

# Fysikbegreppets flyktighet: En konsekvens av kursplaneförändringar?

Helena Johansson och Magnus Oskarsson

Mittuniversitetet

Peter Nyström

Göteborgs universitet

## Sammanfattning

*TIMSS Advanced är en internationell studie om gymnasieelevers kunskaper i avancerad matematik och fysik. Studien har genomförts tre gånger, 1995, 2008 och 2015, och Sverige har deltagit alla tre gångerna. Resultaten från senaste studien visade att svenska gymnasieelever presterade bättre i matematik men sämre i fysik jämfört med resultaten från 2008. Normalt brukar prestationerna i matematik och fysik följas åt och det är därför intressant att undersöka tänkbara orsaker till de försämrade fysikresultaten. Resultatet visar för det första på försämrade resultat på uppgifter som tidigare lagts i undervisningen när de nya ämnesplanerna i fysik infördes 2011 och för det andra på försämrade resultat på uppgifter som mäter begreppsbildning i fysik. Detta kan tyda på att eleverna hade glömt områden som behandlades i undervisningen året innan provet gick, men kan också tyda på att elevernas kunskaper var alltför ytliga. Slutsatsen blir att man tydligare bör studera vad som händer när kurser och kursinnehåll förändras.*

## Inledning

Sverige deltar i flera internationella jämförande studier av vad elever vet och kan göra i matematik och naturvetenskap. Hösten 2015 presenterades resultat från dessa studier som för första gången sedan mitten av 1990-talet visade positiva tendenser. Ett undantag var dock fysikresultaten för svenska gymnasieelever i TIMSS Advanced (Trends in Mathematics and Science Study Advanced) som fortsatte att sjunka, samtidigt som matematikresultaten hos samma grupp elever förbättrades. Analyser har visat att fysikproven som gavs till elever i TIMSS Advanced 2015 i hög grad handlar om innehåll som svenska elever bör ha mött i gymnasieskolan (Nyström, Kjellson Lind, Dahlberg & Johansson, 2016). En jämförande analys mellan TIMSS Advanced 2015 och 2008 visar att proven i huvud-

sak mäter samma saker och att karaktären hos frågorna inte ändrats i någon avgörande grad (Johansson, Oskarsson & Nyström, 2018). Det finns därför anledning att gå vidare med analyser för att försöka förstå resultatnedgången.

Det övergripande syftet med den studie som presenteras här är att söka orsaker till de försämrade resultaten i fysikdelen i TIMSS Advanced från 2008 till 2015. Mer specifikt intresserar vi oss för hur innehållsliga förändringar i gymnasieskolans fysikkurser och elevers svar på olika uppgiftstyper kan kopplas till resultatförändringarna. Detta görs med hjälp av följande forskningsfrågor:

- Kan förändring av kurser och kursinnehåll förklara någon del av nedgången i resultat?
- Vad karaktäriserar uppgifter där svenska eleverna lyckas väl och där de lyckas mindre väl? Finns det skillnader jämfört med hur det såg ut 2008?

## **Bakgrund**

### ***TIMSS Advanced***

TIMSS Advanced handlar om vad elever som läst mycket matematik och fysik vet och kan göra i dessa ämnen i slutet av gymnasieskolan. Studien organiseras av IEA (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement) med syfte att jämföra prestationer mellan länder och över tid. Förutom elevresultat på matematik- och fysikuppgifter samlas information om elever, lärare och skolor in genom olika enkäter. Sammantaget ger detta värdefulla underlag till diskussioner om utbildningsreformer och stöd i länders utveckling av naturvetenskap och teknikutbildning (Mullis & Martin, 2014). TIMSS Advanced har hittills genomförts vid tre tillfällen, 1995, 2008 och 2015. Vilka länder som deltagit vid de olika tillfällena har varierat. Det är bara Sverige, Norge, Ryssland och Slovenien som deltagit vid varje tillfälle.

Eleverna som studien handlar om går sista årskursen i det som motsvarar gymnasieskolan i deltagande länder, och de allra flesta av dem är 19 år. Eleverna i målpopulationen ska dessutom läsa eller ha läst avancerad matematik eller fysik. De elever som deltog i TIMSS Advanced 2015 i Sverige är ett slumpmässigt urval av klasser med elever som går sista året på naturvetenskaps- eller teknikprogrammet. För att delta i matematikdelen måste eleverna läsa eller ha läst minst Matematik 4 och för att delta i fysikdelen ska eleverna läsa eller ha läst minst Fysik 2 (Skolverket, 2016).

