**ENERGETIKAI TECHNIKUM ÉS KOLLÉGIUM**

**TET-RISZ**

**2023.**

Konzulens: Készítette:

Tóth ZoltánTarczal Dániel János

Nyilatkozat

Alulírott Tarczal Dániel János büntetőjogi felelősségem teljes tudatában nyilatkozom arról, hogy az itt szereplő záródolgozat saját, önálló munkám eredménye és sem részeiben sem egészében nem került még kereskedelmi forgalomba, ill. publikálásra, a GPL licenszelésű programrészek kivételével.

Paks, 2023. április 14.

Tarczal Dániel János

**Tartalomjegyzék**

[I. Bevezetés 4](#_Toc1)

[II. Témaválasztás indoklása 4](#_Toc2)

[III. Fejlesztői dokumentáció 5](#_Toc3)

[1. Specifikáció 5](#_Toc4)

[2. Adatmodell leírása 7](#_Toc5)

[3. Algoritmusok leírása 11](#_Toc6)

[4. Egységtesztelés 18](#_Toc7)

[5. Verziókövetés 19](#_Toc8)

[IV. Felhasználói dokumentáció 20](#_Toc9)

[1. A program általános specifikációja 20](#_Toc10)

[2. Rendszerkövetelmények 20](#_Toc11)

[3. Program futtatása 21](#_Toc12)

[4. A Program használatának részletes leírása 21](#_Toc13)

[5. A játékmenet leírása 24](#_Toc14)

[6. Továbbfejlesztési lehetőségek 25](#_Toc15)

[V. Összegzés 26](#_Toc16)

[VI. Irodalomjegyzék, forrásmegjelölés 27](#_Toc17)

#### **Bevezetés**

Szakdolgozatom témájának alapját a híres Tetris nevű játék adja, amit eredetileg az orosz Alexej Pazsitnov fejlesztett ki a szovjet Elektronika 60 nevezetű számítógépre 1984-ben. Azóta rengeteg iteráción ment keresztül a szórakoztató szoftver, és az egyik legeladottabb játékká nőtte ki magát. Ez a játék hozzám először egy régi mobiltelefon egyik előre telepített játékaként jutott el, és nagyon megtetszett, ahogy az egyszerűségének ellenében milyen kreatív, és akár nehéz is tud lenni, mely tulajdonságai miatt szinte bárkinek élményt tud okozni a program használata.

Az ötlet a játékkal kapcsolatban egy iskolai projektmunka során fogalmazódott meg bennem, ahol osztálytársammal, Bene Dániellel a játékmotor, Godot Engine felhasználásával, C# nyelven írtunk meg a Google Chrome böngésző offline módjának dinós játékához hasonló videojátékot. Megtetszett a motor és ebben kívánkoztam megírni a szakdolgozatomat, de mivel kezdetben nem sokat tudtam a játékfejlesztésről és a Godot-ról sem, nagyon sok információt magamtól kellett összegyűjtenem, a fejlesztés menetéről, illetve a játékmotor képességeiről, funkcióiról. A játékmotor az úgynevezett belső mag egy videojátékban, ami valós idejű grafikával rendelkezik, ezért megkönnyíti a fejlesztést és akár több platformra is fejleszthetjük a játékot.

A játékban a Tetris játék adottságain túl a játékhoz adtam egy menürendszert és egy irányításmódosító menüt.

#### **Témaválasztás indoklása**

Választásom azért erre a projektre esett, mert az egyszerű videojátékok széles körben érdekeltek az emberek között, ráadásul ez a játék ezek közt is kiemelten közkedvelt. Célom a bevált ötlet újra gondolása, és átültetése egy modern, platformfüggetlen környezetbe. Linux felhasználóként fontosnak tartom, hogy a meglevő technológiával tegyük elérhetővé a lehető legtöbb platformra szoftverünket, hogy minél több ember számára elérhetőek legyenek azok. A játékfejlesztési választásom fő okozója viszont az volt, hogy C#-ban szerettem volna programot írni webalkalmazás helyett.

#### **Fejlesztői dokumentáció**

###### **Specifikáció**

Felhasználói követelmények

* Könnyen áttekinthető játéktér
* A tetromínó (alakzat) építőkockáinak könnyű megkülönböztetése színekkel
* A soron következő tetromínó megjelenítése
* Pontok kiírása
* Mozgás, forgatás, helyes működés, megfelelő teljesítmény
* Nehézségi fokozat választása
* Irányítás módosítása
* Játék megállítása, folytatása

Fejlesztői környezet, fejlesztői függőségek

A Godot motor fejlesztői környezet főként a GUI részében volt mérvadó, az üzleti logikák nagy részében csak vanilla **.NET**-et használtam. A Godot 3.5.1-es verziójával kezdtem a munkámat, ami nem a .NET Core-ra épül, hanem a régebbi .NET Framework 4.7.2-őn alapuló, nyílt forráskódú és platformfüggetlen Mono keretrendszerre, viszont idő közben megjelent a rég várt **Godot 4.0-**ás verziója, ami többek között már a **.NET Core 6.0** keretrendszeren alapul, ami újabb, jobban támogatott, illetve gyorsabb mint elődje, így idő közben átváltottam erre. A motor letöltése az alábbi [linken érhető el](https://godotengine.org/download) a .NET-es gombra kattintva az oldalon. A C# kód megfelelő futásához továbbiakban szükséges a [.NET SDK](https://dotnet.microsoft.com/download) 6-os verziója is.

A forráskód zöme **Visual Studio 2022**-vel, illetve **Visual Studio Code**-dal íródott, a felhasználói felület pedig a **Godot IDE**-vel.

