

Vermogensverliezen door foute roeitechnieken.

- Ref. [1]. Sloeproeitechniek
Factoren die tijdens een haalcyclus van belang zijn. (21 september 2009)
Floor Maitimo
- Ref. [2]. Sloeproeitechniek
Factoren die het geleverde vermogen bij sloeproeien bepalen. (27 januari 2011)
Floor Maitimo

Inleiding.

In beide bovenstaande referenties is het nodige beschreven over sloeproeitechniek en het daarmee samenhangende, door de bemanning geleverde, vermogen. Het onderliggende verhaal is deels een herhaling daarvan en deels een aanvulling daarop met wat voorbeeldberekeningen van vermogensverliezen door verkeerde roeitechnieken.

Om goede prestaties met sloeproeien te leveren zijn er een viertal belangrijke factoren: kracht, conditie, techniek en niet onbelangrijk, de juiste mentale instelling. Dat laatste betekent je zelf pijn kunnen doen en bij een tegenslag niet gelijk de moed opgeven maar door blijven bijten. Dit commentaar gaat specifiek over de factor roeitechniek en vooral over de manier waarop het blad door het water wordt gehaald. De invloed daarvan op het geleverde vermogen is heel groot, zoals in het vervolg zal worden aangetoond.

Regelmatig voorkomende techniekfouten.

Naar mijn mening moet een slag zodanig zijn dat een zo lang mogelijke slag wordt gemaakt: bij de inpik het lichaam ver naar voren uitstrekken en bij de uitpik ver naar achteren hangen, zodat een maximale rotatie van de riem in de dol wordt verkregen. Daarbij moet het blad gedurende de **hele** slag **verticaal** in het water staan en **helemaal onder water zitten**. Dat betekent dat de hoek waarover de riem in de dol roteert, waarbij het hele blad helemaal verticaal onder water moet zitten, zo groot mogelijk moet zijn. Daar mankeert soms nogal wat aan. Hieronder staat een opsomming van in mijn ogen foute roeitechnieken.

1. Bij de inpik wordt de riem niet zo ver mogelijk naar voren weggezet. Op het moment dat het blad pas echt helemaal onder water zit, staat de riem al bijna haaks op de sloep. Dit resulteert in een kleinere rotatiehoek van de riem in de dol. Soms zit het blad pas helemaal onder water als de riem al haaks op de sloep staat. Soms zelfs al verder dan de haakse stand.
2. De riem wordt wel ver naar voren weggezet, maar het eerste stuk van de slag is een luchtslag. De riem wordt dan al aangehaald voordat het blad in het water zit. Ook dat levert een kleinere rotatiehoek van de riem met het hele blad onder water op. Dit resulteert er soms in dat bij de inpik de bladen van achter elkaar zittende ploeggenoten elkaar bijna raken, terwijl riemen in het ideale geval altijd parallel zouden moeten lopen.
3. Het blad wordt niet gelijk helemaal onder water gezet, maar voor een (klein) gedeelte. Bij het aanhalen slijpt het blad dan eerst een stuk door het water, voordat hij wel helemaal onder water verdwijnt.
4. De riem wordt bij de uitpik niet ver doorgehaald omdat de roeier te rechtop blijft zitten. Ook hierdoor wordt de effectieve rotatiehoek van de riem in de dol verkleind.
5. De uitpik is te vroeg. Terwijl het blad al uit het water is, roteert de riem nog een stukje door. In dit geval is er een stukje luchtslag bij de uitpik.
6. Voordat de slag ten einde is, komt het blad al gedeeltelijk uit het water. Nu treedt er slip op aan het einde van de slag. Soms resulteert dit er in dat er water tegen het blad van de roeier die meer richting slag zit wordt gegooid.
7. Het blad zit gedurende de hele slag niet helemaal onder water: veel slip.
8. Het blad staat gedurende de hele slag niet verticaal in het water.
9. Er zijn roeiers die het handvat van hun riem niet recht naar zich toehalen, maar ook een beetje in dwarsrichting. Het handvat beweegt dan niet recht naar achteren, maar roteert scheefweg naar buiten, zoals gig-roeiers dat doen. Het gevolg is dat er met de binnenste hand (midden van de sloep) in ondergreep (handpalm naar boven) eerst aan het handvat wordt getrokken en vervolgens halverwege de haal tegen het handvat wordt geduwd. Als dit met kracht gebeurt dan kan de riem axiaal door de dol gaan schuiven (zoals een zuiger in een cilinder). Dat is niet efficiënt en kost

onnodig energie. Bovendien kan met duwen tegen een riem veel minder kracht worden gezet dan met trekken aan een riem.