I den nationella rapporten från TIMSS Advanced 2015 (Skolverket, 2016) framkommer att svenska elever presterar bättre i fysik än tre av övriga länder som deltog 2015 och sämre än tre. Vidare beskrivs hur svenska gymnasieelevers fysikresultat har försämrats sedan 1995 med den största nedgången mellan 1995 och

2008. Mellan 2008 och 2015 kan försämringen framförallt lokaliseras till elever med lägst resultat, och för de 5 procent högst presterande eleverna ligger resultaten på samma nivå 2015 som 2008. I matematikdelen i TIMSS Advanced har däremot resultaten ökat något sedan 2008 samtidigt som spridningen har minskat (Skolverket, 2016).

## **Ämnesplaner i fysik**

Resultatförändringen från 2008 till 2015 bör tolkas och förstås utifrån de förändringar i gymnasieskolans fysikkurser som skett under samma tid. Jämfört med tidigare fysikkurser omfattar den första kursen (Fysik 1) 150 poäng istället för 100 poäng (Fysik A), och efterföljande fördjupningskurs (Fysik 2) omfattar nu 100 poäng mot tidigare 150 poäng (Fysik B). Sedan förändringen av fysikämnet har ämnesområdet optik utgått och området klimat och väderprognoser har tillkommit. Övriga ämnesområden är ungefär desamma (Skolverket, 2000, 2011). Detta innebär att ämnesinnehåll har flyttats mellan fördjupningskurs och introduktionskurs så att eleverna nu möter visst innehåll tidigare i sina fysikstudier och annat senare. En konsekvens av detta är att tiden mellan en elevs möte med ett visst innehåll kan skilja sig för de elever som deltog i TIMSS Advanced 2015 och de som deltog i TIMSS Advanced 2008. En annan tänkbar konsekvens av förflyttning av innehåll från den tidigare fördjupningskursen (Fysik B) till den nuvarande introduktionskursen (Fysik 1) är att innehållet inte behandlas lika djupgående som tidigare. Exempel på innehåll som har flyttats från fördjupningskursen till introduktionskursen är rörelsemängd, impuls, elektriska fält och radioaktivt sönderfall.

## **Tidigare fördjupningsstudier**

Relevansen för TIMSS Advanced i förhållande till den svenska gymnasieskolan har undersökts i tidigare studier. Dels har svenska elevers möjlighet att lära sig det som prövas i TIMSS Advanced undersökts (Nyström, Kjellson Lind, 2009; Nyström m.fl., 2016), dels har sambandet mellan resultaten i TIMSS Advanced och elevers betyg, samt resultat på de nationella proven i gymnasiet analyserats (Skolverket, 2017). Nyström med kollegor (2016) visade att innehållet i TIMSS Advanced 2015 till hög grad täcks av innehållet i de svenska fysikkurserna. Utifrån detta bör de svenska eleverna ha haft möjlighet att lära sig den fysik som prövas i TIMSS Advanced 2015. Vissa skillnader som kom fram i jämförelsen mellan det nationella bedömningsstödet i fysik och provuppgifterna i TIMSS Advanced är att TIMSS Advanced innehåller fler flervalsuppgifter, samt att formelsamlingen som används i TIMSS Advanced är mer kortfattad än de formelsamlingar som är tillåtna vid de svenska fysikproven. Skolverket (2017) konstaterar att korrelationen mellan betyg i Fysik 2 kursen och resultaten i TIMSS Advanced

är hög, vilket stöder att TIMSS Advanced mäter relevanta kunskaper i förhållande till de svenska fysikkurserna.

Tidigare analyser av TIMSS Advanced har alltså inte kunnat identifiera några förklaringar till de försämrade resultaten i fysik mellan 2008 och 2015. Eftersom matematikresultaten samtidigt förbättrats är det än mer angeläget att undersöka möjliga källor till försämringen i fysik, vilket görs i denna studie.

## **Aspekter som påverkar provresultat**

Studier har visat att elevers matematiska resonemangsförmåga påverkar hur de lyckas med att lösa fysikuppgifter (Johansson, 2016), och att resultatnedgången mellan 1995 och 2008 på fysikdelen i TIMSS Advanced till största delen beror på försämrat resultat på de fysikuppgifter som innehåller olika matematiska inslag (Nilsen, Agnell, & Grønmo, 2013). Utifrån samma ramverk som i Nilsen m.fl. så visar Nyström m.fl. (2016) att elevers resultat i TIMSS Advanced har förbättrats något mellan 2008 och 2015 på de fysikuppgifter som har matematikinslag, samtidigt som resultatet har försämrats på de fysikuppgifter som saknar tydliga inslag av matematik.

