így fog kinézni:



A következő feladatunk, hogy kiírjuk a fa elemeit a konzolra. Persze ez nem is olyan egyszerű, hiszen megfelelő algoritmusra lesz szükségünk ahhoz, hogy a fa elemeit bejárassuk. Egy rekurzív algoritmust fogunk használni,

amely stratégiától függően az egyes csúcsok részfáit, majd magát a csúcsot látogatja meg. Háromféle stratégiát ismerünk: preorder, inorder és postorder. A preorder elsőként a csúcsot, majd a bal és jobb oldali részfát veszi kezelésbe. Inorder módon a bal oldali részfa, a csúcs és a jobb oldali részfa lesz a sorrend, végül pedig a postorder bejárás sorrendje a bal oldali részfa, a jobb oldali részfa, végül pedig a csúcs. Nézzük meg, hogyan is működik mindez a gyakorlatban! A fent felépített fán fogunk inorder módon végigmenni.

Az algoritmust a gyökérelemre (10) fogjuk meghívni, amely elsőként a bal oldali részfa csúcsát (1) fogja meglátogatni. Mivel neki nincsen bal oldali részfája, ezért kiírjuk az egyes számot, és lépünk a jobb oldali részfára (4). Neki már van bal oldali ága, ezért őt vizsgáljuk a továbbiakban. Itt nincs gyermekelem, ezért a következő szám, amit kiírhatunk, a három. Visszalépünk a szülőelemre, és kiírjuk őt (4), majd lépünk jobbra. A hatos csúcsnak sincs bal oldali fája, ezért kiírjuk, majd jön a jobb fában a kilences, amit megint csak kiírunk, hiszen nem rendelkezik gyermekelemmel.

Ezen a ponton végeztünk a gyökérelem bal oldali fájával, ezért őt jelenítjük meg, ezután pedig már csak egyetlen elem marad. A végső sorrend tehát:

1, 3, 4, 6, 9, 10, 12

A forráskódban ez az algoritmus meglehetősen egyszerűen jelenik meg, következzen az inorder bejárás:

```
public void InOrder(Action<int> action)
{
    _inOrder(Root, action);
}

private void _inOrder(TreeNode root, Action<int> action)
{
    if (root == null) { return; }

    _inOrder(root.Left, action);
    action(root.Value);
    _inOrder(root.Right, action);
}
```

Az **Action<T>** osztályról a Lambda kifejezések c. fejezetben olvashat többet az olvasó.

ÖRÖKLŐDÉS

Öröklődéssel egy már létező típust terjeszthetünk ki vagy bővíthetjük tetszőleges szolgáltatással. A C# csakis egyszeres öröklődést engedélyez, vagyis minden osztály egyetlen őszosztályból származhat (leszármítva a **System.Object**-et), ugyanakkor megengedi több interfész implementálását (interfészekről hamarosan).

Készítsük el az elméleti rész példáját (Állat-Kutya-Krokodil) C# nyelven! Az egyszerűség kedvéért hagyjuk ki az Állat és Kutya közti speciálisabb osztályokat:

```
class Animal
{
}

class Dog : Animal
{
}

class Crocodile : Animal
{
}
```

Az őszosztályt az osztálydeklaráció után írt kettőspont mögé kell írni, szintén itt lesznek majd az osztály által megvalósított interfészek is.

A Kutya és Krokodil osztályok egyaránt megvalósítják az őszosztály (egyelőre szegényes) funkcionálisát. Bővítsük hát ki:

```
class Animal
{
    public Animal(string name)
    {
        this.Name = name;
    }

    public string Name { get; set; }

    public void Eat()
    {
        Console.WriteLine("Hamm - Hamm");
    }
}
```

Vegyük észre, hogy paraméteres konstruktort készítettünk az őszosztálynak, vagyis át kell gondolnunk a példányosítást! Az első változatot (az alapértelmezett konstruktossal) így használhattuk:

```
Dog d = new Dog();
Crocodile c = new Crocodile();
```

Ha ezt az új **Animal** osztállyal próbáljuk meg akkor meglepetés fog érni, mivel nem fordul le a program. Ahhoz, hogy ki tudjuk javítani a hibát, tudnunk kell, hogy a leszármazott osztályok először mindig a közvetlen őszosztály konstruktorát hívják meg, vagyis – ha nem adunk meg mást – az alapértelmezett konstruktort. A probléma az, hogy az őszosztálynak már nincs ilyenje, ezért a leszármazott osztályokban explicit módon hívni kell a megfelelő konstruktort:

```

class Dog : Animal
{
    public Dog(string name)
        : base(name)
    {
    }
}

class Crocodile : Animal
{
    public Crocodile(string name)
        : base(name)
    {
    }
}

```

Ezután így példányosítunk:

```

Dog d = new Dog("Füli");
Crocodile c = new Crocodile("Aladár");

```

Ugyanígy használhatjuk az őssztály metódusát is:

```

Dog d = new Dog("Füli");
Crocodile c = new Crocodile("Aladár");

d.Eat();
c.Eat();

```

Honnan tudja vajon a fordító, hogy egy őssztálybeli metódust kell meghívnia? A referenciatípusok speciális módon jelennek meg a memóriában, rendelkeznek többek közt egy ún. metódus-táblával, ami mutatja, hogy az egyes metódushívásoknál melyik metódust kell meghívni. Persze ezt is meg kell határozni valahogy, ez nagy vonalakban úgy történik, hogy a fordító a fordítás pillanatában megkapja a metódus nevét, és elindul „visszafelé” az osztályhierarchia mentén. A fenti példában a hívó osztály nem rendelkezik **Eat** nevű metódussal, és nem is definiálja át annak a viselkedését (erről hamarosan), ezért az eggyel feljebbi őst kell megnéznünk. Ez egészen a lehető „legújabb” metódusdefinícióig megy, és amikor megtalálja a megfelelő implementációt, bejegyzi azt a metódustáblába.

VIRTUÁLIS METÓDUSOK

Az őssztályban deklarált virtuális (vagy polimorfikus) metódusok viselkedését a leszármazottak átdefiniálhatják. Virtuális metódust a szignatúra elé írt **virtual** kulcsszó segítségével deklarálhatunk:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Animal
    {
        public virtual void Eat()
        {
            Console.WriteLine("Egy állat eszik...");
        }
    }

    class Dog : Animal

```

```

{
    public override void Eat()
    {
        Console.WriteLine("Kutya csontot rág...");
    }
}

class Crocodile : Animal
{
    public override void Eat()
    {
        Console.WriteLine("Krokodil embert rág...");
    }
}

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Animal a = new Animal();
        Dog d = new Dog();
        Crocodile c = new Crocodile();

        a.Eat();
        d.Eat();
        c.Eat();

        Console.ReadKey();
    }
}
}

```

A leszármazott osztályokban az **override** kulcsszóval mondjuk meg a fordítónak, hogy szándékosan hoztunk létre az őosztályéval azonos szignatúrájú metódust, és a leszármazott osztályon ezt kívánjuk használni mostantól. Egy **override**-dal jelölt metódus automatikusan virtuális is lesz, így az ő leszármazottai is átdefiniálhatják a működését:

```

class Crocodile : Animal
{
    public override void Eat()
    {
        Console.WriteLine("Krokodil embert rág...");
    }
}

class BigEvilCrocodile : Crocodile
{
    public override void Eat()
    {
        Console.WriteLine("Krokodil óceánjárót rág...");
    }
}

```

Az utódosztály metódusának szignatúrája és láthatósága meg kell egyezzen azzal, amit át akarunk definiálni.

Tegyük fel, hogy nem ismerjük az őosztály felületét, és a hagyományos módon deklaráljuk az **Eat** metódust (ugye nem tudjuk, hogy már létezik)! Ekkor a program ugyan lefordul, de a fordító figyelmeztet minket, hogy eltakarjuk az öröklött metódust. És valóban, ha meghívnánk, akkor az új metódus futna le. Ezt a jelenséget árnyékolásnak (shadow) nevezzük.

Természetesen mi azt szeretnénk, ha a fordítás hiba nélkül menne végbe, így tájékoztatnunk kell a fordítót, hogy szándékosan takarjuk el az eredeti implementációt. Ezt a **new** kulcsszóval tehetjük meg:

```
class Animal
{
    public virtual void Eat()
    {
        Console.WriteLine("Egy állat eszik...");
    }
}

class Dog : Animal
{
    public new void Eat()
    {
        Console.WriteLine("Kutya csontot rág...");
    }
}
```

Ezután a **Dog** utódjai már nem látják az eredeti **Eat** metódust. Viszont készíthetünk belőle virtuális metódust, amelyet az utódai már kedvükre használhatnak. Azaz, a **new** módosítóval ellátott metódus új sort kezd, amikor a fordító felépíti a metódustáblát, vagyis a **new virtual** kulcsszavakkal ellátott metódus lesz az új metódussorozat gyökere.

```
class Dog : Animal
{
    public new virtual void Eat()
    {
        Console.WriteLine("Kutya csontot rág...");
    }
}
```

Nem jelölhetünk virtuálisnak statikus, absztrakt és **override**-dal jelölt tagokat (az utolsó kettő egyébként virtuális is lesz, de ezt nem kell külön jelölni).

POLIMORFIZMUS

Korábban már beszéltünk arról, hogy az ős és leszármazottak közt **az-egy** (is-a) reláció áll fenn. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy minden olyan helyen, ahol egy őstípust használunk, ott használhatunk leszármazottat is (pl. egy állatkertben állatok vannak, de az állatok helyére (nyilván) behelyettesíthetünk egy speciálisabb fajt). Például gond nélkül írhatom a következőt:

```
Animal d = new Dog("Füli");
```

A **new** operátor meghívása után **d** úgy fog viselkedni, mint a **Dog** osztály egy példánya (elvégre az is lesz), használhatja annak metódusait, adattagjait. Arra azonban figyeljünk, hogy ez visszafelé nem működik, a fordító hibát jelezne!

Abban az esetben ugyanis, ha a fordító engedné a visszafelé konverziót, az ún. leszeletelődés (slicing) effektus lépne fel, azaz az adott objektum elveszítené a speciálisabb osztályra jellemző karakterisztikáját. A C++ nyelvben sokszor jelent gondot ez a probléma, mivel ott egy pointeren keresztül megtehető a „lebutítás”. Szerencsére a C# nyelvben ezt megoldották, így nem kell aggódnunk miatta.

Mi történik vajon a következő esetben:

```
Animal[] animalArray = new Animal[2];
```

```
animalArray[0] = new Animal();
animalArray[1] = new Dog();

animalArray[0].Eat();
animalArray[1].Eat();
```

Amit a fordító lát az az, hogy készítettünk egy **Animal** típusú elemekből álló tömböt és hogy az elemeink meghívtuk az **Eat** metódust. Csakhogy az **Eat** virtuális metódus, ráadásul van leszármazottbeli implementációja is, amely átdefiniálja az eredeti viselkedést, és ezt explicit jelöltük is az **override** kulcsszóval. Így a fordító fel tudja ismerni a futásidejű típust, és ezáltal ütemezi a metódushívásokat. Ez az ún. késői kötés (late binding). A kimenet így már nem lehet kétséges.

Már beszéltünk arról, hogyan épül fel a metódustábla, a fordító megkeresi a legkorábbi implementációt, és most már azt is tudjuk, hogy az első ilyen implementáció egy virtuális metódus lesz, azaz a keresés legkésőbb az első virtuális változatnál megáll.

LEZÁRT OSZTÁLYOK ÉS METÓDUSOK

Egy osztályt lezárhatunk, azaz megtilthatjuk, hogy új osztályt származtassunk belőle:

```
sealed class Dobermann : Dog
{
}

class MyDobermann : Dobermann // ez nem jó
{
}
```

Ebben az esetben az IntelliSense eleve fel sem ajánlja az osztályt.

Egy metódust is deklarálhatunk lezártként, ekkor a leszármazottak már nem definiálhatják át a működését:

```
class Dog : Animal
{
    public sealed override void Eat()
    {
        Console.WriteLine("Vau - Vau - Hamm - Hamm");
    }
}

sealed class Dobermann : Dog
{
    public override void Eat() // ez sem jó
    {
    }
}
```

ABSZTRAKT OSZTÁLYOK

Egy absztrakt osztályt nem lehet példányosítani. A létrehozásának célja az, hogy közös felületet biztosítsunk a leszármazottainak:

```

using System;

namespace TestApp
{
    abstract class Animal
    {
        abstract public void Eat();
    }

    class Dog : Animal
    {
        public override void Eat()
        {
            Console.WriteLine("Kutya eszik...");
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            // Animal a = new Animal(); //ez nem fordul le

            Dog d = new Dog();
            d.Eat();

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Látható, hogy mind az osztály, mind a metódus absztraktként lett deklarálva, ugyanakkor a metódus (látszólag) nem virtuális és nincs definíciója.

Egy absztrakt osztály csak a fordítás közben absztrakt, a lefordított kódban teljesen normális osztályként szerepel, virtuális metódusokkal. A fordító feladata az, hogy betartassa a rá vonatkozó szabályokat, amelyek a következők:

- absztrakt osztályt nem lehet példányosítani,
- absztrakt metódusnak nem lehet definíciója,
- a leszármazottaknak definiálnia **kell** az öröklött absztrakt metódusokat.

Absztrakt osztály tartalmazhat nem absztrakt metódusokat is, ezek pont úgy viselkednek, mint a hagyományos nem-virtuális társaik. Az öröklött absztrakt metódusokat az **override** kulcsszó segítségével tudjuk definiálni (hiszen virtuálisak, még ha nem is látszik).

Amennyiben egy osztálynak van legalább egy absztrakt metódusa, az osztályt is absztraktként kell jelölni.

Annak ellenére, hogy egy absztrakt osztályt nem példányosíthatunk, még lehet konstruktora, mégpedig azért, hogy beállíthassuk vele az adattagokat:

```

abstract class Animal
{
    public Animal(string name)
    {
        this.Name = name;
    }

    public string Name { get; set; }

    abstract public void Eat();
}

```

```
class Dog : Animal
{
    public Dog(string name) : base(name) { }

    public override void Eat()
    {
        Console.WriteLine("Kutya eszik...");
    }
}
```

Vajon hogyan működik a következő példában a polimorfizmus elve? :

```
Animal[] animalArray = new Animal[2];

animalArray[0] = new Dog("Füli");
animalArray[1] = new Crocodile("Aladár");
```

Ennek a kódnak hiba nélkül kell fordulnia, hiszen ténylegesen egyszer sem példányosítottuk az absztrakt ősosztályt. A fordító csak azt fogja megvizsgálni, hogy mi van a **new** operátor jobb oldalán, az alaposztály nem érdekli. Természetesen a következő esetben nem fordulna le:

```
animalArray[0] = new Animal("Animal");
```


INTERFÉSZEK

Az interfészek hasonlóak az absztrakt osztályokhoz, abban az értelemben, hogy meghatározzák egy osztály viselkedését, felületét. A nagy különbség a kettő közt az, hogy míg előbbi eleve meghatároz egy osztályhierarchiát, egy interfész nem köthető közvetlenül egy osztályhoz, mindössze előír egy mintát, amely megvalósításra vár. Egy másik előnye az interfészek használatának, hogy míg egy osztálynak csak egy őse lehet, addig bármennyi interfészt megvalósíthat. Ezenfelül interfészt használhatunk struktúrák esetében is. A következő példában átírjuk az **Animal** ősosztályt interfészre:

```
using System;

namespace TestApp
{
    interface IAnimal
    {
        void Eat();
    }

    class Dog : IAnimal
    {
        public void Eat()
        {
            Console.WriteLine("Kutya eszik...");
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Dog d = new Dog();
            d.Eat();

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Az interfész nevét konvenció szerint nagy **I** betűvel kezdjük. Látható, hogy a metódusokhoz nem tartozik definíció, csak deklaráció. A megvalósító osztály dolga lesz majd implementálni a tagjait. Egy interfész a következőket tartalmazhatja: metódusok, tulajdonságok, indexelők és események (erről hamarosan). A tagoknak nincs külön megadott láthatóságuk, mindannyiuk elérhetősége publikus. Magának az interfésznek az elérhetősége alapesetben publikus, illetve jelölhetjük **internal**-ként, másféle láthatóságot nem adhatunk meg (illetve osztályon belül deklarált (beágyazott) interfész elérhetősége lehet privát).

Egy interfészt implementáló osztálynak meg kell valósítania az interfész metódusait, egyetlen kivétellel: ha a szóban forgó osztály egy absztrakt osztály. Ekkor az interfész metódusait abszraktként jelölve elhalaszthatjuk a metódusdefiníciót az absztrakt osztály leszármazottainak implementálásáig:

```
interface IAnimal
{
    void Eat();
}

abstract class AbstractAnimal : IAnimal
{
    public abstract void Eat();
}
```

Fontos, hogy amennyiben egy osztályból is származtatunk, akkor a felsorolásnál az őszosztály nevét kell előrevenni, utána jönnek az interfészek:

```
class Base { }

interface IFace { }

class Derived : IFace, Base { } // ez nem fordul le
```

Egy interfészt származtathatunk más interfészekből:

```
using System;

namespace TestApp
{
    interface IAnimal
    {
        void Eat();
    }

    interface IDog : IAnimal
    {
        void Vau();
    }

    class Dog : IDog
    {
        public void Eat()
        {
            Console.WriteLine("Kutya eszik...");
        }

        public void Vau()
        {
            Console.WriteLine("Vau - Vau");
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Dog d = new Dog();
            d.Eat();
            d.Vau();

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Ekkor természetesen az összes interfészt meg kell valósítanunk.

Egy adott interfészt megvalósító objektumot implicit módon átkonvertálhatunk az interfész „típusára”:

```
Dog d = new Dog();
IAnimal ia = d;
IDog id = d;

ia.Eat();
id.Vau();
```

Az **is** és **as** operátorokkal pedig azt is megtudhatjuk, hogy egy adott osztály megvalósít-e egy interfészt:

```
Dog d = new Dog();

IAnimal ia = d as IAnimal;
if (ia != null)
{
    Console.WriteLine("Az objektum megvalósítja az IAnimal -t");
}

if (d is IDog)
{
    Console.WriteLine("Az objektum megvalósítja az IDog -ot");
}
```

EXPLICIT INTERFÉSZIMPLEMENTÁCIÓ

Ha több interfészt implementálunk, az névütközéshez is vezethet. Ennek kiküszöbölésére explicit módon megadhatjuk a megvalósítani kívánt funkciót:

```
using System;

namespace TestApp
{
    interface IOne
    {
        void Method();
    }

    interface ITwo
    {
        void Method();
    }

    class Test : IOne, ITwo
    {
        public void Method()
        {
            Console.WriteLine("Method!");
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Test t = new Test();
            t.Method();

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Ez a forráskód lefordul, és a metódust is meg tudjuk hívni. A probléma ott van, hogy két metódust kellene implementálnunk, de csak egy van – viszont a program működik. Persze nem ez az elvárt viselkedés, ezért ilyen esetekben explicit módon meg kell mondanunk, hogy melyik metódus/tulajdonság/stb. melyik interfészhez tartozik. Írjuk át a fenti kódot:

```

class Test : IOne, ITwo
{
    void IOne.Method()
    {
        Console.WriteLine("IOne Method!");
    }

    void ITwo.Method()
    {
        Console.WriteLine("ITwo Method!");
    }
}

```

Vegyük észre, hogy nem használtunk láthatósági módosítót, ilyenkor az interfész láthatósága érvényes ezekre a tagokra.

Újabb problémánk van, még hozzá az, hogy hogyan fogjuk meghívni a metódusokat. Most fogjuk kihasználni, hogy egy osztály konvertálható a megvalósított interfészek típusára:

```

Test t = new Test();

((IOne)t).Method(); // ez működik

ITwo it = t;
it.Method(); // ez is működik

```

VIRTUÁLIS TAGOK

Egy interfész tagjai alapértelmezés szerint lezártak, de a megvalósításnál jelölhetjük őket virtuálisnak. Ezután az osztály leszármazottjai tetszés szerint módosíthatják a definíciót, a már ismert **override** kulcsszóval:

```

class Dog : IDog, IAnimal
{
    public void Eat()
    {
        Console.WriteLine("Kutya eszik...");
    }

    public virtual void Vau()
    {
        Console.WriteLine("Vau - Vau");
    }
}

class BigDog : Dog
{
    public override void Vau()
    {
        Console.WriteLine("VAU-VAU");
    }
}

```

Egy leszármazott újrainplementálhatja az adott interfészt, amennyiben nemcsak az ősnél, de az utódnál is jelöljük a megvalósítást:

```

class BigDog : Dog, IAnimal
{
    public new void Eat()
    {

```

```
        Console.WriteLine("Kutya nagyon eszik...");  
    }  
  
    public override void Vau()  
    {  
        Console.WriteLine("VAU-VAU");  
    }  
}
```

Ez esetben használnunk kell a **new** kulcsszót annak jelölésére, hogy eltakarjuk az ősz megvalósítását.

OPERÁTOR KITERJESZTÉS

Nyilván szeretnénk, hogy az általunk készített típusok hasonló funkcionalitással rendelkezzenek, mint a beépített típusok (**int**, **string** stb.).

Vegyük pl. azt a példát, amikor egy mátrix típust valósítunk meg! Jó lenne, ha az összeadás, kivonás, szorzás stb. műveleteket úgy tudnánk végrehajtani, mint egy egész szám esetében, nem pedig metódushívásokkal. Szerencsére a C# ezt is lehetővé teszi számunkra, ugyanis engedi az operátorok kiterjesztését (**operator overloading**), vagyis egy adott operátort tetszés szerinti funkcióval ruházhatunk fel az osztályunkra vonatkoztatva.

```
Matrix m1 = new Matrix(20, 20);
Matrix m2 = new Matrix(20, 20);

//ez is jó
m1.Add(m2);

//de ez még jobb lenne
m1 += m2;
```

A kiterjeszthető operátorok listája:

+(unáris)	-(unáris)	!	~	++
--	+	-	*	/
%	&		^	<<
>>	==	!=	>	<
>=	<=			

A C# nyelvben az operátorok valójában statikus metódusok, paramétereik az operandusok, visszatérési értékük pedig az eredmény. Egy egyszerű példa:

```
class MyInt
{
    public MyInt(int value)
    {
        this.Value = value;
    }

    public int Value { get; private set; }

    static public MyInt operator +(MyInt lhs, MyInt rhs)
    {
        return new MyInt(lhs.Value + rhs.Value);
    }
}
```

A '+' operátor működését foglaltuk át. A paraméterek (operandusok) nevei konvenció szerint **lhs** (left-hand-side) és **rhs** (right-hand-side), utalva a jobb és bal oldali operandusra.

Tehát most már nyugodtan írhatom a következőt:

```
MyInt x = new MyInt(10);
MyInt y = new MyInt(20);

MyInt result = x + y;

Console.WriteLine(result.Value); // 30
```

Mivel definiáltunk az osztályunkon egy saját operátort, így a fordító tudni fogja, hogy azt használja, és átalakítja a műveletet az alább látható módon. Ezt azonban csakis a fordító teheti meg, nekünk a „rendes” formát kell használnunk.

```
MyInt result = MyInt.operator+(x, y);
```

EGYENLŐSÉG OPERÁTOROK

A .NET megfogalmaz néhány szabályt az operátor-kiterjesztéssel kapcsolatban. Ezek egyike az, hogy ha túlterheljük az egyenlőség operátort (==), akkor definiálnunk kell a nem-egyenlő (!=) operátort is:

```
class MyInt
{
    public MyInt(int value)
    {
        this.Value = value;
    }

    public int Value { get; private set; }

    static public MyInt operator +(MyInt lhs, MyInt rhs)
    {
        return new MyInt(lhs.Value + rhs.Value);
    }

    static public bool operator ==(MyInt lhs, MyInt rhs)
    {
        return lhs.Value == rhs.Value;
    }

    static public bool operator !=(MyInt lhs, MyInt rhs)
    {
        return !(lhs == rhs);
    }
}
```

A nem-egyenlő operátor esetében a saját egyenlőség operátort használtuk fel. A megvalósítás elve nem feltétlenül világos, elsőként megvizsgáljuk, hogy a két elem egyenlő-e, de mi a nem-egyenlőségre vagyunk kíváncsiak, ezért tagadjuk az eredményt, ami pontosan ezt a választ adja meg.

Ezekhez az operátorokhoz tartozik a **System.Object** típustól örökölt virtuális **Equals** metódus is, ami a CLS kompatibilitást hivatott megőrizni, erről később még lesz szó. A fenti esetben ezt a metódust is illik megvalósítani. Az **Equals** azonban egy kicsit különbözik, ő egyetlen **object** típusú paramétert vár, ezért meg kell majd győződnünk arról, hogy valóban a saját objektumunkkal van-e dolgunk:

```
public override bool Equals(object rhs)
{
    if (!(rhs is MyInt))
    {
        return false;
    }

    return this == (MyInt)rhs;
}
```

Mivel ez egy példány tag, ezért a **this**-t használjuk az objektum jelölésére, amin meghívtuk a metódust.

Ha az **Equals** -t megvalósítottuk, akkor ezt kell tennünk a szintén az **object** -től öröklött **GetHashCode** metódussal is, így az osztály használható lesz gyűjteményekkel és a **HashTable** típussal is. A legegyszerűbb implementáció visszaad egy számot az adattag(ok)ból számolva (pl.: hatványozás, biteltolás stb...):

```
public override int GetHashCode()
{
    return this.Value << 2;
}
```

A ++/-- OPERÁTOROK

Ez a két operátor elég nagy fejfájást tud okozni, nézzük meg a következő kódot:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class MyInt
    {
        public MyInt(int value)
        {
            this.Value = value;
        }

        public int Value { get; private set; }

        static public MyInt operator ++(MyInt rhs)
        {
            ++rhs.Value;
            return rhs;
        }
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            MyInt x = new MyInt(10);
            Console.WriteLine(x.Value); // 10
            ++x;
            Console.WriteLine(x.Value); // 11
            MyInt y = x++;
            Console.WriteLine(x.Value); // 12
            Console.WriteLine(y.Value); // 12 (!)

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Nézzük az utolsó sort! Mivel **y** a postfixes formában kapott értéket, ezért 11-et kellene tartalmaznia, ehelyett **x++** esetében pontosan ugyanaz történik, mint ha **++x**-et írtunk volna.

A probléma, hogy kifejezetten postfixes operátort nem tudunk definiálni, az általunk készített kód minden esetben a prefix operátort jelenti. Viszont meghívhatjuk az általunk definiált operátorokat postfixes alakban, ekkor az adott objektumot eltárolja a rendszer, meghívja az értéket növelő kódrészletet, és visszatér az első lépésben félrerakott értékkel. Ugye ez értéktípusok esetében tökéletesen működik, de referenciatípusoknál az első lépésben nem az értéket, hanem a referenciát tároljuk, vagyis a későbbi változás itt is érvényben lesz.

Ugyanakkor létezik módszer arra, hogy mégis megoldjuk a fenti problémát: az operátornak egy teljesen új objektumot kell visszaadnia, ekkor erre már nem mutat korábbi referencia, vagyis biztonságosan használható, viszont az új művelet (az objektum létrehozása) miatt a teljesítményre negatív hatással lehet (ez persze néha elfogadható).

RELÁCIÓS OPERÁTOROK

Hasonlóan a logikai operátorokhoz, a relációs operátorokat is csak párban lehet elkészíteni, vagyis (<, >) és (<=, >=):

```
static public bool operator <(MyInt lhs, MyInt rhs)
{
    return lhs.Value < rhs.Value;
}

static public bool operator >(MyInt lhs, MyInt rhs)
{
    return lhs.Value > rhs.Value;
}
```

Ebben az esetben az **IComparable** és **IComparable<T>** interfészek megvalósítása is szükséges lehet a különböző gyűjteményekkel való együttműködés érdekében. Ezekkel hamarosan megismerkedünk.

KONVERZIÓS OPERÁTOROK

A C# a szűkebből tágabbra konverziókat implicit módon (azaz különösebb jelölés nélkül), míg a tágabbról szűkebbre konvertálást explicite (ezt jelölnünk kell) végzi. Természetesen szeretnénk, hogy a saját típusunk is képes legyen ilyesmire, és bizony erre is létezik operátor. Ezeknél az operátoroknál az **implicit** illetve **explicit** kulcsszavakkal fogjuk jelölni a konverzió típusát:

```
static public implicit operator MyInt(int rhs)
{
    return new MyInt(rhs);
}

static public explicit operator MyInt(string rhs)
{
    return new MyInt(int.Parse(rhs));
}
```

Ezeket most így használhatjuk:

```
MyInt x = 10; // implicit konverzió
MyInt y = (MyInt)"20"; //explicit konverzió
```

Fontos, hogy a konverziós operátorok mindig statikusak.

KIVÉTELKEZELÉS

Vannak esetek, amikor az alkalmazásunk, gond nélkül lefordul, mégsem úgy működni, ahogy elképzeltük. Az ilyen „abnormális” működés kezelésére találták ki a kivételkezelést. Amikor az alkalmazásunk „rossz” állapotba kerül, akkor egy ún. kivételt fog dobni, ilyenrel már találkoztunk a tömböknél, amikor túlindexeltünk:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int[] array = new int[2];
            array[2] = 10;
        }
    }
}
```

Itt az utolsó érvényes index az 1 lenne, így kivételt kapunk, mégpedig egy **System.IndexOutOfRangeException**-t. Ezután a program leáll. Természetesen mi azt szeretnénk, hogy valahogy kijavíthassuk ezt a hibát, ezért el fogjuk kapni a kivételt. Ehhez a művelethez három dologra van szükségünk: kijelölni azt a programrészt, ami dobhat kivételt, elkapni azt, és végül kezelni a hibát:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int[] array = new int[2];

            try
            {
                array[2] = 10;
            }
            catch (System.IndexOutOfRangeException e)
            {
                Console.WriteLine(e.Message);
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A **try** blokk jelöli ki a lehetséges hibaforrást, a **catch** pedig elkapja a megfelelő kivételt (arra figyeljünk, hogy ezek is blokkok, azaz a blokkon belül deklarált változók a blokkon kívül nem láthatóak). A fenti programra a következő lesz a kimenet:

```
Index was outside the bounds of the array
```

Látható, hogy a kivétel egy objektum formájában létezik. Minden kivétel őse a **System.Exception** osztály, így ha nem speciálisan egy kivételt akarunk elkapni, akkor írhattuk volna ezt is:

```
try
{
    array[2] = 10;
}
catch (System.Exception e)
{
    Console.WriteLine(e.Message);
}
```

Ekkor minden kivételt el fog kapni a **catch** blokk. A **System.Exception** tulajdonságai közül kettőt kell megemlítenünk:

- **Message**: ez egy olvashatóbb formája a kivétel okának.
- **InnerException**: ez alapértelmezetten null értékkel rendelkezik, akkor kap értéket, ha több kivétel is történik. Értelmszerűen ekkor a legújabb kivételt kaphatjuk el, és az **InnerException**-ön keresztül követhetjük vissza az eredeti kivételig.

Nézzük meg, hogyan működnek a kivételek! Kivétel két módon keletkezhet: vagy a **throw** utasítással szándékosan mi magunk idézzük elő, vagy az alkalmazás hibás működése miatt.

Abban a pillanatban, amikor a kivétel megszületik, a rendszer azonnal elkezd keresni a legközelebbi megfelelő **catch** blokkot, elsőként abban a metódusban, amelyben a kivétel keletkezett, majd ha ott nem volt sikeres, akkor abban, amely ezt a metódust hívta (és így tovább, amíg nem talál olyat, amely kezelné).

A keresés közben két dolog is történhet. Ha egy statikus tag vagy konstruktor inicializálása történik, az ekkor szintén kivétellel jár, még hozzá egy **System.TypeInitializationException**-nel, amely kivételobjektum **InnerException** tulajdonságába kerül az eredeti kivétel. A másik lehetőség, hogy nem talál megfelelő **catch** blokkot, ekkor a program futása – hibaüzenet társaságában – leáll.

Ha mégis talált használható **catch** blokkot, akkor a kivétel helyéről a vezérlés a talált **catch**-re kerül. Ha több egymásba ágyazott kivételről van szó, akkor a megelőző **catch** blokkhoz tartozó **finally** blokk fut le, majd ezután következik a **catch** blokk.

Kivételt a **throw** utasítással dobhatunk:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            try
            {
                throw new System.Exception("Kivétel. Hurrá!");
            }
            catch (Exception e)
            {
                Console.WriteLine(e.Message);
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A **catch**-nek nem kötelező megadni a kivétel típusát, ekkor minden kivételt elkap:

```
try
{
    throw new System.Exception();
}
catch
{
    Console.WriteLine("Kivétel. Hurrá!");
}
```

Ilyenkor viszont nem használhatjuk a kivételobjektumot.

KIVÉTEL HIERARCHIA

Amikor kivétel dobódik, akkor a vezérlést az első alkalmas **catch** blokk veszi át. Mivel az összes kivétel a **System.Exception** osztályból származik, így ha ezt adjuk meg a **catch**-nél, akkor az összes lehetséges kivételt el fogjuk kapni vele. Egyszerre több **catch** is állhat egymás után, de ha van olyan, amelyik az ős kivételt kapja el, akkor a program csak akkor fog lefordulni, ha az az utolsó helyen áll, hiszen a többinek esélye sem lenne.

```
try
{
    int[] array = new int[2];
    array[3] = 10;
}
catch (System.IndexOutOfRangeException)
{
    Console.WriteLine("OutOfRangeException");
}
catch (System.Exception)
{
    Console.WriteLine("Exception");
}
```

Látható, hogy a **catch**-nek elég csak a kivétel típusát megadni, persze ekkor nem használhatjuk a kivételobjektumot.

KIVÉTEL KÉSZÍTÉSE

Mi magunk is készíthetünk kivételt, a **System.Exception**-ből származtatva:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class MyException : System.Exception
    {
        public MyException() { }

        public MyException(string message)
            : base(message)
        {
        }

        public MyException(string message, Exception inner)
            : base(message, inner)
        {
        }
    }
}
```

```

    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            try
            {
                throw new MyException("Kivétel. Hurrá!");
            }
            catch (MyException e)
            {
                Console.WriteLine(e.Message);
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

KIVÉTELEK TOVÁBBADÁSA

Egy kivételt az elkapása után ismét eldobhatunk. Ez hasznos olyan esetekben, amikor feljegyzést akarunk készíteni, illetve ha egy specifikusabb kivételkezelőnek akarjuk átadni a kivételt:

```

try
{
}
catch (System.ArgumentException e)
{
    throw; //továbbadjuk
    throw (new System.ArgumentNullException()); //vagy egy újat dobunk
}

```

Ilyenkor beállíthatjuk az **Exception.InnerException** tulajdonságát is:

```

try
{
    throw new Exception();
}
catch (System.ArgumentException e)
{
    throw (new System.ArgumentNullException("Tovább", e));
}

```

Itt az **Exception** osztály harmadik konstruktorát használtuk, az új kivétel már tartalmazni fogja a régit is.

FINALLY BLOKK

A kivételkezelés egy problémája, hogy a kivétel keletkezése után az éppen végrehajtott programrész futása megszakad, így előfordulhat, hogy nem szabadulnak fel időben az erőforrások (megnyitott fájl, hálózati kapcsolat stb.), illetve objektumok olyan formában maradnak meg a memóriában, amely hibát okozhat. Megoldást a **finally**-blokk használata jelent, amely függetlenül attól, hogy történt-e kivétel, mindig lefut:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int x = 10;

            try
            {
                Console.WriteLine("x értéke a kivétel előtt: {0}", x);
                throw new Exception();
            }
            catch (Exception)
            {
                Console.WriteLine("Kivétel. Hurrá!");
            }
            finally
            {
                Console.WriteLine("Finally blokk");
                x = 11;
            }

            Console.WriteLine("x értéke a kivétel után {0}", x);

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

„Valódi” erőforrások kezelésekor kényelmesebb a **using**-blokk használata (ld. **IDisposable** fejezet), mivel az automatikusan lezárja azokat. Lényegében a **using**-blokkal használt erőforrások fordítás után a megfelelő **try-catch-finally** blokkokká alakulnak.

GYAKORLÓ FELADATOK IV.

IENUMERATOR ÉS IENUMERABLE

Készítsünk osztályt, amely megvalósítja az **IEnumerator** és **IEnumerable** interfészeket!

Megoldás

Korábban már találkoztunk a **foreach** ciklussal, és már tudjuk, hogy csak olyan osztályokon képes végigiterálni, amelyek megvalósítják az **IEnumerator** és **IEnumerable** interfészeket. Mindkettő a **System.Collections** névtérben található.

Elsőként nézzük az **IEnumerable** interfészt:

```
public interface IEnumerable
{
    IEnumerator GetEnumerator();
}
```

Ez a **foreach**-nek fogja szolgáltatni a megfelelő felületet, ugyanis a ciklus meghívja a metódusát, és annak vissza kell adnia az osztályt **IEnumerator**-ként (ld. implicit konverzió). Ezért kell megvalósítani egyúttal az **IEnumerator** interfészt is, ami így néz ki:

```
public interface IEnumerator
{
    bool MoveNext();
    void Reset();

    object Current { get; }
}
```

A **MoveNext** a következő elemre mozgatja a mutatót, ha tudja, ellenkező esetben (vagyis ha a lista végére ért) **false** értékkel tér vissza. A **Reset** alapértelmezésre állítja a mutatót, azaz -1 -re. Végül a **Current** (read-only) tulajdonság az aktuális pozícióban lévő elemet adja vissza. Ennek **object** típussal kell visszatérnie, hiszen minden típusra működnie kell (létezik generikus változata is, de erről később).

