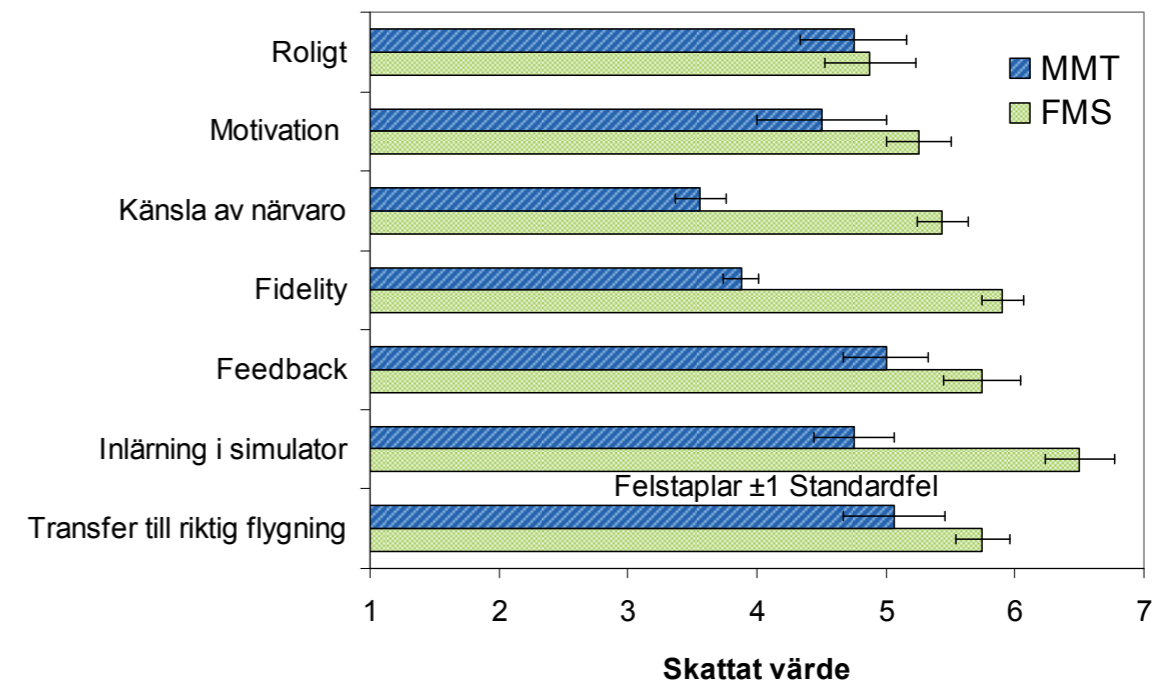


PER-ANDERS OSKARSSON, STAFFAN NÄHLINDER



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.

Per-Anders Oskarsson, Staffan Nählinder

Studie av träning i flygvapnets simulatorer FMS och MMT

Titel	Studie av träning i flygvapnets simulatorer FMS och MMT
Title	Study of trainin in the Swedish Air Force simulators FMS and MMT
Rapportnr/Report no	FOI--R--3372--SE
Rapporttyp/ Report Type	Användarrapport/User report
Sidor/Pages	43 p
Månad/Month	December
Utgivningsår/Year	2011
ISSN	ISSN 1650-1942
Kund/Customer	Försvarsmakten
Projektnr/Project no	E53365
Godkänd av/Approved by	Magnus Jändel

FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut

Avdelningen för Informationssystem

Box 1165

581 11 Linköping

FOI, Swedish Defence Research Agency

Information Systems

Box 1165

SE-581 11 Linköping

Sammanfattning

Viktiga begrepp vid simulatorträning är fidelity (hur verklighetstrogen simulatören är), presence (närvarokänsla), motivation, att det är roligt, feedback, inläring i simulatören och transfer av träning till verkligt system.

Denna rapport redovisar en enkätstudie av dessa begrepp vid träning i två av flygvapnets flygsimulatorer. Studien gjordes med elever under början av sin utbildning på F7 och avser träning med flygsimulatorerna FMS (Full Mission Simulator) och MMT (Multi Mission Trainer).

Resultaten visar att egen träning som genomförs i MMT utanför schemalagd tid är mycket uppskattat och anses ha positiv effekt på inläring. På schemalagd tid tränar eleverna mer i FMS än i MMT, främst på nödsituationer, flygning i dåligt väder, träning på moment innan flygning, och till viss del sådant som inte kan tränas i verkligheten. Träningen i båda simulatorerna anses rolig och motiverande. Fidelity och närvarokänsla är högre i FMS. Eleverna kommenterar särskilt fördelarna med den höga realismen i FMS. Inläring under träning skattas hög i MMT och mycket hög i FMS. Inläringen i FMS är särskilt hög för träning på grundläggande handhavande, nödsituationer och sådant som inte kan tränas under verklig flygning. Träning i båda simulatorerna anses ha positiv påverkan på verklig flygning. Trots att inläring skattas högre i FMS är skillnaden i skattad påverkan på verklig flygning relativt liten. Här bör dock beaktas att vissa saker som exempelvis nödräning och viss procedurträning inte kan tränas i MMT pga. att den har lägre fidelity.

Nyckelord: simulering, flygsimulator, träning, simulatorträning, fidelity, närvarokänsla, transfer av träning, flygutbildning

Summary

Important concepts for simulator training are fidelity (realism of simulation), presence, motivation, having fun, feedback, learning in simulator and transfer of training to the real system.

This report describes a questionnaire study of these concepts for flight simulator training. The study was performed with flight students in their initial part of their education at F7 and concerns training with the flight simulators FMS (Full Mission Simulator) and MMT (Multi Mission Trainer).

The results show that voluntary training (performed outside of scheduled training) in MMT is highly valued and is considered to have a positive effect on learning. On scheduled time the students have more training in FMS than in MMT, mainly concerning emergency training, flying in bad weather, training on specific procedures before flying, and to some extent on things that cannot be trained in reality. Training in both simulators is considered fun and motivating. Fidelity and presence is rated higher in FMS than in MMT. The students particularly comment the advantages of the high level of fidelity in FMS. Learning is rated high in MMT and very high in FMS. The ratings of learning in FMS are particularly high for training of basic handling, emergency training, and things that cannot be trained in reality. Training in both simulators is considered to have positive effects on real flying. Although learning is rated markedly higher in FMS, the difference in rated effect on real flying is not big. However, it must be considered that certain items, e.g. training on emergencies and certain items of procedural training, cannot be trained in MMT, because of its lower fidelity

Keywords:

simulation, flight simulator, training, simulator training, fidelity, presence, transfer of training, flying training

Stort tack till major Pär Eriksson F7 för administration av enkäter på förband, samt för information om simulatorer och utbildning.

Innehållsförteckning

1	Inledning	9
1.1	Syfte	10
2	Metod	11
2.1	Deltagare.....	11
2.2	FMS.....	11
2.3	MMT	11
2.4	Enkät	11
2.5	Procedur.....	12
3	Resultat	13
3.1	Användning och tillgänglighet	13
3.2	Användbarhet.....	15
3.3	Typ av användning.....	15
3.4	Inläring i simulatorn	16
3.5	Feedback	17
3.6	Påverkan på verklig flygning	18
3.7	Motivation – roligt.....	19
3.8	Närvarokänsla.....	21
3.9	Fidelity (realism).....	22
3.10	Vikten av fem faktorer för inläring i simulatorn.....	23
3.11	Sammanfattning – begrepp för simulatorträning.....	23
4	Diskussion	25
5	Slutsatser	27
6	Referenser	28
	Appendix A. Redovisning av statistisk analys	29
A1.	Användning och tillgänglighet	30
A2.	Användbarhet.....	32
A3.	Typ av användning.....	33
A4.	Inläring i simulatorn	34
A5.	Feedback	35
A6.	Påverkan på verklig flygning	36

A7. Motivation – roligt.....	37
A8. Närvarokänsla	38
A9. Fidelity (realism).....	39
A10. Vikten av fem faktorer för inläring i simulatorn.....	40
A11. Sammanfattning – begrepp för simulatorträning.....	41
A12. Reliabilitetsanalys - viktiga begrepp för simulatorträning	42

1 Inledning

Simulatorträning är fördelaktigt på flera sätt. Farliga manövrar eller handlingar kan tränas riskfritt, exempelvis motorhaveri vid flygutbildning. Det är möjligt att skapa situationer i simulatorm som mycket sällan inträffar i verkligheten. Simulatorns kontrollerade miljö förbättrar instruktörens möjlighet att bedöma elevens prestation för en specifik uppgift. Mängdträning på vissa deluppgifter kan göras effektiv, exempelvis kan man vid flygsimulering starta simuleringen vid det relevanta skeendet, i stället för som med riktigt flygplan starta från marken och flyga till relevant position. Att flyga i en simulator är också betydligt billigare än att flyga i verkligt flygplan.

Projektet har tidigare identifierat följande begrepp som viktiga för simulatorträning: *fidelity* (hur verklighetstrogen simulatorm är), *presence* (närvarokänsla), *motivation*, att ha roligt, *feedback*, *inläring i simulatorm* och *transfer av träning till verkligt system*.

Fidelity avser grad av likhet mellan simulator och simulerat system. De vanligast nämnda typerna av fidelity är hur simulatorm ser ut (fysisk fidelity), agerar (funktionell fidelity) och skapar liknande psykologisk upplevelse som vid användning av verkligt system (psykologisk fidelity) (Stanton, 1996). Det saknas dock samstämmig syn på vilken nivå av fidelity en simulator behöver ha för att effektiv träning ska uppnås. Det anses emellertid fastställt att kraven på fysisk fidelity är högre vid perceptuella motoriska uppgifter än vid kognitiva uppgifter (Stanton, 1996). Hänsyn måste även tas till kunskapsnivån hos dem som tränar. En flygelev på nybörjarstadiet kan exempelvis lära sig mer av enkla instruktioner på låg nivå i simulator (perceptuell inläring) än vid komplicerade instruktioner på hög nivå i riktigt flygplan (kognitiv inläring). Alltför komplicerad träning kan till och med leda till så hög stressnivå och förvirring att inte någon inläring sker (Alessi, 1998).

Närvarokänsla (eng. presence) kan beskrivas som den subjektiva upplevelsen av att befinna sig i det verkliga systemet medan man befinner sig i simulatorm.

Motivation under simulatorträning avser viljan eller önskan att delta i simuleringen och engagera sig i de uppgifter som ska utföras. Den som är motiverad är vanligen mer engagerad och fokuserad och ägnar mer tid åt träningen. Flera studier har visat att ökad motivation leder till effektivare inläring och bättre prestation. Detta gäller isynnerhet för motivation som bygger på individens egna inneboende drivkrafter motivation (intrinsic motivation) som personliga mål och intresse, till skillnad från när motivation drivs av yttre drivkrafter som belöningar och krav (se t.ex. Deci & Ryan, 1985).

Att träningen upplevs som rolig är något som vi anser är av stor betydelse för motivation och engagemang och isynnerhet för motivation som bygger på egna drivkrafter. Här tror vi att mycket finns att lära från datorspel, där motiverade spelare av fri vilja och med stort engagemang ägnar mycket tid åt spelande.

Feedback bidrar till att vägleda dem som tränar till hur de ska anpassa sitt beteende för att nå uppsatta mål. Instruktörens roll är viktig under debriefing (t.ex. Garris, Ahlers & Driskel, 2002), men feedback kan även ges "automatiskt" av träningshjälpmedel i simulatorm (se t.ex. Wiese, Freeman, Salter, Stelzer & Jackson, 2008; Nählinder, 2009). Kvaliteten på denna feedback kan dock variera, eftersom simulatorer ofta är byggda med syftet att tillhandahålla en realistisk simulering, men inte explicit att utgöra bra pedagogiska träningsverktyg (t.ex. Nählinder, 2009).

Transfer av träning avser hur inläringen i en situation påverkar prestationen i en annan situation. I detta sammanhang hur träning i simulatorm påverkar prestationen i det verkliga systemet.

För utförligare presentation och diskussion av dessa begrepp och beskrivning tidigare genomförda studier av simulatorträning, se Oskarsson, Nählinder & Svensson (2010), Oskarsson (2010), Nählinder, Oskarsson, Lindahl, Hedström och Berggren (2009),

Oskarsson, Nählinder och Berggren (2010), Nählinder och Oskarsson (2007) och Borgvall, Castor, Nählinder, Oskarsson och Svensson (2007).

1.1 Syfte

När eleverna påbörjar sin utbildning på JAS 39 Gripen har de genomgått två års grundläggande utbildning med Saab 105 SK 60.

Den första delen av utbildning på Gripen är ”conversion training” till flygplanet Gripen. Detta omfattar grundläggande handhavande av Gripen, t.ex. landning och start i alla typer av väder och roteflygning. Detta kompletteras med simulatorträning i FMS. Fokus på träningen i FMS (Full Mission Simulator) är träning på miljön i cockpit, nödsituationer, utskjutning. Träning i MMT (Multi Mission Trainer) görs för ett stort antal manövrar innan de tränas i riktigt flygplan.

Den andra delen av utbildningen på Gripen är ”Combat readiness training”. Inledningsvis är det mycket övning i handhavande av vapen och sensorer.

Simulatorträningen styrs av instruktörer och läroplaner, vilka i detalj beskriver vilka moment som ska tränas. Eleverna har dock möjlighet att utanför schemalagt tid genomföra så kallad egen träning i MMT. De uppmuntras också att träna mer på moment som de anser sig ha behov av. I FMS kan de inte träna utanför schemalagd tid.

Inbäddade träningsverktyg används inte i simulatorerna. Dvs. feedback under och efter flygning i simulator ges endast av instruktörer. När instruktören identifierar en procedur som kunde/borde ha utförts annorlunda kan han pausa simuleringen och förklara varför och på vilket sätt det hade varit bättre att utföra proceduren annorlunda. Vid flygning i verkligt flygplan är det däremot mindre lämpligt att ge feedback från backsits, eftersom eleven i detta skede är mindre mottaglig för synpunkter.

