



GÖTEBORGS
UNIVERSITET

Elevers vardagsföreställningar och förväntningar kring fysikens koncept

- En undersökning med Force Concept Inventory i gymnasieskolan



Namn: Simon Raneflod

Program: Ämneslärarprogrammet med inriktning mot arbete i gymnasieskolan – Fysik och Matematik

Examensarbete: 15 hp
Kurs: LGFY1A
Nivå: Avancerad nivå
Termin/år: VT 2016
Handledare: Ingela Bursjö & Jonas Enger
Examinator: Caroline Beck Adiels
Kod: VT16-3050-003-LGFY1A

Nyckelord: Koncept Vardagsföreställningar Fysik Mekanik Gymnasieskola
Gender Adapted Force Concept Inventory FCI GFCI MPEX

Abstract

Students come to the physics classroom with experiences, beliefs about the world and expectations on the subject that affect how students think about and learn the basic concepts in physics. This thesis examines quantitatively how students in upper secondary school perform in the conceptual test Gender Adapted Force Concept Inventory (GFCI) and which misconceptions students have. Further more the students' expectations of concepts in physics and how these correspond with the performance in the conceptual test are examined.

The study found that students taking the physics course Fysik 1 in upper secondary school scored 41% on the GFCI and the most common misconceptions were connected to the dominance principle, impetus and that heavier objects fall faster. The students had about as much favorable as unfavorable expectations on concepts in physics. No correlation between favorable expectations and performance in the GFCI could be found.

It can be difficult for teachers to understand which conceptions students have and where they come from. The methods used in this study and it's results can be used to give teachers a better understanding of how students think about the concepts in physics and help the teacher to plan instruction. For an effective teaching students' most common misconceptions need to be taken in account. These might otherwise impede the conceptual understanding in physics.

Sammanfattning

Elever kommer till skolans fysikundervisning med tidigare erfarenheter, föreställningar om världen och förväntningar på ämnet, vilka påverkar hur elever resonerar och lär sig kring koncept i fysik. Detta examensarbete undersöker kvantitativt hur elever i gymnasiet presterar i det konceptuella testet Gender Adapted Force Concept Inventory (GFCI) och vilka vardagsföreställningarna elever har. Även elevers förväntningar på koncept i fysik och hur dessa samverkar med prestationen i det konceptuella testet undersöks.

Studien fann att de elever som läste Fysik 1 i gymnasiet fick 41 % i GFCI och att de vanligaste vardagsföreställningarna var kopplade till dominansprincipen, "levande krafter" och att tyngre objekt faller snabbare. Eleverna visades ha ungefär lika mycket fördelaktiga som ofördelaktiga förväntningar på koncept i fysik. Ingen samvariation mellan fördelaktiga förväntningar och prestation i GFCI kunde finnas.

Det kan vara svårt för lärare att förstå vilka föreställningar elever har och var de kommer ifrån. De metoder som användes för undersökningen och dess resultat kan användas för att ge lärare ökad förståelse för hur elever resonerar och för att planera undervisning. För en effektiv undervisning behöver läraren ta hänsyn till elevers vanligaste vardagsföreställningar, vilka annars riskerar att hämma elevers konceptuella förståelse i fysik.

Förord

Först och främst vill jag tacka de lärare och elever som deltog i undersökningen! Jag skulle även vilja tacka handledarna Ingela Bursjö och Jonas Enger för kloka ord under detta arbetets gång. Tack Ann-Marie Pendrill för ditt uppmuntrade till att göra en undersökning med Force Concept Inventory och att du delade med sig av material. Tack familj och tack till er andra som jag borde nämnt!

Simon Raneflod 13-06-2016

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
2 Teoretisk bakgrund	2
2.1 Elevers föreställningar om världen.....	2
2.2 Vad menas med vardagsföreställningar?.....	2
2.3 Vanliga vardagsföreställningar.....	3
2.4 Force Concept Inventory (FCI).....	4
2.4.1 Kritik och Gender Adapted Force Concept Inventory (GFCI).....	4
2.4.2 Resultat från FCI i andra studier.....	5
2.5 Elevers förväntningar på koncept i fysik.....	5
2.5.1 Maryland Physics Expectations (MPEX).....	6
2.6 Undersökningens syfte.....	7
2.7 Undersökningens frågeställningar.....	7
3 Metod	8
3.1 Undersökningens deltagare och genomförande.....	8
3.2 Undersökningens utformning.....	8
3.3 Maryland Physics Expectations (MPEX).....	9
3.3.1 Enkätens utformning.....	9
3.3.2 Datainsamling och bearbetning av data.....	10
3.4 Gender Adapted Force Concept Inventory (GFCI).....	10
3.4.1 Datainsamling och bearbetning av data.....	10
3.4.2 Framtagning av taxonomi över vardagsföreställningar.....	10
3.5 Lärarenkät.....	11
3.5.1 Enkätens utformning.....	11
3.5.2 Datainsamling och bearbetning av data.....	11
3.6 Koncentrationsanalys.....	11
3.7 Undersökningens reliabilitet.....	12
3.8 Undersökningens validitet.....	13
3.9 Undersökningens generaliserbarhet.....	14
3.10 Forskningsetiska ställningstaganden.....	14
4 Resultat	15
4.1 Taxonomi över vardagsföreställningar.....	15

4.2	Resultat av koncentrationsanalys.....	16
4.3	Resultat av elevers förväntningar på koncept i fysik.....	17
4.4	Prestationer i GFCL.....	18
4.5	Resultat av lärarens förväntningar och kommentarer.....	19
5	Analys.....	20
5.1	Analys av de vanligaste vardagsföreställningarna.....	20
5.1.1	Gravitation.....	20
5.1.2	Newtons tredje lag.....	21
5.1.3	Kontaktkrafter.....	22
5.2	Analys av elevers förväntningar på koncept i fysik.....	22
5.3	Analys av resultat i GFCL.....	23
5.4	Analys av lärarnas förväntningar och kommentarer.....	23
6	Diskussion.....	25
6.1	De vanligaste vardagsföreställningarna.....	25
6.1.1	Jämförelser.....	25
6.2	Elevers förväntningar på koncept i fysik.....	25
6.2.1	Jämförelser.....	26
6.2.2	Fördelaktiga förväntningar på koncept i fysik	26
6.3	Lärares förväntningar på prestationer i GFCL.....	27
6.4	Prestationer i GFCL.....	27
6.4.1	Jämförelser.....	27
6.4.2	Kontextberoende förståelse.....	27
6.5	Metodologisk diskussion.....	28
6.5.1	Reflektioner kring koncentrationsanalys.....	29
6.6	Vidare forskning.....	29
6.7	Implikationer för fysikundervisning.....	29
7	Referenslista.....	31

1 Inledning

Detta arbete skrevs som examensarbete i ämneslärarprogrammet med inriktning mot arbete i gymnasieskolan vid Göteborgs Universitet. Under utbildningen till fysik- och matematiklärare har författaren både brutit egna samt stött på elevers felaktiga föreställningar om världen, det vill säga föreställningar som inte stämmer överens med vetenskapliga vedertagna förklaringen.

Det är som Redish, Saul och Steinberg (1998) menar, att inga elever är ”blanka blad” när de kommer till ett fysikklassrum. Tidigare föreställningar och förklaringsmodeller går inte att undvika och om man som lärare önskar använda en elevcentrerad undervisning är det önskvärt att få syn på de föreställningar ens elever har. Inte minst eftersom gymnasieskolans fysikundervisning syftar till att elever ska få möjlighet att utveckla ett naturvetenskapligt perspektiv på omvärlden och behandla teoriernas och modellernas begränsningar och giltighetsområden enligt gymnasieskolans ämnesplan för fysik (Skolverket, 2011). Undervisningen ska även, enligt ämnesplanen, bidra till att elever utvecklar förmågan att kritiskt värdera och skilja mellan påståenden (ibid.). För att göra detta behövs den vetenskapliga förklaringen.

I detta arbete används metoder för att få syn på de föreställningar och förväntningar elever har om fysik. Dels används ett konceptuellt test, Gender Adapted Force Concept Inventory (GFCI) för att identifiera vilka föreställningar elever har som inte stämmer med den klassiska fysiken. Dels används en enkät Maryland Physics Expectations (MPEX) för att synliggöra vilka förväntningar elever har på konceptuell förståelse i fysik.

Resultaten av undersökningen kan omsättas i undervisningen i ett formativt syfte och det är rimligt att anta att kommunikationen mellan lärare och elever underlättas när läraren förstår elevers förklaringsmodeller.

2 Teoretisk bakgrund

I detta kapitel kommer först en beskrivning av vad föreställningar och vardagsföreställningar är och vilka vanliga förekommande vardagsföreställningar inom klassisk mekanik det finns beskrivna i relevant litteratur.

Därefter återges teoretisk bakgrund till två olika kvantitativa mätverktyg, Gender Adapted Force Concept Inventory och Maryland Physics Expectations, vilka är de huvudsakliga verktygen i undersökningen.

Kapitlet avslutas med undersökningens syfte och de frågeställningar som forskaren arbetat utifrån.

2.1 Elevers föreställningar om världen

Ingen elev börjar studera fysik utan välgrundade föreställningar om hur världen kring oss fungerar. Elever har utifrån tidigare erfarenheter själva skapat förståelse och byggt koncept, vilka inte alltid är förenliga med de koncept som lärs ut i skolfysikens undervisning eller hindrar elever att dra de slutsatser som undervisningen syftar till menar Redish et. al. (1998).

Elevers föreställningar om världen går inte att undvika i fysikundervisning. Halloun och Hestenes (1985) menar att dessa rent av är nödvändiga för att kunna föra en diskurs i fysik, att vetenskapliga förklaringar kan betraktas som en förlängning och modifikation av de föreställningar som redan finns. Undervisning som inte tar hänsyn till de föreställningar elever kommer till klassrummet med blir enligt Hestenes, Wells och Swackhamer (1992) ineffektiv och kan leda till att elever i fortsatta studier kan tvingas till att lära sig fragmentariskt och genom memorering när de inte förstår de grundläggande koncepten. I sin tur medför detta att uppgifter i fysik blir meningslösa för eleverna och påverkar attityder till ämnet negativt.

Att inkorrekta föreställningar existerar hos elever menar Halloun och Hestenes (1985) inte är märkligt, då dessa funnits sedan naturvetenskapens begynnelse. Tidigt väl ansedda vetenskapsmän innan Newtons förklaringsmodell kom, som till exempel Aristoteles, Galileo och Newton själv, hade problem med att dra korrekta slutsatser om världen. Enligt Sjöberg (2010) är det få, till och med bland fysikstudenter vid universitet, som verkligen tror på Newtons lagar. Föreställningar som byggts upp under en lång tid i individens liv och fungerat bra för att förklara världen är mycket stabila och svåra att förändra i undervisning (ibid.). När elevers föreställningar hamnar i konflikt med de vetenskapliga förklaringarna som skolan ska förmedla sker det ofta att elever bygger upp alternativa förklaringsmodeller som de växlar mellan, att det i skolan gäller en viss typ av förklaringar och utanför skolan en annan. Intuitiva föreställningar som fungerat utanför skolan fortsätter användas i vardagliga sammanhang (ibid.). Att möta föreställningarna elever har och att genom sin undervisning få elever att tro på de vetenskapliga förklaringar som skolan ska förmedla är svårt. Utan att gå in för djupt i hur undervisning kan genomföras och anpassas för att lyckas med konceptuell förändring (utanför ramen för detta arbete) kan ett första steg på vägen vara att identifiera vilka föreställningar det finns hos elever.

2.2 Vad menas med vardagsföreställningar?

Det används många olika begrepp för elevers föreställningar. Sjöberg (2010) argumenterar för att begreppen vardagsföreställningar eller alternativa föreställningar bör användas på grund av att de inrymmer såväl de fall föreställningarna beror på missförstånd, tillfälliga idéer som då

de ingår i en genomtänkt förklaringsmodell. Genom att använda den mindre teoretiskt laddade benämningen vardagsföreställning går det att undvika en teoretisk debatt om föreställningens uppkomst. Savinainen (2004) argumenterar på liknande sätt för användande av det engelska begreppet "misconception", vilket kan översättas till vardagsföreställning. I detta arbete används benämningen vardagsföreställning till föreställningar som är i konflikt med de koncept som ingår i den klassiska mekaniken. Ingen vikt i hur eller var de inkorrekta föreställningarna uppstått läggs i ordets betydelse.

2.3 Vanliga vardagsföreställningar

Extensiv forskning har bedrivits för att dokumentera de vardagsföreställningar elever har inom fysik. En bibliografi för delar av denna forskning finns i McDermott och Redish (1999). Några av de mest utbredda vardagsföreställningarna i Newtons mekanik kallas enligt Sjöberg (2010) ofta för aristoteliska på grund av att de påminner om den beskrivning av kraft och rörelser som Aristoteles gav. Flera andra vanliga vardagsföreställningar härstammar enligt Halloun och Hestenes (1985) från 1400-talet och handlar om "levande kraft" (eng. impetus).

En vanlig vardagsföreställning enligt litteratur (Sjöberg, 2010; Halloun & Hestenes, 1985) är att kroppar strävar efter att vara i vila och att alla rörelser har orsaker. Detta är i motsättning till Newtons första lag som säger att kroppar som inte påverkas av krafter förblir i jämviktstillstånd. En kropp som rör sig fortsätter röra sig med konstant hastighet om inga krafter verkar på kroppen. Halloun och Hestenes (1985) menar att föreställningen ofta kan visa sig i förklaringar om varför något faller, att kroppar faller för att de vill vara i vila på jordens yta.

En annan vanlig omskriven (Sjöberg, 2010; Halloun och Hestenes, 1985) vardagsföreställning är att fart och kraft är proportionella och att kroppen rör sig i kraftens riktning. Proportionaliteten medför att en större kraft ger en högre hastighet. Detta är i konflikt med Newtons andra lag som säger att det är accelerationen, det vill säga ändring av hastigheten, som är proportionell mot kraften.

