



---

# FFI-RAPPORT

---

17/01656

## Hvordan soldatutrustningen påvirker mobiliteten til soldaten

resultater fra LEAP-tester ved US Marine Corps' fasiliteter

—  
Dennis B. Rahbek  
Daniela Heinrich



**Hvordan soldatutrustningen påvirker  
mobiliteten til soldaten  
resultater fra LEAP-tester ved US Marine Corps'  
fasiliteter**

Dennis B. Rahbek  
Daniela Heinrich

---

## **Emneord**

Soldatsystemer  
Soldatutrustning  
Mobilitet

## **FFI-rapport**

FFI-RAPPORT 17/01656

## **Prosjektnummer**

1463

## **ISBN**

P: 978-82-464-2948-9

E: 978-82-464-2949-6

## **Godkjent av**

Lars E. Olsen, *forskningsleder*

Jon E. Skjervold, *avdelingssjef*

## Sammendrag

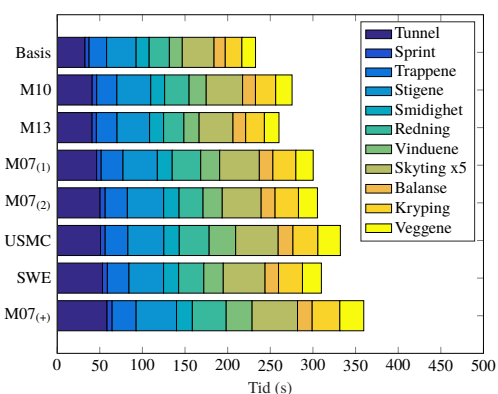
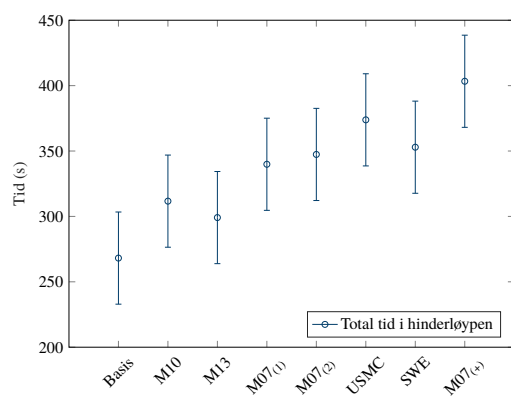
Mengden av utstyr som en soldat har med seg på et oppdrag, avhenger av oppdragets natur. Hvis det er behov for høy grad av beskyttelse mot eksempelvis fragmenter og prosjektiler, vil soldaten ha på seg mye beskyttelsesutstyr. At ballistisk beskyttelsesutstyr øker vestens vekt, volum og stivhet og dermed mobiliteten til soldaten, er ingen uenig i. Presist hvor mye dette begrenser mobiliteten til soldaten, er imidlertid vanskelig å si noe om så lenge dette ikke er undersøkt nærmere.

US Marine Corps har utviklet et testprogram, Load Effects Assessment Program (LEAP), som de benytter til å vurdere hvordan soldatutstyret påvirker mobiliteten til soldaten. I september 2016 var en delegasjon fra det norske Forsvaret og FFI i USA for å gjennomføre tester i MC-LEAP, US Marine Corps egen LEAP-testfasilitet. Formålet var å vurdere om det vil være nyttig for Forsvaret å etablere et LEAP-testprogram. Et slikt redskap kan brukes både til å utforme kravspesifikasjoner i anskaffelsesprosesser og til å optimere eksisterende soldatutstyr gjennom trening og utdanning.

Rapporten presenterer resultatene fra de ulike testene i LEAP-testprogrammet. Ni soldater gjennomførte LEAP-testene med åtte konfigurasjoner: en basiskonfigurasjon (hjelm, gevær, uniform, støvler) uten vest, to vester uten nevneverdig beskyttelse (M10 og M13), fire konfigurasjoner med vester med ballistisk beskyttelse (svensk, amerikansk og to med M07) og M07 med ekstra fragmentbeskyttelse.

En sammenlikning med LEAP-tester utført med svenske yrkessoldater viser at det ikke er tilstrekkelig å se på utrustningen alene når det gjelder mobilitet. Resultatene viser at norske soldater i førstegangstjeneste var cirka 25 % langsommere enn mer veltrente svenske yrkessoldater. Dette tilsier at optimering av soldatutstyret må gå hånd i hånd med treningen og utdanningen av soldatene.

Til tross for det lave antallet testpersoner gir testene likevel innsikt i hvordan utstyret begrenser soldatens mobilitet. Det kommer blant annet fram at en vest med beskyttelsesutstyr (type M07) koster soldaten 30 % ekstra tid i hinderløypen sammenliknet med basiskonfigurasjonen. Har soldaten i tillegg ekstra fragmentbeskyttelse, er det 50 % ekstra tid. Samlet sett tyder resultatene på at dersom vekten på utrustningen øker med 1 % av kroppsvekten til soldaten, fører det til 2 % lengre tid i hinderløypen.



## Summary

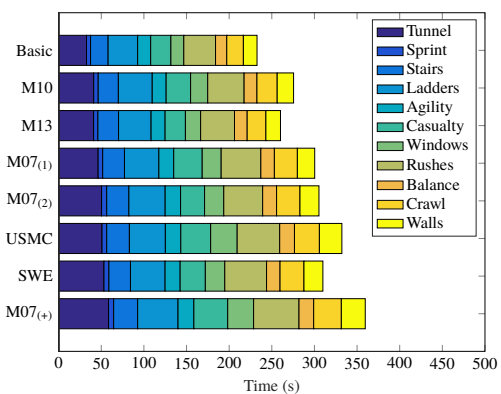
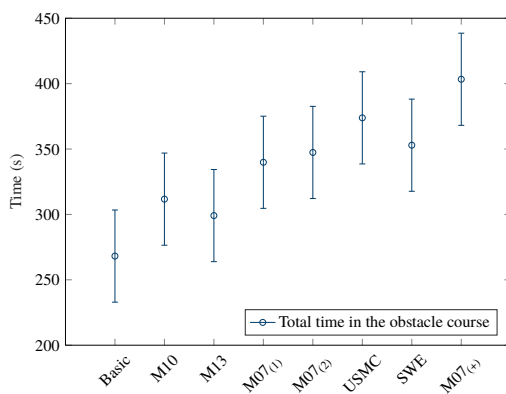
The type of equipment that a soldier carries on a mission depends on the nature of the mission. If a high level of ballistic protection against fragments and projectiles is required, then the burden (weight, volume and stiffness) from the protective equipment will be significant and thus lower the mobility of the soldier. However, it is difficult to determine exactly how much the mobility is lowered, unless this is studied more closely with quantitative methods.

The US Marine Corps has developed a test program, Load Effects Assessment Program (LEAP), which is used to assess how the soldier equipment affects the mobility of the soldier. In September 2016, a delegation from the Norwegian Army and the Norwegian Defence Research Establishment (FFI) visited the US Marine Corps' LEAP facility to perform MC-LEAP tests. The main purpose of the trip was to assess whether it would be useful for the Norwegian Army to establish its own LEAP facility. Such a facility could be used for both requirement specification and in training and education.

This report presents the results from the Norwegian MC-LEAP tests. Nine soldiers completed the LEAP tests with eight different configurations: a basic configuration (helmet, rifle, uniform, boots) without vest, two vests without significant protection (M10 and M13), four configurations of vests with ballistic protection (Swedish, US and two with M07), and M07 with additional fragment protection.

A comparison with LEAP tests conducted by professional Swedish soldiers shows that it is not adequate to focus solely on the equipment when it comes to mobility. The Norwegian conscript soldiers were about 25 % slower than the Swedish professional soldiers. This shows that training and education are important parameters, as well as optimizing the equipment.

Despite the low number of test persons, the tests give insight into how the equipment limits the soldier's mobility. It was shown that a vest with protective equipment and pockets (M07 type) increases the soldier's time in the obstacle course by 30 % compared to the basic configuration. Adding additional fragment protection, this increases to 50 %. Overall, the results indicate that an increase in the soldier equipment weight of 1 % of the soldier weight increases the obstacle course time by 2 %.



---

---

# Innhold

<b>Forord</b>	6
<b>1 Introduksjon</b>	7
1.1 Overblikk over rapporten	9
<b>2 LEAP - Load Effects Assessment Program</b>	10
<b>3 Vestkonfigurasjonene, testpersonene og utførelsen av testene</b>	12
3.1 Testpersonene	12
3.2 Vestkonfigurasjonene	13
3.3 Utførelsen av testene	15
<b>4 Bearbeiding av data</b>	17
4.1 Variansanalyse, ANOVA	17
<b>5 Hinderløypen</b>	20
5.1 Hele løypen	21
5.2 Individuelle hindrer	24
<b>6 Tilleggstester</b>	60
6.1 Skytesimulator	60
6.2 Løft og hopp	62
6.3 Bevegelsemålinger	68
6.4 Spørreundersøkelse	74
<b>7 Hva nå hvis...</b>	76
<b>8 Ytterligere bruk av dataene</b>	79
8.1 Innvirker de utvalgte på konklusjonene fra LEAP-hinderløypen	79
8.2 Hva koster den ekstra vekt i hinderløypen	82
8.3 Hvor langt bak ligger en soldat iført tung utrustning	84
8.4 Stemmer tidene overens med soldatens vurderinger	86
<b>9 Oppsummering</b>	88
<b>10 Takk til</b>	89
<b>Vedlegg</b>	
<b>Referanser</b>	89

---

---

## Forord

Enhver som har vært på en litt lengre fottur har følt på egen kropp, hvordan en tung sekk påvirker ens evne til å bevege seg smidig og elegant på stien og i terrenget. De ekstra kilo og det større volum hemmer balansen og begrenser tempoet som det er mulig å bevege seg med uten å bli sliten.

Det forholder seg på den samme måten med soldatutrustningen. Ammunisjon, vann, vest med/uten beskyttelsesutstyr, hjelm, våpen, kommunikasjonsutstyr, sekk; alt dette innvirker på soldatens mobilitet. Det kan ikke overraske, at det forholder seg slik. Spørsmålet er ikke om, men i stedet hvor mye soldatens utstyr påvirker mobiliteten.

US Marine Corps har utviklet et sett av tester som er designet til å prøve å bestemme kvantitativt, hvor mye soldatens utstyr påvirker dennes mobilitet. Samlet så går disse tester under navnet LEAP. I september 2016 var en delegasjon fra det norske Forsvaret og FFI i USA for å vurdere LEAP testprogrammet.

Dette ble gjort ved at ni norske soldater gjennomførte testene i LEAP testprogrammet med åtte utstyrskonfigurasjoner. Det primære formål var å vurdere hvorvidt LEAP testprogrammet kunne være nyttig å anskaffe til Norge. Den endelige vurdering og anbefaling for/imot anskaffelse av LEAP testprogrammet er blitt dokumentert i en egen rapport [1], som helst bør leses før denne rapporten for at få mest utbytte av denne rapporten.

Antallet av testpersoner (soldatene) sett i forhold til de mange testkonfigurasjoner betyr at det ikke er optimalt statistisk grunnlag for analysen av resultatene fra de gjennomførte testene.

Ikke desto mindre er det nyttig viten å hente fra testresultatene. Det er i rapporten mye snakk om tendenser og ikke så mange bastante konklusjoner som man gjerne kunnet ha ønsket. Men leser man rapporten med det litt tynne datagrunnlag i mente, så er det ganske så interessant å se hvor mye soldatens utstyr rent faktisk begrenser deres mobilitet.

Denne rapporten er ikke ment som en anbefaling for eller imot anskaffelsen av et LEAP testprogram til Norge, men som en vurdering av hva man kan lære av de resultatene man uansett fik fra reisen til USA. På tross av dette, så fungerer rapporten som en slags eksempel på hvordan en rapport fra en reell studie med LEAP testprogrammet vil kunne ta seg ut, selv om en rapport fra et reelt og mer spesifikt studie med største sannsynlighet vil inneholde færre tendenser og flere egentlige konklusjoner.



---

---

# 1 Introduksjon

En soldat bærer til enhver tid noe utstyr med seg under et gitt oppdrag - overordnet sett kalt et soldatsystem. Helt spesifikt hvilket utstyr en soldat bærer med seg, avhenger av karakteren av oppdraget og rollen til den enkelte soldaten. Noen oppdrag tilsier at mye utstyr er nødvendig, mens andre kan utføres mer effektivt med mindre utstyr. Felles for alle enkeltkomponenter som soldaten har med seg, er det at de er forventet å øke kapasiteten til soldaten eller den stridstekniske enhet som soldaten er en del av.

For å kunne optimalisere kapasiteten til den enkelte soldaten og enheten, er det viktig at man har kjennskap til hva effekten på kapasiteten er av å tilføye en spesifikk komponent til soldaten. Men det er minst like viktig at man kjenner til hvordan komponenten virker sammen med de andre komponenter på soldaten. Kjenner man ikke til de positive og negative vekselvirkinger som kan være mellom ulike utstyrskomponenter, er det vanskelig å optimalisere soldatutrustningen til et spesifikt oppdrag.

Som et banalt eksempel, kan man eksempelvis forestille seg at det, isolert sett, optimale antall magasiner med ammunisjon til et gitt oppdrag er 10 og at det til det samme oppdrag, isolert sett, er optimalt å ha vest med både myke og harde ballistiske innlegg. Men på tross av, at hver for seg vil denne mengde ammunisjon og dette nivå av ballistisk beskyttelse gi optimal kapasitet for soldaten, er det ingen garanti for at dette gir optimal samlet kapasitet for soldaten. Det er mulig samlede vekten på soldaten ganske enkel kan bli for høy og dermed gi lav mobilitet. For å oppnå optimal kapasitet må alle utstyrskomponenter i soldatutrustningen tas i betraktning på samlet vis. Men å gjøre dette krever kunnskap om hvordan de ulike komponenter i samspill med hverandre påvirker soldatens kapasitet.

Ett aspekt av soldatutrustningen er dennes påvirkning på soldatens mobilitet. Enhver komponent som soldaten bærer med seg vil påvirke mobiliteten til soldaten, da den vil tilføye ekstra vekt, stivhet eller volum til soldaten. Som utgangspunkt vil disse tre aspekter påvirke mobiliteten negativt. Det kan likevel være utstyrskomponenter som samlet sett forbedrer mobilitet, ett eksempel på dette er støvlene til soldaten. Men overordnet sett, vil ekstra volum, vekt og stivhet være dårlig for mobiliteten til soldaten.

Å måle hvordan en komponent påvirker mobiliteten til soldaten er ikke noen enkel oppgave. Mobilitet dekker hele bevegelsesmønsteret til soldaten, fra å kunne bøye seg og snøre støvlene, stige inn og ut av kjøretøy, marsjere adskillige timer i ulendt terreng til å kunne bevege seg raskt gjennom vinduer, opp trapper og over murer. Å kunne teste alt i én mobilitetstest er usannsynlig, men det er mulig å teste den hver for seg. Et eksempel på en testmetode som vurderer en rekke bevegelsesmønstre, er Load Effects Assessment Program (LEAP).

LEAP er et standardisert testprogram, utviklet av US Marine Corps for å kunne utføre repeterbare tester på hvordan utstyrskomponentene til soldaten innvirker på mobiliteten til soldaten. LEAP-testprogrammet består av en rekke tester. Soldatutrustningens innvirkning på bevegeligheten i overkroppen til soldaten blir målt, det testes hvordan soldatens evne til å løfte vertikalt og horisontalt påvirkes, en skytesimulator benyttes til å vurdere om utrustningen påvirker evnen til treffe et mål. En spesialdesignet hinderløype med tidtaking benyttes til å vurdere påvirkningen på mobiliteten til soldaten i en rekke relevante bevegelsesmønstre. Til slutt gjennomføres også en spørreundersøkelse som gir subjektive vurderinger av påvirkningen av den aktuelle utrustningen.

---

---

Som nevnt ble LEAP-testprogrammet utviklet av US Marine Corps. Utstyrstester utført med LEAP-testprogrammet ved US Marine Corps går under navnet MC-LEAP. Andre land har basert på erfaringene til US Marine Corps, også innført egne LEAP-testprogrammer. Australia har AUS-LEAP, Canada har CAN-LEAP og den amerikanske hæren har LEAP-A. Der er små individuelle forskjeller på disse LEAP-testprogrammene, eksempelvis blir tester på den canadiske versjon av LEAP utført innendørs motsatt de andre LEAP-versjoner. Men overordnet sett er forskjellene små, og erfaringer kan enkelt overføres fra land til land.

Det ble i FFI-Prosjekt 1323 (Normans 2 FoU) besluttet at FFI skulle vurdere om et eget norsk LEAP-testprogram kunne være relevant for det norske forsvaret. Spesielt dette med om det vil være nyttig å få et standardisert og repeterbart testprogram som gir mulighet for å få kvantitative svar på spørsmål omkring effekten av soldatutrustningen. For å få tilstrekkelig med erfaring omkring og innsikt i LEAP-testprogrammet, ble det vurdert at dette best ble oppnådd ved å gjennomføre reelle tester på en av de eksisterende LEAP-testfasiliteter, mer spesifikt MC-LEAP.

MC-LEAP ble valgt, da Gruntworks Squad Integration Facility, en del av Marine Expeditionary Rifle Squad, tilbød å bistå FFI med personell og utstyr. Gruntworks, plassert på Camp Barrett at The Basic School, MCB Quantico, VA, har blant annet som ansvar å drive MC-LEAP-testprogrammet for US Marine Corps. Det ble dermed slik, at 2 forskere fra FFI sammen med en gruppe av personell fra Hæren dro til USA i september i 2016 for å gjennomføre tester med MC-LEAP-testprogrammet. De norske tester ble samkjørt med en svensk delegasjon med samme agenda. De svenske og de norske LEAP-tester ble utført parallelt og erfaringer utvekslet underveis.

Det primære fokus i denne rapporten er resultatene fra de norske testene utført ved MC-LEAP. Selve vurderingen av LEAP som testprogram og vurderingen av LEAP som norsk testprogram blir ikke diskutert i denne rapporten. Leseren henvises til [1] for å se FFI's vurdering og anbefaling omkring LEAP-testprogrammet.

Når US Marine Corps benytter MC-LEAP til vurdering av utstyrs påvirkning på soldaten, så benytter de 30-60 soldater til testene for å oppnå et sterkt statistisk grunnlag. Av økonomiske årsaker var det ikke så mange soldater i den norske delegasjon. Men testene med de 10 soldatene i delegasjonen gir på tross av det litt svakere statistiske grunnlaget en del interessante resultater og ikke minst innsikt i styrker og svakheter ved LEAP-testprogrammet.

De 10 soldatene gjennomførte LEAP-testprogrammet med ulike vestkonfigurasjoner. Seks ulike konfigurasjoner var blitt utvalgt for å kunne gi et bilde av hva man kan forvente seg av innsikt og relevant informasjon fra LEAP-tester i eksempelvis en anbudssituasjon. Samtidig hadde flere av konfigurasjonene ganske forskjellig vekt og stivhet på grunn av blant annet ballistisk beskyttelse. Dette var forventet å kunne gi innsikt i hvordan ekstra vekt påvirker soldaten i de bevegelsesmønstre som er inkludert i LEAP-testprogrammet.

På neste side er det gitt en oversikt over hvordan rapporten er disponert og hva leseren kan forvente seg av de enkelte kapitlene.

I tilfelle det ønskes et kort overblikk over hva som er testet og hva resultatene viser, så kan dette oppnås ved å lese sidene: 10 til 16, 20 til 23, 82 til 85 og 88.

---

---

## 1.1 Overblikk over rapporten

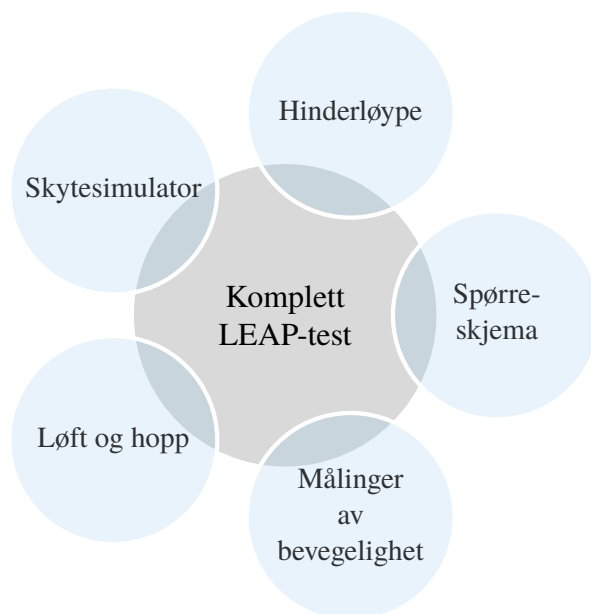
<b>Kapittel 2:</b> LEAP-testene	Her gjennomgås kort hvilke type tester som blir utført i LEAP-testene. Hinderløypen og de ulike hindre i den blir presentert. Skytesimulatoren, bevegelsemålingene, (spørreundersøkelsen) og stasjonen med løft og hopp introduseres også i dette kapitlet. Til slutt forklares også hvordan dataene samles inn for de enkelte testene.
<b>Kapittel 3:</b> Utførelsen av testene	Her beskrives hvordan testene er blitt gjennomført. De forskjellige vest-konfigurasjonene, samt bakgrunnen for valget av disse, blir gitt i dette kapittel.
<b>Kapittel 4:</b> Bearbeiding av data	I dette kapitlet gis en introduksjon til den statistiske metoden, ANOVA, som benyttes i dataanalysen. Det gis en beskrivelse av hvordan resultatene presenteres grafisk og hvordan resultatene skal forstås.
<b>Kapittel 5:</b> Hinderløypen	Dette kapitlet inkluderer de samlede resultatene for hele hinderløypen. Hvert enkelt hinder blir også beskrevet og de tilhørende testresultater beskrives og diskuteres.
<b>Kapittel 6:</b> Tilleggstestene	Resultatene fra skytesimulatoren, bevegelsemålingene, (spørreundersøkelsen) og stasjonen med løft og hopp blir presentert og diskutert i dette kapitlet. Det diskuteres også hvorvidt man kan overveie og droppe en eller flere av disse testene.
<b>Kapittel 7:</b> Hva nu hvis	Her blir et par simuleringer av tester i LEAP-hinderløypen utført med større antall soldater og flere gjennomløp for å synliggjøre hvordan det påvirker usikkerhetene i resultatene.
<b>Kapittel 8:</b> Annen bruk av dataene	Her blir det diskutert hva man kan bruke de ovenstående data til utover bare å sammenligne dem for å vurdere konfigurasjonene mot hverandre. Mobilitetomkostningen av å tilføye ekstra vekt på soldaten kvantifiseres, effekten av valg av testpersoner i LEAP-testene diskuteres.

---

---

## 2 LEAP - Load Effects Assessment Program

LEAP-testprogrammet er designet til å gi kvantitative resultater for hvordan utstyr i soldatutrustningen påvirker soldatens mobilitet og til en vis grad også yteevne med utstyret [2]. Der er flere teststasjoner som soldaten skal gjennom i en komplett LEAP-test. Figur 2.1 viser hvilke deltester som inngår i en komplett LEAP-test.



**Figur 2.1** Oversikt over komponentene i en komplett LEAP-test.

Soldatene gjennomførte alle disse teststasjonene med de forskjellige vestkonfigurasjonene i testuken i september 2016. For å få best mulig utbytte av testene er det viktig at alle soldater tester alle konfigurasjoner og at dette gjøres med, såvidt det er mulig, randomisert rekkefølge for kombinasjonene av konfigurasjon og soldat.

Gjennomførelsen av LEAP-teststasjonene ble i denne testrunde utført på følgende vis:

1. Skytesimulator (uthvilt)
2. Løft og hopp (uthvilt)
3. Målinger av bevegelighet
4. Hinderløype
5. Skytesimulator (sliten)
6. Løft og hopp (sliten)
7. Spørreskjema

Som det ses i listen ovenfor, så gjennomføres stasjonen med skytesimulator og stasjonen med løft og hopp både før og umiddelbart etter at hinderløypen er gjennomført. Dette gir muligheten for å

---

---

teste om utrustningen har mindre, samme eller større påvirkning på disse bevegelser for soldaten, når soldaten er sliten fremfor uthvilt. Soldaten har naturligvis utrustningen som skal testes på under hele testforløpet.

Ved skytesimulatorstasjonen skal soldaten skyte 5 skudd på under 15 sekunder i knelende stilling. Posisjonen (og dermed presisjonen) av skuddene måles med en optisk skytesimulator (NOPTEL i MC-LEAP). Ved løft- og hoppstasjonen er det tre oppgaver. Først skal soldaten løfte en ammunisjonskasse (13.5 kg) vertikalt opp på og ned ifra en høyde på 1.73 m 6 ganger og dernest løfte samme ammunisjonskasse horisontalt 6 ganger frem og tilbake mellom to plataer med en høyde på 1.22 m. For disse to testene måles tiden. Sist på denne stasjonen skal soldaten hoppe så høyt som mulig 3 ganger. Tiden måles og kan omregnes til en hopp høyde.

Hinderløypen har flere ulike hindre som hver tester ulike bevegelsesmønstre. Tiden måles for hvert enkel hinder og for den samlede løype. Hindertypene kan ses i listen nedenfor. Den siste stasjonen, spørreundersøkelsen, utføres umiddelbart etter at de andre testene er gjennomført. Spørsmålene er de samme som blir benyttet av US Marine Corps i deres LEAP-tester. En mere grundig beskrivelse av de enkelte stasjoner nevnt ovenfor vil bli gjennomgått sammen med resultatene i individuelle avsnitt senere i rapporten.

- Resultatet for den **samlede hinderløype** diskuteres i avsnitt 5.1 på side 21
  - **Lem og tunnel** presenteres i avsnitt 5.2 på side 24
  - **Sprint** presenteres i avsnitt 5.2 på side 26
  - **Trappene** presenteres i avsnitt 5.2 på side 28
  - **Stigene** presenteres i avsnitt 5.2 på side 32
  - **Smidighetsløp** presenteres i avsnitt 5.2 på side 36
  - **Kameratredning** presenteres i avsnitt 5.2 på side 38
  - **Vinduene** presenteres i avsnitt 5.2 på side 40
  - **Liggende skytestilling** presenteres i avsnitt 5.2 på side 44
  - **Balansesjelke** presenteres i avsnitt 5.2 på side 46
  - **Krypning** presenteres i avsnitt 5.2 på side 48
  - **Veggene** presenteres i avsnitt 5.2 på side 54
- **Skytesimulatoren** presenteres i avsnitt 6.1 på side 60
- **Løft og hopp** presenteres i avsnitt 6.2 på side 62, og de individuelle resultater diskuteres
  - for de **vertikale løft** i avsnitt 6.2 på side 62
  - for de **horisontale løft** i avsnitt 6.2 på side 64
  - for **hopp** i avsnitt 6.2 på side 66
- **Bevegelsemålingene** presenteres i avsnitt 6.3 på side 68
- **Spørreskjemaundersøkelsen** presenteres i avsnitt 6.4 på side 74

---

---

## 3 Vestkonfigurasjonene, testpersonene og utførelsen av testene

For å gjennomføre en LEAP-test med optimale betingelser for den etterfølgende statistiske analyse, så må testene planlegges fornuftig på forhånd. Det bør være klart hva det ønskes testet med de valgte utstyrskonfigurasjoner, her vestkonfigurasjoner. Samtidig bør det inngå i planleggingen hvor mange og hvilke testpersoner det er til rådighet.

Optimalt sett vil det være en viss sammenheng mellom den utrustning som skal testes og de testpersoner som benyttes til testene. Eksempelvis vil det i en test av vernedrakter være hensiktsmessig med testpersoner som har erfaring med vernedrakter generelt fra tidligere. Dette for å få mest mulig troverdige resultater fra testene.

Basert på erfaring fra tidligere LEAP-tester utført av US Marine Corps er det viktig at rekkefølgen av konfigurasjonene ikke er den samme for alle testpersonene. Dette skyldes, at soldatene for hvert gjennomløp blir bedre til å gjennomføre testene [3, 4]. Denne læringseffekt er vanskelig å fjerne fullstendig, men effekten av dette kan minimeres ved å planlegge testrekkefølgen med variasjon i rekkefølgen av konfigurasjonene. Dessuten kan denne effekten til dels minimeres ved å la soldatene trene alle aspektene i LEAP-testene grundig før de reelle testløpene gjennomføres<sup>1</sup>.

### 3.1 Testpersonene

I en optimal testsituasjon vil det til en LEAP-test benyttes et sted imellom 30 og 60 testpersoner for å få tilstrekkelig statistisk grunnlag fra testene. Generelt vil et større antall testpersoner gi bedre statistisk grunnlag, men dette øker også den samlede tid og omkostning for testene. Hvor mange det benyttes til en gitt LEAP-test avhenger litt av hva som ønskes testet.

Antallet testpersoner er den viktigste faktor her, men også valg av testpersoner har innvirkning på resultatene. Optimalt sett så skal det benyttes tilfeldig utvalgte personer, men blant personer som har relevans for den utrustning som skal testes. Såfremt ulike skarpskytterrifler skal sammenliknes i en LEAP-test, så bør testpersonene være tilfeldig utvalgt blant skarpskyttere. Her har det også innflydelse at personene er tilfeldig utvalgt for at det fås det mest sanne bilde på mobilitetpåvirkningen i en LEAP-test. Det gir ikke nødvendigvis det helt sanne bilde om de 30 best trente soldater utvelges til en test, eller 30 dårligst trente for den saks skyld. Testpersonene bør representere de personer som skal benytte den utrustning som testes.

Det er ikke alltid at ovenstående krav til testpersoner er mulig og oppnå. Og helt kritisk er det heller ikke. Som utgangspunkt vil resultatene vise samme tendenser i hvordan ulike utrustninger påvirker mobiliteten med ikke optimale grupper av testpersoner.

I LEAP-testene i dette arbeid var det 10 soldater til rådighet. Dette er mindre enn de ønskelige 30-60 soldater. Men ettersom hovedformålet med arbeidet var å vurdere LEAP-konseptet, ikke

---

<sup>1</sup>Dette kan imidlertid kreve mer enn fem gjennomløp litt avhengig av utstyrskonfigurasjon [3, 4].

testresultatene, så er det akseptabelt. Det er imidlertid viktig å være klar over, at det statistiske grunnlag i testene som utgangspunkt er utilstrekkelig. De 10 soldatene var valgt fra kampseskadronen (KESK). Av disse var det 9 vernepliktige og én profesjonell soldat. Hvordan antallet og valget av testpersoner har innvirket på resultatene, blir diskutert i avsnitt 5.1 på side 21 og i kapittel 8 på side 79.

### 3.2 Vestkonfigurasjonene



**Figur 3.1** De seks ulike vestkonfigurasjoner som ble testet. M07<sub>(1)</sub> og M07<sub>(2)</sub> er samme konfigurasjon. Denne, M07, ble testet to ganger for å teste reproduserbarheten av LEAP-testen. Basis-konfigurasjonen er ikke vist, men denne tilsvarer de viste konfigurasjoner bare uten vest. Lommene på vestene er følgende: 2 granatlommer, 3 dobbelte magasinlommer, lomme med vannflaske, sanitetslomme, lomme til tomme magasiner, NVG-lomme med glidelås og multifunksjonslomme med glidelås.

Det er ikke nødvendigvis mest hensiktsmessig å teste én type sokker imot en annen i en LEAP-test. Forskjellen i resultatene vil angivelig være for liten til at testen gir mening. Det bør være litt større innvirkning på mobilitet av det som testes. Til gjengjeld så trenger det jo ikke være målte forskjeller på testede utstyrskonfigurasjoner for at en LEAP-test er interessant. Det kan være likeså interessant om ulike konfigurasjoner har samme påvirkning på mobiliteten, især såfremt dette er i en anbudssituasjon hvor en av de ulike konfigurasjoner eksempelvis er markant billigere enn de andre.