10. Er zijn roeiers die roeien met opgetrokken schouders. Hierdoor wordt het handvat niet horizontaal aangehaald, maar een beetje schuin omhoog. Ik denk dat ook dit niet efficiënt is.
11. Naar mijn mening moet er het grootste gedeelte van de haal met gestrekte armen worden geroeid, omdat daarmee de grootste kracht kan worden gezet. Pas naar het einde van de slag toe moeten de armen worden gebogen. Het komt nogal eens voor dat door roeiers het gedeelte van de haal met de gestrekte armen wordt overgeslagen of in ieder geval erg verkort en er gelijk al met de armen wordt geroeid. Dit verkort niet alleen de lengte van de slag, maar vermindert ook de kracht die op de riem kan worden gezet.

Formules voor de kracht op het handvat en het geleverde vermogen.

In hoofdstuk 5 van Ref. [2] is het roeien in een bak beschreven. Dit leidt tot een tweetal belangrijke relaties (5.8) en (5.9) die de kracht F op het handvat en het geleverde vermogen P uitdrukken als functie van het "verzet" (buitenboordlengte van de riem gedeeld door de binnenboordlengte van de riem), de effectieve "reach" en de haaltijd " t_e " (omgekeerd evenredig met het slagtempo). De $C_{w_{blad}}$ is een factor die specifiek bij een blad hoort: oppervlak, vorm, grootte, ruwheid, etc. Voor de duidelijkheid zijn die twee relaties hieronder nogmaals herhaald.

$$F = C_{w_{blad}} \cdot \left(\frac{l_2}{l_1}\right)^3 \cdot \left(\frac{reach}{t_e}\right)^2 \quad (5.8)$$

$$P = C_{w_{blad}} \cdot \left(\frac{l_2}{l_1}\right)^3 \cdot \left(\frac{reach}{t_e}\right)^3 \quad (5.9)$$

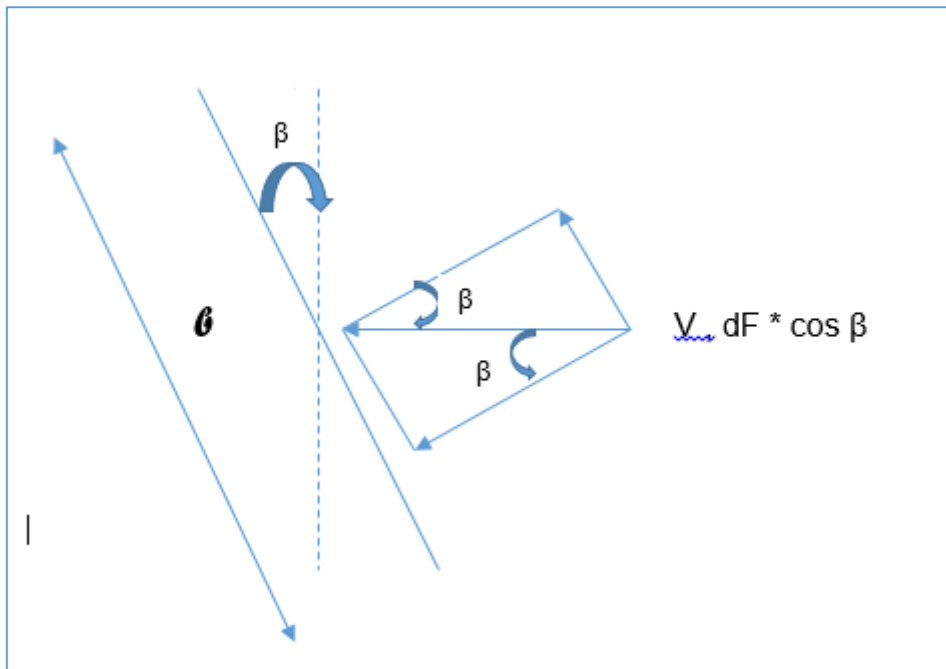
Naar mijn mening zijn de gepresenteerde relaties voor roeien in een "bak" ook geldig voor het gewone sloeproeien.