En annan aspekt som visat sig betydelsefull för hur elever lyckas på prov i naturvetenskap är uppgifternas koppling till verkligheten (Oskarsson, Eliasson, & Karlsson, 2017). Desto mer verklighetsanknuten frågeställningen är, desto lättare blir det för eleven att visualisera problemet, vilket gynnar deras möjlighet att lösa uppgiften (Benckert, Petterson, Assa, Johansson, & Norman, 2005; Rennie & Parket, 1996). Samtidigt kan en verklighetsbeskrivning innebära mycket information och en stor textmängd, vilket i sin tur kan försvåra för eleverna att identifiera problemet som ska lösas. Detta gäller speciellt för uppgifter som skiljer sig från den uppgiftstyp som eleverna är vana vid att möta (Park & Lee, 2004).

## **Metod**

För att studera om eleverna som deltog i TIMSS Advanced 2015 mötte fysikinnehållet tidigare, senare eller vid samma tid som eleverna 2008 har vi använt oss av data från den lärarenkät som är en del av TIMSS Advanced-studien. Lärarenkäten besvaras av de matematik- och fysiklärare, som undervisar eleverna som ingår i urvalet till TIMSS Advanced. Varje lärares svar kopplas ihop med data från sina elever. En fråga som ingick i lärarenkäten både vid provomgången 2008 och 2015 handlar om när man har undervisat om olika delar av fysikinnehållet. De svarsalternativ som fanns att välja på var om detta innehåll i huvudsak undervisats före innevarande läsår, under innevarande läsår eller inte undervisats än eller precis påbörjats. Med utgångspunkt i hur innehållet beskrivs i lärarenkäten till TIMSS Advanced 2015 matchades innehållsbeskrivningarna i motsvarande

enkät från 2008 så att lärarnas svar kunde jämföras. Andelen svar i respektive kategori i de två omgångarna av TIMSS Advanced beräknades tillsammans med medelfelet. För att undersöka om det var en signifikant skillnad mellan lärarnas svar 2008 och 2015 så användes prövning genom konfidensintervall. För varje svarsalternativ används medelfelet för att bilda 95-procentiga och 90-procentiga konfidensintervall. Om ett konfidensintervall för lärarnas svar 2015 inte överlappade konfidensintervallet för motsvarande svar 2008 kan skillnaden anses vara signifikant på 5-procent- eller 10-procentnivån (beroende på vilka konfidensintervall som inte överlappar).

Data från lärarenkäten i TIMSS Advanced 2015 användes också för att undersöka det eventuella sambandet mellan tidpunkten för fysikkursernas avslutning och elevernas resultat på TIMSS-provet i fysik. Lärarna svarade på en fråga om tidpunkt för kursavslut i lärarenkäten. Eleverna grupperades utifrån lärarsvaren och ett medelvärde beräknades för varje elevgrupp. Motsvarande fråga fanns inte med i 2008 års lärarenkät.

För att studera sambandet mellan uppgiftskaraktäristika och resultat i TIMSS Advanced har samtliga provuppgifter i fysikdelen av TIMSS Advanced 2008 och 2015 kategoriserats utifrån uppgiftstyper enligt Tabell 1 nedan. Totalt ingick 68 fysikuppgifter i analysen för TIMSS Advanced 2008 och 102 uppgifter för TIMSS Advanced 2015.

Tabell 1. Olika kategorier som fysikuppgifterna delas in i

Uppgiftstyp	Kategorier		
Svarsformat	Öppen uppgift	Flervalstuppgift	
Sammanhang	Inget	Något	Välkänt
Matematikinnehåll	Saknas	Påtagligt	
Fysikkurs	Kurs 1 (A)	Kurs 2 (B)	

Kategoriseringen av uppgifter gjordes av två forskare oberoende av varandra och sedan jämfördes bedömningarna. En verksam gymnasielärare hjälpte också till att bedöma vilken fysikkurs uppgifter tillhör. Överensstämmelsen mellan bedömningarna var god och på de områden där skilda bedömningar gjorts, genomfördes en tydligare beskrivning av hur de olika kategorierna skulle definieras. Vid kategoriseringen av uppgifterna med avseende på sammanhang var det såpass få uppgifter som bedömdes tillhöra *ett välkänt sammanhang* att denna kategori slogs ihop med kategorin *något sammanhang*.

