

Glömska eller ytliga fysikkunskaper

Fördjupad analys av svenska elevers
sjunkande fysikresultat i TIMSS Advanced 2015

Helena Johansson, Magnus Oskarsson och Peter Nyström



Glömska eller ytliga fysikkunskaper?

Fördjupad analys av svenska elevers
sjunkande fysikresultat i TIMSS Advanced 2015

Helena Johansson, Magnus Oskarsson och Peter Nyström

**Denna publikation uttrycker inte nödvändigtvis Skolverkets
ställningstagande. Författare svarar självständigt för innehållet
och anges vid referens till publikationen.**

Publikationen finns att ladda ner som
kostnadsfri PDF från Skolverkets webbplats:
skolverket.se/publikationer

ISBN: 978-91-7559-315-9

Grafisk produktion: AB Typoform
Foto omslag: Getty Images

Skolverket, Stockholm 2018

Förord

TIMSS Advanced (Trends in Mathematics and Science Study) är en internationell studie som undersöker gymnasieelevers kunskaper i avancerad matematik och fysik. TIMSS Advanced har genomförts tre gånger, 1995, 2008 och 2015, och Sverige har deltagit varje gång. I 2015 års studie deltog svenska elever i årskurs 3 på naturvetenskaps- och teknikprogrammet som slutfört eller håller på att slutföra kursen matematik 4 respektive fysik 2. Resultaten visade att Sverige förbättrat sina resultat i matematik medan resultaten i fysik försämrats. Dessa resultat brukar normalt följas åt och denna rapport undersöker möjliga orsaker till de sjunkande fysikresultaten i TIMSS Advanced.

Rapporten är författad av Helena Johansson, Magnus Oskarsson och Peter Nyström. Helena Johansson och Magnus Oskarsson är filosofie doktorer och forskar vid Avdelningen för Ämnesdidaktik och matematik (DMA), 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.

Innehåll

Sammanfattning	7
1. Introduktion och bakgrund	9
1.1 Vad är TIMSS Advanced?	10
1.2 Resultat i TIMSS Advanced 2015 och i andra internationella studier ..	11
1.3 Fördjupningsstudier	13
1.4 Förändring av ämnesplan i fysik	13
1.5 Syfte och frågeställningar	14
2. Eleverna i TIMSS Advanced	17
2.1 Urvalsprocessen	18
2.2 Förändringar i elevpopulationen som deltog i TIMSS Advanced 2015 och 2008	18
2.3 När läser eleverna kurserna?	25
2.4 Slutsats	27
3. Bakgrundsfaktorer	29
3.1 Elevers intresse, socioekonomiska bakgrund och motivation	30
3.2 Lärares erfarenhet och förändring av undervisning	31
3.3 Slutsats	34
4. Uppgifterna i TIMSS Advanced-provet 2008 och 2015	35
4.1 Lösningsproportioner för fysikuppgifter i TIMSS Advanced	36
4.2 Uppgiftsanalys	38
4.3 Ankaruppgifter	41
4.4 Slutsats	45
5. Exempel på uppgifter	47
5.1 Mekanik och termodynamik (MT)	48
5.2 Elektricitet och magnetism (EM)	49
5.3 Vågfenomen och kärnfysik (VK)	50
5.4 Bäst och sämst	52
6. Diskussion	53
6.1 Fler elever läser fysik i gymnasieskolan	54
6.2 Ytliga kunskaper eller glömskeeffekt?	54
6.3 Didaktiska konsekvenser och behov av vidare forskning	55
Referenser	57
Bilaga 1	59
Bilaga 2	61

Sammanfattning

TIMSS Advanced är en internationell jämförande studie som handlar om elever som går tredje året i gymnasieskolan (eller motsvarande) och har läst mycket matematik och fysik. I Sverige deltar elever på de naturvetenskapliga och tekniska programmen som på vårterminen i årskurs 3 läser eller har läst minst kurserna Matematik 1–4 respektive Fysik 1–2. När studien genomfördes på våren 2015 visade det sig att de svenska resultaten förbättrats något i matematik sedan 2008, när studien genomfördes förra gången. Resultaten i fysik hade dock försämrats och den studie som presenteras här initierades för att söka förklaringar till resultatutvecklingen i fysik.

Möjliga förklaringar har sökts i förändringar i den elevpopulation som ingår i TIMSS Advanced i Sverige, i bakgrundsvariabler från de enkäter till elever och lärare som kompletterar proven som används i TIMSS Advanced, i karakteristika för de uppgifter som ingår i TIMSS Advanced-proven och i förändringar av kurser och kursinnehåll i gymnasiefysiken.

Resultat i korthet:

- Elevpopulationen har breddats sedan 2008. Det är en större andel av åldersgruppen som läser fysik till denna nivå, och en större andel av gruppen som läst denna fysik kommer från teknikprogrammet. Analyser visar att detta möjligen förklarar en liten del av Sveriges resultatnedgång på fysikprovet i TIMSS Advanced 2015.
- Lärarnas svar i lärarenkäten visar att många lärare med mycket lång erfarenhet har slutat och att de lärare som undervisar fysik i gymnasieskolan har både lägre medelålder och kortare undervisningserfarenhet. Undervisningserfarenheten är dock fortfarande omfattande, och elevernas resultat i TIMSS Advanced visar inget samband med lärarnas ålder och erfarenhet.
- Vid analyser av uppgifter som används i TIMSS Advanced visar det sig att det främst är flervalsuppgifter och uppgifter som bara testar fysikkunskaper som resultaten försämrats mest på. Analysen visar inte varför elever blivit sämre på denna typ av uppgifter.
- Hur väl eleverna klarar fysikproven i TIMSS Advanced på våren i årskurs 3 kan bero på förändringar i när eleverna får möta olika fysikinnehåll och hur fysikinnehållet behandlas. Lärarnas enkätsvar visar på flera områden där fysikinnehåll som tidigare undervisats i årskurs 3 nu undervisas tidigare. Analysen av de uppgifter som är gemensamma 2008 och 2015 visar att de uppgifter eleverna presterar sämst på är inom de områden där den största förändringen skett. Detta kan dels bero på att eleverna i högre grad hunnit glömma detta innehåll, men det kan också bero på att det fysikinnehåll som tidigare lagts i och med ämnesplansförändringarna 2011 behandlas mer översiktligt och inte med samma djup som när innehållet fanns med mot slutet av gymnasietiden.

KAPITEL 1

Introduktion och bakgrund



1. Introduktion och bakgrund

TIMSS Advanced (Trends in Mathematics and Science Study) är en internationell, storskalig, jämförande forskningsstudie av vad de 19-åringar som läst mycket matematik och fysik i skolan¹ vet och kan göra i dessa ämnen. Studien organiseras av The International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA)². Syftet är dels att ge deltagande länder möjlighet att följa trender i elevkullarnas kunskaper, dels att ge underlag för intressanta jämförelser mellan länder. Oavsett om det handlar om att jämföra resultat mellan länder eller att jämföra resultat inom ett land över tid, är det viktigt att värdera, analysera och tolka resultaten. Att förstå vad resultaten betyder och dra rimliga slutsatser som underlag för beslut om utformning av den svenska skolan kräver djupgående analyser.

För jämförelser av resultat i TIMSS Advanced mellan länder är till exempel det så kallade täckningsindexet en faktor att förhålla sig till. Detta index anger hur stor andel av 19-åringarna som definierar den population som undersökningen handlar om. Ett lågt täckningsindex signalerar att de deltagande eleverna med stor sannolikhet är elever med goda förutsättningar att läsa matematik och fysik på det som motsvarar gymnasienivån. Ett högt täckningsindex i ett land innebär att de elever som deltagit i studien kommer från en bredare rekryteringsbas och troligen därför har mer varierade förutsättningar att lära sig avancerad matematik och fysik. Alldeles oavsett andra faktorer kan därför ett lågt täckningsindex i ett land förväntas höra ihop med höga resultat i TIMSS Advanced, och tvärtom.

Även för jämförelser inom ett land finns det många aspekter som försvårar tolkningen av resultaten. Det är angeläget att undersöka hur skolan förändrats mellan de olika omgångarna av TIMSS Advanced, för att försöka förstå orsaker till observerade förändringar. Jämfört med andra internationella jämförande studier (som TIMSS och PISA) är detta särskilt angeläget för TIMSS Advanced eftersom det är relativt lång tid mellan de olika omgångarna av studien. För att verkligen förstå och på ett meningsfullt sätt tolka resultaten är det därför angeläget att fördjupa analysen. Den här rapporten redovisar en sådan fördjupningsstudie som specifikt handlar om att tolka resultaten i fysik i TIMSS Advanced 2015.

1.1 Vad är TIMSS Advanced?

Våren 2015 genomfördes TIMSS Advanced för tredje gången. Tidigare har studien genomförts både 1995 och 2008. Studien använder sig av prov i fysik och matematik samt enkäter till elever, lärare och skolledare. Förutom resultat som visar på vad eleverna vet och kan göra i matematik och fysik, bidrar studien med en rik mängd data om ämnesplaner, undervisningsmetoder, lärares bakgrund, arbetsvillkor och föreställningar, skolans resurser samt elevers engagemang och attityder. Som namnet antyder har TIMSS Advanced ett fokus på trend, dvs. studien har specifikt designats med högt ställda ambitioner att kunna jämföra

-
1. I Sverige handlar TIMSS Advanced 2015 om de elever på naturvetenskapsprogrammet och teknikprogrammet som läser eller har läst matematikkurserna 1–4 respektive fysikkurserna 1–2.
 2. <https://timssandpirls.bc.edu/timss2015/advanced/>

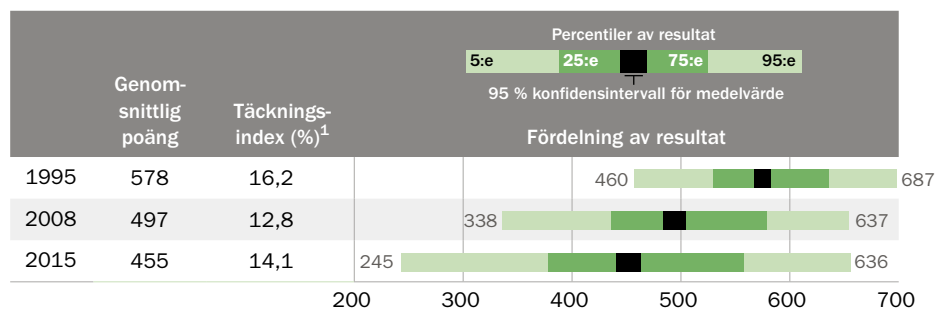
vad eleverna vet och kan göra i fysik och matematik över tid. För att detta ska vara möjligt är det avgörande att samma provuppgifter används i två på varandra följande omgångar av TIMSS Advanced. Alla provuppgifter behöver inte vara samma, en hel del av dem kan bytas ut, men en tillräcklig mängd av sådana ankaruppgifter är nödvändiga.

De elever som deltar i studien är ett slumpmässigt urval av elever som går sista året på naturvetenskaps- eller teknikprogrammet. Eleverna som deltar i matematikdelen ska ha läst minst Matematik 4 och de som deltar i fysikdelen ska ha läst minst Fysik 2. De prov som används för att pröva elevernas matematik- och fysikkunskaper har utformats så att de kan användas för att jämföra elevernas kunskaper mellan varje omgång av studien. Resultaten i TIMSS Advanced 2015 kan alltså direkt jämföras med resultaten 2008 och 1995, och de skillnader som framträder har hög trovärdighet. För en utförligare beskrivning av TIMSS Advanced studien se den svenska nationella rapporten (Skolverket, 2016a).

1.2 Resultat i TIMSS Advanced 2015 och i andra internationella studier

Under 2015 genomfördes flera internationella studier. Det var TIMSS för årskurs 4 i naturvetenskap och matematik, TIMSS för årskurs 8 i naturvetenskap och matematik, PISA för 15-åringar (varav de flesta fanns i årskurs 9) i naturvetenskap, matematik och läsning, samt TIMSS Advanced för elever i årskurs 3 på naturvetenskapliga och tekniska program i gymnasieskolan i fysik och matematik. För TIMSS Advanced visar resultaten från 2015 ett trendbrott i matematik, med högre resultat än förra gången (2008), men med försämrat resultat i fysik (Skolverket, 2016a). Under samma period ser vi marginella förbättringar i resultaten i naturvetenskap i TIMSS och PISA (Skolverket 2016b, 2016c). Bara TIMSS för årskurs 8 visar en signifikant förbättring (om än liten). Övergripande är alltså prestationerna i naturvetenskap för grundskolan ganska oförändrade, och för matematik ser vi samtidigt förbättrade resultat. Fysiken i gymnasieskolan avviker från bilden av ett stabilt eller ökande resultat genom en relativt stor resultatförsämring. Figur 1.1 visar hur svenska gymnasieelevers resultat på fysikprovet i TIMSS Advanced har förändrats från 1995 till 2015.

Figur 1.1 Sveriges resultatutveckling i fysik 1995–2015 (Skolverket, 2016a, s. 47)



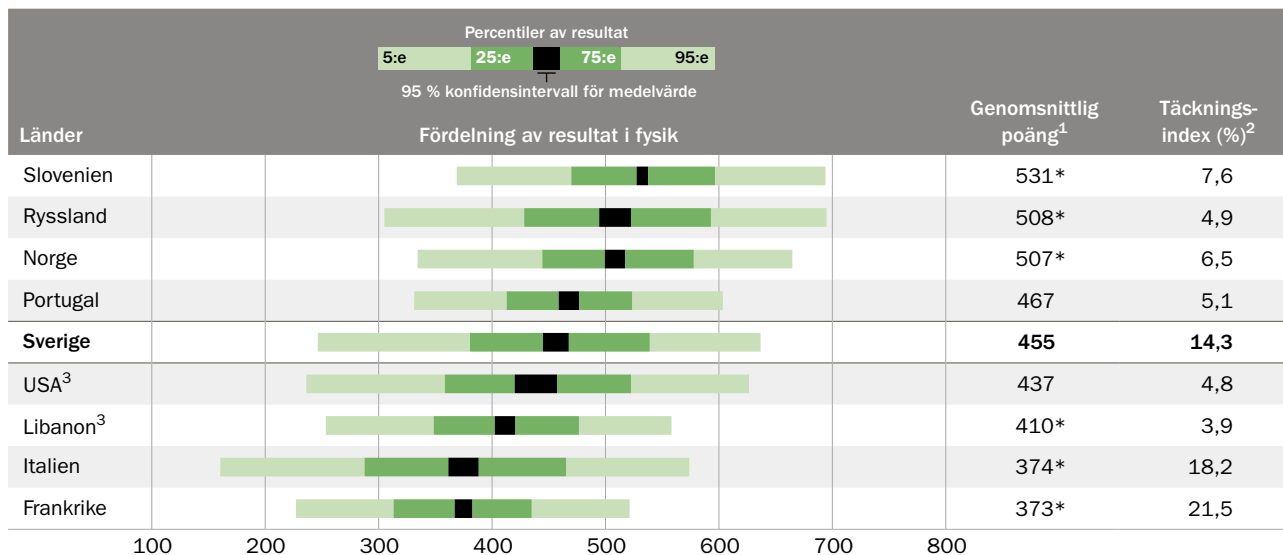
1 Täckningsindex = målgruppens andel av årskullen.

Resultaten försämrades markant mellan 1995 och 2008, och denna resultatförsämring har fortsatt fram till 2015. De allra bästa eleverna (95:e percentilen) presterar lika bra 2015 som de gjorde 2008, men för övrigt ser vi en försämring över hela linjen.

Eleverna från Sverige presterar sämre än tre länder och bättre än tre andra av de länder som deltog i TIMSS Advanced 2015. Figur 1.2 visar resultaten, sorterade efter genomsnittspoäng, för de länder som deltog i fysikdelen av TIMSS Advanced 2015.

Täckningsindex, kolumnen längst till höger i figuren, visar att Sverige deltar med en relativt stor andel av 19-åringarna i TIMSS Advanced. Det tyder på att vi utbildar en relativt stor del av våra ungdomar till denna nivå av fysik. De svenska eleverna som läser eller har läst två gymnasiekurser i fysik utgör över 14 procent av 19-åringarna. Motsvarande andel i till exempel Norge är 6,5 procent.

Figur 1.2 Resultat och fördelning i fysik för samtliga länder i TIMSS Advanced 2015 (Skolverket, 2016a, s. 49).



* Landets genomsnittliga poäng signifikant skilt från Sveriges genomsnittliga poäng.

1 Poängskalan är konstruerad så att genomsnittet för de 16 länder som deltog 1995 sattes till 500 poäng med en standardavvikelse på 100 poäng.

