

# GATEN EN RANDEN in strak gespannen doek

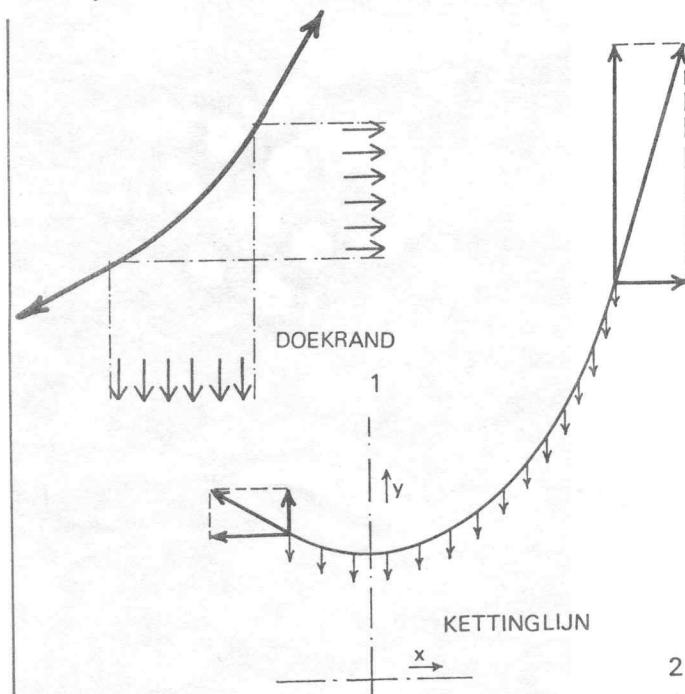
Een doek spannen op een stijf raam is niet moeilijk: dat doen ze al eeuwen om erop te schilderen. Maar als één of twee randen van het raam ontbreken en er alleen maar een stuk touw of zoom de rand vormt, dan wordt goed spannen wat lastiger; kijk maar eens naar de meeste Cody's!

Wat het probleem is weet iedereen: de vorm van de rand (de kromming, of in zeiltermen de zeeg) moet "precies goed" zijn.

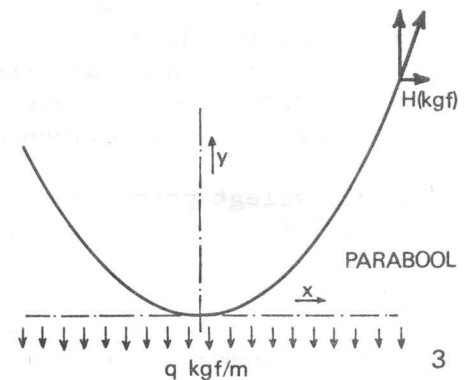
Dit verhaaltje gaat over wat ik denk dat "precies goed" is en hoe je dat kunt maken; dat Cody dat 80 jaar geleden al wist kun je zien aan zijn vliegers.

Waar het om gaat is, een zodanige vorm te vinden voor de slappe rand van een stuk doek dat je door spanning op die rand te zetten het doek gelijkmatig strak krijgt. Die vorm is te bepalen als je de volgende aannamen doet.

a) De rand (zoom, band of touw) en het doek mag je zien als gescheiden dingen; de rand is een flexibele draad die bij een vlieger toevallig belast wordt door een strak doek, maar hetzelfde geldt voor de kabel van een hangbrug en het gewicht van het wegdek, de waslijn en de natte was.



b) De rand is een slappe draad die zijn vorm aanpast aan de belasting totdat hij de vorm gevonden heeft die past bij die ene belasting. Een ketting hangt door zijn eigen gewicht altijd in één bepaalde vorm (een zg. kettinglijn, zie tekening), de hoofdkabel van een hangbrug heeft altijd



één bepaalde vorm (een parabool) en de waslijn verandert zijn vorm zodra je er nog een deken aan hangt.

c) Een doek gedraagt zich als een net: alleen als je in de richting van de draden trekt biedt het weerstand, in alle andere richtingen is het volledig slap. Dat dit niet echt opgaat voor gecoat spinnaker is duidelijk, maar de aanname is nodig om de randvorm te kunnen afleiden.

d) Een plooienvrij gespannen doek krijg je alleen als je er spanning in twee richtingen op zet; bovendien mogen die spanningen bij gewoon doek niet te veel van elkaar verschillen (maximaal ongeveer een factor 3 tussen de "hoofdspanning" en de "antiplooispanning").

e) Gaten en randen zijn eigenlijk hetzelfde: een rand is een deel van een gat en een gat is een speciaal soort rand (nl. één die zichzelf weer tegenkomt). Bij kettingen en hangbruggen gaat dat niet op omdat de belasting dan niet meer zou kloppen, maar bij gespannen doek wel.

f) De vorm van de rand moet kloppen in de belaste toestand. Als het doek erg rekbaar is (rubber vlies) dan moet je daar rekening mee houden bij het aftekenen op het onbelaste doek en kabel. Goede zeilmakers doen dat ook bij het innaaien van de randversterkingen (touwen) van hun zeilen.

Uitgaande van deze veronderstellingen is voor eenvoudige gevallen met wat algebra (of wat literatuur!) exact te bepalen wat de vorm van de rand of kabel moet zijn. De formules van de kettinglijn en van de parabool sla ik hier korthedshalve maar over; de ellips heeft voor ons praktische betekenis.

Een ellips is de vorm die een gewichtloze ketting (lees doekrand) aanneemt als hij wordt belast door - onderling verschillende en haaks op elkaar staande - gelijkmatig