Syftet med denna studie var att undersöka träning i två av Flygvapnets simulatorer: FMS (Full Mission Simulator) och MMT (Multi Mission Trainer) under den första fasen av JAS 39 Gripenutbildningen. Fokus för undersökningen har varit de tidigare identifierade begreppen för simulatorträning: fidelity, presence, motivation, att ha roligt, feedback, inläring i simulatörn och transfer av träning till verkligt system.

Syftet var dels att undersöka hur viktigt vart och ett av dessa begrepp är för simulatorträningen, dels hur dessa begrepp eventuellt skiljer sig åt mellan de båda simulatorerna, samt betydelsen av egen träning i MMT avseende dessa begrepp.

2 Metod

2.1 Deltagare

Åtta militära flygelever från den första delen av JAS 39 Gripenutbildningen deltog i studien. Deras medelålder var $25,1 \pm 1,1$ år (medel \pm 1 standardavvikelse). De hade i medel 329 ± 42 timmars flygtid, därav $22,0 \pm 3,7$ timmar i JAS 39 Gripen. De hade i medel $18,1 \pm 3,7$ timmar simulatorträning i FMS och $12,1 \pm 9,1$ timmar i MMT. De skattade sin datorvana som relativt hög ($5,3 \pm 0,7$) (1 = ingen alls; 7 = mycket hög) och de hade en mycket positiv inställning till simulatorträning som komplement till verklig träning ($6,0 \pm 0,8$) (1 = mycket negativ, 7 = mycket positiv). Deras skattningar av hur ofta de spelar datorspel låg mitt på skalan ($4,0 \pm 1,9$) och de spelade sällan flygspel ($2,3 \pm 1,4$) (1 = mycket sällan, 7 = mycket ofta).

2.2 FMS

FMS (Full Mission Simulator) är en mycket realistisk JAS 39 Gripen simulator med förarhytt identisk med riktigt flygplan. Den simulerade omvärlden presenteras på en kupolformad skärm (dome). Det finns två pilotstationer, en simulerar Gripen A och den andra Gripen C. Båda pilotstationerna har en kontrollstation i ett intilliggande rum. Båda pilotstationerna kan sammankopplas så att de som tränar kan flyga i samma simulerade omvärld. För att använda FMS behöver eleverna assistans av simulatortekniker.

FMS används huvudsakligen för träning av miljön i cockpit, nödsituationer, utskjutning, flygträning och flygning i olika typer av väder.

2.3 MMT

MMT (Multi Mission Trainer) är jämfört med FMS en enklare JAS 39 Gripen simulator. Kabinen är realistisk men förarstolen är enklare. Vissa reglage och instrumentering är "mock-up" och används inte. Den simulerade omvärlden presenteras på tre skärmar framför piloten. Den mittersta skärmen är rakt framför piloten, och omges av två sidoskrmar. MMT kan enkelt startas och användas av eleverna utan hjälp av tekniker.

MMT har tre pilotstationer, varje med eget kontrollrum. Två stationer simulerar Gripen A och en Gripen C. Varje pilotstation har sin egen kontrollstation, vilken finns i samma rum som pilotstationen. Samtliga pilotstationer kan sammankopplas så att de som tränar kan flyga i samma simulerade omvärld.

MMT används huvudsakligen för träning av flygstrid och för simulatorträning av nya uppgifter och procedurer innan de tränas i verkligt flygplan.

2.4 Enkät

Enkäten som användes består i princip av tre delar, bakgrundsfrågor, frågor om FMS och frågor om MMT. Enkäterna är en vidareutveckling av enkäter som använts i tidigare studier (Oskarsson, 2010; Nählinder m.fl., 2009). Grund för vidareutvecklingen var studiebesök på F7 med intervjuer av officerare med ansvar för utbildningen av flygelever. Vissa frågor som representanterna från F7 önskade svar på lades även in i enkäten.

Enkäten består av frågor som besvaras på skattningsskala 1 – 7, samt öppna frågor. Den innehåller 10 bakgrundsfrågor, 58 frågor om FMS och 74 frågor om MMT. Övergripande handlar frågorna om simulatorns tillgänglighet, planering av träning, simulatorns användbarhet, typ av träning i simulatorm, inläring i simulatorm, motivation och

upplevelse av träning, feedback efter träning, transfer av träning till Gripen, närvarokänsla under simulering, simulatorns överensstämmelse med verkligheten (fidelity), samt för MMT frågor om träningsnytta etc. avseende träning utanför schemalagd tid. Anledningen till att det är fler frågor om MMT är att denna simulator även används för egen träning utanför schemalagd tid, varför vissa frågor handlar om denna träning.

2.5 Procedur

Efter att enkäterna färdigställts så skickades de till en kontaktperson på F7. Varje enkät innehöll ett följebrev med instruktioner och ett frankerat svarskuvert, i vilket respektive elev skickade den besvarade enkäten till FOI. På F7 administrerade kontaktpersonen utdelning av enkäter till flygeleverna.

För att ett en hög skattning alltid ska innebära något positivt så har skalan på vissa frågor vänts före analys. Dvs. en etta har kodats om till en sju, en två har kodats om till en sexa och en trea har kodats om till en femma och tvärtom.

Skalan har omkodats på följande frågor, vilket markerats med INTE i frågans formulering:

- Frågan ”Har du hindrats att träna pga. tekniska fel etc.?” har omkodats och formuleras i denna rapport som ”Har du INTE hindrats att träna pga. tekniska fel etc.?”
- Frågan ”Är det något i verkligheten som blir svårare efter träning i simulatorm?” har omkodats och formuleras i denna rapport som ”Blir INTE svårare under verklig flygning”

3 Resultat

Resultaten från enkäten har analyserats med ANOVA (variationsanalys). För varje kategori av frågor har en gemensam analys gjorts. För begrepp där samma frågor ställts om båda simulatorerna har 2-vägs inomgruppsdesign använts, simulator (FMS, MMT) × enkätfrågor för respektive begrepp. I de fall det finns frågor som endast ställts om MMT har envägs variansanalys använts för dessa frågor. För vissa frågor som handlar om typ av träning vid MMT har 2-vägs inomgruppsdesign använts, typ av träning (schemalagd, icke schemalagd) × enkätfrågor. Vid post hoc testning (eftertestning) har Sidaks metod för korrigering använts. Vid brott mot sfäriskhet anges Greenhouse Geisser korrigerat p-värde (indikerat: ^G).

För ökad läsbarhet anges i texten nedan endast vilka resultat som är statistiskt säkerställda. Detaljerad redogörelse för statistiska analyser ges i Appendix A.

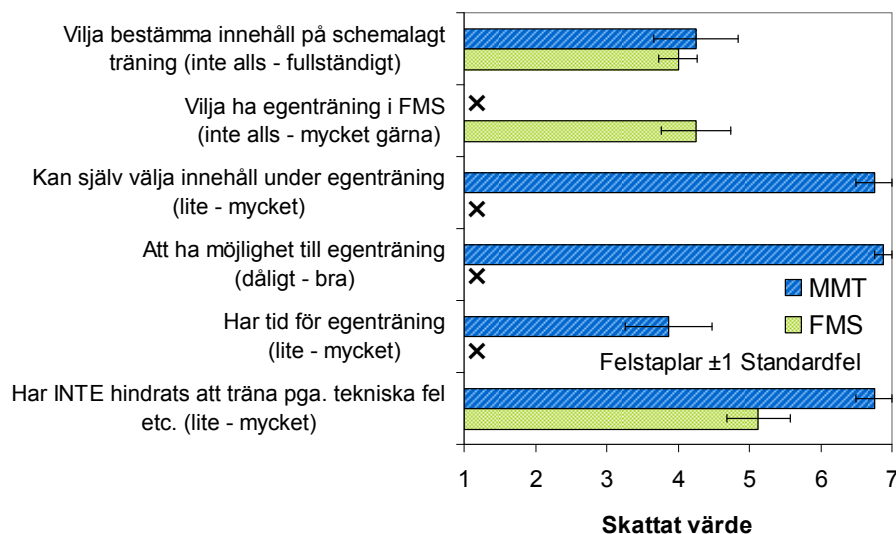
Eftersom det endast var 8 deltagare i studien krävs relativt stora skillnader för statistisk signifikans. Ett relativt liberalt förhållningssätt till statistiska analyser har därför använts. Tendenser till skillnader (p -värden mellan 0,05 och 0,10) anges. I vissa fall påpekas även skillnader med p -värde större än 0,10, vilket då i texten anges som *deskriptivt*.

Elevernas svar på öppna frågor redovisas som kommentarer för respektive simulator i respektive avsnitt.

3.1 Användning och tillgänglighet

Det var signifikant vanligare att eleverna INTE hade hindrats att träna pga. tekniska fel i MMT. Eftersom frågans skala har vänts innan analys så innebär detta att det var signifikant vanligare att eleverna hindrades pga. tekniska fel etc. i FMS jämfört med i MMT (Figur 1).

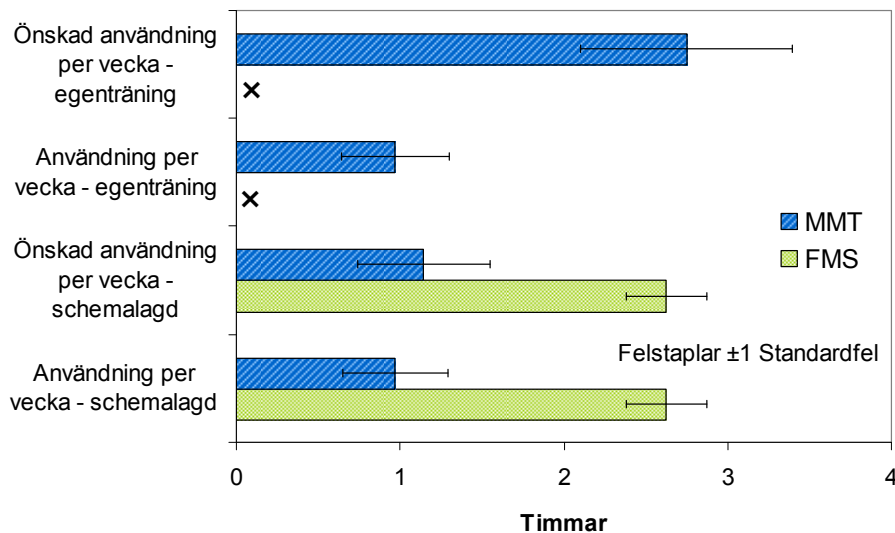
Elevernas skattning av hur mycket tid de har för egen träning i MMT låg i mitten på skalan. Deras skattning av hur bra de tycker det är att ha möjlighet till egen träning i MMT var mycket hög. Skattningarna visar att de i mycket stor utsträckning själva kan välja innehåll under egen träning i MMT. Önskan om egen träning i FMS låg strax över mitten på skalan. Önskan om att kunna välja innehåll under schemalagd träning skiljde sig inte mellan simulatorerna och låg på mitten av skalan (Figur 1).



Figur 1. Elevernas skattningar av om de har hindrats att träna pga. tekniska fel etc. (vänd skala), skattningar om egen träning och om de önskar välja innehåll under schemalagd träning. Kryss anger att frågan inte ställts om respektive simulator.

Eleverna har signifikant mer schemalagt tid för träning i FMS och önskar också mer schemalagt tid för träning i FMS jämfört med i MMT (Figur 2).

Eleverna önskade signifikant mer tid för egeträning i MMT än vad de har. I Figur 2 ser man också att de önskade ungefär lika mycket egeträning i MMT som de har schemalagt träning i FMS.



Figur 2. Elevernas skattningar av hur mycket de använder simulatorerna per vecka, och hur mycket de önskar att använda dem per vecka. Kryss anger att frågan inte ställts om FMS.

3.1.1 Kommentarer FMS

En elev tycker att FMS är ett mycket bra komplement till träning i verkligt flygplan.

”Cirka tre pass i veckan i FMS som förberedelse inför moment under verklig flygning gör övningsutbytet bättre”.

En elev menar att det är bra att övningarna i FMS är upplagda som riktiga flygpass och att realismen i FMS ger bra förberedelse inför flygning.

En elev påpekar fördelarna med den höga realismen, vilket gör att träningen känns väldigt lik verklig flygning, vilket ger ett liknande mentalt tillstånd som under verklig flygning.

Exempel på moment som eleverna anser lämpliga i FMS är: nödträning och instrumentflygning. De anser dock att FMS är sämre för avancerad flygning och visuell flygning, exempelvis vid landning (de menar inte sämre än MMT, utan sämre jämfört med vad FMS är bäst lämpat till).

Två elever påpekar att FMS är bättre än MMT och att egeträning i FMS skulle vara uppskattat.

Två elever menar att tillgänglighet av både instruktör och ingenjör begränsar tillgängligheten. En elev påpekar också krav på att man använde viss utrustning och att det behövs en operatör gör att det blir lite omständligt att använda FMS jämfört med MMT.

Två elever påpekar att det varit problem med tekniken, vilket bl.a. gjort att träningspassen har dragit ut på tiden.

3.1.2 Kommentarer MMT

En elev menar att MMT är bra för att träna olika moment, medan schemalagd träning bör genomföras i FMS.

En elev kommenterar att det även i fortsättningen bör vara fritt att öva på egen hand i MMT. En annan elev påpekar värdet av tillgängligheten, och önskar att MMT även vore tillgänglig efter att simulatoringenjörerna gått hem för dagen.

