

Hur samstämmiga är svenska styrdokument och nationella prov med ramverk och uppgifter i TIMSS Advanced 2008?



Beställningsadress:
Fritzes kundservice
106 47 Stockholm
Telefon: 08-690 95 76
Telefax: 08-690 95 50
E-postadress: skolverket@fritzes.se
www.skolverket.se
Beställningsnr: 09:1141
ISBN: 978-91-85545-74-2
Form: Ordförrådet AB
Omslagsfoto: Matton, iStockphoto
Tryck: Davidsons
Upplaga: 1 000 ex

**Hur samstämmiga är svenska
styrdokument och nationella prov
med ramverk och uppgifter i
TIMSS Advanced 2008?**

Peter Nyström

Annika Kjellsson Lind med bidrag av
Daniel Bokne och Olov Kristmansson

Förord

TIMSS Advanced (Trends in Mathematics and Science Study) undersöker elevers kunskaper i avancerad matematik och fysik i gymnasieskolans sista årskurs. I Sverige motsvarar avancerad matematik och fysik minst Matematik D och Fysik B. Samtidigt samlas en mängd information in om nationella policyn och mål, om faktisk organisation och undervisning och om elevernas attityder genom olika enkäter. Studien ger möjlighet att analysera förändringar i elevers kunskaper över tid inom dessa områden men också i viss mån jämförelse mellan länder.

TIMSS Advanced 2008 har genomförts av Skolverket i samarbete med ämnesdidaktiker vid Umeå Universitet. Skolverket har sammanställt en nationell huvudrapport med resultaten från TIMSS Advanced 2008, rapport 336. Skolverket har därutöver ambitionen att använda TIMSS-data för olika former av fördjupade analyser för att därmed bidra till skolans utveckling.

Denna rapport har tagits fram inom ramen för arbetet med TIMSS Advanced. I rapporten analyseras hur väl ramverket för TIMSS Advanced 2008 stämmer överens med svenska kursplaner, nationella prov och provbanker. Analysen består av fyra delstudier. I den första delstudien jämförs beskrivningen av ämnesinnehållet i TIMSS Advanced med beskrivningen av ämnesinnehållet i de svenska kursplanerna för matematik och fysik inom gymnasial utbildning. Delstudie två handlar på motsvarande sätt om en analys av de svenska kursplanerna med utgångspunkt i de beskrivningar av kognitiva dimensioner i matematik och fysik som finns i TIMSS Advanced. I delstudie tre jämförs svenska nationella prov och provbanksprov i matematik och fysik med de kunskapsprov som användes i TIMSS Advanced 2008. Studie fyra utgörs av den så kallade Test Curriculum Analysis (TCMA) som genomförts på data från TIMSS Advanced. TCMA går kortfattat ut på att beräkna hur väl eleverna i varje land presterar på just de uppgifter som bedöms vara samstämmiga med respektive lands kursplaner.

Rapportens författare är Peter Nyström, universitetslektor och filosofie doktor samt ämnesdidaktisk expert i arbetet med TIMSS Advanced, och Annika Kjellsson Lind, universitetslektor och teknisk doktor, båda verksamma vid Umeå universitet. Viktiga bidrag i analysen har även lämnats av Daniel Bokne och Olof Kristmansson. De två huvudförfattarna ansvarar för rapportens innehåll och de uppfattningar som uttrycks.

Stockholm, november 2009

Per Thullberg
Generaldirektör

Marie Eklund
Undervisningsråd

Innehåll

1. Inledning.....	8
1.1 Inledning och syfte.....	8
1.2 Samstämmighet	9
1.3 Vad är TIMSS?.....	10
1.4 TIMSS ramverk	11
1.5 Svenska styrdokument för gymnasieskolan.....	12
1.6 Nationella provsystemet för gymnasieskolan.....	14
1.7 Metod och avgränsningar.....	15
2. Ämnesinnehåll i matematik och fysik	18
2.1 Resultat matematik.....	19
2.2 Ämnesinnehåll Fysik.....	31
2.3 Sammanfattande kommentar om ämnesinnehåll i matematik och fysik.....	42
3. Kognitiva domäner i matematik och fysik	46
3.1 Kognitiva domäner i matematik.....	46
3.2 Kognitiva domäner i fysik.....	61
3.3 Sammanfattning och diskussion	74
4. En jämförelse mellan uppgifter i nationella prov och TIMSS.....	78
4.1 Metod	79
4.2 Urval av uppgifter.....	79
4.3 Resultat matematik.....	80
4.4 Resultat fysik	98
4.5 Diskussion	113
5. Test Curriculum Matching Analysis (TCMA).....	124
6. Avslutande reflektioner.....	128
7. Referenser	132

Inledning

1. Inledning

1.1 Inledning och syfte

TIMSS Advanced 2008 (*Trends in International Mathematics and Science Study*) är en internationell jämförande studie som primärt handlar om elever som läser den mest avancerade matematiken och fysiken i gymnasial utbildning. TIMSS Advanced undersöker vad dessa elever vet och kan göra i matematik och fysik, samt studerar olika bakgrundsfaktorer som dels ger värdefull information om skolor, lärare och elever och dels kan användas för att förstå och förklara elevernas resultat på TIMSS-proven. TIMSS-studien har utformats för att på bästa möjliga sätt ge möjlighet att undersöka trender, dvs. hur prestationer och även i viss mån svar på enkäter förändras över tid. TIMSS vill också skapa möjligheter till jämförelser mellan de deltagande länderna.

En viktig utgångspunkt för tolkning och analys av resultaten från TIMSS Advanced är i vilken utsträckning som matematik- och fysikuppgifterna som ingår i studien handlar om sådant som eleverna har haft möjlighet att lära sig. Om det till exempel finns delar av hur kunnandet i respektive ämne definieras i TIMSS som inte motsvarar vad de svenska eleverna förväntas ha arbetat med, så kan vi kanske inte förvänta oss särskilt goda resultat på dessa områden. Om däremot till exempel ämnesinnehåll i TIMSS är samstämmigt med vad som ingår i de svenska gymnasiekurserna så höjs förväntningarna på elevernas resultat.

Det övergripande syftet med de studier som rapporteras här är att undersöka samstämmigheten mellan TIMSS Advanced och svenska kursplaner och nationella prov och provbanker.

Rapporten beskriver fyra olika delstudier. I den första delstudien har beskrivningen av ämnesinnehåll i TIMSS jämförts med beskrivningen av ämnesinnehåll i den svenska kursplanen för gymnasial utbildning i ämnet matematik respektive fysik. Delstudie två handlar på motsvarande sätt om en analys av de svenska kursplanerna med utgångspunkt i de beskrivningar av kognitiva dimensioner i matematik och fysik som finns i TIMSS Advanced. I studie tre jämförs svenska nationella prov och provbanksprov i matematik och fysik med de kunskapsprov som användes i TIMSS Advanced 2008. Studie fyra utgörs av den så kallade Test Curriculum Matching Analysis (TCMA) som genomförts på data från TIMSS. TCMA går kortfattat ut på att beräkna hur väl eleverna i varje land presterar på just de uppgifter som bedöms vara samstämmiga med respektive lands kursplaner. Resultaten som presenteras i studie fyra har häm-

tats från den internationella rapporten för TIMSS Advanced 2008 (Mullis et al., 2009).

1.2 Samstämmighet

Samstämmighet handlar om hur väl delar av ett system överensstämmer med motsvarande delar av ett annat. I utbildningssammanhang handlar det bland annat om överensstämmelse mellan bedömningsinstrument och läroplan, mellan olika delar av ett styrsystem för skolan (till exempel mellan den svenska läroplanen och kursplaner i olika ämnen) och mellan kursplaner från olika sammanhang. Webb (1997) talar om samstämmighet i teori och praktik, och definierar att det teoretiska begreppet samstämmighet:

handlar om i vilken grad förväntningar och bedömningsituationer överensstämmer och samverkar för att leda utbildningssystemet mot att de studerande lär sig det som de förväntas kunna. (s. 4, egen översättning)

Med förväntningar avses här mål för undervisningen så som de uttrycks i läro- och kursplaner m.m. För att omsätta denna teoretiska utgångspunkt i praktik och praktiskt kunna utvärdera samstämmigheten mellan förväntningar och bedömningar har Webb (1997) utvecklat fem olika kriterier. Det första kriteriet handlar om ämnesinnehåll och betonar att förväntningar och bedömningar ska fokusera elevernas kunskapsutveckling i ett ämne på ett samstämmigt sätt. Här finns i Webbs modell ett antal underkategorier att ta hänsyn till. Det andra kriteriet handlar om att förväntningar och bedömningar ska vara grundade i en gemensam syn på hur elever utvecklas genom hela sin skolgång och hur skolan bäst kan bidra till deras lärande i olika utvecklingsfaser. Det tredje kriteriet handlar om likvärdighet och rättvisa och säger att om förväntningarna är att alla elever ska kunna nå högt ställda lärandemål så måste bedömningar som är samstämmiga med förväntningarna ge varje elev en rimlig möjlighet att visa sina kunskaper. Det fjärde kriteriet handlar om pedagogiska implikationer, att förväntningar och bedömningar kan och ska ha ett inflytande på klassrumspraktiken, och ska skicka klara och konsekventa budskap till lärare om vilken pedagogik som är lämplig. Det femte kriteriet handlar om systemanpassning, om hur föräldrar, elever, lärare och andra kan förstå förväntningar och bedömningar, se hur de förhåller sig till varandra och tro på att de är möjliga att uppnå.

Begreppet samstämmighet har spelat en viktig roll i samband med den ”standardsmovement” som även präglat utvecklingen av den svenska skolan från 1990-talet och framåt. Den grundläggande idén är att man med hjälp av målformuleringar i en läroplan (så kallade ”standards”) kan skapa en fram-

gångsrik skola. Med referens till Smith and O'Day (1991) hävdar Clune (2001, pp. 13–14) att den centrala utgångspunkten i denna reformrörelse är att en större samstämmighet mellan olika styrmedel och material för undervisning är det enda sättet att skapa skolor som uppnår högt ställda mål när det gäller elevprestationer.

Samstämmighet är naturligtvis även centralt i samband med bedömning och utvärdering av vad elever vet och kan göra. Det är rimligt att det som utvärderas också är det som eleverna haft möjlighet att lära sig. Sambandet mellan mål och riktlinjer som de formuleras i läroplaner på nationell och lokal nivå, den undervisning som faktiskt sker, och hur bedömning för olika syften utformas, är helt avgörande för kvaliteten hos de slutsatser som kan dras.

1.3 Vad är TIMSS?

Förkortningen TIMSS står för Trends in International Mathematics and Science Study och är namnet på en pågående internationell undersökning med primärt fokus på elevers kunskaper i matematik och naturvetenskapliga ämnen. Förutom prov som ger eleverna möjligheter att visa vad de vet och kan göra i dessa ämnen så använder sig TIMSS av enkäter till skolledare, lärare och elever för att både ge värdefull och intressant information om skola och undervisning i de deltagande länderna och för att skapa möjligheter att förklara och förstå hur väl eleverna klarar de uppgifter som de möter i TIMSS-proven.

TIMSS genomfördes första gången 1995 (förkortningen betydde då Third International Mathematics and Science Study) och har därefter följts upp i undersökningar 1999, 2003 och 2007. Sverige deltog 1995, 2003 samt 2007 och resultaten från dessa undersökningar har sammanfattats i flera rapporter (se till exempel Skolverket, 1996, 2004, 2008).

TIMSS är en internationell komparativ studie, vilket innebär att den i första hand handlar om jämförelser mellan de deltagande ländernas avsedda, genomförda och uppnådda läroplaner när det gäller matematik och naturvetenskap. Den ger underlag för jämförelser av prestationer, attityder, undervisning, skolorganisation m.m. mellan de deltagande länderna. Genom att skapa jämförbara mått vid olika tidpunkter ska TIMSS även kunna användas för att studera förändringar över tid när det gäller dessa aspekter av lärande och undervisning i matematik och naturvetenskap.

TIMSS definierar tre olika populationer av elever som olika delar av undersökningen riktar sig mot. Population 1 och 2 återfinns i grundskolan (årskurs 4 respektive 8) och population 3 utgörs av elever som går sista året i det vi i Sverige kallar gymnasieskolan. TIMSS Advanced handlar om elever i sista året

i den skolform som ligger mellan den obligatoriska skolan (grundskolan) och universitetet eller yrkeslivet.

År 1995 genomfördes två olika studier som handlade om population 3. En riktade sig mot alla gymnasieelever och i Sverige deltog ett urval av 3 068 elever från många olika gymnasielinjer, med anmärkningsvärt goda resultat både i matematik och naturvetenskap (Skolverket, 1998). Den andra riktade sig mot elever som läste fysik och avancerad matematik, och för Sveriges del innebar det elever på de naturvetenskapliga och tekniska (4-årig) linjerna. Urvalet inom denna så kallade specialistundersökning uppgick till 1 001 elever i matematik och 1 012 elever i fysik. Även här presterade de svenska eleverna på en mycket hög nivå (Skolverket, 1998).

TIMSS Advanced 2008 är utformad som en uppföljning av den senare och avser alltså att bland annat mäta förändringar jämfört med 1995. Populationen definieras som elever i gymnasieskolans avslutande år som går på NV- eller TE-programmet och läser eller har läst Matematik D respektive Fysik B. Bland eleverna som läst Matematik D finns naturligtvis ganska många som även läser eller har läst Matematik E, och kanske även Matematik Diskret och/eller Matematik Breddning. Bland eleverna som läst Fysik B finns också en del som läst Fysik Breddning.

Inom dessa populationer gjordes ett urval på ca 2 300 elever i fysik och ungefär lika många i matematik som fick lösa ett antal uppgifter i ettdera ämnet, och även besvara elevenkäter (Skolverket, 2009). Resultaten från TIMSS Advanced 2008 har rapporterats i såväl en internationell rapport (Mullis et al., 2009) som en svensk (Skolverket, 2009).

1.4 TIMSS ramverk

Utformningen av TIMSS-proven och TIMSS-studien i stort regleras av ett ramverk (Garden et al., 2006). Ramverket beskriver vad TIMSS Advanced är och beskriver bland annat vilken population TIMSS riktar sig till. TIMSS genomförande beskrivs också kortfattat. Huvudparten av ramverket beskriver de innehållsliga och kognitiva domäner som TIMSS ska täcka.

Ramverket för TIMSS Advanced organiseras kring två dimensioner: en innehållsdimension som specificerar ämnesinnehållet som ska bedömas, och en kognitiv dimension som beskriver vilka tankeprocesser som ska bedömas. Ämnesinnehållet i matematik kategoriseras och beskrivs utifrån de tre domänerna Algebra, Differential- och integralkalkyl, och Geometri. I fysik används fyra domäner för att beskriva ämnesinnehållet: Mekanik, Elektricitet och magnetism, Värme och temperatur, samt Atom- och kärnfysik. När det gäller kognitiva aspekter så använder TIMSS sig av tre domäner i såväl matematik

som fysik: Veta, Tillämpa och Resonera. De kognitiva domänerna har en huvudsaklig inriktning som är gemensam för de två ämnena, men de kognitiva kategorier som definieras inom varje domän skiljer sig åt mellan matematik och fysik (se kapitel 3).

Tabell 1 och 2 visar den fördelning av innehållsliga och kognitiva domäner i matematik och fysik som styr utformningen av proven i TIMSS Advanced.

Tabell 1 Fördelning av ämnesinnehåll och kognitiva domäner i TIMSS 2008 matematik

Ämnesinnehåll	Procent
Algebra	35
Differential- och integralkalkyl	35
Geometri	30
Kognitiva kategorier	
Veta	35
Tillämpa	35
Resonera	30

Tabell 2 Fördelning av ämnesinnehåll och kognitiva domäner i TIMSS 2008 fysik

Ämnesinnehåll	Procent
Mekanik	30
Elektricitet och magnetism	30
Värme och temperatur	20
Atom- och kärnfysik	20
Kognitiva kategorier	
Veta	30
Tillämpa	40
Resonera	30

1.5 Svenska styrdokument för gymnasieskolan

De nya styrsystem för skolan som kom 1995 innebar en stor principiell förändring eftersom ett system med regelstyrning ersattes med ett system som byggde på målstyrning. Gymnasieskolan styrs sedan 1995 av skollag och gymnasieförordning, läroplan, program mål, samt kursplaner och betygskriterier. För en analys av samstämmighet mellan TIMSS ramverk när det gäller ämnesinnehåll och kognitiva mål för ämnena matematik och fysik är det i första hand intressant med en jämförelse mellan ramverket och de svenska kursplanerna och betygskriterierna i dessa ämnen. Eftersom betygskriterierna

återfinns i det dokument som kallas kursplan så kommer vi här efter att tala om kursplan och mena alla de typer av texter som finns med där. Det finns huvudsakligen tre skäl till att analysen har begränsats till kursplanerna och inte innefattar andra delar av styrdokumentet, till exempel läroplan och programplaner. För det första har det inte varit möjligt att hinna med något mer än kursplanerna inom de ramar som funnits för denna rapport. För det andra är kursplanerna den del av det svenska styrsystemet som mest liknar TIMSS ramverk när det gäller inriktning och struktur. För det tredje är det rimligt att anta att viktiga utgångspunkter i andra delar av styrsystemet också har fått genomslag i ordval och formuleringar som finns i kursplanen, och därmed synliggjorts på ett eller annat sätt.

Under rubriken Ämnets syfte anges i kursplanen för matematik fyra syften för ämnet och för fysik fem syften. Tre av dessa är i sina huvuddrag gemensamma för matematik och fysik. Båda ämnena syftar för det första till kunskaper för fortsatta studier. I matematikkursplanen breddas detta syfte till att även omfatta kunskaper som behövs för studier i andra ämnen inom den valda studieinriktningen. Detta pekar på matematikens roll som verktyg för förståelse och problemlösning i många andra ämnen, inklusive fysik. Det andra gemensamma syftet handlar om att eleverna genom analyser av frågeställningar ska kunna ta ställning i frågor som är viktiga för både individen och samhället. Enligt fysikkursplanen syftar ämnet även till att eleverna ska kunna delta i samhällsdebatten, och att fysiken ska bidra till elevernas ”naturvetenskapliga bildning”. Det tredje gemensamma syftet handlar om upplevelser av glädje och stimulans som kan erfaras när man kan förstå och förklara fenomen i omvärlden eller när man utvecklar sin kreativitet och förmåga att lösa problem. I detta syfte ingår också att erfaras något av matematikens skönhet och logik.

För matematik anges ett syfte som inte återfinns i fysik, nämligen att utbildningen skall leda till förmåga att kommunicera med matematikens språk och symboler. Några kommunikativa syften nämns inte explicit under Ämnets syfte i fysikkursplanen, men ovan nämnda syfte om att eleverna ska kunna delta i samhällsdebatten innehåller implicit en kommunikativ aspekt. Detta är eventuellt en annan och mer utåtriktad kommunikation som knappast kan bygga alltför mycket på ämnets språk och symboler, vilket är det som lyfts fram i matematik. Fysiken har två syften som inte har sin motsvarighet i de syften för ämnet som lyfts fram för matematikämnet. Det gäller kunskap om fysikens roll för utvecklingen av människans världsbild, samt förståelsen för att teorier och modeller är mänskliga tankekonstruktioner. När det gäller det sistnämnda syftet finns dock i beskrivningen av ämnets karaktär och uppbyggnad i matematikkursplanen ett ställningstagande om att matematik är en mänsklig

tankekonstruktion. De syften som anges för matematikämnet och fysikämnet liknar alltså varandra till stora delar. Det som framförallt skiljer sig åt är matematikens framhävande av förmågan att kommunicera med matematikens språk och symboler samt fysikens formuleringar om vikten av kunskap om fysikens roll för utveckling av människans världsbild.

Efter ämnenas syftesbeskrivning följer ett avsnitt med rubriken Mål att sträva mot som ser olika ut för matematik och fysik, med ett antal satser som beskriver vad skolan i sin undervisning ska sträva efter att eleverna lär sig. Dessa mål gäller alltså ämnet som helhet och indikerar generella riktningar för lärandet. Kursplanens generella del avslutas med ett avsnitt som beskriver ämnets karaktär och uppbyggnad. Texten avser att beskriva vad som kännetecknar ämnet och lärande i ämnet.

De tre ämnesövergripande delarna av kursplanen som kortfattat beskrivits ovan följs av i kursplanetexten av beskrivningar av Mål att uppnå för varje kurs i respektive ämne. I matematik handlar det om sju olika kurser, nämligen Matematik A-E, som kan kallas huvudspåret i det kursutformade matematikämnet. Dessa kurser bygger i viss mån på varandra, vilket framgår av kursplanen. Till exempel anges i kursplanen att Matematik D bygger vidare på Matematik C. De övriga två kurserna, Matematik Diskret och Matematik Breddning, bygger på Matematik C och erbjuder ett bredare matematikinnehåll och inte så mycket av fördjupning och befästande av tidigare behandlat innehåll. Fysikämnet är uppdelat i tre kurser i gymnasieskolan: Fysik A, Fysik B och Fysik Breddning. För fysikkurserna anger kursplanen inte explicit i vilken utsträckning de bygger på varandra men beskrivningarna av kurserna innebär implicit att Fysik B bygger på Fysik A och att Fysik Breddning bygger på att man läst såväl Fysik A som Fysik B.

Den sista delen i kursplanedokumentet utgörs av betygsriterier för betygen Godkänt, Väl godkänt och Mycket väl godkänt. Betygskriterierna är helt gemensamma för alla kurser i matematik, och till stora delar gemensamma för fysikkurserna.

1.6 Nationella provsystemet för gymnasieskolan

Som en del av syftena med det svenska nationella provsystemet anges att de ska förtydliga målen och konkretisera kursmål och betygsriterier (Utbildningsdepartementet, 2004). Det innebär att nationella prov och även nationella provbanker, spelar en roll när det gäller att visa på målen för utbildningen. I ett internationellt perspektiv har vi i Sverige ett system med nationella prov som inte har direkta konsekvenser för de enskilda eleverna. I många andra länder finns examensprov som ger ett betyg. Det kanske mest grundläggande

syftet med nationella prov är dock att stödja en likvärdig och rättvis bedömning och betygssättning, och trots att de inte har samma formella roll som en renodlad examination så finns det stöd för att lärare använder dem som ett viktigt verktyg i betygssättningen. Sammantaget är det rimligt att nationella prov och provbanker ses som en del av styrsystemet och definieras in under det som TIMSS benämner ”intended curriculum”.

I matematik finns nationella prov i kurserna Matematik A-D och en nationell provbank i kursen Matematik E. I fysik finns nationella provbanker i såväl Fysik A som Fysik B. De nationella proven har en starkare formell ställning eftersom de är obligatoriska i Matematik A och i den högsta obligatoriska kursen på varje gymnasieprogram, dvs. Matematik C för Teknikprogrammet och Matematik D för Naturvetenskapsprogrammet. För övriga kurser finns en stark rekommendation att använda nationella prov, och de används också i hög grad. De nationella provbankerna är inte obligatoriska att använda, men vi vet från Skolverkets utvärderingar (Skolverket, 2005) att provbanken i fysik används mycket av fysiklärarna.

1.7 Metod och avgränsningar

Som tidigare nämnts utgår TIMSS från en modell med tre läroplansnivåer: avsedd läroplan, dvs. nationella regler och mål, implementerad läroplan, dvs. faktisk organisation och undervisning, och uppnådd läroplan, dvs. erhållna kunskaper och attityder. Den analys som rapporteras här handlar om den avsedda läroplanen i form av kursplaner, men i analysen av nationella prov och provbanksprov närmar sig fokus även den implementerade läroplanen. Nationella prov och provbanker kan ses som en del av de nationella reglerna och målen, inte minst genom att de har till syfte att förtydliga målen och konkretisera kursmål och betygsriterier. Samtidigt kan proven betraktas som en operationalisering och tolkning av målen och därmed anses höra till den implementerade läroplanen.

Ansatsen i de två första studierna är i högsta grad tolkande och denna tolkning sker på tre nivåer. För det första identifieras explicita uttryck som motsvarar TIMSS ramverk. För det andra identifieras innehåll som följer implicit av de formuleringar som finns i den svenska kursplanen. För det tredje anges i förekommande fall att ett innehåll från TIMSS är en möjlig tolkning av beskrivningar från den svenska kursplanen. Ett exempel på en explicit samstämmighet är att den svenska kursplanen anger att eleverna ska kunna beräkna sidor och vinklar i en godtycklig triangel, vilket nästan ordagrant överensstämmer med TIMSS formulering om att använda trigonometri för att lösa problem som handlar om trianglar. Ett exempel på en implicit samstämmighet

är att TIMSS ramverk nämner olika former av värmeöverföring medan den svenska kursplanen endast säger att eleverna ska ha kännedom om energiomvandlingar och känna till innebörden i begreppet energikvalitet. Formuleringen i den svenska kursplanen innebär dock med nödvändighet att olika former av värmeöverföring behandlas.

Jämförelsen av ämnesinnehåll samt kognitiva aspekter i matematik och fysik kan också metodiskt beskrivas som en innehållsanalys (Bergström & Boréus, 2000). Med TIMSS definitioner av ämnesinnehåll och kognitivt innehåll som utgångspunkt har de textavsnitt i de svenska kursplanerna som motsvarar varje del av TIMSS ramverk identifierats.

I jämförelsen mellan TIMSS-uppgifterna och uppgifter från det nationella provsystemet (studie 3) har ett urval av uppgifter från nationella prov för Matematik D, provbanken för Matematik E samt provbanken för Fysik B använts. Uppgifterna har valts från de senaste årens provmaterial för att i mängd ungefär motsvara antalet uppgifter i TIMSS Advanced.

Metoden i den så kallade TCMA-studie (Test Curriculum Matching Analysis) som rapporteras i kapitel 5 beskrivs kortfattat i kapitlets inledning, och närmare beskrivningar av metoden återfinns i den tekniska rapport för TIMSS 2008 som kommer att utges under 2010.

Ämnesinnehåll i matematik och fysik

2. Ämnesinnehåll i matematik och fysik

TIMSS Advanced 2008 handlar alltså om matematik och fysik, och närmare bestämt den mest avancerade matematiken och fysiken som ingår i gymnasieskolan. För att kunna analysera och värdera resultaten är det angeläget att veta hur väl det som anges i svenska styrdokument överensstämmer med TIMSS ramverk. TIMSS ramverk motsvarar en ”kursplan”.

Analysen av svenska kursplaner i matematik och fysik (Skolverket, 2000) utgår från strukturen i TIMSS ramverk och är uppdelad på de olika domäner och underkategorier som beskrivs för respektive ämne där. Den primära frågan som analysen avser att besvara är i vilka kurser och på vilket sätt det ämnesinnehåll som anges i TIMSS ramverk återfinns i den svenska gymnasieskolans kursplaner för matematik respektive fysik. För varje område beskrivs först TIMSS ramverk och därefter redovisas relativt kortfattat resultatet av analysen av svenska kursplaner i relation till TIMSS.

Eftersom svenska kursplaner är mycket mindre detaljerade än TIMSS ramverk och avsedda att tolkas lokalt så är det många gånger svårt att hitta motsvarigheter till det ämnesinnehåll som beskrivs i TIMSS. Med nödvändighet bygger analysen på tolkningar och i möjligaste mån har vi försökt beskriva vilka tolkningar som gjorts. Analysen tar sin utgångspunkt i tre ”tolkningsnivåer”. För det första har vi försökt identifiera explicita motsvarigheter till det ämnesinnehåll som beskrivs i TIMSS ramverk. För att ett ämnesinnehåll ska betraktas som explicit måste just de begrepp eller metoder som nämns i TIMSS återfinnas mer eller mindre ordagrant i den svenska kursplanen, eller motsvaras av alternativa formuleringar med samma innebörd. För det andra har implicita innehållsbeskrivningar som motsvarar explicit innehåll i TIMSS identifierats. På grund av de svenska kursplanernas karaktär av öppna och tolkningsbara mål så blir implicita tolkningar frekventa i en sådan här analys. Ett ämnesinnehåll har betraktats som implicit i den svenska kursplanen om det är en nödvändig förutsättning för att kunna uppfylla de faktiskt formulerade målen. För det tredje har vi identifierat ämnesinnehåll som inte är implicit, men som skulle kunna vara en rimlig tolkning (av flera möjliga) av de beskrivningar som finns i de svenska kursplanerna. Att ett ämnesinnehåll från TIMSS identifieras som en rimlig tolkning av formuleringar i de svenska kursplanerna innebär att det kan finnas olika sätt att tolka formuleringen, och att TIMSS ämnesinnehåll är en sådan (och ofta till och med den mest sannolika).

Avsikten är att det tydligt ska framgå i analysen när ett ämnesinnehåll uttrycks explicit, när det är implicit och när ett ämnesinnehåll som beskrivs i TIMSS kan vara en rimlig tolkning av det som anges i den svenska kursplanen.

2.1 Resultat matematik

2.1.1 Innehållsdomäner i matematik

I TIMSS ramverk kan man läsa att matematikproven i TIMSS Advanced i huvudsak innehåller de traditionella områdena algebra, funktioner, differential- och integralkalkyl, geometri och trigonometri (Garden et al., 2006). Algebra i TIMSS Advanced inkluderar mycket av den algebra och funktionslära som bildar en viktig bas för matematik på universitetsnivån. Eftersom differential- och integralkalkyl är ett centralt verktyg för att förstå de principer som styr den fysikaliska världen, så spelar detta område en viktig roll i kursplaner för avancerad matematik på denna nivå och förtjänar betydande betoning. Elever som avser att studera matematik på universitetsnivån bör också utveckla en förståelse inom olika delar av geometri. Tillämpningar av geometri är direkt knutna till lösningen av många verklighetsnära problem och används i hög utsträckning i olika vetenskaper. Eftersom trigonometri har sitt ursprung i studiet av trianglars mått så innehåller geometridomänen även avsnitt om trigonometri.

Kursplanen anger övergripande att

- Matematik A bygger vidare på matematikutbildningen i grundskolan och erbjuder breddade och fördjupade kunskaper inom områdena aritmetik, algebra, geometri, statistik och funktionslära.
- Matematik B bygger vidare på kunskaper motsvarande grundskolans sannolikhetslära och på Matematik A inom områdena geometri, statistik, algebra och funktionslära.
- Matematik C bygger vidare på Matematik B inom aritmetik, algebra och funktionslära och innehåller även differentialkalkyl.
- Matematik D bygger vidare på Matematik C och innehåller trigonometri och differential- och integralkalkyl.
- Matematik E bygger vidare på Matematik D och ger eleven tillfälle att i en syntes använda tidigare kunskaper om talbegreppet samt kunskaper från algebra, funktionslära, trigonometri, geometri och differential- och integralkalkyl. Kursen behandlar komplexa tal samt fördjupad differential- och integralkalkyl.

Matematik Diskret bygger på kunskaper från Matematik C och ska erbjuda eleven kunskaper om mängder, de hela talens egenskaper, talföljder, kombinatorik samt satslogik.

Matematik Breddning bygger på kunskaper från Matematik C och erbjuder eleven möjlighet att bredda sina kunskaper i matematik inom något eller några kunskapsområden som är nya för eleven eller fördjupar kunskaperna inom något känt område.

Det ämnesinnehåll som uttrycks i denna allmänna beskrivning av kurserna och hur innehållet i varje kurs bygger på tidigare kurser redovisas översiktligt i Tabell 3 nedan.

Tabell 3

	Grundskola	MaA	MaB	MaC	MaD	MaE
Aritmetik	→	X	→	X		X*
Algebra	→	X	→	X	→	X
Geometri	→	X	→	X		X
Statistik	→	X	→	X		
Funktionslära	→	X	→	X	→	X
Sannolikhetslära			→	X		
Differential- och integralkalkyl				X	→	X
Trigonometri					X	X

* Explicit anges att "kunskaper om talbegreppet" ingår i kursen, vilket syftar innehållsligt på komplexa tal.

De allmänna beskrivningarna av kurserna A-E i matematik visar på att varje kurs i hög grad bygger på vad eleverna erbjudits möjligheter att lära sig i tidigare kurser. Detta intryck stärks ytterligare av att Mål att uppnå för alla kurserna utom Matematik A inleds med ett mål som refererar till tidigare ämnesinnehåll. Matematik B-E, samt Matematik Diskret har alla samma formulering av detta mål. Efter avslutad kurs ska eleven kunna kunna "formulera, analysera och lösa matematiska problem av betydelse för tillämpningar och vald studieinriktning med fördjupad kunskap om sådana begrepp och metoder som ingår i tidigare kurser". I Matematik Breddning lyder målet att eleven ska kunna "formulera, analysera och lösa matematiska problem utifrån arbetet med begrepp inom minst ett kunskapsområde som breddar eller fördjupar kompetensen i matematik". Generellt ingår alltså i alla kurser en fördjupning av de begrepp och metoder som ingår i tidigare kurser.

Ämnesinnehållet i varje kurs preciseras i kursplanens Mål att uppnå för varje kurs och i det följande analyseras dessa delar av kursplanen med utgångspunkt i TIMSS innehållsdomäner.

2.1.2 Innehållsdomän 1: Algebra

Inom algebra beskriver TIMSS ramverk att elever som läser studieförberedande matematik ska kunna använda sig av egenskaper hos de reella och komplexa talsystemen för att lösa problem givna i sammanhang från världen utanför matematikklassrummet och i abstrakta matematiska sammanhang. De ska också kunna undersöka grundläggande kännetecken hos talföljder och serier, och ha färdigheter i att manipulera och använda kombinationer och permutationer. Vidare är förmågan att arbeta med olika ekvationer fundamental, en förmåga som gör det möjligt att handskas med matematiska begrepp på en abstrakt nivå. Funktionsbegreppet är en viktig samlande idé i matematik. Inom algebra anges i TIMSS ramverk följande sex innehållsområden:

- A1. Utföra operationer med komplexa tal.
- A2. Bestämma den n -te termen i numeriska och algebraiska serier, och summan av n termer eller av ett oändligt antal termer i en serie.
- A3. Lösa enkla ("straightforward") problem som inbegriper permutationer, kombinationer och sannolikhet.
- A4. Lösa förstegradsekvationer, ekvationssystem, andragradsekvationer och olikheter. Ange om ett värde (eller några värden) är lösningar till en given ekvation eller olikhet. Lösa rotekvationer, logaritmiska ekvationer och exponentialekvationer.
- A5. Känna igen och presentera ekvivalenta representationer av funktioner som talpar, tabeller, grafer, formler och ord.
- A6. Bestämma tecken och värden för funktioner, inklusive rationella funktioner, för givna värden och intervall hos variabeln. Bestämma funktioner av funktioner.

Det första kunskapsområdet, komplexa tal, täcks väl och explicit av kursplanen för Matematik E. Formuleringen i Matematik E-kursplanen "kunna räkna med komplexa tal skrivna i olika former" är närmast identisk med TIMSS "utföra operationer med komplexa tal".

Det andra kunskapsområdet, som handlar om aritmetiska och algebraiska serier och summor, är endast delvis täckt av den svenska kursplanen. Det enda som explicit nämns om serier i svenska kursplaner finns i Matematik C, och då är det summan av en geometrisk talföljd som lyfts fram. Kursplanens

formulering om att använda matematiska modeller av olika slag, däribland även sådana som bygger på summan av en geometrisk talföljd, ger implicit stöd för att den svenska kursplanen omfattar summan av n termer eller av ett oändligt antal termer i geometriska serier. Däremot finns det inget stöd för att aritmetiska serier ingår i den svenska kursplanen.

TIMSS tredje kunskapsområde inom domänen algebra handlar om att kunna lösa enkla problem som inbegriper permutationer, kombinationer och sannolikhet. Matematik Diskret är en valbar kurs som bygger på att eleven läst Matematik C och där ingår att eleven efter avslutad kurs ska kunna använda grundläggande begrepp och principer inom kombinatorik. Detta måste implicit anses täcka permutationer och kombinationer. Kursplanen täcker alltså detta innehållsområde, men endast för de elever som läst Matematik Diskret. Att lösa enkla problem som inbegriper sannolikhet kan dock anses vara explicit täckt av mål i Matematik B. Där är målet att eleverna ska kunna beräkna sannolikheter vid enkla slumpförsök och slumpförsök i flera steg samt kunna uppskatta sannolikheter genom att studera relativa frekvenser. Kunskapsområdet täcks väl av svenska kursplaner om Matematik Diskret räknas in trots att den kursen läses av mycket få elever.

