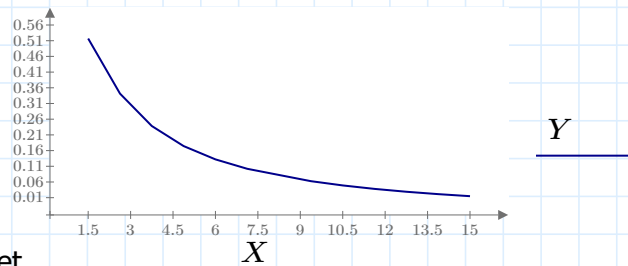


$X :=$	1.5	$Y :=$	0.5169
	2.625		0.3414
	3.75		0.2382
	4.875		0.1744
	6.0		0.1320
	7.125		0.1020
	9.375		0.0626
	10.5		0.0490
	11.625		0.0380
	12.75		0.0289
	13.875		0.0213
	15		0.0148

Nedan visar hur profilen på vingen varierar på vingen sett från sidan sido vy



$$\bar{Y} := Y \cdot \frac{5}{3}$$

För 3 blad och hur mycket navet ska skalas upp

Tänk på att momentet ska gångras med 3 för att det är 3 blad i verket vilket är lika med natura effekten.

$$n := 10000$$

Antal delar man indelar vingen i

$$cs := cspline(X, Y)$$

Drar en kubisk spline genom sido vy

$$r(x) := \text{interp}(cs, X, Y, x)$$

$$\omega := \frac{41.12 \cdot 2 \cdot \pi}{60} = 4.306$$

Beräknar vinkelhastighet på turbin i (rad/s)

$$p(x) := \frac{(2 \omega \cdot x)^2}{2} \cdot 1.2$$

Beräknar det dynamiska trycket vid periferi på vinge (Pa)

$$s := \frac{13.5}{n}$$

Delar in vingens längd i n delar (m)

$$i := 0, 1..n-1$$

Gör en vektor med vingens n delar

$$S_i := 1.5 + i \cdot s + \frac{s}{2}$$

Beräknar radien vid mitten av n del (m)

$$Area_i := 2 \cdot \int_{1.5 + \frac{i \cdot 13.5}{n}}^{1.5 + s + \frac{i \cdot 13.5}{n}} r(x) dx$$

Beräknar en del area vid radie på vinge n delar (m<sup>2</sup>)  
Tänk på att profilen spegelvänds kring x axeln därför gångras med 2.

$$Tryck_i := p \left( 1.5 + \frac{s}{2} + i \cdot s \right)$$

Beräknar tryck på en n del vid mitten på delarea (Pa)

$$Fv_i := Area_i \cdot Tryck_i$$

Beräknar kraft på del area n delar (N)

$$\sum_i^n Area_i = 5.682$$

Beräknar summa area av n delar total area (m<sup>2</sup>)

$$TT_0 := \sum_i^n Fv_i = 8754.579$$

Beräknar totalsumma av krafter längs vingen (N)

$$M := \sum_i^n Fv_i \cdot S_i = 76892.766$$

Beräknar momentet kring centrum summa krafter (Nm)

$$TT_{i+1} := TT_i - Fv_i$$

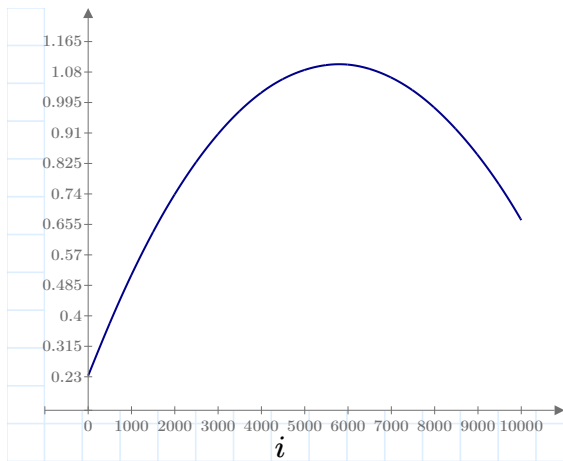
Beräknar Tvärkraften på vingen vid radie (N)

$$S_n := 15$$

Sätter max längd på vinge för att göra vektorerna lika stora

$$\frac{M}{TT_0} = 8.783$$

Beräknar kraftcentrum av summa krafter (m)



Här visas hur kraften på vingen blir från sidan och  $n$  är då antal krafter som ligger på sidan är  $n=10000$  så är det 10000 krafter.