Használjuk az **Animal** osztályunk egy kissé módosított változatát:

```
public class Animal
{
    public Animal(string name)
    {
        this.Name = name;
    }

    public string Name { get; private set; }
}
```

Most készítsünk egy osztályt, amelyen megvalósítjuk a két interfészt, és ami tartalmaz egy **Animal** objektumokból álló listát:

```
public class AnimalContainer : IEnumerable, IEnumerator
{
    private ArrayList container = new ArrayList();
    private int currPosition = -1;
```

```

public AnimalContainer()
{
    container.Add(new Animal("Füli"));
    container.Add(new Animal("Bundás"));
    container.Add(new Animal("Parizer"));
}

```

Ez persze még nem az egész osztály, felvettünk egy **ArrayListet**, amiben eltároljuk az objektumokat, illetve deklaráltunk egy egész számot, ami az aktuális pozíciót tárolja el, és kezdőértékéül -1-et adtunk (ld. **Reset**). Készítsük el az **IEnumerator** által igényelt metódusokat:

```

public bool MoveNext()
{
    return (++currPosition < container.Count);
}

public object Current
{
    get { return container[currPosition]; }
}

public void Reset()
{
    currPosition = -1;
}

```

Végül az **IEnumerable** interfészt valósítjuk meg:

```

public IEnumerator GetEnumerator()
{
    return (IEnumerator)this;
}

```

Ezután használhatjuk is az osztályt:

```

AnimalContainer ac = new AnimalContainer();

foreach (Animal animal in ac)
{
    Console.WriteLine(animal.Name);
}

```

Amennyiben a **foreach**-en kívül akarjuk használni az osztályt, pl. ha készítettünk indexelőt is, akkor gondoskodnunk kell a megfelelő konverzióról is (a **foreach** kivételt képez, mivel ő ezt megteszi helyettünk).

ICOMPARABLE ÉS ICOMPARER

Valósítsuk meg az **IComparable** illetve **IComparer** interfészt!

Megoldás

A második gyakorlati példánkban az **IComparable** interfészt fogjuk megvalósítani, amelyre gyakran van szükségünk. Ez az interfész általában olyan adatszerkezeteknél követelmény, amelyek az elemeiken megvalósítanak valamilyen rendezést. A generikus **List** típusnak is van rendező metódusa (**Sort**), amely ezzel a metódussal dolgozik. Az **IComparable** egyetlen metódussal, a **CompareTo**-val rendelkezik, amely egy **object** típust kap paraméteréül:


```

class ComparableClass : IComparable
{
    public ComparableClass(int value)
    {
        this.Value = value;
    }

    public int Value { get; private set; }

    public int CompareTo(object o)
    {
        if (o is ComparableClass)
        {
            ComparableClass c = (ComparableClass)o;
            return Value.CompareTo(c.Value);
        }
        else throw (new Exception("Nem megfelelő objektum..."));
    }
}

```

Az osztályban a beépített típusok **CompareTo** metódusát használtuk, hiszen ők mind megvalósítják ezt az interfészt. Ez a metódus -1-et ad vissza, ha a hívó fél kisebb, 0-át, ha egyenlő és 1-et, ha nagyobb. A használata:

```

List<ComparableClass> list = new List<ComparableClass>();
Random r = new Random();

for (int i = 0; i < 10; ++i)
{
    list.Add(new ComparableClass(r.Next(1000)));
}

foreach (ComparableClass c in list)
{
    Console.Write("{0} ", c.Value);
}

Console.WriteLine("\nA rendezett lista:");

list.Sort();

foreach (ComparableClass c in list)
{
    Console.Write("{0} ", c.Value);
}

```

A **List<T>** típus használatához szükség van a System.Collections.Generic névtérre, bővebben a Generikusok című fejezetben olvashatunk róla.

Hasonló feladatot lát el, de jóval rugalmasabb az **IComparer** interfész. Az **IComparer** osztályok nem részei az „eredeti” osztályoknak, így olyan osztályok esetén is használhatunk ilyet, amelyek implementációjához nem férünk hozzá.

Például a **List<T>** rendezésénél megadhatunk egy összehasonlító osztályt, amely megvalósítja az **IComparer** interfészt, így tetszőleges rendezést valósíthatunk meg anélkül, hogy ki kellene egészíteni magát a **List<T>** -t. Most is csak egy metódust kell elkészítenünk, ez a **Compare**, amely két **object** típust vár paramétereként (illetve felhasználtuk az előzőleg elkészített **ComparableClass** osztályt):

```

class ComparableClassComparer : IComparer
{

```

```

public int Compare(object x, object y)
{
    if(x is ComparableClass && y is ComparableClass)
    {
        ComparableClass _x = (ComparableClass)x;
        ComparableClass _y = (ComparableClass)y;

        return _x.CompareTo(_y);
    }
    else throw(new Exception("Nem megfelelő paraméter..."));
}
}

```

A metódus elkészítésénél az egyszerűség miatt feltételeztük, hogy az összehasonlított osztály megvalósítja az **IComparable** interfészt (a beépített típusok ilyenek), természetesen mi magunk is megírhatjuk az eredményt előállító programrészt. Ezután a következőképpen rendezhetjük a listát:

```
list.Sort(new ComparableClassComparer());
```

Az **IComparer** előnye, hogy nem kötődik szorosan az osztályhoz (akár anélkül is megírhatjuk, hogy ismernénk a belső szerkezetét), így többféle megvalósítás is lehetséges.

MÁTRIX TÍPUS

Készítsük el a mátrix típust, és valósítsuk meg rajta az összeadás műveletet! Az egyszerűség kedvéért tegyük fel, hogy a mátrix csak egész számokat tárol!

Megoldás

```

class Matrix
{
    int[,] matrix;

    public Matrix(int n, int m)
    {
        matrix = new int[n, m];
    }

    public int N
    {
        get { return matrix.GetLength(0); }
    }

    public int M
    {
        get { return matrix.GetLength(1); }
    }

    public int this[int idxn, int idxm]
    {
        get { return matrix[idxn, idxm]; }
        set { matrix[idxn, idxm] = value; }
    }

    static public Matrix operator +(Matrix lhs, Matrix rhs)
    {
        if (lhs.N != rhs.N || lhs.M != rhs.M) return null;

        Matrix result = new Matrix(lhs.N, lhs.M);
    }
}

```

```

    for (int i = 0; i < lhs.N; ++i)
    {
        for (int j = 0; j < lhs.M; ++j)
        {
            result[i, j] = lhs[i, j] + rhs[i, j];
        }
    }
    return result;
}

```

Mátrixokat úgy adunk össze, hogy az azonos indexeken lévő értékeket összeadjuk:

```

123  145  1+1 2+4 3+5
456 + 532 = (stb.)
789  211

```

Az összeadás műveletet csakis azonos nagyságú dimenziók mellett lehet elvégezni (3x3-as mátrixhoz nem lehet hozzáadni egy 4x4-eset). Ezt ellenőriztük is az operátor megvalósításánál.

Most csak az összeadás műveletet valósítottuk meg, a többi a kedves olvasóra vár. Plusz feladatként indexellenőrzést is lehet végezni az indexelőnél.

DELEGATE

A delegate olyan típus, amely egy vagy több metódusra hivatkozik. Minden delegate különálló objektum, amely egy listát tárol a meghívandó metódusokról (értелеmszerűen ez egyúttal erős referencia is lesz a metódust szolgáltató osztályra). Nemcsak példány-, hanem statikus metódusokra is mutathat. Egy delegate deklarációjánál megadjuk, hogy milyen szignatúrával rendelkező metódusok megfelelőek:

```
delegate int TestDelegate(int x);
```

Delegate nem deklarálható blokkon belül, csakis osztályon belül tagként, illetve osztályokon kívül (hasonlóan az **enum** típusokhoz). Ez a delegate olyan metódusra mutathat, amelynek visszatérési értéke **int** típusú és egyetlen **int** paramétere van, pl.:

```
static public int Pow(int x)
{
    return (x * x);
}
```

A használata:

```
TestDelegate dlgt = Pow;
int result = dlgt(10);
```

A delegate-ekhez egynél több metódust is hozzáadhatunk a += és + operátorokkal, valamint elvehetjük őket a - és – operátorokkal. A delegate hívásakor a listáján lévő összes metódust meghívja a megadott paraméterre.

```
class Test
{
    public delegate void TestDelegate(string msg);
    private TestDelegate handler;

    public Test()
    {
        handler += Test.StaticMethod;
        handler += this.InstanceMethod;
    }

    static public void StaticMethod(string msg)
    {
        Console.WriteLine(msg);
    }

    public void InstanceMethod(string msg)
    {
        Console.WriteLine(msg);
    }

    public void CallDelegate(string msg)
    {
        handler(msg);
    }
}
```

A delegate-ek legnagyobb haszna, hogy nem kell előre megadott metódusokat használnunk, ehelyett később tetszés szerint adhatjuk meg az elvégzendő műveletet:

```

class Array
{
    public delegate void Transformer(ref int item);

    private int[] array;

    public Array(int length)
    {
        Length = length;
        array = new int[Length];
    }

    public int Length { get; set; }

    public int this[int idx]
    {
        get { return array[idx]; }
        set { array[idx] = value; }
    }

    public void Transform(Transformer t)
    {
        for (int i = 0; i < array.Length; ++i)
        {
            t(ref array[i]);
        }
    }
}

```

A **Transform** metódus egy delegate-et kap paraméteréül, amely elvégzi a változtatásokat a tömbön. Pl.:

```

class Program
{
    static public void TransformerMethod(ref int item)
    {
        item *= item;
    }

    static void Main(string[] args)
    {
        Array array = new Array(10);

        for (int i = 0; i < array.Length; ++i)
        {
            array[i] = i;
        }

        array.Transform(Program.TransformerMethod);

        for (int i = 0; i < array.Length; ++i)
        {
            Console.WriteLine(array[i]);
        }

        Console.ReadKey();
    }
}

```

Két delegate szerkezetileg nem egyenlő, még akkor sem ha a szignatúrájuk megegyezik:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        public delegate void Dlgt1();
        public delegate void Dlgt2();

        static public void Method() { }

        static void Main(string[] args)
        {
            Dlgt1 d1 = Program.Method;
            Dlgt2 d2 = d1; // ez hibás
        }
    }
}

```

Ugyanakkor ugyanazon delegate „típus” példányai között használhatjuk az == és != operátorokat. Két delegate egyenlő, ha mindkettő értéke null, illetve ha a híváslistájukon ugyanazon objektumok ugyanazon metódusai szerepelnek (vagy ugyanazok a statikus metódusok):

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Test
    {
        public void Method() { }
    }

    class Program
    {
        public delegate void TestDelegate();

        static public void Method1() { }
        static public void Method2() { }

        static void Main(string[] args)
        {
            TestDelegate t1 = null;
            TestDelegate t2 = null;

            Console.WriteLine(t1 == t2); // True

            t1 = Program.Method1;
            t2 = Program.Method1;

            Console.WriteLine(t1 == t2); // True

            t1 += Program.Method2;

            Console.WriteLine(t1 == t2); // False

            t1 -= Program.Method2;

            Test x = new Test();
            Test y = new Test();
            t1 += x.Method;
            t2 += y.Method;
        }
    }
}

```

```

        Console.WriteLine(t1 == t2); // False

        Console.ReadKey();
    }
}

```

PARAMÉTER ÉS VISSZATÉRÉSI ÉRTÉK

Egy delegate-nek átadott metódus paraméterei lehetnek olyan típusok, amelyek az eredeti paraméternél általánosabbak:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Animal { }

    class Dog : Animal { }

    class Cat : Animal { }

    class Program
    {
        public delegate void DogDelegate(Dog d);

        static public void AnimalMethod(Animal a) { }

        static void Main(string[] args)
        {
            DogDelegate d = AnimalMethod;

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Ez az ún. kontravariáns (contravariant) viselkedés. Ennek a fordítottja igaz a visszatérési értékre, azaz az átadott metódus visszatérési értéke lehet specifikusabb az eredetinél:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Animal { }

    class Dog : Animal { }

    class Cat : Animal { }

    class Program
    {
        public delegate Animal GetAnimal();

        static public Animal AnimalMethod() { return new Animal(); }
        static public Dog DogMethod() { return new Dog(); }
        static public Cat CatMethod() { return new Cat(); }
    }
}

```

```

static void Main(string[] args)
{
    GetAnimal ga = AnimalMethod;
    Animal a = ga();

    ga = DogMethod;
    Dog d = (Dog)ga();

    ga = CatMethod;
    Cat c = (Cat)ga();

    Console.WriteLine("{0}, {1}, {2}",
        a.GetType(), d.GetType(), c.GetType());

    Console.ReadKey();
}
}

```

Ezt pedig kovariáns (covariant) viselkedésnek nevezzük.

NÉVTELEN METÓDUSOK

Egy delegate számára nem kötelező létező metódust megadnunk, lehetőségünk van helyben kifejtteni egyet. Természetesen ez a névtelen metódus a program többi részéből közvetlenül nem hívható, csak a delegate-en keresztül.

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        public delegate void Test(int x);

        static void Main(string[] args)
        {
            Test t = delegate(int x)
            {
                Console.WriteLine(x);
            };

            t(10);

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Egy névtelen metódus eléri az őt tároló blokk lokális változóit, és módosíthatja is őket:

```

using System;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        public delegate void Test();
    }
}

```



```
static void Main(string[] args)
{
    int x = 10;

    Test t = delegate()
    {
        x = 11;
        Console.WriteLine(x);
    };

    t();

    Console.ReadKey();
}
}
```

Ilyenkor figyelni kell arra, hogy a külső változóra a delegate is erős referenciával mutat, vagyis a változó akkor válik eltakaríthatóvá, ha a delegate maga is érvényét veszti.

Névtelen metódus nem használhat semmilyen ugró utasítást (pl.: **goto**, **break** stb.).

ESEMÉNYEK

Egy osztály eseményeket (**event**) használhat, hogy a saját állapota megváltozásakor értesítsen más osztályokat. Ehhez a „megfigyelő” osztályoknak fel kell iratkozni a „megfigyelt” osztály eseményére azáltal, hogy az előbbieket rendelkezik egy, az eseménynek megfelelő szignatúrájú metódussal, ún. eseménykezelővel. Az esemény megtörténtekor ezek a metódusok fognak lefutni. Eddig ez nagyon úgy hangzik, mintha a delegate-ekről beszéltünk volna, és valóban egy esemény tulajdonképpen egy speciális delegate, mindössze három dologban különbözik:

- Esemény lehet része interfésznek, míg delegate nem.
- Egy eseményt csakis az az osztály „hívhat” meg, amely deklarálta.
- Egy esemény rendelkezik **add** és **remove** „metódusokkal”, amelyek felülbírálhatóak.

Egy esemény deklarációjában meg kell adnunk azt a delegate-et, amely az eseményhez szükséges szignatúrát definiálja. Nézzünk egy egyszerű példát:

```
class Test
{
    public delegate void EventHandlerDelegate(string message);
    public event EventHandlerDelegate TestStatusChange;

    private int data = 10;
    public int Data
    {
        get { return data; }
        set
        {
            data = value;
            this.OnStatusChange();
        }
    }

    private void OnStatusChange()
    {
        if (TestStatusChange != null)
        {
            TestStatusChange("Az osztály állapota megváltozott!");
        }
    }
}
```

Nem feltétlenül kell delegate-et deklarálnunk, mivel rendelkezésünkre áll a beépített általános **EventHandler** delegate, amely két paraméterrel (erről hamarosan) rendelkezik, és **void** visszatérési típussal bír.

Az esemény akkor fog beindulni, amikor a **data** mező értéke megváltozik. Ekkor meghívjuk az **OnStatusChanged** metódust, amely elsőként megvizsgálja, hogy az eseményre feliratkoztak-e vagy sem - utóbbi esetben a hívás kivételt váltana ki. Ezt az osztály így használhatjuk:

```
class Program
{
    static public void Handler(string message)
    {
        Console.WriteLine(message);
    }

    static void Main(string[] args)
    {
        Test t = new Test();
    }
}
```

```

        t.TestStatusChange += Program.Handler;
        t.Data = 11;

        Console.ReadKey();
    }
}

```

A fenti kódban a **TestStatusChange** gyakorlatilag delegate-ként működik, vagyis egy saját listát tart fenn a meghívandó metódusokról (eseménykezelőkről).

Az eseményekhez rendelt eseménykezelőknek konvenció szerint (ettől eltérhetünk, de a Framework eseményei mind ilyenek) két paramétere van, az első az az objektum, amely kiváltotta az eseményt, a második pedig az eseményhez kapcsolódó információk. A második paraméter ekkor olyan típus lehet, amely az **EventArgs** osztályból származik. Módosítsuk ennek megfelelően a fenti programot! Elsőként készítünk egy **EventArgs** osztályból származó új osztályt, amely képes tárolni az eseményhez kapcsolódó üzenetet (az **EventArgs** alapértelmezetten nem rendelkezik ilyesmivel, csak egy alaposztály a specializált eseményekhez):

```

class TestEventArgs : EventArgs
{
    public TestEventArgs(string message)
        : base()
    {
        this.Message = message;
    }

    public string Message { get; set; }
}

```

Ezután már csak módosítani kell a delegate-et és az esemény kiváltását:

```

public delegate void EventHandlerDelegate(object sender, TestEventArgs e);
public event EventHandlerDelegate TestStatusChange;

private void OnStatusChange()
{
    if (TestStatusChange != null)
    {
        TestStatusChange(this, new TestEventArgs("Az osztály állapota megváltozott"));
    }
}

```

A **sender** paraméternek a **this**-szel adjuk meg az értékét, ezután explicit konverzióval visszakaphatjuk belőle a küldő példányt (az első paraméter szintén konvenció szerint minden esetben **object** típusú lesz, mivel ugyanazt az eseményt használhatjuk különböző osztályokkal).

Még módosítsuk az eseménykezelőt is:

```

static public void Handler(object sender, TestEventArgs e)
{
    Console.WriteLine(e.Message);
}

```

A következő példában az események valódi hasznát fogjuk látni. Készítsünk egy egyszerű kliens-szerver alkalmazást (persze nem a hálózaton, csak szimuláljuk)! A kliensek csatlakozhatnak a szerverhez (ezután pedig kiléphetnek). A feladat, hogy minden ilyen eseményről küldjünk értesítést az összes csatlakozott kliensnek.

Normális esetben a szerver osztálynak tárolnia kellene a kliensek hivatkozásait pl. egy tömbben. A probléma, hogy ez azért nem olyan egyszerű, hiszen gondoskodni kell arról, hogy a kilépett klienseket töröljük a listából, illetve a lista mérete is gondot jelenthet. Események alkalmazásával viszont nagyon egyszerű lesz a dolgunk. Készítsünk egy **EventArgs** osztályt, amely segítségünkre lesz az eseménykezelők értesítésében:

```

class ServerEventArgs : EventArgs
{
    public ServerEventArgs(string message)
        : base()
    {
        this.Message = message;
    }

    public string Message { get; set; }
}

```

Most pedig a szervert készítjük el:

```

class Server
{
    public delegate void ServerEvent(object sender, ServerEventArgs e);
    public event ServerEvent ServerChange;

    public Server() { }

    public void Connect(Client client)
    {
        this.ServerChange += client.ServerMessageHandler;
        OnServerChange(string.Format("Felhasználó <{0}> csatlakozott!", client.Name));
    }

    public void Disconnect(Client client)
    {
        OnServerChange(string.Format("Felhasználó <{0}> kilépett!", client.Name));
        this.ServerChange -= client.ServerMessageHandler;
    }

    protected void OnServerChange(string message)
    {
        if (ServerChange != null)
        {
            ServerChange(this, new ServerEventArgs(message));
        }
    }
}

```

Látható, hogy a kliensek kezelése nagyon egyszerű, mindössze egy műveletet kell elvégeznünk az eseményekre való feliratkozásért/leiratkozásért. Nézzük meg a kliens osztályt:

```

class Client
{
    public Client(string name)
    {
        Name = name;
    }

    public string Name { get; set; }

    public void ServerMessageHandler(object sender, ServerEventArgs e)
    {
        Console.WriteLine("{0} üzenetet kapott: {1}",
            this.Name, e.Message);
    }
}

```

Végül a **Main**:

```
static void Main(string[] args)
{
    Server server = new Server();

    Client c1 = new Client("Józsi");
    Client c2 = new Client("Béla");
    Client c3 = new Client("Tomi");

    server.Connect(c1);
    server.Connect(c2);
    server.Disconnect(c1);
    server.Connect(c3);

    Console.ReadKey();
}
```

GENERIKUSOK

Az objektum-orientált programozás egyik alapköve a kód-újrafelhasználás, vagyis, hogy egy adott kódrészletet elég általánosan írjunk meg ahhoz, hogy minél többször felhasználhassuk. Ennek megvalósítására két eszköz áll rendelkezésünkre, az egyik az öröklődés, a másik pedig jelen fejezet tárgya, a generikusok.

GENERIKUS METÓDUSOK

Vegyük a következő metódust:

```
static public void Swap(ref int x, ref int y)
{
    int tmp = x;
    x = y;
    y = tmp;
}
```

Ha szeretnénk, hogy ez a metódus más típusokkal is működjön, akkor bizony sokat kell gépelnünk. Kivéve, ha írunk egy generikus metódust:

```
static public void Swap<T>(ref T x, ref T y)
{
    T tmp = x;
    x = y;
    y = tmp;
}
```

A **T** fogja jelképezni az aktuális típust (lehet más nevet is adni neki, eredetileg a Template szóból jött), ezt generikus paraméternek hívják. Generikus paramétere csakis osztálynak, interfésznek vagy metódusnak lehet, és ebből többet is használhatnak. Ezután a metódust a hagyományos úton használhatjuk, a fordító felismeri, hogy melyik típust használjuk (ezt megadhatjuk mi magunk is explicite):

```
int x = 10;
int y = 20;

Program.Swap<int>(ref x, ref y);

Console.WriteLine("x == {0} és y == {1}", x, y);

string s1 = "alma";
string s2 = "dió";

Program.Swap<string>(ref s1, ref s2);

Console.WriteLine("s1 == {0} és s2 == {1}", s1, s2);
```

A C# generikusai hasonlítanak a C++ sablonjaira, de annál kevésbé hatékonyak, cserében sokkal biztonságosabb a használatuk. Két fontos különbség van a kettő közt: míg a C++ fordítási időben készíti el a specializált metódusokat/osztályokat, addig a C# ezt a műveletet futási időben végzi el. A másik eltérés az elsőből következik, mivel a C++ fordításkor ki tudja szűrni azokat az eseteket, amelyek hibásak, pl. összeadunk két típust a sablonmetódusban, amelyeken nincs értelmezve összeadás. A C# ezzel szemben kénytelen az ilyen problémákat megelőzni, a fordító csakis olyan műveletek elvégzését fogja engedélyezni, amelyek mindenképpen működni fognak. A következő példa nem fog lefordulni:

```
static public T Sum<T>(T x, T y)
{
    return x + y;
}
```

Fordításkor csak azt tudja ellenőrizni, hogy létező típust adtunk-e meg, így nem tudhatja a fordító, hogy sikeres lesz-e a végrehajtás, ezért a fenti kód az összeadás miatt (nem feltétlenül valósítja meg minden típus) „rossz”.

GENERIKUS OSZTÁLYOK

Képzeljük el, hogy azt a feladatot kaptuk, hogy készítsünk egy verem típust, amely bármely típusra alkalmazható! Azt is képzeljük el, hogy még nem hallottunk generikusokról! Így a legkézenfekvőbb megoldás, ha az elemeket egy **object** típusú tömbben tároljuk:

```
class Stack
{
    object[] t;
    int pointer;
    readonly int size;

    public Stack(int capacity)
    {
        t = new object[capacity];
        size = capacity;
        pointer = 0;
    }

    public void Push(object item)
    {
        if (pointer >= size)
        {
            throw (new StackOverflowException("Tele van..."));
        }

        t[pointer++] = item;
    }

    public object Pop()
    {
        if (pointer-- >= 0) { return t[pointer]; }

        pointer = 0;
        throw (new InvalidOperationException("Üres..."));
    }
}
```

Ezt most a következőképpen használhatjuk:

```
static void Main(string[] args)
{
    Stack s = new Stack(10);

    for (int i = 0; i < 10; ++i)
    {
        s.Push(i);
    }

    for (int i = 0; i < 10; ++i)
    {
```

```

        Console.WriteLine((int)s.Pop());
    }

    Console.ReadKey();
}

```

Működni működik, de se nem hatékony, se nem kényelmes. A hatékonyság az érték/referenciatípusok miatt csökken jelentősen (ld. boxing/unboxing), a kényelem pedig amiatt, hogy mindig figyelni kell, épp milyen típussal dolgozunk, nehogy olyan kasztolással éljünk, ami kivételt dob.

Ezeket a problémákat könnyen kiküszöbölhetjük, ha generikus osztályt készítünk:

```

class Stack<T>
{
    T[] t;
    int pointer;
    readonly int size;

    public Stack(int capacity)
    {
        t = new T[capacity];
        size = capacity;
        pointer = 0;
    }

    public void Push(T item)
    {
        if (pointer >= size)
        {
            throw (new StackOverflowException("Tele van..."));
        }

        t[pointer++] = item;
    }

    public object Pop()
    {
        if (pointer-- >= 0)
        {
            return t[pointer];
        }

        pointer = 0;
        throw (new InvalidOperationException("Üres..."));
    }
}

```

Ezután akármelyik típuson könnyen használhatjuk:

```

static void Main(string[] args)
{
    Stack<int> s = new Stack<int>(10);

    for (int i = 0; i < 10; ++i)
    {
        s.Push(i);
    }

    for (int i = 0; i < 10; ++i)
    {
        Console.WriteLine(s.Pop());
    }
}

```



```
Console.ReadKey();  
}
```

GENERIKUS MEGSZORÍTÁSOK

Alapértelmezetten egy generikus paraméter bármely típust jelképezhet. A deklarációnál azonban kiköthetünk megszorításokat a paraméterre. Ezeket a **where** kulcsszóval vezetjük be:

```
where T : alaposztály  
where T : interfész  
where T : osztály  
where T : struktúra  
where T : new()  
where T : U
```

Az utolsó két sor magyarázatra szorul. A **new()** megszorítás olyan osztályra utal, amely rendelkezik alapértelmezett konstruktorral. Az **U** pedig ebben az esetben egy másik generikus paramétert jelöl, vagyis **T** olyan típusnak felel meg, amely vagy **U**-ból származik, vagy egyenlő vele.

Nézzünk néhány példát:

```
class Test<T>  
    where T : class  
{  
  
}
```

Ezt az osztályt csak referenciatípusú generikus paraméterrel példányosíthatjuk, minden más esetben fordítási hibát kapunk.

```
class Test<T>  
    where T : struct  
{  
  
}
```

Ez pedig épp az ellenkezője, értéktípusra van szükség.

```
class Test<T>  
    where T : IEnumerable  
{  
  
}
```

Most csakis **IEnumerable** interfészt megvalósító típussal példányosíthatjuk az osztályt.

```
class Base { }  
  
class Derived : Base { }  
  
class Test<T>  
    where T : Base  
{  
  
}
```

Ez már érdekesebb. Ez a megszorítás a generikus paraméter őssztályára vonatkozik, vagyis példányosíthatunk a **Base** és a **Derived** típussal is.

```
class DefConst
{
    public DefConst() { }
}

class Test<T>
    where T : new()
{
}
}
```

Itt olyan típusra van szükségünk, amely rendelkezik alapértelmezett konstruktorral, a **DefConst** osztály is ilyen.

```
class Base { }

class Derived : Base { }

class Test<T, U>
    where T : U
{
}
}
```

Most **T** típusának olyannak kell lennie, amely implicit módon konvertálható **U** típusára, vagyis **T** vagy megegyezik **U**-val, vagy belőle származik:

```
Test<Derived, Base> t1 = new Test<Derived, Base>(); // ez jó
Test<Base, Derived> t2 = new Test<Base, Derived>(); // ez nem jó
```

Értelemszerűen írhattunk volna **<Base, Base>**-t vagy **<Derived, Derived>**-et is.

ÖRÖKLŐDÉS

Generikus osztályból származtathatunk is, ekkor vagy az őssztály egy specializált változatát vesszük alapul, vagy a nyers generikus osztályt:

```
class Base<T>
{
}

class Derived<T> : Base<T>
{
}

//vagy

class IntDerived : Base<int>
{
}
}
```

STATIKUS TAGOK

Generikus típusok esetében minden típushoz külön statikus tag tartozik:

```
using System;

namespace TestApp
{
    class Test<T>
    {
        static public int Value;
    }

    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Test<int>.Value = 10;
            Test<string>.Value = 20;

            Console.WriteLine(Test<int>.Value); // 10
            Console.WriteLine(Test<string>.Value); // 20

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

GENERIKUS GYŰJTEMÉNYEK

A C# 2.0 bevezetett néhány hasznos generikus adatszerkezetet, többek közt listát és vermet. A következőkben megvizsgálunk közülük néhányat. Ezek a szerkezetek a **System.Collections.Generic** névtérben találhatóak.

List<T>

A **List<T>** az **ArrayList** generikus, erősen típusos megfelelője. A legtöbb esetben a **List<T>** hatékonyabb lesz az **ArrayList**-nél, emellett pedig típusbiztos is.

Amennyiben éréktípussal használjuk a **List<T>**-t, az alapértelmezetten nem igényel bedobozolást, de rendelkezik néhány olyan művelettel, amely viszont igen, ezek főleg a kereséssel kapcsolatosak. Azért, hogy az ebből következő teljesítményromlást elkerüljük, a használt éréktípusnak meg kell valósítania az **IComparable** és az **IEquatable** interfészeket (a legtöbb beépített egyszerű (érték)típus ezt meg is teszi) (ezeket az interfészeket az összes többi gyűjtemény is igényli).

```
using System;
using System.Collections.Generic;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            List<int> list = new List<int>();

            for (int i = 0; i < 10; ++i)
            {
                list.Add(i);
            }
        }
    }
}
```

```

    }

    foreach (int item in list)
    {
        Console.WriteLine(item);
    }

    Console.ReadKey();
}
}
}

```

Az **Add** metódus a lista végéhez adja hozzá a paraméterként megadott elemet, hasonlóan az **ArrayList**-hez. Használhatjuk rajta az indexelő operátort is.

A lista elemeit könnyen rendezhetjük a **Sort** metódussal (ez a metódus igényli, hogy a lista típusa megvalósítsa az **IComparable** interfészt):

```

using System;
using System.Collections.Generic;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            List<int> list = new List<int>();
            Random r = new Random();

            for (int i = 0; i < 10; ++i)
            {
                list.Add(r.Next(100));
                Console.Write("{0}, ", list[i]); // rendezetlen elemek
            }

            Console.WriteLine();

            list.Sort();

            foreach (int item in list)
            {
                Console.Write("{0}, ", item); // rendezett elemek
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Kereshetünk is az elemek között a **BinarySearch** metódussal, amely a keresett objektum indexét adja vissza:

```

using System;
using System.Collections.Generic;

namespace TestApp
{
    class Program
    {

```

```

static void Main(string[] args)
{
    List<string> list = new List<string>()
    {
        "alma", "dió", "körte", "barack"
    };

    Console.WriteLine(list[list.BinarySearch("körte")]);

    Console.ReadKey();
}
}

```

Megkereshetjük az összes olyan elemet is, amely eleget tesz egy feltételnek a **Find** és **FindAll** metódusokkal. Előbbi az első, utóbbi az összes megfelelő példányt adja vissza egy **List<T>** szerkezetben:

```

using System;
using System.Collections.Generic;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            List<int> list = new List<int>();
            Random r = new Random();

            for (int i = 0; i < 100; ++i)
            {
                list.Add(r.Next(1000));
            }

            Console.WriteLine("Az első páros szám a listában: {0}",
                list.Find(delegate(int item)
                {
                    return item % 2 == 0;
                }));

            List<int> evenList = list.FindAll(delegate(int item)
            {
                return item % 2 == 0;
            });

            Console.WriteLine("Az összes páros elem a listában:");

            evenList.ForEach(delegate(int item)
            {
                Console.WriteLine(item);
            });

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

A feltételek megadásánál és a páros számok listájának kiírásánál névtelen metódusokat használtunk. Újdonságot jelent a listán metódusként hívott **foreach** ciklus. Ezt a C# 3.0 vezette be, és az összes generikus adatszerkezet rendelkezik vele, lényegében teljesen ugyanúgy működik, mint egy „igazi” **foreach**.

Paramétereként egy **void Method(T item)** szignatúrájú metódust (vagy névtelen metódust) vár, ahol **T** a lista elemeinek típusa.

SortedList<T, U> és SortedDictionary<T, U>

A **SortedList<T, U>** kulcs-érték párokat tárol el, és a kulcs alapján rendezi is őket:

```
using System;
using System.Collections.Generic;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            SortedList<string, int> list = new SortedList<string, int>();

            list.Add("egy", 1);
            list.Add("kettő", 2);
            list.Add("három", 3);

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A lista elemei tulajdonképpen nem a megadott értékek, hanem a kulcs-érték párokat reprezentáló **KeyValuePair<T, U>** objektumok. A lista elemeinek eléréséhez is használhatjuk ezeket:

```
foreach (KeyValuePair<string, int> item in list)
{
    Console.WriteLine("Kulcs == {0}, Érték == {1}",
        item.Key, item.Value);
}
```

A lista kulcsai csakis olyan típusok lehetnek, amelyek megvalósítják az **IComparable** interfészt, hiszen ez alapján történik a rendezés. Ha ez nincs így, akkor mi magunk is definiálhatunk ilyet, részletekért ld. az Interfészek fejezetet.

A listában minden kulcsnak egyedinek kell lennie (ellenkező esetben kivételt kapunk), illetve kulcs helyén nem állhat null érték (ugyanaz viszont nem igaz az értékekre).

A **SortedDictionary<T, U>** használata gyakorlatilag megegyezik a **SortedList<T, U>**-val, a különbség a teljesítményben és a belső szerkezetben van.

A SD új (rendezetlen) elemek beszúrását gyorsabban végzi, mint a SL ($O(\log n)$ és $O(n)$). Előre rendezett elemek beszúrásánál pont fordított a helyzet. Az elemek közti keresés mindkét szerkezetben $O(\log n)$. Ezenkívül a SL kevesebb memóriát használ fel.

Dictionary<T, U>

A **SortedDictionary<T, U>** rendezetlen párja a **Dictionary<T, U>**:

```
using System;
using System.Collections.Generic;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
```

```

    {
        Dictionary<string, int> list = new Dictionary<string, int>();

        list.Add("egy", 1);
        list.Add("kettő", 2);
        list.Add("három", 3);

        foreach (KeyValuePair<string, int> item in list)
        {
            Console.WriteLine("Kulcs == {0}, Érték == {1}",
                               item.Key, item.Value);
        }

        Console.ReadKey();
    }
}

```

Teljesítmény szempontjából a **Dictionary<T, U>** mindig jobb eredményt fog elérni (egy elem keresése kulcs alapján $O(1)$), ezért ha nem fontos szempont a rendezettség, akkor használjuk ezt!

LinkedList<T>

A **LinkedList<T>** egy kétirányú láncolt lista. Egy elem beillesztése illetve eltávolítása $O(1)$ nagyságrendű művelet. A lista minden tagja különálló objektum, egy-egy **LinkedListNode<T>** példány. A **LinkedListNode<T>** **Next** és **Previous** tulajdonságai a megelőző illetve a következő elemre mutatnak.

A lista **First** tulajdonsága az első, **Last** tulajdonsága pedig az utolsó tagra mutat. Elemeket az **AddFirst** (első helyre szúr be) és **AddLast** (utolsó helyre tesz) metódusokkal tudunk beilleszteni.

```

using System;
using System.Collections.Generic;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            LinkedList<string> list = new LinkedList<string>();

            list.AddLast("alma");
            list.AddLast("dió");
            list.AddLast("körte");
            list.AddFirst("narancs");

            LinkedListNode<string> current = list.First;

            while (current != null)
            {
                Console.WriteLine(current.Value);
                current = current.Next;
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Ebben a példában bejárunk egy láncolt listát, a kimeneten a „narancs” elemet látjuk majd első helyen, mivel őt az **AddFirst** metódussal helyeztük be.

ReadOnlyCollection<T>

Ahogy a nevéből látszik, ez az adatszerkezet az elemeit csak olvasásra adja oda. A listához nem adhatunk új elemet sem (ezt nem is támogatja), csakis a konstruktorban tölthetjük fel.

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Collections.ObjectModel; // ez is kell!!

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            List<string> list = new List<string>()
            {
                "alma", "körte", "dió"
            };

            ReadOnlyCollection<string> roc = new ReadOnlyCollection<string>(list);

            foreach (string item in roc)
            {
                Console.WriteLine(item);
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

GENERIKUS INTERFÉSZEK, DELEGATE-EK ÉS ESEMÉNYEK

A legtöbb hagyományos interfésznek létezik generikus változata is. Például az **IEnumerable** és **IEnumerator** is ilyen:

```
class MyClass<T> : IEnumerable<T>, IEnumerator<T>
{
}
}
```

Ekkor a megvalósítás teljesen ugyanúgy működik, mint a hagyományos esetben, csak épp használnunk kell a generikus paraméter(ek)e)t.

A generikus adatszerkezetek (többek között) a generikus **ICollection**, **IList** és **IDictionary** interfészeken alapulnak, így ezeket megvalósítva akár mi magunk is létrehozhatunk ilyen.

Az interfészekhez hasonlóan a delegate-ek és események is lehetnek generikusak. Ez az ő esetükben egyáltalán nem jár semmilyen „extra” kötelezettséggel.

KOVARIANCIA ÉS KONTRAVARIANCIA

Nézzük a következő „osztályhierarchiát”:

```
class Person
{
    public int Age;
```



```

}

class Student : Person
{
    public string Name { get; set; }
}

```

A polimorfizmus elve miatt minden olyan helyen, ahol egy **Person** objektum használható, ott egy **Student** objektum is megfelel, legalábbis elvileg. Lássuk, a következő kódot:

```

List<Student> studentList = new List<Student>();

List<Person> personList = studentList;

```

A fenti két sor, pontosabban a második nem fordul le, mivel a .NET nem tekinti egyenlőnek a generikus paramétereket, még akkor sem, ha azok kompatibilisak lennének. Azt mondjuk, hogy a generikus paraméterek nem kovariánsak (covariance). A dolog fordítottja is igaz, vagyis nincs kompatibilitás az általánosabb típusról a szűkebbre sem, nem kontravariánsak (contravariance).

Miért van ez így? Képzeljük el azt a helyzetet, amikor a fenti osztályokat kiegészítjük még egy **Teacher** osztállyal, amely szintén a **Person** osztályból származik! Ha a generikus paraméterek kovariánsan viselkednének, akkor lehetséges lenne **Student** és **Teacher** objektumokat is egy listába tenni, ez pedig azzal a problémával jár, hogy lehetséges lenne egy elem olyan tulajdonságát módosítani, amellyel nem rendelkezik, ez pedig nyilván hibát okoz (persze típusellenőrzéssel ez is áthidalható, de ezzel az egész generikus adatszerkezet értelmét vesztené).