I TIMSS Advanced möjliggörs jämförelser över tid med provuppgifter som används vid flera omgångar av TIMSS Advanced (Mullis & Martin, 2014). En del uppgifter byts ut, men de uppgifter som behålls, så kallade *ankaruppgifter*, är avgörande för trendmätningen. Delar av vår analys fokuserar därför särskilt på dem. För att få ett mått på hur svenska elever har lyckats på uppgiftsnivå så jämförs de svenska elevernas resultat med det genomsnittliga resultatet för eleverna

i de fyra länder (Norge, Ryssland, Slovenien och Sverige) som deltagit i alla tre provomgångar av TIMSS Advanced. Medelvärdena för de fyra länderna betecknas *4-medel*.

## **Analys och resultat**

### ***Förändring av kurser och kursinnehåll***

Tabell 2 visar signifikanta förändringar i lärares svar på frågan om när de undervisar olika innehållsområden i fysik, från 2008 till 2015.

Enligt Tabell 2 innebär de signifikanta förändringarna en minskning av undervisning under det innevarande läsåret i 9 av de 11 ämneskategorierna där en förändring skett (kolumn 3). Av tabellen framgår också att de största förändringarna har skett inom ämnesområdet Vågfenomen och kärnfysik. Inom detta område är det störst andel elever som har lärare som antingen har tidigarelagt undervisningen eller lagt den senare än tidigare (tabell 2). Av lärarnas svar att döma har det inte skett någon ökad andel undervisning av någon ämneskategori under aktuellt läsår, det vill säga det läsår då eleverna genomför TIMSS Advanced-proven. Mönstret som framträder visar att innehåll främst har tidigarelagts som en konsekvens av förändringar i gymnasieskolans fysikkurser.

Tabell 2. Andel elever vars lärare signifikant förändrat förläggning av olika ämnesområden, enligt lärarenkäten i TIMSS Advanced 2008 och 2015. Inom parentes anges andelen elever (i procent) vars lärare säger sig ha gjort respektive förändring.

Ämnesområde 2015	Förändring 2008 till 2015		
	andel undervisat före innevarande år (procent)	andel undervisat under detta läsår (procent)	andel inte undervisat än eller just påbörjat (procent)
<b>Mekanik och termodynamik (MT)</b>			
a) Rörelselagarna för olika typer av rörelser inklusive Newtons rörelselagar	+12*	-14**	
b) Lagen om rörelsemängdens bevarande, elastisk och oelastisk stöt	+46**	-50**	
c) Allmänna gaslagen, fasta ämnens och vätskors utvidgning vid temperaturförändring samt termodynamikens första huvudsats	+17**		-18**
<b>Elektricitet och magnetism (EM)</b>			
a) Elektrostatisk attraktion eller repulsion mellan enstaka laddade partiklar – Coulombs lag	+12*	-13*	
b) Elektriska kretsar, Ohms lag och Joules lag	+14**	-11**	
<b>Vågfenomen och kärnfysik (VK)</b>			
a) Mekaniska vågor, sambandet mellan fart, frekvens och våglängd	-17*		+7*
b) Elektromagnetisk strålning, våglängd och frekvens hos olika typer av vågor (radio, infraröd, synligt ljus, röntgen, gammastrålning)		-21**	+18**
c) Värmestrålning, temperatur och våglängd		-23**	+21**
d) Strukturen hos atomen och dess kärna, atomnummer och masstal, elektromagnetisk emission och absorption och elektronernas sätt att reagera	+22**	-23**	
e) Vågpartikeldualitet och fotoelektrisk effekt, typer av kärnreaktioner och deras roll i naturen (t.ex. i stjärnor) och samhället, radioaktiva isotoper	+13**	-34**	+21**
f) Relationen mellan energi och massa i kärnreaktioner och partikelomvandlingar	+58**	-28**	-30**

Förändringar som markeras med \*\* har en konfidensnivå på 5 procent och de som markeras med \* har en uppskattad konfidensnivå på 10 procent. Förändringar med en uppskattad konfidensnivå på över 10 procent redovisas inte.

Ett möjligt samband mellan resultat på fysikprovet i TIMSS Advanced och tidpunkten då eleverna mött det innehåll som prövas kan också studeras med hjälp av data om när kurserna avslutas. I Tabell 3 redovisas medelresultat för svenska elever som avslutar kursen Fysik 2 vid olika tidpunkter. Elevgruppen som avslutade Fysik 2 efter höstterminen 2014 har signifikant bättre medelresultat (489 poäng) jämfört med de båda andra elevgrupperna.

Tabell 3. Medelvärde av resultat med avseende på när eleverna avslutade Fysik 2. Signifikanta skillnader mot de övriga medelvärdena markeras med \*.