2 Täckningsindex = målgruppens andel av årskullen.

3 Uppfyllede inte bestämmelserna för deltagande och bortfall.

1.3 Fördjupningsstudier

I Sverige har TIMSS Advanced 2015 hittills analyserats vidare i två olika fördjupningsstudier, som båda bidrar till en djupare förståelse och tolkning av resultaten. En fördjupningsstudie har undersökt i vilken utsträckning som svenska elever bör ha haft möjlighet att lära sig det som prövas i TIMSS Advanced (Nyström, Kjellsson Lind, Dahlberg, & Johansson, 2016). Slutsatsen är att de svenska ämnesplanerna i fysik för gymnasieskolan i hög grad täcker det innehåll som beskrivs i ramverket för TIMSS Advanced 2015, och utifrån ämnesplanerna bör de svenska eleverna som deltog i TIMSS Advanced 2015 haft möjlighet att lära sig det som prövas i TIMSS Advanced. Både för de innehållsliga och för de kognitiva dimensionerna av att kunna fysik som beskrivs i ämnesplanerna är överensstämmelsen hög med det ämnesinnehåll och de kognitiva dimensioner som beskrivs i ramverket för TIMSS Advanced 2015 (Nyström m.fl., 2016).

I studien analyserades även det nationella bedömningsstödet i fysik i förhållande till TIMSS Advanced. Slutsatserna från den jämförelsen är att provuppgifterna i TIMSS Advanced och i bedömningsstödet täcker ungefär samma innehållsområden i fysik och att de svenska fysikproven från nationella bedömningsstödet till stor del motsvarar proven i TIMSS Advanced 2015. Framträdande skillnader som identifierades är att proven i TIMSS Advanced innehåller många fler flervalsuppgifter, samt att den formelsamling eleverna har tillgång till under TIMSS Advanced-proven är mycket mer kortfattad än formelsamlingar som är tillåtna vid de svenska fysikproven (Nyström m.fl., 2016). Den höga samstämmigheten mellan TIMSS Advanced och vad eleverna bör ha fått lära sig i gymnasieskolans fysik gör att nergången i fysikresultat inte kan förklaras med att eleverna inte fått möta det fysikinnehåll som prövas i TIMSS Advanced.

I en annan fördjupningsstudie har Skolverket analyserat sambandet mellan resultaten i TIMSS Advanced och elevernas betyg respektive resultat på nationella prov i gymnasieskolan (Skolverket, 2017). Där påvisas en hög korrelation mellan betyg i kursen Fysik 2 och fysikresultat i TIMSS Advanced. Det ger ytterligare stöd för att TIMSS Advanced i hög grad mäter relevanta kunskaper i förhållande till den svenska gymnasieskolan.

1.4 Förändring av ämnesplan i fysik

Gymnasieskolans organisation och innehållet i läro- och ämnesplaner är naturligtvis en viktig bakgrund för att förstå resultaten i TIMSS Advanced. Gymnasieskolan har genomgått en stor förändring med ny läroplan och nya ämnesplaner sedan 2008, som var förra gången TIMSS Advanced genomfördes.

1.4.1 Fysik 1 och Fysik 2

Ämnesplanerna innehåller en beskrivning av syftet med ämnet, vilka kurser som ingår i ämnet, centralt innehåll för varje kurs, antal poäng varje kurs omfattar samt kunskapskraven för varje kurs. I fysikämnet ingår tre kurser, Fysik 1a (150 poäng) som bygger på grundskolans kunskaper eller motsvarande, Fysik 2 (100 poäng) som bygger på Fysik 1a, och Fysik 3 (100 poäng) som bygger på Fysik 2. Fysik 1a kan också ges som två delkurser, Fysik 1b1 och Fysik 1b2 som tillsammans ger 150 gymnasiepoäng och helt motsvarar Fysik 1a (Skolverket, 2011). Som nämnts ovan är kriteriet för att delta i urvalet för fysik i TIMSS Advanced

2015 att eleverna läser eller har läst Fysik 2 (Fy 2), vilket förutsätter att de även läst Fysik 1a, därför ingår inte kurserna Fysik 1b1 och 1b2, eller Fysik 3 i denna analys. Hädanefter kommer Fysik 1a betecknas Fysik 1 (Fy 1).

För vardera av kurserna Fysik 1 och Fysik 2 anger ämnesplanen vilket centralt innehåll som ska behandlas under kursens gång. Det centrala innehållet delas in i olika ämnesområden; Rörelse och krafter (Fy 1 & 2), Energi och energiresurser (Fy 1), Strålning inom medicin och teknik (Fy 1), Klimat- och väderprognoser (Fy 1), Fysikens karaktär, arbetssätt och matematiska metoder (Fy 1 & 2), Vågor, elektromagnetism och signaler (Fy 2), samt Universums utveckling och struktur (Fy 2) (Skolverket, 2011). Jämfört med tidigare fysikkurser enligt Gy 2000 (Skolverket, 2000), har området optik utgått och området klimat och väderprognoser tillkommit. Övrigt ämnesinnehåll är ungefär detsamma. Den första kursen (Fy 1) omfattar nu 150 poäng jämfört med att tidigare ha omfattat 100 poäng (Fy A), och fördjupningskursen (Fy 2) omfattar nu 100 poäng istället för som tidigare 150 poäng (Fy B). Detta har fått till följd att ämnesinnehåll flyttats mellan kurserna, vissa områden som kom senare i elevers möte med fysik kommer nu tidigare och omvänt. Detta innebär också att tiden mellan en elevs möte med ett visst innehåll och när de skrev TIMSS Advanced 2015 kan skilja sig från motsvarande för TIMSS Advanced 2008. En förflyttning av innehåll från den tidigare fördjupningskursen (Fy B) till nuvarande introduktionskursen (Fy 1) kan också påverka med vilket djup innehållet behandlas. Exempel på innehåll som har flyttat från fördjupningskursen till första kursen är rörelsemängd, impuls, elektriska fält och radioaktivt sönderfall.

1.5 Syfte och frågeställningar

Syftet med den här rapporten är att identifiera och beskriva möjliga orsaker till resultatnedgången i fysik. Övriga internationella jämförande studier i matematik och naturvetenskapliga ämnen som genomfördes vid samma tidpunkt visade på oförändrade eller förbättrade resultat jämfört med tidigare år, och det är därför angeläget att försöka förstå och förklara nedgången i fysikresultat i TIMSS Advanced. Mer specifikt har undersökningen utgått från fem forskningsfrågor:

1. Finns systematiska skillnader i urvalet av elever till TIMSS Advanced-provet i matematik och fysik mellan 2008 och 2015 som kan ha påverkat resultaten?
2. Vilka av elevernas bakgrundsvariabler ger störst påverkan på elevers resultat? Finns det skillnader jämfört med hur det såg ut 2008?
3. Vad karaktäriserar uppgifter där svenska eleverna lyckas väl och där de lyckas mindre väl? Finns det skillnader jämfört med hur det såg ut 2008?
4. Hur skiljer sig de nytillkomna fysikuppgifterna 2015 mot ankaruppgifter som fanns med 2008, med avseende på t.ex. diskriminering och svårighetsnivå?
5. Kan förändring av kurser och kursinnehåll förklara någon del av nedgången i resultat?

Forskningsfrågorna, och de relaterade problemställningar som de genererat, kommer i tur och ordning att behandlas i de kapitel som följer. Kapitel 2 och 3 handlar om forskningsfråga 1 och 2, och kapitel 4 handlar om forskningsfrågorna 3 och 4. Effekterna av omläggningen av fysikkurserna, forskningsfråga 5, kan spåras i när elevpopulationen läste kurserna, när lärarna undervisade olika moment och i resultat på uppgiftsnivå. Det innebär att fråga 5 kommer att behandlas i flera av kapitlen. Analyserna följs av kapitel 5, med exempel på uppgifter som illustrerar en del av det som framkommit i kapitel 4. Rapportens avslutande kapitel sammanfattar och diskuterar de möjliga förklaringar till nedgången i fysikresultat i TIMSS Advanced som analysen visat på.

KAPITEL 2

Eleverna i TIMSS Advanced



2. Eleverna i TIMSS Advanced

I det här kapitlet redogörs för urvalet av elever till TIMSS Advanced och eventuella skillnader sedan 2008. Här undersöks även om den elevpopulation som urvalet ska representera har förändrats. En del av detta är att titta på vilka fysikkurser som målgruppen läst och när de har läst dessa. Mer specifikt behandlas forskningsfråga 1 och delar av forskningsfråga 5:

- Finns systematiska skillnader i urvalet av elever till TIMSS Advanced-provet i matematik och fysik mellan 2008 och 2015 som kan ha påverkat resultaten?
- Kan förändring av kurser och kursinnehåll förklara någon del av nedgången i resultat?

2.1 Urvalsprocessen

Urvalsprocessen är noga kontrollerad och beskrivs i LaRoche och Foy (2016). Först väljs skolor ut och därefter klasser med elever som uppfyller kriterierna för att skriva matematikprovet eller fysikprovet. Denna urvalsprocess har inte förändrats sedan 2008, vilket innebär att det inte finns några indikationer på systematiska skillnader i urvalet som kan förklara resultatnedgången.

2.2 Förändringar i elevpopulationen som deltog i TIMSS Advanced 2015 och 2008

Nästa fråga blir då om den elevpopulation som studeras i TIMSS Advanced har förändrats. En orsak till resultatnedgången skulle kunna vara att populationen som deltar i TIMSS Advanced 2015 skiljer sig från 2008. Detta kommer nu att undersökas från olika aspekter.

2.2.1 Kriterier för elevpopulation

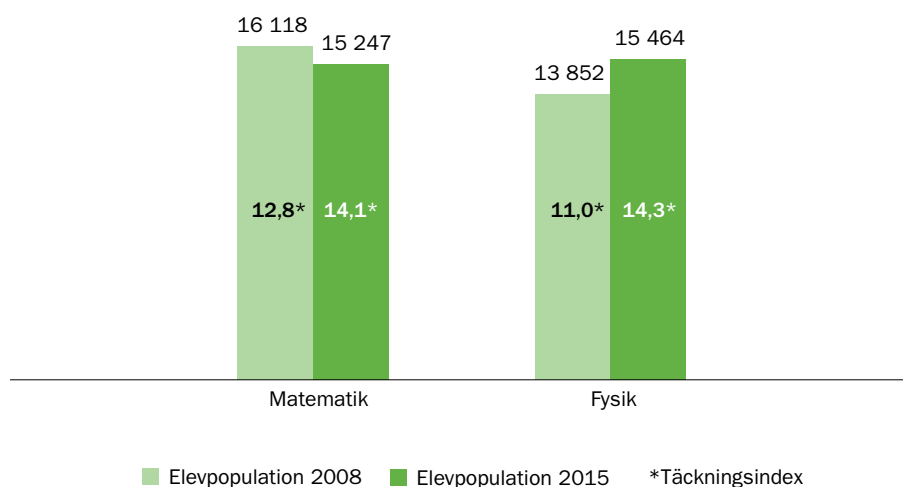
Elevpopulationen i TIMSS Advanced 2015 definieras som de elever som går sista året på gymnasiet och har läst avancerade kurser i matematik (ett krav för att skriva matematikprovet) eller avancerade kurser i fysik (ett krav för att skriva fysikprovet) (LaRoche & Foy, 2016). Detta är samma definition för elevpopulationen som används i TIMSS Advanced 2008 (LaRoche, Zuehlke, & Joncas, 2009). Deltagande elever ska ha haft möjlighet att lära sig det som ingår i ramverket för TIMSS Advanced, och 2008 ingick därför svenska elever som läser eller har läst minst Matematik D respektive Fysik B. På grund av förändring av ämnesplaner och kurser vid gymnasiereformen 2011, omformulerades dessa kriterier inför TIMSS Advanced 2015 till att elever i elevpopulationen måste läsa eller ha läst minst Matematik 4 respektive Fysik 2. Dessa kriterier innebär att elevkategorierna som deltog 2008 och 2015 har läst lika mycket fysik, medan deltagande elever 2015 har läst 50 poäng mer matematik än deltagande elever 2008. Att omfattningen i matematik har ökat mellan 2008 och 2015 skulle eventuellt kunna vara en bidragande del till att det har gått bättre för svenska elever på matematikprovet i TIMSS Advanced, samt att resultaten i matematik och fysik inte följs åt på samma sätt som i tidigare studier. Däremot kan utökning av matematikämnet inte förklara nedgången av elevers resultat på fysikproven, vilket är syftet med denna studie.

2.2.2 Antal och andel elever i elevpopulation och urval

Mellan 2008 och 2015 har det skett en viss förändring av antalet elever, både bland dem som ingår i elevpopulationen och dem som deltar i studien. Vid studien 2008 deltog cirka 2 300 elever vardera i matematik respektive fysik, och 2015 var det 3 937 elever som deltog i matematik och 3 727 i fysik. Detta innebär att urvalet nästan har fördubblats. Ett större urval innebär bland annat att man kan göra fler analyser på delnivåer, vilket var en orsak till att fler elever valdes ut. Däremot påverkar inte ett större urval resultatet på provet.

För elevpopulationen gäller att det totalt var 16 118 naturvetar- och teknik-elever som läser eller har läst Matematik D vid 2008 års studie. För Fysik B var motsvarande antal 13 852. Vid 2015 års studie var det 15 247 elever som läser eller har läst Matematik 4 och 15 464 elever som läser eller har läst Fysik 2 (Figur 2.1). Trots att siffrorna visar på en minskning av antalet elever som läser avancerad matematik, så har täckningsindex ökat både för matematik och för fysik, från 12,8 till 14,1 respektive från 11,0 till 14,3. Detta beror på att årskullen som gick årskurs 3 på gymnasiet 2015 (födda 1996) var mindre än 2008 (födda 1989). Det betyder att andelen elever som läser avancerad matematik och avancerad fysik har ökat bland elever som går årskurs 3 på gymnasiet. Som beskrevs i avsnitt 1.2 kan detta ha haft en viss påverkan på resultaten. Ett större täckningsindex kan betyda större variation i resultaten, och ett lägre täckningsindex kan betyda att det är en mer homogen grupp av högpresterande eleverna som läser de avancerade kurserna i matematik och fysik.

Figur 2.1 Antal elever i elevpopulation, samt täckningsindex, för TIMSS Advanced 2008 och 2015.



Figur 2.1 visar att elevpopulationen för fysikdelen i TIMSS Advanced har ökat med cirka 1 600 elever, vilket motsvarar drygt 11 procent (tabell 2.1). Eftersom det inte skett någon motsvarande ökning av antalet elever som läst matematik till den nivå som gäller i TIMSS Advanced, skulle ökningen av antalet fysik-elever kunna vara en möjlig förklaring till skillnaderna i resultatutveckling mellan de två ämnena. Resultat från enkäterna visar andelen kvinnor och män bland eleverna som läser mycket fysik i den svenska gymnasieskolan (tabell 2.1).

Tabell 2.1 Elevpopulationen för fysikdelen i TIMSS Advanced 2008 och 2015, uppdelat efter män och kvinnor

År	Elevpopulation	Andel kvinnor (%)	Andel män (%)	Antal kvinnor	Antal män	Resultat kvinnor	Resultat män
2008	13 852	35	65	4 848	9 004	491	500
2015	15 464	41	59	6 340	9 124	448	459

Trots att elevpopulationen ökat är antalet män i denna population i stort sett detsamma 2015 som 2008. Ökningen utgörs alltså nästan uteslutande av kvinnliga elever. Konsekvensen är att andelen kvinnor har ökat med sex procentenheter. De kvinnliga eleverna har i genomsnitt 11 poäng mindre än de manliga, vilket är i stort sett samma skillnad som 2008 (9 poäng).

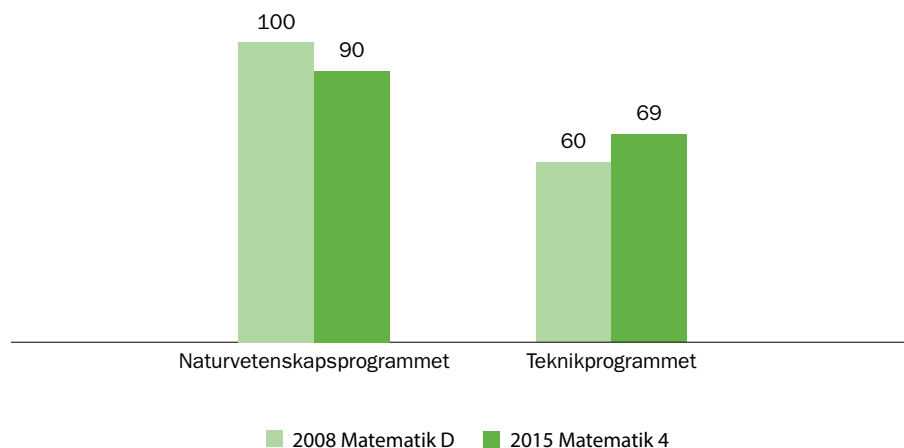
Eftersom resultatskillnaden mellan könen är förhållandevis liten, har den ökade andelen kvinnor inte haft någon större påverkan på resultaten. Könsskillnaden i poäng har heller inte förändrats från 2008, vilket den kunde förväntas ha gjort om den grupp kvinnliga studenter som tillkommit presterat sämre än övriga kvinnor. Kvinnor och män har försämrat sina fysikresultat i TIMSS Advanced ungefär lika mycket mellan 2008 och 2015. Det tyder på att det något svagare resultatet för kvinnor inte bör ha påverkat resultatet i någon högre grad, trots att andelen kvinnor ökat.

