

Világjáró hamufelhők

Interaktív oktatási anyag középiskolásoknak a légköri
szennyeződésterjedés szemléltetésére

Kiss Mária

Berzsenyi Dániel Gimnázium, 12. osztály

Témavezető:

Haszpra Tímea (ELTE Elméleti Fizikai Tanszék, MTA–ELTE Elméleti Fizikai Kutatócsoport)

Konzulensek:

Izsa Éva (Berzsenyi Dániel Gimnázium)

Tél Tamás (ELTE Elméleti Fizikai Tanszék, MTA–ELTE Elméleti Fizikai Kutatócsoport)

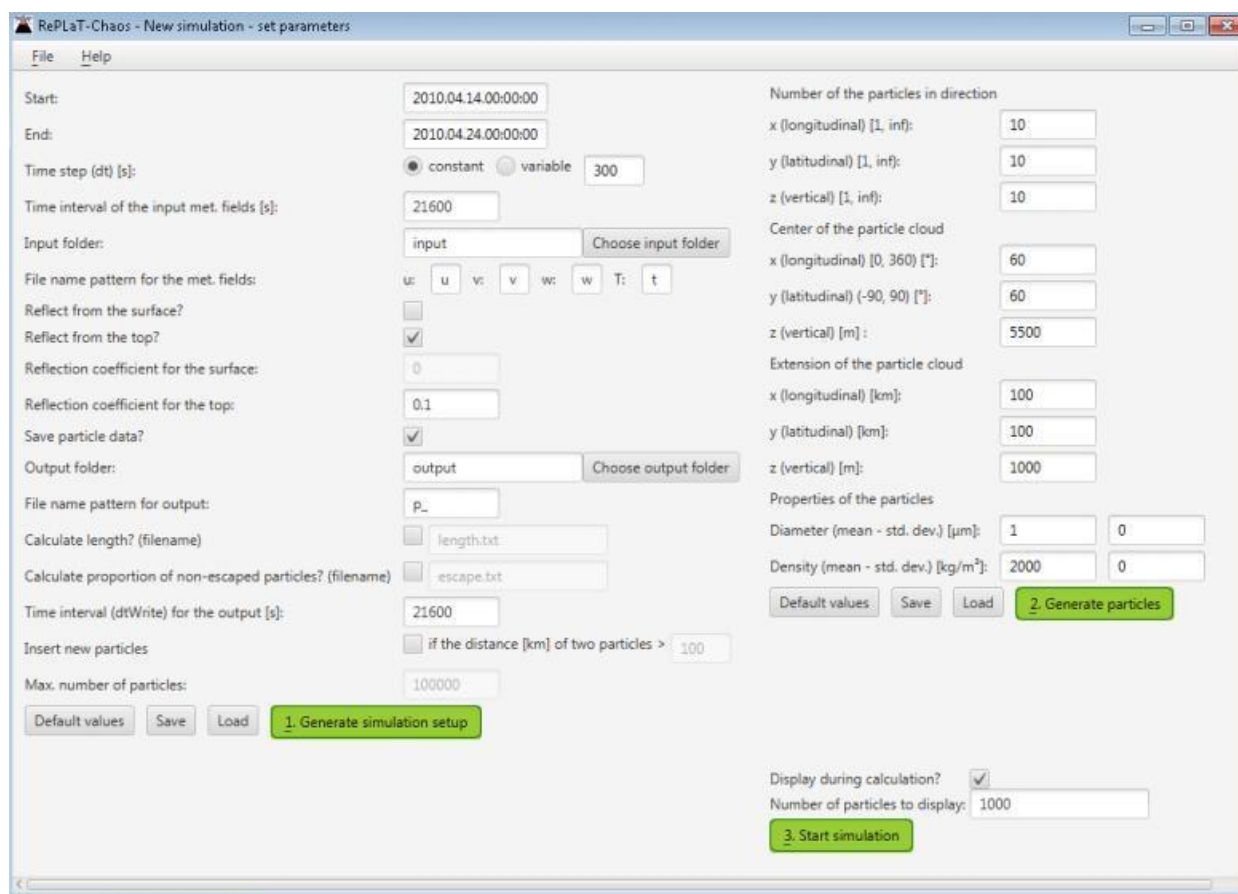
Budapest, 2019

Tartalom

1. Bevezetés, célkitűzés	3
2. Az eredeti program rövid bemutatása	4
3. A tanulóbarát program bemutatása.....	5
4. Fejlesztési folyamat	9
4.1. A program kialakítása.....	9
4.2. Tesztelés.....	11
4.3. Óraterv.....	14
4.4. További fejlesztési lehetőségek	17
5. Összefoglaló.....	17
6. Függelék	19
6.1. Eredeti program részletes bemutatása	19
6.2. Programom felhasználói felületének technikai megvalósítása	20
Irodalomjegyzék:.....	21

1. Bevezetés, célkitűzés

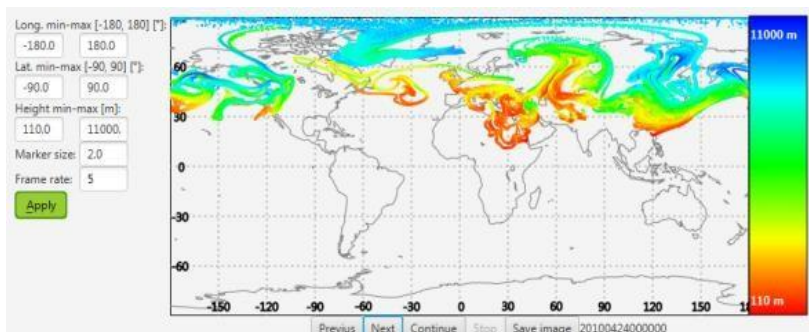
A dolgozat alapötletét a Haszpra Tímea által készített RePLat-Chaos nevű program adta. Ennek az alkalmazásnak a segítségével az egyetemi hallgatók, doktoranduszok tanulmányozhatják vulkáni hamufelhők globális skálájú légköri terjedését, illetve a terjedés úgynevezett kaotikus vonásait. Azonban a program a laikus érdeklődők számára nehezen érthető, hiszen használatához elengedhetetlen bizonyos fokú szakmai tudás. Az ezzel nem rendelkezők (pl.: középiskolások, általános iskola felső tagozatára járók, illetve a további érdeklődők) számára az ismeretlen szakkifejezések, illetve az angol nyelvű felhasználói felület nehézségeket okozhat a program használatában (1. ábra). Ennek következményeképpen a kíváncsiskodók elveszíthetik érdeklődésüket, motivációjukat, tudásszomjukat. Ekkor merült fel bennem az ötlet,



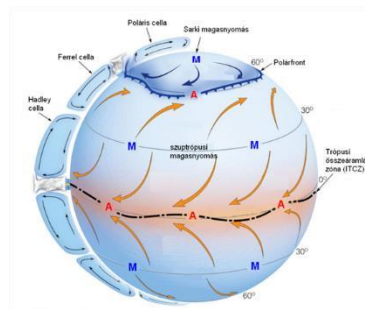
1. ábra: Az eredeti RePLat-Chaos program felhasználói felülete

hogy elkészítsem ennek a programnak egy egyszerűsített változatát, mely a fent említettek számára is könnyen megérthető, használható. Az új program célja, hogy egy egységes kép alakuljon ki a felhasználók fejében a légköri jelenségekről.