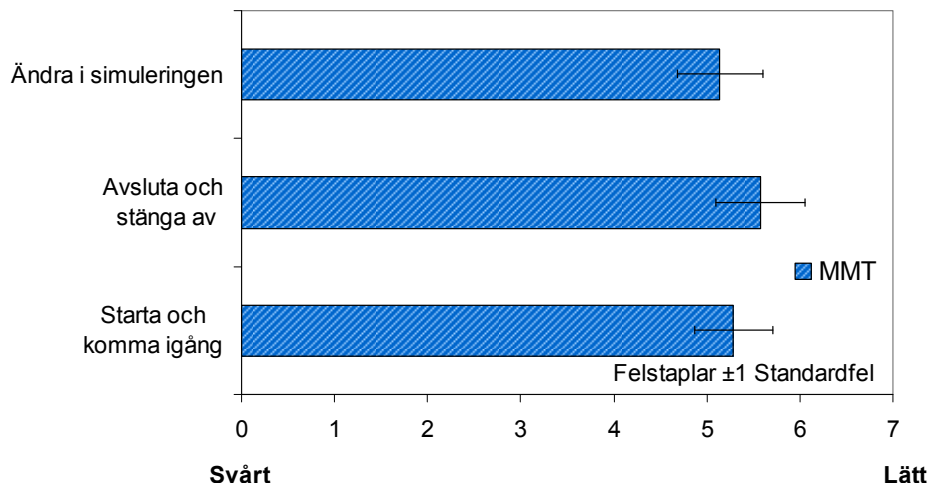
En elev menar att det kan vara svårt att ta sig tid, men att det är bra att kunna mängdträna själv.

Exempel på moment som eleverna skulle vilja träna mer i MMT är: mängdträning, instrumentflygning, ingångar i halvroll och systemhantering.

3.2 Användbarhet

Eleverna använder endast MMT på egen hand för egen träning, därför har de endast besvarat frågor om användbarhet för MMT.

Sju av eleverna angav att de själva handhar MMT under egen träning. De skattade användbarheten hos MMT vid egen träning hög för momenten att starta och komma igång, att avsluta och stänga av och för att ändra i simuleringen. Och skattningarna var på ungefär samma nivå för samtliga tre moment (Figur 3).



Figur 3. Elevernas skattningar av användbarhet av MMT avseende hur svårt/lätt olika moment är vid handhavandet av MMT vid egen träning.

3.2.1 Kommentarer MMT

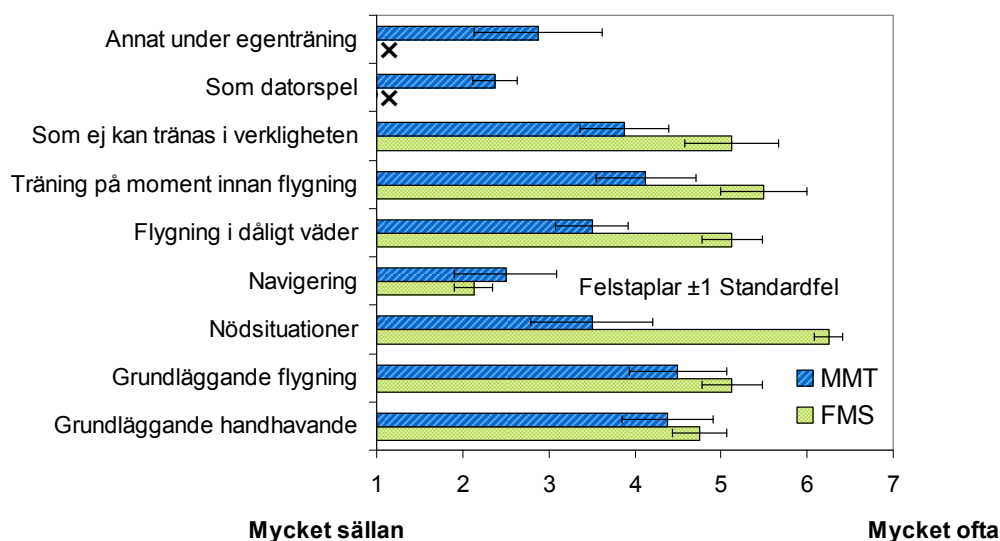
En elev påpekar att användbarheten är lite beroende på vilket skick de som tidigare använt simulatorn har lämnat den i. En annan elev påpekar att de inte har fått så mycket genomgång av hur man sätter upp olika scenarier.

3.3 Typ av användning

Om man jämför simulatorerna så var medelvärdet för skattningarna av hur mycket de olika momenten tränas signifikant högre i FMS jämfört med i MMT. För enskilda moment skattade eleverna signifikant mer träning i FMS på Nödsituationer, flygning i dåligt väder och träning på moment innan flygning. Den högre skattningen i FMS för sådant som ej kan tränas i verkligheten är inte statistiskt säkerställd (Figur 4).

För träning i FMS var skattningarna av navigering signifikant lägre än för samtliga övriga moment (dock endast tendens jämfört med sådant som inte kan tränas i verkligheten).

För träning i MMT var inte några skillnader mellan skattningarna av hur mycket de olika momenten tränas statistiskt säkerställda. Men deskriptivt så är skattningarna lägst för navigering, användning som datorspel och för annat under egen träning.



Figur 4. Elevernas skattningar av hur mycket de tränar på olika moment i simulatorerna. Kryss anger att FMS inte används för detta syfte.

3.3.1 Kommentarer FMS

På frågan om de brukar träna mycket på annat i FMS än det som efterfrågas i enkäten så nämner en elev lågfartsåtgärder.

Två elever kommenterar värdet av att FMS återspeglar verkligheten på ett bra sätt. En av dem påpekar värdet av träning på nödsituationer i en realistisk miljö.

3.3.2 Kommentarer MMT

På frågan om de brukar träna mycket på annat än det som efterfrågas i enkäten, så nämner en elev är det mycket träning på checklistor i början av Conversion Training. En annan elev nämner instrumentflygning.

Moment som eleverna nämner att de tränar på i MMT under egen träning är landning, halvroll, ingångar i halvroll, looping och speciella procedurer vid start.

En elev menar att det är bra att själv under egen träning få träna på det man för tillfället tycker är svårt. En annan elev påpekar att valmöjligheten är ett stort plus, vilket gör att man anpassar träningen efter sina egna behov.

3.4 Inläring i simulatorn

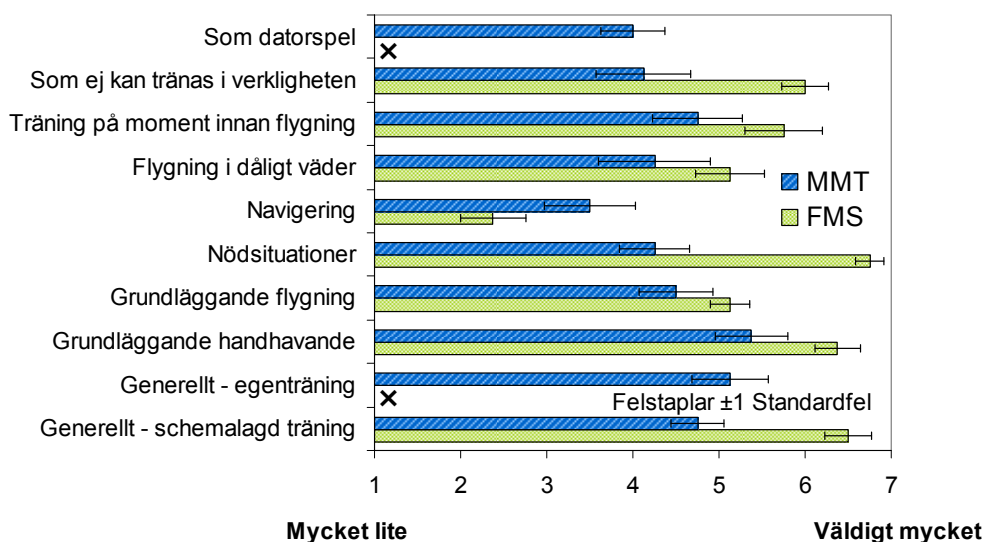
Frågor om generell inläring under egen träning och om inläring vid användning av simulatorn som datorspel besvarades endast av två elever i FMS. Frågor om dessa moment ingår därför inte i jämförelse av simulatorerna.

Medelvärdet för skattningarna hur mycket eleverna lärt sig i simulatorerna var signifikant högre i FMS jämfört med MMT. För enskilda moment var skattningarna av inläring i FMS signifikant högre för: generellt under schemalagd träning, grundläggande handhavande, nödsituationer och för sådant som inte kan tränas i verkligheten. Övriga skillnader var inte signifikanta. Deskriptivt var dock skattningarna även något högre för

träning på flygning i dåligt väder och på moment innan flygning (detta var alltså inte statistiskt säkerställt) (Figur 5).

Skattningarna av inläring i FMS var signifikant lägre för navigering jämfört med samtliga andra moment. Dessutom skattades inläring på träning av nödsituationer signifikant högre än för grundläggande flygning och flygning i dåligt väder. Övriga skillnader var inte signifikanta. Deskriptivt kan sägas att skattningarna var höga för samtliga moment utom navigering.

Det fanns inte några signifikanta skillnader mellan skattningarna av inläring under de olika momenten i MMT, och dessa låg på medelhög nivå, utom navigering som hade något lägre skattningar (dock ej signifikant). Skattningarna av hur mycket eleverna lärde sig i MMT under schemalagd träning och under egen träning låg alltså på ungefär samma nivå som för övriga moment.



Figur 5. Elevernas skattningar av hur mycket de har lärt sig av att träna på olika moment i simulatorerna. Kryss anger att frågan inte besvarats för FMS.

3.4.1 Kommentarer FMS

En elev menar att FMS är perfekt för mängdträning av instrument och system och för nödräning. Han menar att FMS ger ett verkligt intryck vilket bidrar mycket positivt till upplevelsen. Han menar att det inte går att ersätta FMS med riktig flygning, men att det är ett mycket bra komplement.

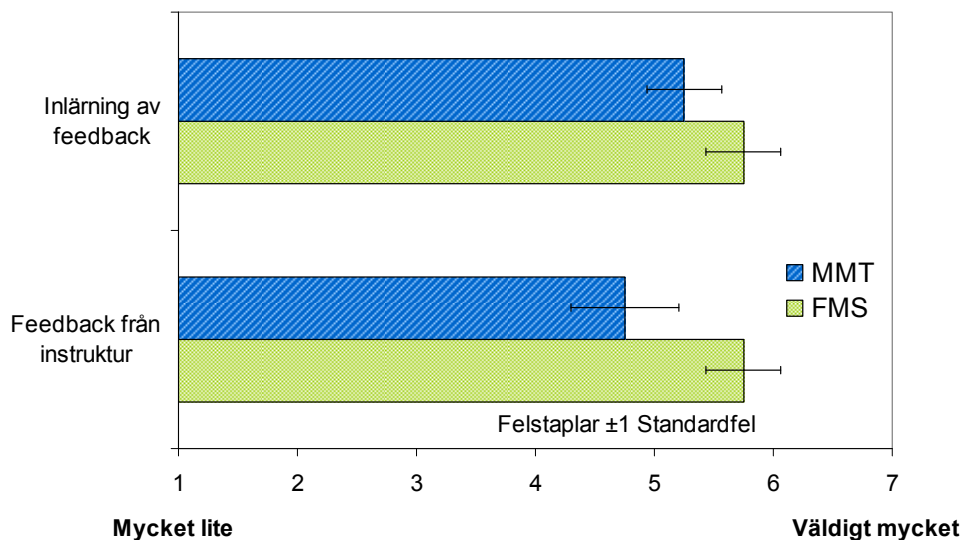
3.4.2 Kommentarer MMT

En elev kommenterar att han säkert skulle lära sig en del om han använde MMT som ett datorspel, men att han inte skulle lära sig lika snabbt och "rätt" (denna deltagare har dock skattat en 5:a på inläring vid användning av MMT som datorspel, och en 3:a på frågan om hur mycket han använder MMT som datorspel).

3.5 Feedback

Det fanns inte några signifikanta skillnader mellan skattningarna av hur mycket feedback eleverna får under träning med simulatorerna och hur mycket de anser att de lär sig av denna feedback. Det fanns dock en svag tendens till högre skattningar av hur mycket feedback de får i FMS jämfört med MMT (dvs. inte statistiskt säkerställt). Här bör man dock beakta att eleverna har egen träning utan instruktörer i MMT och därför kan ha vägt

in detta i sina svar. Framförallt var elevernas skattningar av hur mycket feedback de får och hur mycket de lär sig av feedback höga för båda simulatorerna (Figur 6).



Figur 6. Elevernas skattningar av hur mycket feedback de får efter träning i simulatorerna och hur mycket de anser sig att de lär sig av denna feedback.

3.5.1 Kommentarerer FMS

Eleverna har inte några kommentarer om feedback.

3.5.2 Kommentarerer MMT

Eleverna har inte några kommentarer om feedback.

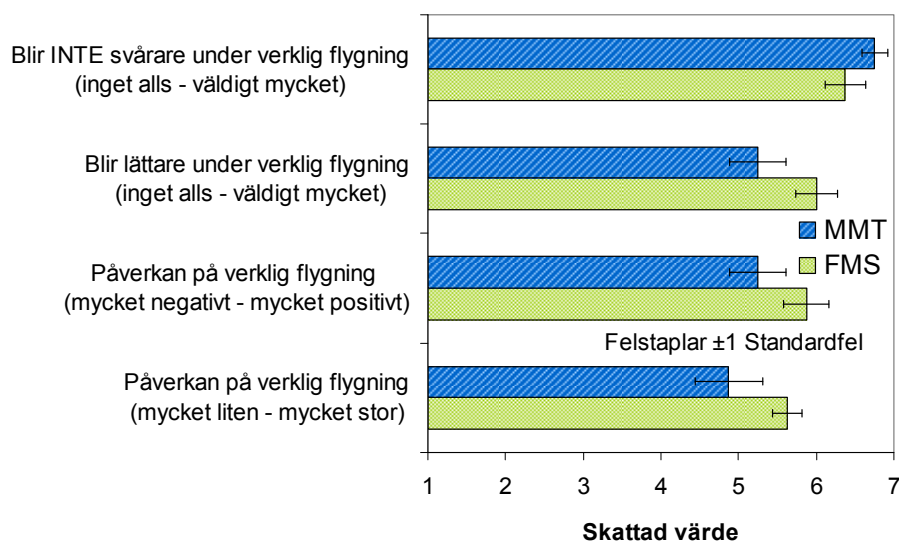
3.6 Påverkan på verklig flygning

Observera att skalan har vänts för frågan som i Figur 7 formulerats ”Blir INTE svårare under verklig flygning”. Dvs. en hög skattning innebär att det inte är något som efter träning i simulatorm som blir svårare under verklig flygning.