A Godot IDE-t, illetve a Godot motort több szempontból is összehasonlíthatjuk egy általunk korábbról is ismert grafikus könyvtárhoz, a WinForms-hoz és az ezt szerkesztő Visual Studio-hoz. A WinForms-ban létrehozott különböző objektumoknak, például címkéknek, vagy szövegdobozoknak különböző tulajdonságaik, illetve eseményeik vannak. Ezek általában statikusak, de dinamikusan is létrehozhatjuk őket kód segítségével. A Godot is lényegében ezeket az objektumokat kínálja, amiken felül teljesítmény optimalizációkat követ el.

A játékban használt betűtípusnak a Fixedsys Excelsior-t választottam, ami a régebbi játékok stílusát jól tükrözi.

A forráskódot a **Git** verziókövető rendszerrel követtem és rögzítettem, amit az [alábbi linken](https://git-scm.com/download/win) keresztül érhetünk el, ha a forráskód történetét nem Visual Studio-ban kívánjuk böngészni

A dokumentációt nagyrészt **Onlyoffice**-ban írtam, ami egy nyílt forráskódú office csomag, ami nagy kompatibilitással bír a Microsoft által használt Open XML formátumokhoz.

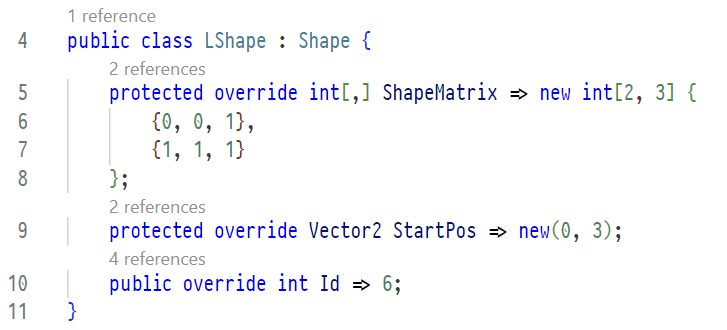
Néhány képet a GNU Image Manipulation Programban (azaz a **GIMP**-ben) készítettem el, ami szintén egy nyílt forráskódú szoftver

A fejlesztői környezet rendszerkövetelményei közé tartozik 4 GB RAM, egy 15 éves Intel Core 2 Duo és egy **Vulkan 1.0** kompatibilis grafikus meghajtó, amit átválthatunk **OpenGL 3.3**-ra is, hogyha nem rendelkezünk ilyen eszközzel, szóval elég alacsonyok a futási igényei.

A tesztelést **Arch Linux**-on, **Windows 10 Enterprise 22H2**-őn, illetve **Windows 11 Pro 22H2**-őn folytattam.

###### Adatmodell leírása

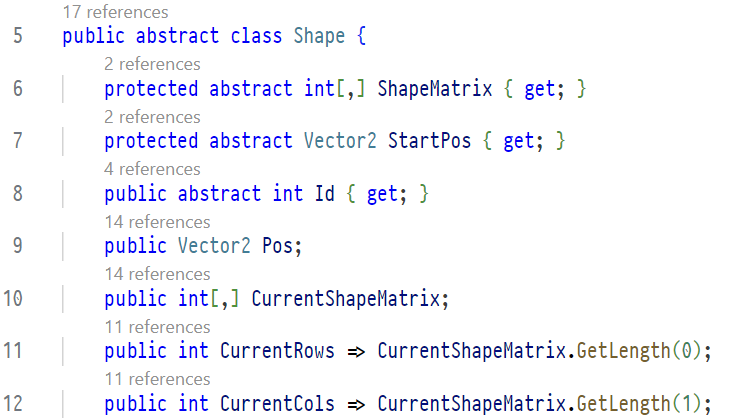
A programot objektum orientált módon próbáltam lemodellezni, ennek következtében a projekt 17 osztályt tartalmaz, amiből nyolcat le lehet egyszerűsíteni egyre a felhasznált absztrakció miatt, így négy üzleti logika, illetve öt GUI osztály.



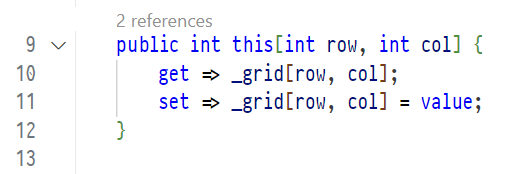
Az LShape implementációja

A projekt alapját a különböző *Shape* osztályok adják amik a tetromínók építőkockáinak elhelyezkedését, kezdőpozícióját, illetve egy megkülönböztetésre szolgáló ID-t írnak le. Ezen alosztályok a *Shape* absztrakt osztály elemeinek adnak konkrét értékeket.

Shape osztály



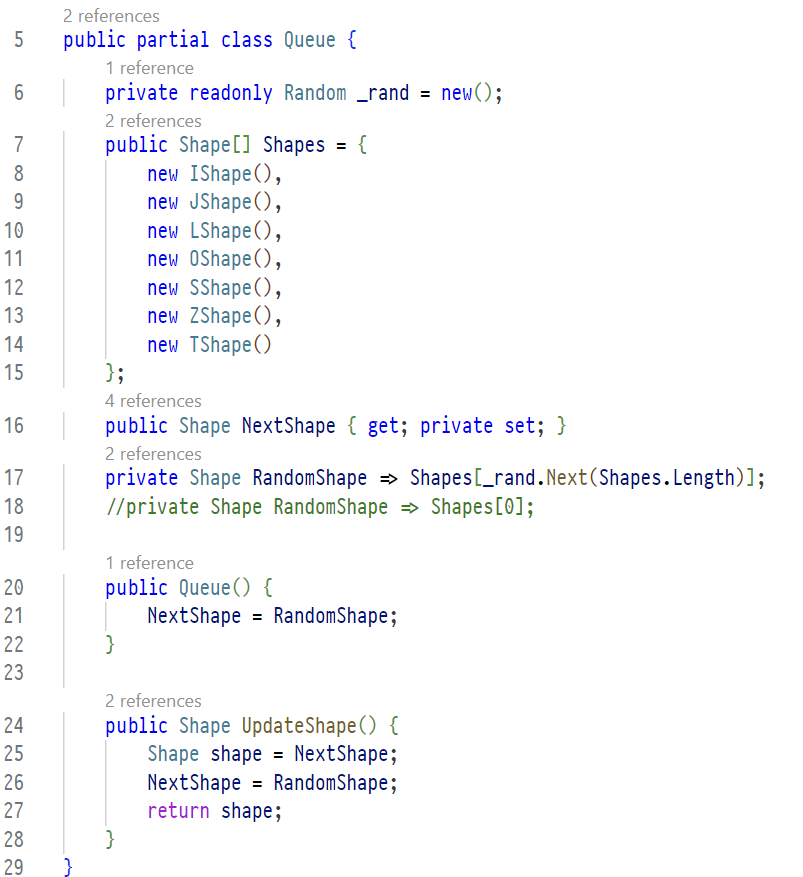
A *Grid* nevű osztály az elhelyezett tetromínók blokkjainak tárolásáért, és ellenőrzéséért felel.



