

## Globen: världens mest miljövänliga byggnad

### *Hur kommer det sig?*



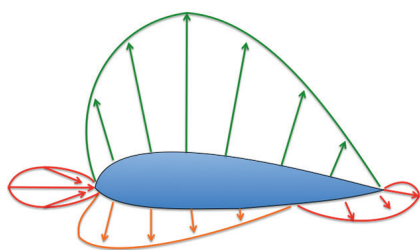
Jämförelser mellan olika geometriska kroppar som exempelvis kuber, rätblock, pyramider och klot visar tydligt att cirkulära och andra runda former alltid vinner vad gäller maximal volym och minimal area. Det leder bland annat till viktiga och unika miljöegenskaper för sfäriska byggnader samt ger lägre material- och driftskostnader.

**G**loben i Stockholm har volymen  $605\,000\text{ m}^3$ , en volym som motsvarar drygt 4,6% av världens oljeproduktion per dag, vilken är cirka 82 miljoner fat råolja. Globen invigdes i februari 1989 och är fortfarande världens största sfäriska byggnad. Den används för olika ändamål som sportevenemang, festivaler och konserter. Byggnaden är 110 meter i diameter, 85 meter hög invändigt och byggd i stål, betong och glas. De som ritade Globen tänkte sig en annorlunda arkitektur med en siluett som fångar blicken från långt håll. Annorlunda och ovanliga strukturer har alltid tilltalat människor, tänk på pyramiderna i Egypten, Taj Mahal i Indien, Eiffeltornet i Frankrike och den kinesiska muren. Globens arkitekter kanske inte tänkte särskilt på miljöaspekter, utan snarare härmade solsystemet. Om Globen representerar solen så är jorden ett klot med 65 cm i diameter och ett sådant klot finns på Cosmonova. Den som är hemmastadd i Stockholms utbredning kan då få en uppfattning om förhållandet mellan solen och jorden, både vad gäller storlek och avstånd.

Men tittar vi närmare på byggnaden så förstår vi att Globen är mycket miljövänlig. Hur då? Geometri är den del av matematiken som ägnar sig åt kunskapen om olika strukturer eller former: vinklar, längder, areor, volymer, osv. Geometri är till stor hjälp för design och arkitektur. Varje geometrisk form har egenskaper som på ett eller annat sätt skiljer sig från de andra. Gamla medeltidsbroar vilade på bågar eller halvcirklar och inte på raka sträckor för ökad hållbarhet. Moderna broar med långa spann använder en annan geometri som bättre fördelar belastningen.



*Romerska bron i Segura, Portugal, byggd på 200-talet, med sina för tiden typiska halvcirkelbågar*



Ett flygplan är spetsigt framtill för att minska luftmotståndet och därmed öka farten. Vingarna har rakare undersida än ovasida. De är spetsiga på baksidan men bredare på framsidan för att skapa högre lufttryck under och lägre lufttryck över vingen för att det ska bli tryckskillnad och ge lyftkraft.

## Bygga stort men billigt och hållbart

När det gäller stora byggnader och andra gigantiska konstruktioner är arkitekterna intresserade av volym, area, massa och materialkostnader samt hållbarhet och utformning. En fördel med en sfärisk byggnad är att den får störst volym med minsta mängd byggmaterial. Detta är både en ekonomisk och en miljömässig konsekvens som ger mindre materialinköp, kortare arbetstid och lägre energianvändning. I byggbranschen är man alltid ute efter att bygga billigare och med mindre mängd byggmaterial blir det också billigare att måla och senare att renovera. En mindre area innebär även lägre värmeutstrålning eftersom energiförlusten i en byggnad mest sker genom en utstrålningsprocess.

Den sfäriska formen är också en konstruktion som är mycket stabil då den är kompakt och byggnadens vägg är kurvig och inte rak. En sådan byggnad kan, jämfört med andra byggnadsformer, bättre stå emot kraftiga jordskalv och risken att en klotformad byggnad kollapsar är minimal – därför kan den rädda liv.