I dette arbeid ble seks ulike vestkonfigurasjoner testet. Utover det ble en basiskonfigurasjon uten

vest testet, dette for å gi et referansepunkt. De seks vestkonfigurasjoner er vist i figur 3.1. De ulike konfigurasjoner er beskrevet nedenfor.

Basiskonfigurasjonen er som nevnt ment som sammenlikningsgrunnlag for å kunne se effekten av vestene imot det ikke å ha vest på. De ulike vestene som er benyttet i testene, er beskrevet kort nedenfor:

M10	Vanlig norsk stridsvest.
M13	First-Spear vest med tynn ballistisk beskyttelse.
M07 <sub>(1)</sub>	Vanlig norsk M07 med hard og myk ballistisk beskyttelse.
M07 <sub>(2)</sub>	Identisk med M07 <sub>(1)</sub> .
SWE	Svensk vest med hard og myk ballistisk beskyttelse - som M07.
USMC	US Marine Corps vest med hard og myk ballistisk beskyttelse - som M07.
M07 <sub>(+)</sub>	Som M07 <sub>(1)</sub> og M07 <sub>(2)</sub> men med ballistisk beskyttelse av nakke, skuldre og lyske.

Utstyret inkludert i de enkelte konfigurasjonene kan ses i tabell 3.1. Lommene med innhold er inkludert på alle vestene, men ikke i basis konfigurasjonen.

**Tabell 3.1** Oversikt over hvilket utstyr som var inkludert i de enkelte testkonfigurasjonene. Den samlede vekten (str. M) til hver konfigurasjon finnes nederst i tabellen.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	SWE	USMC	M07 <sub>(+)</sub>
Hjelm	x	x	x	x	x	x	x	x
Gevær	x	x	x	x	x	x	x	x
Uniform	x	x	x	x	x	x	x	x
Knebeskytter	x	x	x	x	x	x	x	x
Hansker	x	x	x	x	x	x	x	x
Vesttype		M10	M13	M07	M07	SWE	USMC	M07
<i>Beskyttelse:</i>								
Myk		(x) <sup>†</sup>	x	x	x	x	x	x
Hard				x	x	x	x	x
Ekstra myk								x
<i>Lommer:</i>								
Magasin (dobbel)		3	3	3	3	3	3	3
Granat		2	2	2	2	2	2	2
Feltflaske		1	1	1	1	1	1	1
Sanitet		1	1	1	1	1	1	1
Tomme magasiner		1	1	1	1	1	1	1
NVG m. glidelås		1	1	1	1	1	1	1
Multi m. g.lås?		1	1	1	1	1	1	1
Vekt for str. M (kg)	8.5	17.4	17.0	23.3	23.3	25.0	24.5	25.9

<sup>†</sup> Vesten hadde et tynnere myk ballistisk innlegg.

Valget av disse konfigurasjoner hadde to formål. Det ene aspektet var å teste LEAP som et av verktøyene til å evaluere utstyr i en anbudssituasjon. Her er tanken at M10 og M13 tilsvarer hverandre, som en bærevest for lommer som ikke gir noen (eller liten) ballistisk beskyttelse. Disse to vestene er dermed opplagte å sammenlikne. Tilsvarende utfyller M07<sub>(1)</sub>, M07<sub>(2)</sub>, SWE og USMC samme rolle. Disse er vester hvor det kan festes lommer med utstyr og som har innvendige lommer til myk og hard ballistisk beskyttelse. M07<sub>(1)</sub> og M07<sub>(2)</sub> er identiske og testes for å undersøke repeterbarheten av LEAP-testene. Så første aspekt er å sammenligne hvordan disse to og tre vester



---

---

som utfyller liknende roller, hver især påvirker mobiliteten til soldaten.

Et annet aspekt som testes, er hvordan økt vekt, stivhet og volum påvirker mobiliteten til soldaten. Her er en sammenlikning av resultatene for de ulike nivåene av vekt og stivhet interessant. Basiskonfigurasjonen er her den letteste konfigurasjon. På neste nivå kommer M10 og M13, som har økt vekt og volum, men kun moderat stivhet. Enda et nivå opp kommer så M07<sub>(1)</sub>, M07<sub>(2)</sub>, SWE og USMC, som igjen har noe høyere vekt og stivhet grunnet den myke og harde ballistiske beskyttelse. Og på siste nivå ligger M07<sub>(+)</sub>, som har litt høyere vekt end M07<sub>(1)</sub> og M07<sub>(2)</sub>, og noe mere stivhet som følge av beskyttelse omkring nakke, skuldre og lyske.

Samlet sett gir de valgte testkonfigurasjonene innsikt i hvilken informasjon LEAP-testprogrammet kan gi inn i eksempelvis en anbudssituasjon, samtidig som det kan forventes at det vil oppnås innsikt i hvorledes vekt, stivhet og volum påvirker mobiliteten til soldaten.

### 3.3 Utførelsen av testene

Før de reelle testrundene ble gjennomført i LEAP-testen, hadde soldatene én dag (mandag) til å lære seg de enkelte hindre i hinderløypen og prøve de andre testene i LEAP-testprogrammet. Soldatene skulle ha trent på å gjennomføre løypen minst 3-4 ganger, både iført basiskonfigurasjon og en av de tyngste konfigurasjoner. Treningen begrenset seg til én gjennomføring i basiskonfigurasjon på grunn av dårlig vær og kan derfor beskrives som ikke tilstrekkelig.

Som nevnt ovenfor, var det 10 soldater som skulle utføre testene i LEAP og 8 testkonfigurasjoner. To av disse var samme konfigurasjon, M07<sub>(1)</sub> og M07<sub>(2)</sub>, men for å teste reperterbarheten av LEAP-testprogrammet blir disse behandlet hver for seg i dataanalysen. Planen for testene var opprinnelig at hver soldat skulle gjennomføre LEAP-testen én gang med hver testkonfigurasjon, altså 80 gjennomløp totalt. Men underveis i testforløpet ble det besluttet at alle soldater skulle teste SWE og USMC to ganger og ikke en. Altså ialt 100 gjennomløp.

Tabell 3.2 viser den rekkefølgen som soldatene testet de enkelte konfigurasjonene i. Her er testprogrammet for hver soldat satt opp i søylene, mens hver rekke viser hvilke kombinasjoner av soldat og vestkonfigurasjoner som ble gjennomført i hver testrunde (løp). Testrunde 1, 2 og 3 ble løpt tirsdag, testrunde 4 og 5 på onsdag, testrunde 6, 7 og 8 på torsdag og testrunde 9 og 10 på fredag.

Testrunde 8 og 10 var som nevnt ikke planlagt på forhånd og ble tilføyd underveis. Det er tydelig, at disse bryter med det ønsket om mest mulig jevn fordeling av konfigurasjonene i hver testrunde. Det har også vist seg underveis i dataanalysen, at disse to testrunder (8 og 10) ikke kan benyttes i en sammenlikning med de andre. Dette skyldes, at det fra dataene fremgår en læringseffekt for især de første tre fire runder i hinderløypen. Soldatene lærer altså hvordan de raskere kan forsere de enkelte hindre. Denne effekt, som er noe forsterket av den mangelfulle trening pga dårlig vær, burde man naturligvis ha tenkt på. Dermed er faktum dessverre, at de to testrundene ikke bør benyttes i den generelle sammenlikningen. De er følgelig ikke inkludert i analysen og resultatene som presenteres senere i rapporten. Hadde de vært inkludert ville tidene ha vært kunstig lavere enn de andre konfigurasjonene, da disse har læringseffekten innbygd.

Som det ses i tabell 3.2, er det tomme celler for soldat 1 og 9. Dette skyldes skader. Denne mangel på datapunkter betyr, at soldat 8 er fjernet fra analysen og resultatene. Heldigvis, så er det testrunde 8 og 10, som mangler for soldat 1. Disse er på bakgrunn av læringseffekten allerede fjernet fra analysen, så dette betyr reelt sett ingenting.

**Tabell 3.2** Oversikt over testrekkefølgen i LEAP-testene. For soldat 11 og 18 er der tomme felter; disse skyldes at disse gjennomløp ikke ble gjennomført på grunn av skader. Gjennomløp 8 og 10 var ikke planlagt på forhånd og dermed ikke med i den opprinnelige fordeling av løpsrunde og testkonfigurasjon.

Test-runde	Soldat 0	Soldat 1	Soldat 2	Soldat 3	Soldat 4	Soldat 5	Soldat 6	Soldat 7	Soldat 8	Soldat 9
1	Basis	M13	M07 <sub>(1)</sub>	USMC	M10	M07 <sub>(+)</sub>	SWE	M07 <sub>(2)</sub>	Basis	M13
2	M13	M07 <sub>(1)</sub>	USMC	M10	M07 <sub>(+)</sub>	SWE	M07 <sub>(2)</sub>	Basis	M13	M07 <sub>(1)</sub>
3	M07 <sub>(1)</sub>	USMC	M10	M07 <sub>(+)</sub>	SWE	M07 <sub>(2)</sub>	Basis	M13		USMC
4	USMC	M10	M07 <sub>(+)</sub>	SWE	M07 <sub>(2)</sub>	Basis	M13	M07 <sub>(1)</sub>		M10
5	M10	M07 <sub>(+)</sub>	SWE	M07 <sub>(2)</sub>	Basis	M13	M07 <sub>(1)</sub>	USMC		M07 <sub>(+)</sub>
6	M07 <sub>(+)</sub>	SWE	M07 <sub>(2)</sub>	Basis	M13	M07 <sub>(1)</sub>	USMC	M07 <sub>(+)</sub>		SWE
7	SWE	M07 <sub>(2)</sub>	Basis	M13	M07 <sub>(1)</sub>	USMC	M10	M10		M07 <sub>(2)</sub>
8	SWE		SWE	SWE	SWE	SWE	SWE	SWE		SWE
9	M07 <sub>(2)</sub>	Basis	M13	M07 <sub>(1)</sub>	USMC	M10	M07 <sub>(+)</sub>	SWE		Basis
10	USMC		USMC	USMC	USMC	USMC	USMC	USMC		USMC

---

---

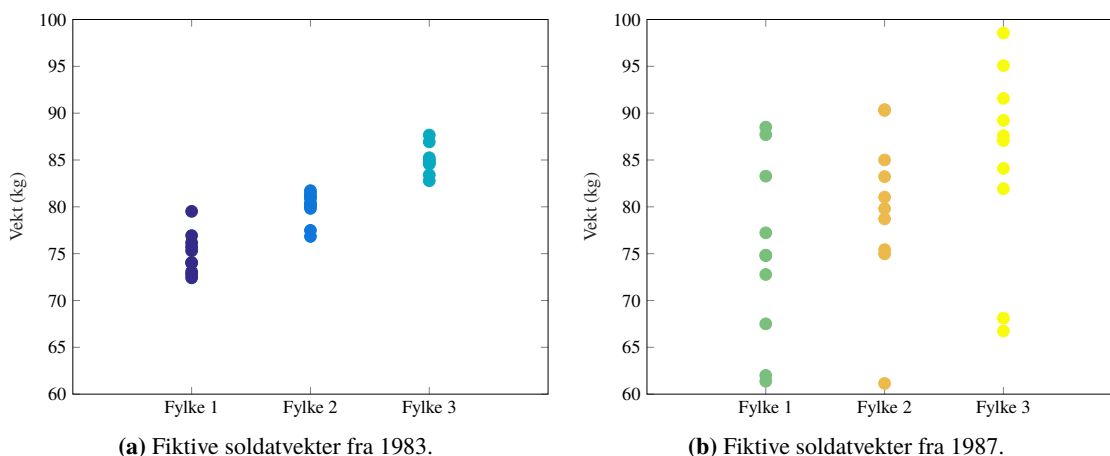
## 4 Bearbeiding av data

Det genereres en del data underveis i LEAP-testene. Disse data blir flere ganger i løpet av testuken undersøkt for eventuelle feil og mangler. Til slutt blir de samlet i en datafil som inneholder alle resultater fra hinderløypen og de andre teststasjonene. På de neste par sidene blir analysemetoden, Variansanalyse (ANOVA), som er brukt på hovedparten av dataene, forklart. Deretter blir det forklart hvordan figurene med resultatene skal leses.

### 4.1 Variansanalyse, ANOVA

Beskrivelsen av ANOVA er tiltenkt å gi leseren en intuitiv fornemmelse av hva av ANOVA er. Hvis leseren ønsker en mere grundig (og matematisk) gjennomgang av metoden, henvises det til lærebøker i statistikk, eksempelvis [5].

ANOVA er en metode til å sammenlikne middelerverdier for tre eller flere grupper. For at ANOVA metoden skal være robust kreves det at dataene for hver gruppe er normalfordelt (eller tilnærmet normalfordelt), og at variansen, altså variasjonen i datapunktene, innenfor hver av gruppene kan antas å være lik. ANOVA benytter seg av variansen mellom middelerverdiene for gruppene og av variansen av målingene innenfor gruppene til å vurdere om middelerverdiene kan antas å være forskjellige. Hvis middelerverdiene for gruppene varierer mye i forhold til verdiene innenfor gruppene, så kan det antas at det er en forskjell mellom middelerverdiene. Figur 4.1 viser to (oppdiktede) eksempler som kan brukes til å vise dette.



**Figur 4.1** Fiktive data som viser hvordan variansen mellom gruppene og innenfor gruppene kan benyttes til å vurdere om middelerverdier er signifikant forskjellige. Middelerverdiene for fylke 1, 2 og 3 er den samme i begge årskull, nemlig 75 kg, 80 kg og 85 kg.

Figur 4.1a viser vekten av ti tilfeldig utvalgte soldater fra tre fylker fra 1983. Det ses at variasjonen mellom middelerverdiene av vekten for hvert årskull er tydelig, i hvert fall sett i forhold til den ganske lille variasjonen i vekten innen for hver av de enkelte årskull. Dette betyr at en ANOVA studie

---

---

basert på disse data vil komme frem til at det er signifikant forskjell på vekten for soldatene fra de tre fylkene.

Det er imidlertid ikke tilfellet for figur 4.1b som viser vekten av ti soldater fra de samme fylkene, men nå fra 1987. Her er variasjonen mellom middelveidene for vekten i de tre årskull ikke voldsomt stor sett i forhold til variasjonen innenfor de enkelte årskull. Følgelig viser ANOVA studien at det ikke er signifikant forskjell på middelvekten i de tre årskull.

Ovenstående beskrivelse viser hvordan en én-veis ANOVA fungerer. Dette betyr at det er en faktor (bostedsfylke) som det testes om har innvirkning på middelveidien for vekten. Man kan imidlertid også forestille seg at det kan være andre faktorer enn bosted som spiller inn på vekt; kanskje er høyden til soldatene av betydning? For å analysere effekten av både bosted og eksempelvis høyde benyttes en to-veis ANOVA. Fremgangsmetoden tilsvarer i stor grad den for én-veis ANOVA med den forskjell at det nå er to faktorer som i prinsippet kan innvirke på målingene (høyde og vekt). I våre LEAP-tester er det to faktorer som kan innvirke på resultatene, nemlig testkonfigurasjon og testperson. Derfor benyttes en to-veis ANOVA til å analysere resultatene.

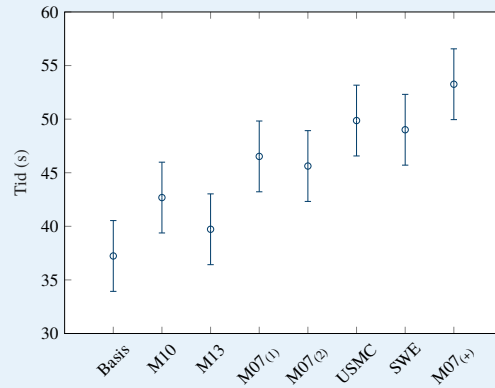
I et eksempel som i figur 4.1a, hvor ANOVA studien sier at det er forskjell på middelveidene, kan det være interessant å finne ut hvilke det er forskjell på. Dette sier ANOVA studien ikke noe om, bare at det er en forskjell. For å vurdere hvilke som er forskjellige benyttes en av flere mulige *post hoc* tester på resultatene fra ANOVA studien. I alle analysene i denne rapporten er Bonferroni korreksjonen benyttet. Denne metode benytter resultatene fra ANOVA studien.

Bonferroni metoden ble valgt, da vi i testene har relativt få testpersoner sett i forhold til antallet av konfigurasjoner vi ønsker å sammenlikne. Bonferroni kompenserer for dette ved å justere signifikansnivået som det testes imot. Dette betyr at risikoen for å konkludere at noe er forskjellig på tross av at det faktisk ikke er det, blir mindre (type-I-feil). Omvendt øker risikoen også for at det ikke kan konkluderes at noe er forskjellig på tross av at det faktisk er (type-II-feil).

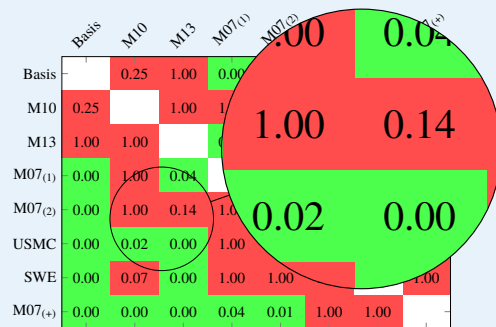
Signifikansnivået er i dette arbeid satt til  $p = 0.05$ , hvilket tilsvarer et 95 % konfidensintervall. Det betyr at konfidensintervallene som er vist i figurene i denne rapport i 95 % av tilfellene vil inneholde den faktiske middelveid (som vi hadde fått hadde vi benyttet alle soldatene i det norske forsvaret).

## Presentasjon av resultatene fra den statistiske analysen

Resultatene av analysen blir presentert på to måter for tilnærmet alle hindre og tester. Først vises middelveidene fra den aktuelle testen sammen med 95 % konfidensintervaller. Konfidensintervaller basert på Bonferroni/ANOVA analysen er gitt med enten **mørk blå** eller **lime** farge. For de tilfellene hvor konfidensintervallene, stadig 95 %, er basert på en klassisk analyse (basert på standardavvik) er de gitt med **lys lilla**. Et eksempel på resultater med konfidensintervaller basert på Bonferroni/ANOVA analysen er vist til høyre. For de av konfigurasjonene hvor konfidensintervallene ikke overlapper hverandre, kan det antas at de har signifikant forskjellige påvirkning på mobiliteten til soldaten for den aktuelle hinder/test.



Hvorvidt det er signifikante forskjeller mellom konfigurasjonene, kan det i noen tilfelle være vanskelig å vurdere når resultatene er presentert som ovenfor til høyre. I figuren nedenfor til høyre er resultatet av den statistiske analysen presentert på matriseform. De ulike konfigurasjonene er gitt langs aksene og hvert felt i matrisen angir p-verdien for sammenlikningen av de to konfigurasjoner som er tilknyttet dette feltet. Jo nærmere p-verdien er 1, jo mindre sannsynlig er det at konfigurasjonene har ulik påvirkning på mobiliteten til soldaten for den aktuelle testen/hinder. Dess nærmere 0 p-verdien er, dess mere sannsynlig er det at konfigurasjonene påvirker mobiliteten ulikt. 0.05 tilsvarer da 95 % konfidens. Forstørrelsen viser fire slike sammenlikninger. Sammenliknes M10 og M13 med M07<sub>(2)</sub> fås verdiene 1.00 og 0.14, hvilket sier at vi ikke kan konkludere at M07<sub>(2)</sub> ikke påvirker mobiliteten mere/mindre enn M10 og M13. Sammenliknes M10 og M13 omvendt med USMC fås verdiene 0.02 og 0.00, hvilket sier at vi kan konkludere at USMC ikke påvirker mobiliteten mere/mindre end M10 og M13 (i dette tilfelle mere).



---

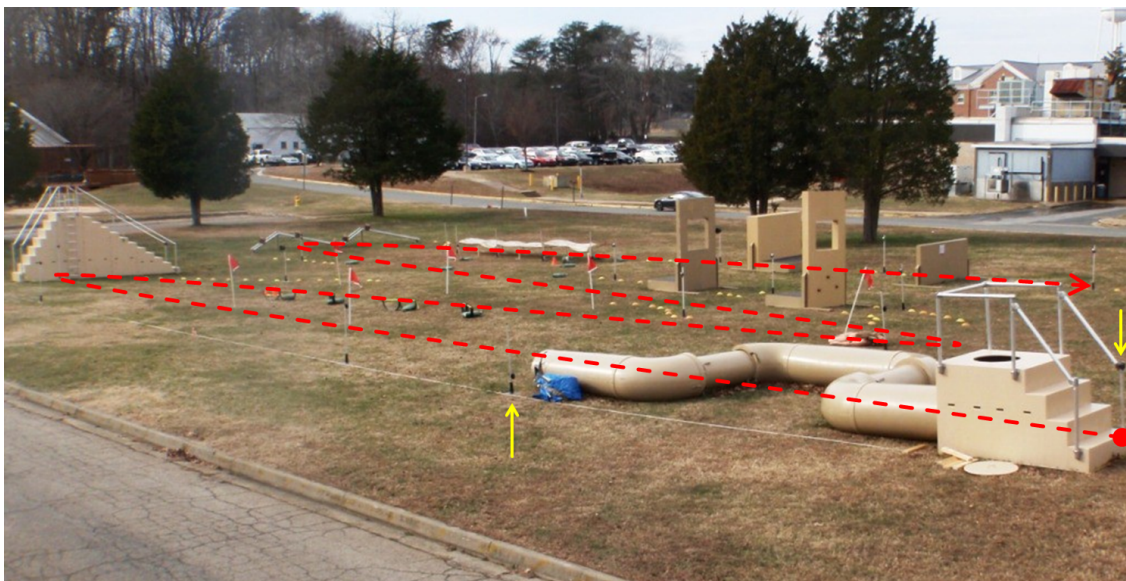
---

## 5 Hinderløypen

Av de ulike testene i LEAP-testprogrammet er hinderløypen, som vist i figur 5.1, den mest omfangsrike; både med tanke på plasskrav, krav til personale og mengde informasjon testen gir. Hinderløypen består som tidligere nevnt av en rekke hindre som hver er tiltenkt å teste et eller flere spesifikke bevegelsesmønstre. I dette kapitlet blir først resultatene for hele hinderløypen presentert. Deretter blir de enkelte hindre beskrevet og resultatene for disse presentert.

Resultatene for hele hinderløypen, de enkelte hindre og andre tester blir presentert med konfidensintervaller fra den statistiske analysen beskrevet i kapittel 4. Det er viktig å huske at det er 95 % konfidensintervaller som blir vist i figurene. Bruken av konfidensintervaller er nødvendig, da vi kun tester en liten andel av soldatene i det norske Forsvaret. Som tidligere beskrevet betyr et 95 % konfidensintervall at den sanne verdi for en gitt test med 95 % sannsynlighet ligger innen for det gitte intervall.

Når det i dette kapitlet nevnes at mobiliteten til soldaten reduseres med en gitt vestkonfigurasjon, betyr det, at mobiliteten til soldaten reduseres for bevegelsesmønstre som er lik dem i hinderløypen.



**Figur 5.1** Oversiktsbilde over hele LEAP-hinderløypen. Den røde linjen viser i grove trekk hvordan løypen utføres. De to gule pilene viser eksempler på plasseringen av sensorene til tidtakingen.

---

---

## 5.1 Hele løypen

Hele hinderløypen kan ses på oversiktsbildet i figur 5.1. Løypen består av først en lem og tunnel, deretter en sprint, flere sett med trapper og stiger, et smidighetsløp i sikksakk, kameratredning, forsering av to vinduer, fem ganger hvor soldaten må legge seg ned og ta sikte på et mål, en balansebjelke, kryping og til slutt forsering av to vegger.

Tiden for hele hinderløypen måles naturligvis, men også underveis i hinderløypen blir mellomtider for hvert hinder målt. De to gule pilene i figur 5.1 viser et eksempel på hvor sensorene til tidtakingen er plassert for det første hinderet (lem og tunnel). Fordi mellomtiden måles for hvert hinder, fås informasjon om hvilke hindre som fremtvinger størst endring i mobiliteten til en soldat med en gitt utrustning. Siden hvert hinder er tenkt å teste spesifikke bevegelsesmønstre, kan dette gi informasjon om hvilke bevegelser en gitt utrustning påvirker mest/minst.

Kort oversikt over konfigurasjonene:

Basis	Uniform, hjelm, støvler, knebeskytter, gevær og hansker. Inngår i alle nedenfor.
M10	Vanlig norsk stridsvest.
M13	First-Spear vest med tynn ballistisk beskyttelse.
M07 <sub>(1)</sub>	Vanlig norsk M07 med hard og myk ballistisk beskyttelse.
M07 <sub>(2)</sub>	Identisk med M07 <sub>(1)</sub> .
SWE	Svensk vest med hard og myk ballistisk beskyttelse - som M07.
USMC	US Marine Corps vest med hard og myk ballistisk beskyttelse - som M07.
M07 <sub>(+)</sub>	Som M07 <sub>(1)</sub> og M07 <sub>(2)</sub> men med ballistisk beskyttelse av nakke, skuldre og lyske.

### Mobilitetspåvirkning ved økende konfigurasjonsinnhold

De samlede resultatene for hinderløypen er gitt i figur 5.2a og i tabell 5.1. De enkelte vestkonfigurasjoner er inndelt slik at basiskonfigurasjonen vises først på x-aksen. Deretter kommer vestene uten ballistisk beskyttelse, altså M10/M13. Etter dette vises vestene som inkluderer myk og hard ballistisk beskyttelse, M07<sub>(1)</sub>/M07<sub>(2)</sub>/SWE/USMC. Til slutt kommer M07<sub>(+)</sub>, som er lik M07<sub>(1)</sub>/M07<sub>(2)</sub>, men med ekstra ballistisk beskyttelse for nakke, skuldre og lyske.

Resultatene viser litt som forventet, at det er en tydelig tendens til at mobiliteten går ned for hvert trinn/nivå. Dette tyder på, med basiskonfigurasjonen som utgangspunkt, at soldatens tid i løypen øker med 10 % til 15 %, når soldatene får på seg en av vestene med lommer, M10/M13. Mobiliteten reduseres noe mer, når en vest med lommer og myk og hard ballistisk beskyttelse benyttes, M07<sub>(1)</sub>/M07<sub>(2)</sub>/SWE/USMC. Tidsbruken øker med omtrent 30 % i forhold til basiskonfigurasjonen. Til slutt ses en økning på ca. 50 % fra basiskonfigurasjonen når soldaten har på seg vest med lommer og ballistisk beskyttelse som ovenfor, men med ekstra myk beskyttelse, M07<sub>(+)</sub>.

Som grunnlag for å vurdere hva som faktisk er statistisk signifikant forskjellig kan figur 5.2b benyttes. Benyttes begge figurene så fremgår det at det ikke er mulig å konkludere med sikkerhet, på bakgrunn av disse dataene, at M10 og M13 gir forskjellige resultater enn basiskonfigurasjonen. Den statistiske analysen vises til gjengjeld, at tidsbruken er signifikant større enn for basis for de resterende vestkonfigurasjonene.

**Tabell 5.1** Resultatene for hele hinderløypen. Konfidensintervallet er  $\pm 35$  sekunder.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Tid (s)	268	312	299	340	348	374	353	403

### Sammenlikning av konfigurasjoner med samme funksjoner

Resultatene for hele hinderløypen viste at en vest med lommer og beskyttelse mot fragmenter og håndvåpen har en negativ effekt på mobiliteten til soldaten. Utover dette er det også interessant å se på resultatene for de vestkonfigurasjonene som har tilnærmet samme funksjon for soldaten, spesielt med tanke på anbudssituasjoner.

Den første direkte sammenlikningen er mellom M10 (den nåværende stridsvest) og M13 (bærevest fra FirstSpear). Det er klart fra resultatene i figur 5.2, at basert på disse testene, så kan det ikke konkluderes om det er forskjell på hvordan de påvirker mobiliteten. Til dette er det statistiske grunnlaget ikke sterkt nok. Tiden for M13 er likevel litt lavere enn for M10.

For neste nivå av vester, M07<sub>(1)</sub>/M07<sub>(2)</sub>/SWE/USMC, er tidsforskjellene heller ikke signifikante. Tendensen er imidlertid at tiden for USMC-vesten er litt høyere enn for de andre vestene. En interessant sammenlikning her er mellom M07<sub>(1)</sub> og M07<sub>(2)</sub>, dvs. identiske vester. Etersom det er samme vest, så bør tiden være den samme, hvilket den også er, når konfidensintervallene tas i betraktning. Forskjellen mellom 340 s og 348 s er innenfor hva som kan forventes med det lave antall testpersoner som ble benyttet.

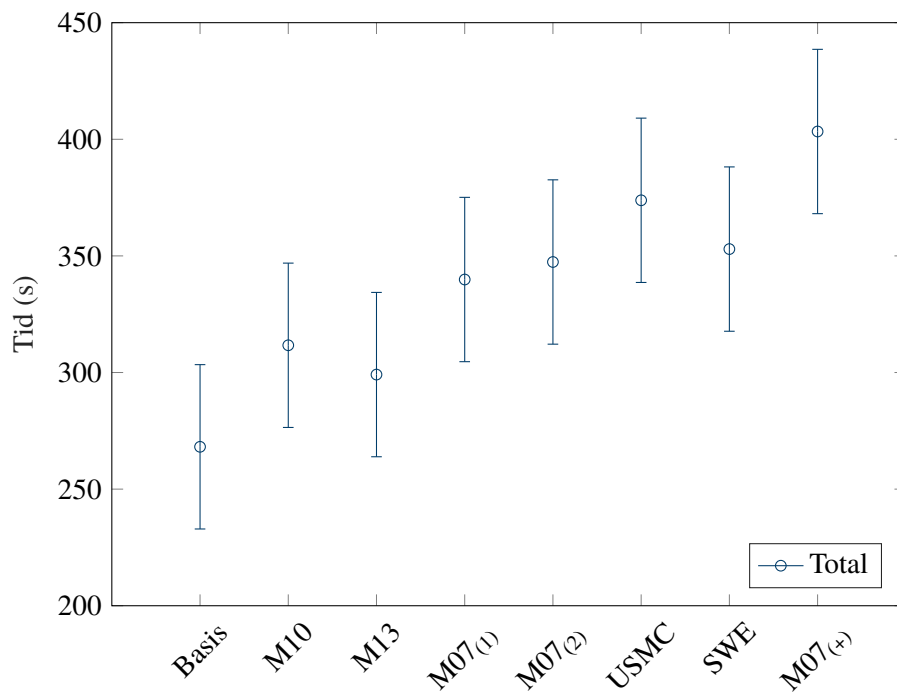
I forhold til en anbudssituasjon er det vanskelig å konkludere sikkert ut fra disse testene. Det er imidlertid ikke utenkelig at en spesifikk testrunde med eksempelvis M07/SWE/USMC med 30-60 soldater, hvor hver soldat har 2 eventuelt 3 gjennomløpinger med hver vestkonfigurasjon, ville kunne vise forskjeller mellom vestene. Dersom ingen forskjell detekteres vill resultatet være at det er marginal forskjell i hvordan vestene hemmer mobiliteten til soldatene.

### Ytterligere bruk av resultatene for hele hinderløypen

Det er absolutt mulig å få mer informasjon ut av resultatene for hele hinderløypen. Noen eksempler på dette er vist i kapittel 8 på side 79. Her blir tidene fra hinderløypen brukt til å gi et mål på hvor mye ett ekstra kilo utrustning koster soldaten i mobilitet.

Resultatene fra testene kan også brukes til å vurdere de enkelte soldatene opp mot hverandre. Gjennomsnittstidene for de enkelte soldatene er i dette tilfellet ganske interessante. Basert på disse gjennomsnittstidene vises det hvordan én testperson kan ha stor innvirkning på de samlede resultatene når en LEAP-test utføres med få testpersoner.