I analogi med tron på att kroppar rör sig kraftens riktning är det enligt ibid. även vanligt att tro att krafter måste verka på kroppar som rör sig. Denna vardagsföreställning skulle till exempel visa sig genom en tro på att en sten som kastats och befinner sig i luften, har en kraft (utöver tyngdkraft, luftmotstånd) som "drar" stenen genom luften. Medan kraften som "drar" stenen genom luften ("levande kraft") gör motriktade krafter (ex. luftmotstånd, tyngdkraft) att kraften i rörelseriktningen minskar. När kraften i rörelseriktningen minskar tappar stenen hastighet och när kraften tagit slut faller stenen till marken enligt elever med vardagsföreställningen.

I konflikt med Newtons tredje lag förekommer en föreställning om att det vid växelverkan mellan kroppar existerar en slags dominansprincip. Hestenes et. al. (1992) beskriver vardagsföreställningen med en tro på att den "mer kraftfulla" av två kroppar verkar med större kraft på den andra. Med "mer kraftfull" menas i sammahanget "större", "större massa", "högre hastighet" eller "mer aktiv".

Andra utbredda vardagsföreställningar är enligt Halloun och Hestenes (1985) tron på att fallande kropps hastighet är proportionell mot kroppens vikt vilket medför att tyngre kroppar faller snabbare (eller längre) än lättare och att krafter endast verkar i ett medium (som luft). Inom kinematik är de vanligaste vardagsföreställningarna kopplade till svårigheter med att särskilja hastighet och acceleration, samt svårigheter kopplade till storheternas vektoriella natur.

Samtliga nämnda vardagsföreställningar (med variationer) och flera har Hestenes et. al. (1992) sammanställt i en taxonomi. Alla vardagsföreställningar i taxonomin behöver inte hanteras explicit, utan vissa vardagsföreställningar tenderar att försvinna vid hanterandet av andra i undervisningen och när elever börjar anamma Newtons förklaringsmodell (ibid.). De svåraste vardagsföreställningarna att bryta är de kopplade till "levande krafter" som orsak till rörelse och dominansprincipen, vilka riskerar att stanna hos elever en lång tid om de inte hanteras (ibid.).

2.4 Force Concept Inventory (FCI)

Force Concept Inventory (FCI) är ett test av och publicerat i Hestenes et. al. (1992) med frågor behandlande klassisk mekanik och dess koncept. Kraftbegreppet som frågorna i FCI kretsar kring kategoriserades in i underbegreppen kinematik, Newtons första, andra och tredje lagar, superpositionsprincipen och olika krafter (innehållandes bland annat gravitation och friktion).

Frågorna på testet är ställda på så sätt att inga beräkningar behöver göras och i kontexter som är mer vardagskopplade än de standarduppgifter som elever ofta stöter på i läroböcker. På detta sätt ska eleverna inte kunna lösa testets uppgifter genom ren igenkänning. Tanken är att frågorna ska synliggöra vilka koncept elever har internaliserat eller ej.

Till varje fråga ges fem svarsalternativ (A, B, C, D och E) och det är endast ett av alternativen som är korrekt enligt Newtons förklaringsmodell. De inkorrekta svarsalternativen, som kallas distraktorer, är konstruerade utifrån andra förklaringsmodeller och på ett sätt så att de väljs om de känns intuitivt korrekta. Till de olika inkorrekta svarsalternativen i frågorna skapade Hestenes et. al. (1992) en extensiv taxonomi över vilka vardagsföreställningar de representerar.

Vilka svarsalternativ (förklaringsmodell) som väljs kan i en testgrupp visa om det i gruppen existerar några vardagsföreställningar, vilket anges av Hestenes et. al. (1992) som ett av användningsområdena för FCI. Testet kan nyttjas för att identifiera och klassificera samt göra lärare medvetna om de föreställningar som finns i en klass. FCI kan också användas för att utvärdera undervisning. Ofta görs då en undersökning både före och efter en kurs eller ett kurssegment. Det tredje användningsområdet för testet är att det skulle kunna fungera som urvalsinstrument till mer avancerade kurser vid universitet.

En reviderad version av FCI gjordes av Halloun, Hake, Mosca & Hestenes (1995) och har därefter publicerats i Mazur (1997). I den reviderade versionen återfinns 30 frågor istället för 29 som det fanns i den ursprungliga. Dessutom menar Hake (1998) att den reviderade versionen har förbättrats på så sätt att det finns färre tvetydigheter som minskar risken till korrekta svar på fel grunder. Några uppgifter är utbytta mot andra och det förekommer viss ändring bland några svarsalternativ. I sin forskning rörande begreppscoherens har Savinainen (2004) kategoriserat frågorna i den reviderade versionen av FCI av Halloun et. al. (1995) utifrån vilka kontextuella domäner de tillhör. Dessa benämns som dimensioner och är indelade i kinematik, Newtons första lag, Newtons andra lag, Newtons tredje lag, gravitation och kontaktkrafter.

2.4.1 Kritik och Gender Adapted Force Concept Inventory (GFICI)

FCI har under åren utsatts för en del kritik, bland annat av Heller och Huffman (1995) som menar att de olika begrepp som bygger upp det större kraftbegreppet enligt Hestenes et. al. (1992) inte behöver vara sammanhängande endast på grund av ett bra resultat på testet.

Hestenes et. al. (1992) angav ursprungligen att testresultat på 60 % visar på en koherent förståelse för kraftbegreppet och dess olika kategorier. Heller och Huffman (1995) menar att resultatet på FCI behöver granskas kritiskt och att det inte bör tas för givet att elever med ovan testresultat inte nödvändigtvis behöver ha koherent förståelse för kraftbegreppet. Halloun och Hestenes (1995) presenterade utifrån denna kritik ytterligare en gräns där resultat över 85 % kan tolkas som att Newtons förklaringsmodell helt har anammats.

Övrig kritik mot FCI gavs bland annat av Rennie och Parker (1996) som menade att frågornas kontexter gynnade män mer än kvinnor. I ett försök att utjämna könsskillnader föranledde McCullough och Foster (2001) att omformulera frågorna i FCI till mer könsneutrala kontexter vilket resulterade i GFCI (GFCI). En svensköversatt version av GFCI tillhandahölls av Ann-Marie Pendrill (personlig kommunikation, 11 april 2016) vid Göteborgs Universitet och är det test som användes i detta arbetets undersökning. På grund av att testen ska bibehålla reliabilitet och kunna användas i forskningssyften är de ytterst sparsamt publicerade och ofta endast tillgängliga genom personliga kontakter. Den svensköversatta versionen av GFCI som används i undersökningen bifogas inte på grund av ovanstående anledning.

2.4.2 Resultat från FCI i andra studier

Författaren har inte funnit svenska studier användande FCI. Internationellt sett, och då främst USA, används FCI oftare. Hake (1998) har samlat ihop resultat från studenter i olika högre skolformer i USA. I sammanställningen visade det sig att elever (N=1113) vid 14 olika High Schools fick i medel 28 % korrekta svar innan undervisning. Även Hestenes et. al. (1992) undersökte elevers prestationer på FCI vid High Schools i USA. Av 612 elever som studerade ”regular physics” kunde andelen korrekta svar i medeltal beräknas till 27 % (standardavvikelse 11 %) innan kursen och 48 % (standardavvikelse 16 %) efter kursen.

I en undersökning av Savinainen och Scott (2002b) med syftet att utvärdera en undervisningsmetod där konceptuell förståelse låg i fokus gjorde 16-åriga elever (N=24) i Finlands motsvarighet till gymnasieskola en finsköversatt version av FCI. Andelen korrekta svar innan undervisning var 28 % (standardavvikelse 14 %) och 69 % (standardavvikelse 17 %) efter undervisning. I klassen kunde även de tre vanligaste vardagsföreställningarna identifieras vara att kroppar med större massa utövar större kraft än kroppar med mindre massa vid interaktioner mellan kropparna (dominansprincipen), att den sist verkande kraften på en kropp avgör kroppens rörelse samt att hastigheten är proportionell mot kraften.

I en undersökning som syftade till att undersöka om skillnader i matematisk bakgrund och kön inverkar på prestationer på FCI använde McCullough (2002) både FCI och GFCI. Studenter vid University of Wisconsin-Stout, med varierande grad av matematisk bakgrund och många utan tidigare studier i fysik, gjorde de två varianterna av testet. Det visade sig att matematisk bakgrund inte utgjorde någon signifikant skillnad i prestationer, utan majoriteten av studenterna fick under 30 % antal korrekta svar på GFCI.

2.5 Elevers förväntningar på koncept i fysik

Utöver föreställningar om världen tar enligt Redish et al. (1998) elever med sig attityder, tankar och antaganden kring vad de ska lära sig i fysiken, vilka kunskaper de behöver och vad som förväntas av dem med till fysikklassrummet. Elevers förväntningar på undervisningen och ämnet påverkar vad de lär sig, deras metoder till kunskapsbyggande och hur de skapar sin egna förståelse för innehållet kursen. Det är enligt Redish och Steinberg (1999) vanligt att

elever som läser introduktionskurser i fysik inte ser fysikens koncept relevanta vid problemlösning, utan mer att det handlar om att memorera fakta och ekvationer. Mer kunniga i fysik anser å sin sida att de underliggande koncepten är viktiga vid problemlösning. Novisers syn på koncept i fysik skiljer sig på så sätt mot vad mer kunniga i fysik anser.

2.5.1 Maryland Physics Expectations (MPEX)

För att kunna undersöka elevers förväntningar på fysikens natur och lärande av fysik tog Redish et. al. (1998) fram Maryland Physics Expectations (MPEX), en enkät bestående av 34 påståenden inom sex olika dimensioner av förväntningar, där man som respondent antingen ska hålla med påståendena eller ej genom att kryssa i en femgradig Likert-skala.

Redish et. al. (1998) baserade sitt undersökningsinstrument på forskning av Hammer (1994) som intervjuade elever i en fysikkurs vid University of California at Berkely. I intervjuerna observerades elevernas tillvägagångssätt och hur de arbetade med komplexa problem. I sina studier fann Hammer (1994) att många av de intervjuade hade en kontraproduktiv syn på problemlösning och fysik, föreställningar som snarare skulle stjälpa än hjälpa vid vidare studier. I studien kunde det klassificeras huruvida elevernas förväntningar var fördelaktiga inom tre dimensioner. Till dessa dimensioner lade Redish et. al. (1998) till ytterligare tre och lät erfarna fysiklärare ange vad de hade velat att deras elever skulle svarat på enkäten. Nämnda fysiklärare höll med varandra nära 90 % av gångerna och i MPEX-enkäten benämns de svar som håller med (samma sida i skalan) de erfarna fysiklärarna som fördelaktiga och de som inte håller med (motsatt sida i skalan) som ofördelaktiga. I tabell 1 återfinns de sex dimensionerna i MPEX och de förväntningar som anses fördelaktiga och ofördelaktiga.

Tabell 1: Omarbetad tabell från Redish et. al. (1998). Tabellen visar dimensionerna i MPEX och vad som anses fördelaktigt respektive ofördelaktigt

Dimensioner	Fördelaktig	Ofördelaktig
Självständighet	<i>Lär sig självständigt, tror på sin egen förmåga att bedöma och förstå</i>	<i>Tar vad som ges av auktoriteter (lärare, text) utan att bedöma</i>
Koherens	<i>Tror fysik behöver förstås som en sammankopplat och sammanhängande ramverk</i>	<i>Tror fysik kan behandlas som separata fakta eller delar</i>
Koncept	<i>Lägger vikt på att förstå underliggande idéer och koncept</i>	<i>Fokuserar på att komma ihåg och använda formler</i>
Verklighetskoppling	<i>Tror på att idéer som lärs ut i fysik är användbara i många olika verkliga kontexter</i>	<i>Tror på att idéer som lärs ut i fysik är frikopplade från upplevelser utanför klassrummet</i>
Matematikkoppling	<i>Ser matematik som ett användbart verktyg för att representera fysikaliska fenomen</i>	<i>Ser fysiken och matematiken som fristående utan några starka kopplingar</i>
Ansträngning	<i>Bemödar sig att använda tillgänglig information för att modifiera och korrigera sitt tänkande</i>	<i>Bemödar sig inte att använda tillgänglig information om sitt egna tänkande effektivt</i>

De enkätfrågor i MPEX undersökande förväntningar i dimensionen koncept har som syfte att undersöka om elever har synen att fysikproblem handlar om att endast göra beräkningar eller om eleverna är medvetna om de underliggande koncepten. I sin undersökning fann Redish et. al. (1998) att 1528 amerikanska elever vid college och universitet hade mellan 30 % och 47 % fördelaktiga förväntningar när de började sina studier i en fysikkurs.

För ytterligare läsning om undersökningsinstrumentet och för att se hur enkäten är utformad hänvisas läsaren till Redish et. al. (1998).

2.6 Undersökningens syfte

Utöver syftet att fungera som ett examensarbete syftar arbetet är att ge kunskaper och insikter kring vilka utbredda vardagsföreställningar, det vill säga förklaringar som strider mot vedertagna koncept och principer i fysiken, elever har inom klassisk mekanik. Arbetet syftar även till att ge metoder att identifiera dessa genom det konceptuella testet GFCI. Då elevers förväntningar på ämnet påverkar vad eleverna lär sig syftar arbetet även till att undersöka vilka och vilken roll de spelat vid tron på koncepten i den klassiska mekaniken.

Då GFCI kräver minimala matematiska kunskaper och kan användas inom hela undervisningssektorn, från grundskolan till högre utbildningar, kan undersökningen och dess resultat även fungera för att inspirera och ge metoder till fysiklärare som vill undersöka elevers vardagsföreställningar inom klassisk mekanik och förväntningar på fysikens koncept.

