

# Kärnkraftsfrågan

## Elevs argumentation kring ett socio-vetenskapligt dilemma

Noor Alhaj Ibrahim

Institutionens för matematikämnet och naturvetenskapsämnenas

Didaktik

Självständigt arbete, 30 hp, kurskod UM9005

Naturvetenskapsämnenas didaktik

Vårterminen 2022

Masterprogram i naturvetenskapsämnenas didaktik

Handledare: Carl-Johan Rundgren

English title: The issue of nuclear power

Students' argumentation about a socio-scientific issue



Stockholms  
universitet

# Kärnkraftsfrågan

## Elevers argumentation kring ett socio-vetenskapligt dilemma

**Noor Alhaj Ibrahim**

### Abstract

The purpose of this study is to explore the factors that affect students' decision-making in an SSI (socio-scientific issue) about nuclear power and energy supply. The study explores students' skills in SSI argumentation and aims to clarify the relationship between values, knowledge and experiences in their SSI decision-making. Nine students grade nine participated. Their argumentation and decision-making processes were followed, the participants wrote reports on their decision-making, and data were collected during multiple stages of an instructional module, the Six-Step SSI Instructional Module. The different arguments used by the students were analysed using the framework of the SEE-SEP-model. The analysis focused on the evaluation skills demonstrated by the students during the exercise and the relationships between the knowledge, values, and experiences that they used in their argumentation. Although all the students had access to the same information and agreed on the factual aspects of the issue, they came to different decisions, the difference depending on their background knowledge, values, and experiences. The assessment framework considers the quality indicators presented in the research and focuses on both the content and the structure that can be observed in students' SSI argumentation and is meant to function as a tool for identifying quality indicators. The implication for SSI teaching and learning is discussed.

### Nyckelord

Socio-scientific issues, Argumentationen, Ställningstaganden, SEE-SEP-modellen, Kvalitet, Kärnkraft.

# Innehållsförteckning

<b>1. Inledning</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Socio-scientific issues</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Argumentationen inom naturvetenskapliga ämnen</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Kärnkraftsfrågan - ett socio-vetenskapligt dilemma</b>	<b>5</b>
<b>1.4 Kvalitet på SSI-argumentation</b>	<b>6</b>
<b>1.5 SEE-SEP-modellen</b>	<b>7</b>
<b>1.6 Instruktionsmodulen i SSI-baserad dervisning</b>	<b>9</b>
<b>1.7 Syfte och frågeställningar</b>	<b>10</b>
<b>2. Metod</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Urval</b>	<b>11</b>
<b>2.2 SSI-instruktionsmodulen i sex steg</b>	<b>11</b>
<b>2.3 Genomförande och datainsamling</b>	<b>13</b>
<b>2.4 Forskningsetik</b>	<b>14</b>
<b>2.5 Dataanalys</b>	<b>15</b>
<b>3. Resultat</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Resultat av analys utifrån kvalitet i argumentation utifrån A-B-C systemet</b>	<b>17</b>
<b>3.2 Resultat av analys utifrån SEE-SEP modellen</b>	<b>27</b>
<b>4. Diskussion</b>	<b>30</b>
<b>4.1. Metoddiskussion och förslag till framtida studier</b>	<b>32</b>
<b>5. Referanser</b>	<b>33</b>

# 1. Inledning

Naturvetenskap och teknikutbildning i skolor har traditionellt sett haft inriktning mot en mindre grupp elever, i första hand de som avser att fortsätta studera naturvetenskap och teknik. Traditionellt syftar skolans naturvetenskap till att utveckla ett vetenskapligt sätt att tänka, även om endast en liten minoritet av studenterna lyckas utveckla en naturvetenskaplig världsbild (Costa, 1995). I allmänhet äger en stor del av eleverna inte en naturvetenskaplig världsbild. De tänker och gör inte som professionella naturvetare och upplever skolans naturvetenskap som en främmande kultur (Schreiner & Sjöberg, 2004). Denna majoritet av elever svarar istället väl på naturvetenskapliga kurser som främjar praktisk nytta, mänskliga värderingar och som har en koppling till personliga och samhällliga frågor. Som framtida medborgare kommer dessa studenter att uppleva vetenskap och teknik i sin vardag som något annat än professionell vetenskap och teknik. Målet för den naturvetenskapliga utbildningen är att utveckla elevernas förmåga att fungera som ansvarsfulla kunniga medborgare i en värld som alltmer påverkas av vetenskap och teknologi. Således kommer eleverna att behöva förstå samspelet mellan naturvetenskap, teknik och samhälle (Aikenhead, 2009).

Många nationella och internationella studier pekar på ett minskat intresse för naturvetenskap hos unga (Schreiner & Sjöberg, 2004) och många elever uppfattar naturvetenskap som något svårt och ointressant. Eleverna är mer motiverade när lärandekontexten involverar frågor de kan relatera till (Sadler, 2009). Det är viktigt att tänka på att undervisning i naturvetenskap genom diskussioner kan göra att eleverna känner sig fria att prata mer öppet än vad de gör när undervisningen är mer traditionell (Christenson, 2015, s. 17). Forskning har visat att användning av SSI (se sid. 2) i naturvetenskaplig utbildning kan bidra till att väcka intresse (Chang Rundgren & Rundgren, 2010). Inkludering av SSI-diskussioner främjar lärande om vetenskapsmetoder, hur man bearbetar och värderar information relaterad till en frågeställning och hur man slutligen intar en informerad ståndpunkt (Sadler & Zeidler, 2004). Flera forskare menar att SSI har potential att hjälpa studenter att bättre förstå vetenskapens natur och utveckla elevernas förmåga att reflektera över naturvetenskap på en metakognitiv nivå (Zohar & Nemet, 2002).

Ur ett didaktiskt perspektiv är de flesta överens om att det inte räcker att lära elever att helt enkelt komma ihåg vetenskapliga fakta, lagar och teorier (Norris, 1992). Snarare vill lärare och forskare inom naturvetenskapernas didaktik att elever ska veta varför naturvetenskaplig kunskap är välunderbyggd och trovärdig (Munby, 1982). Allmänhetens förståelse av naturvetenskap har indirekt blivit en kritisk del av demokratin, eftersom människor måste fatta beslut som rör vetenskap och teknikbaserade problem (Bell & Lederman, 2003).

Mot bakgrund av den större och mer lättillgängliga mängd information som finns i samhället blir det alltmer betydelsefullt att förhålla sig till undervisningens syfte och hur den ska förverkligas. Eleverna ska ges tillfälle att utveckla sina kunskaper – men vilka kunskaper ska stå i fokus? Att vår planet far illa av människans handlande är forskningen idag relativt enig om. Att ta vara på angelägna samhällsfrågor där det naturvetenskapliga stoffet finns med är en

metod där undervisningen i No-ämnena kan göras mer betydelsefull för eleverna och få dem att bli mer involverade på lektionerna. Deras samtal medför att de kan utvidga och bättre kunna se den aktuella frågans förutsättningar för att därefter med bättre underlag kunna fatta ett beslut. De behöver söka efter naturvetenskaplig fakta för att kunna fördjupa sig och välja sina ståndpunkter i relation till innehållet och formulera sina omdömen och känslor (Billing, 2016).

Skolans uppdrag är bland annat att elever ska få möjlighet att föra samtal kring de sätt de lever sina liv och därefter reflektera över och fatta beslut i förhållande till de konsekvenser deras livsstil får för vår gemensamma framtid (Skolverket, 2011). Att på ett internationellt plan bli överens om vad länder ska göra för att förändra utvecklingen är komplicerat och ofta förläggs hoppet på skola och andra utbildningar för att ta sig an de utmaningar som finns (Billing, 2016).

Enligt Rudolph (2005) fokuserar diskussionen om *scientific literacy* traditionellt på hur vetenskap kan informera beslutsfattande om samhällsfrågor som gäller exempelvis miljö, hälsa och energipolitik, och på värdet av vetenskapligt tänkande för individer i deras vardag. Denna diskurs betonar informationsflödet från vetenskapen till allmänheten snarare än i motsatt riktning. Tanken att det yttersta målet för vetenskapssträvandet är att gynna mänskligt liv och samhälle framhålls inte alltid tydligt i diskurser som fokuserar på ren naturvetenskap. Samhällsvetenskapliga frågor har blivit allt viktigare inom området naturvetenskaplig utbildning som ett sätt att göra naturvetenskapligt lärande mer relevant för elevernas liv. Frågorna är ett verktyg i syfte att uppnå mål som uppskattning av naturvetenskapens natur, förbättrad dialogisk argumentation, förmågan att utvärdera vetenskapliga data och information, och de är en viktiga komponenter i *scientific literacy* (Sadler & Zeidler, 2002).

Det är av stor vikt att utveckla *scientific literacy* inom utbildning. Det handlar om att inkludera informerat beslutsfattande, förmågan att analysera, syntetisera och utvärdera information. Man behöver kunna förnuftigt hantera moraliska resonemang och etiska frågor samt inneboende förståelsekopplingar i sociovetenskapliga frågor (SSI). Att uppnå en god nivå av *scientific literacy* kräver övning och erfarenhet av att utveckla s k "sinnesvanor", d.v.s. förvärva skepticism, bibehålla öppenhet, öva kritiskt tänkande, erkänna flera former av frågeställningar, acceptera tvetydighet och söka efter kunskap. Sinnesvanor kan räcka till när man vill komma fram till individuella beslut baserade på en välgrundad analys av tillgänglig information. (Zeidler et al, 2005).

### **1.1 Socio-scientific issues**

Med SSI (socio-scientific issues) menas kontroversiella frågeställningar som rör samhälle och naturvetenskap. Frågorna eller problemen som diskuteras har ofta inga enkla eller rätta svar utan erbjuder flera lösningar, där det är vanligt med olika ställningstaganden. Den svenska förkortningen är SNI, samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll (Ekborg m.fl., 2012). En annan översättning som förekommer är socio-vetenskapliga dilemman (Eriksson & Rundgren, 2012). Utmärkande är att dessa frågeställningar utgår från naturvetenskapen och behandlar politik, ekonomi, etik, kultur mm.

Flera nya studier av argumentation inom SSI-sammanhang har betonat fler dimensioner än enbart kunskapsaspekter. Istället har de undersökt hur individers värderingar och erfarenheter bidrar till deras beslutsfattande rörande SSI-frågor (Fleming, 1986) och man har även tittat på betydelsen av tvärvetenskapliga synpunkter i argumentationen (Chang Rundgren & Rundgren, 2010).

Kunskap inom naturvetenskap är nödvändig i den högteknologiska värld vi lever i. Vi behöver kunskapen i vardagen, bland annat för att kunna orientera oss och bilda åsikter i olika frågor. En viktig fråga är vilka kunskaper och i vilken mängd de behövs för att vi medborgare, och våra elever, ska kunna motivera ett ställningstagande och göra de val som behövs i vår vardag. Det är av betydelse att våra elever utan svårighet ska kunna vara delaktiga i de debatter som förs i samhället. SSI-frågor och medföljande diskussioner är ett verktyg i syfte att förbereda eleverna så att de kan ha nytta av naturvetenskapen i större sammanhang, där de kan utöva sina medborgerliga rättigheter och vara aktiva gällande de frågor som är av betydelse (Billing, 2016). Med utgångspunkt från de aktuella händelserna runtomkring oss kopplas naturvetenskap naturligt samman med andra områden som ekonomi, politik, etik och kultur. Men det är inte tillräckligt med bara fakta, problemen man ställs inför kräver att man väljer även etiskt och moraliskt (Sadler & Zeidler, 2004).

Samhällsfrågor har blivit allt viktigare inom naturvetenskaplig utbildning. Det naturvetenskapliga lärandet är viktigt för eleverna, med mål som förståelse för naturvetenskapens karaktär, förbättrad dialogisk argumentation samt förmågan att utvärdera vetenskaplig data och information. Sociovetenskapliga frågor beskriver samhälleliga dilemman med konceptuella, processuella eller tekniska kopplingar till naturvetenskap. Med tanke på den betydande roll som sociovetenskapliga frågor spelar inom naturvetenskaplig utbildning är det viktigt att förstå hur eleverna uppfattar, förhandlar om och löser dessa problem (Sadler & Zeidler, 2002).