Enkätsvaren visar också att andelen elever med utländsk bakgrund har ökat. Denna ökning har skett i både matematik och fysik. Som visas i den nationella rapporten (Skolverket, 2016a) har skillnaden i resultat mellan elever med svensk och elever med utländsk bakgrund inte förändrats mellan 2008 och 2015. Det genomsnittliga resultatet har ökat i matematik ungefär lika mycket för båda grupperna av elever, och det genomsnittliga resultatet i fysik har minskat ungefär lika mycket för svenska elever och elever med utländsk bakgrund (Skolverket, 2016a). Ökningen av elever med utländsk bakgrund kan därmed inte på något enkelt sätt förklara att resultaten i fysik har försämrats, medan resultaten i matematik förbättrats.

2.2.3 Antal och andel elever på programnivå

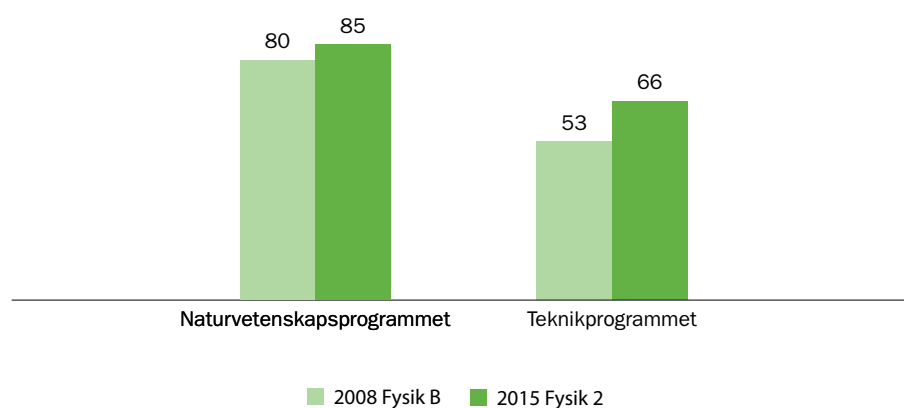
I den nationella rapporten för TIMSS Advanced 2015 (Skolverket, 2016a) beskrivs bland annat hur andelen elever som läser avancerad matematik respektive fysik på naturvetenskaps- och teknikprogrammet förändrats sedan 2008, och att det skett en förändring av elevpopulationen i matematik och fysik. För de elever som gick naturvetenskapsprogrammet 2008 var det obligatoriskt att läsa Matematik D, medan detta var frivilligt för elever på teknikprogrammet. Fysik B var däremot frivilligt för både naturvetar- och teknikelever. Vid 2015 års studie läser inte alla elever Matematik 4 och Fysik 2 på något av programmen. Detta innebär att 2008 läste 100 procent av alla eleverna på naturvetenskapsprogrammet Matematik D. På teknikprogrammet var detta 60 procent av eleverna (Figur 2.2). Motsvarande andelar är 90 procent respektive 69 procent vid 2015 års studie.

Figur 2.2 Andel elever (%) som läst eller läser avancerad matematik på naturvetenskaps- och teknikprogrammet 2008 och 2015.



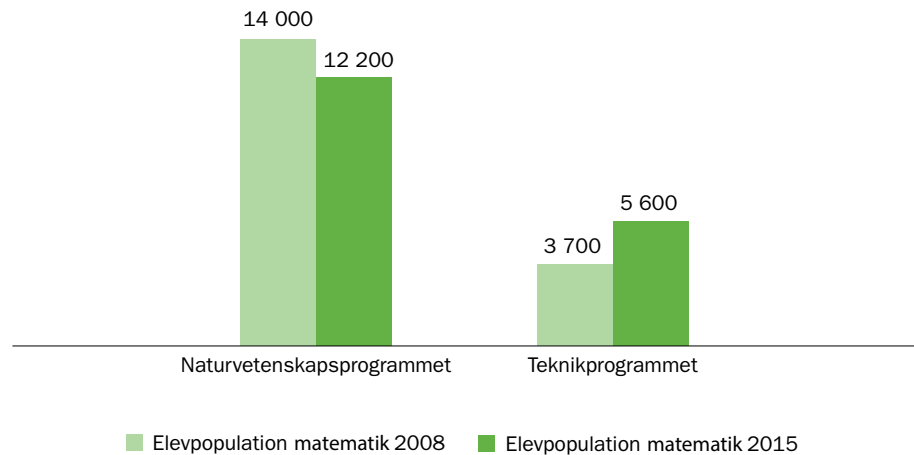
Även i fysik har andelen elever som läser de avancerade kurserna förändrats. Andelen elever på naturvetenskaps- och teknikprogrammet som läser Fysik B/ Fysik 2 har ökat från 80 procent till 85 procent, respektive från 53 procent till 66 procent (figur 2.3).

Figur 2.3 Andel elever (%) som har läst eller läser avancerad fysik på naturvetenskaps- och teknikprogrammet 2008 och 2015.



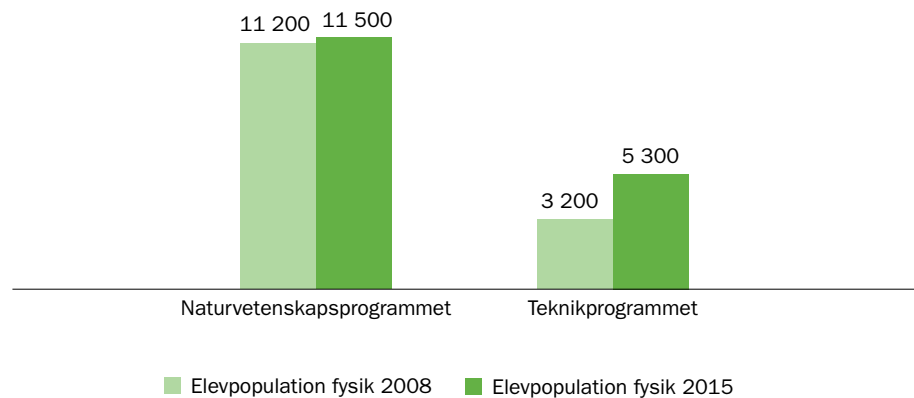
Med utgångspunkt i det totala antalet elever som gick i årskurs 3 på naturvetenskaps- och teknikprogrammet läsåret 2007/2008 (Skolverket, u.å.-a) och 2014/2015 (Skolverket, u.å.-b, u.å.-c), kan en skillnad i elevpopulation mellan TIMSS Advanced 2008 och 2015 identifieras. Antalet elever som kan delta i matematikprovet har minskat från cirka 14 000 till 12 200 elever på naturvetenskapsprogrammet och ökat från cirka 3 700 till 5 600 elever på teknikprogrammet (figur 2.4).

Figur 2.4 Antal elever i elevpopulation 2008 och 2015 för matematikprovet programvis.



Även antalet elever som kan delta i TIMSS Advanced fysikprov har förändrats mellan 2008 och 2015. På naturvetenskapsprogrammet har antalet ökat från cirka 11 200 till 11 500, och på teknikprogrammet från cirka 3 200 till 5 300 (figur 2.5). Detta innebär att 2 000 fler teknikelever ingår i elevpopulationen för fysikprovet 2015 jämfört med 2008, samtidigt som antalet naturvetarelever är relativt konstant. Detta är en betydande ökning, som tillsammans med ökat täckningsindex kan påverka resultatet på fysikprovet.

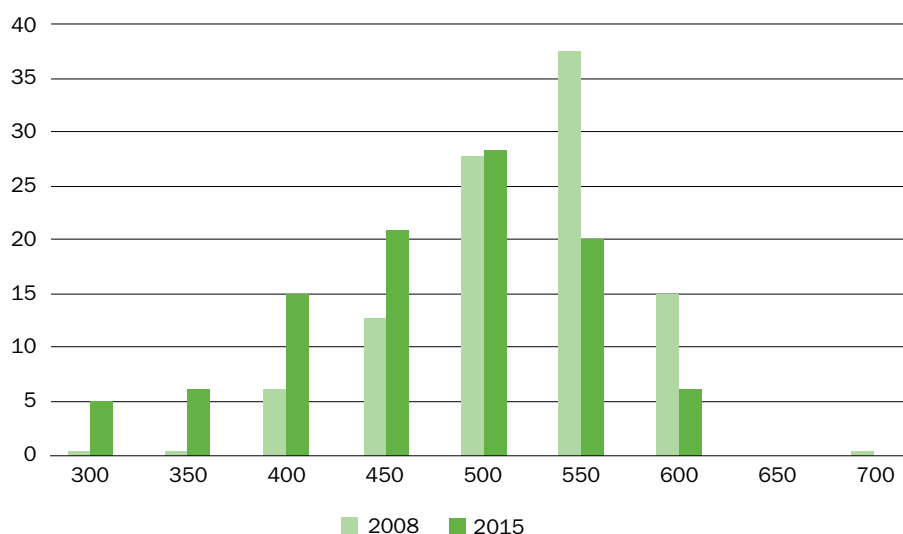
Figur 2.5 Antal elever i elevpopulation 2008 och 2015 för fysikprovet programvis.



Vid genomförandet av TIMSS Advanced 2015 samlades data om elevers programtillhörighet in. Utifrån dessa kan genomsnittlig poäng för vardera programmet beräknas. Detta ger att elever på naturvetenskapsprogrammet i genomsnitt har 469 poäng och elever på teknikprogrammet har i genomsnitt 419 poäng. Andelen teknikelever i elevpopulationen har ökat med cirka 9 procentenheter. Data om programtillhörighet samlades inte in vid 2008 års studie, men om vi antar att resultat skillnaden mellan programmen var ungefär densamma 2008 (dvs. 50 poäng) bidrar detta sammantaget till cirka 5 poäng av resultatnedgången.

Resultaten i TIMSS Advanced 2015 visar skillnader i resultat mellan naturvetenskapsprogrammet och teknikprogrammet, men också att Sverige har stor resultatspridningen i fysik (figur 1.2). En fråga är då om den ökning som skett av elever med låga resultat avspeglas i fler klasser med låga resultat, eller om försämringen har skett i de flesta klasser. Analyser av resultat från PISA har tidigare visat hur mellanskolevariansen ökat som en del i den ökade resultatspridningen i naturvetenskap (Skolverket, 2016b). Som beskrivs ovan så sker urvalet av elever till TIMSS Advanced i flera steg genom att först välja skola och sedan en eller flera klasser på skolan. Detta gör att elevernas resultat påverkas både av klassen de går i och av skolan som de går på. Detta gör att det inte är enkelt att mäta mellanskolevariansen eller mellanklassvariansen i TIMSS Advanced, men en bild över hur medelresultaten fördelas på klassnivå ger ändå en vägledning (figur 2.6).

Figur 2.6 Andel klasser med olika medelresultat i TIMSS Advanced 2008 och 2015.

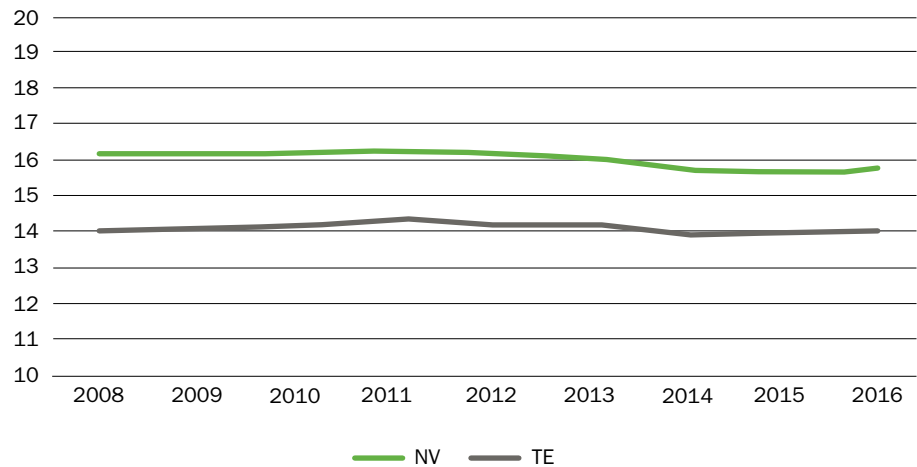


Figur 2.6 visar en tydlig ökning av klasser med låga resultat, men att det samtidigt skett en minskning av klasser med höga resultat. Det verkar alltså som att resultatförsämringen skett i de flesta klasser.

2.2.4 Elevers betyg över tid

Som nämnts i kapitel 1 skiljer sig resultaten i TIMSS Advanced 2015 från resultat i liknande studier på så sätt att fysikresultaten försämrades medan matematikresultaten förbättrades. Normalt brukar resultaten på proven i matematik och fysik/naturvetenskap följas åt. En tidigare fördjupningsstudie av data från bland annat TIMSS Advanced 2015 har visat att sambandet mellan elevers betyg och resultat på proven i TIMSS Advanced är starkt (Skolverket, 2017). Därför är det intressant att se om samma nedgång i fysikresultat kan ses i elevers betyg på fysikkurserna, samt om, och i så fall hur, fysikbetygen skiljer sig från matematikbetygen. Det är även intressant att studera betygen för tidsperioden sedan förra TIMSS Advanced-provet gavs (2008), för att se om skillnaden i resultat för elever på naturvetenskaps- och teknikprogrammet är samma över tid. Figur 2.7 visar elevers genomsnittliga totala betygspoäng för åren 2008–2016.

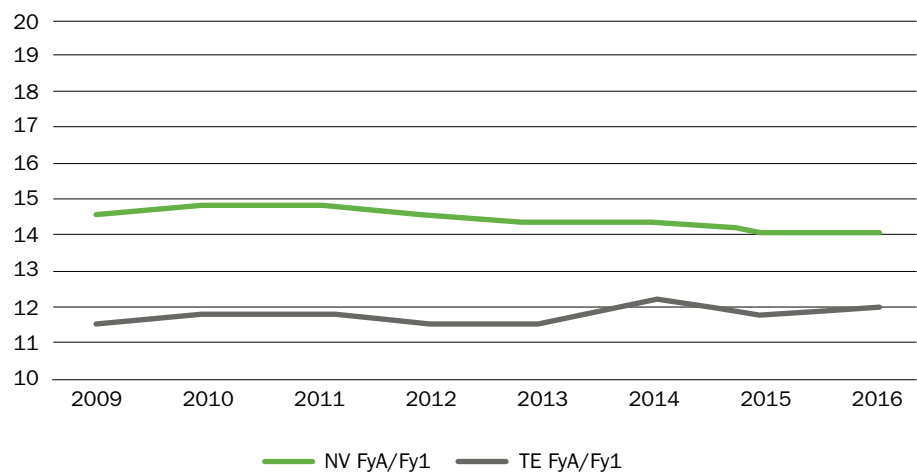
Figur 2.7 Genomsnittlig betygspoäng i alla ämnen för avgångselever på naturvetenskaps- och teknikprogrammet.



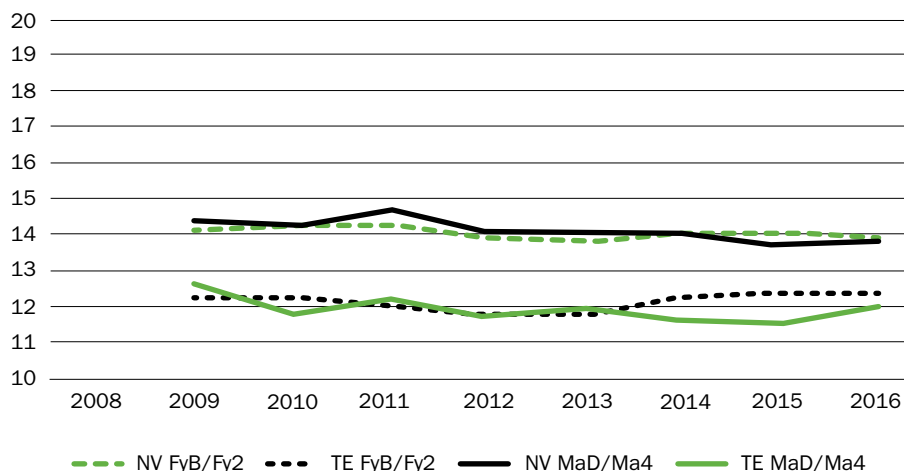
Betygen uppvisar bara små förändringar med en svag dipp mellan 2013 och 2014, vilket var när den nya betygsskalan infördes. Inte heller ökningen mellan 2008 och 2015 av antalet elever som går teknikprogrammet (kap. 2.2.3) verkar ha påverkat teknikelevernas medelbetyg. Skillnaden mellan programmen är ungefär densamma över åren.

Figur 2.8 och figur 2.9 visar de genomsnittliga betygspoängen för kurserna Fy A/Fy 1, Fy B/Fy 2 och Ma D/Ma4 mellan 2009 och 2016. Kursbetyg uppdelat på program fanns inte tillgängliga för 2008, därför saknas detta i figurerna.

Figur 2.8 Genomsnittlig betygspoäng på Fy A-/Fy 1-kursen för avgångselever på naturvetenskaps- och teknikprogrammet.