Az emberek általános elképzelése a vulkáni hamu levegőben való terjedéséről általában nem egyezik meg a valósággal, hiszen sokan úgy vélekednek, hogy a hamufelhő úgy terjed szét a levegőben, mint folt a ruhán. Ezzel szemben, ahogy pl. a **2. ábra** is mutatja, a vulkáni gáz- és hamufelhőben a szennyeződések nem „tintapacaszerűen” oszlanak el, hanem sebesen terjednek szét, kacskaringós, tekervényes alakzatban, az áramlások hatására egyre jobban összegyűrődve. A szétterjedést befolyásolja pl. az adott éghajlati övezetre jellemző sajátos szélrendszer is, melyről a diákok földrajzórán is tanulhattak (**3. ábra**).



2. ábra: A programban jól követhetőek az uralkodó széljárások



3. ábra A földrajzi szélrendszerek:

https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2010-0012_levegokornyezet/ch01s03.html
(2017.06.18.)

Az említett alkalmazást az ELTE–Berzsenyi Dániel Gimnázium közös programjának keretei között volt lehetőségem megismerni, kipróbálni. A kooperáció eredeti céljaként a RePLaT-Chaos programmal való kísérletezést tűzte ki. Ekkor került előtérbe a bonyolult nyelvezet problémája. Így az eredetileg kitűzött cél módosult a program nyelvezetének, illetve használatának könnyítésére, hogy a program nagyobb közönség számára is érthető, használható legyen.

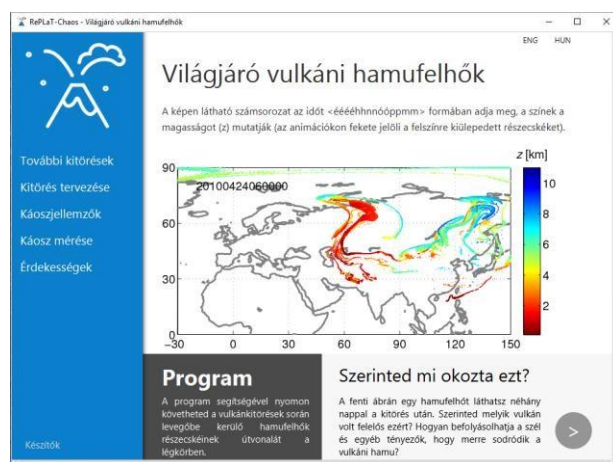
2. Az eredeti program rövid bemutatása

A RePLaT-Chaos program eredeti változata lehetőséget ad egy esetleges vulkánkitörés esetén a vulkáni hamu, illetve vulkáni gázok légkörben való terjedésének nyomon követésére. A

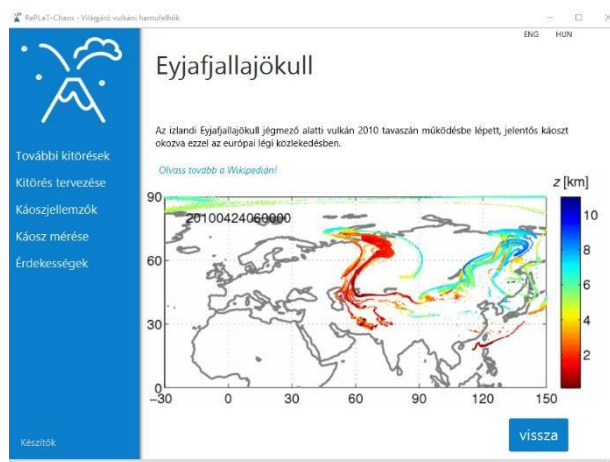
követett hamu- és gázfelhőket a felhasználó által megadott számú, sűrűségű és méretű részecske testesíti meg a szimulációkban, ezen részecskék útvonalatát határozza meg a program a szimulációk során. [A programról részletesebben a **Függelék** 6.1-es pontjában olvashatnak.] Bár sok hasonló szimulációs program áll a szakemberek rendelkezésére, Haszpra Timea programja abból a szempontból kiemelkedő, hogy valós légköri adatokkal, éghajlati övezetekre vonatkozó szélrendszerekkel és vulkáni hamuszemcsékre jellemző mérettel és sűrűséggel, azokat egyenként követve futtatja a le a szimulációt.

3. A tanulóbarát program bemutatása

A program a célkitűzésben felvázolt problémákat (csak a célcsoport számára érthető szaknyelv, idegen nyelvű beviteli paraméterek, fiataloknak barátságtalan felület) hivatott megoldani. Az alkalmazás új, barátságosabb külsőt kapott. A kezdőlapon egy vulkáni hamufelhő eloszlásának néhány nappal a kitörés utáni elhelyezkedése látható (**4. ábra**). Kis játékosságot csempészve a tanulásba, az érdeklődők megpróbálhatják kitalálni, hogy az ezen az oldalon látható vulkáni felhőért melyik vulkán volt a felelős. A helyes válasz megtudásához a „>” jellel ellátott gombra kattinthatnak. Ezután egy következő oldal nyílik meg (**5. ábra**), ahol lefut a kitörés teljes szimulációja. A vulkán neve és egy rövid ismertető is látható a kitörésről, az érdeklődőknek a további információért egy internetes link áll rendelkezésükre.