Syftet med att använda SSI-frågor i undervisningen är att stimulera och främja individuell intellektuell utveckling inom moral och etik samt medvetenhet om det ömsesidiga beroendet mellan vetenskap och samhälle. SSI fungerar därför inte bara som ett sammanhang för att lära sig naturvetenskap utan även som en pedagogisk strategi med tydligt definierade mål. Målet med SSI är att öka elevernas intresse för naturvetenskap genom att sätta lärande av naturvetenskapligt innehåll i ett samhälleligt sammanhang (Zeidler et al, 2005). Forskning (exempelvis Zeidler & Keefer, 2003) framställer SSI på ett sätt som tar hänsyn till hur kontroversiella vetenskapliga frågor och dilemman påverkar individers intellektuella tillväxt när det gäller både personliga och samhälleliga domäner.

Med utgångspunkt från Zeidler (1997) och hans resonemang om kunskap, värde och erfarenhet samt Kolstø's (2006) beskrivning av avgörande faktorer gällande studentens argumentation, undersöker denna studie den påverkan som det intellektuella bagaget (tidigare kunskap, värden och erfarenheter) utövar på argumentationen hos de elever som deltar i arbetet gällande en SSI-fråga, med hjälp av en instruktionsmanual indelad i sex steg. I vissa sammanhang kan detta bagage ha en avgörande betydelse för beslutsfattande, hur stor denna betydelse är beror dock på samspelet mellan bagage, sammanhang och lärarens undervisning. Alla dessa faktorer kan påverka elevernas utvärdering av den information de får och de val de

gör inför beslutsfattandet i en SSI-fråga. En del frågor och problem har dock ingen tydlig koppling till studentens intellektuella bagage. Zeidler (1997) definierar det intellektuella bagaget som tidigare grundade kognitiva och moraliska övertygelser som eleven bär med sig till klassrummet, övertygelser som kan vara djupt förankrade och som påverkar en persons attityder, normer och handlingar.

Litteraturen kring SSI-baserad undervisning framhåller även att elever förväntas utveckla en förståelse för epistemologiska aspekter av hur naturvetenskaplig kunskap utvecklas, samt för de metoder som används för att utveckla sådan kunskap. Elevernas förståelse för naturvetenskap som ett "sätt att få kunskap" är nödvändig i samband med de beslut de ska fatta, beslut som baseras på vetenskaplig information gällande samhällsfrågor. Sådana beslut innebär nödvändigtvis noggrann utvärdering av vetenskapliga aspekter, bevis och slutsatser (Zeidler et al, 2005).

Tidigare studier om argumentation rörande SSI-frågor i naturvetenskaplig undervisning har utforskat olika aspekter av kunskap och värde. Kolstø (2001) hävdar att eftersom beslutsfattande i sociovetenskapliga frågor är värderingsbaserat vet vi inte i vilken grad kunskaper i naturvetenskap kan förbättra beslutsprocessen. Levinson (2006) har visat att bevis kan ha olika roller i olika fall och att vetenskapliga bevis kanske inte spelar någon större roll i lösningen av vissa frågor, till exempel när deltagare i en debatt har fundamentalt olika åsikter eller värderingar.

## **1.2 Argumentation inom naturvetenskapliga ämnen**

Forskare inom områden som beslutsfattande i samhällsfrågor har rapporterat en mängd faktorer som påverkar människors beslut, bland dessa kunskaper, attityder och engagemang för en viss fråga (Zeidler & Schafer, 1984). Dessa faktorer är positivt relaterade till nivån på det moraliska resonemang man använder för att göra bedömningar (Bell & Lederman, 2003).

Den svenska läroplanen för grundskolan, Lgr 11, betonar utveckling av argumentationsförmåga, även inom naturvetenskap. Därför behöver alla elever i grundskolan träna på argumentation. Naturvetenskapsdidaktiker (Chang Rundgren & Rundgren, 2010) menar att det finns ett behov av att lära elever färdigheter i beslutsfattande eftersom samtida omvärldsfrågor har blivit mer komplexa och kräver bedömning av för- och nackdelar utifrån alternativa positioner. Att resonera när man diskuterar samhällsfrågor kräver att man kan argumentera för eller mot olika ställningstaganden och undvika att vara partisk. Lärare i naturvetenskapliga ämnen bör, enligt Acar, Turkmen & Roychoudhury (2009), undervisa i bevisföring för sina elever för att få dem att förstå skillnaden mellan fakta, förutsägelse och åsikt.

Den gällande versionen av den svenska läroplanen för grundskolan, Lgr 11, betonar utveckling av argumentationsförmåga även inom naturvetenskap. Fokus för denna studie är att utforska elevers färdigheter i argumentation och ställningstaganden i en SSI-fråga kring kärnkraft samt sambanden mellan deras användande av kunskap, värderingar och erfarenheter när de argumenterar. En kvalitativ metod ansågs vara lämplig för dessa ändamål eftersom den inte begränsas av a priori-hypoteser utan istället gör det möjligt att i detalj beskriva enskilda elevers argumentation och de processer genom vilka de utvärderar komplexa problem.

Användningen av argumentation i naturvetenskapliga klassrum är inte utan utmaningar (Faize et al, 2017). Studenter som argumenterar utan förkunskaper eller som inte känner till motargument i en fråga kommer att hamna i situationer där de antingen måste acceptera andras argument eller ifrågasätta dem. Vi behöver mer kunskap om de processer i undervisningen som gynnar begreppsförståelse, upptäckten av nya infallsvinklar på ett problem och utvecklandet av kritiskt tänkande. Argumentation kan vara användbar som en dialogisk och interaktiv process i naturvetenskaplig utbildning (Faize et al, 2017).

För att engagera eleverna i argumentation finns det behov av att utveckla användningen av nya instruktionsmodeller, som kan ge möjligheter att förbättra denna förmåga (Sampson et al., 2011). En argumentation kan införas i det naturvetenskapliga klassrummet där läraren stödjer elevernas resonemang i en fråga genom att ställa uppmanande frågor och stötta deras ställningstagande och skapande av välgrundade argument. (Polman & Pea, 2001). Användningen av bevis är mycket viktig för att ge förklaringar och stödja påståenden.

### **1.3 Kärnkraftsfrågan – ett socio-vetenskapligt dilemma**

Kärnkraftsfrågan är en samhällsfråga som diskuterades som flitigast under 1970- och 80-talen men som fått en nytändning i samband med kärnkraftsolyckan i Fukushima 2011.

Kursplanerna i fysik framhåller att eleven ska få möjlighet att utveckla sin förmåga att använda sina kunskaper inom ämnet för att kunna granska information, kommunicera och ta ställning i frågor som rör energi och miljö (Skolverket, 2018). Vi vill att våra framtida elever ska utvecklas till aktiva, kritiska och reflekterande samhällsmedborgare som aktivt kan delta i dagens miljö- och energifrågor, däribland kärnkraftsfrågan. Visionen är även att eleverna ska erhålla en saklig men även allsidig syn på kärnkraftsfrågan, vilket exempelvis innebär att de ska kunna se på frågan utifrån olika perspektiv och förstå samt respektera andras åsikter och argument (Andersson & Brage, 2011).

Kärnkraft anses av många som en effektiv och pålitlig teknik för energiproduktion. Den har, efter den initiala uppbyggnadsfasen, låga produktionskostnader och är praktiskt taget fri från klimatpåverkande utsläpp. Kärnkraften är också omgärdad av höga säkerhetskrav. I Sverige har el producerats med kärnkraft sedan början av 70-talet då Sveriges första kommersiella reaktor Oskarshamn 1 togs i drift 1972. I dag finns det tio reaktorer i de tre kärnkraftverken Forsmark, Ringhals och Oskarshamn. Kärnkraft står för mer än en tredjedel av elproduktionen i Sverige. Långt ifrån alla är nöjda med kärnkraften och ser den som en ohållbar energikälla. Ända sedan starten har kärnkraften stött på mycket motstånd. Åsikter om kärnkraft påverkas starkt av bland annat rädslan för kärnvapen och dess användning, som i Hiroshima och Nagasaki 1945, och av kärnkraftsolyckor som ofta har haft förödande konsekvenser, liknande dem i Tjernobyli 1986 och ganska nyligen i Fukushima 2011. Sådana olyckor ledde till evakuering av städerna nära kraftverken. Städerna är fortfarande obebodda på grund av radioaktivitet, orsakad av olyckorna (Nuclear Power in Sweden, 2021).

För närvarande finns det en livlig debatt om kärnkraftens vara eller icke-vara, där förespråkare för kärnkraft ofta uppfattar den som miljövänlig (med lågt koldioxidutsläpp) medan motståndarna anser att processen innebär stora risker (för miljön, ekonomin och säkerheten) för att det ska kunna försvaras. Kärnkraft, både elproduktion och tillhörande



aktiviteter, som hantering av kärnbränsle, är komplexa system vad gäller teknik och dess roll i Sverige och världen. Det är också ett brännande politiskt problem; kärnkraftskatastrofer som den i Fukushima 2011 blir världsnyheter och bidrar till att påverka opinionen om kärnkraft och dess existens (Holmberg, 2020). Kritiker hävdar att nackdelen med kärnkraft, såsom risker för reaktorolyckor och problem med bränslehantering av det radioaktiva avfallet, överväger fördelarna. Samtidigt har kärnkraftverken en betydande roll i svensk energiproduktion. Eftersom kärnkraften bidrar med så mycket som ungefär en tredjedel av den årliga elproduktionen betonas ofta svårigheten att ersätta kärnkraft med andra energityper (Nuclear Power in Sweden, 2021).

Kärnkraften i Sverige utgör fortfarande en avgörande del av elproduktionen. Detta har dock inte varit oproblematiskt. Kärnkraft är en allvarlig politisk fråga. Motståndet mot kärnkraft i Sverige har alltid funnits där genom åren. Det har ibland lett till förseningar av byggande och uppstart av kärnkraftsreaktorer och nyligen till och med att man stängt några. Människor i Sverige har olika åsikter om kärnkraft, vilket visas i en studie av SOM-institutet, som visar att en stor del av svenska folket är emot kärnkraft och vill fasa ut den medan andra vill fortsätta att använda den (Holmberg, 2020).

Nina Christenson (2015) har i sin forskning undersökt hur elever argumenterar inom aktuella samhällsfrågor kring hållbar utveckling. I studierna fick eleverna från naturvetenskapliga program ta ställning i aktuella frågor, som kärnkraftsfrågan, och skriva ned sina argument. Enligt Christensson skulle SEE-SEP-modellen (Chang Rundgren & Rundgren, 2010; se beskrivning nedan) kunna användas inom utbildning som ett verktyg för att främja multidisciplinära argument rörande SSI-frågor. Det är viktigt att träna och uppmuntra eleverna att använda innehållskunskap när de motiverar sina argument. På grund av de multidisciplinära aspekterna kan det vara av stort värde att lärare från olika ämnen samarbetar rörande undervisningsargument, både för naturvetenskapliga och samhällsvetenskapliga studenter.

Resultaten av Christensson studie 2015 visade bland annat att värde var den huvudaspekt som användes av studenterna som argument, att olika elever använde olika argument från olika ämnesområden i olika SSI-frågor och att SEE-SEP-modellen är ett lämpligt analytiskt ramverk för att undersöka elevers argumentation. Att studenterna använde olika aspekter och ämnesområden som argument i olika SSI visar på betydelsen av lärarens planering vid valet av SSI-fråga, beroende på vad som ska läras in. Studien identifierade också elevernas låga användning av vissa områden som i tidigare forskning har pekats ut som viktiga angående undervisning och lärande om SSI i naturvetenskaplig utbildning. Det har till exempel betonats att etiska problem är viktiga men resultaten i Christenssons studie visar att studenter använde etik i låg grad som stödjande skäl gällande kärnkraftsfrågor (s. 50).