Det fjärde kunskapsområdet innehåller ekvationer och olikheter. TIMSS ramverk preciserar förstgradsekvationer, ekvationssystem, andragradsekvationer, olikheter, rotekvationer, logaritmiska ekvationer och exponentialekvationer. Det som beskrivs i TIMSS ramverk under detta delmål finns utspritt på olika svenska kursplaner i matematik. Att lösa förstgradsekvationer och ange om ett värde är en lösning till en förstgradsekvation ingår i Matematik A. Motsvarande för ekvationssystem, andragradsekvationer och olikheter ingår i Matematik B. Andra typer av ekvationer (rotekvationer, logaritmiska ekvationer, exponentialekvationer) nämns inte explicit i de svenska kursplanerna. I Matematik C anges att eleven ska kunna tolka och använda logaritmer och potenser med reella exponenter samt kunna tillämpa dessa vid problemlösning. Att kunna tillämpa logaritmer och potenser vid problemlösning innehåller rimligen att kunna lösa logaritmiska ekvationer och exponentialekvationer. Delar av det som i svenska kursplaner talas om som funktionslära har relevans i förhållande till det som TIMSS ramverk talar om som ekvationer. Till exempel anges i Matematik B att eleven ska kunna ”ställa upp, tolka och använda några icke-linjära funktioner som modeller för verkliga förlopp”. Här står inte t.ex. rotekvationer (eller rotfunktioner) explicit, men samtidigt kan såväl rot- som exponentialekvationer anses vara en rimlig tolkning av ett innehåll i förhållande till detta mål. I Matematik C ska eleven kunna ”ställa upp, förenkla och använda uttryck med polynom samt beskriva och använda egenskaper hos

några polynomfunktioner och potensfunktioner”. I Matematik E anges att eleverna ska kunna lösa polynomekvationer som ger komplexa rötter. Kunskapsområdet får anses väl täckt av den svenska kursplanen, även om det delvis är implicit.

I kunskapsområde nummer fem ska eleven kunna känna igen och presentera ekvivalenta representationer av funktioner som talpar, tabeller, grafer, formler och ord. Implicit täcks detta av formuleringar i kursplanen för Matematik A och B. I Matematik A ska eleverna kunna ”ställa upp, tolka, använda och åskådliggöra linjära funktioner och enkla exponentialfunktioner som modeller för verkliga förlopp” och i Matematik B ska de kunna ”förklara vad som kännetecknar en funktion”.

Det sista kunskapsområdet inom domänen Algebra handlar om att bestämma tecken och värden för funktioner, inklusive rationella funktioner, för givna värden och intervall hos variabeln och om att hantera sammansatta funktioner. De tidigare nämnda målen i funktionslära för Matematik A och B är relevanta även här och kan anses implicit täcka detta med att bestämma tecken och värden för funktioner. Just ”rationella funktioner” finns dock inte nämnda i någon av de svenska kursplanerna, men i Matematik C ska eleverna kunna ställa upp, förenkla och använda rationella uttryck. Det är rimligt att tolka in rationella funktioner i detta. Sammansatta funktioner nämns explicit i samband med mål som handlar om deriveringsregler i Matematik D, vilket innebär att den svenska kursplanen implicit kan anses innehålla målet att bestämma funktioner av funktioner. Kunskapsområdet täcks väl av den svenska kursplanen.

Sammanfattningsvis täcks domänen Algebra väl av den svenska kursplanen i matematik, även om det i många fall handlar om implicit innehåll. Permutationer och kombinationer ingår inte i kursplanerna för kurserna A-E, utan endast i den valbara kursen Matematik Diskret som läses av relativt få elever. Aritmetiska serier är det enda innehåll i TIMSS Algebra-domän som inte kan sägas täckas av svenska kursplaner. Dessutom är behandlingen av vissa typer av ekvationer som definieras i TIMSS inte en helt given slutsats utifrån de relativt öppna formuleringar som finns i den svenska kursplanen. Vi kan konstatera att alla TIMSS innehållsområden finns representerade i kursplanerna för gymnasieskolans matematik, fast i olika kurser. Utifrån kursplanerna bör eleverna som deltar i TIMSS Advanced ha mött merparten av det innehåll som tas upp under rubriken Algebra i ramverket. Några undantag är komplexa tal (ingår i kursplanen för elever som läst Matematik E), enklare serier (t.ex. aritmetiska), permutationer och kombinationer (ingår i kursplanen för elever som läst Matematik Diskret).

2.1.3 Innehållsdomän 2: Differential- och integralkalkyl

Denna domän innehåller fem innehållsområden med fokus på att förstå gränsvärden och att bestämma gränsvärden för en funktion, på derivering och integrering av olika funktioner, och på att använda dessa färdigheter för att lösa problem. De innehållsområden som definieras är

- D1. Bestämma gränsvärden för funktioner, inklusive rationella funktioner. Känna till villkoren för kontinuitet och deriverbarhet för funktioner.
- D2. Derivera polynom, exponentialfunktioner, logaritmiska-, trigonometriska-, och rationella funktioner, rotfunktioner, sammansatta funktioner, parametriska funktioner. Derivera produkter och kvoter.
- D3. Använda derivator för att lösa problem, t.ex. inom kinematik, optimering och förändringshastighet.
- D4. Använda första och andraderivatan för att bestämma lutning, lokala extrempunkter, och inflexionspunkter för polynomfunktioner och rationella funktioner, och skissa och tolka funktionsgrafer.
- D5. Integrera polynomfunktioner, exponentialfunktioner, trigonometriska funktioner och rationella funktioner. Beräkna bestämda integraler och använda integration för att beräkna arean under en kurva.

Det första kunskapsområdet inom denna domän handlar om att bestämma gränsvärden för funktioner, inklusive rationella funktioner, och att känna till villkoren för kontinuitet och deriverbarhet för funktioner. Det finns inget mål i den svenska kursplanen i matematik som handlar om att bestämma gränsvärden för funktioner. I Matematik C ingår att kunna härleda deriveringsregler för funktioner, och för att kunna göra det så måste åtminstone principen för gränsvärden behandlas på något sätt. När det gäller villkoren för kontinuitet och deriverbarhet för funktioner så behandlas detta inte explicit i den svenska kursplanen och det finns heller inga mål där detta implicit ingår. Även om det finns ett implicit stöd för att åtminstone en basal behandling av gränsvärden ingår i den svenska kursplanen så kan TIMSS kunskapsområde som helhet inte anses vara täckt av den svenska kursplanen.

Domänens andra kunskapsområde (D2) beskriver att eleverna ska kunna derivera några olika typer av funktioner, samt produkter och kvoter. Även om det i de svenska kursplanerna talas mer om att kunna härleda och förklara deriveringsregler än om att kunna använda dem så är det rimligt att tolka de svenska kursplanerna så att de i hög grad täcker det som anges i TIMSS ramverk. Alla funktionstyper som nämns i TIMSS ramverk finns också explicit eller implicit i de svenska kursplanerna, utom parametriska funktioner. Derivering av polynom (som ingår i potensfunktioner), logaritmiska funktioner, trigono-

metriskasamt sammansatta funktioner nämns explicit. Som tidigare nämnts kan rotfunktioner och rationella funktioner anses ingå implicit. Derivering av produkter och kvoter nämns också explicit i den svenska kursplanen.

I det tredje kunskapsområdet (D3) ska eleverna använda derivator för att lösa problem, t.ex. inom kinematik, optimering och förändringshastighet. Problemlösning är ett allmänt mål i svenska kursplaner, även om det inte framgår särskilt tydligt vad som avses med problemlösning. Till exempel anges som ett övergripande syfte med utbildningen i matematik i gymnasieskolan att eleverna skall kunna ”analysera, kritiskt bedöma och lösa problem för att självständigt kunna ta ställning i frågor, som är viktiga både för dem själva och samhället, som t.ex. etiska frågor och miljöfrågor”. För Matematik C, den kurs där derivatan introduceras, anges övergripande att den behandlar problem som gäller optimering, förändring och extremvärden, och att problemens innehåll så långt som möjligt ska ha anknytning till viktiga frågor inom elevens studieinriktning. Specifieringen ”optimering, förändring och extremvärden” ansluter ganska väl till specifieringen i TIMSS om ”kinematik, optimering och förändringshastighet” och TIMSS ramverk täcks därmed väl av den svenska kursplanen inom detta kunskapsområdet.

TIMSS nästa kunskapsområde inom differential- och integralkalkyl (D4) handlar om att bestämma lutning, lokala extrempunkter, och inflexionspunkter för polynomfunktioner och rationella funktioner med hjälp av första- och andraderivatan. Här ingår också att skissa och tolka funktionsgrafer. Allmänt står om matematik C att kursen behandlar problem som gäller optimering, förändring och extremvärden, med tydlig syftning på det innehåll i Matematik C som kan kopplas till området differentialkalkyl. I målen för Matematik C anges att eleven ska kunna ”förklara, åskådliggöra och använda begreppen ändringskvot och derivata för en funktion samt använda dessa för att beskriva egenskaper hos funktionen och dess graf”. I Matematik D anges att eleven ska kunna ”använda andraderivatan i olika tillämpade sammanhang”. En rimlig tolkning av detta är att den svenska kursplanen innehåller huvuddelen av det som finns i TIMSS ramverk på detta område. Det som är tveksamt är begreppet inflexionspunkt, som inte finns med i svenska kursplaner och som inte ens implicit kan tolkas in.

Det femte och sista kunskapsområdet i denna domän (D5) handlar om integraler. Mer specifikt handlar det om att integrera polynomfunktioner, exponentialfunktioner, trigonometriska funktioner och rationella funktioner. Eleverna ska också beräkna bestämda integraler och använda integration för att beräkna arean under en kurva. Integralkalkylen finns med i kursplanen för Matematik D. Där står det att eleven ska kunna ”bestämma primitiva

funktioner och använda dessa vid tillämpad problemlösning”. Det anges inte för vilka funktioner som detta ska ske, och det är därför rimligt att anta att det gäller alla funktioner som behandlats fram till och med Matematik D, dvs. alla dem som nämns i TIMSS ramverk. På samma sätt som för derivatan tar de svenska kursplanerna upp att eleverna ska kunna förklara innebörden av begreppet, men nämner inte explicit att eleverna ska kunna beräkna integraler. Det senare är dock rimligt att implicit tolka in i kursplanens skrivningar. I kursplanen för Matematik D anges också att eleverna ska kunna ”ställa upp, tolka och använda integraler i olika typer av grundläggande tillämpningar”. En sådan grundläggande tillämpning är utan tvekan beräkning av arean under en kurva.

Sammanfattningsvis återfinns huvuddragen i TIMSS innehållsområden inom denna domän även i de svenska kursplanerna. Ett viktigt undantag är punkt 1 som handlar om gränsvärden samt villkor för kontinuitet och deriverbarhet för funktioner. Den enda anknytning som kan hittas i de svenska kursplanerna är att eleverna i Matematik C förväntas kunna härleda deriveringsregler, vilket förutsätter en hantering av gränsvärden.

2.1.4 Innehållsdomän 3: Geometri

TIMSS geometriuppgifter kopplas till följande fyra områden: Euklidisk geometri (traditionell eller transformation), analytisk geometri, trigonometri och vektorer. I TIMSS ramverk konstateras att Euklidisk geometri och analytisk geometri har varit viktiga komponenter i den högre skolmatematiken i århundraden och betraktas fortfarande som viktiga grundförutsättningar för matematikstudier på universitetsnivån. Trigonometri är en del av matematikstudierna i alla länder, men betraktas inte alltid som en del av geometrin. TIMSS ramverk hävdar att transformationsgeometri och vektorer först på senare tid inkluderats i matematikkursplaner i många länder, och konstaterar att det finns en avsevärd variation mellan länder såväl när det gäller hur mycket dessa områden betonas som hur djupgående de behandlas. TIMSS-uppgifterna som handlar om dessa två områden behandlar därför relativt elementära saker. Inom geometridomänen definieras fem innehållsområden i TIMSS ramverk:

- G1. Använda egenskaperna hos geometriska figurer för att lösa problem. Visa enkla geometriska satser i två och tre dimensioner.
- G2. Använda riktningskoefficienter, skärningspunkter med y-axeln och skärningspunkter mellan räta linjer i koordinatsystem för att lösa problem.
- G3. Känna till och tillämpa cirkelns ekvation och egenskaper i koordinatsystem. Bestäm tangenter och normaler till givna punkter på en cirkel.

- G4. Använda trigonometri för att lösa problem som handlar om trianglar. Känna till egenskaper hos sinus-, cosinus- och tangenskurvor, och lösa enkla ekvationer som innehåller dessa funktioner.
- G5. Tillämpa egenskaper hos vektorer och deras summor och differenser för att lösa problem.

Två av TIMSS kunskapsområden som sorteras under rubriken Geometri ingår varken explicit eller implicit i den svenska kursplanen. Det gäller cirkelns ekvation (G3) samt vektorer (G5). Övriga tre kunskapsområden inom domänen täcks väl av den svenska kursplanen. Den första av dessa (G1) handlar om att använda egenskaperna hos geometriska figurer för att lösa problem, och att visa enkla geometriska satser i två och tre dimensioner. Såväl i Matematik A som i Matematik B anges att eleverna ska kunna lösa geometriska problem och för det ändamålet ha kunskap om geometriska begrepp. I Matematik B säger kursplanen att eleven ska kunna ”förklara, bevisa och vid problemlösning använda några viktiga satser från klassisk geometri”. Det betyder att det i den svenska kursplanen finns en motsvarighet till TIMSS formulering om att kunna visa enkla geometriska satser. Det finns dock varken explicit eller implicit något som pekar på att den svenska kursplanen ger stöd för behandling av geometriska satser i tre dimensioner.

Det andra kunskapsområdet som täcks väl av den svenska kursplanen (G2) anger att eleven ska kunna använda riktningskoefficienter, skärningspunkter med y-axeln och skärningspunkter mellan räta linjer i koordinatsystem för att lösa problem. Detta skulle i Sverige snarast beskrivas som funktionslära, och det som beskrivs av TIMSS ramverk inom detta kunskapsområde är väl täckt av den svenska kursplanen. Redan i Matematik A ingår mål som handlar om att kunna ”kunna ställa upp, tolka, använda och åskådliggöra linjära funktioner och enkla exponentialfunktioner som modeller för verkliga förlopp inom privatekonomi och i samhälle”. Även i Matematik B ingår att kunna arbeta med räta linjens ekvation i olika former. Liknande innehåll kommer tillbaka i Matematik C och D i samband med tolkningar av derivatans betydelse i förhållande till grafer.

Även inom trigonometrin (G5) täcks TIMSS ramverk väl av den svenska kursplanen. TIMSS beskriver att eleverna med hjälp av trigonometri ska lösa problem som handlar om trianglar. De ska också känna till egenskaper hos sinus-, cosinus- och tangenskurvor, och lösa enkla ekvationer som innehåller dessa funktioner. I kursplanen för Matematik D finns flera mål som handlar om trigonometri. Explicit anges att eleverna ska kunna beräkna sidor och vinklar i en godtycklig triangel, vilket väl motsvarar TIMSS formulering om

att använda trigonometri för att lösa problem som handlar om trianglar. I Matematik D anges vidare att eleverna ska kunna rita grafer till trigonometriska funktioner och kunna definiera trigonometriska begrepp, visa trigonometriska samband och ge fullständiga lösningar till enkla trigonometriska ekvationer. Även här så täcker den svenska kursplanen väl TIMSS ramverk.

Sammanfattningsvis är det ganska blygsamma geometriinnehållet i svenska kursplaner för gymnasieskolan nästan helt och hållet koncentrerat till Matematik A och B. När det gäller den litet mer avancerade geometrin så handlar det enbart om Matematik B. Geometriinnehållet kan naturligtvis tolkas in i målen för högre kurser som talar om fördjupad kunskap om sådana begrepp och metoder som ingår i tidigare kurser. Om detta inte sker så är det sannolikt att eleverna vid slutet av sin gymnasietid glömt mycket av detta innehåll. Dessutom har eleverna i de inledande kurserna knappast den algebrakunskap och matematiska mognad som är en förutsättning för att behandla mer komplexa problem i geometri, och om innehållet sedan inte återkommer så kan organisationen och preciseringen av den svenska kursplanen innebära en relativt ytlig behandling av geometriområdet. Trigonometriinnehållet i TIMSS ramverk är väl täckt av kursplanen för Matematik D. Geometri nämns även i den allmänna beskrivningen av Matematik E: ”Matematik E bygger vidare på Matematik D och ger eleven tillfälle att i en syntes använda tidigare kunskaper om talbegreppet samt kunskaper från algebra, funktionslära, trigonometri, geometri och differential- och integralkalkyl.” Men inom Geometridomänen finns alltså två områden där innehåll i TIMSS ramverk helt och hållet saknas i de svenska kursplanerna. Det gäller cirkelns ekvation, och frågeställningar kopplade till den, samt vektorer. Möjligen tas dessa områden upp i den kurs som heter Matematik Breddning, men som inte anger ett specifikt innehåll.

2.1.5 Sammanfattning

Tabell 4 innehåller en sammanställning av var i svenska kursplaner i matematik som man kan hitta olika innehållsdomäner i TIMSS ramverk.

Tabell 4 Sammanställning över hur olika innehållsområden i TIMSS återfinns i den svenska kursplanen i matematik. X betyder att innehållet täcks explicit, I betyder att innehållet täcks implicit och D symboliserar att innehållet är delvis täckt

TIMSS ämnesinnehåll	Område	TIMSS innehållsområden har sin motsvarighet i målen för kurs					Diskret
		A	B	C	D	E	
Algebra	A1					X	
	A2			X/I/D			
	A3						X
	A4	X/I	X/I	X/I			
	A5	I	X/I				
	A6	I	I	I	X		
Differential och integralkalkyl	D1			I/D			
	D2			X/I	X/I	X/I	
	D3			X	X	X	
	D4			X/D	X/D		
	D5				I		
Geometri	G1	X/D	X/D				
	G2	X	X				
	G3						Saknas
	G4				X		
	G5						Saknas

Tabellen visar att stora delar av matematikinnehållet i TIMSS Advanced täcks av de svenska kursplanerna för Matematik A-D, men att Matematik E ger ett visst tillskott till täckningen. Mycket av matematikinnehållet i TIMSS Advanced täcks av de inledande kurserna i gymnasiets matematik (Matematik A-C).

Som tidigare nämnts är den svenska kursplanen mycket mindre preciserad än TIMSS ramverk, vilket komplicerar jämförelsen och beskrivningen av samstämmigheten. Eftersom de flesta kurserna har ett mål som säger att eleverna ska ges fördjupad kunskap om sådana begrepp och metoder som ingår i tidigare kurser så kan i stort sett allt ämnesinnehåll i TIMSS tolkas in i den svenska kursplanen. Geometriområdet är särskilt intressant i detta avseende eftersom viktiga delar av den klassiska geometrin tas upp explicit i de inledande matematikkurserna (Matematik A och Matematik B), och sedan riskerar att inte återkomma. Detta är särskilt problematiskt eftersom elevernas relativt svaga algebrakunskaper i de inledande kurserna gör det näst intill omöjligt att behandla mer komplexa geometriska problem.

Förutom det ämnesinnehåll i svenska matematikkursplaner som kan kopplas till vad som anges i TIMSS ramverk så finns i de svenska kursplanerna en del innehåll som inte återfinns i TIMSS.

Inom statistikområdet anges för Matematik B att eleven efter avslutad kurs skall med omdöme använda olika lägesmått för statistiska material och kunna förklara skillnaden mellan dem samt känna till och tolka några spridningsmått. Dessutom skall eleven kunna planera, genomföra och rapportera en statistisk undersökning och i detta sammanhang kunna diskutera olika typer av fel samt värdera resultatet. Lägesmått finns inte med i ramverket för TIMSS Advanced, utan får nog i TIMSS-sammanhanget betraktas som en mer grundläggande matematik eftersom detta innehåll finns representerat i ramverket för TIMSS i årskurs 8. Att genomföra och rapportera en statistisk undersökning faller utanför TIMSS definition av kunskapsområdet, och skulle knappast kunna ingå där eftersom det troligen är närmast omöjligt att utvärdera i en storskalig internationell komparativ studie som TIMSS.

I de svenska kursplanerna nämns datorer och miniräknare på flera ställen. Flera av IKT-målen är insprängda i mål som finns med i tabellerna ovan. Inget av dessa har någon motsvarighet i TIMSS. I tillägg till det finns i Matematik C ett mål att uppnå som säger att eleven skall känna till hur datorer och grafiska räknare kan utnyttjas som hjälpmedel vid studier av matematiska modeller i olika tillämpade sammanhang.

Även numeriska metoder finns i några av de mål som har paralleller i TIMSS, men IKT-inslaget är inte omnämnt i TIMSS. Dessutom innehåller Matematik D målet att eleven skall kunna förklara och använda tankegången bakom någon metod för numerisk ekvationslösning samt vid problemlösning kunna använda grafisk, numerisk eller symbolhanterande programvara.

I Matematik D anges även att eleven ska under eget ansvar analysera, genomföra och redovisa, muntligt och skriftligt, en något mer omfattande uppgift där kunskaper från olika områden av matematiken används. Det format som definierats för TIMSS kunskapsprov tillåter inte att ett sådant mål inkluderas i TIMSS ramverk.

I den svenska kursplanen definieras även mål som snarast hör hemma i en kognitiv kategorisering och därför inte finner sin motsvarighet i de innehålls- lliga aspekterna av TIMSS Advanced. Till exempel ska elever som läst Matematik E kunna arbeta med problem, som kräver en överblick över förvärvade kunskaper inom den komplexa talmängden, algebran, trigonometrin samt funktionsläran med differential- och integralkalkyl.

Slutligen bör de två matematikkurser nämnas som inte ingår i huvudspåret A-E. För Matematik Breddning anges inget specificerat innehåll i kursplanen.

Eleverna ska efter avslutad kurs kunna formulera, analysera och lösa matematiska problem utifrån arbetet med begrepp inom minst ett kunskapsområde som breddar eller fördjupar kompetensen i matematik. Tanken är att innehållet helt och hållet ska styras av lokala önskemål och behov från lärare och elever. Matematik Diskret är den andra sidoordnade kursen, och den har ett ämnesinnehåll som nästan inte alls har några motsvarigheter i TIMSS ramverk. Det handlar bland annat om mängder och operationer på mängder, induktion och rekursion, begreppens tillämpningar inom dataområdet samt användning av grundläggande satslogik i programmering och problemlösning.

2.2 Ämnesinnehåll Fysik

Jämförelsen av ämnesinnehållet i TIMSS Advanced 2008 med ämnesinnehållet i den svenska kursplanen i fysik för gymnasieskolan har genomförts på samma sätt som tidigare beskrivits för matematik (se första stycket i kapitel 2).

Analysen av ämnesinnehållet i fysik, och även redovisningen, utgår från strukturen i TIMSS ramverk och är uppdelad på de olika domäner och underkategorier som beskrivs där. För varje område beskrivs först ämnesinnehållet i TIMSS ramverk och därefter redovisas relativt kortfattat resultatet av analysen av svenska kursplaner i relation till TIMSS. Kapitlet avslutas med en sammanfattande beskrivning av resultaten från denna samstämmighetsanalys samt en kortfattad reflektion kring resultatet.

Analysen utgår från TIMSS ramverk och den primära frågan är i vilka kurser och på vilket sätt det matematikinnehåll som anges i TIMSS ramverk återfinns i svenska kursplaner i fysik. Som ett komplement kommer de delar av de svenska kursplanerna som inte finner sin motsvarighet i TIMSS ramverk att beskrivas.

2.2.1 Innehållsdomäner i fysik

Fysikdelen av TIMSS Advanced 2008 består av fyra innehållsdomäner: mekanik, elektricitet och magnetism, värme och temperatur och atom och kärnfysik (Garden et al., 2006). I motsvarande studie som genomfördes 1995 ingick en femte domän, vågfenomen, som i TIMSS 2008 införlivats i de andra fyra domänerna. Dessutom har domänen atom- och kärnfysik fått en ny beteckning, den kallades i TIMSS 1995 för modern fysik.

Den svenska kursplanen i fysik anger övergripande att

Fysik A behandlar rörelse, energi och värme, ljus och elektricitet samt materiens uppbyggnad av mindre beståndsdelar. Kursen ger även en orientering om fysikens idéhistoriska utveckling samt om energiförsörjningens problem.

- Fysik B behandlar områdena mekanik, elektromagnetism, mekaniska och elektromagnetiska vågor samt atom- och kärnfysik. Kursen ger även en orientering om universums utveckling. I kursen ingår en fördjupad behandling av något eller några områden som väljs utifrån lärares och elevers intresse.
- Fysik Breddning ger breddade eller fördjupade kunskaper inom något område av fysiken, exempelvis astrofysik, fasta tillståndets fysik, partikelfysik eller fysikens idéhistoriska utveckling.

När det gäller relationen till kvantitativt och matematiskt innehåll i fysiken så anger kursplanens allmänna del för Fysik A att där ska ”sambanden mellan fysikaliska storheter studeras huvudsakligen kvalitativt men viss matematisk behandling ingår”, och att kursen kräver förkunskaper i matematik motsvarande Matematik A. För Fysik B föreskriver kursplanen att kraven på en matematisk behandling av fysiken är högre än i Fysik A, och att kursen bygger på vissa kunskaper från Matematik D.

Ämnesinnehållet i varje kurs preciseras i kursplanens Mål att uppnå för varje kurs och i det följande analyseras dessa delar av kursplanen med utgångspunkt i TIMSS innehållsdomäner.

2.2.2 Innehållsdomän 1: Mekanik

I TIMSS ramverk anges att den första innehållsdomänen, mekanik, räknas som en av grundstenarna i fysiken, eftersom kraft- och rörelselagar är fundamentala byggstenar i många områden inom fysik. Området vilar tungt på Newtons tre rörelselagar och gravitationslagen. Grundläggande relativistiska egenskaper tas också upp, eftersom Einsteins teori är ett viktigt komplement till klassisk mekanik enligt Newton.

Innehållsdomänen mekanik i TIMSS delas in i sju delmoment.

- M1. Visar grundläggande förståelse för villkoren för jämvikt (Newtons I och II lag, vridmoment och krafter i jämvikt) och dynamik i olika typer av rörelser (konceptet med tryck i vätskor).
- M2. Visar förståelse för kinetisk och potentiell energi (gravitationell och elastisk). Tillämpar begreppen konservering av mekanisk energi i relevanta situationer.
- M3. Tillämpar kunskap om vågfenomen i ljud, vatten och strängar. Använder kunskap om förhållandet mellan hastighet, frekvens och våglängd vid lösning av problem. Visar förståelse för refraktion (brytning).

- M4. Identifierar krafter, även friktionskraft, som verkar på en kropp som rör sig med konstant acceleration och förklarar hur de tillsammans påverkar kroppens rörelse. Tillämpar Newtons lagar för att göra relevanta beräkningar (av hastighet och acceleration).
- M5. Tillämpar förståelse av cirkulär rörelse för att identifiera krafter på en kropp som rör sig i en cirkulär bana, och beräkna kroppens centripetalacceleration, hastighet och omloppstid. Tillämpa gravitationslagen för att analysera och beräkna olika aspekter på planeternas rörelser (avstånd från solen, omloppstid).
- M6. Visar förståelse för elastiska och oelastiska kollisioner. Tillämpar lagen om momentets bevarande i olika typer av kollisioner och lagen om av den mekaniska (kinetiska) energins bevarande för en perfekt elastisk kollision.
- M7. Visar förståelse för enkla aspekter av relativitet (längdkontraktion och tidsdilation för ett objekt som rör sig med konstant hastighet relativt observatören)

Begreppet mekanik finns inte explicit med i kursplanen för Fysik A, men däremot för Fysik B. Allmänt anges i kursplanen att rörelse och energi ingår i Fysik A, medan mekanik och mekaniska vågor ingår i Fysik B.

När det gäller det första delmomentet (M1) inom denna kunskapsdomän tar TIMSS ramverk upp två kunskapsområden, nämligen villkoren för jämvikt samt dynamik i rörelser. I Fysik A anges att eleven ska ha kunskap om krafter och kraftmoment för att kunna beskriva jämviktstillstånd, vilket väl motsvarar det första kunskapsområdet i TIMSS ramverk. Jämvikt nämns explicit, medan Newtons lagar, vridmoment och krafter i jämvikt ingår implicit i formuleringen i den svenska kursplanen. Även i Fysik B finns mål som implicit täcker dessa begrepp. Dynamik nämns inte explicit i kursplanen men ”konceptet med tryck i vätskor” kan tolkas in i Fysik B där det anges att eleven ska ha kunskap om tryck.

Även om inte några av de specifika begrepp som tas upp i det andra delmomentet (M2) inom Mekanik-domänen i TIMSS ramverk (kinetisk energi, potentiell energi samt konservering av mekanisk energi) nämns explicit i den svenska kursplanen så ingår de implicit. I Fysik A ska eleven skaffa sig kännedom om energiprincipen och energiomvandlingar och känna till innebörden i begreppet energikvalitet, och i Fysik B ska eleven fördjupa sin kunskap om energibegreppet och utveckla en förmåga att använda begreppet.

Nästa delmoment (M3) handlar om vågfenomen i ljud, vatten och strängar. I Fysik B anges att eleven ska ha kunskap om mekaniska vågor, vilket implicit

täcker vågor i ljud, vatten och strängar. Genom att mekaniska vågor nämns i kursplanen så måste målet i Fysik B om att beskriva, analyser samt matematiskt behandla fysikaliska storheter implicit innebära att eleven kan lösa problem som handlar om hastighet, frekvens och våglängd. Begreppet refraction nämns inte explicit i den svenska kursplanen och kan heller inte anses ingå implicit, men det kan tolkas in i ”kunskap om mekaniska vågor”.

När det gäller det fjärde delmomentet (M4) så nämner den svenska kursplanen inte explicit något av det som anges i TIMSS ramverk inom detta kunskapsområde, men det ingår implicit. Konstant acceleration innebär bland annat linjär rörelse och kastparabler utan luftmotstånd, och linjär rörelse nämns ju explicit i den svenska kursplanen. Beräkningar tas upp i Fysik B och eftersom innehållet finns med så ingår även beräkningarna implicit.

Det femte delmomentet (M5) behandlar cirkulär rörelse, och detta begrepp nämns inte explicit i den svenska kursplanen. Eftersom linjär rörelse nämns i Fysik A så är det dock en rimlig tolkning att Fysik B-målet ”fördjupad kunskap om begreppen kraft, massa, energi och rörelsemängd samt en förmåga att använda dessa begrepp” innefattar cirkulär rörelse. Att kunna hantera krafter som verkar på en kropp som rör sig i en cirkulär bana kan ses som en fördjupad kunskap om kraftbegreppet.

Delmoment sex (M6) tar upp kollisioner och deras egenskaper, och inte heller detta begrepp nämns specifikt i den svenska kursplanen. Att kunna använda begreppet rörelsemängd (Fysik B), i kombination med att ha kännedom om energiprincipen (Fysik A) innebär dock att kunskapsområdet som beskrivs i TIMSS ramverk implicit täcks av den svenska kursplanen.

Det sista delmomentet (M7) handlar om relativitet, och ämnesinnehållet som beskrivs här nämns inte explicit i den svenska kursplanen, och det finns heller inte några mål där detta kunskapsområde kan anses ingå implicit eller utgöra en rimlig tolkning av målen.

Sammanfattningsvis innehåller den svenska kursplanen ganska allmänt hållna mål i förhållande till domänen Mekanik. Målen anger att eleven efter avslutad kurs ska ha kunskap om krafter och kraftmoment samt kunna utnyttja dessa begrepp för att beskriva jämviktstillstånd och linjär rörelse (Fysik A) och ha fördjupad kunskap om begreppen kraft, massa, arbete, energi och rörelsemängd samt en förmåga att använda dessa begrepp (Fysik B). Ämnesinnehåll som handlar om krafter och kraftmoment i statiska sammanhang och i samband med linjär rörelse täcks alltså väl av ämnesinnehållet i Fysik A. På grund av den låga graden av precisering i den svenska kursplanen är dock denna täckning endast implicit. Ämnesinnehåll som handlar om bland annat arbete, energi och rörelsemängd, även i samband med icke-linjär rörelse, täcks på

motsvarande sätt implicit av kursplanen i Fysik B. Det enda TIMSS-område som tas upp under rubriken Mekanik och som inte finner sin motsvarighet i svenska kursplaner är relativitet. Den svenska kursplanen täcker de allmänt hållna målformuleringarna i den svenska kursplanerna TIMSS Mekanik-domän i hög grad (med undantag för relativitet), men i huvudsak implicit.

2.2.3 Innehållsdomän 2: Elektricitet och magnetism

Som introduktion till domänen anges i TIMSS ramverk att fenomen som rör elektricitet och magnetism är väl förankrade i vardagslivet. Inom industrin, affärsvärlden och i hemmet, för uppvärmning, lyse och strömförsörjning till en mängd apparater spelar elektriciteten en central roll. I ramverket påpekas att magnetismens roll är inte lika uppenbar, men genom kopplingen mellan magnetism och elektricitet, spelar magnetism en central roll vid energitransformering och överföring, och även i vår dagliga elektriska miljö. Den nära kopplingen mellan magnetism och elektricitet är uppenbar inom elektromagnetisk strålning, med synligt ljus som ett exempel på ett speciellt intervall av frekvenser.

Innehållsdomänen elektricitet och magnetism i TIMSS delas in i fyra delmoment.

- E1. Beräkna storlek och riktning av elektrostatisk attraktion eller repulsion mellan isolerade laddade partiklar genom att använda sig av Coulombs lag. Förutsäga kraft och riktning på en laddad partikel i ett homogent elektriskt fält.
- E2. Visa grundlig kunskap om elektriska kretsar, innefattande Ohms lag och Joules lag om hur mycket värme som alstras i en elektrisk krets och för separata komponenter i kretsen.
- E3. Analysera kraftens storlek och riktning på en laddad partikel i ett magnetiskt fält. Visa förståelse för samband mellan magnetism och elektricitet i fenomen så som magnetiska fält runt elektriska ledare, elektromagneter och elektromagnetisk induktion. Använda Faradays och Lenz lagar om induktion i olika situationer.
- E4. Visa förståelse för elektromagnetisk strålning i termer av vågor orsakade av samspel mellan elektriska och magnetiska fält. Identifiera olika typer av vågor (radio, infraröda, röntgen, ljus, etc.), genom våglängder och frekvens.

När det gäller det första delmomentet inom denna domän (E1) så anges i Fysik A att eleverna ska ha kunskap om elektriska fält, vilket väl täcker det kunskapsinnehåll som beskrivs i TIMSS ramverk men på ett implicit sätt.

Coulombs lag nämns inte explicit i den svenska kursplanen men måste anses implicit ingå som bas för de mål om fält, elektrisk spänning och ström som anges i den svenska kursplanen. Coulombs lag är fundamental inom detta kunskapsområde.

Nästa delmoment (E2) behandlar elektriska kretsar och här finns en parallell i det allmänt formulerade målet för Fysik A om att eleven ska ha kunskap om elektrisk spänning, ström, energi och effekt. Varken Ohms lag eller Joules lag nämns explicit, men kunskapsinnehållet från TIMSS ramverk måste dock anses vara täckt implicit.

I det tredje delmomentet (E3) tar TIMSS ramverk upp magnetiska fält och induktion. Enligt kursplanen för Fysik B ska eleven efter kursen ha kunskap om elektriska och magnetiska fält och deras egenskaper samt kunna beskriva några tillämpningar inom dessa områden. Det som anges i TIMSS ramverk ingår implicit i denna målformulering. Faradays och Lenz lagar nämns inte explicit, men även dessa måste anses ingå implicit i den svenska kursplanen.

TIMSS fjärde och sista delmoment inom domänen Elektricitet och magnetism handlar om elektromagnetisk strålning. I Fysik B anges att eleven ska ha kunskap om elektromagnetiska vågor och deras egenskaper, samt kunna beskriva några tillämpningar inom detta kunskapsområde. Samspelet mellan elektriska magnetiska fält samt identifikation av olika typer av vågor genom våglängder och frekvens ingår implicit i detta mål. Dessutom ingår växelverkan mellan elektromagnetisk strålning och materia i Kemi A.

I denna domän finns flera formuleringar som handlar om ett inslag av matematik i fysiken. I den svenska kursplanen uttrycks tydligt att eleverna efter Fysik A ska kunna genomföra enkla beräkningar, men också att kraven på en matematisk behandling av fysiken är högre i Fysik B än i Fysik A. I Fysik B ska eleven kunna beskriva och analysera samt matematiskt behandla fysikaliska problemställningar med hjälp av adekvata storheter, begrepp och modeller. Momenten av beräkningar måste alltså anses vara explicit täckta av den svenska kursplanen.