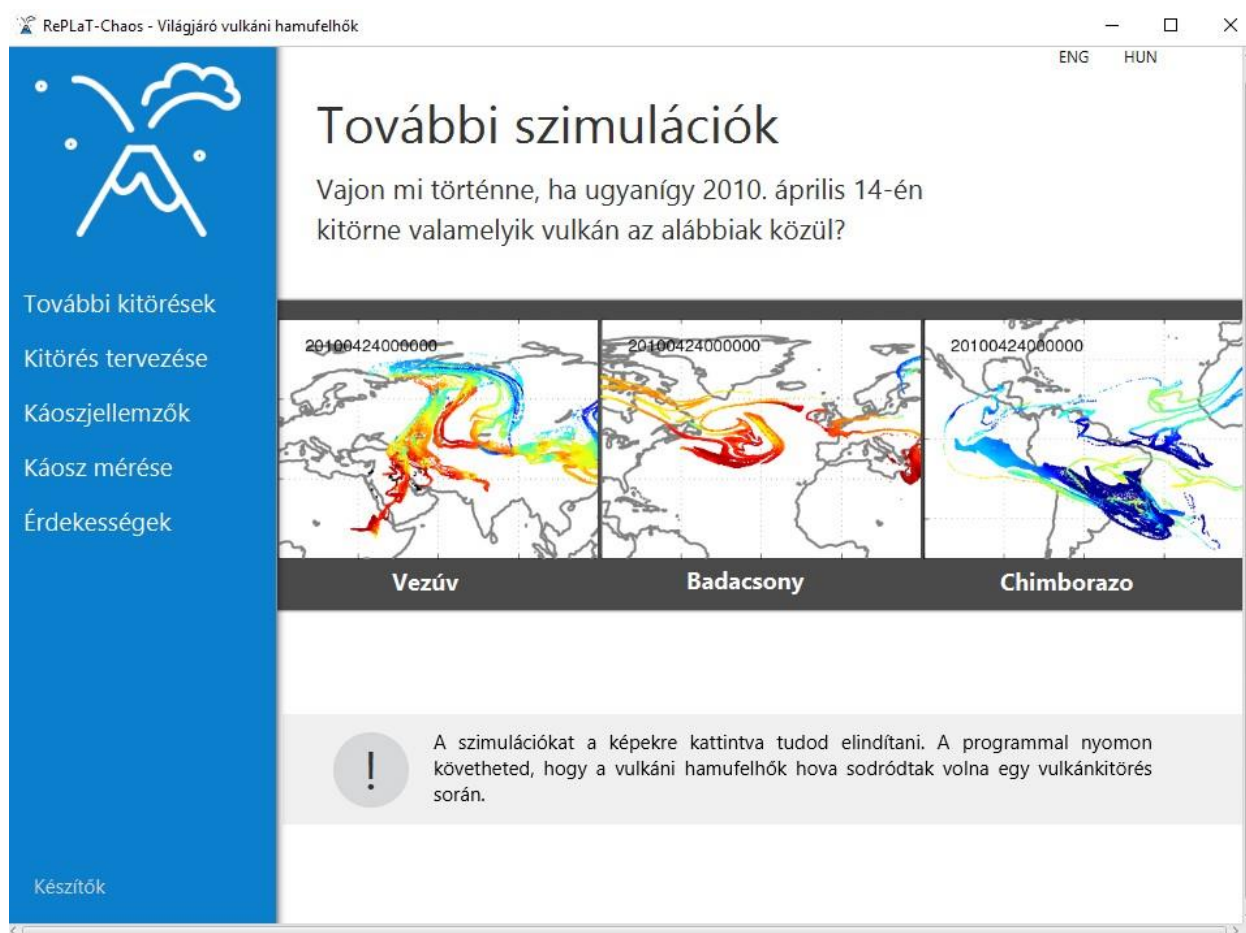


4. ábra A program kezdőlapja



5. ábra .A program további információra mutató oldala

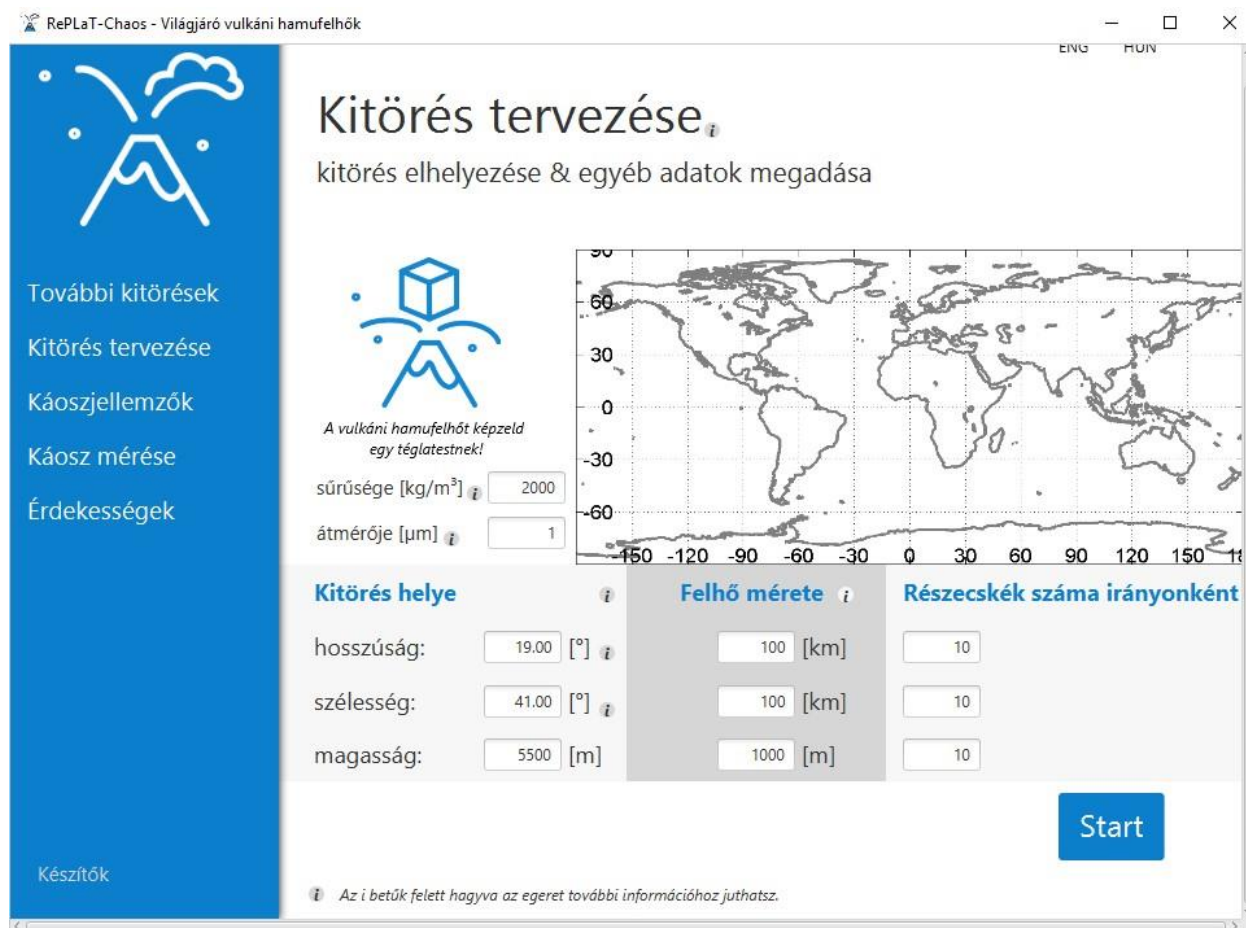
A “További kitörés” menüpontra kattintva további három ismert (köztük egy magyar) vulkán elképzelt kitörésének szimulációját érhetik el a felhasználók. **(6. ábra)** Habár nem mindegyik vulkán aktív, mégis érdekes lehet, hogy mi történne, ha ezeken a helyeken egy vulkán kitörne. Ezeknél a szimulációknál szintén található egy-egy link, amely segítségével további ismereteket szerezhetnek a felhasználók az adott vulkánról egy weblapon keresztül.