#### **1.4 Kvalitet på SSI-argumentation**

Christensson och Chang Rundgren (2015) använder termen "kvalitet" för att diskutera bedömningen av SSI-argumentationer i relation till analysen av SSI-argumentation i deras litteraturgenomgång. De vanligaste kvalitetsindikatorerna för SSI-argumentation är relaterade

till strukturellt orienterade aspekter (d.v.s. komponenterna i ett argument). Förmågan att motivera ett påstående har stor betydelse vid bedömning av kvaliteten på en SSI-argumentation. Införandet av motargument med övervägande av alternativ till den egna ståndpunkten anses vara en indikator på hög kvalitet. Innehållsbaserade kvalitetsindikatorer, som tillhandahållande av data och/eller innehållskunskap som stödande grund för argumentet, uppfattas som en nödvändig färdighet, och utvärdering av innehållskännedomen som vetenskapligt korrekt, ytlig eller missuppfattad är också av vikt. Vidare ses övervägandet av flera perspektiv som en kvalitetsindikator, liksom förmågan att inkludera värderingar eller moraliska resonemang.

Att analysera SSI-argument med olika fokus har utvecklats för forskningsändamål och kan därför ofta vara för komplicerad för att användas i undervisningspraktik, vilket är en utmaning för skolan. Av denna anledning har Christensson och Chang Rundgren (2015) utvecklat ett ramverk med låg grad av komplexitet anpassat till skolans praktik och en ny bedömningsram som tar hänsyn till aspekter gällande både struktur och innehåll utvecklas och presenteras i studien (Christenson & Chang Rundgren, 2015).

Bedömningsramen är sammansatt av flera element med fokus på påståenden (claims) och motiveringar (justifications) i argumenten. Ramen är en sammanslagning av modeller, från början inspirerad av SEE-SEP-modellen (se nedan). Det finns två huvudkomponenter relaterade till den strukturella aspekten: påståenden (beslut) som visar att eleven är för eller emot, och motivering (positiva och negativa avseenden) där eleven motiverar fördelar eller nackdelar. Motiveringen kan bestå av värdeangivelser när eleven uttrycker sina värderingar i frågan och/eller kunskapsuttalanden när eleven använder begreppsmässig kunskap för att stödja sina påståenden. Det är av stor vikt att eleverna får utveckla sin förmåga att inkludera och använda innehållskännedom i SSI-argumentationen samt att innehållskunskapen är relevant och vetenskapligt korrekt. Därför lägger Christenson och Chang Rundgren (2015) till en explicit kategori om innehållskunskap till ramverket, med tre olika alternativ: (A) Felaktig kunskap om innehåll (missuppfattning eller ytlig vetenskaplig kunskap), (B) Icke-specifik allmän kunskap (ej direkt relaterad till frågan/fokus) (C) Korrekt och relevant innehållskunskap. I den här studien valde jag två av alternativen för att bedöma hur eleverna kunde utveckla sin argumentation och stödja sina påståenden: (A) relevant innehållskunskap och vetenskaplig bakgrund och (B) Icke-specifik kunskap (åsikt eller gissning). Målet med användandet av A-B-C modellen i föreliggande studie var att bedöma kvaliteten på SSI-argumentationen.

### **1.5 SEE-SEP-modellen**

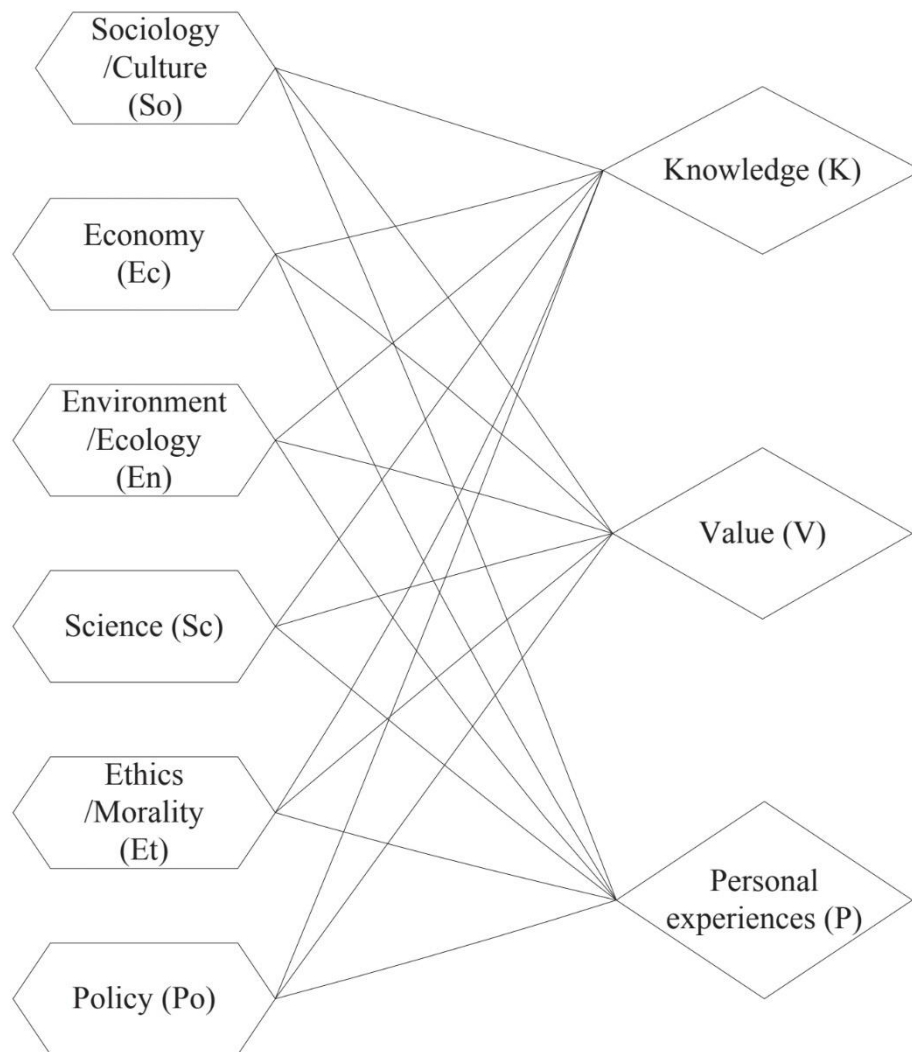
SEE-SEP är ett verktyg för analys med syftet att förstå och klargöra hur man tänker och argumenterar när det gäller SSI-frågor. Allt som allt kan man åstadkomma 18 olika koder i SEE-SEP-modellen (se figur 1). Dessa koder systematiserar och tydliggör de olika ståndpunkter som återfinns i de texter man skriver. Där man tillämpat SEE-SEP-modellen kunde alla 18 koder urskiljas. Med andra ord är modellen ett användbart instrument för analys i syfte att studera skriftlig argumentation. I modellen synliggörs tre infallsvinklar: "Knowledge" (kunskap), "Value" (värderingar) och "Personal experiences" (personliga

erfarenheter) (se tabell 1). Dessa infallsvinklar, som förkortas KVP, är underlaget för elevernas argumentation i detta arbete.

KVP kan kopplas till sex ämnesområden: samhälle/kultur (Sociology/Culture), miljö (Environment), ekonomi (Economy), naturvetenskap (Science), etik/moral (Ethics/Morality) och lagar/förordningar (Policy). Chang, Rundgren och Rundgren (2010) understryker att frågornas karaktär avgör vilket av dessa ämnesområden det handlar om och det innebär i sin tur att alla tre infallsvinklar och sex ämnesområden inte berörs när eleven argumenterar kring en särskild SSI-fråga.

Tabell 1: SEE-SEP modellens olika koders definition, efter Eriksson och Rundgren (2012).

Ämnesområden	Kunskap (K)
Samhälle/kultur (So)	Eleven tillämpar begrepp och teorier från samhällsvetenskap och kultur som stöd för sina argument.
Miljö (En)	Eleven tillämpar begrepp och teorier från miljövetenskap och ekologi som stöd för sina argument.
Ekonomi (Ec)	Eleven tillämpar kännedom om ekonomi och finanser som stöd för sina argument.
Naturvetenskap (Sc)	Eleven tillämpar begrepp och teorier från naturvetenskap och teknik som stöd för sina argument.
Etik/moral (Et)	Eleven tillämpar begrepp och teorier från etik- och moralvetenskap som stöd för sina argument.
Lagar/förordningar (Po)	Eleven tillämpar kunskap om lagar och bestämmelser som stöd för sina argument.



Figur 1: SEE-SEP modellen efter Chang Rundgren & Rundgren (2010)

### 1.6 Instruktionsmoduler i SSI-baserad undervisning

Rundgren, Eriksson och Chang Rundgren (2016) testade framgångsrikt en multidisciplinär instruktionsmodul, utformad i syfte att utveckla elevernas färdigheter i att argumentera om komplexa SSI-frågor. Deras argumentations- och beslutsprocesser följdes noga och data samlades in under flera stadier. Gruppdiskussioner spelades in med ljud och deltagarna skrev rapporter om sitt beslutsfattande. Analysen av argumentation och beslutsfattande, i detta fall problemet med miljögifter i fisk från Östersjön, fokuserade på den utvärderingsförmåga som eleverna visade under övningen och sambanden mellan de kunskaper, värderingar och erfarenheter som de använde i sin argumentation. Även om alla elever hade tillgång till samma information och var överens om sakfrågorna kom de fram till olika beslut. Alla studenter tog hänsyn till motargument och begränsningarna i sina egna argument, och kunde utveckla dem om det var nödvändigt. Men deras beslut skiljde sig åt beroende på deras bakgrundkunskap, värderingar och erfarenheter (Rundgren et al, 2016).

Det kan vara fördelaktigt att diskutera SSI-frågor i naturvetenskaplig undervisning eftersom det uppmuntrar eleverna att se naturvetenskap som något relevant (Chang Rundgren och Rundgren 2010; Stuckey et al., 2013). Det förbereder eleverna för livet som medborgare i ett samhälle som ofta konfronteras med nya och kontroversiella vetenskapsrelaterade frågor (Sadler och Zeidler, 2005). Det är viktigt att eleverna ges tillfällen att utveckla färdigheter som gör det möjligt för dem att argumentera konstruktivt om komplexa frågor för att skapa en kritisk medvetenhet om de olika perspektiv som är förknippade med dem (Sadler et al., 2007).

För att möta behovet av undervisningsmetoder som behandlar den tvärvetenskapliga karaktären och komplexiteten hos SSI-frågor, utvecklas här en SSI-instruktionsmodul i sex steg, baserad på en modell från Rundgren, Eriksson och Chang Rundgren (2016, se även Fig1). Syftet med instruktionsmodulen är bland annat att uppmuntra eleverna att utöva sina roller som medborgare i naturvetenskapsklassrummet och förbättra deras färdigheter associerade med SSI-argumentation. Den instruktionsmodul som används i denna studie innehåller komplexa samhällsfrågor som involverar flera aspekter och olika intressegrupper. Avsikten är att öka elevernas medvetenhet om SSI-frågornas komplexitet. Denna studie fokuserar på relationerna mellan elevernas kunskaper, värderingar och erfarenheter. Dessa relationer visar sig i deras argumentation om kärnkraft, som är en fråga där människors åsikter påverkas av miljö, hälsa, politiska, kulturella och ekonomiska överväganden samt naturvetenskap (Rundgren, Eriksson, & Chang Rundgren, 2016).

Studien avser att karaktärisera elevernas argumentation och hur de använder kunskap, värderingar och erfarenheter i sina argument. En kvalitativ metod ansågs vara lämplig för dessa ändamål eftersom den inte skulle begränsas av a priori-hypoteser utan istället göra det möjligt för oss att beskriva enskilda elevers argumentation i detalj och de processer genom vilka de utvärderar komplexa problem.

