

Norges Roforbund

De Mekaniske

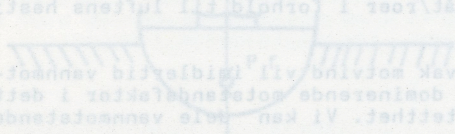
Forhold Ved

Roing



INNHOILDSFORTEGNELSE

INDRE OG YTRE FAKTORER	Side 1 - 4
KRAFTTILFØRSEL OG FREMDRIFT	" 4 - 7
KRAFTVIRKNING PÅ INNERARM	" 7 - 8
DYNAMISK BETRAKTNING AV KRAFTOMSETTINGEN	" 8 - 10



INDRE OG YTRE FAKTORER:

I roing som i de fleste andre idretter vil det være en rekke mekaniske forhold som avgjørende virker inn og bestemmer hva som er hensiktsmessig og hva som ikke er hensiktsmessig å foreta seg for å komme hurtigst mulig til mål. For å få oversikt over disse forhold vil det være gunstig å betrakte roeren, båten og åra som ett system, det indre system og vannet og luften som et annet system som vi kan kalle omgivelsene (miljøet).

De mekaniske forhold kan på denne bakgrunn deles inn i to faktor-grupper.

1. Indre faktorer; det er krefter og andre faktorer som oppstår eller eksisterer i det indre system og virker i det indre system og/eller på omgivelsene og som har betydning for det indre systems bevegelse i forhold til omgivelsene.
2. Ytre faktorer; det er krefter og andre faktorer som oppstår eller eksisterer i omgivelsene og som virker på det indre system slik at de har betydning for det indre systems bevegelse i forhold til omgivelsene.

Under punkt 1, indre faktorer finner vi slike ting som vekt av båt/årer, vekt av roer og muskelpkraft.

Under punkt 2, ytre forhold finner vi slike ting som tetthet og bevegelse av vann og luft.

Av de ytre faktorer vil den motstand luft og vann utgjør være av stor betydning. Ved vindstille eller i medvind vil luftmotstanden spille liten rolle sammenlignet med vannmotstanden. Dette fordi luften har liten tetthet i forhold til vannet. Dersom vi setter motstanden i vann ved 10°C lik 1,0 vil tettheten i luften være 0,0012928 ved 0°C. Ved motvind vil imidlertid luftmotstanden spille stadig større rolle ved økende vind. Dette fordi motstanden i luft (som i vann) øker med kvadraten av hastigheten, og ved sterk motvind vil vi få en stor økning i den relative hastighet, altså hastighet for båt/roer i forhold til luftens hastighet.

I vindstille og ved svak motvind vil imidlertid vannmotstanden være den helt dominerende motstandsfaktor i dette p.g.a. vannets store tetthet. Vi kan dele vannmotstanden inn i tre deler:

1. Form-motstanden; det er motstand som oppstår mot båtens form.
2. Friksjonsmotstand; det er motstand som oppstår i kontaktflaten mellom båt og vann.
3. Duppe-motstanden; det er den ekstra motstanden som oppstår p.g.a. båtens duppe-bevegelser dvs bevegelser opp/ned i lengde/sideretning under roingen.

Den innbyrdes forholdsmessige betydning av disse tre motstandsfaktorer er som følger (for en åtter) med gjennomsnittshastighet på 4,5m/sek, 6 min 10 sek på 2000 m.

1. Form-motstand	8%
2. Friksjons-motstand	88%
3. Duppe-motstand	4 %
Total-motstand	100 %

For å gjøre total-motstanden så liten som mulig har en fått ta en rekke hensyn både ved konstruksjon av båt/roer og ved utforming av ro-teknikk. Ved båtkonstruksjonen har en redusert form-motstanden nesten til minimum ved å bygge skroget smalt og langt, i en kapproingsbåt er forholdet bredde - lengde normalt 1:25 til 1:35, mens feks i seilbåt normalt vil ha forholdet 1:3,2 og en motorbåt 1:3,8.

