



MENY ≡

LEDIGE JOBBER

WEBINARER

EKSTRA +

SØK



LOGG INN



TROLLLABS – BIRGIT SKARSTEIN

Over 100 prototyper er testet: Fra gaffatape og treverk til gullhåp

Når Birgit Skarstein ror for Paralympics-gull i Tokyo de neste dagene, er det ingeniører ved NTNU som er ekstra spente på om forskningen deres vil gi medalje.



– Så fort NTNU publiserer det vi har gjort frem til nå, tror jeg veldig mange internasjonalt vil rette seg etter det vi har gjort. Vi har svært gode resultater som er underbygget av solid testing og sterke tall. Metodikken vi har brukt for å finne frem til optimal sittestilling kan overføres til mange idretter, så jeg håper arbeidet vi har gjort kan danne grunnlaget for en standardprosedyre for uttesting av utstyr, sier Birgit Skarstein. (Foto: Sverre Chr. Jarild)



På Årungen har Birgit Skarstein en av sine siste hardøkter før avreise til Tokyo, hvor hun skal kjempe om medalje i singlesculler. Formen er i rute. I februar tok hun VM-gull på romaskin, i april ble det EM-gull i Italia, og i juni satte hun verdensrekord i klassen PR1 W1x da hun bikket under den magiske 10-minuttersgrensen på Paralympics-distansen 2000 meter, med tiden 9.56,54.

ANNONSE

LEDIGE JOBBER



Fakultet for ingeniørvitenskap og
Instituttleder
Narvik

Lede
Senioringeniør / Sivilingeniør
Porsgrunn eller Tønsberg

Oslo kommune, Vann- og
Overingeniør utredning
Oslo

[Se alle ledige jobber](#)

Nå har hun Kjetil Borch i banen ved siden av seg. For få uker siden tok han OL-sølv på samme distanse og rostadion hvor Skarstein skal i ilden 27. august. Istedenfor å hvile på sine laurbær, stiller han opp for å gi landslagskollegaen den viktige følelsen av konkurranse hun trenger før det braker løs. Gjennom de mange felles treningstimene de har hatt, har også han forsøkt å ro uten å bruke bena. Det er knallhardt.

Skarstein er delvis ryggmargsskadet fra 10. brystvirvel, har redusert kjernemuskulatur, lav sittestabilitet, og er lam i begge bena. Mens Borch og andre funksjonsfriske roere sitter på et glidende sete, og bruker ben, sete, kjernemuskulatur og armer like mye, sitter Skarstein med ben og sete stroppt fast, og er avhengig av å generere all kraft til samme bevegelse med den muskulaturen som fortsatt er intakt fra livet og opp. Den ferske OL-medaljøreren er imponert over hvor raskt hun ror, med en så begrenset mulighet for kraftgenerering.

– Det Birgit gjør, er ekstremt imponerende. Og så er det helt utrolig det de har gjort med setet hennes! Det er rett og slett en revolusjon, sier Borch til TU.

Prototyp-lab

«De» Borch omtaler, holder til i andre etasje ved institutt for maskinteknikk og produksjon (MTP) i verkstedteknisk-bygget på NTNU Gløshaugen. Her ligger et lite laboratorium kalt TrollLABS. Det ble startet i 2014, etter at professor Martin Steinert kom hit fra Stanford University i Palo Alto, med en drøm om å overføre arbeidsmetoder fra softwareutvikling i California til maskinteknikk i Trondheim. Siden oppstarten har han stort sett hatt 10 doktorgradskandidater og 10–15 masterstudenter i labben hvert år. Selv om TrollLABS og Steinert tilhører Institutt for maskinteknikk og produksjon under Fakultetet for ingeniørvitenskap, gjør ikke alle studentene det. Her kan det være masterstudenter og PhDs fra marin teknikk, kybernetikk, medisin, arkitektur og design og idrettsanlegg og teknologi (SIAT). For å nevne noen.

– Vi er en interdisiplinær prototyp-lab med en gjeng gale ingeniører som virkelig går inn i problemene vi skal løse ubegrenset av teknologi og eksisterende produkter.