(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Basis		1.00	1.00	0.04	0.01	0.00	0.01	0.00
M10	1.00		1.00	1.00	1.00	0.15	1.00	0.00
M13	1.00	1.00		1.00	0.80	0.03	0.42	0.00
M07 <sub>(1)</sub>	0.04	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.13
M07 <sub>(2)</sub>	0.01	1.00	0.80	1.00		1.00	1.00	0.33
USMC	0.00	0.15	0.03	1.00	1.00		1.00	1.00
SWE	0.01	1.00	0.42	1.00	1.00	1.00		0.63
M07 <sub>(+)</sub>	0.00	0.00	0.00	0.13	0.33	1.00	0.63	

(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.2** Resultater for hele hinderløypen.

---

---

## 5.2 Individuelle hindrer

Resultatene for hele hinderløypen viser hvordan hindrene samlet sett påvirker mobiliteten til soldaten. Det er naturligvis ingen selvfølge at en gitt effekt på mobiliteten skyldes en jevn påvirkning fra alle hindre. Det kan meget vel være enkelte hindre hvor én konfigurasjon forringer mobiliteten markant, mens effekten av samme konfigurasjon i en annen hinder er marginal. For å kunne skille ut om enkelte bevegelsesmønstre blir markant mer vanskelige av noen konfigurasjoner enn andre, skal dataene for hver enkelt hinder studeres.

### Lem og tunnel

I dette hinderet skal soldaten opp fire trappetrinn og deretter kravle ned gjennom en lem. Herifra skal soldaten kripe igjennom en tunnel med fire svinger hver på 90°. I hver sving er det sammenføyinger i tunnelen, hvilket betyr at tunnelens diameter er mindre i to av de rette strekningene. Løsthengende utstyr kan gi problemer for soldaten i sammenføyingene. Tanken bak dette hinderet er først og fremst å vurdere hvorvidt noe utstyr begrenser soldaten i trange omgivelser som i dette tilfelle en tunnel.

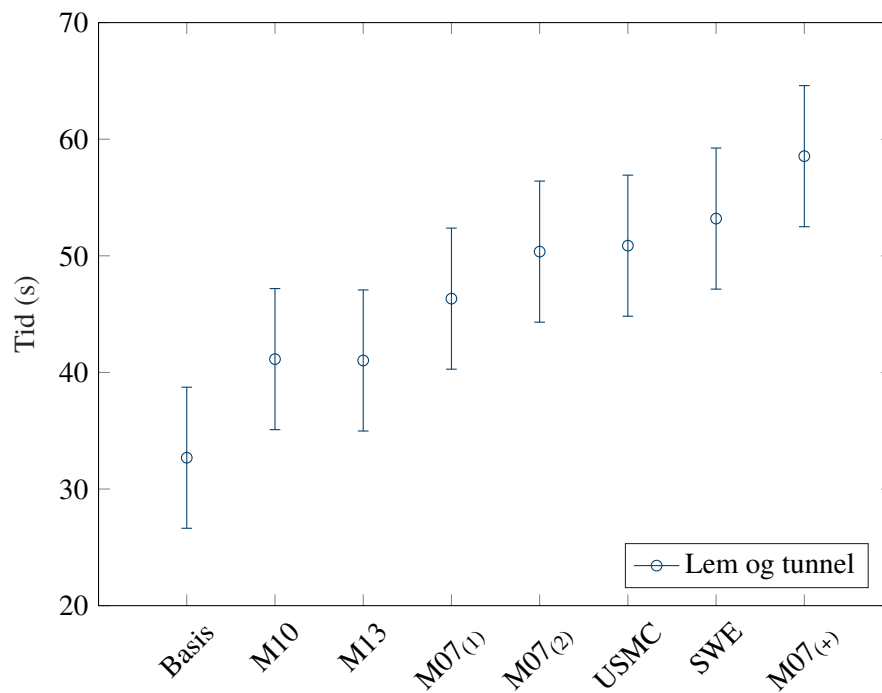


Resultatene for dette hinderet er gitt i tabell 5.2 og i figur 5.3a. Det ses, at en vest med lommer og ballistisk beskyttelse hemmer bevegelsene til soldatene ganske markant. Økningen er fra 33 s for basiskonfigurasjon til omtrent 50 s for M07/SWE/USMC. Tilføyes enda mere myk beskyttelse (M07<sub>(+)</sub>) da økes tiden til 59 s, en 80 % økning. Signifikanstesten i figur 5.3b understreker ovenstående vurderinger.

Tiden brukt i dette hinderet har stor innvirkning på den totale tiden i hinderløypen. Lem- og tunnelhinderet utgjør omtrent 15 % av den samlede tiden i løypen. Dette er viktig å huske når resultatene for hele løypen studeres.

**Tabell 5.2** Resultatene for lem og tunnel. Konfidensintervallet er ±6 sekunder.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Tid (s)	33	41	41	46	50	51	53	59



(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.



(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.3** Resultater for lem og tunnel.

---

---

## Sprint

Sprinten begynner et par meter etter utgangen av tunnelen. Dette gir soldaten tid til å komme opp på føttene og i bevegelse. Sprinten måler dermed isolert sett bare hvordan soldaten kan sprinte med utrustningen. Dette er interessant med tanke på, at det å kunne bevege seg raskt og effektivt fra en stilling/posisjon til en annen, er en viktig egenskap. Distansen er 18 m. Dette hinderet blir ofte benyttet av soldatene til å komme seg etter innsatsen i tunnelen, hvis dette har vært ekstra krevende. Dette gjør at det kan være noe variasjon i resultatene.

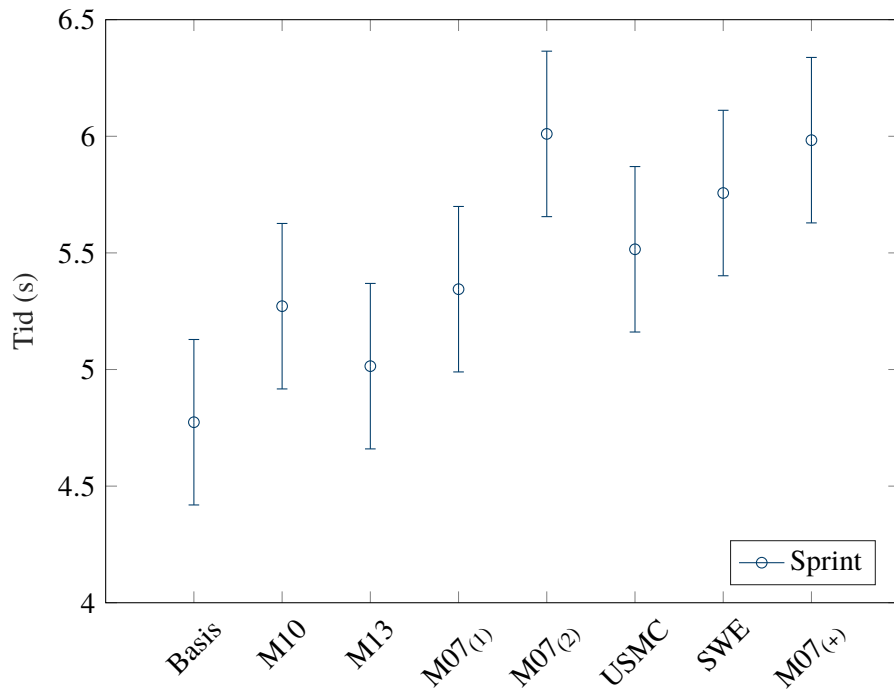


Resultatene for dette hinderet er gitt i tabell 5.3 og i figur 5.4a og 5.4b. Det er igjen tendens mot lengre tid for gjennomføring for de tyngre og mere voluminøse konfigureringene. Det er imidlertid mindre prosentvis økning, kun 25 % fra basiskonfigurering til de med størst tid, M07<sub>(2)</sub> og M07<sub>(+)</sub>. Sammenliknes de to identiske konfigureringene M07<sub>(1)</sub> og M07<sub>(1)</sub>, så ses det at de er ganske forskjellige på tross av at de strengt tatt skulle gi identiske resultater. Men med det lave antall testpersoner og det høye antall konfigureringer og hindre som vurderes, vil man forvente å se dette noen ganger.

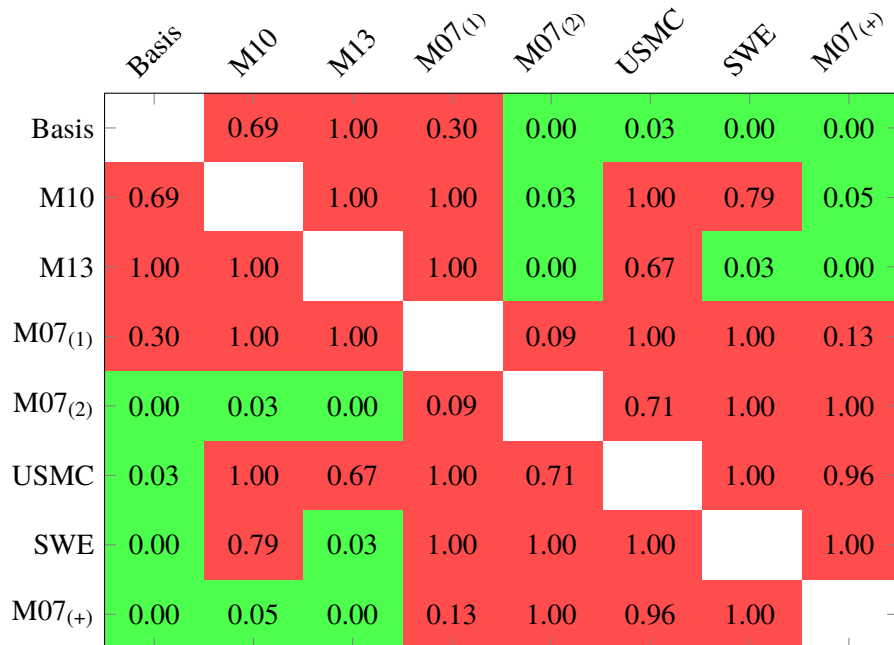
Resultatene for sprinten er interessant å sammenlikne med de for hinderet smidighetsløp på side 36. Dette skyldes at dette hinderet tester hvordan evnen til å løpe rett frem på flat underlag påvirkes, men smidighetsløpet også inkludere retningsskifte og rett frem dvs løp på plant underlag, smidighet har elementer av hopp og skift av retning.

**Tabell 5.3** Resultatene for sprint. Konfidensintervallet er  $\pm 0.4$  sekunder.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Tid (s)	4.8	5.3	5.0	5.3	6.0	5.5	5.8	6.0



(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.



(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.4** Resultater for sprint.

---

---

## Trappene

For dette hinderet er tidstakingen oppdelt i to. I første delen skal soldaten opp den bratte trapp med smale trinn og ned den slakke trappen med brede trinn. I annen del er det motsatt, opp den slakke trappen og ned den bratte trappen. Soldaten skal i trappene ha geværet oppe og være klar til å skyte. Bakgrunnen for dette hinderet er at US Marine Corps i utenlandsoppdrag har erfart at soldatene ofte blir utsatt for å skulle opp og ned trapper. En annen erfaring er at trinnene i trappene har vært av varierende størrelse. Derfor testes det om noe utstyr begrenser soldaten mer enn annet i trapper med høye, smale eller lave, brede trinn.

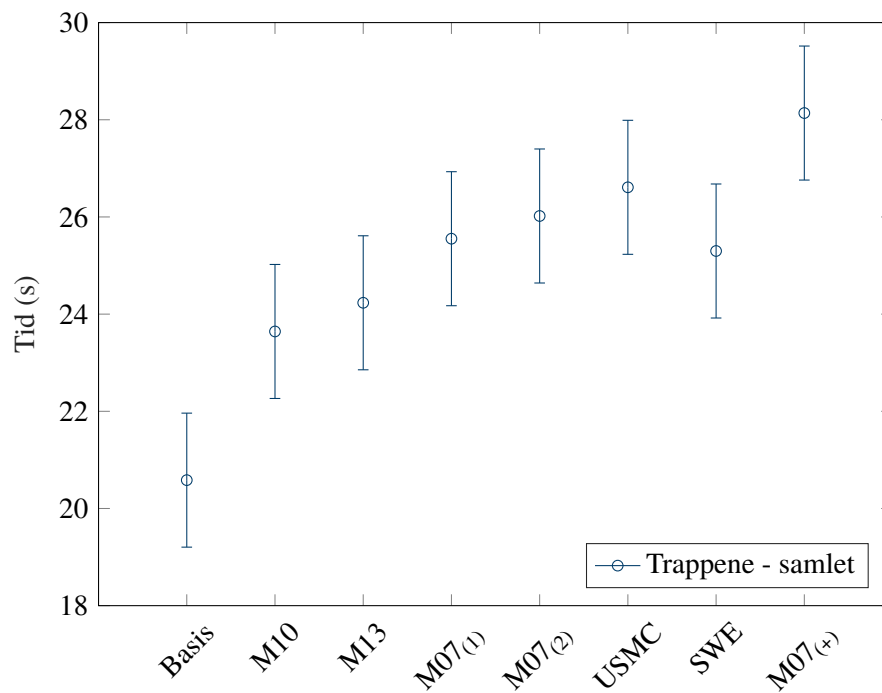


De samlede resultatene for de to delene i dette hinderet er gitt i tabell 5.4 og i figur 5.5. Det ses at tiden for basiskonfigurasjonen er signifikant lavere enn for alle de andre konfigurasjonene. Dette gjelder for øvrig også for de to delene av dette hinderet, som sett i figurene 5.6 og 5.7.

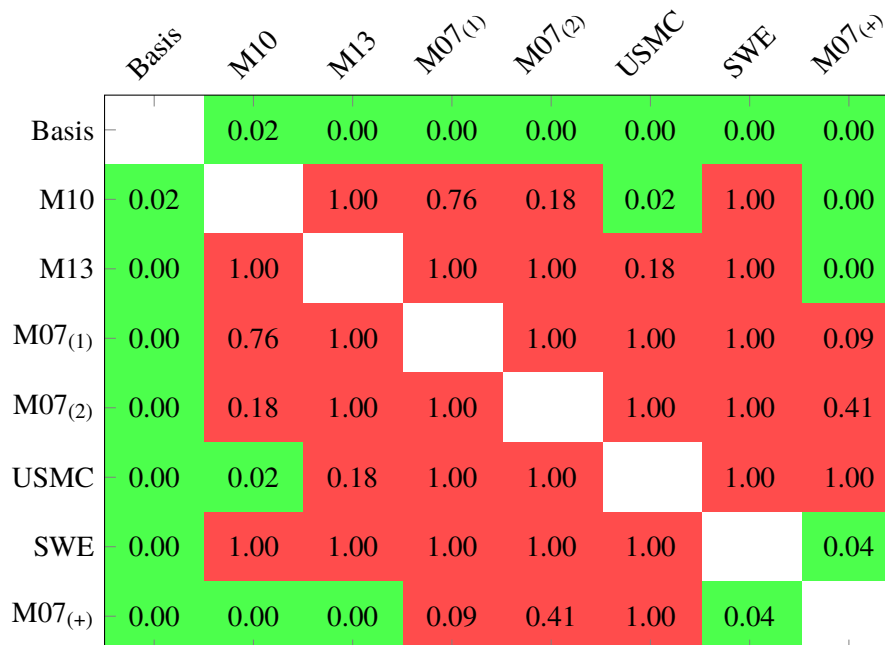
Det er interessant å sammenlikne tidene for de to delene av hinderet. Først og fremst kan det konkluderes at forskjellene konfigurasjonene imellom er omtrent like for de to delhindrene. Til gjengjeld er alle tidene for delen med slakt opp og bratt ned av trappene omtrent 2 sekunder større enn motsatte vei. Dette skyldes sannsynligvis, basert på observasjoner underveis i testene, at det er vanskeligere for soldatene å gå ned de bratte trapper enn det er å gå opp.

**Tabell 5.4** Resultatene for begge trappene samlet som ett hinder. Konfidensintervallet er  $\pm 1.4$  sekunder.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Tid (s)	21	24	24	26	26	27	25	28

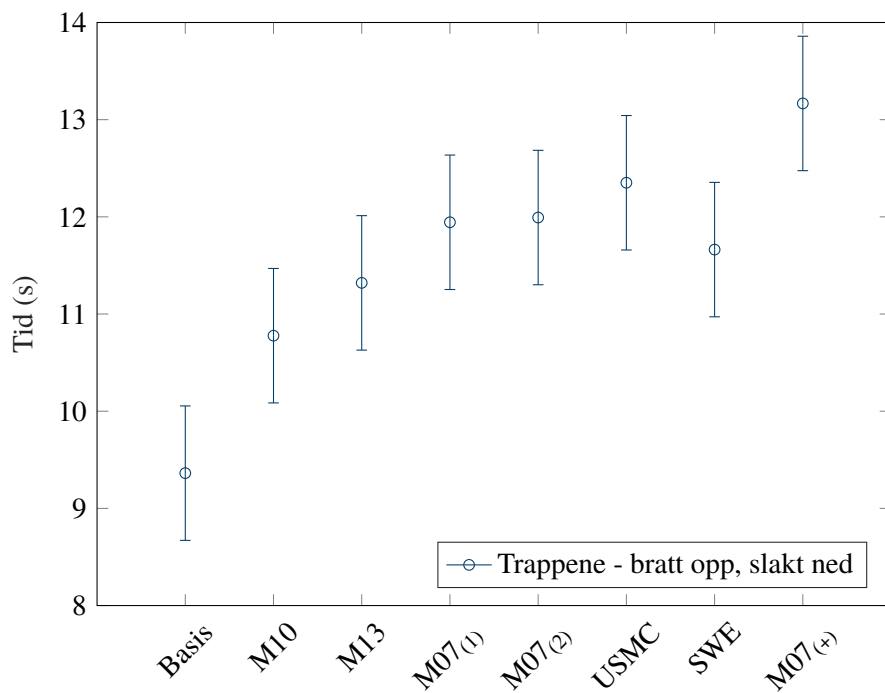


(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.

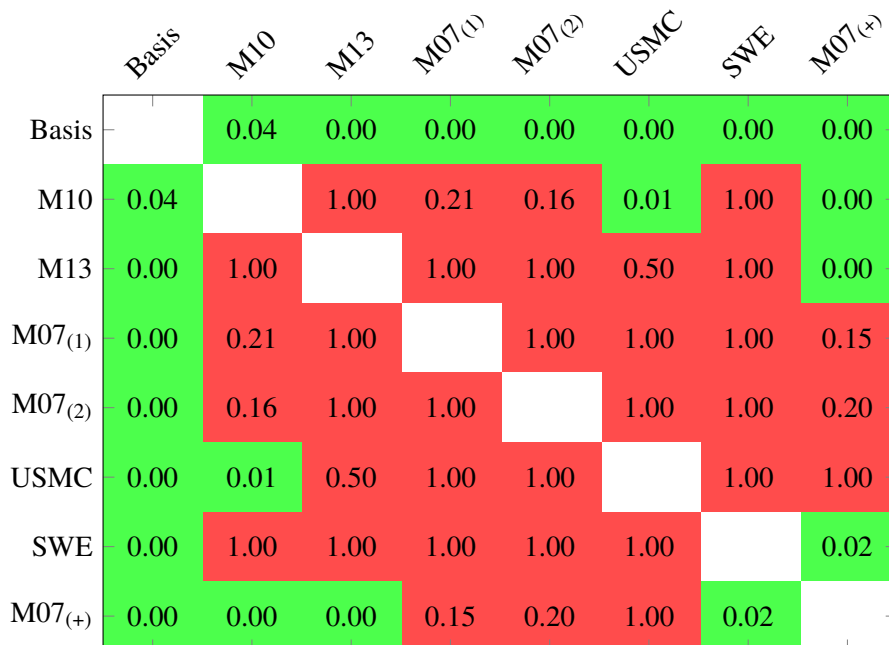


(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.5** Resultater for begge trappene samlet som ett hinder.



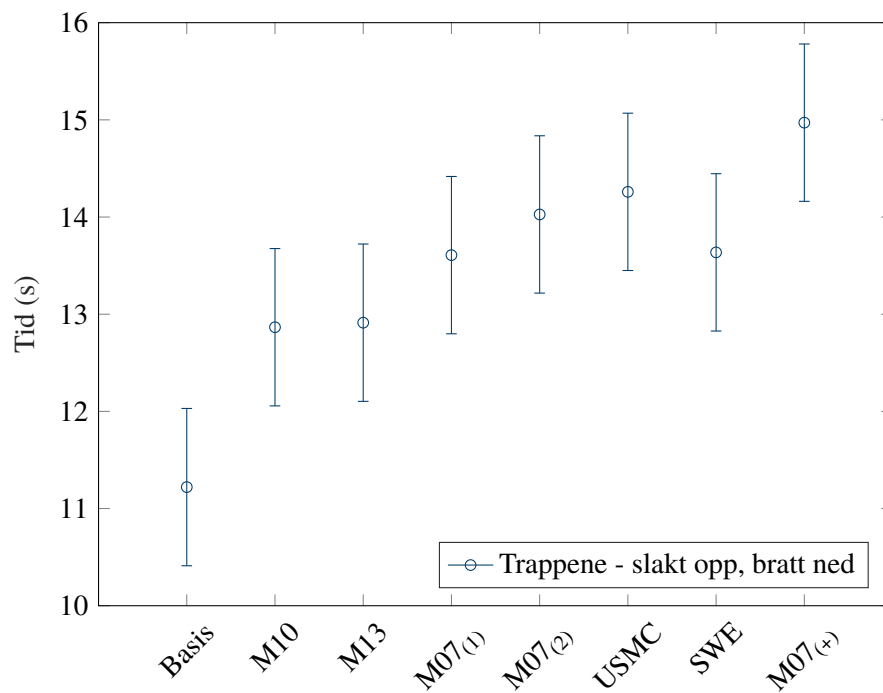
(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.



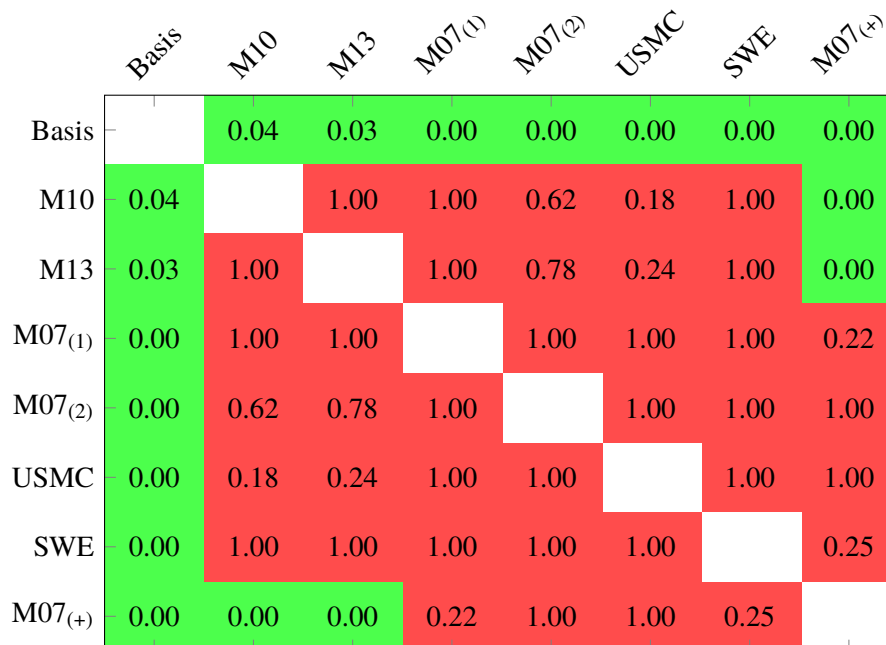
(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.6** Resultater for første halvdel av trappehinderet.





(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.



(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.7** Resultater for annen halvdel av trappehinderet.

## Stigene

For dette hinderet er tidstakingen oppdelt i to. Første halvdel består av at soldaten skal vertikalt opp en stige, som vist på bildet på side 28 og dernest over og ned en stige i en vinkel, som vist på bildet til høyre. Etter dette begynner annen del, hvor soldaten må tilbake opp den vinklede stigen og ned den vertikale stigen. Soldaten kan ha geværet i hånden underveis, men i praksis har alle geværet på ryggen i hele dette hinderet. Løse stropper på vest og gevær kan vanskeliggjøre det å komme ned av stigene, ettersom disse kan sette seg fast i toppen av stigene.

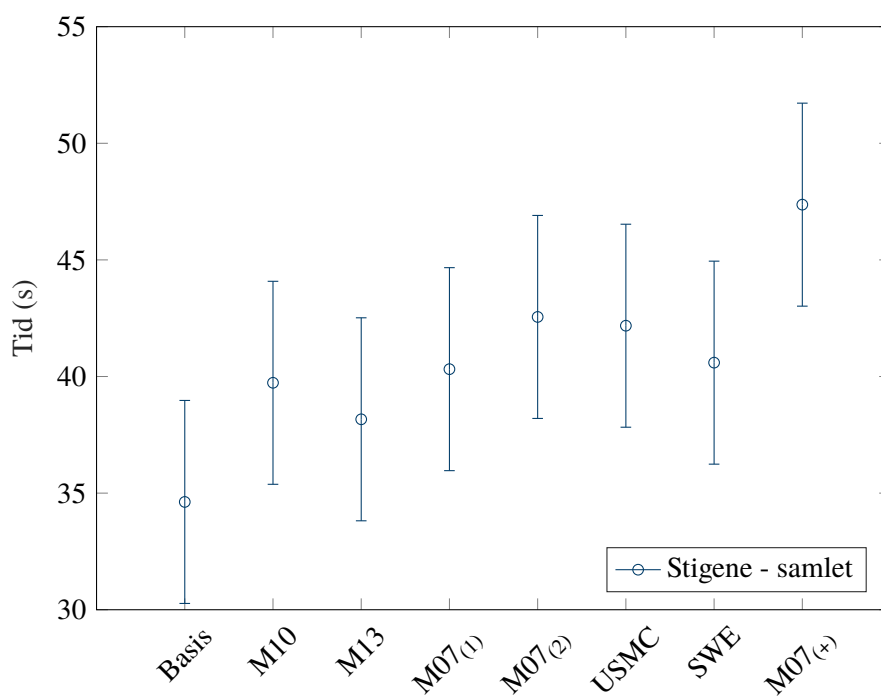


Som det ses av resultatene i tabell 5.5 og i figur 5.8, er det ingen stor forskjell mellom vestene M10/M13/M07/SWE/USMC. Basiskonfigurasjonen er igjen litt raskere, og M07<sub>(+)</sub> den som koster soldatene mest tid. Tiden for M07<sub>(+)</sub> er cirka 35 % langsommere enn for basiskonfigurasjonen. Resultatene antyder at det er en effekt av volum til utrustningen i stigene. Basiskonfigurasjonen ligger litt lavere og M07<sub>(+)</sub> ligger litt høyere end de resterende konfigurasjoner, som ellers ligger tett. Dette antyder at det å få på en vest gjør det litt vanskeligere å komme opp og ned på stigene. Den litt høyere tiden for M07<sub>(+)</sub> kan ikke forklares med vektøkning alene, så dette kan trolig tilskrives volum. Eksempelvis er lyskebeskyttelsen i veien når soldaten skal fra stige til platå på toppen og tilsvarende fra platå til stige igjen.

Sammenliknes resultatene for de to deler av dette hinderet, se figurene 5.9 og 5.10, ses det heller ikke her noen spesielle forskjeller vestene imellom. Samtidig ses det også at tidene for de ulike konfigurasjonene strengt tatt ikke er forskjellige for de to delene av stighinderet.

**Tabell 5.5** Resultatene for begge stigene samlet som ett hinder. Konfidensintervallet er  $\pm 4$  sekunder.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Tid (s)	35	40	38	40	43	42	41	47

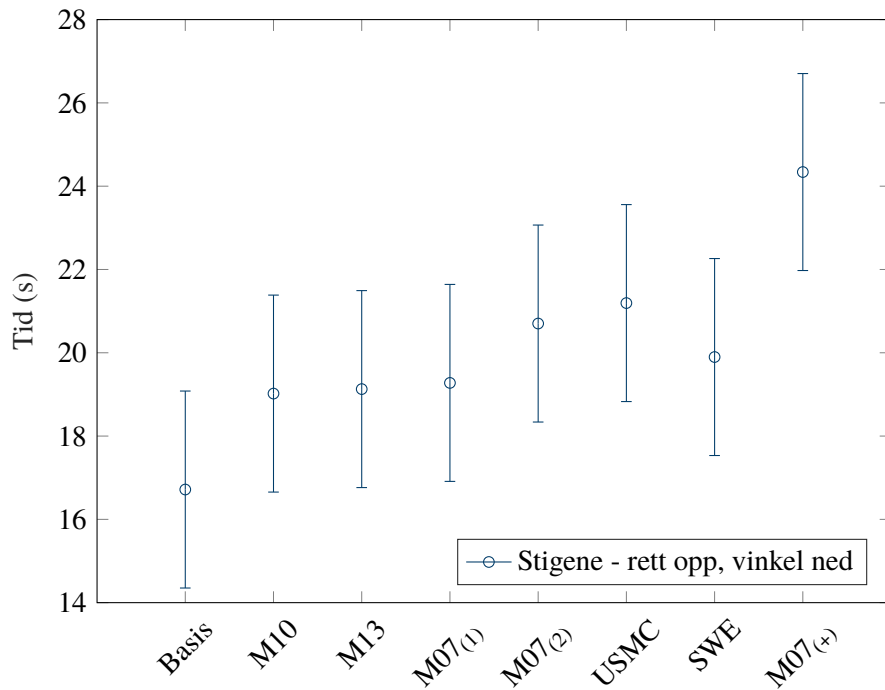


(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Basis		1.00	1.00	1.00	0.12	0.17	0.79	0.00
M10	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.16
M13	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	0.03
M07 <sub>(1)</sub>	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.29
M07 <sub>(2)</sub>	0.12	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00
USMC	0.17	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00
SWE	0.79	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		0.38
M07 <sub>(+)</sub>	0.00	0.16	0.03	0.29	1.00	1.00	0.38	

(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.8** Resultater for begge stigene samlet som ett hinder.

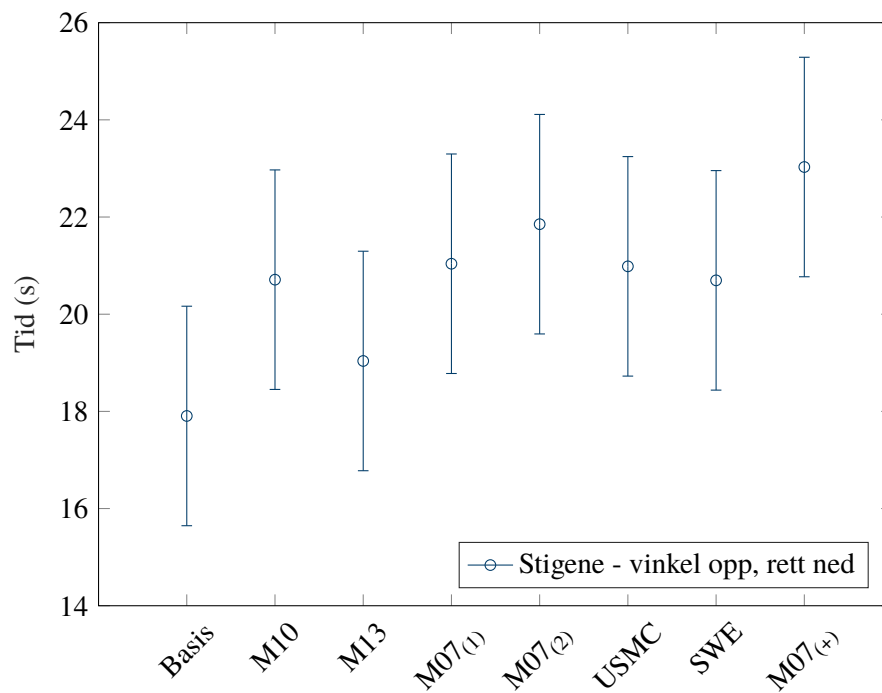


(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Basis		1.00	1.00	1.00	0.22	0.08	0.88	0.00
M10	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.01
M13	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	0.02
M07 <sub>(1)</sub>	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.02
M07 <sub>(2)</sub>	0.22	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	0.41
USMC	0.08	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	0.93
SWE	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		0.09
M07 <sub>(+)</sub>	0.00	0.01	0.02	0.02	0.41	0.93	0.09	

(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.9** Resultater for første halvdel av stighinderen.