A .NET 4.0 bevezeti a kovariáns és kontravariáns típusparamétereket, úgy oldva meg a fent vázolt problémát, hogy a kérdéses típusok csak olvashatóak, illetve csak írhatóak lesznek. A következő példában egy generikus delegate segítségével nézzük meg az új lehetőségeket (új listaszervezetet írni bonyolultabb lenne) (a példa megértéséhez szükség van a lambda kifejezések ismeretére):

```

class Program
{
    delegate void Method<T>();

    static void Main(string[] args)
    {
        Method<Student> m1 = () => new Student();
        Method<Person> m2 = m1;

        Console.ReadKey();
    }
}

```

A fenti kód nem fordul le, módosítsuk a delegate deklarációját:

```

delegate void Method<out T>();

```

Most viszont minden működik, hiszen biztosítottuk, hogy minden típust megfelelően kezeljünk. A .NET beépített generikus típusai már fel vannak készítve a fenti helyzetre, szóval írhatjuk a következőt:

```

IEnumerable<Student> sie = new List<Student>()
{
    new Student() { Name = "Szandra", Age = 22 },
    new Student() { Name = "István", Age = 26 },
};

IEnumerable<Person> pie = sie;

foreach (Person person in pie)
{

```

```
    Console.WriteLine(person.Age);  
}
```

Most lássuk a kontravarianciát! Itt már lényegesen „természetesebb” dologról van szó, hiszen hasonló láthattunk, amikor öröklődéssel foglalkoztunk.

```
class Program  
{  
    delegate void Method<in T>(T t);  
  
    static void Main(string[] args)  
    {  
        Method<Person> m1 = (person) => Console.WriteLine(person.Age);  
        Method<Student> m2 = m1;  
  
        Student s = new Student() { Age = 22, Name = "Szandra" };  
  
        m1(s); // 22  
        m2(s); // 22  
  
        Console.ReadKey();  
    }  
}
```

LAMBDA KIFEJEZÉSEK

A C# 3.0 bevezeti a lambda kifejezéseket. Egy lambda kifejezés gyakorlatilag megfelel egy névtelen metódus „civilizáltabb”, elegánsabb változatának (ugyanakkor első ránézésre talán ijesztőbb, de ha megszokta az ember, sokkal olvashatóbb kódot eredményez).

Minden lambda kifejezés tartalmazza az ún. lambda operátort (\Rightarrow), ennek jelentése nagyjából annyi, hogy „legyen”. Az operátor bal oldalán a bemenő változók, jobb oldalán pedig a bemenetre alkalmazott kifejezés áll. Mivel névtelen metódus, ezért egy lambda kifejezés állhat egy delegate értékadásában is, elsőként ezt nézzük meg:

```
using System;

class Program
{
    public delegate int IntFunc(int x);

    static void Main(string[] args)
    {
        IntFunc func = (x) => (x * x);

        Console.WriteLine(func(10)); // 100

        Console.ReadKey();
    }
}
```

Egy olyan metódusra van tehát szükség, amely egy **int** típusú bemenő paramétert vár, és ugyanilyen típust ad vissza. A lambda kifejezés bal oldalán a bemenő paraméter (**x**), jobb oldalán pedig a visszatartott értékről gondoskodó kifejezés (**x * x**) áll. A bemenő paraméternél nem kell (de lehet) explicit módon jelezni a típust, azt a fordító magától „kitalálja” (a legtöbb esetben igaz, de néha szükség lesz rá, hogy jelöljük a típust).

Természetesen nemcsak egy bemenő paramétert használhatunk, a következő példában összeszorozzuk a lambda kifejezés két paraméterét:

```
using System;

class Program
{
    public delegate int IntFunc2(int x, int y);

    static void Main(string[] args)
    {
        IntFunc2 func = (x, y) => (x * y);

        Console.WriteLine(func(10, 2)); // 20

        Console.ReadKey();
    }
}
```

GENERIKUS KIFEJEZÉSEK

Generikus kifejezéseknek (tulajdonképpen ezek generikus delegate-ek) is megadhatunk lambda kifejezéseket, amelyek nem igénylik egy előzőleg definiált delegate jelenlétét, ezzel önálló lambda kifejezéseket hozva létre (ugyanakkor a generikus kifejezések kaphatnak névtelen metódusokat is értékül). Kétféle generikus kifejezés

létezik a **Func**, amely adhat visszatérési értéket és az **Action**, amely nem (**void**) (lásd: függvény és eljárás). Elsőként a **Func**-ot vizsgáljuk meg:

```
using System;

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Func<int, int> func = (x) => (x * x);

        Console.WriteLine(func(10)); // 100

        Console.ReadKey();
    }
}
```

A generikus paraméterek között (balról jobbra) utolsó helyen mindig a visszatérési érték áll, előtte pedig a bemenő paraméterek (maximum négy) kapnak helyet.

```
using System;

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Func<int, int, bool> func = (x, y) => (x > y);

        Console.WriteLine(func(10, 5)); // True

        Console.ReadKey();
    }
}
```

Most megnéztük, hogy az első paraméter nagyobb-e a másodiknál. Értelemszerűen a lambda operátor jobb oldalán lévő kifejezésnek megfelelő típust (**bool**) kell eredményeznie, ezt a fordító ellenőrzi.

A **Func** minden esetben rendelkezik legalább egy paraméterrel, mégpedig a visszatérési érték típusával, ez biztosítja, hogy mindig legyen visszatérési érték.

```
using System;

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Func<bool> func = () => true;

        Console.WriteLine(func()); // True

        Console.ReadKey();
    }
}
```

A **Func** párja az **Action**, amely szintén maximum négy bemenő paramétert kaphat, de nem lehet visszatérési értéke:

```
using System;

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Action<int> act = (x) => Console.WriteLine(x);
        act(10);

        Console.ReadKey();
    }
}
```

KIFEJEZÉSFÁK

Generikus kifejezések segítségével felépíthetünk kifejezésfákat, amelyek olyan formában tárolják a kifejezésben szereplő adatokat és műveleteket, hogy futási időben a CLR ki tudja azt értékelni. Egy kifejezésfa egy generikus kifejezést kap generikus paraméterként:

```
using System;
using System.Linq.Expressions; // ez a névtér kell

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Expression<Func<int, int, bool>> expression = (x, y) => (x > y);

        Console.WriteLine(expression.Compile().Invoke(10, 2)); // True

        Console.ReadKey();
    }
}
```

A programban először IL kódra kell fordítani (**Compile**), csak azután hívhatjuk meg.

LAMBDA KIFEJEZÉSEK VÁLTOZÓINAK HATÓKÖRE

Egy lambda kifejezésben hivatkozhatunk annak a metódusnak a paramétereire és lokális változóira, amelyben definiáltuk. A külső változók akkor értékelődnek ki, amikor a delegate ténylegesen meghívódik, nem pedig a deklarációskor, vagyis az adott változó legutolsó értékadása számít majd. A felhasznált változókat inicializálni kell, mielőtt használnánk egy lambda kifejezésben. A lambda kifejezés fenntart magának egy másolatot a lokális változóból/paraméterből, még akkor is, ha az időközben kifut a saját hatóköréből:

```
using System;

class Test
{
    public Action<int> act;

    public void Method()
    {
        int local = 11;
        act = (x) => Console.WriteLine(x * local);
        local = 100;
    }
}
```

```

}

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Test t = new Test();
        t.Method();
        t.act(100);

        Console.ReadKey();
    }
}

```

Ez a program 10000-et fog kiírni, vagyis valóban a lokális változó legutolsó értékét használta a lambda kifejezés.

A lokális változók és paraméterek módosíthatóak egy lambda kifejezésben. A lambda kifejezésben létrehozott változók ugyanúgy viselkednek, mint a hagyományos lokális változók, a delegate minden hívásakor új példány jön létre belőlük.

NÉVTELEN METÓDUSOK KIVÁLTÁSA LAMBDA KIFEJEZÉSEKKEL

Lambda kifejezést használhatunk minden olyan helyen, ahol névtelen metódus állhat. Nézzük meg pl., hogy hogyan használhatjuk így a **List<T>** típust:

```

using System;
using System.Collections.Generic;

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        List<int> list = new List<int>();

        for (int i = 1; i < 10; ++i)
        {
            list.Add(i);
        }

        int result = list.Find((item) => (item % 2 == 0));

        Console.WriteLine("Az első páros szám: {0}", result);

        List<int> oddList = list.FindAll((item) => (item % 2 != 0));

        Console.WriteLine("Az összes páratlan szám:");

        oddList.ForEach((item) => Console.WriteLine(item));

        Console.ReadKey();
    }
}

```

Eseménykezelőt is írhatunk így:

```

class Test
{
    public event EventHandler TestEvent;

    public void OnTestEvent()
    {
        if (TestEvent != null)
        {
            TestEvent(this, null);
        }
    }
}

```

Az **EventHandler** általános delegate-et használtuk az esemény deklarációjánál. Az esemény elindításánál nincs szükségünk most **EventArgs** objektumra, ezért itt nyugodtan használhatunk **null** értéket.

Most nézzük a programot:

```

static void Main(string[] args)
{
    Test t = new Test();

    t.TestEvent += (sender, e) =>
    {
        Console.WriteLine("Eseménykezelő!");
    };

    t.OnTestEvent();

    Console.ReadKey();
}

```

Lambda kifejezés helyett ún. lambda állítást (ezt blokkal jelöljük ki) írtunk, így akár többsoros utasításokat is adhatunk.

UNSAFE KÓD

A .NET platform legnagyobb eltérése a natív nyelvektől a memória kezelésében rejlik. A menedzselt kód nem enged közvetlen hozzáférést a memóriához, vagyis annyi a dolgunk, hogy megmondjuk, hogy szeretnénk egy ilyen és ilyen típusú objektumot, a rendszer elkészíti nekünk, és kapunk hozzá egy referenciát, amelyen keresztül elérjük. Nem fogjuk tudni, hogy a memóriában hol van és nem is tudjuk áthelyezni. Épp ezért a menedzselt kód biztonságosabb, mint a natív, mivel a fentiek miatt egész sor hibalehetőség egész egyszerűen eltűnik. Ennek azonban ára van, még hozzá a sebesség, de ezt behozzuk a memória gyorsabb elérésével/kezelésével, ezért a két módszer között lényegében nincs teljesítménybeli különbség. Vannak azonban helyzetek, amikor igenis fontos, hogy közvetlenül elérjük a memóriát:

- A lehető legjobb teljesítményt szeretnénk elérni egy rendkívül számításigényes feladathoz (pl.: számítógépes grafika).
- .NET-en kívüli osztálykönyvtárakat akarunk használni (pl.: Windows API hívások).

A C# a memória direkt elérését mutatókon (**pointer**) keresztül teszi lehetővé. Ahhoz, hogy mutatókat használhassunk, az adott metódust, osztályt, adattagot vagy blokkot az **unsafe** kulcsszóval kell jelölnünk (ez az ún. unsafe context). Egy osztályon belül egy adattagot vagy metódust jelölhetünk **unsafe** módosítóval, de ez nem jelenti azt, hogy maga az osztály is **unsafe** lenne. Nézzük a következő példát:

```
using System;

class Test
{
    public unsafe int* x;
}

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        unsafe
        {
            Test t = new Test();
            int y = 10;
            t.x = &y;
            Console.WriteLine(*t.x);
        }

        Console.ReadKey();
    }
}
```

Először deklaráltunk egy **unsafe** adattagot, még hozzá egy **int** típusra mutató pointert. A pointer típus az érték- és referenciatípusok mellett a harmadik típuskategória. A pointerok nem származnak a **System.Object**-ből és konverziós kapcsolat sincs közöttük (bár az egyszerű numerikus típusokról létezik explicit konverzió). Értelmszerűen boxing/unboxing sem alkalmazható rajtuk. Egy pointer mindig egy memóriacímét hordoz, amely memóriaterületen egy teljesen normális objektum van. Ebből következően a fenti deklarációban nem adhatok azonnal értéket az unsafe pointernek, mivel numerikus értékadás esetén nem fordul le a program (hiszen nem egy **int** objektumról van szó), más objektum memóriacímét viszont nem tudom. Sebj, erre való az ún. „címe-operátor” (**&**), amellyel átadhatom egy hagyományos objektum címét.

A programban ki akarjuk írni a memóriaterületen lévő objektum értékét, ezt a dereference operátorral (*****) tehetjük meg. Ez visszaadja a mutatott értéket, míg ha magát a változót használjuk, az „csak” a memóriacímét. A memóriacím a memória egy adott byte-jára mutat (vagyis a pointer növelése/csökkentése a pointer típusának megfelelő mennyiségű byte-tal rakja odébb a mutatót, tehát egy int pointer esetén ez négy byte

lesz), amely az adott objektum kezdőcíme. A pointer úgy tudja visszaadni az értékét, hogy tudja, mekkora méretű az objektum (pl. egy **int** pointer egy 32 bites – 4 byte méretű – területet vesz majd elő).

A programot parancssorból a /unsafe kapcsolóval fordíthatjuk le, Visual Studio esetén jobb klikk a projecten, Properties ablak, és a Build fülön jelöljük meg az „Allow unsafe code” négyzetet.

```
csc /unsafe main.cs
```

A megfelelő explicit konverzióval a memóriacímeket is lekérhetjük:

```
using System;

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        unsafe
        {
            int x = 10;
            int* y = &x;

            Console.WriteLine((int)y);
        }

        Console.ReadKey();
    }
}
```

Pointer csakis a beépített numerikus típusokra (beleértve a **char** is), logikai típusokra, felsorolt típusokra, más pointerekre, illetve minden olyan általunk készített struktúrára hivatkozhat, amely nem tartalmaz az eddig felsoroltakon kívül mást. Ezeket a típusokat összefoglaló néven unmanaged típusoknak nevezzük.

Explicit konverzió létezik szűkebb pointer típusról tágabb típusra, fordított eset fordítási hibát okoz. Ugyanakkor az előbbi eset elvileg definiálatlan eredménnyel járhat, a gyakorlatban azért működőképes.

```
int x = 10;
byte y = 20;

int* p1 = &x; // ez jó
p1 = (int*)&y; // ez nem biztos, hogy jó, de működik
p1 = (byte*)&x; // ez már le sem fordul
```

Implicit konverzió van viszont bármely pointer típusról a **void*** univerzális pointer típusra. A **void***-on nem használható a dereference operátor:

```
int x = 10;
void* p1 = &x;

Console.WriteLine(*((int*)p1)); // 10
```

Egy struktúrára is hivatkozhatunk pointerrel, ekkor a tagjait kétféleképpen érhetjük el: vagy a mutatón keresztül, vagy a nyíl (->) operátorral, amely tulajdonképpen az előbbi rövidítése:

```
using System;

struct Test
{
    public int x;
}
```

```

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        unsafe
        {
            Test t = new Test();
            t.x = 10;
            Test* p = &t;

            Console.WriteLine((*p).x); // 10
            Console.WriteLine(p->x); // 10
        }

        Console.ReadKey();
    }
}

```

FIX OBJEKTUMOK

Normális esetben a szemétyűjtő a memória töredezettségmentesítése érdekében mozgatja az objektumokat a memóriában. Egy pointer azonban mindig egy fix helyre mutat, hiszen a mutatott objektum címével dolgozunk, ami pedig nem fog frissülni. Ez néhány esetben gondot okozhat (pl. amikor hosszabb ideig van a memóriában a mutatott adat, pl. valamilyen erőforrás). Ha szeretnénk, hogy az objektumok a helyükön maradjanak, akkor a **fixed** kulcsszót kell használnunk.

Mielőtt jobban megnéznénk a **fixed**-et, vegyük szemügyre a következő forráskódot:

```

int[] array = new int[] { 1, 3, 4, 6, 7 };

int* p = &array;

```

Ez a két sor fordítási hibával jár. Bár a tömbök referenciatípusok, mégis kivételt képeznek, mivel használhatunk rajtuk pointert, igaz nem az eddig látott módon (valamint a tömb elemeinek unmanaged típusnak kell lenniük). Referenciatípuson belül deklarált értéktípusok esetén (ilyenek a tömb elemei is) fixálni kell az objektum helyzetét, hogy a GC ne mozdíthassa el. A következő kód már működni fog:

```

using System;

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        unsafe
        {
            int[] array = new int[] { 1, 3, 4, 6, 7 };

            fixed (int* p = array)

                for (int i = 0; i < 5; ++i)
                {
                    Console.WriteLine(*(p + i));
                }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

NATÍV DLL KEZELÉS

Előfordul, hogy olyan metódust akarunk hívni, amelyet egy natív (pl. C++ nyelven írt) külső könyvtár tartalmaz. A következő példában egy Windows API metódust hívunk meg, amely megjelenít egy MessageBox–ot. Ahhoz, hogy ezt meg tudjuk tenni, elsősorban ismernünk kell az eredeti metódus szignatúráját, ehhez szükségünk lesz pl. a Win32 Programmers Reference című dokumentációra, amelyet letölthetünk:

<http://www.winasm.net/win32hlp.html>

Keressük ki a **MessageBox** metódust, és a következőt fogjuk látni:

```
int MessageBox(  
    HWND hWnd,           // handle of owner window  
    LPCTSTR lpText,       // address of text in message box  
    LPCTSTR lpCaption,    // address of title of message box  
    UINT uType            // style of message box  
);
```

Ezenkívül még tudnunk kell azt is, hogy melyik DLL tárolja az adott függvényt, ez pedig jelen esetben a **user32.dll** lesz. Mindent tudunk, készítsuk el a programot! A függvény importálásához a **DllImport** attribútumot fogjuk használni:

```
using System;  
using System.Runtime.InteropServices; // ez a névtér szükséges  
  
public class API  
{  
    [DllImport("user32.dll")]  
    public static extern int MessageBox(int hWnd,  
        string text, string caption, uint type);  
}  
  
class Program  
{  
    static void Main(string[] args)  
    {  
        API.MessageBox(0, "Hello!", "Nincs", 0);  
    }  
}
```

Az attribútumnak meg kell adnunk a könyvtár nevét (**user32.dll**), valamint a metódus-deklarációt az **extern** kulcsszóval kell jelölnünk, hogy tudassuk a fordítóval, hogy a függvényt egy küldő forrásból kell előkerítenie. A forráskódot a szokásos módon fordítjuk, és ha elindítjuk, akkor a következőt kell látnunk:



TÖBBSZÁLÚ ALKALMAZÁSOK

Egy Windows alapú operációs rendszerben minden futtatható állomány indításakor egy ún. process jön létre, amely teljes mértékben elkülönül az összes többitől. Egy processt az azonosítója (PID – Process ID) alapján különböztetünk meg a többitől.

Minden egyes process rendelkezik egy ún. fő szállal (primary- vagy main thread), amely a program belépési pontja (ld. **Main**).

Azokat az alkalmazásokat, amelyek csak fő szállal rendelkeznek, thread-safe alkalmazásoknak nevezzük, mivel csak egy szál fér hozzá az összes erőforráshoz. Ugyanakkor ezek az alkalmazások hajlamosak „elaludni”, ha egy komplexebb feladatot hajtának végre, hiszen a fő szál ekkor nem tud figyelni a felhasználótól érkező akciókra (pl. billentyűlenyomás).

Az ilyen helyzetek elkerülésére a Windows (és a .NET) lehetővé teszi másodlagos szálak (ún. worker thread) hozzáadását a fő szálhoz. Az egyes szálak (a processekhez hasonlóan) önállóan működnek a folyamaton belül, és „versenyeznek” az erőforrások használatáért (concurrent access).

Jó példa lehet a szálkezelés bemutatására egy szövegszerkesztő használata: amíg kinyomtatunk egy dokumentumot (egy mellékszálal), az alkalmazás fő szála továbbra is figyeli a felhasználótól érkező utasításokat.

A többszálú programozás legnagyobb kihívása a szálak és feladataik megszervezése, az erőforrások elosztása.

Fontos megértenünk, hogy valójában a többszálúság a számítógép által nyújtott illúzió, hiszen a processzor egyszerre csak egy feladatot tud végrehajtani (bár ma már szinte csak többmagos rendszerek léteznek, de gondoljunk bele, hogy amikor hozzá sem nyúlunk a számítógéphez is ötven-száz szál fut), így el kell osztania az egyes feladatok közt a processzoridőt (ezt a szálak prioritása alapján teszi) ez az ún. időosztásos (time slicing) rendszer. Amikor egy szálnak kiosztott idő lejár, akkor a futási adatait eltárolja az ún. Thread Local Storage-ben (ebből minden szálnak van egy), és átadja a helyet egy másik szálnak, amely – ha szükséges – betölti a saját adatait a TLS-ből, és elvégzi a feladatát.

A .NET számos osztályt és metódust bocsát rendelkezésünkre, amelyekkel az egyes processeket felügyelhetjük, ezek a **System.Diagnostics** névtérben vannak. Írjunk egy programot, amely kiírja az összes futó folyamatot és azonosítójukat:

```
using System;
using System.Diagnostics; // erre a névtérre szükség van

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Process[] processList = Process.GetProcesses(".");

        foreach (Process process in processList)
        {
            Console.WriteLine("PID: {0}, Process - név: {1}",
                              process.Id, process.ProcessName);
        }

        Console.ReadKey();
    }
}
```

Amennyiben tudjuk a process azonosítóját, akkor használhatjuk a **Process.GetProcessById(azonosító)** metódust is.

A következő programunk az összes futó process minden szálát és azoknak adatait fogja kilistázni:

```

using System;
using System.Diagnostics; // erre a névtérre szükség van

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Process[] processList = Process.GetProcesses(".");

        foreach (Process process in processList)
        {
            Console.WriteLine("A folyamat ({0}) számai",
                process.ProcessName);

            ProcessThreadCollection ptc = process.Threads;

            foreach (ProcessThread thread in ptc)
            {
                Console.WriteLine("Id: {0}, Állapot: {1}",
                    thread.Id, thread.ThreadState);
            }
        }

        Console.ReadKey();
    }
}

```

Lehetséges, hogy a program futásakor kivételt kapunk, hiszen a szálak listájába olyan szál is bekerülhet, amely a kiírásakor már befejezte futását (ez szinte mindig az Idle process esetében fordul elő, a meggondolás házi feladat, akárcsak a program kivételbiztossá tétele).

A fenti osztályok segítségével remekül bele lehet látni a rendszer „lelkébe”, az MSDN-en megtaláljuk a fenti osztályok további metódusait, tulajdonságait, amelyek az „utazáshoz” szükségesek.

A következő programunk a process-ek irányítását szemlélteti. Indítsuk el az Internet Explorert, várjunk öt másodpercet, és állítsuk le:

```

using System;
using System.Diagnostics;
using System.Threading; // erre a névtérre szükség van

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Process explorer = Process.Start("iexplore.exe");
        Thread.Sleep(5000);
        explorer.Kill();

        Console.ReadKey();
    }
}

```

Egyúttal felhasználtuk az első igazi szálkezeléshez tartozó metódusunkat is, a **Thread** osztály statikus **Sleep** metódusát (a **Thread** osztály a **System.Threading** névtérben található).

APPLICATION DOMAIN -EK

Egy .NET program nem direkt módon processként fut, hanem be van ágyazva egy ún. application domain-be a processen belül (egy process több AD-t is tartalmazhat egymástól teljesen elszeparálva).

Ezzel a megoldással egyrészt elősegítik a platformfüggetlenséget, hiszen így csak az Application Domaint kell portolni egy másik platformra, a benne futó folyamatoknak nem kell ismerniük az operációs rendszert, másrészt biztosítja a programok stabilitását, ugyanis ha egy alkalmazás összeomlik egy AD-ben, attól a többi még tökéletesen működik majd.

Amikor elindítunk egy .NET programot, elsőként az alapértelmezett AD (default application domain) jön létre, ezután – ha szükséges – a CLR további AD-ket hoz létre.

A következő program kiírja az aktuális AD nevét:

```
using System;

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        AppDomain currAD = AppDomain.CurrentDomain;
        Console.WriteLine(currAD.FriendlyName);

        Console.ReadKey();
    }
}
```

Az alkalmazás neve fog megjelenni, hiszen ő az alapértelmezett AD, és egyelőre nincs is több. Hozzunk létre egy második **AppDomain** objektumot:

```
using System;

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        AppDomain secondAD = AppDomain.CreateDomain("second");
        Console.WriteLine(secondAD.FriendlyName);

        AppDomain.Unload(secondAD); // megszüntetjük

        Console.ReadKey();
    }
}
```

SZÁLAK

Elérkeztünk a fejezet eredeti tárgyához, már eleget tudunk ahhoz, hogy megértsük a többszálú alkalmazások elvét. Első programunkban lekérjük az adott programrész szálának az azonosítóját:

```
using System;
using System.Threading;

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Console.WriteLine("Szál-Id: {0}", Thread.CurrentThread.ManagedThreadId);
    }
}
```

```
        Console.ReadKey();
    }
}
```

A program utasításainak végrehajtása szerint megkülönböztetünk szinkron és aszinkron működést. A fenti program szinkron módon működik, az utasításait egymás után hatja végre, ha esetleg egy hosszabb algoritmusba ütközik, akkor csak akkor lép a következő utasításra, ha azt befejezte. Az aszinkron végrehajtás ennek épp az ellentéte, az egyes feladatokat el tudjuk küldeni egy másik szálba, a fő szál pedig fut tovább, amíg a mellékszál(ak) vissza nem térnek.

ASZINKRON DELEGATE-EK

A következőkben delegate-ek segítségével fogunk aszinkron programot írni. Minden egyes delegate rendelkezik azzal a képességgel, hogy aszinkron módon hívjuk meg, ezt a **BeginInvoke** és **EndInvoke** metódusokkal fogjuk megtenni. Vegyük a következő delegate-et:

```
delegate int MyDelegate(int x);
```

Ez valójában így néz ki:

```
public sealed class MyDelegate : System.MulticastDelegate
{
    //...metódusok...

    public IAsyncResult BeginInvoke(int x, AsyncCallback cb, object state);

    public int EndInvoke(IAsyncResult result);
}
```

Egyelőre ne foglalkozunk az ismeretlen dolgokkal, nézzük meg azt, amit ismerünk! A **BeginInvoke**-val fogjuk meghívni a delegate-et, ennek első paramétere megegyezik a delegate paraméterével (vagy paramétereivel). Az **EndInvoke** fogja majd az eredményt szolgáltatni, ennek visszatérési értéke megegyezik a delegate-ével. Az **IAsyncResult** objektum, amit a **BeginInvoke** visszatérít, segít elérni az eredményt, és az **EndInvoke** is ezt kapja majd paraméterül.

A **BeginInvoke** másik két paraméterével most nem foglalkozunk, készítsünk egy egyszerű metódust a delegate-hez, és hívjuk meg aszinkron:

```
using System;
using System.Threading;

class Program
{
    public delegate int MyDelegate(int x);

    static int Square(int x)
    {
        Console.WriteLine("Szál-ID: {0}",
            Thread.CurrentThread.ManagedThreadId);
        return (x * x);
    }

    static void Main(string[] args)
    {
        MyDelegate d = Square;

        Console.WriteLine("Szál-ID: {0}",
```

```

        Thread.CurrentThread.ManagedThreadId);

    IAsyncResult iar = d.BeginInvoke(12, null, null);

    Console.WriteLine("BlaBla...");

    int result = d.EndInvoke(iar);

    Console.WriteLine(result);

    Console.ReadKey();
}
}

```

A kimenet a következő lesz:

```

Szál-ID: 1
BlaBla...
Szál-ID: 3
144

```

Látható, hogy egy új szál jött létre. Amit fontos megértenünk, hogy a **BeginInvoke** azonnal megkezdi a feladata végrehajtását, de az eredményhez csak az **EndInvoke** hívásakor jutunk hozzá, tehát külső szemlélőként úgy látjuk, hogy csak akkor fut le a metódus. A háttérben futó szál üzenete is látszólag csak az eredmény kiértékelésénél jelenik meg, az igazság azonban az, hogy a **Main** üzenete előbb ért a processzorhoz, ezt hamarosan látni fogjuk.

Többszálú program írásánál össze kell tudnunk hangolni a szálak munkavégzését, pl. ha az egyik szálban kiszámolt eredményre van szüksége egy másik, később indult szálnak. Ezt szinkronizálásnak nevezzük.

Szinkronizáljuk az eredeti programunkat, vagyis várjuk meg, amíg a delegate befejezi a futását (természetesen a szinkronizálás ennél jóval bonyolultabb, erről a következő fejezetekben olvashatunk):

```

using System;
using System.Threading;

class Program
{
    public delegate int MyDelegate(int x);

    static int Square(int x)
    {
        Console.WriteLine("Szál-ID: {0}",
            Thread.CurrentThread.ManagedThreadId);
        Thread.Sleep(100);
        return (x * x);
    }

    static void Main(string[] args)
    {
        MyDelegate d = Square;
        Console.WriteLine("Szál-ID: {0}",
            Thread.CurrentThread.ManagedThreadId);

        IAsyncResult iar = d.BeginInvoke(12, null, null);

        while (!iar.IsCompleted)
        {
            Console.WriteLine("BlaBla...");
        }
    }
}

```



```

        int result = d.EndInvoke(iar);

        Console.WriteLine(result);

        Console.ReadKey();
    }
}

```

Ezt a feladatot az **IAsyncResult** interfész **IsCompleted** tulajdonságával oldottuk meg. A kimenet:

```

Szál-ID: 1
BlaBla...
BlaBla...
BlaBla...
Szál-ID: 3
BlaBla...
BlaBla...
BlaBla...
BlaBla...
144

```

Itt már tisztán látszik, hogy az aszinkron metódus futása azonnal elkezdődött, igaz, a **Main** itt is megelőzte.

A **Square** metódusban azért használtuk a **Sleep** metódust, hogy lássunk is valamit, ellenkező esetben túl gyorsan lefut ez az egyszerű program. Erősebb számítógépeken nem árt módosítani az alvás idejét akár 1000 ms-re is.

Valljuk be, elég macerás mindig meghívogatni az **EndInvoke**-ot, így felmerülhet a kérdés, hogy nem lehetne-e valahogy automatizálni az egészet. Nos, épp ezt a gondot oldja meg a **BeginInvoke** harmadik **AsyncCallback** típusú paramétere. Ez egy delegate, amely egy olyan metódusra mutathat, amelynek visszatérési értéke **void**, valamint egy darab **IAsyncResult** típusú paraméterrel rendelkezik. Ez a metódus azonnal le fog futni, ha a mellékszál elvégezte a feladatát:

```

using System;
using System.Threading;
using System.Runtime.Remoting.Messaging; // erre a névtérre szükség van

class Program
{
    public delegate int MyDelegate(int x);

    static int Square(int x)
    {
        Console.WriteLine("Szál-ID: {0}",
            Thread.CurrentThread.ManagedThreadId);
        return (x * x);
    }

    static void AsyncMethodComplete(IAsyncResult iar)
    {
        Console.WriteLine("Aszinkron szál kész...");

        AsyncResult result = (AsyncResult)iar;
        MyDelegate d = (MyDelegate)result.AsyncDelegate;

        Console.WriteLine("Eredmény: {0}", d.EndInvoke(iar));
    }
}

```

```

static void Main(string[] args)
{
    MyDelegate d = Square;

    Console.WriteLine("Szál-ID {0}",
        Thread.CurrentThread.ManagedThreadId);

    IAsyncResult iar = d.BeginInvoke(12,
        new AsyncCallback(AsyncMethodComplete), null);

    Console.WriteLine("BlaBla...");

    Console.ReadKey();
}
}

```

Ha **Console.ReadKey** nélkül futtatnánk a programot, akkor azt látnánk, hogy nem írja ki az eredményt. Ez azért van, mert a „BlaBla” után a program futása megáll, mivel elérte a **Main** végét, és nincs több utasítás, valamint ez gyorsabban történik, minthogy az aszinkron metódus kész lenne. Épp ezért érdemes egy **ReadKey** vagy egy **Sleep** metódust használni a program végén.

A kimenet a következő lesz:

```

Szál-ID 1
BlaBla...
Szál-ID: 3
Aszinkron szál kész...
Eredmény: 144

```

Egyetlen dolog van hátra, mégpedig a **BeginInvoke** utolsó paraméterének megismerése. Ez egy **object** típusú változó, azaz bármilyen objektumot átadhatunk. Ezt a paramétert használjuk, ha valamilyen plusz információt akarunk továbbítani. A **BeginInvoke** most így néz ki:

```

IAsyncResult iar = d.BeginInvoke(12,
    new AsyncCallback(AsyncMethodComplete), "Üzenet a jövőből :)");

```

Az üzenetet az **IAsyncResult AsyncState** tulajdonságával kérdezhetjük le:

```

static void AsyncMethodComplete(IAsyncResult iar)
{
    Console.WriteLine("Aszinkron szál kész...");

    AsyncResult result = (AsyncResult)iar;
    MyDelegate d = (MyDelegate)result.AsyncDelegate;

    Console.WriteLine("Üzenet: {0}", iar.AsyncState);
    Console.WriteLine("Eredmény: {0}", d.EndInvoke(iar));
}

```

SZÁLAKELTREHOZÁSA

Ahhoz, hogy másodlagos szálakat hozzunk létre, nem feltétlenül kell delegate-eket használnunk, mi magunk is elkészíthetjük őket. Vegyük a következő programot:

```

using System;
using System.Threading;

class Test

```

```

{
    public void ThreadInfo()
    {
        Console.WriteLine("Szál-név: {0}", Thread.CurrentThread.Name);
    }
}

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Thread current = Thread.CurrentThread;
        current.Name = "Current-Thread";

        Test t = new Test();
        t.ThreadInfo();

        Console.ReadKey();
    }
}

```

Elsőként lekértük és elneveztük az elsődleges szálat, hogy később azonosítani tudjuk, mivel alapértelmezetten nincs neve.

A következő programban a **Test** objektum metódusát egy háttérben futó szálból fogjuk meghívni:

```

using System;
using System.Threading;

class Test
{
    public void ThreadInfo()
    {
        Console.WriteLine("Szál-név: {0}", Thread.CurrentThread.Name);
    }
}

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Test t = new Test();

        Thread backgroundThread = new Thread(
            new ThreadStart(t.ThreadInfo));
        backgroundThread.Name = "Background-Thread";
        backgroundThread.Start();
    }
}

```

A **Thread** konstruktorában szereplő **ThreadStart** delegate-nek kell megadnunk azt a metódust, amelyet a másodlagos szál majd futtat. A programot érdemes **Console.ReadKey** nélkül futtatni, mivel azon fennakadna a futás. Így is csak egy villanást lehet látni belőle, parancssorból indítva látványosabb lehet.

Ez eddig szép és jó, de mi van akkor, ha a meghívott metódusnak paraméterei is vannak? Ilyenkor a **ThreadStart** parametrizált változatát használhatjuk, ami igen eredeti módon a **ParameterizedThreadStart** névre hallgat. A **ThreadStart**-hoz hasonlóan ez is egy delegate, szintén **void** visszatérési típusa lesz, a paramétere pedig **object** típusú lehet:

```

using System;
using System.Threading;

class Test
{
    public void ThreadInfo(object parameter)
    {
        Console.WriteLine("Szál-név: {0}", Thread.CurrentThread.Name);

        if (parameter is string)
        {
            Console.WriteLine("Paraméter: {0}", parameter);
        }
    }
}

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Test t = new Test();

        Thread backgroundThread = new Thread(new
ParameterizedThreadStart(t.ThreadInfo));
        backgroundThread.Name = "Background-Thread";
        backgroundThread.Start("Hello");

        Console.ReadKey();
    }
}

```

Nyilván a metódusban nem árt ellenőrizni a paraméter típusát, mielőtt bármit csinálunk vele.

FOREGROUND ÉS BACKGROUND SZÁLAK

A .NET két különböző száltypust különböztet meg: amelyek előtérben és amelyek a háttérben futnak. A kettő közti különbség a következő: a CLR addig nem állítja le az alkalmazást, amíg egy előtérbeli szál is dolgozik, ugyanez a háttérbeli szálakra nem vonatkozik (az aszinkron delegate esetében is ezért kellett a program végére a „lassítás”).

Logikus (lenne) a feltételezés, hogy az elsődleges és másodlagos szálak fogalma megegyezik jelen fejezetünk tárgyaival. Az igazság viszont az, hogy ez az állítás nem állja meg a helyét, ugyanis alapértelmezés szerint minden szál (a létrehozás módjától és idejétől függetlenül) előtérben fut. Természetesen van arra is lehetőség, hogy a háttérbe küldjük őket:

```

using System;
using System.Threading;

class Test
{
    public void ThreadInfo()
    {
        Thread.Sleep(5000);
        Console.WriteLine("Szál-név: {0}", Thread.CurrentThread.Name);
    }
}

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {

```

```

{
    Test t = new Test();

    Thread backgroundThread = new Thread(
        new ThreadStart(t.ThreadInfo));
    backgroundThread.IsBackground = true;
    backgroundThread.Name = "Background-Thread";
    backgroundThread.Start();
}
}

```

Ez a program semmit nem fog kiírni, és pont ezt is vártuk tőle, mivel beállítottuk az **IsBackground** tulajdonságot, ezért az általunk készített szál „valódi” háttérben futó szál lett, vagyis a főszálnak nem kell megvárnia, hogy végezzen a dolgával.

SZINKRONIZÁCIÓ

A szálak szinkronizációjának egy primitívebb formáját már láttuk a delegate–ek esetében, most egy kicsit komolyabban közelítünk a témához.

Négyféleképpen szinkronizálhatjuk a szálainkat, ezek közül az első a blokkolás. Ennek már ismerjük egy módját, ez a **Thread.Sleep** metódus:

```

using System;
using System.Threading;

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Console.WriteLine("Start...");
        Thread.Sleep(2000);
        Console.WriteLine("Stop...");

        Console.ReadKey();
    }
}

```

Amikor egy szálát leblokkolunk, az azonnal „elereszti” a processzort, és addig inaktív marad, amíg a blokkolás feltételének a környezet eleget nem tesz, vagy a folyamat valamilyen módon megszakad.

A **Join** metódus addig várakoztatja a hívó szálát, amíg az a szál, amin meghívták, nem végezte el a feladatát:

```

using System;
using System.Threading;

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Thread t = new Thread(delegate() { Thread.Sleep(2000); });
        t.Start();
        t.Join();

        Console.WriteLine("Vége");
        Console.ReadKey();
    }
}

```

A **Join**-nak megadhatunk egy „timeout” paramétert (ezredmásodpercben), amely idő lejártá után – ha a szál nem végzett feladatával – hamis értékkel tér vissza. A következő példa (ezúttal lambda kifejezéssel) ezt mutatja meg:

```
using System;
using System.Threading;

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Thread t = new Thread(() => Thread.Sleep(2000));
        t.Start();

        if (t.Join(1000) == false)
        {
            Console.WriteLine("Az idő lejárt...");
            t.Abort(); // megszakítjuk a szál futását
        }

        Console.ReadKey();
    }
}
```

A következő szinkronizációs módszer a lezárás (locking). Ez azt jelenti, hogy erőforrásokhoz, illetve a program bizonyos részeihez egyszerre csak egy szálnak engedünk hozzáférést. Ha egy szál hozzá akar férni az adott dologhoz, amelyet egy másik szál már használ, akkor automatikusan blokkolódik, és várólistára kerül, ahonnan érkezési sorrendben lehet hozzájutni az erőforráshoz (ha az előző szál már végzett). Nézzük a következő példát:

```
using System;
using System.Threading;

class Test
{
    static int x = 10;
    static int y = 20;

    static public void Divide()
    {
        if (Test.x != 0)
        {
            Thread.Sleep(2);
            Console.WriteLine(Test.y / Test.x);
            Test.x = 0;
        }
    }
}

class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Thread t1 = new Thread(new ThreadStart(Test.Divide));
        Thread t2 = new Thread(new ThreadStart(Test.Divide));
        t1.Start();
        t2.Start();
    }
}
```

Tegyük fel, hogy megérkezik egy szál, eljut odáig, hogy kiírja az eredményt, és épp ekkor érkezik egy másik szál is! Megvizsgálja a feltételt, rendben találja és továbblép. Ebben a pillanatban azonban az elsőként érkezett szál lenullázza a változót, és amikor a második szál osztani akar, akkor kap egy szép kis kivételt. A **Divide** metódus feltételében nem véletlenül van ott a **Sleep**, ezzel teszünk róla, hogy tényleg legyen kivétel. Mivel ez egy egyszerű program, muszáj lelassítani egy kicsit az első szálát (érdemes többször lefuttatni, nem biztos, hogy azonnal kivételt kapunk).

A műveletet lezárhatjuk a következő módon:

```
static object locker = new object();

static public void Divide()
{
    lock (locker)
    {
        if (Test.x != 0)
        {
            Thread.Sleep(2);
            Console.WriteLine(Test.y / Test.x);
            Test.x = 0;
        }
    }
}
```

A **lock** kijelöl egy blokkot, amelyhez egyszerre csak egy szál fér hozzá. Ahhoz azonban, hogy ezt megtehessük, ki kell jelölnünk egy ún. tokenet, amelyet lezárhat. A tokennek minden esetben referenciatípusnak kell lennie.

A **lock**-hoz hasonlóan működik a **Mutex** is, a legnagyobb különbség az a kettő közt, hogy utóbbi processz szinten zárol, azaz a számítógépen futó összes folyamat elől elzárja a használat lehetőségét. Az erőforrás/metódus/stb. használata előtt meg kell hívnunk a **WaitOne** metódust, a használat után pedig el kell engednünk az erőforrást a **ReleaseMutex** metódussal (ha ezt nem tesszük meg a kódból, akkor az alkalmazás futásának végén a CLR automatikusan megteszi helyettünk). A következő példában létrehozunk több szálát, és versenyeztetjük őket egy metódus használatáért. Elsőként készítsük el az osztályt, amely tárolja az „erőforrást” és a **Mutex** objektumot:

```
class Test
{
    private Mutex mutex = new Mutex();

    public void ResourceMetod()
    {
        mutex.WaitOne();

        Console.WriteLine("{0} használja az erőforrást...",
            Thread.CurrentThread.Name);

        Thread.Sleep(1000);

        mutex.ReleaseMutex();

        Console.WriteLine("{0} elengedi az erőforrást...",
            Thread.CurrentThread.Name);
    }
}
```

Most pedig jöjjön a főprogram:

```
class Program
{
    static Test t = new Test();
```

```

static public void ResourceUserMethod()
{
    for (int i = 0; i < 10; ++i)
    {
        t.ResourceMetod();
    }
}

static void Main(string[] args)
{
    List<Thread> threadList = new List<Thread>();

    for (int i = 0; i < 10; ++i)
    {
        threadList.Add(
            new Thread(new ThreadStart(Program.ResourceUserMethod))
            {
                Name = "Thread" + i.ToString()
            });
    }

    threadList.ForEach((thread) => thread.Start());
}
}

```

A **Semaphore** hasonlít a **lock**-ra és a **Mutex**-re, azzal a különbséggel, hogy megadhatunk egy számot, amely meghatározza, hogy egy erőforráshoz maximum hány szál férhet hozzá egy időben. A következő program az előző átirata, egy időben maximum három szál férhet hozzá a metódushoz:

```

class Test
{
    private Semaphore semaphore = new Semaphore(3, 3);

    public void ResourceMetod()
    {
        semaphore.WaitOne();

        Console.WriteLine("{0} használja az erőforrást...",
            Thread.CurrentThread.Name);

        Thread.Sleep(1000);

        semaphore.Release();

        Console.WriteLine("{0} elengedi az erőforrást...",
            Thread.CurrentThread.Name);
    }
}

```

A főprogram pedig ugyanaz lesz.

THREADPOOL

Képzeljük el a következő szituációt: egy kliens-szerver alkalmazást készítünk, a szerver a főszálban figyeli a bejövő kapcsolatokat, és ha kliens érkezik, akkor készít neki egy szálat, majd a háttérben kiszolgálja. Tegyük még hozzá azt is, hogy a kliensek viszonylag rövid ideig tartják a kapcsolatot a szerverrel, viszont sokan vannak!

Ha úgy készítjük el a programot, hogy a bejövő kapcsolatoknak mindig új szálat készítünk, akkor nagyon gyorsan teljesítményproblémákba fogunk ütközni:

- Egy objektum létrehozása költséges.
- Ha már nem használjuk, akkor a memóriában marad, amíg el nem takarítja a GC.
- Mivel sok bejövő kapcsolatunk van, ezért hamarabb lesz tele a memória szeméttel, vagyis gyakrabban fut majd a GC.

A probléma gyökere az egyes pont, vagyis az, hogy minden egyes kapcsolatnak új szálat készítünk, majd eldobjuk azt. Sokkal hatékonyabbak lehetnénk, ha megpróbálnánk valahogy újrahasznosítani a szálat. Ezt a módszert thread-pooling-nak nevezzük, és szerencsénk van, mivel a .NET beépített megoldással rendelkezik (ugyanakkor, ha igazán hatékonyak akarunk lenni, írhatunk saját, az adott követelményeknek legjobban megfelelő **ThreadPool** osztályt is).

Egy későbbi fejezetben elkészítünk majd egy, a fenti felvázolt helyzethez hasonló programot, most „csak” egy egyszerű példán keresztül fogjuk megvizsgálni ezt a technikát. Nézzük meg a következő programot:

```
using System;
using System.Threading;

class Program
{
    static public void Do(object inObj)
    {
        Console.WriteLine("A következő adatot használjuk: {0}",
            (int)inObj);
        Thread.Sleep(500);
    }

    static void Main(string[] args)
    {
        ThreadPool.SetMaxThreads(5, 0);

        for (int i = 0; i < 20; ++i)
        {
            ThreadPool.QueueUserWorkItem(
                new WaitCallback(Program.Do),
                i);
        }

        Console.ReadKey();
    }
}
```

Ami elsősorban feltűnhet, az az, hogy a **ThreadPool** egy statikus osztály, vagyis nem tudjuk példányosítani, ehelyett a metódusait használhatjuk. A **SetMaxThread** metódus a maximálisan memóriában tartott szálok számát állítja be, az első paraméter a „rendes”, a második az aszinkron szálok számát jelzi (utóbbira most nincs szükség, ezért kapott nulla értéket).

A **QueueUserWorkItem** metódus lesz a **ThreadPool** lelke, itt indítjuk útjára az egyes szálat. Ha egy „feladat” bekerül a listára, de nincs az adott pillanatban szabad szál, akkor addig vár, amíg nem kap egyet. A metódus első paramétere egy delegate, amely olyan metódusra mutathat, amelynek visszatérési értéke nincs (**void**), és egyetlen **object** típusú paraméterrel rendelkezik. Ezt a paramétert adjuk meg a második paraméterben.

Fontos tudni, hogy a **ThreadPool** osztály csakis background szálat indít, vagyis a program nem fog várni, amíg minden szál végez, hanem kilép. Ennek megakadályozására tettünk a program végére egy **Console.ReadKey** parancsot, így látni is fogjuk, hogy mi történik éppen (erre pl. a fent említett kliens-szerver példában nincs szükség, mivel a szerver a főszálban végtelen ciklusban várja a bejövő kapcsolatokat).

PÁRHUZAMOS PROGRAMOZÁS – TASK PARALLEL LIBRARY

Ma már a legtöbb számítógép több processzormaggal rendelkezik, amelyek fizikailag is lehetővé teszik több szál párhuzamos futását. Ahhoz, hogy az ebben rejlő lehetőségeket kihasználjuk, a múltban alacsony szinten, közvetlenül a szálakkal kellett dolgoznunk. A .NET Framework 4 (és a C# 4.0) olyan új osztályokat és keretrendszert ad a kezünkbe, amelyekkel ezeket a feladatokat leegyszerűsíthetjük.

TÖBBSZÁLÚSÁG VS. PÁRHUZAMOSSÁG

Amikor többszálú programokat készítünk, alapvetően nem törődünk a hardver lehetőségeivel, létrehozunk szálakat, amelyek versengnek a processzoridőért. Ilyenkor értelemszerűen nem fogunk különösebb teljesítménynövekedést kapni, hiszen minden művelet ugyanannyi ideig tart, nem tudjuk őket közvetlenül szétosztani az – esetleges – több processzor között. Ezt a módszert pl. olyankor használjuk, amikor nem akarjuk, hogy a háttérben futó szálak megzavarják a „főszál” kezelhetőségét (pl. ha egy böngészőben több oldalt is megnyitunk, nem akarjuk megvárni, amíg mindegyik letöltődik), vagy egyszerre több „kérést” kell kezelnünk (pl. egy kliens-szerver kapcsolat). A párhuzamos programozás ugyanezt nyújtja, de képes a processzorok számának függvényében szétosztani a munkát a CPU-k között, ezzel pedig teljesítménynövekedést ér el. Ennek a módszernek a nagy hátránya, hogy olyan algoritmust kell találnunk, amely minden helyzetben a lehető leghatékonyabban tudja elosztani a munkát, anélkül, hogy bármely processzor üresjáratban állna.

TELJESÍTMÉNY

Nagyon könnyen azt gondolhatjuk, hogy a processzorok számának növelésével egyenes arányban nő a teljesítmény, magyarul két processzor kétszer gyorsabb, mint egy. Ez az állítás nem teljesen igaz (ezt később a saját szemünkkel is látni fogjuk), ezt pedig Gene Amdahl bizonyította (Amdahl's Law), miszerint:

Egy párhuzamos program maximum olyan gyors lehet, mint a leghosszabb szekvenciális (tovább már nem párhuzamosítható) részegysége.

Vegyünk például egy programot, amely 10 órán keresztül fut nem párhuzamosan. Ennek a programnak 9 órányi „része” párhuzamosítható, míg a maradék egy óra nem. Ha ezt a 9 órát párhuzamosítjuk, akkor a tétel alapján a programnak így is minimum egy órányi futásideje lesz.

Amdahl a következő képletet találta ki:

$$\frac{1}{(1 - P) + P/N}$$

Ahol P a program azon része, amely párhuzamosítható, (1 - P) az, amelyik nem, N pedig a processzorok száma. Nézzük meg, hogy mekkora a maximum teljesítmény, amit a fenti esetből ki tudunk préselni! P ekkor 0,9 lesz (9 óra = 90% = 0,9), és a képlet (két processzort használva):

$$\frac{1}{(1 - 0,9) + 0,9/2}$$

Könnyen kiszámolható, hogy az eredmény 1/0,55 (1,81) lesz, vagyis 81% -os teljesítménynövekedést érhetünk el két processzor bevezetésével. Vegyük észre, hogy a processzorok számának növelésével P/N a nullához tart, vagyis kimondhatjuk, hogy minden párhuzamosítható feladat maximum $1/(1 - P)$ nagyságrendű teljesítménynövekedést eredményezhet (feltételezve, hogy mindig annyi processzor áll rendelkezésünkre, hogy P/N a lehető legközelebb legyen nullához: ez nem feltétlenül jelent nagyon sokat, a példa esetében 5 processzor már 550%-os növekedést jelent, innen pedig egyre lassabban nő az eredmény, mivel ekkor P/N értéke már 0,18, hat processzornál 0,15 és így tovább). Tehát a fenti konkrét esetben a maximális teljesítmény

a hagyományos futásidő tízszerese lehet ($1 / (1 - 0,9)$), vagyis pontosan az az egy óra, amelyet a nem párhuzamosítható programrész használ fel!

PÁRHUZAMOS CIKLUSOK

A TPL tartalmazza a **for** és **foreach** ciklusok párhuzamosított változatát. Nézzünk meg egyszerű példát, hasonlítsuk össze a „sima” **for** és a párhuzamos **for** teljesítményét! Készítsünk egy tömböt, töltsük fel számokkal, és írjuk ki a tartalmát! Nem valami okos példa, de arra elég, hogy lássuk a párhuzamos változatok szintaxisát.

```
using System;
using System.Diagnostics;
using System.Threading.Tasks;
using System.Linq;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int[] array = Enumerable.Range(0, 10000).ToArray<int>();
            Stopwatch sw = new Stopwatch();

            long result1 = 0;
            long result2 = 0;

            sw.Start();

            Parallel.For(
                0, //honnan
                array.Length, //meddig
                (i) => Console.WriteLine(array[i])); //ciklustörzs

            sw.Stop();

            result1 = sw.ElapsedMilliseconds;

            sw.Reset();
            sw.Start();

            for (int i = 0; i < array.Length; ++i)
            {
                Console.WriteLine(array[i]);
            }

            sw.Stop();

            result2 = sw.ElapsedMilliseconds;

            Console.WriteLine("Az első ciklus által felhasznált idő: {0} ms",
                result1);
            Console.WriteLine("A második ciklus által felhasznált idő: {0} ms",
                result2);

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A **Parallel.For** ebben a legegyszerűbb változatában három paramétert vár, akárcsak a nem párhuzamos társa: a ciklusváltozó kiindulási értékét, a maximális értéket (amely már nem számít bele az iterációkba), illetve a ciklustörzset. A ciklusváltozó **int** vagy **long** típusú lehet, és minden esetben eggyel lép előre.

Az **Enumerable.Range** a paramétereiként megadott intervallumban generál számokat, ezen meghíva a **ToArray** függvényt visszakapjuk ennek a sorozatnak a tömbalakját.

A **Stopwatch** osztályt használjuk időmérésre? a **Start** és **Stop** metódusával elindítjuk, illetve megállítjuk az órát, a **Reset** pedig alaphelyzetbe rakja.

Ha megnézzük a program futása után az eredményeket, akkor azt látjuk, hogy a kétféle ciklus nagyjából ugyanannyi idő alatt írta ki a 10000 számot. Azt is vegyük észre, hogy míg a rendes változat sorrendben veszi elő a számokat a tömbből, addig a párhuzamos meglehetősen összevisszaságban! Ennek oka, hogy utóbbi esetben a párhuzamos végrehajtás csoportokba rendezi az elemeket (particionálja) és az egyes csoportokat küldi feldolgozásra. Ezek aztán nem sorrendben érkeznek a processzorhoz, így a kimenet nem rendezett.

Nézzünk egy összetettebb példát: adjuk össze az első egymillió számot! A forráskód a következő lesz:

```
using System;
using System.Diagnostics;
using System.Threading.Tasks;
using System.Linq;
using System.Collections.Concurrent;
using System.Threading;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            int[] array = Enumerable.Range(1, 1000000).ToArray<int>();
            Stopwatch sw = new Stopwatch();
            long sum = 0;

            sw.Start();

            for (int i = 0; i < array.Length; ++i)
            {
                sum += array[i];
            }

            sw.Stop();

            Console.WriteLine("Az eredmény: {0}", sum);
            Console.WriteLine("A ciklus által felhasznált idő: {0} ms",
                sw.ElapsedMilliseconds);

            sum = 0;
            sw.Reset();
            sw.Start();

            Parallel.For(0,
                array.Length,
                (i) => sum += array[i]);

            sw.Stop();

            Console.WriteLine("Az eredmény: {0}", sum);
            Console.WriteLine("A ciklus által felhasznált idő: {0} ms",
                sw.ElapsedMilliseconds);

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

```

    }
}

```

Ha elindítjuk a programot, két nagyon érdekes dolgot tapasztalunk: a párhuzamos változat jelentősen lassabb (akár négy-öttször is), illetve rossz eredményt is ad vissza.

Elsősorban kezeljük az utóbbi problémát: a **Parallel.For** ha mást nem adtunk meg, automatikusan **int** típusú ciklusváltozót használ, amelyben a várt eredmény nem fér el. Írjuk át **long** típusra:

```

Parallel.For(0,
    array.Length,
    (long i) => sum += array[i]);

```

Ezután is fennáll azonban, hogy sok esetben rossz az eredmény (nem árt néhányszor futtatni). Miért van ez így? A TPL ugyan egyszerűsíti a dolgunkat, de nem lehet ész nélkül használni. Ebben az esetben az alapp probléma, hogy egy cikluson kívüli változót használunk, ráadásul olyan művelettel, amely nem szálbiztos.

A **+=** operátor itt **sum = sum + array[i]** alakban értékelődik ki. Képzeld el, hogy megérkezik az egyik szál, elkezd számolni, ebben a pillanatban pedig egy újabb szál bukkan fel! Az első már kisajátította magának a **sum** változót, a második nem jut hozzá, az adott művelet egyszerűen kimarad. Így már nem csoda, hogy a végeredmény nem megfelelő.

Írjuk át ismét a párhuzamos ciklust:

```

Parallel.For(0,
    array.Length,
    () => 0,
    (long i, ParallelLoopState loop, long total) =>
    {
        total += array[i]; return total;
    },
    (x) => Interlocked.Add(ref sum, x));

```

A paraméterek sorban: a ciklusváltozó kiindulási értéke, a maximális érték, utána a programrész, amellyel az egyes szálaknak adhatunk információt. Az utolsó két paraméter a lényeg: az első maga is kap három paramétert, ezek a ciklusváltozó, egy objektum, amelynek segítségével idő előtt leállíthatjuk a ciklus futását, illetve egy változó, amelyet továbbadhatunk a további iterációknak. A ciklustörzs ennek fényében egyszerű: a „helyi” változónkat használjuk az összeadáshoz.

Végül a **For** utolsó paramétere jön, amely a szálbiztos műveleteket segíti: az **Interlocked** osztállyal elemi műveleteket végezhetünk (ebben az esetben összeadást). Ez a függvény nem fut le minden egyes iterációban, helyette az egyes szálak működése végén hívja meg csak a rendszer, ezáltal jelentős mennyiségű teljesítményt nyerhetünk.

Ha újra futtatjuk a programunk, most már minden esetben helyes végeredményt kapunk, viszont a sebesség nem változott.

Ezzel el is érkeztünk a fejezet lényegéhez: a párhuzamos végrehajtás meglehetősen nagy odafigyelést és speciális körülményeket igényel. Amennyiben a ciklustörzs rövid (értsd: kevés vagy olcsó művelet) magának a párhuzamosságnak a beüzemelése megöli a teljesítményt, gyakorlatilag több erőforrás szükséges hozzá mint a műveletek végrehajtásához.

Ugyanígy a lehetséges műveletek is behatároltak, ahogy láttuk, nem biztos, hogy jó ötlet külső változókat, objektumokat használni (viszont tömbök esetén ha az egyes elemekkel dolgozunk amíg nem módosítunk többször egy elemet, addig szálbiztos a program). Nem árt azt is tudni, hogy érdemes olyan műveletek et használni, ahol az egyes részeredmények nem függenek egymástól (persze vannak módszerek a kevésbé egyértelmű esetek kezelésére is).

Nem kell azonban elkeseredni, a TPL ettől függetlenül is rendkívül hasznos. Nézzünk meg egy olyan példát, ahol tényleges előnyhöz jutunk használatával! A következő programunkban mátrixokat szorzunk össze, ez egy kellően komplex műveletsorozatot igényel. Lássuk, hogy teljesít a párhuzamos ciklus. Készítsünk először egy függvényt, amellyel tetszőleges méretű mátrixot generálhatunk:

```

static public double[,] GenerateMatrix(int size)
{
    double[,] matrix = new double[size, size];
    Random r = new Random();

    for (int i = 0; i < size; ++i)
    {
        for (int j = 0; j < size; ++j)
        {
            matrix[i, j] = r.Next(1000, 100000);
        }
    }

    return matrix;
}

```

Most jöjjön a szorzást végző programrész a „tesztcsomaggal”:

```

static void Main(string[] args)
{
    int size = 1000;

    double[,] a = GenerateMatrix(size);
    double[,] b = GenerateMatrix(size);
    double[,] c = new double[size, size];

    Stopwatch sw = new Stopwatch();
    sw.Start();

    for (int i = 0; i < size; ++i)
    {
        for (int j = 0; j < size; ++j)
        {
            double v = 0;

            for (int k = 0; k < size; ++k)
            {
                v += a[i, k] * b[k, j];
            }

            c[i, j] = v;
        }
    }

    sw.Stop();

    Console.WriteLine("A ciklus által felhasznált idő: {0} ms",
        sw.ElapsedMilliseconds);

    c = new double[size, size];
    sw.Reset();

    sw.Start();

    Parallel.For(0, size, (i) =>
    {
        for (int j = 0; j < size; ++j)
        {
            double v = 0;

            for (int k = 0; k < size; ++k)
            {

```

```

        v += a[i, k] * b[k, j];
    }

    c[i, j] = v;
}
});

sw.Stop();

Console.WriteLine("A ciklus által felhasznált idő: {0} ms",
    sw.ElapsedMilliseconds);

Console.ReadKey();
}

```

A 100x100-as mátrixok összeszorzására a tesztgépen (AMD 255 X2, két mag) a „hagyományos” ciklusnak 14 másodpercre volt szüksége, a párhuzamos 10 alatt végzett. 1000x1000-es mátrixokkal hasonló az előny: 162 másodperc 108 ellen. Látható, hogy egy „elavult” processzor felett is közel 50% plusz teljesítményt lehet kifacsarni a rendszerből.

A **Parallel.For**-nál jóval rugalmasabb a **Parallel.ForEach**. Amíg előbbinél csak egy számsorozaton iteráltunk át és külső forrásból szedtük elő az adatokat, megküzdve a szálbiztosság rémével, addig utóbbi közvetlenül egy gyűjtemény elemein megy végig.

Írjunk egy programot, amellyel egy könyvtár fájljait tudjuk feldolgozni:

```

using System;
using System.Threading.Tasks;
using System.IO;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static public void Main(string[] args)
        {
            DirectoryInfo di = new DirectoryInfo("D:\\");

            Parallel.ForEach(di.GetFiles(), (file) =>
            {
                Console.WriteLine(file.FullName);
            });

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

A **For**-hoz hasonló a szintaxis, de ebben az esetben a „ciklustörzs” számára az aktuális elemet adjuk át.

PARALLEL.INVOKE

Ciklusokkal egy adott feladatot hajthatunk végre többször. Ha viszont több különböző – akár egymástól független – akciót szeretnénk elvégezni, akkor más eszközt kell választanunk. A **Parallel.Invoke** épp’ ennek a feltételnek tesz eleget: paramétereként tetszőleges számú tevékenységet adhatunk meg, amelyeket aztán párhuzamosan hajt végre:

```

using System;
using System.Threading.Tasks;
using System.Net;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static public void Main(string[] args)
        {
            Parallel.Invoke(
                () => Console.WriteLine("Task 1"),
                () => Console.WriteLine("Task 2"),
                () => Console.WriteLine("Task 3")
            );

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Az **Invoke Action** delegate-ek paramétertömbjét várja paraméterként, ezeknek nem lehet bemenő paramétere. A fenti program egyszerűen kiírja a három „mondatot”, csináljunk valami bonyolultabbat. Például egy hosszabb szövegből keressük meg a leghosszabb szót, és hogy összesen hány szó szerepel az írásban!

```

using System;
using System.Threading.Tasks;
using System.Net;
using System.Linq;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static public void Main(string[] args)
        {
            WebClient wc = new WebClient();

            string[] s = wc.DownloadString(
                "http://www.gutenberg.org/cache/epub/103/pg103.txt")
                .Split(
                    new char[] { ' ', '\u000A', ',', '.', ';', ':', '-', '_', '/' },
                    StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries
                );

            Parallel.Invoke(
                () => Console.WriteLine(
                    s.OrderByDescending((item) => item.Length).First()),
                () => Console.WriteLine(s.Length)
            );

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Ha futtatjuk a programot, akkor észrevehetjük, hogy nem biztos, hogy az általunk megadott sorrendben futnak le az egyes műveletek. Illetve vegyük észre azt is, hogy ugyanazt az erőforrást használja a két **Action** objektum, de mivel nem végeznek rajta módosítást, ezért a műveletek szálbiztosak.

TASK

A TPL egyik alapköve a **Task** osztály. Ne keverjük össze azonban őt a szálakkal! Egy **Task** objektum egy komplett párhuzamos feladatot reprezentál, míg egy szál csak a munkafolyamat része. Ugyanakkor ennek az osztálynak a kezelése eléggé hasonlít a szálakéhoz. Nézzünk is egy egyszerű példát:

```
using System;
using System.Threading.Tasks;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static public void Main(string[] args)
        {
            Task task1 = Task.Factory.StartNew(
                () => Console.WriteLine("Én egy Task vagyok!")
            );

            Task task2 = Task.Factory.StartNew(
                () => Console.WriteLine("Én is egy Task vagyok!")
            );

            task2.Wait();

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A **Task.Factory.StartNew** egy új **Task** objektumot ad vissza, amelyet egyúttal el is indít. A **Wait** metódus megvárja, amíg a hozzá tartozó objektum befejezi a futását. Ha nem hívtuk volna meg, a program indításakor semmit nem látnánk, hiszen a **Console.ReadKey** blokkolja a főszálat. Egy billentyűleütés után megjelenne a két mondat, de ugye csak egy villanásnyi időre.

Ugyanez a helyzet, ha „kézzel” gyártunk egy **Task** objektumot:

```
using System;
using System.Threading.Tasks;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static public void Main(string[] args)
        {
            Task task = new Task(
                () => Console.WriteLine("Én egy Task vagyok!")
            );

            task.Start();
            task.Wait();

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Egy **Task** objektum eredményt is adhat vissza a következőképpen:

```

using System;
using System.Threading.Tasks;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static public void Main(string[] args)
        {
            Task<int> task = new Task<int>(
                () => { return 10; }
            );

            task.Start();

            Console.WriteLine(task.Result); // 10

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

A **Task** paraméteresített változatán megjelenik a **Result** tulajdonság. Ilyenkor a paraméter típusa lesz a visszatérési érték típusa. Hasonlóképpen járunk el a **Task.Factory.StartNew** esetében is. Egy **Task**hoz rendelhetünk paramétert is:

```

using System;
using System.Threading.Tasks;

namespace TestApp
{
    class Program
    {
        static public void Main(string[] args)
        {
            string[] array = new string[]
            {
                "Én egy Task vagyok!",
                "Én is egy Task vagyok!",
                "Én nem vagyok egy Task!"
            };

            foreach (string item in array)
            {
                Task task = new Task(
                    (obj) => Console.WriteLine(obj),
                    item);
                task.Start();
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

A paramétert a **Task**on belül **object** típusúnak látjuk, ha szükséges, el kell végezni a megfelelő konverziót.

ASYNC/AWAIT

Amikor egy aszinkron programrészt hívunk meg, meglehetősen hosszú forráskódot kell írunk. El kell indítani a folyamatot, majd ha végzett, egy másik függvénynek át kell adnunk az eredményt, ahonnan ki tudja, hová utazik majd tovább. A C# 5.0 és a .NET 4.5 bevezeti az **async/await** kulcsszavakat, amelyek segítségével igencsak leegyszerűsödik ez a folyamat. Az alábbi forráskódok lefordításához Visual Studio 2011-re van szükség! Nézzük meg, hogy működik ez az új konstrukció:

```
using System;
using System.Threading;
using System.Threading.Tasks;

namespace AsyncDemo
{
    class Program
    {
        static async void DoOperations()
        {
            var result = await Task<string>.Factory.StartNew(
                () => ReallyLongOperation()
            );

            Console.WriteLine("Az eredmény: {0}", result);
        }

        static string ReallyLongOperation()
        {
            Thread.Sleep(2000);
            return "Siker";
        }

        static void Main(string[] args)
        {
            Console.WriteLine("A művelet előtt...");
            DoOperations();
            Console.WriteLine("A művelet után...");

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

Ha futtatjuk a programot, akkor látni fogjuk, hogy az „előtt” és „után” üzenetek jelennek meg először, és csak utánuk az eredmény, ami arra utal, hogy a **ReallyLongOperation** függvény aszinkron módon futott le. Hogyan értük ezt el? A metódus szignatúrája elé helyezett **async** szó azt jelzi a fordítónak, hogy a blokkjában valahol használni szeretnénk az **await** utasítást. Amikor ahhoz a bizonyos helyhez ér a program futása, az történik, hogy abban a pillanatban a metódus futása megszakad, és háttérbe vonul, amíg az adott művelet véget nem ér. Azután felébred és befejezi a feladatát.

Az **async** kulcsszót csakis olyan metódusok/függvények esetében használhatjuk, ahol a visszatérési érték típusa **void**, **Task** vagy **Task<T>** (néhány kivétellel, például a **Main**-en nem lehet). Az **async** meglete nem kötelez minket az **await** használatára, ez fordítva viszont nem igaz.

Az **await** utasítást használhatjuk minden olyan függvényen, amelynek visszatérési típusa **Task** vagy **Task<T>**, illetve ha megvalósítja a függvényt tartalmazó osztály a **GetAwaiter** metódust. A .NET 4.5 beépítve tartalmaz olyan műveleteket, amelyek használhatóak ezzel az utasítással, például a különböző **Stream** osztályok több metódusa is ilyen. Jellemzően **Async** utótagot kapnak, illetve az IntelliSense a függvény/metódus paraméterlistája mellett megjeleníti az **awaitable** szót is.

REFLECTION

A „reflection” fogalmát olyan programozási technikára alkalmazzuk, ahol a program (futás közben) képes megváltoztatni saját struktúráját és viselkedését. Az erre a paradigmára épülő programozást reflektív programozásnak nevezzük.

Ebben a fejezetben csak egy rövid példát találhat a kedves olvasó, a Reflection témaköre óriási, és a mindennapi programozási feladatok végzése közben viszonylag ritkán szorulunk rá (ugyanakkor bizonyos esetekben nagy hatékonysággal járhat a használata). Vegyük a következő példát:

```
using System;

class Test
{
}

class Program
{
    static public void Main(string[] args)
    {
        Test t = new Test();
        Type type = t.GetType();
        Console.WriteLine(type); // Test

        Console.ReadKey();
    }
}
```

Futásidőben lekértük az objektum típusát (a **GetType** metódust minden osztály örökli az **object**-től), persze a reflektív programozás ennél többről szól, lépünk előre egyet: mi lenne, ha az objektumot úgy készítenénk el, hogy egyáltalán nem írjuk le a **new** operátort:

```
using System;
using System.Reflection; // erre a névtérre szükség van

class Test
{
}

class Program
{
    static public void Main(string[] args)
    {
        Type type = Assembly.GetCallingAssembly().GetType("Test");
        var t = Activator.CreateInstance(type);
        Console.WriteLine(t.GetType()); // Test

        Console.ReadKey();
    }
}
```

Megjegyzendő, hogy fordítási időben semmilyen ellenőrzés sem történik a példányosítandó osztályra nézve, így ha elgépeztünk valamit, az bizony kivételt fog dobni futáskor (**System.ArgumentNullException**).

ÁLLOMÁNYKEZELÉS

Ebben a fejezetben megtanulunk fájlokat írni/olvasni és megtanuljuk a könyvtárstruktúra állapotának lekérdezését illetve módosítását is.

OLVASÁS/ÍRÁS FÁJLBÓL/FÁJLBA

A .NET számos osztályt biztosít számunkra, amelyekkel fájlokat tudunk kezelni. Ebben a fejezetben a leggyakrabban használtakkal ismerkedünk meg. Kezdjük egy fájl megnyitásával és tartalmának a képernyőre írásával. Legyen pl. a szöveges fájl tartalma a következő:

```
alma  
körte  
dió  
csákány  
pénz  
könyv
```

A fájlnak a futtatható programunk mellett kell lennie, vagy teljes elérési utat kell megadnunk. Visual Studio-ban például hozzáadhatunk egy „Text File”-t a projekthez (jobb klikk, majd Add New Item), ezután a fájlra jobb gombbal kattintva Properties, és a Copy To Output Directory sorban válasszuk a Copy Always lehetőséget! A program pedig:

```
using System;  
using System.IO;  
  
class Program  
{  
    static public void Main(string[] args)  
    {  
        FileStream fs = new FileStream("test.txt", FileMode.Open);  
        StreamReader sr = new StreamReader(fs);  
  
        string s = sr.ReadLine();  
        while (s != null)  
        {  
            Console.WriteLine(s);  
            s = sr.ReadLine();  
        }  
  
        sr.Close();  
        fs.Close();  
  
        Console.ReadKey();  
    }  
}
```

Az IO osztályok a **System.IO** névtérben vannak. A C# ún. stream-eket, adatfolyamokat használ az IO műveletek végzéséhez. Az első sorban megnyitottunk egy ilyen folyamatot, és azt is megmondtuk, hogy mit akarunk tenni vele.

A **FileStream** konstruktorának első paramétere a fájl neve (ha nem talál ilyen nevű fájlt, akkor kivételt dob a program). Amennyiben nem adunk meg teljes elérési utat, akkor automatikusan a saját könyvtárában fog keresni a program. Ha külső könyvtárból szeretnénk megnyitni az állományt, akkor azt a következőképpen tehetjük meg:

```
FileStream fs = new FileStream("C:\\Dir1\\Dir2\\test.txt", FileMode.Open);
```

Azért használunk dupla backslash-t (\), mert ez egy ún. escape karakter, önmagában nem lehetne használni (persze ez nem azt jelenti, hogy minden ilyen karaktert kettőzve kellene írni, minden speciális karakter előtt a backslash-t kell használnunk).

Egy másik lehetőség, hogy az „at” jelet (@) használjuk az elérési út előtt, ekkor nincs szükség dupla karakterekre, mivel mindent normális karakterként fog értelmezni:

```
FileStream fs = new FileStream(@"C:\Dir1\Dir2\test.txt", FileMode.Open);
```

A **FileMode** enum-nak a következő értékei lehetnek:

Create	Létrehoz egy új fájlt, ha már létezik, a tartalmát kitörli.
CreateNew	Ugyanaz, mint az előző, de ha már létezik a fájl, akkor kivételt dob.
Open	Megnyit egy fájlt, ha nem létezik, kivételt dob.
OpenOrCreate	Ugyanaz, mint az előző, de ha nem létezik, akkor létrehozza a fájlt.
Append	Megnyit egy fájlt, és automatikusan a végére pozicionál. Ha nem létezik, létrehozza.
Truncate	Megnyit egy létező fájlt, és törli a tartalmát. Ebben a módban a fájl tartalmát nem lehet olvasni (egyébként kivételt dob).

A **FileStream** konstruktorának további két paramétere is lehet, amelyek érdekesek számunkra (tulajdonképpen 15 különböző konstruktora van), mindkettő felsorolt típus. Az első a **FileAccess**, amellyel beállítjuk, hogy pontosan mit akarunk csinálni az állománnyal:

Read	Olvasásra nyitja meg.
Write	Írásra nyitja meg.
ReadWrite	Olvasásra és írásra nyitja meg

A fenti példát így is írhattuk volna:

```
FileStream fs = new FileStream("test.txt", FileMode.Open, FileAccess.Read);
```

Végül a **FileShare**-rel azt állítjuk be, ahogy más folyamatok férnek hozzá a fájlhoz:

None	Más folyamat nem férhet hozzá a fájlhoz, amíg azt be nem zárjuk.
Read	Más folyamat olvashatja a fájlt.
Write	Más folyamat írhatja a fájlt.
ReadWrite	Más folyamat írhatja és olvashatja is a fájlt.
Delete	Más folyamat törölhet a fájlból (de nem magát a fájlt).
Inheritable	A gyermek processzek is hozzáférhetnek a fájlhoz.

Ha a fenti programot futtatjuk, akkor előfordulhat, hogy az ékezetes karakterek helyett kérdőjel jelenik meg. Ez azért van, mert az éppen aktuális karaktertábla nem tartalmazza ezeket a karaktereket, ez tipikusan nem magyar nyelvű operációs rendszer esetén fordul elő. A megoldás, hogy kézzel állítjuk be a megfelelő táblát, ezt a **StreamReader** konstruktorában tehetjük meg (a tábla pedig iso-8859-2 néven szerepel):

```
StreamReader rs = new StreamReader(fs, Encoding.GetEncoding("iso-8859-2"), false);
```

Ehhez szükség lesz még a **System.Text** névtérre is.

Most írjunk is a fájlba. Erre a feladatra a **StreamReader** helyett a **StreamWriter** osztályt fogjuk használni:

```
using System;
using System.IO;
using System.Text;

class Program
{
    static public void Main(string[] args)
    {
        FileStream fs = new FileStream("Test.txt", FileMode.Open, FileAccess.Write,
        FileShare.None);
        StreamWriter sw = new StreamWriter(fs);

        Random r = new Random();
        for (int i = 0; i < 10; ++i)
        {
            sw.Write(r.Next());
            sw.Write(Environment.NewLine);
        }

        sw.Close();
        fs.Close();

        Console.ReadKey();
    }
}
```

Az **Environment.NewLine** egy „újsor karaktert” (Carriage Return és Line Feed) ad vissza. Bináris fájlok kezeléséhez a **BinaryReader/BinaryWriter** osztályokat használhatjuk:

```
using System;
using System.IO;
using System.Text;

class Program
{
    static public void Main(string[] args)
    {
        BinaryWriter bw = new BinaryWriter(File.Create("file.bin"));

        for (int i = 0; i < 100; ++i)
        {
            bw.Write(i);
        }

        bw.Close();

        BinaryReader br = new BinaryReader(File.Open("file.bin", FileMode.Open));

        while (br.PeekChar() != -1)
        {
            Console.WriteLine(br.ReadInt32());
        }

        br.Close();

        Console.ReadKey();
    }
}
```

Készítettünk egy bináris fájlt, és beleírtuk a számokat egytől százig. Ezután megnyitottuk, és elkezdjük kiolvasni a tartalmát. A **PeekChar** metódus a soron következő karaktert (byte–ot) adja vissza, illetve -1–et, ha elértük a file végét. A folyambeli aktuális pozíciót nem változtatja meg.

A cikluson belül van a trükkös rész. A **ReadTípusnév** metódus a megfelelő típusú adatot adja vissza, de vigyázni kell vele, mert ha nem megfelelő méretű a beolvasandó adat, akkor hibázni fog. A fenti példában, ha a **ReadString** metódust használtuk volna, akkor kivétel (**EndOfStreamException**) keletkezik, mivel a kettő nem ugyanakkora mennyiségű adatot olvas be. Az egész számokat kezelő metódus nyilván működni fog, hiszen tudjuk, hogy számokat írtunk ki.

Eddig kézzel zártuk le a stream–eket, de ez nem olyan biztonságos, mivel gyakran elfelejtkezik róla az ember. Használhatjuk ehelyett a **using** blokkokat, amelyek ezt automatikusan megteszik. Fent például írhatnánk ezt is:

```
using (BinaryWriter bw = new BinaryWriter(File.Create("file.bin")))
{
    for (int i = 0; i < 100; ++i)
    {
        bw.Write(i);
    }
}
```

KÖNYVTÁRSTRUKTÚRA KEZELÉSE

A fájlok mellett a .NET a könyvtárstruktúra kezelését is támogatja. A **System.IO** névtér ebből a szempontból két részre oszlik: információs és operációs eszközökre. Előbbiek (ahogyan a nevük is sugallja) információt szolgáltatnak, míg az utóbbiak (többségükben statikus metódusok) bizonyos műveleteket (új könyvtár létrehozása, törlése stb.) végeznek a fájlrendszeren. Első példánkban írjuk ki mondjuk a C meghajtó gyökerének könyvtárait:

```
using System;
using System.IO;

class Program
{
    static public void Main(string[] args)
    {
        foreach (string s in Directory.GetDirectories("C:\\"))
        {
            Console.WriteLine(s);
        }

        Console.ReadKey();
    }
}
```

Természetesen nemcsak a könyvtárakra, de a fájlokra is kíváncsiak lehetünk. A programunk módosított változata némi plusz információval együtt ezeket is kiírja nekünk:

```
using System;
using System.IO;

class Program
{
    static public void PrintFileSystemInfo(FileSystemInfo fsi)
    {
        if ((fsi.Attributes & FileAttributes.Directory) != 0)
        {
            DirectoryInfo di = fsi as DirectoryInfo;
        }
    }
}
```



```

        Console.WriteLine("Könyvtár: {0}, Készült: {1}",
            di.FullName, di.CreationTime);
    }
    else
    {
        FileInfo fi = fsi as FileInfo;
        Console.WriteLine("File: {0}, készült: {1}",
            fi.FullName, fi.CreationTime);
    }
}

static public void Main(string[] args)
{
    foreach (string s in Directory.GetDirectories("C:\\"))
    {
        PrintFileSystemInfo(new DirectoryInfo(s));
    }

    foreach (string s in Directory.GetFiles("C:\\"))
    {
        PrintFileSystemInfo(new FileInfo(s));
    }

    Console.ReadKey();
}
}

```

Először a mappákon, majd a fájlkon meggyünk végig. Ugyanazzal a metódussal írjuk ki az információkat kihasználva azt, hogy a **DirectoryInfo** és a **FileInfo** is egy közös őstől, a **FileSystemInfo**-ból származik (mindkettő konstruktora a vizsgált alany elérési útját várja paraméterként), így a metódusban csak meg kell vizsgálni, hogy éppen melyikkel van dolgunk, és átkonvertálni a megfelelő típusra. A vizsgálatnál egy „bitenkénti és” műveletet hajtottunk végre, hogy ez miért és hogyan működik, annak meggondolása az olvasó feladata. Eddig csak információkat kértünk le, most megtanuljuk módosítani is a könyvtárstruktúrát. Arra figyeljünk, hogy olyan könyvtárat vagy meghajtót használjunk a program tesztelésére, amelybe joga van írni a programunknak, ellenkező esetben kivételt kaphatunk!