A Grid osztály indexere

Az osztályon belüli grid mátrixot egy úgynevezett indexerrel tettem könnyen elérhetővé más osztályok számára.

A *Queue* osztályban történik a soron következő tetromínók kiválasztása. A *RandomShape* tulajdonság egy random változó segítségével kiválasztja a *Shapes* tömbből a következő alakzatot, és azt példányosítja.



Queue osztály

Manager osztály



A fő osztálynak a *Manager* osztályt lehetne nevezni, amely felelős a magas szintű irányításokért, illetve az üzleti logikai műveletek összehangolásáért, amik alacsonyabb szintű megvalósításáért más osztályok felelnek. Főbb elemei a következő tetromínó kiválasztása, annak pozíciójának ellenőrzése, forgatása, mozgatása, illetve a lehelyezése.



A *GameField* osztály tartalmazza a játékmenet megjelenítéséhez szükséges objektumokat, a tetromínók kirajzolását, illetve a menük felső kezelését.

GameField osztály

A *ControlMenu* az irányítások módosításáért felel a *PopMenu* osztály segítségével.

A *PauseMenu* osztály a játék megállítására és menet közbeni újrakezdésére hivatott.

**Az osztályok gráf-szerű elrendezése**

* IShape
* JShape
* LShape
* OShape
* SShape
* ZShape
* TShape

Queue

Shape

Grid

Manager

GameField

PauseMenu

Menu

ControlMenu

PopMenu

###### **Algoritmusok leírása**

A játék az objektum orientált mivolta miatt számos osztályt és azokon belül különböző algoritmusokat tartalmaz.

A *Shape* osztály a tetromínók mozgásának leírásáért felel. Ebben az osztályban találhatóak az aktuálisan aktív alakzatmátrixra vonatkozó adatok.



Forgató metódus

A forgatást végrehajtó *Rotate* metódus kissé rendhagyóbb módon, dinamikusan hozza létre a tetromínó forgatott állását egy általánosabbnak mondható forgásmátrix helyett, amelyben megtalálhatóak lennének a soron következő forgatás blokkpozíciói. Ebben az algoritmusban létre először llétrejön egy új alakzatmátrix az előző mátrix sorainak és oszlopainak megcserélésével, tehát egy 2 sorból és 3 oszlopból álló mátrix 3 sorossá és 2 oszlopossá alakul át Következik a feltöltés, ami egy általánosnak nevezhető dupla for-ciklus hajt meg. A feltöltés a forgatni kívánt alakzat bal-alsó sarkával kezd, és oszloponként helyezi be a 0, vagy 1 értékeket a létrehozandó alakzat bal-felső sarkától soronként. Ennek a függvénynek a fordítottja a könnyebb ütközéskezelés érdekében létezik. Itt az algoritmus a jobb-alsó sarokból helyezi át a bal-felső sarkokba az megfelelő értékeket.



Mozgató függvény

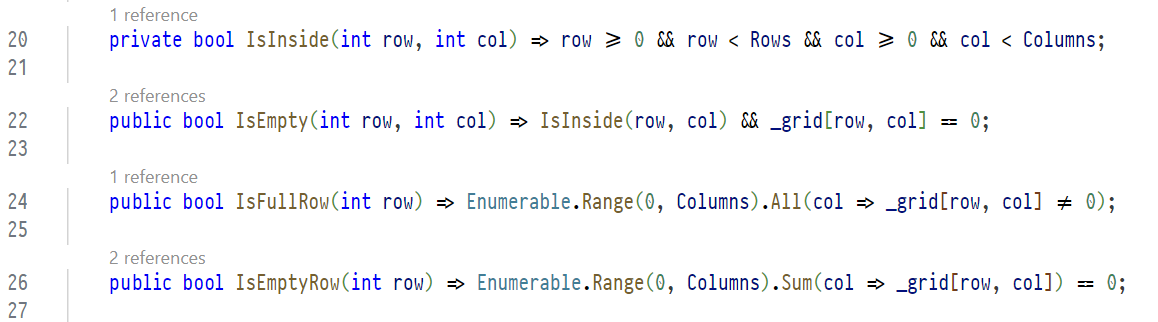
Az alakzatot mozgató *Move* függvény a paraméterként megadott sorral illetve oszloppal változtatja meg a *pos* nevű Vector2 típus értékét. A Vector2 egy Godot specifikus adattípus, ami lényegében egy számpárt hivatott eltárolni, általában pozíciót.

A tetromínók letétele után szükség van ezt az osztályt “visszaállítani”, hogy a soron következő alakzat a megfelelő helyről indulhasson el.