6. ábra A program További kitörések menüpontja

A harmadik, „Kitörés tervezése” menüpontban a program legizgalmasabb részét találhatják meg a felhasználók **(7. ábra)**. Ezen az oldalon lehetőségük nyílik saját szimuláció létrehozására. Itt az érdeklődők kedvük szerint adhatnak meg paramétereket különböző szempontok szerint: az adott hamufelhő részecskéinek sűrűsége, átmérője, száma a tér három irányában, a kitörés helye, a felhő mérete mind-mind változtatható, beállítható érték. A kitörés helyének koordinátáit számszerűen és az egyszerűbb kezelhetőség céljából az oldalon megjelenő térképre kattintva is megadhatják. Az “i” betűvel ellátott kis ikonokon hagyva az egeret magyarázó szöveg jelenik meg

a megértés segítéséhez. A szimuláció a **Start** gombra kattintva indítható. Ekkor az eredeti program szimuláció futtatásának ablakához hasonló felület (**2. ábra**) jelenik meg. Itt ugyanúgy a vulkáni hamufelhő sodródásának ábrázolására vonatkozó beállításokat tudják a felhasználók módosítani.



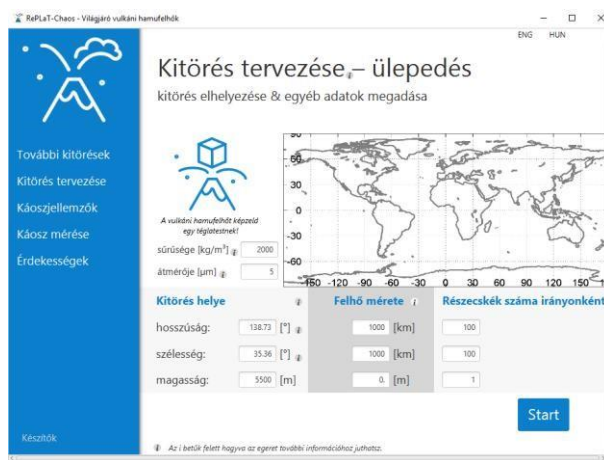
7. ábra Kitörés tervezése

A “Káoszjellemzők” menüpontban tartalmas, de rövid, kiegészítő tudást adó összefoglaló található. Az összefoglaló képes illusztrációkkal és szimulációkkal szemlélteti a vulkáni hamu terjedésével, mint kaotikus mozgással kapcsolatban felmerülő mérőszámokat. Ennek a menüpontnak a beillesztésére azért volt szükség, mert ezeknek a mennyiségeknek nagy része ismeretlen egy átlagos tanuló számára.

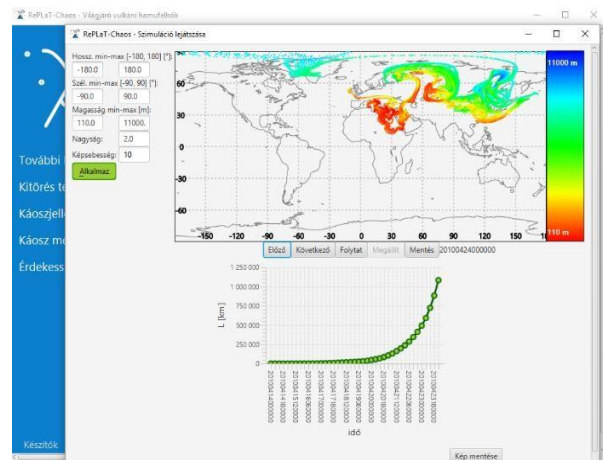
A következő menüpontban már lehetőségük adódik a diákoknak az előbbieken bemutatott káoszjellemzők mérésére is. Ez az elrendezés lehetőséget ad arra, hogy a diákok ellenőrizzék a tudásukat. Amit elolvastak az előző menüpontban, azt most ki is próbálhatják.

A programban kétféle káoszjellemzőt tudnak mérni a diákok: a nyúlási rátát, mint a pillangóhatás erősségét jellemző számot, illetve a hamufelhő részecskéinek kiülepedési sebességét jellemző élettartamot.

Mindkét jellemző mérése esetén a harmadik, a „Kitörés tervezése” menüpontjához hasonló oldal várja a felhasználókat (8. ábra), így már egy ismert felület fogadja őket. A esetlegesen gondot okozó részek, feliratok itt is kiegészítő szövegekkel lettek ellátva az érthetőség érdekében. A szimuláció lefutása után a szimuláció visszajátszásának ablaka ebben az esetben az alsó panelben kiegészül a mérni kívánt kaotikus mennyiség meghatározásához szükséges grafikonnal is (9. ábra).



8. ábra A kiülepedés adatainak beviteli felülete



9. ábra A nyúlási ráta mérése

Ez a nyúlási ráta esetén a szennyeződésható hosszának, míg az élettartam esetén a légkörből még ki nem ülepedett részecskék arányának időfüggése.

Az utolsó menüpont egy rövid összefoglaló, amely összegzi a program tanulságait, segít egy egységes kép megalkotásában.

A programmal kapcsolatos észrevételeket, megjegyzéseket a felhasználók a „Szerzők” oldalon megtalálható e-mail címre tudják elküldeni. [A program letölthető az alábbi weblapról:

<http://hatimi.web.elte.hu/RePLaT/>]

4. Fejlesztési folyamat

4.1. A program kialakítása

A projekt elindulását több tényező is nehezítette. Először is, az eredeti munkával megegyező programozási nyelvben kellett létrehozni az egyszerűsített változatot. Ez a nyelv, a JavaFX szerencsére kiváltképp a vizuális megjelenítésre specializálódott, emellett aránylag sok hasonlóságot mutat a honlapszerkesztéssel. Azonban ennek a felületnek az összekapcsolása az eredeti programmal, illetve egyes funkciók kivétele igen időigényes feladat volt. [A felhasználói felület technikai megvalósításának részleteit lásd a **Függelék 6.2** fejezete alatt.]

A felhasználói felületet a könnyű kezelhetőségre és átláthatóságra törekedve terveztem. Az eredeti változatban egy felületen megtalálható bemeneti mezők nálam külön oldalakon lettek elhelyezve.