(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Basis		1.00	1.00	0.75	0.16	0.82	1.00	0.01
M10	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
M13	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	0.15
M07 <sub>(1)</sub>	0.75	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00
M07 <sub>(2)</sub>	0.16	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00
USMC	0.82	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00
SWE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00
M07 <sub>(+)</sub>	0.01	1.00	0.15	1.00	1.00	1.00	1.00	

(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.10** Resultater for annen halvdel av stighinderen.

---

---

## Smidighetsløp

Smidighetsløpet består av 32 meter med løping, hvor det underveis er fem flagg som skal rundes og fire små hindre som soldaten må forsere. Dette gir et ekstra aspekt på påvirkningen av utstyret på soldatens evne til å bevege seg raskt. Det hvor sprinten bare testet evnen til å bevege seg raskt rett frem, så tvinges soldaten her til retningskifte og til å hoppe over de små hindre. Dette er relevante bevegelser for både bymiljø med hus, kjøretøy og kantstener og for naturlige hindre som eksempelvis trær og stein.

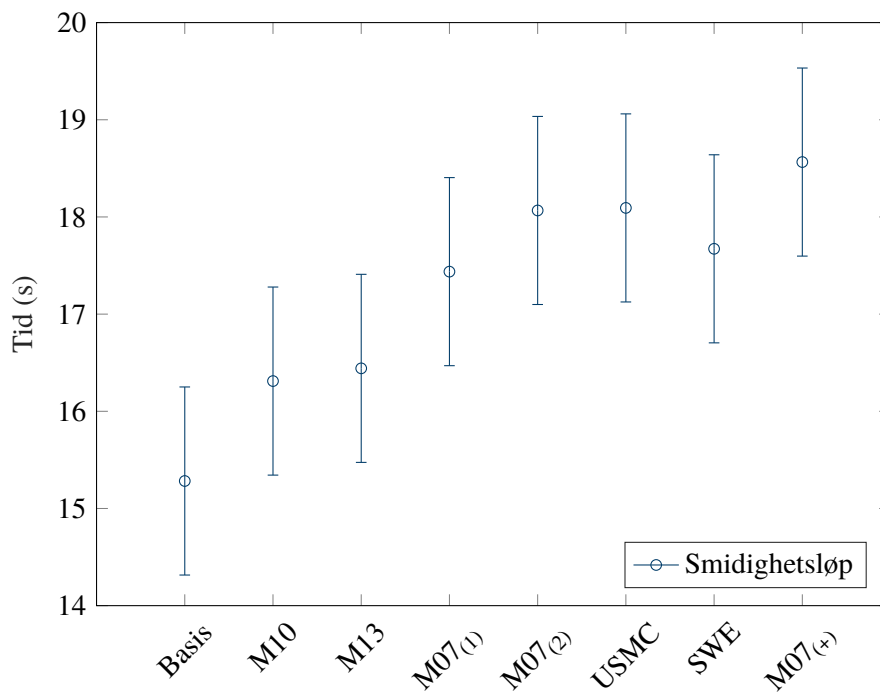


Som resultatene i tabell 5.6 og i figur 5.11 viser, så er soldatene med basiskonfigurasjonen signifikant raskere enn med alle vestene som inkluderer ballistisk beskyttelse. Det er også tendens til at vestene M10/M13 som har som primær funksjon å gi soldaten mulighet for å bære lommer, er hakket langsommere enn basiskonfigurasjonen, men raskere enn vestene med ballistisk beskyttelse.

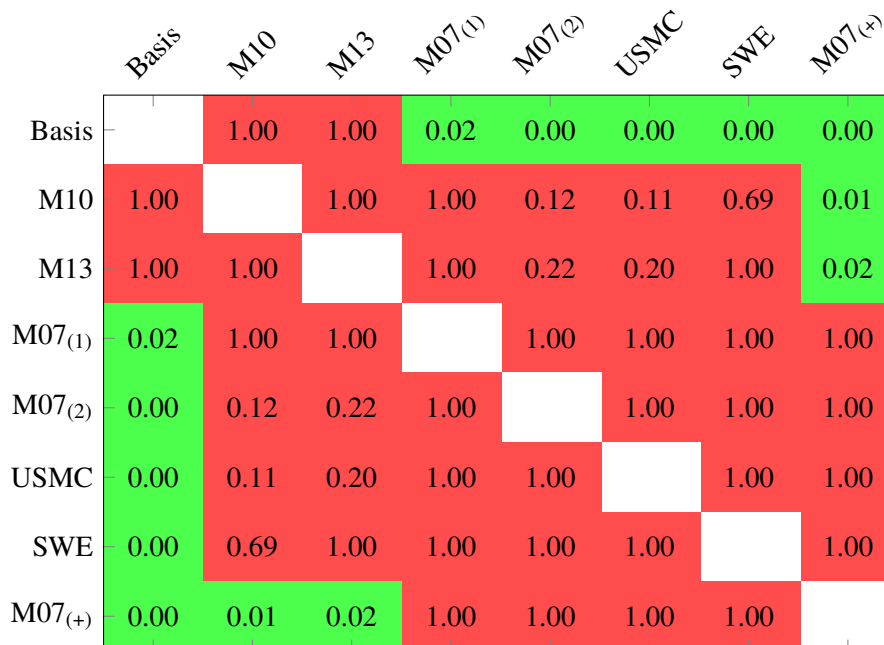
Resultatene kan tyde på, at ingen av vestkonfigurasjonene hemmer soldatens evne til å skifte retning og hoppe under løping, men at forskjellene i tidene bare skyldes den ekstra vekt som soldaten blir belastet med. Den samlede tidsøkning fra basiskonfigurasjon til M07<sub>(+)</sub> er på 25 %, hvilket stemmer med resultatene fra sprinten. På tross av at dette ikke høres ut som en voldsom forskjell, så kan det være uheldig mye ekstra tid med tanke på at både sprint og smidighetsløpet likner på situasjoner hvor en soldat beveger seg fra en sikker posisjon til en annen. Soldaten må med andre ord tilbringe 25 % ekstra tid i en utsatt situasjon.

**Tabell 5.6** Resultatene for smidighetsløp. Konfidensintervallet er  $\pm 1$  sekund.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Tid (s)	15	16	16	17	18	18	18	19



(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.



(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.11** Resultater for smidighetsløp.

## Kameratredning

Dette hinderet tester om soldatutrustningen påvirker soldatens evne til å bringe en kamerat som er skadd i sikkerhet. Dette testes ved at soldaten skal trekke en dukke (Rescue Randy) frem og tilbake på en 9 m strekning, dvs. totalt 18 m. Ved enden av hver strekning må soldaten runde to flagg. Dukken har på seg en vest som soldaten kan bruke til å dra i. Vesten er i dette tilfellet en USMC vest, men uten myk og hard beskyttelsesutstyr. Dukke og vest veier tilsammen 81.8 kg (180 lbs). Det er opp til soldaten selv om geværet skal være på ryggen eller i den ene hånden.



Som det ses av resultatene i tabell 5.7 og i figur 5.12, er det veldig store konfidensintervaller for dette hinderet relativt til tiden som er brukt på hinderet. Dette skyldes at der var veldig stor forskjell på hvor store problemer de enkelte soldatene hadde med å trekke denne dukken. Dessuten har det muligens vært en effekt av at gresset underveis i teststuen ble slitt på strekningen hvor dukken skulle trekkes og at det var litt fuktig i gresset først på dagen. Dette vil ha innvirkning på hvor mye friksjon dukken har med underlaget og dermed belastningen på soldaten.

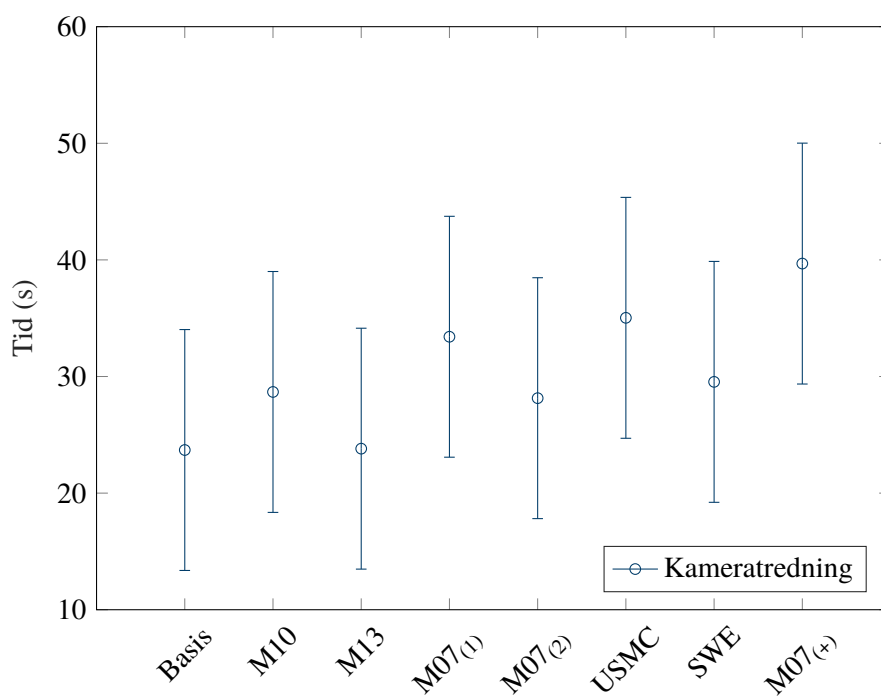
Det kan ikke konkluderes noe på bakgrunn av den statistiske analysen, dertil er konfidensintervallene for store. Det kan likevel tilføyes, at det tyder på en stor tidsforskjell mellom basiskonfigurasjon og den tyngste, M07<sub>(+)</sub>, fra 24 s til 40 s, dvs. en økning på 66 %.

En helt annen effekt som dette hinderet har på soldaten er at den tapper soldaten for energi og krefter. Det er et tungt hinder som presser pulsen høyt opp. Dette vil ha den effekt at de resterende hindre føles tyngre, hvilket muligens kan fremtvinge forskjeller som ellers ikke ville ha vært tydelige uten dette hinderet.

**Tabell 5.7** Resultatene for kameratredning. Konfidensintervallet er  $\pm 10$  sekunder.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Tid (s)	24	29	24	33	28	35	30	40





(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.

	Basis	M10	M13	M07(1)	M07(2)	USMC	SWE	M07(+)
Basis		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.38
M10	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
M13	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	0.40
M07(1)	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00
M07(2)	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00
USMC	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00
SWE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00
M07(+)	0.38	1.00	0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	

(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.12** Resultater for kameratredning.

## Vinduene

Dette hinderet består av to vinduer. Det første vinduer er høyere oppe enn det andre. Det er også forskjell på strukturen på veggen rundt vinduene. På det første vinduet er det en grov struktur så det er mulig å få litt friksjon med fottøyet. I tillegg til dette er det også tre små plata, ikke ulik de som benyttes på klatrevegger, som fungerer som en hjelp til å komme opp gjennom vinduet. På veggen til det andre, litt lavere, vinduet er det ingen struktur, bare en glatt overflate. Størrelsen på åpningen i vinduene er basert på erfaringer fra utenlandsoppdrag til US Marine Corps.



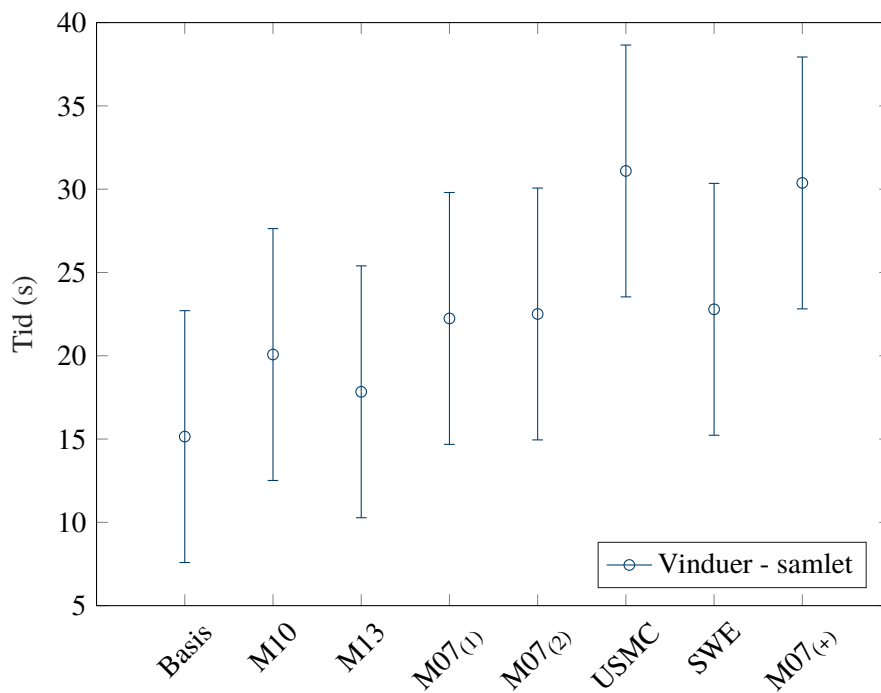
Vinduene er, litt som for kameratredningen, ett hinder hvor det er stor forskjell på hvor lett hver soldat finner det å komme igjennom. Dette avspeiles også i resultatene som vist i tabell 5.8 og i figur 5.13, hvor konfidensintervallet er betydelig relativt til tiden for vinduene. Men samtidig som det er store tidsforskjeller soldatene imellom, så er det også store tidsforskjeller mellom de ulike konfigurasjonene.

Tiden for USMC og M07<sub>(+)</sub> er dobbelt så stor som for basiskonfigurasjonene. Dette er interessant med tanke på at de andre vester som har samme funksjon som USMC vesten, nemlig M07 og SWE, ikke påvirker soldaten helt så mye i vinduene. Denne tendensen ses også om vinduene analyseres hver for seg, som i figurene 5.14 og 5.15, hvor USMC konfigurasjonen i begge tilfeller er langsommere enn både M07 og SWE konfigurasjonene. Det tyder altså på at volum spiller en stor rolle for dette hinderet. Det bør imidlertid tilføyes at det ikke er statistisk grunnlag for å dra noen konklusjoner omkring dette.

En mulig forklaring på de høye tider med USMC kan være at denne vesten var ganske så tykk på brystet, hvilket vanskeliggjorde å komme tett inn til vinduet (veggen rundt vinduet). Dette er basert på tilbakemeldinger fra soldatene. Dette argumentet styrkes av at samme uheldige effekten av USMC ses i siste hinder hvor to vegger skal forseres, se side 54 og utover.

**Tabell 5.8** Resultatene for begge vinduene sett som ett hinder. Konfidensintervallet er  $\pm 8$  sekunder.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Tid (s)	15	20	18	22	23	31	23	30

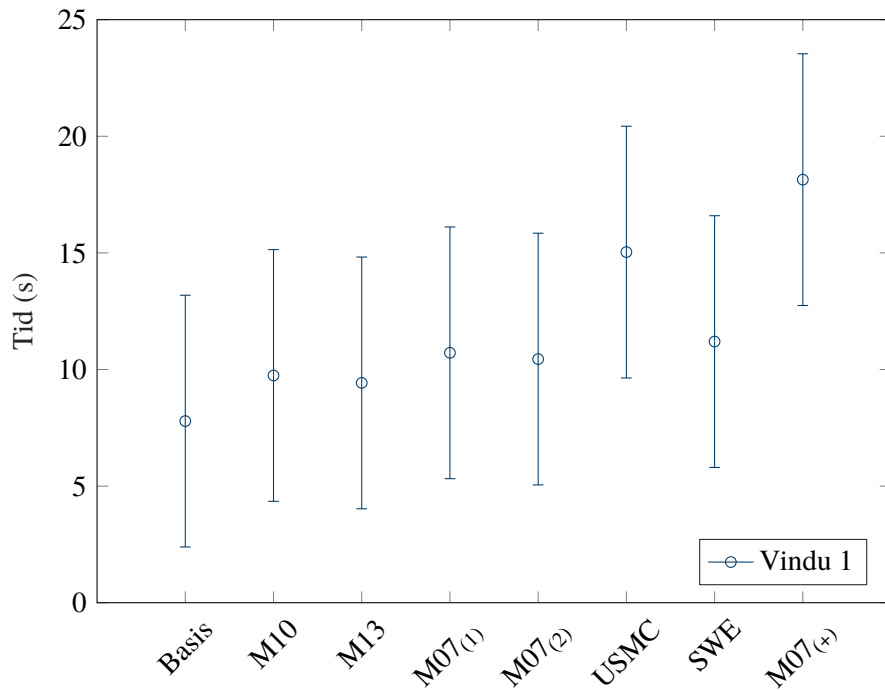


(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Basis		1.00	1.00	1.00	1.00	0.03	1.00	0.05
M10	1.00		1.00	1.00	1.00	0.57	1.00	0.82
M13	1.00	1.00		1.00	1.00	0.16	1.00	0.24
M07 <sub>(1)</sub>	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00
M07 <sub>(2)</sub>	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00
USMC	0.03	0.57	0.16	1.00	1.00		1.00	1.00
SWE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00
M07 <sub>(+)</sub>	0.05	0.82	0.24	1.00	1.00	1.00	1.00	

(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.13** Resultater for begge vinduene sett som ett hinder.

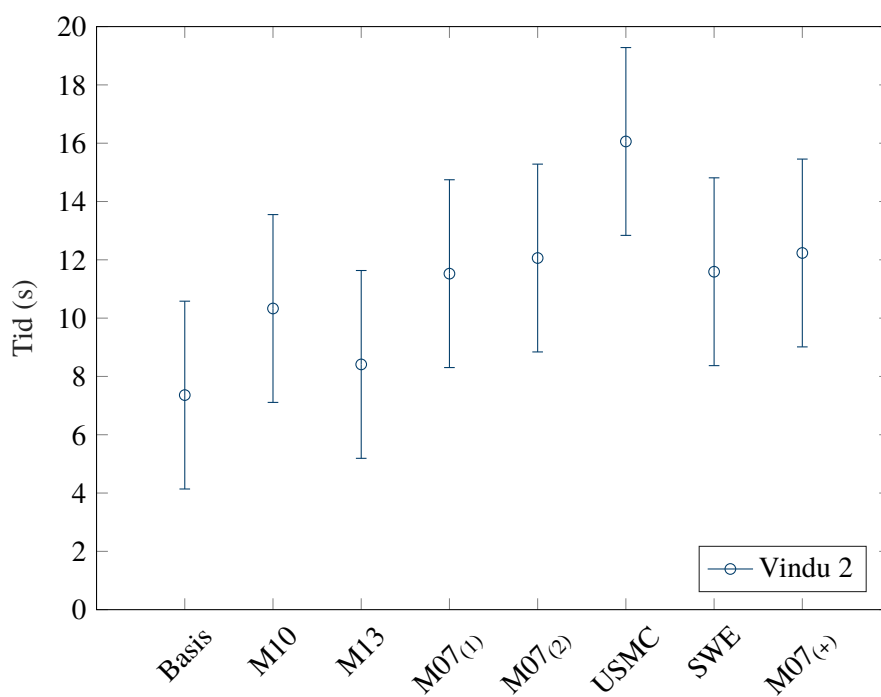


(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Basis		1.00	1.00	1.00	1.00	0.89	1.00	0.07
M10	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.38
M13	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	0.29
M07 <sub>(1)</sub>	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.78
M07 <sub>(2)</sub>	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	0.64
USMC	0.89	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00
SWE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00
M07 <sub>(+)</sub>	0.07	0.38	0.29	0.78	0.64	1.00	1.00	

(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.14** Resultater for første vindu.



(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Basis		1.00	1.00	1.00	0.56	0.00	0.99	0.45
M10	1.00		1.00	1.00	1.00	0.14	1.00	1.00
M13	1.00	1.00		1.00	1.00	0.01	1.00	1.00
M07 <sub>(1)</sub>	1.00	1.00	1.00		1.00	0.69	1.00	1.00
M07 <sub>(2)</sub>	0.56	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00
USMC	0.00	0.14	0.01	0.69	1.00		0.75	1.00
SWE	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75		1.00
M07 <sub>(+)</sub>	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.15** Resultater for annet vindu.

---

---

## Liggende skytestilling

Dette hinderet tester i hvor stor grad soldaten blir påvirket av utrustningen sin, når han/hun skal legge seg ned og ta sikte og deretter opp igjen. Dette testes fem ganger, dvs. soldaten løper først et par meter frem til en sandsekk hvor soldaten ligger seg ned som på bildet til høyre, og tar sikte på et mål ca. 20 m fremme. Når soldaten har målet i sikte er det opp igjen og løpe 5 m til neste sandsekk, hvor prosessen gjentas. Sandsekken er ikke bare plassert rett frem, men slik at soldaten må løpe skrått frem i ny retning for hver sandsekk. Etter fem slike sandsekker, må soldaten løpe et par meter frem og hinderet er slutt. Hensikten med dette hinderet er å få et mål på et ganske kritisk bevegelsesmønster for soldaten, det å kunne komme raskt i posisjon for å skyte og så raskt komme opp og bevege seg videre.

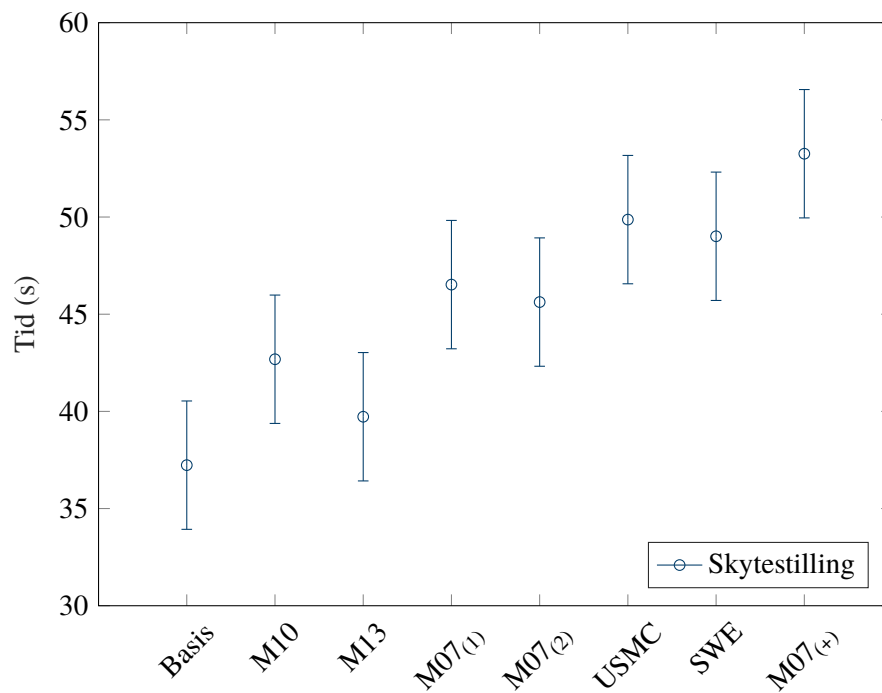


For dette hinderet er forskjellene soldatene imellom relativt små, som det fremgår av størrelsen på konfidensintervallene i tabell 5.9 og i figur 5.16. Dette gjør det mulig å konkludere at det å gi soldaten vest med ballistisk beskyttelse, koster soldaten mye tid.

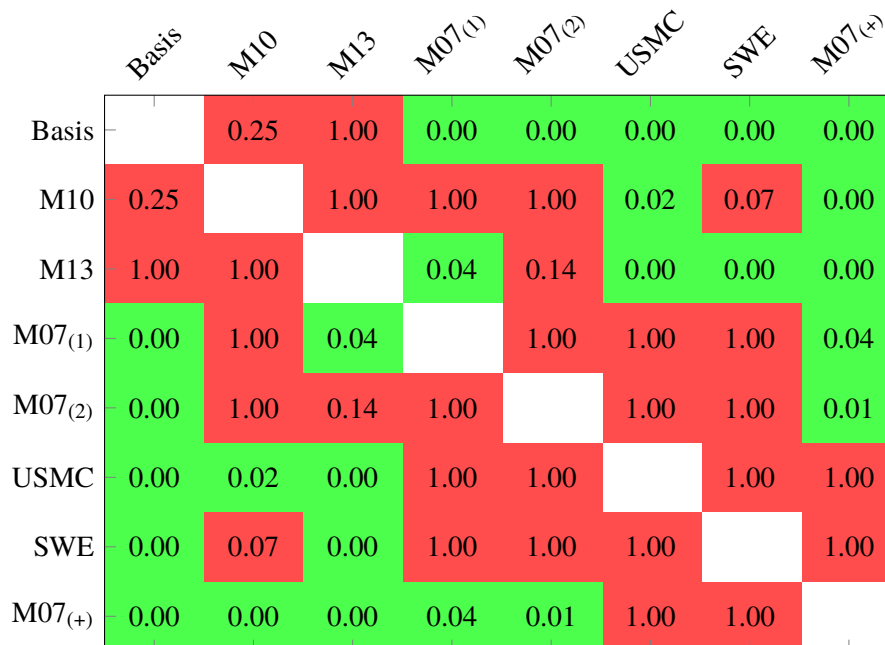
For sprinten og smidighetsløpet viste det seg, at M07<sub>(+)</sub> sammenlignet med basiskonfigurasjonen gjorde soldaten om lag 25 % langsommere. I dette hinderet er det 43 %. Tas her i betraktning at deler av dette hinderet med skytestillingen er lik på løpingen, hvor vi så en økning på 25 %, så betyr det indirekte at den tid det koster soldaten å bevege seg ned og ta sikte og komme opp igjen er enda større end de 43 %.

**Tabell 5.9** Resultatene for liggende skytestilling. Konfidensintervallet er  $\pm 3$  sekunder.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Tid (s)	37	43	40	47	46	50	49	53



(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.



(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.16** Resultater for liggende skytestilling.

---

---

## Balansebjelke

Balansebjelken består av fire bjelker som er satt sammen som en stor M. Denne M er plassert, så den ene siden er løftet over bakken og den andre hviler på bakken. Dette gir en vinkel på bjelkene. På hver av de fire bjelkene er dessuten plassert en mindre kasse for å gi soldaten ekstra utfordring på balansen. I tilfellesoldaten på et punkt mister balansen og faller ned, starter soldaten fra samme punkt. Også dette hinderet er inspirert av erfaringer fra utenlandsoppdrag for US Marine Corps. Her har soldater måttet krysse små bekker og grøfter på bjelker.

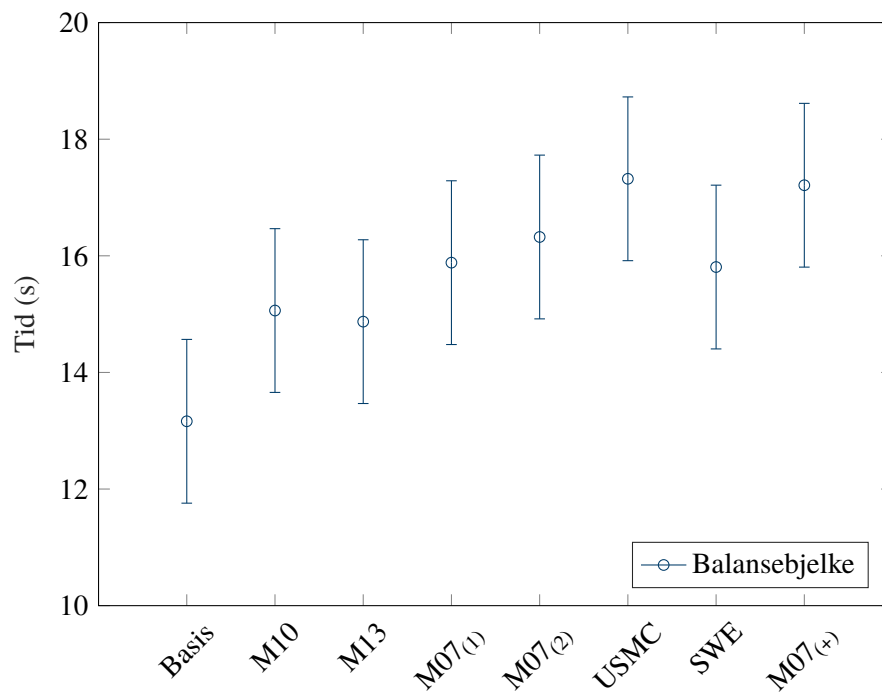


Som det ses av resultatene i tabell 5.10 og i figur 5.17 så viser balansebjelken samme trender som de tidligere hindre. Å gi soldaten ekstra vekt, volum og stivhet svekker mobiliteten. Resultatene tyder ikke på at vestkonfigurasjonene testet her har noen spesiell dårlig påvirkning på balansen til soldaten. Det må formodes at såfremt dette hadde vært tilfellet, så hadde der vært større forskjeller i tidene.

**Tabell 5.10** Resultatene for balansebjelken. Konfidensintervallet er  $\pm 1.4$  sekunder.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Tid (s)	13	15	15	16	16	17	16	17





(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Basis		0.76	1.00	0.07	0.02	0.00	0.08	0.00
M10	0.76		1.00	1.00	1.00	0.27	1.00	0.37
M13	1.00	1.00		1.00	1.00	0.15	1.00	0.21
M07 <sub>(1)</sub>	0.07	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00
M07 <sub>(2)</sub>	0.02	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00
USMC	0.00	0.27	0.15	1.00	1.00		1.00	1.00
SWE	0.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00
M07 <sub>(+)</sub>	0.00	0.37	0.21	1.00	1.00	1.00	1.00	

(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.17** Resultater for balansebjelken.

## Kryping

Dette hinderet består av tre deler som tester soldatens evne til å krype med de ulike konfigurasjoner. Hver av disse delene har en lengde på 3 m og disse er adskilt med en rekke med sandsekker. I første del skal soldaten krype/åle seg frem i lav høyde, dvs. med magen mot jorden. I den midterste delen skal soldaten krype/åle seg frem på siden i samme lave høyde. Soldaten velger selv hvilken side av kroppen som er opp. I den siste delen skal soldaten krabbe seg frem på alle fire, så vidt mulig med utstyret. Det er ikke krav om at magen må være i kontakt med jorden i denne siste delen.



De samlede resultatene for de tre delene er presentert i tabell 5.11 og i figur 5.18. Resultatene er gitt i figur 5.19 på side 50, figur 5.20 på side 51 og figur 5.21 på side 52, for lav kryping, kryping på siden og krabbing, respektivt.

