

# Számítógépes grafika zárthelyi (Vonatok)

## Tudnivalók

A zárthelyi során az alábbiakban felsorolt oldalak (valamint képletek) anyagai használhatóak. Saját pendrive/cloud storage/weboldalak használata nem megengedett! Amennyiben valakinél észrevesszük külső forrás (tutorial, facebook, mail, szomszéd stb.) használatát, a ZH azonnal elégtelennel ér véget számára.

## Ponthatárok

- 0 - 44% elégtelen
- 45 - 49% elégséges
- 50 - 69% közepes
- 70 - 84% jó
- 85%+ jeles

## Segédanyagok

A géptermi során az <http://www.opengl.org/>, a [glm](#), [glew](#), [GLSL](#), [wikipedia](#), [Wolfram Mathworld](#), [c++](#) oldalai, valamint a [cg.elte.hu](http://cg.elte.hu) bármely aloldala és bármely oktató oldala használható. Az utóbbiak a következők:

Előadás:

- <http://cg.elte.hu/index.php/grafika-bsc-eloadas-anyagok/>
- <http://cg.elte.hu/~hajder>

Gyakorlat:

- <http://cg.elte.hu/index.php/grafika-bsc-gyakorlat-anyagok/>
- [http://cg.elte.hu/~bsc\\_cg](http://cg.elte.hu/~bsc_cg)
- <http://irudolf.web.elte.hu/>
- <http://iffan.web.elte.hu>
- <http://people.inf.elte.hu/puzsaai/graf/>
- <http://cg.elte.hu/~dekanyf/>
- <http://cg.elte.hu/~agostons>
- <http://cg.elte.hu/~sasasoft/>
- <http://cg.elte.hu/~robi>
- <http://cg.elte.hu/~imp/>
- <http://cg.elte.hu/~izaingrid/>
- <http://cg.elte.hu/~smilo/>
- <http://cg.elte.hu/~geri1245/>
- <http://cg.elte.hu/~magyari/>

## Feladat

Közeledik a karácsony, így mindenki ajándékot keres a szeretteinek. Hosszas mérlegelés után az optimális ajándék egy (természetesen) házi készítésű [Train simulator](#) keretében ölt testet.

## Geometria (35 pont)

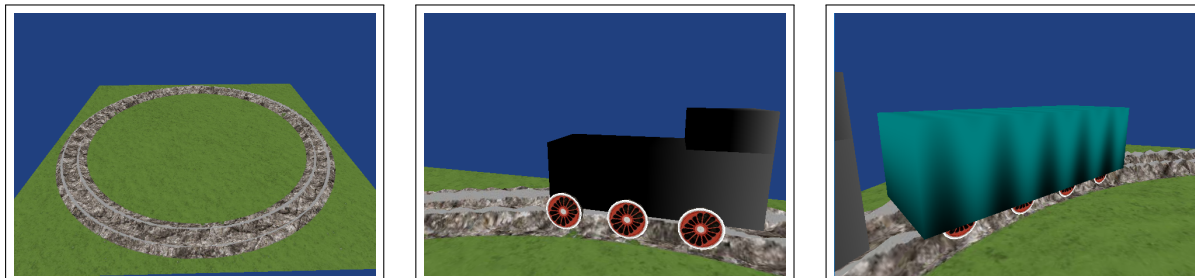


Figure 1: Talaj, mozdony, vagon

### Talaj (9 pont)

- Készíts egy  $20 \times 20$  egység nagyságú négyzethálót, 0.2-es felosztással az XZ síkban úgy, hogy a középpontja a  $\{0,0,0\}$ -ás pontba essen. (2 pont)
- Rendelj textúra koordinátákat és normálvektorokat az alakzathoz. (1 pont)
- Használd a mellékelt textúrát (trail.jpg) a textúrázáshoz. (2 pont)
- A sín vonalaira eső pontokat a **vertex shaderük segítségével** emeljük ki a talaj szintjéből. A sín pár egy 8 ill. 9 sugarú körív mentén fekszik. Egy sín szélessége (körülbelül) 0.4 egység legyen, a középponttól vett távolsággal egyenletesen csökkenjen a kiemelkedése. (4 pont)