```

using System;
using System.IO;

class Program
{
    static public void Main(string[] args)
    {
        string dirPath = "C:\\test";
        string filePath = dirPath + "\\file.txt";

        // ha nem létezik a könyvtár
        if (Directory.Exists(dirPath) == false)
        {
            // akkor elkészítjük
            Directory.CreateDirectory(dirPath);
        }

        FileInfo fi = new FileInfo(filePath);

        // ha nem létezik a file
        if (fi.Exists == false)
        {
            // akkor elkészítjük és írunk bele
            StreamWriter sw = fi.CreateText();
            sw.WriteLine("Dio");
        }
    }
}

```

```

        sw.WriteLine("Alma");
        sw.Close();
    }
}

```

A **FileInfo CreateText** metódusa egy **StreamWriter** objektumot ad vissza, amellyel írhatunk egy szöveges fájlba.

IN-MEMORY STREAMEK

A .NET a **MemoryStream** osztályt biztosítja számunkra, amellyel memóriabeli adatfolyamokat írhatunk/olvashatunk. Mire is jók ezek a folyamatok? Gyakran van szükségünk arra, hogy összegyűjtsünk nagy mennyiségű adatot, amelyeket majd a folyamat végén ki akarunk írni a merevlemezre. Egy tömb vagy egy lista nem nyújtja a megfelelő szolgáltatásokat, előbbi rugalmatlan, utóbbi memóriaigényes, ezért a legegyszerűbb, ha közvetlenül a memóriában tároljuk el az adatokat. A **MemoryStream** osztály jelentősen megkönnyíti a dolgunkat, mivel lehetőséget ad közvetlenül fájlba írni a tartalmát. A következő program erre mutat példát:

```

using System;
using System.IO;

class Program
{
    static public void Main(string[] args)
    {
        MemoryStream mstream = new MemoryStream();
        StreamWriter sw = new StreamWriter(mstream);

        for (int i = 0; i < 1000; ++i)
        {
            sw.WriteLine(i);
        }

        sw.Flush();

        FileStream fs = File.Create("D:\\inmem.txt");
        mstream.WriteTo(fs);

        sw.Close();
        fs.Close();
        mstream.Close();
    }
}

```

A **MemoryStream**-re „ráállítottunk” egy **StreamWriter** objektumot. Miután minden adatot a memóriába írtunk, a **Flush** metódussal (amely egyúttal kiüríti a **StreamWriter**-t is) létrehoztunk egy fájlt és a **MemoryStream WriteTo** metódusával kiírtuk belé az adatokat.

XML

Az XML általános célú leírónyelv, amelynek elsődleges célja strukturált szöveg és információ megosztása az interneten keresztül. Lássunk egy példát:

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<list>
  <item>1</item>

```

```
<item>2</item>
<item>3</item>
</list>
```

Az első sor megmondja, hogy melyik verziót és milyen kódolással akarjuk használni, ezután következnek az adatok. Minden XML dokumentum egyetlen gyökérelemmel rendelkezik (ez a fenti példában a <list>), amelynek minden más elem a gyermekeleme (együttal minden nem-gyökérelem egy másik elem gyermeke kell legyen, ez nem feltétlenül jelenti a gyökérelemet). Minden elemnek rendelkeznie kell nyitó (<list>) és záró (</list>) tagekkel. Üres elemeknél ezeket egyszerre is deklarálhatjuk (<üres />). Az egyes elemek tárolhatnak attribútumokat a következő formában:

```
<item value="10" />
<item value="10"></item>
```

Itt mindkét forma legális. A .NET Framework erősen épít az XML-re, mind offline (konfigurációs fájlok, in-memory adatszerkezetek), mind online (SOAP alapú információcsere stb.) téren.

A számunkra szükséges osztályok a **System.Xml** névtérben vannak, a két legalapvetőbb ilyen osztály az **XmlReader** és az **XmlWriter**. Ezeknek az absztrakt osztályoknak a segítségével hajthatók végre a szokásos – írás/olvasás – műveletek.

Először nézzük meg, hogyan tudunk beolvasni egy XML fájlt. A megnyitáshoz az **XmlReader** egy statikus metódusát, a **Create**-et fogjuk használni, ez egy streamtől kezdve egy szimpla fájlnevig mindent elfogad:

```
XmlReader reader = XmlReader.Create("test.xml");
```

Függetlenül attól, hogy az **XmlReader** egy absztrakt osztály, tudjuk példányosítani, mégpedig azért, mert ilyenkor valójában egy **XmlTextReaderImpl** típusú objektum jön létre, amely az **XmlReader** egy belső, **internal** elérésű leszármazottja (tehát közvetlenül nem tudnánk példányosítani). Miután tehát megnyitottuk a fájlt, végig tudunk iterálni a tartalmán:

```
while (reader.Read())
{
    switch (reader.NodeType)
    {
        case XmlNodeType.Element:
            Console.WriteLine("<{0}>", reader.Name);
            break;
        case XmlNodeType.EndElement:
            Console.WriteLine("</{0}>", reader.Name);
            break;
        case XmlNodeType.Text:
            Console.WriteLine(reader.Value);
            break;
        default:
            break;
    };
}
```

Az **XmlReader NodeType** tulajdonsága egy **XmlNodeType** felsorolás egy tagját adja vissza, a példában a legegyszerűbb típusokat vizsgáltuk, és ezek függvényében írtuk ki a fájl tartalmát. A következő példában használni fogjuk az **XmlWriter** osztály egy leszármazottját, az **XmlTextWriter**-t, ugyanis a fájlt kódból fogjuk létrehozni:

```
XmlTextWriter writer = new XmlTextWriter("newxml.xml", Encoding.UTF8);
writer.Formatting = Formatting.Indented;
```

Az **Encoding** felsorolás használatához szükséges a **System.Text**. A **Formatting** tulajdonság az Xml fájloktól megszokott hierarchikus szerkezetet fogja megteremteni (ennek az értékét is beállíthatjuk).

```
writer.WriteStartDocument();  
writer.WriteComment(DateTime.Now.ToString());
```

Elkezdünk az adatok feltöltését, és beszúrtunk egy kommentet is. A file tartalma most a következő:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>  
<!--2012.07.24. 7:05:24-->
```

A fájl ebben a példában személyek adatait fogja tartalmazni:

```
writer.WriteStartElement("PersonsList");  
writer.WriteStartElement("Person");  
writer.WriteElementString("Name", "Reiter Istvan");  
writer.WriteElementString("Age", "26");  
writer.WriteEndElement();
```

A **StartElement** egy új „tagcsoportot” kezd a paramétereként megadott névvel, a **WriteElementString** pedig feltölti azt értékekkel, kulcs-érték párokkal. A fájl:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>  
<!--2012.07.24. 7:07:04-->  
<PersonsList>  
  <Person>  
    <Name>Reiter Istvan</Name>  
    <Age>22</Age>  
  </Person>  
</PersonsList>
```

Az egyes tagekhez attribútumokat is rendelhetünk:

```
writer.WriteStartElement("PersonsList");  
writer.WriteAttributeString("Note", "List of persons");
```

Első paraméter az attribútum neve, utána pedig a hozzá rendelt érték jön. Ekkor a fájl így alakul:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>  
<!--2012.07.24. 7:08:03-->  
<PersonsList Note="List of persons">  
  <Person>  
    <Name>Reiter Istvan</Name>  
    <Age>22</Age>  
  </Person>  
</PersonsList>
```

Az **XmlReader** rendelkezik néhány **MoveTo** előtaggal rendelkező metódussal, ezekkel a fájl egy olyan pontjára tudunk navigálni, amely megfelel egy feltételnek. Néhány példa:

```
bool l = reader.MoveToAttribute("Note");
```

Ez a metódus a paramétereként megadott attribútumra állítja a reader objektumot, és igaz értékkel tér vissza, ha létezik az attribútum. Ellenkező esetben a pozíció nem változik, és a visszatérési érték hamis lesz.

```
reader.MoveToContent();
```

Ez a metódus a legközelebbi olyan csomópontra ugrik, amely tartalmaz adatot is, ekkor az **XmlReader** (vagy leszármazottainak) **Value** tulajdonsága ezt az értéket fogja tartalmazni.

A **MoveToElement** metódus visszalép arra a csomópontra, amely azt az attribútumot tartalmazza, amelyen a reader áll (értelmszerűen következik, hogy az előző kettő metódust gyakran használjuk együtt):

```
while (reader.Read())
{
    if (reader.HasAttributes)
    {
        for (int i = 0; i < reader.AttributeCount; ++i)
        {
            reader.MoveToAttribute(i);
            Console.WriteLine("{0} {1}", reader.Name, reader.Value);
        }

        reader.MoveToElement();
    }
}
```

A **HasAttribute** metódussal megtudakoljuk, hogy van-e a csomóponton attribútum, utána pedig az **AttributeCount** tulajdonság segítségével (amely azoknak a számát adja vissza) végigiterálunk rajtuk. Miután végeztünk, visszatérünk a kiindulási pontra (hogy a **Read** metódus tudja végezni a dolgát).

Említést érdemelnek még a **MoveToFirstAttribute** és a **MoveToNextAttribute** metódusok, amelyek nevükhöz méltóan az első illetve a „következő” attribútumra pozicionálnak. Módosítsuk egy kicsit az előző példát:

```
for (int i = 0; i < reader.AttributeCount; ++i)
{
    //reader.MoveToAttribute(i);
    reader.MoveToNextAttribute();
    Console.WriteLine("{0} {1}", reader.Name, reader.Value);
}
```

Végül, de nem utolsósorban a **Skip** metódus maradt, amely átugorja egy csomópont gyermekeit, és a következő azonos szinten lévő csomópontra ugrik.

XML DOM

Eddig az XML állományokat hagyományos fájlként kezeltük, ennél azonban van egy némileg kényelmesebb lehetőségünk is. Az XML DOM (Document Object Model) a fájlokat hierarchikus felépítésük szerint kezeli. Az osztály amelyen keresztül elérjük a DOM-ot az **XmlDocument** lesz. Egy másik fontos osztály, amelyből egyébként maga az **XmlDocument** is származik, az **XmlNode**. Egy XML fájl egyes csomópontjait egy-egy **XmlNode** objektum fogja jelképezni.

Ahogy azt már megszokhattuk, az **XmlDocument** számos forrásból táplálkozhat, pl. stream vagy egyszerű fájlnev. A forrás betöltését az **XmlDocument Load** illetve **LoadXml** metódusaival végezzük:

```
XmlDocument xdoc = new XmlDocument();
xdoc.Load("test.xml");
```

Egy **XmlDocument** bejárható **foreach** ciklussal a **ChildNodes** tulajdonságon keresztül, amely egy **XmlNodeList** objektumot ad vissza. Persze nem biztos, hogy léteznek gyermekei, ezt a **HasChildNodes** tulajdonsággal tudjuk ellenőrizni. A következő forráskódban egy **XmlDocument** első szinten lévő gyermekeit járjuk be:

```
using System;
using System.Xml;

class Program
{
    static public void Main(string[] args)
```

```

{
    XmlDocument xdoc = new XmlDocument();
    xdoc.Load("test.xml");

    foreach (XmlNode node in xdoc.ChildNodes)
    {
        Console.WriteLine(node.Name);
    }

    Console.ReadKey();
}

```

Az **XmlDocument** a **ChildNodes** tulajdonságát az **XmlNode** osztálytól örökli (ugyanígy a **HasChildNodes**-t is, amely igaz értéket tartalmaz, ha léteznek gyermek-elemek), így az egyes **XmlNode**-okat bejárva a teljes „fát” megkaphatjuk.

Most nézzük meg, hogyan tudunk manipulálni egy dokumentumot! Először hozzunk létre egy új fájlt:

```

using System;
using System.Xml;

class Program
{
    static public void Main(string[] args)
    {
        XmlDocument xdoc = new XmlDocument();

        XmlElement element = xdoc.CreateElement("Test");
        XmlText text = xdoc.CreateTextNode("Hello XML DOM!");

        XmlNode node = xdoc.AppendChild(element);
        node.AppendChild(text);

        xdoc.Save("domtest.xml");

        Console.ReadKey();
    }
}

```

Az **XmlText** illetve **XmlElement** osztályok is az **XmlNode** leszármazottai. A **Save** metódussal el tudjuk menteni a dokumentumot, akár fájlnevet, akár egy streamet megadva. A fenti kód eredménye a következő lesz:

```
<Test>Hello XML DOM!</Test>
```

A **CloneNode** metódussal már létező csúcsokat „klónozzhatunk”:

```

XmlNode source = xdoc.CreateNode(XmlNodeType.Element, "test", "test");
XmlNode destination = source.CloneNode(false);

```

A metódus egyetlen paramétert vár, amely jelzi, hogy a csúcs gyermekeit is átmásoljuk-e. Két másik metódusról is megemlékezünk, első a **RemoveChild**, amely egy létező csúcsot távolít el a csúcsok listájából, a másik pedig a **ReplaceChild**, amely felülír egy csúcsot.

Az **XmlDocument** eseményeket is szolgáltat, amelyek segítségével teljes körű felügyeletet nyerhetünk. Kezeljük le például azt az eseményt, amikor egy új csúcsot adunk hozzá:

```

XmlDocument xdoc = new XmlDocument();

XmlNodeChangedEventHandler handler = null;
handler = (sender, e) =>

```

```
{  
    Console.WriteLine(e.Node.Value);  
};  
  
xdoc.NodeInserting += handler;
```

XML SZERIALIZÁCIÓ

Mi is az a szerializálás? A legegyszerűbben egy példán keresztül lehet megérteni a fogalmat. Képzeljük el, hogy írtunk egy játékot, és a játékosok pontszámát szeretnénk eltárolni! Az elért pontszám mellé jön a játékos neve és a teljesítés ideje is. Ez elsőre semmi különös, hiszen simán kiírhatjuk az adatokat egy fájlba, majd visszaolvashatjuk onnan. Egy apró gond mégis van, mégpedig az, hogy ez elég bonyolult feladat: figyelni kell a beolvasott adatok típusára, formátumára stb.

Nem lenne egyszerűbb, ha a kiírt adatokat meg tudnánk feleltetni egy osztálynak? Ezt megtehetjük, ha készítünk egy megfelelő osztályt, amelyet szerializálva kiírhatunk XML formátumba, és onnan vissza is olvashatjuk (ezt deszerializálásnak hívják). Természetesen a szerializálás jelentősége ennél sokkal nagyobb, és nemcsak XML segítségével tehetjük meg. Tulajdonképpen a szerializálás annyit tesz, hogy a memóriabeli objektumainkat egy olyan szekvenciális formátumba (pl. bináris vagy most XML) konvertáljuk, amelyből vissza tudjuk alakítani az adatainkat.

Már említettük, hogy több lehetőségünk is van a szerializációra, ezek közül az XML a legáltalánosabb, hiszen ezt más környezetben is felhasználhatjuk.

Kezdjük egy egyszerű példával (hamarosan megvalósítjuk a pontszámos példát is), szerializáljunk egy hagyományos beépített objektumot:

```
FileStream fstream = new FileStream("serxml.xml", FileMode.Create);  
XmlSerializer ser = new XmlSerializer(typeof(DateTime));  
ser.Serialize(fstream, DateTime.Now);
```

Ezután létrejön egy XML file, benne a szerializált objektummal:

```
<?xml version="1.0"?>  
<dateTime>2008-10-23T16:19:44.53125+02:00</dateTime>
```

Az **XmlSerializer** a **System.Xml.Serialization** névtérben található. A deszerializálás hasonlóképpen működik:

```
FileStream fstream = new FileStream("serxml.xml", FileMode.Open);  
XmlSerializer ser = new XmlSerializer(typeof(DateTime));  
DateTime deser = (DateTime)ser.Deserialize(fstream);
```

Most már eleget tudunk ahhoz, hogy készítsünk egy szerializálható osztályt. Egy nagyon fontos dolgot kell megjegyeznünk: az osztálynak csak a publikus tagjai szerializálhatóak, a **private** vagy **protected** elérések automatikusan kimaradnak (emellett az osztálynak magának is publikus elérésűnek kell lennie). Ezeken kívül még szükség lesz egy alapértelmezett konstruktorra is (a deszerializáláshoz, hiszen ott még nem tudjuk, hogy milyen objektumról van szó).

```
public class ScoreObject  
{  
    public ScoreObject()  
    {  
  
    }  
  
    private string playername;  
  
    [XmlElement("PlayerName")]  
    public string PlayerName
```

```

{
    get { return playername; }
    set { playername = value; }
}

private int score;

[XmlElement("Score")]
public int Score
{
    get { return score; }
    set { score = value; }
}

private DateTime date;

[XmlElement("Date")]
public DateTime Date
{
    get { return date; }
    set { date = value; }
}
}

```

Az egyes tulajdonságoknál beállítottuk, hogy az miként jelenjen meg a fájlban (sima element helyett lehet pl. attribútum is). Enélkül is lefordulna és működne, de így jobban kezelhető. Rendben, most szerializáljuk:

```

ScoreObject so = new ScoreObject();
so.PlayerName = "Player1";
so.Score = 1000;
so.Date = DateTime.Now;

FileStream fstream = new FileStream("scores.xml", FileMode.Create);
XmlSerializer ser = new XmlSerializer(typeof(ScoreObject));
ser.Serialize(fstream, so);

```

És az eredmény:

```

<?xml version="1.0"?>
<ScoreObject xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">
  <PlayerName>Player1</PlayerName>
  <Score>1000</Score>
  <Date>2012-07-24T10:31:43.8922442+02:00</Date>
</ScoreObject>

```


KONFIGURÁCIÓS FÁJL HASZNÁLATA

Eddig, amikor egy programot írtunk, minden apró változtatásnál újra le kellett fordítani, még akkor is, ha maga a program nem, csak a használt adatok változtak. Sokkal kényelmesebb lenne a fejlesztés és a kész program használata is, ha a „külső” adatokat egy külön fájlban tárolnánk. Természetesen ezt megtehetjük úgy is, hogy egy sima szöveges fájlt készítünk, és azt olvassuk/írjuk, de a .NET ezt is megoldja helyettünk a konfigurációs fájlok bevezetésével. Ezek tulajdonképpen XML dokumentumok, amelyek a következőképpen épülnek fel:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>

<configuration>
  <appSettings>
    <add key="1" value="alma" />
    <add key="2" value="korte" />
  </appSettings>
</configuration>
```

Az első sor egy szabványos XML file fejléce, ezzel nem kell foglalkoznunk. Sokkal érdekesebb viszont az **appSettings** szekció, ahová már be is raktunk néhány adatot. Az **appSettings** az általános adatok tárolására szolgál, vannak speciális szekciók (pl. adatbázisok eléréséhez), és mi magunk is készíthetünk ilyet (erről hamarosan).

Visual Studio-ban könnyen hozzáadhatunk egy konfigurációs fájlt a projektünkhöz: jobb gombbal kattintsunk a projekten, majd az „Add” menüből válasszuk a „New Item” elemet, a listában pedig keressük meg az „Application Configuration File” sort! Az OK gombra kattintva létrejön egy App.config nevű fájl a projekten belül. Az üres <configuration> szekcióba másoljuk bele a fenti sorokat!

Még valamit meg kell tennünk: jobb gombbal kattintsunk a projekten belül a References „mappán”, majd válasszuk az „Add Reference” elemet, majd a .NET fülön a listából keressük ki a **System.Configuration** assemblyt, és az Add gombbal adjuk hozzá a projekthez! Most már írhatunk egy programot, amely felhasználja ezt a fájlt:

```
using System;
using System.Configuration;

class Program
{
    static public void Main(string[] args)
    {
        string s = ConfigurationManager.AppSettings["1"];

        Console.WriteLine(s); // alma

        Console.ReadKey();
    }
}
```

Látható, hogy az **AppSettings** rendelkezik indexelővel, amely visszaadja a megfelelő értéket a megadott kulcshoz.

Ugyanezt elérhetjük a **ConfigurationSettings.AppSettings**-szel is, de az már elavult – erre a fordító is figyelmeztet, ha használni akarjuk –, csak a korábbi verziók kompatibilitása miatt van még benne a frameworkben.

Az **AppSettings** indexelője minden esetben stringet ad vissza, tehát ha más típussal akarunk dolgozni, akkor konvertálni kell. Vezessünk be a konfigurációs fájlba egy új kulcs-érték párost:

```
<?xml version="1.0"?>
<configuration>
```

```

<appSettings>
  <add key="1" value="alma"/>
  <add key="2" value="korte"/>
  <add key="3" value="10"/>
</appSettings>
</configuration>

```

És használjuk is fel a forrásban:

```

using System;
using System.Configuration;

class Program
{
    static public void Main(string[] args)
    {
        int x = int.Parse(ConfigurationManager.AppSettings["3"]);

        Console.WriteLine(x); // 10

        Console.ReadKey();
    }
}

```

KONFIGURÁCIÓ-SZEKCIÓ KÉSZÍTÉSE

Egyszerűbb feladatokhoz megteszi a fenti módszer is, de hosszabb programok esetében nem kényelmes mindig figyelni a konverziókra. Épp ezért készíthetünk olyan osztályt is, amely egyrészt típusbiztos, másrészt a konfigurációs fájlban is megjelenik.

A következő példában elkészítünk egy programot, amely konfigurációs fájlból kiolvass egy fájlnevet és a kódtáblát, és ezek alapján kiírja az állomány tartalmát. Első lépésként készítsünk egy új osztályt (Add/Class) AppDataSection.cs néven, amely a következőt tartalmazza:

```

using System;
using System.Configuration;

public class AppDataSection : ConfigurationSection
{
    private static AppDataSection settings =
        ConfigurationManager.GetSection("AppDataSettings")
            as AppDataSection;

    public static AppDataSection Settings
    {
        get { return AppDataSection.settings; }
    }

    [ConfigurationProperty("fileName", IsRequired = true)]
    public string FileName
    {
        get
        {
            return this["fileName"] as string;
        }
        set
        {
            this["fileName"] = value;
        }
    }
}

```

```

[ConfigurationProperty("encodeType", IsRequired = true)]
public string EncodeType
{
    get
    {
        return this["encodeType"] as string;
    }
}
}

```

Az osztályt a **ConfigurationSection** osztályból származtattuk, ennek az indexelőjét használjuk. Itt arra kell figyelni, hogy az **AppSettings**-szel ellentétben ő **object** típussal tér vissza, vagyis muszáj konverziót végrehajtani.

A **Settings** property segítségével az osztályon keresztül egyúttal hozzáférünk az osztály egy példányához is, így soha nem kell példányosítanunk azt.

A tulajdonságok attribútumával beállítottuk a konfig-fájlban szereplő nevet, illetve, hogy muszáj megadnunk ezeket az értékeket (a **DefaultValue** segítségével kezdőértéket is megadhatunk). Most jön a konfigurációs állomány, itt regisztrálnunk kell az új szekciót:

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<configuration>
  <configSections>
    <section name="AppDataSettings" type="AppDataSection, main" />
  </configSections>

  <AppDataSettings fileName="file.txt" encodeType="iso-8859-2" />
</configuration>

```

A **type** tulajdonságnál meg kell adnunk a típus teljes elérési útját névtérrel együtt (ha van), illetve azt az assemblyt, amelyben a típus szerepel ez most a projekt neve lesz.

Most jöjjön az osztály, amely használja az új szekciót! Készítsünk egy **DataHandlerClass.cs** nevű fájlt is:

```

using System;
using System.IO;
using System.Text;
using System.Configuration;

public class DataHandlerClass
{
    public void PrintData()
    {
        Encoding enc = Encoding.GetEncoding(
            AppDataSection.Settings.EncodeType);

        string filename = AppDataSection.Settings.FileName;

        using (FileStream fs = new FileStream(filename, FileMode.Open))
        {
            using (StreamReader sr = new StreamReader(fs, enc, false))
            {
                string s = sr.ReadLine();
                while (s != null)
                {
                    Console.WriteLine(s);
                    s = sr.ReadLine();
                }
            }
        }
    }
}

```

```
    }  
}  
}
```

Most már könnyen használhatjuk az osztályt:

```
using System;  
using System.Configuration;  
  
class Program  
{  
    static public void Main(string[] args)  
    {  
        DataHandlerClass handler = new DataHandlerClass();  
        handler.PrintData();  
  
        Console.ReadKey();  
    }  
}
```

HÁLÓZATI PROGRAMOZÁS

A .NET meglehetősen széles eszköztárral rendelkezik hálózati kommunikáció kialakításához. A lista a legegyszerűbb hobbiszintű programokban használható szerver-kliens osztályoktól egészen a legalacsonyabb szintű osztályokig terjed. Ebben a fejezetben ebből a listából szemezgetünk.

A fejezethez tartozó forráskódok megtalálhatóak a jegyzethez tartozó Sources\Network könyvtárban.

SOCKET

A socketek számítógépes hálózatok (pl. az Internet) közötti kommunikációs végpontok. Minden socket rendelkezik két adattal, amelyek által egyértelműen azonosíthatóak és elérhetőek: ezek az IP cím és a port szám.

Mi az az IP cím? Az Internet az ún. Internet Protocol (IP) szabványa szerint működik. Eszerint a hálózaton lévő minden számítógép egyedi azonosítóval – IP címmel rendelkezik (ugyanakkor egy számítógép több címmel is rendelkezhet, ha több hálózati hardvert használ). Egy IP cím egy 32 bites egész szám, amelyet 8 bites részekre osztunk (pl.: 123.255.0.45), ezáltal az egyes szekciók legmagasabb értéke 255 lesz (ez a jellemző az IP negyedik generációjára vonatkozik, az új hatos generáció már 128 bites címeket használ, igaz ez egyelőre kevésbé elterjedt (a .NET támogatja az IPv4 és IPv6 verziókat is)).

Az IP címet tekinthetjük az ország/város/utca/házzszám négyesnek, míg a portszámmal egy szobaszámra hivatkozunk. A portszám egy 16 bites előjel nélküli szám 1 és 65535 között. A portszámokat ki lehet „sajátítani”, vagyis ezáltal biztosítják a nagyobb szoftvergyártók, hogy ne legyen semmilyen ütközés a termék használatakor. A portszámok hivatalos regisztrációját az Internet Assigned Numbers Authority (IANA) végzi.

Az 1 és 1023 közötti portokat ún. well-known portként ismerjük, ezeken olyan széles körben elterjedt szolgáltatások futnak, amelyek a legtöbb rendszeren megtalálhatóak (operációs rendszertől függetlenül). Pl. a böngészők a HTTP protokollt a 80-as porton érik el, a 23 a Telnet, míg a 25 az SMTP szerver portszáma (ezektől el lehet – és biztonsági okokból a nagyobb cégek el is szoktak – térni, de a legtöbb számítógépen ezekkel az értékekkel találkozunk).

Az 1024 és 49151 közötti portokat regisztrált portoknak nevezik, ezeken már olyan szolgáltatásokat is felfedezhetünk amelyek operációs rendszerhez (is) kötöttek pl. az 1433 a Microsoft SQL Server portja, ami értelemszerűen Windows rendszer alatt fut. Ugyanitt megtalálunk szoftverhez kötött portot is, pl. a World of Warcraft a 3724 portot használja. Ez az a tartományt amit az IANA kezel.

Az e felettieket dinamikus vagy privát portoknak nevezik, ezt a tartományt nem lehet lefoglalni, programfejlesztés alatt célszerű ezeket használni.

Mielőtt nekiállunk a **Socket** osztály megismerésének, játsszunk egy kicsit az IP címekkel! Azt tudjuk már, hogy a hálózaton minden számítógép saját címmel rendelkezik, de számokat viszonylag nehéz megjegyezni, ezért feltalálták a domain-név vagy tartománynév intézményét, amely „ráül” egy adott IP címre, vagyis ahelyett, hogy 65.55.21.250 írhatjuk azt, hogy *www.microsoft.com*. A következő programunkban lekérdezzük egy domain-név IP címét és fordítva. Ehhez a **System.Net** névtér osztályai lesznek segítségünkre:

```
using System;
using System.Net;

class Program
{
    static public void Main(string[] args)
    {
        IPEndPoint host1 = Dns.GetHostEntry("www.microsoft.com");

        foreach (IPAddress ip in host1.AddressList)
        {
            Console.WriteLine(ip.ToString());
        }

        IPEndPoint host2 = Dns.GetHostEntry("91.120.22.150");

        Console.WriteLine(host2.HostName);
    }
}
```

```

        Console.ReadKey();
    }
}

```

Most már ideje nagyobb kihívás után nézni, elkészítjük az első szerverünket. A legegyszerűbb módon fogjuk csinálni a beépített **TcpListener** osztállyal, amely a TCP/IP protokollt használja (erről hamarosan részletesebben). Nézzük meg a forrást:

```

using System;
using System.Net;
using System.Net.Sockets;

class Program
{
    static public void Main(string[] args)
    {
        IPAddress ip = IPAddress.Parse("127.0.0.1");
        int port = 5000;
        IPEndPoint endPoint = new IPEndPoint(ip, port);

        TcpListener server = new TcpListener(endPoint);
        server.Start();

        Console.WriteLine("A szerver elindult!");

        Console.ReadKey();
    }
}

```

A 127.0.0.1 egy speciális cím, ez az ún. localhost, vagyis a „helyi” cím, amely jelen esetben a saját számítógépünk (ehhez Internet kapcsolat sem szükséges, mindig rendelkezésre áll). Ez az IP cím lesz az, ahol a szerver bejövő kapcsolatokra fog várni (értelemszerűen ehhez az IP címhez csak a saját számítógépünkről tudunk kapcsolódni, ha egy távoli gépet is szeretnénk bevonni, akkor szükség lesz a „valódi” IP –re, ezt pl. a parancssorba beírt ipconfig paranccsal tudhatjuk meg).

A „szervert” a **Stop** metódussal állíthatjuk le.

```

using System;
using System.Net.Sockets;
using System.Net;

namespace Server
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            TcpListener server = null;

            try
            {
                IPAddress ipAddr = IPAddress.Parse("127.0.0.1");
                int portNum = 5000;
                IPEndPoint endPoint = new IPEndPoint(ipAddr, portNum);

                server = new TcpListener(endPoint);
                server.Start();

                Console.WriteLine("A szerver elindult!");
            }
            catch { }
        }
    }
}

```

```

        Console.ReadKey(); // várunk bejövő kapcsolatra
    }
    catch (Exception e)
    {
        Console.WriteLine(e.Message);
    }
    finally
    {
        server.Stop();

        Console.WriteLine("A szerver leállt!");
    }
}
}
}

```

A **TcpListener** konstruktorában meg kell adnunk egy végpontot a szervernek, ahol figyelheti a bejövő kapcsolatokat, ehhez szükségünk lesz egy IP címre és egy portszámmra. Előbbit az **IPAddress.Parse** statikus metódussal egy karaktersorozatból nyertük ki.

A **Console.ReadKey** azért kell, mert különben ugranánk is tovább a **finally** ágra, ahol lezárjuk a szervert.

A következő lépésben bejövő kapcsolatot fogadunk, ehhez viszont szükségünk lesz egy kliensre is, őt a **TcpClient** osztállyal készítjük el, amely hasonlóan működik, mint a párja, szintén egy cím-port kettősre lesz szükségünk (de most nem kell végpontot definiálnunk):

```

using System;
using System.Net;
using System.Net.Sockets;

class Program
{
    static public void Main(string[] args)
    {
        TcpClient client = null;

        try
        {
            client = new TcpClient("127.0.0.1", 5000);

            Console.WriteLine(client.Connected); // true
        }
        catch (Exception e)
        {
            Console.WriteLine(e.Message);
        }
        finally
        {
            client.Close();
        }

        Console.ReadKey();
    }
}

```

A **TcpClient**-nek vagy a konstruktorban rögtön megadjuk az elérni kívánt szerver nevét és portját (és ekkor azonnal csatlakozik is), vagy meghívjuk az alapértelmezett konstruktort, és a **Connect** metódussal elhalasztjuk a kapcsolódást egy későbbi időpontra (természetesen ekkor neki is meg kell adni a szerver adatait).

Ahhoz, hogy a szervert és kliens is egyszerre elindíthassuk anélkül, hogy két Visual Studio-t nyitnánk, először készítsünk egy külön projektet a kliens vagy szerver számára! Ezután kattintsunk jobb gombbal a Solution-ön

(nem a projekten), és válasszuk a „Set StartUp Projects” menüpontot! Jelöljük be a „Multiple StartUp Projects” kapcsolót és a kívánt projektek Action oszlopában állítsuk a megadott értéket Start-ra! Figyeljünk arra, hogy a szerver tartalmazó projekt legyen elől!

Most már elindíthatjuk a programjainkat, és a kliens ablakában a **True** feliratot fogjuk látni, hiszen a **Connected** tulajdonság azt mondja meg, hogy van-e aktív kapcsolat vagy sem.

Ahhoz, hogy a szerver kezelni is tudja a kliensünket (eddig csak kapcsolatot létesítettünk), meg kell mondanunk neki, hogy várjon, amíg bejövő kapcsolat érkezik. Ezt a **TcpListener** osztály **AcceptTcpClient** metódusával tehetjük meg:

```
TcpClient client = server.AcceptTcpClient();
```

Persze szerveroldalon egy **TcpClient** objektumra lesz szükségünk, ezt adja vissza a metódus. A programunk jól működik, de nem csinál túl sok mindent. A következő lépésben adatokat küldünk a szerverről a kliensnek. Nézzük az „új” szervert:

```
using System;
using System.Text;
using System.Net.Sockets;
using System.Net;

namespace Server
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            TcpListener server = null;
            NetworkStream stream = null;

            try
            {
                IPAddress ipAddr = IPAddress.Parse("127.0.0.1");
                int portNum = 5000;
                IPEndPoint endPoint = new IPEndPoint(ipAddr, portNum);

                server = new TcpListener(endPoint);
                server.Start();

                Console.WriteLine("A szerver elindult!");

                TcpClient client = server.AcceptTcpClient();

                byte[] data = Encoding.ASCII.GetBytes("Hello kliens...");

                stream = client.GetStream();
                stream.Write(data, 0, data.Length);
            }
            catch (Exception e)
            {
                Console.WriteLine(e.Message);
            }
            finally
            {
                stream.Close();
                server.Stop();
            }
        }
    }
}
```


Az elküldeni kívánt üzenetet byte-tömb formájában kell továbbítanunk, mivel a TCP/IP byet-ok sorozatát továbbítja, ezért számára emészthető formába kell hoznunk az üzenetet. A fenti példában a legegyszerűbb, ASCII kódolást választottuk, de mást is használhatunk; a lényeg, hogy tudjuk byte-onként küldeni (értelmszerűen mind a kliens, mind a szerver ugyanazt a kódolást kell használja).

A **NetworkStream** ugyanolyan adatfolyam, amit a fájlkezeléssel foglalkozó fejezetben megismertünk, csak éppen az adatok most a hálózaton keresztül „folynak” át. A **Write** metódus három paramétere közül az első a küldeni kívánt adat (byte-tömb formában), utána a kezdőpozíció (ebben az esetben az elejétől kezdve írunk, vagyis nulla), majd a hossz következik.

A szerver az üzenet elküldése után leáll, a program pedig befejezi futását. Fontos, hogy az erőforrásokat megfelelő sorrendben zárjuk le, először a streamet és csak utána következik maga a szerver. Lássuk a kliens oldalt:

```
using System;
using System.Net;
using System.Net.Sockets;
using System.Text;

class Program
{
    static public void Main(string[] args)
    {
        TcpClient client = null;
        NetworkStream stream = null;

        try
        {
            client = new TcpClient("127.0.0.1", 5000);

            byte[] data = new byte[128];

            stream = client.GetStream();
            int length = stream.Read(data, 0, data.Length);

            Console.WriteLine("A szerver üzenete: {0}",
                Encoding.ASCII.GetString(data));
        }
        catch (Exception e)
        {
            Console.WriteLine(e.Message);
        }
        finally
        {
            stream.Close();
            client.Close();
        }

        Console.ReadKey();
    }
}
```

Az alapelv ugyanaz, egyedüli újdonság a byte-tömb inicializálása. Most nem tudjuk pontosan, hogy milyen hosszú adatot kapunk a szervertől, ezért „tippelünk” (igazából tudjuk, de ez most nem számít). Ha nincs elég hely akkor nem kapunk kivételt, de a bejövő adatból csak annyit látunk viszont, amennyi a tömbben elfér. A **NetworkStream Read** metódusa hasonlóan működik a **Write**-hoz, viszont visszaadja a bejövő üzenet hosszát (byte-ban).

Már ismerjük az alapokat, eljött az ideje, hogy egy szinttel lejjebb lépjünk a socketek világába.