### **1.7 Syfte och frågeställningar**

Syftet med denna studie är att utforska elevers argumentation och ställningstagande i en SSI-fråga kring kärnkraft och energiförsörjning genom att studera beslutsprocessen hos ett antal elever. Studien utforskar elevernas färdigheter i SSI-argumentation och ämnar klargöra förhållandet mellan värderingar, kunskap och erfarenheter i deras SSI- ställningstagande.

Aspekter av kunskap, värde och erfarenheter från olika ämnesområden (såsom sociologi, kultur, etik, miljö, ekologi, ekonomi, vetenskap och statsvetenskap) identifieras utifrån elevernas skriftliga argument och transkription av deras gruppdiskussioner. För att bestämma enskilda elevers värderingar och erfarenheter som styr dem till att använda specifika kunskaps- och argumentationsmodeller, letar jag efter personliga värderingar, inklusive riskuppfattningar och socio-politiska bedömningar som kommer att vara relevanta för ställningstaganden.

Studiens forskningsfrågor är följande:

(1) Hur påverkar kunskap, värderingar och erfarenheter elevernas ställningstagande i kärnkraftsfrågan?

(2) Hur kan elevernas argumentation i kärnkraftsfrågan karaktäriseras utifrån SEE-SEP-modellen och argumentationens kvalitet, bedömd enligt A-B-C-systemet?

## 2. Metod

### 2.1 Urval

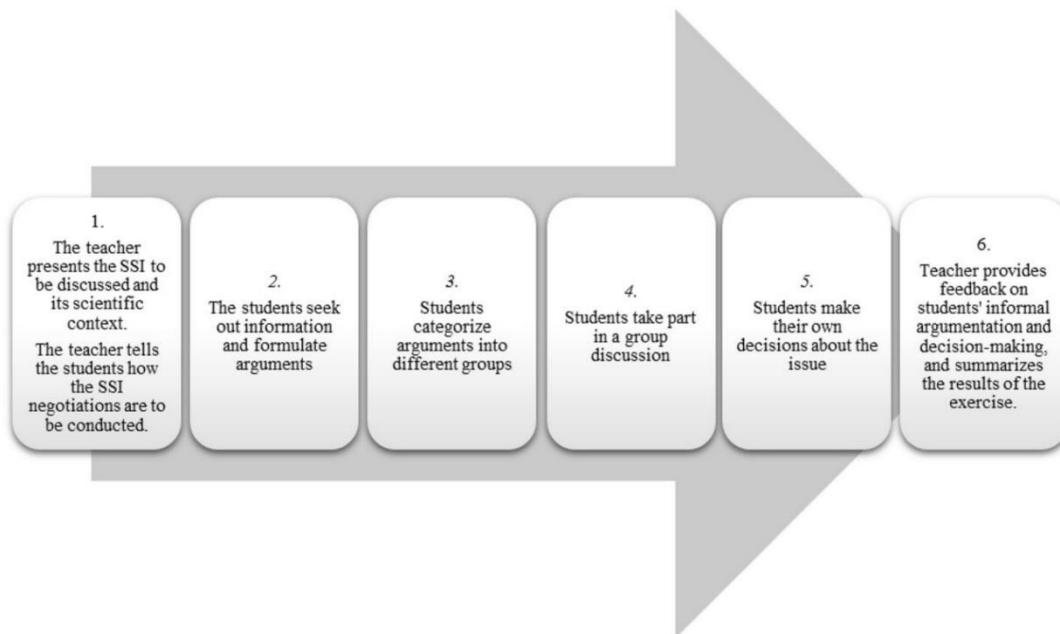
Nio elever i årskurs nio tillfrågades om de ville delta i en beslutsövning med fokus på frågan om det är bra eller dåligt med kärnkraft. Studien genomfördes på grundskolan under vårterminen -21 och uppgiftens resultat ingick i bedömningen av deras slutbetyg. Eftersom SSI-frågor kan karakteriseras som relativt komplexa valde jag att arbeta och analysera de texter som skrevs av elever med en god kunskapsbakgrund och som låg på en hög nivå inom de naturvetenskapliga ämnena. Detta kunde jag bedöma eftersom jag under flera år följt eleverna i No-ämnena. Data om argumentation och ställningstagande av eleverna samlades in genom att undersöka individuella skriftliga argument efter det att eleverna hade slutfört SSI:s instruktionsmodul. Eleverna utgjorde en del av en niondeklass och deras namn är fingerade i denna uppsats. Uppgifterna samlades in i klassrumsmiljö. Jag var känd för studenterna som naturvetenskapslärare och fungerade både som lärare och forskare under denna studie. Det är viktigt att notera att detta är en undersökande studie och generaliseringen av mina resultat är begränsad till nio deltagande studenter. Det begränsade antalet deltagare gjorde det möjligt för mig att följa utvecklingen av deras argument och eventuella beslut mer detaljerat.

För att inledningsvis få en översiktlig bild av elevernas attityder i frågan om att använda kärnkraftverk i Sverige samlade jag alla individuella texter och analyserade argumentationernas påståenden. Elevernas svar analyserades kvantitativt för att få en översiktlig bild av hur eleverna ställde sig till frågan om det är bra eller dåligt med kärnkraftverk. För att undersöka elevernas ställningstagande och hur de argumenterade kring kärnkraftverk användes textanalys och resultatet användes som underlag för att bestämma sammansättningen av grupperna. En huvudtanke med SSI är att använda det informella samtalet mellan elever för att ställa olika argument mot varandra, pröva idéer, utbyta information och kunskap med varandra och komma fram till väl underbyggda beslut. Eleverna använde de informella samtalen i steg 2 och 3 som underlag för sin individuella skriftliga argumentation och sina olika påståenden. Det innebär att de argument, ställningstaganden och beslut som en elev framförde var det resultat som analyserades och jämfördes med andra elever. För att eftersträva skillnader i ställningstaganden om kärnkraftverk sorterade jag de påståenden som var positiva och negativa till de som var för respektive emot kärnkraftverk. Det gav förutsättningar för mer dynamik i diskussionerna när jag placerade elever med motsatta svar tillsammans i grupperna.

### 2.2 SSI-instruktionsmodulen i sex steg

Modulens sex steg bedöms skapa förutsättningar för att uppmuntra elever att engagera sig i vad som hos Sadler och Zeidler (2009) beskrivs som önskvärda metoder för beslutsfattande i samband med SSI-frågor. Man vill att eleverna ska kunna utveckla förmågan att erkänna den inneboende komplexiteten hos en aktuell SSI-fråga, undersöka frågan ur flera perspektiv,

uppskatta att SSI-frågan är föremål för kontinuerlig utredning samt uppvisa skepsis när potentiellt partisk information presenteras. De sex stegen i SSI-instruktionsmodellen visas i Figur 2.



Figur 2: De sex stegen i SSI-instruktionsmodellen efter Rundgren, Eriksson & Chang Rundgren (2016)

I denna studie följde jag de sex stegen i SSI-instruktionsmodellen för att undersöka elevernas argumentation i kärnkraftsfrågan. I steg 1 presenterade jag den SSI-fråga som skulle diskuteras samt dess vetenskapliga aspekter. Jag gav eleverna de eventuella instruktioner som behövdes. I detta steg behövde jag informera om frågan i fokus, förklara dess betydelse och göra eleverna medvetna om komplexiteten genom att beskriva problemet utifrån flera synvinklar. I slutet av presentationen ställdes eleverna inför en klar ja- eller nej-fråga. I det här fallet var frågan till studenterna följande: Är det bra eller dåligt med kärnkraftverk? Den pedagogiska anledningen till att få eleverna att komma fram till ett klart ja- eller nej-svar på denna komplexa fråga, som involverade många aspekter och intressen, var främst att utveckla deras förmåga att förvärva komplex information och använda den på ett sådant sätt att de kunde nå ett specifikt beslut. Senare i livet som medborgare kommer de också att ställas inför liknande samhällsfrågor som kräver ställningstagande.

I steg 2 sökte eleverna ytterligare information och formulerade argument. Efter att ha blivit organiserade i grupper letade studenterna relevant information, började diskutera de olika perspektiven på frågan och formulerade argument med stödande skäl och bevis. Sedan, i steg 3, kategoriserade eleverna argumenten i olika grupper. Syftet med detta var att låta dem visualisera de flerdimensionella aspekterna av SSI-frågan och ge dem ett instrument för att underlätta efterföljande gruppdiskussioner.

I steg 4 deltog eleverna i en gruppdiskussion baserad på deras visuella representation av problemets komplexitet och de anteckningar som de hade tagit vid den första diskussionen. Detta gjorde att eleverna kunde uttrycka och utvärdera idéer och utveckla färdigheter i att

använda samarbete och informella resonemang för att lösa verkliga samhällsfrågor. I steg 5 fattade eleverna sitt eget beslut i frågan. Efter gruppens slutdiskussion uppmanades de att individuellt uttrycka sina åsikter och komma fram till ett beslut. Eleverna fyllde i och skickade in ett formulär där de svarat ja eller nej på den fråga som nämnts i beskrivningen av steg 1 och de förklarade hur och varför de hade valt sitt svar. Eleverna fick sedan följande uppgift:

Skapa en skriftlig text där du tar ställning i kärnkraftsfrågan. Innehållet ska vara präglad av ditt ställningstagande – antingen för eller emot kärnkraft som energikälla. Du ska även uppege och diskutera dina faktakällor och du ska ta med fakta från olika källor.

Slutligen, i steg 6, gav jag feedback på elevernas informella argumentation och ställningstagande och sammanfattade viktiga punkter som följt av övningen. Uppgiften avslutades, jag sammanfattade resultaten och gav återkoppling på elevernas uttryck för frågans flerdimensionella aspekter, deras informella resonemang och deras användning av olika stödjande skäl i ställningstagandet.

### **2.3 Genomförande och datainsamling**

Kärnfysik ingår som en del av det centrala innehållet i fysik för grundskolans åk 7-9. I kunskapskraven i ämnet kan man på [skolverket.se](http://skolverket.se) bland annat läsa följande:

Eleven kan samtala om och diskutera frågor som rör energi, teknik, miljö och samhälle och skiljer då fakta från värderingar och formulerar ställningstaganden med enkla motiveringar samt beskriver några tänkbara konsekvenser. I diskussionerna ställer eleven frågor och framför och bemöter åsikter och argument på ett sätt som till viss del för diskussionerna framåt. Eleven kan söka naturvetenskaplig information och använder då olika källor och för enkla och till viss del underbyggda resonemang om informationens och källornas trovärdighet och relevans. Eleven kan använda informationen på ett i huvudsak fungerande sätt i diskussioner och för att skapa enkla texter och andra framställningar med viss anpassning till syfte och målgrupp.

(Skolverket 2011)

Uppgiften, som handlade om kärnkraftverk, genomfördes i flera steg. Jag förklarade vad SSI-frågor betyder. Eleverna jobbade med att ta ställning i viktiga samhällsfrågor med ett naturvetenskapligt innehåll och övade på att utveckla förmågan att använda kunskaper i biologi, fysik och kemi för att granska information. Jag försökte även klargöra varför eleverna behövde utveckla förmågan, vad förmågan innebär och hur progressionen av förmågan kan beskrivas, genom grundskolans olika stadier. Eleverna fick stöd av mig när det gällde att söka och granska information, till exempel: Var kan man hitta information om denna fråga eller frågeställning? Finns det andra källor med mer eller annan information? Vilken information är mest relevant för den här frågan? Varifrån kommer informationen? Sedan visade jag en debatt



från Nyhetsmorgon på TV4 mellan två partiledare som handlade om just frågan om vi ska använda kärnkraft eller inte. Jag förklarade för eleverna de steg som skulle användas i arbetet med uppgiften och jag kopplade uppgiften till läroplanen samt visade bedömningskriterierna.

Uppgiften med rubriken ”Bra eller dåligt med kärnkraftverk?” delades ut. Uppgiften genomfördes under tre veckor i två delar: muntliga diskussioner som skulle spelas in och argumentationstexter. De fick söka information, fakta och argument som kunde hjälpa dem att bestämma sig för om de skulle vara för eller emot kärnkraft. Därefter hade de en diskussion i helklass och argumenterade antingen för eller emot kärnkraft, diskussioner som hjälpte eleverna att klargöra hur uppgiften skulle genomföras. Efter detta delades de in i grupper för att spela in muntliga diskussioner för inlämning.

