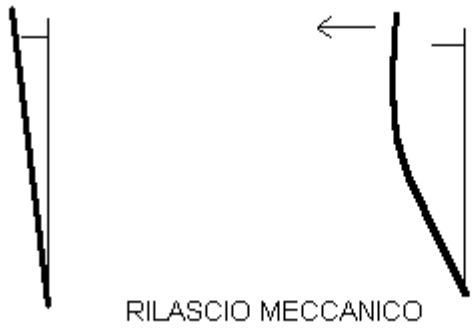
IL PARADOSSO DELL'ARCIERE

INTRODUZIONE

Quando una freccia viene rilasciata usando le dita/tab il lato cocca della freccia inizialmente si piega allontanandosi dall'arco. La stessa parte successivamente si piega verso l'arco e si riallontana ancora. Il paradosso dell'arciere è il termine usato per definire questo comportamento della freccia che si piega. L'obbiettivo è quello di fare in modo che il lato cocca della freccia si pieghi lontano dall'arco nel momento in cui l'impennaggio passa davanti al corpo dell'arco. Lo scopo è di evitare qualsiasi contatto tra la parte dietro della freccia e l'arco. Questa sezione dà una visione generale di come avviene questo fenomeno. Considereremo di avere a che fare con un arciere destro durante la descrizione delle direzioni dei movimenti, ecc.

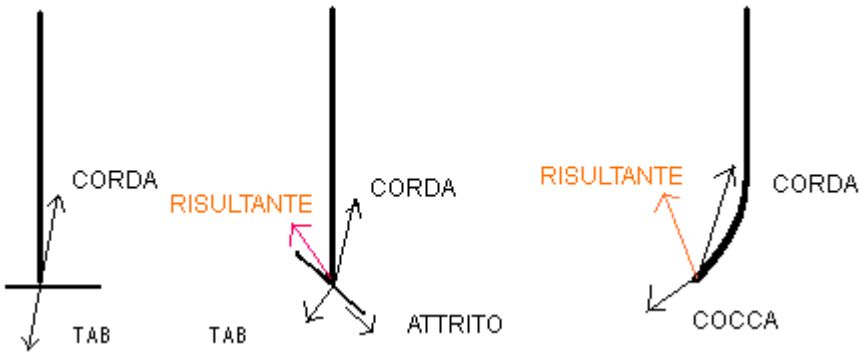
I punti da tenere presente sono che la forza applicata dalla corda alla freccia varia man mano che lo freccia si muove in avanti e anche che la direzione della forza della corda è sempre diretta verso l'arco.

Il rilascio - Lato cocca



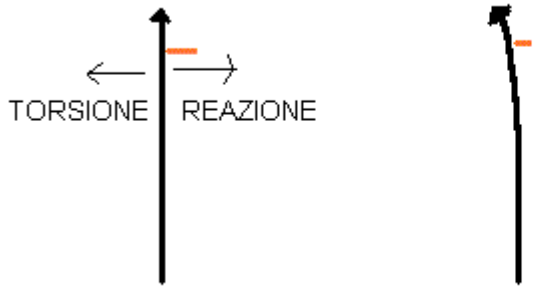
Il bottone elastico è regolato per un arco ricurvo quindi in ancoraggio la freccia punta leggermente verso sinistra. La direzione della forza della corda punta invece esattamente verso il corpo dell'arco e si trova quindi lateralmente a destra rispetto alla freccia. Se il rilascio viene fatto usando un rilascio meccanico allora l'estremità della freccia dal lato cocca si piega vero l'arco e l'altra estremità della freccia ruota allontanandosi dall'arco come mostrato nella figura. Ooops! La freccia finirebbe in questo caso per volare in modo incontrollato verso sinistra.