Sammanfattningsvis finns i den svenska kursplanen framförallt två målformuleringar, som trots att de inte är särskilt preciserade, ändå implicit täcker stora delar av TIMSS ramverk inom kunskapsområdet elektricitet och magnetism. I Fysik A anges att eleven efter avslutad kurs ska ha kunskap om elektriska fält, elektrisk spänning och ström samt elektrisk energi och effekt, och i Fysik B anges att eleven ska ha kunskap om elektriska och magnetiska fält, induktion, mekaniska och elektromagnetiska vågor och deras egenskaper samt kunna beskriva några tillämpningar inom dessa områden. Här är det ganska uppenbart att Fysik B är en breddning och fördjupning av innehållet

i Fysik A. TIMSS-domänen Elektricitet och magnetism täcks alltså väl av den svenska kursplanen i fysik. Implicit ingår i den svenska kursplanen alla de begrepp och fenomen som TIMSS tar upp: Elektrostatisk attraktion eller repulsion, laddade partiklar i elektriska och magnetiska fält, elektriska kretsar, magnetiska fält runt elektriska ledare, elektromagneter, elektromagnetisk induktion, samt elektromagnetisk strålning.

2.2.4 Innehållsdomän 3: Värme och temperatur

TIMSS ramverk lyfter fram att värme och temperatur är skilda begrepp: värme är energi och kan transporteras genom en mängd mekanismer, medan temperatur är ett mått på den kinetiska energin hos molekyler. Värme överförs från solen och mellan vatten och land, och atmosfären är den underliggande orsaken till väder och klimat här på jorden. Denna domän handlar även om att substanser uppträder i olika former, fast, flytande och gasform, vid olika temperaturer. I TIMSS-domänen ingår även att styrkan och våglängden på strålning beror på temperaturen hos det utstrålande föremålet. Tack vare detta kan färgen på strålningen (inte när reflektion är inblandad) säga oss vilken yttemperatur ett föremål har. Innehållsdomänen värme och temperatur i TIMSS delas in i tre delmoment.

- V1. Skilja mellan värme och temperatur, och identifiera de tre formerna av värmeöverföring: konvektion/strömning, strålning och konduktion/värmeledning. Tillämpa förståelse för värmeöverföring och specifik värmekapacitet för att förutsäga jämviktstemperaturer när kroppar med olika temperatur slås ihop. Tillämpa kunskap om avdunstning och kondensation.
- V2. Relatera vätskors och gasers expansion till temperatur förändringar. Tillämpa ideala gaslagen (i formen $pV/T = \text{kostant}$) i olika situationer och förstå begränsningen av lagarna. Använda termodynamikens första lag i enkla situationer.
- V3. Visa grundläggande förståelse för svartkroppsstrålning och dess beroende av temperatur. Avgöra temperaturen för en kropp, utifrån färgen på strålningen. Beskriva principen för växthuseffekten.

I den svenska kursplanen anges att Fysik A behandlar rörelse, energi och värme, ljus och elektricitet samt materiens uppbyggnad av mindre beståndsdelar. Fysik B behandlar områdena mekanik, elektromagnetism, mekaniska och elektromagnetiska vågor samt atom- och kärnfysik. Flera kunskapsområden i fysiken behandlas i båda kurserna, och Fysik B innebär då en fördjupning och breddning av området. När det gäller värme och temperatur så återfinns detta

område endast i Fysik A. Dessutom behandlas området i kemiämnet, både med stöd av kursplanen och utifrån en syn på ämnesinnehållet som grundar sig på tidigare gällande kursplaner. Det senare gäller den så kallade allmänna gaslagen, som eleverna enligt TIMSS ramverk ska kunna tillämpa i olika situationer. I tidigare kursplaner har detta betraktats som ett ämnesinnehåll i kemien och därför inte behandlats i fysiken. I kemikursplanen från 1986-talet angavs till exempel "gasernas allmänna tillståndsekvation" som ett innehåll (Supplement 137, Skolöverstyrelsen, 1986). En association till allmänna gaslagen kan också hittas i kursplanen från 1994 som för Kemi A anger att eleverna efter genomgången kurs ska kunna utföra stökiometriska beräkningar rörande ämnen i gasform. I den reviderade kursplan för Kemi A som gäller från 2000 används en formulering som har ännu mer tolkningsutrymme. Där anges att eleven ska kunna tolka, skriva och använda sig av formler för kemiska föreningar och reaktioner och därvid föra stökiometriska resonemang samt utföra enkla beräkningar. På grund av tidigare kursplaners inverkan är det rimligt att allmänna gaslagen tolkas in i Kemi A, en kurs som är obligatorisk för de elever som deltog i TIMSS Advanced 2008.

Inom området värme och temperatur är den svenska kursplanen allmänt litet preciserad. Både värme och temperatur nämns dock explicit vilket innebär att TIMSS-målet om att kunna skilja dessa åt kan anses vara explicit uttryckt. Om båda begreppen nämns är det förstås nödvändigt att också ta upp skillnaden mellan dem. I TIMSS ramverk nämns olika former av värmeöverföring medan den svenska kursplanen säger att eleverna ska ha kännedom om energiomvandlingar och känna till innebörden i begreppet energikvalitet. Detta är ett exempel på hur den svenska kursplanen implicit täcker TIMSS ramverk, eftersom behandling av energiomvandlingar och energikvalitet med nödvändighet måste innehålla olika former av värmeöverföring, och de som nämns i TIMSS ramverk är de mest rimliga att ta upp. Avdunstning och kondensation finns med som begrepp i TIMSS ramverk, men inte i den svenska fysikkursplanen, och den svenska kursplanen nämner heller inte något mer allmänt om fasomvandlingar i samband med värme och temperatur. Samtidigt kan dessa begrepp anses vara så fundamentala att de ingår som en naturlig del inom detta kunskapsområde och kan anses implicit täckta av den svenska kursplanen.

Energiprincipen nämns i den svenska kursplanen, vilket innebär att vi här har en explicit täckning av det som i TIMSS ramverk omnämns som termodynamikens första lag.

Det kunskapsområde som behandlar svartkroppsstrålning och dess beroende av temperatur, att kunna avgöra temperaturen för en kropp utifrån färgen

på strålningen, samt beskriva principen för växthuseffekten, täcks i mycket liten grad av den svenska kursplanen. Växthuseffekten kan möjligen tolkas in i målet från Fysik B om att eleven ska kunna diskutera miljöfrågor och etiska frågor med anknytning till fysiken. I detta sammanhang handlar det i så fall om de negativa aspekterna av växthuseffekten som i aktuell debatt kopplas till bland annat koldioxidutsläpp. Den mer allmänna utgångspunkten att växthuseffekten skapar förutsättningar för liv på jorden täcks inte av den svenska kursplanen.

Sammanfattningsvis innebär samstämmighetsanalysen mellan TIMSS ramverk och den svenska kursplanen i fysik att det är bara ett av TIMSS kunskapsområden inom värme och temperatur som kan anses täckt av den svenska kursplanen. Det är det första området, som handlar om att skilja på värme och temperatur, identifiera former för värmeöverföring, tillämpa förståelse för värmeöverföring och specifik värmekapacitet för att förutsäga jämviktstemperaturer, samt tillämpa kunskap om avdunstning och kondensation. Inom de övriga kunskapsområdena som TIMSS ramverk tar upp under värme och temperatur så är det endast termodynamikens första lag som täcks explicit eller implicit av den svenska kursplanen. Allmänna gaslagen kan anses ingå i en rimlig tolkning av kursplanen i kemi.

2.2.5 Innehållsdomän 4: Atom och kärnfysik

TIMSS ramverk påpekar att domänen atom- och kärnfysik också brukar kallas ”modern fysik”, eftersom de teorier och experiment som byggt upp domänen har publicerats de senaste 100 åren. Upptäckten av atomen och dess inre, öppnade en värld inom fysiken där många av de klassiska lagarna och koncepten inte längre gäller.

Innehållsdomänen atom och kärnfysik i TIMSS delas in i tre delmoment.

- A1. Beskriva strukturen för en atom och dess kärna i termer av elektroner, protoner och neutroner. Tillämpa kunskap om atomnummer och massnummer i olika situationer.
- A1. Relatera ljusemissionsspektra och absorptionsspektra till elektronens egenskaper/beteende. Tillämpa förståelse för fotoelektrisk effekt i olika situationer. Förklara röntgenstrålning genom acceleration av elektroner.
- A1. Skilja mellan olika typer av kärnreaktioner (fission, fusion och radioaktivt sönderfall), och diskutera dess roll i naturen (i stjärnorna) och samhället (kärnreaktorer, bomber). Visa grundläggande förståelse för radioaktiva isotoper, deras halveringstider och effekt på människor.

Det första delmomentet inom domänen atom- och kärnfysik handlar om atomens struktur och motsvarande ämnesinnehåll kan spåras till båda fysikkurserna. I Fysik A anges att eleven ska ha översiktlig kunskap om materiens uppbyggnad i mindre beståndsdelar och i Fysik B ska eleven ha kunskap om atomers struktur. TIMSS ramverk har alltså en mer eller mindre explicit motsvarighet i den svenska kursplanen. Dessutom behandlas atomstrukturen inom ramen för kursplanen i Kemi A.

När det gäller delmomentet som handlar om strålning och spektra (A2) så anger TIMSS ramverk att eleven ska kunna relatera spektra till elektronens egenskaper. Detta område har sin explicita motsvarighet i kursplanen för Fysik B där det anges att eleven ska ha kunskap om samband mellan energinivåer och atomspektra. TIMSS ramverk tar också upp fotoelektrisk effekt, ett begrepp som inte nämns explicit i den svenska kursplanen men som kan anses implicit vara uttryckt i och med att eleverna i Fysik B ska ha kännedom om fotonbegreppet. Specifikt anges i TIMSS ramverk att eleven ska kunna förklara röntgenstrålning genom acceleration av elektroner, och detta mål har ingen motsvarighet i den svenska kursplanen i fysik.

Delmoment tre (A3) behandlar kärnreaktioner och radioaktiva isotoper. Inom ramen för Fysik B förväntas eleverna ha kunskap om joniserande strålning, radioaktivt sönderfall, fission och fusion, här uttrycker alltså den svenska kursplanen explicita motsvarigheter till TIMSS ramverk. TIMSS formuleringar om kärnreaktionernas roll i naturen och samhället måste anses ingå implicit i den svenska kursplanen liksom grundläggande förståelse för radioaktiva isotoper.

Sammanfattningsvis innehåller den svenska kursplanen i hög grad explicita formuleringar som överensstämmer med TIMSS ramverk när det gäller atom- och kärnfysik, jämfört med övriga innehållsdomäner. Det gäller atomens byggnad, samband mellan atomstrukturen, energinivåer och spektra, samt fission, fusion och radioaktivt sönderfall. Övriga mål i TIMSS ramverk inom detta område täcks implicit av den svenska kursplanen, med undantag för målet att kunna förklara röntgenstrålning genom acceleration av elektroner. Med detta undantag täcks sammanfattningsvis TIMSS ramverk väl av den svenska kursplanen när det gäller atom- och kärnfysik, framförallt av mål i Fysik B.

2.2.6 Sammanfattning

I tabell 5 presenteras en sammanställning över den innehållsliga överensstämmelsen mellan TIMSS ramverk och de svenska styrdokumenterna.

Tabell 5 Sammanställning över hur olika innehållsområden i TIMSS återfinns i den svenska kursplanen i fysik. X betyder att innehållet täcks explicit, I betyder att innehållet täcks implicit och D symboliserar att innehållet är delvis täckt

TIMSS ämnesinnehåll Domän	Område	TIMSS innehållsområden har sin motsvarighet i målen för kurs	
		A	B
Mekanik	M1	X/I	I
	M2	I	I
	M3		I
	M4	I	I
	M5		I
	M6	I	I
	M7		
Elektricitet och magnetism	E1	I	
	E2	I	
	E3		I
	E4		I
Värme och temperatur	V1	X/I	
	V2	X/D	
	V3		
Atom och kärnfysik	A1	X	X
	A2		X/I
	A3		X/I

När det gäller fysiken är TIMSS styrdokument på de flesta områden betydligt mer specifik än de svenska styrdokument. TIMSS går ofta in i detalj och nämner specifika fenomen och lagar som mål, t.ex. växthuseffekt och Ohms lag. Många av de fenomen och lagar som nämns i TIMSS tas upp inom ramen för de svenska kurserna utan att det uttrycks i styrdokument. De svenska styrdokument är mer allmänt skrivna och tenderar att täcka stora områden utan specificerat innehåll. Inom dessa områden är läraren i princip fri att välja själv vad som skall ingå, men i praktiken är det tradition och läroböcker som styr. Därför tas ofta välkända begrepp, så som Ohms lag, upp oavsett vilken lärare och skola som sköter undervisningen.

De svenska styrdokument innehåller även mål som inte tas upp i TIMSS ramverk. I både Fysik A och Fysik B tas planering och genomförande av experimentella undersökningar upp som ett mål. Eleverna ska kunna redovisa och tolka resultaten både muntligt och skriftligt. Detta faller utanför den definition av kunskaper som TIMSS avser att mäta, och det skulle knappast vara möjligt att genomföra inom ramen för den storskaliga studie som TIMSS är. Vidare tas i de svenska styrdokument explicit upp kunskap om Univer-

sums utveckling och struktur, både i Fysik A och Fysik B. Detta nämns inte i TIMSS ramverk, och kan inte heller tolkas in implicit.

Något som har kommit in i senare kursplaner för gymnasieskolan i Sverige är den strimma av historiskt perspektiv som finns i många ämnen. I Fysik A förväntas eleverna få kännedom om några skeenden från fysikens historiska utveckling och dess konsekvenser för samhället. Inte heller detta mål har någon motsvarighet i TIMSS. I Fysik B nämns också att eleverna ska kunna behandla fysikaliska problemställningar matematiskt. Detta samband nämns inte explicit i TIMSS ramverk, men man kan ändå implicit tolka in det genom de uppgifter eleverna förväntas lösa i själva testet.

Likaså nämns i de svenska styrdokumenterna kopplingen till vardagliga företeelser och fenomen där ordet vardagliga finns explicit i både Fysik A och Fysik B. I TIMSS ramverk finns inte ordet vardagliga nämnt, men innehållet i de uppgifter som skall lösas visar på att denna aspekt ändå finns med.

För den valbara kursen Fysik Breddning finns inget specificerat innehåll angivet. De förslag som nämns är astrofysik, fasta tillståndets fysik, partikelfysik eller fysikens idéhistoriska utveckling. Tanken är att eleverna skall få fördjupade kunskaper inom ett område som intresserar dem och även att de skall få en djupare insikt i hur modeller och teorier byggs upp i ett växelspel med observationer och experiment.

I huvudsak kan man sammanfatta de delar av de svenska styrdokumenterna som tillhörande tre kategorier, experiment, tillämpningar och historisk utveckling. Den experimentella delen testas inte i TIMSS, så det är inte något anmärkningsvärt att detta inte tas upp som ett mål där. Vad det gäller tillämpningarna, lägger de svenska styrdokumenterna större vikt vid dessa än vad TIMSS gör. Det ligger i linje med de direktiv inom den svenska skolan som trycker på att kopplingen till omvärlden är viktig. Även den historiska anknytningen är något som under senare tid har lyfts fram som en röd tråd i den svenska skolan.

2.3 Sammanfattande kommentar om ämnesinnehåll i matematik och fysik

Sammanfattningsvis kan man konstatera att de svenska styrdokumenterna innehållsmässigt till största delen täcker det som står i TIMSS ramverk. De svenska styrdokumenterna är inte lika specifika som TIMSS ramverk, där många moment inom både matematiken och fysiken nämns uttryckligen, vilket betyder att större delen av innehållet täcks upp implicit. Några få innehållsområden är endast delvis täckta av den svenska kursplanen, och några av de innehållsområden som definieras i TIMSS ramverk återfinns inte alls. Det gäller vektorer

och cirkelns ekvation i matematik, och relativitetslära och svartkroppsstrålning i fysik.

Inom både matematiken och fysiken finns det områden som de svenska styrdokumenterna nämner som inte tas upp i TIMSS ramverk. Exempel på sådana områden i matematik är datorer och miniräknare samt numeriska metoder för lösning av ekvationer. Exempel från fysik är universums utveckling och struktur samt planering och genomförande av experimentella undersökningar.

Kognitiva domäner i matematik och fysik

3. Kognitiva domäner i matematik och fysik

TIMSS ramverk innehåller inte bara en beskrivning av det ämnesmässiga innehållet i studien utan även en kategorisering utifrån kognitiva perspektiv. Enligt ramverket är beskrivningen av dessa kognitiva förmågor väldigt viktig när man utvecklar instrument för att bedöma vad elever vet och kan göra eftersom den gör det möjligt att se till att de viktiga kognitiva målen för undervisningen bedöms inom alla innehållsområden.

I detta kapitel redovisas en analys av samstämmigheten mellan den svenska kursplanen (Skolverket, 2000) och TIMSS ramverk (Garden et al., 2006), med utgångspunkt i de kognitiva domäner som definieras i TIMSS för matematik respektive fysik. Analysen bygger på en kvalitativ innehållsanalys med vissa inslag av kvantifiering. De kognitiva kategorier som TIMSS ramverk definierar inom varje kognitiv domän har använts som kodningsenheter, och meningsbärande enheter kopplade till varje kategori har därefter identifierats i olika delar av den svenska kursplanen för matematik för gymnasieskolan. I den svenska kursplanen har fem analysenheter definierats, nämligen Ämnets syfte, Mål att sträva mot, Ämnets karaktär och uppbyggnad, Mål att uppnå, samt Betygskriterier. Relevanta meningsbärande textavsnitt har identifierats inom varje analysenhet. Detta gör det möjligt att analysera var olika kodningsenheter förekommer i den svenska kursplanen och även hur balansen ser ut mellan olika analysenheter.

3.1 Kognitiva domäner i matematik

I TIMSS ramverk definieras att förståelse av ett matematikområde innebär att behärska tre kognitiva domäner. Den första domänen, veta (knowing), täcker de fakta, procedurer och begrepp som elever behöver kunna. Den andra domänen, tillämpa (applying), fokuserar förmågan att använda denna kunskap för att välja eller skapa modeller och lösa problem. Den tredje domänen, resonera (reasoning), går bortom lösandet av problem av rutinkaraktär till att omfatta förmågan att använda analytiska förmågor, generalisera och tillämpa matematik i obekanta eller komplexa sammanhang

3.1.1 Kognitiv domän 1: Veta

Den första huvudkategorin ”Knowing” har vi valt att översätta med ”Veta”. I TIMSS ramverk hävdas att förmågan att med någorlunda lätthet använda matematik eller föra matematiska resonemang bygger på matematiskt vetande och bekantskap med matematiska begrepp. Ju mer relevant vetande en elev

kan minnas och ju bredare spektrum av begrepp hon eller han har förstått, desto större är potentialen för att ge sig i kast med olika problemlösnings-situationer och för att utveckla matematisk förståelse. Utan tillgång till en kunskapsbas som möjliggör att enkelt komma ihåg språk, basfakta, konventioner för tal, symboliska representationer samt spatiala relationer, kommer meningsfullt matematiskt tänkande att vara omöjligt. TIMSS ramverk definierar fakta som den faktakunskap som bidrar med det grundläggande matematik-språket och de essentiella matematiska fakta och egenskaper som bildar grunden för matematiskt tänkande. Procedurer bildar en bro mellan mer grundläggande kunskap och användningen av matematik för att lösa rutin-problem, i synnerhet sådana som många människor möter i sina dagliga liv. För att med någorlunda lätthet kunna använda procedurer krävs att man minns uppsättningar av handlingar och hur de ska utföras. Elever behöver vara effektiva och precisa i sin användning av olika procedurer och verktyg för att kunna utföra beräkningar. De behöver inse att en bestämd procedur kan användas för att lösa hela klasser av problem, inte bara individuella problem.

Enligt TIMSS ramverk gör begreppskunskap det möjligt för elever att göra kopplingar mellan kunskapsdelar som annars, i bästa fall, skulle minnas som isolerade fakta. Begreppskunskapen gör det möjligt för dem att gå bortom deras existerande kunskap, bedöma giltigheten hos matematiska påståenden och metoder, och skapa matematiska representationer.

Domänen innehåller fyra kategorier: Minnas, Känna igen, Beräkna, och Hämta. Nedan beskrivs dessa kategorier litet närmare och den svenska kursplanen analyseras och kommenteras i förhållande till var och en av dem.

Minnas

Enligt TIMSS ramverk handlar denna kategori om att minnas definitioner, terminologi, notation, matematiska konventioner, egenskaper hos tal, och geometriska egenskaper.

Det finns som tidigare nämnts inga explicita formuleringar om att minnas i den svenska kursplanen. Ett antal ord och formuleringar har dock med minnas att göra och de meningsbärande enheter som kan kopplas till minnas har förts till denna kategori.

Den första gruppen av formuleringar som förts till denna kategori är de formulering om fördjupade kunskaper om begrepp samt förtrogenhet med satser, begrepp och egenskaper som återfinns på flera ställen i kursplanens mål att uppnå. Till exempel innehåller kurserna Matematik B-E och Matematik Diskret ett mål som beskrivs som ”fördjupad kunskap om sådana begrepp ... som ingår i tidigare kurser”. Fördjupad kunskap måste bygga på att det finns

en tidigare kunskap om begrepp som här tolkas som framförallt en minneskunskap.

Den andra gruppen av formuleringar innehåller tolka (t.ex. lägesmått och algebraiska uttryck) samt förklara (t.ex. satser från klassisk geometri och begrepp). Tolka återfinns på fem olika ställen i mål att uppnå och förklara på tio olika ställen, och de är därmed ganska vanligt förekommande. Att till exempel tolka ett lägesmått måste i huvudsak betraktas som en förmåga att minnas vad lägesmåtten betyder. På motsvarande sätt är det rimligt att målet att kunna förklara satser från klassisk geometri (t.ex.) tolkas som att minnas hur satserna fungerar, även om svenska elever i många fall har tillgång till en formelsamling där geometriska satser finns med. Det är orimligt att tänka sig att elever i Matematik A ska kunna förklara matematiska satser på något annat sätt, och därför är det rimligt att tolka förklara som en minnesaspekt.

Den tredje gruppen av termer som kopplas till minnes-kategorin innehåller olika variationer av att beskriva (t.ex. egenskaper hos funktioner). Hit förs även uttryck som att klargöra samband mellan begrepp, att redogöra för ett innehåll och att redovisa hur begrepp kan användas. Att eleven ska beskriva varför och hur talet e införs kan inte betraktas som något annat än en minneskunskap. Den fjärde gruppen innehåller uttrycken ”ge exempel på” och ”känna till” och dessa är de uttryck från mål att uppnå i den svenska kursplanen som mest uppenbart handlar om att minnas.

I Ämnets syfte och i Mål att sträva mot finns inget som kan föras till kategorin Minnas, men i Ämnets karaktär och uppbyggnad finns en mening som säger att tekniska hjälpmedel har ”begränsat värde utan kunskaper om begrepp”. Implicit anges här att kunskaper om begrepp är viktiga. I betygskriterierna finns det nästan inget som kan kopplas till kategorin Minnas. Den enda meningsbärande enheten som kan tillföras denna kategori är kriteriet för Väl godkänd där det anges att eleven ska ge exempel på hur matematiken utvecklats och använts genom historien.

Sammanfattningsvis finns inga formuleringar i den svenska kursplanen som direkt säger att eleverna ska ”minnas” eller ”komma ihåg” något, men det finns en rad olika formuleringar som implicit kan anses tillhöra denna kognitiva kategori. Dessa formuleringar finns nästan uteslutande i kursplanens Mål att uppnå.

Känna igen

Denna kategori beskrivs i TIMSS ramverk med att känna igen objekt som är matematiskt ekvivalenta, till exempel olika representationer av en matematisk funktion. Inga formuleringar i den svenska kursplanen har kunnat kopplas till denna kategori.

Beräkna

TIMSS beskrivning av denna kategori är mycket kortfattad och säger helt enkelt att den innebär att ”utföra algoritmiska procedurer”. Ordet ”algoritm” finns bara på ett enda ställe i kursplanen, och det är i mål att uppnå för kursen Matematik Breddning. Där anges att eleven ska kunna ”använda grundläggande begrepp och principer inom kombinatorik samt tillämpa dessa vid t.ex. analys av algoritmer”. Det handlar alltså inte om att utföra algoritmer utan om att analysera dem. Motsvarande gäller för procedurer, där ordet ”lösningsprocedur” finns på ett enda ställe i kursplanen. I Ämnets karaktär och uppbyggnad anges att ”Förståelse, analys av hela lösningsprocedurer och kritisk granskning av resultat samt förmåga att dra slutsatser är grundläggande i gymnasieskolans matematikämne.” Även här handlar det alltså om att analysera procedurer, och ingenstans står något om att utföra procedurer.

Trots att alltså begreppen inte finns med explicit så finns det en hel del som kan hänföras till beräkna-kategorin i mål att uppnå för de olika matematikkurserna i den svenska kursplanen. Ett exempel från Matematik A är att målet att eleven ”med omdöme kunna tillämpa sina kunskaper i olika former av numerisk räkning med anknytning till vardagsliv och studieinriktning”. Eleverna ska alltså ha kunskaper i att räkna med tal (numerisk räkning), vilka de enligt detta mål ska kunna tillämpa i problemlösning.

I flera av matematikkurserna anges att eleverna ska kunna hantera, omforma och förenkla uttryck, formler och funktioner. Det signalerar en mycket procedurinriktad form av kunnande. Vidare återfinns flera exempel på att eleverna ska kunna lösa ekvationer och olikheter, i något fall formulerat som att eleverna ska kunna ”ange exakta lösningar”. I Matematik E ska eleven kunna ”räkna med komplexa tal”, och även i andra kurser talas det om att ”beräkna”, ”uppskatta” och ”bestämma”. Alla dessa termer signalerar en procedur eller algoritm. Vidare innehåller kurserna Matematik B-E samt Diskret alla ett mål att uppnå som talar om fördjupad kunskap om sådana ”metoder som ingår i tidigare kurser”. Metoder i matematik innebär i många fall ett algoritmiskt eller procedurinriktat, och mer eller mindre automatiserat angreppssätt på ett visst begränsat problem.

I Matematik D anges att eleven ska kunna ”dra slutsatser om en funktions derivata och uppskatta derivatans värde numeriskt då funktionen är given genom sin graf”. Även D-kursens mål om att ”använda enhetscirkeln för att definiera trigonometriska begrepp” kan betraktas om i huvudsak algoritmiskt eller procedurinriktat eftersom det handlar om en metod för att enkelt ta fram samband och begrepp som kan vara svåra att minnas. D-kursen har även som mål att eleverna ska kunna rita grafer (till trigonometriska funktioner), vilket

kategoriseras som en procedur som hör hemma i kategorin Beräkna på grund av sin algoritmiska karaktär. Slutligen finns flera mål i kursplanen som handlar om att ”använda” (programvara för att beräkna integraler) och att ”använda metod” (t.ex. för numerisk integration).

Förutom i Mål att uppnå finns mycket litet i kursplanen som kan hänföras till kategorin. Implicit anges i Ämnets karaktär och uppbyggnad att kunskaper om metoder är viktiga (”de tekniska hjälpmedlen har dock begränsat värde utan kunskaper om metoder”). I betygskriterierna finns det en formulering i kriterierna för betyget Godkänd som åtminstone innehåller ord som kan kopplas till Beräkna-kategorin. Där står det att eleven ”utför beräkningar på ett sådant sätt att det är möjligt att följa, förstå och pröva de tankar som kommer till uttryck”. Eleven ska alltså utföra beräkningar, men ordet ”utför” har här snarast betydelsen att beräkningar ska redovisas på ett visst sätt. Det säger inget om att eleven ska kunna beräkna. De beräkningar som eleven gör ska redovisas så att någon annan (företrädesvis läraren) kan utvärdera dem. Detta är snarast ett krav på elevernas kommunikativa förmåga. Bland VG-kriterierna finns ett som säger att eleven ”visar säkerhet beträffande beräkningar”. Det antyder att eleven ska kunna utföra beräkningar, men kriteriet fokuserar en viss aspekt av beräkningarna, nämligen förmågan att oftast göra korrekta beräkningar. Det finns inget i TIMSS ramverk som beskriver motsvarande kunskapskvalitet.

Hämta

Denna kategori handlar enligt TIMSS ramverk om att hämta information från grafer, tabeller eller andra källor. Inga formuleringar i den svenska kursplanen har kunnat kopplas till denna kategori.

Veta, sammanfattning

Analysen pekar på att den kognitiva aspekt som handlar om att veta inte är särskilt explicit betonad i den svenska kursplanen, och två av de kategorier som TIMSS tar upp i denna kognitiva domän finns inte alls representerade i den svenska kursplanen. Det finns praktiskt taget ingenting om att veta i de delar av kursplanen som utgör mer allmänna beskrivningar av matematikämnet. I mål att uppnå finns det däremot en del formuleringar som kan kopplas till denna domän, under förutsättning att man gör vissa implicita tolkningar.

Att minnas något är en kategori inom Veta-domänen. I den svenska kursplanen finns inte ordet minnas med, och inte heller någon synonym till detta ord. Fakta omnämns på ett enda ställe, och det är i kriterierna för betyget Godkänd där det står att eleven ”skiljer gissningar och antaganden från givna fakta och härledningar eller bevis”. Det skrivs en hel del om vilka begrepp som

ingår i de olika kurserna i mål att uppnå för varje kurs, men när det står om begrepp i övriga delar av kursplanen är det nästan uteslutande i beskrivningar av vad eleven ska göra med begreppen och nästan ingenting om vikten av att utveckla begrepp. Till exempel ”utvecklar sin förmåga att tolka, förklara och använda matematikens språk, symboler, metoder, begrepp och uttrycksformer”. Hela resonemanget om att det skulle finnas ett vetande som är en förutsättning för att göra mycket av det andra i matematik, inklusive matematiskt tänkande, saknas nästan helt i den svenska kursplanen, och det finns ingen explicit sådan argumentation. Där betonas istället bland annat att matematiken kräver ”uthållighet i tankeverksamheten och förståelse för att problemlösning är en process som kräver tid.” Det finns dock två ställen som antyder värdet av ett matematiskt vetande. Om Matematik A står det i kursplanen att ”kursen ger sådana insikter i matematiska begrepp och metoder som möjliggör för eleven att med hjälp av matematiska modeller kunna lösa problem inom olika områden, särskilt med anknytning till utbildningens karaktärsämnen”. Här är det alltså insikter i begrepp och metoder som ”möjliggör” problemlösning. I beskrivningen av ämnets karaktär och uppbyggnad skrivs om tekniska hjälpmedel att de har ”begränsat värde utan kunskaper om begrepp och metoder”, vilket antyder att det finns en grundläggande kunskap som kan kopplas till kategorin Veta i TIMSS kognitiva kategorisering.

3.1.2 Kognitiv domän 2: Tillämpa

I beskrivningen av domänen Tillämpa skriver man i TIMSS ramverk att problemlösning är ett centralt mål, och ofta ett medel, i matematikundervisningen, och att därför problemlösningens förmåga och visst kunnande som stödjer problemlösningen (t.ex. välja metod, representera och modellera) har en framträdande plats när det handlar om att tillämpa matematik. I uppgifter som ligger inom denna domän måste eleverna använda sig av kunskaper om matematiska fakta, färdigheter, procedurer och begrepp för att skapa representationer och lösa problem. I TIMSS ramverk framhävs att representation av idéer bildar kärnan i matematiskt tänkande och kommunikation, och förmågan att skapa ekvivalenta representationer är fundamental för framgång i matematikämnet. De matematikuppgifter som hänförs till Tillämpa-kategorin är mer rutinmässiga än de som kopplas till Resonera-kategorin (se 3.1.3) och kännetecknas av att uppgiftstypen är vanlig bland klassrumsuppgifter som används för att ge eleverna möjlighet att öva på olika metoder och tekniker. Vissa av dessa problem uttrycks i ord som sätter in problemsituationen i ett skenbart realistiskt sammanhang.

Även om uppgifterna i denna domän varierar i svårighetsgrad så förväntas alla dessa typer av ”läroboks”-problem vara tillräckligt bekanta för eleverna för

att de huvudsakligen ska innebära val och användning av inlärd procedur. Problem kan beskriva en situation från verkliga livet eller de kan handla om renodlade inommatematiska frågeställningar som till exempel kan innefatta numeriska eller algebraiska uttryck, funktioner, ekvationer, geometriska figurer eller statistiska datamängder. Därför ingår problemlösning inte bara i domänen Tillämpa, med fokus på mer bekanta och rutinartade uppgifter, utan också i domänen Resonera.

Domänen Tillämpa innehåller fyra kategorier: Välja, Representera, Modellera och Lösa rutinproblem.

Välja

Under rubriken Välja döljer sig i TIMSS kognitiva ramverk förmågan att välja en effektiv/lämplig metod eller strategi för att lösa ett problem där det finns en ofta använd lösningsmetod.

Det finns i de svenska kursplanerna hänvisningar till att eleven ska kunna välja metod och använda sitt omdöme i samband med användning av matematik. Bland Mål att sträva mot nämns att skolan skall i sin undervisning sträva efter att eleverna utvecklar sin förmåga att välja metod och hjälpmedel för att lösa problem. I kriterierna för såväl Godkänd som Väl godkänd står det att eleven ska använda lämpliga matematiska metoder. Skillnaden mellan dessa betygssteg ligger i att för G handlar det om problem i ett steg, och för VG om ”olika typer av problem”

Formuleringar i Mål att uppnå som kan kopplas till denna kategori återfinns endast i kurserna A och B. I Matematik A talas det om att eleverna ska kunna tillämpa sina kunskaper ”med omdöme” och att de ska åskådliggöra statistiska data ”med omdöme”. Även i Matematik B används en snarlik formulering inom statistikområdet, där eleverna ska använda olika lägesmått för statistiska material ”med omdöme”. Det finns endast en formulering i Matematik A som handlar om välja inom andra områden än statistik: Eleverna ska använda lämplig metod och lämpliga hjälpmedel för att lösa ekvationer.

Representera

Kategorin Representera beskrivs i TIMSS ramverk som att eleven ska generera alternativa ekvivalenta representationer för ett givet matematiskt objekt, relation eller informationsmängd. Engelskans ”generate”, som här har översatts till generera, har inte någon självklar och enkel översättning till svenska. Ordet kan enligt Prismas stora ordbok översättas till alstra, frambringa, framkalla eller generera. Det behöver inte med nödvändighet betyda ”skapa” eftersom det också kan tolkas som en omstrukturering. Kategorin kan alltså handla inte

bara om att skapa ekvivalenta representationer, utan också om att sortera och använda representationer.

Även med denna mindre strikta definition av TIMSS tal om att generera ekvivalenta representationer finns det dock väldigt litet i kursplanen som kan kopplas till denna kategori. Endast i kurserna A respektive B finns formuleringar som har med detta att göra. I Matematik A anges att eleverna ska kunna åskådliggöra funktioner, grafer och diagram och i Matematik B att de ska kunna åskådliggöra statistiska data, åskådliggöra funktioner, samt med dator och grafiska räknare åskådliggöra grafer och diagram. Åskådliggörandet kan ses som en omvandling till ekvivalenta representationer av objekt (t.ex. funktioner) samt informationsmängder (data). I Matematik B anges även att eleven ska kunna omforma uttryck av andra graden, vilket kan ses som en alternativ representation av ett matematiskt objekt.

Modellera

Det finns olika definitioner av vad som menas med att modellera i matematik, men TIMSS ramverk definierar detta som att eleverna kan generera en lämplig modell, t.ex. en ekvation eller ett diagram, för lösning av rutinproblem. Med utgångspunkt i ovanstående diskussion om betydelsen av ordet ”generera” är det inte nödvändigt att tolka kategorin som att eleverna ska skapa modeller, vilket stärks av att det handlar om modeller för lösning av rutinproblem.

Jämfört med många andra av TIMSS kognitiva kategorier är modellering en aspekt som lyfts fram relativt klart i den svenska kursplanen i matematik. Skolan skall i sin undervisning sträva mot att eleven kan tolka en problemsituation och omformulera den med matematiska begrepp och symboler. Denna ”matematisering” är en viktig del av modelleringen. Mål att sträva mot lyfter också fram förmågan att utforma, förfina och använda matematiska modeller.

I kursplanens beskrivning av ämnets karaktär och uppbyggnad anges att användning av matematiska modeller är en av fyra viktiga aspekter av ämnet matematik som genomsyrar undervisningen, och att en viktig del av problemlösningen utgörs av att utforma och använda matematiska modeller. Där talas det också om matematikens kraft som verktyg för modellering av verkligheten. Formuleringar som kan kopplas till modellering kan identifieras i specifika avsnitt för kurserna A-E samt Matematik Breddning. I kursplanen lyfts särskilt modellering fram i samband med Matematik B, där det i den övergripande beskrivningen av kursen anges att den bland annat handlar om att med hjälp av matematiska modeller kunna lösa problem. Även i beskrivningen av Matematik Breddning betonas förmågan att använda matematiska modeller.