Amíg az eredeti program csak beviteli mezőkben várta az adatokat, addig tanulóbarát programunkban újításként szerepel, hogy a helykoordinátákat egy egérrel a világtérkép megfelelő pontjára kattintva is kiválaszthatják a felhasználók. Ez a funkció segítséget ad a csak számokból álló koordináták és a valós földrajzi helyek összekapcsolására is, hiszen a kattintást követően a koordináták azonnal megjelennek a beviteli mezőkben.

Az első menüpontok az érdeklődés felkeltésére hivatottak kis játékosággal. Azonban ez a bevezetés nemcsak a kíváncsiság felkeltését szolgálja, ugyanis ekkor tanulhatják meg a tanulók, hogy amikor majd elindítják a szimulációt, hogyan értelmezzék az eléjük kerülő ábrát. Itt történik meg a hamufelhők részecskéinek magasságát jelző színkód, az ábrák bal felső sarkában lévő, a dátumot és időpontot mutató számsorozat definiálása, illetve ez a rész az egész program működésének lényegét foglalja össze. A további menüpontok már témák szerint lettek létrehozva. Az eredeti elgondolásban lehetőség volt még előzőleg elmentett adatok újbóli betöltésére is, de ezt a funkciót végül eltávolítottam, mert használata mélyre nyúló, magas szintű fájlkezelési és mappakezelési ismereteket igényelt volna, amelyekkel megítélésünk szerint egy általános iskolás tanuló még nem feltétlenül rendelkezik. De a továbbiakban esetleg beépíthető lehet, hiszen így egy-egy érdekesebb szimuláció bármikor újra lejátszható lenne.

Felmerült a gondolat, hogy egy speciális beállítások menüpont alatt elérhető legyen az eredeti program beviteli oldala, de végül ehelyett jött létre a magyarázó, összegző oldal, mivel feleslegesnek éreztem duplázni a paraméterek megadásának lehetőségét. A magyarázó oldal célja, hogy a szimulációkkal való játékos kísérletezés után összegezze, rendezze az ezekből levonható tapasztalatokat, ismereteket.

Ezek mellett más funkciók is kivételre kerültek. Igaz, hogy ezek segítségével még több tulajdonság alapján tudtuk volna vizsgálni az adott kitörést, de ezek a faktorok sokak számára nem egyértelműek. Ezért ezen paramétereket állandó értékeken rögzítettem. Ilyen volt például a szennyeződéshők részecskéinek a felszínről és a légkör „tetejének” tekintett legfelső meteorológiai mező szintjéről való visszapattanási valószínűsége, vagy a szimuláció lépésköze is.

A további funkciók szétválogatása azon elv alapján történt, hogy az adott funkció hozzájárul-e a mozgás kaotikus jellemzőinek kimutatásához vagy sem. Ennek az elrendezésnek az az előnye, hogy így a felhasználó először még nincs tudatában annak, hogy egy kaotikus rendszerrel foglalkozik. Ez azért hasznos, mert a káosz általában nem ismert fizikai fogalom az általános iskolások, illetve a gimnazisták számára. A tanulók esetleg meghátrálnának, ha rögtön a fizikai káosz fogalmát kellene megérteniük. Ennek az alapötletnek köszönheti a program jelen kinézetét, amellyel lehetőségük nyílik a tanulóknak arra, hogy elkezdjenek egy szimulációval „játszani” anélkül, hogy sejteneék, közben egy kaotikus rendszerrel foglalkoznak. Ez viszont felkelti az érdeklődésüket a további lehetőségek iránt, amit a program nyújt. És így jutnak el a kaotikus mozgás alaptulajdonságaink megértéséhez.

A „Káosz mérése” oldalon a hamufelhők mozgásának szimulációja mellett a program két kaotikus mérőszám számítására is lehetőséget ad. Mind a magyarázó szövegben, mind a kaotikus mennyiségek leírásánál ismertetett nyúlási rátában, illetve a kiüledésnél a logaritmus alapú számszerűen megadható értékek exponenciális kifejezésekkel lettek átírva, hiszen a logaritmus fogalmával a tanulók csak a középiskola 11. osztályában ismerkednek meg, de az exponenciális függvényekről már van némi fogalmuk. Ennek eredményeként a nem logaritmikus skála megértése nem okozhat gondot a tanulóknak.

Az utolsó változtatás a program kezdetben kizárólag magyar nyelvű változatának az angol nyelvűvel való kiegészítése volt. Ennek technikai megvalósítása során az eredetileg a közvetlenül a programkódba írt szövegmezőkben, címkékben elhelyezkedő szövegrészekhez egyesével egy-egy azonosítót rendeltem, majd a megfelelő azonosítókhoz tartozó szövegrészek nyelvenként egy-

egy új, „szótárként” funkcionáló, ún. properties fájlba írtam, melyek „azonosító=szöveg” sorokban tartalmazzák a felhasználói felületen előforduló összes szövegrészt. Ezzel egyúttal létrejött annak a lehetősége, hogy a programot nem csak magyar nyelvtudással rendelkezők tudják tudásuk bővítésére használni. Továbbá a nyelvek külön properties fájlban való tárolása nagyban megkönnyíti az újabb nyelvek hozzáadását is. Ezzel a változtatással a program elnyerte ideiglenes formáját. Ekkor következhetett a program tesztelése.

4.2. Tesztelés

Mivel a program további fejlesztéséhez elengedhetlenné vált az alkalmazás tesztelése, ezért osztályfőnököm, Izsá Éva tanárnő közbenjárásával lehetőség nyílt arra, hogy a programot a fejlesztés elején kitűzött célcsoport kipróbálhassa. Az első tesztet egy kisebb csoporttal (5-6 fő) végeztük el. Itt a csoport tagjai 12.-es diákok voltak, akik többsége már rendelkezett emelt szintű informatika érettségivel. Ekkor a tesztelés lényege nagyobb százalékban abból állt, hogy a technikai hibákra fény derüljön, így elsősorban nem a program érthetőségét tettük próbára. Ebben az esetben hasznos tanácsokat írtak össze a tesztelők, hogy hol lehetne még javítani a programon.

Itt merült fel a kérdés többek között arra is, hogy a program a telepítése után rögtön helyezzen el egy ikont az asztalra és, hogy a színkódok ne csak egy helyen legyenek feltüntetve. Emellett a diákok felhívták a figyelmet arra is, hogy a képkockasebesség túlzott megnövelésével a program túlterheli a gépet, és ezáltal a gép egy időre teljesen használhatatlanná válik. De sok jó tulajdonságát is kiemelték a programnak, mint például az átlátható, felhasználóbarát külsőt.