Friksjonsmotstanden vil p.g.a. den egenartede form bli relativt stor. Vi har det forhold at: bredt og kort skrog gir stor form-motstand og mindre friksjon, mens et langt og smalt skrog gir stor friksjon og mindre form-motstand. Vi vet at friksjonsmotstanden er proporsjonal med den våte overflate, og i en kapproingsbåt vil den våte overflate (i m²) være: lengde i vannlinja x bredde i vannlinja x 0,7. For å redusere den nødvendigvis relativt store friksjonsfaktor mest mulig, bør en søke å få skrogets overflate så glatt og jevn som mulig.

Duppe-motstand oppstår som nevnt ved opp/ned bevegelser av skroget i lengde- eller sideretning. Disse bevegelser søkes unngått ved at en tar spesielle hensyn ved utforming av ro-teknikk. I lengderetningen bør en søke å unngå store og kraftige utslag fremover og bakover. For å unngå krengeing til siden bør en i størst mulig grad søke å holde roerens tyngdepunkt (P r) rett over båtens formtyngdepunkt (P f)

(se fig 1).

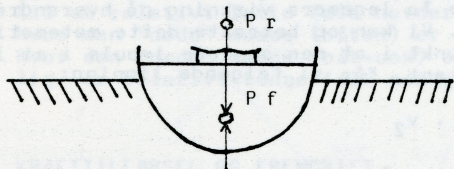


Fig 1, Båten i normalstilling. Roerens tyngdepunkt (P r) ligger rett over båtens formtyngdepunkt (P f).

Vi vet at totalmotstanden i vann øker med kvadratet av hastigheten. Dessuten er det bevist at en båt i jevn fart trenger mindre motstand enn en båt med ujevn (varierende) fart. Begge disse faktorer skulle tale for at en bør søke å holde en så jevn hastighet som mulig på båten, dvs minst mulig avvik fra gjennomsnitts hastigheten. Disse tingene vil jeg komme tilbake til senere.

Vi ser av dette at alle krefter og andre faktorer, med unntak av medvind, medstrøm og reaksjonskraften fra vannet på årebladet i gjennomtrekket, som virker på det indre

system fra omgivelsene vil ha en reduserende effekt på det indre systems hastighet i forhold til omgivelsene.

Det indre system, roer og båt/årer, hvor roeren er hengslet til båten i fotbrettet, har tre tyngdepunkter (se fig 2):

1. Båtens tyngdepunkt (P_b); dette er alltid på samme sted i båten.
 2. Mannskapetets tyngdepunkt (P_r); dette flytter seg stadig med roerens bevegelser.
 3. Systemets tyngdepunkt (P_s); dette flytter seg òg med roerens bevegelser.
- 1) Dette gjelder selv om gjennomsnittshastigheten er den samme.

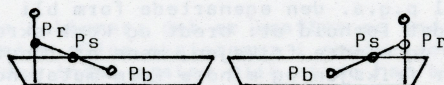


Fig 2, Det indre systems tre tyngdepunkter: P_b båtens tyngdepunkt, P_r mannskapets tyngdepunkt, P_s systemets tyngdepunkt.

Dersom en i en båt som ligger stille og som ikke er fortøyd, flytter P_r vil P_b flytte seg i motsatt retning (i forhold til omgivelsene). P_s vil imidlertid ikke flytte seg i forhold til utgangsposisjonen ettersom dette bare kan flyttes ved at ytre krefter virker på systemet. Årsaken til at P_b flytter seg i motsatt retning kan vi finne i den såkalte motvirkningssetningen som sier at: To legemers virkning på hverandre er lik og motsatt rettet. Vi kan og betrakte dette matematisk. I det vi tar utgangspunkt i at den samlede impuls i et lukket system alltid er konstant, får vi følgende ligning:

$$m_1 \cdot v_1 = + m_2 \cdot v_2$$

eller $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = 0$

- ° For en roer betyr dette i praksis at når han ruller på sleiden mot båtens hekk (i framsvinget) vil båten gli fremover, og når han ruller på sleiden mot bauen (uten at åra er i vannet) vil båten gli bakover. M.a.o.: I gjennomtrekket vil roerens bevegelse "bremse" båtens løp, mens hans bevegelse i framsvinget vil "lette" båtens løp. Slutteffekten blir imidlertid at disse to virkninger opphever hverandre (fig 3).