Új elhelyezéshez szükséges visszaállítás

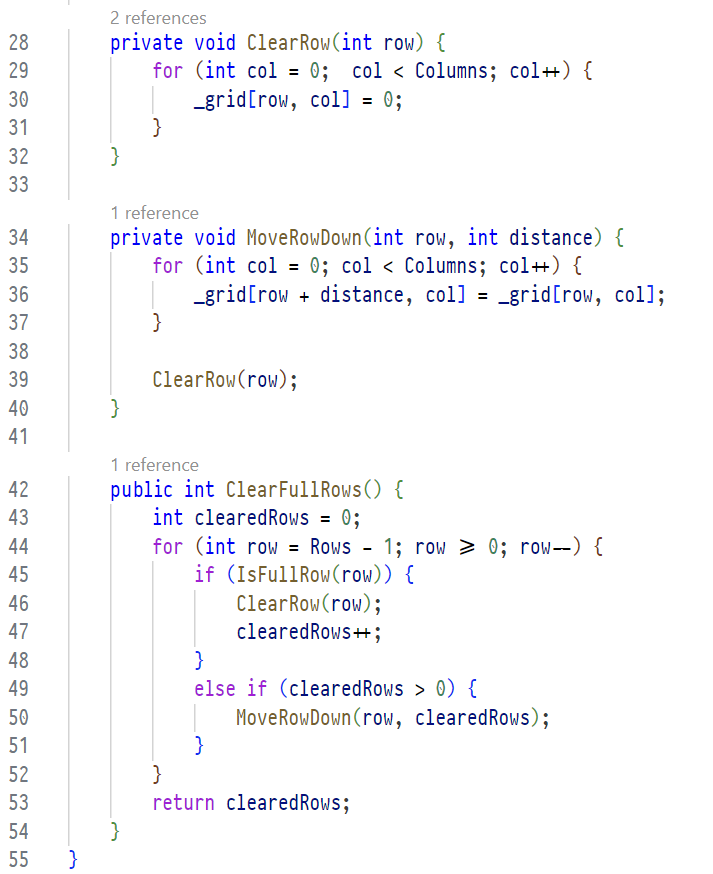
Az *IsEmpty* függvény az *IsInside* hibamentesítő függvény segítségével ellenőrzi az adott sor és oszlop blokkjának ürességét.



Mátrixot ellenőrz

Az *IsFullRow*, illetve az *IsEmptyRow* függvény az egész sort veszi figyelembe, amit egy Enumerable-lel és egy Linq kifejezéssel egy sorba le tudtam rövidíteni.

A *ClearFullRows* a *ClearRow* és a *MoveRowDown* függvény igénybevételével tisztítja ki a teli sorokat a játék szabályainak megfelelően. A függvényben megtalálható *clearedRows* változónak két funkciója is van. Minden egyes sort ellenőrzi a sor telítettségét, igaz eredménynél kitisztítja a for-ciklus *row* által meghatározott sorát, majd hozzáad egyet a *clearedRows* változóhoz. Ezen változó alapján tudja az algoritmus később a feljebbi sorokat lejjebb hozni megfelelően. Másik funkciója a változónak a pontszámítás, ugyanis a pontokat a játékos a kitisztított sorok után kapja meg.



Sortörlő függvények



Pozíciót ellenörző metódus

A szabályos mozgásért az *IsLegal* bool típusú függvény felel, ami az alakzatmátrix és annak pozíciójának az összegével a Grid osztály *IsEmpty* metódusával határozza meg hogy az adott pozícióban található-e már lehelyezett kocka.

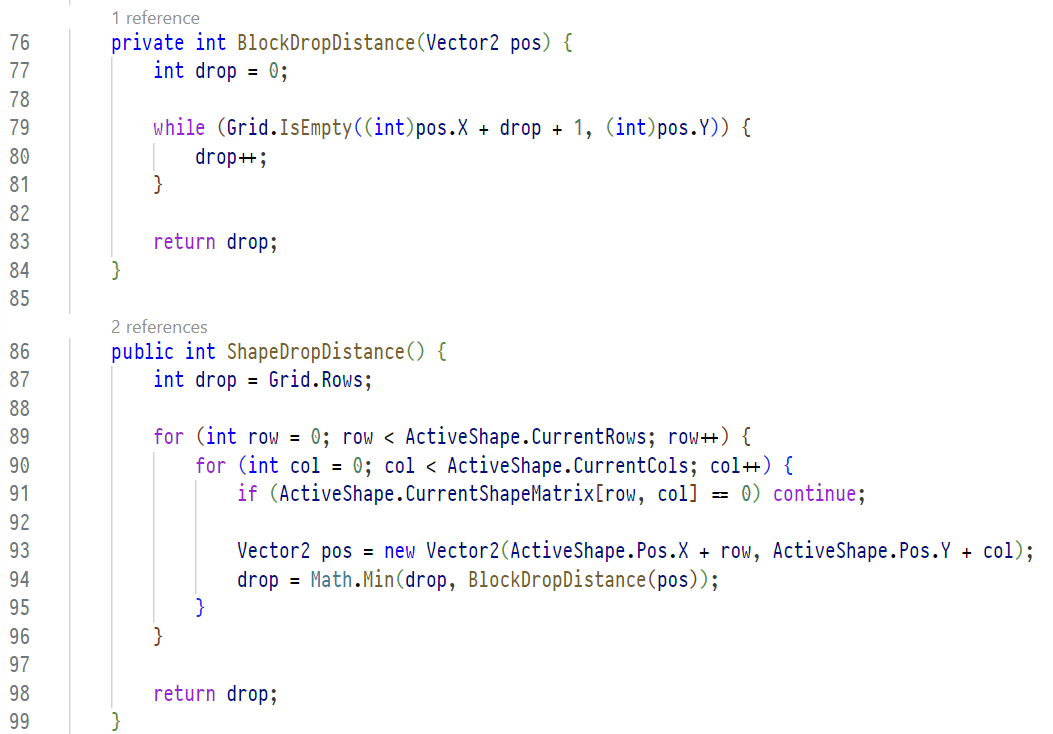
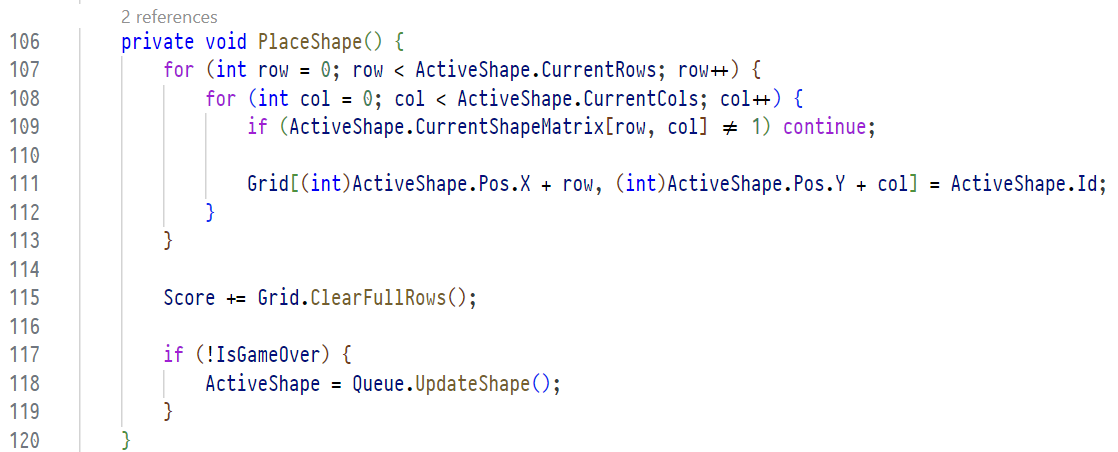
A mozgatásért felelős függvények először elmozgatják az alakzatot, és ha annak az új pozíciója nem szabályos helyen van, akkor visszateszi az alakzatot az eredeti pozíciójába.