A következő tesztet ugyanezt a korosztályt képviselő tanulók végezték el, sőt voltak átfedések a két csoport tagjai között. Ezen alkalommal már rövid, szóbeli magyarázatot is kaptak a tanulók a program lényegéről, hiszen ekkor már a program érthetőségének a vizsgálata kapott nagyobb hangsúlyt. A visszajelzések túlnyomó hányada pozitív volt, de akadt, aki túl bonyolultnak találta a káoszjellemzők leírását.

Ezért a programban található szövegeket ezután többször is ellenőriztük, hogy közelebb kerüljenek egy átlagos középiskolás tanuló tudásszintjéhez. Amiatt, hogy a legelső tesztelő csapatban résztvevők közül is voltak újból jelen, olyan visszajelzések is érkeztek, amelyek a két

verziót hasonlították össze, így még pontosabb képet tudtunk kialakítani a program hiányosságairól.

Néhány visszajelzés:

R. Imola (12. osztályos tanuló): „Elméleti háttér dokumentuma a 2. oldalon képlettel kezdődik, a gyerekek megriadnak tőle.”

V. Vanda (12. osztályos tanuló): „Átolvasva a programot szerintem nagyon jó, de nem vagyok teljesen biztos abban, hogy mindenki értené.... A felépítése nagyon jó, az animációk szintúgy.”

K. Levente (12. osztályos tanuló): „A telepítés beállítása alaphoz futtassa a programot a telepítés után, valamint legyen meg az opció az automatikus parancsikon létrehozására.”

T. Benjám Márk (12. osztályos tanuló): „...Még egy funkcionális dolog: szerintem az 5 FPS maximum kicsit kevés, lehetne mondjuk 10....”

E két alkalom után érkezett el a legfontosabb lépcsőfoka a tesztelésnek. Gimnáziumba járó 7. osztályos tanulóknak próbáltunk a program segítségével betekintést nyújtani a kaotikus rendszerekbe. A kísérlet célja itt már egyértelműen az volt, hogy lássuk, azok a felhasználók, akik életkorukból adódóan vagy amiatt, hogy nem rendelkeznek magasabb szintű fizikai ismeretekkel, nem jártasak a témában, mennyire tudják megérteni a kaotikus mozgást légköri jelenségek segítségével.

A tanulóknak először válaszolniuk kellett néhány, az adott témával kapcsolatos kérdésre, mint például, hogy milyennek képzelnek egy vulkánkitörést, hogyan terjednek a kitörés során a levegőbe kerülő hamurészecskék. Az itt elhangzott különböző válaszok megoszlásáról később láthatunk egy kördiagramot.

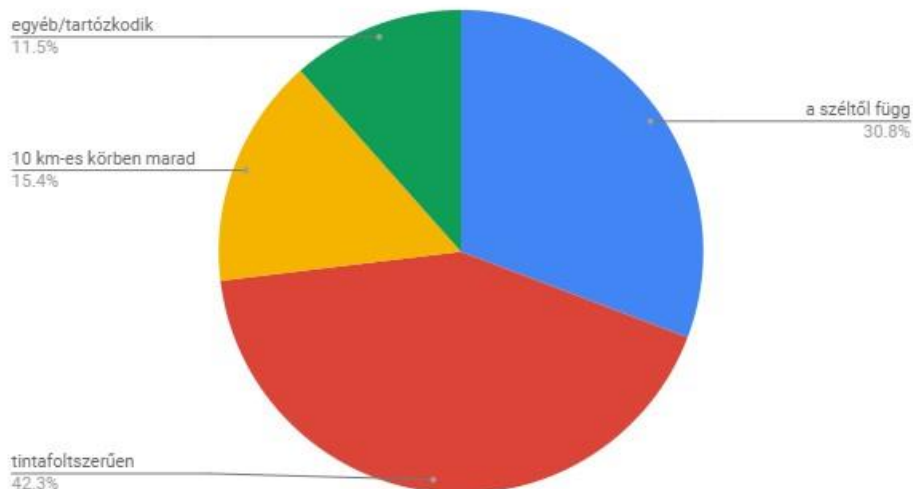
Ezek után indíthatták el a programot. Amint kiválasztották a nekik szimpatikusabb nyelvet, a program első oldala fogadta őket, ahol egy vulkáni felhő képet láthattak néhány nappal annak kitörése után. A tanulók közül senki se tudta beazonosítani helyesen a kérdéses vulkánt, többen a Vezúvra és Etnára tippeltek. Ezért a megoldásért tovább kattintottak a következő oldalra. Ezután a tanulók magukra lettek hagyva, hogy lehetőségük nyíljon felfedezni a programot. Tevékenységüket a tanár számára fenntartott gépen volt lehetőségem követni. Ezen a gépen látható volt a teremben lévő összes képernyőn megjelenő kép, így esetleg ha valamelyik tanulónak

elkalandozott volna a figyelme, és az óra alatt nem a kijelölt programmal foglalkozott volna, akkor az számomra észrevehetővé válik.

Az óra alatt fegyelmezetten dolgoztak a tanulók a programmal. Kérdéseiket, mint minden órán, kézfeltartással tudták jelezni. Ezek túlnyomó része abból eredt, hogy csak egy-két éve van kémia és fizika órájuk, így az olyan alapfogalmakkal sem volt mindenki teljesen tisztában, mint például a sűrűség. De egy 5 perces kiegészítő magyarázattal ezeket a problémákat is orvosolni lehetett.

A tesztek előtt mindegyik csoportnál felmértem, hogy a tanulók hogyan képzelik el a vulkáni gáz-, és hamufelhő terjedését. Az elhangzott különböző válaszokat 4 nagyobb csoportba próbáltam sorolni, amit **10. ábrán** látható diagram is szemléltet:

A tanulók elképzelése a vulkáni felhők terjedéséről



A megkérdezettek 12-18 éves gimnáziumban tanuló diákok voltak. Az említett diagram is mutatja, hogy a program elkészítése nem volt hiábavaló.

A tesztórák után feltettem ugyanezt a kérdést a tanulók számára. Ekkor már sokkal egységesebb választ kaptam, mint a program elvégzése előtt. Az eddigi téves elképzelések helyett már dominált a vulkáni felhők szálas alakzathoz való kötése. Ezzel is bizonyítva, hogy a program elérte célját.

4.3. Óraterv

A feladat mélyebb megismeréséhez, könnyebb megértéséhez az alábbi több órás részletes óraterv létrehozását láttam szükségesnek. Az óratervnek két változata van, egyik a 7-8. osztályos tanulók számára a másik pedig a 9-12. osztályosok számára készült. Ezzel próbáltam meg a lehető legjobban igazodni az adott csoport képességeihez. Ennek a két változatnak felépítése hasonló, de az óra alatt eltérő mennyiség idő jut az egyes részekre, illetve eltérő szinten is fognak megismerkedni velük.