Ett återkommande ord i kursplanen är ”formulera” och utifrån sammanhanget förekommer det i två olika betydelser. Den ena betydelsen är mer

uppenbar och används i två av de mål att sträva mot som finns i kursplanen. Där står det att eleven ska utveckla sin förmåga att i projekt och gruppdiskussioner formulera och motivera olika metoder för problemlösning. Detta pekar på ”formulera” som en språklig kommunikation. I ett annat mål att sträva mot talas om ”formulerade hypoteser” och om att resultat av matematisk bevisföring ”formuleras som sats eller samband, som visar hur begreppen kan användas”. Även detta pekar på en språklig, kommunikativ förståelse av ordet.

Nyckeln till den andra förståelsen av ordet ”formulera” kommer också från mål att sträva mot. Där anges att eleverna ska utveckla sin förmåga att ”tolka en problemsituation och att formulera den med matematiska begrepp och symboler”. Här antyds att ”formulera” innebär en översättning av ett problem, såväl inom- som utommatematiskt, till matematik. När ordet ”formulera” återkommer på flera ställen i de olika kursernas Mål att uppnå är det denna betydelse som möjliggör en meningsfull tolkning. Till exempel innehåller Matematik B-E samt Matematik Diskret målet att eleverna ska ”kunna formulera, analysera och lösa matematiska problem av betydelse för tillämpningar och vald studieinriktning med fördjupad kunskap om sådana begrepp och metoder som ingår i tidigare kurser”. För att tolkningen av detta ska bli meningsfull måste ”formulera ett problem” tolkas som att översätta det till matematikens begrepp och symboler, dvs. generera en matematisk modell. Eftersom det även i Matematik A och i Matematik Breddning anges som ett mål att uppnå att eleven ska kunna ”formulera” matematiska problem, så är det uppenbart att matematisk modellering finns med i alla matematikkurserna. I Matematik E anges också mer precist att eleverna ska kunna analysera, formulera och lösa problem som kräver bestämning av derivator och integraler.

Att kunna formulera problem finns också med bland betygsriterierna för alla tre betygsstegen. För ett godkänt betyg står det till exempel att eleven ”använder lämpliga matematiska begrepp, metoder och tillvägagångssätt för att formulera och lösa problem i ett steg”. Dessutom anges för VG att eleven ”gör matematiska tolkningar av situationer eller händelser”. Det tycks alltså som att matematisering i ett inommatematiskt sammanhang är något som alla elever ska kunna enligt kursplanen och betygsriterierna, medan modellering i förhållande till ”situationer eller händelser” tillkommer på VG-nivån. Det är rimligt att tolka ”situationer eller händelser” som mer utommatematiska sammanhang, t.ex. hämtade från vardagslivet.

Förutom ”formulera” problem som en signal om ett modelleringsinnehåll finns även mer explicita kopplingar till kategorin. I såväl Matematik A som Matematik B anges att eleverna ska kunna ställa upp, tolka, använda och åskådliggöra några matematiska funktioner som modeller för verkliga förlopp.

I mål att uppnå för Matematik C står det att eleven ska kunna använda matematiska modeller av olika slag och känna till hur datorer och grafiska räknare kan utnyttjas som hjälpmedel vid studier av matematiska modeller i olika tillämpade sammanhang. Liknande formuleringar, med explicit hänvisning till matematiska modeller, finns även i de övriga kursplanerna.

Sammanfattningsvis framgår modellering som en betonad aspekt i den svenska kursplanen.

Lösa rutinproblem

Kategorin handlar enligt TIMSS ramverk om att lösa problem som liknar sådana som det är troligt att eleverna mött i matematikundervisningen, vilket alltså i TIMSS är definitionen av ett rutinproblem.

I den svenska kursplanen i matematik talas det på flera ställen om att lösa problem eller motsvarande. Som tidigare nämns anger kursplanens beskrivning av ämnets karaktär och uppbyggnad fyra aspekter av ämnet matematik som viktiga aspekter som ska genomsyra undervisningen: problemlösning, kommunikation, användning av matematiska modeller och matematikens idéhistoria. Samtidigt har den snävare kategorin ”lösa rutinproblem” ingen explicit motsvarighet i den svenska kursplanen. Trots att ordet ”problem” och kombinationen ”lösa problem” förekommer på många ställen så finns det bara en enda vag bestämning av typen av problem. I betygskriterierna anges att för betyget godkänd ska eleven kunna lösa problem i ett steg och för betyget väl godkänd ska eleven kunna lösa olika typer av problem. Det finns inget i kursplanetexten som uttrycker att eleven ska kunna lösa problem som det är troligt att eleverna mött i undervisningen, vilka skulle kunna betecknas som ”rutinproblem”.

Redan i beskrivningen av matematikämnet syfte anges att det handlar om att lösa problem för att eleverna självständigt ska kunna ta ställning i frågor som är viktiga både för dem själva och samhället. Detta allmänna syfte pekar snarare mot problem av icke-rutin-karaktär. Samtidigt finns en sådan stark tradition inom matematikämnet att i hög grad arbeta med problem som faller under TIMSS definition av rutinproblem, vilket gör det rimligt att anta att den problemlösning som talas om i den svenska kursplanen till stora delar handlar om denna typ av problem.

I mål att sträva mot står det att eleven ska utveckla sin tilltro till den egna förmågan att använda matematik i olika situationer och sin förmåga att med hjälp av matematik lösa problem på egen hand och i grupp. Det är rimligt att den problemlösning som det talas om här till stora delar kan definieras som rutinproblem. Ett annat mål att sträva mot handlar om hur informations-teknik kan användas vid problemlösning för att åskådliggöra matematiska samband och för att undersöka matematiska modeller.

I de olika matematikkursernas Mål att uppnå finns en rad formuleringar som handlar om problemlösning. Det talas om att lösa problem av betydelse för vardagsliv och vald studieinriktning. Det är oklart om detta syftar på problem av rutinkaraktär, eftersom de flesta problem man möter i vardagslivet är nya och okända. Vidare anges att eleverna ska kunna tillämpa sina kunskaper och använda begrepp, tankegångar, uttryck, egenskaper, samband och principer, vid problemlösning. Kursplanen anger även att eleverna ska kunna använda dator och grafritande hjälpmedel vid problemlösning. Det mål att uppnå som handlar om fördjupad kunskap från tidigare kurser, och som inleder uppräkningsen av mål i kurserna B-E samt Diskret, talar om att eleverna ska kunna lösa matematiska problem av betydelse för tillämpningar och vald studieinriktning.

Sammanfattningsvis är det oklart vad som i svenska kursplanen avses med att ”lösa problem” eftersom det inte finns någon bestämning av vad som avses med ordet. I synnerhet finns ingen distinktion av den typ som görs i TIMSS mellan rutinproblem och sådana som får anses vara av icke-rutin-karaktär. Problemlösning är definitivt betonat i den svenska kursplanen och förekommer i alla delar av texten.

Tillämpa, sammanfattning

Av de fyra kognitiva kategorier som TIMSS ramverk definierar inom domänen Tillämpa matematik så är det en som är mycket svagt representerad i den svenska kursplanen i matematik, och den handlar om att representera matematiska objekt på olika sätt. Övriga finns relativt väl representerade även om de delvis formuleras på annat sätt än i TIMSS. Av kursplanen framgår att eleven ska kunna välja metod eller strategi, och göra det med omdöme. Betygskriterier för såväl G som VG talar om att kunna välja lämpliga metoder. Det som skiljer åt mellan betygsstegen är problemtypen där detta val ska göras. Vidare lyfter kursplanen fram modellering som en viktig del av matematiken, och då särskilt för Matematik B som beskrivs som en kurs som ger ”sådana insikter i matematiska begrepp och metoder som möjliggör för eleven att med hjälp av matematiska modeller kunna lösa problem inom olika områden”. I betygskriterierna framställs modellering av utommatematiska situationer som ett VG-kriterium. Den sista kategorin inom Tillämpa-domänen handlar om att lösa rutinproblem och problemlösning är något som lyfts fram på många ställen i den svenska kursplanen i matematik. Det är dock oklart vad som menas med ”problem” och begreppet ”rutinproblem” finns över huvud taget inte i kursplanen.

3.1.3 Kognitiv domän 3: Resonera

Enligt TIMSS ramverk innefattar matematiska resonemang förmågan till logiskt, systematiskt tänkande. Att resonera matematiskt omfattar även intuitivt och induktivt resonerande baserat på mönster och regelbundenheter som kan användas för att komma fram till lösningar på problem av icke-rutin karaktär, dvs. problem som mest troligt är obekanta för eleverna. De ställer kognitiva krav som överstiger kraven för lösning av rutinproblem, även när eleverna behärskar de faktakunskaper och färdigheter som krävs för att lösa dem.

TIMSS ramverk uttrycker vidare att icke-rutin problem kan vara renodlat verklighetsnära eller renodlat inommatematiska. Båda dessa uppgiftstyper innefattar överföring av faktakunskaper och färdigheter till nya situationer och de kännetecknas vanligen av en interaktion mellan resonemangsfärdigheter. Problem som kräver resonemang kan göra det på olika sätt. Resonemang kan ingå på grund av att sammanhanget är ovanligt eller komplext eller på grund av att varje lösning till problemet måste innefatta flera steg, och eventuellt genom att problemet kräver kunskap och förståelse från olika delar av matematiken. Mycket av det som tas upp inom domänen Resonera är sådant som behövs när man tänker på och löser nya och komplexa problem. Dessutom representerar de kognitiva kategorier som ingår i domänen värdefulla resultat av matematikutbildning i sig, med en potential att påverka elevers tänkande mer generellt. Till exempel innefattar matematiska resonemang förmågan att observera och dra slutsatser. De innefattar även att göra logiska deduktioner baserade på specifika antaganden och regler och att försvara resultat.

Domänen Resonera innehåller fyra kategorier: Analysera, Generalisera, Syntetisera/Integrera, Belägga, samt Lösa icke-rutin-problem.

Analysera

I TIMSS definition av denna kategori beskrivs att den handlar om att undersöka given information och välja de matematiska fakta som behövs för att lösa ett visst problem, att bestämma och beskriva eller använda relationer mellan variabler eller objekt i matematiska situationer, samt att dra välgrundade slutsatser från given information.

Som ett av syftena med utbildningen i matematik i gymnasieskolan anges i den svenska kursplanen att eleverna ska kunna analysera, kritiskt bedöma och lösa problem för att självständigt kunna ta ställning i frågor, som är viktiga både för dem själva och samhället, som t.ex. etiska frågor och miljöfrågor. Denna betoning av analys återkommer under ämnets karaktär och uppbyggnad där det påpekas att ”förståelse, analys av hela lösningsprocessen och kritisk granskning av resultat samt förmåga att dra slutsatser är grundläggande i gymnasieskolans matematikämne”.

Vikten att arbeta med analys i matematikundervisning understryks även i kursplanens mål att uppnå. I det generella mål som i något olika formuleringar inleder mål att uppnå för samtliga matematik kurser står det att eleven ska kunna formulera, analysera och lösa matematiska problem. Det är dock oklart vad som menas med att ”analysera matematiska problem”. Till skillnad från den svenska kursplanen beskriver TIMSS vad som avses med att analysera i matematik, nämligen att bland annat undersöka given information och välja de matematiska fakta som behövs för att lösa ett visst problem. Någon motsvarande definition finns inte i den svenska kursplanen.

I Mål att uppnå för Matematik D ingår att under eget ansvar analysera, genomföra och redovisa, muntligt och skriftligt, en något mer omfattande uppgift där kunskaper från olika områden av matematiken används, och i Matematik E att kunna analysera, formulera och lösa problem som kräver bestämning av derivator och integraler. Även Matematik Breddning har mål som beskrivs i termer av analysera. Där ska eleverna kunna analysera en problemställning, diskutera dess förutsättningar och begränsningar samt välja en matematisk modell för dess behandling.

Betygskriterierna innehåller ingen explicit formulering om analys och vilka kunskapskvaliteter på detta område som skulle kunna vara kännetecknen för prestationer på olika betygsnivåer. Ett av betygskriterierna för Godkänt anknyter dock till TIMSS analys-kategori. Nämligen att eleven ”skiljer gissningar och antaganden från givna fakta och härledningar eller bevis”. För MVG anges att eleven ”drar slutsatser från olika typer av matematiska problem och lösningar”, en formulering som också anknyter till TIMSS-kategorin.

Den svenska kursplanen i matematik innehåller alltså ett antal formuleringar som kan kopplas till Analysera-kategorin, även om den svenska kursplanen inte ger någon definition av vad som avses med att analysera.

Generalisera

Att generalisera handlar enligt TIMSS ramverk om att vidga den domän till vilken resultatet av matematiskt tänkande och problemlösning är tillämpligt genom att omformulera resultat i mer generella och mer allmänt tillämpliga termer.

Under Ämnets karaktär och uppbyggnad står det i den svenska kursplanen att man i matematik arbetar med väldefinierade begrepp och bygger upp teorier genom att logiskt och strikt bevisa att formulerade hypoteser är giltiga. Resultaten av bevisen formuleras som satser eller samband, som visar hur begreppen kan användas. Betygskriterier med anknytning till denna kategori finns endast på MVG-nivån. I betygskriterierna står det att elever med detta

betyg ”väljer generella metoder och modeller vid problemlösning”, samt att de ”genomför såväl muntligt som skriftligt matematiska bevis”.

Mål att uppnå som handlar om generaliseringar och bevis kan identifieras i kurserna B, C, D och Breddning. I Matematik B står det att eleverna ska kunna bevisa några viktiga satser från klassisk geometri, och i Matematik D ska de kunna visa trigonometriska samband. I såväl Matematik C som Matematik D anges att eleverna ska kunna härleda vissa matematiska samband.

Till kategorin Generalisera har alltså förts formuleringar i den svenska matematikkursplanen som handlar om bevisföring och val av generella metoder och modeller. Sådana formuleringar återfinns i kursplanens generella del, betygskriterierna, samt i Mål att uppnå för flera matematikkurser. Utifrån tolkningen att kategorin handlar om matematiska bevis och generella modeller så finns den representerad i den svenska kursplanen.

Syntetisera/integrera

I TIMSS ramverk beskrivs att kategorin syntetisera/integrera handlar om att kombinera (olika) matematiska procedurer för att uppnå resultat och kombinera resultat för att åstadkomma ytterligare resultat, göra kopplingar mellan olika kunskapselement och relaterade representationer, samt länka relaterade matematiska idéer.

Den syntes och integrering som TIMSS talar om återfinns i formuleringar i kursplanen för kurserna Matematik D, Matematik E och Matematik Breddning, samt i betygskriterierna för VG och MVG. I Matematik D anges att eleverna ska arbeta med ”en något mer omfattande uppgift där kunskaper från olika områden av matematiken används” och i Matematik E ska eleverna kunna arbeta med problem, som kräver en överblick över förvärvade kunskaper. I matematik ingår att ”skapa öppna uppgifter samt ange metoder för att lösa dem med hjälp av begrepp från skilda områden av matematiken”. Kursplanen ger en tydlig signal om att de matematikkurser som innehåller mest avancerad matematik också har ett inslag av syntes och integrering.

I betygskriterierna, som alltså gäller för alla matematikkurserna, står det som en del av kraven för Väl godkänt att eleven använder sina kunskaper från olika delområden av matematiken. Här finns alltså syntesen och integreringen beskriven för alla kurser, men inte på alla nivåer. Som MVG-kriterier anges att eleven ”tolkar resultat från olika typer av matematisk problemlösning och matematiska resonemang”, samt ”värderar och jämför olika metoder, drar slutsatser från olika typer av matematiska problem och lösningar”.

Sammanfattningsvis finns syntetisering/integrering tydligt med i mål att uppnå för de högsta kurserna i den svenska gymnasieskolan. Dessutom finns denna kategori väl representerad i betygskriterierna för VG och MVG.

Belägga

Under denna kategori sorterar TIMSS ramverk att ge belägg för det sanna eller falska i ett påstående genom att hänvisa till matematiska resultat eller egenskaper.

I kursplanens mål att uppnå finns tre mål som anknyter till denna TIMSS-kategori. I Matematik A ska eleven kunna kritiskt granska statistiska data, i Matematik B ska eleven kunna diskutera olika typer av fel samt värdera resultatet, och i Matematik Breddning ska eleven diskutera en problemställnings förutsättningar och begränsningar. Även om ingen av dessa mål direkt talar om att ge belägg för om ett påstående är sant eller inte, så berör de argumentation som baseras på matematiska resultat eller egenskaper.

I kursplanens övriga texter finns också tre formuleringar med anknytning till Belägga-kategorin. Av kursplanens beskrivning av syftet med matematikämnet framgår att utbildningen i matematik i gymnasieskolan bland annat syftar till att eleverna skall kunna analysera, kritiskt bedöma och lösa problem för att självständigt kunna ta ställning i frågor, som är viktiga både för dem själva och samhället, som t.ex. etiska frågor och miljöfrågor. Matematikämnet handlar alltså bland annat om att kunna kritiskt bedöma problem för att självständigt kunna ta ställning i olika frågor. Ett av målen att sträva mot lyfter också fram en kritisk bedömning baserad på matematiska egenskaper i samband med matematiska modeller, och talar om förmågan att kritiskt bedöma matematiska modellers förutsättningar, möjligheter och begränsningar. Slutligen finns i betygsriterierna för MVG en anknytning till TIMSS Belägga-kategori. Där anges att elever som får detta betyg ”bedömer slutsatsernas rimlighet och giltighet”. Även om det inte står explicit att detta ska baseras på matematiska egenskaper så får det anses underförstått.

Lösa icke-rutin-problem

TIMSS ramverk beskriver att denna kategori handlar om att lösa problem som ges i matematiska eller ”verkliga” sammanhang, sådana som det är osannolikt att eleverna tidigare mött, och sådana som handlar om att använda matematiska procedurer i obekanta eller komplexa sammanhang.

Den svenska kursplanen innehåller mycket om problemlösning, men det anges inte explicit om det handlar om rutinproblem eller icke-rutinproblem. Svårigheterna att tolka samstämmigheten inom denna kategori har diskuterats i det inledande stycket om den kognitiva domänen Resonera samt i anslutning till kategorin Lösa rutinproblem.

Resonera, sammanfattning

Stora delar av det som TIMSS ramverk tar upp i den kognitiva domänen Resonera finns också representerat i olika delar av den svenska kursplanen i matematik, även om mycket uttrycks på annat sätt och inte definieras tydligt. Att kunna analysera problem är en del av det matematiska resonerandet som inte finns representerat i betygskriterierna, inte ens för de högre betygen. Övriga delar av Resonera-domänen finns med i betygskriterierna för VG och MVG.

När det gäller den kognitiva kategori som handlar om att lösa icke-rutinproblem så finns den inte alls med i den svenska kursplanen. Som tidigare nämnts är det ofta oklart i den svenska kursplanen vad som menas med begreppet problem. Begreppspar rutinproblem – icke-rutinproblem, eller någon motsvarighet till detta begreppspar, används inte.

Med utgångspunkt i den svenska kursplanens oklara behandling av vad problemlösning är så är TIMSS definition av problem som kräver resonemang intressant. Där sägs att ett problem kan kräva resonemang (och alltså kategoriseras till Resonera-domänen) om sammanhanget är ovanligt, om sammanhanget är komplext, om lösningen av problemet innefattar flera steg och om problemet kräver kunskap och förståelse från olika delar av matematiken. Det är endast de två sistnämnda som har någon motsvarighet i den svenska kursplanen. I betygskriterierna för Godkänd står det att eleverna ska kunna lösa problem i ett steg, vilket antyder att problem som omfattar flera steg hör hemma på högre betygsnivåer. Explicit finns dock inte detta med, och för Väl godkänd anges att eleverna ska kunna lösa olika typer av problem. Det kan naturligtvis omfatta även problem i flera steg. När det gäller problemlösning som kräver kunskap och förståelse från olika delar av matematiken är det ett mål som återfinns i några av de högsta kurserna i den svenska gymnasimatematiken.

3.2 Kognitiva domäner i fysik

När det gäller fysiken i TIMSS Advanced så delar ramverket in den kognitiva dimensionen i tre domäner som har samma huvudsakliga innehåll som motsvarande domäner i matematik men innehåller delvis andra kategorier. Den första domänen, veta, handlar om fakta, procedurer och begrepp som eleverna behöver kunna för att ha en stadig grund i fysik. Den andra domänen, tillämpa, fokuserar elevernas förmåga att tillämpa sitt vetande och sin begreppsförståelse i problemsituationer som är relativt rakt på sak. Den tredje domänen, resonera, går bortom lösningen av rutinproblem för att omfatta obekanta situationer, komplexa sammanhang och problem i flera steg.

3.2.1 Kognitiv domän 1: Veta

Domänen Veta i TIMSS kognitiva ramverk handlar om elevernas kunskapsbas när det gäller fakta, information, begrepp, verktyg och procedurer inom fysiken. En korrekt och bred faktakunskap gör det möjligt för eleverna att ägna sig åt de mer komplexa kognitiva aktiviteter som är centrala för naturvetenskaplig verksamhet. Elever förväntas kunna minnas eller känna igen korrekta fysikaliska påståenden, ha kunskap om ord, fakta, information, symboler, enheter och procedurer, och kunna välja lämpliga apparater, utrustning, mätinstrument och experimentella arbetssätt att använda när undersökningar ska genomföras.

Domänen Veta innehåller två kategorier: Minnas och Beskriva.

Minnas

Till kategorin Minnas förs i TIMSS ramverk sådana kognitiva aspekter som handlar om att skriva ner eller identifiera korrekta påståenden om vetenskapliga fakta, relationer, processer och begrepp, samt att känna igen och använda vetenskaplig vokabulär, symboler, förkortningar, enheter och skalor i relevanta sammanhang

I den svenska kursplanen i fysik för gymnasieskolan är textavsnitt med koppling till minnas-kategorin vanligast i Mål att uppnå för Fysik A och Fysik B. I mål att uppnå finns på många ställen (7) formulerat att eleven efter avslutad kurs ska ha kunskap om olika delar av fysikinnehållet. Till exempel ska eleven ha kunskap om ”krafter och kraftmoment” (Fysik A) och ”atomers struktur, samband mellan energinivåer och atomspektra” (Fysik B). På ett ställe anges att eleven ska ha *översiktlig* kunskap om bland annat universums struktur. Formuleringar som anknyter till ”kunskap om” finns även i Mål att sträva mot, där det anges att skolan i sin undervisning ska sträva efter att eleven ”utvecklar sin kunskap om centrala fysikaliska begrepp, storheter och grundläggande modeller”, och ”tillägnar sig kunskap om fysikens idéhistoriska utveckling och hur denna har påverkat människans världsbild och samhällets utveckling”.

Kunskapsbegreppet är komplext, men måste ändå anses innehålla en dimension som handlar om att minnas. Kursplanen ger själv en tolkningsnyckel till hur uttrycket ”ha kunskap om” kan tolkas genom ett mål att uppnå för Fysik B. Där anges att eleven ska ”ha fördjupad kunskap om begreppen kraft, massa, arbete, energi och rörelsemängd samt en förmåga att använda dessa begrepp”. Det är tydligt att ”ha kunskap om” begrepp skiljs ifrån ”förmågan att använda begreppen”, vilket åtminstone här betyder att kunskapsbegreppet har mycket stark koppling till det som beskrivs under minnas-kategorin i TIMSS ramverk.

En annan variant av en kunskapskvalitet med anknytning till minnas-kategorin är att eleven ska ha kännedom om något. I kursplanens mål att uppnå

anges bland annat att eleven ska ”ha kännedom om energiprincipen och energiomvandlingar” samt ”ha kännedom om några skeenden från fysikens historiska utveckling och dess konsekvenser för samhället”. I mål att uppnå för Fysik A anges att eleven ska lära sig ”känna till huvuddragen i universums storskaliga utveckling”, och under rubriken Ämnets karaktär och uppbyggnad beskrivs motsvarande innehåll i Fysik A med att kursen ska ge ”en orientering om universums utveckling”. Eleverna ska även enligt kursplanen ha kännedom om begrepp (fotonbegreppet) och känna till innebörden i begrepp (energikvalitet). Ett annat mål att uppnå i fysiken handlar om att beskriva och analysera men målet visar på att detta ska ske ”med hjälp av adekvata storheter, begrepp och modeller”. Det gäller alltså att kunna använda storheter och begrepp, vilket anknyter till TIMSS minnas-kategori.

I betygskriterierna finns formuleringar som anknyter till minnas-kategorin både bland G- och bland VG-kriterierna. För såväl Fysik A som Fysik B handlar två av G-kriterierna om att eleven ska ge exempel på dels hur fysikaliska begrepp används vid beskrivning av vardagliga sammanhang, och dels hur kunskaper från fysiken bidrar till en naturvetenskaplig världsbild. Båda fysikkurserna har även ett gemensamt VG-kriterium som säger att eleven ska *redogöra för innebörden av* införda fysikaliska storheter, begrepp och modeller. Fysik B har dessutom ett VG-kriterium som handlar om att beskriva, men som i sin kärna handlar mer om att minnas. Detta kriterium talar om att eleven ”beskriver fysikens utveckling och hur denna har bidragit till att forma en naturvetenskaplig världsbild”.

Beskriva

Enligt TIMSS ramverk handlar denna kategori om att beskriva fysiska material och processer, och därigenom visa kunskap om egenskaper, struktur, funktion och relationer. Observera att det här inte handlar om vilka beskrivningar som helst, utan det ska vara sådana där eleverna genom att beskriva något visar kunskap om centrala fysikaliska fenomen och aspekter.

Under rubriken Ämnets karaktär och uppbyggnad tar kursplanen upp att beskriva ett föremåls rörelse och vad som orsakar dess rörelse som ett av de centrala momenten i fysik. Det finns också flera formuleringar i kursplanens mål att uppnå som väl anknyter till denna kategori. Till exempel ska eleven kunna ”beskriva och analysera några vardagliga företeelser och skeenden med hjälp av fysikaliska begrepp och modeller”. Ett annat exempel är att eleven ska ”ha kunskap om krafter och kraftmoment samt kunna utnyttja dessa begrepp för att beskriva jämviktstillstånd och linjär rörelse”. Mål att sträva mot är inte lika tydliga när det gäller vad som avses med att beskriva, utan där står det endast att skolan ska sträva efter att eleven ”utvecklar sin förmåga att kvantitativt

och kvalitativt beskriva, analysera och tolka fysikaliska fenomen och skeenden i vardagen, naturen, samhället och yrkeslivet”.

När det gäller betygskriterierna så gör de en precisering av relationen mellan fysikaliska kunskaper och beskrivningar på motsvarande sätt som mål att uppnå. Fysik A och Fysik B har ett gemensamt kriterium för Godkänt som säger att eleven ”använder införda fysikaliska definitioner, storheter, begrepp och modeller för att beskriva företeelser och fysikaliska förlopp”. Ett liknande betygsriterium finns även för Fysik Breddning.

En skillnad mellan den svenska kursplanen och TIMSS ramverk när det gäller att beskriva fenomen i fysik är att TIMSS betonar att eleven genom att beskriva något ska visa fysikkunskaper medan den svenska kursplanen framställer det som att kunskap ska användas för att beskriva. TIMSS är mer fokuserat på utformningen av uppgifter i TIMSS-proven och att även beskriva uppgifter ska visa på förståelse. Den svenska kursplanen är mer inriktad på att eleverna faktiskt ska kunna beskriva, och att de naturligtvis ska använda sina kunskaper i fysik när de beskriver.

Veta, sammanfattning

De två kategorier som definierar den kognitiva domänen Veta i TIMSS ramverk finns båda väl representerade i den svenska kursplanen i fysik. Det finns många formuleringar som handlar om att minnas i mål att uppnå, företrädesvis i form av att eleven ska ha kunskap eller kännedom om olika saker, och i betygskriterierna finns aspekter av att minnas representerade i kriterier för G och VG. Formuleringar som handlar om att beskriva fenomen med hjälp av fysikaliska begrepp är också vanliga i mål att uppnå, och i betygskriterierna återfinns denna kategori bland kriterierna för Godkänt.

3.2.2 Kognitiv domän 2: Tillämpa

Den kognitiva domänen Tillämpa i TIMSS Advanced handlar om användningen av fysikaliska fakta, begrepp och procedurer i problem som är relativt rakt på sak och inte särskilt komplexa. Det handlar om att tillämpa sin förståelse av fysikaliska begrepp och principer för att hitta en lösning eller för att förklara ett fenomen, och att använda samband, ekvationer och formler i sammanhang som mest troligt är bekanta från undervisning och lärande i fysik. Såväl kvantitativa som kvalitativa problem ingår, dvs. både sådana som kräver en numerisk lösning och sådana som kräver ett skriftligt beskrivande svar. När eleverna ger sina förklaringar ska de kunna använda diagram och modeller för att illustrera strukturer och samband och visa kunskap om fysikaliska begrepp.

Domänen Tillämpa innehåller fyra kategorier: Relatera, Använda modeller, Hitta lösningar och Förklara.

Relatera

Denna kognitiva kategori handlar om att *relatera* kunskap om ett underliggande fysikaliskt begrepp till sådant som observerats eller härletts om egenskaper hos objekt och material samt hur de uppför sig och används.

I den svenska kursplanen finns två typer av formuleringar som kan kopplas till kategorin Relatera. För det första anges på relativt många ställen i kursplanen i fysik att resultat från experimentella undersökningar ska tolkas. Att tolka ett resultat innebär att försöka förstå observerade fenomen utifrån fysikaliska begrepp och därmed koppla ihop teori och praktik. Likheten mellan kursplanens mål som handlar om tolkning och TIMSS-kategorin relatera är kanske allra tydligast i kursplanens Mål att sträva mot. Där framhålls vikten av att eleven ”utvecklar sin förmåga att föreslå, planera och genomföra experiment för att undersöka olika fenomen samt beskriva och *tolka vad som händer genom att använda fysikaliska begrepp och modeller*”. Om denna formulering i mål att sträva mot används som utgångspunkt för vad kursplanen menar med tolka så kan alla andra ställen där detta ord förekommer också hänföras till kategorin Relatera. I mål att uppnå står det för Fysik A att eleven ska kunna ”delta i planering och genomförande av enkla experimentella undersökningar samt muntligt och skriftligt redovisa och tolka resultaten”. En liknande formulering finns i Fysik B. I betygsriterier för Fysik A och Fysik B finns samma kriterier som handlar om att tolka resultat i samband med experimentellt arbete på G-nivån (”redovisar sina arbeten och medverkar i att tolka resultat och formulera slutsatser”) och på MVG-nivån (”Eleven tillämpar ett naturvetenskapligt arbetsätt, tolkar och genomför undersökande uppgifter såväl teoretiskt som experimentellt, etc.”)

För det andra talar den svenska kursplanen på flera ställen om att tillämpa kunskaper för att förhålla sig till vardagliga, samhälleliga och vetenskapliga sammanhang, samt sammanhang från yrkesliv och natur, utan hänvisning till experimentella undersökningar. Enligt Mål att sträva mot ska eleven utveckla ”sin förmåga att kvantitativt och kvalitativt beskriva, analysera och tolka fysikaliska fenomen och skeenden i vardagen, naturen, samhället och yrkeslivet”. I Mål att uppnå tas denna typ av användning av kunskaper explicit upp i samband med två ämnesspecifika mål. Eleven ska i Fysik A ”kunna använda kunskaperna om energi för att diskutera energifrågor i samhället”, och efter att ha läst Fysik B ska eleven ”ha fördjupad kunskap om begreppen kraft, massa, arbete, energi och rörelsemängd samt en förmåga att använda dessa begrepp”. I betygsriterierna återfinns formuleringar om att kunna använda kunskap på detta sätt bland kriterierna för VG. I såväl Fysik A som Fysik B finns ett kriterium för VG som säger att eleven inte bara ska kunna redogöra för innebörden av fysikaliska storheter, begrepp och modeller, utan även kunna tillämpa dessa

kunskaper för att tolka och förutsäga iakttagelser i omvärlden. Detta anknyter till TIMSS-kategorin Relatera. Vidare finns i både Fysik A och Fysik B VG-kriteriet att eleven ”tillämpar fysikaliska begrepp och samband i vardagliga och vetenskapliga sammanhang”.

Använda modeller

Kategorin Använda modeller innefattar enligt TIMSS ramverk att använda ett diagram eller en modell för att visa förståelse för fysikaliska begrepp, struktur, samband, processer eller system (t.ex. elektriska kretsar eller atomstruktur).

I den svenska kursplanen finns inget om att använda diagram, men däremot en hel del om modeller. Modellers centrala roll i fysiken lyfts fram i kursplane-texten under rubriken Ämnets karaktär och uppbyggnad. Där står det att något karakteristiskt för fysiken och andra naturvetenskapliga ämnen är att ”kunskapen byggs upp i ett samspel mellan å ena sidan experiment och observationer och å andra sidan modeller och teorier”. I övriga delar av kursplanen omnämns modeller på ett antal olika ställen och de sammanhang där termen används kan indelas i tre olika typer.

En typ av formuleringar som handlar om modeller pekar på förmågan att med hjälp av modeller kunna beskriva och förklara, dvs. att kunna använda modeller för att visa förståelse och lösa problem. I mål att uppnå för Fysik A anges att eleven ska kunna ”beskriva och analysera några vardagliga företeelser och skeenden med hjälp av fysikaliska modeller”. I Fysik B finns ett liknande mål där eleven ska kunna beskriva och analysera samt matematiskt behandla fysikaliska problemställningar med hjälp av adekvata storheter, begrepp och modeller. Ett annat mål i Fysik B är att eleven ska kunna ”beskriva och analysera några vardagliga, medicinska och tekniska tillämpningar med hjälp av fysikaliska begrepp och modeller”. Dessa formuleringar ligger ganska nära TIMSS-kategorin Använda modeller.

En annan typ av formuleringar i den svenska kursplanen handlar också om att använda modeller, men utan antydning om att användningen av modeller förväntas visa på förståelse på det sätt som TIMSS-kategorin definieras. Det handlar helt enkelt om att använda modeller. Sådana formuleringar finns bland betygskriterierna för Godkänt för både Fysik A och Fysik B. I båda kurserna finns betygskriteriet som säger att eleven använder införda fysikaliska definitioner, storheter, begrepp och modeller för att beskriva företeelser och fysikaliska förlopp. En liknande formulering finns även bland betygskriterierna för Godkänt i kursen Fysik Breddning. Fysik B har även ett betygskriterium för Godkänt som säger att eleven ska kunna använda matematiska modeller för att behandla väldefinierade fysikaliska problemställningar. Både Fysik A och B har även MVG-kriterium som säger att eleven använder fysikaliska begrepp

och modeller på ett analyserande och insiktsfullt sätt. Även här är det fråga om en användning av modeller utan någon explicit referens till att användningen ska visa på förståelse för fysikaliska begrepp.

Den tredje typen av formuleringar som handlar om modeller uttrycker att man ska veta något om modeller. Även om ordet modeller används i detta sammanhang så handlar det här inte så mycket om TIMSS-kategorin Använda modeller utan snarare om domänen Veta. Ett mål att sträva mot uttrycker att eleven ska utveckla sin förmåga att tala och skriva *om*, samt reflektera *över* fysikaliska modeller. I Fysik A finns ett liknande mål att uppnå som säger att eleven ska kunna föra resonemang *kring* modeller. Även i betygskriterierna finns en formulering som pekar i samma riktning. I ett av VG-kriterierna för Fysik A anges att eleven ska redogöra för innebörden av fysikaliska storheter, begrepp och modeller, och Fysik B har ett nästan identiskt kriterium för VG.

Hitta lösningar

Problemlösning är en central förmåga även i fysik och den kognitiva kategori som i TIMSS ramverk betecknas Hitta lösningar handlar om att identifiera eller använda ett fysikaliskt samband, ekvation eller formel för att bestämma en kvalitativ eller kvantitativ lösning genom en direkt applicering eller användning av ett begrepp.

I matematik finns en kognitiv kategori under domänen Tillämpa som heter Lösa rutinproblem och redan den rubriken säger något om vilken typ av problem som avses. I fysik används en annan beskrivning av vilka problem som avses när det gäller problemlösning inom Tillämpa-domänen, nämligen att det handlar om ganska direkta problem som kan lösas i ett steg genom en direkt applicering eller användning av ett begrepp. De beskrivningar av problemlösning i den svenska fysik-kursplanen som närmast kan kopplas till kategorin Hitta lösningar talar ibland om vilken typ av problem som avses och ibland inte.

Det är endast i mål att uppnå och i betygskriterierna som problemlösning inom fysiken berörs i den svenska kursplanen. Ett mål för Fysik B är att eleven ska kunna beskriva och analysera samt matematiskt behandla fysikaliska problemställningar. Här finns ingen precisering av vilka typer av problemställningar som avses. Betygskriterierna för Godkänt i Fysik A talar dock om ”problemställningar av rutinkaraktär” och i Fysik B om ”väldefinierade fysikaliska problemställningar”. Vi kan notera att betygskriterierna inte innehåller en tydlig progression i typen av problem för högre betyg. I ett av MVG-kriterierna som finns i både Fysik A och Fysik B anges att eleven ska diskutera problemställningar med stöd av kunskaper från olika delar av fysiken. Detta anger att

eleven ska kunna jobba med problem som hamnar under domänen Resonera i TIMSS ramverk.