Medelvärdet av skattningarna av hur träningen i simulatorm påverkar verklig flygning var signifikant högre för FMS. För enskilda frågor var skattningarna för FMS högre för ”hur stor påverkan simulatorträningen har på verklig flygning” och ”att det blir lättare under verklig flygning efter träning i simulatorm” och tendens till högre skattningar för ”hur positivt träningen i simulatorm påverkar verklig flygning” (Figur 7).

För MMT var skattningarna av ”att det INTE är något som blir svårare under verklig flygning efter träning i simulatorm” signifikant högre än för samliga andra frågor. För FMS var det inte några signifikanta skillnader mellan skattningarna.

För båda simulatorerna var skattningarna hur simulatorträningen påverkar verklig flygning höga.



Figur 7. Elevernas skattningar av hur träning i simulatorerna påverkar verklig flygning (OBS vänd skala för frågan om det INTE är något som blir svårare under verklig flygning efter träning i simulatorn).

3.6.1 Kommentarer FMS

På frågan om det finns något som blir lättare i verkligheten efter träning i FMS anger eleverna följande: Två elever kommenterar att träningen ger vana av att hantera flygmaskinen, och ju mer vana man får ju mer resurser får man över till att hantera andra faktorer. Två elever kommenterar träning på instrumentflygning, vilket är väldigt verklighetstrogen i FMS. Två elever nämner nödräning och felhantering. Flera elever kommenterar att träningen i FMS gör att det blir allmänt lättare under verklig flygning

På frågan om det finns något som blir svårare i verkligheten efter träning i FMS så nämner två elever landning. En av dem menar att FMS ger "överkliga" synintryck vid visuella landningsvarv. En av dem menar att det kanske inte blir svårare, men att det är annorlunda, och enligt en annan elev att man får passa sig så att man inte lär in felaktiga beteenden i FMS.

3.6.2 Kommentarer MMT

Exempel på sådant som eleverna anser blir lättare i verkligheten efter träning i MMT är manövrering, instrumentflygning, checklistor, allmänt handhavande, systemhantering, användning av knappar och instrumentering. En elev påpekar att handhavande och manövrering blir lättare genom mängdträning. En elev påpekar att det som man övar på är likt verkligheten även om det är ett steg ifrån FMS.

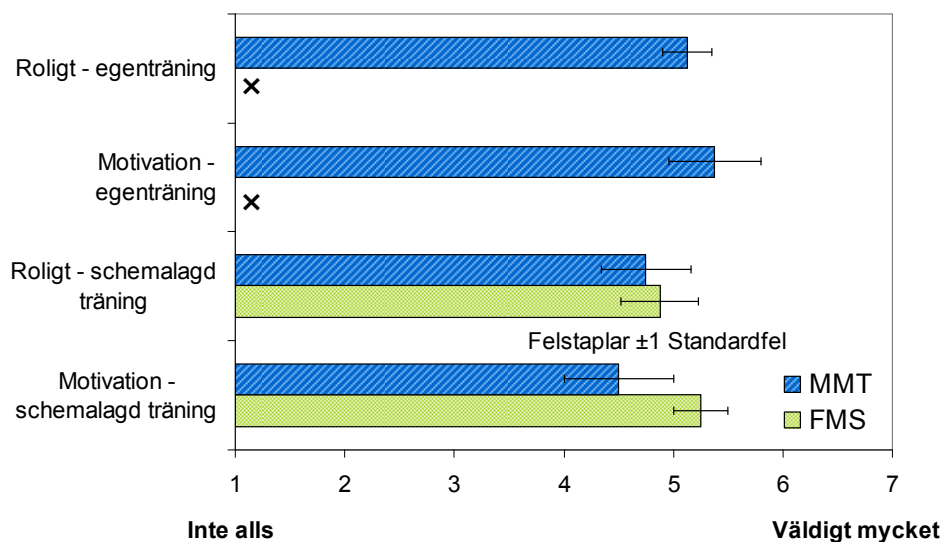
Exempel på sådant som eleverna anser blir svårare i verkligheten efter träning i MMT är landning, eftersom det inte känns speciellt verkligt i MMT. Här kommenteras också vädrets påverkan vid landning.

3.7 Motivation – roligt

Det var inga signifikanta skillnader mellan skattningarna av hur motiverande och roligt eleverna tyckte att träningen var i simulatorerna. Deskriptivt var dock motivationen något högre i FMS jämfört med MMT (dvs. inte statistiskt säkerställt) (Figur 8).

Deskriptivt kan också sägas att motivation i MMT skattades något högre under egen träning jämfört med under schemalagd träning (dvs. inte statistiskt säkerställt).

Överlag var dock skattningarna för hur motiverande och roligt träningen upplevs relativt höga i båda simulatorerna.



Figur 8. Elevernas skattningar av hur motiverande och roligt de upplever träningen i simulatorerna. Kryss anger att frågan ej ställts om FMS.

3.7.1 Kommentarer FMS

En elev menar att det är viktigt att träningen är så motiverande och rolig som möjligt, eftersom man lär sig mer då. Men han menar att det går att lära sig ändå och att det viktigaste är att realismen är så hög som möjligt, vilket han anser den är i FMS.

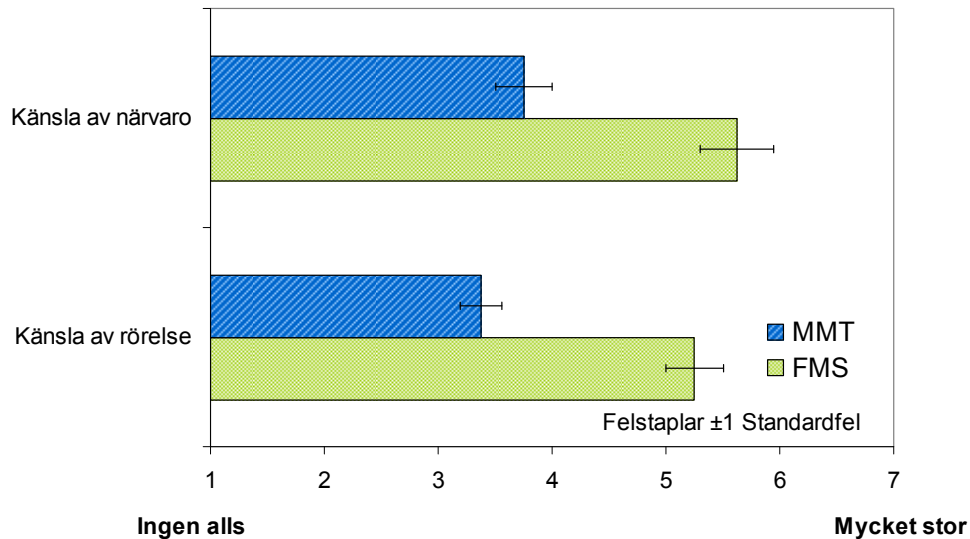
En elev menar att det är en nackdel att man måste byta om till full utrustning innan passet.

3.7.2 Kommentarer MMT

En elev kommenterar att det i MMT inte känns som att man sitter i flygplanet, vilket ger en lägre stressnivå och att det därför blir för lätt, till skillnad från FMS. En annan elev påpekar att frivillighet och tillgängligheten är något som är bra med MMT.

3.8 Närvarokänsla

Både känslan av rörelse och närvaro skattades hög för FMS, medan dessa skattningar låg under medel på skalan för MMT. Dessa skillnader var statistiskt signifikanta (Figur 9).



Figur 9. Elevernas skattningar av känsla av rörelse och närvaro under träning i simulatorerna.

3.8.1 Kommentarer FMS

En elev påpekar att G-byxorna blåser upp är positivt för känslan av närvaro. Två elever påpekar också att avsaknaden av G-belastning minskar känslan av närvaro något.

3.8.2 Kommentarer MMT

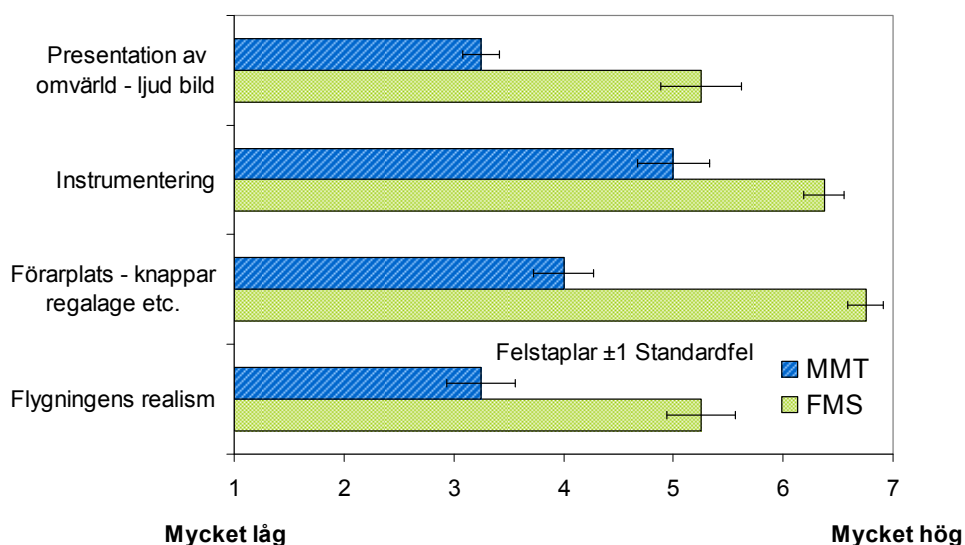
Eleverna har inte några kommentarer om närvarokänslan i MMT.

3.9 Fidelity (realism)

Skattningarna av fidelity var signifikant högre för FMS jämfört med MMT för samtliga typer av fidelity (Figur 10).

Skattningarna av fidelity i FMS var signifikant högre för både förarplatsens och instrumenterings realism jämfört med flygningens realism och tendens till högre skattningar jämfört med omvärldspresentationens realism.

Skattningarna av fidelity i MMT var signifikant högre för instrumenterings realism jämfört med omvärldspresentationens realism och tendens till högre skattningar jämfört med flygningens realism.



Figur 10. Elevernas skattningar av simulatorernas fidelity (realism).

3.9.1 Kommentarer FMS

En elev kommenterar att Standby-instrumentens avdrivning och fel skiljer sig lite från det verkliga flygplanet. Två elever menar att det enda de saknar är g-krafterna och en av dem nämner också avsaknad av vibrationer vid belastning.

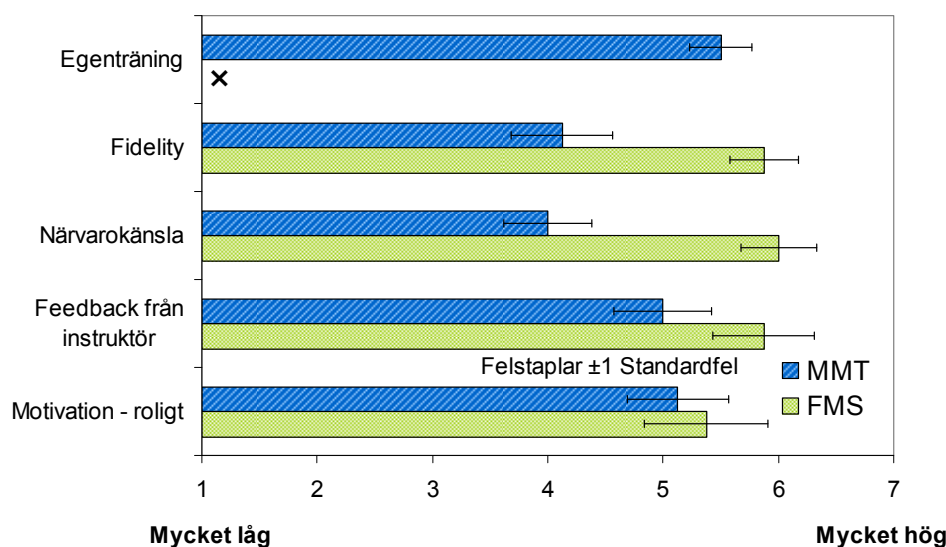
3.9.2 Kommentarer MMT

Eleverna har inte några kommentarer om realismen i MMT.

3.10 Vikten av fem faktorer för inläring i simulatorn

Vikten av närvarokänsla och fidelity för inläring var signifikant högre skattad i FMS än i MMT. Det var också tendens till högre skattad vikt i MMT avseende feedback från instruktören för inläring (Figur 11).

Det var inte några signifikanta skillnader mellan frågorna, men deskriptivt är skattningarna av vikten för inläring i MMT högst för egen träning, följt av motivation – roligt och feedback från instruktör (dvs. ej statistiskt signifikant).



Figur 11. Elevernas skattningar av hur viktiga olika faktorer är för inläring under träning i simulatorerna.

