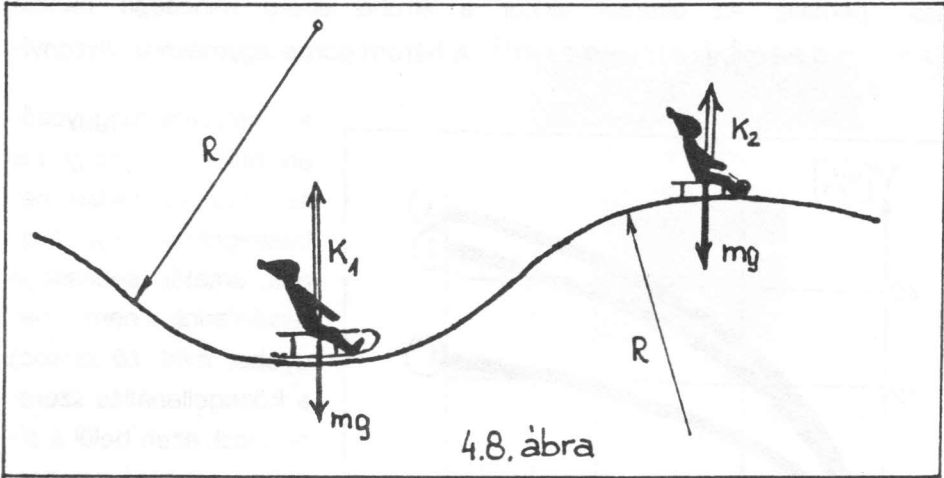
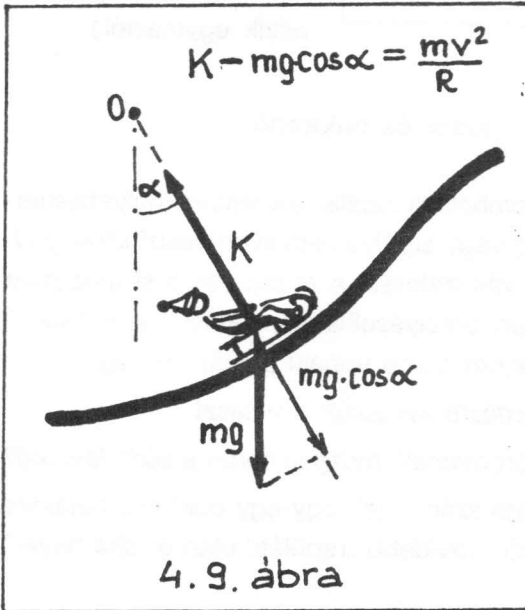


#### 4.2.4. A változó súrlódás



A „hullámos” pálya következtében a mozgást akadályozó súrlódási erők és a megfelelő energiaveszteségek is megváltoznak. Amikor a test egy gödörben csúszik a súrlódási erő nagyobb, amikor azonban dombon csúszik akkor kisebb, mint a sík terep esetében ( $\mu$  értéke közben nem változik.) A súrlódási erő változását a csúszó test és a talaj közti nyomóerő változása okozza. Így a 4.8. ábrának megfelelő terepviszonyok esetén a gödör legalján a talaj által a szánkóra kifejtett nyomóerő



$$K_1 = K + m \frac{v_1^2}{R_1}$$

ahol  $K$  a vízszintes talajtól származó nyomóerőt ( $K = mg$ ),  $v_1$  a pillanatnyi sebesség értékét,  $R_1$  pedig a gödör aljának ívét helyettesítő körív sugarát jelenti. A domb tetején a szánkóra ható nyomóerő hasonló gondolat alapján:

$$K_2 = K - \frac{mv^2}{R_2}$$

Közbülső helyzetben a nyomóerő számításához a 4.9. ábra nyújt segítséget. A súrlódási erő változása, azonos  $\mu$  érték mellett, a nyomóerő változását követi.

#### 4.2.5. Ugratás szánkóval

A szánkózás „szépségéhez” vitathatatlanul hozzátartozik az „ugratás” is. Ha lejtőn sebesen mozgó szánkó útjába kisebb dombok, buckák kerülnek, a szánkó gyakran csak addig csúszik a havon, míg a buckán felfelé halad, a „lefelé-utat” sokszor már a levegőben repülve teszi meg.

Vizsgáljuk meg a jelenség fizikai magyarázatát!