Mozgató függvények

A Tet-Risz-ben lehetőség van a tetromínó ledobására is. Ehhez meg kell határozni a lehető legnagyobb dobási távolságot a *BlockDropDistance* és a  *ShapeDropDistance* függvények segítségével.

Amikor az alakzatunk a játéktér aljára érkezik, a program azt elhejezi a grid mátrixán belül, ami a *PlaceShape* függvényben történik meg. Itt növekszik meg esetlegesen a játékos pontszáma, illetve itt kerül kiválasztásra a soron következő tetromínó.



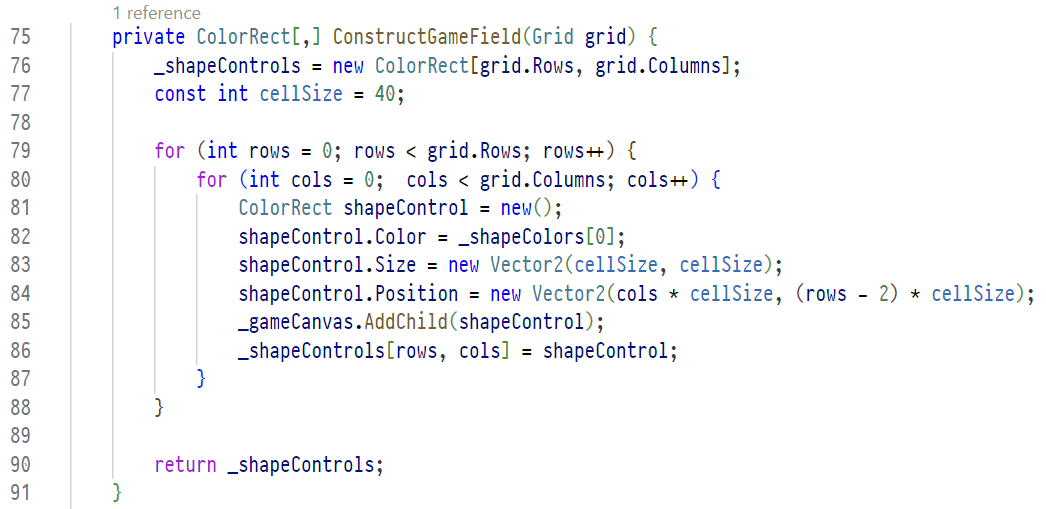
Dobási távolság kiszámítása

Tetromínó lehelyezése

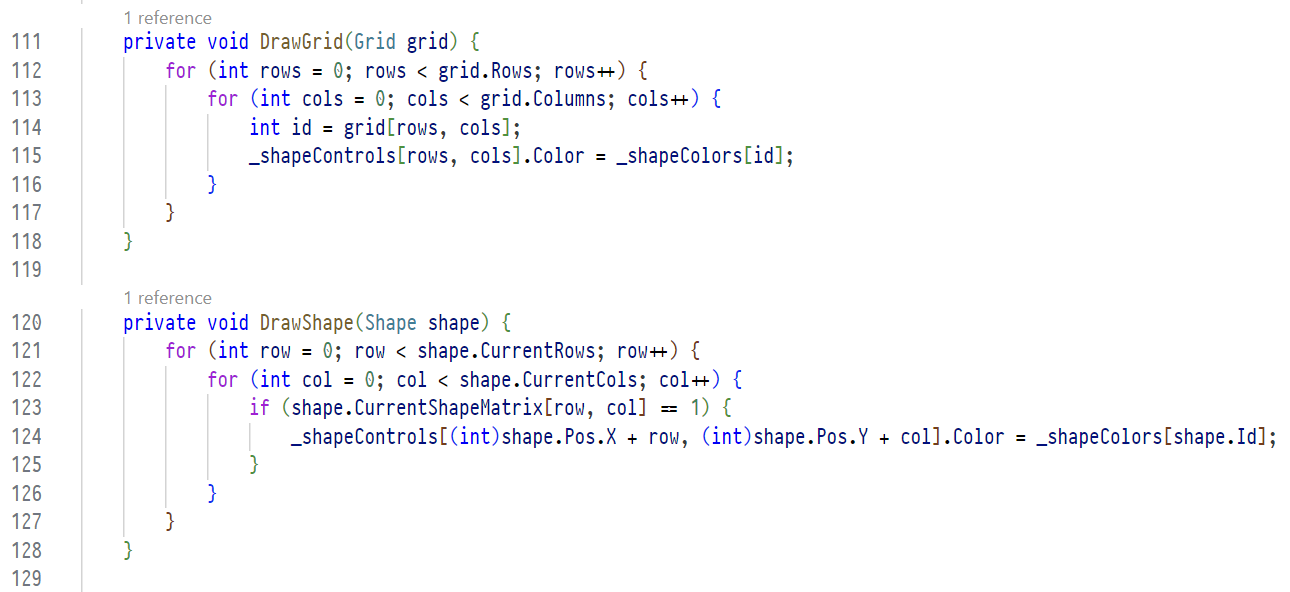
A játéktér a *GameField* osztályban manifesztálódik a kijelzőre.