3.11 Sammanfattning – begrepp för simulatorträning

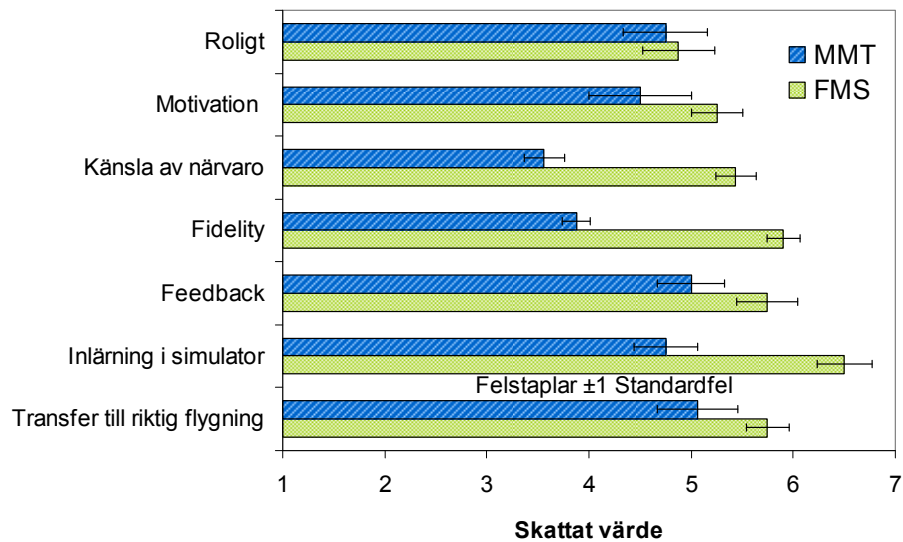
Med utgångspunkt från de begrepp som i inledningen diskuterats som viktiga för simulatorträning gjordes en sammanfattande jämförelse mellan simulatorerna. Observera att skattningarna av inläring, feedback, motivation och roligt i MMT avser schemalagd träning (feedback gavs endast under schemalagd träning). Att inkludera skattningar för egen träning ansågs inte rättvisande för jämförelse mellan simulatorerna. För utförlig beskrivning av vilka bakomliggande frågor som använts för respektive begrepp, se Appendix A12.

Medelvärdet av skattningarna av begreppen för simulatorträning var signifikant högre i FMS jämfört med MMT. För enskilda frågor var skattningarna i FMS signifikant högre för transfer till riktig flygning, inläring i simulatorn, fidelity och känslan av närvaro under simuleringen (Figur 12).

För de sammanvägda skattningarna av båda simulatorerna så finns det tendens till högre skattningar för inläring och fidelity jämfört med närvarokänsla under simuleringen.

När det gäller skillnader mellan begreppen för respektive simulator så var för MMT skattningarna av feedback signifikant högre jämfört med känslan av närvaro under simuleringen; samt för FMS tendens till högre skattningar av inläring i simulatorn jämfört med motivation.

Observera att skattningarna av MMT är högre när det gäller egen träning, jämfört med de värden som redovisas i Figur 12 som gäller schemalagd träning. Detta gäller inläring i simulatorn (se Figur 5, sid.17), samt hur motiverande och rolig de upplever träningen (se Figur 8, sid.20). Detta påverkar dock inte några statistiska signifikanser, men deskriptivt ligger skattningarna av motivation under egen träning i MMT på samma nivå som för schemalagd träning i FMS. När det gäller inläring i simulatorn är skattningarna av schemalagd träning i FMS även signifikant högre än för skattningarna av egen träning i MMT.



Figur 12. Elevernas skattningar av viktiga begrepp för simulatorträning. Observera att skattningar för MMT endast avser schemalagd träning.

4 Diskussion

Att eleverna till viss del hade hindrats att träna i FMS berodde på att det varit vissa problem med tekniken. Eleverna skulle relativt gärna vilja ha möjlighet till egen träning även i FMS, i synnerhet eftersom FMS enligt elevernas skattningar och kommentarer ger bättre träning än MMT. Men de tillägger att detta inte går eftersom denna simulator kräver närvaro av ingenjör.

Eleverna har knappt tre timmar schemalagd träningstid i FMS och drygt en timma i MMT per vecka och de tycker detta är lagom. De använder dessutom MMT ungefär en timma i veckan för egen träning, men skulle önska cirka tre timmar i veckan för egen träning.

Användbarheten för MMT när det gäller handhavande under egen träning, som att starta, stänga av och ändra i simuleringen, skattar eleverna som hög.

Eftersom eleverna har mer schemalagd träningstid i FMS än i MMT så tränar de i princip mer i FMS på samtliga moment som vi frågat om. De moment som de framförallt tränar mer på i FMS är: nödsituationer, flygning i dåligt väder, träning på moment innan flygning, och till viss del sådant som inte kan tränas i verkligheten. Dessutom nämner en elev träning på lågfartsåtgärder.

Under egen träning i MMT används simulatoren till viss del också som ett datorspel. Eleverna kommenterar fördelarna med att under egen träning kunna träna på det man tycker är svårt.

Feedback efter och under träning skattades högt i båda simulatorerna, men något högre i FMS – både hur mycket de lär sig av feedback och hur mycket feedback de får. Denna skillnad var dock inte statistiskt signifikant. Här bör man beakta att eleverna inte får feedback när de använder MMT för egen träning, vilket de kan ha vägt in i sina svar.

Generell inläring i simulatoren under schemalagd träning skattar eleverna relativt hög i MMT och mycket hög FMS. De enskilda moment som eleverna framförallt anser sig lära sig mer på i MMT under schemalagd träning är grundläggande handhavande, nödsituationer och sådant som inte kan tränas i verkligheten. Skattningarna av inläring under egen träning i MMT är relativt höga. Intressant är också att skattningarna av hur mycket man lär sig av att använda MMT som ett datorspel under egen träning är relativt höga.

Påverkan på verklig flygning (transfer av träning) skattades högt i båda simulatorerna, men något högre skattningar för FMS för frågorna om hur mycket träningen påverkar verklig flygning och för att det är något som blir lättare under flygning efter träning i simulatoren. Skillnaden är dock relativt liten jämfört med skillnaderna i skattningarna av inläring i simulatorerna. Det vill säga enligt skattningarna har träningen i MMT nästan lika stor effekt på förmåga och prestation under verklig flygning som träningen i FMS. Här bör man dock beakta att detta gäller det som eleverna har tränat på i respektive simulator. Vissa moment som eleverna tränar mycket på FMS, t.ex. nödräning och interaktion med vissa reglage går inte att träna i MMT eftersom denna simulator har lägre fidelity.

Positivt är att skattningarna från båda simulatorerna visar att det efter simulatorträning är mycket under verklig flygning som blir lättare, men däremot endast mycket lite som blir svårare. Det vill säga, skattningarna tyder på en klart positiv effekt av transfer av träning från simulator till verkligt flygplan. Det enda negativa som eleverna nämner är landning.

Hur motiverande och rolig som simulatorträningen upplevs skattades högt i båda simulatorerna, dock när det gäller schemalagd träning något högre i FMS. När det gäller egen träning utanför schemalagd tid var däremot skattningarna något högre för MMT än för FMS. Dessa skillnader var dock små och inte statistiskt säkerställda, men styrker ändå elevernas positiva syn på möjligheten till egen träning i MMT.

Både närvarokänsla under simulering och fidelity skattades högre i FMS än i MMT. Detta gäller för samtliga typer av fidelity. Eleverna kommentar också att realismen i FMS är mycket hög och att detta är något som är viktigt för träningen.

Eleverna fick skatta vikten av fem olika faktorer var för inläring i simulatorm. De skattade överlag vikten av dessa faktorer som högre i FMS, framförallt för fidelity och närvarokänsla. Detta lämnar dock visst utrymme för tolkning. Troligen avspeglar de högre skattningarna för FMS det faktum att simulatorm har hög fidelity och närvarokänsla och de anser att detta är viktigt, vilket också avspeglas i deras svar på de öppna frågorna. De menar troligtvis inte att det är mindre viktigt med fidelity och närvarokänsla i MMT för inläring, utan sannolikt att den fidelity och närvarokänsla som finns i MMT är lägre och därför är av mindre vikt. Intressant är att eleverna skattade vikten av egen träning i MMT för inläring som hög.

Sammanfattningsvis är skattningarna av de olika begreppen för simulatorträning högre i FMS än i MMT. Detta gäller främst närvarokänsla, fidelity, inläring i simulatorm och simulatorträningens påverkan på verklig flygning. Som redan nämnts var skillnaden mellan simulatorerna av påverkan på verklig flygning inte speciellt stor, medan skillnaden av inläring i simulatorm fidelity och närvarokänsla var betydligt större. Detta tyder på att effekten på verklig flygning är god efter träning i båda simulatorerna, trots lägre realism i MMT.

5 Slutsatser

- Egenträning i MMT är uppskattat – och anses bidra till inläring i simulatorn.
- Om det vore möjligt skulle eleverna även vilja ha egenträning i FMS.
- Eleverna anser sig ha lagom mycket träning under schemalagd tid i båda simulatorerna, men skulle vilja ha mer tid för egenträning i MMT.
- Träning i båda simulatorerna anses motiverande och rolig.
- Eleverna har mer schemalagd träning i FMS – främst på nödsituationer, flygning i dåligt väder, träning på moment innan flygning, och till viss del sådant som inte kan tränas under verklig flygning.
- Fidelity och närvarokänsla är högre i FMS. Eleverna påpekar också fördelarna med att träning i FMS är mycket lik verklig flygning.
- Inläring under träning skattas relativt hög i MMT och mycket hög i FMS. De moment som framförallt skattas högre i FMS är träning på grundläggande handhavande, nödsituationer och sådant som inte kan tränas under verklig flygning.
- Under egenträning används MMT till viss del som datorspel – inläring under denna användning skattas som relativt hög.
- Simulatorträningens påverkan på verklig flygning efter träning skattas hög i båda simulatorerna, men något högre i FMS. Dvs. trots att inläring skattas betydligt högre i FMS anses skillnaden i påverkan på verklig flygning inte speciellt stor.

6 Referenser

- Alessi, S. M. (1988). Fidelity in the design of instructional simulation. *Journal of computer-based instruction*, 15(2), 40-47.
- Borgvall, J., Castor, M., Nählinder, S., Oskarsson, P.-A., & Svensson, E. (2007). *Transfer of training in military aviation* (No. FOI-R--2378--SE). Linköping: Swedish Defence Research Agency.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum Press.
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskel, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33(4), 441-467.
- Nählinder S. (2009). *Flight Simulator Training: Assessing the Potential*. [Thesis]. Linköping: Linköping University Electronic Press. Linköping Studies in Science and Technology. Dissertations, 1250.
- Nählinder, S., & Oskarsson, P.-A. (2007). *Learning from computer games* (No. FOI-R--2396--SE). Linköping: Swedish Defence Research Agency.
- Nählinder, S., Oskarsson, P.-A., Lindahl, B., Hedström, J., & Berggren, P. (2009). *Effects of simulator training - motivating factors* (No. FOI-R--2926--SE). Linköping: Swedish Defence Research Agency, FOI.
- Oskarsson, P.-A., Nählinder, S., & Berggren, P. (2010). Transfer of training from simulator to aircraft - the usefulness of embedded training tools. In D. de Ward, A. Axelsson, M. Berglund, B. Peters & C. Weikert (Eds.), *Human Factors: A system view of human, technology and organization* (pp. 327-335). Maastricht, the Netherlands: Shaker Publishing.
- Oskarsson, P.-A., Nählinder, S., & Svensson, E. (2010). A meta study of transfer of training. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 54th Annual Meeting, San Francisco, CA* (pp. 2422-2426). Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society.
- Oskarsson, P.-A. (2010). *Training in the CV90 Simulator* (No. FOI-R--3145--SE). Linköping: FOI (Totalförsvarets Forskningsinstitut).
- Stanton, N. (1996). Simulators: a review of research and practice. In N. Stanton (Ed.), *Human factors in nuclear safety* (pp. 117-140). London: Taylor & Frances.
- Wiese, E. E., Freeman, J., Salter, W. J., Stelzer, E. M., & Jackson, C. (2008). Distributed after-action review for simulation-based training. In D. A. Vincenzi & J. A. Wise & M. Moulana & P. A. Hancock (Eds.), *Human factors in simulation and training* (pp. 287-299). Boca Raton, FL: CRC Press.

Appendix A. Redovisning av statistisk analys

Resultaten från enkäten har analyserats med ANOVA (variationsanalys). För varje kategori av frågor har en gemensam analys gjorts. För begrepp där samma frågor ställts om båda simulatorerna har 2-vägs inomgruppsdesign använts, simulator (FMS, MMT) × enkätfrågor för respektive begrepp. I de fall det finns frågor som endast ställts om MMT har tvåvägs variationsanalys använts för dessa frågor. För vissa frågor som handlar om typ av träning vid MMT har 2-vägs inomgruppsdesign använts, typ av träning (schemalagd, icke schemalagd) × enkätfrågor.

Eftersom det var inomgruppsdesign så har samtliga variationsanalyser gjorts med upprepad mätning. Vid brott mot sfäriskhet redovisas Greenhouse Geisser korrigerat p -värde, (indikerat med ^G). Samtliga post hoc test har gjorts med Sidaks metod för korrigering.