2.7 Undersökningens frågeställningar

För att identifiera vilka vanliga vardagsföreställningar elever används en svensköversatt version det konceptuella testet Gender Adapted Force Concept Inventory. Utifrån att använda detta test vill författaren identifiera vilka de vanligaste vardagsföreställningarna är för elever studerandes Fysik 1 är. Författaren är även intresserad av att mäta elevernas prestationer i det konceptuella testet. Därför ställs forskningsfrågorna:

- Vilka är de vanligaste vardagsföreställningar som elever studerandes Fysik 1 visar i Gender Adapted Force Concept Inventory?
- Hur presterar elever studerandes Fysik 1 i Gender Adapted Force Concept Inventory?

Då frågorna i Gender adapted Force Concept Inventory är av konceptuell karaktär är författaren intresserad av att mäta elevers förväntningar på koncept i fysik och undersöka om förväntningar samvarierar med prestationer i Gender Force Concept Inventory. Därför ställs forskningsfrågorna:

- Vilka förväntningar har elever studerandes Fysik 1 på koncept i fysik?
- Hur förhåller sig elever studerandes Fysik 1 förväntningar på koncept i fysik gentemot hur de presterar på Gender Adapted Force Concept Inventory?

3 Metod

I detta avsnitt beskrivs studiens deltagare, utformning och genomförande. I detta ingår en beskrivning av hur enkäter utformades och hur insamlad data behandlades. Avsnittet avslutas med en redogörelse av undersökningens reliabilitet, validitet, generaliserbarhet samt vilka forskningsetiska ställningstaganden som gjorts.

3.1 Undersökningens deltagare och genomförande

I undersökningen deltog 36 elever studerandes första året på naturvetenskapsprogrammet vid en gymnasieskola i Västsverige. Eleverna läste Fysik 1 vid undersökningens tillfälle (andra delen av vårterminen) och hade behandlat kinematik och mekanik tidigare under kursen. Undersökningen gjordes gruppvis där grupp A (17 elever) deltog först och grupp B (19 elever) deltog två veckor senare. I undersökningen deltog även gruppernas två ordinarie lärare i fysik som har cirka tio års erfarenhet i yrket vardera.

Undersökningstillfällena var under ordinarie lektionstid runt lunchtid och författaren närvarade under båda tillfällena. Innan undersökningarna beskrevs syftet med undersökningen och instruktioner gavs. Värdet av oberoende data påpekades och eleverna uppmanades att inte prata eller titta på vad andra svarade på undersökningsmaterialet. Det påpekades även att undersökningen inte skulle användas till någon summativ bedömning eller att elevernas lärare skulle kunna se vad individuella elever svarat. Vid första undersökningstillfället (grupp A) satt eleverna med en tom bänkplats emellan, något som inte var möjligt vid det andra tillfället (grupp B) på grund av mindre klassrum. Skrivtiden efter instruktioner och förberedelser var cirka 50 minuter för grupp A och cirka 45 minuter för grupp B.

3.2 Undersökningens utformning

För att försöka få svar på forskningsfrågorna valdes en icke-experimentell kvantitativ metod vari studien förhöll sig till tillvägagångssätt i Creswell (2013). Undersökningens instrument var dels webbaserad enkät (Google Formulär) och dels utskriven enkät.

För att undersöka hur elever presterar i GFCI beräknades antal korrekta svar i varje fråga i testet för båda grupper. Det totala antalet korrekta svar på testet och normalfördelningen över antal korrekta svar beräknades för vardera grupp och för hela populationen. Även medelvärdet av antal korrekta svar i vardera dimension frågor tillhör beräknades.

Forskningsfrågan om vilka de vanligaste vardagsföreställningarna bland elever är undersöktes med koncentrationsanalys utvecklad av Bao och Redish (2001). Analysen viktar de frågor på GFCI med låga andelar korrekta svar mot de frågor där fördelningen av svar är koncentrerade till några alternativ. För att vikta antal korrekta svar och koncentration kring svarsalternativ användes metod och nivågränser beskrivna i Bao och Redish (2001).

I forskningsfrågan om vilka elevers förväntningar på koncept i fysik är användes det för ändamålet färdiga enkätfrågor (från MPEX). Andelar fördelaktiga respektive ofördelaktiga förväntningar på koncept i fysik beräknades för respektive grupp och hela populationen för vardera enkätfråga. Därutöver beräknades medelvärdet av fördelaktiga respektive ofördelaktiga förväntningar över totala antalet enkätfrågor.

För att undersöka forskningsfrågan hur elevers förväntningar på koncept i fysik inverkar på prestationen i GFCI används en kvantitativ metod där elevers förväntningar sågs som en oberoende variabel och andelen korrekta svar på GFCI som en beroende variabel.

Dessa variabler testades genom korrelationsanalys vilken ger ett resultat till vilken storlek och riktning variablerna förhåller sig till varandra enligt Creswell (2013). Korrelationsanalysen gjordes med programvaran SPSS.

3.3 Maryland Physics Expectations (MPEX)

I detta avsnitt beskrivs hur enkäten som undersökte elevers förväntningar på koncept i fysik utformades och hur den från enkäten insamlade datan behandlades.

3.3.1 Enkätens utformning

För att undersöka elevers förväntningar på koncept i fysik användes de påståenden som var kopplade till denna dimension (4, 19, 26, 27 och 32) ut från Redish et. al. (1998) och översattes. Dessa påståenden är tänkta att undersöka ifall elever ser problemlösning i fysik endast som matematiska beräkningar eller om eleverna är medvetna om den mer fundamentala roll som koncept spelar vid problemlösning (ibid.). De översatta påståendena som användes i undersökningens enkät numrerades enligt nedan:

1. *Problemlösning i fysik betyder i grund och botten att matcha problem med fakta eller ekvationer och sedan sätta in värden för att få ett nummer.*
2. *Det mest avgörande när man löser en fysikuppgift är att hitta rätt ekvation att använda.*
3. *När jag löser de flesta prov eller hemuppgifter, tänker jag uttryckligen på koncepten som ligger till grund för problemet.*
4. *Att förstå fysik handlar i princip om att komma ihåg något du läst eller visats.*
5. *För att kunna använda en ekvation i ett problem (särskilt i ett problem jag inte sett förut), behöver jag veta mer än vad varje term i ekvationen representerar.*

Vid varje fråga finns en femgradig Likert-skala med polerna ”håller inte med alls” och ”håller med helt och hållet”. Beroende på påståendet (se tabell 2) ges ett fördelaktiga och ofördelaktiga svar vid enkätsvar i de två grader närmast polerna. Mittenalternativet i skalan räknas med andra ord som neutralt.

Tabell 2: Tabellen visar huruvida det är fördelaktigt att hålla med eller ej i de olika enkätfrågorna

Enkätfråga	Fördelaktig	Ofördelaktig
1	Håller inte med	Håller med
2	Håller inte med	Håller med
3	Håller med	Håller inte med
4	Håller inte med	Håller med
5	Håller med	Håller inte med

3.3.2 Datainsamling och bearbetning av data

Datainsamling gjordes med en webbaserad enkät (Google Formulär) innan GFCI delades ut. Enkäten bifogas i bilaga 6 och dess kodbok i bilaga 4.

Elevernas förväntningar beräknades i andelar fördelaktiga och ofördelaktiga svar för vardera fråga, grupp och för grupperna tillsammans. Även de genomsnittliga förväntningarna beräknades för grupperna och det totala antalet elever.

För att undersöka samvariation mellan elevers förväntningar i ovan fem frågor och prestationer på GFCI, gjordes en korrelationsanalys för vardera MPEX-fråga och undersökningsgruppernas antal korrekta svar i vardera GFCI-fråga.

3.4 Gender Adapted Force Concept Inventory (GFCI)

Det här avsnittet beskriver processen för att samla in data rörande vardagsföreställningar samt hur data bearbetades.

3.4.1 Datainsamling och bearbetning av data

Originalenkäten av GFCI användes för undersökningen. Testets frågor och svarsalternativ lades in som bilder (för att inte ändra enkätens utseende) i ett webbaserad enkät (Google Formulär). Frågornas ordning i den webbaserade enkäten överensstämde med ordningen i originalenkäten.

Datainsamling skedde genom att undersökningens deltagare självständigt och i egen takt svarade på de 30 frågorna i GFCI. I undersökningen fick elever tillgång till GFCI-enkäten först efter att ha lämnat in enkäten rörande förväntningar på koncept i fysik. Elever svarade på GFCI med av skolan tilldelade datorer eller egna mobiltelefoner.

Den data som samlades in var i form av antal respondenter för varje svarsalternativ (A-E) i respektive 30 frågor från GFCI. Dels beräknades andelen korrekta svar per grupp A, grupp B och i totala populationen. Medelvärden av korrekta svar och standardavvikelse beräknades för respektive grupp och hela populationen. Dessutom beräknades andelar respondenter per svarsalternativ för grupp A, grupp B och för totala populationen. Frågorna i GFCI kategoriserades enligt kategorier i Savinainen (2004) och medelvärden av andel korrekta svar beräknades för respektive dimension för de två grupperna.

3.4.2 Framtagning av taxonomi över vardagsföreställningar

För att undersöka vilka vardagsföreställningar elever har användes en svensköversatt version av GFCI tillhandahållen av Ann-Marie Pendrill (personlig kommunikation, 11 april 2016) vid Göteborgs Universitet. Frågorna i GFCI kategoriserades utifrån de dimensioner som Savinainen (2004) använder. För att kunna kategorisera vilka svarsalternativ som representerade vilka föreställningar var det nödvändigt att jämföra GFCI med ursprungsversionen i Hestenes et. al. (1992). Dels har majoriteten av frågorna bytt plats i GFCI, men det finns även frågor (5, 18, 25 och 26) och distraktorer i GFCI som inte fanns i ursprungsversionen. Därmed behövdes en ny taxonomi över vardagsföreställningar. Taxonomin som konstruerades utgick från den i Hestenes et. al. (1992) och i de fall frågor och svarsalternativ i GFCI inte fanns representerade i denna eller var ändrade, lämnades de okategoriserade.

3.5 Lärarenkät

I detta avsnitt beskrivs hur enkäten, rörande lärarnas förväntningar på hur deras elever skulle klara frågorna på GFCI, utformades och hur data behandlades.

3.5.1 Enkätens utformning

För att ge undersökningen av GFCI ytterligare analysunderlag skapades en lärarenkät där lärarna för de två elevgrupperna fick möjlighet att kommentera varje uppgift. Lärarna gavs instruktionerna att de skulle kommentera om de till exempel inte behandlat fysiken som ingår i GFCI. I lärarenkäten fick lärarna även möjlighet att ange sina förväntningar om hur gruppen som helhet skulle prestera i de olika frågorna på GFCI. Frågan som ställdes till lärarna löd ”Till vilken grad tror du din klass svarar rätt?” och de fick svara genom att markera i en femgradig Likert-skala med polerna ”Till en mycket liten grad” och ”Till en mycket hög grad”.

3.5.2 Datainsamling och bearbetning av data

De i undersökningen deltagande lärarna fyllde i enkäten samtidigt som eleverna deltog i undersökningen.

En korrelationsanalys gjordes mellan lärares förväntningar och andelen korrekta svar för lärarens elever i respektive uppgift. Lärarenkäten återfinns i bilaga 3 och dess kodbok i bilaga 5.

3.6 Koncentrationsanalys

För att analysera elevers val av svarsalternativ på GFCI används den av Bao och Redish (2001) för ändamålet framtagna metoden som de benämner koncentrationsanalys. Eftersom de inkorrekta svarsalternativen på GFCI baseras på vanligt förekommande vardagsföreställningar tyder en högre koncentration kring ett inkorrekt svarsalternativ på att vardagsföreställningen existerar. Svarsfördelningen på en fråga med fler flera alternativa svar antar något av tre karaktäristiska typer enligt Bao och Redish (2001).

En Typ I-fördelning karaktäriseras av att svaren är jämnt fördelade mellan svarsalternativen. I en fördelning av Typ II är några svarsalternativ mer populära än de övriga medan det i en Typ-III fördelning är ett svarsalternativ (inte nödvändigtvis det korrekta) som alla elever väljer. Se tabell 3 för hur dessa fördelningar skulle kunna se ut i det fiktiva scenariot att 100 elever svarar på en flervalfråga med svarsalternativen A, B, C, D och E.

Tabell 3: Omarbetad tabell från Bao och Redish (2001). Tabellen visar tre olika typer av svarsfördelningar i fråga med fem alternativ (A-E) och 100 respondenter

Typ	A	B	C	D	E
I	20	20	20	20	20
II	50	10	30	5	5
III	100	0	0	0	0

Bao och Redish (2001) härledde en funktion, C, som de kallar för koncentrationsfaktor. Koncentrationsfaktorn beror på fördelningen mellan svarsalternativen och dess värde beräknas för varje fråga enligt:

$$C = \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{m}-1} * \left(\frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m n_i^2}}{N} - \frac{1}{\sqrt{m}} \right) \quad (1)$$

där m är antalet svarsalternativ för frågan, N är antalet elever som svarat på frågan och n_i är antalet elever som valt det i:te alternativet. Koncentrationsfaktorn har värdemängden [0,1] där värdet 0 tyder på en Typ I-fördelning och värdet 1 tyder på en Typ III-fördelning.

Genom att vikta koncentrationsfaktorn (C) för en fråga med dess poäng, andelen elever som klarat uppgiften (S), enligt de nivågränser och kodning i tabell 4 kan svarsmönstren klassificeras (ibid.).