Betöltéskor a *grid* mátrix sorainak és oszlopainak száma szerint a program elhelyez színtelen, *ColorRect* típusú négyzeteket egy mátrixba, illetve a felhasználó szeme elé. Ez a mechanika mind a játéktérre, mind a következő alakzat megjelenítésére szolgáló dobozban is szerepel, csak más méretekkel.

Játéktér elkészőítése



A különböző rajzolási függvények korábbról már ismert módon böngészik át a paraméterül adott mátrixokat. Ahol szükségesnek ítélik a rajzolást, ott az osztályhoz tartozó *\_shapeColors* *Color* típusú tömb indexe, és a tetromínó ID-je alapján változtatja meg a kijelölt négyzet színét, ezáltal megjelenítve a kívánt objektumot.



Rajzoló metódusok

A játék hajtómotorjának számító *GameLoop* függvény egy asszinkron *Task* függvény, ami kiszámítja a beállított nehézségi szintből, és a pontok számából a tetromínók esési sebességét. A különböző elágazások a függvényben a menük helyes megjelenítését biztosítják. Ebből a szempontból különösen fontos az *\_isInMainLoop* bool típusú változó, mivel ezt ellenőrzi a játék folytatását, és az új játék indítását kezdeményező függvények. Enélkül az asszinkron *GameLoop* függvény többször is elindítható lenne, azt még a függvény befejezte előtt hívják meg ezáltal többször ereszkedne le az alakzat a kelleténél.



A játék futtatója

A GameField \_Process függvénye

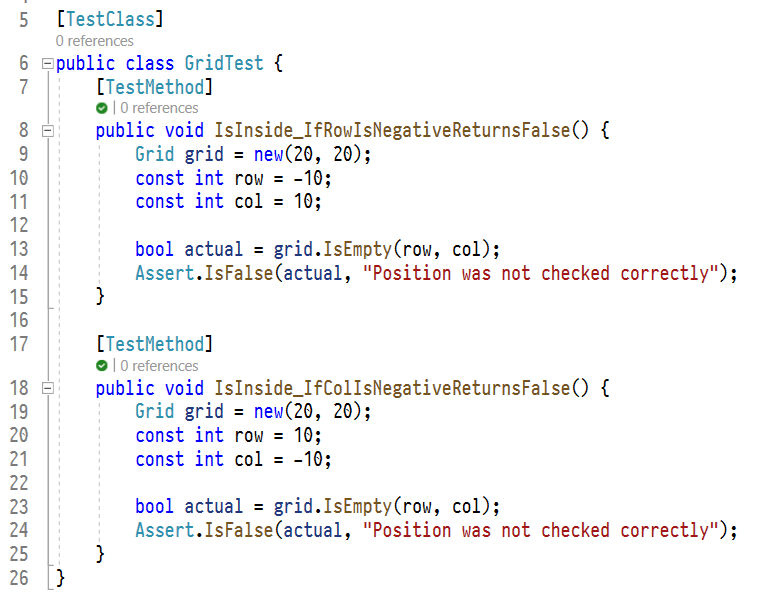


A Godot játékmotor egy másik előnye a különböző beépített függvények, amelyek nagyban megsegítik a játéktervezést. Ezek a függvények az *override* kulcsszó után írhatóak. Közöttük szerepel például az *\_Inpu*t függvény, ami minden egyes inputesemény után lefutódik, illetve a *\_Process* függvény, ami minden új képkockánál lefutódik, mely a *GameField* osztályban került használatra. Ennek a függvénynek a *delta* paramétere a konzisztens futtatást teszi lehetővé a különböző frekvenciájú kijelzőkön, vagy ha a videokártya nem képes folyamatosan egy megadott sebességben generálni a képkockákat.

A *GameField* osztályban levő *\_Process* függvény a különböző irányítással járó függvényeket hívja meg, ahogyan azt a játékos szeretné.

###### Egységtesztelés

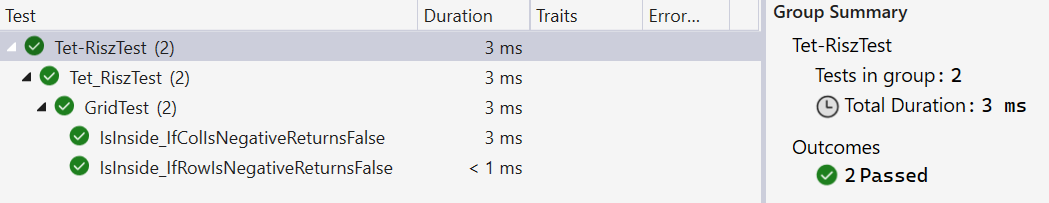
A tesztelések végrehajtásához az MSTest framework-öt használtam fel, ami az alapértelmezett a Visual Studio 2022-ben.