Figur 2.9 Genomsnittlig betygspoäng på Fy B-/Fy 2- och Ma D-/Ma 4-kurserna för avgångselever på naturvetenskaps- och teknikprogrammet.



Som figur 2.8 och figur 2.9 visar så har elever på teknikprogrammet i genomsnitt lägre betygspoäng än elever på naturvetarprogrammet, både på de enskilda fysikkurserna och på matematikkursen. Detta är rimligt utifrån att Skolverket (2017) visat att det är ett starkt samband mellan elevers betyg, både på kursnivå och genomsnittlig betygspoäng, och att elever på naturvetenskapsprogrammet i genomsnitt har 50 poäng högre resultat på fysikprovet i TIMSS Advanced 2015 än elever på teknikprogrammet (se avsnitt 2.2.3). Vidare visar figur 2.8 och figur 2.9 att det inte skett några stora förändringar i betygspoängen för fysikkurserna mellan 2009 till 2016. Figur 2.9 visar att betygen i Matematik D/4 i stort sett följer betygen i Fysik B/2. Utifrån detta ses att det inte skett en liknande nedgång i fysikbetygen jämfört med matematikbetygen, som i resultaten på fysikproven jämfört med matematikproven i TIMSS Advanced.

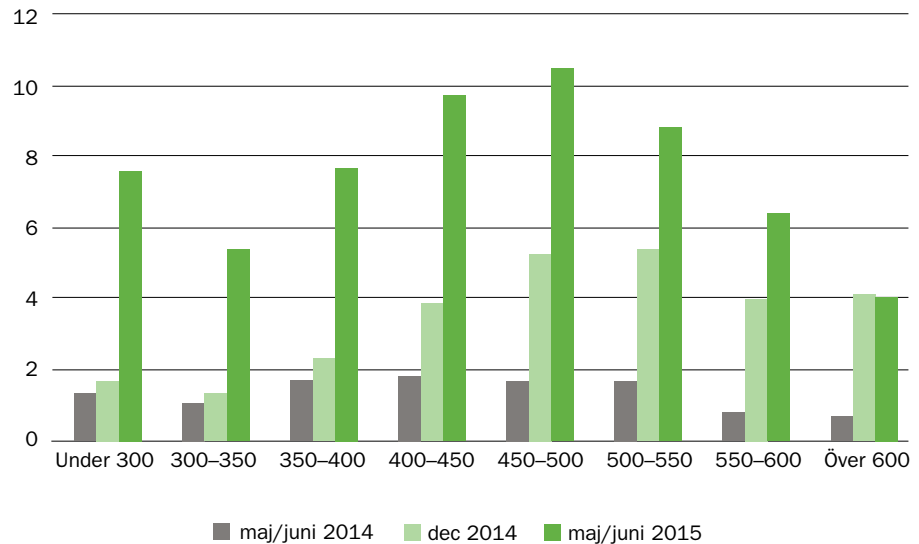
Betyg och resultat i TIMSS Advanced är olika mått på elevers kunskaper. De svenska kursbetygen ska utgå ifrån kunskapskraven i aktuell kurs, och speglar den kvalitet elever har visat sin kunskap på då betygen sätts. Betygsättningen sker i relation till kunskapskraven i slutet av varje kurs, när allt centralt innehåll som gäller för respektive kurs har behandlats. Detta innebär att det är avgränsade områden inom till exempel fysik som bedöms i respektive kurs. TIMSS Advanced däremot prövar elevers fysikkunskaper på mer övergripande nivå, dvs. fysikprovet täcker in större delar av fysikområdena än de svenska fysikkurserna enskilt. Samstämmighetsrapporten (Nyström m.fl., 2016) visar att de svenska eleverna sammantaget ska ha haft möjlighet att lära sig det fysikinnehåll som ingår i TIMSS Advanced 2015, det vill säga då innehållet i de två kurserna Fysik 1 och Fysik 2 betraktas som en helhet.

2.3 När läser eleverna kurserna?

Som nämnts i inledningen av kapitel 2 är det intressant att titta på när elevpopulationen har läst fysikkurserna. När fysikkurserna ges inom naturvetenskaps- och teknikprogrammen varierar mellan skolor. På vissa skolor läser eleverna Fysik 2 ända fram till slutet av årskurs 3, samtidigt som kursen avslutas på vårterminen i årskurs 2 på andra skolor. Denna variation påverkar om elever

har haft möjlighet att möta allt fysikinnehåll innan TIMSS Advanced-provet skrevs, samt hur lång tid det gått sedan de mött aktuellt fysikinnehåll. Det är därför intressant att studera hur denna variation påverkar elevers resultat. Figur 2.10 visar andel elever i elevpopulationen för TIMSS Advanced 2015 med olika resultat uppdelat på när de avslutade Fysik 2-kursen.

Figur 2.10 Andel elever med olika resultat i TIMSS Advanced 2015 uppdelat på när de avslutade Fysik 2-kursen.



De som avslutade Fysik 2 efter höstterminen 2014 verkar ha haft en fördel av detta, medan de som avslutade Fysik 2 i slutet av vårterminen 2014 verkar ha missgynnats. Den övervägande andelen elever som avslutade Fysik 2 i december 2014 går i klasser med ett medelresultat över 450 poäng. Detta kan jämföras med de elever som avslutade Fysik 2 i maj eller juni 2014, där den övervägande delen av eleverna går i klasser med ett medelresultat under 450 poäng. De elever som avslutade kursen i slutet av vårterminen 2015 går i klasser med resultat som är relativt jämnt fördelade över hela skalan. Figuren ger en indikation på att en så kallad glömskeeffekt skulle kunna finnas och att eleverna inte riktigt minns den fysik de läst för, i bästa fall, nästan ett år sedan.

Tittar vi på medelresultaten för elevgrupper indelade efter när dessa avslutade Fysik 2 visas samma mönster (tabell 2.2). I tabellen syns ett tydligt mönster av att de elever som avslutade kursen efter höstterminen innan provet gavs har signifikanta bättre resultat än elever i de båda andra grupperna. Liknande data samlades inte in vid TIMSS Advanced 2008.

Tabell 2.2 Resultat med avseende på när eleverna avslutade Fysik 2. Signifikanta skillnader mot medelvärde markeras med *.

Avslut Fy 2	Resultat	Medelfel
Maj/Juni 2014	433	11
December 2014/Januari 2015	489*	9
Maj/Juni 2015	444	9
Alla elever	455	6

2.4 Slutsats

I detta avsnitt har konstaterats att urvalsprocessen sett likadan ut vid de båda provtillfällena 2008 och 2015. Detta var väntat och det finns därför inga skillnader i själva urvalsprocessen som skulle kunna förklara svenska elevers resultatnedgång i fysik. Vad som har visats är att täckningsindex har ökat både för fysik och för matematik. Eftersom ett ökat täckningsindex innebär att en större andel av alla gymnasieelever läser avancerade kurser, skulle det kunna innebära att variationerna i elevernas resultat ökar. Detta skulle kunna vara en förklaring till att spridningen av fysikresultaten ökat sedan TIMSS Advanced 2008 (jmf. figur 1.1). Samtidigt har spridningen av resultatet i matematik minskat sedan 2008, trots ett ökat täckningsindex (Skolverket, 2016a). Om ett ökat täckningsindex i fysik skulle kunna förklara en ökad spridning av fysikresultaten i TIMSS Advanced bör undersökas vidare.

Vidare framgår att andelen elever som läser avancerad fysik på teknikprogrammet har ökat mellan 2008 och 2015 jämfört med motsvarande på naturvetenskapsprogrammet. Fysikresultatet är också i genomsnitt lägre för teknikelever än för naturvetarelever. Detta skulle kunna förklara en resultatminskning i fysik. När detta sedan sätts i relation till genomsnittligt resultat för respektive program kan antas att resultatet sjunkit markant även för elever på naturvetenskapsprogrammet. Så den ökande andel teknikelever som läser avancerad fysik kan inte ensamt förklara den stora resultatnedgången mellan 2008 och 2015.

När elevers betyg och resultat i TIMSS Advanced jämförs så ser man inte samma nedgång i betygen som på fysikprovet i TIMSS Advanced. Betyg och TIMSS Advanced mäter kunskap på lite olika sätt, och betygen sätts också efter avslutad kurs medan TIMSS Advanced genomförs på vårterminen i årskurs 3. Eleverna läser fysikkurserna vid olika tillfällen, och när eleverna avslutade Fysik 2 visade sig påverka resultatet. De som avslutat kursen på höstterminen innan provet har bäst resultat medan de som avslutade vårterminen innan har lägst resultat. Detta kan tyda på en glömskeeffekt där eleverna inte kommer ihåg vad de lärt. Det kan också förklara att kursbetygen inte ändrats, eftersom de sätts efter avslutad kurs.

KAPITEL 3

Bakgrundsfaktorer



3. Bakgrundsfaktorer

Analysen som presenteras i det här kapitlet utgår från forskningsfråga 2 och delar av forskningsfråga 5:

- Vilka av elevernas bakgrundsvariabler ger störst påverkan på elevers resultat? Finns det skillnader jämfört med hur det såg ut 2008?
- Kan förändring av kurser och kursinnehåll förklara någon del av nedgången i resultat?

Analysen vidgas också till att omfatta lärarenkäten, eftersom lärarnas svar på enkätfrågorna kan innehålla potentiella förklaringar till försämringen i fysikresultat i TIMSS Advanced.

Elevenkäterna i TIMSS Advanced innehåller en lång rad frågor om elevernas bakgrund, motivation, syn på ämnet, framtidsplaner, uppfattningar om undervisning, med mera. Enkäterna är i första hand avsedda för att förstå och förklara resultat vid en viss tidpunkt, och har inte den höga ambition att mäta trend som gäller för kunskapsproven i TIMSS Advanced. Enkäterna har förändrats under åren och blivit bättre på att mäta relevanta elev-, lärar- och skolaspekter. Det innebär till exempel att de index som används i TIMSS Advanced 2015 inte har någon motsvarighet i TIMSS Advanced 2008, och möjligheten att jämföra enkätsvar över tid är begränsad.

3.1 Elevers intresse, socioekonomiska bakgrund och motivation

Vi har i kapitel 2 konstaterat att fysikresultaten visar en liten skillnad mellan män och kvinnor till männens fördel. Förutom den lilla resultatskillnaden skiljer sig kvinnliga och manliga elever även åt när det gäller intresset för att lära sig fysik. Motsvarande frågor i matematik visar inga skillnader mellan könen. Hälften av kvinnorna (50 procent) uppger att de inte gillar att lära sig fysik, och motsvarande andel bland männen är 32 procent. Däremot är det ingen skillnad mellan kvinnor och män när det gäller hur de värdesätter studier av fysik. Det lägre intresset att lära sig fysik bland kvinnliga elever, i kombination med en ökad andel kvinnor bland eleverna som läser fysik, innebär att intresset totalt sett minskat något från 2008 till 2015. Som tidigare visats är resultatskillnaden liten mellan män och kvinnor, och kvinnors lägre resultat och lägre intresse kan inte förklara resultatnedgången. På grund av förändringar i elevenkäterna redovisar varken nationell eller internationell rapportering från TIMSS Advanced 2015 några trender för hur eleverna intresserar sig för och värderar fysik.

I elevenkäten finns vidare en hel del frågor som ska ringa in olika aspekter av elevernas socioekonomiska bakgrund. Socioekonomiska faktorer har ett relativt starkt samband med resultat i TIMSS Advanced, och förändringar i elevers svar på enkätfrågor som har med socioekonomi att göra skulle potentiellt kunna ge ledtrådar till varför resultaten i fysik försämrats. I TIMSS Advanced 2015 används ett index för att mäta elevernas socioekonomiska bakgrund (indexet har fått namnet hemresurser). Motsvarande index fanns inte 2008. I den nationella rapporten (Skolverket, 2016a) konstateras att föräldrarnas utbildningsnivå inte

förändrats från 2008 till 2015 och att sambandet mellan socioekonomi och resultat tycks vara detsamma. Skolverket (2016a, s. 61) skriver:

Jämfört med 2008 ser vi ingen signifikant förändring i skillnaden i resultat i avancerad matematik och fysik mellan elever vars föräldrar har högst en gymnasieutbildning jämfört med elever vars föräldrar har en universitetsutbildning. Vi ser heller inga förändringar i betydelsen av föräldrarnas utbildning för elevernas resultat jämfört med 2008.

Det finns med andra ord inget som tyder på att socioekonomiska faktorer skulle kunna förklara resultatnedgången i fysik.

Ett annat resultat som lyfts fram i den nationella rapporten är att andelen elever som arbetar vid sidan av studierna inte har ändrats mellan 2008 och 2015. Däremot har provmotivationen ökat, vilket antyder att eleverna i högre grad gjorde sitt bästa 2015 jämfört med 2008 (Skolverket, 2016a). Det skapar förväntningar på ökade resultat i TIMSS Advanced.

3.2 Lärares erfarenhet och förändring av undervisning

När det gäller övriga enkäter har vi bara identifierat ett par potentiellt intressanta förändringar som också skiljer sig från matematiken.

Den första handlar om lärarnas könsfördelning, åldersfördelning och undervisningserfarenhet i antal år (se tabell 3.1 och tabell 3.2).

Tabell 3.1 Könsfördelning och ålder för lärare som undervisar avancerad matematik och fysik i gymnasieskolan, enligt lärarnas svar på lärarenkäter i TIMSS Advanced 2008 och 2015. Data är hämtade från Mullis, Martin, Foy, & Hooper (2016) och Mullis, Martin, Robitaille, & Foy (2009). Tabellen anger den andel av elevpopulationen vars lärare i fysik respektive matematik är.

	kvinnor (%)	29 år eller yngre (%)	30–39 år (%)	40–49 år (%)	50 år eller äldre (%)
Ma 2008	19	2	18	22	58
Ma 2015	30	4	20	30	45
Fy 2008	11	2	20	13	64
Fy 2015	27	7	23	28	42

Tabell 3.2 Undervisningserfarenhet för lärare som undervisar avancerad matematik och fysik i gymnasieskolan, enligt lärarnas svar på lärarenkäter i TIMSS Advanced 2008 och 2015. Data är hämtade från Mullis, Martin, Foy, & Hooper (2016) och Mullis, Martin, Robitaille, & Foy (2009). Medelvärde för antalet år som lärarna undervisat.

	Totalt (år)	Avancerad matematik eller fysik (år)
Ma 2008	22	9
Ma 2015	18	13
Fy 2008	24	21
Fy 2015	16	12

Lärarna som undervisade matematik och fysik 2015 är yngre och har kortare undervisningserfarenhet jämfört med lärarna som undervisade dessa ämnen 2008. Förändringen är mycket mer markant i fysik än i matematik. Samtidigt har det vid analyser av lärares ålder eller erfarenhet och resultat i TIMSS och TIMSS Advanced vanligen visat sig att det inte går att påvisa några samband mellan dessa variabler.

Tabell 3.3 visar fysikresultaten i TIMSS Advanced 2015 för de elever som har lärare i olika åldrar. Resultaten skiljer sig inte åt mellan dessa grupper, vilket visar att lärares ålder inte påverkar fysikresultaten. Ålder och undervisningserfarenhet följer varandra och den något kortare undervisningserfarenheten 2015 kan utifrån detta inte förklara resultatnedgången.

Tabell 3.3 Elevernas resultat i fysik i TIMSS Advanced uppdelat efter lärares ålder, data är hämtade från Mullis, Martin, Foy, & Hooper (2016).

Lärares ålder	Antal elever i urvalet	Antal elever i populationen	Andel (%)	Fysikresultat
25–29	234	1 062	7	449
30–39	823	3 395	23	455
40–49	1 054	4 133	28	452
50–59	944	4 119	42	458

Den andra förändringen vi identifierat i lärarenkäten handlar om när eleverna möter olika delar av fysikinnehållet. I lärarenkäterna 2008 och 2015 fick lärarna ta ställning till om angivet fysikinnehåll i huvudsak undervisats före innevarande läsår, i huvudsak undervisats under detta läsår (dvs. det läsår när TIMSS Advanced genomfördes) eller om det inte undervisats än eller precis börjat (vid tiden för genomförandet av TIMSS Advanced på våren i årskurs 3). Fysikinnehållet beskrevs på något olika sätt i de två omgångarna av TIMSS Advanced. Tabell 3.4 utgår från beskrivningen av fysikinnehåll i lärarenkäten för TIMSS Advanced 2015, och beskrivningen av fysikinnehållet i TIMSS Advanced 2008 har i största möjliga utsträckning matchats mot 2015 års kategorier. I tabell 3.4 anges enbart de ämnesområden (enligt 2015 års beskrivning) där det skett en förändring. Fullständig tabell med alla områden och hur beskrivningarna 2008 matchats med beskrivningarna 2015 finns i bilaga 1. Bilaga 2 redogör för resultaten från lärarenkäten. Statistisk konfidens har uppskattats med hjälp av medelfelen. Förändringar markerade med ** har en konfidensnivå på 5 procent och förändringar markerade med * har en uppskattad konfidensnivå på 10 procent. Förändringar som inte uppnår kravet på 10 procent konfidensnivå har inte redovisats.