Avslut av Fysik 2	Resultat
Maj/Juni 2014	433
December 2014/Januari 2015	489*
Maj/Juni 2015	444
Alla elever	455

Närmare analyser av hur elevresultaten fördelar sig för elever som avslutade Fysik 2 vid olika tidpunkter visar att de elever med höga resultat var de som avslutade Fysik 2 kursen i slutet av höstterminen 2014, det vill säga terminen innan TIMSS Advanced genomfördes. De elever som avslutade Fysik 2 i slutet av årskurs 3 går i klasser vars medelresultat är relativt jämnt utspridda bland högre och lägre resultat. De elever som däremot avslutade kursen i slutet av vårterminen 2014, det vill säga i slutet av åk 2, presterar avsevärt sämre. Då TIMSS Advanced genomfördes 2008, och fysikkurserna följde den tidigare läroplanen var det mer ovanligt att den avancerade kursen i fysik, Fysik B, avslutades redan i årskurs 2. Detta baseras på erfarenheter från aktiva fysiklärare. En avancerad kurs som omfattade 150 poäng istället för som nu 100 poäng kräver naturligtvis mer tid. Det är rimligtvis också så att de 50 poäng som flyttades från den avancerade kursen Fysik B till den introducerande kursen Fysik 1 kräver mer tid, vilket innebär att lärare lade mer tid totalt på de 250 fysik poängen enligt den tidigare läroplanen än vad som görs för de 250 fysikpoängen enligt dagens läroplan.

## Uppgiftsanalys

I uppgiftsanalysen jämför vi svenska elevers lösningsproportion på varje uppgift med motsvarande medelvärde för de fyra länder som deltagit i alla tre omgångarna av TIMSS Advanced (*4-medel*). Ett negativt värde anger i procentenheter hur mycket lägre Sveriges resultat är på den typen av uppgifter jämfört med genomsnittet för jämförelseländerna.

Resultaten visar att svenska elever presterade bättre på flervalsuppgifter än på de öppna uppgifterna 2008, men att det 2015 inte längre finns någon sådan skillnad (Tabell 4). År 2008 hade Sverige 0,78 procentenheter lägre lösningsproportion på flervalsuppgifterna än 4-medel men 2015 hade avståndet ökat till -6,41. Det är svenska elever som har blivit sämre på att lösa flervalsuppgifter inte de andra som har förbättrats.



Tabell 4. Skillnad mellan Sveriges resultat och 4-medlet uppdelat efter svarsformat.

Uppgiftstyp	Skillnad		Antal uppgifter	
	Sverige-4-medel		2008	2015
	2008	2015		
Flervalsuppgift	-0,78	-6,41	40	59
Öppen uppgift	-6,72	-6,02	28	43
Alla	-3,22	-6,25	68	102

Analysen av svenska elevers lösningsproportioner på uppgifter med och utan sammanhang visar att svenska elever i genomsnitt presterar sämre än 4-medel även med avseende på denna aspekt. I Tabell 5 kan man se en svag tendens till att uppgifter med ett sammanhang gynnar svenska elever. Skillnaden mellan uppgiftstyperna är dock mindre än en procentenhet i TIMSS 2015 (-5,87 respektive -6,44). Liknande gäller även TIMSS 2008 (Tabell 5). Analysen visar heller ingen skillnad i andelen uppgifter med avseende på sammanhang mellan 2008 och 2015.

Tabell 5. Skillnad mellan Sveriges resultat och 4-medlet uppdelat efter sammanhang

Uppgiftstyp	Skillnad		Antal uppgifter	
	Sverige-4-medel		2008	2015
	2008	2015		
Inget sammanhang	-3,66	-6,44	44	67
Sammanhang	-2,43	-5,87	24	35
Alla	-3,22	-6,25	68	102

I analysen av uppgiftstyper jämfördes även svenska elevers resultat på fysikuppgifter med eller utan matematikinslag med 4-medel för respektive kategori (Tabell 6). De svenska elevernas lösningsproportion 2008 var bara något lägre än 4-medel 2008 (-1,18 procentenheter) på fysikuppgifterna utan matematikinslag, men skillnaden har ökat till 2015 (-6,10). Det är svenska elever som har försämrats på den typen av uppgifter på samma sätt som för flervalsuppgifter.

Tabell 6. Skillnad mellan Sveriges resultat och 4-medlet uppdelat efter om uppgiften kräver matematik för att lösas eller inte

Uppgiftstyp	Skillnad		Antal uppgifter	
	Sverige - 4-medel		2008	2015
	2008	2015		
Matematikinnehåll				
Saknas	-1,18	-6,10	43	58
Påtagligt	-6,7	-6,44	25	44
Alla	-3,2	-6,25	68	102

Sammantaget är det alltså för uppgifter utan matematikinnehåll samt flervalsuppgifter som den största försämringen skett.

