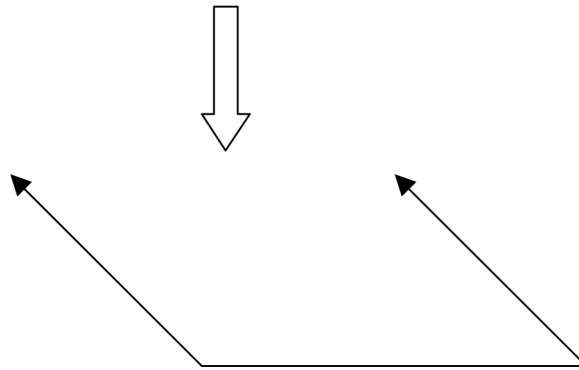


# Gör slag i saken!

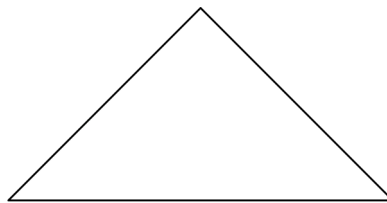
Frank Bach

På kappseglingsbanan ser man tävlande båtar stagvända lite då och då under kryssarna. En del av båtarna seglar för styrbords halsar och andra för babords. Man kan undra vem som gör rätt och hur man kan veta det. En seglare utvecklar med tiden en "känsla" för hur man skall göra. Med denna artikel vill jag med lite hjälp från matematiken erbjuda ett stöd att utveckla denna känsla lite snabbare än annars. Syftet är att du skall förstå varför det är viktigt att slå på vindskiften när man kryssar. Du kommer därför att få reda på hur mycket man förlorar på att inte slå på ett skift jämfört med att göra det och hur man kan undvika de vanligaste misstagen.

För att analysera hur man skall bete sig när vinden vrider måste man inta ett fågelperspektiv och ta hjälp av lite geometri. Tänk dig två båtar som seglar lika fort och lika högt. Från ett fågelperspektiv kan deras färdväg illustreras med pilar. Från början befinner de sig också på samma höjd. Det sistnämnda markeras med en horisontell linje i mellan pilarna. Vinden illustreras med en ofylld tjockare pil. Om vinden är stabil och allt annat är lika innebär det att båtarna ligger helt lika hela tiden.

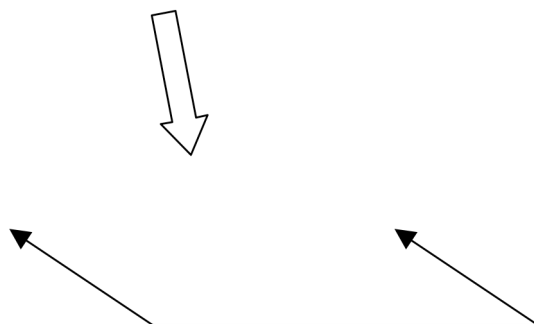


Om båten till babord slår kommer båtarna att mötas på samma höjd och fortfarande ligga helt lika. De har seglat lika lång sträcka med samma fart och höjd för att komma till en punkt där de möts, på ett sätt som den likbenta triangeln illustrerar (de möts i triangelns topp).



## Exempel 1:

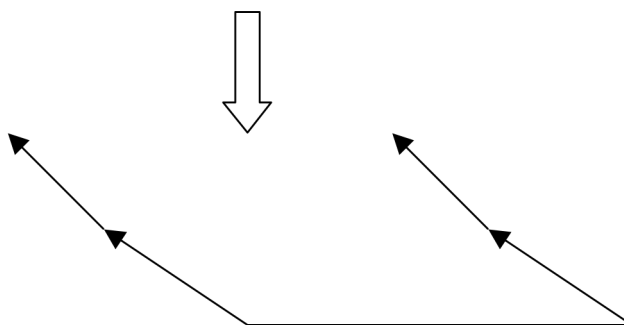
Låt oss nu istället tänka oss att vinden vrider lite. Det innebär att vinklarna mellan båtarna ändras och de hamnar i ett läge där besättningarnas handlingar har stor betydelse för hur avstånden mellan båtarna kan komma att ändras.



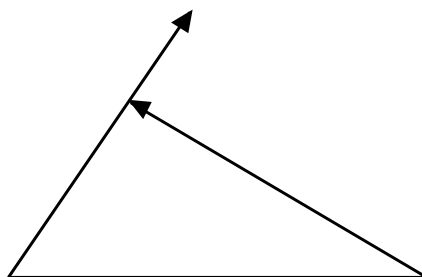
Upplevelsen i båtarna är att babordsbåten vinner på vindskiftet. Ett möjligt scenario är att ingen av båtarna slår utan båda fortsätter för babords halsar men på en något annan kurs.