Tabell 4: Omarbetad tabell från Bao och Redish (2001). Tabellen visar gränserna för de tre graderingsnivåerna för poäng och koncentrationsfaktorn

Poäng (S)	Nivå	Koncentrationsfaktor (C)	Nivå
$0 \leq S < 0.4$	L	$0 \leq C < 0.2$	L
$0.4 \leq S < 0.7$	M	$0.2 \leq C < 0.5$	M
$0.7 \leq S < 1.0$	H	$0.5 \leq C < 1.0$	H

En fråga med S=0.3 och C=0.7 skulle klassificeras som LH. Bao och Redish (2001) tillhandahöll även hur olika svarsmönstren ska tolkas och sammanfattas i tabell 5. En fråga som klassificerats som LH tolkas som att det existerar ett populärare inkorrekt svarsalternativ, som tyder på att testgruppen har en dominerande vardagsföreställning.

Tabell 5: Omarbetad tabell från Bao och Redish (2001). Tabellen visar typiska svarsmönster i FCI när poäng och koncentrationsfaktor kombineras

	Svarsmönster	Tolkning av svarsmönster
En topp	HH	Ett korrekt konceptsystem
	LH	Ett dominerande inkorrekt konceptsystem
Två toppar	LM	Två möjliga inkorrekta konceptsystem
	MM	Två vanliga konceptsystem (en korrekt och en inkorrekt)
Ingen topp	LL	Mer eller mindre slumpvis fördelning

I undersökningen av de två urvalsgruppernas svar på GFCI gjordes klassificering för vardera uppgift, för respektive grupp samt för grupperna tillsammans.

3.7 Undersökningens reliabilitet

Eliasson (2013) skriver att undersökningar som kan upprepas under samma förhållanden och ge samma resultat sägs ha hög reliabilitet. Genom att använda metoderna i detta arbete och i samma undersökningsgrupper är det troligt att samma vardagsföreställningar och förväntningar på koncept i fysik skulle ha identifierats. Detta om undersökningen görs igen

inom en snar tid då både vardagsföreställningar enligt Hestenes et. al. (1992) tenderar att försvinna med ökad förståelse för klassisk fysik samt att förväntningar på koncept i fysik tenderar att bli mer fördelaktiga med stigande utbildningsgrad enligt Redish et. al. (1998).

3.8 Undersökningens validitet

Validiteten hos en undersökning är det mått på om undersökningen mäter det den syftar till enligt Eliasson (2013). Undersökningen syftade till att identifiera de vanligaste vardagsföreställningarna hos elever samt undersöka hur elevers förväntningar om fysikens koncept förhåller sig gentemot de presterar på ett konceptuellt test.

För att undersöka vardagsföreställningar användes en svensköversatt version av det konceptuella testet GFCI. GFCI togs fram av McCullough och Foster (2001) för att utjämna könsskillnader i prestationer, vilka de kunde visa att det ursprungliga FCI av Hestenes et. al. (1992) gav upphov till. FCI och dess olika versioner är väl använda internationellt sett. Kanske mest använt är det i USA och då på High School och Universitet i syftet att utvärdera undervisningar. Hestenes et. al. (1992) anger dock att testet kan användas i diagnostiskt syfte för att identifiera vilka vardagsföreställningar ('misconceptions') som existerar. De distraktorer (svarsalternativ) i FCI är baserade på faktiskt identifierade vardagsföreställningar hos mindre kunniga i fysik (ibid.). För ändamålet att använda FCI diagnostiskt skapades en taxonomi över vilka distraktorer som var kopplade till vilka vardagsföreställningar (ibid.). Undersökningen i detta arbete har utgått från taxonomin i Hestenes et. al. (1992) och då det förekommer en annan ordning bland frågorna samt ett flertal borttagna och nytillkomna i GFCI, har författaren av detta arbete med stor noggrannhet jämfört frågor, distraktorer och de underliggande koncepten mellan testet. På detta sätt kunde distraktorer i GFCI överföras till den taxonomi i ibid. och tabell 6 skapas. Att bedöma validiteten i denna undersöknings metod i att identifiera vardagsföreställningar innebär i stor del att bedöma validiteten hos FCI.

För att identifiera de vanligaste vardagsföreställningarna användes den metod (koncentrationsanalys) i Bao och Redish (2001) som syftar till att identifiera de mest utbredda vardagsföreställningarna i FCI. Validiteten i identifierande av de vanligaste vardagsföreställningarna följer därmed en erkänd metod som bland annat även använts av Savinainen (2002b).

För att undersöka vilka förväntningar elever har till fysikens koncept användes av forskaren svensköversatta enkätfrågor för detta ändamål från MPEX. För att undersöka enkätens validitet gjorde Redish et. al. (1998) extensiva kvalitativa intervjuer för att undersöka elevers tolkningar av enkätens frågor. De fann att frågorna i enkäten inte alltid tolkades konsekvent på ett sätt och vidhåller att enkäten inte ska användas för att utvärdera enstaka individers förväntningar och syn på fysik, utan endast för att utvärdera i gruppnivå. Elever tenderar att svara mer fördelaktigt än hur de faktiskt gör och även på gruppnivå kan resultatet undervärdera andelen ofördelaktiga förväntningar (ibid.). För att undersöka huruvida enkätens frågor genererade skillnad i andel fördelaktiga respektive ofördelaktiga förväntningar mellan experter och noviser. Använde sig Redish et. al. (1998) utav fem olika kalibreringsgrupper bestående av bland annat studenter och lärare vid college och universitet. I analysen av kalibreringsgruppernas svar kunde det observeras att expertgruppen gav flest fördelaktiga svar och minst ofördelaktiga svar. Därefter följde i ordning i med utbildningsgrad de olika grupperna, där studenter som antagits till en fysikkurs placerade sig med lägst andel fördelaktiga svar och flest ofördelaktiga svar. Utifrån sin analys drog Redish et. al. (1998)

slutsatsen att enkäten gör en kvantitativ mätning av de karaktäristiska förväntningar experter (kunniga lärare) har på sina elever på ett tillfredsställande sätt.

Utifrån att MPEX är väl använd vid liknande studier och att dess validitet granskats vid framtagandet anser forskaren av detta arbete det som ett lämpligt verktyg för att kvantitativt mäta elever förväntningar på koncept i fysik så länge det görs i gruppnivå.

3.9 Undersökningens generaliserbarhet

Undersökningsgrupperna utgjordes av delar av två klasser som läste Fysik 1 vid en och samma gymnasieskola. Då deltagande i undersökningen var frivillig och att det fanns frånvarande elever i klasserna, har inte alla elever i klasserna deltagit i undersökningen. Det är dock rimligt att anta att undersökningen kan generaliseras till att gälla för hela klasserna, då ungefär 80 % av klassernas elever deltog.

Att generalisera undersökningen och dess resultat över en större population bör inte göras. Urvalet är för litet, samt det faktum att elevers förkunskaper och föreställningar kan variera kraftigt beroende på vilken tidigare undervisning de fått. Pedagogiken spelar roll för resultat på FCI, vilket Hake (1998) kunde visa. Dessutom utgör inte heller eleverna ett stratifierat eller slumpmässigt urval av någon större population.

3.10 Forskningsetiska ställningstaganden

De forskningsetiska ställningstaganden som gjorts i detta arbetets forskningsprocess har gjorts enligt de råd och krav som anges i Hermerén (2011).

Deltagarna i studien informerades i förväg om syftet med studien, att det var frivilligt att delta och när som helst kunde avbryta deltagandet. Deltagande i studien blev då ett samtycke att ingå i denna. Deltagarna var under hela processen anonyma. Inga namn av varken lärare eller elever antecknades, således kan inte individuella enkätinlämningar sammankopplas till en individs identitet.

Den data som insamlats kommer endast användas till författaren till detta arbetets forskning vid Göteborgs Universitet. Lärarna som deltagit i undersökningen, varken kan eller kommer få se data annat än för gruppnivå, vilket även undersökningens deltagare informerades om innan deltagande.

4 Resultat

De resultat som framkom utefter det insamlade materialet presenteras i följande kapitel. Först presenteras den för GFCI uppdaterade taxonomin över vardagsföreställningar och följer av resultatet från koncentrationsanalysen där de vanligaste vardagsföreställningarna i undersökningen presenteras. Detta följs av en redogörelse av vad som framkom ur den enkätundersökning som mätte elevers förväntningar på koncept i fysik, hur eleverna presterade på GFCI och slutligen resultatet från den enkät som lärarna deltog i.

4.1 Taxonomi över vardagsföreställningar

Med utgångspunkt utifrån den taxonomi över vilka vardagsföreställningar de olika inkorrektasvarsalternativen (distraktorer) i Hestenes et. al. (1992) skapade författaren av detta arbete taxonomin i tabell 6, vilken gäller för den svensköversatta versionen av GFCI.

Tabell 6: Omarbetad tabell från Hestenes et. al. (1992). Tabellen visar en taxonomi över vilka vardagsföreställningar inkorrektasvarsalternativ i GFCI tyder på

		Svarsalternativ
0. Kinematics		
	K1. position-velocity undiscriminated	19B, C, D
	K2. velocity-acceleration undiscriminated	19A; 20B, C
	K3. nonvectorial velocity composition	9C
1. Impetus		
	I1. impetus supplied by "hit"	11B, C; 12A; 27D; 30B, D, E
	I2. loss/recovery of original impetus	8C, D, E; 21A; 23A, D, E
	I3. impetus dissipation	6C; 10C, E; 12D, E; 13A, B, C; 14E; 24C, E; 27B
	I4. gradual/delayed impetus build-up	8D; 10B, D; 21D; 24B, D; 27E
	I5. circular impetus	6A, D; 7A, C, D
2. Active Force		
	AF1. only active agents exert forces	4A, D; 15D; 16D; 17E; 28B; 30A
	AF2. motion implies active force	27A
	AF3. no motion implies no force	29E
	AF4. velocity proportional to applied force	22A
	AF5. acceleration implies increasing force	3B
	AF6. force causes acceleration to terminal velocity	3A; 22D
	AF7. active force wears out	22C, E
3. Action/Reaction Pairs		
	AR1. greater mass implies greater force	1A, D; 2B, D; 15B; 16B; 28D
	AR2. most active agent produces greatest force	15C; 16C; 28E
4. Concatenation of Influences		
	CI1. largest force determines motion	17A, D;
	CI2. force compromise determines motion	6D, 7C; 12A; 14C; 21C
	CI3. last force to act determines motion	8A; 9B; 21B; 23C
5. Other Influences on Motion		
	CF. Centrifugal force	6C, D, E; 7C, D, E
	Ob. Obstacles exert no force	4C; 11A, B; 15E; 16E; 29A
	Resistance	
	R1. mass makes things stop	14A, B
	R2. motion when force overcomes resistance	
	R3. resistance opposes force/impetus	
	Gravitation	
	G1. air pressure-assisted gravity	3E; 17D; 29D
	G2. gravity intrinsic to mass	3D; 11E; 13E
	G3. heavier objects fall faster	1A, D; 2B, D
	G4. gravity increases as objects fall	3B; 13B
	G5. gravity acts after impetus wears down	12D, E; 13B; 14E

4.2 Resultat av koncentrationsanalys

Frågornas klassificeringar som producerades i koncentrationsanalysen presenteras i tabell 7 för den totala populationen elever i undersökningen.

Tabell 7: Tabellen visar klassificeringar för frågorna i GFCI för totala populationen elever

Typ	LL	LM	LH
Uppgifter	2, 5, 13, 18, 20, 22, 23, 26	1, 3, 11, 30	4, 15, 28
Typ	MM	ML	HH
Uppgifter	7, 8, 10, 14, 17, 19, 21, 24, 25, 27	9	6, 12, 16, 29

I tabell 8 presenteras de uppgifter vilka klassificerades som LM och LH, över hela populationen, tillsammans med uppgiftens dimension. I tabell 8 är även det mest populära inkorrekt svarsalternativet och hur stor andel av hela populationen som valde det, utskrivet tillsammans med den kod i tabell 6 för vardagsföreställningen som svarsalternativet tyder på.

Tabell 8: Tabellen visar de, för hela populationen, mest populära inkorrekt svarsalternativen i frågorna med låg poäng och medium-hög koncentration, tillsammans med andelen som valt alternativet, klassificering och vilken vardagsföreställning som svarsalternativet tyder på

Svarsalternativ	%	Typ	Dimension	Vardagsföreställning
1 D	44 %	LM	Gravitation	G3
3 A	61 %	LM	Gravitation	AF6
4 A	75 %	LH	Newton III	AR1
11 C	44 %	LM	Kontaktkraft	I1
15 C	78 %	LH	Newton III	AR2
28 D	69 %	LH	Newton III	AR1, AR2
30 E	61 %	LM	Kontaktkraft	I1

De mest utbredda vardagsföreställningarna hos elevpopulationen är:

- Tyngre objekt faller snabbare (G3)
- ”Levande kraft” tillförd av stöt (I1)
- Kraft orsakar en acceleration till gränshastighet (AF6)
- Större massa betyder större kraft (AR1)
- Mest aktiva parten i interaktion producerar störst kraft (AR2)

Koncentrationsanalysens resultat för alla uppgifter och för populationens två grupper separata återfinns i bilaga 2.

4.3 Resultat av elevers förväntningar på koncept i fysik

I tabell 9 presenteras andelarna fördelaktiga och ofördelaktiga svar på frågorna om elevers förväntningar på koncept i fysik för grupp A, B och grupperna tillsammans. I genomsnitt över alla fem enkätfrågor gav totala antalet elever 32 % fördelaktiga, 34 % ofördelaktiga och 34 % neutralt. I grupp A gavs 31 % fördelaktiga, 33 % ofördelaktiga och 36 % neutrala svar. I grupp B gavs 33 % fördelaktiga, 35 % ofördelaktiga och 32 % neutrala svar.