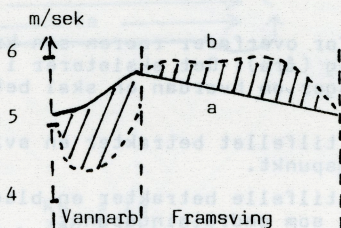


Fig 3 Eks. på en kapproingsbåts hastighetsforløp gjennom et rotak.

- Hastighetsforløp p.g.a. vannarbeidet (gjennomtrekket)
- Innvirkning på båtens hastighet som følge av forflytting av mannskapets tyngdepunkt.

Det kommer frem av figuren at båtens hastighet varierer en del i løpet av et rotak. Hastigheten er normalt lavest etter isettet og høyest like etter avslutningen (På fig 3 vil den virkelige hastighet ligge mellom a og b). Vi fastslo tidligere at det er lønnsomt å ha så små hastighetsvariasjoner som mulig for å få minst mulig motstand. Samtidig vet vi at ettersom bevegelsesimpulsen er et produkt av masse og hastighet ($m \cdot v$) vil hastighetsvariasjonene bli større jo mer masse av mannskapet og masse av båten avviker fra hverandre og jo høyere gjennomsnittshastigheten stiger. Dette kan være en av årsakene til at relativt lette folk hevder seg godt i single sculler, hvor den "døde" masse (båten) er liten. Mens det i toer m/stm, hvor den "døde" masse (båt+cox) er relativt stor, gjennomsnittlig, er relativt tunge folk som gjør de beste prestasjonene.

KRAFTILFØRSEL OG FREMDRIFT.

Den eneste mulighet roeren har til å gi båten fremdrift er å tilføre den energi ved å bruke sin muskelkraft. Ved å benytte åra som vektstang overfører han den kraft han produserer til båten idet han benytter vannet som "fastpunkt".

I roing, som i andre situasjoner, gjelder det at enhver bevegelsesendring er proposjonal med de virkende krefter og skjer i samme retning som den rette linje som hver kraft virker langs. Vi har m.a.o. med den dynamiske grunnlikning å gjøre: Kraft = masse $\cdot$ akselerasjon ($K = m \cdot a$). Ved å tilføre tidsfaktoren får vi at:

$$K \cdot t = m \cdot a \cdot t$$

Akselerasjonen blir bestemt ved: $\frac{\text{hastighetstilvekst}}{\text{tidstilvekst}}$ altså: $\frac{v}{t}$

Vi får følgende: $K \cdot t = m \cdot v$, hvor $k \cdot t$ = kraftimpulsen og $m \cdot v$ = bevegelsesimpulsen.

Kraftimpulsen vil avhenge av den kraft roeren kan utvikle og den effektive tid vannarbeidet varer, og dermed i siste instans av frekvensen det arbeides med (takten) og den derved holdte rytme.

Som nevnt ovenfor overfører roeren sin kraftimpuls til båten med en vektstang (åra). Det eksisterer i dag i hovedsaken to ulike oppfatninger om hvordan en skal betrakte denne vektstang:

- 1) I dette tilfellet betrakter en svivelbolten som omdreiningspunkt.
- 2) I dette tilfelle betrakter en bladtrykkets angrepspunkt i vannet som omdreiningspunkt

Matematisk sett er det imidlertid samme hvilken av de to betraktningmåter en benytter, idet det ved et enkelt regneeksempel kan vises at det matematiske resultat i de to tilfeller blir det samme bare betingelsene er like i utgangspunktet.

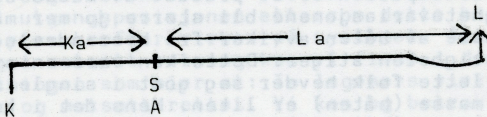
For å vise dette kan en bruke følgende eksempel:

Belastningen for roeren settes til:	45 kp
Total årelengde:	380 cm
Innerarm:	110 cm
Ytterarm:	270 cm

Generelt gjelder følgende likning:

$$\begin{aligned} \text{Kraft} \cdot \text{Kraftarm} &= \text{last} \cdot \text{lastarm} \\ K \cdot K_a &= l \cdot l_a \end{aligned}$$

Tilfelle 1, vi betrakter åra som en toarmet vektstang med dreiepunkt i svivelen.