Uiteraard moet de haaltijd " t_e " voor iedere ploeg gelijk zijn, anders wordt er niet gelijk geroeid.

In de ideale situatie moeten alle riemen van boven af gezien altijd parallel lopen. Ook al is dat het geval, dan nog betekent dat niet dat iedereen met eenzelfde effectieve reach aanhaalt. De effectieve reach is dat gedeelte van de reach waarbij het hele blad verticaal en helemaal onder water zit. Als er eerst een gedeelte luchtslag wordt gemaakt of het blad er eerder uit wordt gehaald of als het blad niet helemaal onder water zit, dan kunnen alle riemen nog steeds altijd parallel lopen, maar betekent niet dat voor iedereen de effectieve reach ook gelijk is.

In hoofdstuk 4.4 bij het 2^e gedachtestreepje op pagina 17 van Ref. [2] heb ik afgeschat hoe groot de invloed is van het niet verticaal staan van het blad in het water. Het verlies dat daardoor optreedt is daar echter te laag ingeschat. Dat verlies zal groter zijn. Vandaar dat ik hieronder een betere afschatting van dat verlies heb gemaakt.

Bij het vlakke baan roeien zijn de aanslagen van de riemen in de riggers zodanig dat het blad ongeveer 6^o **voorover** helt (inpijk). Tijdens de haal verandert dit dan naar een ietsje **achterover** hellend blad bij de uitpijk. Omdat ik regelmatig zie dat sommige sloeproeiërs hun blad bij de inpijk al **achterover** laten hellen heb ik hieronder het zijaanzicht van een achterover hellend blad getekend: de lengterichting van het blad staat loodrecht op het vlak van tekening.



Het blad maakt een hoek β met het verticale vlak. Het blad wordt wel in horizontale richting bewogen. Het water raakt het blad daarom niet onder een rechte hoek, maar eveneens onder een hoek β . Het gevolg is dat het water bij het bladoppervlak geen relatieve snelheid nul meer heeft, zoals bij een verticale stand van het blad, maar een snelheid ongelijk aan nul. Deze snelheid kan worden ontbonden in een snelheid loodrecht op het blad ($v \cdot \cos \beta$) en een snelheid evenwijdig aan het blad ($v \cdot \sin \beta$). Deze laatste component oefent geen druk uit op het blad, de loodrechte component wel. De relatieve snelheid van deze loodrechte snelheidscomponent van het water wordt wel nul ten opzichte van het blad.

Uit de wet van Bernouilli volgt dan het drukverschil voor deze snelheidscomponent:

$$\Delta p = p_2 - p_1 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot \cos^2 \beta$$

We bekijken de kracht op een klein stukje van het bladoppervlak (dA). Uit bovenstaande relatie volgt de kracht dF loodrecht op het blad. De horizontale component daarvan is: $dF_h = dF \cdot \cos \beta$. Deze horizontale component levert een bijdrage in het vermogen voor de voortstuwing van de sloep. Er wordt gemakshalve verondersteld dat de "wateromstroomcoëfficiënt" gelijk is aan 1. Dit doet echter niets af aan de afchatting van het krachtverlies door de niet-verticale stand van het blad.

$$dF_h = dF \cdot \cos \beta = \Delta p \cdot dA \cdot \cos \beta = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot dA \cdot \cos^3 \beta$$

Alleen de horizontale krachtcomponent heeft een bijdrage in de voortstuwing van de sloep. De verticale krachtcomponent geeft in verticale richting een kracht op het blad waardoor de boot gaat schommelen (wat energieverlies geeft en dus verspilling is). Door de verticale krachtcomponent op het blad voelt de roeier dat zijn handvat omhoog gaat en die roeier zal daarom ook een verticale kracht op het handvat gaan zetten. Dat lukt alleen maar als de binnenste hand in de ondergreep zit en de arm gelijk gebogen wordt. Met een gestrekte arm kan namelijk heel moeilijk, of zelfs helemaal niet, een grote verticale kracht worden uitgeoefend. Dit resulteert daarom in een verkleining van de effectieve reach en bovendien in krachtverlies.