Quello che avvia il paradosso dell'arciere è l'azione delle dita/tab sulla corda dell'arco. In ancoraggio la forza della corda viene bilanciata da una forza uguale e contraria sul tab. Durante il rilascio la forza della corda causa la rotazione del tab nel momento in cui le dita vengono "aperte" **(ref).** A questo punto ci sono tre forze in azione, la forza della corda diretta verso l'arco, la forza opposta di reazione del tab diretta con un certo angolo rispetto alla superficie del tab e una forza d'attrito parallela alla superficie del tab. Queste tre forze si sommano tra di loro **(ref)** per produrre una forza risultante sulla corda diretta avanti e a sinistra dell'arco. L'accelerazione laterale della corda causa la flessione del lato cocca della freccia verso l'esterno e di conseguenza la forza della corda inizia a propagarsi lungo la freccia. Nello stesso tempo l'accelerazione in avanti della corda trasferisce il suo carico dal tab alla cocca. Lo scopo di avere un tab "scivoloso" è quello di diminuirne la forza di attrito in modo che diminuisca il tempo in cui la corda agisce sul tab durante il rilascio, cioè c'è meno tempo per provocare interfenze muovendo la mano della corda. L'altro effetto che in linea di principio ha il tab è quello di influenzare lo spine dinamico della freccia. Più è "scivoloso" il tab e più alta sarà l'accelerazione della cocca e più la freccia si fletterà.



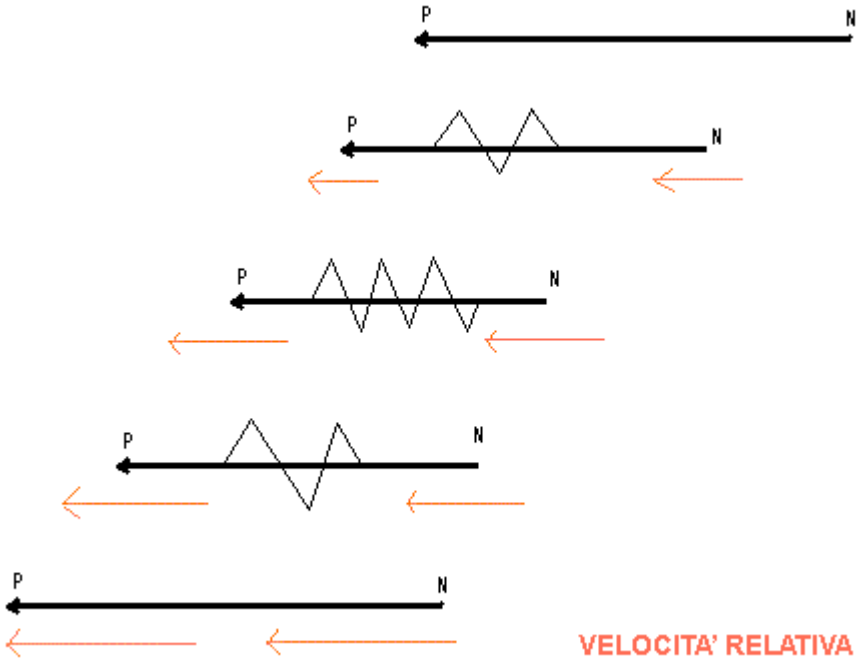
Il risultato è che quando la forza della corda inizia ad agire sulla cocca essa si propaga lungo la freccia e la forza di reazione sulla cocca (che avrà un certo angolo rispetto alla sua superficie) punterà indietro e a sinistra. La forza risultante è ancora diretta avanti e a sinistra cioè il lato cocca della freccia continua a piegarsi allontanandosi dall'arco a sinistra. Questo comportamento è simile all'asta di un saltatore con l'asta non appena essa viene piantata nel sostegno al momento del salto.

Il rilascio - Lato punta

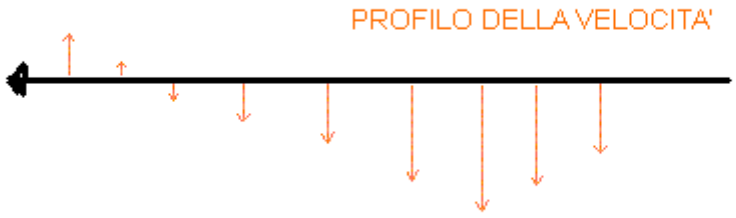


Non appena il lato cocca della freccia si piega allontanandosi dall'arco si genera una torsione della freccia che provoca la rotazione della punta della freccia verso l'arco e la freccia si flette verso l'arco. La freccia finisce per premere sul lato dell'arco o sul bottone elastico se presente. Siccome la freccia sta premendo sull'arco/bottone c'è una reazione opposta applicata lateralmente dall'arco/bottone sulla freccia. Questa forza provoca una flessione della punta della freccia verso sinistra e l'allontanamento della punta dall'arco.