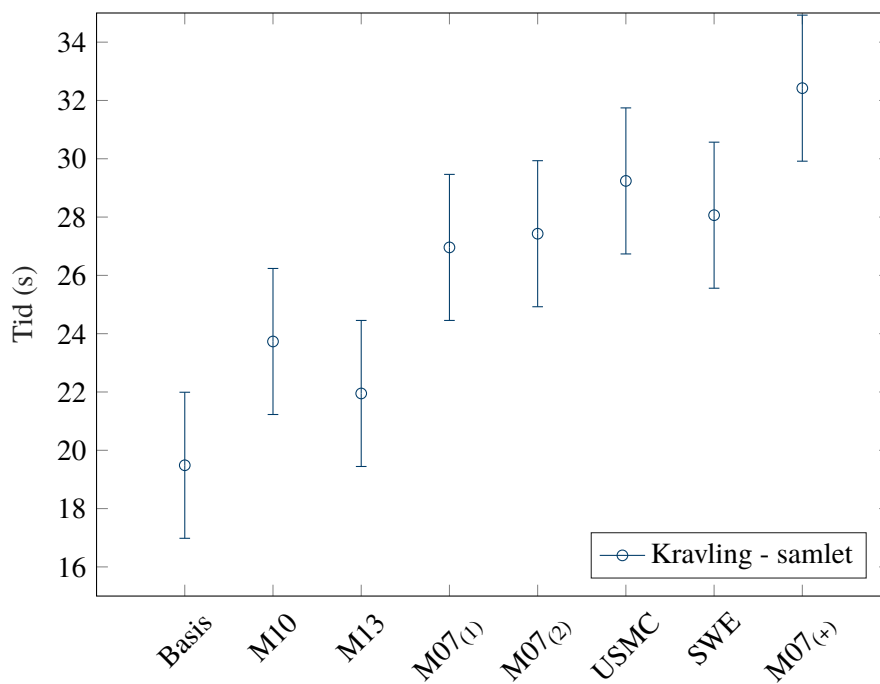
De samlede resultatene viser at det for kryping og krabbing er tendens imot en nivå inndeling for tidene. Først tyder det på at M10 og M13 konfigurasjonene gjør soldaten litt langsommere. På neste nivå, vester med ballistisk beskyttelse M07, USMC og SWE, begrenses soldatens mobilitet litt mere og til slutt koster beskyttelsen av nakke, skuldre og lysken enda litt mere tid.

Tendensen for konfigurasjonene er den samme for de tre individuelle delhindrene. Det er ikke noe som tyder spesielt på at noen av konfigurasjonene begrenser soldatene mere i et bevegelsesmønster enn i de andre.

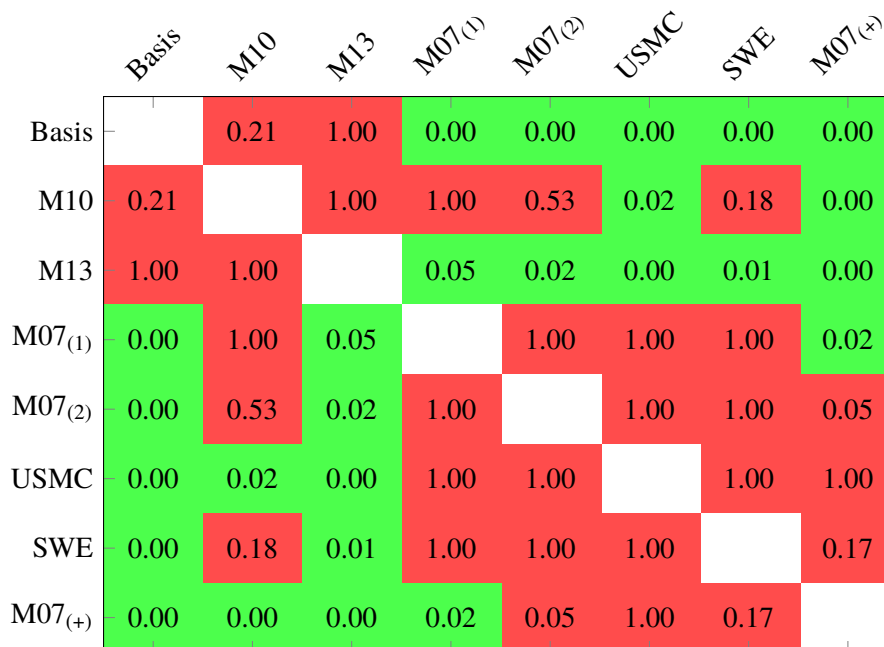
Såfremt man tillater spekulasjon som det ikke er statistisk grunnlag for, så er resultatene for M10 og M13 interessante. Begge vestene har som funksjon å gi soldaten mulighet for å bære utstyr i lommer. M13, FirstSpear, sitter tettere til kroppen, og har lommene plassert mere midt på magen i forhold til M10, nåværende stridsvest, som er litt løsere på kroppen og hvor lommene sitter litt mere imot siden av kroppen. Tendensen, vel og merke en svak tendens, fra de tre delhindrene er at soldatene klarer seg litt bedre, omtrent 10 %, med M13 enn med M10. Det er ikke mulig å konkludere noe på bakgrunn av dette, for da måtte flere soldater ha testet vestene, men det virker intuitivt rimelig at vesten som sitter mere tett imot kroppen og med lommene mindre ut imot kne og armer, er enklere å krype og krabbe med.

**Tabell 5.11** Resultatene for kryping sett som ett hinder. Konfidensintervallet er  $\pm 3$  sekunder.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Tid (s)	19	24	22	27	27	29	28	32

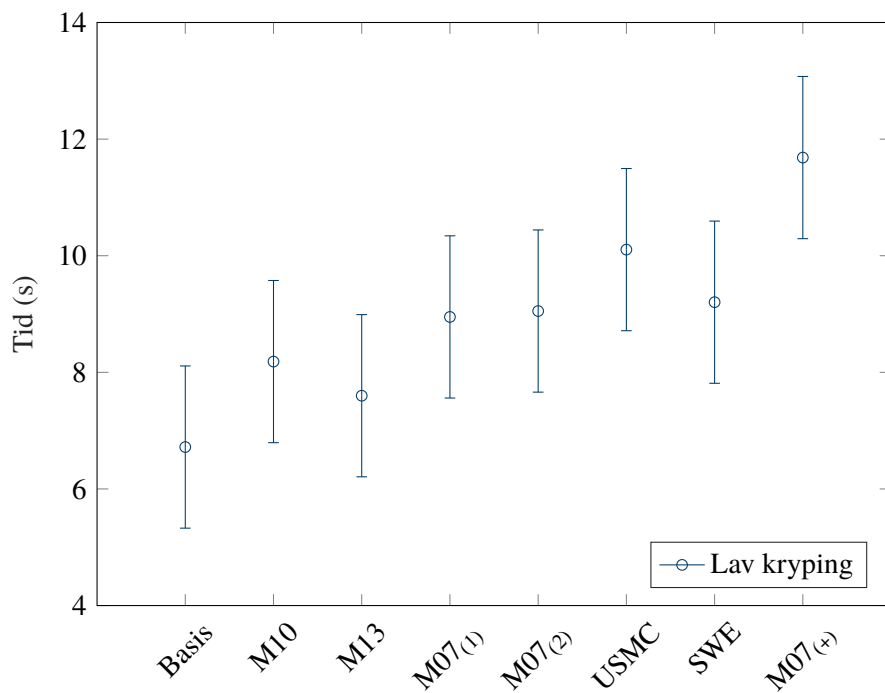


(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.



(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.18** Samlede resultater for kryping.

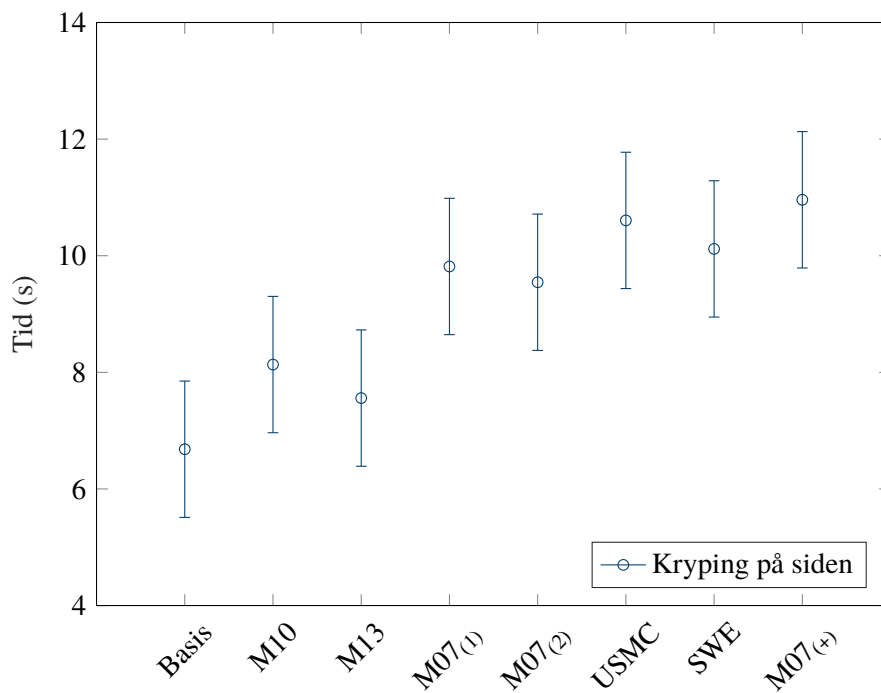


(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.

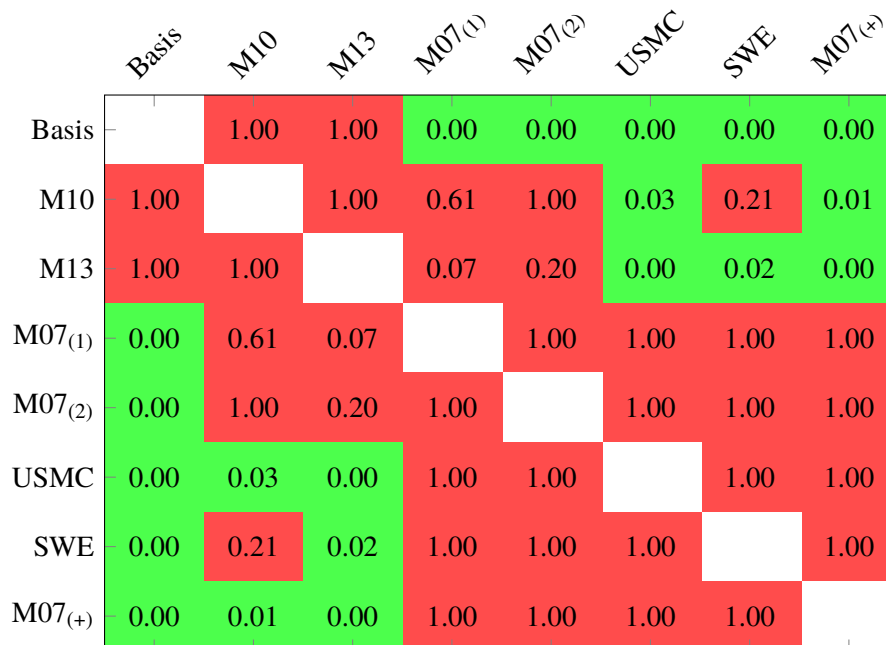
	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Basis		1.00	1.00	0.31	0.22	0.01	0.14	0.00
M10	1.00		1.00	1.00	1.00	0.77	1.00	0.00
M13	1.00	1.00		1.00	1.00	0.13	1.00	0.00
M07 <sub>(1)</sub>	0.31	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.06
M07 <sub>(2)</sub>	0.22	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	0.08
USMC	0.01	0.77	0.13	1.00	1.00		1.00	1.00
SWE	0.14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		0.14
M07 <sub>(+)</sub>	0.00	0.00	0.00	0.06	0.08	1.00	0.14	

(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.19** Resultater for lav kryping.

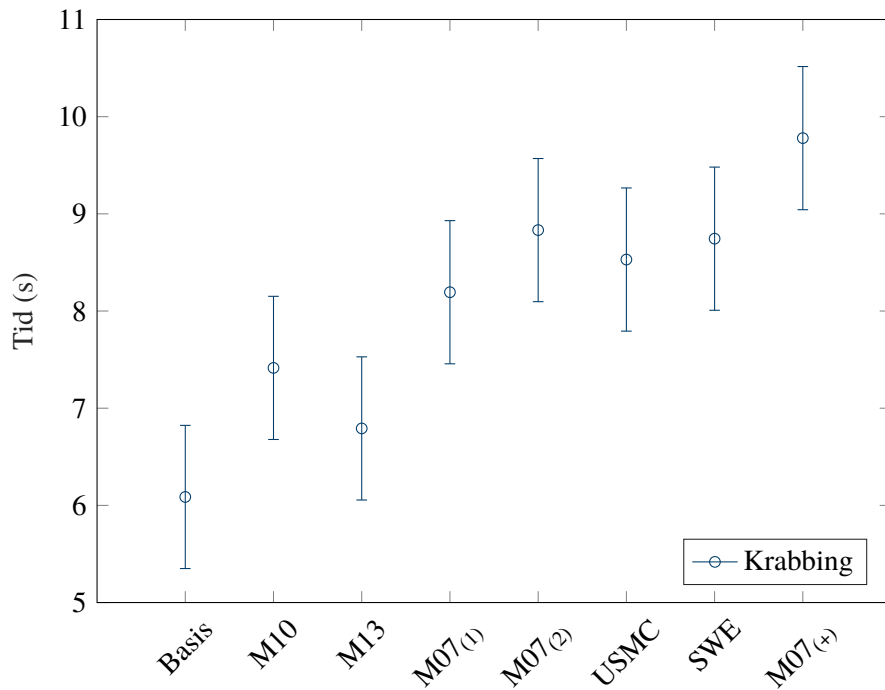


(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.

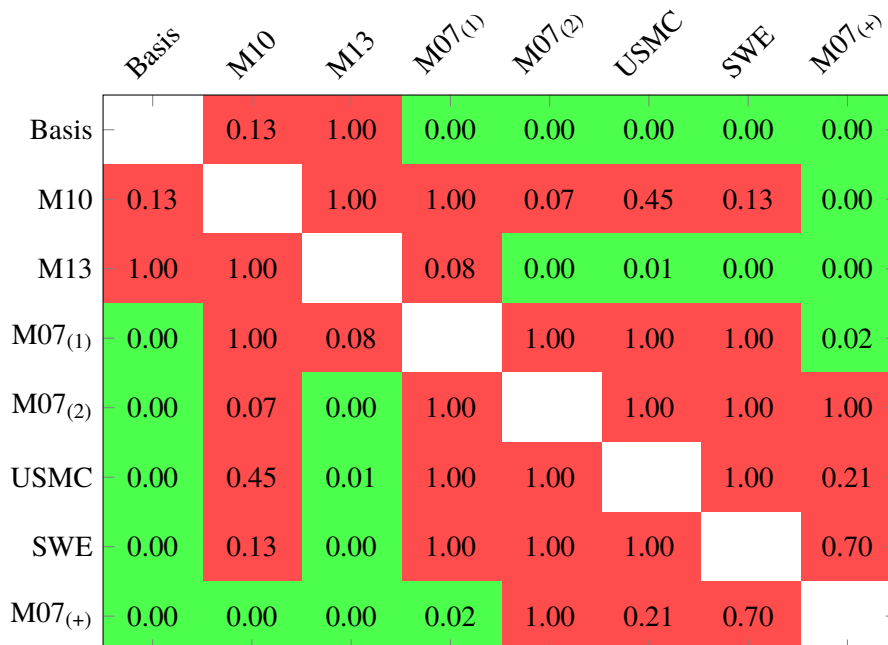


(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.20** Resultater for kryping på siden.



(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.



(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.21** Resultater for krabbing.



Denne siden er med hensikt uten innhold.

## Veggene

Til slutt i hinderløypen er det to vegger som soldaten må forsere. Den første veggen er høy, har ru overflate så det er litt friksjon til å få grep med fottøy, og har klatregrep og huller til å støtte bena på. Denne veggen er bred, hvilket gjør det vanskelig å få fat grep over veggen. Den andre veggen er lavere, smalere og har glatt overflate. Det er fritt for soldatene å velge hvordan de skal komme over veggene, så lenge de ikke kaster geværet over på den annen siden av veggene før de forserer dem.



De samlede resultatene for de to veggene er vist i tabell 5.12 og i figur 5.22. Den første veggen gir soldatene de største problemene. Som tidene for de to vegger, gitt i figur 5.23 på side 56 og figur 5.24 på side 57, viser, bruker soldatene omtrent dobbelt så lang tid på den høye, brede veggen som på den smale.

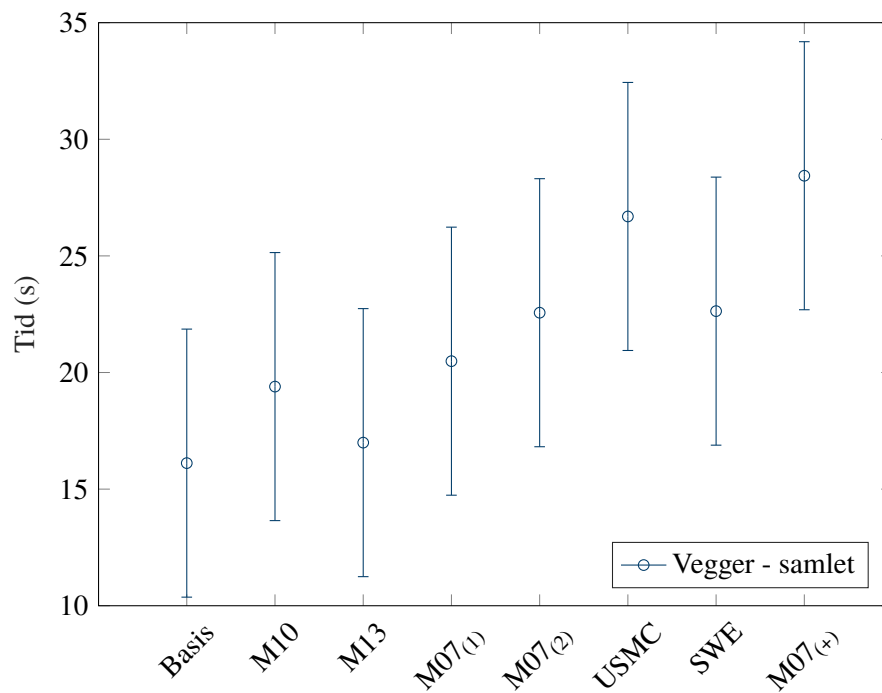
Variasjonen i hvor mye tid soldatene har brukt på veggene er for stor til å trekke signifikante statistiske konklusjoner. Tendensen er imidlertid som for de fleste andre hindre, at med det økte volum, vekt og stivhet som vestkonfigurasjonene gir, begrenses mobiliteten til soldaten.

Som nevnt på side 40, var det en antydning av at USMC konfigurasjonen ga soldatene litt problemer i vinduene. Dette skyldes sannsynligvis det noe større volum på brystet som vanskeliggjør det å komme tett imot vinduene når disse skal passeres. Det samme kan som nevnt være en forklaring på hvorfor USMC ligger litt høyere på tid enn M07 og SWE konfigurasjonene for veggene. For passering av veggene er det også en fordel om soldaten kan komme tettest mulig på veggene underveis. De nevnte tidsforskjeller kan også skyldes tilfeldigheter grunnet det lave antall testpersoner.

**Tabell 5.12** Resultatene for begge veggene sett som ett hinder. Konfidensintervallet er  $\pm 6$  sekunder.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Tid (s)	16	19	17	20	23	27	23	28



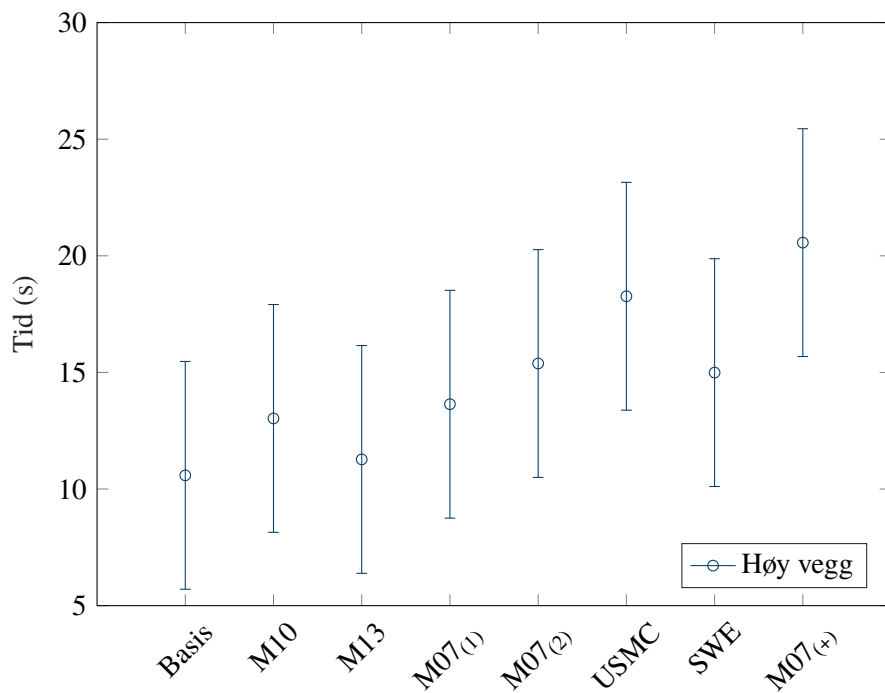


(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Basis		1.00	1.00	1.00	1.00	0.11	1.00	0.02
M10	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.34
M13	1.00	1.00		1.00	1.00	0.21	1.00	0.05
M07 <sub>(1)</sub>	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.75
M07 <sub>(2)</sub>	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00
USMC	0.11	1.00	0.21	1.00	1.00		1.00	1.00
SWE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00
M07 <sub>(+)</sub>	0.02	0.34	0.05	0.75	1.00	1.00	1.00	

(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.22** Resultater for begge veggene sett som ett hinder.

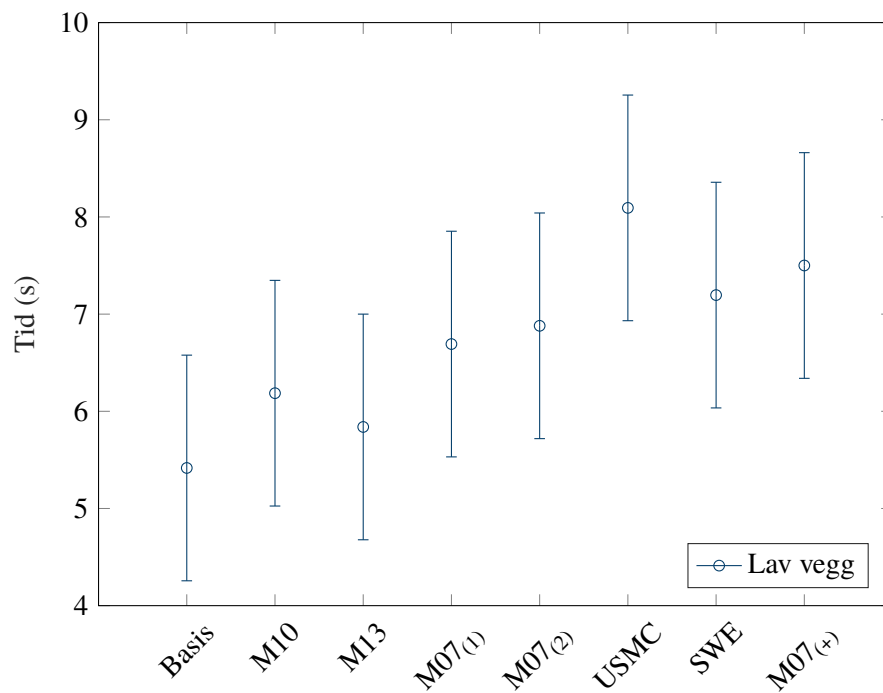


(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Basis		1.00	1.00	1.00	1.00	0.35	1.00	0.04
M10	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.39
M13	1.00	1.00		1.00	1.00	0.61	1.00	0.08
M07 <sub>(1)</sub>	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	0.65
M07 <sub>(2)</sub>	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00
USMC	0.35	1.00	0.61	1.00	1.00		1.00	1.00
SWE	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00
M07 <sub>(+)</sub>	0.04	0.39	0.08	0.65	1.00	1.00	1.00	

(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.23** Resultater for første vegg.



(a) Tidene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.

	Basis	M10	M13	M07(1)	M07(2)	USMC	SWE	M07(+)
Basis		1.00	1.00	1.00	1.00	0.01	0.42	0.13
M10	1.00		1.00	1.00	1.00	0.26	1.00	1.00
M13	1.00	1.00		1.00	1.00	0.07	1.00	0.63
M07(1)	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00
M07(2)	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00
USMC	0.01	0.26	0.07	1.00	1.00		1.00	1.00
SWE	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00
M07(+)	0.13	1.00	0.63	1.00	1.00	1.00	1.00	

(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.24** Resultater for annen vegg.

## Borgskala

Som det første etter å være kommet i mål i hinderløypen skal soldaten vurdere i hvilken grad løpet gjennom hinderløypen var anstrengende. Det er viktig at soldaten svarer umiddelbart, da soldaten ikke skal rekke å komme seg og få pulsen ned før det svares. For å få et mål på anstrengelse benyttes Borgskalaen. Borgskalaen går fra 6 til 20 hvor graden av anstrengelse øker med verdien [6]. Skalaen er vist i tabellen til høyre. Skalaen reflekterer hva en tiendedel av pulsen til testpersonene ville ha vært om denne hadde vært målt. En Borgskalaverdi på 14 skal altså tilsvare en puls på 140. Det er imidlertid ikke slik at soldaten skal estimere sin puls ved slutten av hinderløypen, soldaten skal svare ut ifra skalaen til høyre.

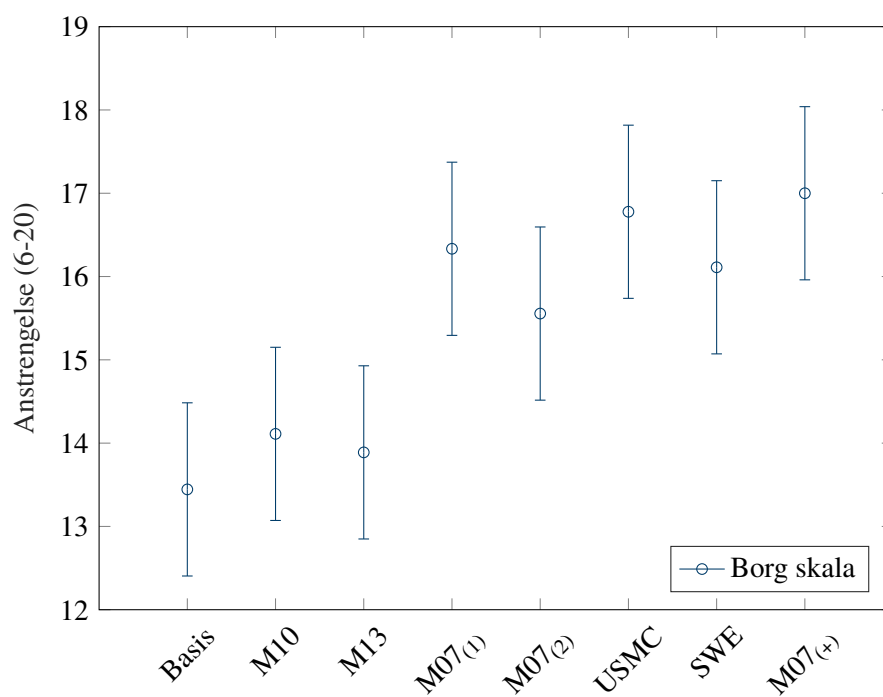
6	Ingen anstrengelse
7	Ekstrem lett
8	
9	Meget lett
10	
11	Lett
12	
13	Noe anstrengende
14	
15	Anstrengende
16	
17	Meget anstrengende
18	
19	Ekstremt anstrengende
20	Maksimalt anstrengende

Som det ses av resultatene i tabell 5.13 og i figur 5.25 så vurderer soldatene at de er noe mindre anstrengende (og omtrent likt) å gjennomføre hinderløypen med basiskonfigurasjon og M10 og M13. For de resterende konfigurasjoner, skjer et hopp på 2 til 3 på skalaen for hvordan anstrengelsen oppfattes. Hvorvidt det er de ekstra kiloene, den økte stivheten eller volum som gjør dette er vanskelig å si ut fra disse resultatene. Men det er klart at soldatene føler seg ganske mye mer anstrengt når de er iført en av disse konfigurasjonene.

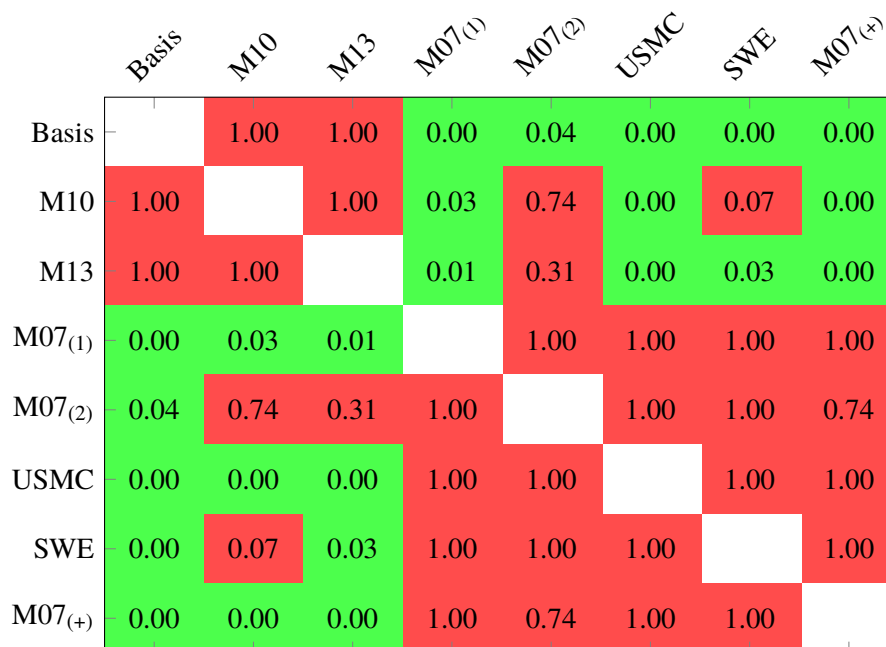
Soldatenes vurdering avspeiler også til en vis grad resultatene fra hinderløypen, at jo tyngre, stivere og mere voluminøse vestene er jo lengre tid benyttes. Det er likevel større forskjell i tidene mellom basiskonfigurasjon sett i forhold til M10 og M13 enn resultatene fra Borgskalaen antyder.

**Tabell 5.13** Resultatene for Borgskalaen inklusiv konfidensintervall på  $\pm 1$ .

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Svarverdi	13	14	14	16	16	17	16	17



(a) Borgskala resultatene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.



(b) Grønne celler viser hvor tidene er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 5.25** Resultater for Borgskala vurderingene til soldatene.

---

---

## 6 Tilleggstester

Som beskrevet i kapittel 2 på side 10, så er der flere tester i en LEAP-test enn hinderløypen. Soldatene skal utføre andre tester både før og etter gjennomføring av hinderløypen. Dette inkluderer en skytesimulator som måler hvor presist soldatene skyter, vertikale og horisontale løft, som tester soldatens evne til å flytte en ammunisjonskasse, en hopptest som måler beinstyrken til soldatene. Alle disse utføres før og etter hinderløypen og naturligvis iført de ulike konfigurasjonene. Utover det skal soldatens bevegelighet også måles iført utrustningen. Og til slutt så må soldaten svare på en rekke spørsmål omkring testkonfigurasjonene.

### 6.1 Skytesimulator

Testen i skytesimulatoren utføres to ganger av hver enkel soldat for de ulike konfigurasjonene. Den første test utføres før soldaten utfører noen av de andre testene dvs. i uthvilt tilstand. Den andre testen utføres med det samme soldaten er ferdig med hinderløypen for å få et målepunkt i sliten tilstand. Skytesimulatoren, NOPTEL, benytter seg av laser og lyssensorer for å registrere posisjonen av hvert skudd. Soldaten må skyte 5 skudd innenfor en tidsperiode på 15 sekunder på et mål på 45 m avstand. Ut fra posisjonene til de 5 skuddene kan det gjennomsnittlige avvik fra sentrum av de samme fem skuddene beregnes. Dette gir et mål for hvor godt soldaten er i stand til å treffe det samme punktet på de 5 skuddene.