$Fv_i$

```

FFv := || for k ∈ 0, 1..(n/100) - 1 ||
      ||   c1 ← 0 ||
      ||   for u ∈ 0, 1..99 ||
      ||     c1 ← c1 + Fv_{u+k*100} ||
      ||   A_k ← c1 ||
      || A ||
  
```

Ett program som minskar indelningen av  $n$  med hundra gånger dvs på  $n=10000$  blir 100 krafter

$Fv_n := 0$

Sätter sista elementet till 0 för att göra vektorerna lika långa

$j := 0, 1..(n/100)$

Gör en vektor på  $n/100$  delar för att få mindre delar av  $n$

$SS_j := S_{j \cdot 100} + \frac{s \cdot 100}{2}$

Delar in mitten av kraftcentrum på varje del area och 100 delar av  $n$

$cf := \text{cspline}(S, TT)$

Drar en kubisk spline genom tvärkraften.

$Tv(x) := \text{interp}(cf, S, TT, x)$

$Tvär(x) := \begin{cases} \text{if } x < 1.5 \\ Tv(1.5) \\ \text{else} \\ Tv(x) \end{cases}$

Gör ett villkor att tvärkraften är konstant före 1.5 m

$x1 := 0, 0.05..15$

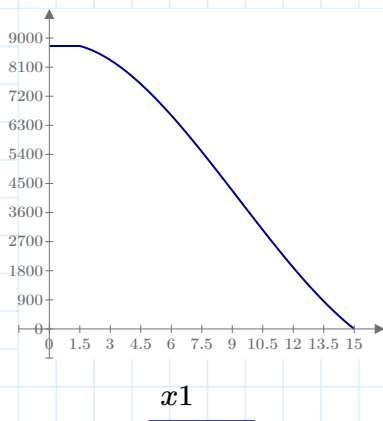
Gör en områdes villkor för x axeln

$Tvär(1.5) = 8754.695$

Beräknar tvärkraften vid början av vingen (N)

$M1 := \int_0^{15} Tvär(x) dx = 76898.804$

Beräknar momentet genom att integrera tvärkraften stämmer med den tidigare beräkningen.



Graf över tvärkraften i vingen

$i := 0, 1 \dots n$

$$Momt_i := \int_{\frac{i \cdot 13.5}{n} + 1.5}^{15} Tvär(x) dx$$

Momentet på vinge vid radie (Nm) vet man böj motståndet vid radie på vinge kan man beräkna böjspänning. Yt tröghets moment å max kantavstånd kan slås i CAD

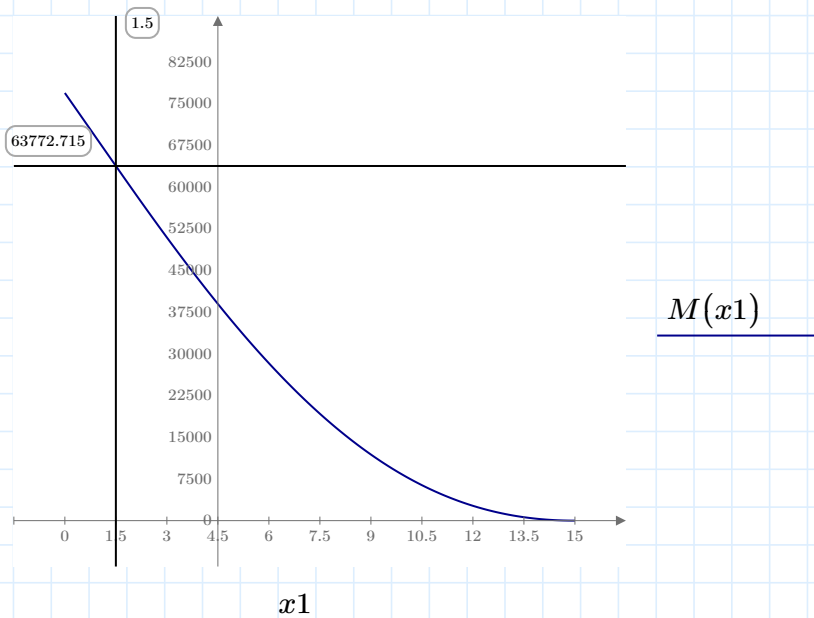
$$M2(x) := \text{linterp}(S, Momt, x)$$

$$\bar{M}(x) := \begin{cases} M1 & \text{if } x = 0 \\ M2(x) & \text{else} \end{cases}$$