Zo'n berekening is geldig voor ieder stukje oppervlak dA van het blad. Het is daarom duidelijk dat zowel de kracht op het handvat als het vermogen afnemen met de derde macht van $\cos \beta$.

Een aantal belangrijke conclusies aan de hand van de formules (5.8) en (5.9) uit Ref. [2].

1. Als het slagtempo wordt verhoogd, zonder dat de sloep sneller gaat varen, dan blijft het geleverde vermogen precies gelijk. Wanneer het verzet niet verandert dan betekent dit dat de slagtempo verhoging precies even groot is als de verkleining van de reach. De kracht op het handvat en de aanhaalsnelheid veranderen echter niet. Ik denk dat het verkleinen van de reach geen goede optie is, want de slag wordt minder efficiënt. Voor iedere haal is er een (korte) tijd nodig voor de opbouw van de kracht en een (korte) tijd voor de afbouw van de kracht. Dat is een stukje verlies in iedere slag. Die inefficiëntie per slag is onafhankelijk van het slagtempo. Dat betekent daarom dat bij een hoger slagtempo vaker inefficiëntie optreedt en dat dit daarom onwenselijk is. Daarnaast wordt de coördinatie van ieder bemanningslid als individu en de synchronisatie van de ploeg als geheel ook lastiger bij een hoger bewegingstempo (sneller bewegen, meer gehaast, etc).
2. Wanneer het verzet wel wordt veranderd door de riem een stukje naar binnen te halen en de reach blijft gelijk dan moet voor hetzelfde geleverde vermogen het slagtempo wel omhoog. In dit geval wordt de kracht op het handvat wel kleiner, maar de aanhaalsnelheid gaat omhoog. Dit kan wel een verbetering van het roeiresultaat geven als de ploeg zich als geheel fysiek beter voelt bij deze situatie.
3. Wanneer het verzet en de reach gehandhaafd blijven en de kracht op het handvat gaat omhoog, dan betekent dit dat het slagtempo omhoog gaat evenals het geleverde vermogen. De sloep gaat dus sneller varen. In dit geval betekent een slagtempo verhoging dus wel degelijk een hoger geleverd vermogen.
4. Uit conclusie 1 en 3 hiervoor is duidelijk dat een slagtempoverhoging (bij handhaving van het verzet) alleen een hoger vermogen oplevert, als de reach gehandhaafd blijft. Een slagtempoverhoging betekent dus echt niet altijd een hoger geleverd vermogen en dus een hogere vaarsnelheid van de sloep, zoals wel eens abusievelijk gedacht wordt.

Numerieke voorbeelden van de verliezen door foute roeitechnieken.

1. Het niet volledig benutten van de reach.

Wanneer twee roeiers met hetzelfde verzet roeien en ze zijn qua lichaamsbouw ook identiek, dan kunnen ze in principe met dezelfde effectieve reach roeien. Als de ene roeier een effectieve reach heeft die maar $\frac{3}{4}$ is van de reach van de andere roeier (door een stuk luchtslag bij de inpik of uitpik, blad niet gelijk helemaal verticaal onder water, etc) dan levert hij ook maar $(\frac{3}{4} * \frac{3}{4} * \frac{3}{4} =)$ 42% van het vermogen van de andere roeier.

2. Het blad niet helemaal onder water zetten.

Wanneer twee roeiers met hetzelfde verzet roeien en ze roeien ook met dezelfde reach, maar de ene roeier zet zijn blad maar voor $\frac{3}{4}$ verticaal onder water, dan is de kracht op het blad ook maar $\frac{3}{4}$ van die van de ander. De aanhaalsnelheid van beiden is wel hetzelfde, dus levert die ene roeier maar 75% van het vermogen van de andere roeier.

3. Het blad onder een hoek onder water zetten.

Twee roeiers roeien met hetzelfde verzet en met dezelfde reach. Een van de twee zet zijn riem niet verticaal in het water, maar onder een hoek. Voor verschillende waarden van de rotatiehoek β wordt het vermogensverlies gegeven.