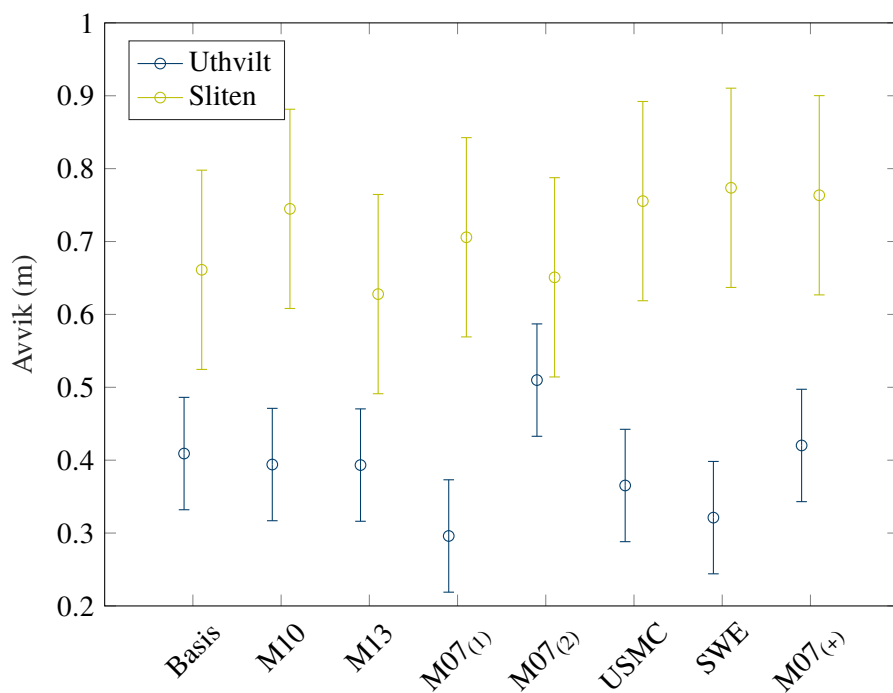


De gjennomsnittlige avvik i skytesimulatoren for hver av de ulike konfigurasjonene er gitt i tabell 6.1 og i figur 6.1a for tilfellene at soldaten er uthvilt og sliten. Figur 6.1b viser resultatene fra analysen av hvorvidt soldatene skyter signifikant bedre med noen av konfigurasjonene. Denne analysen er basert på skuddene utført i både uthvilt og sliten tilstand. Det er klart fra denne figuren at det ikke er mulig å svare på om soldatene skyter bedre med en konfigurasjon enn en annen.

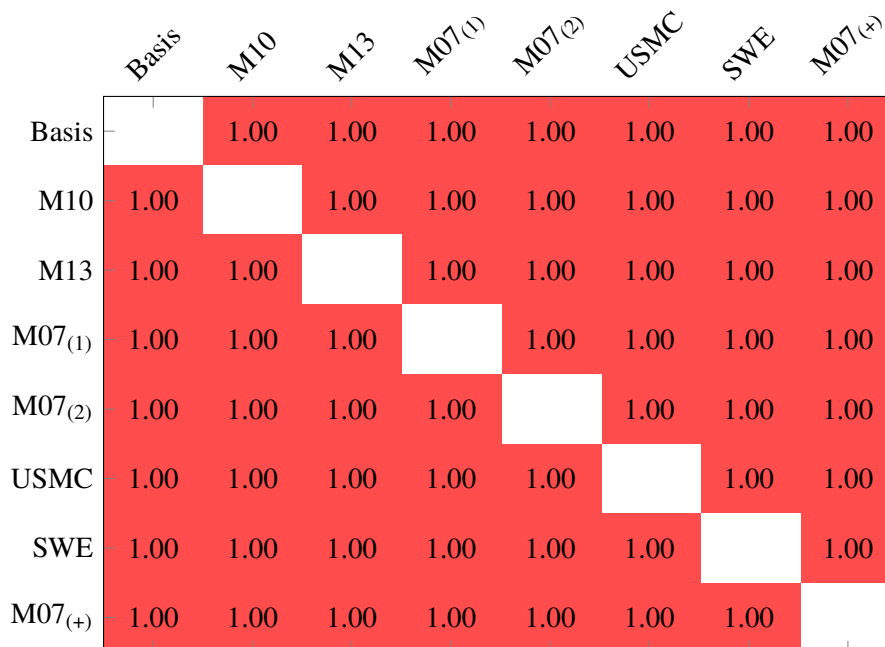
Til gjengjeld viser figur 6.1a med all tydelighet at soldatene skyter bedre når de er uthvilte og har lav puls, enn umiddelbart etter målgang i hinderløypen. Det er for øvrig en av de få testene hvor basiskonfigurasjonen ikke er den som gir det beste resultatet. Dette er på mange måter betryggende, da det antyder at soldatens evne til å skyte ikke påvirkes i nevneverdig grad med de vestkonfigurasjonene som er testet i dette arbeidet.

**Tabell 6.1** Gjennomsnittsavvikene i meter for uthvilt og sliten skyting for de ulike vestkonfigurasjonene. Konfidensintervallet er  $\pm 0.08$  meter for uthvilt og  $\pm 0.14$  meter for sliten.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Uthvilt (m)	0.41	0.39	0.39	0.30	0.51	0.37	0.32	0.42
Sliten (m)	0.66	0.74	0.63	0.71	0.65	0.76	0.77	0.76



(a) Resultatene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.



(b) Grønne celler viser hvor resultatene, inkludert data for uthvilt og sliten, er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 6.1** Resultater for skytesimulatoren.

## 6.2 Løft og hopp

Etter å ha skutt de fem skuddene i skytesimulatoren, må soldaten igjennom tre teststasjoner til. Disse utføres også både før og etter soldaten har løpt gjennom hinderløypen for at undersøke om det er en forskjell mellom uthvilt og sliten soldat. Rekkefølgen på testene er som de følger på de kommende sider; først vertikalt løft, så horisontalt løft og til slutt hopp.

### Vertikalt løft

Som nevnt utføres denne testen før og etter hinderløypen, dvs. én test i uthvilt tilstand og én i sliten tilstand. I denne testen skal soldaten flytte en ammunisjonskasse, 13.6 kg, fra bakken og opp på en plattform og ned igjen. Denne bevegelsen gjentas 6 ganger og tiden registreres for hver enkeltbevegelse. Ut fra dette kan den gjennomsnittlige tiden for en opp- og nedbevegelse finnes. Plattformen er 1.73 m høy, en høyde som er basert på høyden på lasteplanet på et av US Marine Corps kjøretøy. Baktanken er at dette kan gi svar på om soldatutrustningen som testes har innvirkning på soldatens evne til å utføre typiske handlinger som å løfte ting opp og ned eksempelvis et kjøretøy.



De gjennomsnittlige tidene for de vertikale løftene for de ulike konfigurasjonene er gitt i tabell 6.2 og i figur 6.2a for både uthvilt og sliten tilstand. Figur 6.2b og 6.2c viser resultatene fra analysen av om det er noen statistisk signifikante forskjeller.

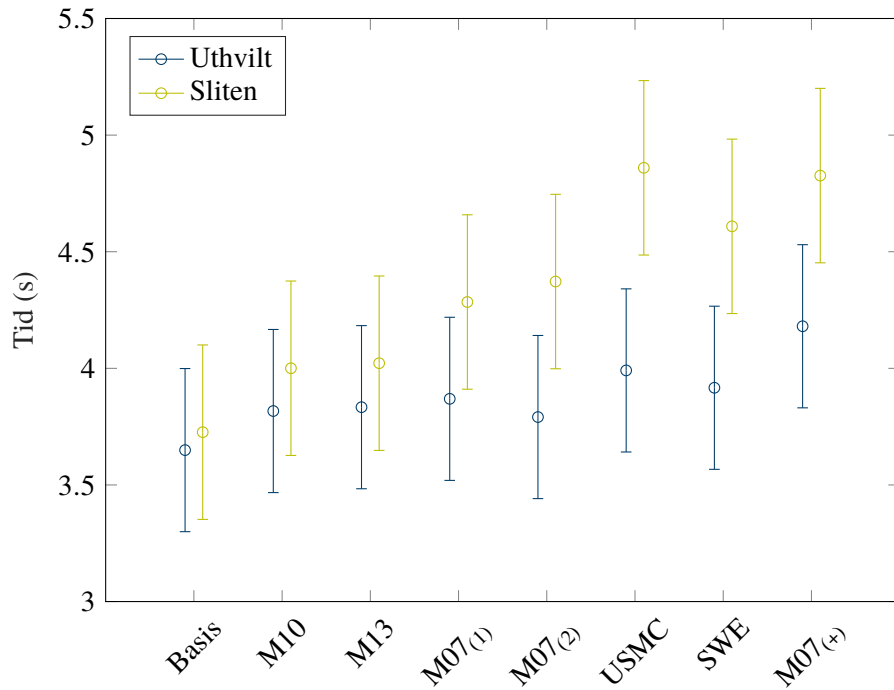
Det er ikke mulig å konkludere fra resultatene i uthvilt tilstand at noen vester påvirker soldatene mere enn andre i denne bevegelsen, på tross av at dataene svakt tenderer mot at tyngre vester gir lett økte tider. Det er imidlertid mulig og konkludere for testene utført i sliten tilstand. Her ses det at USMC og M07<sub>(+)</sub> er de som koster soldaten mest tid relativt til basiskonfigurasjonen.

Som resultatene viser, så er forskjellen imellom tiden i uthvilt og sliten tilstand svært liten for de letteste konfigurasjonene, basis, M10 og M13. For de tyngre konfigurasjonene ses en trend imot at soldatene ikke kan utføre denne bevegelse så raskt etter å ha løpt gjennom hinderløypen. Dette tyder på at soldatene som ventet er mere utkjørt etter et løp i hinderløypen med tung utrustning. Tallene forteller dermed at det ikke kan forventes at soldatene kan utføre oppgaver som denne så raskt som ellers såfremt de har hatt tung utrustning på i noe tid.

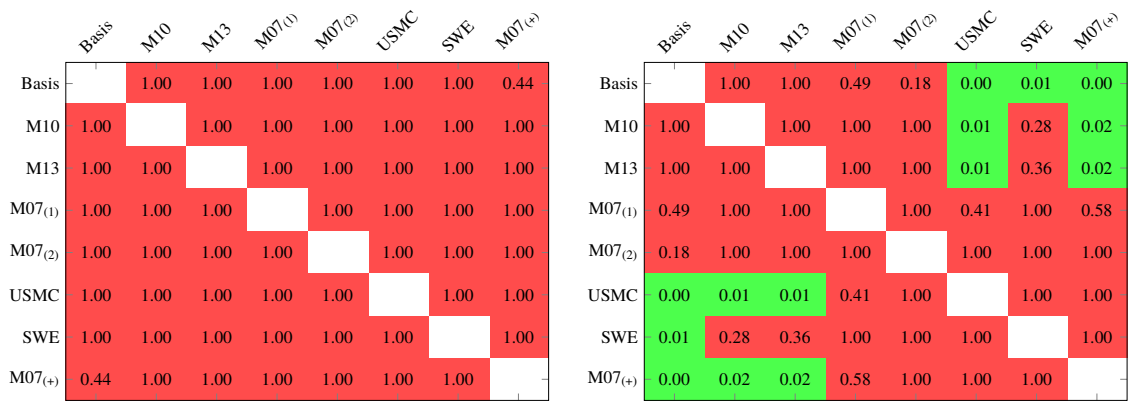
**Tabell 6.2** Tidene for vertikale løft av ammunisjonskasse for de ulike vestkonfigurasjonene i uthvilt og sliten tilstand. Tiden er for en bevegelse opp og ned. Konfidensintervallet er  $\pm 0.3$  sekunder for uthvilt og  $\pm 0.4$  sekunder for sliten.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Uthvilt (s)	3.6	3.8	3.8	3.9	3.8	4.0	3.9	4.2
Sliten (s)	3.7	4.0	4.0	4.3	4.4	4.9	4.6	4.8





(a) Resultatene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.



(b) Statistisk signifikante forskjeller for uthvilt.

(c) Statistisk signifikante forskjeller for sliten.

Figur 6.2 Resultater for vertikale løft.

## Horisontalt løft

Som nevnt utføres også denne testen før og etter hinderløypen, dvs. én test i uthvilt tilstand og én i sliten tilstand. I denne testen skal soldaten flytte en ammunisjonskasse, 13.6 kg, fra en plattform horisontalt til enn annen plattform og tilbake igjen. Dette er igjen for å teste soldatens evne til å utføre en typisk bevegelse iført utrustningen. Løftet frem og tilbake utføres 6 ganger. Begge plattformer har en høyde på 1.22 m, basert på høyden til et av US Marine Corps kjøretøy. Soldaten står mitt mellom plattformene, så bevegelsen for soldaten er en rotasjon av overkroppen. Tiden for hver bevegelse fra plattform til plattform registreres, hvorfra gjennomsnittstiden for en bevegelse frem og tilbake kan beregnes. De 6 repetisjoner av bevegelsen må utføres uten pauser.

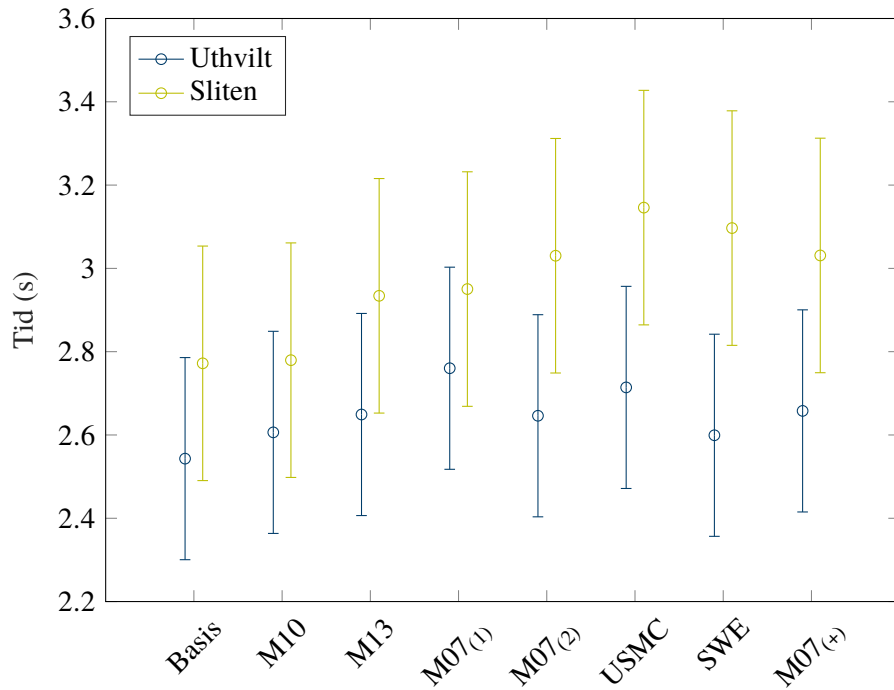


De gjennomsnittlige tidene for de vertikale løftene for de ulike konfigurasjonene er gitt i tabell 6.3 og i figur 6.3a for både uthvilt og sliten tilstand. Figur 6.3b og 6.3c viser resultatene fra analysen av om det er noen statistisk signifikante forskjeller.

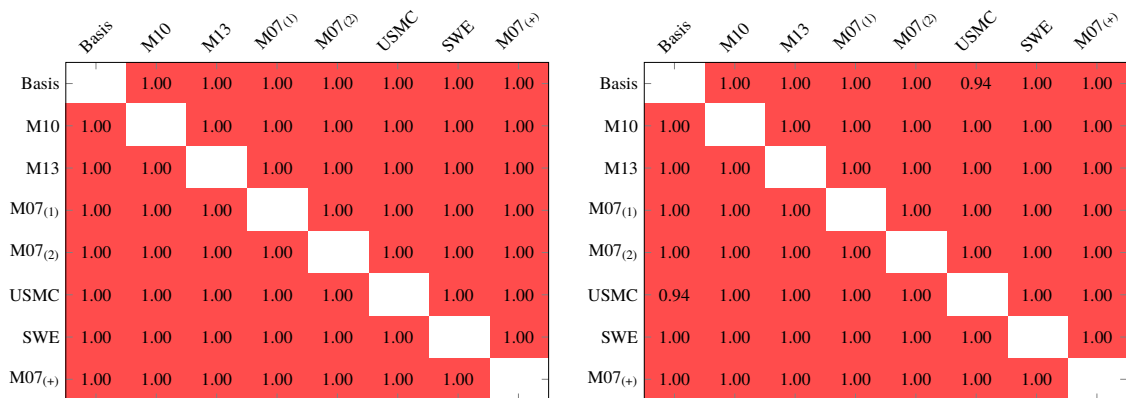
Analysen av dataene viser at det ikke er mulig å konkludere at noen konfigurasjoner påvirker soldatene mer enn andre. Dertil er det for små forskjeller og for stor variasjon soldatene imellom. Til gjengjeld ses det akkurat som for testen med de vertikale løftene, at forskjellene mellom uthvilt og sliten er størst for de tyngste konfigurasjonene. Dette styrker argumentet om at det er en akkumulert effekt av å bære en tyngre utrustning. Dette betyr at en forskjell mellom ulike konfigurasjoner i en gitt test vil kunne bli mere tydelige hvis soldatene må utføre andre oppgaver før denne testen.

**Tabell 6.3** Tidene for horisontale løft av ammunisjonskasse for de ulike vestkonfigurasjonene i uthvilt og sliten tilstand. Tiden er for en bevegelse frem og tilbake. Konfidensintervallet er  $\pm 0.2$  sekunder for uthvilt og  $\pm 0.3$  sekunder for sliten.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Uthvilt (s)	2.5	2.6	2.6	2.8	2.6	2.7	2.6	2.7
Sliten (s)	2.8	2.8	2.9	3.0	3.0	3.1	3.1	3.0



(a) Resultatene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.



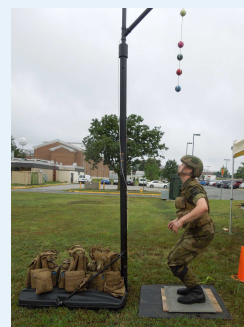
(b) Statistisk signifikante forskjeller for uthvilt.

(c) Statistisk signifikante forskjeller for sliten.

Figur 6.3 Resultater for horisontale løft.

## Hopp

På denne stasjon testes soldatenes evne til å hoppe iført de ulike testkonfigurasjonene. Denne testen utføres etter vertikalt og horisontalt løft både før og etter hinderløypen. Soldaten står på en gummimatte med sensorer bygget inn i. Soldaten hopper så høyt som mulig tre ganger på rad. Som hjelp til å hoppe rett opp har soldaten noen tennisballer å hoppe opp imot. Sensorene i matten registrerer hvor lenge soldaten er i luften. Ut fra tiden kan en hopp høyde så beregnes. Denne teststasjon benyttes av US Marine Corps som et mål på styrken i beinene. Sammenlikningen av hopp høyden for uthvilt og sliten tilstand gir et mål for de aktuelle konfigurasjonene på hvordan turen gjennom hinderløypen påvirker beinstyrken.



De gjennomsnittlige hopp høydene for de ulike konfigurasjonene er gitt i tabell 6.4 og i figur 6.4a for både uthvilt og sliten tilstand. Figur 6.4b og 6.4c viser i hvilken grad der er signifikante forskjeller i resultatene for de to tilstandene.

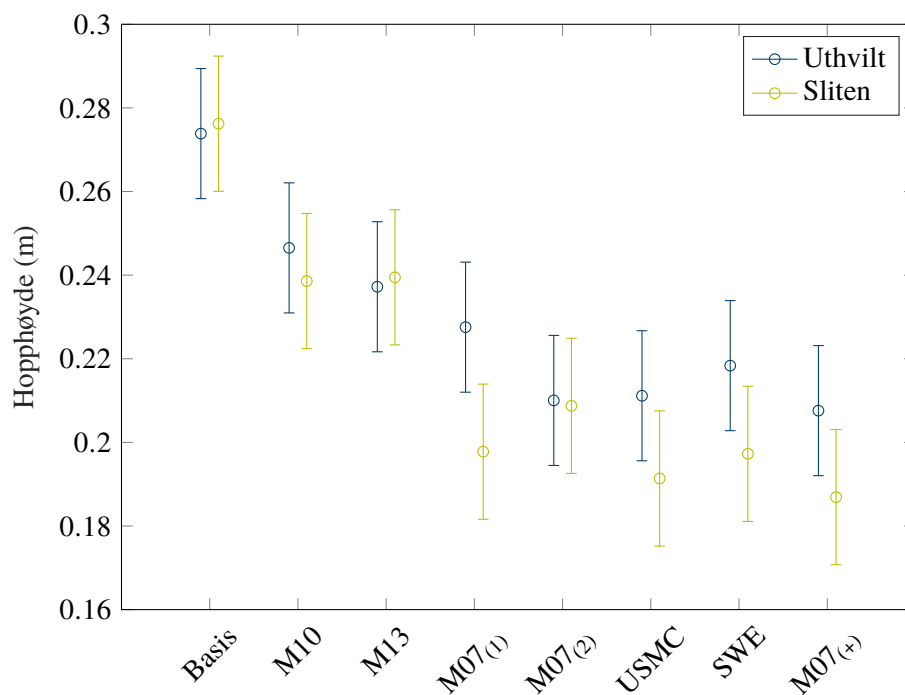
Figurene viser klart at hopp høyden blir påvirket av den ekstra tyngde på kroppen. Dette er ingen overraskelse da den ekstra vekten helt automatisk vil gi en lavere hopp høyde for en gitt ytelse. Det er til gjengjeld interessant å se at det er så marginal forskjell mellom basiskonfigurasjon, M10 og M13 når uthvilt og sliten tilstand sammelikes. Det at det ikke er noen forskjell stemmer overens med erfaringer fra LEAP-tester utført av US Marine Corps [7]. De ser også at soldater iført de letteste konfigurasjonene ofte klarer seg minst like bra etter hinderløypen som før. Dette mener US Marine Corps skyldes at soldatene ikke blir voldsomt utslitt i hinderløypen med de lette konfigurasjoner kombinert med at soldatene så er godt varme i beina til hoppene etter hinderløypen.

For de tyngre konfigurasjonene, dvs. vester med ballistisk beskyttelse, er det en tendens til at soldatene ikke yter så bra etter hinderløypen. Dette skyldes sannsynligvis at de ekstra kilo i hinderløypen gjør soldaten mer utslitt enn tilfellet var for de lettere konfigurasjonene.

Som det var tilfellet med de vertikale og horisontale løftene, så er det også for hopp høyden mer signifikante forskjeller mellom konfigurasjonene når soldatene er slitne. Det betyr at såfremt man ønsker å teste hvordan utstyr påvirker mobiliteten og yteevnen til soldatene, nytter det ikke bare å teste dette for uthvilte soldater. Dette bør også testes med slitne soldater for å få det komplette bilde at innvirkningen av utstyret.

**Tabell 6.4** Hopp høyden til soldatene for de ulike vestkonfigurasjonene i uthvilt og sliten tilstand. Konfidensintervallet er  $\pm 2$  cm for både uthvilt og sliten.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Uthvilt (cm)	27	25	24	23	21	21	22	21
Sliten (cm)	28	24	24	20	21	19	20	19



(a) Resultatene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.



(b) Statistisk signifikante forskjeller for uthvilt.



(c) Statistisk signifikante forskjeller for sliten.

Figur 6.4 Resultater for hopp.

---

---

## 6.3 Bevegelighetsmålinger

Etter at soldaten har gjennomført skytesimulatoren, vertikale og horisontale løft og hoppene i uthvilt tilstand, så skal bevegeligheten måles. Dette gjøres umiddelbart før hinderløypen. Bevegeligheten måles på tre ulike måter. Først måles hvor langt forover soldaten kan bøye seg med strake bein. Dernest måles hvor mye overkroppen kan bøyes mot siden i stående positur også med strake bein. Sist måles hvor stor rotasjon soldaten kan få i overkroppen foroverbøyd med strake bein.

### Foroverbøying av overkropp

På denne stasjon måles det i hvilken grad utrustningen påvirker soldatens evne til å bøye seg forover. Dette måles ved at soldaten setter seg på bakken med strake bein og føttene (uten støvler) plassert i en "Wells and Dillon Sit and Reach"apparat. Soldaten skal så bøye seg så langt fremover som mulig uten å bøye beina. Et eksempel på en soldat i sluttstillingen i denne testen ses i figuren til høyre. Bevegelsen utføres to ganger, og den gjennomsnittlige rekkevidde registreres.

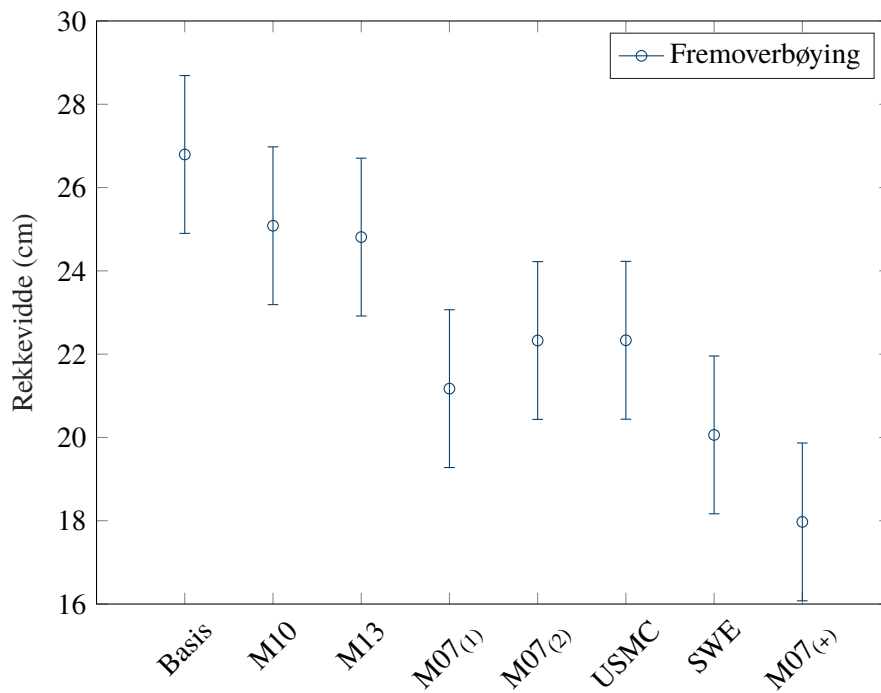


Resultatet for målingene av foroverbøyingen for de ulike konfigurasjonene er gitt i tabell 6.5 og i figur 6.5. Det er en klar tendens til at rekkevidden til soldaten blir mindre og mindre i takt med at utrustningen blir stivere og fyller mer. M10 og M13 gir litt lavere bevegelighet enn basis konfigurasjonen.

Deretter kommer vestene med ballistisk beskyttelse i form av myke og harde ballistiske innlegg og med størst negativ innvirkning på evne til å bøye forover kommer kombinasjonen av vest med ballistisk beskyttelse og ekstra beskyttelse av nakke, skuldre og lysken.

**Tabell 6.5** Rekkevidden til soldatene i foroverbøying for de ulike vestkonfigurasjonene. Konfidensintervallet er  $\pm 2$  cm.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Rekkevidde (cm)	27	25	25	21	22	22	20	18



(a) Resultatene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Basis		1.00	1.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
M10	1.00		1.00	0.04	0.57	0.58	0.00	0.00
M13	1.00	1.00		0.07	1.00	1.00	0.00	0.00
M07 <sub>(1)</sub>	0.00	0.04	0.07		1.00	1.00	1.00	0.21
M07 <sub>(2)</sub>	0.01	0.57	1.00	1.00		1.00	1.00	0.01
USMC	0.01	0.58	1.00	1.00	1.00		1.00	0.01
SWE	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00		1.00
M07 <sub>(+)</sub>	0.00	0.00	0.00	0.21	0.01	0.01	1.00	

(b) Grønne celler viser hvor resultatene, inkludert data for uthvilt og sliten, er signifikant forskjellige, røde hvor de ikke er.

**Figur 6.5** Resultater for foroverbøying av overkropp.

## Sidebøying av overkropp

Her måles hvordan utrustningen påvirker soldatens evne til å bøye sideverts i overkroppen. Dette måles ved at soldaten står oppreist med strake bein og så strekker venstre (høyre) hånd så langt ned på yttersiden av beinet som mulig. Dette gjøres to ganger til hver side. Bøyingen av overkroppen måles som forskjellen mellom startposisjon (helt oppreist) og så sluttposisjonen hvor soldaten når lengst ned langs siden. Figuren til høyre viser en soldat iført M07<sub>(+)</sub> konfigurasjonen i sluttposisjonen for sidebøying mot venstre side. Resultatet gis som den vinkel overkroppen bøyes sidelengs fra start til slutt i bevegelsen.



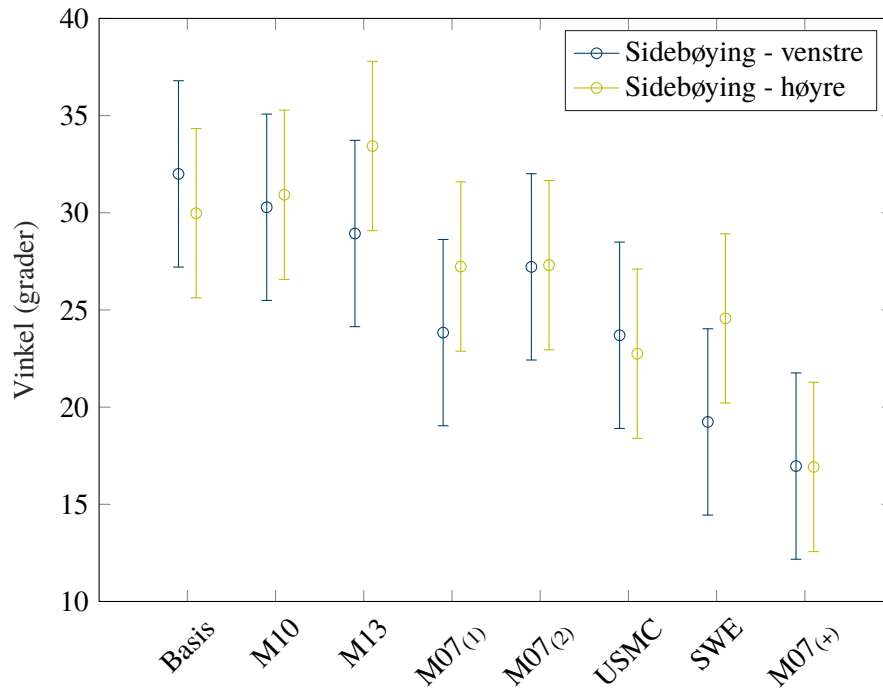
Resultatene for hvor mye soldaten kunne bøye overkroppen til siden iført de ulike konfigurasjonene er gitt i tabell 6.6 og i figur 6.6. Det er resultater for både rotasjon til venstres og til høyre side. Som det var tilfellet for foroverbøying, hemmes også denne bevegelsen til soldaten.

Det er ikke de store forskjeller mellom bøyingen til høyre og venstre i denne testen, bare en trend mot mindre bevegelse med de stivere mer fylldige konfigurasjonene. Det begrenser altså soldatens evne til å bøye seg både forover og til siden ganske betydelig når overkroppen pakkes inn i materialer som fyller og er stivt. Det er ikke utenkelig at dette, og ikke bare den ekstra vekten, har vært medvirkende til at soldatene bruker mer tid i hinderløypen iført disse konfigurasjonene.