$$M(0.3) = 74278.217$$

Beräknar moment vid början av vingen och här blir spänningen högst 200 MPa

Momentkurvan vid radie på vinge (Nm)



Nedan en tabell på sidokraften på  
bladet som man kan lägga in i  
FEM modell

	24.783		1.568
	27.765		1.703
	30.729		1.838
	33.662		1.973
	36.55		2.108
	39.387		2.243
	42.167		2.378
	44.887		2.513
	47.546		2.648
	50.144		2.783
	52.682		2.918
	55.161		3.053
	57.585		3.188
	59.952		3.323
	62.265		3.458
$FFv =$	64.52	$SS =$	3.593
	66.717		3.728
	68.85		3.863
	70.921		3.998
	72.931		4.133
	74.884		4.268
	76.782		4.403
	78.626		4.538
	80.416		4.673
	82.152		4.808
	83.831		4.943
	85.455		5.078
	87.024		5.213
	88.542		5.348
	90.008		5.483
	⋮		⋮

$A^{(0)} := SS$

$A^{(1)} := FFv$

Gör en 2xn matris av  
vinglängd å krafts

$OUT := \text{WRITEFILE}(\text{"Kraftvinge.txt"}, A)$  Skriver ned den till en fil

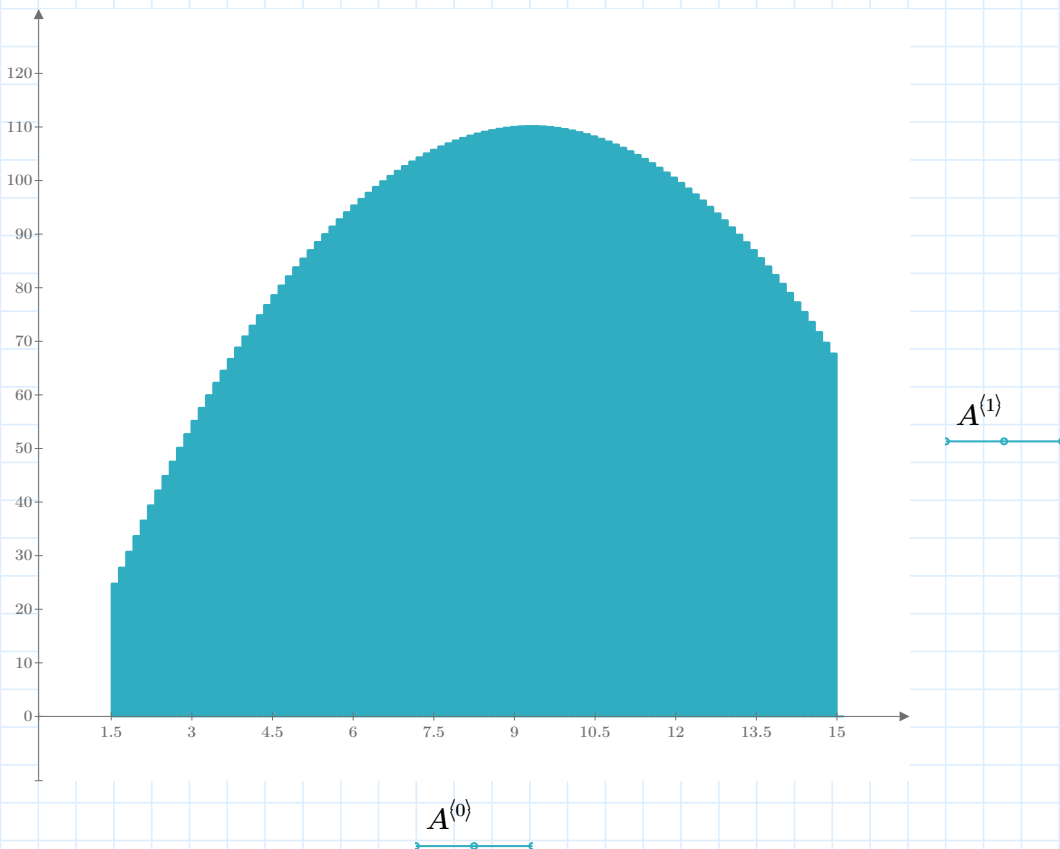
Utskrift av ovan tabell på sidokraft vinge och här når man max verkningsgrad på 99 % med mitt verk på 3 st vingar, en förbättring med 4 ggr än dagens om man använder supra spole. Krafterna ska tas ut i distans 0.135 m då det är 100 krafter och man kan lägga in dom i en FEM modell.

