

När välter det lutande tornet i Pisa?

Finns det fortfarande en risk att det lutande tornet i Pisa kommer att rasa? Det är frågan.

Det beror på hur marken uppför sig

Man behöver alltså känna till jordlagrens sammansättning och tekniska egenskaper, dvs geotekniska kunskaper. Både i Venedig (där tornet kollapsade 1902) och Pisa består undergrunden av mjuka lager av gyttja, lera och sand. Ingen bra förutsättning för grundläggning.

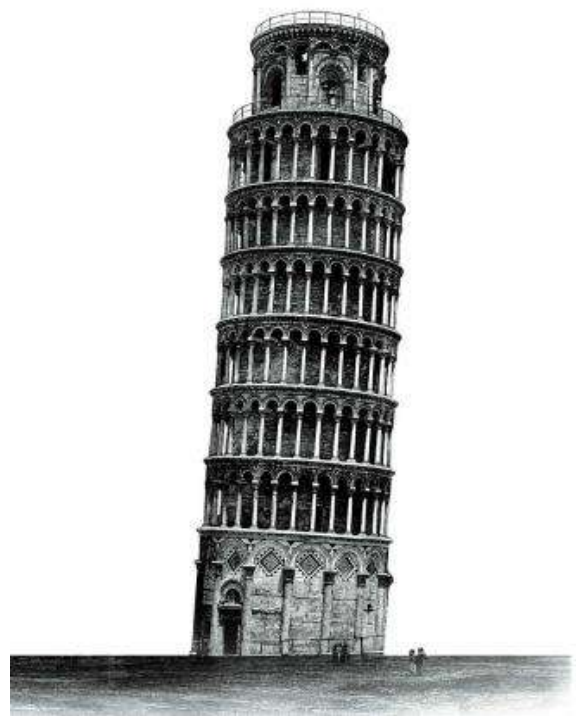
Bortglömda kunskaper

En av världens mest kända geotekniker, Laurits Bjerrum från Norge, berättade ofta historien om fursten i det antika Anatolien som ville bygga ett nytt palats. Han engagerade en byggmästare som fick uppdraget att uppföra palatset. Byggmästaren påbörjade arbetet genom att fylla upp byggplatsen med stora mängder jord till ansenlig höjd. Sedan lämnade han platsen för lång tid. Byggherren blev med tiden otålig och undrade när bygget skulle påbörjas. Efter några år återkom byggmästaren, schaktade bort jordfyllningen och uppförde palatset. Byggnaden blev till belåtenhet för fursten och stod stadigt utan att drabbas av några framtida sättningsskador.

Den här metoden brukar kallas för förbelastning och används än idag, bl.a. vid järnvägs- och vägbyggen, där man önskar en stabil grund för konstruktionen och som blir fri från sättningar i framtiden. Används även till byggnadskonstruktioner av olika slag.

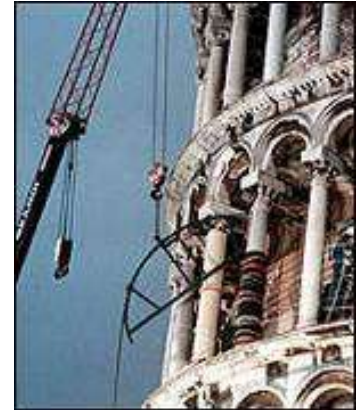
Förhållandena i Pisa och bygget av tornet

I Pisa gjorde man ingen förbelastning utan byggde som vanligt, dvs. man schaktade ut för grunden och byggde en grundkonstruktion i sten. Tornbygget började 1173 med de fyra första våningarna. Redan under uppbyggnaden började tornet luta. Till en början oroade man sig inte för det, ty det var vanligt att byggnader i Pisa rörde sig oregelbundet på grund av den lösa undergrunden. Arbetarna försökte lösa problemet genom att göra pelarna på tredje och femte våningen högre på den ena sidan. Detta fick tornet att anta en bananliknande form. Tornbygget fortsatte emellertid i olika etapper upp till 8 våningar till en höjd av något mer än 54 m. Men tornet fortsatte att "luta" och år 1550 hängde toppen ut flera meter utanför botten. Lutningen förvärrades på 1800-talet, då en lokal professor lät gräva ut kring grunden.