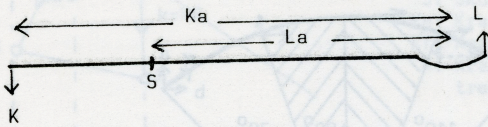
$$\begin{aligned} \text{Bladtrykk: } K \cdot K_a &= l \cdot l_a \\ 45 \text{ kp} \cdot 110 &= x \cdot 270 \\ \frac{45 \text{ kp} \cdot 110}{270} &= 18,3 \text{ kp} \end{aligned}$$

A: Dreiepunkt
s: svivelsakse
l: last
K: kraft
Ka: kraftarm
La: lastarm

Anleggstrykk mot svivelen blir etter dette:

$$K+l = 45 \text{ kp} + 18,3 \text{ kp} = \underline{63,3 \text{ kp}}$$

Tilfelle 2: Vi betrakter åra som en enarmet vektstang med dreiepunktet i bladtrykkets angrepspunkt i vannet.



$$\begin{aligned} K \cdot a &= Ka \cdot l \\ \text{Sviveltrykk: } 45 \text{ kp} \cdot 380 &= x \cdot 270 \\ \frac{45 \text{ kp} \cdot 380}{270} &= \underline{63,3 \text{ kp}} \end{aligned}$$

A: Dreiepunkt
s: svivelakse
l: last
K: kraft
Ka: kraftarm
la: lastarm

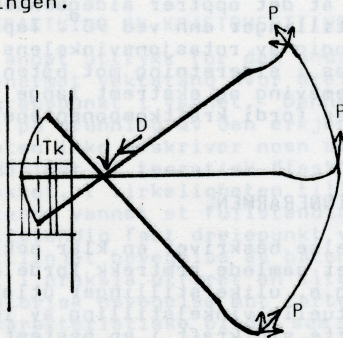
Bladtrykket vil her være differansen mellom sviveltrykket og K: $63,3 \text{ kp} - 45,0 \text{ kp} = \underline{18,3 \text{ kp}}$

Jeg vil i det følgende se litt nærmere på de to betraktninger-måter. Jeg vil først ta for meg den måten hvor en betrakter svivelsaksen som dreiepunkt. Denne måte blir ofte betegnet som: En stasjonær betraktning av kraftomsettingen.

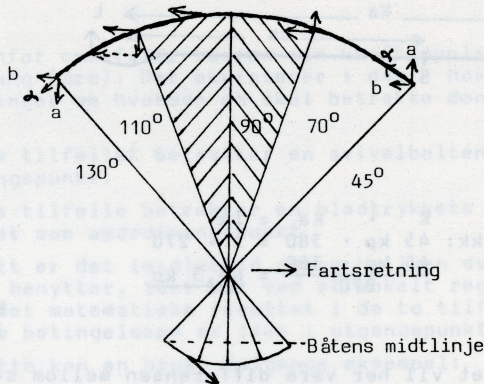
Man anser i dette tilfellet at årebladet beskriver en bue gjennom vannet i forhold til båten (fig 4).

Fig 4 Stasjonær betraktning av kraftomsettingen.

Tk: trekk-kraft på innerarmen
P: trykk på bladet
D: trykk på svivelen



Det kommer frem av figuren at kraften på årebladet bare virker direkte i fartsretningen når åra står vinkelrett på båten. Når åra feks har vinkel på ca 40° og ca 140° i forhold til båten er virkningen nede i 64-70% av virkningen ved 90° . Bladets mest virksomme trykksone er egentlig bare fra 70° - 110° (fig 5)



- a: kraftkomponent i sideretning
- b: kraftkomponent i fartsretning
- α : den samlede kraftkomponent

Fig 5: Skisse av den mest virksomme del av gjennomtrekket mellom 70° og 110° .

Vi ser av figuren at det opptrer sidegående tapskomponenter i alle andre årestillinger enn ved 90° . Tapskomponentens størrelse er avhengig av rotasjonsvinkelens sinusfunksjon og de virker som press i sideretning mot båten. Utfra dette bør ekstremt lange fremsving og ekstremt lange tilbakesving i avslutningen unngås fordi kraftkomponentene i fartsretningen her vil bli små.