För att en hög skattning alltid ska innebära något positivt har före analys skalan vänts på två där ett högt värde innebar något negativt. Dvs. skattad 1:a har kodats om till 7:a, skattad 2:a har kodats om till 6:a och skattad 3:a har kodats om till 5:a och tvärtom. Ordet INTE med stora bokstäver har i dessa fall satts in i formuleringarna för att markera att skalan har vänts. Det är för följande två frågor som skalan har vänts:

- Frågan ”Har du hindrats att träna pga. tekniska fel etc.?” har omkodats och formuleras i denna rapport som ”Har du INTE hindrats att träna pga. tekniska fel etc.?”
- Frågan ”Är det något i verkligheten som blir svårare efter träning i simulatort?” har omkodats och formuleras i denna rapport som ”Blir INTE svårare under verklig flygning”

För att underlätta läsningen av Appendix och tolkning av data återges samtliga figurer från rapportens resultatdel, med samma numrering, i Appendix

A1. Användning och tillgänglighet

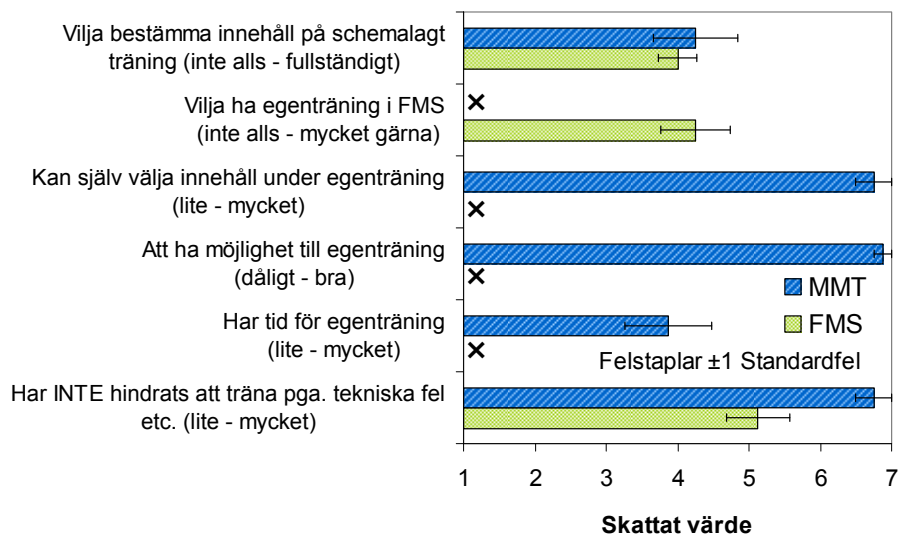
Frågorna om eleverna har tid för egen träning, om de tycker det är bra med egen träning och om de själva kan välja innehåll under egen träning har endast ställts om MMT. Frågan om de skulle vilja ha egen träning har endast ställts om FMS.

Statistisk analys för att jämföra simulatorerna var därför endast relevant för frågan om de INTE hindrats att träna pga. tekniska fel och för frågan om de själva skulle vilja bestämma innehåll på schemalagd träning. Eftersom frågorna handlade om helt olika begrepp gjordes en separat envägs variansanalys för jämförelse mellan simulatorerna för respektive fråga.

Envägs variansanalys för jämförelse av skattningarna av frågorna om MMT var inte relevant pga. av att det var relativt olika begrepp som efterfrågades i respektive fråga.

För frågan om eleverna INTE hindrats träna pga. tekniska fel etc. visade variansanalysen signifikant skillnad mellan simulatorerna, $F(1, 7) = 25,2; p < 0,01$. Dvs. det var signifikant vanligare att eleverna INTE hade hindrats att träna i MMT (Figur 1).

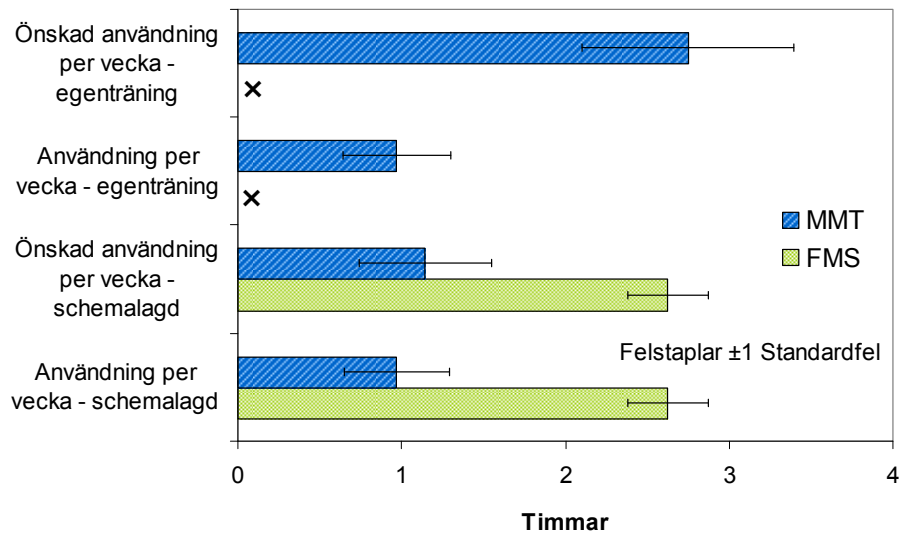
För frågan om de själva skulle vilja bestämma innehållet på schemalagd träning visade variansanalysen inte någon signifikant skillnad mellan simulatorerna.



Figur 1. Elevernas skattningar av om de inte har hindrats att träna pga. tekniska fel etc. (vänd skala), om egen träning och om de önskar välja innehåll under schemalagd träning. Kryss anger att frågan inte ställts om respektive simulator.

För att jämföra hur mycket tid eleverna tränade och hur mycket de önskade träna i simulatorerna användes tvåvägs variansanalys (2 simulatorer \times 2 frågor). Variansanalysen visade signifikant huvudeffekt av simulator, $F(1, 7) = 31,1$; $p < 0,01$. Dvs. skattningarna för FMS var signifikant högre än för MMT. Inga andra skillnader var signifikanta (Figur 2)

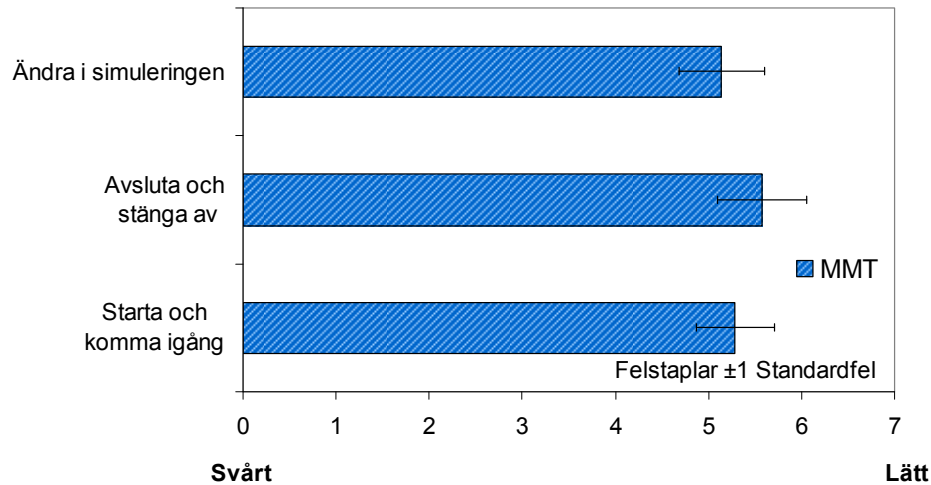
För att jämföra hur mycket eleverna använde MMT för egen träning med hur mycket de önskade använda den för egen träning användes envägs variansanalys. Variansanalysen visade signifikant skillnad mellan tid för egen träning i simulatorn och önskad tid, $F(1, 7) = 12,1$; $p < 0,05$. Dvs. eleverna önskade mer tid för egen träning i MMT än vad de har (Figur 2).



Figur 2. Elevernas skattningar av hur mycket de använder simulatorerna per vecka, och hur mycket de önskar att använda dem per vecka. Kryss anger att frågan inte ställts om FMS.

A2. Användbarhet

Sju av eleverna angav att de själva handhar MMT under egen träning. För att jämföra deras skattningar på frågorna om användbarheten hos MMT under egen träning mellan de tre momenten, ”starta och komma igång”, ”avsluta och stänga av”, och ”ändra i simuleringen” användes envägs variansanalys. Variansanalysen visade inte någon signifikant skillnad mellan momenten (Figur 3).



Figur 3. Elevernas skattningar av användbarhet av MMT avseende hur svårt/lätt olika moment är vid handhavandet av MMT vid egen träning.

A3. Typ av användning

Frågan om simulatoren används som ett datorspel kunde inte tas med i analysen av jämförelse mellan simulatorerna, eftersom samtliga elever hade svarat en 1:a för FMS, vilket innebär att FMS inte används för detta syfte, och att det inte fanns någon varians för detta svar. Frågan om eleverna tränar på andra saker under egen träning ställdes enbart om MMT och kunde därför inte heller tas med i analysen (för frågor, se Figur 4).

För analys av resterande moment användes tvåvägs variansanalys (2 simulatorer \times 7 moment). Variansanalysen visade signifikant huvudeffekt av simulator, $F(1, 7) = 10,5$; $p < 0,05$; signifikant huvudeffekt av tränat moment, $F(6, 42) = 8,4$; $p < 0,001$; och signifikant interaktionseffekt mellan simulator och tränat moment, $F(6, 42) = 3,0$; $p < 0,05$.

Huvudeffekten av simulator berodde på signifikant högre skattningar av användning för de olika momenten i FMS ($4,9 \pm 0,2$) jämfört med MMT ($3,8 \pm 0,3$).

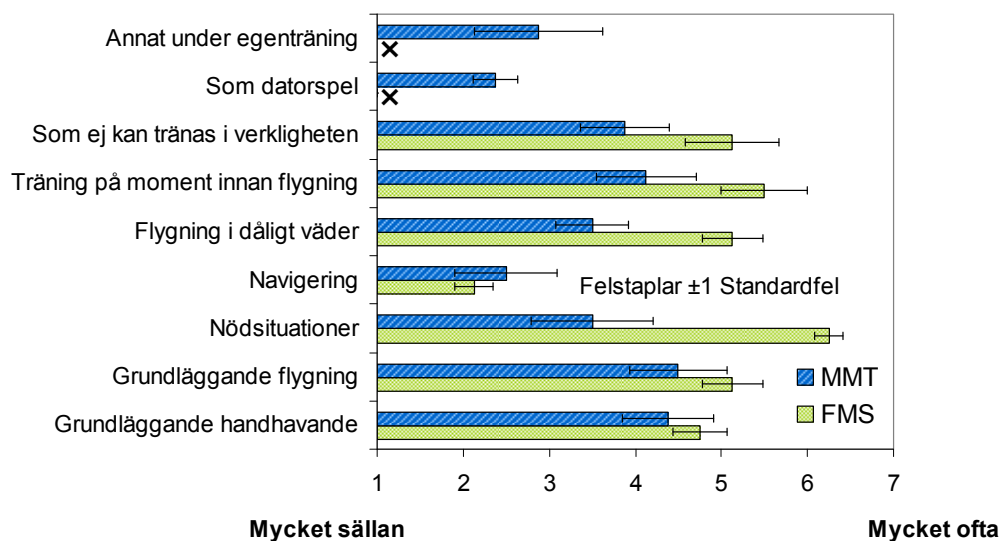
Post hoc testning visade signifikant högre skattad träning i FMS jämfört med MMT för följande moment: nödsituationer, flygning i dåligt väder och träning av moment innan flygning. Skillnaden mellan simulatorerna för träning av sådant som inte kan tränas i verkligheten var inte signifikant.

Post hoc testning visade att huvudeffekten av moment berodde på signifikant lägre skattningar av navigering jämfört med samtliga övriga moment ($p < 0,05$), utom för grundläggande flygning ($p = 0,051$) och flygning i dåligt väder ($p = 0,056$) där det endast fanns stark tendens till skillnad (Figur 4). Detta förklaras i princip av resultaten från FMS.

Post hoc testning av hur mycket momenten tränades i FMS visade signifikant lägre skattning av Navigering jämfört med samtliga andra moment ($p < 0,05$), utom jämfört med sådant som ej kan tränas i verkligheten där det endast var en stark tendens till skillnad ($p = 0,052$).

Post hoc testning av hur mycket momenten tränades i MMT visade inte några signifikanta skillnader

En envägs variansanalys gjordes även av hur mycket momenten tränades i MMT, med momenten användning som datorspel och andra moment under egen träning inkluderade. Variansanalysen visade endast tendens till skillnad mellan momenten, $F(8, 56) = 2,66$; $p = 0,063$ ^G. (signifikant före Greenhouse Geisser korrigerings). Post hoc testning visade dock inte några signifikanta skillnader mellan momenten.



Figur 4. Elevernas skattningar av hur mycket de tränar på olika moment i simulatorerna, kryss innebär att FMS inte används för detta syfte.

A4. Inläring i simulatorn

Frågan om generell inläring under egen träning ställdes inte om FMS och frågan om inläring vid användning som datorspel besvarades endast av 2 elever för FMS (för frågor se Figur 5). Dessa frågor kunde därför inte användas vid jämförelse mellan simulatorerna. Dvs. analys av inläring gjordes för resterande åtta tränade moment. Analysen gjordes med tvåvägs variansanalys (2 simulatorer \times 8 moment).

Variansanalysen visade signifikant huvudeffekt av simulator, $F(1, 7) = 12,89$; $p < 0,01$; signifikant huvudeffekt av tränat moment, $F(7, 49) = 13,55$; $p < 0,001$ och signifikant interaktionseffekt mellan simulator och tränat moment, $F(7, 49) = 5,08$; $p < 0,001$.

Huvudeffekten av simulator berodde på signifikant högre skattad inläring i FMS ($5,5 \pm 0,2$) jämfört med MMT ($4,4 \pm 0,3$).

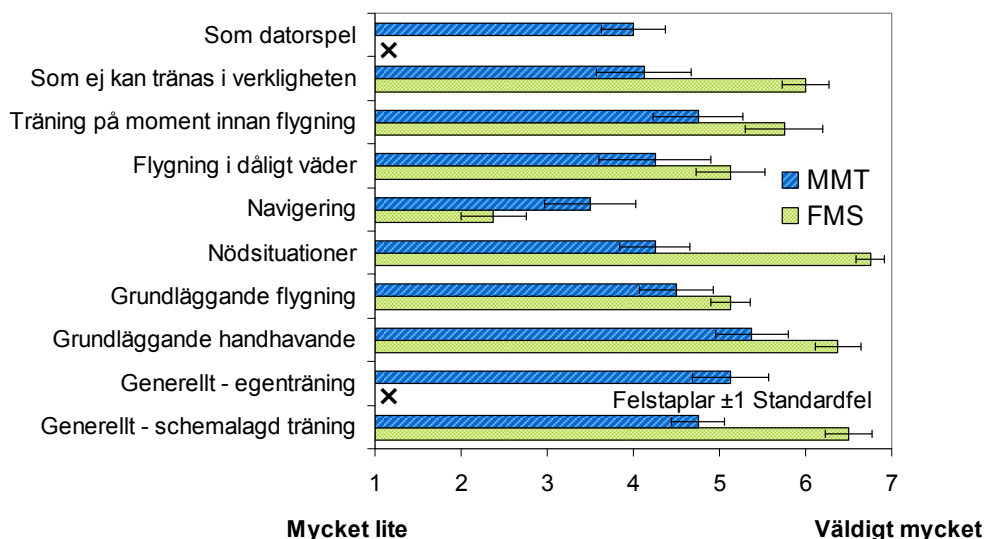
Post hoc test visade signifikant högre inläring i FMS jämfört med MMT för följande moment: generellt under schemalagd träning, grundläggande handhavande, nödsituationer och sådant som inte kan tränas i verkligheten. Övriga skillnader var inte signifikanta (Figur 5).