«Da vi fikk dette som
masteroppgave, var

Vår jobb er å forstå grunnprinsippet i ethvert problem gjennom eksperimenter, å bygge sensorer, leke med materialer og maskinlæring, og gjøre egne analyser. Vi fokuserer på å lage prototyper raskt, billig og bra – og så skal vi være veldig gode på å iterere og samarbeide. Jeg er veldig stolt av dette stedet. Det er vår egen lille hule, sier Steinert.

den eneste føringen at vi skulle forbedre Birgit Skarsteins prestasjon»

En av dem som jobber her, er doktorgradskandidat Sindre Wold Eikevåg. Det er han som har ansvar og har utviklet fra start til slutt setet Borch omtaler som en revolusjon. For Eikevåg startet det som en masteroppgave med to medstudenter.

– Da vi fikk dette som masteroppgave, var den eneste føringen at vi skulle forbedre Birgit Skarsteins prestasjon. De fortalte ikke hvilke komponenter vi skulle bruke, og sa ingenting om hvordan vi skulle gjøre det, så vår første tanke var: «Hva i all verden skal vi gjøre?», sier han.



Her ror professor Martin Steinert på en av de tidlige prototypene til Birgit Skarsteins nye sete-oppsett, mens doktorgradskandidat Sindre Wold Eikevåg følger med. Etter hvert skal prototypen sendes til Beitostølen Helsesportsenter, hvor de skal teste om designet de har laget til Skarstein kun passer henne, eller om hjelpemiddelet kan revolusjonere treningshverdagen til alle ryggmargsskadede med ulik grad av justeringer og tilpasninger. (Foto: Mona Strande)

Tre og gaffatape

På det tidspunktet hadde han aldri sett på roing i hele sitt liv. Han ante ikke hvordan en parabol så ut, og startet med å google. De fant reglementet for avstand på åregaflene, sitteposisjon i båten, høyde på skroget – og så startet de å bygge en primitiv kopi av en konkurransebåt. Deretter satte de seg ned og testet.

– I en tradisjonell parabol sitter du stropet fast rundt livet med strake bein. Tenk deg selv om du skal forsøke å nå frem til tærne dine sittende flatt på gulvet, slik man må for å få utbytte av et rotak. Det er det ikke alle som klarer. Og når du da i tillegg har påbudte stropper rundt livet som holder deg tilbake merket jeg at jeg ble svært begrenset. Vi fant fort ut at vi fikk en mye større bevegelsesfrihet om vi fikk litt vinkel på hofter og ben, og selv om vi ennå ikke hadde møtt Birgit på det tidspunktet, tenkte vi at det også måtte være gjeldende selv om hun ikke har følelse i beina. Derfor laget vi et sete med knærne

vinklet litt opp fra 90 grader. I tillegg laget vi tre ulike ryggvinkler, fordi det føltes veldig kunstig å ro så strak i ryggen, sier Eikevåg.

Den første prototypen var et mikkmakk av tre, metall, lange skruer og muttere, lim, gaffatape og jekkestropper. Likevel holdt Skarstein verdensrekordfart allerede i første test. Det var for snart to år siden.

Professor Steinert forklarer:

– Vår grunntanke er at vi alltid starter fra null, med blanke ark. Vi går praktisk til verks for å erfare hva problemet er, og så leker vi rundt med utøver eller bruker for å finne de beste løsningene. Når vi tror vi har en løsning, setter vi opp en test for å få data og ordentlige analyser. Vi er ikke fan av å simulere, vi prøvekjører. Vi er ingen tenketank, vi er en gjøretank. Derfor mener vi også at prototyper ikke skal være supermodeller. En prototyp er bare en måte og sjekke hypotesen din på. Da må du gjøre det så enkelt og billig som mulig, og fokusere på de elementene som må fikses. Resten kan gjerne være gaffatape for vår del, sier han.

«Jeg visste at grunnposisjonen jeg satt i var hele premisset i utøvelse av kraft, men jeg hadde ikke trodd den utgjorde så store endringer i ytelse som det vi har sett»

Birgit Skarstein

Ut av komfortsonen

Og eksperimentene fortsatte. I tillegg til å tilte setet, tiltet de ryggen mer og mer. Til slutt satt

Birgit Skarstein mer i en V-posisjon enn den tidligere L-posisjonen.

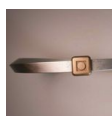
NTNU-forskerne forteller at toppidrettsutøveren til tider syntes det var ubehagelig med de mange endringene de skulle ha henne til å gjøre.

– Hvis Birgit hadde fått velge hva hun følte var mest behagelig, hadde vi aldri vært i nærheten av der vi er i dag. Vi ville jo teste disse seteposisjonene nettopp fordi vi så at det på papiret ville være mye mer effektivt for henne, sier Eikevåg.