Il raddrizzamento



Se il lato cocca della freccia continuasse a piegarsi allontanandosi dall'arco la freccia dovrebbe a un certo punto rompersi. Cosa limita la quantità di flessione della freccia? Il miglior modo per capire questo è di immaginare la freccia come se fosse una molla con un peso applicato davanti (punta) che viene spinta da dietro. Quando la freccia viene rilasciata il lato cocca della freccia accelera in avanti più velocemente della punta che è pesante e ha un'alta inerzia. La distanza tra punta e cocca si riduce e questa riduzione provoca la compressione della molla/freccia (che si piega). L'accelerazione della punta viene generata dalla forza della corda trasmessa attraverso la freccia e dalla compressione (flessione) della molla/freccia. Man mano che la freccia si flette l'accelerazione della punta aumenta finché non supera quella della cocca. A un certo punto la velocità in avanti della punta raggiunge quella della cocca e a questo punto la freccia smette di piegarsi. La punta sta ancora accelerando più velocemente della cocca (forza della corda+forza della molla) così la punta ora viaggia più velocemente della cocca e la compressione della molla diminuisce cioè la freccia si raddrizza. Man mano che la freccia si raddrizza la forza con cui il lato punta della freccia sta premendo verso l'arco/bottone a causa della torsione diminuisce e così la flessione nella parte frontale della freccia si riduce. Man mano che la freccia si raddrizza l'accelerazione diminuisce. Alla fine la freccia è più o meno dritta e la punta e la cocca stanno viaggiando in avanti alla stessa velocità.



Le differenze tra questa freccia "dritta" e quella dritta nel momento dell'ancoraggio è che non solo la freccia si trova più avanti e quindi la forza della corda in direzione dell'arco è diversa ma la freccia ha una direzione di

spostamento laterale. Non tutta l'energia della molla si è trasformata in accelerazione della punta, molta di essa si è tramutata in un'accelerazione laterale della freccia.

La seconda flessione

Una volta che la freccia si è raddrizzata, essa continua nel suo movimento e si piega verso l'esterno. Questa flessione esterna attiva una flessione del lato cocca che è simile a quello del rilascio. L'effetto della forza della corda applicata lungo la freccia e la forza di reazione della cocca producono un insieme di forze che accelerano il lato cocca in avanti e lateralmente verso l'arco. Il lato cocca della freccia si piega verso l'arco mentre la freccia viaggia in avanti. Si presenta esattamente la stessa situazione delle velocità di punta e cocca che abbiamo visto in precedenza e che fa raggiungere alla freccia una flessione massima per poi raddrizzarsi di nuovo. Non c'è nessuna reazione dell'arco/bottone che contrasti la torsione provocata dal lato cocca stavolta e la torsione provoca in parte una rotazione della freccia in parte una flessione dal lato della punta. Lo'oscillazione della sezione frontale della freccia provoca una torsione di controbilanciamento nella flessione del lato cocca. (Questo era il trucco utilizzato dai dinosauri che usavano una lunga coda con gruppo di ossa in fondo come arma. Quando la coda veniva oscillata il lungo collo/testa veniva oscillato nella direzione opposta controbilanciando la torsione così da evitare che il corpo del dinosauro entrasse in rotazione sui piedi).

La terza flessione

Successivamente al raddrizzamento della freccia dopo la seconda flessione l'intero processo si ripete con il lato cocca che si flette allontanandosi dall'arco durante la terza flessione e così via fin quando la corda continua ad accelerare la freccia.

Per una descrizione generale del comportamento della freccia sull'arco **cliccare qui**

Durante questo processo, circa nel momento in cui la freccia completa la sua seconda flessione, la freccia lascia la corda.. L'obbiettivo è avere una separazione pulita della corda dalla cocca e di avere la parte posteriore della freccia sufficientemente curvata lontano dall'arco in modo da garantire una buona "clearence" (assenza di contatto freccia/riser, ndt) nel momento in cui essa essa passa vicino al riser. Una buona temporizzazione che garantisca tutto questo è collegata a tutti quei fattori che influenzano quanto e quanto rapidamente la freccia si flette e quanto velocemente la freccia accelera in avanti: lunghezza della freccia, massa, spine, peso della punta, carico dell'arco, brace height e la curva della forza espressa dall'arco durante il tiro. Fortunatamente tutto quello che l'arciere deve fare per ottenere tutto questo è scegliere la freccia giusta da una tabella di selezione basata sull'esperienza accumulata circa quello che funziona e quello che non funziona.