Huvudeffekten av tränat moment förklaras av post hoc testet för FMS.

Post hoc test av de olika momenten i FMS visade signifikant lägre skattad inläring för navigering jämfört med samtliga andra moment ($p < 0,05$), samt signifikant högre skattad inläring av nödsituationer jämfört med ”grundläggande flygning” och ”flygning i dåligt väder” ($p < 0,05$). Övriga skillnader var inte signifikanta.

Post hoc test av de olika momenten i MMT visade inte några signifikanta skillnader.

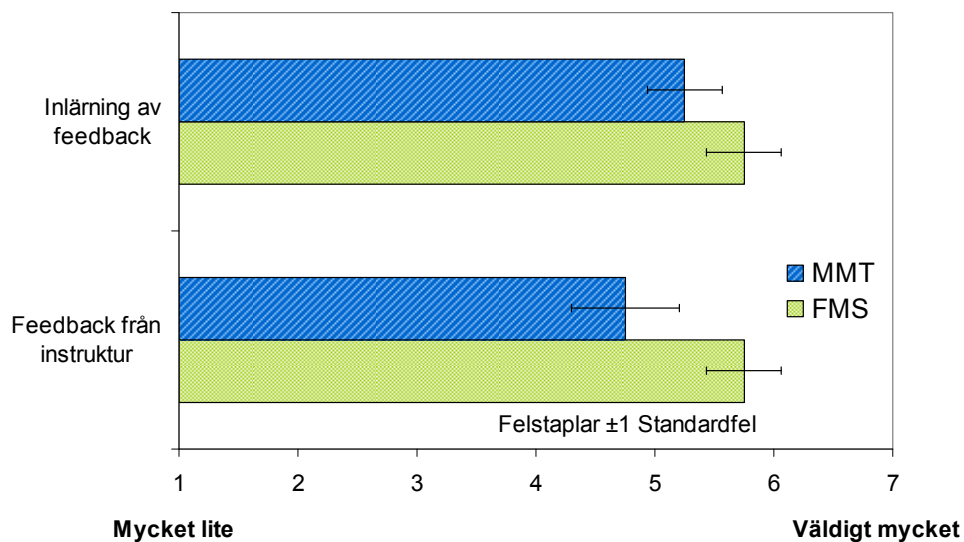
Separat analys av skattningarna av inläring vid MMT gjordes med frågorna om inläring vid användning som datorspel och generellt under egen träning inkluderade. Efter Greenhouse Geisser korrigering för brott mot sfäriskhet visade variansanalysen visade inte någon signifikant skillnad mellan momenten. Post hoc test visade heller inte några signifikanta skillnader mellan momenten.



Figur 5. Elevernas skattningar av hur mycket de har lärt sig av att träna på olika moment i simulatorerna. Kryss anger att frågan inte besvarats för FMS.

A5. Feedback

Skattningarna av hur mycket feedback eleverna ansåg att de får från instruktörerna och hur mycket de anser att de lär sig av denna feedback analyserades med tvåvägs variansanalys (2 simulatorer \times 2 frågor). Variansanalysen visade inte några signifikanta effekter. Post hoc test visade dock en svag tendens till högre skattningar av FMS jämfört med MMT av hur mycket feedback eleverna fick ($p = 0.104$). Detta resultat bekräftades också av en envägs variansanalys för denna fråga, $F(1, 7) = 3,50$; $p = 0,104$. Dvs. även här en svag effekt. (Figur 6).



Figur 6. Elevernas skattningar av hur mycket feedback de får efter träning i simulatorerna och hur mycket de anser sig att de lär sig av denna feedback.

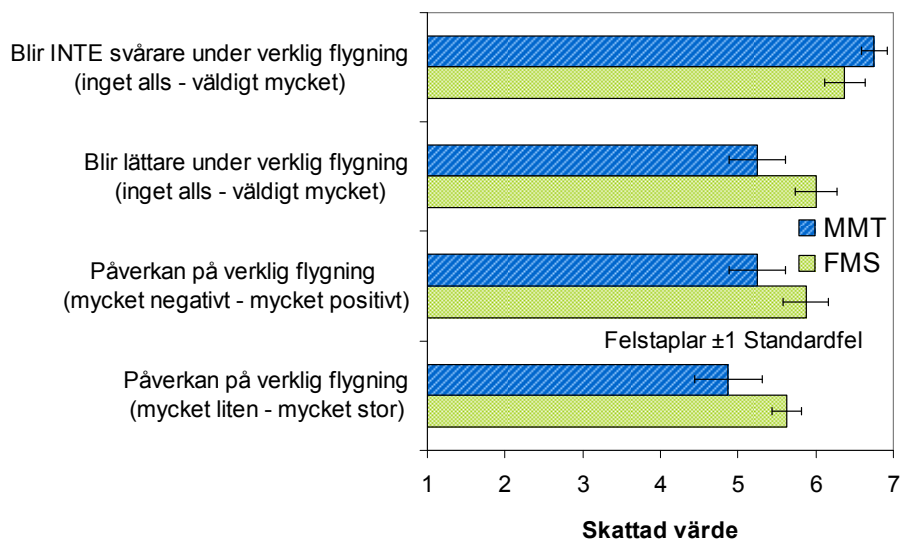
A6. Påverkan på verklig flygning

Observera att skalan har vänts för frågan som i figuren formulerats ”Blir INTE svårare under verklig flygning”. Dvs. en hög skattning innebär att det inte är mycket som blir svårare (se Figur 7).

Frågorna om hur träningen i simulatorerna påverkar verklig flygning analyserades med tvåvägs variansanalys (2 simulatorer \times 4 frågor). Variansanalysen visade signifikant huvudeffekt av fråga, $F(3, 21) = 7,12$; $p < 0,01$ och signifikant interaktionseffekt mellan simulator och fråga, $F(1, 7) = 5,62$; $p < 0,01$. Det fanns inte någon signifikant huvudeffekt av simulator.

Huvudeffekten av fråga berodde på signifikant högre skattningar för FMS. Post hoc test mellan simulatorerna för enskilda frågor visade signifikant högre skattningar för FMS jämfört med MMT för ”hur stor påverkan träningen har på verklig flygning” och för ”att det är något blir lättare under verklig flygning efter träning i simulatorn” ($p < 0,05$), samt svag tendens till högre skattning av hur ”positivt träningen i simulatorn påverkar verklig flygning” ($p = .095$) (Figur 7).

Huvudeffekten av fråga förklaras helt av skattningarna av MMT. Post hoc test av skattningarna av MMT visar signifikant högre värden för ”att det INTE är något efter träning i MMT som blir svårare under verklig flygning” jämfört med samtliga övriga frågor ($p < 0,05$). Övriga skillnader av skattningar av MMT var inte signifikanta. Det var inte några signifikanta skillnader mellan skattningarna i FMS.



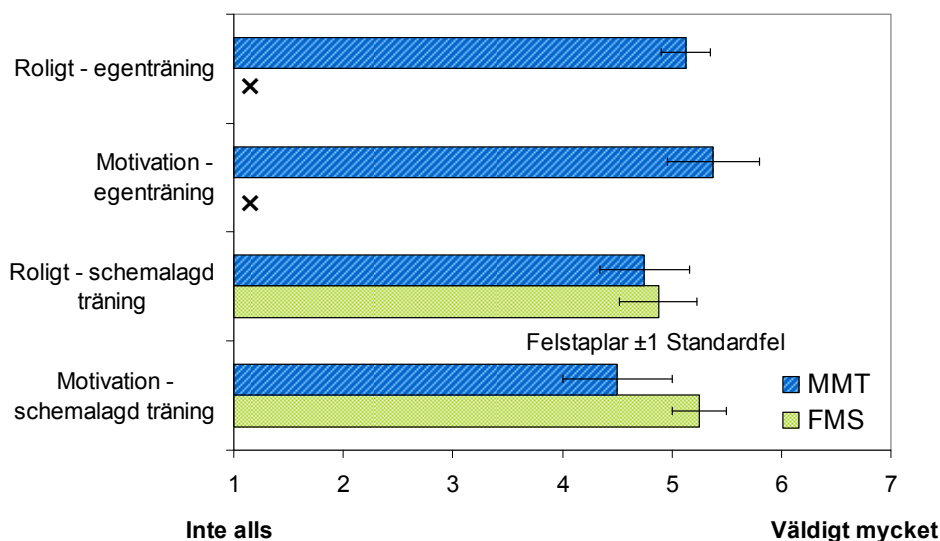
Figur 7. Elevernas skattningar av hur träning i simulatorerna påverkar verklig flygning (OBS vänd skala för frågan om det INTE är något som blir svårare under verklig flygning efter träning i simulatorn).

A7. Motivation – roligt

Frågorna om egenträning ställdes endast om MMT (se Figur 8). För jämförelse mellan simulatorerna användes följaktligen endast svaren från frågorna om schemalagd träning.

Analys av hur motiverande och roligt simuleringen upplevdes med respektive simulator gjordes med tvåvägs variansanalys (2 simulatorer \times 2 frågor). Variansanalysen visade en svag tendens till interaktionseffekt mellan simulator och fråga, $F = (1, 7) = 3,72$; $p = 0,095$. Variansanalysen visade vare sig signifikant huvudeffekt av simulator eller fråga. Enligt Figur 8 berodde interaktionseffekten på högre skattad motivation i FMS, men enligt post hoc test så var denna skillnad inte signifikant.

Analys av hur motiverande och roligt träningen i MMT upplevdes gjordes med envägs variansanalys med samtliga fyra frågor. Variansanalysen visade inte någon skillnad mellan skattningarna för de fyra frågorna.

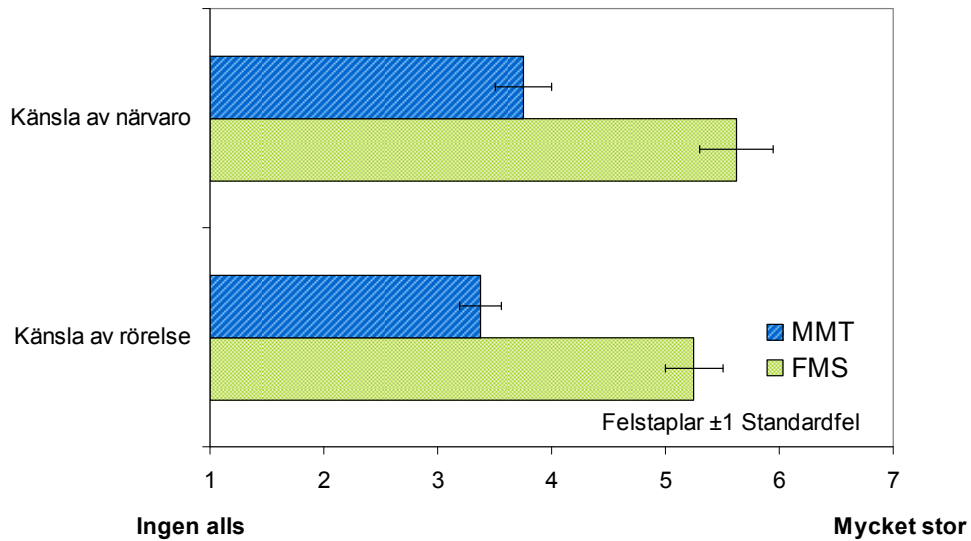


Figur 8. Elevernas skattningar av hur motiverande och roligt de upplever träningen i simulatorerna. Kryss anger att frågan ej ställts om FMS.

A8. Närvarokänsla

Frågorna om närvarokänsla under träning i simulatorerna analyserades med tvåvägs variansanalys (2 simulatorer \times 2 frågor). Variansanalysen visade signifikant huvudeffekt av simulator, $F(1, 7) = 45,00$; $p < 0,001$. Inga övriga effekter var signifikanta.

Huvudeffekten av simulator berodde på signifikant högre skattningar av FMS jämfört med MMT. Post hoc test bekräftade att detta gällde både för känsla av rörelse och känsla av närvaro ($p < .01$) (Figur 9).



Figur 9. Elevernas skattningar av rörelse och närvaro under träning i simulatorerna.