```

using System;
using System.Text;
using System.Net.Sockets;
using System.Net;

namespace Server
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            Socket server = null;
            Socket client = null;

            try
            {
                server = new Socket(
                    AddressFamily.InterNetwork,
                    SocketType.Stream,
                    ProtocolType.Tcp);

                IPEndPoint endPoint = new IPEndPoint(
                    IPAddress.Parse("127.0.0.1"),
                    5000);

                server.Bind(endPoint);
                server.Listen(2);

                client = server.Accept();

                byte[] data = new byte[256];
                int length = client.Receive(data);

                Console.WriteLine("A kliens üzenete: {0}",
                    Encoding.ASCII.GetString(data, 0, length));

                data = new byte[256];
                data = Encoding.ASCII.GetBytes("Hello kliens!");
                client.Send(data, data.Length, SocketFlags.None);
            }
            catch (Exception e)
            {
                Console.WriteLine(e.Message);
            }
            finally
            {
                client.Close();
                server.Close();
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

A **Socket** osztály konstruktorában megadtuk a címzési módot (**InterNetwork**, ez az IPv4), a socket típusát (**Stream**, ez egy oda-vissza kommunikációt biztosító kapcsolat lesz) és a használt protokollt, ami jelen esetben **TCP**. A három paraméter nem független egymástól, pl. **Stream** típusú socketet csak **TCP** portokoll felett használhatunk.

Ezután készítettünk egy **IPEndPoint** objektumot, ahogyan azt az egyszerűbb változatban is tettük. Ezt a végpontot a **Bind** metódussal kötöttük a sockethez, majd a **Listen** metódussal megmondtuk, hogy figyelje a bejövő kapcsolatokat. Ez utóbbi paramétere azt jelzi, hogy maximum hány bejövő kapcsolat várakozhat. Innentől kezdve nagyon ismerős a forráskód, lényegében ugyanazt tesszük, mint eddig, csak épp más a metódus neve.

A kliens osztály sem okozhat nagy meglepetést:

```
using System;
using System.Net;
using System.Net.Sockets;
using System.Text;

class Program
{
    static public void Main(string[] args)
    {
        Socket client = null;

        try
        {
            client = new Socket(
                AddressFamily.InterNetwork,
                SocketType.Stream,
                ProtocolType.Tcp);

            IPEndPoint endPoint = new IPEndPoint(
                IPAddress.Parse("127.0.0.1"),
                5000); ;

            client.Connect(endPoint);

            byte[] data = new byte[256];
            data = Encoding.ASCII.GetBytes("Hello szerver!");

            client.Send(data, data.Length, SocketFlags.None);

            data = new byte[256];
            int length = client.Receive(data);

            Console.WriteLine("A szerver üzenete: {0}",
                Encoding.ASCII.GetString(data, 0, length));
        }
        catch (Exception e)
        {
            Console.WriteLine(e.Message);
        }
        finally
        {
            client.Close();
        }

        Console.ReadKey();
    }
}
```

A különbséget a **Connect** metódus jelenti, mivel most kapcsolódni akarunk, nem hallgatózni.

BLOKK ELKERÜLÉSE

Az eddigi programjaink mind megegyeztek abban, hogy bizonyos műveletek blokkolták a főszálat, és így várakozni kényszerültünk. Ilyen művelet volt pl. az **Accept/AcceptTcpClient**, de a **Read/Receive** is.

A blokk elkerülésére ún. előre-ellenőrzést (prechecking) fogunk alkalmazni, vagyis megvizsgáljuk, hogy adott időpillanatban van-e bejövő adat, vagy ráérünk később újraellenőrizni, addig pedig csinálhatunk mást.

A **TcpListener/TcpClient** osztályok a rájuk csatlakoztatott **NetworkStream** objektum **DataAvailable** tulajdonságán keresztül tudják vizsgálni, hogy jön-e adat vagy sem. A következő példában a kliens rendszeres időközönként ellenőrzi, hogy érkezett-e válasz a szervertől, és ha az eredmény negatív, akkor foglalkozhat a dolgával:

```
bool l = false;
while (!l)
{
    if (stream.DataAvailable)
    {
        data = new byte[256];
        int length = stream.Read(data, 0, data.Length);

        Console.WriteLine("A szerver üzenete: {0}",
            Encoding.ASCII.GetString(data, 0, length));

        l = true;
    }
    else
    {
        Console.WriteLine("A szerver még nem küldött választ!");
        System.Threading.Thread.Sleep(200);
    }
}
```

A ciklus egészen addig fut, amíg nincs bejövő kapcsolat, ezt az **l** változóval jelezzük.

Ugyanezt a hatást socketek esetében a **Socket** osztály **Available** tulajdonságával érhetjük el, amely jelzi, hogy van-e még várakozó adat a csatornán (egészen pontosan azoknak a byte-oknak a számát adja vissza, amelyeket még nem olvastunk be):

```
while (true)
{
    if (client.Available > 0)
    {
        int length = client.Receive(data);
        Console.WriteLine("A szerver üzenete: {0}",
            Encoding.ASCII.GetString(data, 0, length));
        break;
    }
    else
    {
        Console.WriteLine("Várunk a szerver válaszára...");
        System.Threading.Thread.Sleep(200);
    }
}
```

Itt egy másik módszert, egy végtelen ciklust választottunk a ciklus kezelésére, amikor érkezik bejövő adat, a **break** utasítással „kitörünk” belőle. A várakozás időszakában pedig 200 ezredmásodpercre megállítjuk a szálat.

Most nézzük meg, hogy mi a helyzet szerveroldalon! Itt a tipikus probléma az, hogy az **AcceptTcpClient/Accept** teljesen blokkol, amíg bejövő kapcsolatra várakozunk. Erre is van persze megoldás, a **TcpListener** esetében ezt a **Pending**, míg a **Socket** osztálynál a **Poll** metódus jelenti.

Nézzük elsőként a **TcpListener** -t:

```
while (true)
{
    if (server.Pending())
    {
        client = server.AcceptTcpClient();

        Console.WriteLine("Kliens kapcsolódott...");

        stream = client.GetStream();
        byte[] data = new byte[256];
        int length = stream.Read(data, 0, data.Length);

        Console.WriteLine("A kliens üzenete: {0}",
            Encoding.ASCII.GetString(data, 0, length));

        data = Encoding.ASCII.GetBytes("Hello kliens!");
        stream.Write(data, 0, data.Length);
    }
    else
    {
        Console.WriteLine("Most valami mást csinálunk");
        System.Threading.Thread.Sleep(500);
    }
}
```

A **Pending** azt az információt osztja meg velünk, hogy várakozik-e bejövő kapcsolat. Tulajdonképpen ez a metódus a következő forrásban szereplő (a **Socket** osztályhoz tartozó) **Poll** metódust használja:

```
while (true)
{
    if (server.Poll(0, SelectMode.SelectRead))
    {
        client = server.Accept();

        /* itt pedig kommunikálunk a klienssel */
    }
    else
    {
        Console.WriteLine("A szerver bejövő kapcsolatra vár!");
        System.Threading.Thread.Sleep(500);
    }
}
```

A **Poll** metódus első paramétere egy egész szám, amely mikromásodpercben (nem milli-, itt valóban a másodperc milliomod részéről van szó, vagyis ha egy másodpercig akarunk várni, akkor 1000000–ot kell megadnunk) adja meg azt az időt, amíg várunk bejövő kapcsolatra/adatra. Amennyiben az első paraméter negatív szám, akkor addig várunk, amíg nincs kapcsolat (vagyis blokkoljuk a programot), ha pedig nullát adunk meg, akkor használhatjuk prechecking-re is a metódust.

A második paraméterrel azt mondjuk meg, hogy mire várunk. A **SelectMode** felsorolt típus három taggal rendelkezik:

- **SelectRead**: a metódus igaz értékkel tér vissza, ha meghívtuk a **Listen** metódust, és várakozik bejövő kapcsolat, vagy van bejövő adat, illetve ha a kapcsolat megszűnt; minden más esetben a visszatérési érték *false* lesz.
- **SelectWrite**: igaz értéket kapunk vissza, ha a **Connect** metódus hívása sikeres volt, azaz csatlakoztunk a távoli állomáshoz, illetve ha lehetséges adat küldése.
- **SelectError**: **true** értéket ad vissza, ha a **Connect** metódus hívása sikertelen volt.

Egy másik lehetőség a blokk feloldására, ha a **Socket** objektum **Blocking** tulajdonságát **false** értékre állítjuk. Ekkor a **Socket** osztály **Receive** és **Send** metódusainak megadhatunk egy **SocketError** típusú (out) paramétert, amely **WouldBlock** értékkel tér vissza, ha a metódushívás blokkot okozna (vagyis így újra próbálhatjuk küldeni/fogadni később az adatokat). Azt azonban nem árt tudni, hogy ez és a fenti **Poll** metódust használó megoldások nem hatékonyak, mivel folyamatos metódushívásokat kell végrehajtanunk (vagy a háttérben a rendszernek). A következő fejezetben több kliens egyidejű kezelésével sokkal hatékonyabb módszer(ek)e)t fogunk megvizsgálni.

TÖBB KLIENS KEZELÉSE

Az eddigi programjainkban csak egy klienst kezeltünk, ami nagyon kényelmes volt, mivel egy sor dolgot figyelmen kívül hagyhattunk:

- A kliensekre mutató „referencia” tárolása.
- A szerver akkor is tudjon kapcsolatot fogadni, amíg a bejelentkezett kliensekkel foglalkozunk.
- Minden kliens zavartalanul (lehetőleg blokk nélkül) tudjon kommunikálni a szerverrel és viszont.

A következőkben háromféleképpen fogjuk körüljárni a problémát.

Select

Az első versenyzőnk a **Socket** osztály **Select** metódusa lesz, amelynek segítségével meghatározhatjuk egy vagy több **Socket** példány állapotát. Lényegében arról van szó, hogy egy listából kiválaszthatjuk azokat az elemeket, amelyek megfelelnek bizonyos követelményeknek (írhatóak, olvashatóak). A **Select** (statikus) metódus szignatúrája a következőképpen néz ki:

```
static public void Select(  
    IList checkRead,  
    IList checkWrite,  
    IList checkError,  
    int microseconds  
)
```

Az első három paraméter olyan **IList** interfészt implementáló gyűjtemények (lényegében az összes beépített gyűjtemény ilyen, beleértve a sima tömböket is), amelyek **Socket** példányokat tartalmaznak. Az első paraméternek megadott listát olvashatóságra, a másodikat írhatóságra, míg a harmadikat hibákra ellenőrzi a **Select**, majd a feltételnek megfelelő listaelemeket megtartja a listában, a többit eltávolítja (vagyis ha szükségünk van a többi elemre is, akkor célszerű egy másolatot használni az eredeti lista helyett). Az utolsó paraméterrel azt adjuk meg, hogy mennyi ideig várjunk a kliensek válaszára (mikroszekundum).

Készítsünk egy **Select**-et használó kliens-szerver alkalmazást! A kliens oldalon lényegében semmit nem változtatunk azt leszámítva, hogy folyamatosan üzenetet küldünk a szervernek (most csak egyirányú lesz a kommunikáció):

```
Random r = new Random();  
while (true)  
{  
    if (r.Next(1000) % 2 == 0)  
    {  
        byte[] data = new byte[256];  
        data = Encoding.ASCII.GetBytes("Hello szerver!");  
        client.Send(data, data.Length, SocketFlags.None);  
    }  
  
    System.Threading.Thread.Sleep(500);  
}
```

Most nézzük a szervert:

```
int i = 0;
while (i < MAXCLIENT)
{
    Socket client = server.Accept();
    clientList.Add(client);
    ++i;
}

while (true)
{
    ArrayList copyList = new ArrayList(clientList);
    Socket.Select(copyList, null, null, 1000);

    foreach (Socket client in clientList)
    {
        Program.CommunicateWithClient(client);
    }
}
```

A MAXCLIENT változó egy egyszerű egész szám, meghatározzuk vele, hogy maximum hány klienst fogunk kezelni. Miután megfelelő számú kapcsolatot hoztunk létre, elkezdünk „beszélgetni” a kliensekkel. A ciklus minden iterációjában meghívja a **Select** metódust, vagyis kiválasztjuk, hogy melyik kliensnek van mondandója. A **CommunicateWithClient** statikus metódus a már ismert módon olvassa a kliens üzenetét:

```
static public void CommunicateWithClient(Socket client)
{
    byte[] data = new byte[256];
    int length = client.Receive(data);

    Console.WriteLine("A kliens üzenete: {0}",
        Encoding.ASCII.GetString(data, 0, length));
}
```

Aszinkron socketek

Kliensek szinkron kezelésére is felhasználhatjuk a **Socket** osztályt, lényegében az aszinkron delegate-ekre épül ez a megoldás. Az aszinkron hívható metódusok **Begin** és **End** előtagot kapnak, pl. kapcsolat elfogadására most a **BeginAccept** metódust fogjuk használni.

A kliens ezúttal is változatlan, nézzük a szerver oldalt:

```
while (true)
{
    done.Reset();

    Console.WriteLine("A szerver kapcsolatra vár...");

    server.BeginAccept(Program.AcceptCallback, server);

    done.WaitOne();
}
```

A **done** változó a **ManualResetEvent** osztály egy példánya, segítségével szabályozni tudjuk a szálakat. A **Reset** metódus alaphelyzetbe állítja az objektumot, míg a **WaitOne** megállítja (blokkolja) az aktuális szálát, amíg egy jelzést (a **Set** metódussal) nem kap. A **BeginAccept** aszinkron metódus első paramétere az a metódus lesz, amely a kapcsolat fogadását végzi, második paraméternek pedig átadjuk a szerveret reprezentáló **Socket** objektumot. Tehát: meghívjuk a **BeginAccept**-et, ezután pedig várunk, hogy az **AcceptCallback** metódus visszajelezzon a főszálnak, hogy a kliens csatlakozott, és folytathatja a figyelést. Nézzük az **AcceptCallback**-ot:

```

static public void AcceptCallback(IAsyncResult ar)
{
    Socket client = ((Socket)ar.AsyncState).EndAccept(ar);
    done.Set();

    Console.WriteLine("Kliens kapcsolódott...");

    StringState state = new StringState();
    state.Client = client;

    client.BeginReceive(state.Buffer, 0, state.BufferSize,
        SocketFlags.None, Program.ReadCallback, state);
}

```

A kliens fogadása után meghívtuk a **ManualResetEvent Set** metódusát, ezzel jeleztük, hogy kész vagyunk, várhatjuk a következő klienst (látható, hogy csak addig kell blokkolnunk, amíg hozzá nem jutunk a klienshez, az adatcsere nyugodtan elfut a háttérben).

A **StringState** osztályt kényelmi okokból mi magunk készítettük el, ezt fogjuk átadni a **BeginReceive** metódusnak:

```

class State
{
    public const int BufferSize = 256;

    public State()
    {
        Buffer = new byte[BufferSize];
    }

    public Socket Client { get; set; }
    public byte[] Buffer { get; set; }
}

class StringState : State
{
    public StringState()
        : base()
    {
        Data = new StringBuilder();
    }

    public StringBuilder Data { get; set; }
}

```

Végül nézzük a **BeginReceive** callback metódusát:

```

static public void ReadCallback(IAsyncResult ar)
{
    StringState state = (StringState)ar.AsyncState;
    int length = state.Client.EndReceive(ar);
    state.Data.Append(Encoding.ASCII.GetString(state.Buffer, 0, length));

    Console.WriteLine("A kliens üzenete: {0}", state.Data);

    state.Client.Close();
}

```

A fordított irányú adatcsere ugyanígy zajlik, a megfelelő metódusok Begin/End előtagú változataival.

Szálakkal megvalósított szerver

Ez a módszer nagyon hasonló az aszinkron változathoz, azzal a különbséggel, hogy most manuálisan hozzuk létre a szálakat, illetve nemcsak a beépített aszinkron metódusokra támaszkodhatunk, hanem tetszés szerinti műveletet hajthatunk végre a háttérben.

A következő programunk egy számkitalálós játékot fog megvalósítani úgy, hogy a szerver gondol egy számra és a kliensek ezt megpróbálják kitalálni. Minden kliens ötször találgathat, ha nem sikerül kitalálnia, akkor elveszíti a játékot. Mindent tipp után a szerver visszaküld egy számot a kliensnek: **-1**-et, ha a gondolt szám nagyobb, **1**-et, ha a szám kisebb, **0**-át, ha eltalálta a számot és **2**-t, ha valaki már kitalálta a számot. Ha egy kliens kitalálta a számot, akkor a szerver megvárja, míg minden kliens kilép, és új számot sorsol.

Készítettünk egy osztályt, amely megkönnyíti a dolgunkat. A **Listen** metódussal indítjuk el a szervert:

```
public void Listen()
{
    if (EndPoint == null)
    {
        throw new Exception("IPEndPoint missing");
    }

    server = new Socket(AddressFamily.InterNetwork,
                        SocketType.Stream,
                        ProtocolType.Tcp);
    server.Bind(EndPoint);
    server.Listen(5);

    ThreadPool.SetMaxThreads(MaxClient, 0);
    NewTurnEvent += NewTurnHandler;

    Console.WriteLine("A szerver elindult, a szám: {0}", NUMBER);

    Socket client = null;
    while (true)
    {
        client = server.Accept();

        Console.WriteLine("Kliens bejelentkezett, a következő IP címről: {0}",
                        ((IPEndPoint)client.RemoteEndPoint).Address.ToString());

        ThreadPool.QueueUserWorkItem(ClientHandler, client);
    }
}
```

A kliensek kezeléséhez a **ThreadPool** osztályt fogjuk használni, amelynek segítségével a kliens objektumokat átadjuk a **ClientHandler** metódusnak:

```
private void ClientHandler(object socket)
{
    Socket client = null;
    string name = String.Empty;
    int result = 0;

    try
    {
        client = socket as Socket;

        if (client == null)
        {
            throw new ArgumentException();
        }
    }
```

```

        ++ClientNumber;

        byte[] data = new byte[7];
        int length = client.Receive(data);
        name = Encoding.ASCII.GetString(data, 0, length);

        Console.WriteLine("Új játékos: {0}", name);

        int i = 0;
        bool win = false;
        while (i < 5 && win == false)
        {
            data = new byte[128];
            length = client.Receive(data);

            GuessNumber(name,
                int.Parse(Encoding.ASCII.GetString(data, 0, length)),
                out result);

            data = Encoding.ASCII.GetBytes(result.ToString());
            client.Send(data, data.Length, SocketFlags.None);

            if (result == 0) { win = true; }

            ++i;
        }
    }
    catch (Exception e)
    {
        Console.WriteLine(e.Message);
    }
    finally
    {
        client.Close();

        if (--ClientNumber == 0 && result == 0)
        {
            NewTurnEvent(this, null);
        }
    }
}

```

Minden kliens rendelkezik névvel is, amely 7 karakter hosszú (7 byte) lehet, elsőként ezt olvassuk be. A **GuessNumber** metódusnak adjuk át a tippünket és a **result** változót out paraméterként. Végül a **finally** blokkban ellenőrizzük, hogy van-e bejelentkezett kliens, ha pedig nincs, akkor új számot sorsolunk. Nézzük a **GuessNumber** metódust:

```

private void GuessNumber(string name, int number, out int result)
{
    lock (locker)
    {
        if (NUMBER != -1)
        {
            Console.WriteLine("{0} szerint a szám: {1}", name, number);

            if (NUMBER == number)
            {
                Console.WriteLine("{0} kitalálta a számot!", name);
                result = 0;
                NUMBER = -1;
            }
        }
    }
}

```

```

        else if (NUMBER < number)
        {
            result = 1;
        }
        else
        {
            result = -1;
        }
    }
    else result = 2;
}

Thread.Sleep(300);
}

```

A metódus törzsét le kell zárunk, hogy egyszerre csak egy szál (egy kliens) tudjon hozzáférni. Ha valamelyik kliens kitalálta a számot, akkor annak -1-et adunk vissza, így gyorsan ellenőrizhetjük, hogy a feltétel melyik ágába kell bemennünk.

Kliens oldalon sokkal egyszerűbb dolgunk van, ezt a forráskódot itt nem részletezzük, de megtalálható a jegyzethez tartozó források között.

TCP És UDP

Ez a fejezet elsődlegesen a TCP protokollt használta, de említést kell tennünk az Internet másik alapprotokolljáról, az UDP-ről is.

A TCP megbízható, de egyúttal kicsit lassabb módszer. A csomagokat sorszámmal látja el, ez alapján pedig a fogadó fél nyugtát küld, hogy az adott csomag rendben megérkezett. Amennyiben adott időn belül a nyugta nem érkezik meg, akkor a csomagot újra elküldi. Ezenkívül ellenőrzi, hogy a csomagok sérülésmentesek legyenek, illetve kiszűri a duplán elküldött (redundáns) adatokat is.

Az UDP épp az ellenkezője, nem biztosítja, hogy minden csomag megérkezik, cserében gyors lesz. Jellemzően olyan helyeken használják, ahol a gyorsaság számít, és nem nagy probléma, ha egy-két csomag elveszik, pl. valós idejű média lejátszásnál illetve játékoknál.

A .NET a TCP-hez hasonlóan biztosítja számunkra az **UdpListener/Client** osztályokat, ezek kezelése gyakorlatilag megegyezik TCP-t használó párjaikkal, ezért itt most nem részletezzük.

Hagyományos **Socket**-ek esetén is elérhető ez a protokoll, ekkor a **Socket** osztály konstruktora így fog kinézni:

```

Socket server = new Socket(
    AddressFamily.InterNetwork,
    SocketType.Dgram,
    ProtocolType.Udp);

```

Ezután ugyanúgy használhatjuk ezt az objektumot, mint a TCP-t alkalmazó társát.

LINQ To OBJECTS

A C# 3.0 bevezette a LINQ –t (Language Integrated Query), amely lehetővé teszi, hogy könnyen, uniformizált úton kezeljük a különböző adatforrásokat, vagyis pontosan ugyanúgy fogunk kezelni egy adatbázist, mint egy memóriában lévő gyűjteményt. Miért jó ez nekünk? Napjainkban rengeteg adatforrás áll rendelkezésünkre, ezek kezeléséhez pedig új eszközök használatát illetve új nyelveket kell megtanulnunk (SQL a relációs adatbázisokhoz, XQuery az XML-hez stb.). A LINQ lehetővé teszi, hogy egy plusz réteg (a LINQ „felület”) bevezetésével mindezeket áthidaljuk, méghozzá teljes mértékben függetlenül az adatforrástól. Egy másik előnye pedig, hogy a LINQ lekérdezések erősen típusosak, vagyis a legtöbb hibát még fordítási időben el tudjuk kapni és kijavítani.

A LINQ család jelenleg három főcsapást jelölt ki, ezek a következők:

- **LINQ To XML:** XML dokumentumok lekérdezését és szerkesztését teszi lehetővé.
- **LINQ To SQL** (vagy DLINQ) és LINQ To Entities (Entity Framework): relációs adatbázisokon (elsősorban MS SQL-Server) végezhetünk műveleteket velük. A kettő közül a LINQ To Entities a „főnök”, a LINQ To SQL inkább csak technológiai demónak készült, a Microsoft nem fejleszti tovább (de továbbra is elérhető marad, mivel kisebb projectekre illetve hobbifejlesztésekhez kiváló). Az Entity Framework használatához a Visual Studio 2008 első szervizcsomagjára van szükség.
- **LINQ To Objects:** ennek a fejezetnek a tárgya, memóriában lévő gyűjtemények, listák, tömbök feldolgozását teszi lehetővé (lényegében minden olyan osztállyal működik, amely megvalósítja az **IEnumerable<T>** interfészt).

A fentiekén kívül számos third-party/hobbi project létezik, mivel a LINQ „framework” viszonylag könnyen kiegészíthető tetszés szerinti adatforrás használatához.

A fejezethez tartozó forráskódok megtalálhatóak a Sources\LINQ könyvtárban.

NYELVI ESZKÖZÖK

A C# 3.0-ban megjelent néhány újonság részben a LINQ miatt került a nyelvbe, jelenlétük jelentősen megkönnyíti a dolgunkat. Ezek a következők:

Kiterjesztett metódusok (extension method): velük már korábban megismerkedtünk, a LINQ To Objects teljes funkcionalitása ezekre épül, lényegében az összes művelet az **IEnumerable<T>/IEnumerable** interfészeket egészíti ki.

Objektum és gyűjtemény inicializálók: vagyis a lehetőség, hogy az objektum deklarálásával egy időben beállíthassuk a tulajdonságaikat, illetve gyűjtemények esetében az elemeket:

```
using System;
using System.Collections.Generic;

namespace Server
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            /*Objektum inicializáló*/
            MyObject mo = new MyObject()
            {
                Property1 = "value1",
                Property2 = "value2",
            };

            /*Gyűjtemény inicializáló*/
        }
    }
}
```

```

        List<string> list = new List<string>()
        {
            "alma", "körte", "dió", "kakukktojás"
        };
    }
}

```

Lambda kifejezések: a lekérdezések többségénél nagyon kényelmes lesz a lambdák használata, ugyanakkor lehetőség van a „hagyományos” névtelen metódusok felhasználására is.

A **var**: a lekérdezések egy részénél rendkívül nehéz előre megadni az eredménylista típusát, ezért ilyenkor a **var**-t fogjuk használni, bízzuk magunkat a fordítóra.

Névtelen típusok: sok esetben nincs szükségünk egy objektum minden adatára, ilyenkor feleslegesen foglalná egy lekérdezés eredménye a memóriát. A névtelen típusok bevezetése lehetővé teszi, hogy helyben deklaráljunk egy névtelen osztályt:

```

using System;

namespace Server
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            var type1 = new { Value1 = "alma", Value2 = "körte" };

            Console.WriteLine(type1.Value1); //alma

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

KIVÁLASZTÁS

A legegyszerűbb dolog, amit egy listával tehetünk, hogy egy vagy több elemét valamilyen kritérium alapján kiválasztjuk. A következő forráskódban épp ezt fogjuk tenni, egy egész számokat tartalmazó **List<T>** adatszerkezetből az összes számot lekérdezzük. Természetesen ennek így sok értelme nincsen, de szűrésről majd csak a következő fejezetben fogunk tanulni.

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;

namespace Server
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            List<int> list = new List<int>()
            {
                10, 2, 4, 55, 22, 75, 30, 11, 12, 89
            };

            var result = from number in list select number;
        }
    }
}

```

```

        foreach (var item in result)
        {
            Console.WriteLine("{0}", item);
        }

        Console.ReadKey();
    }
}

```

Elsősorban vegyük észre az új névteret, a **System.Linq**-t. Rá lesz szükségünk mostantól az összes lekérdezést tartalmazó programban, tehát ne felejtjük le! Nem mintha lenne választásunk, hiszen ebben az esetben le sem fordulna a program. Most pedig jöjjön a lényeg, nézzük a következő sort:

```
var result = from number in list select number;
```

Egy LINQ lekérdezés a legegyszerűbb formájában a következő sablonnal írható le:

```
eredmény = from azonosító in kifejezés select kifejezés
```

A lekérdezés első fejében meghatározzuk az adatforrást:

```
from azonosító in kifejezés
```

Egészen pontosan a „kifejezés” jelöli a forrást, míg az „azonosító” a forrás egyes tagjait adja meg a kiválasztás minden iterációjában, lényegében pontosan ugyanúgy működik, mint a **foreach** ciklus:

```
foreach(var azonosító in kifejezés)
```

Vagyis a lekérdezés alatt a forrás minden egyes elemével tehetünk, amit jólesik. Ezt a valamit a lekérdezés második fele tartalmazza:

```
select kifejezés
```

A fenti példában egyszerűen vissza akarjuk kapni a számokat eredeti formájukban, de akár ezt is írhattuk volna:

```
var result = from number in list select (number + 10);
```

Azaz minden számhoz hozzáadunk tízet.

Az SQL –t ismerők számára furcsa lehet, hogy először az adatforrást határozzuk meg, de ennek megvan az oka, mégpedig az, hogy ilyen módon a fejlesztőeszköz (a Visual Studio) támogatást illetve típusellenőrzést adhat a **select** utáni kifejezéshez (illetve a lekérdezés többi részéhez).

A fenti kódban SQL-szerű lekérdezést készítettünk (ún. Query Expression Format), de máshogyan is megfogalmazhattuk volna a mondanivalónkat. Emlékezzünk: minden LINQ To Objects művelet egyben kiterjesztett metódus, vagyis ezt is írhattuk volna:

```
var result = list.Select(number => number);
```

Pontosan ugyanazt értük el, és a fordítás után pontosan ugyanazt a kifejezést is fogja használni a program, mindössze a szintaxis más (ez pedig az Extension Method Format; a fordító is ezt a formátumot tudja értelmezni, tehát a Query Syntax is erre alakul át). A **Select** az adatforrás elemeinek típusát használó **Func<T, V>** generikus delegate-et kap paraméteréül, jelen esetben ezt egy lambda kifejezéssel helyettesítettük, de írhattuk volna a következőket is:

```

var result1 = list.Select(
    delegate(int number)
    {
        return number;
    });

Func<int, int> selector = (x) => x;

var result2 = list.Select(selector);

```

A két szintaxist keverhetjük is (Query Dot Format), de ez az olvashatóság rovására mehet, ezért nem ajánlott (leszámítva olyan eseteket, amikor egy művelet csak az egyik formával használható). Ha csak lehet, ragaszkodjunk csak az egyikhez!

A következő példában a **Distinct** metódust használjuk, amely a lekérdezés eredményéből eltávolítja a duplikált elemeket. Őt csakis Extension Method formában hívhatjuk meg:

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;

namespace Server
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            List<int> list = new List<int>()
            {
                1, 1, 3, 5, 6, 6, 10, 11, 1
            };

            var result = (from number in list select number).Distinct();

            foreach (var item in result)
            {
                Console.WriteLine("{0}", item);
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

A jegyzet ezután mindkét változatot bemutatja a forráskódokban.

Projekció

Vegyük a következő egyszerű „osztály-hierarchiát”:

```

class Address
{
    public string Country { get; set; }
    public int PostalCode { get; set; }
    public int State { get; set; }
    public string City { get; set; }
    public string Street { get; set; }
}

class Customer

```

```
{
    public int ID { get; set; }
    public string FirstName { get; set; }
    public string LastName { get; set; }
    public string Email { get; set; }
    public string PhoneNumber { get; set; }
    public Address Address { get; set; }
}
```

Minden vásárlóhoz tartozik egy **Address** objektum, amely a vevő címét tárolja. Tegyük fel, hogy egy olyan lekérdezést akarok írni, amely visszaadja az összes vevő nevét, e-mail címét és telefonszámát. Ez nem bonyolult dolog, a kód a következő lesz:

```
var result = from customer in custList select customer;

foreach(var customer in result)
{
    Console.WriteLine("Név: {0}, Email: {1}, Telefon: {2}",
        customer.FirstName + " " + customer.LastName,
        customer.Email, Customer.PhoneNumber);
}
```

A probléma a fenti kóddal, hogy a szükséges adatokon kívül megkaptuk az egész objektumot, beleértve a cím példányt is, amelyre pedig semmi szükségünk nincsen. A megoldás, hogy az eredeti eredményhalmazt leszűkítjük úgy, hogy a lekérdezésben készítünk egy névtelen osztályt, amely csak a kért adatokat tartalmazza. Ezt projekciónak nevezzük. Az új kód:

```
var result = from customer in custList
    select new
    {
        Name = customer.FirstName + Customer.LastName,
        Email = customer.Email,
        Phone = customer.PhoneNumber
    };
```

Természetesen nem csak névtelen osztályokkal dolgozhatunk ilyen esetekben, hanem készíthetünk specializált direkt erre a célra szolgáló osztályokat is.

A lekérdezés eredményének típusát eddig nem jelöltük, helyette a **var** kulcsszót használtuk, mivel ez rövidebb. Minden olyan lekérdezés, amelytől egynél több eredményt várunk (tehát nem azok az operátorok, amelyek pontosan egy elemmel térnek vissza – erről később részletesebben), **IEnumerable<T>** típusú eredményt (vagy annak leszármazott, specializált változatát) ad vissza.

Let

A **let** segítségével – a lekérdezés hatókörén belüli – változókat hozhatunk létre, amelyek segítségével elkerülhetjük egy kifejezés ismételt felhasználását. Nézzünk egy példát:

```
string[] poem = new string[]
{
    "Ej mi a kő! tyúkanyó, kend",
    "A szobában lakik itt bent?",
    "Lám, csak jó az isten, jót ad,",
    "Hogy fölvitte a kend dolgát!"
};

var result = from line in poem
    let words = line.Split(' ')
    from word in words
```



```
select word;
```

A **let** segítségével minden sorból egy újabb string-tömböt készítettünk, amelyeken egy belső lekérdezést futtattunk le (tehát az eredménylistában az eredeti stringek szavai lesznek).

SZŰRÉS

Nyilván nincs szükségünk mindig az összes elemre, ezért képesnek kell lennünk szűrni az eredménylistát. A legalapvetőbb ilyen művelet a **where**, amelyet a következő sablonnal írhatunk le:

```
from azonosító in kifejezés where kifejezés select azonosító
```

Nézzünk egy egyszerű példát:

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;

namespace Server
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            List<int> list = new List<int>()
            {
                12, 4, 56, 72, 34, 0, 89, 22
            };

            var result1 = from number in list
                          where number > 30
                          select number;

            var result2 = list.Where(number => number > 30);

            var result3 = (from number in list select number)
                          .Where(number => number > 30);

            foreach (var item in result1)
            {
                Console.WriteLine(item);
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A forrásban mindhárom lekérdezés szintaxist láthatjuk, mind pontosan ugyanazt fogja visszaadni, és teljesen szabályosak.

A **where** egy paraméterrel rendelkező, **bool** visszatérési értékű metódust (anonim metódust, lambda kifejezést stb.) vár paramétereként:

```
Func<int, bool> predicate = (x) => x > 30;

var result1 = from number in list
               where predicate(number)
```

```
        select number;

var result2 = list.Where(predicate);
```

A **where** feltételeinek megfelelő elemek nem a lekérdezés hívásakor kerülnek az eredménylistába, hanem akkor, amikor ténylegesen felhasználjuk őket, ezt elhalasztott végrehajtásnak (deferred execution) nevezzük (ez alól kivételt jelent, ha a lekérdezés eredményén azonnal meghívjuk pl. a **ToList** metódust, ekkor az elemek szűrése azonnal megtörténik).