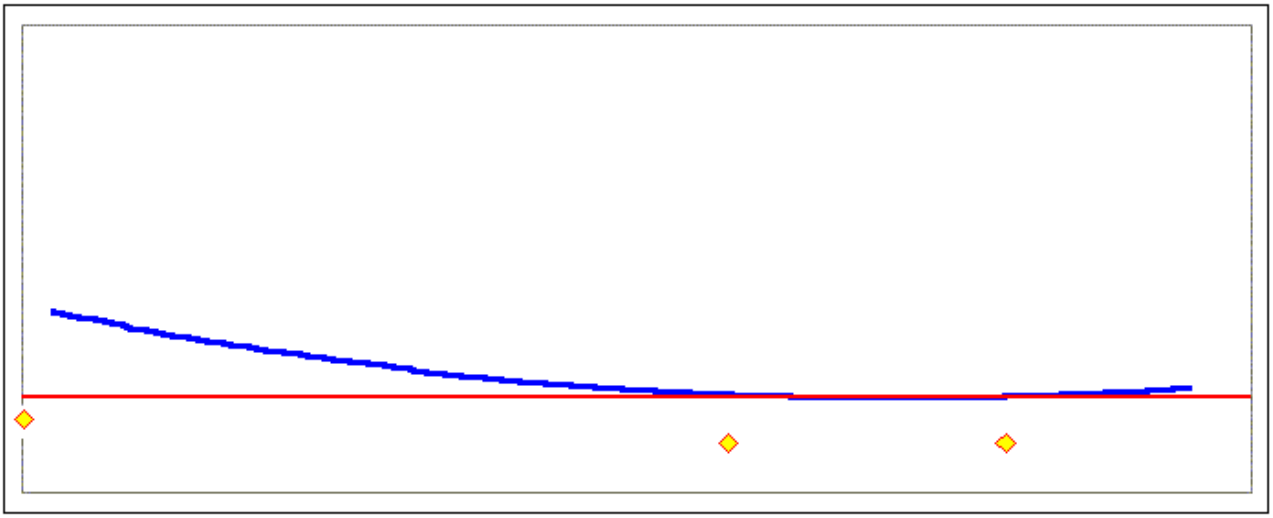
La quantità di flessione della freccia ("morbida/dura") dipende dalla accelerazioni relative della cocca e della punta. Aumentare il peso della punta per esempio riduce la sua accelerazione e quindi la freccia si flette di più (si "ammorbidisce") e viceversa. Allo stesso modo potete cambiare la quantità di

flessione della freccia (la sua "durezza") cambiando il peso (e quindi l'accelerazione) del lato cocca della freccia. Siccome il lato cocca è leggero la durezza della freccia è ragionevolmente sensibile ai cambiamenti del peso della cocca. Per esempio montando un punto d'incocco in metallo o i "pin nocks" si riduce l'accelerazione della cocca e quindi si indurisce la freccia. Un caso particolare è l'impennaggio. Esso aumenta il peso della cocca ma in più l'attrito della superficie delle alette riduce ulteriormente l'accelerazione della cocca. Montando alette con superficie maggiore (ma stesso peso) la freccia verrà indurita a causa dell'aumento di attrito.

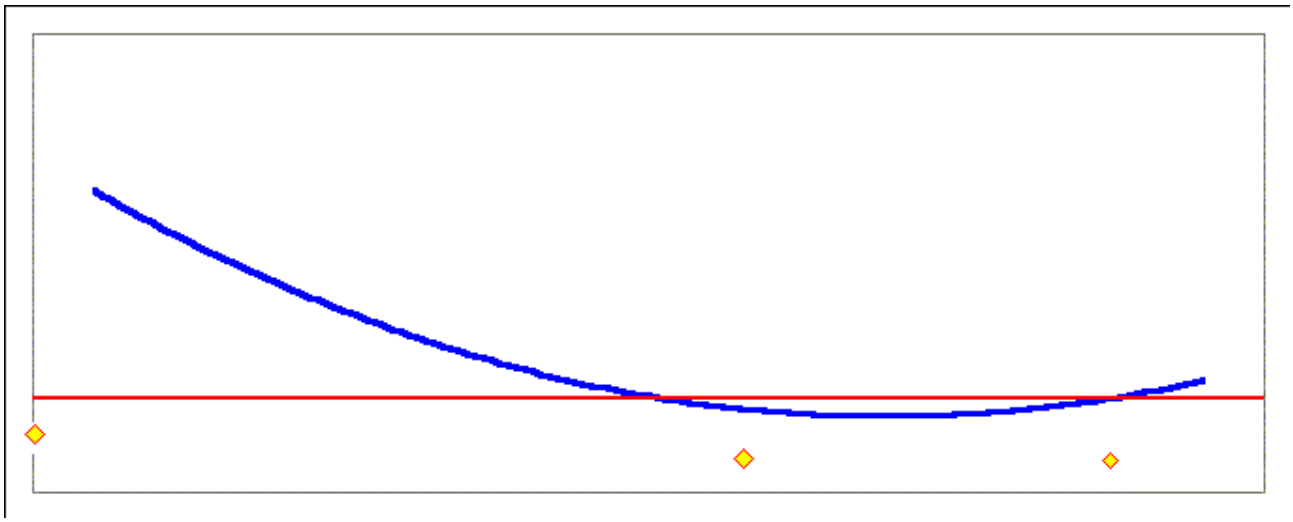
http://www.tap46home.plus.com/mechanics/itbm2.htm