Az alábbi óraterv egy 9-12. osztályos csoportnak szól. A megjegyzések oszlop emellett tartalmazza a NAT kerettanterv ¹által előírt szükséges kompetenciákat.

1. Foglalkozás

Idő keret (t)	Az óra menete	Nevelési oktatási stratégia			Megjegyzések
		módszer	munkaformák	eszközök	
5 perc	Téma és az óra menetének ismertetése	Probléma felvázolás a	Frontális közlés	tanári beszéd	
15 perc	Téma rövid kifejtése	tanár interaktív előadása	irányított beszélgetés, kérdésfeltevés	ppt, tanári beszéd	
20 perc	Internetes kereső feladat kiadása közben folyamatos megbeszélés a feladatoknak (Pl.: az egyes vulkánkitörések milyen hatással voltak a környezetükre)	érdeklődést felkeltő kérdésekre a válasz keresése az interneten	Csoportos/egyéni megbeszélés, egyeztetés, vita.	számítógép	9-12. magasabb szintű feladatok kiadása NAT kompetencia - Az éghajlat és az időjárás élőlényekre gyakorolt hatásának - Természeti katasztrófák.
5 perc	Tanulságok levonása, tapasztalatok kiértékelése	kérdés-felelés	irányított beszéd	fűzet, tanári beszéd	

¹ A táblázat megjegyzés rovatában lévő idézett szövegrészek a <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1200110.KOR> oldalról származnak

2. Foglalkozás

Idő keret (t)	Az óra menete	Nevelési oktatási stratégia			Megjegyzések
		módszer	munkaformák	eszközök	
5 perc	gépek bekapcsolása, előkészítés az órára	-	-	-	-
10 perc	kezdőlap bemutatása (pl.: jelölésrendszer elmagyarázása, paraméterek megismertetése) , kérdések feltevése (pl.: Melyik vulkán okozhatta az ábrán látható vulkáni hamufelhőt)	interaktív előadás	Egyéni megfigyelés, elemzés, válaszadás, következtetés.	kivetítő, számítógép	
25 perc	a program használatához interaktív feladatok kiadása	Csoportos/ egyéni játékszerű vetélkedő (ki tud pontosabban válaszolni a kérdésekre)	Csoportos/ egyéni megbeszélés, egyeztetés, vita.	számítógép	NAT kompetencia: - fizikai törvényszerűségek és az időjárás kapcsolatának elemzése. - Az időjárást befolyásoló fizikai folyamatok. Időjárási jelenségek fizikai háttere. A légtér fizikai

					tulajdonságainak jellemzése -Évente legalább két-két fizikai, kémiai és biológiai kísérlet vagy vizsgálat elvégzés
5 perc	Tapasztalatok összegzése, kérdések tisztázása			fűzet, tanári beszéd	

3. Foglalkozás

Idő keret (t)	Az óra menete	Nevelési oktatási stratégia			Megjegyzések
		módszer	munkaformák	eszközök	
5 perc	gépek bekapcsolása, előkészítés az órára	-	-	-	-
15 perc	Káosz, pillangó hatás bemutatása, kaoszjellemzők elmagyarázása, megjelenítendő diagram értelmezése	interaktív előadás	Egyéni megfigyelés, elemzés, válaszadás, következtetés.	ppt, tanári segédlet, szimulációk	A 7-8. osztályosoknak sokkal egyszerűbben, akár néhány fogalmat ki is hagyva A 9-12. osztályosoknak szinte a programban megtalálható cikk. NAT kompetencia:

					természeti jelenségek, folyamatok időbeli lefolyásának leírása függvényekkel, grafikonok elemzése, értelmezése.
25 perc	a program használatához interaktív feladatok kiadása (pl.: csak a kitörés helyében eltérő felhőkesetén hol ülepszik ki több, melyik felhő nyúlik meg jobban)	Csoportos/ egyéni játékszerű vetélkedő (ki tud pontosabban válaszolni a kérdésekre)	Csoportos/ egyéni megbeszélés, egyeztetés, vita.	számítógép	NAT kompetencia - Az időjárást befolyásoló fizikai folyamatok. Időjárási jelenségek fizikai háttere. A légkör fizikai tulajdonságainak jellemzése

4.4. További fejlesztési lehetőségek

Az előzőekben említett tesztek a program sok, még (az előzőekben már említett) javítandó aspektusára hívták fel a figyelmet, amiket igyekeztem ki is javítani. Minél több teszt végzésére van lehetőség, annál teljesebb lesz a program.

5. Összefoglaló

Az elvégzett tesztek arra engednek következtetni, hogy a gyerekeket sokkal jobban lekötik az interaktív feladatok, mint a frontális tanítás. Ehhez a korosztályhoz közel állnak a technikai eszközök, a tanulók teljesen kiismerik rajtuk magukat. Így nagyobb kedvvel látnak hozzá számítógépes feladatokhoz. A tesztelés alatt látható volt, hogy a diákokat érdekli a program,

koncentráltak a feladatra, ez feltehetőleg annak tudható be, hogy olyan technikát, technológiát használhattak a tanuláshoz, ami a mindennapjaik szerves részét képezi. A technikai eszközöket széles körben lehet használni az oktatásban is, úgyhogy ezeket a lehetőségeket érdemes maximálisan kihasználni.

A programmal való tanítás, tanulás a tanárok számára is könnyebbséget jelent, hiszen az óra folyamán pontosabban és könnyebben tudják követni a tanulók tevékenységét. A fejlődés érdekében elengedhetetlen az újítások bevezetése, hiszen a fiatalok általában nyitottak ezekre. A korszerű módszerek alkalmazásának fontos szerepe van a jövőre nézve. A mai gyerekek felnőtt korában még jobban meghatározó lesz a számítógép és a különféle programok használata, ezért szerencsés, ha találkoznak ilyenekkel, van lehetőségük kipróbálni magukat és a programokat egyaránt még az iskolában, hogy a későbbiekben könnyebben boldogulhassanak. A továbbiakban lehetne akár még több hasonló programot létrehozni különböző témakörökben, amivel az előbb is említett okok miatt ezt a területet közelebbinek éreznék a tanulók magukhoz. A tanulás játékosává válik, amitől még izgalmasabb lehet feltárni a további funkcióit az adott tanító jellegű programnak. Mindezek mellett ezeknek az alkalmazásoknak a segítségével olyan ismereteket is lehet közölni, megismertetni a tanulóval, amelyek a tanóra kereteibe nem férnek bele, és az így szerzett tapasztalatok esetleg befolyásolják a tanulókat a pályaválasztás terén is.