Den skriftliga delen delades ut på klassens lärplattform under rubriken ”Bra eller dåligt med kärnkraftverk?”:

Skapa en skriftlig text där du tar ställning i kärnkraftsfrågan. Innehållet ska vara präglad av ditt ställningstagande – antingen för eller emot kärnkraft som energikälla. Du ska även uppge och diskutera dina faktakällor och du ska ta med fakta från olika källor.

Min studieplan var att analysera de muntliga diskussioner som spelades in samt de skriftliga texterna. Men på grund av de restriktiva reglerna under Covid 19 genomfördes en stor del av undervisningen på distans. Elevernas inspelade diskussioner blev en sorts läsning av de skrivna texterna, vilket kan bero på att de gjorde diskussionerna själva utan att läraren var med. Så jag fokuserade min studie på att analysera bara argumentationstexterna.

## **2.4 Forskningsetik**

Forskningsetik rör förhållandet mellan forskaren och undersökningen som utförs (Vetenskapsrådet, 2002, s. 5). Arbetet ska gå till på ett sådant sätt att det inte drabbar samhällets medborgare felaktigt. Forskaren måste inför och under sitt arbete göra en bedömning om metoden som används när man söker kunskap på något sätt kan få negativa konsekvenser för deltagarna eller deras närstående. De forskningsetiska principer vi följer hjälper forskaren att bedöma just detta. Det finns fyra grundläggande etiska krav på forskarens arbete: informationskravet, samtyckeskravet, konfidentialitetskravet och nyttjandekravet (Vetenskapsrådet, 2002, s. 6).

Informationskravet innebär att syftet med den forskning man gör ska vara tydlig för deltagaren. Denne ska känna till vilka förutsättningar som gäller samt att det är frivilligt att delta och att man kan avbryta om man vill det. Deltagaren ska veta att den insamlade fakta man får endast kommer att användas för arbetets syfte. Samtyckeskravet betyder att deltagaren själv fattar beslut om sin medverkan i studien och ger sitt samtycke. Föräldrars eller vårdnadshavares godkännande kan behövas. Deltagaren äger beslutet om hen vill fullfölja eller avsluta sitt deltagande och ska när som helst kunna avbryta. Om man väljer att avbryta, ska deltagaren inte bli utsatt för ”otillbörlig påtryckning eller påverkan” (Vetenskapsrådet, 2002, s. 10). Konfidentialitetskravet innebär att uppgifter om deltagaren

inte ska offentliggöras eller delas till obehöriga. När man återger uppgifter och fakta från deltagarna ska det göras på ett sådant sätt att utomstående inte ska kunna identifiera personerna. Nyttjandekravet handlar om att de uppgifter man fått från deltagaren bara får användas till ändamålet med den forskning man gör.

Alla elever som deltog i denna studie informerades om hur materialet skulle behandlas och vad det skulle användas till. De grupper som skulle observeras tillfrågades specifikt i förväg och skolans rektor godkände studien. Skriftligt samtycke från samtliga medverkande elever (över 15 år) samlades in. Observationer och skriftliga texter anonymiseras i arbetet, det går med andra ord inte att identifiera skola eller enskilda individer. Endast jag har tillgång till data, som kommer att förstöras efter arbetets godkännande.

## 2.5 Dataanalys

Enligt Rundgren et al. (2016) syftar deras instruktionsmodell till att skapa ett forum som stimulerar eleverna att interagera med varandra och diskutera sina argument aktivt. Instruktionsmodulen som används i denna studie var utformad att uppmuntra alla deltagande studenter att fatta ett beslut i frågan för att tydligt identifiera de grunder som deras beslut stöddes på. Modulen skulle även bidra till att utveckla deras utvärderingskunskaper genom deltagandet i en vägningsprocess baserad på skrivandet av en argumenterande uppsats som förklarar deras ståndpunkt.

I den här studien ville jag testa om SSI-instruktionsmodulen var effektiv vid förbättrandet av elevernas förmåga att utvärdera argument. Med stöd av de analytiska ramverk som diskuterats ovan analyserade jag elevernas förmåga att värdera argument genom att bedöma deras erkännande av begränsningarna i de egna påståendena (negativa avseenden) och deras förmåga att utveckla motsatta påståenden (positiva avseenden).

Sambandet mellan kunskap, värderingar och erfarenheter i elevernas SSI-argumentation analyserades efter ett allmänt induktivt tillvägagångssätt, beskrivet av Thomas (2006). En induktiv analys gjorde det möjligt att identifiera rådatans viktiga teman utan de begränsningar som strukturerade metoder och tidigare antaganden medför. Den induktiva analysen omfattade läsning av texter och beslutsformulär i flera omgångar och att identifiera framväxande teman. De aspekter av kunskap, värde och erfarenheter som härrör från olika ämnesområden (t.ex. sociologi/kultur, etik, miljö/ekologi, ekonomi, vetenskap och policy) identifierades från elevernas skriftliga argument (jfr Chang Rundgren och Rundgren 2010; Christenson et al. 2012).

För att identifiera enskilda elevers värderingar och de erfarenheter som vägledde deras användning av särskilda kunskapsbitar och argumentationsmönster, sökte jag efter elevernas personliga värdeuttalanden inklusive riskuppfattningar, socio-politiska utvärderingar och andra uttalanden som kan relateras till beslutsprocessen (Kolstø 2006).

Totalt analyserades 40 påståenden med nämnda ramverk och kodningsprocessen utifrån A-B-C-systemet. Kodningsenheterna är baserade på förslaget i varje mening: en kod – ett påstående eller en motivering. Koden A användes till påståenden med innehållskunskap och

vetenskaplig bakgrund, till exempel: ”Kärnkraften har alltså väldigt låga utsläpp av både växthusgaser och radioaktiva ämnen. Därmed bidrar kärnkraften till ett fossilfritt samhälle”. B-koden används till påståenden med icke-specifik kunskap (åsikt eller gissning), till exempel: ”Ett land som satsar stort på kärnkraft har möjligheten att i hemlighet utveckla kärnvapen. Därför hade det kunnat utlösa en konflikt över hela världen om man skulle utveckla kärnkraft för långt”.

Argumentationstexterna analyserades sedan med SEE-SEP-modellen (Chang Rundgren & Rundgren, 2010). SEE-SEP kan fungera som ett analysinstrument för att förstå och tydliggöra elevers tankegångar och argumentation angående SSI. Sammantaget kan 18 olika koder genereras utifrån SEE-SEP-modellen (se figur 1) och användas för att kategorisera och synliggöra olika ställningstaganden och tankegångar som kommit fram i påståendena. Totalt sorterades 40 påståenden efter koderna, till exempel kan påståendet ”Kärnkraftverk förstör ekosystemet i haven. Eftersom kylvattnet i reaktorn släpps ut direkt till havet och det höjer värmen med ungefär 10 grader” markeras med koden (En K). Resultat från Christenson et al, där SEE-SEP-modellen använts, visar att alla 18 koder kunde identifieras och att modellen utgör ett fungerande analysinstrument för att undersöka elevers skriftliga argumentation.

### 3. Resultat

Alla studenter som deltog i studien kunde ta till sig olika argument samtidigt som de fattade sina egna individuella beslut om kärnkraftsfrågan. Tabellerna visar alla deltagande studenters förmåga att ta hänsyn till motargument (negativa avseenden) och utvidga sina argument (positiva avseenden) genom att presentera olika synpunkter som gynnade deras påståenden (tabell 2 visar de elever som är för kärnkraft, tabell 3 de som är emot). Eftersom frågan om kärnkraft undersöktes i SSI-undervisningen involverade övningen vetenskapliga faktorer såsom miljö, kultur, etik och politik. Alla elevers argument utforskade några av de tvärvetenskapliga aspekterna av denna fråga. De citerade kommentarerna visar också att eleverna produktivt kunde utvärdera olika information och använda den för att informera om sitt ställningstagande.

Eleverna använde relevanta argument med naturvetenskapliga fakta i texterna, t.ex. utsläpp av koldioxid vid jämförelse mellan energikällor. Eleverna hade både för- och nackdelar med i sina argument i skrivuppgifterna. Eleverna hade starka åsikter om kärnkraft och de visade en utvecklad förmåga att sätta sig in i andras perspektiv när de skrev om nackdelarna.

Många av de elever inom gruppen som var för kärnkraft menade att kärnkraft kan leverera kontinuerligt och tillräckligt med elektricitet, medan det bland de som hade motsatt åsikt var ganska många som menade att kärnkraftverk skulle kunna skada organismer, inklusive människor, som bor i närheten. Flera ansåg att kärnkraft bidrar till att minska den globala uppvärmningen och därmed begränsa klimatförändringarna och få elever trodde att kärnkraft skulle förvärma den globala uppvärmningen. Det fanns en tendens till att fler studenter trodde på kärnkraftens negativa egenskaper trots att de var för kärnkraft och att färre studenter trodde på positiva effekter när de tog ställning emot kärnkraft.

Intressant är att samma aspekt användes för att stödja motsatta påståenden. Elin tycker att ”Produktionen av kärnkraften är ett billigt alternativ för el. Detta är det på grund av att kostnaden utav uran är billig.” Lina, däremot, har en annan åsikt: ”Kärnkraft är bland en av de högsta kostnader för framställning av energi. Det kostar väldigt mycket att bygga ett kärnkraftverk.” Det faktum att samma aspekt, i detta fall kostnad, kan användas för att stödja motsatta påståenden illustrerar att individers personliga värderingar påverkar vilken kunskap som kommer att användas för att föra argument som rör SSI, vilket överensstämmer med resultaten angående samspelet mellan kunskap och värderingar.

Bakgrundsinformationen från läraren inkluderade flera trovärdiga webbplatser, dokument och argumenterande filmer som handlar om kärnkraftverk. Eleverna fick ta del av fakta och perspektiv som man behöver för att ta ställning och fatta beslut. Generellt tycktes elevernas personliga erfarenheter inte ha något starkt inflytande på deras beslut om att vara för eller emot kärnkraft. Deras SSI-argumentation styrdes därför främst av värderingar och kunskap.

Analysen av de olika aspekterna i argumenten som användes av eleverna i texten visar att argument baserade på kunskap var mer dominerande och argument baserade på värde och på personliga upplevelser var en del i elevernas argumentation. Kunskapsaspekten har diskuterats i flera studier, vilka pekar på en avsaknad av ett entydigt samband mellan en individs ämneskunskaper och förmågan att argumentera och tillämpa dessa kunskaper för genomtänkta ställningstaganden i olika SSI-frågor.

### **3.1 Resultat - analys av kvalitet i argumentationer utifrån A-B-C systemet**

Enligt resultatanalysen utifrån SSI-instruktionsmodulen organiserades resultaten i en tabell enligt elevens beslut och sätt att argumentera om beslutet. Påståendena klassificerades i en tabell efter positiva och negativa avseenden. Sedan analyserades kvaliteten i alla påståenden som klassificeras i tabellen. Här kunde jag utifrån två alternativ bedöma hur eleverna kunde utveckla sin argumentation och stödja sina påståenden. Det första är relevant innehållskunskap och vetenskaplig bakgrund, vilket kan exemplifieras med detta påstående: ”Kärnkraft är inte beroende utav vind eller väder vilket gör att det kan producera el hela tiden”. Dessa påståenden markeras med bokstaven A. Det andra alternativet är icke-specifik kunskap (åsikt eller gissning), till exempel: ”Ett Sverige utan kärnkraftverk skulle i min åsikt inte fungera. Det som ska ersätta kärnkraften kommer inte vara lika effektivt och kommer förstöra både naturen och djurlivet”. De påståendena markeras med bokstaven B.

Tabell 2: De fem elever som är för kärnkraft, deras beslut samt positiva och negativa avseenden som visas i deras argumentation. A: påståendet är relevant innehållskunskap och har vetenskaplig bakgrund, och B: påståendet är icke-specifik kunskap (åsikt eller gissning).