Tesztelési osztály

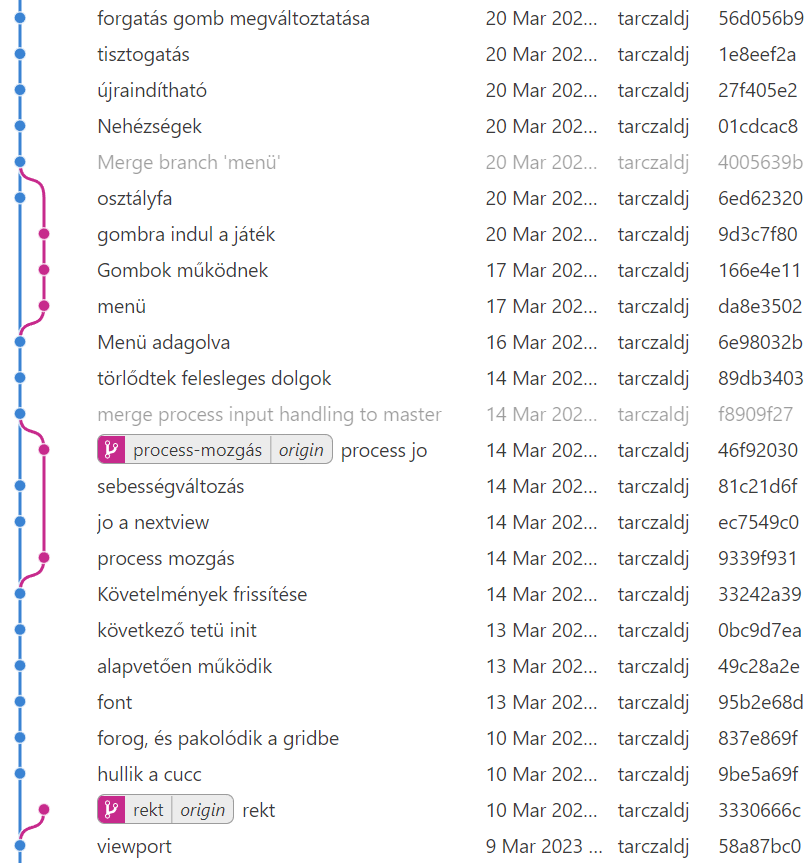
A tesztelt tesztesetek a *Grid* osztályt fedik le. Mindkét esetben az *IsEmpty* függvény kerül lehívásra, viszont közvetve az *IsInside*  függvény a kérdéses, ami annak a privát függvénye. A teszt, a függvény viselkedésére ad felvilágosítást negatív értékek esetén. A tesztek eredményei helyes működésre utalnak.

###### Verziókövetés



Egységteszt eredménye

A Tet-Risz Projekt fejlesztését és dokumentálását a Git verziókövető rendszer segítségével lett elvégezve. Ebben a rendszerben látható minden változtatás, amit végeztem a kódban egy üzenettel, hogy mit végeztem, illetve hogy mikor. A Git gráfjában néhány helyen láthatóak elágazások, amelyekben új valamilyen funkciót próbáltam fejleszteni a játékhoz, anélkül hogy használhatatlanná tenném a már meglévő szoftvert. A Git által szükséges fájlok megtalálhatóak a mellékelt kód mappájában.



A Git gráfjának egy részlete

#### Felhasználói dokumentáció

###### **A program általános specifikációja**

A Tet-Risz játékprogram a felhasználó szórakoztatására készült. A felhasználó vidámsága és pulzusa mindenképpen növekedni fog. A játék az innovatív felhasználói interfészével egyből megszeretteti magát a játékossal a legendás Tetris játékmeneten felül.

A játékot három nehézségi fokban lehet elindítani, a „gyenge”, a „közepes”, illetve az igazán elhivatott „erős” fokozatban. Ezek a fokozatok a játék alapját alkotó tetromínó alakzatok esési sebességét, és a pontszerzés utáni sebességnövekedést állítják.

A játék lehetőséget ad a billentyűkiosztás módosítására a személyre szabottabb élmény kínálása érdekében.

A játékmenet közben a tetromínók a formánként színekkel is megvannak különböztetve a könnyebb észlelés érdekében. A játék tartalmaz egy esési indikátort, ami nagyban megkönnyítheti az alakzatok dobását, így ez a funkció az „erős” fokozatban ki lett kapcsolva. A játék továbbá kijelzi a soron következő tetromínót illetve a kitöltött sorok számát.

A játékot ezeken felül elindítása után meg lehet állítani és akár újra is indíthatjuk.

###### Rendszerkövetelmények

Hardver követelmények

* **Processzor:** amd64 architektúrájú processzor
* **RAM:** Operációs rendszeren felül 500 MB
* **Tárhelyigény:** 200 MB
* **Videokártya:** OpenGL 3.3, vagy Vulkan 1.0

Szoftver követelmények

* **Operációs rendszer:** 64 bites Microsoft Windows, vagy Linux
* Videókártya driver

###### **Program futtatása**

A szoftvert nem szükséges telepíteni, hiszen a szükséges fájlok a tömörített állományban találhatóak. A ZIP mappában találhatunk GL és Vulkan mappákat, ezek alatt pedig linux, illetve win elnevezésű almappákat, amikben a platformtól függő futtatási fájlok találhatóak meg. Alapvetően a Vulkan mappában található programot érdemes futtatni, kompatibilitás érdekében azonban OpenGL grafikus motort is implementáltam a kiadásban. A programot kicsomagolás után kattintásra futtathatjuk.

###### A Program használatának részletes leírása

A program indítását követően a felhasználót a főmenü köszönti. Itt érhetőek a szoftver különböző elemei a gombokra kattintva.