Även om upplevelsen är att babordsbåten vinner på vindskiftet är det mycket viktigt att komma ihåg hur snabbt vindförhållandena kan ändra sig!

Om vinden vrider tillbaka till ursprungsriktningen kan vi se i figuren nedan att situationen är helt återställd till den ursprungliga. Båtarna ligger helt lika igen. Det som upplevdes som en vinst för babordsbåten visar sig snabbt inte alls vara någon vinst bara en kort stund senare.

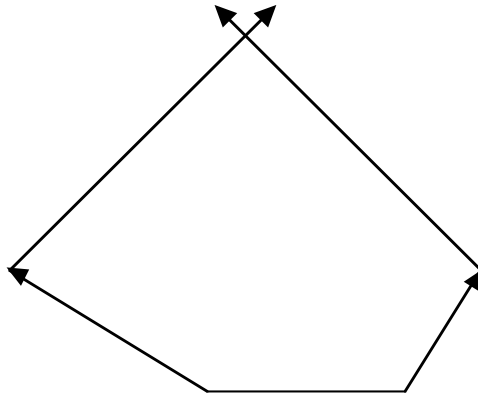


Om babordsbåten däremot slår över till babords halsar när vindskiftet kommer och samtidigt styrbordsbåten fortsätter för styrbords halsar (dock på en något lägre kurs) kan vi i triangeln se att babordsbåten har betydligt kortare sträcka att segla till en punkt vilken båda båtarna kommer att passera efter en stunds seglande. Vi kan alltså konstatera att genom att slå på vindskiftet har babordsbåten skaffat sig ett **verkligt** försprång som inte försvinner om vinden vrider tillbaka. Notera att hela försprånget inte är säkrat förrän båtarnas vägar har korsats. Ett sätt för styrbordsbåten att försvara sig är alltså att slå på skiftet också och inte låta babordsbåten korsa sin egen färdväg.



### Exempel 2:

Låt oss nu istället föreställa oss att **styrbordsbåten** slår när vinden vrider emot och att babordsbåten fortsätter för styrbords halsar. Efter ett tag vrider vinden tillbaka till ursprungsriktningen. Då slår båda båtarna. En sådan situation skulle kunna se ut så här:

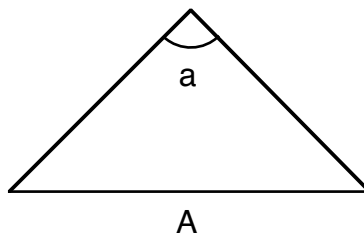


Genom att mäta i figuren kan man se att den totalt seglade sträckan för styrbordsbåten är kortare än för babordsbåten. En noggrann mätning visar att den är lika mycket kortare än i det förra fallet där babordsbåten slog på skiftet istället. Inte heller i detta fall är försprånget för, i detta fall, styrbordsbåten säkrat förrän båternas färdvägar korsas.

Det är **tre** saker som är viktiga att lära sig av de här två exemplen. Först att det är **mycket** viktigt att slå på vindskiften och det andra är att det är först när båternas kurser korsas som man kan vara helt säker på att kassera in försprånget. Det tredje är att det man ofta känner att babordsbåten i exemplen ovan tjänar på att vinden vrider, faktiskt bara stämmer om hon slår och utnyttjar skiftet till att **korsa** styrbordsbåtens kurs. Styrbordsbåten kan tjäna lika mycket på att utnyttja skiftet! Det är det nog inte så många som tänker på.

### Hur mycket tjänar man på att göra rätt då?

Genom att tillämpa sinussatsen<sup>1</sup> (den matematikintresserade kan titta i appendix), kan man räkna ut hur mycket man tjänar på att göra rätt vid ett vindskift jämfört med att göra fel. Antalet meter som båten som gör rätt tjänar beror av två faktorer. Den ena är hur långt det är mellan båtarna från början när de ligger lika (avståndet A). Den andra faktorn är hur högt båttypen<sup>2</sup> kan segla mot vinden (halva vinkeln a). Kryssvinkeln finns i kolumn 1 och vindskiften i rad 1.