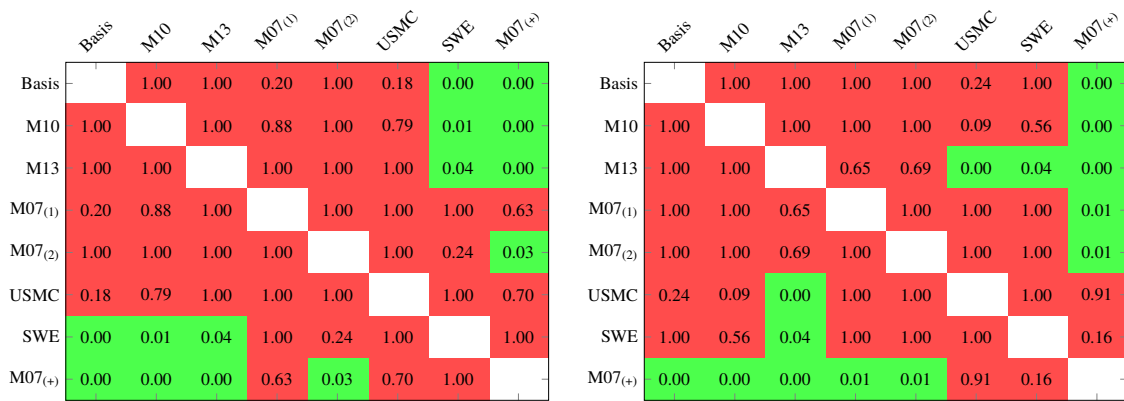
**Tabell 6.6** Resultater (vinkel i grader) for sideveis bøying av overkroppen til venstre og til høyre for de ulike vestkonfigurasjonene. Konfidensintervallet er  $\pm 5^\circ$  for venstre og  $\pm 4^\circ$  for høyre.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Venstre (°)	32	30	29	24	27	24	19	17
Høyre (°)	29	31	33	27	27	23	25	17





(a) Resultatene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.



(b) Statistisk signifikante forskjeller for venstre.

(c) Statistisk signifikante forskjeller for høyre.

**Figur 6.6** Resultater for sidebøying.

## Rotasjon av overkropp

Som det siste innen hinderløypen måles det hvor mye soldatens evne til å rotere overkroppen rundt påvirkes av utrustningen. Dette gjøres ved at soldaten stiller seg med strake bein med føttene i skulderbredde og deretter bøyer seg fremover med rett rygg. Soldaten strekker armene ut og fra dette utgangspunkt roterer soldaten kroppen rundt som sett på bildet til høyre. Bildet viser rotasjon mot venstre. Det måles hvor mange grader soldaten er i stand til å rotere overkroppen i denne posisjonen. Denne bevegelsen utføres to ganger både til høyre og til venstre og den gjennomsnittlige vinkel finnes for hver rotasjonsretning.



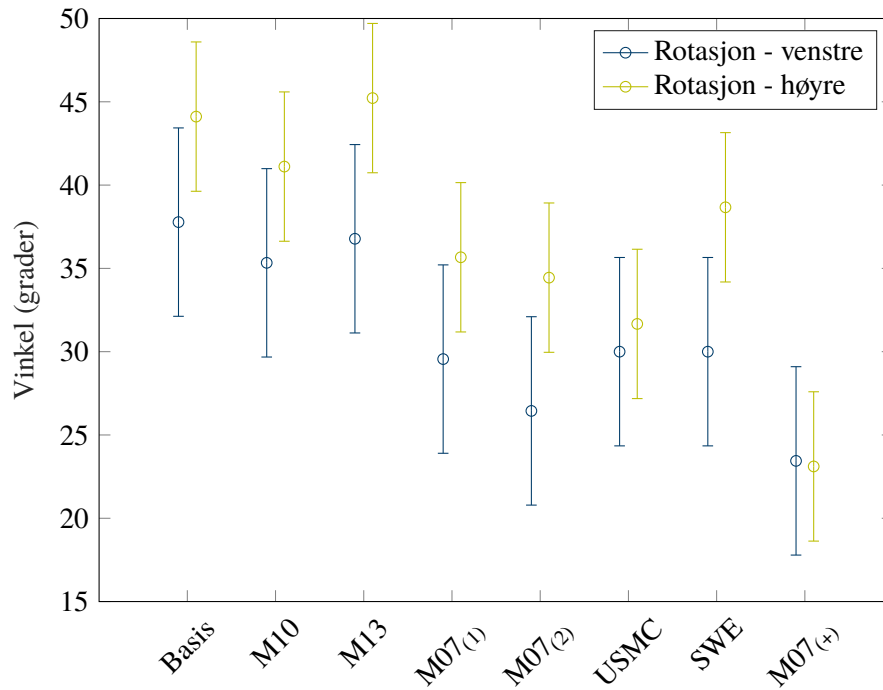
Resultatene for rotasjon av overkroppen for de ulike konfigurasjonene er gitt i tabell 6.7 og i figur 6.7. Også her ses en tendens til en plåtåinndeling i den rotasjonsvinkel som soldatene oppnår. Vestene M10 og M13, som primært har funksjon som bærevester for lommer, har ingen spesiell påvirkning på bevegeligheten her. Til gjengjeld tyder det på at myke og harde ballistiske innlegg tilsammen begrenser soldatens evne til å rotere overkroppen, spesielt når nakke, skuldre og lyske også må beskyttes.

Resultatene for rotasjon til høyre og til venstre antyder på at soldatene er mere bevegelige i den ene retningen enn i den andre<sup>2</sup>. Soldatene er noe mere bevegelige mot høyre enn mot venstre, inntil overkroppen blir stivet helt av som følge av den ballistiske beskyttelsen i M07<sub>(+)</sub> konfigurasjonen.

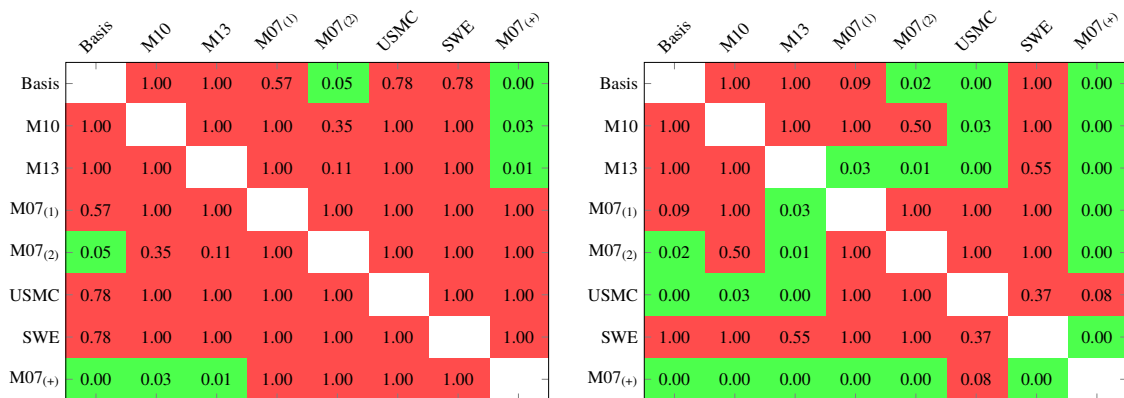
**Tabell 6.7** Resultater (vinkel i grader) for rotasjon av overkroppen til venstre og til høyre for de ulike vestkonfigurasjonene. Konfidensintervallet er  $\pm 6^\circ$  for venstre og  $\pm 4^\circ$  for høyre.

	Basis	M10	M13	M07 <sub>(1)</sub>	M07 <sub>(2)</sub>	USMC	SWE	M07 <sub>(+)</sub>
Venstre (°)	38	35	37	30	26	30	30	23
Høyre (°)	44	41	45	36	34	32	39	23

<sup>2</sup>Det kan imidlertid også skyldes målefeil, da disse målinger er utført manuelt, hvilket kan gi anledning til en tendens som denne. Men ettersom det ikke er forskjell for M07<sub>(+)</sub>, så kan det tyde på at dette ikke er tilfellet.



(a) Resultatene for vestkonfigurasjonene inklusiv 95 % konfidensintervaller.



(b) Statistisk signifikante forskjeller for venstre.

(c) Statistisk signifikante forskjeller for høyre.

**Figur 6.7** Resultater for rotasjon av overkropp.

---

---

## 6.4 Spørreundersøkelse

Som det siste i LEAP-testen må soldaten svare på noen spørsmål. Det er syv spørsmål omkring testkonfigurasjonen som soldaten må besvare på en skala fra 1 til 7. Spørsmålene som ble benyttet i testene var på engelsk, men de er gitt med sin norske oversettelse nedenfor. Etter spørsmålene har soldaten mulighet for komme med ytterligere kommentarer til utrustningen.

*På en skala fra 1 til 7, hvor 1 er komplett uakseptabelt, 4 er på grensen og 7 er komplett akseptabelt, gi en vurdering av følgende:*

- 1. Fleksibiliteten av testkonfigurasjonen*
- 2. Volum av testkonfigurasjonen*
- 3. Vekten av testkonfigurasjonen*
- 4. Din rörlighet (evne til å bevege deg raskt/smidig) iført testkonfigurasjonen*
- 5. Din hurtighet iført testkonfigurasjonen*
- 6. Din mobilitet iført testkonfigurasjonen*
- 7. Din totale utmattelse iført testkonfigurasjonen*

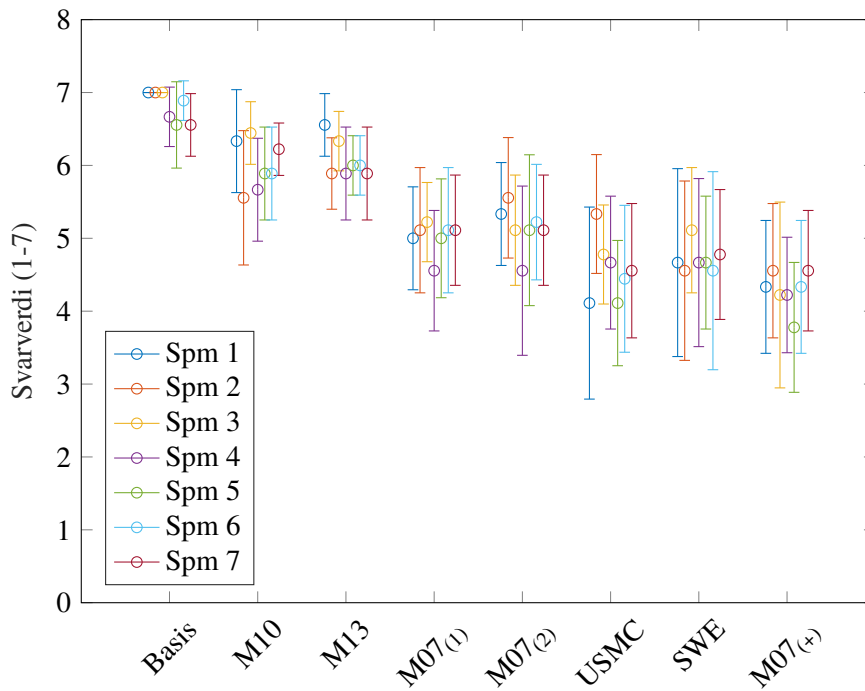
Analysen her inneholder ikke kommentarene som soldatene skrev omkring de ulike testkonfigurasjonene. For et innblikk i dette henvises leseren til [1]. Analysen på svarene på spørsmålene er bevisst ikke utført med ANOVA metoden. Dette er valgt da det er interessant å se for hvilke konfigurasjoner svarene til soldatene varierer mest. Dette gir informasjon om hvilke konfigurasjoner som soldatene er mest uenige om.

Først er gjennomsnittsverdiene for svarene på hvert spørsmål for hver testkonfigurasjon gitt i figur 6.8a. Derneft er gjennomsnittet for svarene på de syv spørsmål for hver testkonfigurasjon presentert i figur 6.8b, da dette gir et enklere sammenlikningsgrunnlag de enkelte konfigurasjonene imellom.

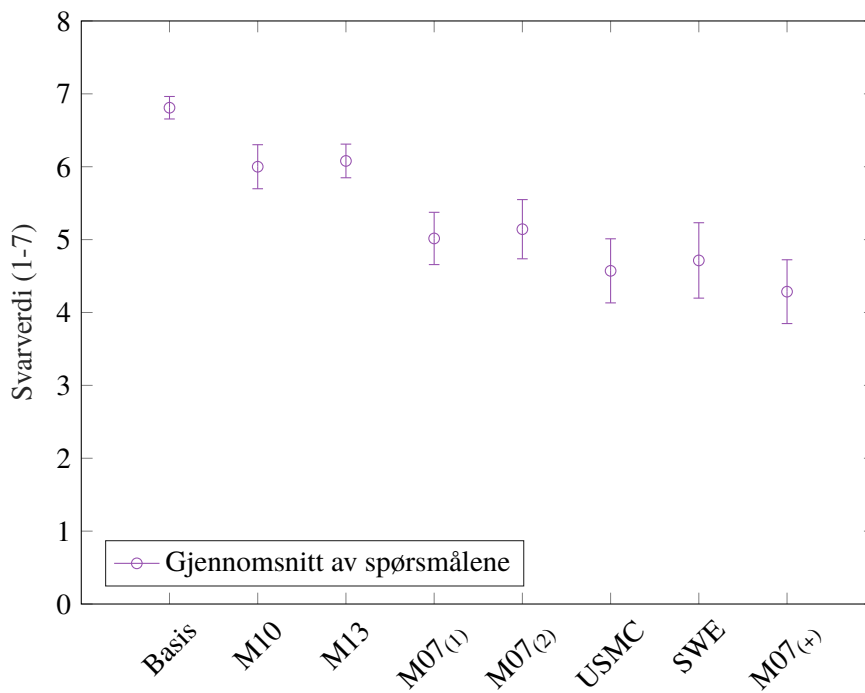
Det er tydelig fra resultatene for de individuelle spørsmålene at det er minst variasjon i svarene (minste konfidensintervaller) for basiskonfigurasjonen, mens eksempelvis SWE konfigurasjonen gir anledning til stor variasjon i svarene, hvilket tyder på uenighet mellom soldaten. Der er imidlertid også en risiko for at soldatene tolker skalaene litt ulikt, noe som vil gi større spredning i svarene for en konfigurasjon som ikke scorer helt på topp på skalaen.

Sammenlikningen mellom testkonfigurasjonene imellom viser at soldatene har klare preferanser. Basiskonfigurasjonen scorer best (nesten 7), derneft kommer M10 og M13 (ca. 6) og så vestene med mest ballistisk beskyttelse (rundt 5). Og lavest kommer M07 vesten med ekstra myk beskyttelse.

Såfremt man tar på de norske brillene og tillater litt spekulasjon, er det en tendens til at M07 vesten blir vurdert bedre enn de to sammenliknbare vester fra henholdsvis Sverige og USA, SWE og USMC. Denne (marginale) forskjellen skyldes ikke at soldatene har prøvd M07 vesten tidligere; de hadde tidligere bare prøvd M10 konfigurasjonen. Om denne litt bedre score til M07 er reell, er det naturligvis gledelig med tanke på at dette er en vest som blir brukt av soldatene i det norske forsvaret.



(a) Resultatene for hvert spørsmål (spm) rundt vestkonfigurasjonene inklusiv 95% konfidensintervaller.



(b) Gjennomsnittene av svarverdien for hver vestkonfigurasjonene inklusiv 95% konfidensintervaller.

**Figur 6.8** Resultatene fra spørreskjemaene. Konfidensintervallene er her ikke basert på en analyse med metoden ANOVA, men på spredningen fra en vanlig analyse for hver kombinasjon av spørsmål og konfigurasjon.

---

---

## 7 Hva nå hvis...

Som det har vært nevnt flere ganger i denne rapporten, har datagrunnlaget på mange måter vært utilstrekkelig til å oppnå hensiktsmessig statistisk grunnlag i analysen. Med bare ni soldater og ett gjennomløp med hver av de åtte konfigurasjonene, blir usikkerhetene/konfidensintervallene ganske store. For å anskueliggjøre hvordan resultatene kunne ha sett ut i en alternativ studie med flere testpersoner eller med to gjennomløp istedet for ett, har vi gjennomført en simulering av dette.

Fire simuleringer av en teststudie i LEAP-hinderløypen er utført. Dataene fra de reelle testen i LEAP-hinderløypen er blitt benyttet som utgangspunkt til å gi tilstrekkelig med variasjon i tidene for de virtuelle gjennomløpene i simuleringene.

Simuleringene er blitt utført ved at en rekke virtuelle soldater er blitt generert basert på variasjonen i gjennomsnittstidene til soldatene i de reelle testene. De virtuelle soldatene har dermed ulik evne til å gjennomføre løypen. Dette er blitt kombinert med de gjennomsnittstidene for konfigurasjonene fra de reelle testene til å gi et estimat på gjennomløpstid for de virtuelle soldatene iført de aktuelle konfigurasjonene. Til slutt er det blitt påført litt tilfeldig 'støy' i resultatene. Dette er blitt tilføyd, da en soldat ikke alltid vil få identiske tider med den samme konfigurasjon i hinderløypen. Denne støyen er blitt gjort litt mindre enn i de reelle testene, da en del av 'støyen' i de reelle testene skyldes læringseffekter, noe som er enkelt å minimere i en fremtidig test.

Fire 'tester' er blitt simulert:

- **Simulering 1** - 9 soldater og 1 gjennomløp med samtlige 8 konfigurasjoner - identisk til de reelle testene.
- **Simulering 2** - 30 soldater og 1 gjennomløp med samtlige 8 konfigurasjoner. Vil fint kunne gjennomføres på én uke.
- **Simulering 3** - 9 soldater og 2 gjennomløp med 4 konfigurasjoner (basis, M07, USMC og SWE). Ved å halvere antall konfigurasjoner blir det mulig for soldatene å gjennomføre 2 tester med hver konfigurasjon i løpet av en uke.
- **Simulering 4** - 30 soldater og 2 gjennomløp med 4 konfigurasjoner. Som ovenfor, færre konfigurasjoner men flere løp. Dette vil være fint gjennomførbart på en uke.

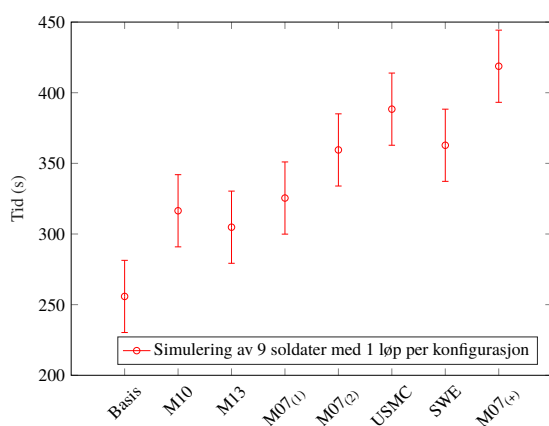
Resultatene fra simuleringene er vist i figur 7.1. Det er her viktig å poengtere at disse resultatene **ikke** kan benyttes til å sammenlikne de ulike vestene, men derimot er konfidensintervallene de som kan sammenliknes. Det går ikke å sammenlikne middelverdiene i simuleringene, da disse har en innebygget variasjon som er lik den for de reelle testene.

Det man ser for simulering 1, figur 7.1a, er at konfidensintervallene som forventet er ganske store med det lave antall soldater. Det er imidlertid interessant å se i figur 7.1b hvor mye mindre konfidensintervallene er når 30 soldater gjennomfører hinderløypen med de 8 konfigurasjoner. Det begynner å bli mulig å dra noe flere konklusjoner omkring hvilke konfigurasjoner som påvirker mobiliteten mer enn andre.

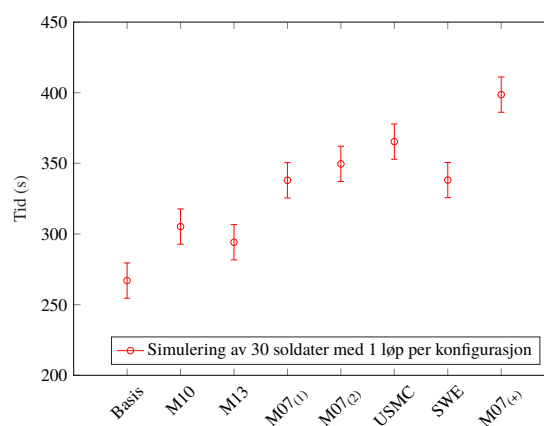
Resultatet for 9 soldater med 2 gjennomløp med 4 konfigurasjoner er vist i figur 7.1c. Her er basiskonfigurasjonen simulert sammen med M07, USMC og SWE konfigurasjonene. Det ses her at

konfidensintervallene er sammenliknbare med de for testene med 30 soldater og et gjennomløp. Hvorvidt det er bedre å gjennomføre tester med 30 soldater og et gjennomløp eller 9 soldater og 2 gjennomløp er vanskelig å avgjøre på bakgrunn av dette. Imidlertid vil det være hensiktsmessig å ha mere end 9 soldater, da man ønsker å ha soldater som kan avspeile den naturlige variasjon som er i soldatene i Forsvaret.

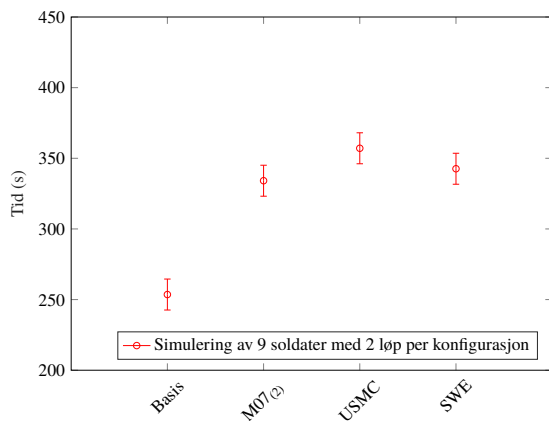
Til slutt så er det tydelig å se i figur 7.1d, at gjennomfører man en test med 30 soldater og 2 gjennomløp med 4 konfigurasjoner, vil man sannsynligvis kunne finne forskjellene imellom konfigurasjoner som M07, USMC og SWE. Og kan man ikke finne forskjeller i mobilitetspåvirkningen i en slik test, vil de uansett være så små at det i seg selv er et viktig resultat.



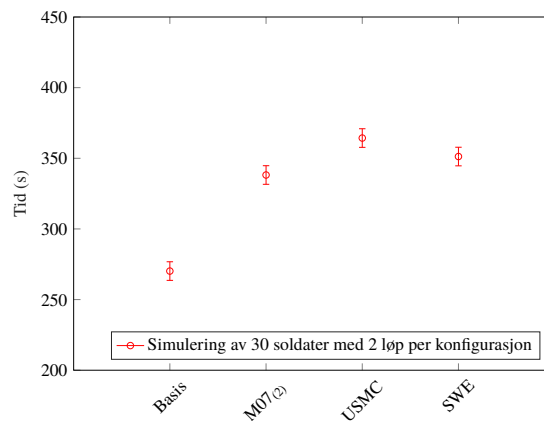
(a) Simulering 1: LEAP-test med 9 soldater og 1 gjennomløp med 8 konfigurasjoner.



(b) Simulering 2: LEAP-test med 30 soldater og 1 gjennomløp med 8 konfigurasjoner.



(c) Simulering 3: LEAP-test med 9 soldater og 2 gjennomløp med 4 konfigurasjoner.



(d) Simulering 4: LEAP-test med 30 soldater og 2 gjennomløp med 4 konfigurasjoner.

**Figur 7.1 Simuleringer** som indikerer hva effekt flere testpersoner og flere gjentakelser vil forventes å kunne gi av konfidensintervaller (95 %) i hinderløypen. Resultatene her kan ikke brukes til å konkludere noe om de ulike vester i dette studiet, men bare til å gi en indikasjon av konfidensintervallene med de gitte antall testpersoner og gjennomløp.



Denne siden er med hensikt uten innhold.



---

---

## 8 Ytterligere bruk av dataene

Resultatene som er presentert til nå har vært sammenlikninger av vestkonfigurasjonene i de ulike testene. Det er mulig å få mere informasjon ut av dataene hvis de bearbeides litt mere og det inkluderes ekstra informasjon omkring vekten på de ulike testkonfigurasjonene og soldatene. I dette kapittelet presenteres hvor mye tid ekstra vekt av utstyret koster soldaten i hinderløypen, hvor langt bak i hinderløypen en soldat med tung utrustning faktisk ligger og hvorvidt soldatenes egne vurderinger av konfigurasjonene stemmer overens med resultatene fra hinderløypen. Men først en vurdering av innvirkningen av soldatene på de resultater som oppnåes i hinderløypen.

### 8.1 Innvirker de utvalgte på konklusjonene fra LEAP-hinderløypen

Som forklart i kapittel 3 på side 12 så var de ti testsoldatene utvalgt fra KESK. Av disse så lyktes det å få data for ni av soldatene for alle testkonfigurasjonene, ettersom Soldat 8 utgikk med en skade.

Helt generelt for tester som denne, hvor få personer benyttes til å teste og vurdere om det er forskjeller i påvirkningen av noe utstyr på disse personer, så er det ønskelig at testpersonene såvidt mulig representerer alle som kan bli påvirket av konklusjonene. I dette tilfelle betyr det, at soldatene helst skal representere de som rent faktisk skal benytte det testede utstyret. Hvorvidt dette er tilfellet for disse testene er uklart. Fra et mere praktisk ståsted var bakgrunnen for denne runden med LEAP-tester ikke som første prioritet å teste utstyr med et representativt utsnitt av relevant personell, men å vurdere LEAP-testene som verktøy.

Det er imidlertid likevel interessant å se på hvordan testpersonene kan innvirke på resultatene i LEAP-testene og dermed også muligens konklusjonene. En sammenlikning av testpersonenes gjennomsnittstider i hele hinderløypen gir et bilde av hvor stor forskjell det er soldatene imellom. Figur 8.1a viser nettopp gjennomsnittstiden i hinderløypen for soldatene. Dette resultat er funnet ved å ta de åtte gjennomløp, ett med hver konfigurasjon, i hinderløypen og så finne gjennomsnittstiden og standardavviket (ikke ANOVA, men på klassisk vis).

Det er tydelig at især Soldat 3 skiller seg ut fra de andre. Det er helt naturlig at det er en variasjon i hvor raske de forskjellige soldatene er til å komme seg igjennom hinderløypen. Men resultatene viser at Soldat 3 benytter markant lengre tid og dessuten at standardavviket for tidene til denne testperson også er mye større end for de andre. Dette forteller oss at denne testpersonen har vært mye mer påvirket av de ulike konfigurasjonene enn de andre.

Den store variasjon i tidene for Soldat 3 i hinderløypen kombinert med forskjellen i gjennomsnittstiden i hinderløypen mellom Soldat 3 og de andre soldatene, vil påvirke den statistiske analyse ved å gi noe større konfidensintervaller, enn hvis denne soldaten ikke var tatt med i analysen. Og da det samlede antall testpersoner er lavt, vil denne effekten være betydelig.

---

---

For å visualisere hva effekten av å ha en person som på denne måten skiller seg ut, er resultatene for hele hinderløypen blitt analysert uten Soldat 3. Å fjerne testpersoner på denne måten er ikke korrekt å gjøre, så resultatene i figur 8.1b bør ikke benyttes som annet enn hva det er, nemlig et eksempel på effekten av testpersonene.

Det fremgår klart av sammenlikningen av tidene og konfidensintervallene med og uten Soldat 3 at gjennomsnittstidene er noe lavere når Soldat 3 ikke er med i analysen. Dette er især tilfellet for de tyngre konfigurasjonene. Dette gjør at det i denne alternative analysen blir mindre forskjell i tidene for de ulike konfigurasjonene. Man skulle tro at dette ville gjøre det vanskeligere å diskriminere imellom konfigurasjonene, men dette er ikke tilfellet, da konfidensintervallene er markant mindre.

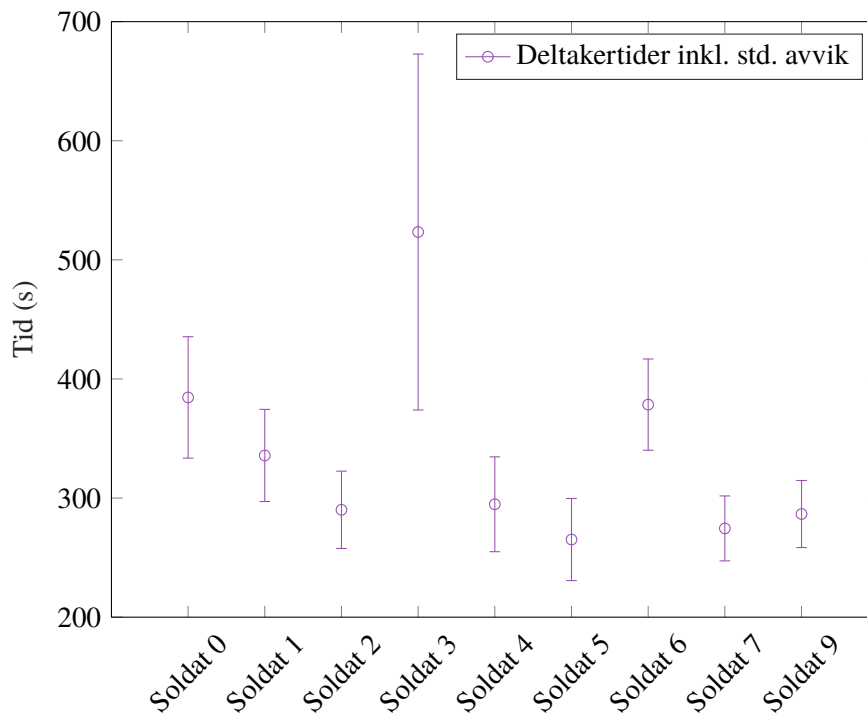
Det er imidlertid betryggende at tendensene for tidene for konfigurasjonene er den samme for analysen med og uten Soldat 3. Mobiliteten går ned i takt med at vekten, stivheten og volum går opp.

## De svenske soldatene

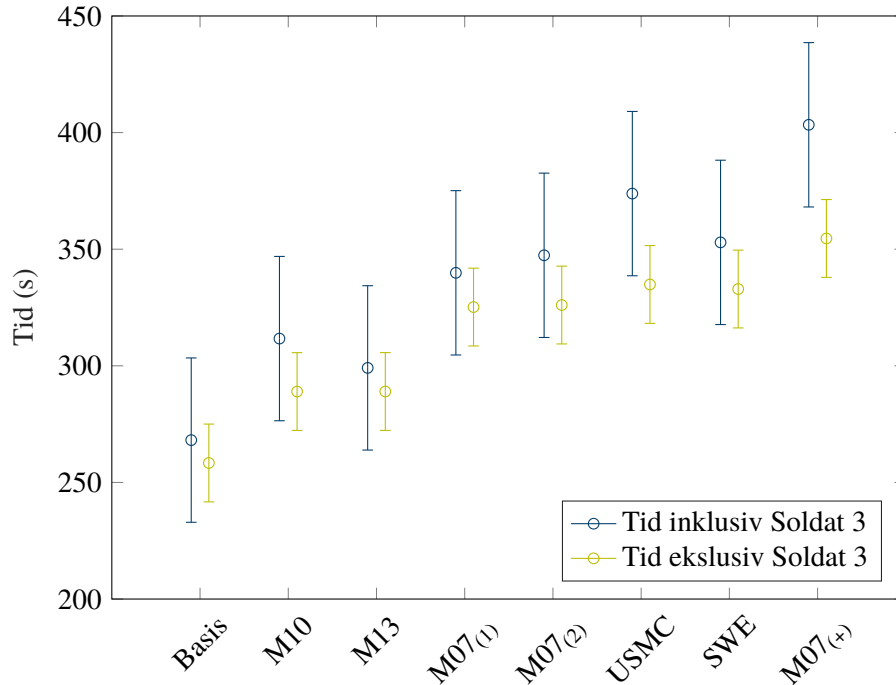
Som nevnt i kapittel 1 var det en svensk delegasjon som utførte LEAP-tester parallelt med de norske testene. Konfigurasjonene som den svenske delegasjonen testet var ikke de samme som diskutert her. Men de svenske testene inkluderte også en basiskonfigurasjon. Denne kan i stor grad sammenliknes med den norske. Det er klart at uniform, støvler og hjelm ikke var av samme typen, men bortsett fra dette er det interessant å sammenlikne de norske og de svenske soldaters gjennomsnittstid for basiskonfigurasjonen.