### Mozdony (14 pont)

A mozdonyt a következő elemekből alakítsd ki:

- Készíts egy 1.5 egység hosszú, 0.5 egység széles és 0.5 egység magas téglatestet alapként. (2 pont)
- A kerekek (oldalanként 3) 0.3 sugarú 0.1 egység magas zárt hengerek legyenek és úgy helyezkedjenek el az alap mentén egyenletesen, hogy a középpontjuk az alap aljának magasságában legyen. (4 pont)
- Erre helyezz el egy 0.5 egység hosszú, 0.5 egység széles és 0.25 egység magas téglatestet, a fülkét imitálva. (2 pont)
- Rendelj normálvektorokat az alakzathoz. (3 pont)
- Használd a mellékelt textúra (wheels.png) bal oldalát a hengerpalást, míg a jobb oldalát a körlapok textúrázásához. (2 pont)
- Az alakzat többi részének színezését generáljuk a fragment shaderben: lineárisan interpoláljunk 0.0 és 0.3 között a fenti ábrának megfelelően. (1 pont)

## Vagon (12 pont)

- Az egyes kocsikat 2.0 egység hosszú, 0.6 egység széles és 0.75 egység magas téglatestekként készítsük el. (2 pont)
- A kerekek (oldalanként 4) 0.25 sugarú 0.1 egység magas zárt hengerek legyenek. Úgy helyezkedjenek el az alap alján egyenletesen, hogy a középpontjuk az alap aljának magasságában legyen, míg a vízszintes pozíciójuk az alaptól 0.1 egységgel beljebb essen (így a mozdonnyal azonos nyomtávra kerülnek a kerekek). (4 pont)
- Rendelj normálvektorokat az alakzathoz. (3 pont)
- Használd a mellékelt textúrát (wheels.png) a kerekek textúrázásához. (1 pont)
- Az alakzat többi részének színezését generáljuk procedurálisan a fragment shaderben: a zöld és kék csatorna esetén egy megfelelő periodikus függvénybe helyettesítsük a kimenő x pozíció 16-szorosát, majd ebből vonjuk le az y pozíciót, végül pedig az egészet helyezzük el az előzőleg megfelelt periodikus függvény felébe (
$$\sin(\sin(16x) - y) \cdot 0.5$$
). A piros csatorna legyen konstans nulla. Ügyeljünk a megfelelő periodikus fv értékkészleteire. (2 pont)

## Szintér (44 pont)

### Szimuláció (14 pont)

- A mozdonyt és a vagon/vagonokat úgy helyezd el, hogy a kerekük a talajt (sínpart) érintse, de ne lógjon át rajta. (2 pont)
- A vonatot a talaj textúráján szereplő, 8 sugarú köríven helyezzük el úgy, hogy a mozdony középpontja a 8.5,0,0-ás pont felett helyezkedjen el. (2 pont)
- Mögé az óramutató járásával ellentétes irányban helyezzünk el 3 vagon, a körív megfelelő pontjára pozicionálva. A mozdony és az egyes kocsik közt hagyjunk 0.5 egység (30 fok) távolságot. (4 pont)
- A space gomb lenyomására a vonat induljon el a köríven, haladjon egyenletes sebességgel az óramutató járásával ellentétes irányba. Egy kört 3 másodperc alatt tegyen meg. (3 pont)
- A kerekek forogjanak: a nagyobbak 0.5, míg a kisebbek 0.25 másodperc alatt tegyenek meg egy kört. (3 pont)