1. Als $\beta = 10^\circ$, dan is $\cos \beta^3 = 0.96$. Het krachtverlies (en vermogensverlies) is dan 4%.
2. Als $\beta = 20^\circ$, dan is $\cos \beta^3 = 0.83$. Het krachtverlies (en vermogensverlies) is dan 17%.
3. Als $\beta = 30^\circ$, dan is $\cos \beta^3 = 0.65$. Het krachtverlies (en vermogensverlies) is dan 35%.

Het is duidelijk dat een niet verticale bladstand als snel tot veel vermogensverlies kan leiden. Nog afgezien van het feit dat door deze bladstand de boot zal kunnen gaan schommelen.

Bij meerdere techniekfouten moeten de verliezen worden gecombineerd. De volgende twee voorbeelden ter illustratie.

Voorbeeld 1.

Een roeier heeft een reach die $\frac{3}{4}$ is van de reach van een andere roeier en zet bovendien zijn blad onder 30 graden ten opzichte van het verticale vlak. Dan levert hij ten opzichte van de andere roeier het volgende percentage aan vermogen: $42\% * 65\% = 26\%$. Slechts iets meer dan een kwart dus. Als er nog drie roeiers zijn die dit doen, dan leveren vier roeiers met elkaar net zo veel vermogen als die ene roeier die wel over de volle reach aanhaalt en zijn blad wel verticaal in het water zet.

Voorbeeld 2.

Een roeier heeft een reach die $\frac{4}{5}$ is van de reach van een andere roeier en zet bovendien zijn blad onder 15 graden ten opzichte van het verticale vlak. Dan levert hij ten opzichte van de andere roeier het volgende percentage aan vermogen: $(\frac{4}{5} * \cos 15) ^3 = 46\%$. Hoewel het verschil in reach en verticale bladstand ogenschijnlijk maar klein is, levert deze roeier toch nog niet de helft van het vermogen van de andere roeier.

Terzijde merk ik op dat damesploegen aan vermogen doorgaans zo'n 50% a 60% van een herenploeg leveren. Als er daarom in een herenploeg iemand roeit die door techniekfouten minder dan 50% a 60% van het vermogen van de anderen levert, dan kan zijn plaats net zo goed door een dame worden ingenomen die wel technisch goed roeit. Dat heeft daarnaast nog de bijkomende voordelen van doorgaans minder gewicht en geen schommelende sloep (in geval van een geroteerd blad).

De invloed van een of twee roeiers die 46% van het vermogen van de andere roeiers leveren (uit voorbeeld 2).

1. Een mindere roeier.

Veronderstel dat een ploeg uit zeven gelijkwaardige roeiers bestaat en een roeier die maar 46% van het vermogen levert van de anderen. Het gemiddelde vermogen van de hele ploeg is 90 Watt/roeier. Hoeveel is het gemiddelde vermogen dan gezakt door die ene roeier? Het door de 7 roeiers geleverde vermogen is 96.5 Watt (= $90 * 8 / 7.46$). Door die ene roeier wordt het gemiddelde vermogen dus 6.5 Watt/roeier lager. De wedstrijduitslagen laten zien dat dit in de rangschikking nogal wat plaatsen kan schelen.

2. Twee mindere roeiers.

Veronderstel dat een ploeg uit zes gelijkwaardige roeiers bestaat en twee roeiers die maar 46% van het vermogen leveren van de andere zes. Het gemiddelde vermogen van de hele ploeg is 90 Watt/roeier. Hoeveel is het gemiddelde vermogen dan gezakt door die twee roeiers? Het door de 6 roeiers geleverde vermogen is 104 Watt (= $90 * 8 / 6.92$). Door die twee roeiers wordt het gemiddelde vermogen dus 14 Watt/roeier lager. De wedstrijduitslagen laten zien dat dit in de rangschikking fors veel plaatsen scheelt.

De bovenstaande illustraties laten zien dat de invloed van een mindere roeier groot is. Het door dames geleverde vermogen is doorgaans ongeveer de helft van het vermogen door een herenploeg. De invloed van een dame in een herenploeg kan dus groter zijn dan in eerste instantie zou kunnen worden gedacht.

Zichtbare indicatie van de geleverde kracht: kolkjes.