A9. Fidelity (realism)

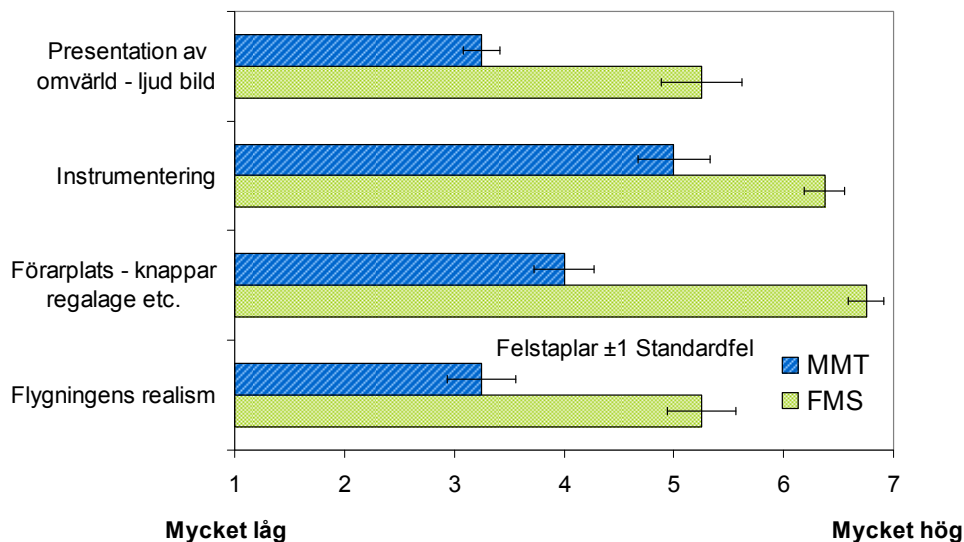
Skattningarna av simulatorernas fidelity (realism) analyserades med tvåvägs variansanalys (2 simulatorer \times 4 frågor). Variansanalysen visade signifikant huvudeffekt av simulator, $F(1, 7) = 137,56$; $p < 0,001$, signifikant huvudeffekt av fråga, $F(3, 21) = 15,68$; $p < 0,001$ och svag tendens till interaktionseffekt mellan simulator och fråga, $F(3, 21) = 2,35$; $p = 0,102$.

Huvudeffekten av simulator berodde på signifikant högre skattningar för FMS. Post hoc test bekräftade att detta gällde för samtliga frågor ($p < 0,01$) (Figur 10).

Post hoc test för huvudeffekten av fråga redovisas inte, utan i stället post hoc test för varje simulator för sig.

Post hoc test av skattningarna av fidelity i FMS visade att både förarplats och instrumenteringens realism skattades signifikant högre än flygningens realism ($p < 0,05$) och stark tendens till högre skattningar jämfört med omvärldspresentationens realism ($p = 0,055$ respektive $p = 0,086$).

Post hoc test av skattningarna av fidelity i MMT visade signifikant högre skattningar för instrumenteringens realism jämfört med omvärldspresentationens realism ($p < 0,05$) och tendens till högre skattningar jämfört med flygningens realism ($p = 0,074$).



Figur 10. Elevernas skattningar av simulatorernas fidelity (realism).

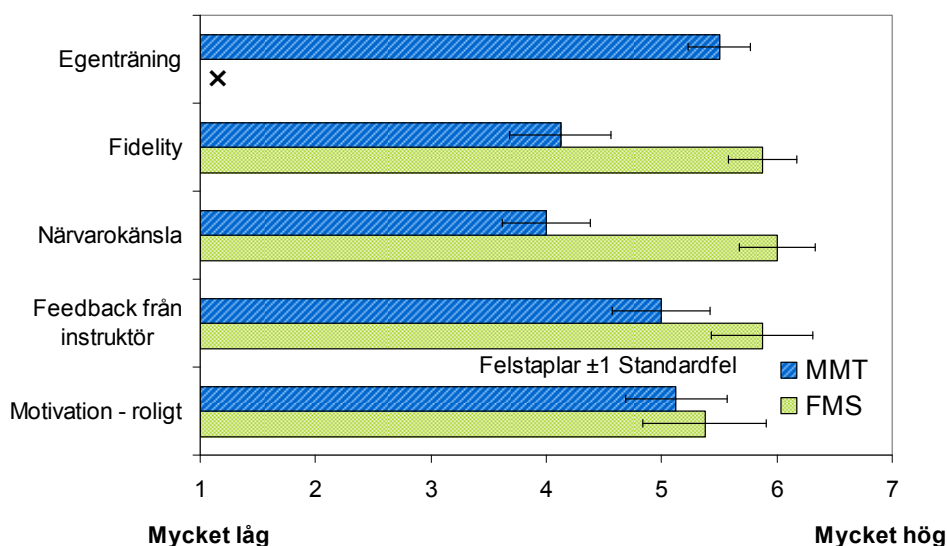
A10. Vikten av fem faktorer för inläring i simulatorn

Vikten av motivation – roligt, feedback från instruktör, närvarokänsla och fidelity för inläring i simulatorn analyserades med tvåvägs variansanalys (2 simulatorer × 4 frågor) för jämförelse mellan simulatorerna. Frågan om vikten av egen träning för inläring i simulatorn hade endast ställts om MMT och kunde därför inte tas med i denna analys.

Variansanalysen visade signifikant huvudeffekt av simulator, $F(1, 7) = 13,19$; $p < 0,01$ och signifikant interaktionseffekt mellan simulator och fråga, $F(3, 21) = 5,28$; $p = 0,01$. Det fanns inte någon signifikant huvudeffekt av fråga.

Huvudeffekten av simulator berodde på generellt högre skattad vikt för FMS jämfört med MMT. Post hoc test visade att skattningarna för MMT var signifikant högre för vikten av närvarokänsla och fidelity ($p < 0,05$) och tendens till högre skattningar av vikten av feedback från instruktören ($p = 0,064$). För motivation – roligt fanns inte någon signifikant skillnad mellan simulatorerna (Figur 11).

Separat envägs variansanalys (5 frågor) gjordes för MMT där även vikten av egen träning inkluderades. Variansanalysen visade en mycket stark tendens till effekt av fråga, $F(4, 28) = 2,72$; $p = 0,050$. Post hoc test visade dock inte några signifikanta skillnader mellan frågorna.



Figur 11. Elevernas skattningar av hur viktiga olika faktorer är för inläring under träning i simulatorerna.

A11. Sammanfattning – begrepp för simulatorträning

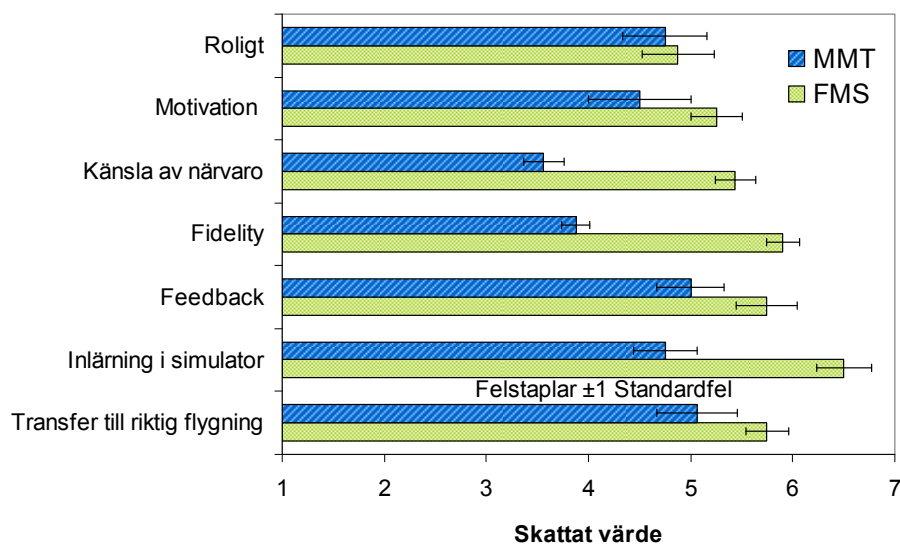
För att bedöma vilka frågor som skulle användas för sammanfattande analys av de begrepp för simulatorträning som diskuterats i rapportens inledning användes reliabilitets- och korrelationsanalys, se nästa avsnitt *Reliabilitetsanalys – viktiga begrepp för simulatorträning*.

Skattningarna av sju begrepp analyserades med tvåvägs variansanalys (2 simulatorer \times 7 begrepp). Variansanalysen visade signifikant huvudeffekt av simulator, $F(1, 7) = 39,88$; $p < 0,001$; signifikant huvudeffekt av begrepp, $F(6, 42) = 4,83$; $p < 0,01$ och signifikant interaktionseffekt mellan simulator och begrepp, $F(6, 42) = 4,42$; $p < 0,01$.

Huvudeffekten av simulator berodde på generellt högre skattningar för FMS ($5,6 \pm 0,2$) jämfört med MMT ($4,5 \pm 0,2$). Post hoc test visade att skattningarna var signifikant högre för FMS jämfört med MMT för transfer till riktig flygning ($p < 0,05$), inläring i simulatorn, fidelity och känslan av närvaro under simuleringen ($p < 0,01$) (Figur 12).

Trots huvudeffekten av begrepp visade post hoc test endast tendenser till skillnader mellan begreppen för medelvärdena från båda simulatorerna. Det var inläring under simuleringen och fidelity som var högre skattat än närvarokänsla under simuleringen ($p = 0,081$ respektive $p = 0,067$).

Post hoc test av skillnaderna mellan begreppen för respektive simulator visade endast att det för MMT var signifikant högre skattningar av feedback jämfört med känsla av närvaro under simuleringen ($p < 0,05$); samt för FMS svag tendens till högre skattningar av inläring i simulatorn jämfört med motivation ($p = 0,105$). Inga övriga skillnader var signifikanta.



Figur 12. Elevernas skattningar av viktiga begrepp för simulatorträning. Observera att skattningar för MMT endast avser schemalagd träning.

A12. Reliabilitetsanalys - viktiga begrepp för simulatorträning

Innan en jämförelse gjordes mellan de begrepp för simulatorträning som i inledningen diskuterats som viktiga genomföres reliabilitetsanalys för att bestämma vilka bakomliggande frågor som skulle ligga till grund för vart och ett av dessa begrepp.

För *transfer av träning* så användes medelvärdet av frågorna om hur stor påverkan träningen i simulatoren har och om hur positivt träningen påverkar prestationen under riktig flygning. Korrelationen mellan dessa frågor var hög ($r = 0,81$) och reliabilitetsanalys gav ett mycket högt Cronbachs alfa = 0,90 för dessa frågor sammanslagna. Frågorna om något blev lättare efter träning i simulatoren var lägre korrelerat med de frågor som användes ($r = 0,59$ respektive $r = 0,61$) (dock hög) och att inkludera denna fråga gav också ett något lägre Cronbachs alfa = 0,86 (dock högt). Främsta anledningen att inte ta med frågan är att den är tveksamt som generellt mått på transfer av träning, eftersom det alltid kan vara något som blir lättare oavsett om prestationen i stort påverkas eller inte. Frågan om något INTE blev svårare efter träning i simulatoren var inte korrelerat med de frågor som användes.

För *inläring i simulatoren* användes endast frågan om generell inläring under schemalagd tid. För MMT fanns i princip inte någon korrelation mellan inläring under schemalagd tid och inläring under egen träning ($r = 0,03$), varför det enligt korrelationsanalysen inte var lämpligt att använda medelvärdet för dessa båda träningsformer. Påpekas bör dock att skattningarna av de båda träningsformerna var samstämmigt höga. Anledningen till att det inte fanns något korrelationssamband var att ungefär hälften av eleverna skattade en enhet högre på schemalagd träning och hälften en enhet högre på egen träning, vilket skulle tala för användning av medelvärdet. En jämförelse mellan simulatorerna där inläring under egen träning i MMT vägs in skulle dock vara tveksamt för jämförelse med endast schemalagd träning i FMS, eftersom det då skulle vara lika mycket en jämförelse mellan typ av pedagogik som mellan typ av simulator. Att använda medelvärdet från samtliga moment som eleverna tränat på ansågs inte heller lämpligt för jämförelse mellan inläring i simulatorerna, eftersom eleverna tränat olika mycket på olika moment i de båda simulatorerna. Korrelationsanalys visade också olikartade samband mellan skattningarna för generell inläring och inläring för vissa faktorer för de båda simulatorerna

För *feedback* användes medelvärdet av hur mycket feedback eleverna fick från instruktören och hur mycket de ansåg att de lärde sig av denna feedback. Det var hög korrelation mellan frågorna ($r = 0,63$) och reliabilitetsanalys gav ett relativt högt Cronbachs alfa = 0,76 för de två frågorna sammanslagna. Detta är också i linje med reliabilitetsanalys från tidigare studier där medelvärdet från flera frågor använts för beräkning av feedback (Nählinder m.fl., 2010).

För *fidelity* användes samtliga fyra frågor: om flygningens realism, förarplatsens realism (knappar reglage etc.), instrumenteringens realism, omvärldspresentationens realism (bild ljud). Samtliga korrelationer mellan dessa frågor var höga ($r = 0,50 - r = 0,85$) och reliabilitetsanalys gav ett högt Cronbachs alfa = 0,88. Att utesluta någon fråga gav för samtliga frågor ett lägre Cronbachs alfa.

För *Närvarokänsla* under simuleringen användes medelvärdet av frågorna om känsla av rörelse och närvaro under simuleringen. Korrelationen mellan dessa frågor var hög ($r = 0,73$) och reliabilitetsanalys gav ett högt Cronbachs alfa = 0,84 för dessa frågor sammanslagna.

För hur *motiverande* träningen i simulatorerna upplevdes användes frågan om hur motiverande schemalagd träning upplevdes. Att för MMT inkludera frågan om motivation under egen träning ansågs mindre rättvisande avseende jämförelse mellan simulatorerna. Att inte använda medelvärdet för motivation för schemalagd och egen träning i MMT stöddes också av korrelations- och reliabilitetsanalys. Det var endast medelhög korrelation

mellan schemalagd träning och egen träning i MMT ($r = 0,47$) och reliabilitetsanalys gav ett relativt lågt Cronbachs alfa = 0,64 med de två frågorna sammanslagna.

För hur *rolig* träningen i simulatorerna upplevdes användes frågan om hur rolig schemalagd träning upplevdes. Att för MMT inkludera skattningarna av hur rolig egen träning upplevdes ansågs mindre rättvisande för jämförelse mellan simulatorerna. Att inte använda medelvärdet för hur roligt schemalagd respektive egen träning upplevdes stöddes också av reliabilitets- och korrelationsanalys. Det var mycket låg korrelation mellan schemalagd och egen träning i MMT ($r = 0,24$) och reliabilitetsanalys gav ett mycket lågt Cronbachs alfa = 0,39 med de två frågorna sammanslagna.