A következő példában teszteljük a fenti állítást:

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;

namespace Server
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            List<int> list = new List<int>()
            {
                12, 4, 56, 72, 34, 0, 89, 22
            };

            Func<int, bool> predicate = (x) =>
            {
                Console.WriteLine("Szűrés...");
                return x > 30;
            };

            Console.WriteLine("Lekérdezés előtt...");

            var result = from number in list
                        where predicate(number)
                        select number;

            Console.WriteLine("Lekérdezés után...");

            foreach (var item in result)
            {
                Console.WriteLine("{0}", item);
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}
```

A kimenet pedig ez lesz:

```
Lekérdezés előtt...
Lekérdezés után...
Szűrés...
Szűrés...
Szűrés...
56
Szűrés...
```

```
72
Szűrés...
34
Szűrés...
Szűrés...
89
Szűrés...
```

Jól látható, hogy a **foreach** ciklus váltotta ki a szűrő elindulását. A **where** két alakban létezik, az elsőt már láttuk, most nézzük meg a másodikat is:

```
var result = list.Where((number, index) => index % 2 == 0);
```

Ez a változat két paramétert kezel, ahol index az elem indexét jelöli, természetesen nullától számozva. A fenti lekérdezés a páros indexű elemeket választja ki.

Ne használjuk a következő formát:

```
var result = list.Select(x => x).Where(x => x > 10);
```

Látszólag szabályos a lekérdezés, azonban a fordító a **Select** és **Where** számára is elkészít egy függvényt, holott a munkát egyedül a **Where** is elvégezné. Így viszont egy plusz felesleges függvényhívás az eredmény.

RENDEZÉS

A lekérdezések eredményét könnyen rendezhetjük az **orderby** utasítással, a lekérdezés sablonja ebben az esetben így alakul:

```
from azonosító in kifejezés where kifejezés orderby tulajdonság ascending/descending select kifejezés
```

Az első példában egyszerűen rendezzük egy számokból álló lista elemeit:

```
var result1 = list.OrderBy(x => x); // növekvő sorrend

var result2 = from number in list
               orderby number ascending
               select number; // szintén növekvő

var result3 = from number in list
               orderby number descending
               select number; // csökkenő sorrend
```

A rendezés a gyorsrendezés algoritmusát használja.

Az elemeket több szinten is rendezhetjük, a következő példában neveket fogunk sorrendbe rakni, mégpedig úgy, hogy az azonos kezdőbetűvel rendelkezőket tovább rendezzük a név második karaktere alapján:

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;

namespace Server
{
    class Program
    {
```

```

static void Main(string[] args)
{
    List<string> names = new List<string>()
    {
        "Szandra", "István", "Iván", "Jolán", "Jenő", "Béla",
        "Balázs", "Viktória", "Vazul", "Töhötöm", "Tamás"
    };

    var result1 = names.OrderBy(name => name[0])
        .ThenBy(name => name[1]);

    var result2 = from name in names
        orderby name[0], name[1]
        select name;

    foreach (var item in result2)
    {
        Console.WriteLine(item);
    }

    Console.ReadKey();
}
}

```

Az Extension Method formában a **ThenBy** volt segítségünkre, míg a Query szintaxissal csak annyi a dolgunk, hogy az alapszabály mögé írjuk a további kritériumokat. Egy lekérdezés pontosan egy **orderby/OrderBy**-t és bármennyi **ThenBy**-t tartalmazhat.

Az **OrderBy** metódus egy másik változata két paramétert fogad, az első a rendezés alapszabálya, míg második paraméterként megadhatunk egy tetszőleges **IComparer<T>** interfészt megvalósító osztályt.

Csoportosítás

Lehetőségünk van egy lekérdezés eredményét csoportokba rendezni a **group by/GroupBy** metódus segítségével. A sablon ebben az esetben így alakul:

from azonosító **in** kifejezés **where** kifejezés **orderby** tulajdonság **ascending/descending group** kifejezés **by** kifejezés **into** azonosító **select** kifejezés

Használjuk fel az előző fejezetben elkészített program neveit, és rendezzük őket csoportokba a név első betűje szerint:

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;

namespace Server
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            List<string> names = new List<string>()
            {
                "Szandra", "István", "Iván", "Jolán", "Jenő", "Béla",
                "Balázs", "Viktória", "Vazul", "Töhötöm", "Tamás"
            };

```

```

var result1 = names.OrderBy(name => name[0])
                    .GroupBy(name => name[0]);

var result2 = from name in names
              orderby name[0]
              group name by name[0]
              into namegroup
              select namegroup;

foreach (var group in result1)
{
    Console.WriteLine(group.Key);

    foreach (var name in group)
    {
        Console.WriteLine("-- {0}", name);
    }
}

Console.ReadKey();
}

```

A kimenet a következő lesz:

```

B
-- Béla
-- Balázs
I
-- István
-- Iván
J
-- Jolán
-- Jenő
S
-- Szandra
T
-- Töhötöm
-- Tamás
V
-- Viktória
-- Vazul

```

A csoportosításhoz meg kell adnunk egy kulcsot, ez lesz az **OrderBy** paramétere. Az eredmény típusa a következő lesz:

```
IEnumerable<IGrouping<TKey, TElement>>
```

Az **IGrouping** interfész tulajdonképpen maga is egy **IEnumerable<T>** leszármazott kiegészítve a rendezéshez használt kulccsal, vagyis lényegében egy lista a listában típusú „adatszerkezetről” van szó.

Null értékek kezelése

Előfordul, hogy olyan listán akarunk lekérdezést végrehajtani, amelynek bizonyos indexein null érték van. A **Select** képes kezelni ezeket az eseteket, egyszerűen null értéket tesz az eredménylistába, de amikor rendezünk, akkor szükségünk van az objektum adataira, és ha null értéket akarunk vizsgálni, akkor gyorsan kivételt kaphatunk. Használjuk fel az előző programok listáját, egészítsük ki néhány null értékkel, és írjuk át a lekérdezést, hogy kezelje őket:

```
var result1 = names.GroupBy(name =>
{
    return name == null ? '0' : name[0];
});

var result2 = from name in names
               group name by
                   name == null ? '0' : name[0]
               into namegroup
               select namegroup;

foreach (var group in result2)
{
    Console.WriteLine(group.Key);

    foreach (var name in group)
    {
        Console.WriteLine("-- {0}", name == null ? "null" : name);
    }
}
```

Többféle megoldás is létezik erre a problémára. Használhattuk volna a ?? operátort is, vagy akár készíthetünk egy metódust, amely a megfelelő alapértelmezett értéket adja vissza, a lényeg, hogy amikor a listában előfordulhatnak null értékek, akkor azt figyelembe kell venni a lekérdezés megírásakor. Ez akkor is számít, ha egyébként a lekérdezés nem végez műveleteket az elemekkel, hanem „csak” kiválasztást végzünk, hiszen az eredménylistában attól még ott lesznek a null elemek, amelyek később fejfájást okozhatnak.

Összetett kulcsok

Kulcs meghatározásánál lehetőségünk van egynél több értéket kulcsként megadni, ekkor névtelen osztályként kell azt definiálni. Használjuk fel a korábban megismert **Customer** illetve **Address** osztályokat, ezeket, illetve a hozzájuk tartozó listákat a jegyzet mellé csatolt forráskódok közül a Data.cs file-ban találja az olvasó.

```
class Address
{
    public string Country { get; set; }
    public int PostalCode { get; set; }
    public int State { get; set; }
    public string City { get; set; }
    public string Street { get; set; }
}

class Customer
{
    public int ID { get; set; }
    public string FirstName { get; set; }
    public string LastName { get; set; }
    public string Email { get; set; }
    public string PhoneNumber { get; set; }
    public Address Address { get; set; }
}
```

A lekérdezést pedig a következőképpen írjuk meg:

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;

namespace Server
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            var result = from customer in DataClass.GetCustomerList()
                        group customer by
                            new
                            {
                                customer.Address.Country,
                                customer.Address.State
                            }
                        into customergroup
                        select customergroup;

            foreach (var group in result)
            {
                Console.WriteLine("{0}, {1}",
                                group.Key.Country, group.Key.State);

                foreach (var customer in group)
                {
                    Console.WriteLine("-- {0}",
                                    customer.FirstName + " " + customer.LastName);
                }
            }

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

LISTÁK ÖSSZEKAPCSOLÁSA

A relációs adatbázisok egyik alapköve, hogy egy lekérdezésben több táblát összekapcsolhatunk (join) egy lekérdezéssel, pl. egy webáruházban a vevő-áru-rendelés adatokat. Memóriában lévő gyűjtemények esetében ez viszonylag ritkán szükséges, de a LINQ To Objects támogatja ezt is.

A join-műveletek azon az egyszerű feltételten alapulnak, hogy az összekapcsolandó objektumlisták rendelkeznek közös adattagokkal (relációs adatbázisoknál ezt elsődleges kulcs (primary key) – idegen kulcs (foreign key) kapcsolatként kezeljük). Nézzünk egy példát:

```

class Customer
{
    public int ID { get; set; }
    public string FirstName { get; set; }
    public string LastName { get; set; }
    public string Email { get; set; }
    public string PhoneNumber { get; set; }
    public Address Address { get; set; }
}

class Order
{
    public int CustomerID { get; set; }
}

```

```

    public int ProductID { get; set; }
    public DateTime OrderDate { get; set; }
    public DateTime? DeliverDate { get; set; }
    public string Note { get; set; }
}

class Product
{
    public int ID { get; set; }
    public string ProductName { get; set; }
    public int Quantity { get; set; }
}

```

Ez a fent említett webáruház egy egyszerű megvalósítása. Mind a **Customer**, mind a **Product** osztály rendelkezik egy **ID** nevű tulajdonsággal, amely segítségével egyértelműen meg tudjuk különböztetni őket, ez lesz az elsődleges kulcs (tegyük fel, hogy egy listában egy példányból – és így kulcsból – csak egy lehet). Az **Order** osztály mindkét példányra tartalmaz referenciát (hiszen minden rendelés egy vevő-termék párost igényel), ezek lesznek az idegen kulcsok. Írjunk egy lekérdezést, amely visszaadja minden vásárló rendelését! Elsőként írjuk fel a join-nal felszerelt lekérdezések sablonját:

```

from azonosító in kifejezés where kifejezés join azonosító in kifejezés on kifejezés equals kifejezés into
azonosító orderby tulajdonság ascending/descending group kifejezés by kifejezés into azonosító select
kifejezés

```

Most pedig jöjjön a lekérdezés (az adatokat most is a Data.cs tárolja):

```

var result = from order in DataClass.GetOrderList()
              join customer in DataClass.GetCustomerList()
              on order.CustomerID equals customer.ID
              select new
              {
                  Name = customer.FirstName + " " + customer.LastName,
                  Products = DataClass.GetProductList()
                           .Where(order.ProductID == product.ID)
              };

foreach (var orders in result)
{
    Console.WriteLine(orders.Name);

    foreach (var product in orders.Products)
    {
        Console.WriteLine("-- {0}", product.ProductName);
    }
}

```

A join tipikusan az a lekérdezés típus, ahol az SQL-szerű szintaxis olvashatóbb, ezért itt csak ezt írtuk meg. A lekérdezés nagyon egyszerű: elsőként csatoltuk az elsődleges kulcsokat tartalmazó listát az idegen kulccsal rendelkező listához, majd megmondtuk, hogy milyen feltételek szerint párosítsa az elemeket (itt is használhatunk összetett kulcsokat ugyanúgy névtelen osztály készítésével). Az eredménylistát persze ki kell egészítenünk a vásárolt termékek listájával, ezért egy belső lekérdezést is írtunk.

A kimenet a következő lesz:

```

Istvan Reiter
-- Elosztó
Istvan Reiter
-- Papírzsebkendő
József Fekete
-- Elektromos vízfóráló

```


OUTER JOIN

Az előző fejezetben azokat az elemeket választottuk ki, amelyek kapcsolódtak egymáshoz, de gyakran van szükségünk azokra is, amelyek éppen hogy nem kerülnének bele az eredménylistába, pl. azokat a „vásárlókat” keressük, akik eddig még nem rendeltek semmit. Ez a feladat a **join** egy speciális outer join–nak nevezett változata. A LINQ To Objects bár közvetlenül nem támogatja ezt (pl. az SQL tartalmaz OUTER JOIN „utasítást”), de könnyen szimulálhatjuk a **DefaultIfEmpty** metódus használatával, amely egyszerűen egy null elemet helyez el az eredménylistában az összes olyan elem helyén, amely nem szerepelne a „hagyományos” **join** által kapott lekérdezésben.

A következő példában a lekérdezés visszaadja a vásárlók rendelésének a sorszámát (most nincs szükségünk a **Products** listára), vagy ha még nem rendelt, akkor megjelenítünk egy „nincs rendelés” feliratot.:

```
var result = from customer in DataClass.GetCustomerList()
              join order in DataClass.GetOrderList()
              on customer.ID equals order.CustomerID into tmpresult
              from o in tmpresult.DefaultIfEmpty()
              select new
              {
                  Name = customer.FirstName + " " + customer.LastName,
                  Product = o == null ?
                      "nincs rendelés" : o.ProductID.ToString()
              };

foreach (var order in result)
{
    Console.WriteLine("{0}: {1}",
        order.Name, order.Product);
}
```

KONVERZIÓS OPERÁTOROK

A LINQ To Objects lehetőséget ad listák konverziójára a következő operátorok segítségével:

OfType és **Cast**: ők a „sima” **IEnumerable** interfészről konvertálnak generikus megfelelőikre, elsődlegesen a .NET 1.0–val való kompatibilitás miatt léteznek, hiszen a régi **ArrayList** osztály nem valósítja meg a generikus **IEnumerable**–t, ezért kasztolni kell, ha LTO –t akarunk használni.

A kettő közti különbséget a hibakezelés jelenti: az **OfType** egyszerűen figyelmen kívül hagyja a konverziós hibákat, és a nem megfelelő elemeket kihagyja az eredménylistából, míg a **Cast** kivételt (**System.InvalidCastException**) dob:

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Collections;

namespace Server
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            ArrayList list = new ArrayList();
            list.Add("alma");
            list.Add("dió");
            list.Add(12345);
        }
    }
}
```

```

        var result1 = from item in list.Cast<string>()
                       select item;

        var result2 = from item in list.OfType<string>()
                       select item;

        foreach (var item in result1)
        {
            Console.WriteLine(item); // kivétel
        }

        Console.ReadKey();
    }
}

```

A program ugyan kiírja a lista első két elemét, de a harmadiknál már kivételt dob, tehát a konverzió elemenként történik, mégpedig akkor, amikor az eredménylistát ténylegesen felhasználjuk, nem pedig a lekérdezésnél.

ToArray, ToList, ToLookup, ToDictionary: ezek a metódusok ahogyan a nevükből is látszik az **IEnumerable<T>** eredménylistát tömbbé vagy generikus gyűjteménnyé alakítják. A következő példában a **ToList** metódus látható:

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Collections;

namespace Server
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            List<int> list = new List<int>()
            {
                10, 32, 45, 2, 55, 32, 21
            };

            var result = (from number in list
                          where number > 20
                          select number).ToList<int>();

            result.ForEach((number) => Console.WriteLine(number));

            Console.ReadKey();
        }
    }
}

```

Amikor ezeket az operátorokat használjuk, akkor a **Where** végrehajtása nem tolódik el, hanem azonnal kiszűri a megfelelő elemeket, vagyis itt érdemes figyelni a teljesítményre.

A **ToArray** metódus értelemszerűen tömbbé konvertálja a bemenő adatokat. A **ToDictionary** és **ToLookup** metódusok hasonló feladatot látnak el abban az értelemben, hogy mindkettő kulcs-érték párokkal operáló adatszerkezetet hoz létre. A különbség a duplikált kulcsok kezelésében van: míg a **Dictionary<T, V>** szerkezet ezeket nem engedélyezi (sőt kivételt dob), addig a **ToLookup ILookup<T, V>** szerkezetet ad vissza, amelyben az azonos kulccsal rendelkező adatok listát alkotnak a listán belül, ezért őt kiválóan alkalmazhatjuk a join műveletek során. A következő példában ezt a metódust használjuk, hogy a vásárlókat megye szerint rendezze:

```

var result = (from customer in DataClass.GetCustomerList()
              select customer)
              .ToLookup((customer) => customer.Address.State + " megye");

foreach (var item in result)
{
    Console.WriteLine(item.Key);

    foreach (var customer in item)
    {
        Console.WriteLine("-- {0} {1}",
            customer.FirstName, customer.LastName);
    }
}

```

A **ToLookup** paramétereként a lista kulcsértékét várja.

AsEnumerable: Ez az operátor a megfelelő **IEnumerable<T>** típusra konvertálja vissza a megadott **IEnumerable<T>** interfészt megvalósító adatszerkezetet.

„ELEMENT” OPERÁTOROK

A következő operátorok megegyeznek abban, hogy egyetlen elemmel (vagy egy előre meghatározott alapértékkel) térnek vissza az eredménylistából.

First/Last és **FirstOrDefault/LastOrDefault**: ezeknek a metódusoknak két változata van: a paraméter nélküli az első/utolsó elemmel tér vissza a listából, míg a másik egy **Func<T, bool>** típusú metódust kap paraméternek, és e szerint a szűrő szerint választja ki az első elemet. Amennyiben nincs a feltételnek megfelelő elem a listában (vagy üres listáról beszélünk), akkor az első két operátor kivételt dob, míg a másik kettő az elemek típusának megfelelő alapértelmezett null értékkel tér vissza (pl. **int** típusú elemek listájánál ez nulla, míg **string**ek esetén null lesz):

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;

namespace Server
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            List<int> list = new List<int>()
            {
                10, 3, 56, 67, 4, 6, 78, 44
            };

            var result1 = list.First(); // 10
            var result2 = list.Last(); // 44

            var result3 = list.First((item) => item > 10); // 56

            try
            {
                var result4 = list.Last((item) => item < 3); // kivétel
            }
            catch (Exception e)
            {
                Console.WriteLine(e.Message);
            }
        }
    }
}

```

```

    }

    var result5 = list.FirstOrDefault((item) => item < 3); // 0

    Console.WriteLine("{0}, {1}, {2}, {3}",
        result1, result2, result3, result5);

    Console.ReadKey();
}
}
}

```

Single/SingleOrDefault: ugyanaz, mint a **First/FirstOrDefault** páros, de mindkettő kivételt dob, ha a feltételnek több elem is megfelel.

ElementAt/ElementAtOrDefault: visszaadja a paraméterként átadott indexen található elemet. Az első kivételt dob, ha az index nem megfelelő, a másik pedig a megfelelő alapértelmezett értéket adja vissza.

DefaultIfEmpty: a megfelelő alapértelmezett értékkel tér vissza, ha egy lista nem tartalmaz elemeket, őt használtuk korábban a join műveleteknél.

HALMAZ OPERÁTOROK

Nézzük a halmaz operátorokat, amelyek két lista közötti halmazműveleteket tesznek lehetővé.

Concat és **Union:** mindkettő képes összefűzni két lista elemeit, de az utóbbi egy elemet csak egyszer tesz át az új listába:

```

List<int> list1 = new List<int>()
{
    10, 3, 56, 67, 4, 6, 78, 44
};

List<int> list2 = new List<int>()
{
    10, 5, 67, 89, 3, 22, 99
};

var result1 = list1.Concat(list2);
/*
    10, 3, 56, 67, 4, 6, 78, 44, 10, 5, 67, 89, 3, 22, 99
*/

var result2 = list1.Union(list2);
/*
    10, 3, 56, 67, 4, 6, 78, 44, 5, 89, 22, 99
*/

```

Intersect és **Except:** az első azokat az elemeket adja vissza, amelyek mindkét listában szerepelnek, míg a második azokat, amelyek csak az elsőben:

```

List<int> list1 = new List<int>()
{
    10, 3, 56, 67, 4, 6, 78, 44
};

List<int> list2 = new List<int>()
{

```

```

        10, 5, 67, 89, 3, 22, 99
    };

    var result1 = list1.Intersect(list2);
    /*
        10, 3, 67
    */

    var result2 = list1.Except(list2);
    /*
        56, 4, 6, 78, 44
    */

```

AGGREGÁT OPERÁTOROK

Ezek az operátorok végigárnak egy listát, elvégeznek egy műveletet minden elemen, és végeredményként egyetlen értéket adnak vissza (pl. elemek összege vagy átlagszámítás).

Count és **LongCount**: visszaadják az elemek számát egy listában. Alapértelmezés szerint az összes elemet számolják, de megadhatunk feltételt is. A két operátor közötti különbség az eredmény nagyságában van, a **Count** 32 bites egész számmal (**int**), míg a **LongCount** 64 bites egész számmal (**int64**) tér vissza:

```

List<int> list = new List<int>()
{
    10, 3, 56, 67, 4, 6, 78, 44
};

var result1 = list.Count(); // 8
var result2 = list.Count((item) => item > 10); // 4

```

Min és **Max**: a lista legkisebb illetve legnagyobb elemét adják vissza. Mindkét operátornak megadhatunk egy szelektor kifejezést, amelyet az összes elemre alkalmaznak, és e szerint választják ki a megfelelő elemet:

```

List<int> list = new List<int>()
{
    10, 3, 56, 67, 4, 6, 78, 44
};

var result1 = list.Max(); // 78
var result2 = list.Max((item) => item % 3); // 2

```

Természetesen a második eredmény maximum kettő lehet, hiszen hárommal való osztás után ez lehet a legnagyobb maradék.

Mindkét metódus az **IComparable<T>** interfészt használja, így minden ezt megvalósító típuson használhatóak.

Average és **Sum**: a lista elemeinek átlagát illetve összegét adják vissza. Ők is rendelkeznek szelektor kifejezést használó változattal:

```

List<int> list = new List<int>()
{
    10, 3, 56, 67, 4, 6, 78, 44
};

var result1 = list.Sum(); // 268
var result2 = list.Average(); // 33.5
var result3 = list.Sum((item) => item * 2); // 536

```

Aggregate: ez az operátor lehetővé teszi tetszőleges művelet elvégzését és a részeredmények „felhalmozását”. Az **Aggregate** három formában létezik, tetszés szerint megadhatunk neki egy kezdőértéket, illetve egy szelektor kifejezést is:

```
List<int> list = new List<int>()
{
    1, 2, 3, 4
};

var sum = list.Aggregate((result, item) => result + item);

var max = list.Aggregate(-1, (result, item) => item > result ? item : result);

var percent = list.Aggregate(0.0, (result, item) => result + item,
result => result / 100);
```

Az első esetben a **Sum** operátort szimuláltuk, ezt nem kell magyarázni. A második változatban maximumkeresést végeztünk, itt megadtunk egy kezdőértéket, amelynél biztosan van nagyobb elem a listában. Végül a harmadik műveletnél kiszámoltuk a számok összegének egy százalékát (itt figyelni kell arra, hogy **double** típusként lássa a fordító a kezdőértéket, hiszen tizedes törtet akarunk visszakapni). A végeredményt tároló „változó” bármilyen típus lehet, még tömb is.

PLINQ – PÁRHUZAMOS VÉGREHAJTÁS

Egy korábbi fejezetben már megismerkedtünk a párhuzamos programozást támogató Task Parallel Library-val. Azonban a Microsoft nemcsak a „hagyományos” programok előtt nyitotta meg a párhuzamosság kapuját, hanem a LINQ lekérdezéseinket is felgyorsíthatjuk ezen a módon.

PLINQ a gyakorlatban

Hasonlítsuk össze a hagyományos és párhuzamos LINQ lekérdezések teljesítményét! Elsősorban szükségünk lesz valamilyen megfelelően nagy adatforrásra, amely jelen esetben egy szöveges fájl lesz. A könyvhöz mellékelt forráskódok között megtaláljuk a DataGen.cs nevűt, amely az első paraméterként megadott fájlba a második paraméterként megadott mennyiségű vezetéknév-keresztnev-kor-foglalkozás-megye adatokat ír. A következő példában tízmillió személlyel fogunk dolgozni, tehát így futtassuk a programot:

```
DataGen.exe E:\Data.txt 10000000
```

Az elérési út persze tetszőleges. Most készítsuk el a lekérdezést! Felhasználjuk, hogy a .NET 4.0-ban a **File.ReadLines** metódus **IEnumerable<string>**-gel tér vissza, vagyis közvetlenül hajthatunk rajta végre lekérdezést:

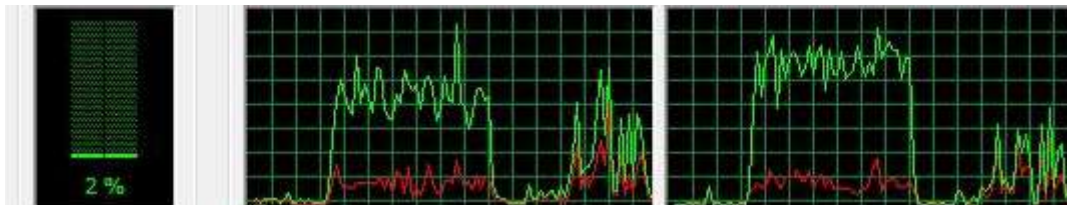
```
var lines = File.ReadLines(@"E:\Data.txt"); // System.IO kell

var result = from line in lines
    let data = line.Split(new char[] { ' ' })
    let name = data[1]
    let age = int.Parse(data[2])
    let job = data[3]
    where name == "István" &&
        (age > 24 && age < 55) &&
        job == "börtönőr"
    select line;
```

Keressük az összes 24 és 55 év közötti István nevű börtönőrt. Elsőként szétvágunk minden egyes sort, majd a megfelelő indexekről (az adatok sorrendjéért látogassuk meg a DataGen.cs-t) összeszedjük a szükséges adatokat. Az eredményt írassuk ki egy egyszerű **foreach** ciklussal:

```
foreach (var line in result)
{
    Console.WriteLine(line);
}
```

A fenti lekérdezés egyelőre nem párhuzamosított, nézzük meg, hogy mi történik:

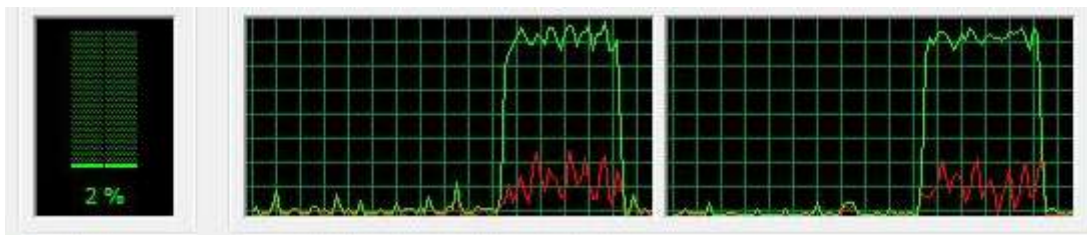


Ez a kép a processzorhasználatot mutatja. Két dolog világosan látszik: 1. a két processzormag nem ugyanazt a teljesítményt adja le, 2. egyik sem teljesít maximumon.

Most írjuk át a lekérdezést párhuzamosra! Ezt rendkívül egyszerűen tehetjük meg, mindössze az **AsParallel** metódust kell meghívunk az adatforráson:

```
var result = from line in lines.AsParallel()
              let data = line.Split(new char[] { ' ' })
              let name = data[1]
              let age = int.Parse(data[2])
              let job = data[3]
              where name == "István" &&
                  (age > 24 && age < 55) &&
                  job == "börtönőr"
              select line;
```

Lássuk az eredményt:



A kép önmagáért beszél, de a teljesítménykülönbség is a tesztgépen átlagosan 25% volt a párhuzamos lekérdezés előnye a hagyományoshoz képest (ez természetesen mindenkinél más és más lehet).

Az **AsParallel** kiterjesztett metódus egy **ParallelQuery** objektumot ad vissza, amely megvalósítja az **IEnumerable** interfészt.

A kétoperandusú LINQ operátorokat (pl. **join**, **Concat**) csakis úgy használhatjuk párhuzamosan, ha mindkét adatforrást **AsParallel**-el jelöljük, ellenkező esetben nem fordul le:

```
var result = list1.AsParallel().Concat(list2.AsParallel());
```

Bár úgy tűnhet, hogy nagyon egyszerűen felgyorsíthatjuk a lekérdezéseinket, a valóság ennél kegyetlenebb. Ahhoz, hogy megértsük, hogy miért csak bizonyos esetekben kell párhuzamosítanunk, ismerni kell a párhuzamos lekérdezések munkamódszerét:

1. Analízis: a keretrendszer megvizsgálja, hogy egyáltalán megéri-e párhuzamosan végrehajtani a lekérdezést. Minden olyan lekérdezés, amely nem tartalmaz legalább viszonylag összetett szűrést vagy egyéb „drága” műveletet szinte biztos, hogy szekvenciálisan fog végrehajtódni (és egyúttal a lekérdezés futásidejéhez hozzáadódik a vizsgálat ideje is). Természetesen az ellenőrzést végrehajtó algoritmus sem tévedhetetlen, ezért lehetőségünk van manuálisan kikényszeríteni a párhuzamosságot a **WithExecutionMode** metódussal.
2. Ha az ítélet a párhuzamosságra nézve kedvező, akkor a következő lépésben a feldolgozandó adatot a rendszer a rendelkezésre álló processzorok száma alapján elosztja. Ez meglehetősen bonyolult téma, az adatforrástól függően több stratégia is létezik, ezt itt nem részletezzük.
3. Végrehajtás.
4. A részeredmények összeillesztése. Erre a részre is lehet ráhatásunk, miszerint egyszerre szeretnénk a végeredményt megkapni, vagy megfelelnek a részeredmények is. Erre a célra a **WithMergeOptions** metódust kell meghívunk a lekérdezésen. A paramétereként használatos **ParallelMergeOptions** felsorolás három taggal rendelkezik: a **NotBuffered** hatására azonnal visszakapunk minden egyes elemet a lekérdezésből, az **AutoBuffered** periodikusan ad vissza több elemet, míg a **FullyBuffered** csak akkor küldi vissza az eredményt, ha a lekérdezés teljesen kész van.

Láthatjuk, hogy komoly számítási kapacitást igényel a rendszertől egy párhuzamos lekérdezés végrehajtása, épp ezért a nem megfelelő lekérdezések parallel módon való indítása nem fogja az elvárt teljesítményt hozni, tulajdonképpen még teljesítménymorlás is lehet az eredménye. Tipikusan olyan helyzetekben akarunk ilyen lekérdezéseket használni, ahol nagy mennyiségű elemen sok vagy drága műveletet végzünk el, mivel itt nyerhetünk a legtöbbet.

Rendezés

Nézzük a következő kódot:

```
List<int> list = new List<int>()
{
    0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
};

var result1 = from x in list select x;
var result2 = from x in list.AsParallel() select x;
```

Vajon mit kapunk, ha kiíratjuk mindkét eredményt? A válasz meglepő lehet:

```
result1: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
result2: 0, 6, 3, 4, 8, 2, 5, 1, 9, 7
```

Hogyan kaphattunk egy rendezett listából rendezetlen eredményt? A válasz nagyon egyszerű, hiszen tudjuk, hogy a PLINQ részegységekre bontja az adatforrást, vagyis nem fogjuk sorban visszakapni az eredményeket (a fent mutatott eredmény nem lesz mindenkinél ugyanaz, minden futásnál más sorrendet kaphatunk vissza). Amennyiben számít az eredmény rendezettsége, akkor vagy használunk kell az **orderby**-t, vagy az **AsParallel** mellett meg kell hívunk az **AsOrdered** kiterjesztett metódust:

```
var result2 = from x in list.AsParallel().AsOrdered() select x;
var result3 = from x in list.AsParallel() orderby x select x;
```

A két lekérdezés hasonlóknak tűnik, de nagy különbség van közöttük. Ha lemérjük a végrehajtási időt, akkor látni fogjuk, hogy az első valamivel gyorsabban végzett, mint a második, ennek pedig az az oka, hogy amíg az **orderby** mindig végrehajtja a rendezést, addig az **AsOrdered** egyszerűen megőrzi az eredeti sorrendet, és aszerint osztja szét az adatokat (nagy adatmennyiséggel a kettő közötti sebességkülönbség is jelentősen megnő, érdemes néhány ezer elemre is tesztelni).

Gyakran előfordul, hogy az eredeti állapot fenntartása nem előnyös számunkra, pl. kiválasztunk néhány elemet egy listából, és ezek alapján akarunk egy join műveletet végrehajtani. Ekkor nem célszerű fenntartani a sorrendet, használjuk az **AsUnordered** metódust, amely minden érvényes rendezést érvénytelenít!

AsSequential

Az **AsSequential** metódus épp ellenkezője az **AsParallel**-nek, vagyis szabályozhatjuk, hogy egy lekérdezés mely része legyen szekvenciális és melyik párhuzamos. A következő példában megnézzük, hogy ez miért jó nekünk. A PLINQ egyelőre még nem teljesen kiforrott, annak a szabályai, hogy mely operátorok lesznek mindig szekvenciálisan kezelve a jövőben valószínűleg változni fognak, ezért a példaprogramot illik fenntartással kezelni:

```
var result = (from x in list.AsParallel() select x).Take(10);
```

Kiválasztjuk az eredménylistából az első tíz elemet. A probléma az, hogy a **Take** operátor szekvenciálisan fut majd le függetlenül attól, hogy mennyire bonyolult a „belső” lekérdezés, épp ezért nem kapunk semmiféle teljesítménynövekedést. Írjuk át egy kicsit:

```
var result2 = (from x in list.AsParallel() select x)
               .AsSequential().Take(10);
```

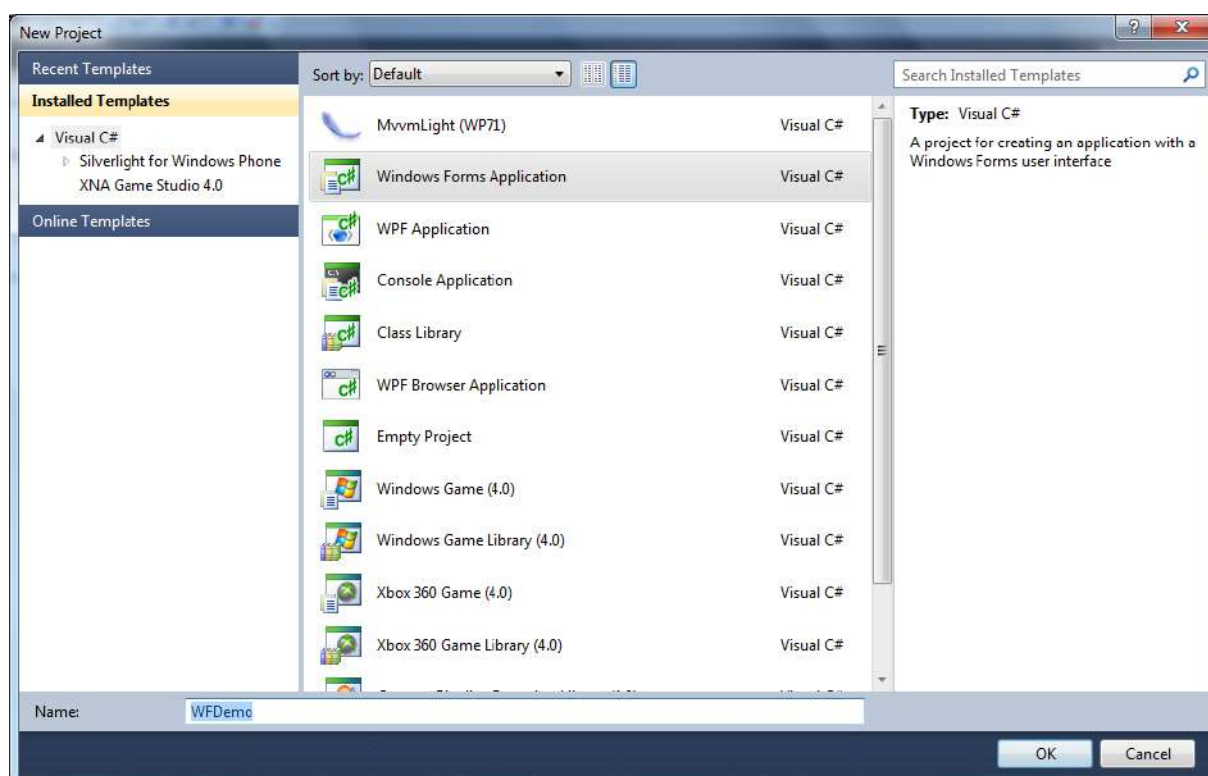
Most pontosan azt kapjuk majd, amire várunk: a belső párhuzamos műveletsor végeztével visszaváltottunk szekvenciális módba, vagyis a **Take** nem fogja vissza a sebességet.

GRAFIKUS FELÜLETŰ ALKALMAZÁSOK – WINDOWS FORMS

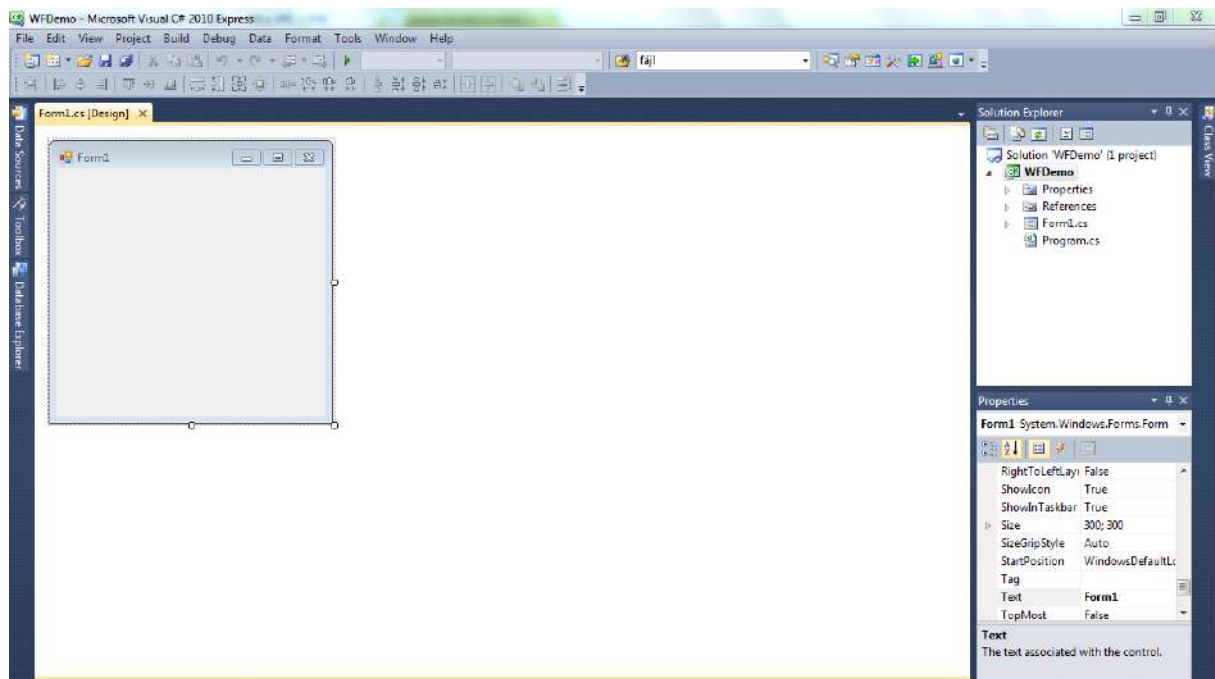
Az eddigi fejezetekben „parancssoros” alkalmazásokat készítettünk, hogy a nyelv elemeinek megértésére koncentrálhassunk. Azonban a modern alkalmazások nagy része rendelkezik grafikus felülettel, amellyel kezelésük kényelmesebbé válik az átlagfelhasználók számára is. Számos lehetőségünk van ilyen programok készítésére, ebben a könyvben a Windows Forms könyvtárral ismerkedünk meg, ami meglehetősen egyszerűen elsajátítható! Ez a rendszer a .NET-tel szállított első grafikus interfész, tulajdonképpen a .Net előtti COM osztályokat burkolja be, hogy azok menedzselt környezetben legyenek használhatóak.

