

Miljömatematik

*Hur miljöfrågor kan ge matematiken ett angeläget innehåll och hur den kan göra miljöproblemen gripbara visar **Mats Areskoug**, Malmö, i denna artikel.*

Kvantiteternas språk.

Att tala matematik har nästan blivit ett modebegrepp. Ibland menar vi med det att vi diskuterar matematikens metoder - hur vi skall lösa ett problem, om det finns flera lösningsalternativ etc. Om matematiken är ett språk, är detta grammatiken och dess typexempel vi ägnar oss åt. Som matematiklärare bemödar vi oss naturligtvis om att finna uppgifter som handlar om intressanta och angelägna ämnen. Men ofta är ändå innehållet underordnat metoden; vi väljer uppgifter som på bästa sätt exemplifierar de matematiska metoder vi vill träna. Kanske borde vi ofta använda matematiken - kvantiteternas språk - för att beskriva, diskutera och fördjupa oss i angelägna ämnen.

Kunskaper om miljön behöver ofta uttryckas i kvantiteter - det kan röra sig om utsläpp i miljarder ton, halter i procent, promille och ppm eller årlig ökning med en viss tillväxtfaktor. Men inte bara matematikens begrepp, utan också dess metoder krävs för att göra miljöproblemen gripbara. Vi behöver ofta räkna om de uppgifter vi får genom TV, tidningar och böcker för att få en konkret uppfattning av dem: hur mycket blir det per person, hur många kvadratkilometer skog förstörs, hur ser det ut om tio år etc.

När vi fördjupar oss i miljökunskap med hjälp av språket matematik, vinner vi dels att matematiken tillförs ett angeläget stoff, dels att miljöinsikten fördjupas; det jag själv räknat fram blir min egendom på ett helt annat sätt än det som serveras

färdigt i en bok. Här följer några exempel på miljömatematik.

Ingenting försvinner någonsin.

Hur mycket avgaser blir det egentligen från en bil som kör slut på en full tank bensin? Tanken rymmer 60 liter och en liter bensin väger 0,75 kg. Inte många elever inser att avgasmängden måste bli minst 45 kg - enligt den naturvetenskapliga princip som är så grundläggande för miljökunskapen: *Ingenting försvinner någonsin* (all materia och all energi är oförstörbar).

I själva verket blir avgasmängden större än så. Förutom bensin tar vi ju även in luft i motorn. Om gymnasiets N- och T-elever får reda på att bensinens sammansättning i stort kan skrivas C_7H_{16} och att de huvudsakliga reaktionsprodukterna är koldioxid och vattenånga bör de kunna räkna vidare själva. För högstadiets elever måste vi naturligtvis hjälpa till med kemin - sen bör matematiken inte vålla några problem:

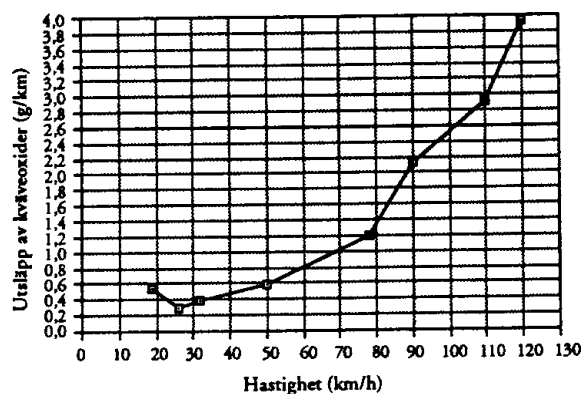
Kol har atommassan 12 och väte 1. För bensin får vi formelmassan $7 \cdot 12 + 16 \cdot 1 = 100$. Det blir alltså lätt att räkna viktsprocent: 84% kol och 16% väte. Då kan vi räkna ut mängden kol och väte i tanken. Vid förbränningen förenar sig 12 kg kol med 32 kg syre till 44 kg koldioxid. 2 kg väte ger tillsammans med 16 kg syre 18 kg vattenånga. Räknat på hela tanken får vi alltså 139 kg koldioxid och 65 kg vattenånga!