Kryssvinkel\vindskift	5°	7°	10°	13°
40°	11,4%	15,9%	22,7%	29,4%
45°	12,3%	17,2%	24,6%	31,8%
50°	13,6%	19%	27%	35%

<sup>1</sup> En matematisk sats man kan få lära sig på det Naturvetenskapliga programmet på gymnasiet

<sup>2</sup> En optimistjolle seglar gissningsvis någon stans mellan 45° och 50° grader mot vinden

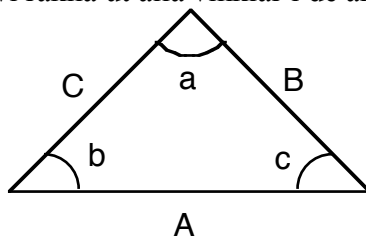
I tabellen kan man se att ett vindskift på fem grader i en båttyp med kryssvinkel på 45° leder till att man kan tjäna 12,3% av avståndet mellan båtarna om slår rätt på skiftet och samtidigt den andra båten inte slår. Till saken hör att ett vindskift på fem grader är ett litet skrift och svårt att upptäcka på en kompass. Vindskift på 10° är lättare att upptäcka (och är inte alls ovanliga) och i det fallet handlar det om ungefär  $\frac{1}{4}$  av avståndet mellan båtarna. Det är kollosalt mycket! Och, som sagt, inte alls ovanligt. Ända upp på absolut världstoppnivå är det de som är skickligast på att slå rätt på skiften som är först upp till första kryssmärket. Därefter är det mycken annan skicklighet som skall till också...

Det är också intressant att notera att ju sämre kryssvinkel en båttyp har desto viktigare blir att slå rätt på vindskiften! Det kan tyckas vara ironiskt att det i en nybörjarbåt som Optimist lönar sig mer att vara en skicklig seglare än vad det gör i andra båttyper som man seglar när man är äldre och duktigare...

Frank Bach

## Appendix

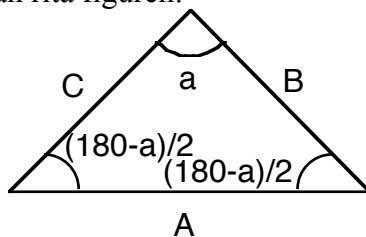
En triangel är fullständigt bestämd<sup>3</sup> om man vet en sidas längd och två vinklar. I vårt fall vet vi kryssvinkeln ( $a$ ) och hur långt det är mellan båtarna ( $A$ ). Vi vet också att triangeln är likbent<sup>4</sup> vilket betyder att triangeln är fullständigt bestämd. Eftersom vi vill beräkna hur stor skillnad olika vindskift gör kan vi räkna ut alla vinklar i de aktuella trianglarna.



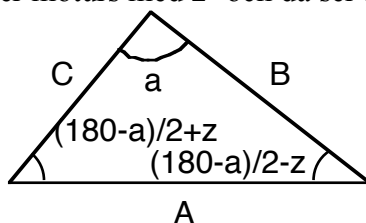
Sinussatsen lyder:

$$\frac{\sin a}{A} = \frac{\sin b}{B} = \frac{\sin c}{C}$$

Denna innebär alltså att sinus för en vinkel i en triangel dividerat med längden på motstående sida är konstant. Vi vet vinkel  $a$  och sträcka  $A$ . Eftersom triangeln är likbent vet vi att vinklarna  $b$  och  $c$  är lika stora. Eftersom summan av vinklarna i en triangel alltid är  $180^\circ$  kan vi räkna ut dessa om vi vet  $a$ , och det gör vi ju (kryssvinkeln för aktuell båttyp). Vinklarna  $b$  och  $c$  är  $(180-a)/2$  och då kan man rita figuren:



Vi föreställer oss att vinden vrider moturs med  $z^\circ$  och då ser figuren ut så här:



Vinkeln  $a$  är oförändrad och sträckan  $A$  likaså. De två andra vinklarna har ökat respektive minskat med vindskiftets storlek,  $z^\circ$ . Sträckorna  $B$  och  $C$  har ändrats och det är dem vi är intresserade av att räkna ut. Nu ser formeln ut så här:

$$\frac{\sin a}{A} = \frac{\sin((180-a)/2+z)}{B} = \frac{\sin((180-a)/2-z)}{C}$$

Vi är intresserade av skillnaden mellan sträckorna  $B$  och  $C$ :

$$B - C = \frac{\sin((180-a)/2+z) - \sin((180-a)/2-z)}{\sin a} \cdot A.$$

Denna sträcka kan jämföras med  $A$  om man vill och då får man fram den procentuella vinsten i tabellen. Ett Excel-ark med beräkningarna finns på SSN:s hemsida

<sup>3</sup> Med fullständigt bestämd menas att det är möjligt att räkna ut alla vinklar och sträckor

<sup>4</sup> Sidorna  $B$  och  $C$  är lika långa