Birgit sier det for henne, som er vant til å jobbe med finfølelse, ble en voldsom omstilling i tankesett:

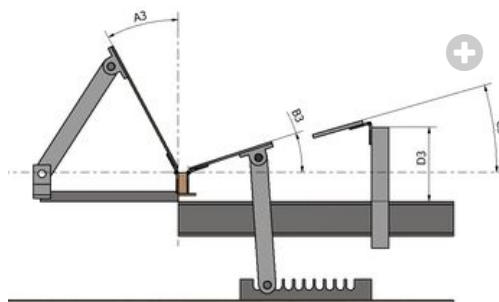
– Vi pleier å jobbe med millimeter, men her kom de med endringer de mente skulle gi meg titalls centimeter i forbedring. Det er mye å svelge!, sier hun.

Hun bestemte seg for å skrote gamle tanker, innstille seg på at alt hun var trygg på av byggeklosser kunne bli rokket om, og stole på at finfølelsen ville komme etter hvert:



LES OGSÅ

NTNUs nye master-ring er like rundt hjørnet

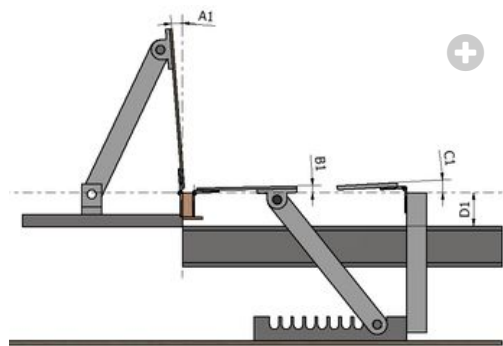


Illustrasjon A viser posisjonen Skarstein rodde i før NTNU startet sitt arbeid. (Illustrasjon: Design / Cambridge University Press)

– Det føltes både rart og uvant, så jeg ble nødt til å være trygg på at veien vi gikk var riktig retning. Jeg sa til meg selv mange ganger at «vi har tall som viser at dette går fortere!» og «alt er uvant til du er vant til det!» Det var en mental jobb å endre fra at det uvante ikke var feil, til at det ble riktig bare man gjorde det mange nok ganger, sier Skarstein. Nå som hun vet, smiler hun stort mens hun forteller.

For riktig var det. Jo mer de tiltet henne mot V-posisjon, jo høyere ble effekten. I tester hvor hun rodde med 90 watts kraft,

ble hennes maksimale hjerterefrekvens redusert med ti prosentpoeng (fra 87 % til 77 %) når de flyttet henne fra hennes tidligere konkurranseposisjon – med bare 5 graders vinkel i ryggen og strake ben – til det NTNU-forskerne mente ville være beste konkurranseposisjon, med 25 graders vinkel i ryggen, og 7,5 graders vinkel fra hofte til knær. Med denne endringen ble laktatverdien redusert med 54 %, fra 4,6 til 2,1 på samme wattutbytte. I tillegg ble antallet årtak hun trengte å ta for å opprettholde 90 watt redusert fra 32 til 27,5 tak i minuttet.



Utover i prosjektet har de tiltet henne mer og mer mot V-posisjon (illustrasjon B). Nå ror hun i et sete som både er vinklet og kurvet ytterligere mot toppen. Nøyaktig hvordan kurven går offentliggjøres ikke før Sindre Wold Eikevåg skal publisere sine funn senere i høst. (Illustrasjon: Design / Cambridge University Press)

Enormt effekt-løft

Videre tester på simulert konkurranse lengde med submaksimal intensitet viste 40 % wattøkning med 25 graders vinkel i ryggen og 7,5 graders vinkel fra hofte til knær, sammenlignet med hva Skarstein oppnådde med seteinnstillingene i sin opprinnelige konkurransebåt.

– Jeg visste at setet var viktig, og at grunnposisjonen jeg satt i var hele premisset i utøvelse av kraft siden det er grunnlaget for hvert eneste årtak. Likevel hadde jeg ikke trodd at det skulle utgjøre så store endringer i ytelse som det vi har sett, sier Skarstein.