Eleven är för kärnkraft			
Tema	elev	Positiva avseenden	Negativa avseenden
Miljö	Hugo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kärnkraftverk är ett miljövänligt sätt att producera elektricitet på. Det släpper knappt ut några föroreningar och har väldigt liten påverkan på klimatet om man jämför med exempel att elda med kol olja eller likande. A</li> <li>• Ett Sverige utan kärnkraftverk skulle i min åsikt inte fungera. Det som ska ersätta kärnkraften kommer inte vara lika effektivt och kommer förstöra både naturen och djurlivet. B</li> </ul>	
	Elin		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koldioxidutsläppen som sker vid produktionen av kärnkraft är väldigt liten. De är så små att detta inte påverkar växthuseffekten. B</li> </ul>
	Rasmus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kärnkraften har alltså väldigt låga utsläpp av både växthusgaser och radioaktiva ämnen. Därmed bidrar kärnkraften till ett fossilfritt samhälle. A</li> <li>• Ny teknologi har gjort kärnkraften säkrare och gjort användningen av</li> </ul>	

		kärnbränslet mera hållbart. A	
	Dani	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koldioxidutsläppen är väldigt små vid elproduktion med kärnkraft, så därför bidrar de inte till växthuseffekten. B</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Den 4:e generationens reaktorer innebär möjligheter för framtiden. Den utnyttjar bränslet upp till 100 gånger effektivare än dagens kärnkraftsreaktorer. Avfallets långlivade komponenter och lagringstiden minskas. A</li> <li>• Det är bra att det finns nya möjligheter för kärnkraft i framtiden. För att om man fortsätter med att jobba på samma sätt i flera år kan det gå fel. Det behövs förändringar och det är viktigt. B</li> </ul>
	Andreas		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utsläppen är ungefär lika små som vid elproduktion med vindkraft och kärnkraftverket producerar mer energi än vindkraft. A</li> </ul>
Säkerhet	Hugo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Men redan nu är det väldigt många säkerhetssystem som märker om en olycka är på väg och bromsar då för att göra olyckan mindre. A</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Visst, vid uranbrytningen släpps lite farliga partiklar ut och är inte särskilt rent men det är otroligt lite om man jämför med andra energikällor. B</li> <li>• En annan dålig grej med uranbrytningen är att de kan släppa ut lite skadlig strålning som kan ge arbetarna där cancer. Men man kan försöka ersätta människorna där med maskiner eller se till att dom bär bättre skyddsutrustning. A</li> <li>• Kärnkraftverk är ett säkert sätt att framställa elektricitet så länge det inte blir en</li> </ul>

			olycka. Vid en olycka släpps det ut enorma mängder skadlig strålning. Men det har bara skett 3 olyckor på 45 år. A
	Rasmus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Men kärnkraftsindustrin har lärt sig av dessa och gjort de nya kärnkraftverken säkrare. B</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ett sätt kan ju vara att investera mer i säkerhet till dessa anläggningar då vi vet att det är en väldigt effektiv energikälla istället för att stänga igen dom. B</li> </ul>
	Dani	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Det är säkert att jobba på ett kärnkraftverk. Det finns andra industrier som är mycket farligare att jobba på än kärnkraftverken. B</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Under driften av en reaktor finns risken för en härdsmlta. Detta har skett några gånger i historien. De två senaste gångerna är Tjernobyl och Fukushima. A</li> </ul>
Ekonomi	Elin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dessutom är produktionen av kärnkraften ett billigt alternativ för el. Detta är det på grund av att kostnaden utav uran är billig. Priset för uran ligger idag på ungefär 850 kr per kilogram. A</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En kärnkraft är dyrt att bygga men kan stå en längre tid och därför blir det billigare. B</li> </ul>
	Rasmus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktionskostnaden för kärnkraften är även väldigt låg i jämförelse med vindkraften. B</li> </ul>	
	Dani	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktionskostnaden för el med hjälp av kärnkraft är billigt, på grund av att kostnaden för uran är låg. Det är en mycket bra fördel för att om det skulle vara dyrt så hade det varit väldigt onödigt</li> </ul>	

		att slösa mycket pengar på det och då hade det varit en nackdel. B	
Effektivitet	Hugo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kärnkraftverk står för runt 40 procent av Sveriges energiförsörjning. Om man skulle stänga igen alla kärnkraftverk skulle man istället behöva upp mot 4000 nya vindkraftverk vilket ungefär är de dubbla för att kompensera ett kärnkraftverk. A</li> </ul>	
	Elin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kärnkraft är inte beroende utav vind eller väder vilket gör att det kan producera el hela tiden. A</li> <li>• Att använda sig utav kärnkraft är även en säker elkälla som inte är beroende utav väder som andra energikällor är. På så sätt kan kärnkraften producera el dygnet runt, året runt. På grund av detta kan vi få el när vi vill utan några som helst problem. A</li> <li>• Med hjälp av den 4:e generationens reaktorer utnyttjas bränslet upp till 100 gånger mer än tidigare. A</li> </ul>	
	Dani	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kärnkraften är inte beroende av väder och</li> </ul>	



		<p>vind. På grund av detta kan vi producera el i väldigt stor skala oberoende av om det är vindstilla, mörkt eller torra.</p> <p>Kärnkraften idag producerar nästan halva Sveriges elbehov. A</p>	
	Andreas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Med kärnkraft kan en jämn produktion av stora mängder elektricitet ske och bränsletillgången är därmed stabil. A</li> </ul>	

Tabell 3: De fyra elever vars beslut är emot kärnkraft samt positiva och negativa avseenden som visas i deras argumentation. A: påståendet är relevant innehållskunskap och har vetenskaplig bakgrund, och B: påståendet är icke-specifik kunskap (åsikt eller gissning).

Eleven är emot kärnkraftverk			
Tema	elev	Positiva avseenden	Negativa avseenden
Miljö	Talia		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Det är miljöfarligt och släpper ut radioaktiva ämnen vid hanteringen. Därför utnyttjar vi länder med lägre miljökrav för brytningen av uran. Det är verkligen inte ok. Ska vi i Sverige stoltsera med höga miljökrav och låtsats som att vi försöker stoppa klimatförändringarna när vi letar kryphål i våra egna lagar? Dessutom så utnyttjar vi andra länder och utsätter andra människor långt ifrån Sverige för fara och låter oss</li> </ul>

			<p>svenskar dra nytta av det. Usch. B</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Under uranbrytningen och anrikningen konsumeras stora mängder vatten och kemikalier som tungmetaller, ammoniak, syror och salter. Uran är en giftig tungmetall, som kan skada djur och människor om den intas via vatten eller mat. Detta gör att arbetarna utsätts för radioaktiv strålning vilket leder till sjukdomar som till exempel cancer och de utsätts även för risken med kemikalierna och tungmetallerna. A</li> </ul>
	Magnus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kärnkraften i sig kanske är miljövänlig så blir det koldioxidutsläppning genom uranbrytningen så det blir dålig miljöpåverkan i båda fallen eftersom när man bryter uran så blir det radioaktiv strålning som riskerar att komma in i haven och sånt. B</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• det går åt mycket resurser när man bygger kärnkraftverk som tex stål och betong och det har en negativ påverkan på naturen. A</li> <li>• Kärnkraftverk förstör ekosystemet i haven. Eftersom kylvattnet i reaktorn släpps ut direkt till havet och det höjer värmen med ungefär 10 grader. A</li> <li>• Att förvara radioaktivt avfall har blivit ett problem. Det är just därför man måste använda ett slutförvar. B</li> </ul>
Säkerhet	Talia		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jag är emot kärnkraft eftersom det både är en icke-förnybar och farlig. Om man bortser från risken att själva kärnkraftverket kollapsar och gör en katastrof så som i Tjernobyl</li> </ul>

			<p>så är brytningen av uranet farligt. A</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De konkreta riskerna med strålningen är stora, den joniserande strålningens skador sträcker sig från omedelbar död till en ökning av olika typer av cancer, kromosomskador, njurskador, problem med luftvägarna och en allmän försämring av hälsan inklusive förkortad livslängd. A</li> <li>• Sedan så skapar kärnkraft även otrygghet i världen då den direkt kan kopplas till atombomber och kärnvapen. Ett land som satsar stort på kärnkraft har möjligheten att i hemlighet utveckla kärnvapen. Därför hade det kunnat utlösa en konflikt över hela världen om man skulle utveckla kärnkraft för långt. B</li> </ul>
	Lina		<ul style="list-style-type: none"> <li>• I världens kärnkraftverk sker en olycka som kräver människoliv i genomsnitt en gång per årtionde. Även fast antalet inte är så stort i jämförelse med mängden reaktorer, kan olyckorna i värsta fall leda till stora områden blir livsodugliga för en lång tid framåt. Även om olyckor är sällsynta i detta fall, kan de fortfarande inträffa. När kärnbränsle sönderfaller så avger det joniserande strålning. Om det då skulle inträffa en olycka, är effekterna från</li> </ul>

			<p>det radioaktiva avfallet i en okontrollerad situation skadligt för människor och ekologi. A</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Det finns en relevant koppling mellan kärnkraften och kärnvapen. Kärnkraften kommer alltid att vara länkad till kärnvapen, den ena kan inte finnas utan den andre. Kärnkraftverken kan också vara mål för terrorister. Vanliga kärnkraftverk kan konstrueras så att det kärnavfall det producerar, kan förädlas till rå material för kärnvapen. Det leder till kritik från andra länder, även från länder med sin egen kärnkraft. Därför ökar det risken för kärnvapenattacker. B</li> </ul>
Ekonomi	Talia		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sveriges kärnkraftverk är gamla och kommer behövas upprustas inom kort. Att upprusta kärnkraftverk är jättedyrt och det var därför man stängde ner Ringhals 1 och snart Ringhals 2. Det var inte lönsamt eftersom kostnaden för att rusta upp inte kompenseras av lönsamheten av elen de kunde producera. Man räknar med att Sveriges kvarvarande kraftverk ska vara i drift max till år 2050 troligen lite kortare och därför tycker jag att vi endast ska använda kärnkraft i övergångsfasen</li> </ul>

			till en sol, vind och vattenkraftsamhälle. B
	Lina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kostnaderna för utvinning av uran och själva produktionskostnaden är låg, men å andra sidan kostar det väldigt mycket att bygga ett kärnkraftverk. Kärnkraft är bland en av de högsta kostnaderna för framställning av energi. A</li> <li>• Det kostar ca 20 öre/kWh, där ingår drift, kapital, kärnbränsle, effektskatt och avgift för att ta hand om det radioaktiva avfallet. A</li> <li>• Det kanske är billigt att utvinna uran och billigt med produktionskostnaden men det kostar ganska mycket att bygga kärnkraftverk, ungefär 75 000 kr/watt. Det är en av de högsta kostnaderna för energiframställning. Det här kunde användas till mycket bättre grejer som till exempel skolorna eller sjukvården. B</li> </ul>	