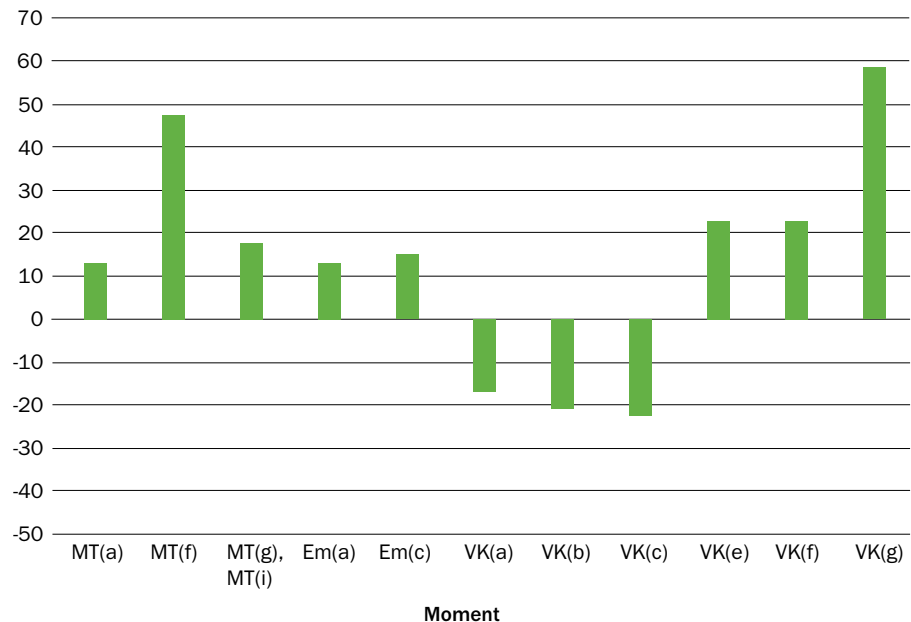
Tabell 3.4 Andel elever med lärare som förändrat förläggning av olika ämnesområden.

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

Tabellen visar att för 9 av de 11 områden där en förändring skett så är det en minskning av undervisning av respektive innehåll under aktuellt läsår (markerat med grått). Den största förändringen av när lärare undervisar om olika områden har skett inom området Vågfenomen och kärnfysik. Inget av områdena har fått en ökad andel undervisning under aktuellt läsår.

Förändringen i andelen elever vars lärare uppger att detta fysikinnehåll undervisats före innevarande år redovisas också i Figur 3.1. Där framgår tydligt mönstret av att de signifikanta förändringarna framförallt handlar om att undervisning tycks ha tidigarelagts.

Figur 3.1 Förändring i andel elever med lärare som anger att de undervisar respektive område före innevarande år.



3.3 Slutsats

På de flesta områden som undersöks med enkäter i TIMSS Advanced ser vi inga förändringar som skulle kunna förklara nedgången i resultat. I både matematik- och fysikdelen av TIMSS Advanced 2015 har provmotivationen ökat, vilket snarast borde vara positivt för resultaten. En annan potentiellt intressant aspekt från enkätsvaren gäller lärarnas ålder och erfarenhet. Här skiljer sig fysikämnet i gymnasieskolan också från matematikämnet. Det har skett en avsevärd förnyring av lärarkåren som undervisar fysik. Även medelåldern (och undervisningserfarenheten) hos matematiklärarna har sänkts, men inte lika mycket som för fysiklärarna. Lärares ålder och erfarenhet har dock inga starka samband med resultaten i TIMSS Advanced. Det mest intressanta av förändringarna som kan spåras i enkäter är lärarnas beskrivningar av när olika fysikinnehåll tas upp i undervisningen. Den faktorn återkommer vi till i kapitel 4 och i diskussionen.

KAPITEL 4

Uppgifterna i TIMSS Advanced- provet 2008 och 2015



4. Uppgifterna i TIMSS Advanced-provet 2008 och 2015

I detta avsnitt jämförs Sveriges resultat på fysikuppgifter i TIMSS Advanced 2008 med resultat på nytillkomna fysikuppgifterna 2015 och med ankaruppgifter som var med både 2008 och 2015. Vidare undersöks resultaten på uppgifterna i relation till ämnesinnehåll i tidigare och nuvarande fysikkurser. Här behandlas forskningsfrågorna 3, 4 och 5:

- Vad karaktäriserar uppgifter där svenska eleverna lyckas väl och där de lyckas mindre väl? Finns det skillnader jämfört med 2008?
- Hur skiljer sig de nytillkomna fysikuppgifterna 2015 mot de ankaruppgifter som fanns med 2008, med avseende på t.ex. diskriminering och svårighetsnivå?
- Kan förändring av kurser och kursinnehåll förklara någon del av nedgången i resultat?

Ankaruppgifterna kommer att studeras utifrån när lärarna uppgav att de undervisat om olika moment.

Flera av länderna som deltog i TIMSS Advanced både 2008 och 2015 har ett sjunkande resultat på fysikprovet (Skolverket, 2016a). Tillsammans med Sveriges stora nedgång gör detta det befogat att titta närmare på lösningsproportioner på enskilda uppgifter för att se om någon förklaring till resultatnedgången kan hittas bland till exempel en viss typ av uppgifter. När utprovningen av fysikuppgifter till TIMSS Advanced 2015 gjordes under våren 2014, visade det sig att många uppgifter hade liten andel korrekta svar och att det sammantaget inte var en lämplig spridning av lätta och svåra uppgifter. Nya frågor togs därför fram direkt till huvudstudien utan att först prövas ut på ordinarie sätt. Detta väcker bland annat frågan om dessa uppgifter hade de mätegenskaper som var avsedda. Inga direkta avvikelser rapporterades efter provet, men för att undersöka detta närmare kommer lösningsproportionen³ för nya och gamla uppgifter att jämföras. För att få en stabil jämförelse av Sveriges medelresultat i TIMSS Advanced 2008 och 2015, används medelvärdet av fyra länder som deltog vid båda dessa studier. Dessa länder är Sverige, Norge, Ryssland och Slovenien, och medelvärdet för dessa fyra länder betecknas hädanefter i rapporten som 4-medel.

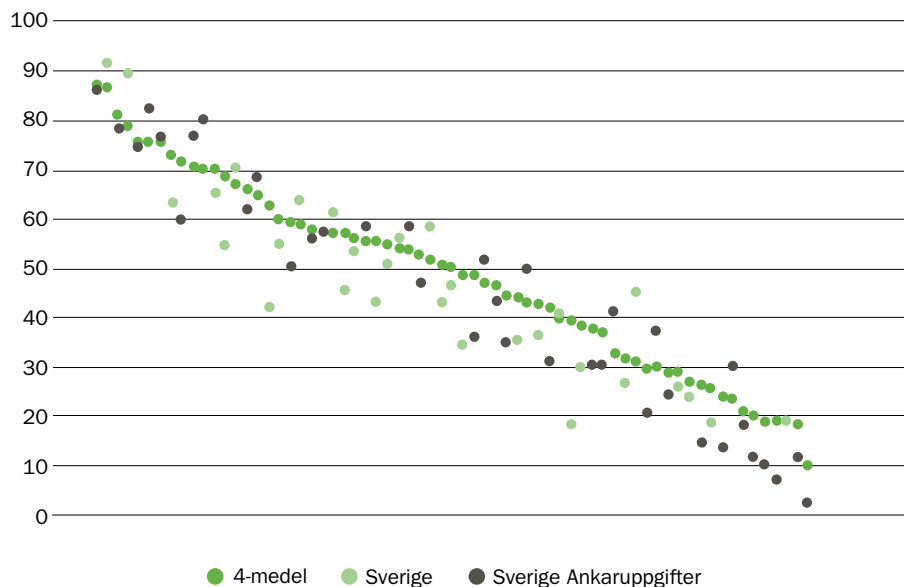
4.1 Lösningproportioner för fysikuppgifter i TIMSS Advanced

För att fånga upp olika kunskapsnivåer innehåller fysikprovet i TIMSS Advanced uppgifter av olika svårighetsgrad, från ganska lätta till väldigt svåra. Genom att jämföra svenska elevers lösningsproportion 2008 och 2015 på varje enskild uppgift med 4-medel går det att se om de nya uppgifterna 2015 uppvisar ett annat svarsmönster än ankaruppgifterna och de uppgifter som bara användes

3. På en-poängsuppgifter är lösningsproportionen andelen med korrekt svar. På två-poängsuppgifter räknas lösningsproportionen fram som andelen som har två poäng plus hälften av andelen som har en poäng.

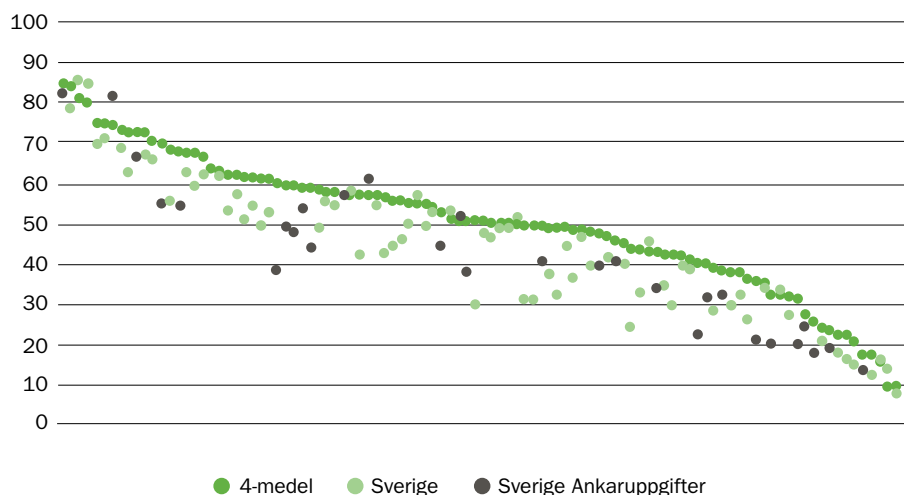
2008 (figur 4.1 och figur 4.2). Totalt ingick 68 fysikuppgifter i analysen för TIMSS Advanced 2008 och 102 uppgifter för TIMSS Advanced 2015.

Figur 4.1 Lösningsproportion för enskilda fysikuppgifter i TIMSS Advanced 2008, för Sverige och 4-medel.



I TIMSS Advanced 2008 var Sveriges lösningsproportion i genomsnitt 45,0 procent och 4-medel var 48,2 procent. Sverige följer 4-medlet, och lättare eller svårare uppgifter för dessa fyra länder är lättare respektive svårare även i Sverige (figur 4.1). Ibland är svenska elever bättre än 4-medlet och ibland sämre. Som framgår av figur 4.1 gäller detta både de uppgifter som bara fanns med 2008 (ljusgröna) och ankaruppgifterna (svarta). Motsvarande figur för TIMSS Advanced 2015 visar hur Sveriges resultat försämrats, både jämfört med 4-medlet och utifrån förskjutningen av ankaruppgifter (figur 4.2).

Figur 4.2 Lösningsproportion för enskilda fysikuppgifter i TIMSS Advanced 2015, för Sverige och 4-medel.



Som framgår av figuren ligger lösningsproportionen för svenska elever nu under 4-medel på de flesta uppgifter. Sveriges genomsnittliga lösningsproportion på TIMSS Advanced 2015 är 43,8 procent och 4-medel är 50,2 procent. Även om Sveriges lösningsproportion i genomsnitt har sjunkit sedan 2008, så följer resultaten på de enskilda uppgifterna ändå samma kurva som 4-medel. Lättare eller svårare uppgifter för dessa fyra länder är lättare eller svårare även i Sverige (figur 4.2). Det är få uppgifter där Sveriges resultat är bättre än jämförelseländernas, och nedgången märks på alla typer av uppgifter. Ankaruppgifterna (svarta) är spridda bland de nya uppgifterna (ljusgröna) och denna jämförelse tyder inte på att de nya fysikuppgifterna i TIMSS Advanced 2015 har andra egenskaper vad gäller spridning i svårighetsgrad, varken för svenska elever eller elever i jämförelseländerna.

4.2 Uppgiftsanalys

I figur 4.1 och figur 4.2 går det att se att svenska elever lyckas bättre på en del uppgifter och sämre på andra jämfört med 4-medel. I den nationella TIMSS Advanced-rapporten jämfördes Sveriges resultat på olika kognitiva och innehållsliga områden med det sammantagna resultatet (Skolverket, 2016a). Inga skillnader rapporterades där, utan Sveriges resultat på de olika delområdena följde resultatet i stort. Frågan kvarstår då om det går att hitta andra mönster i elevernas svar efter andra indelningar av uppgifter som kan ge en vägledning till de fallande resultaten. I detta avsnitt har vi jämfört resultat på uppgifter efter ett antal olika kriterier som beskrivs i tabell 4.1. Kategorierna utgår ifrån tidigare studier som visat på olika aspekter som kan påverka hur elever i Sverige lyckas på prov i fysik och naturvetenskap (Johansson, 2016; Oskarsson, Eliasson & Karlsson, 2017). De olika kategoriseringarna beskrivs under respektive rubrik.

Tabell 4.1 Uppgiftskategorier.

Uppgiftstyp			
Svarsformat	Öppen uppgift (CR)	Flervalsuppgift (MC)	
Sammanhang	Inget sammanhang	Något sammanhang	Välkänt sammanhang
Matematiskt innehåll	Fysik (Fy)	Matematik (Ma)	
Fysikkurs	Fysik A/1 (A/1)	Fysik B/2 (B/2)	

Kategoriseringen av uppgifter gjordes av två forskare oberoende av varandra och sedan jämfördes bedömningarna. Överensstämmelsen var god och på de områden där skilda bedömningar gjorts, genomfördes en tydligare beskrivning av kategorier. Därefter fastställdes bedömningarna i de olika kategorierna. Analysen gjordes av alla uppgifter som användes 2008 och 2015 för att testa om skillnader verkar finnas i elevsvar beroende på kategori, som kan bidra till att förklara de fallande resultaten. Det bör noteras att det bara delvis är samma uppgifter 2008 och 2015 (ankaruppgifter). Men om olika typer av uppgifter gynnar eller missgynnar svenska elever, kan det ändå vara en vägledning till att förstå Sveriges resultat i TIMSS Advanced 2015.

4.2.1 Svarsformat

Fysik-provet i TIMSS Advanced består av både flervalsuppgifter och uppgifter där eleverna själva ska skriva ett svar, vilket här kallas ”öppen uppgift”. Som beskrivs i kapitel 1.3 är det inte så vanligt med flervalsfrågor i svenska fysikprov. Genom att jämföra skillnaden mellan den genomsnittliga lösningsproportionen i Sverige med 4-medlet⁴ på flervalsuppgifter och öppna uppgifter med motsvarande skillnad på alla uppgifter, kan man upptäcka om elever gynnas av en viss typ av uppgifter (tabell 4.2).

Tabell 4.2 Skillnad mellan Sveriges resultat och 4-medlet uppdelat efter svarsformat.

Uppgiftstyp	Skillnad Sverige–4-medel		Antal uppgifter	
	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

Sverige ligger under 4-medlet för alla typer av uppgifter bägge åren, men 2008 var resultatet för svenska elever relativt sett bättre på flervalsfrågorna än på öppna uppgifter. Den skillnaden har helt försvunnit 2015, och på flervalsuppgifter har avståndet till 4-medlet ökat från -0,78 till -6,41. För de öppna frågorna finns tvärtom en tendens till att resultatskillnaden mot 4-medlet minskat något. Det är fler uppgifter av bägge typerna 2015, men andelen av de olika typerna har inte förändrats.

4.2.2 Sammanhang

Flera studier visar att elever gynnas av att frågeställningar placeras i ett verkligt sammanhang och att det gör det lättare för eleven att visualisera problemen (Benckert, Petterson, Aasa, Johansson, & Norman, 2012; Rennie & Parker, 1996). Samtidigt kan ett sammanhang med mycket information och text göra det svårare att identifiera det problem som ska lösas, speciellt om uppgiften avviker från den typ av uppgifter eller problem som eleverna är vana att möta (Park & Lee, 2004). En stor textmängd kan också i sig utgöra ett hinder, särskilt för lässvaga elever. I TIMSS Advanced är dock textmängden generell förhållandevis liten. I kategorin Sammanhang har uppgifterna delats in i tre olika nivåer:

- *Ett välkänt sammanhang* innebär att eleven med stor sannolikhet har upplevt detta själv utanför skolan eller är bekant med situationen från tv eller liknande.
- *Något sammanhang* betyder att det är autentiskt och återfinns utanför klassrummet, men ligger utanför de flesta elevers erfarenheter eller så är beskrivningen av sammanhanget begränsat till stiliserade bilder.
- *Inget sammanhang* innebär att frågan finns i en ren skolkontext eller helt saknar sammanhang. Det kan handla om fakta, diagram eller experimentuppställningar.