Er is ook een zichtbare indicatie voor de kracht waarmee het hele ondergedompelde blad verticaal door het water wordt gehaald. In het vlakke baan roeien wordt door coaches nogal eens gezegd: "Ik wil kolkjes zien". Kolkjes ontstaan door het roteren van het blad in het water. Het water dat aanvankelijk voor het blad zit wordt weggeduwd en stroomt om naar de achterkant van het blad. Bij de uiteinde van het blad is dat effect het grootst omdat daar ook het meeste water wordt verplaatst (relatieve bladsnelheid het grootst). Door dit omstromen om de bladtip ontstaan er kolken. Hoe meer water er verplaatst wordt (grote rotatiehoek van het blad) des te krachtiger de slag en des te groter de kolk. Die kolken zijn zichtbaar kort nadat het blad al uit het water is.

Verschillen in roeicapaciteiten binnen een ploeg.

Binnen ploegen zijn uiteraard niet alle roeiers gelijk en leveren ook niet allemaal een gelijk vermogen. Daarvoor zijn ruwweg twee oorzaken. De eerste is dat iemand wel sterk genoeg is, maar door een verkeerde

techniek veel energie verspilt. Die roeier zou aan zijn techniek moeten gaan schaven. De tweede oorzaak is dat een roeier simpelweg niet sterk genoeg is. Automatisch gaat hij dan op een zodanige manier roeien dat hij in tempo wel gelijk blijft met de anderen, maar op een dusdanige manier dat het minder kracht kost (halve slagen, blad niet onder water, blad draaien, etc). Zo'n roeier kan door gerichte krachttraining zijn prestaties ten opzichte van de andere ploeggenoten verbeteren. Een zelfde soort opmerking kan worden gemaakt over roeiers die ten opzichte van ploeggenoten conditie tekort hebben: doe er wat aan. Als aan deze drie factoren wordt gewerkt en wanneer die factoren daardoor verbeteren, dan gaat het met de vierde factor ook veel beter (mentaliteit), omdat het zelfvertrouwen in eigen kunnen zal groeien.

Waarom leveren dames minder vermogen dan heren bij het gebruik van dezelfde riem?

Er is al eerder opgemerkt dat uit wedstrijduitslagen is te zien dat een damesploeg ongeveer de helft van het vermogen van een herenploeg levert. Er zijn sloepen waarin zowel herenploegen als damesploegen roeien en bovendien met dezelfde riemen. Vaak zijn de herenploeg en damesploeg qua techniek gelijkwaardige ploegen. Waarom leveren damesploegen dan toch maar de helft van het herenvermogen? Uiteraard heeft dat met kracht te maken, maar hoe vertaalt zich dat naar de verschillende factoren?

Hierboven is in formulevorm de afhankelijkheid van P als functie van de verschillende factoren gegeven. Als er door de damesploeg en de herenploeg met dezelfde riemen wordt geroeid en zij roeien met hetzelfde verzet en reach als de heren, dan is het enige verschil het slagtempo: formule (5.9). Als het damesvermogen de helft is, dan betekent dit dat de factor "te" voor de damesploeg 1.25 maal zo groot is als die van de heren en het slagtempo daarom 80% ($= 1/1.25$) van het herenslagtempo ($0.8 * 0.8 * 0.8 = 0.51$).

Als de heren met een slagtempo van 34 per minuut roeien, dan roeien de dames met een slagtempo van 27.

Wanneer de dames vervolgens de riemen naar binnenhalen en het verzet daarmee 10% veranderen, dan gaat het slagtempo ook 10% omhoog. In dat geval hebben de dames een slagtempo van ongeveer 30 in plaats van 27.

Als dames de helft van het herenvermogen leveren, dan is hun slagtempo (bij gelijk verzet en reach) 80% van het herenslagtempo. De aanhaaltijd "te" is 1.25 maal de aanhaaltijd van de heren. Uit formule (5.8) volgt dan direct dat de kracht die de dames op het handvat zetten ($0.8 * 0.8 =$) 64% van de kracht van de heren is.

Dit laat tevens zien dat indien een roeier door gerichte krachttraining $100/64 = 1.56$ maal zo sterk wordt, er dan tweemaal zoveel vermogen door hem wordt geleverd. De ervaring leert dat deze 1.56 een haalbare factor is, zeker als iemand nog nooit aan gerichte krachttraining heeft gedaan.

Floor Maitimo