Ändå är det inte nog med detta. Motorn suger in luft, inte rent syre. För varje kg syre följer 4 kg kväve med, som till största delen går oförändrat tvärs genom motorn. Totalt ger alltså en tank bensin 800-900 kg avgaser ut genom avgasröret!

Miljöfarligt och giftigt.

Nu har vi räknat med ideal förbränning av bensinen: ofarlig vattenånga och kvävgas ut och därtill stora mängder koldioxid som ger oss den accelererande växthuseffekten. Men dessutom får vi ut bl a giftiga och miljöfarliga kolväten (som är oförbrända rester av bensinen), giftig koloxid (från ofullständig förbränning) och försurande, övergödande och hälsofarliga kväveoxider (som bildas av luftens kväve och syre i den heta motorn). Här blir det svårt att räkna ut mängderna - vi får gå till mätresultat.

Naturvårdsverket har gjort en stor undersökning på 60 bilar av de vanligaste icke katalysatorrenade bilmodellerna. För kväveoxiderna varierar utsläppen (i gram per körd kilometer) med hastigheten som figuren visar.



Här kan vi göra avläsningar och räkna ut hur många procent utsläppen minskar om man sänker hastigheten från 110 km/h till 90 km/h eller från 90 km/h till 80 km/h. Vilka ändrade hastighetsgränser skulle få störst effekt på miljön? Ungefär hur mycket kväveoxider släpper en normalbilist ut per år?

I många sammanhang - exempelvis om man vill väga samman verkan av olika

utsläpp - kan man behöva ett matematiskt uttryck för utsläppsmängden y som funktion av hastigheten x . En gymnasieuppgift kan vara att försöka finna en andragradskurva $y=ax^2 + bx + c$, som ansluter till figurens mätresultat. Avläs t ex koordinaterna för minimipunkten och för en punkt vid högre hastighet och utnyttja dessa för att beräkna konstanterna a , b och c . Rita sedan en andragradskurva i samma diagram som den uppmätta och bedöm hur väl funktionen approximerar mätresultaten.

Katalysatorn

Hur är det då med katalysatorbilarna? Typiska utsläppsvärden för en och samma bilmodell med och utan katalysator kan se ut så här vid blandad körning:

	utsläpp g/km	
	utan katalysator	med katalysator
koloxid	9,8	1,2
kväveoxider	2,5	0,46
kolväten	1,5	0,17

För att få grepp om katalysatorns fördelar ritar vi stapeldiagram och räknar procent. Tabellen gäller en ny katalysatorbil. Efterhand försämras den, och man räknar med att den i genomsnitt minskar utsläppen av tabellens ämnen med 70%. På koldioxiden däremot har katalysatorn ingen verkan alls.

Allting sprider sig

Även om dessa beräkningar rätt ut begreppen kring bilavgaser en del, återstår den stora frågan vad nu detta betyder för människa och natur. Då hjälper oss inte längre principen *Ingenting försvinner någonsin*. Den säger oss bara hur stor föroreningsmängden blir, inte vart den tar vägen. Förändringar följer principen *Allting sprider sig* - materia och energi har en tendens att breda ut sig, fördela sig lika över den tillgängliga volymen. Föroreningar sprids med vind och vatten. Värdefull energi blir förr eller senare till värme, som sprids och fördelar sig så att temperaturen blir oanvändbart låg.

Kväveoxiderna hamnar på marken och i vattnet i form av försurade och gödande kväveföreningar. Med vattendragen förs de vidare till havet där de ger risk för algblooming och bottendöd

Biltrafiken står för 70% av kväveoxiduntsläppen. Man räknar med att det årliga nedfallet av kväve måste minska med motsvarande 20 kg kväveoxider per hektar för att skogen i Skåne skall klara sig. Hur många kvadratmeter skog "räddar" en enda bilist om hon sänker hastigheten från 90 km/h till 80 km/h på 500 mil landsvägskörning? Eller, för att göra den hypotetiska frågeställningen lite mera konkret: Hur många hektar skog förstörs årligen om hastigheten på motorvägen Malmö-Lund åter höjs från 90 km/h till 110 km/h. Trafikintensitet och vägsträckor framgår av kartan. Räkna med att 75% av bilarna ej har katalysator (och räkna för enkelhetens skull med utsläppen=0 från katalysatorbilarna).