Tabell 9: Tabellen visar för vardera enkätfråga undersökande andelar av elevers förväntningar på koncept i fysik som anses fördelaktiga (F), neutrala (N) och ofördelaktiga (OF)

Enkätfråga	Grupp A (N=17)			Grupp B (N=19)			Totalt (N=36)		
	F	N	OF	F	N	OF	F	N	OF
1. Problemlösning i fysik betyder i grund och botten att matcha problem med fakta eller ekvationer och sedan sätta in värden för att få ett nummer.	6%	41%	53%	16%	31%	53%	11%	36%	53%
2. Det mest avgörande när man löser en fysikuppgift är att hitta rätt ekvation att använda.	18%	35%	47%	11%	26%	63%	14%	30%	56%
3. När jag löser de flesta prov eller hemuppgifter, tänker jag uttryckligen på koncepten som ligger till grund för problemet.	24%	58%	18%	37%	52%	11%	31%	55%	14%
4. Att förstå fysik handlar i princip om att komma ihåg något du läst eller visats.	59%	12%	29%	53%	26%	21%	56%	19%	25%
5. För att kunna använda en ekvation i ett problem (särskilt i ett problem jag inte sett förut), behöver jag veta mer än vad varje term i ekvationen representerar.	47%	35%	18%	47%	27%	26%	47%	31%	22%

I korrelationsanalysen (signifikansnivå 0.05) mellan enkätfrågorna i avsnitt 5.5 om elevernas förväntningar på koncept i fysik kunde ingen signifikant korrelation visades för någon fråga i grupp A och det antal korrekta svar på GFCI som eleverna i grupp A fick.

I grupp B fanns det ett signifikant samband mellan enkätfråga 2 och dess elevers antal korrekta svar. Pearsonkoefficienten mellan enkätfråga 2 och antal korrekta svar på GFCI hos eleverna i grupp B visades vara -0.56.

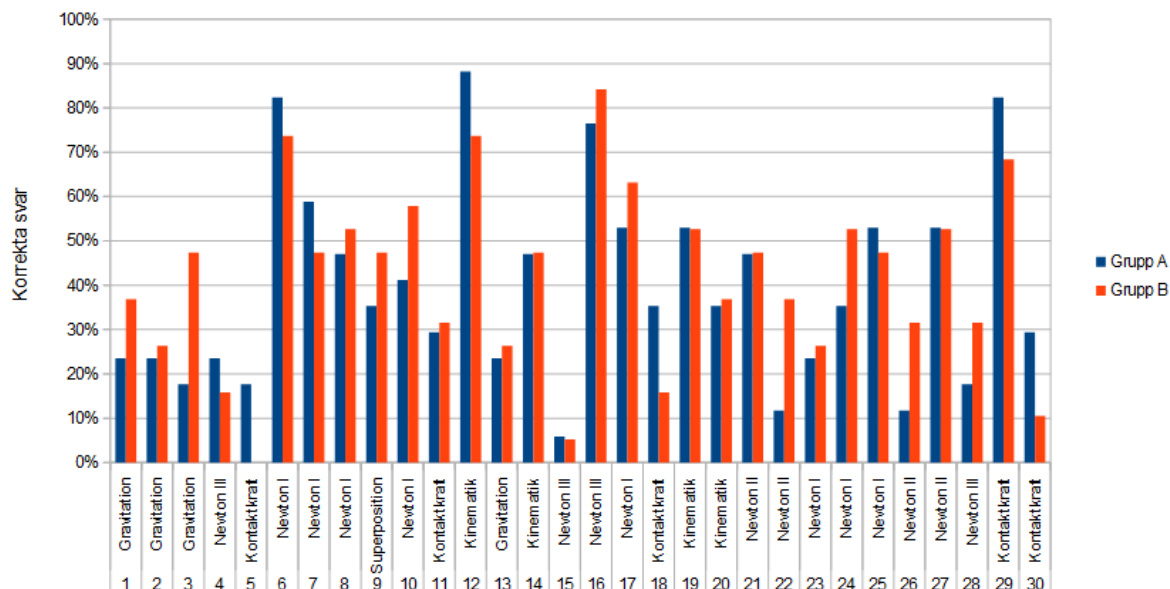
Totalt för båda undersökningsgrupper fanns det en signifikant korrelation mellan fråga 2 och elevernas antal korrekta svar på GFCI. Tabell 10 visar Pearsonkoefficienterna för de olika frågorna.

Tabell 10: Tabellen visar Pearsonkoefficienten för korrelationsanalysen mellan elevers förväntningar på koncept i fysik och elevernas prestationer för vardera enkätfråga, grupp och totala populationen

Fråga	Pearsonkoefficient		
	Grupp A (N=17)	Grupp B (N=19)	Totalt (N=36)
#1	0.35	-0.50	-0.16
#2	-0.13	-0.56*	-0.34*
#3	-0.42	-0.77	-0.23
#4	0.13	-0.17	-0.044
#5	0.035	0.27	0.18

4.4 Prestationer i GFCI

Totalt fick populationen i medel 41 % (standardavvikelse 17 p.e.) korrekta svar på GFCI. I medel fick Grupp A 39 % (standardavvikelse 17 p.e.) och grupp B 42 % (standardavvikelse 18 p.e.) på GFCI. I figur 1 presenteras hur grupperna presterade i de 30 uppgifterna på GFCI, samt den dimension uppgiften har.



Figur 1: Stapeldiagrammet visar andelen korrekta svar i de 30 GFCI-frågorna för båda grupperna samt vilken dimension frågan tillhör.

Tabell 11 visar medelvärdet av andelen korrekta svar för grupp A och B i de sju dimensionerna frågorna är kategoriserade i samt det antal frågor i GFCI som har dimensionen.

Tabell 11: Tabellen visar medelvärdet av andel korrekta svar för de två grupperna i respektive dimension som frågorna ingår i samt antalet frågor i parentes

	Dimension						
	Kinematik (4)	Newton I (8)	Newton II (4)	Newton III (4)	Gravitation (4)	Kontaktkrafter (4)	Superpositionsprincipen (1)
Grupp A <%>	56	49	31	31	22	39	35
Grupp B <%>	53	53	42	34	34	31	47

För att se detaljer över svarsfördelningar mellan svarsalternativen i de 30 frågorna i GFCI hänvisas läsaren till bilaga 1.

4.5 Resultat av lärarens förväntningar och kommentarer

För att undersöka lärarnas förväntningar på vilken grad deras elever skulle prestera i de 30 frågorna i GFCI gjordes en korrelationsanalys mellan lärarens förväntningar och andelen korrekta svar för varje fråga.

Korrelationsanalysen mellan till vilken grad läraren förväntade sig sina elever lösa frågorna i GFCI och antal korrekta svar som gruppen fick i vardera fråga visade ingen signifikant korrelation (signifikansnivå 0.05). Detta resultat gäller för båda de deltagande lärarna. Pearsonkoefficienterna för lärare i grupp A respektive grupp B visades vara 0.020 och 0.33.

Kommentarer (om det gavs) av lärarna till de frågor på GFCI som i korrelationsanalysen i avsnitt 6.1 klassificerades som LH (låg poäng, hög koncentration) och LM (låg poäng, medel poäng) redovisas nedan:

- Lärare för grupp A om GFCI-fråga 15: *”Mycket text i alternativen. Lätt att tappa bort sig i läsandet.”*
- Lärare för grupp A om GFCI-fråga 28: *”Ett avsnitt vi just nu jobbar med så ev. är förståelsen blandad.”*

5 Analys

I kapitlet analyseras först de distraktorer som klassificerades visa på vanliga vardagsföreställningar. Kapitlet fortsätter med analys av de resultat som framkom i undersökningen av elevers förväntningar på koncept i fysik och hur eleverna presterade i GFCI, samt avslutas med en analys av resultatet från lärarenkäten.

5.1 Analys av de vanligaste vardagsföreställningarna

Frågorna med klassificeringen LH (4, 15, 28) tyder på att svaren har hög koncentration kring ett inkorrekt svarsalternativ och uppgifterna med klassificeringen LM (1, 3, 11, 30) tyder på ett svarsmönster där två alternativ är mer populära än övriga, där minst en av dem är inkorrekt. Kombinationen av elevernas lägre poäng och högre koncentration bland ett fåtal (inkorrekta) svarsalternativ i ovan nämnda uppgifter gör dessa intressanta för vidare analys. Analysen görs i avsnitt utefter de dimensioner uppgifterna har; gravitation, Newtons tredje lag och kontaktkrafter där även frågans kontext beskrivs för att läsaren som inte har GFCI framför sig ska få en inblick i vilket sammanhang vardagsföreställningen visade sig.

5.1.1 Gravitation

Inom dimensionen gravitation klassificerades distraktorer i frågorna 1 och 3 på GFCI innehållandes vanliga vardagsföreställningar.

5.1.1.1 Fråga 1

I fråga 1 var andelen korrekta svar 24 % respektive 36 % i grupp A och B. För båda grupperna angav 31 % det korrekta svarsalternativet (C). Det mest populära inkorrekta svarsalternativet (D) valdes av 44 % av eleverna. Det mest populära inkorrekta svarsalternativet visar enligt tabell 6 på vardagsföreställningen att tyngre objekt faller snabbare (G3).

Frågan handlar om två snarlika objekt men med olika massor (det ena väger dubbelt så mycket) som startar att falla samtidigt från andra våningen. Frågan som ställs är hur tiderna innan objekten träffar marken förhåller sig till varandra. De elever som visat på vardagsföreställningen tror det tyngre objektet landar först.

5.1.1.2 Fråga 3

I fråga 3 valde 18 % av grupp A respektive 47 % av grupp B det korrekta svarsalternativet (C). Totalt sett över alla elever valdes det korrekta svarsalternativet av 33 % av eleverna. Den stora skillnaden i prestation på uppgiften mellan klasserna medför att uppgiften klassificerades som LM. Om koncentrationsanalysen görs över vardera klass blir klassificeringarna LH i klass A och MM i klass B. Det mest populära inkorrekta svarsalternativet (A), som valdes av 61 %, visar enligt tabell 6 på en vardagsföreställning om att kraft orsakar acceleration till en gränshastighet (AF6).

Frågan har en kontext där en blomkruka faller från andra våningen och frågan handlar om hur blomkrukans hastighet varierar under fallet. Det mest populära inkorrekta svarsalternativet var att blomkrukan når en gränshastighet (konstant hastighet) efter en kort stund. Enligt Hestenes et. al. (1992) tyder svarsalternativet på tron på att tyngdkraften är en "levande kraft" så antas det i uppgiftens kontext föreligga så att hastigheten på blomkrukan

minskar på grund av att tyngdkraften minskar. En levande krafts storlek kan bero på objektets massa eller att motriktade krafter neutraliserar denna. Tillsammans med svårigheter att skilja på begreppen hastighet och acceleration tros kraften vara proportionell mot hastigheten, istället för accelerationen enligt Newtons andra lag.

5.1.2 Newtons tredje lag

Inom dimensionen newtons tredje lag återfanns vanliga vardagsföreställningar i frågorna 4, 15 och 28 i GFCI. Dessa frågor och det svarsalternativ som visade de vanliga vardagsföreställningarna analyseras i följande avsnitt.

5.1.2.1 Fråga 4

I fråga 4 angavs det korrekta svarsalternativet (E) av 19 % av hela populationen. Det mest populära inkorrekta svarsalternativet (A) valdes av 75 %. Detta svarsalternativ tyder enligt tabell 6 på att större massa betyder en större kraft (AR1).

Frågan handlar om två vagnar som krockar i hög hastighet. Den ena vagnen är tom och den andra är fullastad. Det mest populära inkorrekta svarsalternativet visar på vardagsföreställningen att en större massa betyder att utövar en större kraft, det vill säga att den fullastade vagnen utövar större kraft på den tomma vagnen än den tomma på den fullastade. Detta är i konflikt med Newtons tredje lag som säger att krafterna vid interaktionen är lika stora men motriktade. Vardagsföreställningen kallas ofta ”dominansprincipen”, vilket betyder att större kroppar eller kroppar med större massa utövar en större kraft (dominerar) än vad det påverkas av vid interaktion med en lättare eller mindre kropp enligt Halloun och Hestenes (1985).

5.1.2.2 Fråga 15

I fråga 15 angav 6 % det korrekta svarsalternativet (A). Det mest populära inkorrekta svarsalternativet (C) valdes av 78 %. Detta svarsalternativ visar enligt tabell 6 på vardagsföreställningen att att den mest aktiva parten vid en interaktion utövar större kraft (AR2).

I frågan är det två fordon, ett tyngre och ett lättare, som interagerar. Det tyngre har fått motorstopp och det lättare skjuter på. Medan de accelererar tror eleverna att det lättare fordonet utövar en större kraft på det tyngre än det tyngre på det lättare (”dominansprincipen”). I frågan tror eleverna att på att det mindre fordonet, som knuffar på det större, och får de att accelerera är den mest aktiva parten (dominerar) och därför utövar större kraft i interaktionen mellan fordonen.

5.1.2.3 Fråga 28

I fråga 28 gavs det korrekta svarsalternativet (E) av 25 % av eleverna. Det mest populära inkorrekta svarsalternativet (D) valdes av 69 %. Det inkorrekta svarsalternativet kan enligt tabell 6 kopplas både till vardagsföreställningen att större massa utövar störst kraft i interaktionen (AR1) och att den mest aktiva parten i interaktionen utövar störst kraft i interaktionen (AR2).

Kontexten i fråga 28 är två skridskoåkare med olika massor som håller händerna mot varandra för att sedan skjuta iväg varandra så de börjar röra sig åt motsatta riktningar. Frågan som ställs är hur kontaktkrafterna mellan händerna förhåller sig medan skridskoåkarnas

händer fortfarande har kontakt. Det mest populära inkorrekt svartalernativet, att den skridskoåkare med störst massa utövar större kraft än den skridskoåkare med mindre massa visar på "dominansprincipen". I detta fallet kan den skridskoåkare med störst massa tros utöva störst kraft på grund av "störst massa" eller "starkast" (om tyngst innebär starkast).