Ugyanakkor a program nagyszerű lehetőséget ad tantárgyi integrációra is, ami ezzel a programmal könnyedén megvalósítható, hiszen egy óra keretében foglalkozhatnak számítógéppel, ismételhetik, kibővíthetik a földrajzból, környezetismeretből tanultakat kiegészítve pontos fizikai magyarázatokkal. A szimulációikon keresztül megtapasztalják, hogy a légköri szennyezések bonyolult, szálas alakzatok mentén terjednek, a vulkáni hamufelhők néhány hét alatt egy egész féltekén szétterjednek, emiatt nagyon nehéz ellenük védekezni, helyzetüket megjósolni. Megtapasztalhatják a káoszra jellemző pillangóhatást, a kis kezdeti különbségek gyors felerősödését. De azonnal eszközt is kapnak ezen erősödés mértékének számítására, hiszen ezt a nyúlási rátával mérhetjük, ami a ciklonok által uralt közepes szélességeken jóval nagyobb, mint az Egyenlítő mentén. Tapasztalhatják, hogy a kis hamurészecskék is több hetet tölthetnek a légkörben, ezért a kitörés helyétől igen távol érnek földet, és a kiüledett részecskék sem foltokban, hanem szálas mintázatok mentén rendeződnek el.

Mindeközben a valós, hétköznapi jelenségekkel is összekapcsolhatják az iskolában tanultakat. A programban szerzett tapasztalatokat megbeszélve eljuthatunk a természetvédelem, a közlekedés, de akár a környezetszennyezés, a globális felmelegedés problémáihoz is.

6. Függelék

6.1. Eredeti program részletes bemutatása

A program az European Centre for Medium-Range Weather Forecasts ERA-Interim, interneten elérhető, szabadon felhasználható adatbázis meteorológiai adatait használja. A felhasználónak le kell töltenie a kívánt adatokat a weblapról, majd egy megadott mappában elhelyeznie azokat. Lehetőség van az ezekkel az adatokkal megegyező formátumú meteorológiai előrejelzési adatok felhasználására is, ekkor jövőben lezajló szimulációkat is tudunk futtatni. A kitöréshez szükséges adatokat egy angol nyelvű felületen tudja megadni a felhasználó (lásd **1 ábra**).

Sok más beállítási lehetőség mellett többek között megadandó a szimuláció kezdeti, illetve végső időpontja <éééé.hh.nn.óó.pp.mm> formátumban, valamint meg kell határozni a kitörés helyét, a vulkáni felhő méretét és a követett részecskék számát

Az alapértelmezett beállításokat a program a **default/default_simulation_setup.txt**-ből olvassa be, melynek adatai tetszőlegesen változtathatóak. A felhasználói felületen módosított alapértelmezett adatok a **Default** gombra kattintva tölthetőek vissza. Az alapértelmezett adatokat tartalmazó fájl módosítását **Load** gomb segítségével tudjuk megjeleníteni. Amennyiben minden kívánt változtatást véghezvittünk, a szimulációt a **Generate simulation setup** gomb segítségével tudjuk generálni. Ezek után a szimuláció elindításához már csak a **Start simulation** gombra kell kattintani.

A részecskék útvonalának vizuális megjelenítése egy újonnan megnyílt ablakban történik. **(2. ábra)** Ezen a felületen a szimuláció lefutása közben lehetősége adódik a felhasználónak a rajzolásra vonatkozó beállítások változtatására, mint például az ábrázoláshoz használt térkép

helyzetének változtatása, a kirajzolási sebesség csökkentése, növelése és a részecskéket szimbolizáló négyzetek méretének módosítása.

A program részletes működését és a szimulációk fizikai hátterét angol nyelven a Haszpra and Tél (2013), magyar nyelven a Haszpra (2014, 2018) publikációk mutatják be, az utóbbiban a megértést könnyítő magyarázó szövegek is megtalálhatók.

6.2. Programom felhasználói felületének technikai megvalósítása

A létrehozott felhasználói felületet és működését az alábbi, Java programnyelven írt fájlok írják le:

- Main.java file: Ebben található az ablak megjelenítéséhez szükséges parancsok, illetve tartalmazza az ablak méretét szabályozó utasításokat is.

- FXML.fxml: Ez tartalmazza a felhasználói felület elemeit, egymáshoz képesti elhelyezkedésüket, egyéni címüket és esetlegesen hozzájuk rendelt függvények elnevezéseit (ezek a függvények írják le panel előbukkanását, kép előrekerülését, stb.). Ezek mellett ez a fájl definiálja az egyes elemeket is, mint pl.: Pane (panel), Button (gomb), ImageView, stb..

- FXMLController.java: Ez tartalmazza a felület vezérlést különböző függvényekben, pl. egy gomb megnyomásának hatását. A fájl elején feltüntetett egyedi nevek alapján azonosítja az FXML-ben megtalálható objektumokat. Itt van leírva a térkép működései is. A térkép maga csak egy kép, felé húzva az egeret megváltozik a kurzor először keresztte, majd a térképhez egy egérekattintás-figyelő függvényt rendelve a függvény beolvassa pixelekből a kattintás helyét, átszámolja a megfelelő földrajzi koordinátákra, és ezekkel felülírja a megfelelő szövegmezők szövegét is.

- css.css: Leírja, hogy az egyes elemek milyen stílusban jelenjenek meg a képernyőn (pl. betűtípus, szín, kurzorra való reagálás... stb.)

- A properties fájlok tartalmazzák az összes szövegdoboz, label tartalmát. Nyelvenként új fájl létrehozása szükséges. Az FXML-ben lévő szövegdobozok pedig ezekben a fájlokban tárolt szövegre mutatnak. A nyelvválasztó gomb csak azt változtatja meg, hogy melyik properties fájlra mutasson.

Irodalomjegyzék:

Haszpra T. (2014): A RePLaT modell és alkalmazása légköri szennyeződések terjedésének vizsgálatára. PhD értekezés, ELTE TTK Elméleti Fizikai Tanszék, Budapest, 121 p.

Haszpra T. (2018): RePLaT-Chaos: A légköri szennyeződésterjedés kaotikus vonásainak szemléltetésére - Elméleti háttér és felhasználói dokumentáció. ELTE TTK Elméleti Fizikai Tanszék, Budapest, 17 p.

Haszpra, T., Tél, T. (2013): Escape rate: a Lagrangian measure of particle deposition from the atmosphere. *Nonlinear Processes in Geophysics*, 20 (5), 867–881 (doi: 10.5194/npg-20867-2013).

A fenti források linkjei elérhetek Haszpra Tímea hivatalos weblapjáról:

<http://hatimi.web.elte.hu/honlap/publ.html>

A program letölthető az alábbi weblapról:

<http://hatimi.web.elte.hu/RePLaT/>

Nemzeti alaptanterv:

<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1200110.KOR>