I den svenska kursplanen finns även en annan grupp av formuleringar med anknytning till kategorin Hitta lösningar. De tar upp matematikens användning i samband med problemlösning i fysiken, vilket är en del av definitionen av denna kategori. I mål att uppnå för Fysik A anges att eleven ska kunna ”matematiskt behandla” fysikaliska problemställningar och mer specifikt anges för Fysik B att eleven ska kunna ”använda massa & energiäkvivalenten för att göra beräkningar inom kärnfysiken”. Betygskriterierna för Godkänt talar om att eleven ”utför beräkningar” i problemställningar av rutinkaraktär (Fysik A) och att eleven ”använder matematiska modeller för att behandla fysikaliska problemställningar” (Fysik B). Även i VG-kriterierna anges att eleven ska kunna utföra beräkningar.

En ytterligare observation är att det inte finns några formuleringar i den svenska kursplanen som lyfter fram vikten av att kunna *lösa* problem. Istället talar kursplanen om att ”beskriva, analysera och matematiskt behandla fysikaliska frågeställningar”.

Förklara

Den kognitiva kategori i TIMSS ramverk som fått rubriken Förklara handlar om att ge eller identifiera en förklaring till en observation eller ett naturligt fenomen. Förklaringen ska visa på förståelse av underliggande fysikaliska begrepp, principer, lagar och teorier.

I den svenska kursplanen finns ordet förklara endast på två ställen. Under Ämnets karaktär och uppbyggnad står det i samband med experiment att kunskaperna används för att diskutera och förklara företeelser i vardagen, naturen och samhället. I ett av VG-kriterierna för Fysik Breddning anges att eleverna använder begrepp, modeller och teorier för att förklara företeelser inom valt område. Även om dessa formuleringar inte lika tydligt som TIMSS ramverk säger att förklaringarna också måste visa på elevernas förståelse för begrepp, modeller och teorier så kan detta anses vara underförstått.

Det finns några andra formuleringar i den svenska kursplanen som visserligen inte använder ordet förklara men som ändå kan anses beröra vad som avses med denna kognitiva kategori. Som ett mål att sträva mot anges att eleven utvecklar sin förmåga att tala och skriva om samt reflektera över fysikaliska fenomen, modeller och begrepp. Att ”tala och skriva om samt reflektera” över fysikaliska fenomen ligger mycket när innebörden i kategorin Förklara. Även betygskriteriet som säger att eleven ska kunna beskriva fysikens utveckling och ”hur denna har bidragit till att forma en naturvetenskaplig världsbild” ligger väldigt nära innebörden i att förklara ett fenomen. Termen ”beskriva” är

mycket vanligare i den svenska kursplanen än ”förklara” och det kan möjligen vara så att det finns en avsikt i kursplanen att beskrivningar också ska innehålla förklaringar. Eftersom begreppen inte definieras så är detta dock mycket oklart.

Tillämpa, sammanfattning

Sammanfattningsvis innehåller den svenska kursplanen i fysik ganska mycket av det som definieras under den kognitiva domänen Tillämpa i TIMSS ramverk. Kursplanen innehåller många hänvisningar till att eleverna ska tolka resultat i samband med experimentella undersökningar och även tolka fysikaliska fenomen och skeenden från bland annat vardagen och yrkeslivet, och göra det genom att använda fysikaliska begrepp och modeller. I betygskategorierna finns sådana formuleringar som kan kopplas till relatera-kategorin på alla tre betygsnivåerna. Modeller omnämns på ett flertal ställen i den svenska kursplanen som något att använda för att visa förståelse, men också som något som har ett egenvärde. Dessutom talar kursplanen om att eleverna ska veta något om modeller, en kognitiv aspekt som snarast kan hänföras till domänen Veta i TIMSS ramverk. I betygskategorierna finns hänvisningar till användning av modeller på G- och MVG-nivå, men inte egentligen på VG-nivån.

När det gäller den kognitiva aspekt som handlar om att hitta lösningar till fysikaliska problem så talar den svenska kursplanen om att problemställningar ska beskrivas och analyseras, men väldigt litet om att problem ska lösas. Det finns antydningar om typen av problemställningar som ska behandlas på en G-nivå, att de ska vara av rutinkaraktär eller väldefinierade, men inte något om hur problemställningarna kan eller bör se ut på högre betygsnivåer. Att kunna utföra beräkningar finns också nämnt i den svenska kursplanen, och i betygskategorierna omnämns beräkningar på G- och VG-nivån.

Den enda kognitiva kategori inom Tillämpa-domänen som inte är väl representerad i den svenska kursplanen i fysik är den som handlar om att förklara observationer och fenomen. Ordet förklara förekommer mycket sparsamt, och även om det finns formuleringar som kan tolkas som något som ligger nära att förklara så är denna kognitiva aspekt under alla omständigheter mycket litet betonad.

3.2.3 Kognitiv domän 3: Resonera

TIMSS ramverk argumenterar att ett viktigt syfte med fysikutbildningen är att förbereda eleverna för att ge sig i kast med vetenskapliga resonemang för att lösa problem, ta fram förklaringar, dra slutsatser och utöka sin kunskap till nya situationer. I tillägg till de mer direkta applikationerna av fysikaliska begrepp som exemplifierats inom domänen Tillämpa, innehåller problemlösningssituationerna i Resonera-domänen obekanta och mer komplicerade

sammanhang som kräver att eleven resonerar utifrån vetenskapliga principer för att komma fram till ett svar. Lösningar kan handla om att bryta ner ett problem i sina beståndsdelar, där varje del handlar om att applicera fysikaliska begrepp eller samband. Enligt TIMSS ramverk ingår i denna domän att eleverna kan förväntas analysera ett problem för att avgöra vilka underliggande principer som är inblandade, föreslå och förklara strategier för problemlösning, välja och tillämpa lämpliga ekvationer, formler, samband och analytiska tekniker, samt utvärdera sina lösningar. Korrekta lösningar till sådana problem kan komma från olika angreppssätt eller strategier, och att utveckla förmågan att kunna tänka sig alternativa strategier är ett viktigt utbildningsmål för undervisning och lärande i fysik.

TIMSS ramverk beskriver även att elever kan behöva dra slutsatser från fysikaliska data och fakta, väga fördelar och nackdelar för alternativa material och processer samt utvärdera lösningar till problem. Resonemang är också inblandade när hypoteser utvecklas och vetenskapliga försök utformas för att testa dem, liksom i analys och tolkning av data.

Domänen Resonera innehåller sex kategorier: Analysera och lösa problem, Generalisera, Syntetisera/Integrera, Bestyrka, Hypotetisera/Förutsäga samt Dra slutsatser.

Analysera och lösa problem

Den första kognitiva kategorin i Resonera-domänen handlar om att analysera och lösa problem. Mer specifikt beskriver TIMSS ramverk att det handlar om att analysera problem för att bestämma sig för vilka samband, begrepp och problemlösningsssteg som är relevanta, samt att utveckla och förklara problemlösningstrategier.

Beskrivningen är inte explicit när det gäller vilken typ av problem som avses, men om ett problem måste analyseras för att kunna lösas så är det mer komplext än de som beskrivs i Tillämpa-domänen. Den inledande texten om vad Resonera innebär beskriver också att problemlösningssituationerna i Resonera-kategorin handlar om obekanta och mer komplicerade sammanhang som kräver att eleven resonerar utifrån vetenskapliga principer för att komma fram till ett svar och att lösningar kan handla om att bryta ner ett problem i sina beståndsdelar, där varje del handlar om att applicera fysikaliska begrepp eller samband.

Övergripande visar analysen av hur den svenska kursplanen använder sig av ordet analysera att fokus nästan uteslutande är på vad som ska analyseras, och inte på vad analysen innebär eller hur den ska genomföras. I TIMSS ramverk är däremot fokus på vad det innebär att analysera ett problem, och den svenska kursplanen ger som sagt inte mycket stöd för vad den avser med begreppet.

I Ämnets syfte preciseras fysikens bildningssyfte med att det handlar om att kunna analysera och ta ställning i frågor som är viktiga för både individen och samhället, som t.ex. energi- och miljöfrågor samt etiska frågor med anknytning till fysik, teknik och samhälle. I mål att sträva mot och mål att uppnå talas det om att analysera fysikaliska fenomen och skeenden i vardagen, naturen, samhället och yrkeslivet; fysikens roll i samhället; några vardagliga företeelser och skeenden (Fysik A); fysikaliska problemställningar (Fysik B); några vardagliga, medicinska och tekniska tillämpningar (Fysik B).

I betygskriterierna används analysera endast på MVG-nivån. För alla tre fysikkurserna (Fysik A, B och Breddning) anges att eleverna använder fysikaliska begrepp och modeller på ett ”analyserande” sätt. I Fysik A och Fysik B finns också ett kriterium för MVG som säger att eleven ”analyserar och diskuterar problemställningar där kunskaper från olika delar av fysiken används”. Inget av dessa kriterier ger några ledtrådar till vad det innebär att analysera, och det senare kriteriet fokuserar snarast vikten av att kunna använda kunskaper från olika delar av fysiken.

Generalisera

Den kognitiva kategorin Generalisera handlar enligt TIMSS ramverk om att dra generella slutsatser som går bortom de experimentella eller givna förutsättningarna, tillämpa slutsatser i nya situationer, och bestämma generella formler för att uttrycka fysikaliska samband.

Det finns inget i den svenska kursplanen som kan kopplas till denna kategori.

Syntetisera/Integrera

Med syntetisera och integrera avser TIMSS ramverk att ge lösningar till problem som kräver hänsyn till ett antal olika faktorer eller relaterade begrepp. Det handlar om att göra associationer eller kopplingar mellan begrepp inom olika områden i fysiken, och att integrera matematiska begrepp eller procedurer i lösningen av fysikaliska problem

Den svenska kursplanen anknyter till integrering av olika delar av fysiken på två ställen. I beskrivningen av ämnets karaktär och uppbyggnad exemplifieras några centrala begrepp inom fysiken och där lyfter man fram att ”energi-begreppet växte fram som en förenande länk mellan områden som tidigare setts som åtskilda”. Denna formulering pekar på hur framförallt vissa begrepp inom fysiken kan förena olika områden inom fysiken. I betygskriterierna för MVG anges att eleven ”analyserar och diskuterar problemställningar med stöd av kunskaper från olika delar av fysiken”. Här finns en tydlig koppling till kategorin Integrera/syntetisera.

Kategorin handlar också om att integrera matematiska begrepp eller procedurer i lösningen av fysikaliska problem. För Fysik A anges i kursplanen att en viss matematisk behandling ingår, men att kursen endast kräver förkunskaper i matematik motsvarande Matematik A. För Fysik B säger kursplanen att kraven på en matematisk behandling av fysiken är högre än i Fysik A och att kursen bygger på vissa kunskaper från Matematik D. Det är därför endast i Fysik B som vi kan närma oss den integrering av matematiska modeller som hör hemma under domänen Resonera. För Fysik B finns dock inte stöd i betygskriterierna för en mer avancerad integrering av matematiken i fysiken eftersom det enda kriterium som handlar om integrering av matematiken i fysiken finns på G-nivån och säger att eleven använder matematiska modeller för att behandla väldefinierade fysikaliska problemställningar. Med väldefinierade fysikaliska problemställningar kan inte avses de mer komplexa problem som TIMSS Resonera-domän handlar om och dessutom handlar troligen ”matematiska modeller” i detta sammanhang snarast om procedurer i matematik.

Bestyrka

Denna kategori handlar enligt TIMSS ramverk om att använda belägg och vetenskaplig förståelse för att bestyrka och försvara förklaringar och lösningar till problem. Det handlar om att konstruera argument som stödjer rimligheten i lösningar till problem, slutsatser från undersökningar eller vetenskapliga förklaringar.

I den svenska kursplanen i fysik är det endast betygskriterierna som innehåller formuleringar som anknyter till denna kategori, och de finns på VG- och MVG-nivån. Såväl Fysik A som Fysik B innehåller ett VG-kriterium som handlar om experimentell arbete och som säger att eleven bearbetar och utvärderar erhållna resultat utifrån teorier och ställda hypoteser. Att utvärdera ett resultat innebär rimligen att försöka bestyrka trovärdigheten i resultatet och konstruera argument som stöder rimligheten i slutsatser. I Fysik Breddning finns ett VG-kriterium som handlar om undersökande uppgifter och som anger att eleven ska kunna diskutera och tolka resultaten ur olika perspektiv. Betoningen av ”olika perspektiv” kan tolkas som en utvärdering av resultaten och en argumentation för trovärdigheten.

Bland MVG-kriterierna finns flera formuleringar som möjligen kommer ännu närmare kategorin Bestyrka. I Fysik A och B finns ett sådant kriterium som talar om att värdera giltighet och rimlighet i slutsatser från såväl teoretiska som experimentellt undersökande uppgifter, och en liknande formulering finns även i Fysik Breddning.

Hypotetisera/Förutsäga

Med kategorin Hypotetisera/Förutsäga avses i TIMSS ramverk att formulera hypoteser och antaganden som är möjliga att pröva med hjälp av kunskap från observationer och/eller analys av vetenskaplig information och begreppsförståelse, samt att göra förutsägelser om effekterna av förändringar i fysikaliska förhållanden utifrån belägg och begreppsförståelse

Att forma hypoteser är något som är nära förknippat med det som kursplanen talar om som ett naturvetenskapligt arbetssätt och en naturlig del i planering och genomförande av experimentella undersökningar. En grupp av formuleringar i den svenska kursplanen som kan kopplas till denna kognitiva kategori är därför sådana som talar om planering av experiment. I mål att sträva mot anges att eleven ska utveckla sin förmåga att föreslå, planera och genomföra experiment för att undersöka olika fenomen, och i mål att uppnå för Fysik B står det att eleven ska ha ”utvecklat sin förmåga att planera och genomföra experimentella undersökningar”. I Ämnets karaktär och uppbyggnad beskrivs att eleverna ska öva sin färdighet att planera experiment. Under den rubriken används också termen hypotes genom konstaterandet att väsentliga inslag i fysikundervisningen är att ”ställa upp hypoteser och göra experiment för att undersöka fenomen, testa en modell eller revidera den”.

Betygskriterierna för VG beskriver en annan aspekt av kategorin hypotetisera/förutsäga, nämligen att eleven ska kunna tillämpa sina kunskaper om storheter, begrepp och modeller för att förutsäga iakttagelser i omvärlden. Detta kriterium finns för både Fysik A och Fysik B. Ett annat gemensamt betygskriterium för dessa fysikkurser är att eleven bearbetar och utvärderar erhållna resultat utifrån teorier och ställda hypoteser. (Fysik A+B), vilket indirekt pekar på att eleven ska formulera hypoteser, eller åtminstone förhålla sig till hypoteser som eventuellt kan vara ställda av någon annan. Betygskriterierna för MVG tar upp att eleven tillämpar ett naturvetenskapligt arbetssätt och planerar och genomför undersökande uppgifter. En rimlig slutsats är att detta i hög grad innefattar att ställa hypoteser och göra förutsägelser.

Dra slutsatser

Den sista kategorin inom den kognitiva domänen Resonera i TIMSS ramverk handlar om att upptäcka mönster i data, beskriva eller summera trender i data och interpolera eller extrapolera från data eller given information. Det handlar även om att dra välgrundade slutsatser baserat på belägg och/eller förståelse av fysikaliska begrepp.

I den svenska kursplanen i fysik finns nästan inga formuleringar som kan kopplas till denna kategori. Det enda stället där det talas om att formulera slutsatser är i ett betygskriterium för Godkänt som finns i både Fysik A och B.

Där anges att eleven redovisar sina arbeten och medverkar i att tolka resultat och formulera slutsatser.

Resonera, sammanfattning

Sammanfattningsvis finns delar av Resonera-domänen representerad i den svenska kursplanen och i betygskriterierna finns formuleringar med anknytning till denna domän framförallt i kriterierna för VG och MVG. De kategorier som är minst synliga i den svenska kursplanen är Generalisera, som inte behandlas alls, och Dra slutsatser, som endast finns med i ett betygskriterium för Godkänt.

Den svenska kursplanen talar om att analysera problem, men fokuserar i första hand på vilka områden som dessa problem ska hämtas från. TIMSS ramverk säger inget om var problemen ska hämtas från utan gör enbart en definition av att analysera problem som innebär att det handlar om att bestämma sig för vilka samband, begrepp och problemlösningssteg som är relevanta, samt att utveckla och förklara problemlösningsstrategier. Någon motsvarande förklaring av begreppet finns inte i den svenska kursplanen. I de svenska betygskriterierna finns analysera endast på MVG-nivån. Övergripande anger TIMSS att problemlösning inom Resonera-domänen handlar om obekanta och komplexa sammanhang, och någon sådan beskrivning av problemtyper finns inte i den svenska kursplanen.

I kursplanen finns några formuleringar i kursplanen som anknyter till kategorin syntetisera/integrera. Det handlar om ett exempel på hur fysikaliska begrepp kan knyta ihop olika delar av fysiken, om ett MVG-kriterium som handlar om att använda kunskaper från olika delar av fysiken, samt i någon liten utsträckning om att integrera matematikens modeller i fysiken. Det finns dessutom flera formuleringar i kursplanen som handlar om planering av experimentella undersökningar och tillämpningen av ett naturvetenskapligt arbetsätt, vilket är nära kopplat till hypoteser och förutsägelser. I betygskriterierna tas hypoteser och förutsägelser upp på VG- och MVG-nivån.

3.3 Sammanfattning och diskussion

Ovanstående analys av svenska kursplaner i förhållande till de kognitiva aspekter som lyfts fram i TIMSS ramverk visar på att merparten av de kognitiva aspekter som tas upp i TIMSS ramverk för matematik och fysik också finns representerade i den svenska kursplanen, även om de delvis uttrycks på ett annat sätt. I betygskriterierna finns formuleringar som handlar om att resonera i huvudsak i kriterierna för MVG och i viss mån VG. Betygskriterierna för G och VG har framförallt kopplingar till de kognitiva domänerna veta och tillämpa.

Analysen visar också på några intressanta skillnader mellan TIMSS och svenska kursplaner, och mellan matematik och fysik.

En av TIMSS kognitiva domäner har fått rubriken Veta och beskrivs i TIMSS som elevernas kunskapsbas när det gäller fakta, information, begrepp, verktyg och procedurer. En kategori inom denna domän handlar om att minnas och analysen visar här på stora skillnader mellan matematik och fysik. I fysik är denna kategori väl representerad i den svenska kursplanen, med återkommande formuleringar om att elevens ska ha kunskap eller kännedom om olika delar av fysiken. Kategorin finns också representerad i fysikens betygs-kriterier för G och VG. I matematik finns mycket litet som kan kopplas till denna kategori, och när det talas om begrepp så handlar det i allmänhet inte om att ha kunskap om begrepp utan begrepp behandlas som objekt som till exempel ska förklaras.

En annan kategori i Veta domänen i matematik handlar om att kunna göra beräkningar och det finns anmärkningsvärt litet om detta i kursplanen i matematik.

Vi kan också notera att begrepp som används i såväl TIMSS ramverk som i de svenska kursplanerna i allmänhet är mer definierade i TIMSS. Ett tydligt exempel är begreppet ”förklara”. I TIMSS kognitiva ramverk för fysik beskrivs att när eleverna gör sina förklaringar ska de kunna använda diagram och modeller för att illustrera strukturer och samband och visa kunskap om fysikaliska begrepp. Här betonas att det inte är fråga om förklaringar vilka som helst, utan i sina förklaringar ska eleverna visa att de kan använda kunskaper om fysik. När ord som ”förklara” används i den svenska kursplanen ges ingen förklaring till vad som avses utan fokus ligger helt på vad som ska förklaras. Ett annat exempel är begreppet ”problem” eller ”problemlösning”. Medan TIMSS innehåller en bestämning av olika problem som kopplas till olika kognitiva domäner så innehåller den svenska kursplanen endast vaga och ofullständiga sådana bestämningar och det är i matematikkursplanen oklart när problemlösning syftar på något som kan hänföras till resonera-kategorin eller när det handlar om en rutinartad lösning av matematikuppgifter.

En jämförelse mellan uppgifter i nationella prov och TIMSS

4. En jämförelse mellan uppgifter i nationella prov och TIMSS

En jämförelse mellan TIMSS-proven och svenska nationella prov och provbanker ger ytterligare information om samstämmigheten mellan TIMSS-studien och vad svenska elever kan förväntas ha lärt sig i matematik och fysik. Framställningen bygger delvis på Bokne & Kristmansson (2007). Analysen utgår från ett antal frågor som ställs i förhållande till uppgifter från nationella prov och provbanker och i förhållande till uppgifter från TIMSS.

Den första frågan handlar om vilket ämnesinnehåll som uppgiften berör. Frågan är viktig därför att två prov som representerar olika ämnesinnehåll kan ge olika bilder av en elevs kunskaper i ett ämne. Uppgifterna i ett prov kan täcka ämnesinnehåll som eleven inte behärskar och eleven kan ha kunskaper inom andra ämnesområden än de som bedöms i provet.

Den andra frågan gäller vilka tankeprocesser som krävs av eleverna för att kunna lösa uppgifterna. Även om kännedom om ämnesinnehållet naturligtvis påverkar elevens möjligheter att lösa uppgifterna så spelar även uppgifternas kognitiva innehåll också en viktig roll. Det är till exempel skillnad på en uppgift där eleven uppmanas att lösa en given ekvation och en uppgift där eleven utifrån en beskrivning av en verklighetsnära situation förväntas kunna ta fram en ekvation som modell för situationen. De båda uppgifterna tillhör samma ämnesområde men prövar ändå olika förmågor.

Fråga nummer tre gäller vilka krav som ställs på elevernas svar. Förutsättningarna att kunna ge ett korrekt svar är olika för uppgifter där det räcker att redovisa slutresultatet av de beräkningar och resonemang som eleven genomfört och uppgifter där det krävs en relativt utförlig redovisning av elevens tankegång. I den studie av samstämmigheten mellan TIMSS i årskurs 8 och nationella prov för grundskolan som genomförts av Jan-Olof Lindström (Skolverket, 2006) kategoriseras uppgifterna utifrån den typ av svar som eleverna uppmanas ge, alltifrån att välja ett korrekt svar bland några förslag till att avge ett omfattande eget svar eller kanske rita en figur som svar på uppgiften. Denna indelning används även i vår studie.

En fjärde fråga som bedömts viktig att ställa gäller hur ämnesinnehållet presenteras i uppgifterna, dvs. såväl problemets kontext som uppgiftens format och text. Med kontext avses här det sammanhang i vilket uppgiftens text presenterar frågeställningen. Ett sådant sammanhang kan vara ämnesinnehållets vardagsförankring. Englund (1997) beskriver hur vardagsförankring i undervisning skapar ett meningserbjudande för eleven och underlättar förståelsen av

ämnesinnehållet. Ett liknade resonemang som Englund har kring undervisning kan göras när det gäller provuppgifter. Om uppgiften kopplar innehållet till verkligheten eller ej, påverkar elevernas förståelse för problemet och därmed hur det kan lösas. Även små skillnader i kontext hos uppgifter med samma ämnesinnehåll har visat sig kunna få stora skillnader i elevernas lösningsfrekvens (Bergqvist & Lind, 2005).

4.1 Metod

Jämförelse av provuppgifter mellan TIMSS och nationella prov respektive provbanksprov kräver någon form av kategorisering, en taxonomi. Den taxonomi som används ska dela in uppgifterna i tydliga kategorier som är användbara för att tydliggöra skillnader och likheter mellan proven. En taxonomi anpassad för denna studies syfte har tagits fram med utgångspunkt i den taxonomi som används i den analys av samstämmigheten mellan TIMSS 2003 och svenska styrdokument och nationella prov som publicerades 2006 (Skolverket, 2006). Utformningen av kategorisering enligt ämnesinnehåll och kognitiv nivå är till största del hämtad från TIMSS Advanced 2008 Assessment Frameworks (Garden et al., 2006).

Med hjälp av den framtagna taxonomin har uppgifterna klassificerats av två personer. I matematik klassificerades alla uppgifter tillsammans av de båda bedömarna och taxonomin justerades till dess att den upplevdes ge ett samstämmigt kategorisering. I fysik kategoriserades ett urval uppgifter gemensamt av två personer för att komma fram till gemensamma tolkningar, och sedan delades återstående uppgifter upp på de två bedömarna. Osäkra fall diskuterades gemensamt.

Samtliga diagram beskriver hur stor andel av poängen som hör till de uppgifter som klassificerats till respektive kategori. I resultatredovisningen används NP som en samlade beteckning för de nationella prov och provbanksprov i matematik som ingår i studien. På motsvarande sätt står beteckningarna TIMSS för uppgifterna från TIMSS-proven, och Provbanksprov för uppgifterna från den nationella provbanken i fysik som använts i analysen.

4.2 Urval av uppgifter

Samtliga uppgifter från TIMSS Advanced har klassificerats och jämförts med ungefär lika många uppgifter från nationella prov och provbanksprov i kurserna Matematik D och Matematik E, respektive från provbanksprov i Fysik B. Urvalet av uppgifter från det svenska nationella provsystemet begränsades till dessa kurser för att de ligger närmast TIMSS när det gäller bland annat ämnesinnehåll och elevernas ålder. Samtidigt kan valet att endast jämföra uppgifter

från de här kurserna med TIMSS leda till en skev jämförelse eftersom det finns visst ämnesinnehåll som endast berörs i de tidigare kurserna.

Matematikdelen i TIMSS Advanced 2008 innehåller 72 uppgifter, varav fyra består av två deluppgifter. Totalt innehåller matematikdelen alltså 76 uppgifter. För att få motsvarande mängd uppgifter från det svenska nationella provsystemet valdes två nationella prov för Matematik D och två provbanksprov för Matematik E att ingå i studien. För Matematik D valdes det senaste genomförda provet, vårterminen 2007 och det senaste genomförda provet där sekretessen är hävd, vårterminen 2005. Dessa två prov består av sammanlagt 43 deluppgifter. För Matematik E valdes prov enligt samma princip, vilket resulterade i att provbanksprovet från vårterminen 2005 och höstterminen 2004 kategoriserades. Dessa två består av sammanlagt 45 deluppgifter. När det gäller fysik har uppgifterna från fyra provbanksprov för Fysik B klassificerats.

Det finns skillnader mellan TIMSS prov och NP när det gäller uppgifternas omfattning. Prov i matematik från det svenska nationella provsystemet har betydligt fler uppgifter som består av flera deluppgifter, av typen 8a, 8b, 8c, än TIMSS prov. Karaktären på deluppgifterna är ofta av en så varierande typ att deluppgifterna klassificeras olika. Motsvarande uppgifter i TIMSS är oftast uppdelade i flera olika uppgifter med eget nummer. För att motverka att denna skillnad i numrering skall påverka resultatet i denna studie behandlas varje deluppgift som en egen uppgift, både i TIMSS och NP.

Det förekommer uppgifter som uppenbarligen går att lösa med flera olika metoder där de olika lösningsmetoderna motsvarar olika ämnesinnehåll i klassificeringen. I dessa fall kategoriseras uppgiften en gång för varje lösningsmetod.

4.3 Resultat matematik

4.3.1 Vilket ämnesinnehåll berör uppgifterna?

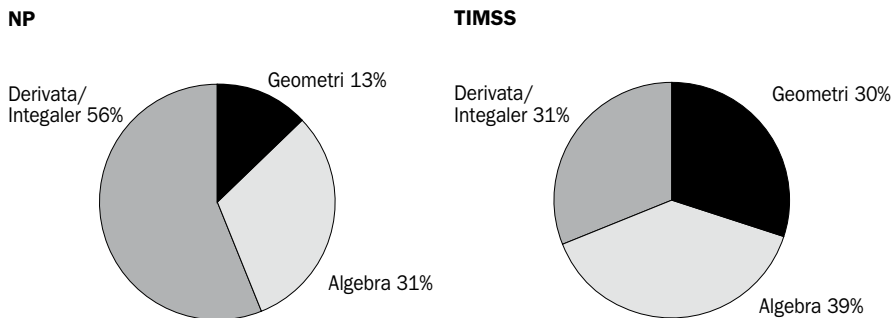
Uppgifternas ämnesinnehåll har kategoriserats utifrån primärt innehåll. Taxonomin som använts utgår från TIMSS uppställning över ämnesinnehåll (Garden et al., 2006) men för att kunna kategorisera alla uppgifter från det nationella provsystemet har dels befintliga områden breddats genom en omformulering och dels nya delområden tillkommit. De innehållsområden som använts i kategoriseringen presenteras i tabell 6. De delområden som har tillkommit i förhållande till TIMSS ramverk är 1.7, 2.6 och 2.7.

Tabell 6 Huvudområden och delområden som används i kategorisering av matematikuppgifter från det nationella provsystemet och TIMSS Advanced i förhållande till ämnesinnehåll

Kod	Huvudområde	Kod	Delområde
1	Algebra	1.1	Komplexa tal
		1.2	Serier och summor
		1.3	Kombinatorik, sannolikhet, statistik
		1.4	Ekvationslösning och olikheter, inklusive logaritm- och exponentialfunktioner
		1.5	Konstruera eller känna igen grafer, tabeller, ordnade par och text som motsvarar en funktion
		1.6	Beräkna en given funktions värde och tecken för ett givet variabelvärde eller intervall, inklusive funktioner av funktioner
		1.7	Lösning och hantering av trigonometriska funktioner och ekvationer
2	Differential- och integralkalkyl	2.1	Gränsvärden, kontinuitet och deriverbarhet
		2.2	Derivera polynom och funktioner. Tillämpa produkt-, kvot- och kedjeregeln
		2.3	Problemlösning med hjälp av derivator
		2.4	Användning av första och andraderivator för bestämning av extrempunkter och för att skissa funktionens graf
		2.5	Integrera funktioner, tillämpa integraler, numeriska lösningar av integraler
		2.6	Differentialekvationer, analytiska och numeriska lösningar och tolkningar
3	Geometri	3.1	Använda geometriska egenskaper för att lösa problem. Bevisa enkla geometriska samband i två eller tre dimensioner
		3.2	Lösa problem med hjälp av gradienter, skärning med y-axeln och skärning med räta linjer i två dimensioner
		3.3	Ekvationer och samband för cirkeln
		3.4	Använda trigonometri för att lösa problem som involverar trianglar
		3.5	Enklare hantering av vektorer

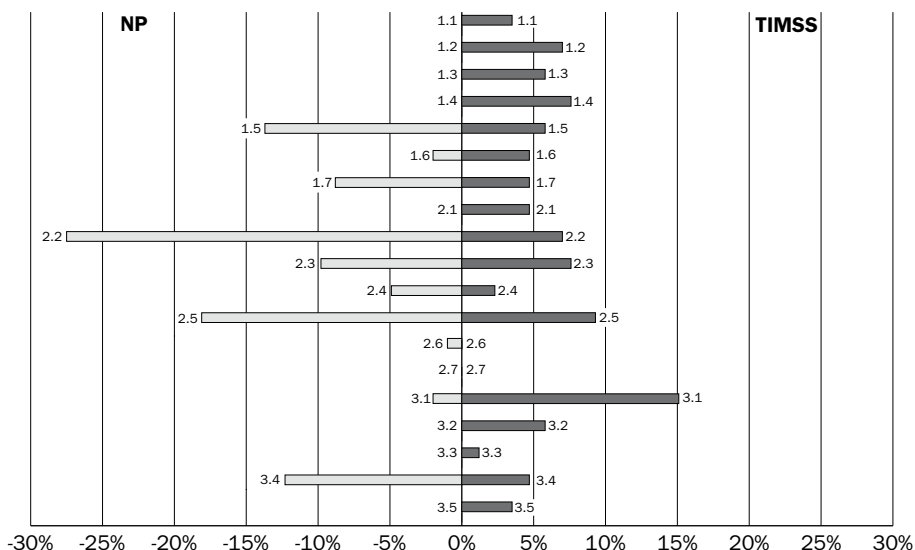
Jämförelse av innehållet visar på en viss skillnad mellan de svenska uppgifterna och TIMSS-proven. TIMSS-proven har en relativt jämn fördelning mellan de tre huvudkategorierna, medan mer än hälften av poängen i nationella prov och probbanksprov tillhör kategorin Differential- och integralkalkyl och så litet som 13 procent tillhör kategorin Geometri. Andelen poäng inom kategorin Algebra är ungefär lika stor i de båda provtyperna.

Figur 1 Procentuell fördelning av poäng mellan ämnesinnehåll, kategoriserat i huvudområden, för NP respektive TIMSS



Jämförelsen av poängfördelningen mellan de innehållsmässiga delområdena visar på en del skillnader. Några delområden finns endast representerade bland TIMSS uppgifter: 1.2 serier och summer, 1.3 kombinatorik, sannolikhet och statistik, 3.2 lösa problem m h a gradienter, 3.3 ekvationer och samband för cirkeln och 3.5 vektorer. De delområden som endast finns representerade i NP är: 2.6 differentialekvationer och 2.7 rotationsvolymen. Andra kategorier som visar på en stor skillnad är 1.1 och 3.1. Komplexa tal förekommer betydligt mer i NP än i TIMSS och att använda geometriska egenskaper för att lösa problem förekommer betydligt mer i TIMSS än i NP.

Figur 2 Procentuell fördelning av poäng mellan ämnesinnehåll, kategoriserat i delområden, för NP respektive TIMSS



4.3.2 Vilka tankeprocesser krävs hos eleven?

Kognitiv nivå

Klassificeringen av kognitiva nivåer syftar till att ge en bild av de typer av tankeverksamhet som krävs för att lösa uppgifterna i de analyserade proven. Det finns många olika sätt att klassificera uppgifters kognitiva nivå. En av de mest kända är Blooms taxonomi (Bloom, 1956), som använder sig av kategorierna fakta, förståelse, tillämpning, analys, syntes och värdering. (Andersson et al., 2001) har utvecklat Blooms taxonomi till en tvådimensionell modell som lyfter fram relationen mellan kognitiva processer (t.ex. minnas, förstå och tillämpa) och olika kunskapsformer (t.ex. faktakunskap och begreppskunskap). Specifikt för matematik har Lithner (2008) utvecklat ett ramverk för kategorisering av tankeprocesser vid lösning av problem som använts som utgångspunkt i flera avhandlingar (se t.ex. Bergqvist, 2006). I detta ramverk sker den primära uppdelningen mellan imitativa och kreativa, matematiskt grundade, resonemang. TIMSS Advanced använder sig av ytterligare en annan taxonomi för indelning i kognitiva kategorier, vilken beskrivits ingående i kapitel 3 i denna rapport. En variant av den sistnämnda taxonomi används i denna studie, tillsammans med kategoriseringar av bland annat krav på beräkningar och vilka hjälpmedel som är användbara och relevanta. Definitionerna av denna taxonomins kognitiva nivåer är baserad på ramverket för TIMSS Advanced (Garden et al., 2006). Ett stort arbete lades ner på att ta fram en användbar indelning av de kognitiva nivåerna. Svårigheten låg i att formulera kategorierna så att de ger en entydig klassificering av uppgifterna. Resultatet är en fri tolkning av TIMSS taxonomi med vissa influenser från Blooms taxonomi (Bloom, 1956) och Lithners (2008) resonemangsramverk.

Då det visade sig finnas uppgifter som testar kunskaper som inte lärs ut i svensk gymnasieskola, tillkom kategori 4: *förutsättningar saknas*. Uppgifter som klassificeras som Förutsättning saknas är uppgifter där eleven helt enkelt saknar förutsättningar för att lösa problemet, oavsett tankeprocess. Då TIMSS är en internationell studie som involverar många länder, förekommer även vissa uppgifter där innehållet inte finns representerat i de svenska kursplanerna. Vissa av dessa uppgifter går att lösa ändå med en hög kognitiv nivå, medan andra innehåller begrepp som är avgörande för uppgiftens lösning. Som exempel skulle en uppgift där determinanten av en matris efterfrågas klassificeras som en fyra, eftersom begreppet determinant normalt inte är bekant för en svensk gymnasieelev. Eleven saknar förutsättningar för att kunna lösa den typen av uppgift. Om däremot begreppet förklaras i uppgiften och detta leder till en rimlig chans för en oinvid att klara uppgiften, klassificeras den som någon av de kognitiva nivåerna 1–3.

Uppgifterna från nationella prov i Matematik D kategoriseras utifrån en tänkt elev som läser matematik till och med D-kursen. Uppgifterna från provbanksprov i Matematik E kategoriseras utifrån en tänkt elev som även läser Matematik E. De uppgifter från TIMSS där elevens förutsättning kraftigt påverkas av huruvida eleven läser E-kursen eller ej, kategoriseras både utifrån D-kurseleven och utifrån E-kurseleven.