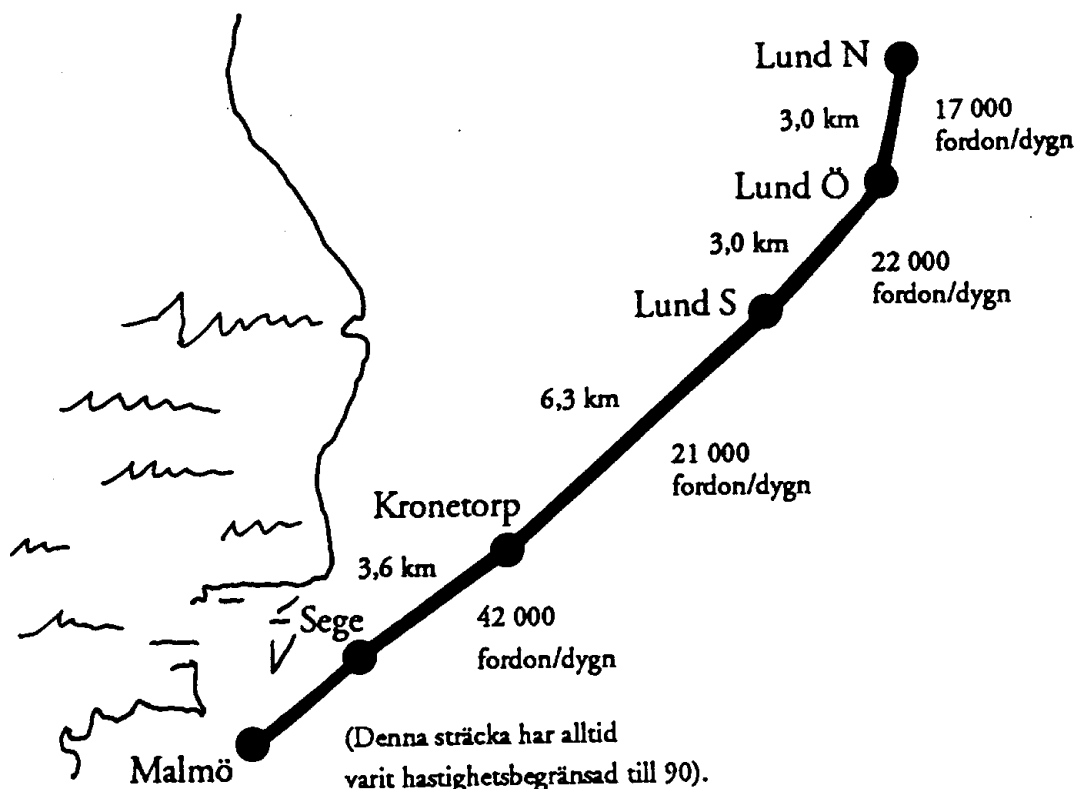
Det är naturligtvis lätt att kritisera den hypotetiska karaktären hos uppgifter av den sista typen. Men jag tror det är nödvändigt att vara konkret - att hellre tala om kvadratmeter skog än om gram utsläpp - även om konkretionen ibland sker på exakthetens bekostnad. Reservationerna kan bidra till en berikande diskussion.

Fotnot

Kärt barn har många namn. De båda principerna *Ingenting försvinner någonsin* och *Allting sprider sig* uppträder i fysikböcker bl a under pseudonymen Termodynamikens första respektive andra huvudsats.

Artikelförfattaren har givit ut *Miljöräkneboken för högstadiet och gymnasiet* (ISBN 7918-015-9) på Carlstedts förlag. F-pris 60 kr. Beställningstel 046-209190.

Lilla Miljöräkneboken för åk 4-7 utkommer senare i vår.



Konkret eller exakt?