## Olika aspekter för ankaruppgifter

För de 29 ankaruppgifterna som användes i TIMSS Advanced både 2008 och 2015 har lösningsproportionen i genomsnitt minskat med en procentenhet för de fyra länder som deltagit i alla omgångarna av TIMSS Advanced. För de svenska eleverna har den genomsnittliga lösningsproportionen minskat 4,7 procentenheter mellan 2008 och 2015, från 46,5 procent till 41,8 procent, och resultatför-sämringen är signifikant för 15 av de 29 ankaruppgifterna (Tabell 7).

I Tabell 7 visas att det är en något större försämring på flervaluppgifter och på uppgifter som enbart testar förståelse för fysikbegrepp (d.v.s. saknar påtagligt matematikinnehåll) än på övriga uppgifter. Av de 15 ankaruppgifterna med försämrat resultat var 11 uppgifter flervaluppgifter, och 12 uppgifter saknade matematikinnehåll. Detta kan då jämföras med de 13 ankaruppgifter med oförändrat resultat där uppgiftstyperna var jämnt fördelade, 7 flervaluppgifter respektive 6 öppna uppgifter och 7 uppgifter som testar förståelse för fysikbegrepp respektive 6 uppgifter med påtagligt matematikinnehåll (Tabell 7). Detta stämmer med resultatet i Tabell 4 och 6.

Tabell 7. Resultatförändring för ankaruppgifter då de delas upp efter svarsformat och då delas upp med avseende på matematikinnehåll, samt för alla ankaruppgifter oavsett uppgiftskategori

Typ av ankaruppgift	Antal	Antal där resultatet		
		försämrats	är oförändrat	Förbättrats
Flerval	18	11 (61 %)	7 (39 %)	-
Fysikbegrepp	19	12 (63 %)	7 (37 %)	-
Alla	29	15 (52 %)	13 (45 %)	1 (3 %)

Vid analysen av ankaruppgifterna med avseende på om kursinnehåll flyttats mellan introduktionskurs (Fysik A/Fysik 1) och fördjupningskurs (Fysik B/Fysik 2) framkommer att även detta verkar ha påverkat resultaten (Tabell 8).

Tabell 8. Resultatförändring för ankaruppgifter uppdelade efter om innehåll flyttats mellan kurserna

Ankaruppgift med innehåll som flyttats	Antal där resultatet	
	försämrats	är oförändrat
från Fysik A till Fysik 2	3	0
från Fysik B till Fysik 1	4	3

Totalt är det tio uppgifter med innehåll som flyttats mellan fysikkurserna och av dessa är det försämrade resultat på sju uppgifter. Alla tre ankaruppgifter som tidigare tillhörde Fysik A och nu tillhör Fysik 2 uppvisar försämrade resultat. Utgående ifrån detta kan vi konstatera att det är en större andel ankaruppgifterna

med försämrat resultat (7 av 15, Tabell 7) som tycks ha påverkats av ämnesplanförändringar, jämfört med ankaruppgifter som har oförändrat resultat (3 av 13, Tabell 7).

I Tabell 7 visades att eleverna försämrade sina resultat på uppgifter med fysikbegrepp. En fråga är då inom vilka områden detta har skett, vilket visas i Tabell 9.

Tabell 9. Resultatförändring för ankaruppgifter uppdelade efter fysikområde

Typ av ankaruppgift	Antal där resultatet	
	försämrats	är oförändrat
Mekanik och termodynamik	4	7
Elektricitet och magnetism	4	3
Vågfenomen och kärnfysik	7	3

Eleverna har försämrat sina resultat på sju av tio uppgifter inom Vågfenomen och Kärnfysik. Inom El och magnetism är det en försämring på fyra av sju uppgifter. I Tabell 2 visades att många lärare flyttat undervisningen inom dessa områden till året innan eller ännu inte påbörjat undervisningen. Resultaten har alltså försämrats på ankaruppgifter som tillhör ett område där undervisningen av ett ämnesinnehåll har flyttats antingen för att kursinnehåll flyttats mellan de gamla och nya fysikkurserna eller för att kursen ligger tidigare.

## Diskussion

Vi har studerat hur försämrade fysikresultat i TIMSS Advanced kan kopplas till innehållsrika förändringar i gymnasieskolans fysikkurser och till uppgiftstyper, från 2008 till 2015. När det gäller gymnasieskolans fysikkurser kan vi konstatera att en del centralt innehåll som är relevant för TIMSS Advanced har tidigare lagts i och med ämnesplanens revidering 2011. Utifrån de resultat vi presenterat drar vi framförallt två slutsatser.