Gjennomsnittstiden for den norske soldatene var 268 sekunder, mens de svenske soldatene klarte hele hinderløypen på i snitt 215 sekunder. Dette er en markant forskjell. De norske soldater bruker i snitt 25 % mer tid enn de svenske. Dette kan ikke forklares med de små forskjellene i svensk og norsk basiskonfigurasjon. Årsaken til dette må finnes i soldatene.

De norske soldatene var soldater i førstegangstjeneste fra KESK. De svenske soldatene derimot var yrkessoldater, med andre ord veltrente soldater. Det er klart at denne sammenlikningen ikke gir oss noe informasjon om konfigurasjonene og mobiliteten for disse, men til gjengjeld så forteller det noe annet viktig. Hvis man ønsker å gi soldatene best mulig mobilitet, så nytter det ikke bare å se på konfigurasjonene, men også på treningsnivået til soldatene.



(a) Sammenlikning av middeltidene for soldatene i hinderløypen presentert med *standardavviket*.



(b) Tidene for hele hinderløypen med og uten Soldat 3 i analysen presentert med 95% konfidensintervaller fra ANOVA analysen.

**Figur 8.1** (a) Soldatenes gjennomsnittstider for hele hinderløypen og (b) tidene for de ulike konfigurasjonene med og uten Soldat 3.

---

---

## 8.2 Hva koster den ekstra vekt i hinderløypen

Inntil nå er konfigurasjonene blitt presentert i forhold til hvordan de påvirker mobiliteten til soldaten. Det er imidlertid også nyttig å se på dataene fra en litt annen vinkel. Hvis vekten til de ulike konfigurasjonene benyttes (gitt i tabell 3.1 på side 14), så er det mulig å estimere hvordan vekten til utstyret påvirker mobiliteten i hinderløypen. Det er naturligvis en grov tilnærming bare å bruke vekten ettersom volum og stivhet uten tvil også innvirker på mobiliteten. Men såfremt det i dette avsnittet tenkes på ekstra vekt som noe som implisitt vil medføre ekstra stivhet og volum kan det forsvareres.

I figur 8.2a er tiden i hinderløypen blitt satt opp imot vekten til konfigurasjonene (for størrelse medium). Tidene for hver enkel soldat er gitt hver sin farge. Det er tilpasset en rett linje til tidene og resultatet er gitt i figuren. Resultatet,

$$Tid(s) = 6.7s/kg * Vekt(kg) + 199.5s,$$

forteller oss at for hvert kilo ekstra vekt, bruker soldatene i gjennomsnitt 6.7 sekunder mere på å komme igjennom hele hinderløypen. Det betyr at en soldat med harde ballistiske beskyttelsesplater (to ganger 2.1 kg) i vesten er omtrent 28 sekunder langsommere med plater.

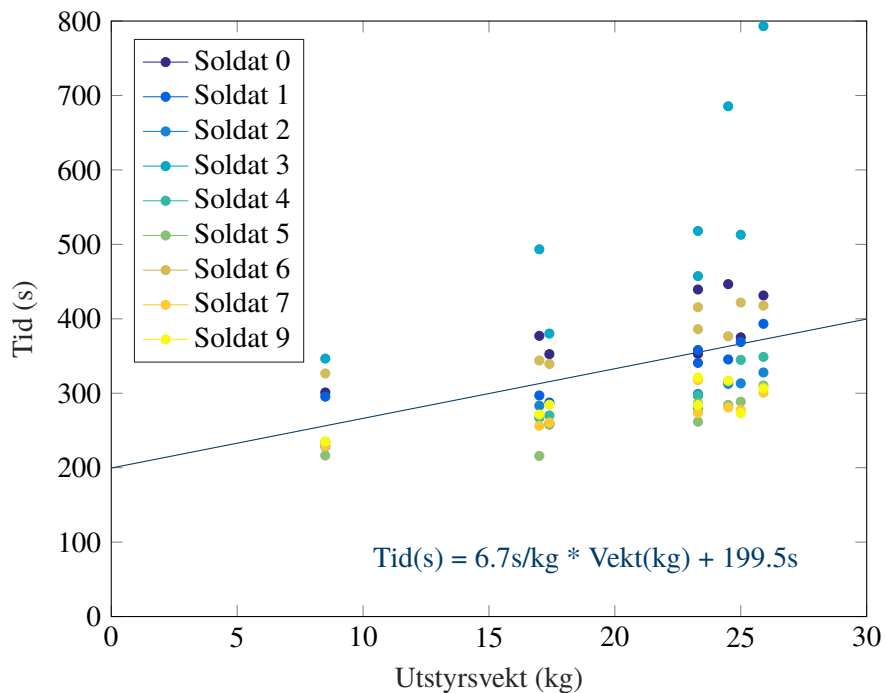
Det er klart at en slik sammenlikning er for simpel, da stivhet og volum ikke er inkludert i analysen. Dessuten er det ingen selvfølge at sammenhengen mellom ekstra vekt og ekstra tid er lineær. Men det gir et estimat på forventet resultat.

En annen og muligens bedre måte å sammenlikne effekten av den ekstra vekten er å benytte den relative vekten til utstyret sett i forhold til soldatens egenvekt. Figur 8.2b viser denne sammenlikningen. Denne tar bedre høyde for at det er stor forskjell på soldatene. Også her er det tilpasset en rett linje til dataene. Sammenhengen er

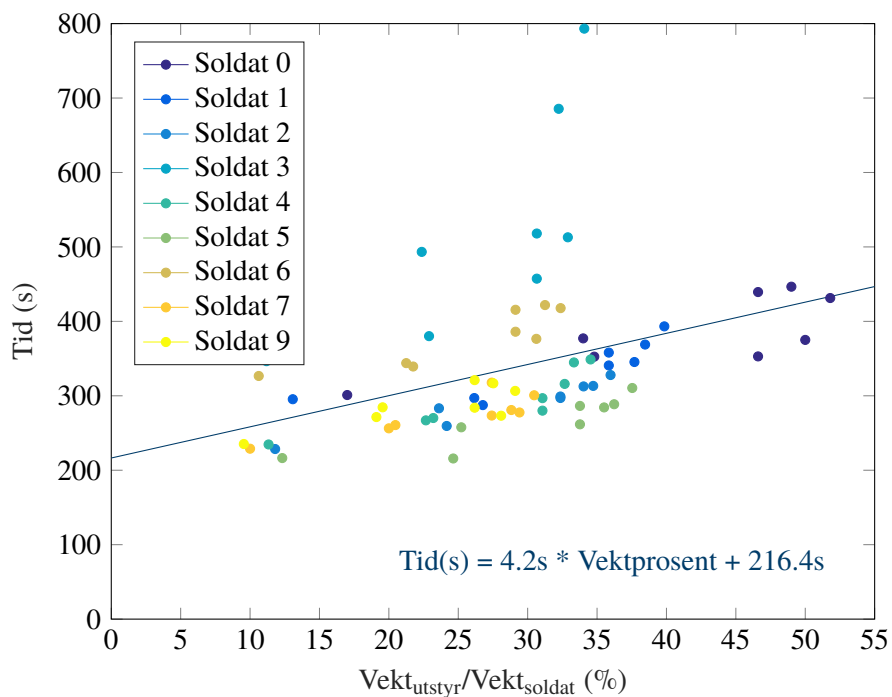
$$Tid(s) = 4.2s * Vektprosent + 216.4s,$$

hvilket betyr at en økning på én prosent i utstysrvekten i forhold til egenvekten til soldaten koster 4.2 sekunder i hinderløypen. For en soldat på 80 kg vil de to harde ballistiske plater koste 22 sekunder i hinderløypen, altså litt mindre enn estimert ovenfor. Settes de 4.2 s i forhold til den estimerte tid uten basiskonfigurasjon, 216.4 s, så er forholdet på omtrent 0.02. Dette betyr at en økning i utrustning på 1 % påfører soldaten en økning på omtrent 2 % i tiden i hinderløypen.

Det er uklart hvilket av de ovenstående estimater på hva vekten koster soldaten av mobilitet som er det mest korrekte. Helt generelt gjelder imidlertid at det å tilføre soldaten ekstra utstyr, koster mobilitet for de bevegelsesmønstre som LEAP-hinderløypen inkluderer.



(a) Tidene i hinderløypen presentert som funksjon av utstysvekten.



(b) Tidene i hinderløypen presentert som funksjon av hvor mange prosent ekstra vekt i forhold til egenvekt som soldaten er påført i utrustningene.

**Figur 8.2** Resultater som viser hvordan vekten påvirker soldatenes tider i hinderløypen. Det skal tas forbehold for at det strengt tatt her antas at al ekstra tid i hinderløypen skyldes vekt og ikke ekstra stivhet og volum.

---

---

## 8.3 Hvor langt bak ligger en soldat iført tung utrustning

I foregående avsnitt ble det estimert hva vekten av ekstra utstyr koster soldaten av ekstra tid i hinderløypen. I dette avsnittet blir denne økning i tid i hinderløypen som følge av utstyret presentert med fokus på de ulike konfigurasjonene.

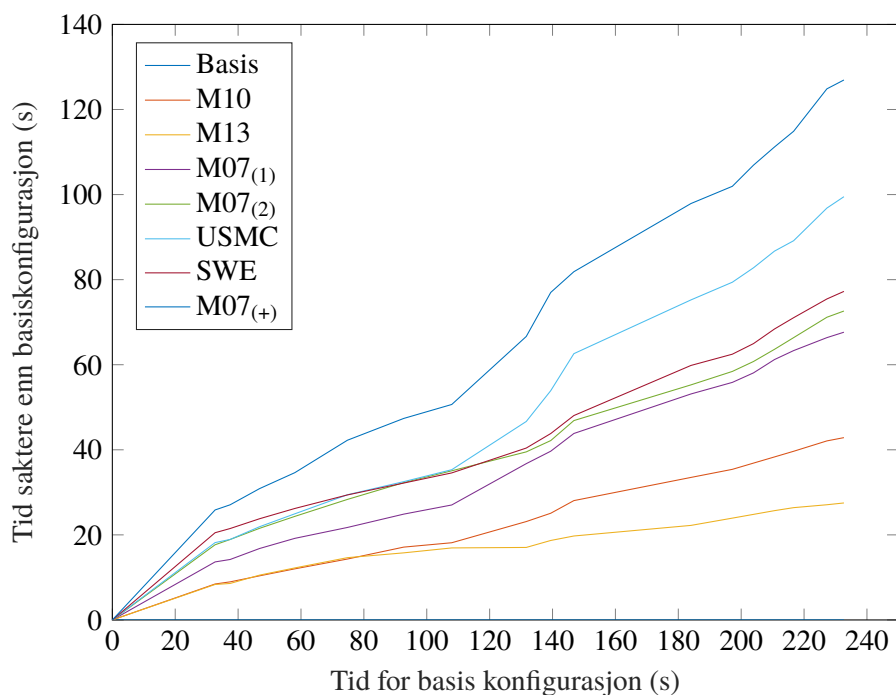
Tidene for hele hinderløypen på side 23 og tidene for hver enkel hinder er blitt presentert i avsnitt 5.2, side 24 til side 57. Tendensen har vært den samme for tilnærmet alle hindre, at soldatens tider i hindrene øker med vekten/volum/stivhet for vestkonfigurasjonene. Det kan imidlertid være litt vanskelig å forholde seg til hvor mye det rent faktisk betyr, hvis en vestkonfigurasjon for eksempel koster soldatene i snitt 3 sekunder for en spesifikk hinder.

For å anskueliggjøre hva effekten av de ulike konfigurasjonene er sett i forhold til basiskonfigurasjonen, er figur 8.3a instruktiv. Figuren viser hvor mye ekstra tid de ulike vestkonfigurasjonene påfører soldaten i hinderløypen i forhold til basiskonfigurasjonen. For å gjøre det mer overskuelig er konfidensintervallene fjernet. Dette er vist på en måte hvor det til et hvert tidspunkt for basiskonfigurasjonen er vist hvor mange sekunder de andre vestkonfigurasjonene ligger bak. Dette svarer til en mellomtid i et langrennsløp, hvor det vises hvor lang tid de andre skiløpere er bak den raskeste skiløperen.

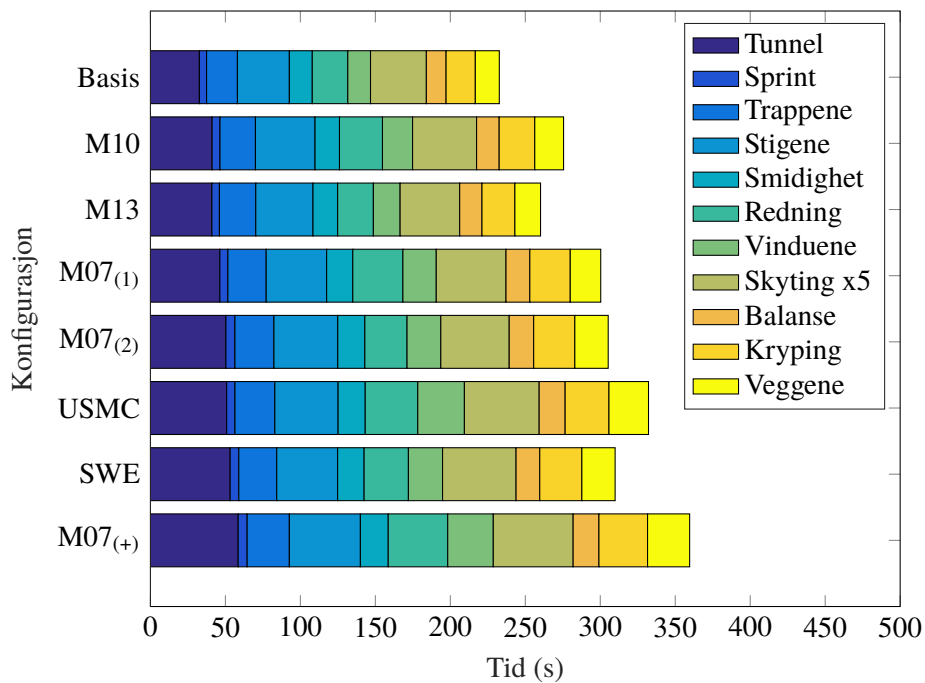
Figur 8.3a viser med all tydelighet at det koster soldaten mye å ha utrustning på. Eksempelvis kommer det frem at det punkt som en soldat når etter 60 sekunder iført basiskonfigurasjon, vil samme soldat først nå over 20 sekunder seinere om denne er iført en vest med ballistisk beskyttelse (M07, USMC eller SWE). Dette er 20 sekunder ekstra hvor soldaten potensielt er i en utsatt posisjon, 20 sekunder ekstra hvor det er vanskelig for samme soldaten å skyte presist, ettersom soldaten enda er i bevegelse.

Punktet en gjennomsnittssoldat når frem til iført basiskonfigurasjonen etter 180 sekunder, vil en soldat iført M07 konfigurasjonen først nå frem til 55 sekunder seinere. Og iført M07<sub>(+)</sub> går det om lag 95 sekunder til samme punkt. Dette gir innsikt i hva utrustningen, som naturligvis varierer fra oppdrag til oppdrag og som har viktig funksjon, rent faktisk betyr for mobiliteten til soldaten. Det er ikke omkostningsfritt (med tanke på mobilitet) å gi soldaten mer utstyr.

Figur 8.3b viser de samme resultatene på et litt annet vis. Her vises tiden som benyttes i de enkelte hindre som blokker i et søylediagram. Figuren kan benyttes til å se for hvilke hindre tidsforskjellene oppstår, men også til å sammenligne hvor langt foran eller bak en soldat ville være med en annen konfigurasjon. Det fremgår eksempelvis, at på det tidspunkt hvor soldaten iført basiskonfigurasjonen skal begynne på de 5 skuddene underveis i hinderløypen, da er en soldat iført en av konfigurasjonene M07/USMC/SWE først begynt på kameratredningen. Med andre ord mangler soldaten å redde kameraten og forsere to vinduer før skytingen kan påbegynnes.



(a) Tidene for vestkonfigurasjonene sett i forhold til basiskonfigurasjonen, som legger langs x-aksen på 0 s.



(b) Tid akkumulert for hver av hindertypene for alle vestkonfigurasjonene.

**Figur 8.3** Akkumulerte tider for de ulike vestkonfigurasjonene.

---

---

## 8.4 Stemmer tidene overens med soldatens vurderinger

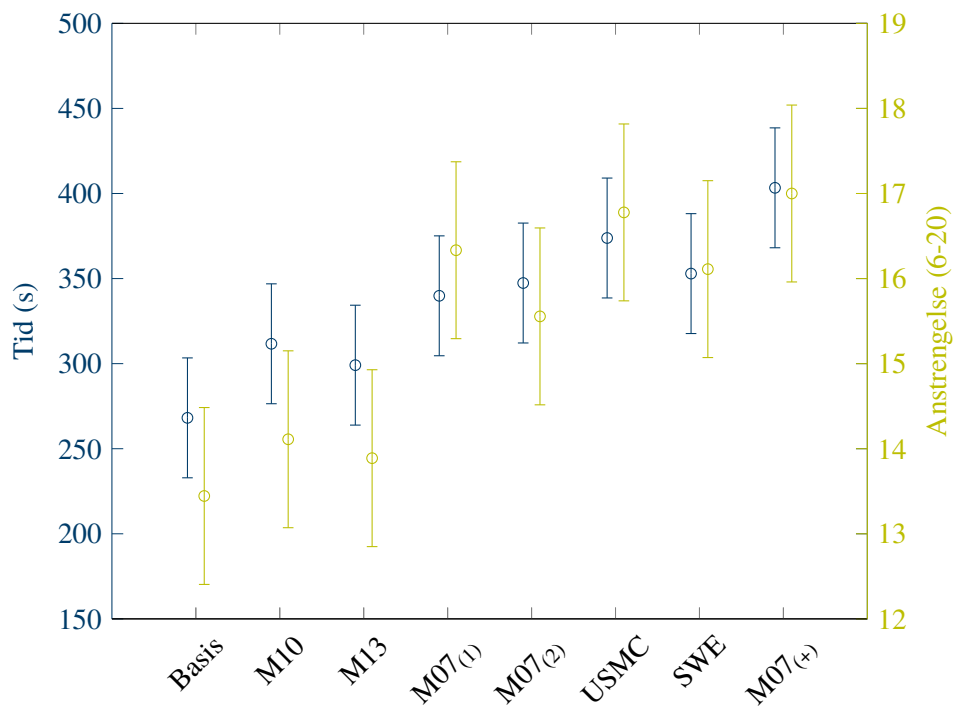
En interessant sammenlikning er mellom soldatenes egne vurderinger av hvordan de ulike konfigurasjonene påvirket dem i LEAP-testene og de faktiske tidene fra LEAP-testene. Det benyttes her tidene for hele hinderløypen til sammenlikningen med Borgskala vurderingen og svarene fra spørreundersøkelsen.

Figur 8.4a viser tidene fra hele hinderløypen sammen med svarene fra Borg skala vurderingen. I Borgskalaen skulle soldatene på en skala fra 6 til 20 vurdere hvor utslitte de var ved målgang i hinderløypen. Det er generelt bra overensstemmelse mellom de to datasett. Soldatene vurderer seg selv som å være mere utslitte med de konfigurasjonene som har hatt størst negativ påvirkning på mobiliteten deres.

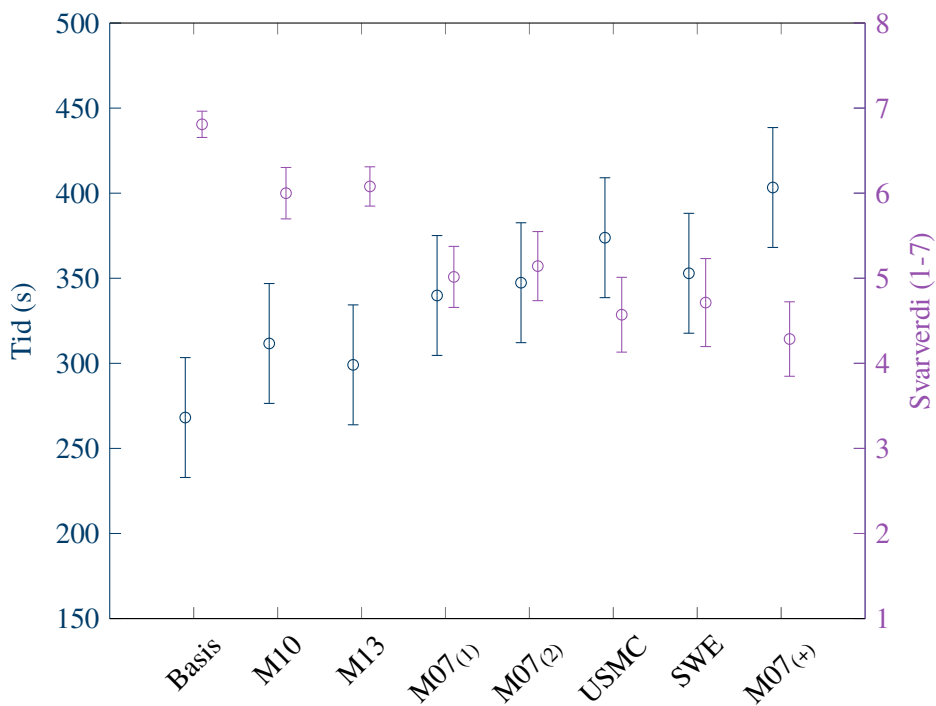
Som presentert i figur 8.4b ses samme overensstemmelse for sammenlikningen mellom svarene på spørsmålene etter hinderløypen og så tidene for hele hinderløypen. Et svar på 7 i spørreundersøkelsen var den beste, mens 1 var den dårligste. Det er tydelig at basiskonfigurasjonen, som er raskest i hinderløypen, har fått de høyeste svarverdiene. Motsatt ses det at M07<sub>(+)</sub>, som er den der har tatt soldatene lengst tid i hinderløypen, også får de laveste svarverdiene.

Det er positivt at det er denne sammenheng mellom soldatenes vurderinger og resultatene fra LEAP-testen. Det styrker troverdigheten for både vurderingene og til LEAP-testen.





(a) Tidene for hele hinderløypen og soldatenes svar på Borgskalaen.



(b) Tidene for hinderløypen sammenliknet med den gjennomsnittlige svarverdi fra spørreundersøkelsen.

**Figur 8.4** Sammenlikning av tidene for hinderløypen og soldatenes svar på Borg skalaen og spørsmålene.

---

---

## 9 Oppsummering

En sentral hensikt med å utføre LEAP-tester av utstyrets påvirkning på mobiliteten til soldaten er, at man får kvantifisert forskjeller mellom konfigurasjoner, hvis det er slike forskjeller. Det er også mulig å få innblikk i om forskjellene skyldes noen bestemte bevegelsesmønstre. Denne rapporten har presentert resultatene fra de ulike testelementene som tilsammen utgjør en LEAP-test; hinderløype, skytesimulator, bevegelsemålinger, spørreundersøkelse og tester med løft og hopp.

Etttersom LEAP-testene i dette arbeidet ble utført med det overordnede mål å vurdere LEAP-testenes egnethet som testprogram, var ikke det primære fokus at resultatene skulle gi mest mulig informasjon om mobilitetspåvirkningen av de ulike konfigurasjonene. Antallet testpersoner skulle i så fall ha vært 3-6 ganger høyere. På tross av det lave antall testpersoner, viser denne studien at det er statistisk signifikante forskjeller mellom flere av konfigurasjonene som ble testet.

Det er tydelig fra resultatene at en soldat, som bærer en vest med lommer og ballistisk beskyttelsesutstyr, får begrenset mobiliteten sin ganske betraktelig i de bevegelsesmønstrene som vurderes i LEAP. Bare det å ta på seg en stridsvest med magasiner, granater og vann går på bekostning av bevegelse. Resultatene antyder at dette koster soldatene rundt 15 % ekstra tid i hinderløypen sammenliknet med en basiskonfigurasjon med hjelm og gevær.

Basert på tidene i hinderløypen har det vært mulig å estimere og kvantifisere hva det koster soldaten i mobilitet, når han eller hun får påført ekstra utstyr. Resultatene tyder på at en økning i vekten av utrustningen på 1 % av egenvekten til soldaten fører til 2 % lengre tidsbruk i hinderløypen.

Samlet sett viser resultatene fra LEAP-testene, at å tilføye ekstra utstyr går på bekostning av mobiliteten til soldaten. Forskjellen er at resultatene her gir et kvantitativt svar på hvor mye det rent faktisk koster soldaten i mobilitet, når denne får på seg utstyr som har vekt og tar plass. Spesielt med tanke på ballistisk beskyttelsesutstyr, er dette viktig informasjon. Beskyttelsesutstyret vil bidra til at øke overlevelsesnivåen ved av treff av prosjektiler, men samtidig øker utstyret også risikoen for å bli truffet, siden mobiliteten forringes. Det å kunne få tall på hvordan utstyr påvirker mobiliteten til soldaten gir mulighet for å kunne optimalisere denne parameteren, både gjennom trening, utdanning og kravsetting til nytt utstyr. Dette vil til slutt kunne forbedre ytelsen til soldatene.

---

---

## 10 Takk til

Først og fremst takk til Mark Richter og medarbeidere på Gruntworks, som uten betaling stilte seg til rådighet for Forsvaret og FFI i mere enn en uke. Uten denne støtten ville vurderingen av LEAP-testprogrammet ha vært umulig. Dernest takk til de 10 soldatene som tok turen til USA for å slite seg ut i et testprogram som på papiret ser overkommelig ut, men alle som har prøvd det vet bedre.

Til slutt tak for interessante diskusjoner underveis i testene i USA til Major Magnus Hallberg og Major Arne Lamberth, begge i Markstridsskolan i Sverige og forsker Britta Levin ved FOI i Sverige

---

---

## Referanser

- [1] Daniela Heinrich and Dennis Bo Rahbek. Marine Corps Load Effects Assessment Program (MC-LEAP) - Erfaringer og anbefaling. FFI-rapport 2017/01655, Forsvarets forskningsinstitutt, 2017.
- [2] D Tack, A Kelly, M Richter, and J Bray-Miner. Preliminary results of MC-LEAP testing of US Marine Combat Load Order Configurations. Technical report, ONR Contract Report, 2012.
- [3] K Blake Mitchell, Jessica M Batty, Megan E Coyne, Linda L DeSimone, and Carolyn K Bensel. Reliability Analysis of Time to Complete the Obstacle Course Portion of the Load Effects Assessment Program (LEAP). Technical report, ARMY NATICK SOLDIER RESEARCH DEVELOPMENT AND ENGINEERING CENTER MA NATICK United States, 2016.
- [4] Thomas Karakolis, Brittany A. Sinclair, Alison Kelly, Phil Terhaar, and Linda L. M. Bossi. Determination of orientation and practice requirements when using an obstacle course for mobility performance assessment. *Human Factors*, 59(4):535–545, 2017. doi: 10.1177/0018720816686611. URL <http://dx.doi.org/10.1177/0018720816686611>. PMID: 28112562.
- [5] Ronald E Walpole, Raymond H Myers, and Sharon L Myers. *Probability and statistics for engineers and scientists*, volume 5.
- [6] Gunnar A V Borg. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med sci sports exerc*, 14(5): 377–381, 1982.
- [7] Mark Richter. Personlig samtale, September 2016.

## About FFI

The Norwegian Defence Research Establishment (FFI) was founded 11th of April 1946. It is organised as an administrative agency subordinate to the Ministry of Defence.

### FFI's MISSION

FFI is the prime institution responsible for defence related research in Norway. Its principal mission is to carry out research and development to meet the requirements of the Armed Forces. FFI has the role of chief adviser to the political and military leadership. In particular, the institute shall focus on aspects of the development in science and technology that can influence our security policy or defence planning.

### FFI's VISION

FFI turns knowledge and ideas into an efficient defence.

### FFI's CHARACTERISTICS

Creative, daring, broad-minded and responsible.

## Om FFI

Forsvarets forskningsinstitutt ble etablert 11. april 1946. Instituttet er organisert som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter underlagt Forsvarsdepartementet.

### FFIs FORMÅL

Forsvarets forskningsinstitutt er Forsvarets sentrale forskningsinstitusjon og har som formål å drive forskning og utvikling for Forsvarets behov. Videre er FFI rådgiver overfor Forsvarets strategiske ledelse. Spesielt skal instituttet følge opp trekk ved vitenskapelig og militærteknisk utvikling som kan påvirke forutsetningene for sikkerhetspolitikken eller forsvarsplanleggingen.

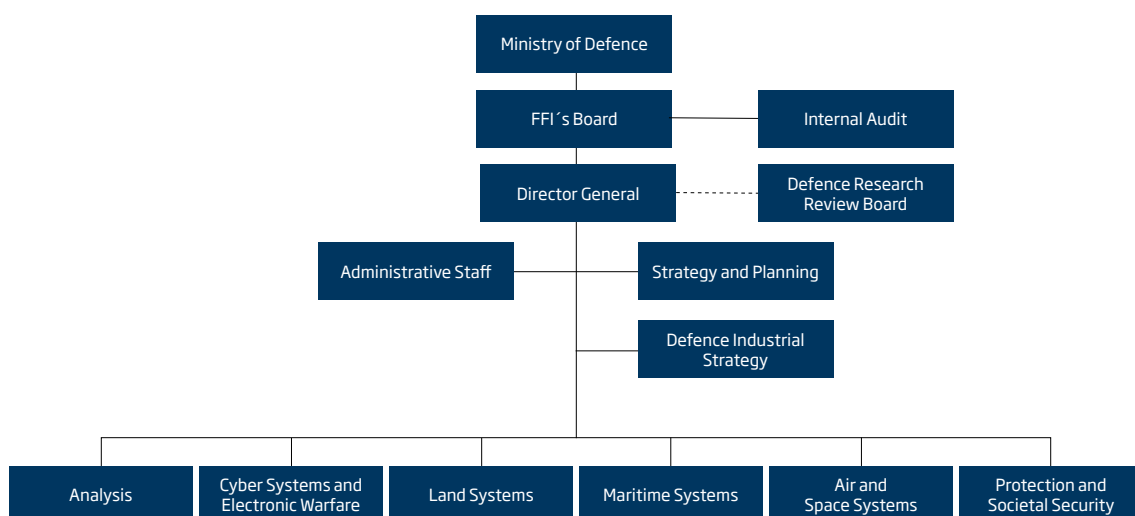
### FFIs VISJON

FFI gjør kunnskap og ideer til et effektivt forsvar.

### FFIs VERDIER

Skapende, drivende, vidsynt og ansvarlig.

## FFI's organisation



**Forsvarets forskningsinstitutt**  
Postboks 25  
2027 Kjeller

Besøksadresse:  
Instituttveien 20  
2007 Kjeller

Telefon: 63 80 70 00  
Telefaks: 63 80 71 15  
Epost: [ffi@ffi.no](mailto:ffi@ffi.no)

**Norwegian Defence Research Establishment (FFI)**  
P.O. Box 25  
NO-2027 Kjeller

Office address:  
Instituttveien 20  
N-2007 Kjeller

Telephone: +47 63 80 70 00  
Telefax: +47 63 80 71 15  
Email: [ffi@ffi.no](mailto:ffi@ffi.no)