4. 4-medel är medelvärdet av fyra länder som deltog i TIMSS Advanced både 2008 och 2015: Sverige, Norge, Ryssland och Slovenien (se s. 23).

Få uppgifter bedömdes tillhöra *ett välkänt sammanhang*. Därför slogs denna kategori ihop med *något sammanhang* (tabell 4.3).

Tabell 4.3 Skillnad mellan Sveriges resultat och 4-medlet uppdelat efter sammanhang.

Uppgiftstyp	Skillnad Sverige-4-medel		Antal uppgifter	
	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

Även för sammanhang ligger lösningsproportionen lägre än 4-medel för bägge kategorierna, men det finns en svag tendens att svenska elever gynnas av uppgifter med ett sammanhang. Variationen är dock stor mellan enskilda uppgifter, och resultatskillnaden och fördelningen av uppgifter har inte förändrats mellan 2008 och 2015.

4.2.3 Matematiskt innehåll

Tidigare studier har visat att elevers förmåga att resonera matematiskt påverkar hur de lyckas lösa uppgifter på svenska fysikprov (Johansson, 2016) och Nielsen, Agnell & Grønmo (2013) visade att den resultatnedgång för fysik i TIMSS Advanced som skedde mellan 1995 och 2008 kunde kopplas till fysikuppgifter som innehöll matematikinslag. För att undersöka om nedgången för fysikresultatet i TIMSS Advanced mellan 2008 och 2015 på samma sätt kan kopplas till uppgifter med matematikinslag så användes Nilsen med fleras ramverk för att kategorisera fysikuppgifterna i TIMSS Advanced 2015 och jämföra elevers prestation på de olika typerna av uppgifter (Nyström m.fl., 2016). Resultaten från den studien visar på att det verkar skett en viss resultatförbättring på uppgifter med matematikinslag, samtidigt som resultatet på fysikuppgifter utan explicit matematikinslag har försämrats.

För att vidare undersöka om det finns någon skillnad mellan hur elever lyckas på fysikuppgifter med eller utan matematikinslag så jämförs, på samma sätt som för kategorierna ovan skillnaden mellan Sveriges resultat och 4-medlet (tabell 4.4).

Tabell 4.4 Skillnad mellan Sveriges resultat och 4-medlet uppdelat efter om uppgiften kräver matematik för att lösas eller inte.

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

Svenska elever ligger under 4-medel på alla typer av uppgifter, men 2008 var eleverna relativt sett bättre på fysikuppgifter, medan det 2015 inte är någon skillnad i resultat mellan uppgifter som löses med eller utan matematikinslag. I TIMSS Advanced 2008 låg den svenska lösningsproportionen -1,18 under 4-medel, men 2015 hade avståndet ökat till -6,10. Denna analys bekräftar alltså Nyströms m.fl. (2016) slutsatser.

4.2.4 Fysikkurs

Med utgångspunkt i att det kan variera i tid när elever möter ett innehåll, undersöktes på samma sätt som ovan om elevers lösningsproportion påverkades om innehållet i TIMSS Advanced-uppgiften tillhör Fy 1 eller Fy 2 2015 respektive FY A eller FY B 2008. Detta kan kopplas till om eleverna verkar ha glömt saker de läst tidigare i Fysik A/1, eller om de inte hunnit läsa eller befästa kunskaper från Fysik B/2 (tabell 4.5).

Tabell 4.5 Skillnad mellan Sveriges resultat och 4-medlet uppdelat efter vilken fysikkurs uppgiften tillhör.

Uppgiftstyp	Skillnad Sverige–4-medel		Antal uppgifter	
	2008	2015	2008	2015
Fysik A/1	-2,98	-6,40	34	53
Fysik B/2	-3,58	-6,08	34	49
Alla	-3,2	-6,25	68	102

Skillnaderna i resultat är små beroende på vilken fysikkurs innehållet tillhör. Svenska elevers resultat har gått ner på uppgifter från bägge kurserna.

4.3 Ankaruppgifter

Som visas i figur 4.1 och figur 4.2 så är ankaruppgifterna relativt jämt utspridda bland svårare och lättare uppgifter på liknande sätt i både TIMSS Advanced 2008 och TIMSS Advanced 2015. För de fyra länder (Sverige, Norge, Ryssland och Slovenien) som deltagit i TIMSS Advanced sedan 1995 är den genomsnittliga förändringen -1,0 procentenhet på ankaruppgifterna mellan 2008 och 2015. En signifikant minskning av resultat har bara skett på två av ankaruppgifterna. Det kan jämföras med medelresultatet för enbart svenska elever som tappat motsvarande på 15 uppgifter, dvs. ungefär hälften av alla ankaruppgifter.

Tidigare i detta kapitel har det beskrivits att svenska elever 2008 gynnades av flervalsuppgifter (tabell 4.2) och av uppgifter som inte kräver matematiska kompetenser för att lösas (tabell 4.4). Det framgår också att denna skillnad har försvunnit i 2015 års studie. Även Nyström m.fl. (2016) visar att svenska elever blivit bättre på de uppgifter som kräver matematik för att lösas, samt att eleverna försämrats på de uppgifter som bara testar begreppsförståelse i fysik. Tabell 4.3 visar även att det kan gå något bättre för elever på uppgifter som presenteras i ett känt sammanhang. Detta är dock inget som förändrats mellan 2008 och 2015. Uppgifternas kurstillhörighet verkar inte spela någon roll för hur väl elever lyckas på uppgifterna, och detta är inte heller något som har förändrats (tabell 4.5). Från avsnitt 1.4 och 3.2 framkommer att innehåll och upplägg av fysikkurserna har förändrats mellan 2008 och 2015.

Vi behöver närmare förstå om skillnaden i vilken typ av uppgifter som elever lyckas bra och mindre bra på kan förklara resultatnedgången i fysik mellan 2008 och 2015. Därför analyserar vi i detta avsnitt förändringen i resultat på ankaruppgifterna utifrån olika aspekter. Dels används samma kategorier som i uppgiftsanalysen ovan, dels delas uppgifterna in i olika ämnesområden som ingår i fysikprovet i TIMSS Advanced. Dessa ämnesområden knyts till innehåll i respektive fysikkurs, och den förändring som skett av fysikkurserna.

4.3.1 Förändring av resultat på ankaruppgifter

Det finns 29 ankaruppgifter⁵ och på dessa har lösningsproportionen för svenska elever minskat från 46,5 procent i TIMSS Advanced 2008 till 41,8 procent i TIMSS Advanced 2015. På enskilda uppgifter varierar skillnaden i lösningsproportion mellan 6,1 och -20,6 procentenheter. I tabell 4.6 listas alla ankaruppgifter fallande efter skillnad i lösningsproportion mellan 2008 och 2015⁶ (kolumn 2). Positiv skillnad innebär en högre lösningsproportion 2015 jämfört med 2008. I tabellen anges även kategori för respektive uppgift enligt tabell 4.1, och vilket fysikområde som uppgiften behandlar enligt bilaga 1. För skillnader på mer än 5 procentenheter antas det vara en signifikant förändring.⁷ Utifrån detta har svenska elever förbättrats på en av de 29 uppgifterna (nr 1, tabell 4.6, grön markering), medan det är 15 uppgifter där lösningsproportionen minskat med mer än 5 procentenheter (nr 15–29, tabell 4.6, ljusare grön markering).

5. Uppgifter som fanns med på fysikprovet både i TIMSS Advanced 2008 och i TIMSS Advanced 2015.

6. Skillnaden mellan svenska elevers lösningsproportion 2015 och 2008

7. För enskilda uppgifter ligger medelfelet i lösningsproportion typiskt mellan 1,5 och 2,5. Detta ger signifikans på 5 procentnivån om storleken på skillnaden mellan svenska elevers resultat 2008 och 2015 är mer än 5 (4,8).

Tabell 4.6 Resultatskillnad på ankaruppgifter mellan TIMSS Advanced 2015 och 2008, samt ankaruppgifters kategorisering och ämnesområde.

Nr (ankaruppgift)	Skillnad i lösningsproportion, 2015–2008 (procentenheter)	Svarsformat	Sammanhang	Matematisk kompetens eller enbart fysik	Gymnasiekurs, 2008/2015	Ämnesområde	Förändring, andel undervisat före detta läsår	Förändring, andel undervisat under detta läsår	Förändring, andel inte undervisat före än, eller precis börjat
1	6,1	CR	Ja	Ma	A/1	MT-h			
2	3,5	MC	Nej	Fy	B/2	EM-d			
3	3	CR	Nej	Ma	A/1	MT-i	+17		-18
4	1,2	MC	Ja	Fy	A/1	MT-i	+17		-18
5	0,2	CR	Nej	Fy	B/2	MT-c			
6	-1	CR	Nej	Fy	A/1	MT-b			
7	-1,1	CR	Ja	Fy	B/1	VK-f	+13	-34	+21
8	-2,8	MC	Nej	Ma	A/1	MT-e			
9	-3,3	MC	Nej	Fy	A/1	MT-a	+12	-14	
10	-3,4	CR	Ja	Ma	A/1	EM-c	+14	-11	
11	-4	MC	Ja	Ma	B/2	MT-c			
12	-4,4	MC	Ja	Ma	B/1	VK-f	+13	-34	+21
13	-4,6	MC	Nej	Ma	A/1	EM-c	+14	-11	
14	-4,7	CR	Nej	Fy	B/1	VK-e	+22	-23	
15	-5,5	CR	Ja	Fy	B/1	MT-h			
16	-5,7	MC	Nej	Ma	A/1	EM-c	+14	-11	
17	-6,2	MC	Nej	Ma	A/1	MT-i	+17		-18
18	-6,2	MC	Nej	Fy	B/2	VK-e	+22	-23	
19	-6,3	MC	Nej	Fy	B/2	VK-f	+13	-34	+21
20	-6,9	MC	Nej	Fy	B/1	EM-e			
21	-7	MC	Nej	Ma	A/1	EM-c	+14	-11	
22	-7,05	CR	Ja	Fy	A/2	VK-d	Område saknas 2008		
23	-7,2	MC	Nej	Fy	B/1	VK-e	+22	-23	
24	-8,1	MC	Ja	Fy	A/1	MT-h			
25	-8,2	MC	Nej	Fy	B/1	VK-g	+58	-34	+21
26	-8,7	MC	Nej	Fy	A/2	VK-b		-21	+18
27	-8,9	CR	Nej	Fy	B/2	EM-d			
28	-11,5	MC	Ja	Fy	A/1	MT-e			
29	-20,6	CR	Ja	Fy	A/2	VK-c		-23	+21

Av de 15 uppgifter som har signifikant lägre resultat är 11 flervalsfrågor (MC). För de 13 uppgifter som inte visar någon signifikant förändring är 7 flervalsfrågor (tabell 4.6). Detta motsvarar 73 procent respektive 54 procent av de olika grupperna (tabell 4.7). Av de 15 uppgifter som har signifikant lägre resultat krävs matematisk kompetens (Ma) för att lösa 3 uppgifter, medan 12 av uppgifterna bara testar fysikbegrepp (Fy). För de 13 uppgifterna med oförändrat resultat krävs matematisk kompetens för att lösa 6 uppgifter, och 7 av uppgifterna kan lösas med enbart fysikkunskaper (tabell 4.6). Detta motsvarar att 80 procent respektive 54 procent av ankaruppgifterna med försämrat respektive oförändrat resultat går att lösa med enbart kunskaper om fysikbegrepp (tabell 4.7).

Tabell 4.7 Andel av respektive kategori för ankaruppgifter med försämrat, respektive oförändrat resultat.

	Andel av ankaruppgifter med försämrat resultat (procent)	Andel av ankaruppgifter med oförändrat resultat (procent)
Flervalsfrågor	73	54
Sammanhang	33	38
Fysikbegrepp	80	54

Utifrån dessa jämförelser framgår att det är en större andel av de ankaruppgifter svenska elever försämrats på som är flervalsuppgifter och som testar fysikbegrepp. Detta bekräftar uppgiftsanalysen som visar att vid 2008 års fysikprov gynnades elever av flervalsuppgifter och uppgifter som enbart testade fysikkunskaper och inte krävde några matematiska kompetenser. Dessa skillnader har alltså i princip försvunnit vid 2015 års fysikprov. Det visar att svenska elever blivit sämre på denna typ av uppgifter, vilket då är en orsak till resultatnedgången i fysik. Det framgår däremot inte varför eleverna blivit sämre på denna typ av uppgifter.

Med avseende på den förändring av fysikkurserna som skett (kapitel 1.4) jämförs i vilken fysikkurs innehållet för respektive ankaruppgift bör behandlas och hur detta förändrats sedan 2008. Då framgår att fyra av de ankaruppgifter som det gått sämre på tidigare tillhörde Fysik B och nu tillhör Fysik 1 (nr 15, 20, 23 och 25, tabell 4.6). Det finns samtidigt tre uppgifter som också flyttats från Fysik B till Fysik 1, där förändringarna inte är signifikanta (nr 7, 12 och 14, tabell 4.6). Tre av de ankaruppgifter som det gått sämre på tillhörde tidigare Fysik A, och tillhör nu Fysik 2 (nr 22, 26 och 29, tabell 4.6). Inga liknande förändringar har skett för ankaruppgifter med oförändrat resultat. Det är en större andel av de ankaruppgifter som svenska elever försämrats på som påverkats av förändringar i ämnesplanen jämfört med ankaruppgifter med oförändrat resultat, 7 av 15 (47 procent) jämfört med 3 av 13 (23 procent).

Delas ankaruppgifterna in efter samma ämnesområden som användes i 2015 års lärarenkät med avseende på när undervisning sker (bilaga 1), så framgår att av de 15 ankaruppgifterna med signifikant lägre resultat tillhör fyra ämnesområdet *Mekanik och termodynamik* (MT), 4 uppgifter tillhör *Elektricitet och magnetism* (EM) och resterande 7 ankaruppgifter ingår i ämnesområdet *Vägfenomen och kärnfysik* (VK), (tabell 4.8). Detta kan jämföras med ämnesområden för de ankaruppgifter där ingen signifikant förändring har skett, 7 tillhör MT, 3 tillhör EM och 3 tillhör VK.

Tabell 4.8 Antal ankaruppgifter indelat efter ämnesområden i TIMSS Advanced 2015 lärarenkät.

	Mekanik och termodynamik (MT)	Elektricitet och magnetism (EM)	Vågfenomen och kärnfysik (VK)
Ankaruppgifter med försämrat resultat	4	4	7
Ankaruppgifter med oförändrat resultat	7	3	3

Som framgår av tabell 4.6 har det skett en förändring sedan 2008 av när undervisningen sker i 7 av 11 delområdena som ankaruppgifterna med försämrat resultat tillhör. För 9 av de 15 uppgifterna med försämrat resultat innebär förändringen att området undervisas tidigare eller att man inte har påbörjat eller nyss har påbörjat undervisningen av området innan TIMSS Advanced-provet skrevs. Detta gäller alla delområden inom VK, och förändringen av när undervisning sker kan relateras till den förändring av kurserna som beskrivits i kapitel 1.4. Detta kan jämföras med att bara 3 av de ankaruppgifter med oförändrat resultat tillhör området VK, som alltså är det område som verkar ha förändrats mest när det gäller när innehållet undervisas.

Vidare framgår av tabell 4.6 en tendens av att det främst är på ankaruppgifter inom de områden som undervisningen flyttats som det har gått sämre på. Det är en tyngdpunkt nedåt i tabellen av andelen elever som har lärare som uppger att de inte har undervisat om respektive ämnesområde under det läsår som TIMSS Advanced 2015 genomfördes. Som diskuterats tidigare kan det spela roll när elever möter fysikstoffet i förhållande till när provet skrivs. Har det hunnit gå en längre tid så kan man tänka sig en viss glömskeeffekt och har elever inte mött innehållet än, eller precis påbörjat ett område, så har de inte haft möjlighet att lära sig det som frågas efter.

4.4 Slutsats

Analysen av de provuppgifter som använts i TIMSS Advanced visar att både ankaruppgifter och övriga uppgifter fördelar sig på likartat sätt över olika svårighetsgrader. Analysen visar också att resultatförsämringen finns över hela spektrat av svårighetsgrader. När det gäller typer av uppgifter visar analysen att svenska elevers resultat på flervalsfrågor har försämrats från 2008 till 2015, och detsamma gäller resultaten på uppgifter som är renodlade fysikuppgifter (som alltså inte innehåller matematikinslag). Vi konstaterar också att de ankaruppgifter där resultaten försämrats i hög grad kan kopplas till innehållsområden som enligt lärarenkäterna tycks ha tidigare lagts i fysikkurserna jämfört med 2008 eller där undervisningen knappt påbörjats. Tidigarelagd undervisning av ett begränsat område kan innebära att en större andel av eleverna har glömt detta då provet genomförs. En omflyttning av innehåll från fördjupningskurs till introduktionskurs kan också innebära att området inte behandlas på samma djup, dels på grund av att det faktiskt är en ”grundkurs”, dels på grund av att eleverna inte har de förkunskaper som behövs för att behandla området på djupet. Detta kan i sin tur leda till att det blir en annan typ av kunskap som eleverna får om aktuellt område.