Hur bekant eleven är med en uppgift avgörs genom jämförelse mellan uppgiften och de övningsuppgifter som finns i ett av de vanligaste läromedlen i matematik i svensk gymnasieskola. Det läromedel som använts i denna studie är Matematik 3000 (Björk, 2000; Björk, 2001), för C- och D-kursen samt E-kursen. Författarnas tänkta målgrupp för dessa läromedel "Naturvetenskap och teknik" motsvarar de elever som TIMSS Advanced har som målgrupp.

Tabell 7 Nivåer och kategorier som används i kategorisering av matematikuppgifter från det svenska nationella provsystemet och TIMSS Advanced i förhållande till kognitiva aspekter

Kognitiv nivå	Kod	Uppgifter där eleven	Kategorier
Veta	1	redogör för fakta och begrepp eller utför givna procedurer	Återge definitioner, terminologi, beteckningar, matematiska konventioner, tals egenskaper, geometriska samband. Känna igen matematiskt lika uttryck, t.ex. olika skrivsätt för samma funktion eller samband. Utföra matematiska procedurer, t.ex. beräkna derivatan av polynom eller lösa en enkel ekvation. Utläsa information från grafer tabeller eller andra liknande källor
Tillämpa	2	använder faktakunskaper för att välja och ställa upp modeller eller lösa bekanta problem	Välja ut en lämplig metod eller strategi för att lösa ett problem som kan lösas med vanligt förekommande metoder. Skapa en alternativ likvärdig framställning av ett givet matematiskt uttryck, samband, eller mängd information Ställa upp en lämplig modell, t.ex. en ekvation eller ett diagram för att lösa rutinproblem. Lösa rutinproblem, problemtyper som studenterna sannolikt har stött på i skolan. T.ex. lösa problem som kräver derivering av ett polynom eller tillämpning av geometriska samband.

Kognitiv nivå	Kod	Uppgifter där eleven	Kategorier
Resonera	3	generalisera/ analysera ett resultat eller ställa upp modeller för komplexa eller obekanta problem samt lösa dessa	Undersök given information och välj ut de matematiska fakta som är nödvändiga för att lösa ett särskilt problem. Bestäm och beskriv eller använd förhållande mellan variabler eller objekt i matematiska sammanhang. Gör relevanta slutledningar från den givna informationen. Utvidga den domän inom vilken ett matematiskt resonemang och en problemlösning är tillämpningsbar. Detta genom att återge resultatet i mer generell form. Kombinera matematiska procedurer för att nå resultat och kombinera resultat för att nå ytterligare resultat. Koppla ihop olika kunskapsområden och relaterade framställningar och koppla samman relaterade matematiska idéer. Bevisa om en utsaga är sann eller falsk genom att referera till matematiska resultat eller samband. Lös problem av en typ, såväl i matematiska sammanhang som verklighetsbaserade, som eleven osannolikt har stött på tidigare. Tillämpa matematiska procedurer i okända eller komplexa kontexter.
Förutsättning saknas	4	måste ha kunskaper utöver ämnesinnehållet i den aktuella kursen	

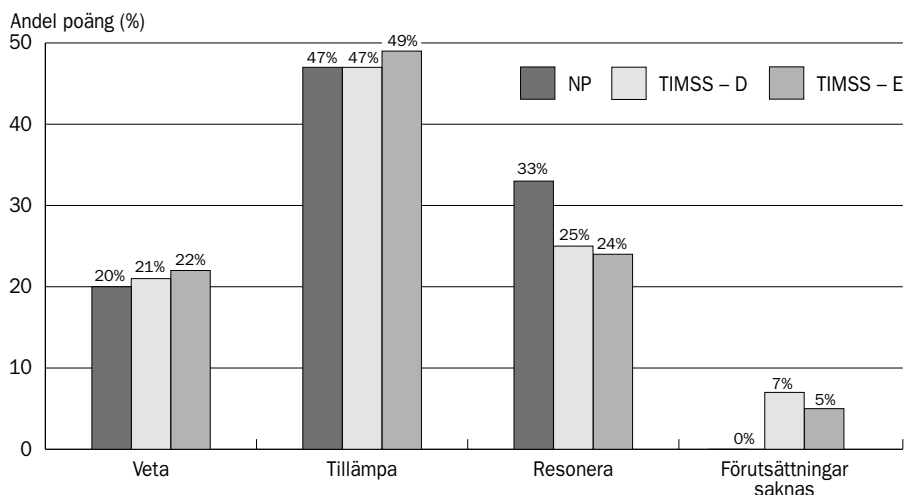
De tre nivåerna (Förutsättning saknas undantaget) angivna i Tabell 7 är inbördes rangordnade, där Resonera motsvarar den högsta nivån och Veta den lägsta. Varje uppgift kategoriseras efter den högsta kognitiva nivå som krävs för att nå full poäng och högsta betygs-/kvalitetsnivå. För att tillhöra en nivå krävs det att minst en av kategorierna som anges i tabellen ovan är tillämpbar. Samtliga villkor behöver alltså inte uppfyllas.

Grundläggande för att en uppgift ska klassificeras som Veta är att det i uppgiften anges vilken metod som ska användas. I kategorin Veta ingår det att kunna utföra matematiska procedurer, förstå matematiskt språk, symboler och grundläggande egenskaper hos tal. För att en uppgift skall klassificeras som Tillämpa krävs någon form av val av metod för att lösa problemet, samt att uppgiftens typ är bekant. Problemen kan vara såväl renodlat matematiska som ha verklighetsanknytning. För att en uppgift skall klassificeras som Resonera

krävs att matematiska beräkningar eller metoder härleds via resonemang. Behovet av resonemang kan bero på att sammanhanget är nytt eller på att problemets lösning involverar flera steg, som baseras på kunskap från flera olika områden inom matematiken.

Jämförelsen av den kognitiva nivån visar på stora likheter mellan TIMSS och NP. Den störstakategorin är i båda fallen Tillämpa. Några av provuppgifterna i TIMSS har klassificerats som Förutsättningar saknas, vilket inte finns i NP. En elev som läser till och med D-kursen i matematik saknar förutsättningar att lösa uppgifter som motsvarar 7 procent av poängen i TIMSS. För en elev som även läst E-kursen är motsvarande siffra 5 procent.

Figur 3 Procentuell fördelning av poäng mellan kognitiva nivåer, för NP respektive TIMSS. För staplarna TIMSS – D har TIMSS bedömts utifrån en elev som läser till och med D-kursen i matematik. För staplarna TIMSS – E har TIMSS bedömts utifrån en elev som även läser E-kursen i matematik



Beräkningar

Uppgifterna är klassificerade i tre typer utifrån kravet på beräkningar. Indelningen liknar den som användes i Skolverket (2006) men är anpassad för gymnasieskolans matematik.

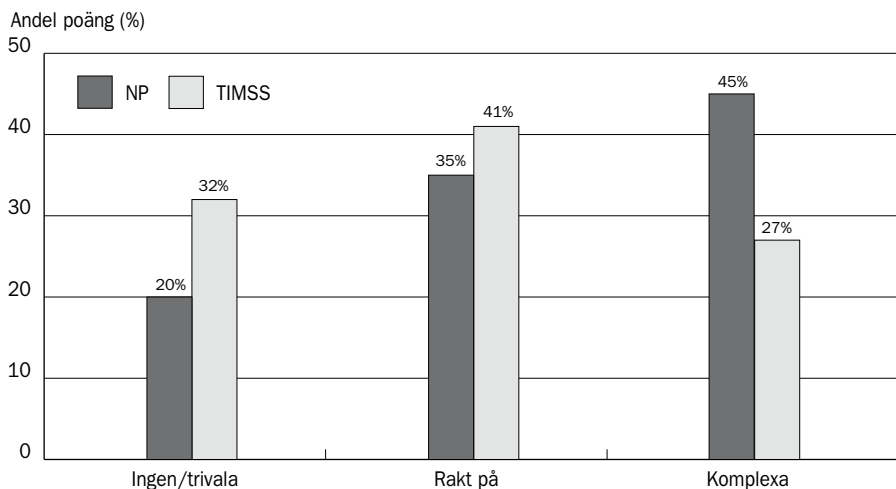
Tabell 8 Kategorier som används i kategorisering av matematikuppgifter från det svenska nationella provsystemet och TIMSS Advanced i förhållande till vilka beräkningar som uppgifterna kräver

Beräkningar	Kod	Uppgifter som kräver
Inga/triviala	0	inga beräkningar eller endast enkel huvudräkning
Rakt på	1	papper och penna, alternativt miniräknare, för att hålla reda på beräkningarna. Endast en (1) svårare beräkning krävs för att komma fram till svaret på uppgiften
Komplexa	2	ett eller flera delresultat för att kunna utföra den slutgiltiga beräkningen

Beräkningar som klassificeras som Rakt på innehåller i regel endast en svårare beräkning som exempelvis att beräkna en integral. Komplexa beräkningar betecknar i regel uppgifter som kräver ett eller flera delresultat för att nå fram till det slutgiltiga svaret. Som delresultat räknas beräkningar som i sig klassificeras som Rakt på, men kan även vara bestämning av giltighetsintervall eller hänsynstagande till andra villkor som spelar en avgörande roll för att lösa uppgiften korrekt. Ett exempel på en komplex beräkning är att man måste beräkna två olika integraler för att bestämma arean av ett område. Med denna kategorisering finns en viss överlappning mellan kognitiv nivå och beräkningar, men de har olika huvudfokus. Både den kognitiva nivån resonera och beräkningsnivån komplexa beräkningar berör uppgiftens komplexitet. Kravet för att en uppgift ska tillhöra den kognitiva nivån Resonera är att kunskaper kombineras från olika områden inom matematik. Detta krav ställs inte för att beräkningarna skall kategoriseras som komplexa.

I jämförelsen av beräkningar framgår det att uppgifterna i NP förutsätter mer komplexa beräkningar än vad uppgifterna i TIMSS gör.

Figur 4 Procentuell fördelning av poäng mellan olika kategorier av krav på beräkning, för NP respektive TIMSS



Hjälpmedel

De hjälpmedel som är tillåtna utöver penna och linjal är miniräknare och formelsamling. Samtliga prov som undersökts tillåter formelsamling. Formelsamlingen som följer med NP är betydligt mer omfattande än vad TIMSS formelblad är. Detta kan betyda att TIMSS ställer högre krav på utantillkunskaper, men det kan lika gärna betyda att NP:s formelsamling innehåller en mängd fakta som inte kommer till nytta på det aktuella provet och därmed ställer större krav på eleven att målmedvetet söka hjälp av formelbladet. Samtliga uppgifter där formelsamlingen innehåller definitioner eller samband som används vid beräkningen markeras med ett F (formelsamling).

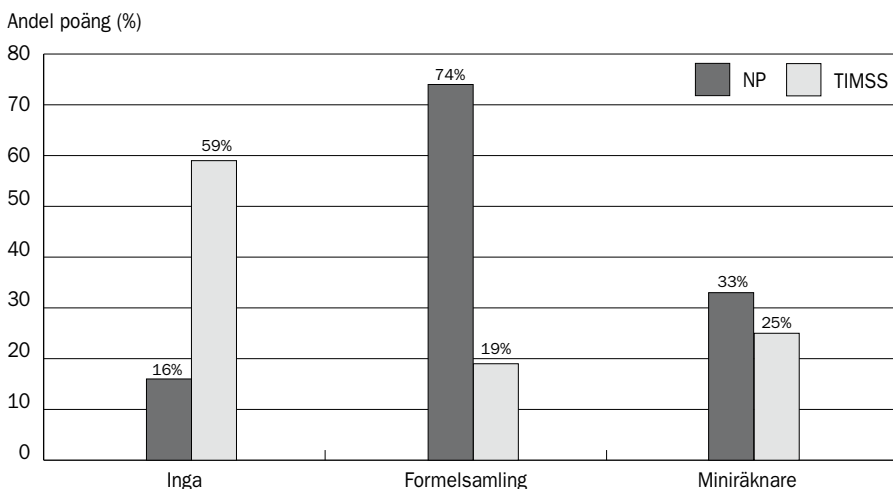
Att miniräknare är ett tillåtet hjälpmedel betyder inte att den är till någon hjälp för att lösa en uppgift. För att kunna avgöra om det finns en skillnad mellan andelen poäng där man får ha miniräknare och där miniräknare är till någon hjälp, samt för att kartlägga informationen i formelbladen konstruerades denna aspekt i taxonomin. De uppgifter där beräkningarna tar väsentligt längre tid utan miniräknare markeras med ett M (miniräknare).

Tabell 9 Kategorier som används i kategorisering av matematikuppgifter från det svenska nationella provsystemet och TIMSS Advanced i förhållande till betydelsen av de hjälpmedel som eleven har till hands

Hjälpmedel	Kod	Vid lösning av uppgiften
Ingen	O	ger varken formelsamling eller miniräknare väsentlig hjälp
Formelsamling	F	ger formelsamlingen definitioner eller samband som är användbara
Miniräknare	M	tar beräkningar väsentligt längre tid utan miniräknare
Formelsamling och miniräknare	FM	ger både formelsamling och miniräknare stor hjälp

Figur 5 visar på hur stor del av respektive prov som något av hjälpmedlen, miniräknare eller formelsamling, är till hjälp. På många uppgifter är både miniräknare och formelsamling till hjälp, vilket innebär att den totala procentsatsen är större än 100 procent. På NP är formelsamlingen till hjälp på tre fjärdedelar av provets poäng. Motsvarande andel för TIMSS är en femtedel.

Figur 5 Staplarna Formelsamling anger andelen poäng där formelsamlingen kan vara till hjälp vid lösning av uppgiften. Staplarna Miniräknare anger andelen poäng där uppgiften tar väsentligt längre tid att klara utan miniräknare. Staplarna Inga anger andelen poäng hos de uppgifter som inte uppfyller något av de två andra villkoren



4.3.3 Vilka krav ställs på elevens svar?

Svarstyp

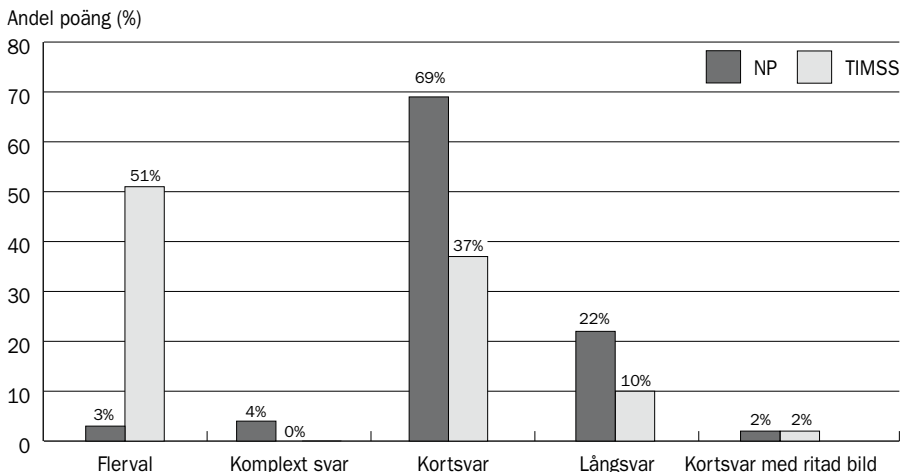
En del uppgifter i de prov som utvärderats kan ge fler än en poäng, där olika typer av svar krävs för olika poängsteg. Dessa uppgifter klassificeras utifrån vilken typ av svar som krävs för att nå full poäng, eller högsta betygsnivå, på den aktuella uppgiften. Denna indelning är hämtad från Skolverket (2006).

Tabell 10 Kategorier som används i kategorisering av matematikuppgifter från det svenska nationella provsystemet och TIMSS Advanced i förhållande till uppgifternas svarstyp

Svarstyp	Kod	Uppgifter som besvaras genom
Flerval	FV	val bland flera givna svarsalternativ, där antal korrekta alternativ anges i uppgiften
Komplex flerval	KFV	val bland flera givna svarsalternativ, där okänt antal alternativ är korrekta eller där flera olika begrepp ska paras ihop med en definition eller ett fenomen
Kortsvar	KS	uträknat värde eller enstaka ord, till exempel: $X_1=2$, $X_2=0$
Långsvar	LS	elevens egenkonstruerade redovisning eller utsaga som motiveras eller vars giltighet kommenteras
... rita	_r	att bara rita bild, graf eller ställa upp tabell (KS_r), eller att komplettera en utsaga med att rita (LS_r)

Ungefär hälften av poängen på TIMSS provuppgifter tillhör kategorin Flerval och 37 procent av poängen tillhör Kortsvar. Resten är fördelat på övriga svarstyper. På NP är den största kategorin Kortsvar, med 69 procent och den näst största kategorin Långsvar, 22 procent. Övriga kategorier är endast representerade i ett fåtal uppgifter och poäng.

Figur 6 Procentuell fördelning av poäng mellan de olika svarstyperna, för NP respektive TIMSS



Krav på redovisning

Klassificeringen av uppgifter i förhållande till krav på redovisning möjliggör en jämförelse av hur väl NP respektive TIMSS prövar förmågan att i skift uttrycka sig matematiskt. TIMSS uppgifter kräver som standard endast ett kort svar på uppgiften. I de fall där redovisning krävs står det speciellt angivet. I NP är förhållandet det omvända, om inget annat anges krävs redovisning för full poäng på uppgiften. I de fall då redovisning inte krävs står det uttryckligen att ”endast svar fordras”. Alla uppgifter som klassificeras som långsvar klassificeras även som Redovisning krävs.

Tabell 11 Kategorier som används i kategorisering av matematikuppgifter från det svenska nationella provsystemet och TIMSS Advanced i förhållande till om eleven förväntas redovisa sin tankegång vid problemlösning

Redovisning	Kod	För full poäng på uppgiften krävs
Krävs	J	redovisade beräkningar eller resonemang
Krävs inte	N	ingen redovisning av beräkningar eller resonemang

Andelen uppgifter där det krävs redovisning av beräkningar och resonemang är i NP 77 procent och i TIMSS prov 17 procent. Motsvarande andel poäng är i NP 87 procent och i TIMSS 33 procent. Det finns inga uppgifter, i varken NP eller TIMSS prov, där svarstypen är flerval eller komplext flerval där redovisningar av beräkningarna krävs.

4.3.4 Hur presenteras innehållet i uppgiften?

Textmängd

Relationen mellan mängden text i en uppgift och elevers svårigheter att lösa den, är mer komplex än man kan tro. Naturligtvis kan en längre text medföra svårigheter för elever som har svårt med läsningen, men det kan också vara så att en kort och kompakt text är mer svårläst än en längre. Forskning om läsbarhet har visat att det är textens struktur snarare än textens längd som är viktig, men hur språk och text i matematikuppgifter påverkar eleverna är ett område som det inte forskats mycket på. Pågående forskning ska förhoppningsvis ge bättre kunskaper på detta område (se t.ex. Nyström, 2008).

Trots att textmängden är ett något osäkert mått på läsbarhet så är det mycket praktiskt att arbeta med och ändå användbart i analys av texter. Textmängd mäts enklast i antal rader text (ett mått som används i Skolverket, 2006), antal ord eller antal tecken.

Metoden att räkna antalet textrader påverkas av spalt- och teckenbredd vilket gör kategoriseringen efter antal rader mindre pålitlig. Metoden att räkna antalet tecken ger olika utslag för långa respektive korta ord samt är oberoende av teckensnitt och spaltbredd. Att räkna tecken skulle vara ett mycket stort arbete i vårt fall eftersom uppgifterna som kategoriseras i detta arbete endast finns tillgängliga i tryckt form och att det därför inte är möjligt att göra en datorbaserad räkning av antalet tecken. Med denna bakgrund används medelvägen att räkna antal ord som underlag i denna kategorisering. Enskilda siffror, tecken, variabelbenämningar eller ekvationer räknas inte som ord. Exempelvis räknas ordet ”en” som ett ord men inte siffran ”1”.

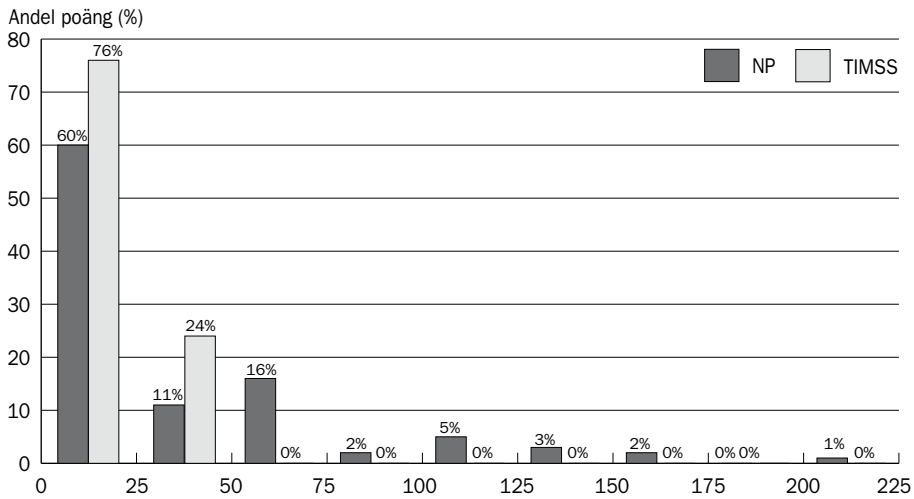
Tabell 12 Kategorier som används i kategorisering av matematikuppgifter från det svenska nationella provsystemet och TIMSS Advanced i förhållande till hur många ord som används för att presentera uppgiften

Beräkningar	Kod	Uppgifter som presenteras
Inga ord	0	utan några ord
Ett ord	1	med ett ord
Två ord	2	med två ord
Etc.

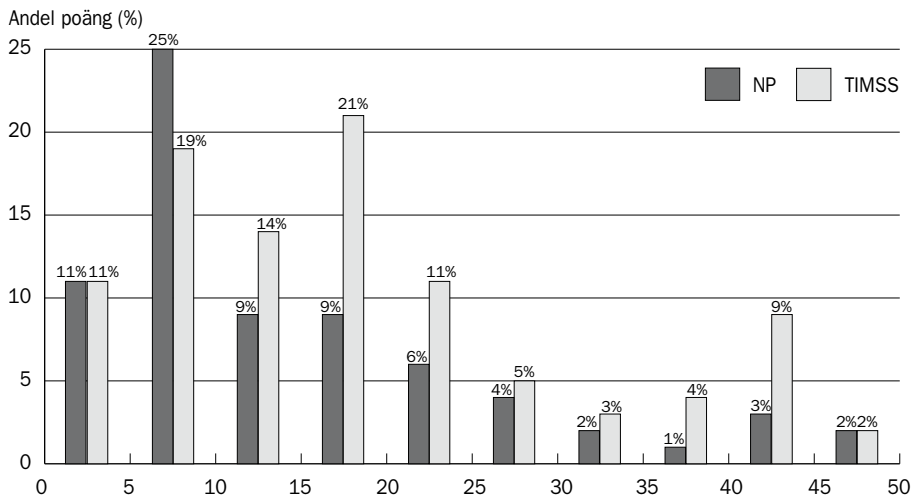
I de fall där en inledande text berör flera av de följande deluppgifterna har för var och en av dessa deluppgifter antal ord registrerats som summan av orden i den genomsamma texten och deluppgiftens specifika text. I flervalsuppgifter räknas ord som ingår i de olika svarsalternativen. Renodlade instruktioner, som t.ex. ”endast svar krävs”, räknas inte med i textmängden.

Uppgiftstexterna i NP har 31 ord per uppgift i medeltal och medianen är 15 ord. För uppgifterna i TIMSS ligger medeltalet på 17 ord och medianen på 15 ord. TIMSS har inga uppgifter med mer text än 50 ord. 30 procent av poängen på NP tillhör uppgifter med mer än 50 ord. Den uppgift på NP som innehöll mest text innehöll 222 ord. Resultaten visar att skillnaden mellan NP och TIMSS främst består i att NP innehåller några uppgifter med väldigt många ord.

Figur 7 Andelen poäng fördelat efter textmängd. Uppgifternas textmängd är indelade i 25-ordsintervall



Figur 8 Andelen poäng fördelat efter textmängd. Uppgifternas textmängd är indelade i 5-ordsintervall



Diagrammet återger endast textmängd med mellan noll och 50 ord. 30 procentenheter av poängen i NP tillhör uppgifter med mer än 50 ord. För samtliga uppgifter se Figur 7.

Grafik

Med grafik avses bilder, tabeller, grafer och diagram som förekommer i uppgifterna. Samma klassificering som användes i Skolverket (2006) har använts här, med tillägg av kategorin ingen för uppgifter som saknar grafik.

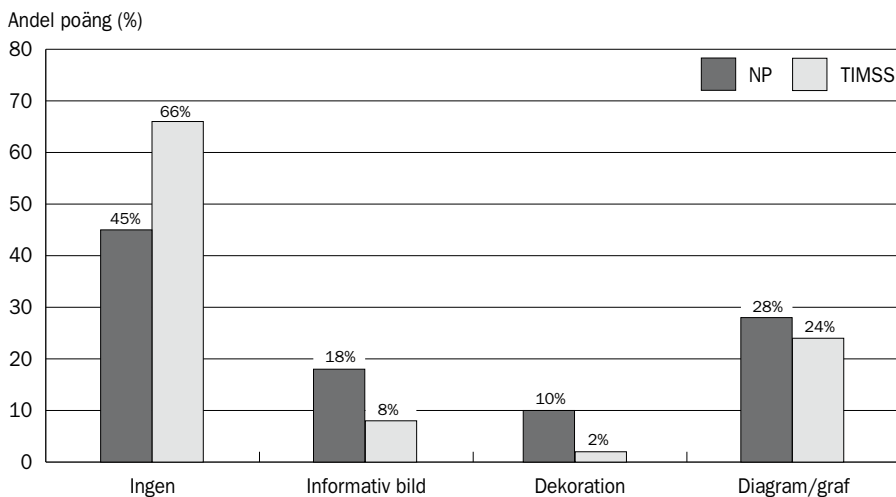
Tabell 13 Kategorier som används i kategorisering av matematikuppgifter från det svenska nationella provsystemet och TIMSS Advanced i förhållande till hur grafik används för att presentera uppgiften

Grafik	Kod	Uppgifter som presenteras
Ingen	N	Utan hjälp av grafik
Dekoration	D	Med bild som på något sätt illustrerar uppgiften, men som inte tillför nödvändig information
Informativ bild	B	Med bild som innehåller nödvändig eller klagörande information för att kunna besvara uppgiften
Tabell	T	Med tabell som innehåller nödvändig eller klagörande information för att kunna besvara uppgiften
Diagram/graf	G	Med diagram/graf som innehåller nödvändig eller klagörande information för att kunna besvara uppgiften

I uppgifter med mer än en sorts grafisk illustration anges samtliga typer av grafik. En uppgift med både en informativ bild och en tabell, kategoriseras som BT. Grafik i gemensam text till deluppgifter, värderas utifrån dess betydelse för varje deluppgift.

Bland de klassificerade uppgifterna i NP finns fyra uppgifter med totalt 16 poäng, där mer än en typ av grafisk illustration ingår. För TIMSS provuppgifter är motsvarande antal två uppgifter med totalt två poäng. Dessa uppgifter ger följaktligen ett bidrag till mer än en typ av grafik i kategoriseringen. Ett resultat av detta blir att summan av staplarna blir mer än 100 procent. NP använder sig i större grad av grafik än vad TIMSS gör.

Figur 9 Andel poäng som tillhör uppgifter där respektive grafik typ ingår



Ämnesord

Svårighetsgraden på de ämnesord som ingår i uppgiftens text klassificeras efter hur sent i utbildningen de har introducerats samt hur vanligt förekommande de är. Uppgifterna är klassificerade i fem typer utifrån det ord i texten som har högst nivå. Indelningen liknar den som användes i Skolverket (2006) men är anpassad för gymnasieskolans matematik. För att en uppgift ska klassificeras som okänd vokabulär (Kod 4), krävs det att något ord i uppgiften inte finns med i Matematik 3000 (Björk, 2000; Björk, 2001).

Tabell 14 Kategorier som används i kategorisering av matematikuppgifter från det svenska nationella provsystemet och TIMSS Advanced i förhållande till förekomsten av ämnesspecifika ord

Ämnesord	Kod	I presentationen av uppgifterna förekommer
Inga eller allmänna i vardagsspråk	0	inga ord som är speciella för ämnet eller ämnesspecifika ord som förklarats samt begrepp inom ämnessfären som används i vanligt tal
Grundläggande ämnesvokabulär	1	ord som är specifika för det aktuella ämnet och som eleven mött tidigare i sin utbildning, till exempel <i>funktion</i> och <i>riktningskoefficient</i>
Grundläggande specialiserad vokabulär	2	ord som definieras i Tabell 12
Övrig specialiserad vokabulär	3	ord som är specifika för det aktuella ämnet och som eleven vanligen förväntas ha lärt under det senaste skolåret och som inte ingår bland orden i Tabell xx
Okänd vokabulär	4	ord som är specifika för det aktuella ämnet och som eleven sannolikt aldrig har stött på

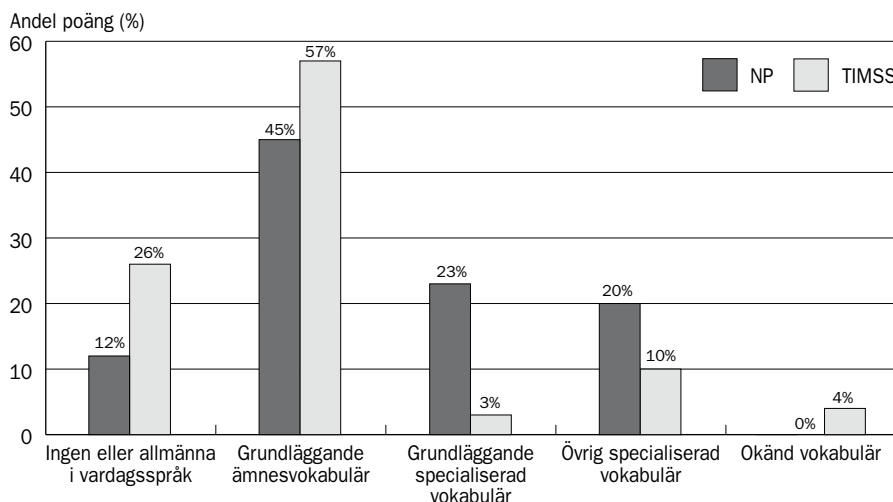
Med ord som eleven mött tidigare i sin utbildning åsyftas även ämnesspecifika ord som förekommer inom kurserna Matematik A, B och C. Då Matematik C och D i stor utsträckning berör samma ämnesområde kan vokabulär som introduceras i Matematik C på nytt tas upp i Matematik D. Ett exempel är ”derivata”. För att avgöra om ordet derivata hör till C- eller D-kursen måste ordets innebörd analyseras i varje enskilt fall.

Tabell 15 Definition av ord som utgör grundläggande specialiserad vokabulär för elever som läst matematik D respektive Matematik E

Elever som har läst	Ord som utgör grundläggande specialiserad vokabulär
Matematik D men inte Matematik E	Derivata, talföljd, integral
både Matematik D och Matematik E	Komplexa tal, komplexa talplanet, differentialekvation

NP använder sig i större utsträckning av ämnesspecifika ord än vad TIMSS gör. I TIMSS prov finns några ord som inte ingår i den svenska gymnasieutbildningen och därmed klassificeras som Okänd vokabulär.

Figur 10 Andelen poäng hörande till uppgifter kategoriserade utifrån ämnesorden i texten



Verklighetsanknytning

Aspekten Verklighetsanknytning är direkt hämtad ur Skolverket (2006). De olika kategorierna har dock fått nya namn för att bättre återspegla vad de visar på.

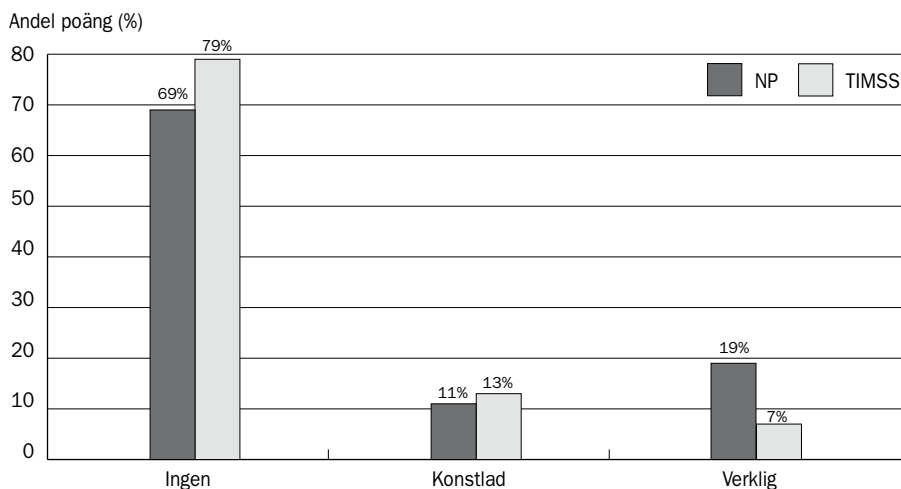
Tabell 16 Kategorier som används i kategorisering av matematikuppgifter från det svenska nationella provsystemet och TIMSS Advanced i förhållande till uppgifternas verklighetsanknytning

Verklighetsanknytning	Kod	Uppgifter som beskriver ett sammanhang
Ingen	0	Som inte anknyter till en värld utanför ämnets interna konkretioner
Konstlad	1	Som baseras på en verklighet utanför ämnesteorin och anknyter till praktiska situationer, men med frågor som troligen inte skulle ställas i dessa situationer
Verklig	2	Som är verklighetsanknutet (vardagsliv, samhälle, yrkesliv, forskning), med frågeställningar som kan förutsättas vara relevanta i det angivna sammanhanget

I vissa lägen är det svårt att avgöra om en uppgift är konstlad eller verklig. Bedömningen i tveksamma fall har därför varit om frågeställningen framstår som verklig eller inte ur en gymnasieelevs perspektiv.

När det gäller verklighetsanknytning kan man se en viss skillnad, framförallt när det gäller Verklig verklighetsanknytning. Cirka 30 procent av poängen i NP ges av uppgifter som har någon form av verklighetsanknytning, medan motsvarande siffra för TIMSS prov är cirka 20 procent. Av uppgifterna med verklighetsanknytning har NP en större andel poäng från uppgifter med Verklig än med Konstlad verklighetsanknytning. I TIMSS prov är förhållandet det omvända.

Figur 11 Procentuell fördelning av poäng enligt uppgifternas grad av verklighetsanknytning, för NP respektive TIMSS



4.4 Resultat fysik

4.4.1 Vilket ämnesinnehåll berör uppgiften?

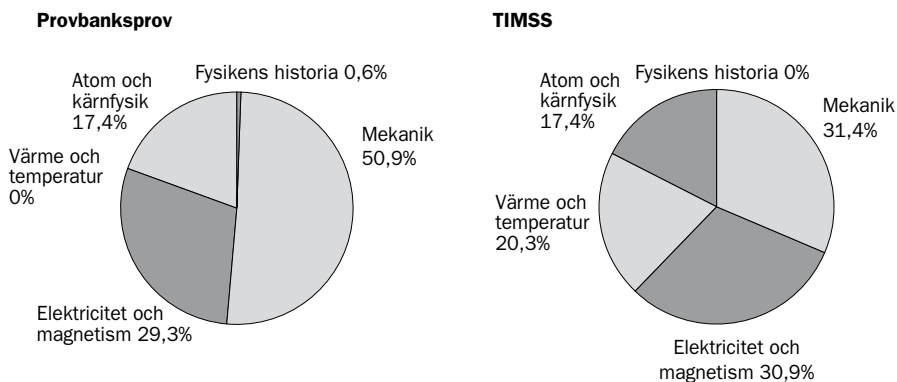
På motsvarande sätt som för matematiken används i kategoriseringen av fysikuppgifternas ämnesinnehåll en taxonomi som utgår från TIMSS uppställning över ämnesinnehåll (Garden et al., 2006) men i vissa avseenden anpassad för att kunna kategorisera alla uppgifter i de prov från den nationella provbanken i fysik som analyserats. De innehållsområden som använts i kategoriseringen presenteras i tabell 17. Kategorin 5.1 har lagts till för att identifiera provuppgifter som snarare testar matematik- än fysikkunskaper och som går att lösa med kunskaper som hör till matematiken, helt utan fysikförståelse. I dessa uppgifter är informationen som ges i uppgiften tillsammans med formelsamlingen tillräcklig för att uppgiften ska gå att lösa med enbart matematik-kunskaper.