För det första verkar det som att elevernas resultat försämrats på just det fysikinnehåll som 2015 tas upp tidigare i fysikkurserna jämfört med 2008. Av de fysikuppgifter som fanns med i båda omgångarna av TIMSS Advanced kommer till exempel nästan hälften av uppgifterna med försämrade resultat från området Vågfenomen och kärnfysik, ett område som tydligt tidigare lagts i och med ämnesplanen som trädde i kraft 2011. Konkreta exempel på uppgifter inom olika områden presenteras i Johansson med kollegor (2018).

För det andra framträder förändringar i resultat för uppgifter av flervalstyp och för uppgifter som handlar om renodlade fysikbegrepp utan tydliga matematikinslag, vilket också stämmer överens med resultat från Nyström med kollegor

(2016). Resultaten tyder på att eleverna presterar sämre på båda dessa uppgiftstyper 2015 jämfört med 2008.

Analysen av lärarenkäterna i TIMSS Advanced visar alltså att eleverna som deltog 2015 möter många områden inom fysik tidigare under gymnasietiden än eleverna som deltog i TIMSS Advanced 2008. Förändringen av när undervisningen sker kan i hög grad kopplas till förändringar i ämnesplanen i fysik. I och med gymnasiereformen 2011 har fysikområden flyttats från Fysik B (fördjupningskursen) till Fysik 1 (introduktionskursen). Analysen av de uppgifter som användes både 2008 och 2015 visar att många av de uppgifter som eleverna försämrats på tillhör områden där undervisningen antingen har tidigare lagts eller där undervisningen knappt påbörjats. Vidare visar resultaten att elever läser fysikkurserna vid olika tillfällen, och att resultaten beror på vilken termin som eleverna avslutade Fysik 2. De som avslutat kursen i slutet av höstterminen innan TIMSS Advanced 2015 genomfördes har bäst resultat, medan de som avslutade i slutet på vårterminen i årskurs 2 har lägst resultat. Det finns inte några data från 2008 på när eleverna avslutade Fysik B, men då denna kurs var mer omfattande än den nuvarande Fysik 2 är ändå vår bedömning att få elever 2008 avslutade Fysik B redan i årskurs 2.

En tidigare lagd undervisning av ett begränsat område innebär en risk att elever glömt detta när de skriver provet. En omflyttning av innehåll från fördjupningskurs till introduktionskurs kan också innebära att området inte behandlas med samma djup. En orsak kan vara att det faktiskt är en ”grundkurs”, men det kan också vara så att eleverna inte har de förkunskaper som behövs för att behandla området på djupet.

En möjlig mekanism bakom resultatnedgången på uppgifter inom de fysikområden som läses tidigare skulle kunna handla om att eleverna bara fått överiktliga kunskaper i kursinnehåll som behandlas i början av gymnasieskolans fysik. Om samma innehåll skulle tas senare skulle det kunna vara möjligt att behandla det på ett djupare sätt eftersom eleverna har en bredare kunskaps- och erfarenhetsbas att bygga på. Det kan också handla om en glömskeeffekt, det vill säga att eleverna inte kommer ihåg allt som de lärt sig tidigare. Denna förklaring stöds i viss mån av att elever som avslutat Fysik 2 redan i årskurs 2, och alltså inte hållit på med fysiken på ett tag när TIMSS Advanced genomförs på våren i årskurs 3, presterar sämre än elever som nyss avslutat eller fortfarande avslutat fysikkursen.

Den redovisade uppgiftsanalysen stöder slutsatsen att elevernas resultat försämrats på uppgifter som behandlar fysikområden som har tidigare lagts, men antyder också att vissa uppgiftstyper blivit svårare för svenska elever. I TIMSS Advanced 2008 var flervalsfrågor och uppgifter med enbart fysikinnehåll styrkeområden för svenska elever, men 2015 har eleverna försämrats just på flervals-

uppgifter och på fysikuppgifter utan matematikinnehåll. Om detta verkligen beror på att elever glömt innehåll eller har en ytligare kunskap om innehållet är svårt att avgöra genom att bara studera TIMSS Advanced.