KRAFTVIRKNING PÅ INNERARMEN.

Innerarmens bevegelse beskriver en klar sektorbue i løpet av gjennomtrekket. Det samlede armtrekk fordeler seg på to angrepspunkt som p.g.a. ulike stillinger utløser ulike trekkretninger. Den aktuelle vinkelstilling av innerarmen tvinger roeren til å avsette sin kraft i en bestemt retning. Bare ved vinkelrett årestilling i forhold til båten opptrer sammenfallende kraftretninger i de to angrepspunkt. (fig 6).

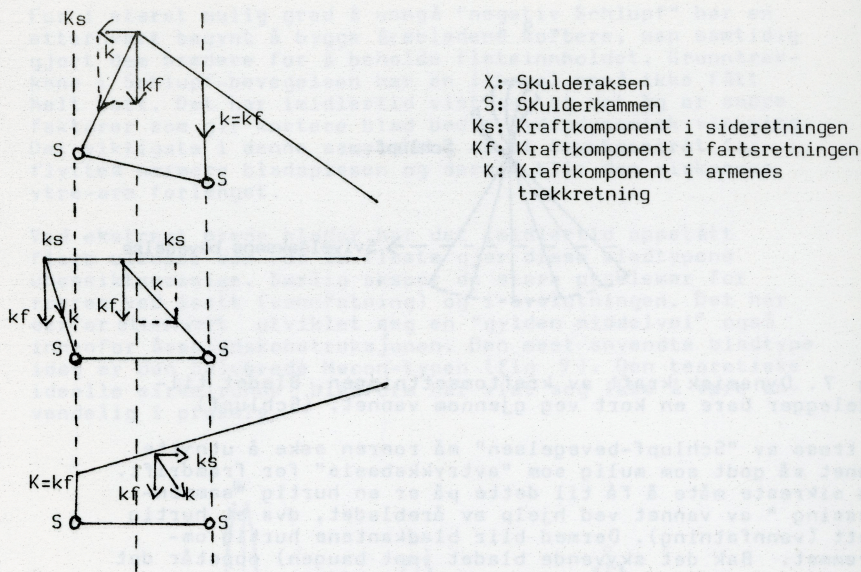


Fig 6. Kraftvirkningen på innerarmen ved tre ulike årestillinger. Armenes trekkretning er p.g.a. innerarmens sektorbue formede bevegelse og skulderaksens ulike stillinger forskjellig ved de tre årestillinger.

DYNAMISK BETRAKTNING AV KRAFTOMSETTINGEN

Dette er et annet uttrykk for den andre måten å betrakte åra som en enarmet vektstang hvor dreiepunktet er i bladtrykkets angrepspunkt i vannet. Denne betraktningmåten har oppstått på grunnlag av den erkjennelse at årebladet i virkeligheten ikke beskriver noen sirkelbue i vannet. Bladet har derimot et teoretisk "fast" dreiepunkt i vannet i gjennomtrekket. I virkeligheten tillater imidlertid ikke det tyntflytende vannet et fullstendig fast dreiepunkt. Et slikt fullstendig fast dreiepunkt ville forøvrig umuliggjøre en rettlinjet bevegelse av båten. Filmopptak har vist at årebladet i praksis utfører en liten rotasjon ved siden av en translatorisk bevegelse mot fartsretningen, noe som skaper det karakteristiske bildet som i øst-tysk litteratur gjerne kalles for "Schlupf". Uten denne "Schlupf" hadde en ikke kunnet flytte båten ved hjelp av årer. (fig 7).