Tabell 17 Huvudområden och delområden som används i kategorisering av uppgifter från provbanksprov i Fysik B och TIMSS Advanced i förhållande till ämnesinnehåll

Kod	Huvudområde	Kod	Delområde
1	Mekanik	1.1	Newtons 1:a och 3:e lag, vätsketryck och jämviktsvillkor
		1.2	Kinetisk energi, potentiell energi och konservering av mekanisk energi
		1.3	Vågrörelselära (ljud, vatten och strängar), samband mellan hastighet frekvens och våglängd, samt brytning och reflexion mot tätare/tunnare medium, stående våg
		1.4	Krafter (inklusive friktionskrafter) på likformigt accelererade kroppar och krafternas betydelse för rörelsen. Beräkning av hastighet och acceleration
		1.5	Samband mellan kraft, fart, acceleration och omloppstid vid cirkulär rörelse. Gravitationslagen
		1.6	Hantering av impulslagen, rörelsemängdens och energins bevarande vid elastisk och oelastisk stöt.
		1.7	Speciella relativitetsteorin, inklusive längdkontraktion och tidsdilatation
		1.8	Harmonisk svängning, pendel, massa i fjäder
2	Elektricitet och magnetism	2.1	Coulombs lag. Kraft på laddad partikel i homogent elektriskt fält.
		2.2	Elektriska kretsar och ingående komponenter, Ohms lag, Joules lag
		2.3	Kraft på laddad partikel i magnetiskt fält, samband mellan elektricitet och magnetism, induktion, Lenz lag, Faradays lag
		2.4	Elektromagnetisk strålning, indentifiera olika typer av strålning utifrån våglängd och frekvens.
		2.5	Optik, brytningsindex, diffraktion, gitter, spalter, interferens, absorption, reflexion
3	Värme och temperatur	3.1	Skillnad mellan temperatur och värme. Strålning, ledning och konvektion. Tillämpning av temperaturjämvikt. Specifik värmekapacitet, förångning, kondensering, smältning/frysning.
		3.2	Värmeutvidgning hos fast och flytande materia, enkel tillämpning av ideala gaslagen, termodynamikens första lag.
		3.3	Svartkroppsstrålningens temperaturberoende, uppskatta temperatur från strålningens våglängd.
		3.4	Principer kring växthuseffekten.
4	Atom och kärnfysik	4.1	atomens och atomkärnans struktur. Tillämpa kunskap om atomnummer och atommassa.
		4.2	Atomers absorption och emissionsspektrum. Elektroners kvantificerade energinivåer. Fotoelektrisk effekt, emission av röntgenstrålning
		4.3	Fission och fusion. Radioaktivt sönderfall. Halveringstider, skaderisker.
5	Enbart matematik-kunskaper	5.1	Uppgifter som kan lösas med enbart matematik och formelsamling

I figur 12 redovisas provpoängen fördelad på huvudsakligt innehåll. För uppgifter som har ett blandat ämnesinnehåll har provpoängen fördelats på de ingående kategorierna.

Figur 12 Procentuell fördelning av poäng mellan ämnesinnehåll, kategoriserat i huvudområden, för provbanksprov respektive TIMSS

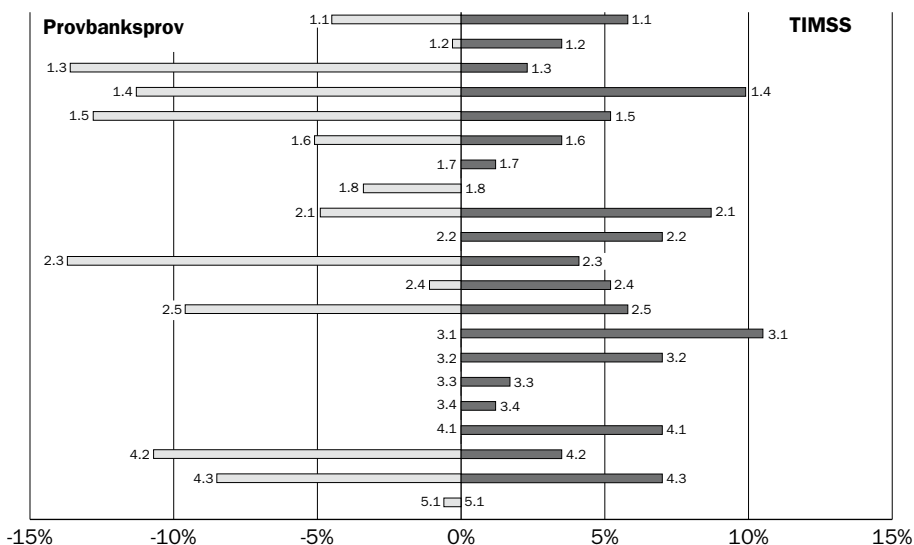


Området Värme och temperatur ingår både i Fysik A och i Kemi A. Det betyder att eleverna har mött uppgifter inom detta område. Tar man detta i beaktande är fördelningen på de svenska provbanksproven inte så olik fördelningen i TIMSS-prov, även om det i de svenska proven finns en större andel av uppgifter inom mekanik.

Jämförelsen av poängfördelningen mellan de innehållsmässiga delområdena visar på en del skillnader (se figur 13). Inom mekaniken är 1.3, 1.4, 1.5 och 1.8 mer välrepresenterade i de svenska provbanksproven än i TIMSS-proven, dvs. centrala delar av mekaniken.

Inom huvudkategorin nummer två är 2.3 och 2.5 vanligare i de svenska proven, dvs. elektriska och magnetiska fält samt optik, medan alla övriga delområden är vanligare i TIMSS-proven. Huvudkategori tre (Värme och temperatur) finns inte alls representerad i de svenska proven eftersom uppgifterna hämtats från prov för Fysik B där detta område inte ingår. Som tidigare nämnts finns det i Fysik A och även i Kemi A. Inom den fjärde huvudkategorin är frågor om atomens byggnad (4.2) vanligare i de svenska proven än i TIMSS-proven.

Figur 13 Procentuell fördelning av poäng mellan ämnesinnehåll, kategoriserat i delområden, för provbanksprov respektive TIMSS



4.4.2 Vilka tankeprocesser krävs hos eleven?

Kognitiv nivå

Klassificeringen av kognitiva nivåer ska indikera graden av resonemang och vilken tankeverksamhet som krävs för att lösa en uppgift. Lösningen av en uppgift kräver olika tankeverksamhet för olika individer, inte minst beroende på om personen har löst motsvarande eller liknande uppgifter tidigare eller om problemet är nytt.

De definitioner av kognitiva nivåer som använts för att kategorisera uppgifterna i fysik är baserad på den kognitiva delen av ramverket för fysik i TIMSS Advanced (Garden et al., 2006). Kategorierna har dock delvis omformulerats för att kunna ge en entydig klassificering av uppgifterna.

Eftersom det finns uppgifter i TIMSS som testar kunskaper som inte i allmänhet återfinns i svensk gymnasieskola finns en kategori som kallas *förutsättningar saknas*. Uppgifter som klassificeras som Förutsättning saknas är uppgifter där eleven helt enkelt saknar förutsättningar för att lösa problemet, oavsett tankeprocess, eftersom de inte har mött det innehåll som är en förutsättning för att över huvud taget kunna arbeta med uppgiften.

Tabell 18 Nivåer och kategorier som används i kategorisering av uppgifter från provbanksprov i Fysik B och TIMSS Advanced i förhållande till kognitiva aspekter

Kognitiv nivå	Kod	Uppgifter där eleven	Kategorier
Veta	1	redogör för fakta och begrepp eller utför givna procedurer	Känna igen och använda vetenskaplig vokabulär, symboler, förkortningar, enheter och skalor i korrekta sammanhang. Återge och identifiera fysikaliska fakta och samband. Förklara egenskaper och samband genom att beskriva fysikaliska processer.
Tillämpa	2	använder faktakunskaper för att välja och ställa upp modeller eller lösa bekanta problem	Förklara fysikaliska koncept genom att använda modeller eller diagram. (t.ex. kretsschema eller atommodeller) Välja ut en lämplig metod eller strategi för att lösa ett problem som kan lösas med hjälp av direkta tillämpningar av fysikaliska samband, ekvationer och formler. Förklara företeelser och naturfenomen med hjälp av fysikaliska lagar eller teorier.
Resonera	3	generalisera/ analysera ett resultat eller ställa upp modeller för komplexa eller obekanta problem samt lösa dessa	Analysera ett problem för att avgöra vilka samband och lösningssteg som är nödvändiga att använda vid lösning av problemet. Dra generella slutsatser och bestämma generella formler för att uttrycka fysikaliska samband. Tillämpa slutsatser i nya sammanhang, Lösa problem som kräver kunskaper från olika delområden inom såväl fysiken som matematiken. Bevisa om en utsaga är sann eller falsk genom att referera till fysikaliska samband. Formulera hypoteser och göra förutsägelser av fysikaliska fenomen med hjälp av fysikalisk förståelse. Dra slutsatser från och känna igen mönster i given data. Göra giltiga slutledningar med bevis och förståelse av fysikaliska lagar som grund.
Förutsättning saknas	4	måste ha kunskaper utöver innehållet i den aktuella kursen	

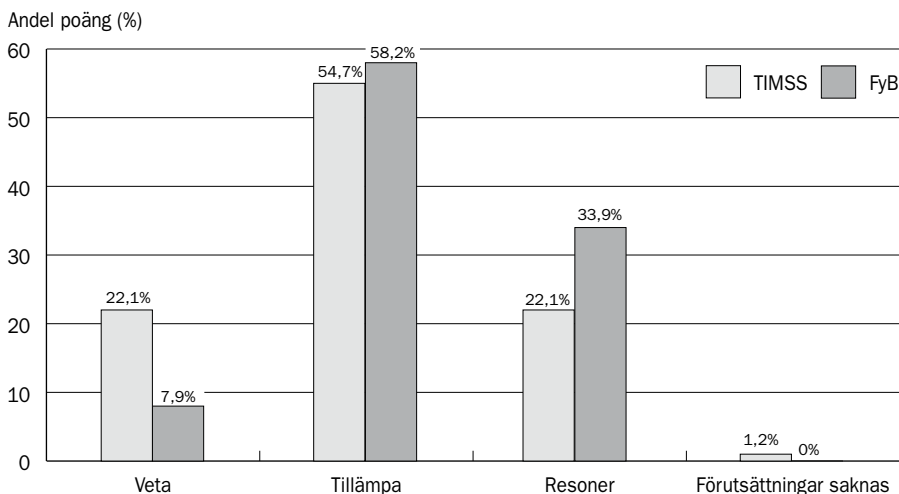
De tre kognitiva nivåerna som används här (Veta, Tillämpa och Resonera) betraktas här som rangordnade, med Resonera som den högsta nivån och Veta som den lägsta. Varje uppgift kategoriseras efter den högsta kognitiva nivå som krävs för att få full poäng och högsta betygs-/kvalitetsnivå. För att klassificeras

enligt en viss nivå räcker det att ett av de kategorier som hör till nivån är uppfyllt.

Grundläggande för att en uppgift ska klassificeras som Veta är att det i uppgiften anges vilken metod som ska användas. Kategorin veta handlar om att återge fysikaliska fakta, och förstå och känna igen fysikaliska termer och symboler. För att en uppgift skall klassificeras som Tillämpa krävs någon form av val av metod för att lösa problemet. Generellt är tillämpa-uppgifter av bekant typ. För att en uppgift skall klassificeras som Resonera krävs att eleven måste dra slutsatser och vidga sina vyer. Behovet av resonemang kan bero på att sammanhanget är nytt eller på att problemets lösning involverar flera steg, som baseras på kunskap från flera olika områden inom fysiken.

Jämförelsen av de kognitiva nivåerna visar att TIMSS provuppgifter är mer fokuserade på att veta och komma ihåg, medan de svenska proven fokuserar mer på resonera. Båda har dock tyngdpunkten på att tillämpa. De svenska eleverna saknar förutsättningar att lösa drygt en procent av uppgifterna i TIMSS, eftersom de har ett ämnesinnehåll som man behöver ha mött för att ha en chans att lösa uppgiften.

Figur 14 Procentuell fördelning av poäng mellan kognitiva nivåer, för provbanksprov respektive TIMSS



Beräkningar

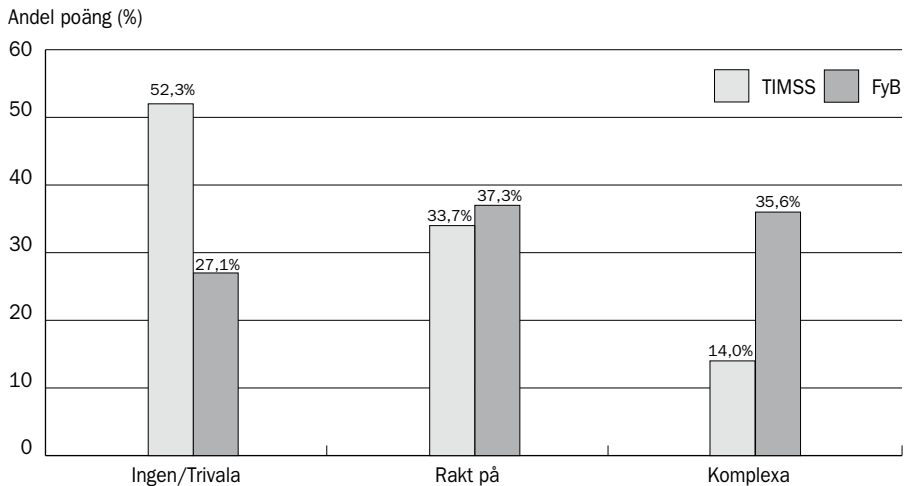
Kategoriseringen av uppgifterna utifrån vilka beräkningar som krävs bygger på motsvarande kategorisering i Skolverket (2006), men för att passa gymnasieskolan och på ett meningsfullt sätt spegla uppgifterna utifrån beräkningsaspekten ställs här högre krav för att en uppgift ska kategoriseras i den högsta beräkningsnivån, se motsvarande kapitel i matematik.

Tabell 19 Kategorier som används i kategorisering av uppgifter från provbanksprov i Fysik B och TIMSS Advanced i förhållande till vilka beräkningar som uppgifterna kräver

Beräkningar	Kod	Uppgifter som kräver
Inga/triviala	0	inga beräkningar eller endast enkel huvudräkning papper och penna, alternativt miniräknare, för att hålla reda på
Rakt på	1	beräkningarna. Endast en (1) svårare beräkning krävs för att komma fram till svaret på uppgiften
Komplexa	2	ett eller flera delresultat för att kunna utföra den slutgiltiga beräkningen

Av jämförelsen i figuren nedan framgår det att TIMSS-proven innehåller fler uppgifter med triviala beräkningar, och de svenska provbanksproven i Fysik B har ett större inslag av uppgifter som kräver komplexa beräkningar.

Figur 15 Procentuell fördelning av poäng mellan olika grader av beräkning för provbanksprov respektive TIMSS



Hjälpmedel

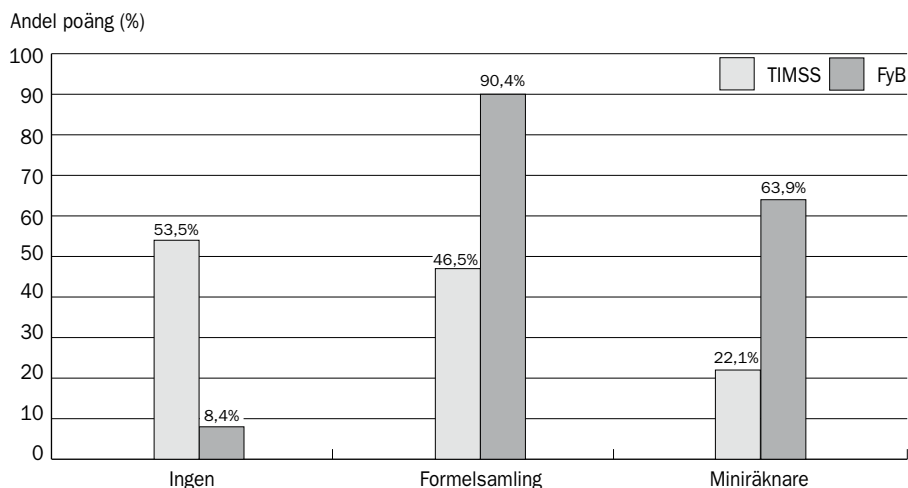
Utöver penna och linjal är miniräknare och formelsamling tillåtna hjälpmedel för såväl de svenska provbanksproven som TIMSS-proven. För TIMSS-proven finns en relativt kortfattad formelsamling i provhäftena. För provbanksproven kan en valfri formelsamling användas och de som eleverna i allmänhet har tillgång till är mycket omfattande. Detta kan uppfattas som att TIMSS ställer högre krav på utantillkunnaskaper, men det kan lika gärna betyda att provbanksprovets formelsamling innehåller en mängd fakta som inte kommer till nytta på det aktuella provet och därmed ställer större krav på eleven att målmedvetet söka hjälp av formelbladet. De kategorier som användes för att analysera hjälpmedelsaspekten beskrivs i tabell 20.

Tabell 20 Kategorier som används i kategorisering av uppgifter från provbanksprov i fyk B och TIMSS Advanced i förhållande till betydelsen av de hjälpmedel som eleven har till hands

Hjälpmedel	Kod	Vid lösning av uppgiften
Ingen	O	ger varken formelsamling eller miniräknare väsentlig hjälp
Formelsamling	F	ger formelsamlingen definitioner eller samband som är användbara
Miniräknare	M	tar beräkningar väsentligt längre tid utan miniräknare
Formelsamling och miniräknare	FM	ger både formelsamling och miniräknare stor hjälp

Figur 16 visar på hur stor del av respektive prov som något av hjälpmedlen, miniräknare eller formelsamling, är till hjälp. På många uppgifter är både miniräknare och formelsamling till hjälp, vilket innebär att den totala procent-satsen är större än 100 procent. TIMSS-proven har ett avsevärt större inslag av uppgifter där varken formelsamling eller miniräknare är till väsentlig hjälp, medan provbanksproven har en större andel uppgifter där formelsamlingen eller miniräknaren är användbar. I provbanksproven har man i 90 procent av uppgifterna hjälp av formelsamlingen. Motsvarande siffra i TIMSS är 47 procent. En förklaring till att formelsamlingen är mer användbar i de svenska provbanksproven är att de formelsamlingar som tillåts där är mer omfattande.

Figur 16 Procentuell fördelning av vilken grad hjälpmedel har spelat roll vid olika prov



Staplarna *Ingen* anger andelen poäng hos de uppgifter som inte uppfyller något av de två andra villkoren. Staplarna *Formelsamling* anger andelen poäng där formelsamlingen kan vara till hjälp vid lösning av uppgiften. Staplarna *Miniräknare* anger andelen poäng där uppgiften tar väsentligt längre tid att klara utan miniräknare.

4.4.3 Vilka krav ställs på elevens svar?

Svarstyp

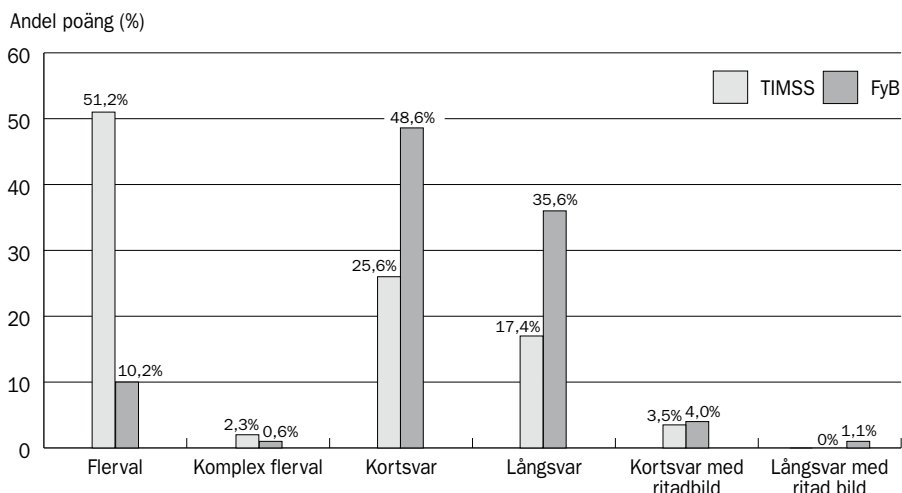
En del uppgifter i de prov som utvärderas kan ge fler än en poäng, där olika typer av svar krävs för olika poängsteg. Dessa uppgifter klassificeras utifrån vilken typ av svar som krävs för att nå full poäng, eller högsta betygsnivå, på den aktuella uppgiften. Denna indelning är hämtad från Skolverket (2006).

Tabell 21 Kategorier som används i kategorisering av uppgifter från provbanksprov i Fysik B och TIMSS Advanced i förhållande till uppgifternas svarstyp

Svarstyp	Kod	Uppgifter som besvaras genom
Flerval	FV	val bland flera givna svarsalternativ, där antal korrekta alternativ anges i uppgiften
Komplex flerval	KFV	val bland flera givna svarsalternativ, där okänt antal alternativ är korrekta eller där flera olika begrepp ska paras ihop med en definition eller ett fenomen
Kortsvar	KS	uträknat värde eller enstaka ord
Långsvar	LS	elevens egenkonstruerade redovisning eller utsaga som motiveras eller vars giltighet kommenteras
... rita	_r	att bara rita bild, graf eller ställa upp tabell (KS_r), eller att komplettera en utsaga med att rita (LS_r)

Precis som för matematiken tillhör ungefär hälften av poängen på TIMSS provuppgifter kategorin Flerval, 26 procent tillhör kategorin Kortsvar och 17 procent tillhör kategorin Långsvar. Andelen flervalsfrågor är inte särskilt överraskande eftersom det i TIMSS ramverk anges att minst hälften av poängen i TIMSS-proven ska komma från flervalsfrågor. På provbanksproven är den största kategorin Kortsvar, med 49 procent och den näst största kategorin långsvar med 36 procent. Resten fördelas även här på övriga svarstyper. Resultaten av kategoriseringen visar samma mönster för fysik som för matematik. TIMSS-proven har en avsevärt större andel flervalsfrågor än de svenska provbanksproven. De senare domineras istället av uppgifter där eleverna ska skriva ett kortare eller längre svar.

Figur 17 Procentuell fördelning av poäng mellan de olika svarstyperna för provbanksprov respektive TIMSS



Krav på redovisning

Denna kategorisering avser att övergripande belysa i vilken utsträckning som de undersökta proven kräver att eleverna redovisar sina beräkningar och resonemang. Uppgifterna i TIMSS-proven kräver som standard endast ett kort svar på uppgiften, och i de fall där redovisning krävs står det speciellt angivet. I provbanksproven är förhållandet det omvända, om inget annat anges krävs redovisning för full poäng på uppgiften. I de fall då redovisning inte krävs står det uttryckligen att ”endast svar fordras”. Alla uppgifter som klassificeras som långsvar klassificeras även som Redovisning krävs.

Tabell 22 Kategorier som används i kategorisering av uppgifter från provbanksprov i Fysik B och TIMSS Advanced i förhållande till om eleven förväntas redovisa sin tankegång vid problemlösning

Redovisning	Kod	För full poäng på uppgiften krävs
Krävs	J	redovisade beräkningar eller resonemang
Krävs inte	N	ingen redovisning av beräkningar eller resonemang

Andelen uppgifter där det krävs redovisning av beräkningar och resonemang är i provbanksproven 85 procent och i TIMSS 21 procent. Det finns inga uppgifter, i varken provbanksproven eller TIMSS prov, där svarstypen är flerval eller komplext flerval där redovisningar av beräkningar krävs.

4.4.4 Hur presenteras innehållet i uppgiften?

Textmängd

För att få åtminstone ett grovt mått på textmängden i uppgifterna räknas antalet ord i uppgifterna. Även om forskning har visat att det snarare är textens struktur än dess längd som spelar roll för läsbarheten så är mått på textlängd intressanta att jämföra och de säger något om vad som krävs av eleverna för att förstå uppgiften.

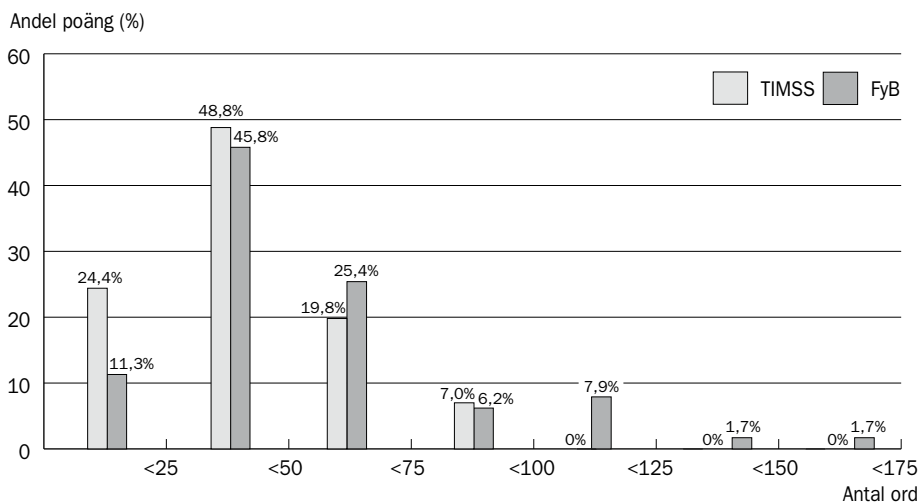
Tabell 23 Kategorier som används i kategorisering av uppgifter från provbanksprov i Fysik B och TIMSS Advanced i förhållande till hur många ord som används för att presentera uppgiften

Beräkningar	Kod	Uppgifter som presenteras
Inga ord	0	utan några ord
Ett ord	1	med ett ord
Två ord	2	med två ord
Etc.

I de fall där en inledande text berör flera av de följande deluppgifterna har för var och en av dessa deluppgifter antal ord registrerats som summan av orden i den gemensamma texten och deluppgiftens specifika text. I flervalsuppgifter räknas ord som ingår i de olika svarsalternativen. Renodlade instruktioner, som t.ex. ”endast svar krävs”, räknas inte med i textmängden.

De svenska provbanksproven har 48 ord per uppgift i medeltal och medianen är 43 ord. För uppgifterna i TIMSS ligger medeltalet på 41 och medianen på 39. TIMSS prov har inga uppgifter med mer än 100 ord men 12 procent av poängen på provbanksproven tillhör denna kategori. Den uppgift på provbanksproven som innehöll mest text, innehöll 166 ord.

Figur 18 Andel poäng fördelat efter textmängd. Uppgifternas textmängd är indelade i 25-ordsintervall



Grafik

Kategorierna från Skolverket (2006) har använts för att spegla förekomsten av tabeller, grafer och diagram i uppgifterna från TIMSS-proven och de svenska provbanksproven, med tillägg av kategorin *Ingen* för uppgifter som saknar grafik.

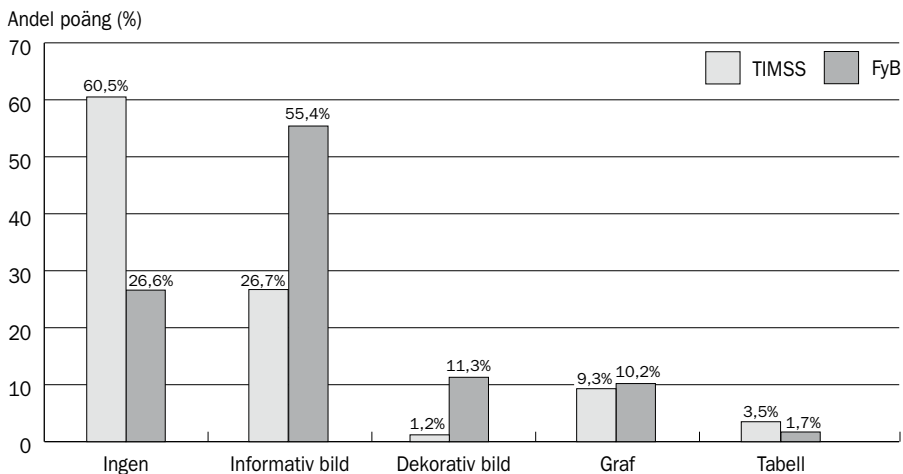
Tabell 24 Kategorier som används i kategorisering av matematikuppgifter från det svenska nationella provsystemet och TIMSS Advanced i förhållande till hur grafik används för att presentera uppgiften

Grafik	Kod	Uppgifter som presenteras
Ingen	N	utan hjälp av grafik
Dekoration	D	med bild som på något sätt illustrerar uppgiften, men som inte tillför nödvändig information
Informativ bild	B	med bild som innehåller nödvändig eller klagörande information för att kunna besvara uppgiften
Tabell	T	med tabell som innehåller nödvändig eller klagörande information för att kunna besvara uppgiften
Diagram/graf	G	med diagram/graf som innehåller nödvändig eller klagörande information för att kunna besvara uppgiften

I uppgifter med mer än en sorts grafisk illustration anges samtliga typer av grafik. En uppgift med både en informativ bild och en tabell, kategoriseras som BT. Grafik i gemensam text till deluppgifter, värderas utifrån dess betydelse för varje deluppgift.

I figur 19 är summan för varje prov större än 100 procent. Detta eftersom vissa uppgifter presenteras med mer än en form av grafik. Dessa uppgifters poäng har gett ett bidrag till samtliga kategorier som de klassificerats som. Detta diagram kan beskrivas som att det visar på hur stor andel av poängen som är kopplad till respektive grafisk presentation. Informativa och dekorativa bilder är mycket vanligare i provbanksproven än i TIMSS-proven och 60 procent av uppgifterna i TIMSS-proven har inga grafiska inslag alls. I provbanksproven är det endast drygt en fjärdedel av uppgifterna som inte har någon bild, tabell eller diagram/graf.

Figur 19 Staplarna anger hur stor andel poäng som tillhör uppgifter där respektive grafiktyp ingår



Ämnesord

Svårighetsgraden på de ämnesord som ingår i uppgiftens text klassificeras efter hur sent i utbildningen ordet har introducerats. Uppgifterna klassificeras enligt det ord i texten som har högst nivå.

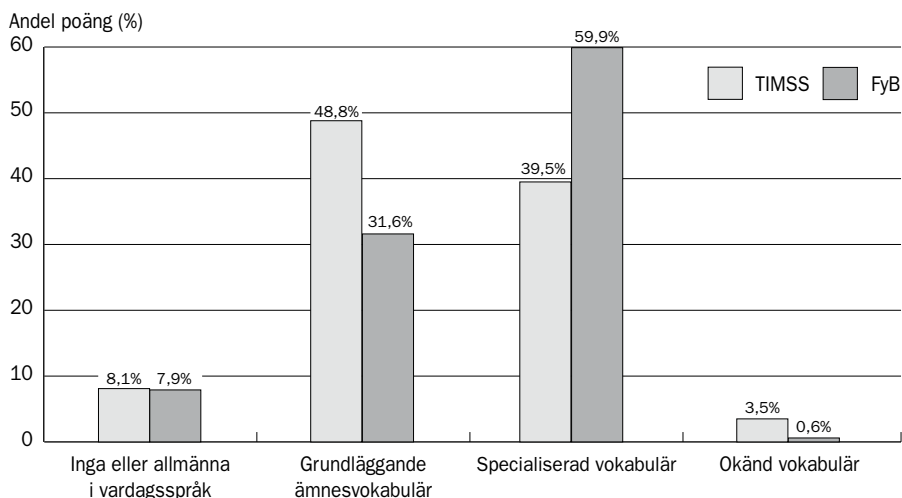
Tabell 25 Kategorier som används i kategorisering av uppgifter från provbanksprov i Fysik B och TIMSS Advanced i förhållande till förekomsten av ämnesspecifika ord

Ämnesord	Kod	I presentationen av uppgifterna förekommer
Inga eller allmänna i vardagsspråk	0	inga ord som är speciella för ämnet eller ämnesspecifika ord som förklarats samt begrepp inom ämnessfären som används i vanligt tal
Grundläggande ämnesvokabulär	1	ord som är specifika för det aktuella ämnet, och som eleven mött i Fysik A
Specialiserad vokabulär	2	ord som är specifika för det aktuella ämnet, och som eleven vanligen förväntas ha lärt i Fysik B
Okänd vokabulär	4	ord som är specifika för det aktuella ämnet och som eleven sannolikt aldrig har stött på

I vissa fall anses en uppgift vara möjlig att genomföra utan fysikförståelse trots att uppgiften innehåller ämnesspecifika ord. Ett exempel är en uppgift som innehåller ordet halveringstid och som går att lösa med enbart matematik. Ordet halveringstid dyker upp först i Fysik B och klassificeras därmed som *specialicerad vokabulär*, men ordet i sig är en sammansättning av två vanliga ord som gör det möjligt att förstå uppgiften utan att tidigare ha hört ordet.

TIMSS uppgifter har högre andel av ord som man kan anta att eleverna har mött i Fysik A. När det gäller ord som är specifika för Fysik B, har de svenska proven en högre andel sådana. TIMSS har något högre andel ord som man kan anta att eleverna aldrig har stött på.

Figur 20 Andelen poäng hörande till uppgifter kategoriserade utifrån ämnesorden i texten



Verklighetsanknytning

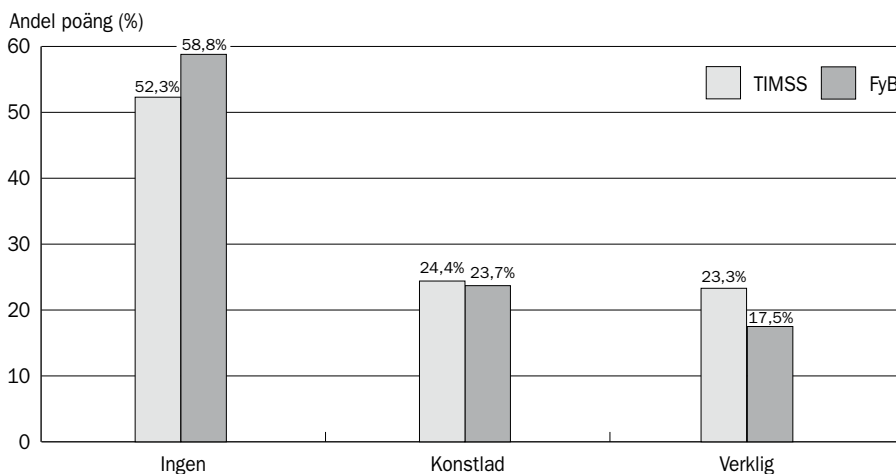
Aspekten verklighetsanknytning är till största del samma som i matematik. Då fysik handlar just om att beskriva verkligheten, handlar denna aspekt framför allt om huruvida uppgiften an knyter till en värld utanför ämnesteorin eller inte. Även om lampor i elektriska kretsar förekommer överallt i vardagen, klassificeras inte alla uppgifter som handlar om lampor i elektriska kretsar som att de har verklighetsanknytning. Om uppgiften däremot beskriver ett sammanhang, som till exempel hur en lampa i ett kylskåp ska vara kopplad för att få avsedd effekt, så klassificeras den som att den har verklighetsanknytning.

Tabell 26 Kategorier som används i kategorisering av uppgifter från provbanksprov i Fysik B och TIMSS Advanced i förhållande till uppgifternas verklighetsanknytning

Verklighetsanknytning	Kod	Uppgifter som beskriver ett sammanhang
Ingen	0	Som inte anknyter till en värld utanför ämnets interna konkretioner
Konstlad	1	Som baseras på en verklighet utanför ämnesteori och anknyter till praktiska situationer, men med frågor som troligen inte skulle ställas i dessa situationer
Verklig	2	Som är verklighetsanknutet (vardagsliv, samhälle, yrkesliv, forskning), med frågeställningar som kan förutsättas vara relevanta i det angivna sammanhanget

Över hälften av uppgifterna i både TIMSS-proven och de svenska provbanksproven har ingen som helst verklighetsanknytning. Ungefär en fjärdedel av uppgifterna har en konstlad verklighetsanknytning, dvs frågorna är sådana att de förmodligen inte skulle ställas i verkligheten alternativt lösas med betydligt enklare metoder. En fjärdedel av uppgifterna har en reell verklighetsanknytning. Fördelningen på kategorierna av verklighetsanknytning ser nästan likadan ut i TIMSS-proven som i provbanksproven.

Figur 21 Andelen poäng hörande till uppgifter kategoriserade utifrån ämnesorden i texten



4.5 Diskussion

Den analys av av matematik- och fysikuppgifter som redovisats här visar på såväl likheter som skillnader mellan TIMSS Advanced och det svenska nationella

provsystemet. I detta avsnitt kommer resultaten att sammanfattas och diskuteras utifrån metodaspekter och med utgångspunkt i de fyra övergripande frågor som ställts till materialet (se sidan 78).

4.5.1 Om metod

Analysresultaten bygger i hög grad på utformningen av den taxonomi som använts i kategoriseringen av uppgifterna samt urvalet av uppgifter som ingått i studien.