När man gör FEM beräkningen lägger man in stapel värde på ytan av turbinvinge vid position. Och nu vrider sig bladet enligt en helixform och det gör att böj motståndet varierar över bladen men man bör få ett maximum av påkänning kring början av bladet och det är böj påkänningarna som är dimensionerande.

När det gäller vikt på vinge så jobbar man med komposit glasfiber och polyimid med som man kan gå ned uppåt 3-0.25 mm i tjocklek på komposit, vid 30 m i diameter.

Man gör då en kärna av balsaträ som är i detta fall 6 mm tjock och man har fräst ur ett hål så det blir lättare och sen lägger man på glasfiber och får en lätt konstruktion. Vingen väger under 100 kg mot dagens 225 kg. Man får en viktminskning totalt med mer än 50 % med ett 3 vingars kraftverk.

En överslags beräkning visar att man kan sänka vikten på vingen med uppemot 5 ggr d v s 20 % av dagens vikt och det vid 0.25 mm tjock och en effektivspänning på 200 MPa vid början av vingen och man använder då polyimid. En vikt på 45 kg mot 225 och ett verk på 196 m i diameter kan man sänka vikten från 180 ton till 36 ton på vingarna.



$A := \text{READPRN}(\text{"Vingdata.txt"})$

Läser in profildata över vingen vid olika radier  
yt tröghets moment å max kant avstånd det  
ger böj motstånd (mm<sup>3</sup>)

$i := 0, 1..20$

Definierar en vektor på 21  
rader.

$B1_i := 1000 \cdot M(1.5 + 0.675 \cdot i)$

Beräknar moment där jag indelar vingen  
i 20 delar (Nmm)

$$Sigb_i := \frac{B1_i \cdot A_{i,4}}{(A_{i,3} - A_{i,1})}$$

Beräknar böjspänning vid  
radie på vingen (MPa)

$B2_i := Tvär(1.5 + 0.675 \cdot i)$

$$Sigt_i := \frac{B2_i}{A_{i,2} - A_{i,0}}$$

Beräknar skjuvspänning i  
vingen (MPa)

Beräknar spänning vid periferi hastighet  
 $p = \rho \cdot v^2$  (MPa)

$Sigc_i := ((1.5 + 0.675 \cdot i) \cdot \omega)^2 \cdot 1950 \cdot 10^{-6}$

Beräknar last centrifugalkraft  $F = m \cdot \omega^2 \cdot r$  (MPa)

$B3_i := (39.88 - 2.6592(1.5 + 0.675 \cdot i)) \cdot \omega^2 \cdot \left(\frac{15 + 0.75 \cdot i}{2}\right)$

$$Sigcf_i := \frac{B3_i}{A_{i,2} - A_{i,0}}$$

Beräknar effektivspänningen  
enligt von Mises (MPa)

$$Sige_i := \sqrt{(Sigb_i + Sigc_i + Sigcf_i)^2 + 3 \cdot Sigt_i^2}$$



Nedan ser vi en graf där x axeln är radie på vinge å y axeln är då effektivspänningen på vingen den är som störst vid början på ca 205 MPa och nu jobbar jag då med polyimid glasfiber 0.25 mm tjock och vikt blir då 39 kg mot dagens 225 kg (17.4%) och huvuddelen av den dimensionerande faktorn är då böj påkänning