SPIEGAZIONE DEL COMPORTAMENTO DELLA FRECCIA

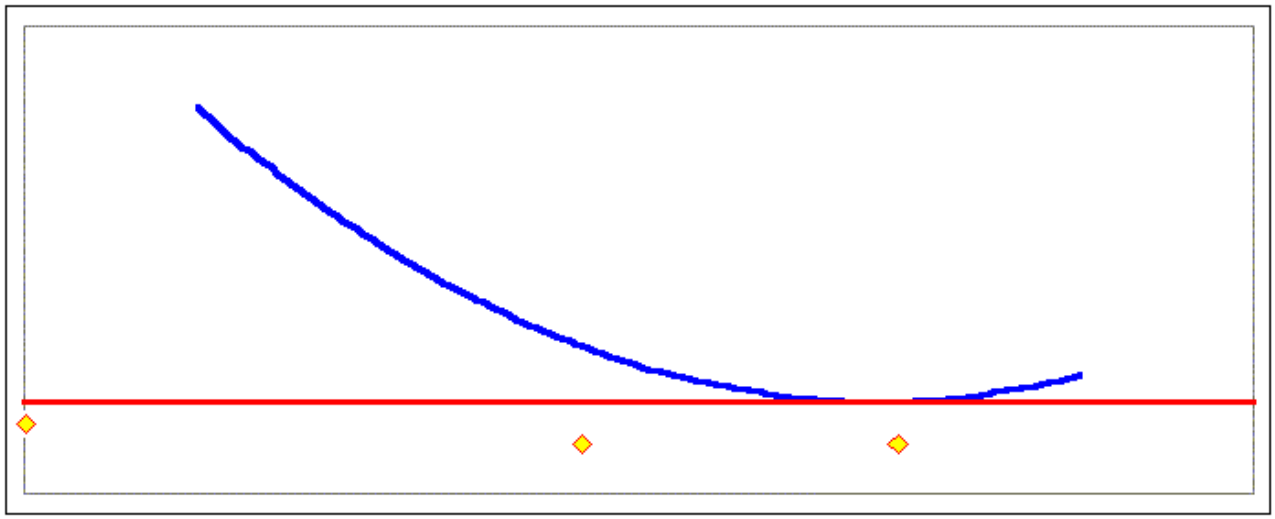
I seguenti diagrammi illustrano schematicamente il comportamento della freccia (linea blu) quando viene accellerata dall'arco. La linea rossa rappresenta il piano dell'arco. I marcatori a diamante rappresentano da sinistra a destra la posizione di massimo allungo, quella del brace height e del bottone elastico.