„HELLO WINDOWS FORMS”

Készítsünk egy új projektet, Windows Forms Application sablonnal:



A projekt elkészülte után az ún. Design nézetbe kerülünk, ahol az alkalmazásunk látható, egyelőre még üresen. Ugyanakkor máris elindíthatjuk, bár sok haszna még nincsen. Érdekes ilyen projekt típusnál a képen látható módon megnyitni a Properties ablakot, hiszen az egyes vezérlők tulajdonságait itt könnyen beállíthatjuk.



Mielőtt csinálnánk valami hasznosat, érdemes megnézni, hogyan épül fel egy ilyen projekt. Kattintsunk jobb gombbal a Design nézeten, és válasszuk a View Code menüpontot! Ekkor megjelenik az ún. code-behind fájl tartalma:

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;

namespace WFDemo
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
        }
    }
}
```

Két dolgot kell észrevennünk: az egyik, hogy ez egy parciális osztály, a másik pedig az, hogy a konstruktorban meghívtunk egy **InitializeComponent** nevű metódust, aminek a definícióját viszont nem látjuk. Ezt a metódust a fordító automatikusan generálja, és az ablakon szereplő vezérlők és az alkalmazás alapbeállításáért felelős. Ha a Solution Explorerben „lenyitjuk” a Form1.cs fájlt, láthatunk egy Form1.Designer.cs nevű állományt is, amely nem más, mint a fent látható osztályunk másik fele. Ebbe a fájlba semmiképpen se írjunk, minden egyes fordításkor újragenerálódik, vagyis az általunk írt kód elveszne. Erre egyébként szükség sincsen, hiszen az általunk módosítható feléből ugyanúgy elérünk mindent, mint innen.

Amennyiben a konstruktorban szeretnénk a program valamely tulajdonságán állítani azt mindenképpen az **InitializeComponent** hívás után tegyük meg, ellenkező esetben Nullreference kivételt kapunk, hiszen a vezérlők csak a futása után lesznek példányosítva.

Nemcsak ennyiből áll azonban a projektünk: ha emlékszünk, minden .NET program tartalmaz egy **Main** függvényt is. Ezt a Program.cs fájlban leljük meg:

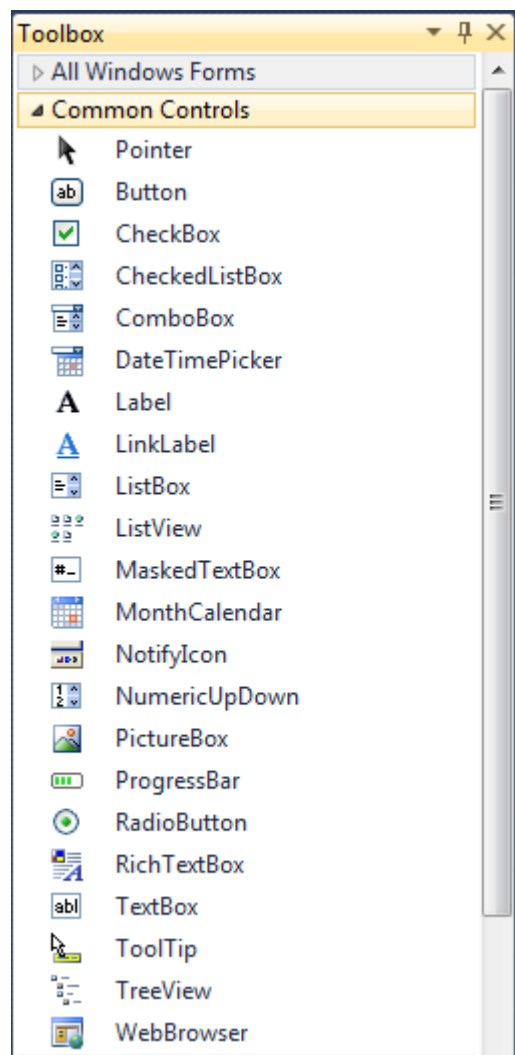
```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Windows.Forms;

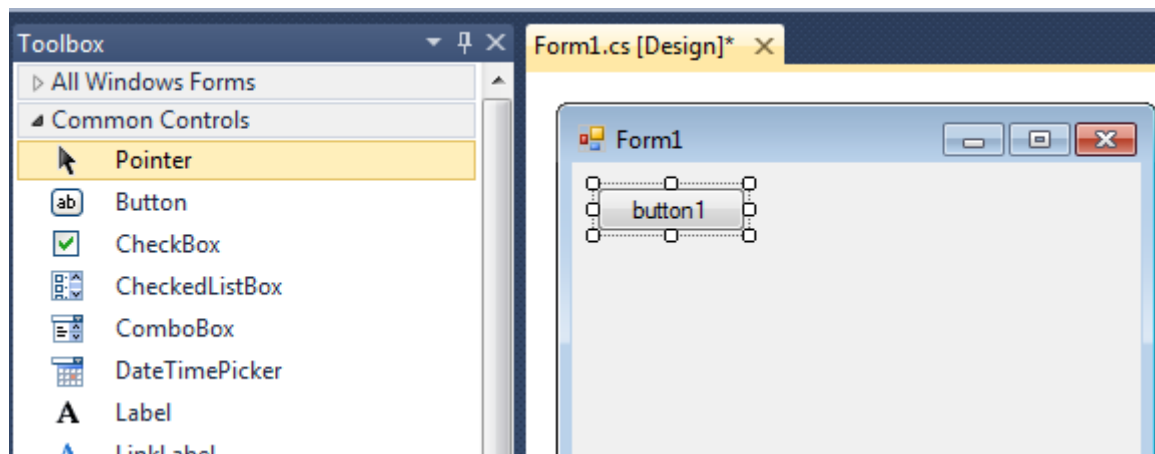
namespace WFDemo
{
    static class Program
    {
        [STAThread]
        static void Main()
        {
            Application.EnableVisualStyles();
            Application.SetCompatibleTextRenderingDefault(false);
            Application.Run(new Form1());
        }
    }
}

```

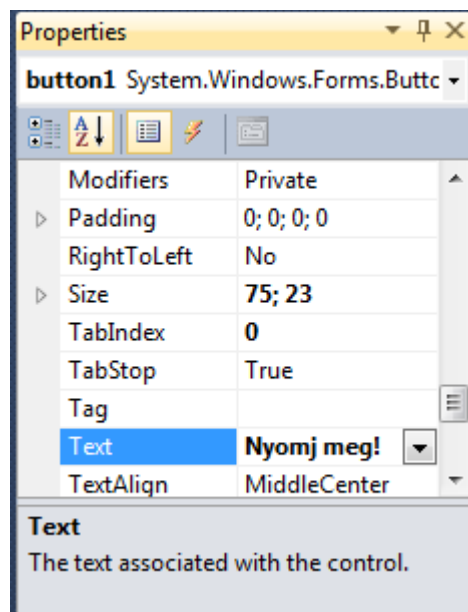
Most már elkészíthetjük az első „igazi” Windows Forms programunkat. Térjünk vissza a Design nézetbe, és hozzuk elő a ToolBox-ot, ez alapértelmezés szerint bal oldalt kell legyen, ha mégsem, akkor a Ctrl+W billentyűkombinációval csalogathatjuk elő. Az Auto Hide kikapcsolásával (kis rajzszoög az ablak jobb felső sarkában) rögzíthetjük is. Ebben az ablakban megtalálhatjuk az összes vezérlőt, amelyet felhasználhatunk, egyelőre elég lesz a Common Controls csoportban lévő gyűjtemény is:



Húzzunk egy Button, vagyis gomb vezérlőt az alkalmazásunkra:



A gombra kattintva a Properties ablakban a Text mezőben állítsuk be a feliratát:



Helyezzünk el az ablakon még egy **TextBox** vezérlőt is, tetszőleges módon! Most pedig programozunk egy kicsit! Azt szeretnénk elérni, hogy a gomb megnyomásakor valamilyen szöveg jelenjen meg a szövegmezőben. Valójában minden tudással rendelkezünk, amely ehhez a feladathoz szükséges, legalábbis ha már elolvastuk az Eseményekről szóló fejezetet. Ugyanis minden vezérlőhöz tartoznak események, amelyekre feliratkozva tetszőleges műveletet hajthatunk végre. Ha duplán kattintunk a gombon, a code-behind fájlba kerülünk, és megjelenik ott egy eseménykezelő metódus is **button1_Click** néven (minden vezérlő automatikusan nevet kap a vezérlő típusa+sorszám formában, ezt módosíthatjuk a Properties ablak Name mezőjében).

A duplakattintás az adott vezérlő alapértelmezett eseményéhez készít eseménykezelőt, ez egy gomb esetén értelemszerűen a kattintás lesz. Más eseményekhez a Properties ablakban rendelhetünk eseménykezelőket, a kis villám gombra kattintva.

Már csak annyi a dolgunk, hogy írunk valamit a **TextBox**-ba, ezt a **Text** tulajdonságán keresztül tudjuk megtenni:

```
private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    textBox1.Text = "Hello";
}
```

VEZÉRLŐK

Vezérlők alatt azokat az elemeket értjük, amelyekből egy grafikus felület felépül. A legtöbb esetben valamilyen akciót hajthatunk végre rajtuk, például megnyomunk egy gombot, vagy írunk egy szövegmezőbe. Ebben a fejezetben megismerkedünk a leggyakrabban használt elemekkel.

Form

Minden Windows Forms alkalmazás alapja. Mivel a **ContainerClass** osztályból származik, képes magában más vezérlőket tárolni. A **Form** alapértelmezett eseménye a **Load**, amely azelőtt fut le, hogy a vezérlő megjelenne. Egy Formhoz kétféleképpen adhatunk vezérlőt, igaz a két módszer tulajdonképpen egy és ugyanaz. A legegyszerűbb, hogy a tervező nézetben egyszerűen ráhúzzuk a Toolbox-ból. A másik eset, amikor futásidőben forráskódból szeretnénk ezt megtenni.

Ez utóbbihoz tudni kell, hogy minden **ContainerClass**-ból származó osztály rendelkezik egy **Controls** nevű tulajdonsággal, amely valójában az objektum vezérlőinek listája. Egy elemet a következőképpen adhatunk egy **Form**-hoz, pozíció és méret megadásával:

```
Button button = new Button()  
{  
    Width = 100,  
    Height = 30,  
    Location = new Point(30, 40),  
    Text = "Click"  
};  
this.Controls.Add(button);
```

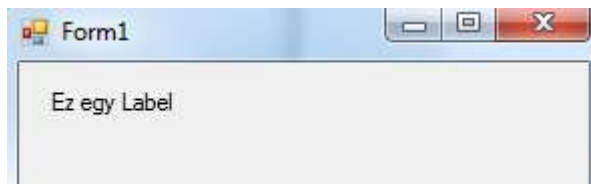
A **this** itt a főablakra, vagyis az aktuális **Form** objektumra mutat. A **Controls.Add** egy **Control** objektumot vár, amely osztályból minden vezérlő származik.

Button

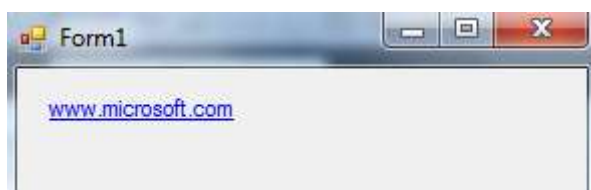
A gomb vezérlőt már ismerjük, elsődlegesen arra használjuk, hogy elindítsunk vele egy folyamatot, például adatokat mentünk el. Alapértelmezett eseménye a kattintás.

Label

A felhasználó által nem módosítható szöveges tartalmat jeleníthetünk meg vele. Értékét a **TextBox**-hoz hasonlóan a **Text** tulajdonságán keresztül adhatjuk meg.

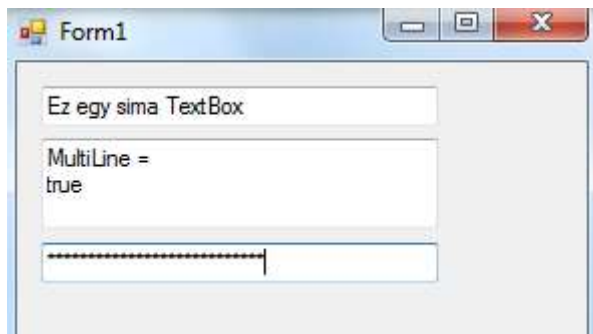


A **Label** speciális változata a **LinkLabel**, amellyel hivatkozást adhatunk meg. Alapértelmezett eseménye a **LinkClicked**, ahol átírányíthatjuk a felhasználót a kiválasztott helyre.



TextBox

Szintén szöveges vezérlő, de képes fogadni a felhasználó billentyűleütéseit. **MultiLine** tulajdonságát **true** értékre állítva több sort is megjelenít. A **PasswordChar** tulajdonságának értékül adott karaktert jeleníti meg minden más karakter helyett, így jelszómezőként funkcionál.



Alapértelmezett eseménye a **TextChanged**, amely a vezérlő tartalmának megváltozásakor fut le.

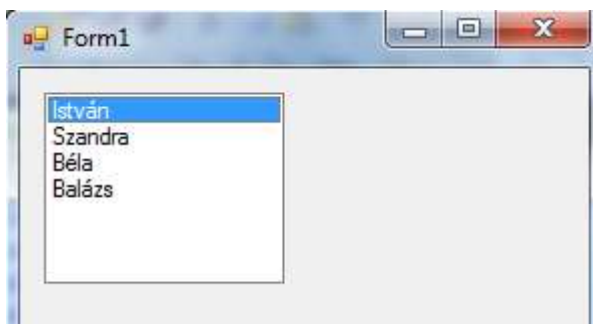
ListBox

Ez olyan vezérlő, amelyben jellemzően listákat tárolunk. Egy **ListBox**-ot feltölthetünk az **Items** tulajdonságán keresztül (akár a Properties ablakban), vagy pedig ún. adatkötéssel (data binding). Ehhez a **DataSource** tulajdonságot használjuk fel. Generáljuk le a **Form Load** eseményét, majd írjuk a következőt:

```
private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
{
    string[] items = new string[]
    {
        "István", "Szandra", "Béla", "Balázs"
    };

    listBox1.DataSource = items;
}
```

Amikor a **DataSource** tulajdonságot használjuk, a **ListBox** az elemek **ToString** metódusát hívja meg, hogy elkérje a megjelenítendő információt. Amennyiben a felhasznált osztályunk nem valósítja ezt meg (**override** használatával), akkor az elemek típusát adja vissza.



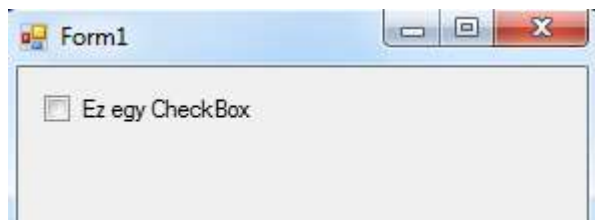
A **ListBox** alapértelmezett eseménye a **SelectedIndexChanged**, amely akkor fut le, ha megváltozott a vezérlőben a kijelölt elem. Az aktuális kiválasztott elemet a **SelectedItem** segítségével érjük el, ez **object** típusú, tehát konvertálni kell, ha további terveink vannak vele. A kiválasztott elem indexét (nullától kezdve) a **SelectedIndex** tulajdonság tárolja.

Az **Items** tulajdonsága hagyományos listaként viselkedik, használhatjuk rajta például a **foreach** ciklust is. A **SelectionMode** tulajdonságát megváltoztatva több elemet is kijelölhetünk egyszerre. Ez egy **enum** típus, értékei lehetnek **None** (nem lehet kiválasztani egy elemet sem), **MultiSimple** (a Ctrl billentyű nyomva

tartásával lehet több elemet kiválasztani) illetve **MultiExtended** (az egér nyomva tartása mellett lehet „kijelölni” az elemeket).

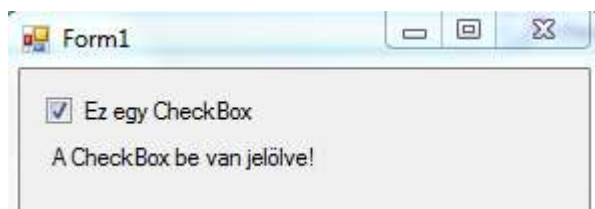
CheckBox

Ez a vezérlő a választás lehetőségét kínálja. Tulajdonképpen egy jelölőnégyzetről van szó, amely segítségével egy vagy több opció közül választhatunk. Alapértelmezett eseménye a **CheckedChanged**, amelyet a bejelölés/visszavonás vált ki. A **Checked** tulajdonságán keresztül kérdezhetjük le, hogy be van-e jelölve vagy sem.



Helyezzünk el a programunkban még egy **Label**-t is, amelynek feliratát annak függvényében változtassuk, hogy a **CheckBox** be van-e jelölve vagy sem (a **Label Text** tulajdonságát állítsuk üres stringre a program futásának elején)! Ezután kezeljük a **CheckedChanged** eseményt:

```
private void checkBox1_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
{
    if (checkBox1.Checked)
        label1.Text = "A CheckBox be van jelölve!";
    else
        label1.Text = "A CheckBox nincs bejelölve!";
}
```



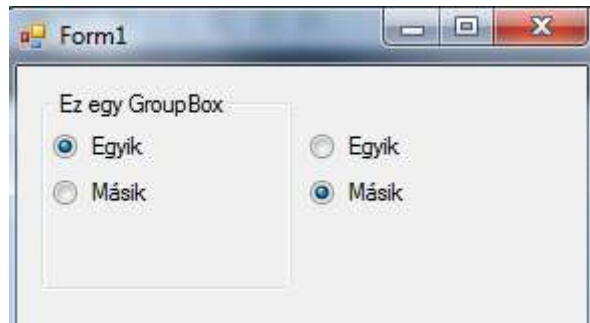
RadioButton

Hasonló funkcionalitást kínál, mint a **CheckBox**, de egy adott tárolón belül (pl. **Form**) több ilyen vezérlő egy csoportot alkot, és egy időben csak egy darab lehet bejelölve. Alapértelmezett eseménye a **CheckedChanged**.

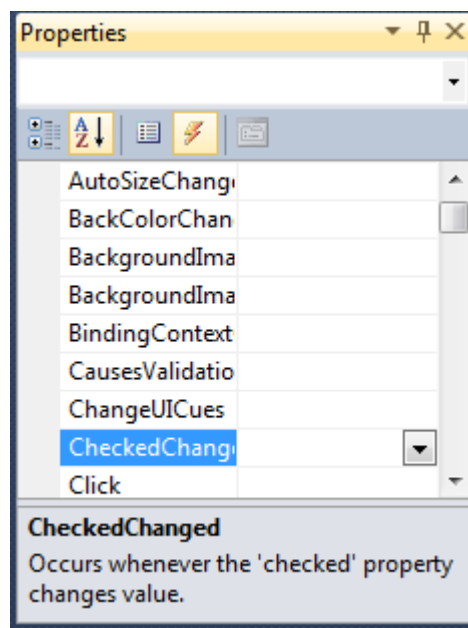


Egy Formon belül előfordulhatnak önálló **RadioButton** csoportok, amelyeket valahogy el kell különíteni egymástól. Erre a célra **Panel** vagy **GroupBox** vezérlőket használhatunk, előbbi görgethető, de nem rendelhetünk hozzá feliratot, utóbbi fix és lehet „fejléccet” megadni hozzá. Ezeket a vezérlőket a **ToolBox Containers** fülén találjuk meg.

Az alábbi képen **GroupBox** és **Panel** vezérlőkben helyeztünk el két-két **RadioButton**-t. Látható, hogy előbbi eset látványosabb, hiszen a **GroupBox** kerettel is rendelkezik, míg a **Panel** gyakorlatilag láthatatlan.



Ha szeretnénk lekérdezni a **RadioButton**-t tároló elemet (ez lehet **GroupBox**, **Form**, bármely vezérlő, amely képes tárolni más vezérlőket), azt a **Parent** tulajdonságon tehetjük meg. Egy csoporton belül érdemes ugyanazt az eseménykezelőt rendelni az összes **RadioButton**-hoz, ezt úgy tehetjük meg, hogy kijelöljük egyesével a vezérlőket (Ctrl nyomva tartva és bal egérgomb), majd a Properties ablakban a „villám” gombbal előhozzuk a választható események listáját, és a kívánt elemén duplán kattintunk:



Ezután a **sender** paraméteren elvégezve a megfelelő típuskonverziót visszakapjuk azt a vezérlőt, amely az eseményről értesítőt küldött:

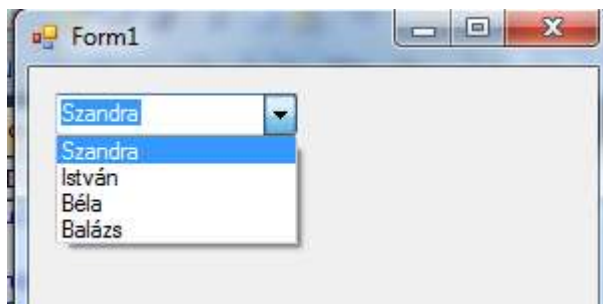
```
private void radioButton1_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
{
    RadioButton radioButton = (RadioButton)sender;
}
```

ComboBox

Ez a vezérlő a **TextBox** és a **ListBox** egyfajta kombinációjának tekinthető, a beírt szöveg alapján kiválaszthatunk egy elemet egy előre megadott listából. Az adatok feltöltése ugyanúgy zajlik, mint a **ListBox** esetén (Properties ablak vagy **DataSource** tulajdonság).

```
private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
{
    string[] items = new string[]
    {
        "Szandra", "István", "Béla", "Balázs"
    };
}
```

```
comboBox1.DataSource = items;
}
```



Alapértelmezett eseménye a **SelectedIndexChanged**, amely az aktuális elem változását jelöli. A kiválasztott elemet illetve indexét a **ListBox**-szal megegyező módon kérdezhetjük le.

NumericUpDown

Ezzel a vezérlővel egy adott számtartományból választhatunk ki egy értéket. A **Minimum** és **Maximum** tulajdonságaival a legkisebb illetve legnagyobb lehetséges számot, míg az **Increment** propertyvel a léptéket állíthatjuk be.



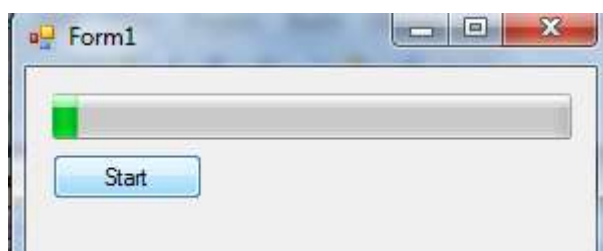
Alapértelmezett eseménye a **ValueChanged**, amelyet a mutatott érték változása vált ki.

ProgressBar

A **ProgressBar** egy folyamat jelölésére szolgál. A **NumericUpDown**-hoz hasonlóan a **Maximum**, **Minimum** és **Step** tulajdonságokkal állíthatjuk értékeit. Helyezzünk el az alkalmazásunkban egyet, állítsuk a **Step** értéket 1-re, és tegyünk mellé egy gombot is! A gomb eseménykezelőjébe írjuk a következőt:

```
private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    for (int i = 0; i < 100; ++i)
    {
        progressBar1.PerformStep();
        System.Threading.Thread.Sleep(100);
    }
}
```

A **PerformStep** metódus a **Step** érték szerint lépteti a vezérlőt.



Minden lépésben pihentetjük kicsit a főszálát, hogy lelassítsuk a folyamatot.

PictureBox

Ezt a vezérlőt képek megjelenítésére használjuk. Kétféleképpen adhatjuk meg a kívánt elemet: a tervezőnézetben a vezérlőn megjelenő kis nyilat „kinyitva” a Choose Image menüpontban az Import gombokkal választhatunk beágyazott illetve külső erőforrásból. Van egy másik lehetőségünk is: forráskódból egy **Image** objektumot rendelhetünk az **Image** tulajdonságához.

```
private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
{
    Image img = new Bitmap("Desert.jpg");
    pictureBox1.Image = img;
}
```

Alapértelmezett eseménye a kattintás.

RichTextBox

A **TextBox**-hoz hasonlóan szöveges bevitelre alkalmas, ám annál lényegesen rugalmasabb és több lehetőséget is nyújt. Szöveget rendelhetünk hozzá a **Text** tulajdonságán keresztül, txt vagy rtf fájlokból. Ez utóbbi esetben a különféle formázásokat (betűszín, betűtípus stb.) is támogatja. Alapértelmezett eseménye a **TextChanged**.

Az **AppendText** metódussal a már létező tartalomhoz tudunk hozzáfűzni karaktereket. Fájlokat a **LoadFile** metódussal tölthetünk be. Ennek párja a **SaveFile**, amellyel több formátumba is menthetünk:

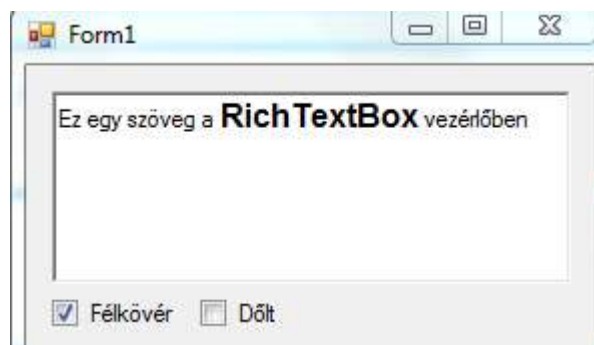
```
// szöveges állomány
richTextBox1.SaveFile("test.txt", RichTextBoxStreamType.PlainText);

//rtf fájl
richTextBox1.SaveFile("test.rtf", RichTextBoxStreamType.RichText);
```

A vezérlő lehetőséget ad a szöveg formázásához is, ehhez a **Font** tulajdonságát állíthatjuk, ekkor az összes létező szöveg formázása megváltozik. Ha csak a kijelölt szöveget szeretnénk állítani, akkor a **SelectionFont** tulajdonságon keresztül tehetjük ezt meg.

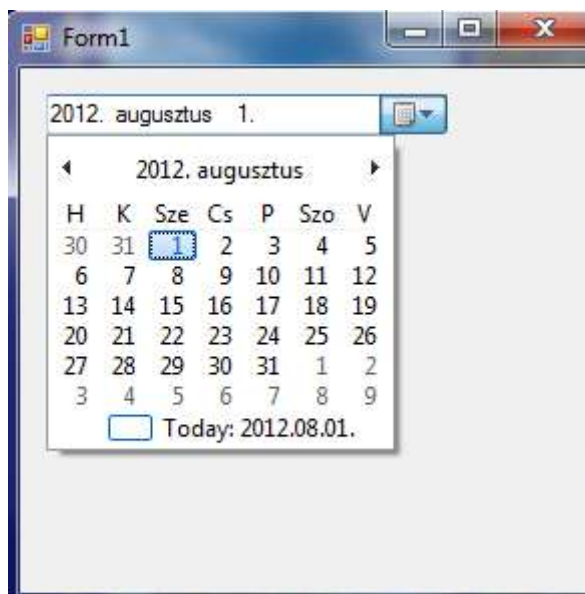
```
Font font = new Font("Arial", 12, FontStyle.Bold);
richTextBox1.SelectionFont = font;
```

Ugyanígy dolgozhatunk a többi **Selection** előtagú tulajdonsággal.



DateTimePicker

Ezzel a vezérlővel lehetőségünk van egy adott dátum kiválasztására.



Tulajdonképpen két részből áll, egy **TextBox** és egy gomb, amellyel megjeleníthetjük a naptárat, illetve maga a naptár vezérlő. Alapértelmezett eseménye a **ValueChanged**:

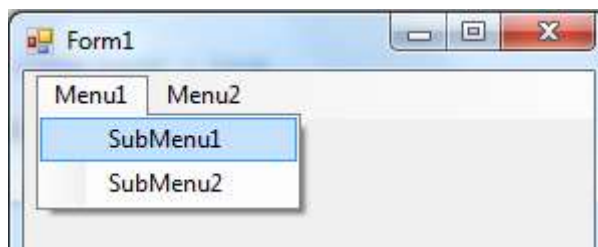
```
private void dateTimePicker1_ValueChanged(object sender, EventArgs e)
{
    MessageBox.Show(dateTimePicker1.Value.ToString());
}
```

A **Value** tulajdonsága **DateTime** típussal tér vissza.

MenuStrip

Menüsört készíthetünk vele, a Toolbox-ban a Menus & ToolBars szekcióban találjuk meg. A tervező nézetben azonnal fel is tölthetjük elemekkel, illetve a helyi menüt kinyitva beállíthatjuk a megjelenését, illetve hogy hol helyezkedjen el. Az egyes menüpontokhoz (amelyek **ToolStripMenuItem** típusúak) eseménykezelőt rendelhetünk (az ő alapértelmezett eseményük a kattintás).

```
private void subMenu1ToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e)
{
    ToolStripMenuItem menu = (ToolStripMenuItem) sender;
    MessageBox.Show(menu.Text); // kiírjuk a mneü feliratát
}
```



Párbeszédablakok

Használhatunk előre megírt dialógusablakokat, mint például a fájl megnyitása/elmentése. A lehetséges ablakokat megtaláljuk a Toolbox-ban is a Dialogs szekcióban, és ráhúzhatjuk őket az alkalmazásunkra, ekkor azok osztálytagként elérhetővé válnak. Azonban célszerűbb őket helyben példányosítani, csakis akkor, ha

szükség van rájuk. Ezt a következőképpen tehetjük meg (feltesszük, hogy egy gomb megnyomásakor megnyílik az adott ablak):

```
private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    using (OpenFileDialog dialog = new OpenFileDialog())
    {
        if (dialog.ShowDialog() == System.Windows.Forms.DialogResult.OK)
        {
            MessageBox.Show(dialog.FileName);
        }
    }
}
```

Az **OpenFileDialog** lehetőséget ad kiválasztani egy fájlt. A **ShowDialog** hívásakor megjelenik a fájlválasztó ablak. Minden művelet (OK gomb, ablak bezárása stb.) egy **DialogResult** felsorolás-típusú eredményt ad vissza, ebben az esetben csak arra vagyunk kíváncsiak, hogy a felhasználó megnyit egy fájlt. A **FileName** illetve **FileNames** (ha több fájlt nyitunk meg) a fájlok nevét adja vissza teljes elérési úttal.

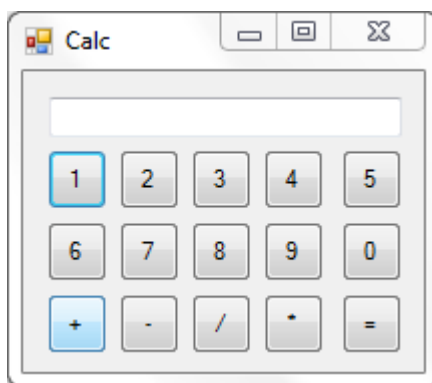
GYAKORLÓ FELADATOK V.

SZÁMOLÓGÉP

Készítsünk számológép alkalmazást, amely Windows Forms alatt fut! A programnak két számon kell elvégeznie az alpműveleteket.

Megoldás

Készítsünk egy új projektet, és váltsunk tervező nézetbe! Húzzunk 15 gombot és egy TextBox-ot az ablakra, 10-et a számoknak, négyet az alpműveletek és egyet az egyenlőségjel részére, a szövegmezőben pedig a képletet és az eredményt jelenítjük majd meg. Valahogy így kell most kinéznie a programunknak:



Jelöljük ki az összes számot tartalmazó gombot, kivéve az egyenlőségjelet tartalmazót, és rendeljük hozzájuk ugyanazt az eseménykezelőt (**Click**):

```
private void button13_Click(object sender, EventArgs e)
{
    textBox1.Text += ((Button)sender).Text;
}
```

Nem csinálunk itt mást mint, hogy hozzáfűzzük a szövegdobozhoz a soron következő karaktert. Egy hibalehetőség, hogy bizony több „operátor karaktert” is beírhatunk így, ezt az olvasónak kell megoldania, egyszerű feltétellel.

Az eredményt egy külön eseménykezelőben számoljuk ki, amit az egyenlőség gombhoz rendelünk:

```
private void button15_Click(object sender, EventArgs e)
{
    int opIdx = textBox1.Text.IndexOfAny(new char[] { '+', '-', '/', '*' });
    int x = int.Parse(textBox1.Text.Substring(0, opIdx));
    int y = int.Parse(textBox1.Text.Substring(opIdx + 1));

    int result = 0;

    switch(textBox1.Text[opIdx])
    {
        case '+':
            result = x + y;
            break;
        case '-':
            result = x - y;
            break;
        case '/':
```

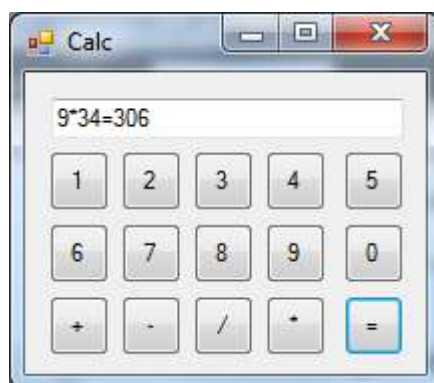
```

        result = x / y;
        break;
    case '*':
        result = x * y;
        break;
    }

    textBox1.Text += "=" + result;
}

```

Az első sorban meghatározzuk az operátor indexét a stringben, hogy szétválaszthassuk a számokat, amit a második és harmadik sorban teszünk meg a **Substring** függvénnyel. Figyeljünk az indexekre, a második szám az operátor indexe után következik! Végül egy **switch** szerkezettel kiszámoljuk az eredményt.

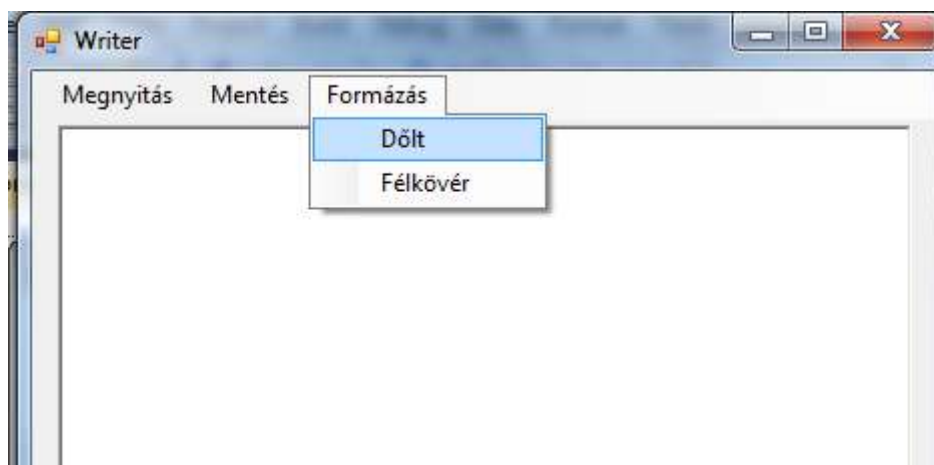


SZÖVEGSZERKESZTŐ

Készítsünk egyszerű szövegszerkesztő programot, amellyel betölthetünk, illetve elmenthetünk dokumentumokat, illetve legyen lehetőség alapvető formázásokra is!

Megoldás

Helyezzünk el a tervező nézetben egy MenuStrip illetve egy RichTextBox vezérlőt, hogy az alábbi képhez hasonló eredményt kapjunk:



Készítsük el az egyes menüpontokhoz az eseménykezelőjüket (**Click**)! A Megnyitás menüpont:

```
private void openToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e)
{
    using (OpenFileDialog dialog = new OpenFileDialog())
    {
        dialog.Filter = "Szöveges Fájlok| *.txt|RTF Fájlok|*.rtf|All Files|*.*";

        if (dialog.ShowDialog() == System.Windows.Forms.DialogResult.OK)
        {
            richTextBox1.LoadFile(dialog.FileName);
        }
    }
}
```

A **Filter** tulajdonság segítségével megadhatjuk, milyen fájltypusok jelenjenek meg a dialógusablakban. Jöjjön a Mentés:

```
private void saveToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e)
{
    using (SaveFileDialog dialog = new SaveFileDialog())
    {
        if (dialog.ShowDialog() == System.Windows.Forms.DialogResult.OK)
        {
            richTextBox1.SaveFile(dialog.FileName);
        }
    }
}
```

Végül a két „formázó” menüpont:

```
private void italicToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e)
{
    FontStyle style = FontStyle.Italic;
    richTextBox1.SelectionFont = new Font(richTextBox1.Font, style);
}

private void boldToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e)
{
    FontStyle style = FontStyle.Bold;
    richTextBox1.SelectionFont = new Font(richTextBox1.Font, style);
}
```

Az alkalmazás tetszőlegesen kiegészíthető a fentiek mintájára. Javasolt fejlesztések: betűtípus megadása, betűméret állítása, nyomtatás stb.).