Det är likväl oroväckande att många elever inte behärskar grundläggande fysikbegrepp efter att läst både Fysik 1 och Fysik 2. Vilka konsekvenser omläggningen av kurser i fysik på gymnasiet haft för elevernas lärande bör noggrant analyseras vidare och beaktas i samband med utveckling av nya ämnes- och kursplaner. Det är angeläget med vidare studier av vilken typ av fysikkunskaper eleverna har efter respektive fysikkurs, effekter av eventuell glömska och hur förändringen av ämnes- och kursplaner påverkar elevernas kunskapsbildning.

## Referenser

- Benckert, S., Petterson, S., Aasa, S., Johansson, O., & Norman, R. (2005). Gruppdiskussioner runt kontextrika problem i fysik: Hur ska problemen utformas? *Nordic Studies in Science Education*, 1(2), 36–50.
- Johansson, H. (2016). Mathematical Reasoning Requirements in Swedish National Physics Tests. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(6), 1133–1152. doi:10.1007/s10763-015-9636-3.
- Johansson, H., Oskarsson, M., & Nyström, P. (2018). Glömska eller ytliga fysikkunskaper: Fördjupad analys av svenska elevers sjunkande fysikresultat i TIMSS Advanced 2015. Stockholm: Skolverket.
- Mullis, I. V. S., & Martin, M. O. (Eds.) (2014). *Timss Advanced 2015 Assessment Frameworks*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College and International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- Nilsen, T., Agnell, C. & Grønmo, L. S. (2013). Mathematical competencies and the role of mathematics in physics education: A trend analysis of TIMSS Advanced 1995 and 2008. *Acta Didactica Norge*, 7(1).
- Nyström, P., & Kjellsson Lind, A. (2009). *Hur samstämmiga är svenska styrdokument och nationella prov med ramverk och uppgifter i TIMSS Advanced 2008?* Stockholm: Skolverket.
- Nyström, P., Kjellsson Lind, A., Dahlberg, U. & Johansson, H. (2016). *Hur samstämmiga är svenska styrdokument och nationella prov med ramverk och uppgifter i TIMSS Advanced 2015?* Stockholm: Skolverket.
- Oskarsson, M., Eliasson, N. & Karlsson, K. G. (2017). Verkliga vardagssammanhang i årskurs 4 eller kontextlös kunskap i årskurs 8? Everyday life context in grade 4 or knowledge without context in grade 8. *Nordic Studies in Science Education*, 13(1), 36–51.

- Park, J., & Lee, L. (2004). Analysing cognitive or non-cognitive factors involved in the process of physics problem-solving in an everyday context. *International journal of Science Education*, 26(13), 1577-1595.
- Rennie, L. J., & Parker, L. H. (1996). Placing physics problems in real-life context: Students' reactions and performance. *Australian Science Teachers Journal*, 42(1), 55.
- Skolverket. (2000). *Ämne – Fysik, gymnasieskolan*. Hämtad från <https://www.skolverket.se/undervisning/gymnasieskolan/laroplan-program-och-amnen-i-gymnasieskolan/hitta-tidigare-amnen-och-kurser-ar-2000-2011-i-gymnasieskolan?url=1530314731%2Fsyl-labuscw%2Fjsp%2Fsubject-Kursinfo.htm%3FsubjectCode%3DFY2000%26lang%3Dsv%26tos%3Dgy2000&sv.url=12.5dfee44715d35a5cdfaa4bo>
- Skolverket. (2011). *Ämne – Fysik, gymnasieskolan*. Hämtad från <https://www.skolverket.se/undervisning/gymnasieskolan/laroplan-program-och-amnen-i-gymnasieskolan/gymnasieprogrammen/amne?url=1530314731%2Fsyl-labuscw%2Fjsp%2Fsubject.htm%3FsubjectCode%3DFYS%26lang%3Dsv%26tos%3Dgy%26p%3Dp&sv.url=12.5dfee44715d35a5cdfa92a3>
- Skolverket. (2016). *TIMSS Advanced 2015. Svenska gymnasieelevers kunskaper i avancerad matematik och fysik i ett internationellt perspektiv* (Rapport Nr. 449). Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (2017). *TIMSS, TIMSS Advanced och betygen: Analys av sambandet mellan svenska betyg och de internationella TIMSS-studierna*. Stockholm: Skolverket.

## Författarpresentationer



**Helena Johansson** och **Magnus Oskarsson** är filosofie doktorer och forskar vid Avdelningen för Matematik och Ämnesdidaktik (MOD), Mittuniversitetet.



**Peter Nyström** är filosofie doktor och verksam på Nationellt centrum för matematikutbildning (NCM) och Institutionen för didaktik och pedagogisk profession, Göteborgs universitet, samt ämnesdidaktisk expert i arbetet med TIMSS Advanced 2015.