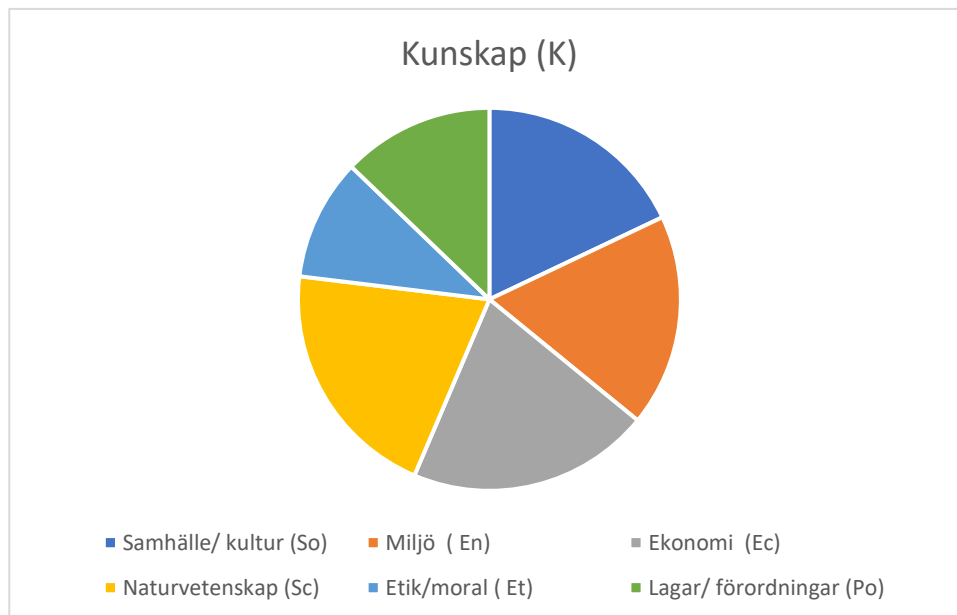
	Omar		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Så sluta leta efter uran för Sverige behöver inte kärnkraften utan det vi i Sverige behöver är att bygga ut våra nät och modernisera våra elsystem och med de så klarar vi oss gott och väl utan kärnkraft. För att få våra elsystem bättre så behöver vi ta oss an och tygla vattenkraften till en balans. Men vi kanske ska lägga HUR mycket pengar som möjligt på att bygga flera kärnkraftverk som dessutom inte kommer bli klar på flera år men våra skattepengar åker dit bara som på ett löpande springband. Och inte nog med våra pengar så dras även mycket arbetskraft hos svenska folket iväg på grund av detta. B</li> </ul>
Effektivitet			

### 3.2 Resultat av analys utifrån SEE-SEP modellen

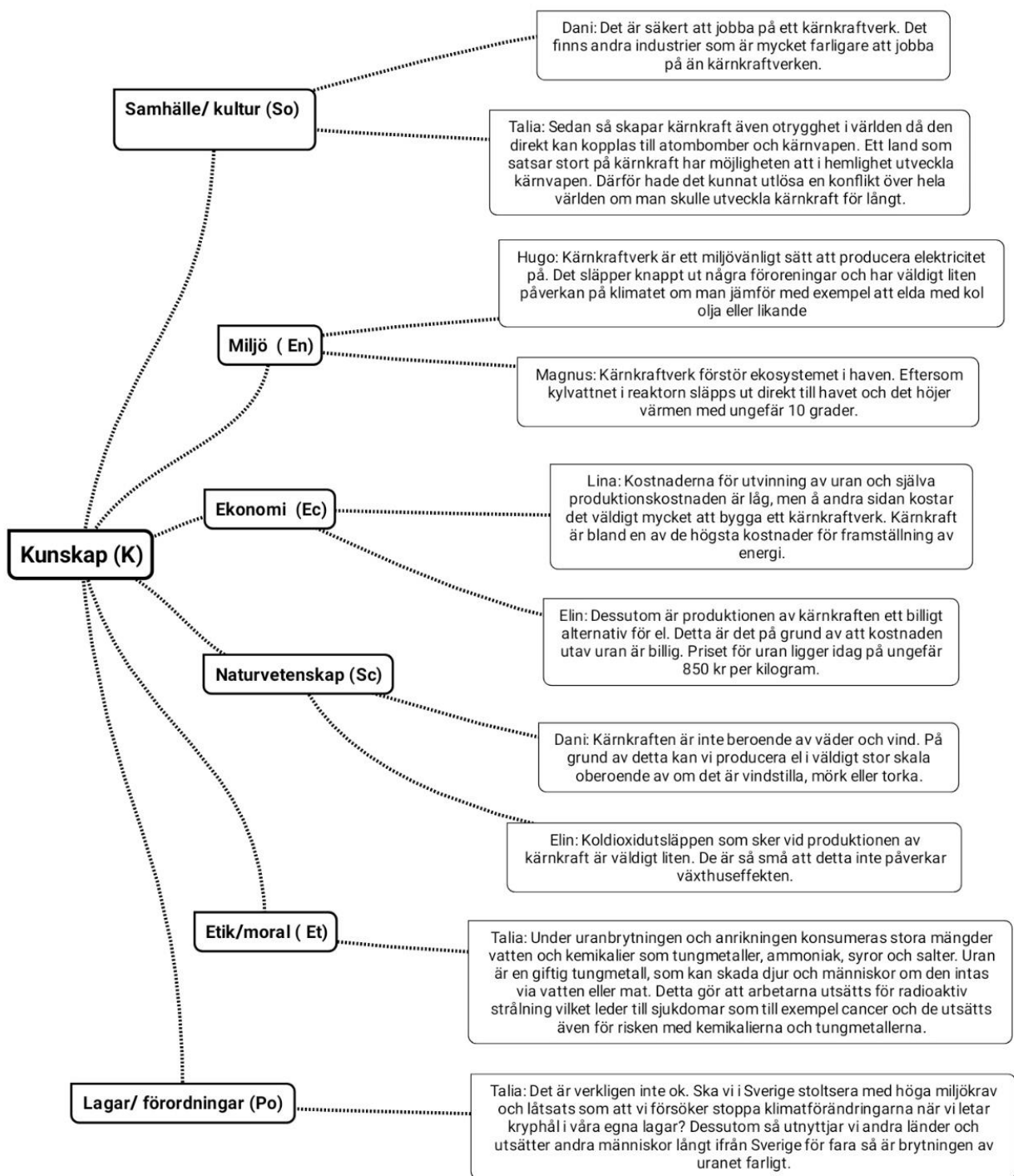
Elevernas texter analyserades med SEE-SEP-modellen (Chang Rundgren & Rundgren, 2010). Vid analysen av den argumentation som eleverna förde tillämpades i detta fall den del av SEE-SEP-modellen som visar en helhetssyn över vad SSI handlar om. Till uppgiften ”Bra eller dåligt med kärnkraftverk?” berörs bara kunskapsaspekter när de argumenterar och framför sina ståndpunkter i frågan. Kunskaper (K) förklaras som distinkta yttranden bestående av termer, redovisning av fakta och tankegångar, vilka man oftast har fått från undervisningen i skolan. Kunskap är med andra ord den aspekt som är mest framträdande när det gäller elevens argumentation, skriftliga omdömen och ställningstagande.

Nästan alla påståenden i elevernas skriftliga argumentationer är baserade på kunskap, fakta som hittades i källorna och fakta som hämtats från skolundervisning. När påståendena undersöktes visade det sig att 40 var uppdelade på det sätt som figur 3 visar. Figuren visar hur de argumenterade inom de sex ämnesområdena, och hur dessa knyts till kunskapen om kärnkraft. Antalet påståenden och procentdel till respektive kategori är: samhälle/kultur (S) 7 (18%), miljö (E) 7 (18%), ekonomi (E) 8 (21%), naturvetenskap (S) 8 (21%), etik/moral (E) 5

(13%) och lagar/förordningar (P) 5 (13%). Fler exempel på de påståenden som eleverna använt i sin argumentation finns i figur 4.



Figur 3: Fördelning av elevernas påståenden efter koderna enligt SEE-SEP modellen.



Figur 4: SEE-SEP modellens olika koder med exempel från elevernas påståenden



## 4. Diskussion

Alla elever som deltog i min studie hade tillgång till samma information men vägde den olika. Dessa olika vinklingar kan återspegla skillnaderna i deras kärntro (Kolstø 2006) och deras intellektuella bagage (Zeidler 1997). Eleverna delades in i två grupper utifrån de beslut de fattade. Den första gruppen, bestående av Hugo, Elin, Rasmus, Dani och Andreas, påstod att kärnkraft är ett miljövänligt, effektivt, säkert och billigt sätt att producera elektricitet. De argumenterade för mest positiva avseenden, till exempel: "Kärnkraften är inte beroende av väder och vind"; "Kärnkraften har alltså väldigt låga utsläpp av både växthusgaser och radioaktiva ämnen. Därmed bidrar kärnkraften till ett fossilfritt samhälle." Men de nämnde även några negativa avseenden: "En annan dålig grej med uranbrytningen är att det kan släppas ut lite skadlig strålning som kan ge arbetarna där cancer"; "Under driften av en reaktor finns risken för en härdsmälta. Detta har skett några gånger i historien. De två senaste gångerna är Tjernobyl och Fukushima." Eleverna som är för kärnkraft som energikälla försöker rättfärdiga de negativa avseendena med några lösningar: "Ett kärnkraftverk är dyrt att bygga men kan stå en längre tid och därför blir det billigare."

Den andra gruppen, bestående av Talia, Magnus, Lina och Omar, påstod att kärnkraft är ett miljöfarligt sätt att producera elektricitet, det är icke förnybart, farligt och dyrt. De argumenterade mest de negativa avseendena, till exempel: "Under uranbrytningen och anrikningen konsumeras stora mängder vatten och kemikalier som tungmetaller, ammoniak, syror och salter. Uran är en giftig tungmetall, som kan skada djur och människor om den intas via vatten eller mat."; "Det går åt mycket resurser när man bygger kärnkraftverk som t ex stål och betong och det har en negativ påverkan på naturen." De elever som var emot kärnkraft nämnde inte några positiva avseenden utan de fokuserade mer på de negativa konsekvenserna av kärnkraftsanvändning.

Resultaten som erhöles under SSI-instruktionsmodulen åskådliggör att den kan användas för att hantera autentiska, komplexa SSI-frågor i naturvetenskapsämnen. Analysen av elevernas utvärderingsförmåga visar att modulens instruktionsdesign gjorde det möjligt för dem att utveckla en meta-medvetenhet om de olika faktorer som påverkar frågor av detta slag, och att inse att andra människor kan värdera och väga argument på olika sätt. Elevernas användning av negativ heuristik i sin argumentation visar att instruktionsmodulen var framgångsrik i syfte att ta upp och diskutera motargument till den valda positionen. Evagorou et al. (2012) fann att elever tenderar att fokusera på bevis som stödjer deras ställningstagande och ignorera bevis som inte gör det, detta upprepades inte i detta fall.

Denna studie visar på genomförbarheten av att använda komplexa samhällsfrågor i naturvetenskaplig undervisning genom att låta elever utveckla sin medvetenhet om olika aspekter och färdigheter i lösandet av SSI-frågor genom en multidisciplinär instruktionsmodell (Rundgren et al, 2016). Designen av den tvärvetenskapliga SSI-övningen var helt klart till hjälp för att bygga upp elevernas diskussioner och elevernas utvärderingsförmåga framkallades och demonstrerades i de slutliga individuella SSI-argumentationerna. Att använda SSI öppnar med nödvändighet vetenskapslektioner för

argumentation och införlivande av kunskap från olika icke-vetenskapliga områden. Värderingar spelar en roll i SSI-argumentationer och de skiljer sig mycket från de som man vanligtvis möter i naturvetenskapsklassrum. Detta kan vara utmanande för naturvetenskapslärare och måste åtgärdas i lärarens professionella utvecklingsprogram.

Resultaten i Rundgren et al (2016) gav inte tydliga bevis för att användningen av negativa avseenden ökade kvaliteten på de argument som presenterades av enskilda elever. Negativa avseenden var särskilt tydliga i argumentationen hos några elever i denna studie, som vägde de olika argumenten och diskuterade deras nackdelar noggrant. Men de verkade ha svårt att komma fram till en slutsats. Å andra sidan tyckte andra elever att det var väldigt lätt att fatta ett beslut. Samtidigt som de tog hänsyn till motargumenten till sin ståndpunkt verkade de argumentera utifrån specifika värdebaserade ståndpunkter, som gjorde det möjligt för dem att snabbt lägga större vikt vid vissa argument än andra och därigenom nå ett bestämt beslut.