KAPITEL 5

Exempel på oppgifter



5. Exempel på uppgifter

Även om de tre huvudområdena delats in i delområden är dessa indelningar ganska grova. Därför ger vi i det här kapitlet exempel på olika ankaruppgifter. Av dem framgår vilket innehåll olika uppgifter testar, vad elever lyckas sämre med 2015 jämfört med 2008 och hur detta stämmer med resultat från uppgiftsanalysen.

5.1 Mekanik och termodynamik (MT)

Inom detta huvudområde har det skett en förändring av när undervisningen sker för fyra delområden (se bilaga 1). Ett av dessa delområden behandlas i en av de ankaruppgifter som svenska elever har försämrat sitt resultat på (nr 17, tabell 4.6). Förändringen innebär att en större andel elever har lärare som säger att de undervisar delområdet före det aktuella läsåret, och färre som anger att de just påbörjat området.

1.1.1 Exempel 1

Vid $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ har en stång av aluminium längden $6,36\text{ m}$ och en stång av stål längden $6,40\text{ m}$. Stängernas exakta längder beror på deras temperaturer. Om längdutvidgningskoefficienten är $2,6 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ för aluminiumstången och $1,2 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ för stålstången, vid vilken temperatur har de båda stängerna samma längd?

- A. $50\text{ }^{\circ}\text{C}$
- B. $140\text{ }^{\circ}\text{C}$
- C. $450\text{ }^{\circ}\text{C}$
- D. $1\ 350\text{ }^{\circ}\text{C}$

Denna uppgift kan jämföras med en av de två uppgifter inom samma delområde där resultatet inte försämrats (nr 3, tabell 4.6).

1.1.2 Exempel 2

En behållare med en rörlig kolv har volymen $3,0\text{ m}^3$ och innehåller en ideal gas av atmosfärstryck med temperaturen $57\text{ }^{\circ}\text{C}$. Gasen värms till $167\text{ }^{\circ}\text{C}$ och dess tryck blir dubbelt så högt. Vilken är gasens nya volym?

Redovisa hur du kommit fram till ditt svar.

Den första uppgiften behandlar längdutvidgning och den andra ideala gaslagen. Jämförs detta med centralt innehåll för Fysik 1 så anges ideala gaslagen uttryckligen, men däremot anges inte längdutvidgning. Inom området energi är det fokus på bland annat värmekapacitet och fasomvandlingar. Detta återspeglas även i några av de vanligaste läroböckerna i Fysik 1, där gaslagen tas upp medan exempel på längdutvidgning saknas. Inget av gaslagen eller längdutvidgning angavs uttryckligen i ämnesplanen för Fysik A eller B.

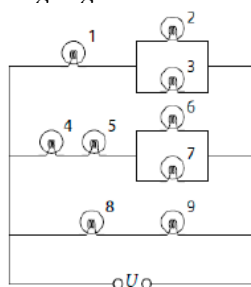
Vidare framgår att båda uppgifterna kräver att någon typ av beräkning utförs. I formelbladet har eleverna tillgång till formlerna $\Delta l = l_0 \alpha \Delta T$ och $\frac{pV}{T} = \text{konstant}$. Båda anges under området Mekanik och termodynamik, utan några närmare förklaringar av ingående symboler. Första uppgiften är en flervalsfråga och i andra uppgiften ska svaret redovisas. Som framkommit i uppgiftsanalysen har svenska elever försämrats på just flervalsfrågor sedan TIMSS Advanced-studien 2008. Detta är alltså ett exempel på en sådan uppgift.

5.2 Elektricitet och magnetism (EM)

Inom detta område har det skett en förändring av när undervisningen sker för två delområden (bilaga 1). Ett av dessa delområden handlar om elektriska kretsar, Ohms lag och Joules lag. Vid TIMSS Advanced 2015 hade en större andel av eleverna lärare som sa att de undervisade om detta före det år som TIMSS Advanced genomfördes jämfört med 2008. Det finns två uppgifter bland de ankaruppgifter med försämrat resultat som behandlar detta delområde (nr 16 och 21, tabell 4.6). En av dessa visas i exemplet nedan. Den andra uppgiften är snarlik på det sätt att det är resistans i olika typer av kretsar (serie- och parallellkopplade) som ska rangordnas, och det är en flervalsuppgift.

5.2.1 Exempel 3

Nio identiska glödlampor 1–9, är anslutna till en konstant spänning U enligt figuren.



Vilka lampor utvecklar minst effekt?

- A. lamporna 2 och 3
- B. lamporna 4 och 5
- C. lamporna 6 och 7
- D. lamporna 8 och 9

Denna uppgift kan jämföras med en av de två uppgifter inom samma delområde där resultatet inte försämrats (nr 10, tabell 4.6).

5.2.2 Exempel 4

En glödlampa till en ficklampa är märkt med ”6 V, 10 W”. Vilken resistans har denna glödlampa när den lyser normalt?

Redovisa hur du kommit fram till ditt svar.

I båda uppgifterna behövs kunskap om sambandet mellan spänning, effekt och resistans. I den första uppgiften behövs även kunskap om hur spänning i kretsen varierar beroende på serie- och parallellkopplingar, samt hur resistansen beror på om de är serie- eller parallellkopplade. Eleverna har tillgång till följande formler på formelbladet under området Elektricitet och magnetism:

$$U = RI, \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \text{ och } P = UI = RI^2. \text{ Det ges inga förklaringar till beteckningarna.}$$

I den första av uppgifterna krävs en djupare förståelse för att härleda och jämföra vilken effekt som utvecklas i de olika paren av lamporna som anges i alternativen, jämfört med att ”bara” sätta in värden i formler för att komma fram till svaret. Detta kan jämföras med de två exemplen under MT, där det i det första exemplet krävs lite mer arbete och i det andra i princip räcker att sätta in värden i formler. Även i det fallet är den uppgift det går sämre på en flervalsuppgift. Som nämnts ovan har undervisningen av detta delområde tidigarelagts och det är en större andel elever 2015 som har undervisats om detta före det år som TIMSS Advanced genomfördes jämfört med 2008. Båda uppgifterna inom detta delområde (EM-c, se bilaga 1) som resultatet försämrats för, kräver en djupare förståelse av fysikbegreppen jämfört med uppgifter med oförändrat resultat. En tidigarelagd undervisning kan bidra till att vissa samband har glömts av, t.ex. vad som gäller vid serie- och parallellkoppling i elektriska kretsar. Detta är inte heller något som återkommer senare i andra områden.

5.3 Vågfenomen och kärnfysik (VK)

Inom detta område har den största förändringen skett av när undervisningen sker för de olika delområdena. Alla utom ett av de sju delområdena har påverkats (bilaga 1). Det är också inom detta område som de flesta ankaruppgifter med försämrat resultat finns – sju stycken jämfört med tre ankaruppgifter med oförändrat resultat. Två delområden finns inom båda grupperna av ankaruppgifter (se bilaga 1).

Först ger vi exempel på en uppgift med försämrat resultat (nr 23, tabell 4.6) och sedan en uppgift med oförändrat resultat (nr 14, tabell 4.6) inom samma delområde (VK-e, se bilaga 1).

5.3.1 Exempel 5

En atom med atomnumret Z och masstalet A omvandlas till en atom med atomnumret $Z + 1$ och masstalet A . Vilken av nedanstående händelser kan ha inträffat?

- A. emission av en alfapartikel
- B. emission av en betapartikel
- C. emission av gammastrålning
- D. absorption av en deuteron och därefter emission av en neutron
- E. absorption av en neutron och därefter emission av en gammafoton

5.3.2 Exempel 6

De första åtta elementen i det periodiska systemet, ordnade efter atomnummer, är H, He, Li, Be, B, C, N och O.

Fyll i tabellen nedan med antalet protoner och neutroner för följande isotoper.

Isotop	Antal protoner	Antal neutroner
${}^4\text{He}$		
${}^{14}\text{C}$		
${}^{14}\text{N}$		

Båda uppgifterna testar bara förståelse av fysikbegrepp, dvs. det krävs ingen matematisk kompetens för att lösa dessa uppgifter. Den första av uppgifterna är mer abstrakt än den andra och kräver generell förståelse av vad som sker vid olika typer av strålning, speciellt betastrålning. Den andra uppgiften kräver förståelse av hur atomnummer och antal protoner hör ihop med masstal, samt att "siffran till vänster om beteckningen" betecknar just masstal. Precis som för exemplen under EM så har en större andel av eleverna lärare som tidigare lagt denna undervisning. Detta ämnesområde är också ett av de områden som tidigare tillhörde den avancerade kursen Fysik B, och som vid en förändring av kurserna flyttades till introduktionskursen Fysik 1. Olika typer av strålning återkommer inte i senare områden i fysikämnet, så det kan tänkas att elever hunnit glömma vad som karakteriserar de olika typerna. Inte heller antalet kärnpartiklar i olika isotoper återkommer, men detta kan eleverna ha stött på inom kemin och fått fler tillfällen att repetera.

Precis som för de båda par av exempel inom MT och EM så är den uppgift som elevresultatet försämrats på en flervalsuppgift. Uppgiften med oförändrat resultat är en öppen uppgift.

Vi ger ytterligare två exempel på uppgifter inom området VK. Båda uppgifterna tillhör delområdet f) och enligt lärarsvaren har undervisningen både tidigare lagts (undervisningen före innevarande läsår) och senare lagts (undervisningen har just påbörjats, eller inte alls påbörjats) (se bilaga 1). Det första exemplet är från ankaruppgifter med försämrat resultat (nr 19, tabell 4.6) och det andra från ankaruppgifter med oförändrat resultat (nr 7, tabell 4.6).

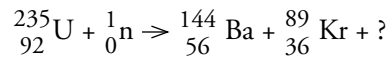
5.3.3 Exempel 7

Vid fotoelektrisk effekt får den frigjorda elektronen mindre kinetisk energi än fotonenergin därför att

- A. fotonenergin inte togs upp fullständigt.
- B. fotonfrekvensen inte översteg tröskelvärdet.
- C. elektronen är mycket hårt bunden till atomen.
- D. elektronen förlorar viss energi då den lösgör sig från ytan.

5.3.4 Exempel 8

I en fissionsreaktor i ett kärnkraftverk kan följande reaktion ske:



Fullborda reaktionsformeln.

Även för detta par av uppgifter är det bara kunskap om fysikbegrepp som testas, och den uppgift elever försämrat sitt resultat på är en flervalsuppgift. Uppgiften med oförändrat resultat är däremot en öppen uppgift där eleverna själva skriver svaret. Den första uppgiften tillhör det område som senarelagts, det vill säga det är troligt att eleverna ännu inte stött på fotoelektrisk effekt när provet ges. Detta framkommer i den Test curriculum matching analysis (TCMA) som görs i anslutning till TIMSS Advanced-studien (Nyström m.fl., 2016). Den andra uppgiften tillhör den del av området som har tidigarelags. Kärnreaktioner och fission tillhör nu introduktionskursen Fysik 1 istället för som tidigare Fysik B. Även om elever inte ”kommer ihåg” att det är neutroner som frigörs vid fission, kan de med hjälp av kunskap om masstal och reaktionsformler komma fram till detta. Som för exempel 6 kan man anta att detta är begrepp elever stöter på även i Kemi 1.

5.4 Bäst och sämst

Avslutningsvis beskriver vi den ankaruppgift som elever lyckades bättre på 2015 än 2008 (nr 1, tabell 4.6), och den ankaruppgift som elever allra mest försämrat sitt resultat på sedan 2008 (nr 29, tabell 4.6).

5.4.1 Exempel 9

En flaska som innehåller en liter vatten med temperaturen 20 °C ställs in i kylskåpet. Hur mycket energi måste vattnet avge för att dess temperatur ska sjunka till 4 °C? Den specifika värmekapaciteten för vatten är 4,2 kJ/kgK.

5.4.2 Exempel 10

Kranar för varmt och kallt vatten märks ofta med färgerna rött respektive blått. Ur vetenskaplig synvinkel skulle det dock vara mer meningsfullt att låta de två färgerna byta plats, med blått som en ”varmare” färg än rött. Förklara detta resonemang.

Enligt lärarna har det inte skett någon förändring om när undervisning om specifik värmekapacitet sker. Eleverna har tillgång till formeln $Q = cm\Delta T = C\Delta T$ i formelbladet, så det är bara att ”stoppa” in värdena i formeln.

Däremot har undervisningen senarelagts för delområdet som är aktuellt i exempel 10 (VK-c, se bilaga 1). En större andel elever har lärare som inte undervisat om detta ännu, eller som precis har påbörjat undervisningen. Även i TCMA (Nyström m.fl., 2016) bedömdes denna uppgift tillhöra sådant som elever inte stött på innan TIMSS Advanced 2015 genomfördes.

KAPITEL 6

Diskussion



6. Diskussion

För att om möjligt identifiera tänkbara förklaringar till att resultaten i fysik försämrats i TIMSS Advanced från 2008 till 2015 har flera olika spår följts i den här rapporten. Undersökningen har fokuserat på förändringar i det urval av svenska elever som deltar i fysikdelen i TIMSS Advanced och därmed den population elever som läser minst två kurser fysik på det naturvetenskapliga och det tekniska programmet. Undersökningen har också omfattat enkätresultat som speglar elevers och lärares bakgrund, uppfattningar om ämnet och beskrivningar av undervisningen, samt hur elevresultaten på olika typer av uppgifter har förändrats.

På flera områden har analysen visat på förändringar jämfört med TIMSS Advanced 2008, och i några fall gäller dessa förändringar fysik i högre grad än matematik. Det gör sådana förändringar intressanta att följa upp, eftersom resultaten förbättrats i matematik men försämrats i fysik. För de flesta av de skillnader vi hittat ger den fördjupade analys vi beskrivit inget stöd för att förändringarna skulle vara förklaringar till de försämrade fysikresultaten. Det är framförallt två områden som vi menar är särskilt intressanta att lyfta fram som förklaringar. Det ena är att en större andel gymnasieeleverna läser fysik och det andra att gymnasiekurserna ändrats så att delar av innehållet är tidigare lagt.

6.1 Fler elever läser fysik i gymnasieskolan

Inga skillnader mellan TIMSS Advanced 2008 och 2015 hittades i själva urvalprocessen. Däremot kan det vara en större variation av kunskaper hos de elever som ingår i målgruppen, och då också i själva urvalet på grund av att det är fler elever som läser de avancerade kurserna i matematik och fysik. Detta är också kravet för att kunna delta i TIMSS Advanced. Det större täckningsindexet kan vara en bidragande orsak till den ökade spridningen av fysikresultat i TIMSS Advanced. Samma tendens ses dock inte för resultatspridningen i matematik, som i stället har minskat trots ett större täckningsindex. Vad som framkommer är att förändringen av täckningsindex är betydligt större i fysik än i matematik, 3,3 procentenheter jämfört med 1,3 procentenheter. Studien visar också att den största ökningen av andelen elever har skett inom teknikprogrammet, och dessa elever har i genomsnitt lägre resultat i fysik än elever på naturvetenskapsprogrammet. Sammantaget förklarar detta bara en liten del av Sveriges resultatnedgång på fysikprovet i TIMSS Advanced 2015.

6.2 Ytliga kunskaper eller glömskeffekt?

Via elevenkäten framkommer att elever läser fysikkurserna vid olika tillfällen. Analyser visar att resultatet påverkades av vid vilken termin eleverna avslutade Fysik 2. De som avslutat kursen i slutet av höst-terminen innan TIMSS Advanced 2015 genomfördes har bäst resultat, medan de som avslutade i slutet på vårterminen i årskurs 2 har lägst resultat. Om detta har ändrats sedan 2008 är svårt att avgöra, eftersom det inte finns några data från 2008 på när eleverna avslutade Fysik B.

Utifrån analysen av lärarenkäten framkommer dock att eleverna möter många områden inom fysik tidigare under gymnasietiden än de gjorde då TIMSS Advanced 2008 genomfördes. Detta kan tyda på att både Fysik 1- och Fysik 2-kurserna ligger tidigare inom programmen än motsvarande kurser gjorde innan. Förändringen av när undervisningen sker handlar också om att fysikkurserna förändrats. I och med gymnasiereformen 2011 är det fysikområden som flyttats från Fysik B till Fysik 1. Analysen av de uppgifter som användes både 2008 och 2015, så kallade ankaruppgifter, visar att de flesta av de uppgifter som eleverna försämrats på tillhör områden där undervisningen antingen har tidigare lagts eller där undervisningen knappt påbörjats.

En tidigare lagd undervisning av ett begränsat område medför ökad risk att en större andel av eleverna har glömt detta när de skriver provet. En omflyttning av innehåll från fördjupningskurs till introduktionskurs kan också innebära att området inte behandlas på samma djup. En orsak kan vara att det faktiskt är en ”grundkurs”, en annan orsak kan vara att eleverna inte har de förkunskaper som behövs för att behandla området på djupet. Detta i sin tur leder till att det blir en annan typ av kunskap som eleverna får om det aktuella området.