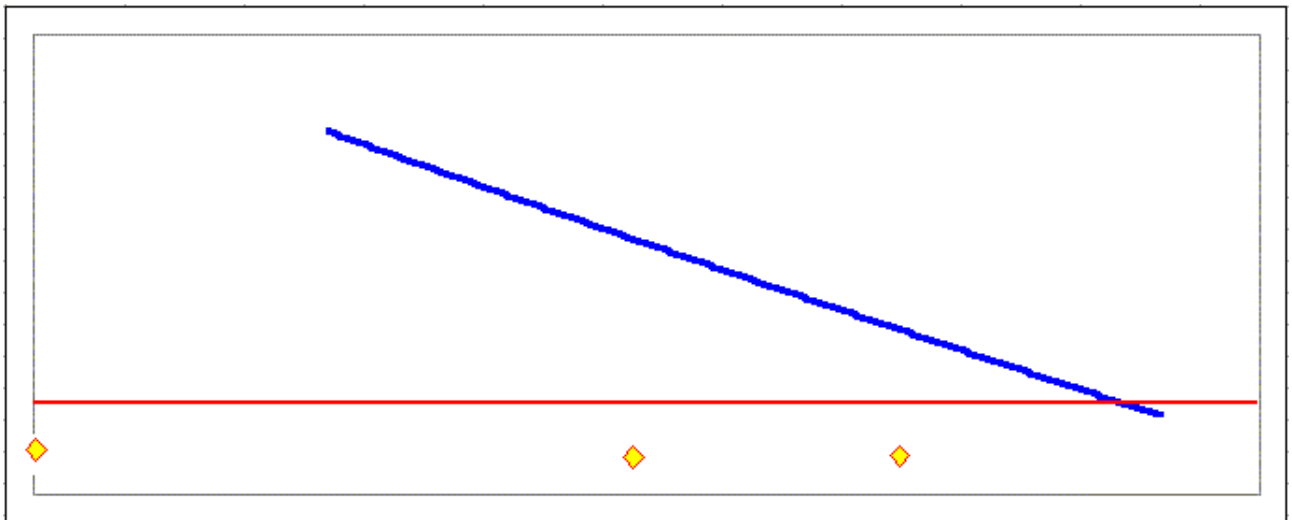
L'accelerazione laterale della cocca (che si allontana dall'arco) causata dalle dita e dal carico sulla freccia trasmesso dalla corda inizia a piegare la freccia. A questo punto non vi è interazione con il bottone elastico.



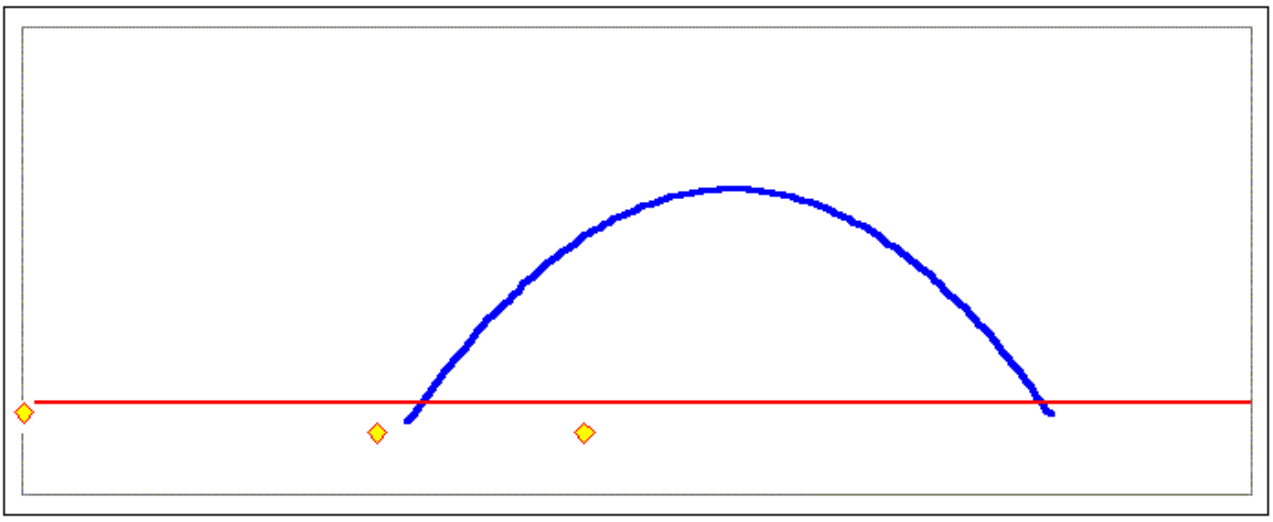
La freccia continua a piegarsi e l’asta viene ruotata contro il bottone elastico. La forza risultante tra la freccia e il bottone si traduce nella flessione della sezione anteriore della freccia che si allontana dall’arco.



La cocca della freccia ha adesso raggiunto il suo massimo spostamento fuori dal piano dell’arco. Non c’è forza tra l’asta ed il bottone. L’asta si è ‘stabilizzata’ in una morbida curvatura.