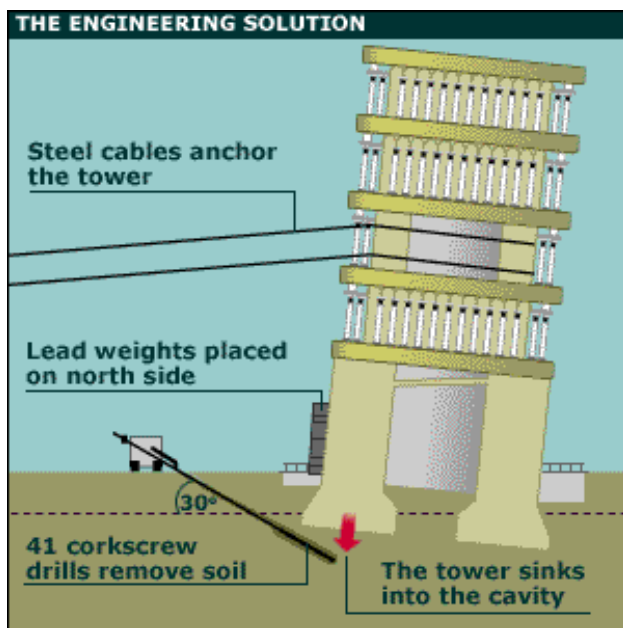


1990 hade tornets rörelser med i runda tal 1 mm per år fört det till randen av kollaps. Datormodeller förutsade att det skulle ha vält när det nådde en lutning av 5,44 grader. Men 1990 var lutningen 5,5 grader, med sjunde våningen, närmast under klocktornet, hängande ut över grunden med 4,5 m. Man insåg att något måste göras – men vad?

Man satte igång utredningar men kunde inte enas om vilken metod som var bäst. Tornet stängdes för besökare och den tunga klockan i klocktornet lyftes ned för att minska tornets tyngd. Tornet förankrades med vajerlinor som fästes i en ”korsett” som var spänd runt tornet. Så såg det ut när vi besökte Pisa år 2000. Bilden här till höger ger bara en aning om arrangemanget, men det var den enda bild som stod till buds.



Den här situationen varade i tio år medan utredandet pågick utan att man kom fram till ett godtagbart förslag. Utredningsväsendet i Italien plågas av prestige och interna strider, och tar därför orimligt lång tid. Man gick miste om tio års turistintäkter.



Med tiden kom ett förslag från professor John Burland i England. Det gick ut på att med ”korksruvsborrar” avlägsna jord under den norra delen av tornet som inte sjunkit ner. Med lite hjälp skulle då tornet räta upp sig självt. Förslaget antogs och de första borringarna startade 1999 och under de första spända veckorna hände ingenting. Men så plötsligt började det ge resultat. I februari 2000 började de fullskaliga borringarna och blytyngder placerades på norra sidan. I juni 2000 hade lutningen reducerats med 16 cm och återställt tornet till den lutning det hade 1870. När arbetet avslutats 6 juni 2001 hade tornet återgått till det läge det hade 1838, alltså innan grävningen för

en gångväg runt tornets grund fick det att öka lutningen åt söder.

Professor Burland har ett optimistiskt och en pessimistiskt framtidsscenario. Det första säger att tornet har stabiliserats för gott. Det andra säger att lutningsprocessen kommer att starta igen – och att tornet inom 200-300 år är tillbaka där det var 1990, alltså på randen av kollaps.

Vi hinner inte uppleva detta utan får skynda oss, att liksom alla andra turister, uppleva och fotografera dagens attraktion.