Főmenü



A játékot a „Játssz” gombra kattintva lehet elindítani, azonban ahhoz, hogy rá lehessen kattintani, először nehézségi fokozatot kell választania a felhasználónak. A fokozatok a tetromínók esési sebességét, illetve a pontok után járó nehezítést folyásolják be. Az „Erős” fokozatot választva a leggyorsabb esési sebesség mellett a „szellemtetromínót” sem rajzolja ki nehezítésként a játékos számára.

A szoftver billentyűkiosztását konfigurálhatjuk a „Konfiguráció” gombra kattintva. A módosítás a különböző irányítási gombokra kattintva felugró ablakban a kívánt billentyűt lenyomva érvényesül. Ha az ESC billentyűt nyomjuk le, vagy a „mégse” gombra kattintunk, a beolvasás megszűnik, és nem kerül mentésre a lenyomott billentyű, továbbá a már beállított gombokat nem lehet választani



Irányítások beállítása

A játékot elindítás után az ESC billentyű lenyomásával állíthatjuk meg, ami egy felugró ablakot hív elő. Ezen a felületen három opció áll rendelkezésünkre: a „folytatás”, az „új játék” és a „kilépés”. Az új játék gombra kattintva elveszik a játék állapota, majd a főmenü képernyőjére bukkanunk ki.



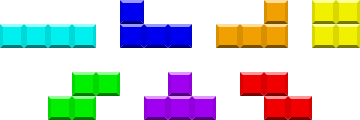
Billentyű bekérése



Játék megállítva

###### A játékmenet leírása

A játékmenet az eredeti Tetris játék alapján készült a programba. A játék alapját hét színes alakzat, a tetromínó adja. A játék célja ezen kockák egy sorba helyezése úgy, hogy azok kitöltsenek egy teljes sort a játéktérben.



Tetromínók

A tetromínók mozgatására az alapértelmezett gombok a következők:

* **ï** – Mozgatás balra
* **ð** – Mozgatás jobbra
* **ò** – Mozgatás lefelé
* **ñ** – Forgatás
* **Szóköz** – Dobás

Sikeres sorrakás után a kirakott sor eltűnik, a sor felett levő kockák lehullanak és a játékos szerez minden egyes kirakott sor után egy pontot. Pontszerzés után azonban a játék sebessége a választott szint szerint begyorsul, és egyre nehezebbé válik.

A játék végtelenségig tart, azonban, ha a kockák elérik a játéktér tetejét, és újabb tetromínó nem képes megjelenni a játék által, a játék véget ér és a főmenü jelenik meg.

###### Továbbfejlesztési lehetőségek

Ahogyan a legtöbb szoftverről, erről is elmondható, hogy mindig lehet bele új dolgokat hozni, vagy csak karban tartani, hogy a jövőbeli rendszereken is élvezhető lehessen.

A játékmenetben a tartás funkció egy klasszikus Tetrisz játékelem, ami sajnos nem fért bele a Tet-Risz fejlesztési idejébe, így kimaradt. Ez a funkció az aktív tetromínót egy ideiglenes tárolóba helyezi, miközben az kicserélődik a következő alakzatra. A tartott tetromínót a „következő” GUI elemhez hasonló módon helyezném el a játékba.

Egy másik hasznos fejlesztés a ranglista bevezetése lenne, amitől a játék többjátékos érzetet is kelthetne. Ezt valószínűleg a főmenüből lehetne elérni és egy másik ablakban jelenne meg. A ranglistához egy egy CSV adatbázist alkalmaznék, amiben a játékos neve, pontszáma, illetve a játékban eltöltött ideje lenne eltárolva. A játékos nevét a játék végezetével kérné be a program egy felugró ablakban.

Egyéb, kisebb funkcionális értékű fejlesztésnek a vizuális elemek fejlesztését tenném meg. Például bizonyos eltüntetett sor után megváltozna a háttér színe, vagy feliratok jelennének meg a kijelzőn. Ehhez kapcsolódóan hangeffekteket, illetve háttérzenét is behoznék még a játékba. Az ilyen funkciókhoz nagyon alkalmas lenne a Godot játékmotor, ám kellő tapasztalat és idő híján ezeket az elemeket nem voltam képes a szoftver végső verziójában bemutatni.

#### Összegzés

A projektnek a vártnál nehezebben kezdtem neki, viszont ahogyan haladt a fejlesztés, én is egyre rutinosabban voltam képes új funkciókat, illetve a kelletlen működéseket orvosolni. A projektidő végeztével kijelenthetem, hogy a kitűzött céljaimat sikerült elérnem, és a kidolgozása közben sokat tanulhattam mind elméleti, mint gyakorlati szinten.

#### Irodalomjegyzék, forrásmegjelölés

* Információforrások:
  + **Godot Engine** hivatalos dokumentációja: <https://docs.godotengine.org/en/stable/> – *utolsó megtekintés: 2023. 04. 02.*
  + **.NET** hivatalos dokumentációja: <https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/> – *utolsó megtekintés: 2023. 03. 30.*
  + **GDQuest** Youtube csatornája: <https://www.youtube.com/@Gdquest> – *utolsó megtekintés: 2023. 03. 23.*
* Használt szoftverek:
  + **Viusal Studio Code:** <https://code.visualstudio.com/>
  + **Visual Studio 2022:** <https://visualstudio.microsoft.com/vs/>
  + **Godot Engine 4.0:** <https://godotengine.org/download>
  + **.NET 6.0:** <https://dotnet.microsoft.com/en-us/download/dotnet/6.0>
  + **Git:** <https://git-scm.com/downloads>
  + **Onlyoffice:** <https://www.onlyoffice.com/desktop.aspx>
  + **GIMP:** <https://www.gimp.org/>
  + **Fixedsys Excelsior:** <https://github.com/kika/fixedsys>