Poiché la cocca della freccia è stata spostata lateralmente fuori dal piano dell'arco, c'è un effetto torsione (la rotazione dei flettenti) che spinge la cocca rapidamernte verso l'arco. Allo stesso tempo la freccia piegata inizia a raddrizzarsi e logicamente la forza della corda applica un momento flettente che piega la freccia. Il risultato è che la freccia forma rapidamente una forma piegata dalla parte opposta all'originale e la cocca è piegata/ruotata verso il piano dell'arco.



Quando la cocca della freccia raggiunge il piano dell'arco, a causa del momento, inizia a muoversi e percorre una piccola distanza passato questo punto prima di invertire la direzione del moto. La curva della freccia è ancora lontana dall'arco. Appena la cocca torna indietro verso il piano dell'arco la corda si stacca dalla cocca. La combinazione della direzione di decelerazione della corda con l'orientamento e la rotazione della cocca contribuiscono a minimizzare qualunque influenza laterale sulla cocca all'uscita dalla corda.

Dopo che la freccia lascia la corda essa inizia a vibrare (con le due estremità della freccia che sono libere di muoversi, perché ormai la freccia è in volo) così che il lato cocca della freccia comincia un movimento di allontanamento dall'arco. Lo scopo è di avere un'uscita sufficientemente pulita rispetto al riser (selezione dell'asta) e di avere una rotazione globale vicina allo zero (tuning).

Il grafico seguente mostra l'allontanamento della cocca dal piano dell'arco (la linea tratteggiata orizzontale segnata con '0') in funzione del tempo come calcolato dal modello di Paradosso dell'Arciere di Kooi/Sparenberg (vedere i riferimenti). Sono incluse le traiettorie delle cocche di frecce dure/morbide che vengono comparate con quella di una freccia giusta.

I punti rossi corrispondono approssimativamente in sequenza a quelli degli schemi di cui sopra.

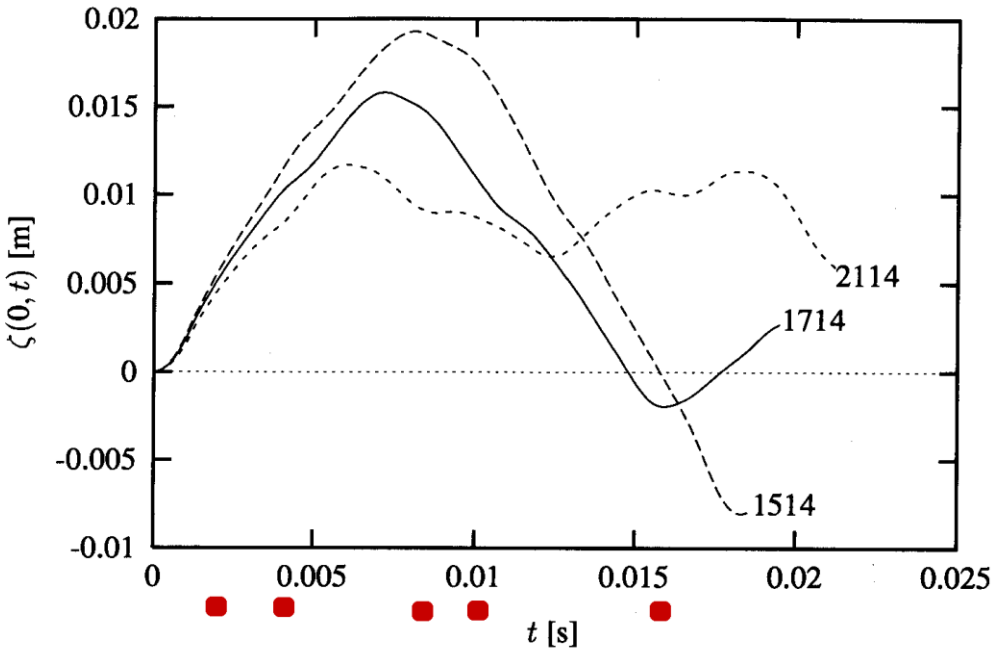


Figure 12. Paths of nock of three different arrows until nock passes pressure point. (——) standard arrow 1714X7, (— —) stiffer (and heavier) arrow 2114X7 and (- - -) more flexible (and lighter) arrow 1514X7. Latter arrow slaps against pressure point.