

Lisebergsprojekt, ht 2012, F1, Grupp 1, Lisebergbanan och Uppskjutet

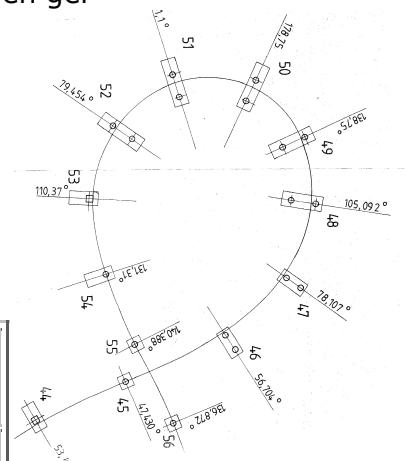
Lisebergbanan, som invigdes 1987 är speciellt designad av Anton Schwarzkopf, som som lär har sagt att Lisebergbanan var hans personliga favorit. Stationen ligger 20 meter över havet och banans högsta punkt är 65 m.ö.h. Tågets massa är 5950 kg, och banans längd är 1340 m. Ni får i uppgift att studera två delar av spåret. Före besöket kan ni räkna igenom vilka krafter som skulle gälla *utan* energiförluster. På plats kan ni sedan ta tid på tågets passage (det räcker att göra detta för området runt Uppswinget).



Runt Höjdskräcken

Strax efter starten rundar tåget Höjdskräcken och lutar som mest – omkring 84 grader. Hur ser krafterna ut i denna punkt? Eftersom tåget har åkt så kort sträcka kan ni försumma energiförluster och använda höjdskillnaden för att få ut farten. Spårets väg runt Höjdskräcken beskrivs av en "spline". Det finns då inte några angivna krökningsradier, men man kan i stället utnyttja angivna vinklar, c , i horisontalplanet och utnyttja spårlängden mellan stolparna för att beräkna en lokal krökningsradie. Tabellen ger

- höjd över havet, H (m)
- avstånd från stolpe 47, S (m)
- lutning i banans riktning, a (°)
- lutning i sidled, b (°)
- riktning i horisontalplanet, c (°) (ligger mellan 0 och 180° - lägg till 180° för stolpe 51.



Stolpe	H (m)	S(m)	a (°)	b (°)	c (°)	Kommentar
47	45.4	ref	9.2	-39.4	78.1	"Lokalt minimum"
48	45.3	6.8	-7.0	-42.7	105.1	
50	48.9	20.2	-10.3	-82.6	178.8	Största lutningen
51	48.9	27.2	9.2 -79.2	41.1		
54	44.4	48.2	2.16	-27.0	131.1	Nästa dal
55	44.6	55.2	-4.75	-6.3	140.4	På väg in i under spåret

Energiförluster?

Berg- och dalbanor är exempel på energiomvandlingar, där lägesenergin i högsta punkten blir till rörelseenergi som sedan blir till lägesenergi igen. Lägsta punkten ligger 19.5 m.ö.h. hur fort skulle tåget gå där om friktion kunde försummas?



I denna undersökning studerar ni energin när tåget passerar gångstigen, intill Uppswinget. Tag tiden på tågets passage på väg upp och ned. Låt flera gruppmedlemmar ta tid på samma tåg, och fyll i alla uppmätta tider på det arbetsblad ni fått. Beräkna medelvärde och standardavvikelse för tiden för de olika tågpassagera.

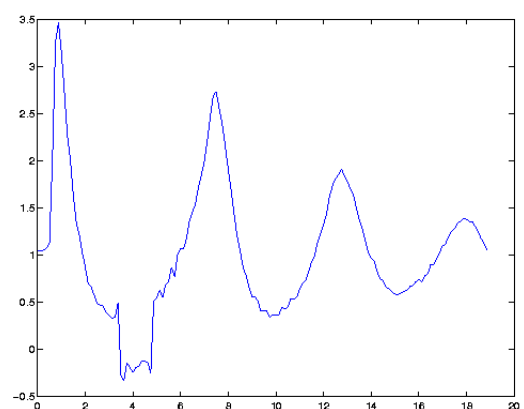
Beräkna farten och jämför summan av potentiell och kinetisk energi (uttryck den gärna i J/kg) för de olika passagera. Använd era resultat för att uppskatta farten när tåget passerar lägsta punkten i minst ett av varven runt Uppswinget. Beräkna krafterna i vertikal och horisontalld. Jämför med data i tabellen. Är spåret korrekt doserat (dvs lutar spåret så att kraften från spåret blir precis vinkelrät mot spåret)?

Stolpe	H (m)	S(m)	a (°)	b (°)	R(m)	r(m)	Kommentar
67	42.8	479	33.13	36.6	27.0	-	Över vägen
68	36.6	488	33.13	39.8	27.0	-	Över vägen
73	26.6	516	0	42	27	40	Längst ned
79	39.3	550	-19.12	35.4	27.0	50.0	Över vägen
80	41.5	562	-7.21	33.1	25.0	40.0	Över vägen
88	44.5	627	2.50	19.7	25	-40	Högst upp
90	40.9	643	24.54	35.5	24.0	-40.0	Över vägen
91	36.0	651	31.84	39.2	24.0	-	Över vägen
96	27.0	678	1.26	41.4	24.0	40	Längst ned
102	38.9	711	-25.30	34.9	21.0	-30.0	Över vägen
103	41.6	721	-6.17	24.1	21.0	-30.0	Över vägen
105	41.80	740	0.0	13.0	21.0	-	
106	41.80	746	0.0	10.6	21.0	-	107-8 Broms 2. + "Abtrag"
111	40.7	788	4.91	26.6	15.0	-25.0	Över vägen
112	38.1	795	26.88	31.9	15.0	-25.0	Över vägen
120	22.7	850	-1.07	11.8	120	100	Lägsta punkten i dalen



Uppskjutet

Figuren till höger visar "g-kraften" under en tur med Uppskjutet. I detta fall blir det vertikalkomponenten av ($\mathbf{a}-\mathbf{g}$)/g. Data (tid i sekunder och "g-kraft") finns på filen <http://physics.gu.se/LISEBERG/accel/uppdata> som kan läsas in i matlab eller kalkylprogram. Några av undersökningarna kan göras före besöket, t.ex.



- Hur stor är accelerationen vid starten?
- Efter högsta punkten faller man fritt. Hur länge? Vilken fart kommer man upp i?
- Vid vilka tidpunkter har farten maximum? Är farten 0 någon gång?
- Utnyttja grafen för att göra en skiss över hastighet och höjd som funktion av tiden och markera de olika momenten.



- Prova också numerisk integration redan före besöket. Ta med data till parken för att jämföra med era observationer nedan. Under besöket kan ni också (frivilligt) ta upp egna mätdata att analysera efteråt.

På plats kan ni, förutom att åka och känna krafterna på kroppen, observera attraktionen. Ser du att var femte tvärbalk är kraftigare? Varje "box" med fem rutor är 12 meter hög. Detta kan du utnyttja för att uppskatta hur högt man kommer vid varje studs: Notera hur många "boxar" den passerar och antalet "smårutor" extra. Skriv ned och spara för att ta med i rapporten! Räkna om till höjd och jämför med mätdata.

Lycka till!

Ann-Marie.Pendrill@physics.gu.se, 2 sept 2012