5.1.3 Kontaktkrafter

De vanliga vardagsföreställningar som visades inom dimensionen kontaktkrafter återfanns i frågorna 11 och 30 i GFCI, vilka analyseras vidare.

5.1.3.1 Fråga 11

I fråga 11 angav 31 % korrekt svartalernativ (D). Det mest populära inkorrekt svartalernativet (C) valdes av 44 % av eleverna, ett svartalernativ som enligt tabell 6 tyder på att en "levande kraft" tillförs vid en stöt (I1).

Frågan handlar om en smörklick som friktionsfritt glider på en ugnsplåt. Smöret knuffas till med en stekspade och ändrar rörelseriktning. Den fråga som ställs är vilka krafter som verkar på smörklicken efter knuffen. De elever som angav det mest populära alternativet tror att det utöver en tyngdkraft och normalkraft även fanns en kraft i smörklickens rörelseriktning. Att svara detta tyder enligt Hestenes et. al. (1992) på vardagsföreställningen att stekspaden tillförde en "levande kraft" till smöret och att denna "levande kraft" fungerar som motiv för smörklickens rörelse.

5.1.3.2 Fråga 30

I fråga 30 lämnades det korrekta svartalernativet (C) av 19 % och det mest populära inkorrekt svartalernativet (E) lämnades av 61 % av eleverna. Det mest populära inkorrekt svartalernativet tyder enligt tabell 6 att en "levande kraft" tillförts vid en stöt (I1).

I frågan är det en tennisboll som slås till med en racket i stark vind. Frågan som ställs är vilka krafter som verkar på tennisbollen efter att bollen har lämnat racketen tills den träffat marken. Det mest populära inkorrekt svartalernativet menar att det förutom en tyngdkraft och luftmotstånd även verkar en kraft i rörelsens riktning. Detta är ett exempel på föreställningen om en "levande kraft" som motiv till bollens rörelse.

5.2 Analys av elevers förväntningar på koncept i fysik

Grupperna i undersökningen visade ungefär samma förväntningar på koncept i fysik. Mellan grupperna skilde det sett över alla enkätfrågor två procentenheter i både fördelaktiga svar som i ofördelaktiga svar. Sett över alla deltagare och enkätfrågor gavs det i genomsnitt ungefär lika många fördelaktiga svar (32 %) som ofördelaktiga svar (34 %). För totala populationen varierade de fördelaktiga svaren mellan 11 % (fråga 1) och 56 % (fråga 4). Motsvarande andelar för de ofördelaktiga svaren var 14 % (fråga 3) och 56 % (fråga 2).

Den fråga som hade flest fördelaktiga svar (56 %) i totala populationen var enkätfrågan som undersöker om förståelse i fysik i princip handlar om att minnas (fråga 4).

Den enkätfråga som i totala populationen fick flest ofördelaktiga svar (56 %) var frågan som handlar om det mest avgörande i problemlösning i fysik är att hitta rätt ekvation att använda.

För grupp A fanns ingen signifikant korrelation för någon av de fem frågorna i avsnitt 5.5. I grupp B fanns en signifikant korrelation med Pearsonkoefficienten -0.56 för enkätfråga 2:

”2. Det mest avgörande när man löser en fysikuppgift är att hitta rätt ekvation att använda.”

Totalt för båda grupper visades en signifikant korrelation i denna enkätfråga med Pearsonkoefficient -0.34. Pearsonkoefficienten anger hur väl korrelationen är. Ju närmare 1 Pearsonkoefficienten är, desto starkare är sambandet. Vice versa, ju närmare -1 den samma är, desto starkare motsatt samband. Den negativa korrelation som visades innebär med andra ord att de elever som hade mer ofördelaktiga förväntningar i frågan samtidigt tenderade att få fler korrekta svar på GFCI.

5.3 Analys av resultat i GFCI

Medelvärdena av andelen korrekta svar i GFCI för grupp A respektive grupp B var 39 % (standardavvikelse 17 p.e.) och 42 % (standardavvikelse 18 p.e.). Att det skiljde tre procentenheter i medelvärdena av andel korrekta svar mellan grupperna visar att grupperna presterade jämbördigt. Standardavvikelserna mellan grupperna skiljde sig med en procentenhet, vilket tyder på att spridningen av hur elever presterade är ungefär samma i grupperna. Medelvärdet för grupperna tillsammans var 41 % (standardavvikelse 17 p.e.) korrekta svar. Om frågorna svaras genom chansning eller slumpmässigt så skulle det statistiskt sett bli 20 % korrekta svar på grund av att alla frågor har fem svarsalternativ.

De tre dimensioner som grupperna fick lägst andel korrekta svar på var för grupp A gravitation (22 %), Newtons tredje lag (31 %) och Newtons andra lag (31 %) och för grupp B kontaktkrafter (31 %), gravitation (34 %) och Newtons tredje lag (34 %). Av dessa är gravitation och Newtons tredje lag gemensamma. De två dimensioner där grupperna fick högst andel korrekta svar var för båda grupper dimensionerna kinematik och Newtons första lag. I dessa dimensioner fick grupp A 56 % respektive 49 % och grupp B 53 % respektive 53 % antal korrekta svar.

Grupp B presterade konsekvent bättre än grupp A i frågor med dimensionen gravitation. I fråga 3 fick grupp B (47 %) mer än dubbelt så stor andel korrekta svar som grupp A (18 %).

Grupp A presterade bättre än grupp B i dimensionen kontaktkrafter i tre av fyra frågor. I fråga 5 angav ingen i grupp B korrekt svar medan grupp A hade 18 %. I fråga 30 svarade nära tre gånger fler i grupp A (29 %) korrekt jämfört med i grupp B (11 %).

I fråga 15 och 16, båda med dimensionen Newtons tredje lag, kan en stor skillnad i antal korrekta svar observeras. Endast en elev i vardera grupp angav korrekt svar på fråga 15 vilket gav 6 % korrekta svar för hela populationen medan det angavs 81 % korrekta svar i fråga 16.

5.4 Analys av lärarnas förväntningar och kommentarer

Lärarnas förväntningar på hur deras elever skulle prestera i frågorna på GFCI korrelerade inte med de faktiska prestationerna (signifikansnivå 0.05). Lärarna kunde med andra ord inte i förväg förutse vilka uppgifter som skulle vara svåra eller lätta för deras elever. Av de frågor på GFCI där de vanligaste vardagsföreställningarna för klasserna visades gav lärarna i förväg

kommentarer om att det var mycket text bland svarsalternativen (fråga 15) och att frågan innehöll sådan fysik [impulslagen] som de arbetade med för tillfället, vilket eventuellt skulle ge en blandad förståelse (fråga 28).

6 Diskussion

I det här avsnittet sammanställs de svar som forskaren genom sin undersökning kom fram till på studiens forskningsfrågor. Dels sammanställs de i studien funna vanligaste vardagsföreställningarna, elevers förväntningar på koncept i fysik är samt hur dessa samverkar med prestationer i det konceptuella testet och hur eleverna presterade i testet. Jämförelser med tidigare andra studiers resultat görs och en diskussion förs. Diskussionen behandlar även studiens metoder, vidare forskning och implikationer för fysikundervisning.

6.1 De vanligaste vardagsföreställningarna

De vanligaste vardagsföreställningarna bland undersökningens deltagare som gjorde GFCI återfanns i dimensionerna Newtons tredje lag, kontaktkrafter och gravitation. Inom dimensionerna Newtons tredje lag och kontaktkrafter är vardagsföreställningarna kopplade till "dominansprincipen" respektive "levande krafter". Inom dimensionen gravitation återfanns det bland deltagarna en vardagsföreställning om att tyngre objekt faller snabbare. Samtliga vardagsföreställningar som eleverna visade är beskrivna som vanligt förekommande i litteratur (Halloun och Hestenes, 1985; Hestenes et. al., 1992; Sjøberg, 2010).

Hestenes et. al. (1992) menar att många vardagsföreställningar försvinner när förståelse för klassiska fysiken utvecklas och att många vardagsföreställningar inte explicit behöver behandlas i undervisningen. Dock tenderar vardagsföreställningar om just "dominansprincipen" och "levande krafter" vara de sista att försvinna och kan bestå om de inte behandlas i undervisningen.

6.1.1 Jämförelser

När Savinainen (2002b) använde koncentrationsanalys för att undersöka vardagsföreställningarna som fanns i en klass med finska 16-åringar identifierades vardagsföreställningar kopplade till "dominansprincipen" vara bland de tre vanligaste. I detta arbete kunde två (AR1 och AR2) av fem identifierade vanliga vardagsföreställningar kopplas till "dominansprincipen".

6.2 Elevers förväntningar på koncept i fysik

De deltagande eleverna i undersökningen visade på 32 % fördelaktiga respektive 34 % ofördelaktiga förväntningar på koncept i fysik.

Bland de elever som deltog i undersökningen fanns det en signifikant korrelation i en av enkätfrågorna. Elever med ofördelaktiga förväntningar på koncept i fysik i enkätfrågan "*det mest avgörande när man löser en fysikuppgift är att hitta rätt ekvation att använda*" tenderade att prestera bättre på GFCI. I övriga enkätfrågor återfanns inga samband mellan förväntningar på koncept i fysik och prestationer i GFCI. Författaren av detta arbete blev av ovanstående resultat något förvånad. Det förväntades finnas en positiv korrelation mellan i hur elever ser på fysikens koncept och prestationer i det konceptuella testet GFCI. Delvis på grund av att Redish et. al. (1998) menar att elevers förväntningar på ämnet påverkar vad elever lär sig. En fördelaktig syn på koncept i fysik skulle då innebära att de underliggande koncepten i problemlösning i fysik reflekteras över oftare, och borde lett till att dessa anammats i större grad. Det kan dock vara så att frågorna på GFCI har såpass annorlunda

kontexter mot läroböcker och standarduppgifter att koncepten inte ännu tros gälla alla typer av frågor.

6.2.1 Jämförelser

I enkätundersökningen med frågorna i avsnitt 5.5 som används för att undersöka elevernas förväntningar på koncept i fysik i det avseende om problemlösning i fysik snarare handlar om att manipulera ekvationer eller om det snarare kräver konceptuell förståelse, visade grupperna i undersökningen snarlika förväntningar. Att de visar på snarlika förväntningar är inte förvånande då grupperna har läst lika mycket fysik, är lika gamla, går samma gymnasieprogram och i samma skola.

Deltagarna i undersökningen visar totalt sett över klustret med enkätfrågor, en jämfört med de kunniga fysiklärares förväntningar som Redish et. al. (1998) använde vid undersökningens framtagande, stor skillnad. De kunniga fysiklärarna gav i klustret av enkätfrågor 89 % fördelaktiga svar medan eleverna i detta arbetets undersökning gav 32 %. En stor skillnad är väntat då eleverna i detta arbetets undersökning nyligen börjat studera fysik, men det vore önskvärt om fler fördelaktiga svar angavs då det enligt Redish et. al. (1998) visar en syn på fysik som är mer framgångsrik eller gynnande.

De amerikanska collegestudenter som Redish et. al. (1998) gjort en undersökning med samma frågor (men i originalspråk) visade på 30 % fördelaktiga svar och 42 % ofördelaktiga svar (innan de läste en fysikkurs) i frågorna tillhörande dimensionen koncept. I jämförelse visade eleverna i detta arbetets undersökning liknande andelar fördelaktiga svar (32 %) och ofördelaktiga svar (34 %).

6.2.2 Fördelaktiga förväntningar på koncept i fysik

I Redish et. al. (1998) kunde det med ökande utbildningsform och utbildningsgrad observeras en ökande andel fördelaktiga svar och en minskande andel ofördelaktiga svar. Önskvärt vore om samma elever i detta arbetets undersökning hade visat denna typ av förändring vid en senare mätning. Om inte, kan en dold läroplan finnas enligt Redish et. al. (1998), något i undervisningen som stjälpur eleverna i byggande av förståelse av fysik och vetenskap. Ett exempel på dold läroplan som författaren av detta arbete menar är om läraren vill belysa och lära ut fysikens koncept, men på tavlan endast gör beräkningar och endast pratar om koncepten. Det finns då en möjlighet att eleverna inte tolkar koncepten som viktiga för förståelsen fastän läraren vill förmedla det.

I sin undersökning av hur amerikanska universitetsstudenter löste problem i fysik fann Hammer (1994) att det inte nödvändigtvis är så att elever behöver ha fördelaktiga förväntningar på koncept i fysik för att prestera väl i skolans fysik. Att det i detta arbetets undersökning fanns en korrelation mellan ofördelaktiga förväntningar i den andra enkätfrågan och prestationen i GFCI visar liknande resultat. Elever kan hålla med om att ”det mest avgörande när man löser en fysikuppgift är att hitta rätt ekvation att använda” och ändå tendera att prestera bättre på GFCI. I övrigt hittades ingen signifikant korrelation mellan elevers förväntningar frågorna och prestationer på GFCI. Utifrån detta arbetets undersökning kan slutsatsen att fördelaktiga förväntningar på koncept i fysik inte kan förutsäga hur elever kommer prestera i det konceptuella testet GFCI dras.

6.3 Lärares förväntningar på prestationer i GFCI

Ingen av lärarna till de två grupperna i undersökningen kunde förvänta sig till vilken grad respektive grupp skulle prestera på GFCI. Författaren ser flera möjligheter till att denna korrelation inte uppvisades. En möjlighet är att testets konceptuella karaktär skiljer sig från den typ av problem som läraren annars använder och därför blir frågorna svåra att gradera. En annan möjlighet kan vara att lärarna inte hunnit analysera testets frågor vid undersökningstillfället för att kunna göra en korrekt gradering. Det kan också vara så att lärarna har högre förväntningar på sina elever än elevernas faktiska kunskapsnivå. Ytterligare en möjlig anledning skulle kunna vara att lärarna inte är medvetna om vilka vardagsföreställningar som är utbredda i sin grupp. Dessa spekulationer förblir spekulationer. För att fastställa orsak hade ytterligare undersökning behövts göras, till exempel genom att kvalitativt intervjua hur lärarna resonerar om svårighetsgraden i frågorna i GFCI.