I ett demokratiskt samhälle som omfattar en mångsidig syn på undervisning (Öhman 2006; Rudsberg Öhman, 2012) måste vi acceptera olika sorters synsätt och perspektiv. Men vi måste också hjälpa eleverna att bredda sina perspektiv från de redan kända lokala förhållandena i vardagen så att de kan utveckla förmågan att ta hänsyn till regionala, globala och långsiktiga perspektiv. Frågor om människors rättvisa, hälsa och välbefinnande i de ekosystem vi är beroende av blir akuta när man hanterar frågor som rör hållbar utveckling. Skolutbildning har långtgående potential att påverka inte bara den kunskap som eleverna utvecklar utan också de dominerande perspektiven och värderingarna i samhället. I dagens samhälle behöver eleverna möjligheter att utöva demokratiskt handlande i olika sammanhang under sin utbildning och uppleva olika värderingar och perspektiv när man tar upp SSI-frågor. Det är viktigt för eleverna att lyssna till de kamrater som uttrycker andra åsikter. Det återstår dock att avgöra hur man bäst säkerställer att utbildning i skolan kommer att hjälpa eleverna att vidga sina perspektiv på ett sätt som både gynnar dem som individer och utrustar dem till att bidra till en mer hållbar framtid.

Elevernas argument kan enligt SEE-SEP-modellens dimension Kunskap kopplas till sex områden: samhälle/kultur (S), miljö (E), ekonomi (E), naturvetenskap (S), etik/moral (E) och lagar/förordningar (P), beroende på hur de knyts till kunskapen om kärnkraft. Ett kunskapsargument kan ibland samtidigt också vara värderande och personliga erfarenheter kan också uttryckas i form av kunskap. Flera tidigare studier (Ekborg, 2002; Sadler & Donnelly, 2006) har inriktat sig på kunskapsaspekten och försökt finna ett samband mellan en individs relevanta ämneskunskaper och förmågan att argumentera och tillämpa dessa kunskaper för genomtänkta ställningstaganden i olika SSI-frågor. I den här studien är argument som baseras på kunskapsaspekten i klar majoritet. I resultaten från tidigare studier (Eriksson & Rundgren, 2012) har SEE-SEP-modellen visat sig vara ett användbart instrument för analys av informell argumentation i gruppintervjuer. Resultaten i denna studie tyder på att SEE-SEP-modellen även är lämplig för analys av muntlig informell argumentation i intervjuer. SEE-SEP-modellens definitioner består av 18 olika koder uppdelade på de tre aspekterna KVP. Skillnaden mellan aspekterna kan ibland bli oklar, eftersom de kan täcka varandra, ett argument som betecknas som kunskap kan även vara värderande och erfarenheter kan uttryckas som kunskap. Inga modeller är felfria och SEE-SEP-modellen

utgör inget undantag, styrkan är dock den tydliga visualiseringen av KVP, något som tidigare till en del fattats i inom detta område.

Enligt Christenson och Chang Rundgren (2015) ger tillämpning av kunskap när man argumenterar högre kvalitet. Det finns två viktiga perspektiv att uppmärksamma beträffande kvaliteten på SSI-argument: struktur och innehåll i argumenten. Hög kvalitet kräver ett påstående och motiveringar som innehåller välgrundade värderingar och relevant innehållskännedom samt motargument för att visa förståelse för en alternativ synvinkel i motsats till den eleven valt (Christenson & Chang Rundgren, 2015). Deras artikel visar hur ramverket kan tillämpas på elevernas skriftliga SSI-argumentation genom att i argumenten framhäva de komponenter som motsvarar kvalitetsindikatorerna som gör gradering genomförbar. De arbetade tillsammans med fortbildningslärare på gymnasienivå för att undersöka hur detta ramverk kunde hjälpa dem att bedöma elevernas skriftliga SSI-argumentation. Dessutom planerar de att använda ramverket för att bedöma elevernas muntliga SSI-argumentation i en debattsituation, eftersom klassrumsdebatt är en av de undervisningsmetoder som används inom naturvetenskaplig utbildning i relation till SSI-baserad undervisning och lärande (Christenson & Chang Rundgren, 2015, s. 211).

I den här studien visar jag hur ramverket kan användas genom att tillämpa det på innehållet i elevernas skriftliga SSI-argumentation. Argumenten delades upp och de komponenter som motsvarar kvalitetsindikatorer som gör gradering genomförbar lyftes fram.

#### **4.1 Metoddiskussion och förslag till framtida studier**

Den här studien har undersökt hur kunskap, värderingar och erfarenheter påverkar elevers argumentation inom naturvetenskap. Olika analysramverk har använts för att kategorisera argumentation i en kärnkraftsfråga. Den undersökande karaktären i denna studie med icke-generaliserbara resultat inbjuder till framtida forskning om användningen av komplexa SSI-frågor i klassrummet. Hur undervisningen kan påverka elevernas användande av kunskaper i olika samhällsfrågor är fortfarande en öppen fråga.

Resultat från den här studien och andra studier som handlar om SSI-argumentation (Rundgren et al (2016), Christenson och Chang Rundgren (2015), Eriksson och Rundgren (2012)) kan användas som grund för framtida forskning. När resultat jämförs kan vi ta reda på hur elever använder och väger information på olika sätt, positiva och negativa avseenden och hur eleverna stödjer sina ställningstaganden. Ytterligare frågor gällande SSI-argumentation är exempelvis hur kan vi använda instruktionsmodulen inom naturvetenskaplig undervisning, hur vi som lärare kan öka elevernas användande av värderingar i SSI argumentationen samt hur elevernas argumentation från högstadie- till gymnasienivå inom SSI-frågor utvecklas?

Det vore av stort intresse att genomföra fler studier där olika former av SSI-undervisning används och elevernas argumentation analyseras. Det skulle vara möjligt att använda den modul som presenteras här till andra SSI-frågor och med olika och större grupper av elever. Resultaten från sådana studier skulle kunna öka vår förståelse för genomförbarheten av att använda komplexa samhällsfrågor i klassrummet och för egenskaperna hos elevernas argumentationer.

## 5. Referenser

- Acar, O., Turkmen, L., & Roychoudhury, A. (2009). Student Difficulties in Socio-scientific Argumentation and Decision-making Research Findings: Crossing the borders of two research lines. *International Journal of Science Education*, 1-16.
- Aikenhead, G. S. (2009). Research into STS science education. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 9(1).
- Bell, R. L., & Lederman, N. G. (2003). Understandings of the Nature of Science and Decision Making on Science and Technology Based Issues. *Wiley Periodicals*, 352-377.
- Billing, C. (2016). *Samhällsfrågor med naturvetenskapligt innehåll i lärarutbildningen*. Stockholm: Stockholms universitet.
- Chang Rundgren, S.-N. & Rundgren, C.-J. (2010). SEE-SEP: From a separate to a holistic view of socioscientific issues. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(1), Article 2.
- Christenson, N. (2015). *Socioscientific argumentation: Aspects of content and structure*. (PhD-thesis), Karlstad University, Karlstad.
- Christenson, N., Chang Rundgren, S.-N., & Höglund, H.-O. (2012). Analysing upper secondary students' use of supporting reasons in arguing socioscientific issues through the SEE-SEP model. *Journal of Science Education and Technology*, 21(3), 342–352.
- Christenson, N., & Chang Rundgren, S.-N. (2015). A Framework for Teachers' Assessment of Socio-scientific Argumentation: An example using the GMO issue. *Journal of Biological Education*, 204–212.
- Costa, V.B. (1995). When science is "another world": Relationships between worlds of family, friends, school, and science. *Science Education*, 79, 313-333.
- Ekborg, M. (2002). *Naturvetenskaplig utbildning för hållbar utveckling?* Göteborg: Göteborgs universitet.
- Ekborg, M., Ideland, M., Lindahl, B., Malmberg, C., Ottander, C., Rosberg, M. (2012). *Samhällsfrågor i det naturvetenskapliga klassrummet*. Malmö: Gleerups utbildning AB.
- Eriksson, M., & Rundgren, C.-J. (2012). Vargfrågan – Gymnasieelevers argumentation kring ett sociovetenskapligt dilemma. [The wolf issue – upper secondary students' argumentation about a socioscientific issue]. *NorDiNa (Nordic Studies in Science Education)*, 8(1), 26–41.

- Evagorou, M., Jimenez-Alexandre, M. P., & Osborne, J. (2012). 'should We kill the Grey squirrels?' a study exploring students' justifications and decision-making. *International Journal of Science Education*, 34(3), 401–428.
- Faize, F. A., Husain, W., & Nisar, F. (2017). A critical review of scientific argumentation in science education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 475-483.
- Fleming, R. (1986). Adolescent reasoning in socio-scientific issues, part I: social cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(8), 677–687.
- Holmberg, S. (2020). Swedish Opinion on Nuclear Power, 1986 – 2019. The Research Project Swedish Opinions on Environment, Financed by Swedish Energy Agency.
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 90, 632–655.
- Kolstø, S. D. (2006). Patterns in students' argumentation confronted with a risk-focused socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1689–1716.
- Levinson, R. (2006). Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1201–1224.
- Munby, H. (1982). What is scientific thinking? A discussion paper. Ottawa: Science Council of Canada.
- Nadeau, R., & Desautels, J. (1984). *Epistemology and the teaching of science*. Ottawa: Science Council of Canada.
- Norris, S. P. (1992). Practical reasoning in the production of scientific knowledge. In R. A. Duschl & R. J. Hamilton (Eds.), *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice* (pp. 195–225). Albany, NY: State University of New York Press.
- Nuclear Power in Sweden. (2021, August). Retrieved from World Nuclear Association : <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/sweden.aspx>
- Öhman, J. (2006). Pluralism and criticism in environmental education for sustainable development: a practical understanding. *Environmental Education Research*, 12(2), 149–163.
- Polman, J. L., & Pea, R. D. (2001). Transformative communication as a cultural tool for guiding inquiry science. *Science Education*, 85(3), 223–238.
- Rudolph, J. L. (2005). Inquiry, instrumentalism, and the public understanding of science. *Public Understanding of Science*, 89(5), 803–821.
- Rudsberg, K., & Öhman, J. (2012). Pluralism in practice – experiences from Swedish evaluation, school development and research. *Environmental Education Research*, 16(1), 95–111.

- Rundgren, C.-J., Eriksson, M., & Chang Rundgren, S.-N. (2016). Investigating the Intertwinement of Knowledge, Value, and Experience of Upper Secondary Students' Argumentation Concerning Socioscientific Issues. *Science & Education*, 25(9), 1049-1071.
- Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: socioscientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45, 1-42.
- Sadler, T.D. & Zeidler, D.L. (2004). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, 88, 4–27.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112–138.
- Sadler, T. D., & Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, 28 (12), 1463-1488.
- Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education*, 37(4), 371–391.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2009). Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: assessment for progressive aims of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 909–921.
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2011). Argument-driven inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 217–257.
- Schreiner, C., & Sjöberg, S. (2004). ROSE – the relevance of science education, sowing the seeds of rose. Oslo: Unipub.
- Skolverket. (2018). Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet. Hämtat från Skolverket: <https://www.skolverket.se/download/18.6bfaca41169863e6a65d48d/1553968042333/pdf3975.pdf>
- Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., & Eilks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49(1), 1–34.
- Thomas, D. R. (2006). A general inductive approach for analyzing qualitative evaluation data. *American Journal of Evaluation*, 27(3), 237–246.
- Zeidler, D. L., Sadler, D.T., Simmons, M.L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research – based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89 (3), 357-377
- Vetenskapsrådet. (2002). Forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning. Retrieved from [https://www.vr.se/: https://www.vr.se/analys/rapporter/vara-  
rapporter/2002-01-08-forskningsetiska-principer-inom-humanistisk-samhallsvetenskaplig-forskning.html](https://www.vr.se/:_https://www.vr.se/analys/rapporter/vara-rapporter/2002-01-08-forskningsetiska-principer-inom-humanistisk-samhallsvetenskaplig-forskning.html)

Zeidler, D. (1997). The central role of fallacious thinking in science education. *Science Education*, 81(4), 483– 496.

Zeidler, D. L., & Schafer, L. E. (1984). Identifying meditating factors of moral reasoning in scienceeducation. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(1), 1–15.

Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 35-62.

Stockholms universitet/Stockholm University  
SE-106 91 Stockholm  
Telefon/Phone: 08 – 16 20 00  
[www.su.se](http://www.su.se)



**Stockholms  
universitet**