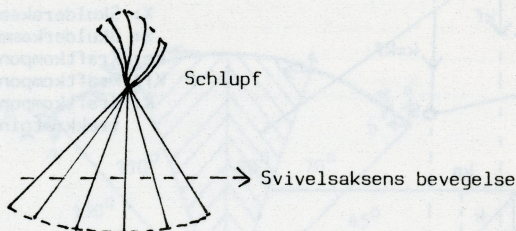


Fig 7. Dynamisk kraft av kraftomsetningen. Bladet tilbakelegger bare en kort veg gjennom vannet. (Schlupf)

På tross av "Schlupf-bevegelsen" må roeren søke å utnytte vannet så godt som mulig som "avtrykksbasis" for framdrift. Den sikreste måte å få til dette på er en hurtig "sammenpressing" av vannet ved hjelp av årebladet, dvs et hurtig isett (vannfatning). Dermed blir bladkantene hurtig omstrømmet. Bak det skyvende bladet (mot baugen) oppstår det et område med stort undertrykk, dette området vil raskt prøve å "fylle seg". Den derved oppstående virvelstrøm blir understøttet av bladhvelvingen. "Bladvirvelen" frambringer etter reaksjonsprinsippet ekvivalenten for den følgende skyveimpuls.

Det oppstår imidlertid et problem ved "Schlupf-bevegelsen" og det er at den indre del av årebladet (bladhalsen) i en viss del av gjennomtrekket vil bevege seg i fartsretningen og dermed skape bremseeffekt (negativ Schlupf). (fig 8)

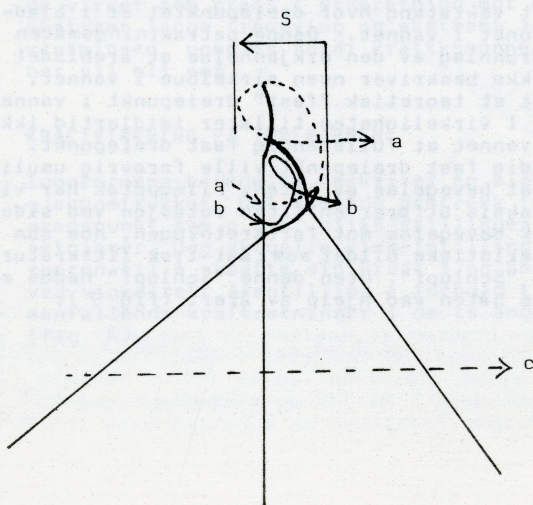


Fig 8 "Schlupf-bevegelsen" (S) a Bladspissens bane
b Bladhalsens bane (negativ Schlupf)
c Svivalsaksens vei

For i størst mulig grad å unngå "negativ Schlupf" har en etterhvert begynt å bygge årebladene kortere, men samtidig gjort dem bredere for å beholde flateinnholdet. Grunntrekken i Schlupf-bevegelsen har en likevel ennå ikke fått helt bort. Det har imidlertid vist seg at det òg er andre faktorer som gir kortere blad bedre hydrodynamisk virkning. Det viktigste i denne sammenheng er at trykksentret forflyttes nærmere bladspissen og dermed blir den virksomme ytre-arm forlenget.

Ved ekstremt brede blader har det imidlertid oppstått flere ulemper som for de fleste gjør disse bladtypene uhensiktsmessige. Særlig skaper de store problemer for roeren ved isett (vannfatning) og i avslutningen. Det har derfor etterhvert utviklet seg en "gylden middelvei" også innenfor årebladskonstruksjonen. Den mest anvendte bladtype idag er den halvbrede Macon-typen (fig 9). Den teoretiske ideelle sirkelrunde bladform har vist seg ikke å være anvendelig i praksis.

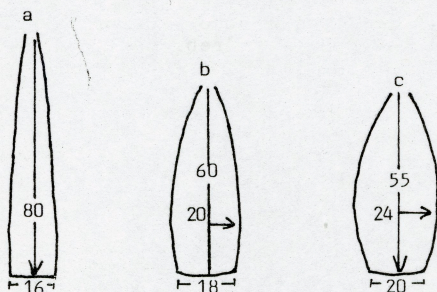


Fig 9 . Ulike årebladformer: a: tradisjonell form
b: Macon-blad
c: Vanlig form som ofte anvendes
i toer med styrmann
Lengde og bredde er oppgitt i cm.

LITTERATUR

Herberger, Ernst m.fl.: "RUDERN" Sportverlag Berlin 1972
Carlsøe: "HOW MAN MOVES" Heinemann Ltd. London 1972
Tveit, Per: "BEVEGELSESLÆRE" Kompendium Norges Idrettshøgskole 1971