### Fények (16 pont)

- A színteret világítsa meg egy, a talajra merőlegesen lesütő irányfényforrás a következő RGB diffúz és ambiens színnel: {201, 226, 255}. (5 pont)
- A mozdony elejére helyezzünk el egy pont fényforrást, ami a mozgó járművel együtt haladva világítja meg az előtte levő sínt. {255, 197, 143} diffúz és ambiens színt vessen. (5 pont)
- A pont fényforrást alakítsuk kúp fényforrássá. (2 pont)
- Spekuláris csillanást Phong vagy Blinn-Phong modell alapján számoljunk, féhéren csillanjanak mindegyik fény esetén. (4 pont)

## Környezet (14 pont)

- Legyen működő skybox a színtérben. (3 pont)
- A karácsonyi hangulat érdekében hulljon alá hó a színtérre, 10 egység magasságból indítva a pontokat/részecskéket. A talajt elérve kerüljenek vissza a kezdeti pozíciójukba. (6 pont)
- Tartsuk számon a lehullott részecskék darabszámát. A darabszám tükrében lineárisan váltson át a talaj textúrája a megadott (trail\_snowy.jpg) textúrává. 2000 darabnál érje el az 1-es hóintenzitást. (5 pont)

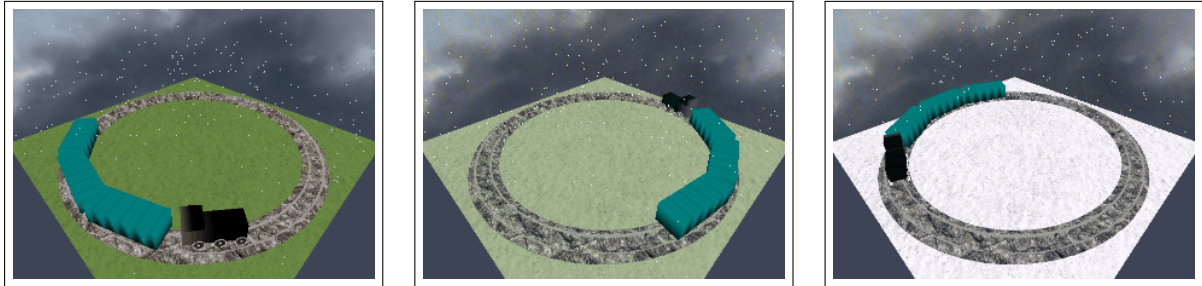


Figure 2: Környezet

## Interakció (27 pont)

ImGuival valósítsd meg a következőket:

- Lehesen állítani a vagonok darabszámát, 0 és 8 között. (3 pont)
- Lehesen állítani egy kör megtételének időtartamát, 4 és 20 mp között. (2 pont)
- Írd ki a gui-ra, hogy hány hó részecske érintkezett eddig a talajjal. (1 pont)
- Az irányított fényforrás legyen képes "keringeni" a talaj síkja körül, amit egy gomb lenyomásával indíthassunk el. Egy kört 10 mp alatt tegyen meg. (4 pont)
- Lehesen állítani az irányított fényforrás színét. (2 pont)
- Lehesen állítani a mozdony fényforrásának színét. (2 pont)
- Egy InputText-be adhassunk meg tetszőleges .obj fájlt, amit egy gomb lenyomásával betölthetünk és custom mozdonyként felhasználhatunk az általunk készített helyett (pl. train.obj, suzanne, cow). (5 pont)
- A betöltött objektumokat jelenítsük meg egy listában, amin keresztül törölhetjük a betöltött modelleket. (4 pont)
- Választhassunk az általunk készített és a custom mozdonyok között az előbb elkészített lista segítségével. (4 pont)

## Plusz feladatok (6 pont)

- Az irányított fényforrás jelenlegi iránya legyen hatással a mozdony fényforrására: energiahatékonysági okokból csak akkor kapcsoljon be, ha az irányfényforrás a horizonton kívülre került. Újbóli napfelkelte esetén pedig ismét kapcsoljon ki. (6 pont)