6.4 Prestationer i GFCI

Grupperna som deltog i undersökningen visade på ungefär samma resultat i GFCI. Grupp A fick 39 % (standardavvikelse 17 p.e.) och grupp B 42 % (standardavvikelse 18 p.e.). Undersökningen gjordes i samma årskurs, på samma gymnasieprogram och på samma skola och det skilde endast två till antal mellan grupperna, så några större skillnader är inte förväntade. Grupperna sammanslagna fick 41 % korrekta svar (standardavvikelse 17 p.e.).

6.4.1 Jämförelser

Deltagande elever i denna undersökning har vid undersökningstillfället hade avverkat ungefär två tredjedelar av kursen Fysik 1 och redan behandlat momentet "krafter och rörelser". Eleverna kan med andra ord varken sägas ha gjort testet innan eller efter utbildning (även om de behandlat klassisk mekanik), så som många studier med syfte att utvärdera sina undervisningar användande Force Concept Inventory gör.

Ett genomsnittligt värde på 41 % korrekta svar är rimligt vid jämförelser med andra studier. Bland High School-elever i USA visade det sig i sammanställningen av Hake (1998) att elever innan undervisning fick 28 % korrekta svar. High School-elever i Hestenes et. al. (1992) presterade 27 % (standardavvikelse 11 p.e.) innan undervisning och 48 % (standardavvikelse 16 p.e.). I en undersökning av Savinainen och Scott (2002b) där finska 16-åringar deltog fick eleverna 28 % (standardavvikelse 14 %) innan undervisning och 69 % (standardavvikelse 17 p.e.) efter undervisning. Den aktuella studien syftade till att utvärdera undervisning inriktad på konceptuell kunskap (ibid.). De nämnda studierna av Hake (1998), Hestenes et. al. (1992) samt Savinainen och Scott (2002b) använde FCI, det vill säga inte det mer kontextrika och genusanpassade GFCI som användes i undersökningen i detta arbete.

I en studie där GFCI använts, där amerikanska universitetsstudenter deltog, kunde McCullough (2002) utvärdera att studenter som inte läst någon fysik innan i majoritet presterade under 30 % korrekta svar.

6.4.2 Kontextberoende förståelse

I fråga 15 och 16 kunde en stor skillnad i andel korrekta svar observeras. I respektive frågor angav 6 % och 81 % korrekt svarsalternativ. Frågorna handlar om två fordon, där det tyngre har motorstopp och det lättare skjuter på, och hur krafterna fordonen utövar på varandra

förhåller sig. Skillnaden mellan frågorna är att det i fråga 15 handlar om när det lättare fordonet accelererar och det i fråga 16 handlar om när de färdas i konstant hastighet. En liknande, om än inte lika stor skillnad mellan dessa uppgifter kunde Savinainen och Scott (2002b) också observera i sin undersökning med finska 16-åringar och drar slutsatsen att skillnaden beror på att elever har svårt att generalisera Newtons tredje lag att gälla i såväl statiska (konstant hastighet) som i dynamiska (acceleration) situationer. Skillnader i kontext, trots att den underliggande fysiken är samma, kan göra att elever svarar annorlunda. Bao och Redish (2001) menar att det är vanligt att koncept ses kontextberoende och då särskilt hos elever som precis börjat lära sig fysik och att detta kan visa sig åt båda håll. Ibland använder elever koncepten för brett (för många kontexter) och ibland för smalt (för få kontexter).

Ett alternativ till hur elever som i fråga 3 tror att blomkrukan når en gränshastighet efter en kort stund resonerat ser författaren vara att eleverna tror att luftmotståndet byggs upp så mycket att jämviktstillstånd uppnås. Detta är inte fel i sig, men i uppgiftens kontext är detta orimligt då hastigheten inte hinner bli så stor för att luftmotståndet ska balansera tyngdkraften vid ett fall från andra våningen. Utan att säkert kunna säga, kan skillnaden mellan klassernas andel korrekta svar i frågan, 18 % i grupp A och 47 % i grupp B, bero på en sorts dold läroplan där begreppet gränshastighet i kontexten fria fall har fått olika betydelser i grupperna.

6.5 Metodologisk diskussion

En kvantitativ metod valdes på grund av att det fanns färdiga mätinstrument i form av enkäter och tester att tillgå och att dessa sågs möjliga att använda för att kunna besvara forskningsfrågorna. Urvalet i studien var ett så kallat bekvämlighetsurval. Detta påverkar givetvis generaliserbarheten negativt och resultatet bör inte generaliseras.

Undersökningen gjordes vid två tillfällen med två veckors mellanrum. Dock var forskaren, som närvarade båda tillfällena, noggrann med att samma instruktioner och förfarande skulle ske. Detta för att grupperna skulle så långt det gick genomföra undersökning i samma förhållanden. Skillnad i testmiljöer kan å andra sidan minska reliabiliteten för grupp B jämfört med grupp A då klassrumsstorleken inte gjorde det möjligt för eleverna i grupp B att sitta med en tom plats emellan. Det finns möjlighet att eleverna har påverkat varandra i grupp B.

Eleverna fyllde själva i enkätfrågor och svarade på GFCI i sin egna takt, vilket bidrar till en starkt reliabilitet vid en mätning. Insamlad data har bearbetats noggrant och systematiskt genom användande av SPSS och kalkylprogram för att minimera slarvfel på grund av den mänskliga faktorn.

I undersökningen användes en svensköversatt version av GFCI som inte, så vitt författaren vet, har gått igenom validerande studier i Sverige och bland svenska elever. FCI-testerna är dock väl använda utomlands och anses valida av flera författare (Hestenes et. al., 1992; Hake, 1998).

För att stärka validiteten i denna undersökning ytterligare borde intervjuer med en fokusgrupp gjorts. Detta för att validera att de identifierade vardagsföreställningarna uppenbarar sig även i andra kontexter än i GFCI.

Huruvida de svensköversatta påståendena från MPEX mäter vad de i originalspråket gör är diskutabelt. Utifrån att ha goda språkkunskaper i både svenska och engelska, anses dock att den svenska översättningen är en godtagbar översättning utan validiteten påverkas i större grad.

6.5.1 Reflektioner kring koncentrationsanalys

Koncentrationsanalys upplevs vara en systematisk och förhållandevis smidig metod för att snabbt kunna sortera bland svarsalternativ. Även om Bao och Redish (2001) utvecklade metoden med FCI i åtanke fungerar den för andra typer av undersökningar där svarsfördelningar i frågor med flera alternativ ska analyseras. Visuellt kontroll (stapeldiagram) över de olika svarsfördelningar i frågorna på GFCI som samlades in i undersökningen upplevdes stämma väl överens de klassificeringar Bao och Redish (2001) angett och användes i denna undersökning.

I koncentrationsanalysen kunde sju frågor (2, 5, 13, 20, 18, 22, 23, 26) klassificeras som LL. Detta betyder att eleverna hade en låg andel korrekta svar och låg koncentration bland svarsalternativen, det vill säga jämnt fördelade. Enligt Bao och Redish (2001) ska detta tolkas som att distraktorerna (svarsalternativen) inte attraherar och anger tre möjliga anledningar. Den första anledningen är att ingen av distraktorerna överensstämde med elevers föreställningar. Den andra anledningen är att det i kontexten frågan utspelar sig i inte existerar några föreställningar (främmande kontext). Den tredje möjliga anledningen är att alla distraktorer korresponderar väl med elevers föreställningar och att det därför blir jämn fördelning. Dessa anledningar till frågor klassificerade som LL är givna med FCI i åtanke.

Att såpass många (7 st) LL-frågor uppkom i denna undersökning (användandes GFCI) tros inte bero på att elever inte kunde sätta sig in i frågornas kontexter. Detta eftersom GFCI har mer kontextrika frågor kopplade till livet utanför skolan och standarduppgifter än frågorna i FCI har. Istället för metallkulor som faller i frågor på FCI är det istället blomkrukor som faller. Det misstänks dock att elever kan ha svårt att sätta sig in i (åtminstone) den svensköversatta versionen av GFCI. Vissa frågor och distraktorer kan vara svåra att begripa på grund av extensiv läsning under tidspress. Detta kan leda till att elever missuppfattat eller till slut valt ett alternativ mer eller mindre på måfå.

6.6 Vidare forskning

Under arbetet med GFCI behövdes den taxonomi över vardagsföreställningar i tabell 6 skapas så den överensstämde med den ursprungliga versionen i Hestenes et. al. (1992). Det är dock flera nya frågor på GFCI och testets frågor har fått en annan kontext än frågorna i originalet (även om underliggande fysik är den samma). Det finns ett behov av att validera föreställningarna som distraktorerna i GFCI är kopplade till. Detta bör göras genom elevintervjuer, på samma sätt som det ursprungliga testets distraktorer uppkom.

Fler studier som använder GFCI eller FCI bör göras. Författaren av detta arbete har inte funnit några publicerade studier användande testen där svenska elever har undersökts. Därmed blir jämförelser med andra resultat svåra och om testet ska användas för att utvärdera hur pass konceptuell undervisning i klassisk mekanik varit finns det inga referenser utanför egna undersökningsgruppen.

6.7 Implikationer för fysikundervisning

Att som lärare få syn på vilka vardagsföreställningar elever har är inte alltid lätt. Det kan vara svårt att sätta fingret på vad elever förstår och elevers förklaringar utan att du som lärare gör lägger in egna tolkningar. Att få möjligheten att identifiera vardagsföreställningar kan rimligen underlätta kommunikationen mellan elever och lärare då dessa förstår varandras förklaringsmodeller. Här kan GFCI eller FCI användas som verktyg för att få en överblick i

de förklaringsmodeller som existerar hos elever inom klassisk fysik. Testet kan, då det inte kräver några större matematiska kunskaper, användas i såväl grundskola, gymnasieskola och högre studier. Användandet av testet kan ses som en formativ bedömning på gruppnivå där resultatet kan hjälpa läraren att planera kommande undervisning. De resultat som framkommit i denna studie kommer forskaren till exempel återkoppla till de deltagande lärarna. I och med att kursen inte är slut finns det möjligheter för lärarna att hantera de vardagsföreställningar som visades i undersökningen.

Savinainen och Scott (2002a) som använder FCI i sin forskning menar på att det faktum att ha använt FCI kan medvetandegöra och hjälpa lärare att bättre förstå den konceptuella terräng som undervisning mot fysikens koncept och alternativa förklaringsmodeller innebär och menar att verktyget kan användas både för elevers lärande som kompetensutveckling av läraren. Forskaren av studien har i sitt arbete fått insikter och djupare förståelse om vardagsföreställningar och särskilt inom den klassiska mekaniken, vilket kan ses som en kompetensutveckling. Genom att forskaren har denna högre medvetenhet kan undervisningen beröra dessa på ett mer effektivt sätt än vad som troligtvis hade skett annars. Även om studien inte behandlar hur sådan undervisning ska se ut, har författaren genom sitt arbete ändå även fått insikter kring detta. Först och främst handlar det om att synliggöra elevers förklaringar och hålla en mer elevcentrerad undervisning där eleverna får uttrycka sig. En medveten lärare kan då utifrån elevers förklaringar analysera om de håller eller ej. I de fall förklaringarna tyder på vardagsföreställningar som inte fungerar med de förklaringar som skolan ska förmedla behöver läraren ta dessa på allvar och bemöta dem på rätt sätt. För att konceptuella förändringar ska ske hos elever måste eleverna utsättas för situationer där den felaktiga förklaringen inte fungerar och själva skifta förklaringsmodell allteftersom. Det är lärarens uppgift att utmana eleverna med dessa situationer.

Ofta börjar gymnasiets fysikundervisning med just den klassiska mekaniken (krafter och rörelser). Det kan argumenteras för att det är extra viktigt att vardagsföreställningar byts ut mot vetenskapliga förklaringar just i detta moment. Många av de koncept i den klassiska mekaniken används i så gott som alla senare fysikstudier. Om konceptuell förståelse av kraftbegreppet fås snarare än senare kan det underlätta vid senare studier (eller undervisning).

7 Referenslista

- Bao, L., & Redish, E. F. (2001). *Concentration analysis: A quantitative assessment of student states*. American Journal of Physics, 69(S1), S45-S53.
- Creswell, J. (2013). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Croydon: Sage.
- Eliasson, A. (2013). *Kvantitativ metod från början*. 3:e upplagan. Lund: Studentlitteratur.
- Hake, R. R. (1998). *Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses*. American journal of Physics, 66(1), 64-74.
- Halloun, I., Hake, R. R., Mosca, E. P., & Hestenes, D. (1995). *Force Concept Inventory (Revised, 1995)*. online (lösenordsskyddad) tillgänglig på <http://http://modeling.asu.edu/R&E/Research.html>.
- Halloun, I. A., & Hestenes, D. (1985). *Common sense concepts about motion*. American journal of physics, 53(11), 1056-1065.
- Hammer, D. (1994). *Epistemological beliefs in introductory physics*. Cognition and Instruction, 12(2), 151-183.
- Hermerén, G. (2011). *God forskningssted*. Vetenskapsrådet.
- Hestenes, D., & Halloun, I. (1995). *Interpreting the force concept inventory. A response to march 1995 critique by Huffman and Heller*. The Physics Teacher, 33(8), 502-504.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). *Force concept inventory*. The physics teacher, 30(3), 141-158.
- Huffman, D., & Heller, P. (1995). *What Does the Force Concept Inventory Actually Measure?*. Physics Teacher, 33(3), 138-43.
- Mazur, E. (1997). *Peer Instruction: A User's Manual*. USA: Prentice Hall.
- McCullough, L. (2002). *Gender, Math, and the FCI*. In Proceedings of the 2002 Physics Education Research Conference. Rochester NY.
- McCullough, L., & Foster, T. (2001, January). *A gender context for the Force Concept Inventory*. In meeting of the American Association of Physics Teachers, San Diego, CA.
- McDermott, L. C., & Redish, E. F. (1999). *Resource letter: PER-1: Physics education research*. American journal of physics, 67(9), 755-767.