Birgit Skarstein sier det var en voldsom omstilling for henne å endre rostilling så mye som hun har gjort nå i forberedelsene til Paralympics. – Det føltes både rart og uvant, så jeg ble nødt til å være trygg på at veien vi gikk var riktig retning, sier Skarstein. Etter en korona-periode med få konkurranser, har hun endelig fått de første svarene på det i år, med både EM-gull i april, og verdensrekord i juni. (Foto: Sverre Chr. Jarild)

Hun har hatt full tillit til NTNU-forskerne. Så fort de sa at de ønsket å tilte henne lenger bakover, startet hun arbeidet med å endre egen fysikk tilpasset det de antok ville bli den nye teknikken hun måtte bruke ved mer bakoverlent posisjon og lavere åretak. Kroppen måtte bli sterk i posisjoner den ikke var vant til, og muskulatur som hadde vært passiv tidligere, måtte kobles på.

– Vårt mål var å gi Birgit en bedre og jevnere bevegelseskurve slik at hun kunne ro mer som en funksjonsfrisk roer, samtidig som vi måtte forstå hvor i bevegelsen hun mister ro-funksjonen for å skape et oppsett som fungerte for henne. Vi visste at hun grunnet ryggmargsskaden kollapset hvis hun gikk for langt bak i bevegelsen, samtidig som resultatene viste at hun ikke fikk utnyttet kraften hun produserer i kroppen om hun ikke gikk så langt tilbake som mulig. Det var da vi kom på ideen om at seteryggen kunne være kurvet istedenfor rett, sier Sindre Wold Eikevåg.

Den kurvede ryggen følger pararoerens rygg i vinkel opp til den skadede ryggvirvelen, før den kurves ytterligere bakover i mye større vinkel. Det gir Skarstein støtten hun trenger for ikke å kollapse, samtidig som hun får full bevegelsesfrihet over det skadede området. Dermed kan hun nå utnytte flere muskelgrupper enn hun tidligere har kunnet.

Maks-tester på romaskin viser en økning i effekt fra 165 watt med det de først trodde var den ideelle seteryggen, til 186 watt med kurvet ryggstøtte. Om det er 100 % overførbart til vann vet de først når Birgit kommer i mål på Paralympics.

– Det er et virkelig signifikant effekt-løft, utbryter Martin Steinert.

Landslagssjef og trener Johan Flodin har ikke hatt så mange muligheter til å teste Birgits faktiske effektøkninger med nytt sete i konkurranser med alle koronarestriksjoner og utsettelse, men han tror wattøkningen fort kan utgjøre et par hundre meter i Tokyo denne uken.

– For vår del handler det om tider og følelse. Men i dette prosjektet har vi virkelig blitt tvunget ut av komfortsonen for å vinne noe på sikt. Det er *virkelig* kapasitetsøkning, sier Flodin.

«Prototyper er til for å sjekke hypotesen din. De skal ikke være supermodeller, men fokusere på elementene som må fikses. Resten kan gjerne være gaffatape»

Martin Steinert, professor ved TrollLabs, NTNU



LES OGSÅ

NTNU skal blir mer bærekraftig, men petroleumsfaget består: – Vårt oppdrag er å utdanne studenter til norsk arbeidsliv

Umiddelbar nytte

På veien til resultatene de nå håper skal gi Birgit hennes første OL-gull, har TrollLabs gitt henne over 100 ulike prototyper. De kommer i tillegg til prototypene hun har fått fra ortopediingeniører og -teknikere ved Sophies Minde, som har hjulpet henne med å utvikle

en ny støtte mellom kneskålene og riktig posisjonering av tær og fotblad tilpasset den nye sittestillingen i setet fra NTNU.

Selv om de første titalls prototypene fra Gløshaugen i hovedsak besto av treverk, stål og gaffatape, gikk de etter hvert over til additiv tilvirkning, som også er et av forskningsområdene til Sindre ved TrollLabs. De har modifisert sin egen FDM-printer (Fused Deposition Modeling), hvor de kan 3D-printe avanserte og holdbare deler raskt. Slik har de kunnet printe en ny seterygg til henne om det var noe hun ikke likte med den første prototypen hun fikk – og teste den nye versjonen samme dag. De har også stort sett jobbet i felt, og printet nye deler etter første test om morgenen, mens Birgit ror andre økt på Årungen.

– Ved å jobbe slik kommer nytten for utøveren umiddelbart, ikke et år etterpå når vi forskere er ferdige med å analysere data, i motsetning til hvordan det ofte gjøres ved en tradisjonell forskningslabb, sier Eikevåg.