A buckán mozgó szánkó akkor válik el a felülettől, ha a kényszererő zérussá válik. A továbbiakban tehát azt kell megvizsgálnunk, hogy a buckán csúszó szánkó esetében, mikor lesz  $K = 0$ . A súrlódási erő változásának magyarázata során meghatároztuk, hogy a talaj a domb tetején a szánkóra éppen függőleges irányú

$$K = mg - \frac{mv^2}{R}$$

nagyságú erőt fejt ki. A kifejezésből következik, hogy adott dombon, növekvő szánkósebességek esetén  $K$  értéke rohamosan csökken.  $K$  értéke zérussá válik, ha  $mg = m \frac{v^2}{R}$ , azaz

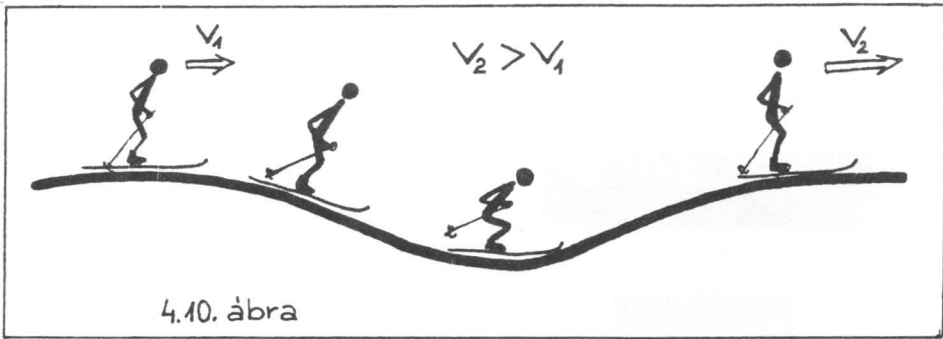
$$v > \sqrt{gR}$$

sebesség esetén a szánkó a domb tetejéről nem csúszik tovább, hanem egy vízszintes hajításnak megfelelő röppályán folytatja mozgását, amíg ismét földet ér.

#### 4.2.6. A sízés több, mint csúszás!

Az eddigiekben a lejtőn csúszás törvényeit vizsgáltuk. Ha az elmondottakat közvetlenül kívánnánk alkalmazni a sízésre, úgy ezek csak olyan esetekre adnának magarázatot, amikor a síző egyenes irányban, párhuzamos lécekkel, minden izommunka nélkül csúszik a lejtőn. A sízés azonban ennél jóval több. Szinte soha nem egyenes vonalon csúszunk a lejtő aljáig, a siklást ívelt kanyarok, gyors fordulók tarkítják. A síző mozdulataival, izommunkájával uralja a siklást. Kihasználva a terep adottságait is a sportoló fékezheti vagy akár sokszorosára fokozhatja sebességét. A passzív lecsúszás esetén elérhető maximális sebességeket a 4.7. ábra grafikonjai mutatják. Érdemes ezeket az adatokat valódi eredményekkel is összevetni. A nagy világversenyeken a legeredményesebb versenyzők a pálya egyes szakaszain gyakran megközelítik a *200 km/óra* átlagsebességet (pl. az amerikai *Tom Timmons* 1976. november 11-én Cerviniában elért rekordsebessége *194,489 kg/óra*! Az 1976. évi Olimpia osztrák bajnoka *Franz Klammer* a *3145 m* hosszú pályát *1 perc 45,73 másodperc* alatt tette meg – ez *107,08 km/óra* átlagsebességnek felel meg.) Az adatok összehasonlítása egyértelműen mutatja, hogy a síző nem egyszerűen csúszik a lejtőn, hanem aktívan munkát végez.

Az aktív sízés és a passzív csúszás közti különbség egyszerűen érzékelhető az alábbi példán. Tekintsünk egy sízőt, aki a pálya egy közbülső vízszintes szakaszán  $v_0$  sebességgel érkezik a 4.10. ábrán illusztrált mélyedés széléhez. Ha a sportoló passzívan csúszik, akkor a mélyedést biztosan  $v_0$ -nál kisebb sebességgel hagyja el. A sebességcsökkenés oka a súrlódás (a közegellenállástól tekintsünk el!), amely a gödör esetén a korábban tárgyaltak szerint fokozott szerepet kap. Ha azonban a síző megfelelő „láb-munkát” végez, alkalmas pillanatban guggol mélyebbre, illetve emelkedik feljebb, a gödröt elhagyva sebessége nagyobb lehet, mint amekkora a mé-



lyedés előtt volt. A jelenség a hintázó gyerekek mozgásához hasonlítható. Itt is arról van szó ugyanis, hogy a súlypont megfelelő pillanatban történő emelésével és süllyesztésével a síelő izommunkája a mozgási energiát növeli.