- Redish, E. F., Saul, J. M., & Steinberg, R. N. (1998). *Student expectations in introductory physics*. American Journal of Physics, 66(3), 212-224.
- Redish, E., & Steinberg, R. (1999, January 1). *Teaching Physics: Figuring Out What Works*. Phys. Today, 52(1), 24-30.
- Rennie, L. J., & Parker, L. H. (1996). *Placing Physics Problems in Real-Life Context: Students' Reactions and Performance*. Australian Science Teachers Journal, 42(1), 55-59.
- Savinainen, A. (2004). *High school students' conceptual coherence of qualitative knowledge in the case of the force concept*. University of Joensuu, Department of Physics.
- Savinainen, A., & Scott, P. (2002a). *The Force Concept Inventory: a tool for monitoring student learning*. Physics Education, 37, pp. 45–52.
- Savinainen, A., & Scott, P. (2002b). *Using the Force Concept Inventory to monitor student learning and to plan teaching*. Physics Education, 37(1), 53.
- Sjøberg, S. (2010). *Naturvetenskap som allmänbildning: en kritisk ämnesdidaktik*. (3., rev. uppl.). Lund: Studentlitteratur.
- Skolverket. (2011). *Ämnesplan för Fysik*. Hämtat från <http://www.skolverket.se/laroplaner-amnen-och-kurser/gymnasi utbildning/gymnasieskola/fys?tos=gy&subjectCode=fys&lang=sv> den 27-05-2016.

Bilaga 1 - Svarsfördelning i GFCl för undersökningsgrupperna

Fråga	A	Grupp A (%)	Grupp B (%)	B	Grupp A (%)	Grupp B (%)	C	Grupp A (%)	Grupp B (%)	D	Grupp A (%)	Grupp B (%)	E	Grupp A (%)	Grupp B (%)
1	G3	18	11	?	12	0	[5G]	24	37	G3	47	42	?	0	11
2	[5G]	24	26	G3	29	11	?	12	16	G3	12	42	?	24	5
3	AF6	82	42	AF5, G4	0	0	[5G]	18	47	G2	0	5	G1	0	5
4	AR1	71	79	?	0	5	0b	0	0	AR1	6	0	[3]	24	16
5	?*	6	11	?*	18	0	?*	6	32	?*	24	47	?*	47	11
6	I5	18	11	[1]	82	74	I3, CF	0	5	I5, CI2, CF	0	11	CF	0	0
7	I5	12	16	[1]	59	47	I5, CI2, CF	6	5	CF, I2, I5	12	16	CF	12	16
8	CI3	12	0	[2 & 1]	47	53	I2	6	11	I2, I4	18	11	I2	18	26
9	?	18	5	CI3	18	16	K3	18	16	?	12	16	[0]	35	47
10	[1]	41	58	I4	12	11	I3	12	0	I4	18	21	I3	18	11
11	0b	6	5	0b, I1	6	21	I1	47	42	[5S, 5G]	29	32	G2	12	0
12	CI2, I1	0	11	[5G]	88	74	?*	12	16	I3, G5	0	0	I3, G5	0	0
13	I3	12	26	I3, G4, G5	29	11	I3	35	37	[5G]	24	26	G2	0	0
14	R1	24	37	R1	18	16	CI2	12	0	[5G]	47	47	I3, G5	0	0
15	[3]	6	5	AR1	18	5	AR2	76	79	AF1	0	0	0b	0	11
16	[3]	76	84	AR1	6	5	AR2	12	11	AF1	0	0	0b	6	0
17	CI1	35	21	[1]	53	63	?	0	5	CI1, G1	12	11	AF1	0	0
18	?*	0	0	?*	35	16	?*	12	42	?*	24	11	?*	29	32
19	K2	6	32	K1	0	11	K1	12	0	K1	29	5	[0]	53	53
20	?	18	21	K2	0	11	K2	29	16	[0]	35	37	?	18	16
21	I2	0	5	CI3	12	16	CI2	18	26	I4	24	5	[2]	47	47
22	AF4	24	21	[2]	12	37	AF7	24	16	AF6	24	26	AF7	18	0
23	I2	12	16	[1]	24	26	CI3	53	37	I2	12	11	I2	0	11
24	[1]	35	53	I4	0	11	I3	41	26	I4	0	5	I3	24	5
25	?*	6	5	?*	18	26	?*	53	47	?*	12	16	?*	12	5
26	?*	12	11	?*	24	21	?*	6	0	?*	47	37	?*	12	32
27	AF2	35	37	I3	12	0	[5S]	53	53	I1	0	11	I4	0	0
28	?	0	0	AF1	0	5	?	0	5	AR1, AR2	82	58	[3]	18	32
29	0b	6	16	[5S, 5G]	82	68	?*	0	0	G1	12	11	AF3	0	5
30	AF1	0	0	I1	12	21	[5S, 5G]	29	11	I1	6	0	I1	53	68

Förklaring till tabell:

Kolumnen längst till vänster anger frågans nummer i den svensköversatta Gender Adapted Force Concept Inventory.

Kolumner A, B, C, D och E är frågornas olika svarsalternativ och med tillhörande kod för vardagsföreställning enligt tabell 6 (som baserats på Hestenes et. al. 1992). Korrekta svar är markerade med []. Notera att tabellen kan fungera som facit till GFCl.

Ej överensstämmande distraktorer är markerade med ?* (ibland saknas hela frågor).

För vardera population är andelen som valt svarsalternativet anggett i %.

Bilaga 2 – Klassificering med koncentrationsanalys

Uppgift	1	2	3	4	5	6
S Grupp A (N=17)	0,24	0,24	0,18	0,24	0,18	0,82
C Grupp A (N=17)	0,22	0,05	0,71	0,54	0,21	0,71
Typ	LM	LL	LH	LH	LM	HH
S Grupp B (N=19)	0,37	0,26	0,47	0,16	0,00	0,74
C Grupp B (N=19)	0,24	0,16	0,35	0,65	0,26	0,55
Typ	LM	LL	MM	LH	LM	HH
S Totalt (N=36)	0,31	0,25	0,33	0,19	0,08	0,78
C Totalt (N=36)	0,21	0,03	0,45	0,59	0,11	0,62
Typ	LM	LL	LM	LH	LL	HH
Uppgift	7	8	9	10	11	12
S Grupp A (N=17)	0,59	0,47	0,35	0,41	0,29	0,88
C Grupp A (N=17)	0,32	0,18	0,06	0,11	0,23	0,80
Typ	MM	ML	LL	ML	LM	HH
S Grupp B (N=19)	0,47	0,53	0,47	0,58	0,32	0,74
C Grupp B (N=19)	0,19	0,29	0,19	0,34	0,22	0,57
Typ	ML	MM	ML	MM	LM	HH
S Totalt (N=36)	0,53	0,50	0,42	0,50	0,31	0,81
C Totalt (N=36)	0,25	0,23	0,11	0,22	0,21	0,67
Typ	MM	MM	ML	MM	LM	HH
Uppgift	13	14	15	16	17	18
S Grupp A (N=17)	0,24	0,47	0,06	0,76	0,53	0,35
C Grupp A (N=17)	0,15	0,22	0,61	0,60	0,36	0,15
Typ	LL	MM	LH	HH	MM	LL
S Grupp B (N=19)	0,26	0,47	0,05	0,84	0,63	0,16
C Grupp B (N=19)	0,16	0,31	0,64	0,73	0,41	0,20
Typ	LL	MM	LH	HH	MM	LM
S Totalt (N=36)	0,25	0,47	0,06	0,81	0,58	0,25
C Totalt (N=36)	0,13	0,26	0,62	0,67	0,38	0,11
Typ	LL	MM	LH	HH	MM	LL
Uppgift	19	20	21	22	23	24
S Grupp A (N=17)	0,53	0,35	0,47	0,12	0,24	0,35
C Grupp A (N=17)	0,31	0,14	0,22	0,02	0,28	0,26
Typ	MM	LL	MM	LL	LM	LM
S Grupp B (N=19)	0,53	0,37	0,47	0,37	0,26	0,53
C Grupp B (N=19)	0,32	0,08	0,22	0,14	0,10	0,28
Typ	MM	LL	MM	LL	LL	MM
S Totalt (N=36)	0,53	0,36	0,47	0,25	0,25	0,44
C Totalt (N=36)	0,26	0,09	0,20	0,04	0,17	0,23
Typ	MM	LL	MM	LL	LL	MM
Uppgift	25	26	27	28	29	30
S Grupp A (N=17)	0,53	0,12	0,53	0,18	0,82	0,29
C Grupp A (N=17)	0,25	0,19	0,36	0,71	0,70	0,31
Typ	MM	LL	MM	LH	HH	LM
S Grupp B (N=19)	0,47	0,32	0,53	0,32	0,68	0,11
C Grupp B (N=19)	0,22	0,17	0,37	0,39	0,48	0,50
Typ	MM	LL	MM	LM	MM	LH
S Totalt (N=36)	0,50	0,22	0,53	0,25	0,75	0,19
C Totalt (N=36)	0,23	0,16	0,36	0,53	0,58	0,39
Typ	MM	LL	MM	LH	HH	LM

Bilaga 3 - Lärarenkät

Lärarenkät – komplement till FCI-test

Datum:

Fråga

Till vilken grad tror du din klass svarar rätt

1. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

2. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

3. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

4. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

5. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

6. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

7. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

8. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

9. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

10. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

11. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

12. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

13. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

Fråga**Till vilken grad tror du din klass svarar rätt**

14. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

15. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

16. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

17. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

18. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

19. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

20. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

21. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

22. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

23. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

24. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

25. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

26. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

Fråga**Till vilken grad tror du din klass svarar rätt**

27. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

28. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

29. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

30. Till en mycket liten grad Till en mycket hög grad

Kommentar:

Bilaga 4 – Kodbok förväntningar på koncept i fysik

Variabelnamn	Variabelvärden och variabelvärdesetiketter	Missing value
ENKNR	01 – 98	99
KÖN	01 Tjej 02 Kille 03 Annat	9
FRAGA1	01 Håller inte med alls 02 03 04 05 Håller med helt och hållet	9
FRAGA2	01 Håller inte med alls 02 03 04 05 Håller med helt och hållet	9
FRAGA3	01 Håller inte med alls 02 03 04 05 Håller med helt och hållet	9
FRAGA4	01 Håller inte med alls 02 03 04 05 Håller med helt och hållet	9
FRAGA5	01 Håller inte med alls 02 03 04 05 Håller med helt och hållet	9
R_SVAR	00 – 30	99
Variabelnamn	Variabeletikett	
ENKNR	Enkätnummer	
KÖN	Kön hos respondent	
FRAGA1	Problemlösning i fysik betyder i grund och botten att matcha problem	
FRAGA2	Det mest avgörande när man löser en fysikuppgift är att hitta rätt ekv	
FRAGA3	När jag löser de flesta prov eller hemuppgifter, tänker jag uttryckligen	
FRAGA4	Att förstå fysik handlar i princip om att komma ihåg något du läst elle	
FRAGA5	För att kunna använda en ekvation i ett problem (särskilt i ett problem	
R_SVAR	Antal rätta svar på GFCI	

Bilaga 5 – Kodbok lärarenkät

Variabelnamn	Variabelvärden och variabelvärdesetiketter	Missing value
UPPGNR	01 – 30	99
LARARE_FORV	01 Till en mycket liten grad 02 03 04 05 Till en mycket hög grad	9
FREKVENS_R_SVAR	00 – 01	99

Variabelnamn	Variabeletikett
UPPGNR	Uppgiftsnummer
LARARE_FORV	Lärarens förväntning av korrekt svar hos klass
FREKVENS_R_SVAR	Frekvens i % av rätta svar på uppgift

Bilaga 6 – Enkät förväntningar på koncept i fysik

21-04-2016 Begreppsundersökning i mekanik

*Required

Du är *

- Tjej
- Kille
- Annat

Ange i skalan 1-5 för följande fem påståenden hur pass du håller med påståendet eller inte. Ett (1) betyder att du "håller inte med alls" och fem (5) betyder att du "håller med helt och hållet".

Problemlösning i fysik betyder i grund och botten att matcha problem med fakta eller ekvationer och sedan sätta in värden för att få ett nummer. *

1 2 3 4 5

Problemlösning i fysik betyder i grund och botten att matcha problem med fakta eller ekvationer och sedan sätta in värden för att få ett nummer. *

Håller inte med alls

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Håller med helt och hållet

Det mest avgörande när man löser en fysikuppgift är att hitta rätt ekvation att använda. *

Håller inte med alls

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Håller med helt och hållet

När jag löser de flesta prov eller hemuppgifter, tänker jag uttryckligen på koncepten som ligger till grund för problemet. *

Håller inte med alls

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Håller med helt och hållet

1 2 3 4 5

Håller inte
med alls

Håller med
helt och hållet

Att förstå fysik handlar i princip om att komma ihåg något du läst eller visats. *

1 2 3 4 5

Håller inte
med alls

Håller med
helt och hållet

För att kunna använda en ekvation i ett problem (särskilt i ett problem jag inte sett förut), behöver jag veta mer än vad varje term i ekvationen representerar. *

1 2 3 4 5

Håller inte
med alls

Håller med
helt och hållet

NEXT



4% complete