Landslagssjef Flodin kaller samarbeidet med TrollLabs for et lysende eksempel på idrettsutvikling.

– Vi er selvfølgelig glade for at setet har blitt så bra, men om man skulle dra på turné med noe av det vi har gjort, så er det selve prosessen! Man snakker ofte om at det er ønskelig å ha mange parter involvert for å gi størst mulig utvikling, men det hjelper ikke om ikke prosessen fullføres. Vi har vært avhengige av å teste alt de har gjort i labb på vann, og følge opp med flere interessenter for å være sikre på at det ikke bare er et sete som gir henne økt kapasitet, men også at det ikke gnager eller gir skader. Alt dette må følges helt inn for at det skal kunne gi medalje, og det har vi virkelig lyktes med her, sier han.

– Om jeg skulle klare å ta en medalje i Tokyo, har NTNU absolutt aksjer i den. Det grunnlaget vi har fått her, både til å kunne utvikle min fysikk og en grunnposisjon jeg kan stå i fremover, det har de solid eierskap i, sier gullhåpet Skarstein, og ror ut fra brygga på Årungen.

27. august ror hun innledende heat i Tokyo. Finalen er 29. august.

Artikkelen ble først publisert i Teknisk ukeblads månedsmagasin, 7/2021.



LES OGSÅ

Denne ringen kan bli NTH-ringens «lillebror»

 [Forskning](#) [Idrett](#) [NTNU](#) [Utdanning](#)

ANNONSE

 Ledige stillinger på TUJobb:

IT Operationsressurser | Statens vegvesen

Leder for Asplan Viaks landskapsarkitekter i Sandvika | Asplan Viak

General Safety Engineer (HSE-OHS-PE-2022-7-LD) | CERN

Mechanical Safety Technical Engineer (HSE-OHS-PE-2022-6-LD) | CERN

Kommentarer (0)

MEST LEST



Loddtrekning avgjorde første del av stridsvognkonkurransen



USA prøver å hente F-35 fra Kinas stuedør



Kongsberg har inngått første avtale med den tyske stridsvognprodusenten



Alliansen vil tilby 35 nye elbiler i løpet av tiåret

ANNONSØRINNHold

ABB



Gigapilot for hydrogenproduksjon på Herøya får smart elektropakke

Eksklusivt for digitale abonnenter



MEST KOMMENTERT

+ Verdens største havturbin blir norsk – pengedryss over Aker Solutions, som skal bygge den

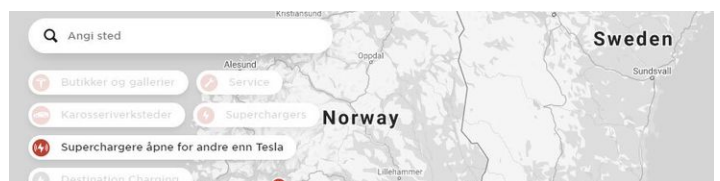
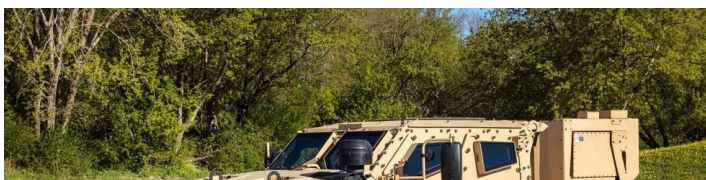
+ Den nye nettleia: – Folk med hjemmelader kan fort gå på en smell

+ Nytt tak i Norge: – Ingen kan se at det er solceller

55

4

På forsiden nå





Det går sakte, men nå er også militære kjøretøy i ferd med å utnytte elektrisk drift

6



Denne Tesla-feilen kan røpe snarlig åpning av Supercharger-nettverket for alle elbilister

6

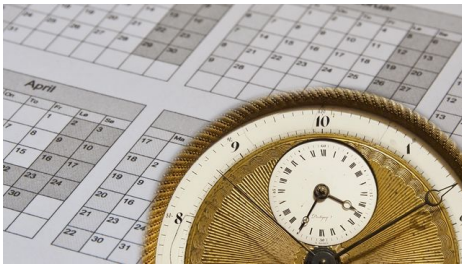


Loddtrekning avgjorde første del av stridsvognkonkurransen

18



+ Mangedobler battericontainere til byggeplasser



Hvorfor har vi ikke metrisk tid eller desimaltid?

[DIGI.NO](https://digi.no)

3