Undersökningen av betygen visar inte samma nedgång som syns i TIMSS Advanced. Betyg och TIMSS Advanced mäter kunskap på olika sätt. Betygen sätts också efter avslutad kurs, medan TIMSS Advanced genomförs på vårterminen i årskurs 3. Resultatnedgången på uppgifter inom de fysikområden som läses tidigare skulle kunna handla om att eleverna bara fått översiktliga kunskaper, men också om en glömskeeffekt, det vill säga att eleverna inte kommer ihåg allt som de lärt sig tidigare. Det kan förklara att kursbetygen inte ändrats, eftersom dessa sätts efter avslutad kurs.

Uppgiftsanalysen visar alltså att eleverna har ökade problem med uppgifter som behandlar fysikområden som har flyttats, men också att vissa uppgiftstyper blivit svårare. I TIMSS Advanced 2008 var flervalfrågor och uppgifter med enbart fysikinnehåll styrkeområden för svenska elever, men 2015 har eleverna försämrats just på flervaluppgifter och på fysikuppgifter utan matematikinnehåll. Att eleverna inte behärskar fysikbegrepp lika bra skulle kunna tyda på såväl en ytligare behandling av fysikinnehållet som på en glömskeeffekt. Det man inte lärt sig på djupet är naturligtvis också lättare att glömma.

6.3 Didaktiska konsekvenser och behov av vidare forskning

Ett ökat antal elever som läser avancerad fysik på teknikprogrammet kan alltså vara en bidragande del till att fysikresultatet i TIMSS Advanced försämrats. För att kunna avgöra hur mycket detta påverkar resultatet behövs fler studier. Ännu tydligare verkar de förändrade fysikkursernas innehåll och förläggning i tid ha bidragit till de fallande fysikresultaten.

Om detta beror på att elever glömt innehåll eller har en ytligare kunskap om innehållet är svårt att avgöra genom att bara studera TIMSS Advanced. Vad som tydligt har framkommit är att det främst är begreppsbyggnaden i fysik som har försämrats och det är 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. (2012). 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.
- LaRoche, S. & Foy, P. (2016). Sample Design in TIMSS Advanced 2015. In Martin, M. O., Mullis, I. V. S. & Hooper, M. (red.), *Methods and Procedures in TIMSS Advanced 2015*, s. 3.1–3.27. Hämtad från Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center: <http://timssandpirls.bc.edu/publications/timss/2015-a-methods/chapter-3.html>. Hämtad 2017-09-27.
- LaRoche, S., Zuehlke, O. & Joncas, M. (2009). TIMSS Advanced 2008 Sampling. In Arora, A., Foy, P., Martin, M.O. & Mullis, I.V.S. (red.), *TIMSS Advanced 2008 Technical Report*, s. 51–90. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P. & Hooper, M. (2016). TIMSS Advanced 2015 International Results in Advanced Mathematics and Physics. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/advanced/>. Hämtad 2017-09-27
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Robitaille, D. F. & Foy, P. (2009). *TIMSS Advanced 2008 International Report: Findings from IEA's Study of Achievement in Advanced Mathematics and Physics in the Final Year of Secondary School*.
- 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., Dahlberg, U. & Johansson, H. (2016). *Hur samstämmiga är svenska styrdokument och nationella prov med ramverk och uppgifter i TIMSS Advanced 2015?* <http://www.skolverket.se/publikationer?id=3709>. Hämtad 2017-09-27.
- 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. (u.å.-a). Tabell 4B, Elever på program eller anknytning till program fördelat efter år 1, år 2 och år 3, läsåret 2007/08. https://www.skolverket.se/polopoly_fs/1.76999!/Gy_Elever_Riksniv%25E5_Tabell%25204Bwebb.xls. Hämtad 2017-09-27.

Skolverket. (u.å.-b). Programblad Naturvetenskapsprogrammet. https://www.skolverket.se/polopoly_fs/1.261982!/Programblad_NA_gy2011.pdf. Hämtad 2017-09-27.

Skolverket. (u.å.-c). Programblad Teknikproprogrammet. https://www.skolverket.se/polopoly_fs/1.261984!/Programblad_TE_gy2011%20korr2.pdf.

Skolverket. (2000). *Ämne – Fysik, gymnasieskolan*. https://www.skolverket.se/laroplaner-amnen-och-kurser/gymnasieutbildning/gymnasieskola/kursplanerfore-2011/subjectKursinfo.htm?subjectCode=FY2000&courseCode=FY1201&lang=sv&tos=gy2000#anchor_FY1201. Hämtat 2017-09-11.

Skolverket. (2011). *Ämne – Fysik, gymnasieskolan*. <https://www.skolverket.se/laroplaner-amnen-och-kurser/gymnasieutbildning/gymnasieskola/fys>. Hämtat 2017-09-22.

Skolverket. (2016a). *TIMSS Advanced 2015. Svenska gymnasieelevers kunskaper i avancerad matematik och fysik i ett internationellt perspektiv* (Rapport Nr. 449). Stockholm: Skolverket.

Skolverket. (2016b). *PISA 2015 15-åringars kunskaper i naturvetenskap, läsförståelse och matematik*. Stockholm: Skolverket.

Skolverket. (2016c). *TIMSS 2015: svenska grundskoleelevers kunskaper i matematik och naturvetenskap i ett internationellt perspektiv*. Stockholm: Skolverket.

Skolverket. (2017). *TIMSS, TIMSS Advanced och betygen: Analys av sambandet mellan svenska betyg och de internationella TIMSS-studierna*. Stockholm: Skolverket.

Bilaga 1

Andel elever med lärare som förändrat förläggningen av undervisningen i olika ämnesområden.

TIMSS-A 2015 Ämnesområden	TIMSS-A 2008 Ämnesområden	Förändring 2008 till 2015 (procentenheter)
A. Mekanik och termodynamik (MT)		
a) Rörelselagarna för olika typer av rörelser inklusive Newtons rörelselagar	Jämviktsvillkoren och rörelselagarna för olika typer av rörelser	Ökad andel undervisat före innevarande år* (+12) Minskad andel undervisat under detta läsår** (-14)
b) Krafter, inklusive friktionskraft, som inverkar på en kropp i rörelse	Krafter, inklusive friktionskraft, som inverkar på en kropp i rörelse	
c) Krafter som inverkar på en kropp som rör sig i en cirkulär bana, kroppens centripetalacceleration, fart och omloppstid	Krafter som inverkar på en kropp som rör sig i en cirkulär bana; kroppens centripetalacceleration, fart och omloppstid; gravitationslagens applicering på planeternas rörelse	
d) Gravitationslagens applicering på himlakroppars rörelser		
e) Kinetisk och potentiell energi, den mekaniska energins konstans	Kinetisk och potentiell energi; den mekaniska energins konstans	
f) Lagen om rörelsemängdens bevarande, elastisk och oelastisk stöt	Elastisk och oelastisk stöt; lagen om bevarande av rörelsemängd och kinetisk energi	Ökad andel undervisat före innevarande år** (+46) Minskad andel undervisat under detta läsår** (-50)
h) Värmeöverföring och specifik värmekapacitet	Skillnaden mellan värme och temperatur, värmeöverföring och specifik värmekapacitet, förångning och kondensation	
i) Allmänna gaslagen, fasta ämnens och vätskors utvidgning vid temperaturförändring	Fasta kroppars och vätskors utvidgning vid temperaturförändring, den allmänna gaslagen, termodynamikens första huvudsats	Ökad andel undervisat före innevarande år** (+17) Minskad andel inte undervisat än eller just påbörjat** (-18)
g) Termodynamikens första huvudsats		
	Aspekter på relativitet (t.ex. längdkontraktion och tidsdilatation för ett objekt som rör sig med konstant hastighet i förhållande till iakttagaren)	
B. Elektricitet och magnetism (EM)		
a) Elektrostatisk attraktion eller repulsion mellan enstaka laddade partiklar – Coulombs lag	Elektrostatisk attraktion eller repulsion mellan isolerade laddade partiklar – Coulombs lag	Ökad andel undervisat före innevarande år* (+12) Minskad andel undervisat under detta läsår* (-13)
b) Laddade partiklar i ett elektriskt fält		
c) Elektriska kretsar, Ohms lag och Joules lag	Elektriska kretsar – Ohms lag och Joules lag för komplexa elektriska kretsar	Ökad andel undervisat före innevarande år** (+14) Minskad andel undervisat under detta läsår** (-11)
d) Laddade partiklar i ett magnetiskt fält	Laddade partiklar i ett magnetiskt fält, sambandet mellan magnetism och elektricitet, Faradays och Lenz lagar om induktion	
e) Sambandet mellan magnetism och elektricitet, magnetiska fält kring elektriska ledare, elektromagnetisk induktion		
f) Faradays och Lenz lagar om induktion		

C. Vågfenomen och kärnfysik (VK)		
a) Mekaniska vågor, sambandet mellan fart, frekvens och våglängd	Mekaniska vågfenomen i samband med ljud, vatten och strängar; sambandet mellan fart, frekvens och våglängd; refraktion	Minskad andel undervisat före innevarande år* (-17) Ökad andel inte undervisat än eller just påbörjat* (+7)
b) Elektromagnetisk strålning, våglängd och frekvens hos olika typer av vågor (radio, infraröd, synligt ljus, röntgen, gammastrålning)	Elektromagnetisk strålning, våglängd och frekvens hos olika typer av vågor (t.ex. radiovågor, infrarött ljus, röntgenstrålning, synligt ljus)	Minskad andel undervisat under detta läsår** (-21) Ökad andel inte undervisat än eller just påbörjat** (+18)
c) Värmestrålning, temperatur och våglängd	Värmestrålning ("strålning från svart kropp") och temperatur	Minskad andel undervisat under detta läsår** (-23) Ökad andel inte undervisat än eller just påbörjat** (+21)
d) Reflektion, refraktion, interferens och diffraktion		
e) Strukturen hos atomerna och dess kärna, atomnummer och masstal, elektromagnetisk emission och absorption och elektronernas sätt att reagera	Atomens struktur, kärnans struktur med elektroner, protoner och neutroner, atomnummer och masstal	Ökad andel undervisat före innevarande år** (+22) Minskad andel undervisat under detta läsår** (-23)
f) Vågpartikeldualitet och fotoelektrisk effekt, typer av kärnreaktioner och deras roll i naturen (t.ex. i stjärnor) och samhället, radioaktiva isotoper	Avgivande och upptagande av ljus, elektronens egenskaper, den fotoelektriska effekten	Ökad andel undervisat före innevarande år** (+13) Minskad andel undervisat under detta läsår** (-34) Ökad andel inte undervisat än eller just påbörjat** (+21)
g) Relationen mellan energi och massa i kärnreaktioner och partikelomvandlingar	Typer av kärnreaktioner (dvs fission, fusion och radioaktivt sönderfall) och deras betydelse i naturen (t.ex. i stjärnorna) och samhället (t.ex. kärnkraftverk, bomber), radioaktiva isotoper	Ökad andel undervisat före innevarande år** (+58) Minskad andel undervisat under detta läsår** (-28) Minskad andel inte undervisat än eller just påbörjat** (-30)

Bilaga 2

Resultat från lärarenkäten, andel för varje kategori inom ämnesområdena.

Enkätvariabel	Studie	I huvudsak undervisats före detta läsår		I huvudsak undervisats under detta läsår		Inte undervisats än eller precis börjat		
		%	SE	%	SE	%	SE	
PTBP22AA	TA15	88,13	2,33	10,76	2,12	1,11	0,90	Rörelselagarna för olika typer av rörelser inklusive Newtons rörelselagar
PT2PTP01	TA08	75,67	4,16	24,33	4,16			
PTBP22AB	TA15	92,51	2,07	6,63	1,89	0,86	0,86	Krafter, inklusive friktionskraft, som inverkar på en kropp i rörelse
PT2PTP04	TA08	91,95	2,51	8,05	2,51			
PTBP22AC	TA15	20,73	3,43	78,40	3,53	0,86	0,86	Krafter som inverkar på en kropp som rör sig i en cirkulär bana, kroppens centripetalacceleration, fart och omloppstid
PTBP22AD	TA15	27,03	4,03	66,82	4,33	6,15	2,34	
PT2PTP05	TA08	35,09	5,53	64,67	5,52	0,25	0,25	
								Gravitationslagens applicering på himlakroppars rörelser
PTBP22AE	TA15	93,94	1,55	4,59	1,54	1,47	1,06	Kinetisk och potentiell energi, den mekaniska energins konstan
PT2PTP02	TA08	89,41	2,41	10,59	2,41			
PTBP22AF	TA15	89,57	2,82	6,45	2,32	3,99	1,55	Lagen om rörelsemängdens bevarande, elastisk och oelastisk stöt
PT2PTP06	TA08	43,15	5,93	56,85	5,93			
PTBP22AH	TA15	93,62	2,09	4,33	1,70	2,05	1,20	Värmeöverföring och specifik värmekapacitet
PT2PTP12	TA08	91,34	2,62	5,01	2,02	3,64	1,66	
PTBP22AG	TA15	92,84	2,20	4,84	1,82	2,32	1,23	Termodynamikens första huvudsats
PTBP22AI	TA15	87,09	2,89	3,18	1,46	9,73	2,60	
PT2PTP13	TA08	73,40	3,71	2,77	1,18	23,83	3,64	
								Allmänna gaslagen, fasta ämnens och vätskors utvidgning vid temperaturförändring
PTBP22BA	TA15	89,71	3,22	9,16	3,11	1,13	0,90	Elektrostatisk attraktion eller repulsion mellan enstaka laddade partiklar – Coulombs lag
PT2PTP08	TA08	77,40	3,61	22,16	3,63	0,44	0,43	
PTBP22BB	TA15	49,44	4,98	48,22	4,91	2,34	1,18	Laddade partiklar i ett elektriskt fält
PTBP22BC	TA15	95,87	1,51	2,40	1,04	1,73	1,09	Elektriska kretsar, Ohms lag och Joules lag
PT2PTP09	TA08	82,16	3,72	13,79	3,43	4,05	1,74	
PTBP22BD	TA15	12,74	3,44	78,22	4,21	9,04	2,57	Laddade partiklar i ett magnetiskt fält
PTBP22BE	TA15	11,79	3,38	75,87	3,86	12,35	2,12	
PTBP22BF	TA15	11,79	3,38	72,71	3,77	15,51	2,10	Sambandet mellan magnetism och elektricitet, magnetiska fält kring elektriska ledare, elektromagnetisk induktion
PT2PTP10	TA08	14,28	3,92	78,20	4,78	7,52	4,30	
								Faradays och Lenz lagar om induktion

PTBP22CA	TA15	19,48	2,69	72,80	3,77	7,72	3,34	Mekaniska vågor, sambandet mellan fart, frekvens och våglängd
PT2PTP03	TA08	36,07	5,92	63,28	5,88	0,65	0,65	
PTBP22CB	TA15	17,50	3,73	59,95	4,38	22,55	3,21	Elektromagnetisk strålning, våglängd och frekvens hos olika typer av vågor (radio, infraröd, synligt ljus, röntgen, gammastrålning)
PT2PTP11	TA08	14,86	3,79	80,77	4,06	4,38	2,56	
PTBP22CC	TA15	13,38	3,06	46,71	5,27	39,91	4,86	Värmestrålning, temperatur och våglängd
PT2PTP14	TA08	10,62	2,38	70,05	4,36	19,34	3,74	
PTBP22CD	TA15	15,45	2,40	68,03	4,43	16,52	3,98	Reflektion, refraction, interferens och diffraktion
PTBP22CE	TA15	37,36	3,71	34,66	4,99	27,98	4,71	Strukturen hos atomerna och dess kärna, atomnummer och masstal, elektromagnetisk emission och absorption och elektronernas sätt att reagera
PT2PTP15	TA08	15,68	3,87	57,49	4,44	26,83	4,29	
PTBP22CF	TA15	21,31	3,51	43,12	4,89	35,58	4,72	Vågpartikeldualitet och fotoelektrisk effekt, typer av kärnreaktioner och deras roll i naturen (t.ex. i stjärnor) och samhället, radioaktiva isotoper
PT2PTP16	TA08	8,70	2,63	77,01	3,78	14,28	3,30	
PTBP22CG	TA15	69,77	4,45	15,75	3,78	14,48	3,14	Relationen mellan energi och massa i kärnreaktioner och partikelomvandlingar
PT2PTP17	TA08	11,86	3,39	43,93	5,41	44,20	5,70	

TIMSS Advanced visade 2015 försämrade fysikresultat jämfört med 2008 för svenska gymnasieelever samtidigt som matematikresultaten förbättrats. Denna rapport undersöker möjliga orsaker till de sjunkande fysikresultaten. En möjlig orsak visar sig vara den omläggningen av fysikkurser som gjorts på gymnasiet. Detta kan ha lett till att innehållet behandlats mer ytligt men framför allt att längre tid passerat mellan när innehållet behandlades i skolan och när eleven skrev TIMSS Advanced provet.

Rapporten vänder sig beslutsfattare, rektorer och lärare.

Denna publikation uttrycker inte nödvändigtvis Skolverkets ställningstagande. Författare svarar självständigt för innehållet och anges vid referens till publikationen.

Skolverket

www.skolverket.se