Taxonomin som använts för att kategorisera uppgifter har baserats på den taxonomi som utvecklats av Jan-Olof Lindström för en liknande jämförelse av uppgifter för grundskolans årskurs åtta (Skolverket, 2006). Några kategorier har tillkommit och några har ändrats för att på ett meningsfullt sätt kunna användas på uppgifter i matematik och fysik på en mer avancerad nivå. Mycket möda har lagts ned på att konstruera en taxonomi som fungerar. För studiens trovärdighet är det viktigt att taxonomin är genomskinlig och tydlig, och redovisningen i denna rapport är därför relativt utförlig när det gäller hur taxonomin ser ut.

Urvalet av uppgifter som ingått i studien har skett på något olika sätt för TIMSS och för det svenska nationella provsystemet. Alla uppgifter från TIMSS Advanced har kategoriserats och i förhållande till TIMSS måste studien alltså betraktas som en totalundersökning. När det gäller uppgifter från nationella prov och provbanksprov är mängden uppgifter mycket stor och det har varit nödvändigt att göra ett mindre urval bland alla dessa uppgifter, ett stickprov. Inget enskilt nationella prov eller provbanksprov kan täcka hela spännvidden av mål och kriterier som ingår i den svenska kursplanen. Däremot är målsättningen att detta ska kunna uppnås över några prov.

Mot den bakgrunden valdes uppgifterna från två nationella prov i Matematik D och två provbanksprov i Matematik E för att representera det svenska nationella provsystemet i matematik. I fysik valdes uppgifterna från fyra provbanksprov i Fysik B. Med det urvalet åstadkoms ett stickprov av uppgifter som motsvarar den avancerade matematik och fysik som TIMSS Advanced behandlar. Dessutom blir antalet uppgifter i stickprovet ungefär lika stort som antalet uppgifter i TIMSS Advanced.

Vilka uppgifter som valts från det svenska nationella provsystemet kan naturligtvis ha påverkat resultatet av jämförelsen med TIMSS, men det är osannolikt med så många uppgifter från fyra olika prov i matematik och fyra olika prov i fysik. Genom att delar av det som TIMSS uppgifter täcker återfinns i Matematik A-C respektive Fysik A så kommer naturligtvis urvalet av uppgifter att till sitt ämnesinnehåll inte visa hur uppgifter i gymnasieskolan fördelar sig på ämnesinnehåll. Om uppgifter från de tidigare kurserna tagits

med i analysen skulle vi fått en annan och kanske mer rättvisande bild av ämnesinnehållet, men det skulle sannolikt innebära andra komplikationer. Vilken elev skulle man utgå ifrån i bedömningen av kognitiv nivå hos uppgifterna i A-kursernas nationella prov eller provbanksprov? En elev som ska genomföra TIMSS Advanced, d.v.s läser några av de mer avancerade kurserna, eller en elev som endast läst en A-kurs? För den elev som läst de högre kurserna skulle antagligen uppgifternas kognitiva nivå vara låg, medan den elev som endast läst en A-kurs skulle sakna förutsättningar för att lösa de flesta uppgifter i TIMSS Advanced.

När det gäller metoden bör det även påpekas att den innebär en kategorisering av uppgifterna som därefter viktats efter uppgiftens maximala poäng. Jämförelsen görs alltså utifrån antal poäng i olika kategorier och inte utifrån antal uppgifter, vilket har åtminstone två fördelar. För det första är det ju poängen på uppgifterna som avgör resultatet, inte antalet uppgifter som en elev klarat. För det andra har speglar poängen i viss utsträckning uppgifternas omfattning, och de mer omfattande uppgifter som finns i det svenska nationella provsystemet skulle få orimligt låg betydelse om jämförelsen bara gjordes utifrån antal uppgifter.

4.5.2 Jämförelse av ämnesinnehåll

I matematik fördelar sig poängen från TIMSS-uppgifterna ganska jämnt över de tre huvudkategorierna som beskriver ämnesinnehåll: Algebra, Differential- och integralkalkyl, och Geometri. Detta resultat var väntat eftersom utgångspunkten för TIMSS Advanced var att det skulle vara ungefär lika stora andelar av de tre områdena (se Tabell 1). Bland uppgifterna från nationella prov i Matematik D och provbanksprov i Matematik E dominerar Differential- och integralkalkyl, medan Geometri är relativt svagt representerat. Inte heller detta är särskilt överraskande eftersom det återspeglar kursplanens beskrivningar av ämnesinnehållet i dessa kurser.

Även om det mesta av ämnesinnehållet i TIMSS återfinns även i uppgifterna från det svenska nationella provsystemet så finns det även sådant som inte gör det. Bland de kategorier av ämnesinnehåll som återfinns i TIMSS matematikuppgifter är det endast vektorer som inte ingår i någon av kursplanerna för gymnasiet. I gengäld ägnar proven från det svenska nationella provsystemet ganska stor uppmärksamhet åt differentialekvationer och rotationsvolym, vilket inte alls finns med i TIMSS prov. Anmärkningsvärt är att de delinnehåll som är betydligt mer representerade i de svenska proven tillhör Matematik E, och dessutom utgör stora delar av Matematik E. Största delen av Matematik E ligger således utanför TIMSS prov och ramverk.

I fysik fördelas TIMSS uppgifterna över de fyra huvudområdena på så sätt att Mekanik och Elektricitet och magnetism står för cirka 30 procent var, och Atom och kärnfysik och Värme och temperatur tillsammans står för 40 procent. Även här stämmer fördelningen väl med de intentioner för TIMSS-uppgifterna som redovisats i Tabell 2. I de svenska provbanksproven delas uppgifterna i huvudsak upp på tre av dessa områden. Mekanik står för ungefär hälften av alla uppgifter och Atom och kärnfysik och Elektricitet och magnetism tillsammans för den resterande hälften. Ingen av uppgifterna i de svenska proven ingår i området Värme och temperatur. Knappt en procent av uppgifterna klassas in i området Fysikens historia, ett område som inte finns med i TIMSS klassificering. Fördelningen är inte speciellt anmärkningsvärd med tanke på att de svenska proven kommer från kursen Fysik B. Området Värme och temperatur ingår i både Fysik A och Kemi A, så de svenska eleverna är inte obekanta med detta område. Tar man detta i beaktande, ser fördelningen inom områdena för TIMSS prov och de svenska proven ganska lika ut, även om uppgifter inom området Mekanik överväger något i Sverige.

Vid en närmare analys av uppgifternas ämnesinnehåll visar det sig att inom de huvudsakliga kategorierna av ämnesinnehåll i fysik finns vissa skillnader mellan TIMSS och de svenska uppgifterna. I de svenska proven är de mest centrala delarna av mekaniken mer representerade än i TIMSS proven, där exempelvis harmonisk svängning inte tas upp alls.

4.5.3 Jämförelse av vilka tankeprocesser som krävs av eleven

I matematik framträder en slående likhet mellan prov från det svenska nationella provsystemet och TIMSS Advanced när det gäller fördelningen mellan uppgifternas kognitiva nivåer.

Resultatet när det gäller TIMSS-uppgifternas fördelning på kognitiva nivåer avviker från den avsedda fördelning som beskrivs i Tabell 1. Detta kan förklaras med att den kognitiva kategoriseringen av TIMSS-uppgifter som redovisats i denna rapport utgår från svenska elevers erfarenheter och förutsättningar. En uppgift som i den internationella kategoriseringen betecknats som en faktauppgift kan av våra elever kräva tankeprocesser som snarast hör till Tillämpa eller Resonera.

En kategorisering av uppgiftens kognitiva nivå bygger på en bedömning av vilka tankeprocesser som eleverna måste ge sig i kast med för att kunna lösa uppgiften. Om eleven förväntas arbeta med en uppgift som har ett ämnesinnehåll som eleven inte mött, så kan eleven ändå i vissa fall lösa uppgiften genom att föra ett matematiskt resonemang. I andra fall reser ämnesinnehållet och den okända terminologin sådana hinder att det knappast är möjligt att lösa uppgiften, inte ens om avancerade resonemang förs. Det senare gäller till

exempel komplexa tal. I dessa fall blir det omöjligt att kategorisera uppgiften utifrån kognitiva aspekter. Uppgifter som uppfyller detta kriterium har i kognitivt hänseende kategoriserats som *förutsättningar saknas*.

Elever som läst Matematik D saknar på detta sätt förutsättningar att erhålla ungefär sju procent av poängen i TIMSS Advanced och motsvarande siffra för elever som läst Matematik E är fem procent. Vi kan alltså konstatera att det är en väldigt liten andel av poängen i TIMSS Advanced som svenska elever som läst Matematik D inte har förutsättningar att klara. Dessutom är skillnaden mot eleverna från Matematik E mycket liten. I den mån TIMSS Advanced visar på skillnader i resultat på TIMSS-proven mellan elever från Matematik D och Matematik E så beror det alltså inte på stora skillnader i förutsättningar när det gäller ämnesinnehåll, utan det kan snarare kopplas till att Matematik E är valbar vilket torde innebära att vi får ett positivt urval elever till denna kurs. Dessutom är det ju så att eleverna som läser Matematik E helt enkelt har haft fler timmar matematik och därmed bör ha haft möjligheter att nå en större matematisk mognad.

Inom fysiken är fördelningen något mer ojämn när man jämför TIMSS med de svenska proven. TIMSS prov är mer fokuserade på att komma ihåg fakta och att på förhand veta. De svenska proven lägger större vikt än TIMSS på att resonera kring uppgifterna. I kategorin tillämpa har såväl de svenska provbanksproven som TIMSS prov drygt 50 procent av poängen. Det betyder att denna kategori är den som storleksmässigt överensstämmer bäst mellan TIMSS och provbanksproven, och dessutom att det är den kategori som både TIMSS och det svenska provsystemet lägger tyngst vikt vid.

Utifrån kursplanen har svenska elever förutsättningar att klara alla uppgifter i provbanksproven om de läst Fysik B, vilket är rimligt då proven ska konstrueras med utgångspunkt i kursplanen. De finns några områden där svenska elever utifrån kursplanen inte har förutsättningar att klara fysikuppgifter i TIMSS. Det handlar om uppgifter inom området relativitetsteori, ett område som varken explicit eller implicit tas upp i de svenska styrdokumenterna.

Det finns en tydlig skillnad mellan de svenska proven och TIMSS prov när man jämför graden av beräkningar, inom både matematiken och fysiken. Jämfört med uppgifterna i TIMSS ställer en större andel av uppgifterna från det svenska provsystemet krav på beräkningar i flera steg. Skillnaden blir ännu större om man jämför andelen poäng hörande till dessa uppgifter. Detta återspeglar att de uppgifter som kräver beräkningar i flera steg också ger många poäng. I TIMSS fysikprov är över hälften av uppgifterna av typen att ingen eller triviala beräkningar krävs. De svenska fysikproven har en jämnare fördelning mellan de olika typer av beräkningar som kategoriserats.

Definitionen för att en uppgift ska klassificeras som "F" i aspekten hjälpmedel lyder: "formelsamlingen innehåller definitioner eller samband som används vid beräkningen". Denna formulering innebär att många uppgifter i de svenska proven i matematik och fysik hamnar i kategorin "F", då formelsamlingen som följer med dessa prov är ganska omfattande och innehåller mycket information som ofta används. Kategoriseringen återspeglar därmed inte i vilken mån eleverna har hjälp av formelsamlingen, eftersom mycket av det som står i formelsamlingen är utantillkunskaper för många elever. Av större intresse skulle kanske vara att undersöka i hur många uppgifter det finns relevant hjälp för lösning av uppgiften. Detta är svårt att göra med hög reliabilitet, då det kräver att man känner till vilken information i formelsamlingen som elever tar hjälp av.

Den jämförelse som gjorts ska snarare ses som ett uttryck för hur utantillkunskaper värderas i det svenska nationella provsystemet respektive TIMSS. Som exempel kan nämnas att formelsamlingen som påbjuds till de svenska nationella proven i matematik innehåller formeln för beräkning av en triangels area, medan samma formel inte finns med i TIMSS formelsamling. De svenska nationella proven kräver mäter följaktligen inte huruvida eleverna kan denna formel utantill, utan snarare ifall eleverna kan tillämpa den. TIMSS prov mäter i både fysik och matematik, förutom tillämpningen, om eleverna behärskar basala kunskaper eller inte. Resultaten skall alltså inte tolkas som att de formelsamlingar som används i det svenska nationella provsystemet innehåller mer hjälp än TIMSS formelsamling, utan som att utantillkunskaper värderas högre i TIMSS prov än i de prov som de jämförs med.

Miniräknare är tillåten på samtliga av TIMSS uppgifter och på alla uppgifter i provbanksproven i fysik, men endast på hälften av uppgifterna i NP i matematik. Trots detta är andelen poäng tillhörande uppgifter där miniräknaren är till nytta inom matematikproven ungefär lika stor i TIMSS som i de svenska proven. När det gäller fysiken visar analysen på en väsentlig skillnad som innebär att de svenska proven innehåller en större andel uppgifter där eleverna har hjälp av både formelsamling och miniräknare, jämfört med TIMSS.

4.5.4 Jämförelse av vilka krav som ställs på elevens svar

Det finns stora skillnader mellan vilka typer av svar som förekommer i de svenska proven och TIMSS prov. Över hälften av poängen i TIMSS provkonstruktion tillhör uppgifter där ett val sker mellan flera svarsalternativ. I proven från det svenska nationella provsystemet dominerar kortsvarsuppgifter. En iakttagelse som är direkt kopplad till om uppgiften har flervalssvar eller inte är möjligheten för eleven att gissa. Flervalssuppgifterna i TIMSS består vanligtvis av fem alternativ, vilket ger eleven 20 procents chans att klara uppgiften ge-

nom att kryssa för ett slumpvis valt alternativ. En fördel med flervalssuppgifter är att rättningen blir likvärdig och är enkel att genomföra. En kritik man kan rikta mot flervalssuppgifter är att de inte förekommer i verkliga livet. I riktiga situationer där beräkningar görs ges inga svarsalternativ.

Nationella prov och provbanksprov i matematik och fysik kräver i betydligt större utsträckning redovisning av beräkningar än vad TIMSS gör. De svenska proven ger därmed en bredare grund för att se i vilken grad en elev har tagit till sig förmågan att uttrycka sig matematiskt och fysiskt. Samtliga poäng tillhörande respektive uppgift har kategoriserats utifrån om redovisning krävs för att nå full poäng på uppgiften. I vissa flerpoängsuppgifter som kräver redovisning kan enligt rättningsanvisningarna enstaka poäng fås även utan redovisning, exempelvis ett poäng för korrekt svar. Om varje poäng kategoriserats för sig skulle andelen poäng som kräver redovisade beräkningar därför kunna minska något. Enligt de svenska rättningsmallarna är det endast enstaka poäng som skulle påverkas av en sådan kategorisering.

En förklaring till att andelen poäng som kräver redovisning av beräkningar är relativt liten i TIMSS är förstås att många uppgifter är av flervalstyp. Dessutom är det så att många av de övriga uppgifterna endast kräver att eleverna redovisar slutresultatet av sina beräkningar och resonemang, och alltså inte behöver redovisa sina tankegångar fram till detta svar. Proven från det svenska nationella provsystemet innehåller mycket färre uppgifter av flervalstyp och när eleverna ska svara utan att välja ett färdigt svarsförslag så förväntas de ofta även redovisa de tankegångar som ligger bakom det slutliga svaret. Slutsatsen av detta är att TIMSS provkonstruktion helt enkelt lägger mindre vikt vid redovisning av beräkningar än vad de svenska proven gör.

4.5.5 Jämförelse av hur uppgifterna presenteras

En viktig aspekt av hur uppgifterna presenterats gäller språkets användning, och i denna studie har bland annat textlängd, förekomst av ämnesspecifika ord och användningen av grafik i uppgifterna analyserats.

Resultaten visar på att i de svenska uppgifterna i fysik har fler ord än motsvarande TIMSS-uppgifter. I medeltal har de svenska uppgifterna fem ord mer än TIMSS uppgifter, och skillnaden är i stort sett lika stor om man jämför medianvärden. Dessutom är det vanligare med uppgifter som innehåller exceptionellt många ord i de svenska proven. Mer än tio procent av poängen från provbanksproven i fysik hör till uppgifter med mer än 100 ord medan det i TIMSS inte finns några uppgifter som har så många ord. I matematik är detta mönster ännu mer utpräglat. Skillnaden mellan de svenska proven och TIMSS är så stor som 16 ord i medeltal, medan skillnaden i median endast är två ord. En sådan skillnad mellan medelvärde och median är vanligen en följd

av att det finns en stor mängd extrema värden i det ena datamaterialet. I det här fallet består alltså skillnaden mellan de svenska proven och TIMSS i att gruppen uppgifter med exceptionellt många ord är stor i de svenska proven. Detta bekräftas av att TIMSS inte innehåller några uppgifter alls som har mer än 50 ord, medan 30 procent av poängen kommer från uppgifterna med mer än 50 ord i de svenska proven.

Resultaten pekar alltså på att uppgifterna i de svenska proven har mer text, men också på att de innehåller fler ämnesspecifika ord och större inslag av grafik. Hur påverkar dessa skillnader elevernas resultat i TIMSS? Uppgifter med en större textmängd prövar elevens förmåga att utläsa vilket problem som ska lösas, men även vilken information som är väsentlig och vilken som är överflödigt. Samtidigt som en stor mängd beskrivningar prövar relevant läsförståelse i ämnet och förståelse av ämnesord och liknande, kan texten mycket väl vara ett hinder för elever som har svårt för språk. Om detta stämmer bör vissa elever, som har lätt för logiskt tänkande men svårt för att läsa, prestera bättre på TIMSS prov än på NP och provbanksprov. När det gäller inslaget av grafik kan ett liknande resonemang föras. Uppgifter som innehåller grafik testar elevens förmåga att ur diagram och figurer utläsa väsentlig information. Däremot bör elevens språkliga förmåga inte påverka elevens lösning i dessa fall. Mängden ämnesspecifika ord i uppgifterna återspeglar om förståelsen för de matematiska begreppen och fysikbegreppen prövas eller inte. Förutom att färre ämnesspecifika ord förekommer i TIMSS prov än i NP och provbanksprov, finns även en del notationer förklarade i TIMSS. En större vikt vid den begreppsmässiga förståelsen läggs i de svenska proven, både i matematik och fysik.

Metoden att räkna antalet ord i en uppgift för att bestämma textmängden har en del inbyggda svårigheter. En svårighet ligger i att definiera vad som är ett ord. Efterom siffror och symboler inte tagits med i vår analys så kommer utformningen av texten att påverka textmängden. En uppgift som beskrivs med hjälp av många svåra ekvationer och tecken kan framstå som att den beskrivs med ringa textmängd. Ord som summa har räknats men inte tecken som \cdot . Det samma gäller med det matematiska begreppet fakultet och dess symbol, $!$. Förutom att provkonstruktörernas val av tecken kontra ord påverkar textmängden i uppgiften, påverkas även aspekten ämnesord på samma sätt. Mängden ekvationer eller formler i beskrivningen av en uppgift skulle således vara ytterligare en intressant aspekt att undersöka. Det är dessutom troligt att det kompakta språk som bygger på matematiska och fysikaliska symboler utgör en nog så stor utmaning när det gäller att tolka uppgifter i matematik och fysik.

Betraktar man att uppgifterna i NP och provbanksproven innehåller mer text, fler ämnesord, och mer grafik än uppgifterna i TIMSS prov, kan man dra slutsatsen att i Sverige läggs större vikt vid uppgiftens kontext och vid språklig förståelse. De svenska proven kräver i större grad än TIMSS prov att eleven ur en mängd information kan ställa upp problem och lösa dessa.

4.5.6 Slutsats

Jämförelsen av uppgifter i fysik från TIMSS och det svenska nationella provsystemet visar på en skillnad när det gäller de fördelningen av uppgifter på olika kognitiva nivåer. Ungefär lika stor tyngd ges åt uppgifter som handlar om att tillämpa kunskaper, men de svenska provbanksproven i fysik innehåller i mycket högre grad än TIMSS uppgifter som kräver resonemang, och på motsvarande sätt färre uppgifter som handlar om att veta och minnas. Analysen av uppgifter i matematik visar inte på någon sådan skillnad. Trots att det finns stora skillnader mellan de båda proven, vad gäller hjälpmedel, krav på beräkningar, informationsmängd och liknande, så är fördelningen på kognitiva nivåer ungefär lika.

I TIMSS matematikprov finns ett fåtal uppgifter som svenska elever inte har förutsättningar att klara på någon kognitiv nivå. Analysen indikerar att en elev som läst Matematik D har förutsättningar att klara 93 procent av provet och att en elev som läst Matematik E har förutsättningar att klara 95 procent av provet. Skillnaden mellan Matematik D och E är alltså endast två procentenheter och härrör från de uppgifter som tillhör delområdet komplexa tal. I TIMSS fysikprov är antalet uppgifter som svenska elever inte har förutsättningar att klara på någon av de kognitiva nivåer helt försumbar. Cirka en procent av poängen på TIMSS kommer från sådana uppgifter.

När det gäller hur problemen i uppgifterna presenteras skiljer sig de svenska proven och TIMSS prov åt på en rad punkter, både i matematik och fysik. Dessa kan sammanfattas i: att uppgifterna i de svenska proven är mer sammanfattade och att problemen i större grad kräver beräkningar i flera steg än uppgifterna i TIMSS prov där varje uppgift testar mer avgränsade kunskaper. Uppgifterna i de svenska proven är också i högre grad framställda i något sammanhang och beskrivs med hjälp av mer text och grafik än vad uppgifterna i TIMSS prov gör. Detta gör att uppgifterna i TIMSS i högre grad än de svenska proven prövar vad eleverna vet och kan göra utan möjlighet att formler, fakta och begrepp. De svenska proven ger i högre grad utrymme för att bedöma metoder, redovisningar och elevens användning av fysiktermer och matematiskt språk. TIMSS prov lägger större fokus vid huruvida svaret är korrekt eller inte.

**Test Curriculum
Matching Analysis
(TCMA)**

5. Test Curriculum Matching Analysis (TCMA)

I den internationella rapporteringen av TIMSS görs alltid en analys som ska visa om resultaten påverkas av de skillnader mellan nationella kursplaner och TIMSS ramverk som finns för varje deltagande land. Denna analys kallas för Test Curriculum Matching Analysis, TCMA. Analysen bygger på att varje deltagande land redovisar vilka av TIMSS-uppgifterna som är relevanta i förhållande till landets kursplaner. Den genomsnittliga andelen korrekta svar för dessa uppgifter beräknas, och jämförs mellan länder. För Sveriges del innebär det att våra elevers resultat på de uppgifter som anses relevanta för dem jämförs med hur elever i andra länder presterar på just de uppgifterna. Motsvarande jämförelse görs utifrån varje lands relevanta uppgifter.

Den TCMA som gäller TIMSS 2008 (Mullis et al., 2009) visar på att Sveriges resultat i förhållande till andra länder inte påverkas av vilka uppgifter som används i jämförelsen. Även om vi jämförs på de uppgifter som bedömts relevanta för svenska elever så blir bilden densamma som om vi använde alla uppgifter i TIMSS. I tabellerna 27 och 28 redovisas TCMA-analyserna för matematik och fysik. Raderna i tabellen visar de deltagande ländernas prestation på alla TIMSS-uppgifterna samt på de uppgifter som ansetts relevanta för länderna som anges högst upp i tabellen. För matematik (tabell 27) visar den rad som handlar om Sverige att svenska elever hade i genomsnitt 31 procent korrekta svar om vi tar med alla uppgifter. Vi kan vidare se att på de uppgifter som Ryssland ansett relevanta för deras läroplan så hade de svenska eleverna också 31 procent korrekta svar, medan motsvarande siffra på de uppgifter som bedömts relevanta för svenska förhållandet är 33 procent. Om man läser tabellerna kolumnvis hittar man siffror på hur eleverna från de olika länderna presterade på de uppgifter som ansetts relevanta för det land som står längst upp. Som exempel kan vi i den kolumn i tabell 27 som handlar om Sverige se att Ryssland har 58 procent korrekta svar, en procentenhet fler korrekta svar jämfört med om alla uppgifter räknats.

Tabell 27 Genomsnittlig andel (%) korrekta svar på samtliga matematikuppgifter i TIMSS Advanced 2008, samt på de uppgifter som varje land bedömt vara relevanta i förhållande till sin läroplan

Land	Genomsnittlig andel korrekta svar på alla uppgifter	Ryssland	Nederländerna	Libanon	Iran	Slovenien	Italien	Norge	Armenien	Sverige	Filipinerna
Ryssland	57	57	58	57	57	57	57	58	58	58	57
Nederländerna	54	54	56	53	55	54	54	55	54	56	54
Libanon	53	53	53	54	52	53	54	54	53	53	53
Iran	43	43	44	43	44	43	43	44	47	40	43
Slovenien	36	36	37	36	36	37	36	37	37	35	36
Italien	35	35	36	35	35	35	36	36	36	35	35
Norge	33	33	34	33	34	34	32	34	34	33	33
Armenien	32	32	33	32	33	33	32	33	36	32	32
Sverige	31	31	31	30	31	31	31	31	31	33	31
Filipinerna	24	24	25	24	24	25	24	25	25	24	24
Internationellt medelvärde	40	40	41	40	40	40	40	41	41	40	40
Antal identifierade uppgifter (poäng) ¹⁾	79	79	72	76	76	73	74	73	66	64	79

¹⁾ Matematikproven i TIMSS Advanced innehöll totalt 72 uppgifter. De flesta bedömdes med noll eller en poäng, men ett litet antal kunde ge upp till två poäng. Sammanlagt kunde uppgifterna ge 82 poäng. Efter en granskning togs några uppgifter bort och vissa tvåpoängsuppgifter gjordes om till enpoängsuppgifter, vilket gav en slutlig uppgiftsbank med 71 uppgifter och 79 poäng.

För matematikdelen av TIMSS Advanced 2008 visar alltså tabell 27 att den genomsnittliga andelen korrekta svar endast ökar marginellt om vi utesluter de uppgifter som inte bedömts vara relevanta för de svenska elever som deltog i studien (från 31 till 33 procent). Detta gäller även för de andra länderna. Enligt de siffror som redovisas i Sverige-kolumnen förändras Sveriges relation till de andra ländernas prestationer mycket litet av att jämförelsen sker endast med utgångspunkt i de uppgifter som bedömts vara relevanta i förhållande till den svenska gymnasieskolan. Motsvarande analys av fysikresultaten i TIMSS Advanced visar på samma sak (se tabell 28). För fysikens del är det ju dessutom väldigt få uppgifter som bedömts ligga utanför det fysikinnehåll som är relevant för de svenska eleverna.

Tabell 28 Genomsnittlig andel (%) korrekta svar på samtliga fysikuppgifter i TIMSS Advanced 2008, samt på de uppgifter som varje land bedömt vara relevanta i förhållande till sin läroplan

Land	Genomsnittlig andel korrekta svar på alla uppgifter	Nederländerna	Norge	Slovenien	Ryssland	Armenien	Sverige	Iran	Libanon	Italien
Nederländerna	57	57	57	57	57	57	57	57	60	55
Norge	47	47	47	47	46	47	47	47	50	48
Slovenien	47	47	47	47	47	47	47	48	50	49
Ryssland	46	45	46	46	46	46	45	46	49	47
Armenien	42	42	42	42	42	42	42	42	43	42
Sverige	42	41	42	41	41	42	41	42	46	41
Iran	37	37	38	37	37	37	37	38	38	40
Libanon	33	33	33	33	33	33	32	33	40	32
Italien	32	31	32	32	31	32	31	32	35	33
Internationellt medelvärde	42	42	42	42	42	42	42	43	46	43
Antal identifierade uppgifter (poäng) ²⁾	77	71	76	74	73	77	75	74	47	57

²⁾ Fysikproven i TIMSS Advanced innehöll totalt 71 uppgifter. De flesta bedömdes med noll eller en poäng, men ett litet antal kunde ge upp till två poäng. Sammanlagt kunde uppgifterna ge 84 poäng. Efter en granskning togs några uppgifter bort och vissa tvåpoängsuppgifter gjordes om till enpoängsuppgifter, vilket gav en slutlig uppgiftsbank med 68 uppgifter och 77 poäng.

Sammanfattningsvis visar TCMA att bilden av svenska elevers prestation förändras mycket litet om den får bygga på uppgifter som är relevanta för Sverige. Detta är en indikation på att samstämmigheten är god mellan uppgifterna i TIMSS och de uppgifter som svenska elever har mött i matematik- och fysikundervisningen i gymnasieskolan.

Avslutande reflektioner

6. Avslutande reflektioner

Rapporten har i fyra delstudier analyserat och rapporterat resultat från jämförelser mellan å ena sidan svenska kursplaner och provuppgifter och å andra sidan TIMSS ramverk och de uppgifter i matematik och fysik som använts i TIMSS Advanced 2008. Syftet har varit att undersöka samstämmigheten mellan centrala delar av det ämnesspecifika styrsystemet i Sverige och motsvarande enheter i TIMSS Advanced. Graden av samstämmighet är angelägen för trovärdigheten i resultaten från TIMSS Advanced och viktig för att kunna göra meningsfulla tolkningar av utfallet.

Sammanfattningsvis visar analyserna i denna rapport på god överensstämmelse mellan svenska kursplaner i matematik och fysik för gymnasieskolan och ramverket för TIMSS Advanced, samt mellan uppgifterna i svenska nationella prov och provbanksprov i matematik och fysik och uppgifterna i TIMSS Advanced. En del skillnader har identifierats, men de är mer på detaljnivå och på det stora hela påverkar de inte samstämmigheten. Den så kallade TCMA-analysen visar också att förekomsten av uppgifter som inte är direkt kopplade till svenska kursplaner i mycket liten grad tycks påverka det övergripande resultatet. Slutsatsen är alltså att analysen inte pekar på några avgörande problem med samstämmigheten som i sin tur skulle utgöra något allvarligt hot mot validiteten i TIMSS Advanced 2008.

I tillägg till rapportens betydelse för tolkning av TIMSS-resultaten kan också analysen av de svenska kursplanerna i relation till TIMSS ramverk ge ett bidrag till diskussionen om hur svenska kursplaner ska utformas i framtiden. Frågan är aktuell på grund av det pågående arbetet med utveckling av ämnes- och kursplaner för såväl grundskolan som gymnasium. Det är viktigt att internationella samlingar av mål för undervisning och lärande som till exempel TIMSS ramverk inte betraktas som ett mönster som måste följas. Det är också viktigt att vi inte låter TIMSS ramverk påverka våra kursplaner bara för att Sveriges elever ska förbättra sina resultat i TIMSS-undersökningarna. Däremot kan jämförelser av svenska kursplaner med andra sätt att konstruera målformuleringar utmana vårt tänkande kring kursplaner och ge viktiga bidrag till diskussionen om hur kursplaner kan och bör se ut.

Studierna som rapporterats här innehåller med nödvändighet vissa begränsningar. Jämförelsen mellan uppgifterna från det nationella provsystemet och TIMSS-proven bygger på ett urval prov och jämförelsen mellan styrdokument bygger endast på kursplaner inklusive betygskriterier. Det är inte troligt att dessa avgränsningar på något avgörande sätt påverkat utfallet. Kursplanerna kan till exempel antas vara den del av styrdokumentet som i högre grad än

andra påverkar vad som sker i klassrummet, och har ett inflytande på vilken matematik och fysik som eleverna får möta.

Avslutningsvis är det värt att notera att kursplanen ger lärare ett stort tolkningsutrymme och att vårt svenska styrsystem bygger på att mål och kriterier ska tolkas lokalt i det som kallats en deltagande målstyrning. För att fördjupa förståelsen av samstämmigheten mellan TIMSS och svenska elevers erfarenheter i klassrummet måste även den implementerade läroplanen undersökas genom till exempel studier av läroböcker eller klassrumsstudier.

Referenser

7. Referenser

- Andersson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., et al. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing. A revision of Bloom's taxonomy of educational outcomes*. New York: Longman.
- Bergström, G., & Boréus, K. (2000). *Textens mening och makt. Metodbok i samhällsvetenskaplig textanalys*. Lund: Studentlitteratur.
- Bergqvist, E. (2006). *Mathematics and mathematics education: two sides of the same coin: some results on positive current related to polynomial and creative reasoning in university exams in mathematic* (avhandling för doktorsexamen, Umeå universitet).
- Bergqvist, E. & Lind, A. (2005). *Är det lättare att dela med fyra än med två när man läser matte c?: En jämförelse av svårighetsgrad mellan olika versioner av matematikuppgifter i Nationella kursprov*. (BVM nr 12) Umeå universitet: Institutionen för beteendevetenskapliga mätningar. Umeå.
- Björk, L-E. & Brolin, H. (2000). *Matematik 3000; Kurs C och D lärobok. Naturvetenskap och teknik*. Stockholm: Natur och kultur.
- Björk, L-E. & Brolin, H. (2001). *Matematik 3000; Kurs E lärobok. Naturvetenskap och teknik och KOMVUX*. Stockholm: Natur och kultur.
- Bloom, B. S. (Ed.). (1956). *Taxonomy of educational objectives: The cognitive domain*. New York: McKay.
- Bokne, D., & Kristmansson, O. (2007). *Samma ämne – olika uppgifter. En jämförande studie av matematikuppgifter i TIMSS Advanced och nationella prov*. Umeå: Institutionen för matematik, teknik och naturvetenskap, Umeå universitet.
- Clune, W. H. (2001). Toward a theory of standards-based reform: The case of nine NSF statewide systemic initiatives. In S. H. Fuhrman (Ed.), *From the capitol to the classroom. Standards-based reform in the States*. Chicago: National Society for the Study of Education (NSSE).
- Englund, T. (1997). Undervisning som meningserbjudande. I M. Uljens (Red.). *Didaktik*. Lund: Studentlitteratur.

- Garden, R. A., Lie, S., Robitaille, D. F., Angell, C., Martin, M. O., Mullis, I. V. S., et al. (2006). *TIMSS Advanced 2008 Assessment Frameworks*. Boston: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- Lithner, J. (2008). A research framework for creative and imitative reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 67, 255-276.
- 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*. Chesnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Nyström, P. (2008). *Identification and analysis of text-structure and wording in TIMSS-items*. Paper presented at the The 3rd IEA International Research Conference. Retrieved January 12 2009, from http://www.iea.nl/fileadmin/user_upload/IRC2008/Papers/TIMSS_Mathematics/Nystrom.pdf.
- Skolverket. (1996). *TIMSS: svenska 13-åringars kunskaper i matematik och naturvetenskap i ett internationellt perspektiv* (Skolverkets rapport nr. 114). Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (1998). *TIMSS: Kunskaper i matematik och naturvetenskap hos svenska elever i gymnasieskolans avgångsklasser* (Skolverkets rapport nr. 145). Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (2000). *Naturvetenskapsprogrammet. Program mål, kursplaner, betygskriterier och kommentarer*. Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (2004). *TIMSS 2003. Svenska elevers kunskaper i matematik och naturvetenskap i skolår 8 i ett nationellt och internationellt perspektiv* (Rapport nr. 255). Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (2005). *Skolverkets provbank. Om användning och icke-användning*.
- Skolverket. (2006). *Med fokus på matematik och naturvetenskap*. (Rapport nr. 221). Stockholm: Skolverket.
- Skolverket. (2009). *TIMSS Advanced 2008. Svenska gymnasieelevers kunskaper i avancerad matematik och fysik i ett internationellt perspektiv*. (Rapport nr. 336). Stockholm: Skolverket.

Utbildningsdepartementet (2004). *Uppdrag till Statens skolverk avseende det nationella provsystemet* (Dnr U2004/5293/S). Stockholm: Utbildningsdepartementet.

Webb, N. L. (1997). *Criteria for alignment of expectations and assessments in mathematics and science education* (Research Monograph No. 6). Madison: National Institute for Science Education.

TIMSS Advanced 2008 (*Trends in International Mathematics and Science Study*) är en studie som undersöker elevers kunskaper i avancerad matematik och fysik i gymnasieskolans sista år. I Sverige motsvarar detta de elever som läst kurserna Matematik D och Fysik B.

Hur samstämmiga är svenska styrdokument och nationella prov med ramverk och uppgifter i TIMSS Advanced 2008?

Den frågeställningen försöker denna rapport svara på då en viktig utgångspunkt för tolkning och analys av resultaten från TIMSS Advanced 2008 är att veta i vilken utsträckning som matematik- och fysikuppgifterna som ingår i studien handlar om sådant som eleverna har haft möjlighet att lära sig. Om det till exempel finns delar av hur kunnandet i respektive ämne definieras i TIMSS som inte motsvarar vad de svenska eleverna förväntas ha arbetat med, så kan vi kanske inte förvänta oss särskilt goda resultat på dessa områden. Om däremot till exempel ämnesinnehåll i TIMSS är samstämmigt med vad som ingår i de svenska gymnasiekurserna så höjs förväntningarna på elevernas resultat.

Skolverket

www.skolverket.se