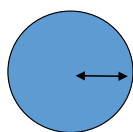
En byggnad som Globen kan stå emot kraftiga vindar med orkanstyrka vilket gör att den är betydligt tryggare att vistas i jämfört med andra byggnader. Luften som angriper byggnaden glider bara förbi och skadar inte något. Oavsett från vilket håll det blåser så är arean på träffytan alltid densamma. Tvärsnittarean blir som en cirkel och den är alltid konstant. En vanlig byggnad som ser ut som en låda skapar ett stort luftmotstånd och hela byggnaden kan gunga fram och tillbaka när det stormar kraftigt. Ett känt exempel på en sådan byggnad är FN-skrapan i New York.

## För framtida lösningar på miljöfrågor

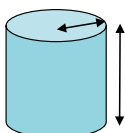
För att kunna se skillnaden mellan olika geometriformer låter vi elever i åk 1 på naturvetenskapsprogrammet göra en enkel beräkning som gäller begränsningsarea och volym av de mest vanliga geometriska formerna: klotet, kuben, cylindern, konen och lådan (rätblocket). Vi förutsätter att dessa former har en och samma volym om  $1000 \text{ m}^3$  och vi undersöker deras totala begränsningsareor. Eleverna arbetar med uppgiften som en direkt tillämpning av geometridelen i boken.

Klassen delas upp i smågrupper om 3–4 elever och gör en tabell över de beräkningar för de olika areor de får från varje form. Från tabellen ser vi tydligt att den form som har den minsta begränsningsarean är klotet följt av cylindern, kuben och konen. Klotet är den geometriska form som har en volym med minst area, eller om vi vänder på det, den form som har en area som begränsar störst volym.

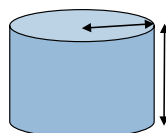
Gymnasieelever bör förstå de olika geometriska formerna och vilken praktisk nytta vi kan ha av var och en av dem. Att kunna utnyttja grundläggande geometriska kunskaper inom vardagliga områden som ekonomi, miljö och energi är betydelsefullt. Hur kan geometri och design påverka energianvändningen så det leder till mindre utsläpp? Miljödebatten tar fart varje år på grund av den



Klot med radie  $r$



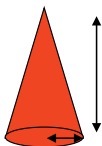
$h = 2r$



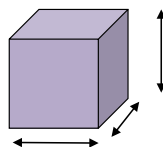
$h = 4r$



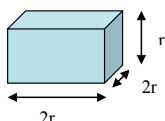
Kon (1)  
 $h = 2r$



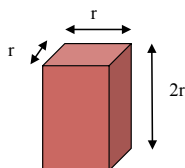
Kon (2)  
 $h = 4r$



Kub med sida  $r$



Rätblock (2)



Rätblock (1)

Form	Volym ( $m^3$ )	Area ( $m^2$ )	Area ( $\pi m^2$ )	Volym/Area
Klot	1000	483,6	153,93	2,07
Kub	1000	600	191	1,67
Cylinder (1)	1000	553,58	176,21	1,80
Cylinder (2)	1000	581,22	186,6	1,70
Kon (1)	1000	621,05	197,69	1,61
Kon (2)	1000	619,38	197,15	1,615
Rätblock (1)	1000	630	200,52	1,59
Rätblock (2)	1000	634,96	202,11	1,57

*Förhållandet mellan en kropps volym och dess area ger en faktor som mäter hur sparsam formen är. Ju större faktor desto mindre materialåtgång och lägre kostnad.*

globala växthuseffekten och för att dagens ungdomar ska kunna lösa framtidens energi- och miljöfrågor så måste de förstå grundläggande matematik på ett bättre sätt. Jag är helt säker på att miljöfrågan snarare har sin lösning inom matematiken än inom politiken.

Avslutningsvis så är tabellen en bra utgångspunkt för studenter som läser arkitektur och design och blir engagerade i hur stadsbyggnadsmiljön ska se ut i framtiden. På grund av miljöskäl kommer framtidens byggnader att se annorlunda ut. Därför måste vi lära oss mycket mer om matematiska former och deras fördelar. Miljötänkandet kommer att präglas av den matematiska inspirationen.